

# پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی

جلد ۸، شماره ۳، سال ۱۳۹۸

شاپا: ۰۹۳۷-۲۲۵۲، چاپی)، ۲۳۵۷-۲۵۳۸ (الکترونیکی)

## فهرست مطالب

جایگزینی آرد نخود و عدس با گوشت مرغ در فرمولاسیون کوکتل ۵۵ درصد نیمه‌گیاهی ..... ۲۱۳  
آمنه عباسی منفرد، محسن زرگر، مهدی عابدینی نایینی

ربیزپوشانی ویتامین D با استفاده از موسیلاژ شاهی و ایزولله پروتئین سویا به روش توده‌سازی مرکب ..... ۲۲۵  
نفیسه جان‌شاری، میلاد فتحی، سیدجمال مشتاقیان، علیرضا عباس‌پور راد

اثر عوامل کی‌لیت‌کننده سیترات و تارتارات پتابسیم بر حذف سرب از برج در فرایند پخت ..... ۲۳۵  
عاطفه‌سادات هاشمی گرمدره، محمد گلی

اثر عصاره جلبک دریایی اولوا فلکسوزا (*Ulva flexuosa* Wulfen) و آویشن شیرازی بر ویژگی‌های کیفی پرنتقال  
واشنگتن ناول در مدت انبارداری ..... ۲۴۵  
محبوبه رضایی، فرزین عبدالهی، عبدالالمجید میرزاعلیان دستجردی، مرتضی یوسفزادی

مطالعه برخی خصوصیات شیمیایی، الگوی الکتروفورتیک و حسی برگر تلفیقی ماهی کپور نقره‌ای با میگوی  
وانامی ..... ۲۵۹  
میلاد عباسی منجزی، سیدپژمان حسینی شکرایی، سیدابراهیم حسینی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی چند نوع عسل و مقایسه اثر ضدمیکروبی آنها بر اسینتو باکتر  
بومانی و انتروکوکوس فکالیس ..... ۲۶۹  
محبوبه دهقان، جمشید مهرزاد

خصوصیات مکانیکی، رُولوزیکی و رهایشی میکروژل‌های آلزینات-پروتئین آبپنیر حاوی ریوفلاوین و بیوتین ..... ۲۸۵  
محسن زندی

بینه‌سازی استخراج ترکیبات مؤثره از ضایعات پیاز به کمک فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش ..... ۲۹۷  
مهرانوش غربی‌تهرانی، الهام آذرپژوه، امیرحسین الهامی‌راد، پروین شرایعی، احمد‌پدرام‌نیا، هدیه یزدانفر

# نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی

جلد ۸، شماره ۳، سال ۱۳۹۸

شماره پروانه: ۹۲/۲۰۵۱۹

صاحب امتیاز: مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مدیر مسئول: دکتر رسول کخدایی

سربدپر: دکتر سیدعلی مرتضوی

مدیر داخلی: دکتر سارا ناجی طبی

کارشناس اجرایی: طبیه شجاعی دوین

## هیأت تحریریه:

استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر سیدعلی مرتضوی

استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر فخری شهیدی

دانشیار گروه نانوفناوری مواد غذایی مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

دکتر قدیر رجبزاده

استاد گروه مهندسی شیمی صنایع غذایی دانشگاه صنعتی شریف

دکتر ایران عالمزاده

استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

دکتر سلیمان عباسی

استاد گروه شیمی دارویی دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

دکتر بی بی صدیقه فضلی بزار

استاد گروه مهندسی شیمی دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر سیدمحمد موسوی

دانشیار گروه نانوفناوری مواد غذایی مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

دکتر رسول کخدایی

دانشیار گروه زیستفناوری مواد غذایی مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

دکتر مرضیه حسینی نژاد

عضو هیأت علمی دانشگاه متروپولیتن لندن

دکتر حمید بهادرقدوسی

عضو هیأت علمی دانشگاه چارلز استوارت استرالیا

دکتر عسگر فرخانکی

استاد گروه مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع

دکتر سیدمهدي جعفری

طبیعی گرگان

ناشر: مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

شماره گان:

قیمت: ۲۵۰۰۰ ریال (دانشجویان ۱۲۵۰۰۰ ریال)

نشانی: مشهد، کیلومتر ۱۲ بزرگراه مشهد- قوچان، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، صندوق پستی: ۹۱۸۹۵/۱۵۷/۳۵۶

تلفن: ۰۵۱ - ۳۵۴۲۵۳۲۸ - ۹

پایگاه اینترنتی: <http://journals.rifst.ac.ir>

آدرس الکترونیکی: [jrifst@rifst.ac.ir](mailto:jrifst@rifst.ac.ir)

# بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

## مندرجات

### صفحه

### عنوان مقالات

جایگزینی آرد نخود و عدس با گوشت مرغ در فرمولاسیون کوکتل ۵۵ درصد نیمه‌گیاهی ..... ۲۱۳	آمنه عباسی منفرد، محسن زرگر، مهدی عابدینی نایینی
ریزپوشانی ویتامین D با استفاده از موسیلاژ شاهی و ایزوله پروتئین سویا به روش توده‌سازی مرکب ..... ۲۲۵	نفیسه جان‌نثاری، میلاد فتحی، سید جمال مشتاقیان، علیرضا عباس‌پور راد
اثر عوامل کی‌لیت‌کننده سیترات و تارتارات پتاسیم بر حذف سرب از برج در فرایند پخت ..... ۲۳۵	عاطفه‌سادات هاشمی گرمدره، محمد گلی
اثر عصاره جلبک دریایی اولوا فلکسوزا ( <i>Ulva flexuosa</i> Wulfen) و آویشن شیرازی بر ویژگی‌های کیفی پرقال و اشنگتن ناول در مدت انبارداری ..... ۲۴۵	محبوبه رضایی، فرزین عبدالهی، عبدالmajید میرزاعلیان دستجردی، مرتضی یوسفزادی
مطالعه برخی خصوصیات شیمیایی، الکتوکلروفورتیک و حسی برگر تلفیقی ماهی کپور نقره‌ای با میکوی و انانمی ..... ۲۵۹	میلاد عباسی منجزی، سید پژمان حسینی شکرابی، سید ابراهیم حسینی
بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی چند نوع عسل و مقایسه اثر ضدمیکروبی آنها بر اسینتوباکتر بومانی و انتروکوکوس فکالیس ..... ۲۶۹	محبوبه دهقان، جمشید مهرزاد
خصوصیات مکانیکی، رُولوزیکی و رهایشی میکروژل‌های آلزینات-پروتئین آب‌پنیر حاوی ریبوفلاوین و بیوتین ..... ۲۸۵	محسن زندی
بهینه‌سازی استخراج ترکیبات مؤثره از ضایعات پیاز به کمک فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش ..... ۲۹۷	مهرانوش غریبی‌تهرانی، الهام آذرپژوه، امیرحسین الهامی‌راد، پروین شرایعی، احمد پدرام‌نیا، هدیه یزدانفر



## جایگزینی آرد نخود و عدس با گوشت مرغ در فرمولاسیون کوکتل ۵۵ درصد

### نیمه‌گیاهی

\*آمنه عباسی منفرد<sup>۱</sup>، محسن زرگر<sup>۲</sup>، مهدی عابدینی نایینی<sup>۳</sup>

- ۱- کارشناسی ارشد صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد محلات، مرکزی، ایران  
۲- استادیار، گروه بیوتکنولوژی غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد محلات، مرکزی، ایران  
۳- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران واحد فارابی، تهران، ایران  
\* نویسنده مسئول (Mahdi.Abedini@ut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹

#### واژه‌های کلیدی

عدس  
فرمولاسیون سوسیس  
کوکتل  
نخود

باتوجه به صنعتی شدن جامعه و گرایش افراد به غذاهای فوری و آماده مانند سوسیس و کالباس، مصرف این مواد نسبت به گذشته زیادتر شده است، بنابراین غنی کردن آنها، می‌تواند در ارتقای سلامت افراد جامعه مفید باشد. این پژوهش به منظور تهیه محصولی با کیفیت، کم‌هزینه و بالرزش تغذیه‌ای بالاتر، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، شیمیایی، میکروبی و حسی، سوسیس نیمه‌گیاهی را با جایگزینی آرد دانه نخود و عدس در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به جای گوشت مرغ در فرمولاسیون سوسیس کوکتل ۵۵ درصد بررسی می‌نماید. داده‌های حاصل از سه بار تکرار آزمایش‌های این پژوهش در قالب آزمون دانکن اختلاف معنی داری بین مقدار پروتئین، خاکستر، بافت و آب خروجی سوسیس‌های تولید شده با نمونه شاهد نشان داد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس در سطح معنی داری ۵ درصد نشان داد که جایگزین کردن آرد دانه نخود و عدس در سوسیس تأثیر معنی داری روی میزان چربی، رطوبت، pH، آفت پخت و آزمون‌های میکروبی ایجاد نکرد. نتایج آزمون حسی نشان داده است که در تمامی پارامترها با افزایش سطح جایگزینی از امتیاز پارامترها به طور معنی داری کاسته می‌شود.

جوامع، اشتغال زنان و ذائقه‌پسندی آنها، میل به استفاده از فراورده‌های گوشتی نیمه‌آماده حاوی پروتئین مانند سوسیس و کالباس افزایش یافته است (ناصری و ناصری، ۱۳۸۴). به طوری که این سیر افزایش در ایران به ۱۵ تا ۲۰ درصد رسیده است (محمدی و حسینی، ۱۳۸۸). بنابراین لازم است فراورده‌های حاوی پروتئین مورد بررسی قرار گیرند. باتوجه به اینکه گوشت و فراورده‌های گوشتی مهم‌ترین منابع تأمین پروتئین لازم برای بدن می‌باشند که غنی‌سازی آنها به هر اندازه که مقدور باشد در ارتقای سلامت افراد جامعه مفید خواهد بود (جوکار و همکاران، ۱۳۹۱). از سوی دیگر باتوجه به کمبود منابع گوشت حیوانی

#### مقدمه

دست‌یابی به غذای مناسب یکی از حقوق اجتماعی و فرهنگی افراد است و دست‌یابی ناکافی به غذا به عنوان یک مسئله اجتماعی عمده قرن‌هاست که جریان دارد (آزاد بخت و اسماعیل‌زاده، ۱۳۸۸). شیوع سوء‌تغذیه در کل جهان یکی از مهم‌ترین مشکلات سلامت عمومی بشمار می‌رود (نمکین، شریف‌زاده، مجذوبی، فیروزی و لطیفی، ۱۳۹۰) باتوجه به اینکه تقریباً دو سوم ساکنین زمین دانسته یا ندانسته با فقر غذایی و سوء‌تغذیه روبرو هستند و مهم‌ترین نقص غذایی مربوط به کمبود پروتئین است (رمرودی، گلوبی و مقدم، ۱۳۸۷)، از طرفی با صنعتی شدن

لازم برای بدن، تنوع در فراورده‌های گوشتی، بهبود کیفی و سالم‌سازی آن و کاهش قیمت را نیز به همراه داشته باشد که درنهایت بتواند گامی در راستای سلامت افراد جامعه و دستیابی افراد به غذا بردارد.

### مواد و روش‌ها

روش تحقیق استفاده شده در این پژوهش، از نظر هدف بنیادی و توسعه‌ای ولی به لحاظ روش‌شناسی و نحوه گردآوری داده‌ها از نوع تجربی و آزمایشی است. لازم به توضیح است، عدس و نخود مصرفی در این پژوهش از واریته کرمانشاهی و تک‌پیله گچساران است. مرغ مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرغ بهاران قم، گلoton شرکت فرادانه شهرکرد، پودر سیر، ادویه با اجزای مختلف از شرکت مهسان مشهد، نمک و روغن سویا از موارد موجود در شهر قم خریداری شد.

### تهیه سوسیس با روش کوتربیزاسیون گوشت

فرآورده‌های گوشتی امولسیونی پایدار از آب (یخ)، روغن و گوشت هستند. فرمولاسیون نمونه شاهد حاوی سینه مرغ (۵۵ درصد)، یخ (۱۶ درصد)، روغن (۲۰ درصد)، نمک (۲ درصد)، نشاسته (۶ درصد)، ادویه (۹۳/۰ درصد)، اسید اسکوربیک (۰/۰۲ درصد)، پلی‌فسفات سدیم (۰/۰۴ درصد) و نیتریت سدیم (۰/۰۱ درصد) که در تیمارهای مختلف بهازای کاهش درصدهای مرغ، آرد دانه عدس یا نخود اضافه گردید. در مرحله اول گوشت مرغ (سینه) وارد کاتر (۳۲۰ لیتری شرکت ایران استیل ساخت، ۶ تیغ با کاسه چدنی دارای اینورتر LS) گشت. سپس نیتریت و فسفات (جهت تثبیت رنگ و ایجاد بافت مناسب) و نمک (جهت طعم و غیرفعال کردن میکرو اورگانیسم‌ها) به آن افزوده شد. پس از برش خوردن و عمل آوری گوشت، آرد دانه عدس یا نخود به میزان ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد بسته به نوع تیمار به عنوان جایگزین گوشت مرغ به فرمولاسیون اضافه گردید. جهت تهیه آرد دانه نخود و عدس پس از پاک‌سازی آنها و خیساندن (به مدت ۲ ساعت) در دمای اتاق، به مدت ۱۵ دقیقه جوشانده و پس از خشکشدن، آسیاب و درنهایت با مش ۳۰ غربال‌سازی شده و در یخچال نگهداری شد. در مرحله بعد نشاسته، روغن و درنهایت اسید اسکوربیک و مقداری ادویه اضافه شد. لازم به ذکر است حین مراحل فراوری، جهت جلوگیری از افزایش دما

(سفید و قرمز) و قیمت بالای این منبع پروتئینی غنی لازم است منبع دیگری جایگزین آن گردد که مواد مغذی لازم مانند پروتئین، فیبر، فسفر و کلسیم و غیره بدن را تأمین نماید و ازنظر اقتصادی نیز مقرر به صرفه‌تر باشد. بعد از گوشت‌ها حبوبات دومین منبع پروتئینی هستند که این شرایط را دارا می‌باشند و می‌توان از آن استفاده کرد. در این راستا Cava، Rosario و Cantero Ladero (۲۰۱۲) اثر فیبرهای رژیمی مختلف شامل (فیبر گوجه‌فرنگی، فیبر ریشه چغندر و اینولین) را در سه سطح (۱، ۲ و ۳ درصد) در تولید فراورده‌های گوشت مرغ پخته و خردشده مورد بررسی قرار دادند. Ammar (۲۰۱۲) نیز اثر جایگزینی آرد خردل زرد و قهوه‌ای را به جای آرد سویا در دو سطح (۳ و ۶ درصد) به عنوان یک اتصال دهنده، در برگر پتی گوشت گاو کرد و سبب افزایش خصوصیات فیزیک و شیمیایی (pH و WHC<sup>۱</sup>) چروکیدگی پخت، بهبود حفظ چربی و رطوبت در برگر گوشت گاو شد (۲۰۱۲). در پژوهش‌های دیگر Abul-Fadl (۲۰۱۲) اثر جایگزینی پودر کلم‌سفید تولیدشده را در سه سطح (۵/۵، ۵/۲ و ۵/۷ درصد)، Yi و همکاران (۲۰۱۲) اثر افزودن آرد نخود (در سطوح ۵/۲ و ۵/۵ درصد) بر بولونیای<sup>۲</sup> خوک کم‌چرب (نوعی سوسیس) Turhan و Bilek (۲۰۰۹) اضافه کردن آرد دانه کتان را در پنج سطح (۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد) در سوسیس بررسی نمودند.

برقعي، بقائي و معتمدى (۱۳۹۴) جایگزینی آرد دانه نخود و عدس به جای آرد گندم در کوکتل مرغ، رياضي، زينالي، حسييني و بهمدى (۱۳۹۵) اثر افزودن پسماند خشك حاصل از فراوري آب انگور را بر ويژگي هاي فيزيكى و شيميايى و خواص عملكردي سوسیس گوشت گاو، و شکرانه، ميزاني، حسييني، فرحناكى و گرامى (۱۳۹۴) نیز اثر جایگزینی نسبی ژلاتين را به جای گوشت قرمز در سوسیس را در پژوهش‌های خود بررسی نموده‌اند.

اين پژوهش توليد سوسیس نیمه‌گیاهی را مدنظر قرارداده و به دنبال جایگزین کردن آرد دانه حبوباتی مانند عدس و نخود با درصدهای ۵، ۱۰ و ۱۵ در فرمولاسیون سوسیس کوکتل ۵۵ درصد به جای بخشی از گوشت مرغ است. با این هدف که علاوه‌بر تأمین و افزایش مواد مغذی

<sup>1</sup> Water Holding Capacity

<sup>2</sup> Bologna

فشار ۱ کیلوگرم قرار می‌گیرد. ناحیه گوشت پرسشده و آبپخش شده براساس وزن اندازه‌گیری و محاسبه می‌گردد.

آزمون‌های میکروبی در این پژوهش با عنایون باکتری، کلیفرم، کپک و مخمر، کلستریدیوم پرفرازنز به ترتیب براساس استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۵۲۷۲، ۹۲۶۲، ۹۲۶۱ و ۲۱۹۷ انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۷۱؛ ۱۳۷۴؛ ۱۳۸۷۶؛ ۱۳۸۷۵).

برای انجام آزمون حسی (رنگ، طعم، بافت، شکل ظاهری و پذیرش کلی) از ۱۰ داور خواسته شد ۷ نمونه را میل کرده و نمره موردنظر خود را بر حسب درجه مطلوبیت برای هر پارامتر براساس مقیاس هدونیک<sup>۳</sup> از ۱ تا ۷ شماره‌گذاری نمایند، که عدد ۱ نشان‌دهنده غیرقابل قبول و عدد ۷ نشان‌دهنده کیفیت عالی بود. داوران حسی برای از بین بردن پس طعم دهانی احتمالی خود، نیز از آب و تکه‌ای نان در بین نمونه‌ها استفاده کردند.

### آنالیز آماری

داده‌های حاصل از سه بار تکرار آزمایش‌های این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با آرایش فاکتوریل اجرا شده است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن و به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام گرفته و ترسیم نمودارها در نرم‌افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۱۰ انجام گرفته است.

### نتایج و بحث

#### ویژگی‌های شیمیایی آرد دانه نخود و عدس

نتایج حاصل از آزمایش ترکیبات شیمیایی آرد دانه نخود و عدس مورد استفاده در این پژوهش در جدول (۱) نشان داده شده است. بر این اساس ملاحظه می‌گردد که مقدار پروتئین موجود در دانه عدس (۲۸ درصد) به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بیشتر از نخود (۲۳/۵ درصد) به دست آمد. در مقابل میزان چربی دانه نخود (۵/۲۰ درصد) بیشتر از عدس (۱/۶۰ درصد) بود ( $P < 0.05$ ). آرد دانه نخود و عدس از نظر میزان رطوبت و خاکستر اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ( $P > 0.05$ ).

و اصطلاحاً بریدن خمیر، آب به شکل یخ اضافه گشت. سپس وارد دستگاه فیلر یا پرکن شد. مرحله پخت با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در ۹۰ دقیقه انجام گرفت و درنهایت نمونه پس از ۲۰ دقیقه دوش آب سرد ۴۸ ساعت در سردخانه قرار گرفت.

### آزمون‌ها

به منظور به شمرساندن این پژوهش آزمایش‌های متنوعی روی نمونه‌های سوسیس تولیدی و شاهد انجام شده است.

آزمایش‌ها و روش انجام آن بدین شرح است:

ترکیبات شیمیایی آرد دانه نخود و عدس شامل پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر به ترتیب براساس ۹۶۲۸۶۲، ۶۹۵۰، ۲۷۰۶ و ۲۷۰۶ اندازه‌گیری شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۶۶a؛ ۱۳۷۱a؛ ۱۳۶۶b؛ ۱۳۸۲c). همچنین ترکیبات شیمیایی نمونه‌های سوسیس شامل پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر به ترتیب براساس استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۹۲۴، ۷۴۲، ۷۴۴ و ۷۴۵ موردارزیابی قرار گرفت (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۴۹؛ ۱۳۸۱؛ ۱۳۸۲a؛ ۱۳۸۲b؛ ۱۳۸۲c).

آزمون pH براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۸ (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۸۶) با دستگاه pH متر (Jenway، مدل ۳۵۱۰، ساخت انگلستان) صورت گرفت.

آزمون افت پخت براساس روش Hayes، Stepanyan و O'grady (۲۰۱۱) بدین صورت انجام شد. در این روش نمونه‌های سوسیس به مدت ۳ دقیقه در دمای عمقی ۷۱ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار داده می‌شود. افت پخت براساس اختلاف وزن سوسیس قبل و بعد از پخت صورت می‌گیرد.

آزمون بافت‌سنجدی توسط دستگاه بافت‌سنجد (Texture Analyzer) با استفاده از تیغه وارنر براتزلر انجام می‌گردد. بر این اساس نمونه‌ها به اندازه یکسان به طور شعاعی با تیغه‌ای ۷ شکل با نیروی ۵۰ نیوتون و سرعت ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه برش داده می‌شود.

آزمون آب خروجی براساس روش Baker، Darfler و Bourne (۱۹۶۸) به این صورت انجام گردید. در این آزمایش مقدار ۰/۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی و اتمان ۴۲ بین دو صفحه پلکسی گلاس به مدت ۲۰ دقیقه و تحت

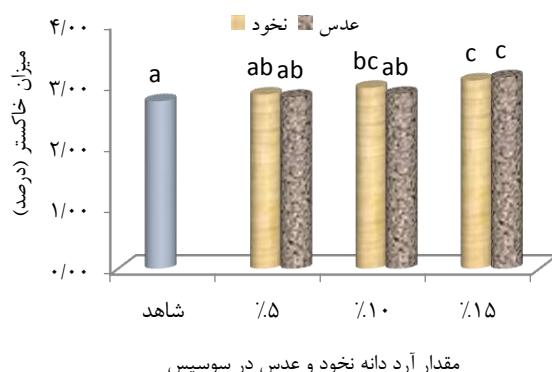
<sup>۳</sup> Scaling Hedonic Test

### چربی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که جایگزین کردن آرد دانه نخود و عدس در سوسمیس تأثیر معنی داری روی میزان چربی محصول تولید شده نسبت به نمونه شاهد ایجاد نکرد. همچنین میزان چربی نمونه های دارای آرد دانه عدس و نخود نیز اختلاف معنی داری با هم نداشتند و با نتایج Das پژوهش Huang، Chen و Tsai (۲۰۱۱) و Pragati، Singh و Gadekar، Anjaneyulu (۲۰۰۸) هم راستا بود.

### خاکستر

در خاکستر نیز نمونه شاهد کمترین (۲/۷۴ درصد) و نمونه های حاوی آرد دانه نخود و عدس در سطح ۱۵ درصد به ترتیب (۳/۰۷ و ۳/۱۲ درصد) بالاترین خاکستر را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). اما این اختلاف بین درصد های یکسان آرد دانه های نخود و عدس معنی دار نیست. با افزایش جایگزینی آرد دانه نخود و عدس در سوسمیس، خاکستر نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش یافت ( $P<0.05$ ). نتایج این پژوهش، تحقیق های زینال زاده، میزانی، چمنی و گرامی (۱۳۸۹) و Choi و همکاران (۲۰۱۰) را تأیید می کند.



شکل ۲- میزان خاکستر در نمونه های مختلف سوسمیس

### رطوبت

براساس نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی داری، بین نمونه شاهد و نمونه های سوسمیس حاوی آرد دانه های عدس و نخود مشاهده نشد (جدول ۲). همچنین میزان رطوبت نمونه های حاوی آرد دانه نخود با نمونه های حاوی آرد دانه عدس اختلاف معنی داری نداشت که از عدم تفاوت

جدول ۱- ترکیبات شیمیابی موجود در آرد دانه نخود و عدس (گرم در ۱۰۰ گرم)

ترکیب	پروتئین	رطوبت	خاکستر	چربی
	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)
نخود	۲۶۸ <sup>a</sup> ±۰/۰۶	۵/۲۰ <sup>b</sup> ±۰/۰۲	۲۳/۵۰ <sup>a</sup> ±۰/۰۹	۶/۱۷ <sup>a</sup> ±۰/۰۶
عدس	۲/۵۱ <sup>a</sup> ±۰/۰۴	۱/۶۲ <sup>a</sup> ±۰/۰۷	۲۸/۰۰ <sup>b</sup> ±۰/۱۴	۶/۲۲ <sup>a</sup> ±۰/۰۶

\* اعداد میانگین سه عدد ± انحراف می باشد.

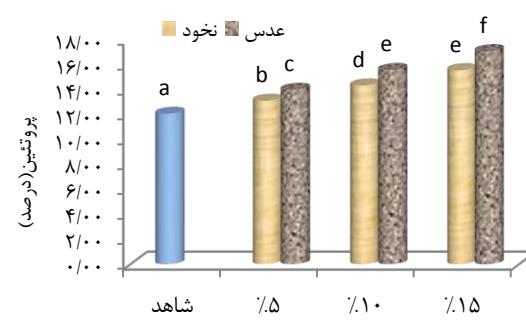
\* حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ( $P<0.05$ ).

### ویژگی های شیمیابی سوسمیس

جدول (۲) ترکیبات شیمیابی نمونه های مختلف سوسمیس را نشان می دهد. با توجه به نتایج، میزان پروتئین و خاکستر نمونه های سوسمیس تولید شده اختلاف معنی داری با نمونه شاهد داشت ( $P<0.05$ ). کمترین و بیشترین درصد پروتئین به ترتیب مربوط به نمونه شاهد (۱۲/۰۶ درصد) نمونه های سوسمیس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه عدس بود (شکل ۱). همچنین نتایج حاصل از واریانس بیانگر اختلاف معنی دار سوسمیس های آرد دانه نخود و عدس با درصد های مشابه می باشد اما اختلاف معنی داری بین نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد عدس با نمونه های سوسمیس ۱۵ درصد آرد نخود وجود نداشت.

### پروتئین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول (۲) اختلاف معنی داری بین سوسمیس های تولید شده با نمونه شاهد نشان داد ( $P<0.05$ ). به طوری که با افزایش آرد دانه عدس و نخود میزان پروتئین در محصولات افزایش می یابد. در پژوهش برگی و همکاران (۱۳۹۴) و جوکار و همکاران (۱۳۹۱) با اضافه کردن آرد دانه حبوبات سبب افزایش پروتئین در نمونه محصول در مقایسه با شاهد می شود. علت این موضوع بالا بودن درصد پروتئین آرد دانه عدس و نخود نسبت به پروتئین گوشت مرغ جایگزین شده می باشد.



شکل ۱- میزان درصد پروتئین در نمونه های مختلف سوسمیس

بافتستنجی نشان دهنده سفت شدن بافت محصول با افزایش میزان آرد دانه هاست. به طوری که نمونه شاهد کمترین نیرو و سوسيس آرد دانه نخود بالاترین نیروی برشی را داشت (شکل ۳). براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) افزودن آرد دانه نخود و عدس به طور معنی داری سبب افزایش میزان سفتی بافت محصول نسبت به نمونه شاهد شده است. البته این اختلاف برای عدس ۵ و ۱۰ درصد معنی دار نیست (شکل ۳). افزودن آرد دانه عدس تا سطح ۱۰ درصد (۹۹/۱۶ نیوتون) اثر معنی داری بر میزان نیروی برشی نسبت به نمونه شاهد (۴۲/۱۵ نیوتون) نداشت اما اضافه کردن آرد دانه عدس در سطح ۱۵ درصد (۳۲/۱۸ نیوتون) سبب افزایش معنی داری نسبت به نمونه شاهد شد. پژوهش Kim, Choe, Lee و Kim (۲۰۱۳) مشخص ساخت که استفاده مخلوط فیبر گندم در سه سطح (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) در سوسيس به طور معنی داری سبب افزایش میزان سفتی نمونه ها نسبت به شاهد شد.

قابل توجه میزان رطوبت در آرد دانه هاست که در پژوهش (۲۰۱۲) نیز این مورد به چشم می خورد. Ammar

### آزمایش های فیزیکوشیمیایی

#### pH

مشابه با نتایج پژوهش زوکوری Kurt (۲۰۱۲)، اختلاف معنی داری بین pH نمونه شاهد و نمونه های سوسيس حاوی آرد دانه نخود و عدس قابل مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۳). این اختلاف بین آرد دانه های مختلف عدس و نخود نیز معنادار نیست.

#### بافتستنجی (نیروی برشی)

جدول (۳) یافته های حاصل از آزمایش های فیزیکی و شیمیایی نمونه های مختلف سوسيس را نشان می دهد. با بررسی این جدول در نتایج آزمایش بافتستنجی ملاحظه می گردد که اختلاف معنی داری بین نمونه های سوسيس تولید شده با نمونه شاهد وجود دارد ( $P < 0.05$ ). آزمایش

جدول ۲- میزان ترکیبات شیمیایی (درصد) در نمونه های مختلف سوسيس

نوع سوسيس	پروتئين (درصد)	حاکستر (درصد)	چربی (درصد)	رطوبت (درصد)
شاهد (درصد)	۱۲/۰۶ <sup>a</sup> ± ۰/۱۵	۲/۷۳ <sup>a</sup> ± ۰/۰۶	۱۸/۱۶ <sup>a</sup> ± ۰/۰۴	۶۰/۰۹ <sup>a</sup> ± ۰/۰۲
سوسيس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه نخود	۱۵/۵۵ <sup>c</sup> ± ۰/۰۲	۳/۰۷ <sup>c</sup> ± ۰/۰۴	۱۸/۱۴ <sup>a</sup> ± ۰/۱۷	۶۰/۴۶ <sup>a</sup> ± ۰/۳۰
سوسيس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه نخود	۱۴/۰۳ <sup>d</sup> ± ۰/۰۲	۲/۹۵ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۴	۱۷/۹۹ <sup>a</sup> ± ۰/۱۰	۶۰/۲۹ <sup>a</sup> ± ۰/۱۸
سوسيس حاوی ۵ درصد آرد دانه نخود	۱۳/۱۱ <sup>b</sup> ± ۰/۰۳	۲/۸۴ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۳۵	۱۷/۷۹ <sup>a</sup> ± ۰/۳۹	۶۰/۱۹ <sup>a</sup> ± ۰/۰۸
سوسيس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه عدس	۱۷/۰۶ <sup>f</sup> ± ۰/۰۴	۳/۱۲ <sup>c</sup> ± ۰/۰۶	۱۷/۸۷ <sup>a</sup> ± ۰/۱۸	۶۰/۳۸ <sup>a</sup> ± ۰/۳۲
سوسيس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه عدس	۱۵/۵۶ <sup>e</sup> ± ۰/۰۳	۲/۸۵ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۲	۱۷/۸۰ <sup>a</sup> ± ۰/۲۶	۶۰/۴۴ <sup>a</sup> ± ۰/۴۳
سوسيس حاوی ۵ درصد آرد دانه عدس	۱۳/۹۸ <sup>c</sup> ± ۰/۰۳	۲/۸۰ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۲۵	۱۷/۷۸ <sup>a</sup> ± ۰/۱۰	۶۰/۳۰ <sup>a</sup> ± ۰/۳۸

\* اعداد میانگین سه عدد ± انحراف معیار است.

\* حروف غیر مشابه در هر سطر و ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳- نتایج آزمایش های فیزیکوشیمیایی در نمونه های مختلف سوسيس

نوع سوسيس	pH	بافت سنجی (نیوتون)	افت پخت (درصد)	آب خروجی (درصد)
شاهد(درصد)	۶/۱۱ <sup>a</sup> ± ۰/۰۰۵	۱۵/۴۲ <sup>a</sup> ± ۱/۸۴	۷/۱۳ <sup>a</sup> ± ۰/۱۳	۷/۵۳ <sup>f</sup> ± ۰/۱۰
سوسيس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه نخود	۶/۰۷ <sup>a</sup> ± ۰/۰۲	۲۲/۸۵ <sup>d</sup> ± ۱/۰۱	۷/۰۵ <sup>a</sup> ± ۰/۲۵	۴/۰۸ <sup>a</sup> ± ۰/۲۵
سوسيس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه نخود	۶/۰۵ <sup>a</sup> ± ۰/۰۴	۲۰/۰۲ <sup>c</sup> ± ۱/۲۴	۷/۰۴ <sup>c</sup> ± ۰/۰۵	۴/۰۷ <sup>c</sup> ± ۰/۰۵
سوسيس حاوی ۵ درصد آرد دانه نخود	۶/۱۱ <sup>a</sup> ± ۰/۰۱	۱۷/۸۳ <sup>b</sup> ± ۰/۰۸۶	۷/۱۶ <sup>a</sup> ± ۰/۰۴	۵/۷۲ <sup>e</sup> ± ۰/۰۵
سوسيس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه عدس	۶/۰۸ <sup>a</sup> ± ۰/۰۲	۱۸/۳۲ <sup>b</sup> ± ۰/۰۳۱	۷/۰۸ <sup>a</sup> ± ۰/۱۵	۵/۶۲ <sup>e</sup> ± ۰/۴۱
سوسيس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه عدس	۶/۰۶ <sup>a</sup> ± ۰/۰۲	۱۶/۹۹ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۷۰	۷/۰۹ <sup>a</sup> ± ۰/۰۷	۵/۲۲ <sup>d</sup> ± ۰/۰۵۶
سوسيس حاوی ۵ درصد آرد دانه عدس	۶/۱۱ <sup>a</sup> ± ۰/۰۲۵	۱۶/۳۵ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۶۱	۷/۱۱ <sup>a</sup> ± ۰/۰۶	۳/۴۶ <sup>b</sup> ± ۰/۰۴

\* اعداد میانگین سه عدد ± انحراف معیار است.

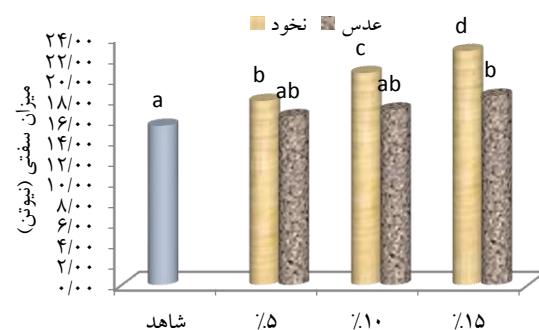
\* حروف غیر مشابه در هر سطر و ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ( $P < 0.05$ ).

توانایی ماده غذایی (به ویژه گوشت) در حفظ و نگهداری آب داخل ساختار خود (در فضای بین میوفیلامنت‌ها<sup>۴</sup> و میوفیبریل‌ها<sup>۵</sup>) است. درصد آب خروجی و WHC همواره نسبت عکس باهم دارند. این نتیجه می‌تواند نشان دهد که آرد دانه نخود و عدس توانسته است فضای میان میوفیبریل‌ها را افزایش دهد به طوری که آب ثابت بتواند درون ساختار قرار بگیرد و لذا سلول توانایی خود را در نگهداشتن آب به دست آورد برقعی و همکاران (۱۳۹۴)، بدین ترتیب WHC افزایش یافته است. نتایج این پژوهش برخلاف پژوهش Shakoor و Chaudhray (۱۹۸۸) است که با جایگزینی آرد دانه لوبیا سیاه به جای گوشت در سوسیس گوشت گاو اختلاف معنی‌داری بین WHC نمونه‌های حاوی آرد دانه لوبیا و نمونه شاهد مشاهده نکرد.

#### آزمون‌های میکروبی

جدول (۴) نتایج کلی آزمون میکروبی نمونه‌های مختلف سوسیس را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با توجه به منفی بودن تمام آزمایش‌های میکروبی، نتایج حاصل از تجزیه واریانس در تمامی آزمون‌ها اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداد ( $P>0.05$ ).

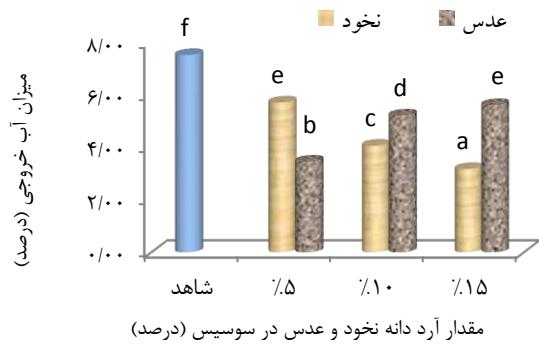
نتایج آزمون‌های میکروبی حاصل از تمامی نمونه‌های حاوی آرد دانه عدس و نخود منفی گزارش گردید (جدول ۴). این نتیجه می‌تواند موید عدم رشد باکتری‌ها در دمای بالای ۸۰ درجه سانتی‌گراد همراه با فشار و زمان طولانی پخت حین فرایند تولید باشد. کپک و مخمرها به حرارت حساس هستند و با پاستوریزاسیون سوسیس در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد از بین می‌رود. همچنین کمبود اکسیژن در بافت سوسیس سرعت رشد و فعالیت آنها را آهسته می‌کند. رشد نکردن کلیفرم‌ها<sup>۶</sup> نشان‌دهنده بهداشت مناسب محصول و آرد عدس و نخود است.



مقدار آرد دانه نخود و عدس در سوسیس  
شکل ۳- نیروی برشی نمونه‌های مختلف سوسیس

#### میزان آب خروجی و WHC

از نظر میزان آب خروجی نیز بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی آرد دانه نخود و عدس اختلاف معنی‌دار بود ( $P<0.05$ ) با افزایش درصد آرد دانه عدس و نخود به سوسیس‌ها، میزان آب خروجی کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. نمونه شاهد بیشترین درصد آب خروجی (۷/۵۳ درصد) و نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد آرد عدس و نخود پایین‌ترین میزان آب خروجی را داشتند (شکل ۴).



مقدار آرد دانه نخود و عدس در سوسیس (درصد)  
شکل ۴- میزان آب خروجی (درصد) در نمونه‌های مختلف سوسیس

#### أفت پخت

همان‌طور که در جدول (۳) ملاحظه می‌گردد، نتایج به دست آمده از آنالیز آماری داده‌ها بین نمونه‌های حاوی آرد دانه نخود و عدس با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P>0.05$ ). نتایج در سطح ۹۵ درصد اطمینان اختلاف بین آرد دانه‌های نخود و عدس را نیز معنی‌دار نمی‌داند. ظرفیت نگهداری آب (WHC) میزان

<sup>4</sup> Myofilaments

<sup>5</sup> Myofibrils

<sup>6</sup> Coliform

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون میکروبی در نمونه‌های سوسیس

نوع سوسیس	شمارش کلی	کلیفرم	کپک و مخرم	کلستریدیوم پرفرازنز
شاهد	منفی	منفی	منفی	منفی
سوسیس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه نخود	منفی	منفی	منفی	منفی
سوسیس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه نخود	منفی	منفی	منفی	منفی
سوسیس حاوی ۵ درصد آرد دانه نخود	منفی	منفی	منفی	منفی
سوسیس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه عدس	منفی	منفی	منفی	منفی
سوسیس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه عدس	منفی	منفی	منفی	منفی
سوسیس حاوی ۵ درصد آرد دانه عدس	منفی	منفی	منفی	منفی

جدول ۵- نتایج حاصل از آزمون حسی نمونه‌های مختلف سوسیس

نوع سوسیس	رنگ	طعم	بافت	شكل ظاهری	پذیرش کلی
شاهد	۶/۳ <sup>c</sup> ±۰/۶۷	۶/۳ <sup>d</sup> ±۰/۸۲	۵/۹ <sup>e</sup> ±۰/۷۳	۵/۹ <sup>d</sup> ±۰/۸۵	۶/۱ <sup>d</sup> ±۰/۷۳
سوسیس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه نخود	۴/۴ <sup>b</sup> ±۰/۵۲	۴/۱۱ <sup>a</sup> ±۰/۷۸	۳/۳ <sup>a</sup> ±۰/۷۰	۴/۵ <sup>c</sup> ±۰/۷۲	۳/۶۶ <sup>a</sup> ±۰/۷۰
سوسیس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه نخود	۴/۹ <sup>b</sup> ±۰/۷۰	۴/۲ <sup>ab</sup> ±۰/۶۴	۳/۹ <sup>ab</sup> ±۰/۷۰	۴/۴ <sup>c</sup> ±۰/۶۸	۴/۴ <sup>bc</sup> ±۰/۹۳
سوسیس حاوی ۵ درصد آرد دانه نخود	۶/۴ <sup>c</sup> ±۰/۶۹	۴/۹ <sup>bc</sup> ±۰/۷۳	۵/۲ <sup>d</sup> ±۰/۶۳	۴/۸ <sup>c</sup> ±۰/۷۸	۵/۸ <sup>d</sup> ±۰/۶۳
سوسیس حاوی ۱۵ درصد آرد دانه عدس	۳/۸ <sup>a</sup> ±۰/۷۸	۳/۸ <sup>a</sup> ±۰/۶۳	۴/۴ <sup>bc</sup> ±۰/۵۱	۲/۷ <sup>a</sup> ±۰/۶۷	۳/۶ <sup>a</sup> ±۰/۵۱
سوسیس حاوی ۱۰ درصد آرد دانه عدس	۴/۵ <sup>b</sup> ±۰/۸۴	۴/۱ <sup>a</sup> ±۰/۷۳	۴/۵ <sup>bc</sup> ±۰/۸۴	۳/۴ <sup>b</sup> ±۰/۵۱	۴/۰ <sup>ab</sup> ±۰/۶۶
سوسیس حاوی ۵ درصد آرد دانه عدس	۴/۶ <sup>b</sup> ±۰/۵۱	۵/۱ <sup>c</sup> ±۰/۷۳	۴/۹ <sup>cd</sup> ±۰/۷۳	۴/۶ <sup>c</sup> ±۰/۵۱	۴/۸ <sup>c</sup> ±۰/۴۳

\* اعداد، میانگین سه عدد ± انحراف معیار است.

\* حروف غیر مشابه در هر سطر و ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

تغییر مزه در درصدهای بالای آرد دانه‌ها داشت.

### نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر باهدف بهبود کیفی و افزایش ارزش غذایی سوسیس و همچنین کاهش بهای تمام‌شده تولید سوسیس است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بهمنظور تولید سوسیس گیاهی، می‌توان از آرد دانه نخود و عدس به عنوان جایگزین قسمتی از گوشت مرغ استفاده کرد و بدین ترتیب محصولی با درصد پروتئین بالاتر تولید نمود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس‌ها نشان داد که افزودن آرد دانه نخود و عدس تأثیر معنی‌داری بر میزان رطوبت، pH و همچنین افت پخت محصول نسبت به نمونه شاهد نداشت. ولی به طور معنی‌داری سبب افزایش میزان خاکستر، پروتئین و میزان نیروی برشی محصول نسبت به نمونه شاهد شد. این اختلاف معنی‌داری در آزمایش WHC نیز مشهود و کاهش درصد آب خروجی را نسبت به نمونه شاهد به همراه داشت. ولی نتایج تجزیه واریانس در آزمایش حسی نشان از کاهش نسبتاً کم میزان امتیاز پارامترهای حسی داشت ولی در عوض بین ۱۲ تا ۲۵ درصد بهای مواد اولیه مصرفی را کاهش می‌دهد.

### آزمون‌های حسی

آزمون حسی براساس نظر خبرگان امر شامل ده نفر پانلیست مخبر از مدیران تولید و کادر فنی سه شرکت تولید سوسیس در استان قم، در رابطه با محصول تولیدی انجام گرفت و براساس حواس پنجه‌گانه در قالب پرسشنامه از پیش تعیین شده‌ای به دست آمد. پارامترهای مورد بررسی در این آزمایش رنگ، شکل ظاهری، طعم، بافت، و پذیرش کلی بود. نتایج جدول (۵) نشان‌دهنده آن است که تمام نمونه‌ها بالاتر از سطح متوسط از ارزیاب قرار گرفتند.

نتایج حاصل از آزمون حسی جدول (۵) نشان داد، تمام پارامترهای حسی در سوسیس‌های تولیدی قابل قبول است. از طرفی در مقایسه با نمونه شاهد به جز رنگ سوسیس حاوی ۵ درصد آرد دانه نخود، امتیاز سایر پارامترهای حسی با افزایش سطح جایگزینی به طور معنی‌داری کاهش یافت. البته سوسیس حاوی آرد دانه نخود ۵ درصد با توجه به نزدیک بودن به نمونه شاهد، نسبت به سوسیس‌های با درصدهای دیگر نخود و عدس موردنپذیرش بیشتری قرار گرفت. نتایج این مورد را می‌توان ناشی از تیره شدن سوسیس تولیدی حاوی آرد دانه عدس و سفت شدن بافت سوسیس آرد دانه نخود و

## منابع

- آزادبخت، ل.، و اسماعیلزاده، ا. (۱۳۸۸). تنوع غذایی: شاخصی از سلامت و کفایت تغذیه ای (مقاله مروری). مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین، ۱۳(پیاپی ۵۱)، ۸۸-۹۸.
- برقعی، م.س.، بقائی، ه.، و معتمدی، ا. (۱۳۹۴). جایگزینی آرد دانه نخود و عدس در فرمولاسیون کوکتل مرغ و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۴(۴)، ۳۱۵-۳۲۴. doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2016.01.30.443>
- جوکار، الف، هاشمی‌نصب، آ.، قناعت‌زاده، ل، فرحنکی، ع.، و حسینی، م. (۱۳۹۱). استفاده از آرد لوبیا چیتی جوانه زده به جای آرد گندم در تولید سوسیس آلمانی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۷(۱)، ۱۱۱-۱۱۸.
- رمروودی، م.، گلوی، م.، و مقدم، ع.ن. (۱۳۸۷). ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برخی از ژنتیک‌های عدس در تاریخ‌های مختلف کاشت. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، ۸(۲)، ۶۹-۷۸.
- ریاضی، ف.، زینالی، ف.، حسینی، ا.، و بهمدی، ه. (۱۳۹۵). بررسی اثر افزودن پسماند خشک حاصل از فرآوری آب انگور قرمز (واریته سیاه سردشت) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و خواص عملکردی سوسیس گوشت گاو. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳(۶۱)، ۹۹-۱۰۸.
- زینال‌زاده، ا.، میزانی، م.، چمنی، م.، و گرامی، ع. (۱۳۸۹). تأثیر فیبر رژیمی سبوس ذرت (Corn Z-Trim) و گلوكونات کلسیم بر ویژگی‌های کیفی سوسیس. علوم غذایی و تغذیه، ۷(۰۷).
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۴۹). اندازه‌گیری پروتئین تام در گوشت و فرآورده‌های آن. (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۲۴، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=6935>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۶۶a). اندازه‌گیری چربی غلات و فرآورده‌های آن. (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۶۲، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=13899>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۶۶b). غلات، حبوبات و فرآورده‌های جانبی -اندازه‌گیری ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. (استاندارد ملی ایران، شماره ۶۹۵، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=11486>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۷۱a). غلات، حبوبات و فرآورده‌های جانبی -اندازه‌گیری خاکستر در کوره. (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۷۰۶، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=46002>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۷۱b). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جامع برای شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در ۳۰ درجه سلسیوس. (استاندارد ملی ایران، شماره ۵۲۷۲، چاپ اول).
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۷۴). میکروبیولوژی - شناسایی و شمارش کلستریدی و پرفرازننس (ولشای) و کلستریدیوم‌های احیاکننده سولفیت در مواد غذایی. (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۲۶۲، چاپ اول).
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۱). گوشت و فرآورده‌های آن- تعیین مقدار خاکستر کل - روش آزمون. (استاندارد ملی ایران، شماره ۷۴۴، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=5551>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۲a). گوشت و فرآورده‌های گوشتی - تعیین چربی تام - روش آزمون. (استاندارد ملی ایران، شماره ۷۴۲، چاپ دوم). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=1171>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۲b). گوشت و فرآورده‌های آن اندازه‌گیری رطوبت- روش آزمون. (استاندارد ملی ایران، شماره ۷۴۵، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=37661>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۲c). حبوبات - نخود - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۶، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=10527>
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۵). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام-روش جامع برای جستجو، شناسایی و شمارش کلستریدیوم پرفرازننس. (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۱۹۷). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12806>

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۶). گوشت و فرآورده‌های آن - روش آزمون PH- روش آزمون. (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۲۸، تجدیدنظر اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=11604>

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۷). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوارک دام - روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها- قسمت اول - روش شمارش کلنی در فرآورده‌های با فعالیت آبی (AW) بیشتر از ۹۵٪. (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۸۹۹-۱). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12277>

شکرانه، ن، میزانی، م، حسینی، س.ا، فرخنایی، ع، و گرامی، ع. (۱۳۹۴). بررسی اثر جایگزینی نسبی گوشت قرمز با ژلاتین بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس. *علوم غذایی و تغذیه*، ۱۲(پاییز ۹۴)، ۱۷-۲۶.

محمدی، م، و حسینی، ه. (۱۳۸۸). اصول و روش‌های تولید سوسیس (جلد اول): انتشارات انسستیتو تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور. ناصری، آ، و ناصری، ع. (۱۳۸۴). تکنولوژی ساخت فرآورده‌های گوشتی سوسیس و کالباس (جلد اول): انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

نمکین، ک، شریفزاده، غ، مجذوبی، ح، فیروزی، ف، و لطیفی، م.ر. (۱۳۹۰). شیوع سوء تغذیه در دانش آموزان مناطق محروم استان خراسان جنوبی. *دانش و تدرستی*، ۱۸(۶)، ۳۸-۴۲. doi: <https://doi.org/10.22100/jkh.v6i2.115>

Abul-Fadl, M. (2012). Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effect of its addition on beef sausage quality. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(2), 693-704.

Ammar, M. (2012). Influence of using mustard flour as extender on quality attributes of beef burger patties. *World Journal of Agricultural Sciences*, 8(1), 55-61 .

Azadbakht, L., & Esmaillzadeh, A. (2009). Diet variety: a measure of nutritional adequacy and health. *Journal of Qazvin University of Medical Sciences*, 13(2), 88-98 (in Persian).

Baker, R., Darfler, J., & Bourne, M. (1968). The effect of level of skin on the quality of chicken frankfurters. *Poultry Science*, 47(6), 1989-1996. doi:<https://doi.org/10.3382/ps.0471989>

Bilek, A. E., & Turhan, S. (2009). Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. *Meat Science*, 82(4), 472-477. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.002>

Borghei, M. a. s., Baghaei, H., & Motamed, A. (2016). Replacing of pea and lentil seedflour in chicken sausage and investigation of physicochemical and sensorial properties of this product. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 4(4), 315-324. doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2016.01.30.443> (in Persian)

Cava, R., Ladero, L., Cantero, V., & Rosario Ramírez, M. (2012). Assessment of Different Dietary Fibers (Tomato Fiber, Beet Root Fiber, and Inulin) for the Manufacture of Chopped Cooked Chicken Products. *Journal of Food Science*, 77(4), C346-C352. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02597.x>

Choe, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, J.-M., Kim, Y.-J., & Kim, C.-J. (2013). Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Science*, 93(4), 849-854. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.054>

Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Jeong, J.-Y., . . . Kim, C.-J. (2010). Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*, 84(3), 557-563. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.10.012>

Das, A. K., Anjaneyulu, A., Gadekar, Y., Singh, R., & Pragati, H. (2008). Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. *Meat Science*, 80(3), 607-614. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.02.011>

Hayes, J., Stepanyan, V., Allen, P., O'grady, M., & Kerry, J. (2011). Evaluation of the effects of selected plant-derived nutraceuticals on the quality and shelf-life stability of raw and cooked pork sausages. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1), 164-172. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.020>

Huang, S., Tsai, Y., & Chen, C. (2011). Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(6), 875-880. doi:<https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10317>

- Iranian National Standardization Organization. (1970). *Measurement of total protein in meat and its products.* (ISIRI Standard No. 924, First Edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardFiles/924.htm> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (1987a). *Cereal and cereal products –Pea flour – Specifications and test methods.* (ISIRI Standard No. 6950, 1<sup>st</sup> Revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=11486> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (1987b). *Method of determination for total fat content cereals and cereal products.* (ISIRI Standard No. 2862, 1<sup>st</sup> Revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=13899> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (1992). *Microbiology of the food chain - comprehensive method for the enumeration of microorganisms.* (ISIRI Standard No. 5272, 1<sup>st</sup> revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=43263> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (1995). *Microbiology - Identification and enumeration of Clostridium perfringens and sulphite reducing Clostridium in foods.* In (ISIRI Standard No. 9262). (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2002). *Meat and meat products - Determination of total ash-Test method.* (ISIRI Standard No. 744, 1<sup>st</sup> revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=5551> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2003a). *Meat and meat products-determination of total fat content-Test method.* (ISIRI Standard No. 742, 2<sup>nd</sup> revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=1171> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2003b). *Meat and meat products - Determination of moisture content - Test method (Reference Method).* (ISIRI Standard No. 745, First Edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=37661> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2003c). *Pulses-Chickpeas-Specifications and test methods.* (ISIRI Syandard No. 96, 1<sup>st</sup> Revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=10527> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2006). *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for enumeration of clostridium perfringens Colony-count technique.* (ISIRI Standard No. 2197, 1<sup>st</sup> revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12806> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2007). *Meat and meat products –Measurment of pH –Reference test method.* (ISIRI Standard No. 1028, 1<sup>st</sup> revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=11604> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2008a). Cereals, pulses and by products -Determination of ash yeild by incineration. (ISIRI Standard No. 2706, 1<sup>st</sup> revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=46002> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2008b). *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds-Part 1 : Colony count technique in productswith water activity greater than 0.95.* (ISIRI Standard No. 10899-1, 1<sup>st</sup> edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12277> (in Persian)
- Jokar, A., Hashemi Nasab, A., Ghanaatzade, L., Farahnaky, A., & Hosseini, M. (2012). Using germinated pinto bean flour instead of wheat flour in producing sausage. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(1), (in Persian).
- Kurt, S., & Kilincceker, O. (2012). The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties .*Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(5), 725-730. doi:<https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.6013>
- Mohammadi, M., & Hosseini, H. (2009). *Sausage Production Principles and Methods* (Vol. I ). Institute of Nutrition Publications (in Persian).

- Namakin, K., Sharifzade, G., Majnone, H., Firouzi, F., & Latifi, M. (2011). Prevalence of Malnutrition in Students of Deprived Areas in South Khorasan. *Knowledge & Health Journal*, 6(2), 38-42 (in Persian).
- Naseri, A., & Naseri, A. (2005). *Manufacturing technology of sausage and sausage meat products*. (in Persian)
- Ramroodi, M., Galavi, M., & Nakhzari-Moghaddam, A. (2008). Evaluation of Yield and Yield Components of Some Lentil Genotypes to Different Planting Dates. *Agricultural Research*, 8(2), 69-77 (in Persian).
- Riazi, F., Zeynali, F., Hoseini, E., & Behmadi, H. (2016). The effect of adding dried waste produced from red grape juice processing (*Vitis vinifera L. var. Siahe sardasht*) on physico-chemical parameters and functional properties of beef sausage. *Journal of food science and technology*, 13(61), 108-199 (in Persian).
- Shakoor Chaudhray, S., & Ledward, D. A. (1988). Utilization of black gram flour in beef sausages. *Meat Science*, 22(2), 123-130. doi:[https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90086-1](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90086-1)
- Shokraneh, N., Mizani, M., Hoseini, S. E., Farahnaki, A., & Gerami, A. (2015). The effect of partial replacement of red meat with gelatin on sausage physicochemical and sensory properties *Food science & nutrition*, 12(3), 17-26 (in Persian).
- Yi, H. C., Cho, H., Hong, J. J., Ryu, R. K., Hwang, K. T., & Regenstein, J. M. (2012). Physicochemical and organoleptic characteristics of seasoned beef patties with added glutinous rice flour. *Meat Science*, 92(4), 464-468 .doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.012>
- Zeinalzadeh, E., Mizani, M., Chamani, M., & Gerami, A. (2010). The Effect of Dietary Corn Bran Fibers (Corn Z-Trim) and Calcium Gluconate on Quality Characteristics of Sausages. *Food Technology & Nutrition*, 7(3), 5-16 (in Persian).

## Replacing of Pea and Lentil Seed-Flour Instead of Chicken Meat in 55% Semi-vegetarian Cocktail Formulation

Amene Abbasi Monfared<sup>1</sup>, Mohsen Zarghar<sup>2</sup>, Mahdi Abedini Naeini<sup>3\*</sup>

1- MSc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Mahalat Branch, Islamic Azad University, Mahalat, Iran

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Mahalat Branch, Islamic Azad University, Mahalat, Iran

3- Ph.D. Student in Operation Research, Farabi Campus of Tehran University, Tehran, Iran

\* Corresponding author (Mahdi.Abedini@ut.ac.ir)

### Abstract

Considering the industrialization of society and people's tendency to fast foods, consumption of these products has increased compared to the past. Therefore, enriching these products can be influential in promoting public health. In this research, the researchers checked semi-vegetarian sausage with higher quality and nutritional value and lower price, physicochemical, chemical, microbial and sensory properties by replacing pea and lentil seed flour at three levels of 5, 10, and 15 % instead of chicken in the formulation of sausage cocktail. To check this product, Sausage samples were tested by physicochemical, microbial, chemical and sensory experiments. Data from three iterations of this study's tests were analyzed by Duncan test. The results of variance analysis indicated a significant difference between protein, ash, hardness of product and free water WHC content of sausages and control group. Also, these showed that replacement of chickpea and lentil seed flour in sausage did not have a significant effect on fat, moisture, cooking loss, and pH content of the product. The results from sensory test indicated that parameters' scores decreased significantly with the increase of replacement level.

**Keywords:** Cocktail, Lentil, Pea, Sausage Formulation

## ریزپوشانی ویتامین D با استفاده از موسیلاز شاهی و ایزوله پروتئین سویا به روش توده‌سازی مرکب

نفیسه جان‌شاری<sup>۱</sup>، میلاد فتحی<sup>۲\*</sup>، سیدجمال مشتاقیان<sup>۳</sup>، علیرضا عباس‌پور راد<sup>۴</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

\* نویسنده مسئول (mfathi@cc.iut.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، ایران

۴- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و علوم زیستی، دانشگاه کورنل، نیویورک، آمریکا

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۱

### واژه‌های کلیدی

ایزوله پروتئین سویا

ریزپوشانی

موسیلاز شاهی

ویتامین D

ویتامین D نقش مهمی در حفظ سلامتی و عملکرد اندام‌های بدن انسان دارد. مطالعه‌های متعددی بر نقش آن در پیشگیری از بیماری‌هایی نظیر بیماری‌های قلبی، سیستم ایمنی، اسکلتی و بیماری‌هایی عفونی تأکید نموده‌اند. در این پژوهش فرایند ریزپوشانی ویتامین D به روش توده‌ای شدن با استفاده از موسیلاز شاهی به عنوان یک هیدروکلوفید جدید و ایزوله پروتئین سویا بررسی و اثراً نسبت هسته به پوسته و نسبت پروتئین به پلی‌ساقارید ارزیابی گردید. نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد هر دو پارامتر موردنظری اثر معنی‌داری بر راندمان و بارگذاری ریزپوشانی داشتند ( $P<0.05$ ). استفاده از نسبت هسته به پوسته و نسبت پروتئین به پلی‌ساقارید  $0/3$  منجر به تولید میکروکپسول‌ها با بهترین ویژگی‌های کاربردی گردید. راندمان ریزپوشانی و بارگذاری به ترتیب در دامنه  $20-90$  درصد بود. براساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی این میکروکپسول‌ها تقریباً کروی و دارای سطح ناهمواری بودند. متوسط اندازه ذرات  $57/2\pm1/2$  میکرومتر بود. آنالیز طیفسنجی تبدیل فوریه مادون قرمز نشان‌دهنده شکل‌گیری اتصالات الکترواستاتیکی بر اثر واکنش توده‌ای شدن بین گروه کربوکسیل موسیلاز شاهی و گروه آمین ایزوله پروتئین سویا بود. نتایج این تحقیق می‌بین امکان استفاده از دو بیopolymer موسیلاز دانه شاهی و پروتئین سویا برای ریزپوشانی ترکیبات آب‌گریز مانند ویتامین D بود.

معمولًا به دو شکل  $D_2$  (ارگوکلسی‌فرول<sup>۱</sup>) و  $D_3$  (کولی‌کلسی‌فرول<sup>۲</sup>) وجود دارد. ویتامین  $D_2$  با تابش اشعه ماوراء بنفش از ارگوکلسی‌فرول<sup>۳</sup> گیاهان و ویتامین  $D_3$  در پوست انسان سنتز می‌شود. این ویتامین جذب روده‌ای کلسیم و تشکیل طبیعی استخوان را افزایش می‌دهد

### مقدمه

ویتامین D به عنوان یک ویتامین محلول در چربی نقش مهمی در سلامت استخوان‌ها دارد. در نوزادان کمبود ویتامین D منجر به نرمی استخوان شده و از سوی دیگر مصرف بیش از حد این ویتامین خطر ابتلاء هایپرکلسیمی و مشکلات کلیوی را افزایش می‌دهد (Verkaik- Kloosterman, Seves, & Ocké, 2017). این ویتامین

<sup>1</sup> Ergocalciferol

<sup>2</sup> Cholecalciferol

<sup>3</sup> Ergosterol

مخالف مخلوط شوند دو فاز محلول و توده‌ای شکل می‌گیرد. فاز توده‌ای، محلول پلیمر غلیظشده است که در فرایند ریزپوشانی شرکت می‌کند و فازروبی، محلولی رقیق است و به عنوان محیطی که در آن کپسول‌ها تشکیل می‌شوند، ایفای نقش می‌کند (Thies, 2007).

Chitprasert و Sutaphanit (۲۰۱۴) از توده‌سازی ژلاتین، جهت ریزپوشانی انسانس روغنی ریحان استفاده کردند. آنها نشان دادند در صورتی که میزان ژلاتین استفاده شده به عنوان دیواره کپسول از ۴ درصد (وزنی/حجمی) کمتر باشد علاوه بر کاهش مقدار میکروکپسول تولیدی، راندمان ریزپوشانی نیز کاهش می‌یابد. همچنین کاربرد بیش از ۱۶ درصد (وزنی/حجمی) ژلاتین، محلولی با ویسکوزیتۀ زیاد ایجاد می‌کند که ویسکوزیتۀ زیاد آن باعث ایجاد اختلال در مهاجرت مواد کپسوله کننده به سطح قطره‌های روغن می‌شود (Sutaphanit & Chitprasert, 2014).

Fathi, Kiani و Ghasemi (۲۰۱۷) ویتامین D را با استفاده از نانوحامل‌های لیپیدی ریزپوشانی کرده و برای Kavousi غنی‌سازی شیر مورد استفاده قرار دادند (Fathi, & Goli, 2017).

Fathi و Fahami (۲۰۱۸) به منظور تولید نانوالیاف حاوی ویتامین A از موسیلاژ شاهی و پلی‌وینیل الکل استفاده کردند. آنها گزارش کردند نانوالیاف تولید شده دارای مقاومت حرارتی بیشتری نسبت به هریک از ترکیبات دیواره بوده لذا به طور مؤثری ویتامین را در Fahami برابر فرایندهای حرارتی محافظت می‌کند (Fathi, 2018; Kavousi et al., 2017).

مطالعه‌های پیشین نشان داده است صمغ استخراج شده از دانه‌ها، هیدروکلوبیدهای مطلوبی می‌باشند. این ترکیبات ارزان، غیررسمی، سازگار با محیط‌زیست و غیرآلاینده در طی تولید می‌باشند. بررسی برهم‌کنش موجود بین بیوپلیمرهای پروتئین-پلی‌ساقارید به منظور یافتن کاربرد آنها در صنایع غذایی اهمیت ویژه‌ای دارد. براساس تحقیقاتی انجام شده ذرات پوشیده شده با کمپلکس پروتئین-پلی‌ساقارید در برابر تنفس محیطی پایدارتر از ذرات پوشیده شده با پروتئین به تنها‌یی هستند.

(Park, Garcia, Shin, & Kim, 2017) (محلول در آب و محلول در چربی) می‌توانند با استفاده از فناوری‌های جدید محافظت و کپسوله شوند. هدف از کپسوله کردن این مواد افزایش طول عمر و حفاظت از آنها در برابر شرایط نامناسب نور، اکسیژن و دمای بالا می‌باشد (Gouin, 2004).

سویا یکی از اعضای خانواده حبوبات با درصد پروتئین بالاست. ایجاد طعم‌های نامطلوب، حضور مواد ضدتعذیبهای و پایین‌بودن محتوای پروتئین آرد سویا، لزوم تولید محصولاتی همچون کنسانتره و ایزوله پروتئین سویا که میزان پروتئین بالاتر و ویژگی‌های عملکردی بهتری دارند را نمایان می‌کند. خالص‌ترین شکل پروتئین سویا، ایزوله پروتئین سویا بوده که عبارت است از فراکسیون اصلی پروتئین سویا که پس از حذف اجزای غیرپروتئینی تولید می‌شود. ایزوله پروتئین سویا به شکل پودری، گرانولی و رشته‌ای وجود دارد و Reuter, Hornstein, Mönting, & Schempp, 2007 دارای حداقل ۹۰ درصد پروتئین می‌باشد (Jocher,

موسیلاژ‌های گیاهی منابع بالارزشی از کربوهیدرات‌های قابل استفاده در فراوری مواد غذایی هستند که به راحتی در دسترس بوده و قیمت مناسبی دارند. گیاه شاهی با نام علمی *Lepidium sativum*<sup>۱</sup> از خانواده شب‌بویان و گیاهی علفی است. دانه‌های شاهی بعد از خیساندن و جذب آب، لایه موسیلاژی شفاف و چسبناکی تولید می‌کند. این لایه موسیلاژی به دلیل حضور گروه‌های عاملی کربوکسیل و هیدروکسیل و نیز حضور دو اسید ارونیک گالاكتورونیک و گلوکورونیک (مجموعاً ۱۵ درصد) دارای ماهیت پلی‌الکترولیت است (Karazhiyan et al., 2009).

توده‌ای شدن<sup>۲</sup> که به آن جداسازی فازی هم گفته می‌شود در سال ۱۹۵۲ توسط شرکت ملی کش رجیستر در آمریکا توسعه یافت و به عنوان یک تکنیک مهم ریزپوشانی توسط بسیاری از محققین در نظر گرفته شده است. در این فرایند هنگامی که دو یا تعداد بیشتری از ترکیبات دارای طبیعت پلی‌الکترولیت با بار

<sup>1</sup> *Lepidium sativum*

<sup>2</sup> Coacervation

اضافی از صافی پارچه‌ای عبور داده شد. سپس طی دو روز در آون فن‌دار در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید (Karazhiyan *et al.*, 2009).

### تولید میکروکپسول

میکروکپسول‌ها به روش توده‌سازی مرکب مطابق روش Kavousi و همکاران (2017) تولید شدند. برای این منظور یک دیسپرسیون روغنی (روغن آفتاب‌گردان) ویتامین D (۱۰ درصد ویتامین D) به محلول آبی ۳ درصد ایزوله پروتئین سویا در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اضافه و در دور ۱۸۰۰۰ دقیقه به مدت ۴ دقیقه هموژن (IKA، ساخت آلمان) شد. pH با محلول سود (NaOH) ۱/۱ M تا ۸ افزایش داده شد و سپس محلول آبی محتوای ۱ درصد صمغ شاهی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد اضافه و سیستم به مدت ۱۰ دقیقه همزده شد. pH با محلول اسید کلریدریک (HCl) ۱/۱ M روی ۳/۴ (براساس نقطه ایزوالکتریک پروتئین و انجام پیش‌تست‌ها این pH به عنوان بهترین pH برای تشکیل توده‌ها در نظر گرفته شد) تنظیم گردید و سپس محلول دو فازی حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از سانتریفیوژ فاز توده‌ای تنهشین شده جدا گردید و پس از انجماد در فریزر -۸۰- درجه سانتی‌گراد، توده‌ها توسط خشک کن انجمادی خشک شدند (Kavousi *et al.*, 2017). در این تحقیق اثر دو متغیر نسبت هسته به دیواره (۱:۱۰، ۲:۱۰ و ۳:۱۰) و نسبت پروتئین به پلی‌ساقارید (۱:۱، ۱:۲ و ۱:۳) بررسی شد.

**اندازه‌گیری راندمان کارایی و بارگذاری ریزپوشانی**  
برای اندازه‌گیری کارایی ریزپوشینه کردن ویتامین D در میکروکپسول‌های ایزوله پروتئین سویا و موسیلاز شاهی ابتدا میزان ویتامین ریزپوشینه دارنشده موجود در سطح کپسول‌ها اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۱ گرم کپسول‌ها همراه با ۱۵ میلی‌لیتر هگزان به مدت ۲ دقیقه در دمای اتاق با دست مخلوط و پس از عبور از کاغذ صافی به منظور جداسازی فاز روغنی پوشینه دارنشده از سطح میکروکپسول‌ها، بالن حاوی حلال هگزان و

Karazhiyan و همکاران (2009) نشان دادند پلیمر موسیلاز دانه شاهی متشکل از کربوهیدرات با گروه‌های عملکردی کربوکسیل و هیدروکسیل است. حضور دو اسید ارونیک در صمغ (مجموعاً ۱۵ درصد گالاکتورونیک و گلوکورونیک اسید) بیانگر طبیعت پلی‌الکترولیت آن می‌باشد. وزن مولکولی جزء ماکرومولکولی موسیلاز ۵۴۰ کیلودادتون گزارش شد (Karazhiyan *et al.*, 2009).

باتوجه به کمبود ویتامین D و همچنین آفت آن حین فراوری به دلیل حساسیت به نور و حرارت، دستیابی به روش‌های نوین از جمله ریزپوشانی می‌تواند سبب رفع محدودیت‌های ذکرشده گردد. بنابراین هدف از این پژوهش ریزپوشانی ویتامین D به روش توده‌ای شدن مرکب توسط موسیلاز شاهی به عنوان یک هیدروکلرئید بومی جدید و ایزوله پروتئین سویا و همچنین بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ریزپوشینه‌های تولیدی بود.

### مواد و روش‌ها

#### مواد

دانه شاهی به رنگ قهوه‌ای و عاری از هرگونه ناخالصی از یک عطاری در شهر اصفهان تهیه گردید. ایزوله پروتئین سویا (SPI)، درجه خلوص ۹۰ درصد و رطوبت ۱۵ درصد) و ویتامین D<sub>۳</sub> به ترتیب از شرکت‌های جهان شیمی و داروسازی دانا تهیه شد. سدیم هیدروکسید، اسید کلریدریک و هگزان (شرکت Merck، آلمان) دارای درجه خلوص آزمایشگاهی بودند.

#### روش‌ها

##### استخراج صمغ

استخراج صمغ طبق روش Karazhiyan و همکاران (2009) انجام شد. صمغ از دانه کامل و با استفاده از آب مقطر (با نسبت آب به دانه ۱:۳۰) در ۱۰ pH دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد استخراج گردید. آب و دانه با استفاده از همزن به مدت ۱۵ دقیقه مخلوط شدند. سپس با استفاده از دستگاه اکستراکتور دارای صفحه چرخنده صمغ حاصل از دانه جدا و جهت خروج ذرات

دستگاه طیف‌سنجی با وضوح ۴/۰ برو سانتی‌متر در معرض اشعه مادون‌قرمز در محدوده عدد موج ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ برو سانتی‌متر قرار گرفتند (Butstraen & Salaün, 2014).

### آنالیز آماری

به‌منظور بررسی اثر تیمارها بر خصوصیات میکروکپسول‌های بارگذاری‌شده با ویتامین از آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تعداد دو تکرار استفاده شد. جهت تجزیه آماری داده‌های حاصل از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و به‌منظور مقایسه میانگین از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (<sup>1</sup>LSD) در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید.

### نتایج و بحث

در این تحقیق دو پارامتر نسبت هسته به دیواره (۰/۱)، (۰/۲) و (۰/۳) و نسبت پروتئین به پلی‌ساقارید (۱، ۰/۵ و ۰/۳) به عنوان متغیر در نظر گرفته شد. میزان pH با توجه به نقطه ایزوالکتریک پروتئین و انجام پیش‌تیمارها برابر ۳/۴ انتخاب شد. برای این‌منظور pH ای که در آن بیشترین میزان توده‌ها تشکیل شود براساس پیش‌تست‌ها در دامنه ۳ تا ۴ بررسی گردید. که بیشترین وزن توده (بیشترین میزان پیوند الکترواستاتیک) در pH=۳/۴ حاصل گردید جدول (۱) شرایط هر تیمار و پاسخ‌های به‌دست‌آمده را نشان می‌دهد. آزمونی که مجموع پاسخ‌های نرمال (به‌منظور نرمالیزه کردن اعداد، هریک از پاسخ‌های به‌دست‌آمده برای یک پارامتر بر بزرگ‌ترین پاسخ به‌دست‌آمده برای همان پارامتر تقسیم شد) آن بزرگ‌تر از سایرین بود. به عنوان بهترین شرایط تولید ریزپوشینه انتخاب شد. با توجه به داده‌ها، آزمون شماره ۹ که در آن نسبت هسته به پوسته و نسبت بیوپلیمرها ۰/۳ است ریزپوشینه‌هایی با بیشترین راندمان و بارگذاری را تولید می‌کند.

ویتامین همراه با آن در دستگاه روتاری تحت خلاً در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس به‌منظور حذف کامل هگزان و رسیدن به وزن ثابت، نمونه در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت. پس از تبخير کامل هگزان میزان ویتامین ریزپوشینه‌دارنشده با استفاده از روش وزن‌سنجی محاسبه شد. کارایی و بارگذاری ریزپوشینه‌کردن نیز براساس رابطه‌های (۱) و (۲) (Ifeduba & Akoh, 2016) با فرض ضریب نفوذ برابر ویتامین D و روغن محاسبه گردیدند (Kavousi et al., 2017).

رابطه (۱)

$$\text{رابطه (۱)} \quad \frac{\text{ویتامین سطحی} - \text{ویتامین کل}}{\text{ویتامین کل}} \times 100 = \frac{\text{کارایی ریزپوشانی}}{\text{وزن کل دیواره}}$$

رابطه (۲)

$$\text{رابطه (۲)} \quad \frac{\text{ویتامین سطحی} - \text{ویتامین کل}}{\text{وزن کل دیواره}} \times 100 = \frac{\text{بارگذاری ریزپوشانی}}{\text{وزن کل دیواره}}$$

### بررسی مورفولوژی ذرات

جهت تعیین اندازه ذرات و مشاهده شکل ظاهری میکروکپسول‌های ایجادشده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (Philips, XL30, ساخت هلند) استفاده شد. مقدار کمی از میکروکپسول‌های تولیدشده روی یک سمت از نوارچسب قرار گرفت و سطح آنها درون محفظه تحت خلاً (Baltech, ساخت آلمان) با اتم‌های طلا پوشانیده شدند و مورفولوژی آنها توسط میکروسکوپ روبشی با ولتاژ شتاب‌دهنده ۲۰ کیلوولت بررسی شد (Peng et al., 2014).

### طیف‌سنجی فوریه مادون‌قرمز (FT-IR)

ساختمان شیمیابی و گروه‌های عاملی مواد اولیه و میکروکپسول‌ها به‌وسیله اسپکترومتر مادون‌قرمز (-IR) (مدل Jasco 680 plus، شرکت شیماذرو، ساخت ژاپن) بررسی شد. جهت آماده‌سازی، ویتامین D، ایزوله سویا، موسیلاتر و میکروکپسول‌های تولیدی توسط پتانسیم برومید (نسبت نمونه به پتانسیم برمید: ۱:۱۰۰) با فشار زیاد به صورت قرص تبدیل شدند و توسط

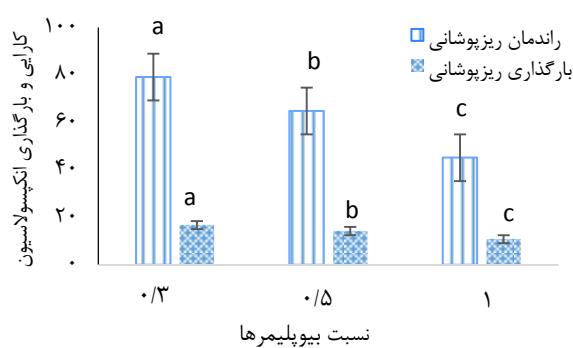
<sup>1</sup> Least Significant Difference

جدول ۱- آزمون های انجام شده به منظور ساخت میکروکپسول ویتامین D ریزپوشینه شده با موسیلاز شاهی- ایزوله پروتئین سویا

نمرال	نرمال	راندمان ریزپوشانی	راندمان نرمال	محصول نرمال	راندمان ریزپوشانی	راندمان نرمال	محصول (درصد)	نسبت پروتئین به پلی‌ساکارید	نسبت هسته به دیواره	٪
۱/۰۸۷	۰/۰۷۴	۰/۲۲۲	۰/۷۹۱۱	۲/۳۵±۰/۷۰	۲۰/۶۵±۱/۳۰	۷۸/۰۵±۱/۵۰	۱	۰/۱۰	۱	
۱/۷۸۳	۰/۲۳۳	۰/۵	۰/۹۴۹	۸/۹۵±۰/۱۰	۴۵/۶۰±۱/۲۰	۹۴/۸۰±۰/۴۰	۱	۰/۲۰	۲	
۲/۵۴۲	۰/۷۸۳	۰/۷۸۳	۰/۹۷۵	۲۱/۱۵۷±۰/۸۰	۶۹/۸۰±۱/۴۰	۹۷/۸۳±۱/۳۴	۱	۰/۳۰	۳	
۱/۶۶۶	۰/۱۶۶	۰/۵۰	۱/۰۰	۴/۶۰±۰/۳۰	۴۶/۰۰±۲/۰۰	۹۹/۰۵±۴/۲۰	۰/۵۰	۰/۱۰	۴	
۲/۱۱۴	۰/۴۸۵	۰/۷۲۷	۰/۹۰۱	۱۳/۱۸±۰/۱۶	۶۶/۲۵±۱/۵۰	۸۸/۹۰±۱/۸۰	۰/۵۰	۰/۲۰	۵	
۲/۸۰۶	۰/۹۳۳	۰/۹۳۳	۰/۹۳۹	۲۵/۶۰±۰/۸۰	۸۴/۹۰±۰/۶۰	۹۳/۱۵±۰/۹۰	۰/۵۰	۰/۳۰	۶	
۱/۸۷۳	۰/۲۳۱	۰/۶۹۴	۰/۹۴۷	۶/۵۰±۰/۶۰	۶۲/۹۰±۰/۹۰	۹۵/۳۰±۲/۱۰	۰/۳۰	۰/۱۰	۷	
۲/۵۰۰	۰/۶۲۹	۰/۹۴۴	۰/۹۲۶	۱۷/۴۰±۰/۸۰	۸۵/۵۰±۱/۱۰	۹۱/۱۰±۲/۱۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۸	
۲/۸۹۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹۱	۲۶/۶۰±۰/۷۰	۹۰/۶۰±۱/۲۰	۸۷/۰۲±۳/۴۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۹	

نسبت بیوپلیمرها: نسبت ایزوله پروتئین سویا به موسیلاز شاهی

و صفحه عربی توسط تکنیک توده‌سازی مرکب را بررسی کردند و مشاهده نمودند بهترین نسبت ژلاتین به صفحه عربی برای تولید میکروکپسول‌هایی با بیشترین بارگذاری ویتامین نسبت ۱:۲ است (Junyaprasert *et al.*, 2001).

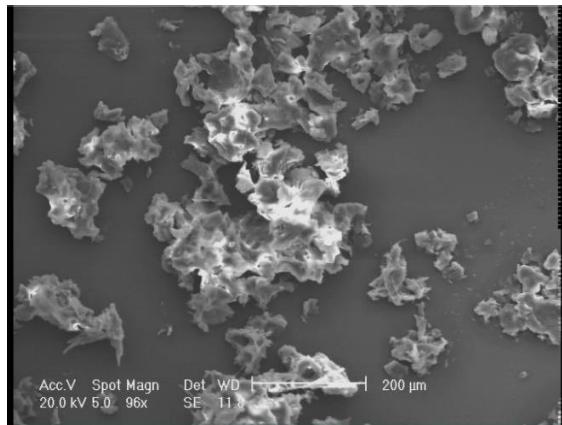


شکل ۱- تأثیر نسبت بیوپلیمرها بر کارایی و بارگذاری ریزپوشانی

نسبت هسته به دیواره تأثیر زیادی بر کارایی و بارگذاری ریزپوشانی دارد. بالاترین بازده ریزپوشانی باید در شرایطی ایجاد شود که میکروکپسول تولیدشده دارای بیشترین پایداری مکانیکی بوده، علاوه بر این هسته به طور کامل توسط دیواره محافظت شود (Weinbreck, Tromp, & de Kruif, 2004). به طور معمول اگر نسبت هسته به دیواره از حد مشخصی بیشتر شود راندمان ریزپوشانی کاهش می‌یابد. زیرا در این صورت با افزایش هسته در محیط فرایند میزان پلیمر دیواره برای ایجاد پوشش در اطراف هسته کافی نبوده و بخشی از هسته به صورت ریزپوشانی نشده در محیط باقیمانده و راندمان کاهش می‌یابد. از سوی دیگر زمانی که مقدار هسته در فرمولاسیون

راندمان و بارگذاری ریزپوشانی براساس نتایج حاصل، نسبت هسته به دیواره میکروکپسول، نسبت پروتئین به پلی‌ساکارید و اثر مشترک آنها بر کارایی ریزپوشانی و بارگذاری ویتامین اثر معنی‌داری داشتند ( $P<0.05$ ). فاکتور نسبت بیوپلیمرهای شرکت‌کننده در واکنش یکی از پارامترهای اساسی در تشکیل توده‌ها می‌باشد و لذا فرایند توده‌سازی مرکب نیازمند وجود تعادل بین Dubin, Bock, Davis, (Schulz, & Thies, 2012) بیوپلیمرهای شرکت‌کننده بر محدوده شکل‌گیری کمپلکس تأثیر دارد و با شرکت‌کننده بیوپلیمری به دلیل تغییر در میزان بارهای ناهمنام موجود، برهم‌کنش بین آنها تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. شکل (۱) رابطه بین نسبت بیوپلیمرها را با تغییرات کارایی و بارگذاری ویتامین نشان می‌دهد. با افزایش نسبت ایزوله پروتئین سویا به موسیلاز شاهی از ۰/۳ تا ۱، میزان بارهای مشبت آمین برای برقراری واکنش با بارهای منفی کربوکسیل بیشتر شده و با توجه به زیادتر بودن پتانسیل زتا در ایزوله پروتئین سویا نسبت به موسیلاز شاهی، تعادل بار الکتریکی محیط فرایند بهم خورده و درنتیجه توده‌ای شدن Dragosavac, Giorno Piacentini و Vladislavljević Holdich (2013) طی بررسی ریزپوشانی یک فاز روغنی در توده‌سازی مرکب ژلاتین ماهی و صفحه عربی نشان دادند زمانی که کل بیوپلیمر مورداستفاده به عنوان دیواره از میزان مشخصی بیشتر شود، دیواره‌ای اطراف قطره‌های روغن تشکیل نمی‌شود (Piacentini *et al.*, 2013). Sinchaipanid, Boonme Junyaprasert و Mitrevjej Wurster (2001) ریزپوشانی ویتامین A با استفاده از ژلاتین

شست و شوی ویتامین سطحی تهیه شدند. در تمامی این اشکال میکروکپسول‌ها دارای شکلی نامنظم با سطوح ناصاف بودند. وجود دندانه و سطوح ناهموار در سطح میکروکپسول‌ها را می‌توان به دلیل استفاده از خشک کن انجام داد. حذف ذرات یخ طی تسعید می‌تواند باعث ایجاد حفره‌هایی در سطح ذرات شود (Fonte *et al.*, 2012).

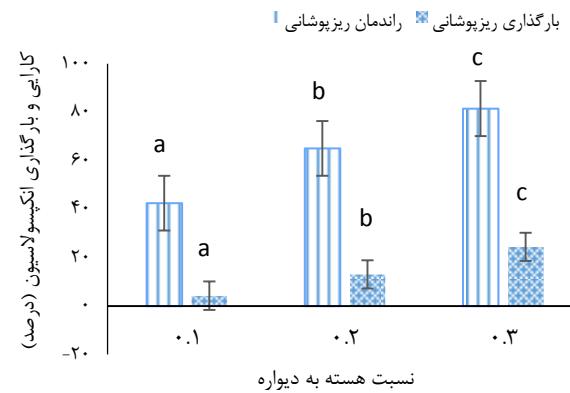


شکل ۳ - تصویر SEM مربوط به میکروکپسول‌های ریزپوشینه شده از ویتامین D

آنالیز طیف‌سنگی فوریه مادون‌قرمز طیف‌های فوریه مادون‌قرمز حاصل از آنالیز میکروکپسول‌های پروتئین سویا-موسیلاز شاهی حاوی ویتامین D، پروتئین سویا، موسیلاز شاهی و ویتامین D در شکل (۴) نشان داده شده است. براساس شکل (۴) طیف موسیلاز شاهی خالص دارای پیک‌های شاخص در عدد موج ۱۶۲۰ و ۱۴۲۰ بر سانتی‌متر می‌باشد که به ترتیب مربوط به ارتعاش‌های کششی گروه کربونیل C=O نامتنازن و متقاض است علاوه‌بر این پیک موجود در عدد موج ۳۴۱۶ بر سانتی‌متر مربوط به ارتعاش‌های کششی گروه H=O است. همچنین وجود پیک‌های مربوط به ارتعاش‌های متقاض و نامتنازن گروه H=C در عدد موج ۲۹۲۴ بر سانتی‌متر و ارتعاش‌های ضعیف کششی مربوط به گروه C=O در عدد موج ۱۱۲۸ بر سانتی‌متر از جمله دیگر پیک‌های شاخص و اصلی مربوط به موسیلاز دانه شاهی می‌باشند (Karazhiyan *et al.*, 2009).

خیلی کم باشد بسیاری از کپسول‌های تشکیل شده حاوی مقادیر ویتامین کمی بوده و لذا باز مفید میکروکپسول‌ها کاهش می‌یابد (Maji, Baruah, Dube, & Hussain, 2007).

همان‌طورکه در نمودارهای شکل (۲) مشخص است با افزایش نسبت هسته به دیواره از ۰/۱ تا ۰/۳ کارایی و بارگذاری ریزپوشانی ویتامین در میکروکپسول‌ها افزایش یافت. میکروکپسول‌هایی که میزان کمتری از هسته در آنها بارگذاری شده است، دارای ضخامت دیواره بیشتر و اندازه ذره بزرگ‌تری هستند که باعث حفاظت بهتر هسته Calderón-Oliver, Pedroza-Islas, Escalona-Buendía, Pedraza-Chaverri, & Ponce-Alquicira, 2017.

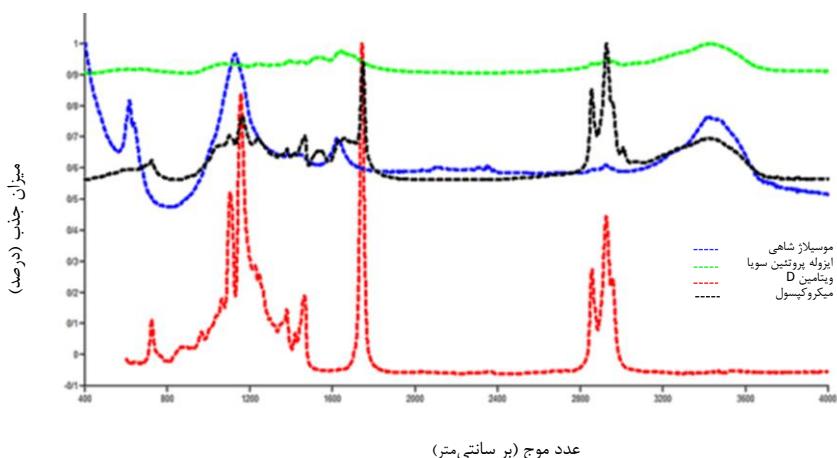


شکل ۲ - تأثیر نسبت هسته به پوسته بر راندمان کارایی و بارگذاری ریزپوشانی

O'Sullivan, O'Riordan, McNamee, Hogan (2001) به منظور ریزپوشانی روغن سویا از سدیم کازئینات استفاده کردند. براساس نتایج آنها با افزایش نسبت هسته به دیواره از ۰/۲۵ به ۳ راندمان ریزپوشانی از ۸۹/۲ به ۱۸/۸۰ درصد کاهش یافت. این محققان بیان کردند کاهش راندمان ریزپوشانی می‌تواند ناشی از حجم زیاد فاز روغنی و افزایش ویسکوزیته باشد (Hogan *et al.*, 2001).

### مورفولوژی میکروکپسول‌ها

شکل (۳) تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) میکروکپسول‌های تولیدی را نشان می‌دهد. این تصویر پس از خشک و آسیاب کردن ریزپوشینه‌های بهینه، قبل از



شکل ۴- طیف‌های حاصل از آنالیز طیفسنجی تبدیل فوریه مادون قرمز مربوط به موسیلاز شاهی، ایزوله پروتئین سویا، ویتامین D و میکروکپسول موسیلاز شاهی-ایزوله پروتئین سویا ریزپوشینه شده با ویتامین D

مشخص است. همان‌طور که در طیف مربوط به میکروکپسول مشخص است حضور یک پیک در عدد موج ۲۸۵۳ بر سانتی‌متر که در طیف مربوط به ویتامین D نیز دیده می‌شود دلیلی بر وجود ویتامین در کپسول‌ها و ریزپوشانی این ترکیب می‌باشد.

تغییر در طیف‌های مربوط به ایزوله پروتئین سویا و موسیلاز دانه شاهی و وجود پیک مشترک در ۲۸۵۳ بر سانتی‌متر در نمونه میکروکپسول و ویتامین D، ناشی از شکل‌گیری اتصال‌های الکتروستاتیکی بر اثر واکنش توده‌ای شدن بین گروه کربوکسیل موسیلاز شاهی و گروه آمین پروتونه شده ایزوله پروتئین سویاست. همچنین حضور باندهای کربونیل مربوط به ویتامین D در ۱۷۴۴ و ۱۱۵۴ بر سانتی‌متر در طیف مربوط به میکروکپسول قابل مشاهده و بیانگر حضور ویتامین D است که این خود می‌تواند به عنوان دلیل دیگری بر تأیید ریزپوشانی این ترکیب با موسیلاز شاهی و ایزوله پروتئین سویا باشد.

وجود یک پیک مشترک در هر چهار نمونه بررسی شده در عدد موج ۲۹۲۴ بر سانتی‌متر نشان‌دهنده همپوشانی بر اثر ارتعاش‌های کشنی گروه C-H است.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش ویتامین D با استفاده از روش توده‌ای شدن مرکب ریزپوشانی شد. ایجاد جاذبه الکترواستاتیکی بین موسیلاز شاهی و ایزوله پروتئین سویا طی واکنش منجر به جداشدن فازهای مایع و تشکیل کمپلکس‌های نامحلول شد. در این بررسی کارایی ریزپوشانی، بارگذاری

در شکل (۴) طیف ویتامین D خالص پیک‌های مشخصی در ۱۶۳۲ و ۱۱۶۷ بر سانتی‌متر وجود دارد که به ترتیب مربوط به ارتعاش‌های کشنی کربونیل C=O و گروه C=O می‌باشند. علاوه‌بر این پیک‌های ارتعاش‌های کشنی مربوط به گروه C=H در ۲۹۳۸ و ۲۸۶۸ بر سانتی‌متر دیده می‌شوند. پیک ضعیفی در عدد موج ۷۱۸ بر سانتی‌متر نیز وجود دارد که مربوط به ارتعاش‌های ضعیف کشنی گروه CH<sub>2</sub> است. همچنین پیک‌های ضعیف دیگری در ۹۶۶-۸۳۵ حضور دارند که نشان‌دهنده پیوند C=H است (Kiani et al., 2017).

در طیف مربوط به ایزوله پروتئین سویا در عدد موج ۱۱۰۰ بر سانتی‌متر پیک ضعیفی وجود دارد که مربوط به ارتعاش‌های کشنی گروه‌های مختلف مانند C-H در گروه‌های آروماتیک و PO<sub>2</sub> یا P-OH در استرهای فسفات است که به‌طور مشخصی در ایزوله پروتئین سویا و سایر پروتئین‌های دارای اسید‌آمینه سرین وجود دارد. پیک‌های دیگری در عدد موج ۱۲۳۰، ۱۴۵۰، ۱۵۳۰ و ۱۶۳۰ دیده می‌شود که به ترتیب مربوط به ارتعاش‌های کشنی C-H و N-H در آمید III، ارتعاش‌های گروه C-H، ارتعاش‌های مربوط به پیوند N-H در آمید II و ارتعاش‌های کشنی C=O در آمید I است. پیک‌های شاخصی نیز در عدد موج ۳۶۰۰-۳۰۰۰ بر سانتی‌متر وجود دارد که مربوط به ارتعاش‌های گروه‌های O-H و N-H آزاد و یا پیوندی است (Schmidt, Giacomelli, & Soldi, 2005). حضور پیک ایزوله پروتئین سویا در عدد موج ۱۶۳۲ در نمونه میکروکپسول موسیلاز شاهی-ایزوله پروتئین سویا

داد میکروکپسول‌ها دارای اشکال نامنظم، سطوح ناهموار و اندازه میکرومتری هستند. داده‌های حاضر نشان داد امکان استفاده از صمغ شاهی و ایزوله پروتئین سویا به عنوان هیدروژل‌های بومی و ارزان برای انکپسولاسیون ترکیبات آب‌گریز وجود دارد.

#### تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت مالی مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی وزارت علوم تحقیقات و فناوری انجام شد.

ریزبوشانی و میزان میکروکپسول تولیدشده در فرایند به ترتیب ۹۰، ۲۷ و ۸۸/۷۵ درصد بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد پارامترهای نسبت هسته به دیواره و نسبت بیوپلیمرها اثر معنی‌داری بر شکل‌گیری فرایند توده‌ای‌شدن دارند. همچنین بررسی تصاویر مربوط به طیف FT-IR به خوبی نمایانگر ایجاد پیوند بین گروه‌های عاملی بیوپلیمرهای دیواره و هسته بود. شکل‌گیری این پیوندها تحت تأثیر ماهیت پلی‌الکترولیت بیوپلیمرها باعث توده‌ای‌شدن می‌شود. تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان

#### منابع

- Butstraen, C., & Salaün, F. (2014). Preparation of microcapsules by complex coacervation of gum Arabic and chitosan. *Carbohydrate Polymers*, 99, 608-616. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.09.006>
- Calderón-Oliver, M., Pedroza-Islas, R., Escalona-Buendía, H. B., Pedraza-Chaverri, J., & Ponce-Alquicira, E. (2017). Comparative study of the microencapsulation by complex coacervation of nisin in combination with an avocado antioxidant extract. *Food Hydrocolloids*, 62, 49-57. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.07.028>
- Dubin, P., Bock, J., Davis, R., Schulz, D. N., & Thies, C. (2012). *Macromolecular complexes in chemistry and biology*: Springer Science & Business Media.
- Fahami, A., & Fathi, M. (2018). Development of cress seed mucilage/PVA nanofibers as a novel carrier for vitamin A delivery. *Food Hydrocolloids*, 81, 31-38. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.008>
- Fonte, P., Soares, S., Costa, A., Andrade, J. C., Seabra, V., Reis, S., & Sarmento, B. (2012). Effect of cryoprotectants on the porosity and stability of insulin-loaded PLGA nanoparticles after freeze-drying. *Biomatter*, 2(4), 329-339. doi:<https://doi.org/10.4161/biom.23246>
- Gouin, S. (2004). Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends in Food Science & Technology*, 15(7-8), 330-347. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.10.005>
- Hogan, S. A., McNamee, B. F., O'Riordan, E. D., & O'Sullivan, M. (2001). Microencapsulating properties of sodium caseinate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4), 1934-1938. doi:<https://doi.org/10.1021/jf000276q>
- Ifeduba, E. A., & Akoh, C. C. (2016). Microencapsulation of stearidonic acid soybean oil in Maillard reaction-modified complex coacervates. *Food Chemistry*, 199, 524-532. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.011>
- Junyaprasert, V. B., Mitrevey, A., Sinchaipanid, N., Boonme, P., & Wurster, D. E. (2001). Effect of process variables on the microencapsulation of vitamin A palmitate by gelatin-acacia coacervation. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 27(6), 561-566. doi:<https://doi.org/10.1081/DDC-100105181>
- Karazhiyan, H., Razavi, S. M., Phillips, G. O., Fang, Y., Al-Assaf, S., Nishinari, K., & Farhoosh, R. (2009). Rheological properties of Lepidium sativum seed extract as a function of concentration, temperature and time. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2062-2068. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.03.019>
- Kavousi, H. R., Fathi, M., & Goli, S. A. (2017). Stability enhancement of fish oil by its encapsulation using a novel hydrogel of cress seed mucilage/chitosan. *International Journal of Food Properties*, 20(sup2), 1890-1900. doi:<https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1357042>
- Kiani, A., Fathi, M., & Ghasemi, S. M. (2017). Production of novel vitamin D3 loaded lipid nanocapsules for milk fortification. *International Journal of Food Properties*, 20(11), 2466-2476. doi:<https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1240690>

- Maji, T. K., Baruah, I., Dube, S., & Hussain, M. R. (2007). Microencapsulation of Zanthoxylum limonella oil (ZLO) in glutaraldehyde crosslinked gelatin for mosquito repellent application. *Bioresource Technology*, 98(4), 840-844. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.03.005>
- Park, S. J., Garcia, C. V., Shin, G. H., & Kim, J. T. (2017). Development of nanostructured lipid carriers for the encapsulation and controlled release of vitamin D3. *Food Chemistry*, 225, 213-219. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.015>
- Peng, C., Zhao, S.-Q., Zhang, J., Huang, G.-Y., Chen, L.-Y., & Zhao, F.-Y. (2014). Chemical composition, antimicrobial property and microencapsulation of Mustard (*Sinapis alba*) seed essential oil by complex coacervation. *Food Chemistry*, 165, 560-568. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.126>
- Piacentini, E., Giorno, L., Dragosavac, M. M., Vladisavljević, G. T., & Holdich, R. G. (2013). Microencapsulation of oil droplets using cold water fish gelatine/gum arabic complex coacervation by membrane emulsification. *Food Research International*, 53(1), 362-372. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.04.012>
- Reuter, J., Jocher, A., Hornstein, S., Mönting, J. S., & Schempp, C. M. (2007). Sage extract rich in phenolic diterpenes inhibits ultraviolet-induced erythema in vivo. *Planta Medica*, 73(11), 1190-1191. doi:<https://doi.org/10.1055/s-2007-981583>
- Schmidt, V., Giacomelli, C., & Soldi, V. (2005). Thermal stability of films formed by soy protein isolate-sodium dodecyl sulfate. *Polymer Degradation and Stability*, 87(1), 25-31. doi:<https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2004.07.003>
- Sutaphanit, P., & Chitprasert, P. (2014). Optimisation of microencapsulation of holy basil essential oil in gelatin by response surface methodology. *Food Chemistry*, 150, 313-320. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.159>
- Thies, C. (2007). Microencapsulation of flavors by complex coacervation. *Encapsulation and Controlled Release Technologies in Food Systems*, 149-170. doi:<https://doi.org/10.1002/9780470277881.ch7>
- Verkaik-Kloosterman, J., Seves, S. M., & Ocké, M. C. (2017). Vitamin D concentrations in fortified foods and dietary supplements intended for infants: Implications for vitamin D intake. *Food Chemistry*, 221, 629-635. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.128>
- Weinbreck, F., Tromp, R. H., & de Kruif, C. G. (2004). Composition and Structure of Whey Protein/Gum Arabic Coacervates. *Biomacromolecules*, 5(4), 1437-1445. doi:<https://doi.org/10.1021/bm049970v>

## Microencapsulation of Vitamin D by Complex Coacervation Using Soy Protein Isolate and Cress Seed Mucilage

Nafiseh Jannasari<sup>1</sup>, Milad Fathi<sup>2\*</sup>, Seyed Jamal Moshtaghian<sup>3</sup>, Alireza Abbaspourrad<sup>4</sup>

1- Graduated Master Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Esfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Esfahan, Iran

\* Corresponding author (mfathi@cc.iut.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Science, University of Isfahan, Esfahan, Iran

4- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Life Science, Cornell University, New York, USA

### Abstract

Vitamin D plays a significant role for human health, survival and fertility. Several studies have focused on preventing diseases such as heart, immune and skeletal disorders, and infectious using vitamin D. In this study, microencapsulation process of vitamin D by complex coacervation method was investigated using cress seed mucilage as an indigenous hydrocolloid and soy protein isolate, and effects of core to shell and protein to polysaccharide ratios were evaluated. The results showed that both parameters had significant effects on the encapsulation efficiency and loading capacity ( $P<0.05$ ). Using the ratios of core to shell and protein to polysaccharide of 0.3 resulted in the production of microcapsules with the best functional properties. The microencapsulation efficiency and loading were in the range of 20-90% and 2-27%, respectively. Scanning electron microscopy indicated that microcapsules were almost non-spherical and had rough surfaces. The mean particle size was  $57.2\pm1.2$ . The analysis of Fourier infrared transformation spectrometry confirmed the presence of vitamin D in the produced microcapsules and interaction of cress seed mucilage and soy protein isolate. The results of this study suggested the possibility of using cress seed mucilage and soy protein as domestic and low-cost hydrocolloids for encapsulation of hydrophobic compounds.

**Keywords:** Cress Seed Mucilage, Microencapsulation, Soybean Protein Isolate, Vitamin D

## اثر عوامل کیلیت‌کننده سیترات و تارتارات پتاسیم بر حذف سرب از برنج در فرایند پخت

عاطفه سادات هاشمی گرمدره<sup>۱</sup>، محمد گلی<sup>۲\*</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوارسگان)، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوارسگان)، اصفهان، ایران

\* نویسنده مسئول (mgolifood@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۳

واژه‌های کلیدی  
ارزیابی حسی  
برنج  
تیمار خیساندن و پخت  
حذف سرب  
عوامل کیلیت‌کننده

امروزه آلودگی برنج به فلزات سنگین یکی از مشکلات پیش‌روی بشر است. ازین‌رو، هدف از این مطالعه بررسی اثر خیساندن و پخت در حضور عوامل کیلیت‌کننده با درجه غذایی یعنی تارتارات پتاسیم و سیترات پتاسیم (۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر میزان حذف سرب سه نوع برنج وارداتی (هنگ، تایلند و آمریکا) است. اندازه‌گیری با جذب اتمی در سه تکرار صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ به روش آزمون دانکن صورت گرفت. بیشترین و کمترین مقدار سرب به ترتیب در برنج تایلندی و هندی ۷۳۳۷/۳۳ و ۳۸۰/۶۳ میکروگرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. فرایند خیساندن و سپس پخت با نمک‌های تارتارات و سیترات پتاسیم، سرب را به میزان بیش از ۹۸/۵ و ۹۹/۶ درصد به ترتیب در برنج‌های هندی، تایلندی و آمریکایی کاهش داد. اثر فرایند پخت در مقایسه با خیساندن تأثیر بیشتری در حذف سرب داشت ( $P < 0/05$ ). تارتارات در مقایسه با سیترات پتاسیم اثر بیشتری در حذف این فلز سنگین داشت ( $P < 0/05$ ) و تیمار خیساندن و سپس پخت با هم توانست میزان سرب را به میزان قابل ملاحظه‌تری کاهش دهد. ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد ( $P > 0/05$ ).

سنگین یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی برای گیاهان است و این فلزات می‌توانند از طریق زنجیره غذایی، زندگی بشر را به مخاطره بیاندازند. امروزه آلودگی برنج به فلزات سنگین (آبیاری با آب‌های آلوده، دفع و یا تصفیه نادرست پساب‌ها، استفاده از کودهای شیمیایی برای اصلاح ویژگی‌های خاک) یکی از مشکلات پیش‌روی بشر است ویژگی‌های عارضی مانند اختلالات عصبی، انواع سرطان‌ها، فقر مواد مغذی، برهم‌خوردن تعادل هورمون‌ها، سقط جنین، اختلالات تنفسی و قلبی-عروقی، آسیب به کبد، کلیه‌ها، مغز، آرژی، بی‌اشتهایی، پیری زودرس، کاهش حافظه، ریزش مو، پوکی استخوان، بی‌خوابی،

برنج پس از گندم از پر مصرف‌ترین غلات در سطح جهان بهویژه در کشورهای آسیایی بشمار می‌رود و به‌طور نسبی ۷۰ درصد از کالری موردنیاز روزانه آنها را تأمین می‌کند. سرانه سالیانه مصرف برنج در کشور حدود ۴۰ کیلوگرم است و براساس آمار و ارقام، مصرف سرانه برنج در آسیا ۸۵ کیلوگرم و در جهان معادل ۶۵ کیلوگرم است (زیارتی و مصلحی‌شاد، ۱۳۹۶). فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های زیست‌محیطی هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آنها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمومیت‌های حاد، مزمن و خطربناکی را ایجاد کند (Shuklasr, 2005). آلودگی خاک و آب با فلزات

مرحله خیساندن، پخت و خیساندن و پخت همزمان برنج است.

### مواد و روش‌ها

#### مواد

از بین برنج‌های وارداتی، سه نوع برنج وارداتی از کشورهای هند، آمریکا و تایلند از جهاد کشاورزی استان اصفهان در طی چهار فصل مختلف و در هر فصل برای هر نوع برنج ۱۰ نمونه یک کیلوگرمی جمعباً ۱۲۰ نمونه طی یکسال تهیه شد. هریک از آزمایش‌ها نیز در سه تکرار صورت گرفت. اسید نیتریک، اسید کلریدریک، تارتارات پتاسیم و سیترات پتاسیم از شرکت مرک آلمان خریداری شدند. در آزمون‌های اولیه از غلظت‌های ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (حدمجاز استاندارد کدکس غذایی به شماره Alimentarius Commission [CODEX], ۱۹۹۵-۱۹۹۲) سیترات یا تارتارات پتاسیم استفاده گردید و بهترین غلظت انتخاب شده در این تحقیق ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شد زیرا اولاً غلظت‌های بالای ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از این کیلیت‌کننده‌ها نه تنها منجر به ترشیدن برنج پخته شده گردید بلکه غلظت بالاتر از این افزودنی‌ها تفاوت مشهود و معنی‌داری در کاهش سرب برنج نشان نداد.

#### آماده‌سازی نمونه‌ها

الف) نمونه شاهد (Blank): سه نوع برنج وارداتی هندی، تایلندی، آمریکایی بدون هیچ فرایندی است.

ب) خیساندن و پختن بدون حضور ترکیبات کیلیت‌کننده (SC-Blank): ۱۰۰ گرم از هر نوع برنج به طور جداگانه در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب خیسانده و سپس به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه پخته شدند.

ج) خیساندن در حضور ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تارتارات پتاسیم (S-Tar) یا سیترات پتاسیم (S-Cit): ۱۰۰ گرم از هر نوع برنج به طور جداگانه در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول آبی سیترات یا تارتارات پتاسیم به مدت ۳ ساعت خیسانده شدند.

د) پختن در حضور ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تارتارات پتاسیم (C-Tar) یا سیترات پتاسیم (C-Cit): ۱۰۰ گرم از هر نوع برنج به طور جداگانه در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول آبی

ضعیف سیستم ایمنی بدن، کم‌خونی، تخریب ژن‌ها و حتی مرگ شود. پژوهش‌های بی‌شماری انجام شده که اثرات رویکردهای فراوری معمولی مواد غذایی را بر سطوح فلزات سنگین، بررسی می‌کند. مشخص شده که فرایند پخت ممکن است تحت شرایط مشخص، غلظت یا میزان عوامل آلوده‌کننده را در بافت‌های غذایی همچون غذاهای دریایی (Appleton, Weeks, Calvez, & Beinhoff, 2006) سبزیجات (Sharma, Agrawal, & Marshall, 2007) و برنج (Naseri, RahmaniKhah, Beiygloo, & Ranjbar, 2014) تغییر دهد. میزان آلودگی با فلزات سنگین تحت تأثیر روش پخت و اجزای فرایند پخت برنج قرار می‌گیرد. برخی از روش‌های پخت تا حدود زیادی می‌توانند محتوای فلزات سنگین را کاهش دهند (مورکیان، رضایی، آزادبخت و میرلوحی، ۱۳۹۲).

نتایج تحقیقی میانگین غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در ۱۰ نمونه برنج وارداتی پر مصرف در ترتیب را به ترتیب ۱۰۹، ۲۹۰ و ۵۵ میکروگرم بر کیلوگرم بر مبنای وزن خشک گزارش داد (رضائیان عطار و حصاری، ۱۳۹۲). Naseri و همکاران (۲۰۱۴) اثر روش‌های پخت (کته و آبکشی) بر غلظت چند فلز سنگین (کادمیوم، سرب، کروم، نیکل و کбалت) در برنج‌های وارداتی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان کاهش فلزات، پس از پخت برای تمام فلزات یکسان نبوده و ترتیب مشاهده Co>Ni>Pb>Cr (Zeng, Chen, Peng, Li, Yang, 2016) به شده است. بررسی حذف سرب و کادمیوم روغن دانه‌های گیاهی و کنجاله‌ آنها و روش حذف پرداختند. تارتارات پتاسیم و سیترات پتاسیم به طور مؤثری میزان فلزات سنگین را در کنجاله دانه‌های روغنی کاهش داد. Ping Zhuang و همکاران (۲۰۱۶)، ارزیابی اثر پخت بر قابلیت دسترسی زیستی کادمیوم و آرسنیک در برنج را مطالعه کردند. فرایند پخت قابلیت دسترسی زیستی کادمیوم و آرسنیک را در برنج کاهش داد.

باتوجه به آلوده‌بودن برنج‌های وارداتی به سرب، تاکنون راهکارهای ساده‌ای چون خیساندن برنج در آب معمولی ارائه شده و تا حدودی فلزات سنگین را کاهش داده‌اند. از این‌رو، هدف از این پژوهش تعیین غلظت سرب در برخی از ارقام برنج خارجی و حذف این عنصر توسط عوامل کیلیت‌کننده (تارتارات پتاسیم و سیترات پتاسیم) در

نیتریک اسید ۱۰ درصد حجمی-حجمی به عنوان شاهد استفاده شد. از محلول غلیظ سرب با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر، استانداردهایی با ۶ غلظت متفاوت تهیه شد و منحنی استاندارد مربوطه ترسیم گردید و ملاک تعیین غلظت نهایی سرب نمونه‌های مورد آزمون قرار گرفت (ادبی، مظہری، بیدکی و محمودی، ۱۳۹۲).

### ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها به روش هدونیک توسط ۱۰ ارزیاب انجام شد. امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها براساس میانگین امتیاز طعم، مزه و بافت از عدد ۱ تا ۵ به ترتیب برای کمترین و بیشترین مطلوبیت کدگذاری شد.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری با آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت. معنی‌داری نمونه‌ها با آزمون دانکن و در سطح ۹۵ درصد ارزیابی شد.

### میزان سرب برنج‌های وارداتی

میزان سرب سه نوع برنج وارداتی در شکل (۱) نشان داده شده است. اختلاف آماری بین میزان سرب انواع برنج وارداتی هندی، تایلندی و آمریکایی معنی‌دار بودند ( $P < 0.05$ ). بیشترین و کمترین مقدار سرب در برنج تایلندی و هندی به ترتیب  $7337/33$  و  $380/63$  میکروگرم بر کیلوگرم تعیین شد و میزان سرب برنج آمریکایی  $1975/67$  میکروگرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۶۸ و قوانین سازمان بهداشت جهانی (WHO)، حد مجاز سرب را در برنج  $0.15$  میلی‌گرم بر کیلوگرم مشخص نموده است (FAO, 2004؛ سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۸۹).

بر طبق حد مجاز گزارش شده، کلیه برنج‌های وارداتی میزان سرب بالاتر از حد مجاز داشتند. در مطالعه‌های صورت گرفته روی محصولات عمل آمده در بنگلادش، هند، چین، ویتنام، اندونزی و آبیاری برنج با آب‌های آلوده به آرسنیک و کشت برنج در مزارع آلوده به آن باعث تجمع آرسنیک در برنج و بحران آرسنیک در این مناطق معرفی شده است. در این رابطه، کود کشاورزی آلوده یکی از منابع

سیترات یا تارتارات پتابسیم به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه پخته شدند.

۵) خیساندن و پختن در حضور ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تارتارات پتابسیم (SC-Tar) یا سیترات پتابسیم (SC-Cit): دو تیمار (ج) و (د) پشت‌سرهم انجام شدند. تیمارها در جدول (۱) نشان داده شده‌اند.

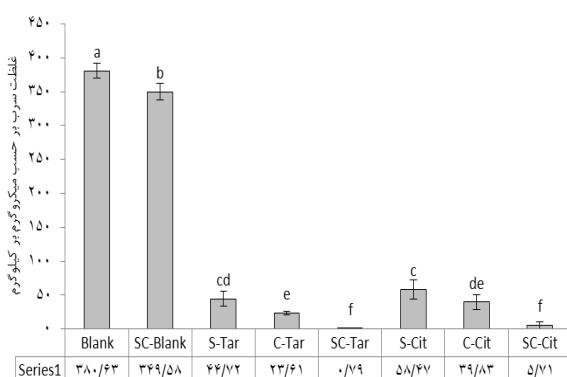
جدول ۱- تیمارهای به کاررفته در این پژوهش

ردیف	کد تیمار	نوع فرایند	نمونه شاهد
۱	Blank		
۲	SC-Blank	خیساندن و پختن بدون حضور ترکیبات کلی لیت‌کننده در آب جوش	
۳	S-Tar	خیساندن در حضور تارتارات پتابسیم	
۴	S-Cit	خیساندن در حضور سیترات پتابسیم	
۵	C-Tar	پختن در حضور تارتارات پتابسیم	
۶	C-Cit	پختن در حضور سیترات پتابسیم	
۷	SC-Tar	خیساندن و پختن در حضور تارتارات پتابسیم	
۸	SC-Cit	خیساندن و پختن در حضور سیترات پتابسیم	

در تمامی تیمارهای به کارگیری کی لیت‌کننده‌ها از غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم استفاده شده است.

اندازه‌گیری فلزات سنگین به روش جذب اتمی ابتدا  $2$  گرم نمونه آسیاب شده در بوته‌چینی توزین گردید. سپس نمونه‌ها روی شعله سوزانده شد و به کوره الکتریکی منتقل شدند. دمای کوره تا  $450$  درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و خاکسترشدن به مدت  $5$  ساعت انجام شد. بوته‌ها بعد از سردشدن به منظور محلول‌سازی به زیر هود منتقل شد.  $20$  میلی‌لیتر اسید کلریدیک  $6$  مولار به بوته اضافه شد و روی هیتر با دمای  $200$  درجه سانتی‌گراد حرارت داده تا میزان اسید در بوته به کمتر از  $3$  میلی‌لیتر برسد.  $10$  میلی‌لیتر اسید نیتریک  $1/1$  مولار به بوته اضافه و مجدداً  $2$  دقیقه روی هیتر حرارت داده شد. درنهایت محتوای بوته‌چینی توسط کاغذ صافی در یک بالن  $50$  میلی‌لیتر صاف و با آب دیونیزه به حجم رساند. میزان فلز سنگین سرب با دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی (پرکین‌إمر، ساخت آلمان) با طول موج  $283/5$  نانومتر، دمای احتراق  $800$  درجه سانتی‌گراد و دمای اتمی‌شدن  $2200$  درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

آماری معنی‌داری میان تیمارهای مختلف با نمونه شاهد وجود دارد و بالاترین میزان سرب در برنج خام گزارش شد. هنگام پخت برنج بدون عوامل کیلیت‌کننده این مقدار به  $349/58$  میکروگرم بر کیلوگرم رسید که باز هم از حد مجاز استاندارد بیشتر بود. استفاده از کیلیت‌کننده‌ها در حذف و کاهش سرب نقش مؤثری داشته که بیشترین اثر در تیمارهای SC-Cit و SC-Tar دیده شد اما بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P>0.05$ ). نتایج نشان داد که بین تیمارهای S-Tar و C-Tar و بین S-Cit و C-Cit اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $P<0.05$ ). همچنین در مرحله پخت با عوامل کیلیت‌کننده کاهش بیشتری از سرب نسبت به مرحله خیساندن با عوامل کیلیت‌کننده صورت گرفت ( $P<0.05$ ).

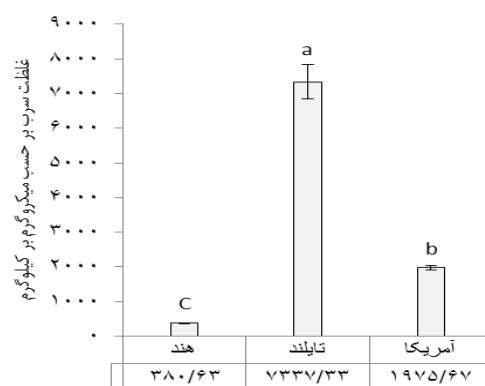


شکل ۲- مقایسه تأثیر نوع تیمار فراوری بر میزان سرب برنج هندی

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده معنی‌داری بودن در سطح  $0.05$  است.

باتوجه به شکل (۳)، کاهش چشمگیر سرب در تیمار SC-Cit و SC-Tar دیده می‌شود که اختلاف آن با نمونه شاهد معنی‌دار است ( $P<0.05$ ). زمانی که برنج با آب و بدون عوامل کیلیت‌کننده پخته شد این مقدار سرب به  $6210/14$  میکروگرم بر کیلوگرم رسید. تفاوت آماری معنی‌داری میان نمونه‌های خیسانده شده در تارتارات پتاسیم و نمونه‌های خیسانده شده در سیترات پتاسیم گزارش نشد. به علاوه، بین نمونه‌های پخته شده با تارتارات پتاسیم و پخته شده با سیترات پتاسیم نیز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P>0.05$ ).

آلودگی برنج به کادمیوم معرفی شده است (مورکیان و همکاران، ۱۳۹۲). در برخی از گزارش‌ها، نزدیکی مزارع برنج به مراکز صنعتی و آلوده شدن آب و خاک به فاضلاب آنها، عامل تجمع فلزات سنگین و خصوصاً سرب، کادمیوم و آرسنیک شناخته شده است (Cao & Hu, 2000؛ Morkian and Hmikan, 1392). مواد شیمیابی کشاورزی و دیگر فعالیت‌های انسانی می‌تواند جزء سایر منابع آلودگی کننده خاک‌های کشاورزی باشد (Zhao, Liu, Xu, & Selim, 2010). در این تحقیق آب و خاک به دانه برنج منتقل می‌شود و عموماً آلودگی سرب در محصولات نزدیک به جاده‌ها و کارخانجات صنعتی بیشتر گزارش شده است. P Zhuang و Li (2009) میزان سرب و کادمیوم برنج در چین را بالاتر از حد استاندارد و مجاز گزارش کردند. همچنین، Ke و همکاران (2015) میزان کادمیوم را در ۰/۱۴۹ ۴۸۴ نمونه برنج مناطق مختلف چین در محدوده  $0/189$  تا  $18/10$  میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که غلظت کادمیوم در  $18$  درصد از نمونه‌ها بالاتر از حد استاندارد گزارش شد. با وجود اینکه گزارش‌هایی از آلودگی انواع برنج به سرب در منابع وجود دارد، اما گزارشی مبنی بر تأثیر روش پخت با عوامل کیلیت‌کننده بر کاهش سرب در برنج ارائه نشده است.



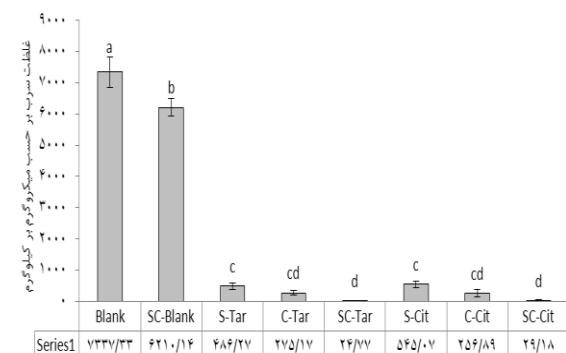
شکل ۱- مقایسه میزان سرب سه نوع برنج وارداتی حروف غیر مشابه نشان‌دهنده معنی‌داری بودن در سطح  $0.05$  است.

اثر نوع تیمار بر میزان سرب برنج همان‌گونه‌که در شکل (۲) نشان داده شده است، تفاوت

کاربرد روش‌هایی که طی آن از مقدار زیادی آب برای شستشو استفاده می‌شود، اثر ناچیزی در کاهش کادمیوم دارد (Chaney *et al.*, 2004; Huo, Du, Xue, Niu, & Khan, 2016). در برخی از مطالعه‌ها مانند مطالعه (Zhao, 2016) مشاهده شد که غلظت کادمیوم طی پخت تغییری نمی‌کند. محققین دیگری از روش خیساندن و پخت جهت کاهش دیگر فلزات سنگین برنج استفاده کردند. Mihucz, Záray, Jao, Zang, Virág (2007) گزارش دادند شستن و پخت برنج (به نسبت آب: برنج ۱:۶ میلی‌لیتر به گرم) میزان آرسنیک را به میزان قابل ملاحظه‌ای به پایین‌تر از حد مجاز کاهش داد و پس از خیساندن (نسبت آب: مقطر به برنج ۱:۶) و پخت محدود برنج (نسبت آب: مقطر به برنج ۳:۱)، کاهش کادمیوم را در حدود ۱۵-۲۰ درصد گزارش کردند. در پژوهش دیگر، پخت برنج (نسبت آب به برنج ۱:۲) موجب کاهش ۱۰ درصدی کادمیوم در مقایسه با برنج خام اولیه شد (Ping, 2014). Naseri و همکاران (Zhuang *et al.*, 2016) گزارش دادند که پختن می‌تواند میزان کادمیوم را در برنج کاهش دهد، اما Wang, Zhang, و Liu (2014) بیان کردند که تفاوت معنی‌داری بین میزان کادمیوم برنج پخته‌شده در مایکروویو و برنج خام وجود ندارد. نتایج این تحقیق با نتایج پیش‌رو همخوانی دارد.

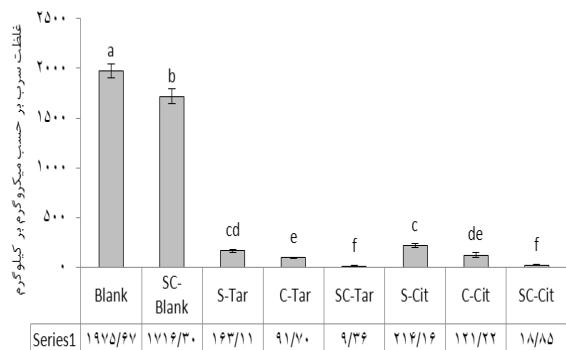
اثر متقابل تیمار و نوع برنج بر درصد حذف سرب طبق نتایج بدست‌آمده از جدول (۲) درخصوص برنج هندی و تایلندی، تفاوت آماری معنی‌داری میان تیمارهای مختلف با نمونه شاهد از نظر حذف سرب وجود دارد ( $P<0.05$ ). بین تیمارهای S-Tar و S-Cit هم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. برعلاوه، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای C-Cit و C-Tar گزارش نشد.

نتایج حاکی از آن است که کمترین درصد حذف سرب مربوط به تیمار SC-Blank و بیشترین درصد حذف سرب مربوط به تیمار خیساندن و پخت با عوامل کی لیت کننده تارتارات پتاسیم و سیترات پتاسیم است که بین دو نوع عامل کی لیت کننده در این شرایط اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ( $P>0.05$ ).



شکل -۳- مقایسه تأثیر نوع تیمار فراوری بر میزان سرب برنج تایلندی حروف غیر مشابه نشان‌دهنده معنی‌داری بودن در سطح ۰/۰۵ است.

نتایج شکل (۴) نشان می‌دهد که بین برنج شاهد و برنج پخته، تفاوت معنی‌داری وجود دارد و بیشترین مقدار سرب در برنج شاهد و کمترین مقدار سرب مربوط به تیمار SC-Tar و SC-Cit است. همچنین، نتایج نشان داد که بین تیمار S-Tar و C-Tar اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین تیمارهای S-Cit و S-Tar همچنین بین تیمارهای C-Cit و C-Tar اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ( $P>0.05$ ).



شکل -۴- مقایسه تأثیر نوع تیمار فراوری بر میزان سرب برنج آمریکایی حروف غیر مشابه نشان‌دهنده معنی‌داری بودن در سطح ۰/۰۵ است.

در مطالعه‌های قبلی درخصوص کاهش آرسنیک گزارش شد که مراحل خیساندن و پخت تأثیر زیادی بر کاهش میزان این فلز سنگین دارند. برخلاف نتایج گزارش شده از کاهش آرسنیک در پخت برنج، درمورد تغییرات کادمیوم گزارش شد که فرایند آماده‌سازی و پخت اثر کمی در کاهش غلظت کادمیوم به جا می‌گذارد. حتی

جدول ۲- میانگین درصد حذف سرب از برنج‌های وارداتی پس از به کارگیری تیمارهای مورد آزمون

نمونه	هند	تایلند	حدف سرب (درصد)	آمریکا
Blank	۰/۰۰ <sup>fA</sup> ±۰/۶۹	۰/۰۰ <sup>eA</sup> ±۰/۶۹	۰/۰۰ <sup>fA</sup> ±۰/۰۰	۰/۰۰ <sup>fA</sup> ±۰/۶۹
SC-Blank	۸/۱۶ <sup>eA</sup> ±۰/۵۵	۱۵/۳۶ <sup>dA</sup> ±۰/۵۵	۸/۱۶ <sup>eA</sup> ±۰/۵۵	۱۳/۱۳ <sup>eA</sup> ±۰/۵۵
S-Tar	۸۸/۲۵ <sup>cDB</sup> ±۰/۷۹	۹۳/۳۷ <sup>cA</sup> ±۰/۷۹	۹۳/۸۰ <sup>bB</sup> ±۰/۷۲	۹۱/۷۴ <sup>cAB</sup> ±۰/۷۹
C-Tar	۹۳/۸۰ <sup>bB</sup> ±۰/۷۲	۹۶/۲۵ <sup>bA</sup> ±۰/۷۲	۹۹/۷۹ <sup>aA</sup> ±۰/۴۹	۹۵/۳۶ <sup>bA</sup> ±۰/۷۲
SC-Tar	۸۹/۶۴ <sup>dB</sup> ±۰/۶۱	۹۹/۶۶ <sup>aA</sup> ±۰/۴۹	۸۴/۶۴ <sup>dB</sup> ±۰/۶۱	۹۹/۵۳ <sup>aA</sup> ±۰/۴۹
S-Cit	۸۹/۵۴ <sup>cB</sup> ±۰/۸۷	۹۲/۵۷ <sup>cA</sup> ±۰/۶۱	۸۴/۶۴ <sup>dB</sup> ±۰/۶۱	۸۹/۱۶ <sup>dAB</sup> ±۰/۶۱
C-Cit	۹۸/۵۰ <sup>aA</sup> ±۰/۶۹	۹۶/۵۰ <sup>bA</sup> ±۰/۸۷	۹۸/۵۰ <sup>aA</sup> ±۰/۶۹	۹۳/۸۶ <sup>bcA</sup> ±۰/۸۷
SC-Cit	۹۸/۵۰ <sup>aA</sup> ±۰/۶۹	۹۹/۶۰ <sup>aA</sup> ±۰/۶۹	۹۸/۵۰ <sup>aA</sup> ±۰/۶۹	۹۹/۰۵ <sup>aA</sup> ±۰/۶۹

نتایج به صورت میانگین±انحراف از میانگین سه تکرار گزارش شده است.

حروف غیر مشابه کوچک در هر ستون و حروف غیر مشابه بزرگ در هر ردیف نشان دهنده معنی دار بودن در سطح  $0.05$  است.

مربوط به برنج هندی است که اختلاف معنی داری میان این دو گونه برنج در این روش تیمار وجود دارد. بیشترین درصد حذف سرب در تیمار پخت با سیترات پتابسیم مربوط به برنج تایلندی و کمترین درصد حذف مربوط به برنج هندی است که از نظر آماری اختلاف معنی داری بین این دو گونه وجود دارد. تیمار خیساندن و پخت با سیترات پتابسیم در سه گونه برنج مورد آزمون از نظر درصد حذف سرب اختلاف ایجاد نکرد ( $P>0.05$ ).

از آنجایی که نمکهای تارتارات و سیترات پتابسیم باعث افزایش جابجایی و مهاجرت فلزات از خاکهای آلوده شده است لذا می‌تواند به عنوان یک افزودنی ایمن در مواد غذایی جهت مهاجرت فلزات سنگین از درون محصولات غذایی استفاده شود (Wu, Luo, Christie, & Wong, 2003). Yang و همکاران (2016) گزارش کردند که کیلیت‌کننده‌ها (تارتارات و سیترات پتابسیم) می‌توانند سرب و کادمیوم را به میزان قابل ملاحظه‌ای از کنجاله بadamزمینی و گُلزا حذف کنند. همچنین با افزایش غلظت کیلیت‌کننده‌ها، حذف فلزات سنگین افزایش یافت و ارتباط خطی بین افزایش غلظت و افزایش راندمان حذف حاصل شد. تارتارات پتابسیم به عنوان حذف‌کننده مؤثر برای خارج‌سازی کادمیوم از کنجاله گُلزا به کار رفت و راندمان حذف کادمیوم  $75/0.2$  درصد بود و غلظت کادمیوم از  $0/95$  به  $0/24$  میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یافت (غلظت  $30$  میلی مولار تارتارات پتابسیم). نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده در پژوهش حاضر همخوانی دارد. آنها مشاهده کردند که افزایش زمان و دمای تیمار کنجاله بadamزمینی و گُلزا در حضور تارتارات پتابسیم و

مطابق جدول (۲)، درخصوص برنج آمریکایی، بین تیمار S-Tar و تیمار C-Cit اختلاف معنی داری در سطح  $0.05$  وجود دارد؛ اما بین تیمار C-Tar و تیمار SC-Cit اختلاف معنی دار وجود ندارد. بیشترین درصد حذف مربوط به تیمار SC-Tar و تیمار SC-Cit بوده که اختلاف معنی داری بین این دو تیمار مشاهده نشد.

بیشترین و کمترین درصد حذف سرب در تیمار خیساندن با تارتارات پتابسیم به ترتیب مربوط به برنج تایلندی و برنج هندی است و اختلاف بین این دو گونه معنی دار بود ( $P<0.05$ ). بیشترین درصد حذف سرب در روش پخت با تارتارات پتابسیم مربوط به برنج تایلندی و آمریکایی بوده که بین این دو گونه برنج از نظر درصد حذف سرب اختلاف معنی دار وجود ندارد. در برنج هندی درصد حذف سرب در روش تیمار پخت با تارتارات  $۹۳/۸۰$  درصد است که در مقایسه با دو گونه دیگر درصد حذف سرب کمتری را داشته است ( $P<0.05$ ).

تفاوت آماری معنی داری میان انواع برنج هندی، تایلندی و آمریکایی خیسانده و پخته شده در تارتارات پتابسیم از لحاظ درصد حذف سرب مشاهده نشد ( $P>0.05$ ). نتایج نشان داد که استفاده از تارتارات پتابسیم در مرحله خیساندن و پخت به طور همزمان، بیشترین درصد حذف سرب را خواهد داشت. به طوری که در برنج هندی  $99/79$  درصد سرب حذف شده و تنها  $0/21$  درصد سرب در برنج باقی مانده است.

طبق نتایج نشان داده شده در جدول (۲)، بیشترین درصد حذف سرب در تیمار خیساندن برنج با سیترات مربوط به برنج تایلندی و کمترین درصد حذف سرب

خصوصیات نداشته باشد تا از طرف مصرف کننده رد شود.

جدول ۳- میانگین ارزیابی حسی (پذیرش کلی) نمونه های برنج پس از تیمارهای مورد آزمون

آمریکا	تایلند	هند	نمونه	پذیرش کلی
-	-	-	Blank	
۴/۱۰ <sup>a</sup> ±۰/۸۵	۴/۲۵ <sup>a</sup> ±۰/۷۹	۴/۰۵ <sup>a</sup> ±۰/۶۹	SC-Blank	
۴/۰۰ <sup>a</sup> ±۰/۶۵	۴/۳۰ <sup>a</sup> ±۰/۶۹	۴/۱۰ <sup>a</sup> ±۰/۵۵	S-Tar	
۴/۲۰ <sup>a</sup> ±۰/۵۶	۴/۳۵ <sup>a</sup> ±۰/۱۰	۴/۲۵ <sup>a</sup> ±۰/۷۹	C-Tar	
۴/۳۵ <sup>a</sup> ±۰/۴۴	۴/۱۵ <sup>a</sup> ±۰/۹۳	۴/۰۰ <sup>a</sup> ±۰/۷۲	SC-Tar	
۴/۱۰ <sup>a</sup> ±۰/۷۲	۴/۴۵ <sup>a</sup> ±۰/۶۰	۴/۲۰ <sup>a</sup> ±۰/۴۹	S-Tar	
۴/۲۰ <sup>a</sup> ±۰/۵۱	۴/۳۰ <sup>a</sup> ±۰/۹۸	۴/۵۰ <sup>a</sup> ±۰/۶۱	C-Tar	
۴/۱۰ <sup>a</sup> ±۰/۳۹	۴/۱۰ <sup>a</sup> ±۱/۱۰	۴/۰۵ <sup>a</sup> ±۰/۸۷	SC-Tar	

نتایج به صورت میانگین ± انحراف از میانگین امتیاز ۱۰ ارزیاب گزارش شده است.

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

### نتیجه گیری

بیشترین و کمترین مقدار سرب به ترتیب در برنج تایلندی و هندی دیده شد. در تمامی نمونه ها، میزان سرب بالاتر از حد مجاز و استاندارد گزارش شد. تیمار خیساندن در مقایسه با پخت تأثیر کمتری در حذف سرب داشت. تیمار خیساندن و سپس پخت با هم توانست میزان سرب را به میزان معنی داری کاهش دهد. نمک کی لیت کننده تارتارات در مقایسه با سیترات اثر بیشتری در حذف سرب از برنج های وارداتی داشت. ارزیابی حسی نمونه ها نشان داد که تفاوت آماری معنی داری بین تیمارها وجود ندارد.

سیترات پتاسیم، تأثیر بیشتری در کاهش میزان سرب و کادمیوم دارد. Huo و همکاران (۲۰۱۶) از اسید سیتریک جهت حذف کادمیوم از برنج استفاده کردند و برنج های آلوده بعد از تیمار با اسید سیتریک جهت تولید نشاسته و ایزو لئه پروتئین برنج به کار رفت.

در مجموع، بر طبق نتایج گزارش های قبلی و مشاهده های این تحقیق می توان بیان کرد که نمک های تارتارات و سیترات پتاسیم و اسید های آن به واسطه گروه های کربوکسیل خود و توانایی کی لیت کردن یون های فلزی می توانند، خارج کردن این ترکیبات را از منابع گیاهی افزایش دهند. بر طبق نتایج تحقیق پیش رو، عملکرد تارتارات پتاسیم در مقایسه با سیترات پتاسیم در حذف سرب بیشتر است.

### ارزیابی حسی برنج های تیمار شده

ارزیابی حسی محصول مهم ترین پارامتر کیفی از سمت مصرف کننده است. نتایج ارزیابی حسی برنج های پخته شده (هند، تایلند و آمریکا) در شرایط مختلف و در حضور ترکیبات کی لیت کننده سیترات پتاسیم و تارتارات پتاسیم در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج ارزیابی حسی نمونه ها نشان داد که تیمارهای انجام شده تغییری در خصوصیات ارزیابی حسی برنج ها ایجاد نکرده، به گونه ای که ارزیاب ها اختلافی در نمونه های مختلف پخته شده با نمک های کی لیت کننده تشخیص ندادند ( $P > 0/05$ ). از این رو، استفاده از نمک های مربوطه می تواند علاوه بر کاهش فلزات سنگین در برنج های وارداتی اثری بر این

### منابع

ادبی، م.، مظہری، م.، بیدکی، ک. و محمودی، م. (۱۳۹۲). اثر شستشو و خیساندن بر کاهش میزان سرب، آرسنیک و کادمیوم برنج های توزی شده در کرمانشاه. ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ۱۷، ۶۲۸-۶۳۶.

رضائیان عطار، ف. و حصاری، ج. (۱۳۹۲). بررسی آلودگی برنج های وارداتی به آلاینده های فلزی کادمیوم، سرب و آرسنیک. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، ۳۳، ۵۸۱-۵۹۴.

زيارتی، پ. و مصلحی شاد، م. (۱۳۹۶). بررسی میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در برنج ایرانی و وارداتی مصرفی شهر تهران. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱۲(۲)، ۹۷-۱۰۴.

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۹). خواک انسان-دام-بیشینه رواداری فلزات سنگین. (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۲۹۶۸). برگفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=3036>

مورکیان، ر.، رضایی، ا.، آزادیخت، ل. و میرلوحی، م. (۱۳۹۲). عوامل پخت تأثیرگذار بر محتوای فلزات سنگین در برنج. *مجله تحقیقات نظام سلامت*. ۱۴۰۵-۱۳۹۴.

Adibi, h., Mazhari, M., Bidaki, K., & Mahmoudi, M., (2014). The effect of washing and soaking on reducing the amount of lead, arsenic and cadmium in distributed rice in Kermanshah. *Monthly Journal of Kermanshah University of Medical Sciences*, 17, 628-636. (in Persian)

Alimentarius Commission, C. (1995). CODEX General Standard for Food Additives CODEX STAN. 192–1995. Retrieved from [http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS\\_192e.pdf](http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192e.pdf)

Appleton, J., Weeks, J., Calvez, J., & Beinhoff, C. (2006). Impacts of mercury contaminated mining waste on soil quality, crops, bivalves, and fish in the Naboc River area, Mindanao, Philippines. *Science of the Total Environment*, 354(2-3), 198-211. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.01.042>

Cao, Z., & Hu, Z. (2000). Copper contamination in paddy soils irrigated with wastewater. *Chemosphere*, 41(1-2), 3-6. doi:[https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00383-5](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00383-5)

Chaney, R. L., Reeves, P. G., Ryan, J. A., Simmons, R. W., Welch, R. M., & Angle, J. S. (2004). An improved understanding of soil Cd risk to humans and low cost methods to phytoextract Cd from contaminated soils to prevent soil Cd risks. *Biometals*, 17(5), 549-553. doi:<https://doi.org/10.1023/B:BIOM.0000045737.85738.cf>

FAO. (2004). FAO statistical databases. *Food and Agriculture Organization*. Retrieved from Available from: <http://apps.fao.org>

Huo, Y., Du, H., Xue, B., Niu, M., & Zhao, S. (2016). Cadmium removal from rice by separating and washing protein isolate. *Journal of Food Science*, 81(6), T1576-T1584. doi:<https://doi.org/10.1111/1750-3841.13323>

Iranian National Standardization Organization. (2010). *Human-animal feed - maximum tolerance of heavy metals*. (ISIRI Standard No. 12968). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=3036> (in Persian)

Ke, S., Cheng, X.-Y., Zhang, N., Hu, H.-G., Yan, Q., Hou, L.-L., . . . Chen, Z.-N. (2015). Cadmium contamination of rice from various polluted areas of China and its potential risks to human health. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(7), 408. doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-015-4638-8>

Khan, S. I., Ahmed, A. M., Yunus, M., Rahman, M., Hore, S. K., Vahter, M., & Wahed, M. (2010). Arsenic and cadmium in food-chain in Bangladesh-an exploratory study. *Journal of Health, Population, and Nutrition*, 28(6), 578-584.

Mihucz, V. G., Virág, I., Zang, C., Jao, Y., & Záray, G. (2007). Arsenic removal from rice by washing and cooking with water. *Food Chemistry*, 105(4), 1718-1725. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.057>

Morekian, R., Rezaee, E., Azadbakht, L., & Mirlohi, M. (2014). Cooking elements affecting on heavy metal concentration in rice. *Journal of Health System Researchs* (Nutrition Special Issue), 1394-1405 (in Persian).

Naseri, M., Rahmani-khah, Z., Beiygloo, V., & Ranjbar, S. (2014). Effects of two cooking methods on the concentrations of some heavy metals (cadmium, lead, chromium, nickel and cobalt) in some rice brands available in Iranian Market. *Journal of Chemical Health Risks*, 4(2), 65-72. doi:<https://doi.org/10.22034/JCHR.2018.544068>

Rezaeian-Attar, F., & Fence, C. (2014). Investigating the contamination of high-grade imported rice in Tabriz city with metal contaminants of cadmium, lead and arsenic. *Journal of Research in Food Industries*, 33, 581-594. (in Persian)

Sharma, R. K., Agrawal, M., & Marshall, F. (2007). Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 66(2), 258-266. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.11.007>

Shuklas, P. (2005). Adsorption of Cu, Ni, and Zn on modified jute fibers. *Bioresource Technology*, 96(13), 1430-1438.

Wang, Z., Wang, H., Zhang, Z., & Liu, G. (2014). Electrochemical determination of lead and cadmium in rice by a disposable bismuth/electrochemically reduced graphene/ionic liquid composite modified screen-printed electrode. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 199, 7-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.snb.2014.03.092>

- Wu, L., Luo, Y., Christie, P., & Wong, M. H. (2003). Effects of EDTA and low molecular weight organic acids on soil solution properties of a heavy metal polluted soil. *Chemosphere*, 50(6), 819-822. doi:[https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(02\)00225-4](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00225-4)
- Yang, Y., Li, H., Peng, L., Chen, Z., & Zeng, Q. (2016). Assessment of Pb and Cd in seed oils and meals and methodology of their extraction. *Food Chemistry*, 197, 482-488.
- Zhao, K., Liu, X., Xu, J., & Selim, H. (2010). Heavy metal contaminations in a soil–rice system: identification of spatial dependence in relation to soil properties of paddy fields. *Journal of Hazardous Materials*, 181(1-3), 778-787. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.05.081>
- Zhuang, P., Zhang, C., Li, Y., Zou, B., Mo, H., Wu, K., . . . Li, Z. (2016). Assessment of influences of cooking on cadmium and arsenic bioaccessibility in rice, using an in vitro physiologically-based extraction test. *Food Chemistry*, 213, 206-214. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.066>
- Zhuang, P., Zou, B., Li, N., & Li, Z. (2009). Heavy metal contamination in soils and food crops around Dabaoshan mine in Guangdong, China: implication for human health. *Environmental Geochemistry and Health*, 31(6), 707-715. doi:<https://doi.org/10.1007/s10653-009-9248-3>
- Ziarati, P., & Moslehi-shad, M. (2018). Determination of heavy metals based on the lead, cadmium, and nickel in Iranian and imported rice in Tehran. *Journal of Nutrition Sciences and Food Industry of Iran*, 12(2), 97-104. (in Persian)

## The Effect of Potassium Citrate and Tartrate as Chelating Agents on the Removal of Lead from Rice in the Cooking Process

Atefeh Sadat Hashemi Garmdarreh<sup>1</sup>, Mohammad Goli<sup>2\*</sup>

1- MSc. Graduated, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran

\* Corresponding author (mgolifood@yahoo.com)

### Abstract

Nowadays, the contamination of rice with heavy metals is one of the problems facing humanity. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of soaking and cooking in the presence of chelating agents such as GRAS including, tartrate potassium and potassium citrate (200 mg/kg) on the removal of lead from three types of imported rice (India, Thailand and the United States). Atomic absorption measurements were performed in three replications and the difference in mean of 0.05 was done by Duncan test. The highest and lowest amount of lead was measured in Thai and Indian rice, 7337.33 and 380.63  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , respectively. The process of soaking and cooking with the salt of tartrate and citrate reduced lead by more than 98.5, 99.6 and 99.05% in Indian, Thai and American rice, respectively. The effect of the cooking process compared with soaking had a more significant effect on lead removal ( $P<0.05$ ). Tartrate had a greater effect on the removal of this heavy metal than citrate ( $P<0.05$ ), and soaking and cooking treatment could more significantly reduce the amount of lead. The sensory evaluation of samples showed that there was no statistically significant difference between treatments ( $P>0.05$ ).

**Keywords:** Chelating Agents, Lead Removal, Rice, Sensory Evaluation, Soaking and Cooking Treatment

## اثر عصاره جلبک دریایی *Ulva flexuosa Wulfen* و آویشن شیرازی بر ویژگی‌های پرتقال واشنگتن ناول در مدت انبارداری<sup>۱</sup>

محبوبه رضایی<sup>۱</sup>، فرزین عبدالپهی<sup>۲\*</sup>، عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی<sup>۲</sup>، مرتضی یوسفزادی<sup>۳</sup>

۱- دانشآموخته کارشناسی ارشد، گروه باگبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲- استادیار، گروه باگبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

\*نویسنده مسئول (fabdollahi@hormozgan.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه زیست دریا، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۱۹

### چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از مواد زیستی به منظور بهبود ویژگی‌های کیفی محصولات باگی موردنظر پژوهشگران قرار گرفته است. لذا در این پژوهش اثر عصاره جلبک دریایی *Ulva Flexuosa Wulfen* و آویشن شیرازی بر برخی از ویژگی‌های کیفی پس از برداشت پرتقال واشنگتن ناول در شرایط نگهداری در انبارسرا در مدت ۶۰ روز انجام شد (ویژگی‌های کیفی با فواصل ۱۵ روز یک بار مورد ارزیابی قرار گرفت). نتایج به دست آمده نشان داد که در پایان زمان انبارمانی در روز ۶۰ گرم درصد کاهش وزن، درصد پوسیدگی، درصد مواد جامد محلول کل، افزایش و در مقابل درصد آبمیوه، اسیدیتۀ قابل تیتراسیون و میزان اسید اسکوربیک کاهش یافت. کاربرد عصاره جلبک و آویشن شیرازی باعث بهبود ویژگی‌های کیفی پرتقال شد. عصاره جلبک دریایی در مقایسه با عصاره آویشن شیرازی در بهبود ویژگی‌های یادشده مؤثرتر بود. نتایج نشان داد در اغلب صفات ارزیابی شده مؤثرترین تیمار، کاربرد ۰/۹۴ گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی بود به طوری که، بیشترین کاهش درصد پوسیدگی در این غلظت مشاهده شد. همچنین بیشترین (۳۵/۴۹) درصد آبمیوه و کمترین (۳/۲۶) درصد کاهش وزن در تیمار عصاره جلبک ۳/۷۵ گرم در لیتر به دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که عصاره جلبک دریایی می‌تواند به عنوان یک ترکیب زیستی برای بهبود کیفیت پس از برداشت میوه پرتقال استفاده شود.

کرده است (Nabti, Jha, & Hartmann, 2017). استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت و انسان در تولید و نگهداری محصولات کشاورزی موجب تولید مواد غذایی سالم زیستی خواهد شد (اصغری مرجانلو، ۱۳۸۵). بهدلیل فسادپذیری میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده از روش‌های جدید از جمله کاربرد مواد زیستی برای جلوگیری از ضایعات پس از برداشت این محصولات ضروری به نظر می‌رسد (اثنی عشری و زکائی خسروشاهی، ۱۳۸۷). لذا در

### مقدمه

یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که تولیدکنندۀ‌های محصولات زراعی و باگی با آن مواجه هستند، تولید بیشتر و حفظ کیفیت محصول همراه با کاهش ضایعات آن در طی انبارداری و بازاریابی است (Harker, Gunson, & Jaeger, 2003). در سال‌های اخیر تولید محصولات با کیفیت بالا برای مصرف تازه‌خواری همراه با افزایش عمر نگهداری آنها با کاربرد ترکیبات زیستی توجه زیادی را به خود جلب

پس از برداشت محصولات باغی هستند به طوری که عصاره آویشن شیرازی، باگی و آویشن کوهی به دلیل دارا بودن مواد مؤثره از جمله تیمول و کارواکرول، خاصیت ضدقارچی و ضدانگل داشته و به عنوان ماده ضد عفونی کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند (شعبانپور، ذوالفاری، فلاجزاده و علی پور، ۱۳۹۰؛ صفائی و افیونی، ۱۳۹۱؛ ضابطیان حسینی، مرتضوی، فضلی بزار، کوچکی و بلوریان، ۱۳۸۹) و به همین علت می‌توانند موجب کاهش فساد زودهنگام میوه‌ها و افزایش کیفیت پس از برداشت آنها گردند. معمولاً غلظت عصاره مصرفی به منظور جلوگیری از فعالیت میکربی به حدی پایین است که تأثیری بر ویژگی‌های حسی مواد غذایی نمی‌گذارد، بنابراین این مواد را می‌توان جایگزین افزودنی‌های شیمیایی به منظور حفظ ویژگی‌های کیفی مواد غذایی کرد (ضابطیان حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعه‌های مختلف نشان داده‌اند که کاربرد عصاره آویشن باگی و شیرازی به عنوان ترکیبات زیستی باعث بهبود ویژگی‌های کیفی و عمر پس از برداشت محصولات مختلف کشاورزی می‌شود. در پژوهشی که توسط تولی، راحمی و کریمی، (۱۳۸۶) انجام شد عصاره آویشن شیرازی باعث بهبود ویژگی‌های پس از برداشت میوه پرتقال شد. همچنین کاربرد پوشش خوارکی بر پایه پروتئین آب‌پنیر در ترکیب با عصاره آویشن شیرازی باعث بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی هلو گردید (اجنوردی، جوانمرد و اسداللهی، ۱۳۹۱). از طرف دیگر عصاره الکلی آویشن باگی از طریق کاهش تراکم ریسه قارچ‌های فوزاریوم<sup>۵</sup> و رایزوپوس<sup>۶</sup> موجب کاهش علائم پوسیدگی گوجه‌فرنگی شد (Ibrahim & Al-Ebady, 2014). بنابراین، هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر عصاره جلبک دریایی و عصاره آویشن شیرازی به عنوان ترکیبات زیستی بر حفظ ویژگی‌های کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول در طول انبارمانی سرد است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش روی میوه پرتقال واشنگتن ناول انجام شد. میوه‌ها در مرحله بلوغ از شهرستان داراب تهیه شده و از قسمت دم با قیچی چیده شدند تا زخم یا خراش روی میوه‌ها ایجاد نشود. سپس بلا فاصله به آرمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی هرمزگان منتقل شدند. میوه‌ها یکسان و یکاندازه و بدون آسیب انتخاب شدند. در ابتدا میوه‌ها در محلولی از آب و مایع شوینده کاملاً شسته و شو داده شدند،

<sup>۵</sup> *Fusarium* sp

<sup>۶</sup> *Rhizopus* sp

سال‌های اخیر استفاده از ترکیبات زیستی به عنوان راه کاری جهت افزایش عمر پس از برداشت و حفظ کیفیت و سلامت محصولات کشاورزی مطرح شده است (Lanciotti et al., 2004).

اولین مطالعه درباره نقش عصاره جلبک دریایی به عنوان ترکیب زیستی در بهبود ویژگی‌های کیفی میوه در اواخر دهه ۱۹۷۰ توسط Jones, Blunden و Passam (1978) انجام شد به طوری که آنها نشان دادند که عصاره جلبک دریایی باعث حفظ و بهبود ویژگی‌های کیفی میوه آووکادو<sup>۱</sup> می‌گردد. از طرف دیگر برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بسیاری از ترکیبات مشتق شده از گونه‌های مختلف جلبک دریایی سبز و قرمز دارای طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی همانند فعالیت ضد باکتری، ضد ویروسی، آنتی‌اکسیدانی، ضد قارچی در گیاهان می‌باشند (Demirel, Yilmaz-Koz, Karabay-, 2009; Nabti et al., 2017).

عصاره جلبک‌های دریایی حاوی عناصر کم مصرف، فیتوهورمون‌ها، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و پیتیدهای (El-Matty, Shahin, El-Shiekh, & El-Abd-Migeed, 2010; Motty, Ibrahim, 2013; Nabti et al., 2017) که باعث افزایش طرفیت سنتز مواد هورمونی، افزایش مقاومت در برابر بیماری‌های زیستی و فیزیولوژیکی، افزایش عطر، طعم، رنگ، حفظ کیفیت میوه، افزایش سطح قند و بالا بردن ارزش غذایی در گیاهان از جمله مرکبات می‌شود (Kamel, 2014; Norrie, 2005). از طرف دیگر خاصیت ضد میکروبی در عصاره جلبک دریایی جنس *Ulva* مشاهده شده است (Rebecca, Dhanalakshmi, & Sharmila, 2012) مشخص شده است که عصاره جلبک (ولو/ فلکسوزرا<sup>۲</sup>) دارای خاصیت ضد میکروبی بالا و ضد قارچی متوسطی می‌باشد (Mashjoor, Yousefzadi, Zolgharnain, Kamrani, & Mashjoor, 2018). مشخص شده است که عصاره جلبک آسکوفیلیوم نودوسوم<sup>۳</sup> از بلوغ و پیری میوه‌های درون انبار Featonby-Smith & Van Staden, (1983) همچنین گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی آسکوفیلیوم نودوسوم نقش مهمی در نگهداری کیفیت پس از برداشت کاهو ایفا می‌کند (Abetz & Young, 1983).

عصاره‌های گیاهان دارویی گسترده‌ترین و پر کاربردترین گروه ترکیبات طبیعی مورد استفاده در کنترل بیماری‌های

<sup>1</sup> Avocado

<sup>2</sup> phytohormones

<sup>3</sup> *Ulva flexuosa* Wulfen

<sup>4</sup> *Ascophyllum nodosum*

انکوباسیون در تاریکی، فیلتر و توسط دستگاه تبخیرکننده گردان تغییض شد. به این ترتیب عصاره بدون الكل به دست آمد (Salehi et al., 2005).

در این پژوهش میوه‌های پرنتال به ۶ گروه تقسیم شدند و هر گروه در تیمارهای موردنظر به مدت ۱۵ دقیقه غوطه‌ور شدند و پس از خشکشدن مجدد میوه‌ها در بسته‌های پلاستیکی بسته‌بندی شده و در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد به مدت ۶۰ روز انبارمانی شدند و در فواصل زمانی هر ۱۵ روز یکبار صفات زیر ارزیابی شدند.

#### کاهش وزن میوه

اندازه‌گیری وزن میوه توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد. برای تعیین میزان کاهش وزن، ۲ عدد میوہ ثابت برای هر تیمار در شروع آزمایش و نیز طی دوره انبارمانی انتخاب و وزن شدند و با توجه به وزن اولیه، درصد کاهش وزن از رابطه (۱) محاسبه گردید (مؤمنی، حسن‌پور، شادی‌پور و شاهبیک، ۱۳۸۱).

رابطه (۱)

$$\frac{\text{وزن ثانویه میوه} - \text{وزن اولیه میوه}}{\text{وزن اولیه میوه}} \times 100 = \frac{\text{درصد وزن کاهش}}{\text{درصد آب میوه}}$$

#### درصد آب میوه

ابتدا میوه را وزن کرده سپس توسط دستگاه آب‌میوه‌گیری آب آنها را گرفته و آب‌میوه به دست آمده را وزن و درصد آب‌میوه با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد.

رابطه (۲)

$$\frac{\text{وزن آب میوه}}{\text{وزن میوه}} = \frac{\text{درصد آب میوه}}{\text{درصد میوه}}$$

#### شاخص پوسیدگی

درصد پوسیدگی میوه به صورت مشاهده‌ای و در ۵ درجه شامل سطح صفر: سطح میوه عاری از هرگونه علامت پوسیدگی، سطح ۱: کمتر یا مساوی ۵ درصد سطح میوه دارای آلوگی، سطح ۲: بیشتر از ۵ درصد و یا کمتر یا مساوی ۲۰ درصد از سطح میوه دارای علامت بیماری، سطح ۳: بیشتر از ۲۰ درصد و کمتر یا مساوی ۵۰ درصد از سطح میوه دارای علامت پوسیدگی، سطح ۴: بیشتر از ۵۰ درصد از سطح میوه دارای علامت پوسیدگی نمره‌های شد و شاخص پوسیدگی با استفاده از رابطه (۳) (Ayala-Zavala, Wang, & González-Aguilar, 2007) محاسبه گردید.

سپس با هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به مدت ۳ دقیقه ضدغونی گردیدند و پس از آبکشی مجدد در دمای آزمایشگاه خشک شدند.

در این آزمایش جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های موردنظر از مواد شیمیایی متابول ۹۵ درصد، اتانول ۸۷ درصد، ید و یدور پاتاسیم (شرکت مرک آلمان)، هیدروکسید سدیم (شرکت سیگما-آلریچ آلمان)، فل فتالئین (شرکت Biochem، ساخت فرانسه) و تجهیزات آزمایشگاهی آسیاب برقی (مدل Hamilton GH-107 گردان<sup>۱</sup> Senco، ساخت چین)، هود لامینار (رادطب نوین، ساخت ایران)، ترازوی دیجیتال (مدل FX 300i Match، مدل ژاپن) با دقت ۰/۰۰۱ گرم، آب مرکبات‌گیری (مدل JU-171 ساخت چین) و رنگ‌سنج (DBR95، ساخت تایوان) استفاده شد.

در این پژوهش برای تهیه عصاره جلبک دریایی، گونه جلبک سبز /ولوا فلکسوزرا از سواحل خلیج فارس جمع‌آوری و سپس به آزمایشگاه انتقال داده شد. ابتدا جلبک‌ها را کاملاً شستشو داده و سپس درون آب‌مقطور غوطه‌ور کرده (برای خارج شدن املاح) و هر چند ساعت یکبار آب آنها تعویض گردید. سپس جلبک‌ها را روی یک پارچه تمیز در سایه گسترانیده و طی ۳ روز در مجاورت هوا خشک شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها توسط آسیاب برقی به صورت کاملاً پودر Salehi, Sonboli, Eftekhar, Nejad-Ebrahimi, & Yousefzadi, 2005.

عصاره‌گیری از جلبک‌ها به روش غوطه‌وری ۱۰ درصد جرمی-حجمی از پودر جلبک درون حلال متابول انجام پذیرفت. به این ترتیب که در ابتدا مقدار ۲۰۰ گرم از پودر خشک جلبک توزین و به ظروف شیشه‌ای منتقل شد، سپس ۲۰۰۰ میلی‌لیتر متابول به نمونه‌ها افزوده و پس از تکان دادن به مدت ۴۸ ساعت در تاریکی نگهداری شدند. عصاره حاصل را صاف کرده و با استفاده از دستگاه تبخیرکننده گردان در فشار کاهش‌یافته و در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد تغییض گردید. سپس عصاره متابولی حاصل به درون پتربی‌دیش‌های تمیز منتقل و در زیر هود لامینار خشک شدند (Salehi et al., 2005).

برای تهیه عصاره آویشن شیرازی از روش غوطه‌ورسازی استفاده شد. بدین‌منظور نخست مقداری برگ خشک شده آویشن شیرازی آسیاب و سپس با اتانول ۸۷ درصد مخلوط و در بطری در شرایط تاریکی نگهداری شد. پس از ۴۸ ساعت

<sup>۱</sup> Rotary

پژوهش شامل فاکتور سطوح مختلف مواد زیستی (۶ سطح) شامل عصاره جلبک دریایی در ۴ غلظت ۰/۹۴، ۱/۸۸، ۳/۷۵ و ۷/۵۰ گرم در لیتر و عصاره آویشن شیرازی در غلظت ۰/۱۴ گرم در لیتر در مقایسه با میوه‌های تیمارنشده (به عنوان شاهد) و فاکتور زمان انبارمانی (۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز) میوه پرنتقال بود. در پایان آزمایش داده‌های به دست آمده با استفاده از نرمافزار آماری SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده آزمون چندمنظوره دانکن در سطح احتمال ( $P < 0.05$ ) انجام گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرمافزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۱۳ رسم شد.

### نتایج و بحث

#### کاهش وزن میوه

نتایج تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف ترکیبات زیستی (عصاره جلبک و عصاره آویشن) و زمان انبارمانی و اثر متقابل آنها بر کاهش وزن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمار و مدت انبارمانی نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی درصد کاهش وزن افزایش یافت. این موضوع به دلیل ازدست‌رفتن آب میوه پرنتقال در اثر تعرق در طی انبارمانی می‌باشد که بستگی زیادی به طول دوره انبارمانی و دمای انبار دارد (Rab *et al.*, 2015). کاربرد عصاره جلبک باعث جلوگیری از کاهش وزن میوه پرنتقال در طی انبارمانی در مقایسه با شاهد گردید. در پایان ۶۰ روز نگهداری میوه در انبار، کمترین (۳/۲۷ درصد) و بیشترین (۴/۷۷ درصد) میزان کاهش وزن به ترتیب در تیمار ۳/۷۵ گرم در لیتر عصاره جلبک و تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱). مشابه این نتایج Prithiviraj و Critchley, Hodges, Fan, Omar (۲۰۱۴) و (۲۰۱۳) گزارش کردند که عصاره جلبک‌های دریایی سبز و قرمز به صورت یک ترکیب طبیعی ضدتعرق مانع از خروج آب و درنتیجه جلوگیری از کاهش وزن و حفظ آب میوه در مدت انبارمانی و حفظ کیفیت میوه می‌شود. در مطالعه حاضر هرچند کاربرد اسانس آویشن توانست به طور معنی‌دار درصد کاهش وزن میوه را در مقایسه با شاهد کاهش دهد اما کارایی آن در مقایسه با تیمار ۳/۷۵ گرم در لیتر عصاره جلبک کمتر بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد عصاره آویشن از طریق کاهش تعرق میوه و فعالیت هورمون اتیلن باعث جلوگیری از کاهش وزن میوه مركبات گردد (Pérez-Alfonso *et al.*, 2012).

### رابطه ۳

$$\sum_{(\text{درجه پوسیدگی})} = \text{شاخص پوسیدگی} \\ (\text{تعداد کل میوه‌ها در هر تکرار}) / (\text{تعداد میوه در هر درجه پوسیدگی}) \times$$

#### اسید آسکوربیک

به منظور اندازه‌گیری اسید آسکوربیک، در یک اrlen حاوی ۱۰ میلی‌لیتر عصاره میوه، ۲۰ میلی‌لیتر آب‌مقطّر و ۲ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱ درصد تهیه و توسط محلولی حاوی ۱/۶ گرم ید و ۱۶ گرم یدور پتابسیم که به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسیده بود، تیتر گردید و به محض مشاهده اولین تغییر رنگ، عدد یادداشت گردید. از ضرب کردن عدد حاصل در عدد ثابت ۰/۸۸، میزان اسید آسکوربیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه محاسبه شد (Suntornsuk, Gritsanapun, Nilkamhank, & Paochom, 2002).

### اسید قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی میوه، آب‌میوه تهیه شده با هیدروکسید سدیم (سود) ۰/۱ نرمال تیتر گردید. پس از تهیه، آب‌میوه رقیق شده را داخل اrlen ریخته، سپس ۳-۴ قطره فنل فتالئین به آن اضافه گردید و عمل تیتراسیون با استفاده از بورت حاوی سود انجام شد. ظهور رنگ صورتی روشن پایان تیتراسیون را نشان می‌دهد. عدد مربوط به میزان سود مصرفی را یادداشت نموده و در رابطه (۴) قرارداده تا میزان اسیدیته تعیین گردد (Saltveit, 2005).

### رابطه ۴

$$\frac{\text{درصد اسیدیته}}{\text{حجم سود مصرفی} \times ۱۰۰} = \frac{\text{اکی والان اسید} \times \text{نمایلیته اسید}}{\text{وزن آب میوه} \times ۱۰۰}$$

#### مواد جامد محلول

برای اندازه‌گیری میزان کل مواد جامد محلول میوه، ابتدا عصاره میوه توسط دستگاه آب‌میوه‌گیری تهیه شد و پس از عبور از کاغذ صافی با قراردادن چند قطره از آن روی صفحه دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (مدل DBR95، ساخت تایوان) بر حسب درصد بریکس اندازه‌گیری شد.

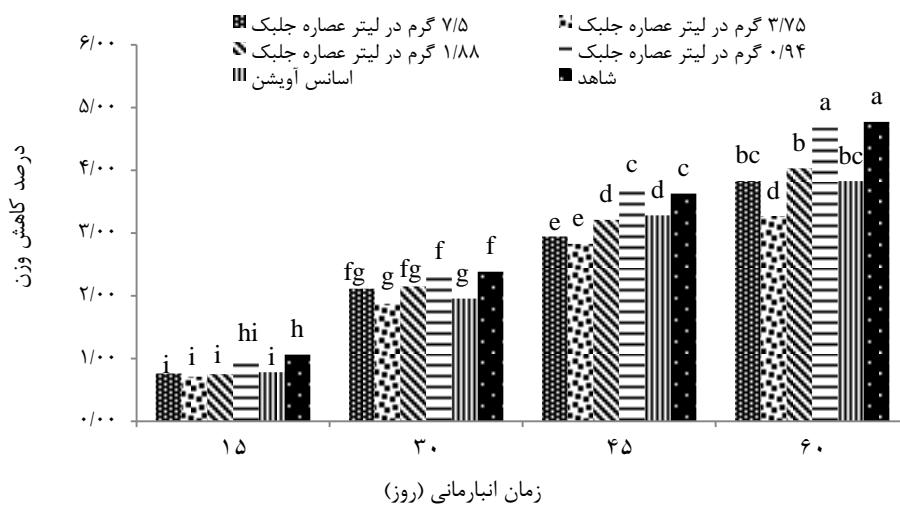
### تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی این

جدول ۱- میانگین مربعات اثربوط مختلف ترکیبات زیستی و زمان انبارمانی بر صفات موردبررسی میوه پرتنقال

منابع تغییرات	درجه آزادی	کاهش وزن	درصد پوسیدگی	درصد آب	اسید آسکوربیک	اسید نیتراسیون	مواد محلول
ترکیب زیستی	۵	۰/۹۱**	۱۴/۶۸**	۱۲/۱۵**	۳۵/۱۹*	۰/۱۹**	۰/۹۲**
زمان انبارمانی	۴	۵۵/۴۴**	۱۰/۹/۸۷**	۸۸۲/۳۰**	۷۶۱۷/۰۴**	۱/۹۴**	۱۴/۵۸**
ترکیب زیستی*	۲۰	۰/۱۵**	۴/۴۱**	۲/۲۹*	۶۸/۱۱**	۰/۰۸**	۵۸/۳۴**
زمان انبارمانی	۵۸	۰/۷۵	۲۸/۵۱	۴۰/۶۸	۷۲۴/۱۲	۰/۷۷	۱۱/۹۵
خطای آزمایش	-	۲/۵۲	۲۹/۷۶	۲/۰۷	۷/۶۸	۱۱/۴۰	۴/۷۳
ضریب تغییر (درصد)	-	-	-	-	-	-	-

\* معنی دار در سطح ۵ درصد، \*\* معنی دار در سطح ۱ درصد

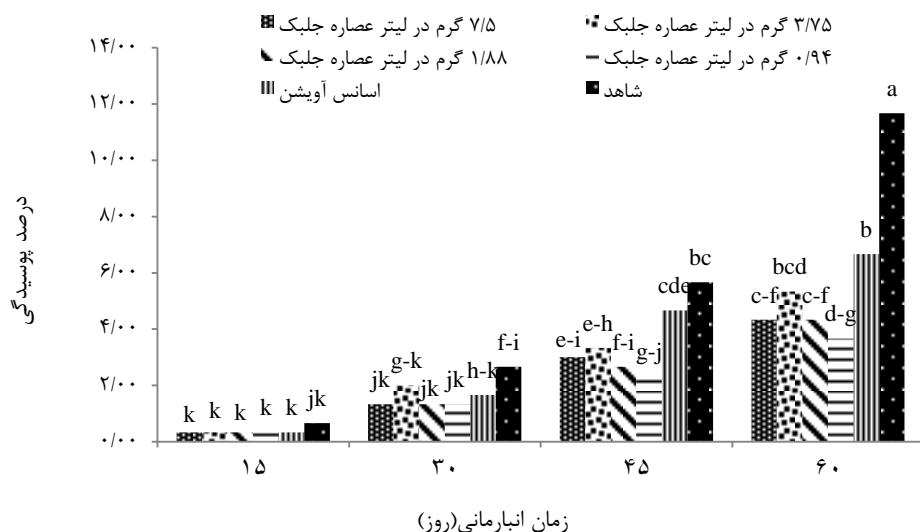


شکل ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک و آویشن بر درصد کاهش وزن میوه پرتنقال در طول ۶۰ روز انبارمانی ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

ضدقارچی و باکتریایی باعث کاهش میزان پوسیدگی میوه و درنتیجه افزایش عمر انبارمانی مرکبات می‌شود (Demirel *et al.*, 2009; Kamel, 2014; Nabti *et al.*, 2017; Omar, 2014). در تأیید این نتایج Kamel (۲۰۱۴) گزارش کرد میوه‌های پرتنقال تیمارشده با عصاره جلبک دریایی به همراه اسانس سیر کمترین درصد پوسیدگی میوه را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند. گزارش شده است که ترکیبات ترپنی<sup>۱</sup> موجود در عصاره جلبک‌های دریایی به دلیل خاصیت ضدمیکروبی، باعث افزایش عمر انبارمانی محصولات کشاورزی می‌گردد (Nabti *et al.*, 2017). از طرف دیگر ترکیبات تیمول و کارواکرول موجود در عصاره آویشن به دلیل خاصیت ضدبакتریایی و ضدقارچی در کنترل فساد و پوسیدگی میوه مرکبات مؤثر است (Arras & Usai, 2001; Pérez-Alfonso *et al.*, 2012؛ Tollei و همکاران, ۱۳۸۶؛ صفائی و افیونی، ۱۳۹۱).

<sup>۱</sup> Terpene compounds

درصد پوسیدگی با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مشاهده شد که اثر ترکیبات زیستی و مدت زمان انبارمانی و همچنین اثر متقابل بین آنها در سطح احتمال ۱ درصد، بر درصد پوسیدگی معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارهای موردبررسی در طی ۶۰ روز انبارمانی کاربرد تیمارهای مختلف عصاره جلبک و عصاره آویشن باعث کاهش درصد پوسیدگی در مقایسه با تیمار شاهد شده است که این کاهش در ۳/۶۷ روز ۶۰ میوه دار بود. به طوری که در این روز کمترین درصد پوسیدگی در تیمار ۰/۹۴ گرم در لیتر عصاره جلبک مشاهده شد (شکل ۲). گزارش شده است که عامل اصلی پوسیدگی میوه‌های مرکبات در طول انبارمانی، کپک‌های آبی و سبز می‌باشد (Thompson, 2004). از طرف دیگر برخی مطالعه‌ها نشان داده‌اند که عصاره جلبک‌های دریایی از جمله اولوا فلکسوزا به دلیل خاصیت

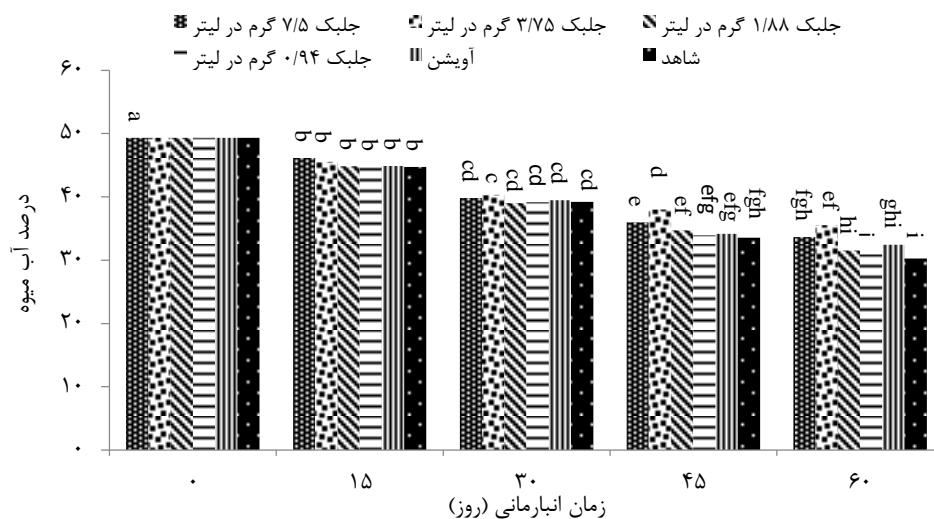


شکل ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک و آویشن بر درصد پوسیدگی میوه پرقال در طول ۶۰ روز انبارمانی ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

آب از سطح میوه است (Rab *et al.*, 2015). بعد از ۶۰ روز نگهداری، بیشترین ۳۵/۴۹ (درصد) درصد آب میوه در تیمار عصاره جلبک ۳/۷۵ گرم در لیتر اندازه‌گیری شد که با سایر تیمارها بهجز عصاره جلبک ۷/۵ گرم در لیتر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). نتایج برخی پژوهش‌ها حاکی است که مواد طبیعی موجود در عصاره جلبک دریابی بهعنوان ترکیبات ضدتعرق عمل می‌کند لذا کاربرد عصاره جلبک دریابی می‌تواند از طریق کاهش تعرق (Fan *et al.*, 2013; Omar, 2014) مانع ازدست‌رفتن آب موجود در میوه پرقال گردد.

#### درصد آب میوه

نتایج جدول (۱) بیانگر اثر معنی‌دار ترکیبات زیستی و مدت زمان انبارمانی همچنین اثر متقابل بین آنها بهتر تیپ در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد بر تغییرات درصد آب میوه پرقال است (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی درصد آب میوه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. مشابه این نتایج محمودآبادی (۱۳۷۴) گزارش کرد درصد آب میوه با افزایش دوره انبارمانی کاهش می‌یابد. مطالعه‌ها نشان می‌دهد که از دستدهی آب در میوه مرکبات نتیجه تبخیر

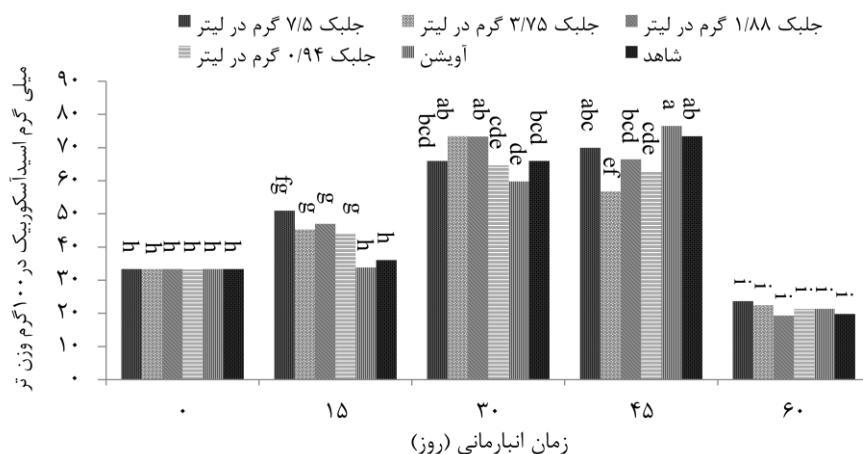


شکل ۳- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک و آویشن بر درصد آب میوه پرقال در طول ۶۰ روز انبارمانی ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

مدت بوده است که این موضوع به نوع رقم بستگی زیادی دارد (Johnson, Braddock, & Chen, 1995). از طرف دیگر گزارش شده است که دماهای پایین به طور غیرمستقیم از طریق سنتز قندهای احیاشونده و غیراحیاشونده موجب تحریک سنتز اسید آسکوربیک می‌شوند (Jahangir, Abdel- (Farid, Kim, Choi, & Verpoorte, 2009) این شرایط آزادشدن گلوکز، گالاكتوز<sup>۳</sup> و گالاكتورونیک اسید<sup>۴</sup> (پیش‌نیازهای سنتز اسید آسکوربیک) باعث حفظ یا افزایش Barata-Soares, Gomez, (2004) اسید آسکوربیک در میوه می‌شود (Mesquita, & Lajolo, 2004) در حالی که پس از ۴۵ روز انبارمانی میزان اسید آسکوربیک به طور معنی‌دار کاهش یافت. مشابه این نتایج Kamel (2014) و Omar (2014) گزارش کردند که میزان اسید آسکوربیک میوه پر تقال در طی ۴۵ روز انبارمانی به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد. فناحی‌مقدم و کیاشکوریان (۱۳۹۲) نیز کاهش میزان اسید آسکوربیک در طی انبارمانی در ارقام مرکبات گزارش کردند. اسید آسکوربیک به عنوان یک نوع اسید آلی در میوه‌ها با آغاز فرایند پری به سرعت در واکنش تنفسی مصرف می‌شود. اسید آسکوربیک ترکیبی ناپایدار است که در طی انبار با توجه به شرایط نگهداری مانند دما، اکسیژن، نور و همچنین فعالیت آنزیم‌هایی مانند پراکسیداز<sup>۵</sup> و اسکوربات اکسیداز<sup>۶</sup> کاهش می‌یابد (Plaza, Crespo, et al., 2011; Plaza, Sanchez-Moreno, et al., 2011).

### اسید آسکوربیک

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که ترکیبات زیستی در سطح آماری ۵ درصد و زمان انبارمانی و برهم‌کنش بین سطوح ترکیبات زیستی و زمان انبارمانی در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری بر تغییرات میزان اسید آسکوربیک میوه پر تقال داشت (جدول ۱). تمام ترکیبات زیستی باعث بهبود میزان اسید آسکوربیک در طی ۳۰ روز انبارمانی میوه پر تقال شد. عصاره جلبک‌های دریابی حاوی آنزیم‌های آنتی‌اسیدان است که مانع از تجزیه اسید آسکوربیک در میوه می‌گردد (El-Matty et al., 2010; Ibrahim, 2013; Nabti et al., 2017). اما در روز ۶۰ میوه هیچ‌یک از ترکیبات زیستی تتوانست میزان اسید آسکوربیک را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌دار بهبود دهد (شکل ۴). در ۴۵ روز پس از انبارمانی، بیشترین ۷۶/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرتبط (میزان اسید آسکوربیک در تیمار آویشن شیرازی مشاهده شد. اگرچه طی ۴۵ روز انبارمانی میزان اسید آسکوربیک افزایش یافت اما با افزایش زمان انبارمانی به ۶۰ روز میزان اسید آسکوربیک در تمام تیمارها به طور معنی‌دار کاهش یافت (شکل ۴). مشابه این نتایج، انبارمانی برخی مرکبات مانند میوه کینو<sup>۱</sup> (Shah et al., 2015) و محصولات باگی از جمله کلم<sup>۲</sup> (Lemoine, Civello, Martínez, & Chaves, 2007) شرایط دمای پایین موجب افزایش میزان اسید آسکوربیک در میوه می‌گردد. افزایش میزان اسید آسکوربیک، احتمالاً به دلیل کاهش معنی‌دار درصد آب میوه پر تقال در طی این



شکل ۵- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک و آویشن بر میزان اسید آسکوربیک میوه پر تقال در طول ۶۰ روز انبارمانی ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

<sup>3</sup> Galactose

<sup>4</sup> Galacturonic acid

<sup>5</sup> Peroxidase

<sup>6</sup> Ascorbate peroxidase

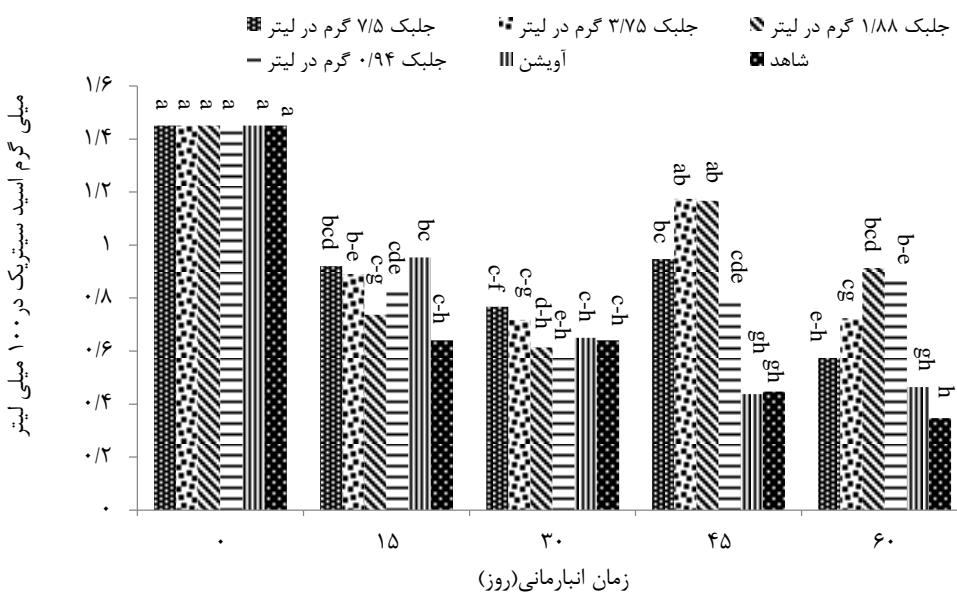
<sup>1</sup> Citrus reticulate

<sup>2</sup> Brassica oleracea var.italica

کاهش یافته است. اصغری مرجانلو، مستوفی، شعیبی و مقومی (۱۳۸۷) افزایش اسید قابل تیتراسیون طی انبارمانی در میوه توتفرنگی را گزارش کرد. در روز ۴۵ در تمام تیمارها به جزء دو تیمار شاهد و عصاره آویشن شیرازی افزایش میزان اسید قابل تیتراسیون مشاهده شد. پس از ۶۰ روز انبارمانی در تمام تیمارها به جزء دو تیماره عصاره جلبک ۰/۹۴ گرم در لیتر و آویشن شیرازی افزایش میزان اسید قابل تیتراسیون مشاهده شد. در پایان آزمایش بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون در تیمارهای کاربرد ۱/۸۸ و ۰/۹۴ گرم در لیتر عصاره جلبک به دست آمد که با تیمار شاهد تفاوت معنی دار داشتند (شکل ۵). مشابه این نتایج Kamel (۲۰۱۴) نشان داد که کاربرد عصاره جلبک (به شکل فرمولاسیون تجاری) باعث افزایش اسید قابل تیتراسیون پرتقال والنسیا در طی انبارمانی می‌گردد. به نظر می‌رسد عصاره جلبک دریایی به صورت پوشش آلی از طریق کاهش تنفس (Fan *et al.*, 2013; Omar, 2013) منجر به حفظ اسیدهای آلی موجود در میوه پرتقال می‌گردد.

### اسید قابل تیتراسیون

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اسید قابل تیتراسیون نشان داد که اثر ترکیبات زیستی و زمان انبارمانی و اثر متقابل بین آنها بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها در طی ۶۰ روز انبارمانی نشان داد که بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون در ابتدای انبارمانی اندازه‌گیری شد اما در روز ۳۰ پس از انبارمانی، میزان اسید قابل تیتراسیون به‌طور معنی دار کاهش یافت (شکل ۵). کاهش اسید قابل تیتراسیون به استفاده از اسیدهای آلی به عنوان مواد اولیه سوخت‌وساز طی فرایند تنفس و رشد و افزایش مواد جامد محلول به‌ویژه قندها در طی Marsh *et al.*, 2004; Tehrani, Sharif Hossain, & Nasrulhaq-Boyce, 2011 Morelli, Summa, Iannocciari, Scalzo (۲۰۰۴) مشاهده کردند که میزان اسید قابل تیتراسیون در مراحل اولیه انبارداری ثابت باقی ماند ولی پس از آن تا روز آخر انبارداری در پرتقال والنسیا افزایش و پرتقال‌های تامسون ناول و خونی



شکل ۵- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک و آویشن بر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه پرتقال در طول ۶۰ روز انبارمانی ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

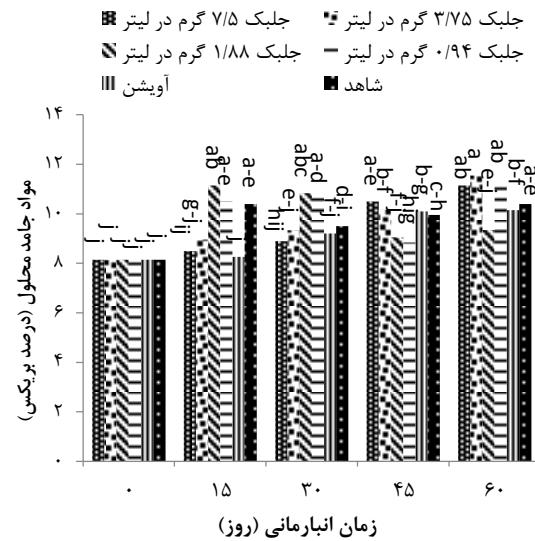
از آنجاکه بین این سه غلظت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری به دست نیامد، به نظر می‌رسد که می‌توان جهت بهبود مواد جامد محلول از غلظت‌های پایین عصاره جلبک (۰/۹۴ گرم در لیتر) استفاده کرد (شکل ۶). مشابه این نتایج Kamel (۲۰۱۴) نشان داد که عصاره جلبک (فرمولاسیون تجاری) در مقایسه با انسان‌های گیاهی در حفظ میزان مواد جامد محلول میوه پر تقال مؤثرer است. مطالعه‌ها نشان داده است که عصاره جلبک‌های دریایی حاوی هورمون‌های گیاهی است (El-Matty *et al.*, 2010; Ibrahim, 2013; Nabti *et al.*, 2017) که باعث بهبود ویژگی‌های کیفی میوه از جمله افزایش مواد جامد محلول در میوه مرکبات می‌شود.

#### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که به منظور حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارمانی میوه پر تقال واشنگتن ناول می‌توان از عصاره جلبک دریایی /ولوا فلکسوزا به عنوان ترکیب زیستی امیدبخش و مؤثر به جای ترکیبات شیمیایی از جمله قارچ‌کش‌ها استفاده کرد. از طرف دیگر نتایج به دست آمده نشان داد که کاربرد عصاره این جلبک دریایی در مقایسه با عصاره آویشن شیرازی در بهبود ویژگی‌های کیفی و افزایش عمر پس از برداشت میوه پر تقال واشنگتن ناول مؤثرer بود به طوری که در پایان زمان انبارمانی، در اغلب صفت‌های ارزیابی شده مؤثرترین تیمار، کاربرد ۰/۹۴ گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی بود که درصد پوسیدگی را در طول انبارمانی کنترل کرد. همچنین تیمار عصاره جلبک دریایی ۳/۷۵ گرم در لیتر که کمترین درصد کاهش وزن را نشان داد و بیشترین میزان درصد آب را در پایان زمان انبارمانی حفظ کرد. از آنجاکه استفاده از عوامل زیستی به منظور حفظ ویژگی‌های کیفی و کمی پس از برداشت محصولات با غی از جمله پر تقال ضروری است، بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که عصاره جلبک دریایی به عنوان یک ماده ترکیب زیستی جدید که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته است، می‌تواند در بهبود ویژگی‌های کیفی محصولات با غی در راستای اهداف کشاورزی زیستی نقش داشته باشد.

#### مواد جامد محلول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ترکیبات زیستی و زمان انبارمانی و اثر متقابل آنها بر مواد جامد محلول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها در طی ۶۰ روز انبارمانی نشان داد که این شاخص با افزایش زمان انبارمانی افزایش می‌یابد (شکل ۶). این افزایش با نتایج Obenland و همکاران (۲۰۰۸) و Kamel (۲۰۱۴) مطابقت دارد، آنها با مطالعه بسته‌های تجاری روی پر تقال والنسیا به این نتیجه رسیدند که مقادیر مواد جامد محلول در طی دوره انبارمانی افزایش می‌یابد. افزایش مقدار مواد جامد محلول در مرکبات در طی فرایند انبارمانی به خاطر آبکافت دیواره سلولی با آنزیم‌های مختلف می‌باشد (Echeverria, Burns, & Wicker, 1988). از طرف دیگر در طی فرایند رسیدگی میوه و جهت ثابت‌ماندن سرعت تنفس، هیدرولیز پلی‌ساقاریدها باعث افزایش قند محلول میوه می‌گردد (Kamel, 2014). از طرف دیگر کاربرد عصاره جلبک در مقایسه با عصاره آویشن در بهبود مواد جامد محلول در مقایسه با شاهد مؤثرer بود به طوری که در پایان آزمایش بیشترین مواد جامد محلول در غلظت‌های ۷/۵ و ۳/۷۵ و ۰/۹۴ گرم در لیتر عصاره جلبک مشاهده شد (شکل ۶).



شکل ۶- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک و آویشن بر میزان مواد جامد محلول کل میوه پر تقال در طول ۶۰ روز انبارمانی

ستون‌های دارای حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

## منابع

- اثنی عشری، م. و زکائی خسروشاهی، م. ر. (۱۳۸۷). فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت (چاپ اول): انتشارات دانشگاه همدان.
- اجنوردی، س.، جوانمرد، م. و اسداللهی، س. (۱۳۹۱). بررسی اثر پوشش خوارکی بر پایه پروتئین آب پنیر حاوی عصاره آویشن شیرازی بر ماندگاری میوه هلو (رقم انجیری). نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۸، ۳۳۷-۳۴۸. doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v8i3.18476>
- اصغری مرجانلو، ا. (۱۳۸۵). تأثیر استفاده از اسیدسالیسیلیک بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تولید اتیلن و فرآیند پیری، آلودگیهای قارچی و برخی صفات کیفی میوه توت فرنگی رقم سلوا. (رساله دکتری)، دانشگاه تهران، ایران.
- اصغری مرجانلو، ا.، مستوفی، ی.، شعیبی، ش. و مقومی، م. (۱۳۸۷). تأثیر اسانس ریحان بر کنترل پوسیدگی خاکستری و کیفیت پس از برداشت توت فرنگی (سلوا). فصلنامه گیاهان دارویی، ۲۸، ۱۳۹-۱۴۱.
- تولی، و.، راحمی، م. و کریمی، ز. (۱۳۸۶). بررسی تأثیر عصاره‌های رونگی آویشن و زنجبل بر پوسیدگی کپک آبی میوه پرتقال در انبار. ارائه شده در پنجمین کنگره علوم باستانی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
- شعبانپور، ب.، ذوالقدری، م.، فلاحزاده، س. و علی‌پور، غ. ج. (۱۳۹۰). اثر عصاره آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss) بر ماندگاری فیله قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شور و بسته بندی شده در خلاء در شرایط یخچال: ارزیابی میکروبی، شیمیایی و خصوصیات حسی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۳۳، ۱-۱۱.
- صفایی، ل. و افیونی، د. (۱۳۹۱). گیاه دارویی آویشن: زراعت و کاربردها (صفحات ۱-۳۵): انتشارات نصوح.
- ضابطیان حسینی، ف.، مرتضوی، س. ع.، فضلی‌بازار، ب.، ص.، کوچکی، آ. و بلوریان، ش. (۱۳۸۹). بررسی اثر ضدمیکروبی عصاره آویشن با غی بر *Salmonella enteritidis* PT4 موجود در سس مایونز. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۶(۲)، ۸۴-۹۰. doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v6i2.7815>
- فتاحی‌مقدم، ج. و کیاشکوریان، م. (۱۳۹۲). واکنش ترکیبات بیوакتیو میوه برخی از مركبات به پوشش واکس طی انبارداری. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۰(۲)، ۵۹-۷۲.
- مصطفوی‌آبادی، ک. (۱۳۷۴). اثر گرمادرمانی و التیام دهی در کاهش پوسیدگی پس از برداشت میوه لیمو شیرین (*Citrus limetta* Swing) بوسیله *Penicillium italicum*. (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه شیراز.
- مؤمنی، ج.، حسن‌پور، م.، شادپرور، ع. و شاهبیک، م. (۱۳۸۱). اثرات تیمارهای قارچ‌کش، گرمادرمانی و پوشش‌های پلی‌اتیلن بر عمر انباری پرتقال تامسون ناول. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۰(۳)، ۱۹-۳۴.
- Abetz, P., & Young, C. (1983). The effect of seaweed extract sprays derived from *Ascophyllum nodosum* on lettuce and cauliflower crops. *Botanica Marina*, 26(10), 487-492. doi:<https://doi.org/10.1515/botm.1983.26.10.487>
- Arras, G., & Usai, M. (2001). Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection*, 64(7), 1025-1029. doi:<https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.7.1025>
- Asghari-Marjanloo, A., Babalar, M., Talayi, A., & Khosroshahi, A. (2006). *The Effect of Salicylic Acid on Antioxidant Activity, Ethylene Production and Aging Process, Fungal Infection and Some Quality Traits of Strawberry Fruit (Fragaria ananassa cv. Selva)*. Tehran University, Faculty of Agriculture, Tehran (in Persian).
- Asgari Marjanlu, A., Mostofi, Y., Shoeibi, S., & Maghoumi, M. (2009). Effect of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Essential oil on Gray Mold Control and Postharvest Quality of Strawberry (cv. Selva). *Journal of Medicinal Plants*, 4(29), 131-139 (in Persian).
- Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y., Wang, C. Y., & González-Aguilar, G. A. (2007). High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45(2), 166-173 .

- Barata-Soares, A .D., Gomez, M. L., Mesquita, C. H. d., & Lajolo, F. M. (2004). Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 16(3), 147-154. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202004000300004>
- Blunden, G., Jones, E & ,Passam, H. (1978). Effects of post-harvest treatment of fruit and vegetables with cytokinin-active seaweed extracts and kinetin solutions. *Botanica Marina*, 21(4), 237-240. doi:<https://doi.org/10.1515/botm.1978.21.4.237>
- Demirel, Z., Yilmaz-Koz, F. F., Karabay-Yavasoglu, U. N., Ozdemir, G., & Sukatar, A. (2009). Antimicrobial and antioxidant activity of brown algae from the Aegean Sea. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74(6) .
- Echeverria, E., Burns, J. K., & Wicker, L. (1988). *Effect of cell wall hydrolysis on Brix in citrus fruit*. Paper presented at the Proceedings of the... annual meeting of the Florida State Horticulture Society (USA).
- El-Matty, E. A., Shahin, M., El-Shiekh, M., & El-Abd-Migeed, M. (2010). Effect of algae extract and yeast application on growth, nutritional status, yield and fruit quality of Keitte mango trees. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(3), 421-429 .
- Esnaashari, M., & zokaei-khosroshahi, M. (2008). *Operations subsequent to harvesting*. First Edition, Hamedan: Booali University (in Persiaan).
- Fan, D., Hodges, D. M., Critchley, A. T., & Prithiviraj, B. (2013). A commercial extract of brown macroalgae (*Ascophyllum nodosum*) affects yield and the nutritional quality of spinach in vitro. *Communications in soil science and plant analysis*, 44(12), 1873-1884. doi:<https://doi.org/10.1080/00103624.2013.790404>
- Fattah Moghadam, J., & Kiaeshkevarian, M. (2013). Response of bioactive compounds in some citrus fruits to wax coating during storage. *Journal of Plant Production*, 20(2), 59-72 (in Persian).
- Featonby-Smith, B., & Van Staden, J. (1983). The effect of seaweed concentrate and fertilizer on the growth of Beta vulgaris. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, 112(2), 155-162. doi:[https://doi.org/10.1016/S0044-328X\(83\)80030-0](https://doi.org/10.1016/S0044-328X(83)80030-0)
- Harker, F. R., Gunson, F. A., & Jaeger, S. R. (2003). The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. *Postharvest Biology and Technology*, 28(3), 333-347. doi:[https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00215-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00215-6)
- Ibrahim, F., & Al-Ebady, N. (2014). Evaluation of antifungal activity of some plant extracts and their applicability in extending the shelf life of stored tomato fruits. *Journal of Food Processing and Technology*, 5(6) .
- Ibrahim, Z. R. (2013). Effect of foliar spray of ascorbic acid, Zn, seaweed extracts (Sea) force and biofertilizers (EM-1) on vegetative growth and root growth of olive (*Olea europaea* L.) transplants cv. HojBlanca. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, 17(2), 79 .
- Jahangir, M., Abdel-Farid, I. B., Kim, H. K., Choi, Y. H., & Verpoorte, R. (2009). Healthy and unhealthy plants: The effect of stress on the metabolism of Brassicaceae. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), 23-33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.06.007>
- Johnson, J., Braddock, R., & Chen, C. (1995). Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: experimental rate constants. *Journal of food science*, 60(3), 502-505. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb09812.x>
- Kamel, H. (2014). Impact of garlic oil, seaweed extract and imazalil on keeping quality of valencia orange fruits during cold storage. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 6(3), 116-125. doi:<https://doi.org/10.5829/idosi.jhsop.2014.6.3.1145>
- Lanciotti, R., Gianotti, A., Patrignani, F., Belletti, N., Guerzoni, M., & Gardini, F. (2004). Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally processed fruits. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3-4), 201-208. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.10.004>
- Lemoine, M .L., Civello, P. M., Martínez, G. A., & Chaves, A. R. (2007). Influence of postharvest UV-C treatment on refrigerated storage of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea var. Italica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(6), 1132-113 . doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.2826>

- Mahmood Aabadi, K. (1995). *Effect of Heat Therapy and Healing on Reducing Post-Harvest Decay of Sweet Lemon (Citrus limetta Swing) by Penicillium italicum*. Shiraz University, Faculty of Agriculture, Shiraz (in Persian)
- Marsh, K., Attanayake, S., Walker, S., Gunson, A., Boldinh, H., & MacRae, E. (2004). Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 32(2), 159-168. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.11.001>
- Mashjoor, S., Yousefzadi, M., Zolgharnain, H., Kamrani, E., & Alishahi, M. (2018). Organic and inorganic nano-Fe3O4: Alga *Ulva flexuosa*-based synthesis, antimicrobial effects and acute toxicity to briny water rotifer *Brachionus rotundiformis*. *Environmental Pollution*, 237, 50-64. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.036>
- Momeni, J., Hasanpour, M., Shadpur, A., & Shahbeik, M. E. (2002). Effects of fungicide treatments, heat treatment and polyethylene coatings on the storage life of Thomson Novell orange. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 3(10), 19-34 (in Persian)
- Nabti, E., Jha, B., & Hartmann, A. (2017). Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(5), 1119-1134. doi:<https://doi.org/10.1007/s13762-016-1202-1>
- Norrie, J., & Keathley, J. (2005). *Benefits of ascophyllum nodosum marine-plant extract applications to Thompson Seedless grape production*. Paper presented at the X International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production 727.
- Obenland, D., Collin, S., Sievert, J., Fjeld, K., Doctor, J., & Arpaia, M. L. (2008). Commercial packing and storage of navel oranges alters aroma volatiles and reduces flavor quality. *Postharvest Biology and Technology*, 47(2), 159-167. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.06.015>
- Ojnordi, S., Javanmard, M., & Asadollahi, S. (2012). Effect of Formulation of Edible Coating Based on Whey Protein containing *Zataria multiflora* Bioss Extract on the Shelf Life of Peach (*Prunus Persica* cv. Anjiri) *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 8(3), 337-348 (in Persian).
- Omar, A. E.-D. K. (2014). Use of seaweed extract as a promising post-harvest treatment on Washington Navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck). *Biological Agriculture & Horticulture*, 30(3), 198-210. doi:<https://doi.org/10.1080/01448765.2014.890543>
- Pérez-Alfonso, C., Martínez-Romero, D., Zapata, P., Serrano, M., Valero, D., & Castillo, S. (2012). The effects of essential oils carvacrol and thymol on growth of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* involved in lemon decay. *International Journal of Food Microbiology*, 158(2), 101-106. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.002>
- Plaza, L., Crespo, I., de Pascual-Teresa, S., de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., Muñoz, M & Cano, M. P. (2011). Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 124(2), 646-651. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.089>
- Plaza, L., Sánchez-Moreno, C., De Ancos, B., Elez-Martínez, P., Martín-Belloso, O., & Cano, M. P. (2011). Carotenoid and flavanone content during refrigerated storage of orange juice processed by high-pressure, pulsed electric fields and low pasteurization. *LWT-Food Science and Technology*, 44(4), 834-839. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.013>
- Rab, A., Najia Sajid, M., Bibi, F., Jan, I., Nabi, G., & Nawab, K. (2015). Quality changes in heat treated sweet orange fruit during storage at low temperature. *the Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(3), 661-668 .
- Rebecca, L. J., Dhanalakshmi, V., & Sharmila, S. (2012). Effect of the extract of *Ulva* sp on pathogenic microorganisms. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(11), 4875-4878 .
- Safaei, L., & Afiuni, D. (2012). *Thyme Medicinal Plant: Cultivationand Applications*: Nosooch Publication. P: 1-35 (in Persian).
- Salehi, P., Sonboli, A., Eftekhar, F., Nejad-Ebrahimi, S., & Yousefzadi, M. (2005). Essential Oil Composition, Antibacterial and Antioxidant Activity of the Oil and Various Extracts of *Ziziphora clinopodioides* subsp. *rigida* (B OISS.) R ECH. f. from Iran. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(10), 1892-1896. doi:<https://doi.org/10.1248/bpb.28.1892>

- Saltveit, M. E. (2005). Fruit ripening and fruit quality. In E. Heuvelink (Ed.), *Tomatoes* (Vol. 13, pp. 145-170): Wageningen University, The Netherlands, CABI Publishing.
- Scalzo, R. L., Iannoccari, T., Summa, C., Morelli, R & ,Rapisarda, P. (2004). Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. *Food Chemistry*, 85(1), 41-47. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.05.005>
- Shabanpoor, B., Zolfaghari, M., Falahzadeh, S., & Alipoor, G. H. (2011). Effect of extract of Zararia multiflora boiss. on shelf-life of salted vacuum packaged rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) in refrigerator conditions: microbial, chemical and sensory attributes assessments. *Food Science and Technology*, 8(33), 1-11 (in Persian).
- Shah, S., Jahangir, M., Qaisar, M., Khan, S., Mahmood, T ,Saeed, M., . . . Liaquat, M. (2015). Storage stability of kinnow fruit (*Citrus reticulata*) as affected by CMC and guar gum-based silver nanoparticle coatings. *Molecules*, 20(12), 22645-22661. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules201219870>
- Suntornsuk, L ,Gritsanapun, W., Nilkamhank, S., & Paochom, A. (2002). Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 28(5), 849-855. doi:[https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(01\)00661-6](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(01)00661-6)
- Tavalloli, V., Karimi, Z., & Rahemi, M. (2008). *Comparison of Essential Oils of Clove, Thyme and Imazalil Fungicide on Blue Mold ( Penicillium italicum Wehemer) of Citrus Fruits in Storage*. Paper presented at the 5th Congress of Horticultural Sciences. Research retrieved from <http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-915-en.html> (in Persian)
- Tehrani ,M., Sharif Hossain, A., & Nasrulhaq-Boyce, A. (2011). Postharvest physico-chemical and mechanical changes in'Jambu Air'(*Syzygium aqueum* Alston) fruits. *Australian Journal of Crop Science*, 5(1), 32 .
- Thompson, J. F. (2004). Pre-cooling and storage facilities. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*, 11.
- Zabetian Hosseini, F., Mortazavi, S., Fazli Bazaz, B., Koocheki, A., & Bolorian, S. (2011). Study on the Antimicrobial Effect of *Thymus vulgaris* Extract on the Log(CFU/g) *Salmonella enteritidis* PT4 in Mayonnaise. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 6(2), 84-90 (in Persian)

## Effect of *Ulva flexuosa* Wulfen Seaweed and Shirazi Thyme (*Zataria multiflora*) Extracts on Qualitative Characteristics of Washington Navel Orange under Sorage Period

Mahbobe Rezaei<sup>1</sup>, Farzin Abdollahi<sup>2\*</sup>, Abdolmajid Mirzaalian Dastjerdi<sup>2</sup>, Morteza Yousefzadi<sup>3</sup>

1- Former MSc Student, Department of Horticulture Science, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

2- Assistant Professor, Department of Horticulture Science, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

\* Corresponding author (fabdollahi@hormozgan.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Marine Biology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

### Abstract

In recent years, in order to improve qualitative characteristics of horticultural products, the researchers have considered the use of organic substances. This experiment was conducted to evaluate the effects of different concentrations of *Ulva flexuosa* Wulfen seaweed (endemic of Persian Gulf) and Shirazi thyme extracts on postharvest characteristics of Washington Navel orange under cold storage for 60 days (the qualitative characteristics were evaluated with 15 days interval). The results indicated that fruit weight loss, fruit decay, TSS (total soluble solids) content increased and juice %, titratable acid and ascorbic acid contents decreased at the end of storage period. Postharvest quality of Washington Navel fruits significantly improved when fruits were immersed in seaweed and Shirazi thyme extracts. On the other hand, seaweed extract was more effective in improving these characteristics of orange compared to Shirazi thyme. At the end of storage time, the most effective treatment was 0.94 g/l of seaweed extract, so that the maximum reduction in percentage of fruit decay was observed in this concentration. Also the highest (35.49) fruit juice percentage and the least (3.26%) weight loss were obtained in the concentration of 3.75 g/l of seaweed extract. Therefore, the results of this study showed that seaweed extract could be used as an active bioactive compound to improve qualitative postharvest characteristics of orange fruits.

**Keywords:** Fruit postharvest quality, Seaweed Extract, Shirazi thyme, Washington Navel orange

## مطالعه برخی خصوصیات شیمیایی، الگوی الکتروفورتیک و حسی برگر تلفیقی ماهی کپور نقره‌ای با میگو و انامی

میلاد عباسی منجزی<sup>۱</sup>، سیدپژمان حسینی شکرانی<sup>۲\*</sup>، سیدابراهیم حسینی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

\* نویسنده مسئول (hosseini@srbiau.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۷

چکیده

واژه‌های کلیدی  
الگوی الکتروفورتیک  
برگر تلفیقی  
خصوصیات شیمیایی  
ماهی کپور نقره‌ای  
میگو

در این تحقیق گوشت چرخدۀ میگو و انامی پرورشی (S) با چهار نسبت به گوشت چرخدۀ ماهی کپور نقره‌ای پرورشی (F) با نسبت‌های صفر (F100)، (F75:S25) ۲۵٪، (F50:S50) ۵۰٪ و (F25:S75) ۷۵٪ (F50:S50) درصد افزوده و برخی از شاخص‌های شیمیایی (شامل: ترکیبات تقریبی، محتویات میوگلوبین و کلسترول)، الگوی الکتروفورتیک و حسی کیفی نمونه‌ها با هم مقایسه شدند. برخلاف تیمار ۱۰۰، تیمار F25:S75 واحد بالاترین میزان پروتئین (۲۱/۶۸٪ درصد) و کمترین میزان چربی (۹/۰٪ درصد) در بین سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ). بالاترین و کمترین مقدار میوگلوبین به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ (۶/۰۵٪ میلی گرم بر گرم) و F25:S75 (۱/۱۱٪ میلی گرم بر گرم) مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). همچنین تیمار F25:S75 بیشترین (۸۴/۳۶٪ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم) و ۱۰۰ کمترین (۴۲/۲۴٪ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم) مقدار کلسترول را در میان سایر تیمارها داشتند ( $P < 0.05$ ). نتایج آزمون الکتروفورز ژل پلی‌آکریل‌آمید پروتئین نشان داد که بیشترین و کمترین باندهای قابل تشخیص به ترتیب متعلق به ۱۰۰ (باند) و F100 (۱۶ باند) بود. در حالی‌که بیشترین مقدار آلفاکتینین (۵/۹٪ درصد) و F25:S75 (۱۴٪ باند) بود. بیشترین مقدار آلفاکتینین (۱۵/۱۹٪ درصد) در تیمار F75:S25 مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). همچنین آنالیز حسی برگرها نشان داد که تیمار واحد ۱۰۰ درصد گوشت ماهی دارای کمترین امتیاز از لحاظ بافت، بو، مزه و پذیرش کلی محصول در بین سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ). نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سهم گوشت میگو در برگر ماهی مقدار پروتئین خام و امتیازهای حسی را افزایش و محتویات میوگلوبین را کاهش داده در حالی‌که بیشترین میزان کلسترول در تیمار واحد ۷۵ درصد گوشت میگو حاصل شد.

.Taşkaya, Kışla, & Kılınç, 2003)

گوشت ماهی بهدلیل داشتن بافت پیوندی کم، کوتاپودن طول تارهای پیوندی و عدم وجود الاستین، به طرز قابل توجهی نسبت به گوشت سایر پستانداران سهل‌الهضم‌تر است (Khanipour, Fathi, & Fahim Dejban, 2013). علاوه‌بر این محصولات شیلاتی از جمله برگر ماهی بهدلیل

مقدمه

در سالیان اخیر با تغییر سبک زندگی و پیشرفت زندگی شهری، تهیه و طبخ غذا در خانه‌ها رو به کاهش رفته و گرایش به مصرف غذاهای آماده و نیمه‌آماده افزایش یافته است و فراورده‌های گوشتی بر پایه گوشت چرخدۀ مانند برگرها سهم عمده‌ای از این نیازهای غذایی زندگی‌های مدرن را به خود

کیفی از قبیل ظرفیت نگهداری آب، قالب پذیری و چروکیدگی و افت پخت را بهبود می‌دهد. Pranepal, Dhanapal, Kumar و Balasubramanian (۲۰۱۷) بالاترین امتیازات ارگانولپتیک کتلت ماهی را در فرمولاسیون ۴۵ درصد گوشت ماهی کپور هندی و ۱۵ درصد میگو گزارش کردند. برگر تلفیقی ماهی با میگو یک محصول نسبتاً جدیدی بوده و تحقیق علمی محدودی در زمینه تهیه و تولید آن صورت گرفته است. این محصول با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالا و احتمال بهبود ویژگی‌های بافتی، رئولوژیکی و حسی می‌تواند جایگزین مناسبی برای برگر کپور نقره‌ای خالص باشد. بنابراین در این مطالعه از میگو و انامی پرورشی<sup>۱</sup> با سایز کوچک در فرمولاسیون برگر ماهی کپور نقره‌ای پرورشی با نسبت‌های مختلف استفاده شد و برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه برگرها مورد مقایسه قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

#### آماده‌سازی نمونه‌ها

تهیه نمونه‌ها: مقدار ۳ کیلوگرم ماهی کپور نقره‌ای پرورشی و ۲ کیلوگرم میگویی و انامی پرورشی در اندازه‌های کوچک (از بازار محلی تهران) به صورت تازه خریداری گردید و همراه با یخ به آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات منتقل شدند. سایر مواد افزودنی نیز از کارخانجات ایرانی واحد پروانه بهداشتی تهیه شدند. تولید فرمولاسیون برگرهای تلفیقی: ابتدا ماهی با آب سرد شسته و شو داده و سپس سر و دم آنها قطع و پس از تهیه فیله به صورت دستی برای کاهش بوی تند ماهی و تا حدودی خارج ساختن پروتئین‌های سارکوپلاسمی، گوشت چرخ‌شده ماهی‌ها یکبار با محلول آبنمک ۰/۳ درصد به نسبت ۴:۱ (۴ قسمت آب و ۱ قسمت ماهی) شسته و شو داده شد Hosseini-Shekarabi, Hosseini, Soltani, Kamali, & Valinassab, 2014. میگوها نیز ابتدا با آب سرد شسته و سپس سر و غلاف پوست آنها جدا و رگ‌گیری به صورت دستی انجام شد. ماهی و میگو، با استفاده از دستگاه چرخ‌گوشت با منافذی به قطر ۳ میلی‌متر یکبار چرخ و با دقت توزین شده و گوشت چرخ‌شده میگو (S) با سه نسبت مختلف شامل تیمار F75:S25 (۷۵ درصد گوشت ماهی و ۲۵ درصد گوشت میگو)، تیمار F50:S50 (۵۰ درصد ماهی و ۵۰ درصد میگو) و تیمار F25:S75 (۲۵ درصد ماهی و ۷۵ درصد میگو) و به برگرها اضافه شد (جدول ۱).

وجود اسیدهای چرب چندغیراشباع، مواد معدنی و اسیدهای آمینه ضروری به عنوان غذای سلامتی، اهمیت استفاده از آنها را در صنعت غذا خاطر نشان می‌کند (Burger & Gochfeld, 2009). البته این در حالی است که سرانه مصرف ماهی در ایران بسیار پایین بوده و طبق آخرین سالنامه آماری از ۳/۷ کیلوگرم در سال ۲۰۰۸ به ۱۰/۶ در سال ۲۰۱۶ رسیده است که هنوز هم از میانگین جهانی یعنی ۳۰/۳ کیلوگرم در سال ۲۰۱۶ بسیار پایین‌تر است (FAO, 2018). در تولید برگر ماهی عمدتاً از گوشت چرخ‌شده خالص ماهیان بازرسش اقتصادی و بازارپسندی پایین استفاده شده که البته ماهی کپور نقره‌ای Moradinezhad, Shaviklo, & Abolghasemi, 2017 پرورشی<sup>۲</sup> از این قانون مستثنی نیست (Shaviklo, & Abolghasemi, 2017). کپور ماهیان براساس آمار سازمان خواروبار جهانی حدود ۴۵/۸ درصد از کل تولیدات محصولات آبزی را به خود اختصاص داده‌اند و ماهی کپور نقره‌ای رتبه سوم در جهان از نظر تولیدات آبزی‌پروری را به خود اختصاص داده است (FAO, 2018). البته محصولات خمیری بر پایه ماهی کپور دارای معایبی مانند پایین‌بودن برخی خصوصیات بافتی، قابلیت تشکیل ژل و ایجاد بوی تند در محصول نهایی نیز می‌باشد (لیراوی، رومیانی و فضل‌آرا، ۱۳۹۶). در این راستا، معینی و بسیمی (۱۳۸۳) نشان دادند فرمولاسیون کتلت حاوی ۵۲ درصد گوشت ماهی کپور نقره‌ای از لحاظ خواص کیفی نسبت به سایر تیمارها با میزان گوشت بهتر بود. مرادی، مصدق و فهیم‌دانش (۱۳۹۲) خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی برگر تولیدی با درصدهای مختلف گوشت مرغ و ماهی کلیکا را موردارزیابی قرارداده و دریافتند که افزایش درصد گوشت مرغ در تیمارها، ویژگی طعم، رنگ، بافت، عطر و پذیرش کلی را بهبود می‌دهد. جعفرپور، شکری و شهره (۱۳۹۳) بیان کردند که سوریمی ماهی کپور معمولی قابلیت مناسبی برای جایگزینی در ترکیب برگر گوشت گوساله داشته و خصوصیات فیزیکی و حسی را در محصول نهایی بهبود می‌دهد. همچنین Hashemi و Jafarpour (۲۰۱۶) ویژگی‌های رئولوژیکی و ریزساختاری خمیر سوسیس گوشت گاو که با درصدهای مختلف فیله چرخ‌شده ماهی سارم مقایسه و نتایج نشان داد که با افزایش گوشت چرخ‌شده ماهی در فرمولاسیون سوسیس تا حد ۳۵ درصد و ۵۰ درصد اکثر شاخص‌های بافت‌سنگی می‌یابد. Shahin و Kdous (۲۰۱۶) برگرهای تلفیقی با استفاده از میگوهای ریز و با کیفیت پایین و ماهی کپور معمولی تولید کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان بالاتر میگو در تیمارها، ویژگی‌های

<sup>۱</sup> *Litopenaeus vannamei*

<sup>۲</sup> *Hypophthalmichthys Molitrix*

## جدول ۱- فرمولاسیون و اجزای تشکیل دهنده برگر تلفیقی ماهی کپور نقره‌ای و میگو وانامی

F25:S75	F50:S50	F75:S25	F100	نوع ترکیبات
نسبت ماهی: میگو (وزنی/وزنی)				
۱۸/۷۵	۳۷/۵	۵۶/۲۵	۷۵	ماهی
۵۶/۲۵	۳۷/۵	۱۸/۷۵	-	میگو
۹/۷	۹/۷	۹/۷	۹/۷	پودر سوخاری
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	پودر پیاز
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	پودر سیر
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	رب گوجه‌فرنگی
۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	آبیمو
۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	نمک
۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	ادویه‌جات*

نسبت‌های یکسان از فلفل، کاری، زردچوبه، هل، جوز، زیره و تخم گشنیز

تیمار F75:S25 (۵۰ درصد ماهی و ۵۰ درصد میگو)، تیمار F50:S50 (۲۵ ماهی درصد و ۷۵ درصد میگو) و تیمار F100 (۱۰۰ درصد ماهی)

بدین نحو که ۲ گرم از هریک از نمونه‌ها به صورت کاملاً خردشده در تیوب ۵۰ میلی‌لیتری پلی‌پروپیلن مخصوص سانتریفیوژ قرار گرفت و ۲۰ میلی‌لیتر از بافر فسفات تهیه شده به آن اضافه گردید. محتويات ظرف به مدت ۱۰ ثانیه با دور ۱۳۵۰۰ دور در دقیقه هموزن شد (Heidolph، ساخت آلمان) و درنهایت محتويات هموزن شده، در ۳۰۰۰ واحد گرانش زمین برای ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ گردید. محتويات فوقانی توسط کاغذ صافی شماره یک فیلتر شده و به ۲/۵ میلی‌لیتر از آن مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر سدیم دیتیونیت ۱ درصد (حجمی/وزنی) اضافه شد تا میوگلوبین را کاهش دهد. محتويات میوگلوبین توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (PG Instruments Ltd. ساخت انگلستان) در ۵۵۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. محتويات میوگلوبین به صورت میلی‌مولا در ضریب گسترش (۷/۶) و وزن مولکولی ۱۶۱۱۰ (کیلوگرم بر مول) بر حسب میلی‌گرم در گرم نمونه بیان شد (Gomez-Allain & Regenstein, 1992). (Basauri & Regenstein, 1992)

برای اندازه‌گیری میزان کلستروول چربی نمونه از روش آنژیمی-کالری متری استفاده شد (Allain, Poon, Chan, & Richmond, & Fu, 1974) (Richmond, & Fu, 1974) استخراج شد. با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون طب روغن استخراجی در طول موج ۵۴۶ نانومتر در برابر بلانک خوانش شد. جهت محاسبه کلستروول کل بر حسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر روغن از رابطه (۱) استفاده شد:

$$\text{رابطه (۱)}$$

$$\frac{\text{میلی‌گرم}}{\text{دسی‌لیتر}} = \frac{\text{غلظت کالیبراتور} \times \text{جذب نمونه}}{\text{جذب کالیبراتور} \times \frac{\text{میلی‌گرم}}{\text{دسی‌لیتر}}}$$

تیمار شاهد (F100) که به طور خالص از گوشت چرخ شده ماهی کپور نقره‌ای تشکیل شده نیز آماده گردید. تمام مواد با نسبت‌های یادشده در میکسر (سبلان آزمای تهران، ساخت ایران) با سرعت ۱۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۲ دقیقه مخلوط و سپس به خمیر حاصله براساس روش متداول تولید برگر ماهی افزودنی‌ها اضافه (جدول ۱) و اسید اسکوربیک با قابلیت استفاده خوراکی نیز با غلظت ۵۰۰ پی‌بی‌ام اضافه شد (Deng, Watson, Bates, & Schroeder, 1978) با استفاده از روش دستی، برگرها به ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر و قطر ۸ سانتی‌متر بدون عمل پوشش‌دهی تهیه شدند.

## آزمون‌های شیمیایی

اندازه‌گیری میزان رطوبت با خشک‌کردن نمونه‌ها در دمای ۱۰۵-۱۰۰ به مدت ۷-۵ ساعت، میزان خاکستر با روش حرارت مستقیم و به مدت ۴ ساعت درون کوره الکتریکی (مدل LE/6/11/R7 نایترتم، ساخت آلمان) با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد، میزان پروتئین خام براساس روش کجلدال (ضریب اصلاحی نیتروژن ۶/۲۵) و تعیین محتوای چربی توسط دستگاه سوکسله با کمک حلal ان-هگزان براساس استاندارد AOAC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری pH مطابق با استاندارد AOAC (۲۰۰۰) انجام شد. به طوری که ۵ گرم از هریک از نمونه‌های برگر در یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری و با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر توسط یک همزن برقی کاملاً هموزن گردید و pH هریک با pH دیجیتالی Metrohm 827 (Metrohm 827) ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد.

جهت استخراج محتويات میوگلوبین از روش اسپکتروفوتومتری استفاده شد (Benjakul & Bauer, 2000).

خود را در مورد هر تیمار در پرسشنامه‌هایی با مقیاس هدونیک ثبت کردند.

### تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری به کاررفته در تحقیق حاضر طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بود. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگراف- اسمیرنوف و همگن بودن واریانس‌ها توسط آزمون لون در سطح ۹۵ درصد سنجیده شد برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و روش آنالیز واریانس یک‌طرفه<sup>۱</sup> استفاده شد. با استفاده از آزمون چند‌امنه‌ای دانکن، اختلاف بین میانگین‌ها در سطح معنی‌دار ۹۵ درصد برآورد شد. جهت ارزیابی فاکتورهای حسی از روشی آماری غیرپارامتریک Friedman استفاده گردید.

### نتایج و بحث

#### ویژگی‌های شیمیایی

تغییرات ترکیبات تقریبی رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی بر حسب درصد در برگ‌های ماهی تلفیقی با درصدهای مختلف گوشت میگو در جدول (۲) نشان داده شده است. تحلیل واریانس میانگین رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی در نمونه‌های مختلف محاسبه گردیده است. با توجه به نتایج تیمار F100 واحد بالاترین و تیمار F25:S75 واحد پایین‌ترین میزان رطوبت در بین سایر تیمارها می‌باشد ( $P < 0.05$ ). تیمار F50:S50 کمترین میزان خاکستر در میان سایر تیمارها دارد بود ( $P < 0.05$ ). تیمار F25:S75 واحد بالاترین و تیمار شاهد F100 دارای کمترین میزان پروتئین در بین سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ). تیمار F25:S75 دارای کمترین میزان چربی در بین سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ). همچنین براساس نتایج جدول (۲) میزان pH در تیمارهای مختلف برگ‌ماهی حائز تفاوت معنی‌داری نبود ( $P > 0.05$ ).

جدول ۲- تغییرات ترکیبات تقریبی (درصد) و pH در برگ‌های ماهی تلفیقی با درصدهای مختلف گوشت میگو (S)

تیمارهای برگ تلفیقی ماهی و میگو				آزمایش‌های شیمیایی
F25:S75	F50:S50	F75:S25	F100	
۷۲/۸۴±۰/۰۵ <sup>c</sup>	۷۴/۰۴±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۷۵/۱۹±۰/۱۹ <sup>a</sup>	۷۵/۸۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>	رطوبت
۴/۰۲±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۳/۷۷±۰/۱۹ <sup>b</sup>	۴/۲۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۴/۵۶±۰/۱۴ <sup>a</sup>	خاکستر
۲۱/۶۸±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۲۰/۱۶±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۱۹/۱۸±۰/۰۷ <sup>c</sup>	۱۸/۰۱±۰/۰۳ <sup>d</sup>	پروتئین
۰/۹۱±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۱/۰۷±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۱/۴۵۰±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۱/۸۰±۰/۰۵ <sup>a</sup>	چربی
۶/۲۸±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۶/۲۱±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۶/۱۶±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۶/۱۷±۰/۰۸ <sup>a</sup>	pH

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار است

حرروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

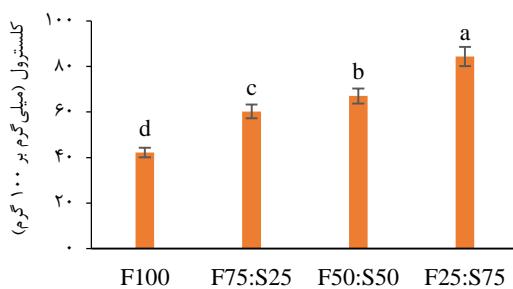
<sup>1</sup> Separating Gel

<sup>2</sup> Stacking Gel

<sup>3</sup> Bromophenol blue

محتویات میوگلوبین در رنگ محصول تأثیر مستقیم داشته و بالابودن این شاخص یکی از فاکتورهای منفی در نرخ اکسیداسیون چربی‌ها و مدت زمان نگهداری بشمار Wongwichian, Klomklao, Panpipat, (Benjakul, & Chaijan, 2015). در این تحقیق افزایش مقدار گوشت میگو سبب کاهش معنی‌دار میزان میوگلوبین در برگرهای ماهی شد. به طور کلی هموگلوبین و میوگلوبین در مقادیر بسیار ناچیزی در ماهیچه سفید سخت‌پوستان به علت وجود لنف دیده می‌شود که نسبت به آهن هم ناپایدارتر است و یکی از فاکتورهای منفی در مدت زمان نگهداری بشمار می‌رود (Luten *et al.*, 1996).

باتوجهه به شکل (۲) تیمار F25:S75 واحد بالاترین F100 ۸۴/۳۶۸±۹۶۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) و تیمار شاهد ۱۰۰ دارای کمترین (۴۲/۲۴۲±۰/۲۱۲ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) میزان کلسترونول در میان سایر نمونه‌ها می‌باشد ( $P<0/05$ ).

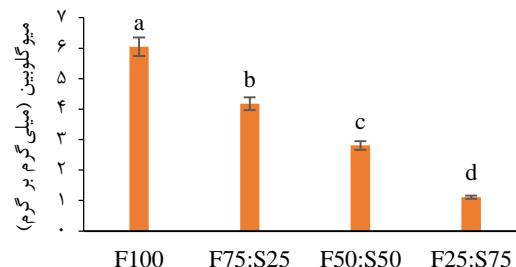


شکل ۲- ارزیابی میزان کلسترونول در برگرهای ماهی تلفیقی با درصدهای مختلف از گوشت میگو (S). حروف مختلف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $P<0/05$ ).

باتوجهه به نتایج آزمایش اندازه‌گیری کلسترونول مشخص شد که افزایش درصد میگو در فرمولاسیون برگر ماهی، افزایش معنی‌داری در میزان کلسترونول نهایی ایجاد می‌کند بهمین‌دلیل تیمار F25:S75 از لحاظ میزان کلسترونول، بالاترین تیمار این تحقیق می‌باشد. بنابر گزارش Dayal و همکاران (2013) و Ljubojevic و همکاران (2013)، میزان کلسترونول گوشت میگویی سفید هندی ۱۷۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) بالاتر از گوشت ماهی کپور (۷۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) بوده و این خود افزایش کلسترونول برگرها در تیمارهای حاوی میگو را توجیه می‌کند. گروه تغذیه انجمن قلب آمریکا میزان مصرف کلسترونول را کمتر از ۳۰۰ میلی‌گرم در روز توصیه کرده است که معادل مصرف ۳ عدد تخم مرغ در هفتاه می‌باشد (Beriaín, Gómez, Ibáñez, Sarriés, & Ordóñez, 2013).

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری ترکیبات تقریبی نشان داد که با افزایش میگو در برگر ماهی، میزان رطوبت و خاکستر کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند. جعفرپور و همکاران (1393) طی ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکوشیمیایی و حسی برگرهای ترکیبی گوشت قرمز گوساله و سوریمی ماهی کپور معمولی دریافتند که با افزودن درصد سوریمی در فرمولاسیون برگر، رطوبت به طرز معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند که این روند افزایش میزان رطوبت را می‌توان ناشی از بالابودن رطوبت بافت سوریمی طی فرایند شست و شوی گوشت با آب مرتبط دانست. براساس گزارش Shahin و همکاران (2016) گوشت میگو حاوی ۷۶/۷۴ درصد رطوبت، ۱/۷۱ درصد خاکستر و ۷۶/۶۵ درصد پروتئین و گوشت ماهی کپور حاوی ۴/۳۳ درصد خاکستر و افزایش میزان پروتئین در برگر ماهی‌ها توجیه کرد (Shahin *et al.*, 2016). باتوجهه به نتایج به دست آمده و همان‌گونه که انتظار می‌رفت افزایش گوشت میگو باعث افزایش معنی‌دار میزان پروتئین در تیمارها شد. این افزایش به دلیل بالابودن میزان پروتئین این میگو نسبت به سوریمی ماهی بوده زیرا طی تهیه سوریمی و فرایند شست و شوی گوشت چرخ‌شده ماهی پروتئین‌های سارکوپلاسمی از گوشت خارج شده و علی‌رغم افزایش غلظت پروتئین‌های میوفیبریل، سبب کاهش پروتئین کل می‌شود (Lanier, Carvajal-Rondanelli, & Yongsawatdigul, 2005). همچنین به طور مشابه، Shahin و همکاران (2016) ضمن بررسی شیمیایی برگرهای تلفیقی ماهی کپور و میگو دریافتند که افزایش درصد میگو در فرمولاسیون برگر ماهی به طرز مشابهی سبب بالارفتن پروتئین می‌گردد.

باتوجهه به نتایج شکل (۱) تیمار F100 واحد بالاترین و تیمار F25:S75 دارای کمترین مقدار میوگلوبین (۱/۱۱±۰/۶۴ میلی‌گرم بر گرم) در بین سایر تیمارها می‌باشد ( $P<0/05$ ).



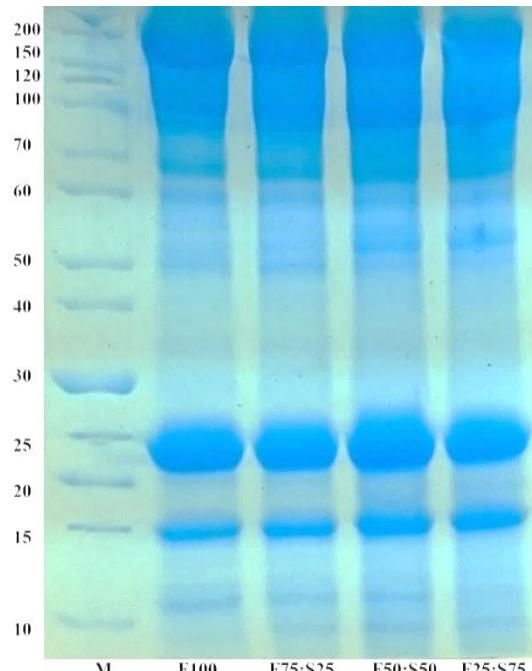
شکل ۱- تغییرات محتویات میوگلوبین در برگرهای ماهی تلفیقی با درصدهای مختلف گوشت میگو (S). حروف مختلف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $P<0/05$ ).

باتوجه به جدول (۳) تیمار F25:S75 دارای کمترین میزان زنجیره سنگین میوزین (MHC) در میان سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ). تیمار F100 بیشترین میزان اکتین را در بین سایر تیمارها به دست آورد ( $P < 0.05$ ). از لحاظ درصد آلفاکتینین و بتاتروپومیوزین تیمار F25:S75 دارای بالاترین غلظت بود ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان زنجیره‌های سبک میوزین (MLCs) در میان سایر تیمارها به تیمار F50:S50 تعلق داشت ( $P < 0.05$ ).

تمام ماهی‌ها جهت تولید سوریمی قابل استفاده هستند اما ویژگی‌های رئولوژیکی ژل سوریمی بستگی به خصوصیات پروتئین‌های میوفیریل و به طور ویژه تراکم این پروتئین‌ها دارد که اهمیت آزمون الکتروفوروز Panpipat, Chaijan, & Benjakul, 2010 را خاطر نشان می‌کند (Ouali, 1990). در این تحقیق بیشترین تراکم به زنجیره سنگین میوزین (MHC) و اکتین اختصاص داشت. حسینی‌شکرابی، حسینی، سلطانی و زجاجی (۱۳۹۳) طی ارزیابی الگوی الکتروفورتیک پروتئین گوشت ماهی سوریده دهان سیاه<sup>۵</sup>، متراکم‌ترین باند پروتئینی را زنجیره سنگین میوزین تعیین کردند. برخی از محققین بر این باورند که در طی زمان رسیدن گوشت میوزین یا تغییری نمی‌کند و یا در مقایسه با سایر پروتئین‌ها با سرعت بسیار کمتری شکسته و به پلی‌پپتیدهای کوچک‌تر تبدیل می‌شود (Ouali, 1990). از این‌رو طی زمان نگهداری کاهش غلظت میوزین و اکتین چندان محسوس نیست. تروپومیوزین<sup>۶</sup> برهم‌کش برهم‌کنش میان اکتین و میوزین را تنظیم کرده و نقش مهمی در انقباض عضلات ایفا می‌کند. باتوجه به پروتئولیز محدود و نقش تنظیمی این پروتئین، گمان می‌رود که نقش مهمی در تردی گوشت ایفا نمی‌کند (زاده‌ی، وریدی و وریدی، ۱۳۹۴). ایزوفرم‌های ۱ و ۲ تروپومیوزین ممکن است بر پیشرفت مرحله جمود نعشی<sup>۷</sup> مؤثر باشند با این حال نقش این پروتئین روی کیفیت نهایی گوشت نامشخص است (بقائی، وریدی، وریدی و اسحاقی، ۱۳۹۲).

(2018). نتایج یک آزمون بالینی روی انسان نشان می‌دهد که مصرف متعادل میگو می‌تواند برای سلامت قلب مفید باشد زیرا تأثیر چشم‌گیری بر نسبت کلسترول HDL به کلسترول LDL ندارد. علاوه‌بر این مصرف ۱۰۰ گرم میگو حتی به صورت روزانه، از حد مجاز مصرف کلسترول (بیش از ۳۰۰ میلی‌گرم در روز) تجاوز نمی‌کند (Dayal *et al.*, 2013).

اندازه‌گیری کیفی الگوی پروتئینی در برگ‌های ماهی تلفیقی با درصدهای مختلف از گوشت میگو در شکل (۳) نشان داده شده است. پروتئین‌های غالباً شناسایی شده در تیمارها عبارت است از زنجیره سنگین میوزین<sup>۱</sup> (MHC<sup>۱</sup>، آلفاکتینین<sup>۲</sup>، اکتین<sup>۳</sup>، بتاتروپومیوزین<sup>۴</sup> و زنجیره‌های سبک میوزین (MLCs) (شکل ۱). براساس نتایج بیشترین تعداد باند در تیمار F100 مشاهده شد (۱۶ باند) در حالی که در تیمار F25:S75 ۱۴ باند مشاهده شد.



شکل ۳- اجزای پروتئینی تفکیک شده و وزن مولکولی متناظر با هریک M برابر وزن مولکولی مارکر برحسب کیلو Dalton از ۱۰ تا ۲۰۰ می‌باشد.

<sup>۵</sup> Atrobucca Nibe

<sup>۶</sup> Tropomyosin

<sup>۷</sup> Rigor Mortis

<sup>۱</sup> Myosin heavy chain

<sup>۲</sup> Alpha actin

<sup>۳</sup> Beta-tropomyosin

<sup>۴</sup> Myosin heavy chain

جدول ۳- تغییرات میزان زنجیره سنگین میوزین، آلفا اکتینین، بتاتروپومیوزین و زنجیره سبک میوزین (درصد) در برگرهای ماهی تلفیقی با درصدهای مختلف گوشت میگو

تیمارهای برگر تلفیقی ماهی و میگو				اجزای پروتئینی
F25:S75	F50:S50	F75:S25	F100	
۸/۱۰±۰/۱۴ <sup>c</sup>	۱۴/۴۰±۰/۵۶ <sup>a</sup>	۱۶/۳۵±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۱۳/۶۸±۰/۰۵ <sup>b</sup>	زنجیره سنگین میوزین
۴۰/۶۰±۰/۱ <sup>b</sup>	۴۱/۴۳±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۴۲/۶۰±۰/۰۸ <sup>b</sup>	۴۳/۵۵±۰/۰۵ <sup>a</sup>	اکتین
۵/۹۰±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۳/۴۰±۰/۱۰ <sup>b</sup>	۲/۱۵±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۲/۶۷±۰/۰۶ <sup>c</sup>	آلفاکتینین
۱۵/۱۹±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۱۲/۰۵±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۱۲/۰۵±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۱۱/۵۷±۰/۰۹ <sup>c</sup>	بتاتروپومیورین
۵/۰۵±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۶/۶۵±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۴/۰۰±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۵/۷۰±۰/۰۴ <sup>b</sup>	زنجیره سبک میوزین

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار است.

حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشدند ( $P < 0.05$ ).

مشخص شد که با افزایش مقدار گوشت میگو در فرمولاسیون برگر ماهی، میزان امتیازهای بافت افزایش معنی داری پیدا می‌کند. احتمالاً تفاوت در ماهیت پروتئین‌ها یکی از دلایل این افزایش است. طی ارزیابی ویژگی‌های بافتی برگرهای گوشت قرمز گوساله و سوریمی ماهی کپور معمولی توسط جعفرپور و همکاران (۱۳۹۳)، کمترین میزان سختی در تیمار حاوی ۱۰۰ درصد ماهی مشاهده کردند که با افزایش گوشت قرمز درصد مقدار Rahmania، Sultana و Dutta (۲۰۱۳) نشان دادند که برگرهای ماهی روش‌تر، امتیاز بالاتری در بخش رنگ دریافت کردند. طی ارزیابی حسی برگرهای گوشت قرمز گوساله و سوریمی ماهی کپور معمولی توسط جعفرپور و همکاران (۱۳۹۳)، پنلیست‌ها با افزایش درصد سوریمی در فرمولاسیون برگر امتیاز بالاتری به رنگ اختصاص دادند و می‌توان گفت که مطلوبیت برگرهای روش‌تر نزد مصرف‌کننده بیشتر است. درصد بالاتر سوریمی ماهی در برگر علی‌رغم شستشو شو با آبنمک، دارای مقداری پروتئین سارکوپلاسمی بوده که باعث ایجاد بوی نامطبوع در محصول می‌شود و مطلوبیت آن را کاهش می‌دهد.

### نتیجه‌گیری

افزایش میگو در فرمولاسیون برگر ماهی سبب بهبود پارامترهای ساختار بافت، افزایش پروتئین خام و بهبود امتیازهای حسی گردد در عین حال بیشترین میزان کلسیترول در تیمار ۷۵ درصد گوشت میگو محاسبه شد. همچنین تیمار واحد فقط گوشت ماهی پایین‌ترین میزان امتیازهای حسی در بخش‌های بافت، بو، مزه و پذیرش کلی را به دست آورد. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون‌های این تحقیق، افزودن ۲۵ درصد گوشت چرخ‌شده میگو به برگر ماهی می‌تواند علاوه‌بر بهبود ارزش غذایی، امتیازهای حسی محصول را نیز بهبود ببخشد.

### ویژگی‌های حسی

تغییرات ویژگی‌هایی حسی مانند بافت، بو، طعم، رنگ و پذیرش کلی در برگرهای تلفیقی ماهی با میگو در جدول (۴) خلاصه شده است. با توجه به نتایج نمرات حسی در جدول (۴) تیمار F100 دارای کمترین امتیاز از لحاظ بافت، بو، مزه و پذیرش کلی محصول در بین سایر تیمارها می‌باشد ( $P < 0.05$ ). در حالی که امتیازهای بافت، بو، مزه و پذیرش کلی با افزایش درصد میگو اختلاف معنی دار با یکدیگر افزایش پیدا می‌کند.

جدول ۴- ارزیابی پارامترهای حسی در برگرهای تلفیقی ماهی با درصدهای مختلف گوشت میگو

پارامترهای تیمارهای برگر تلفیقی ماهی و میگو	حسی			
F25:S75	F50:S50	F75:S25	F100	
۶/۳۰±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۶/۲۰±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۶/۴۰±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۵/۵۰±۰/۰۹ <sup>b</sup>	بافت
۶/۰۰±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۶/۷۰±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۶/۵۰±۰/۱۲ <sup>a</sup>	۴/۶۰±۰/۱۴ <sup>b</sup>	بو
۷/۰۰±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۷/۲۰±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۷/۲۰±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۶/۲۰±۰/۰۸ <sup>b</sup>	مزه
۶/۷۰±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۶/۹۰±۰/۱۳ <sup>b</sup>	۷/۴۰±۰/۱۹ <sup>a</sup>	۷/۲۰±۰/۱۷ <sup>a</sup>	رنگ
۷/۰۰±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۷/۵۰±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۷/۴۰±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۶/۴۰±۰/۰۷ <sup>b</sup>	پذیرش کلی

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار است.

حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشدند ( $P < 0.05$ ).

تیمار شاهد (F100) که از ۱۰۰ درصد گوشت ماهی کپور نقره‌ای تهیه شده بود، پایین‌ترین امتیاز را در بخش بافت، بو، مزه و پذیرش کلی از پنلیست‌ها دریافت کرد و افزایش درصد گوشت میگو موجب بهبود کیفیت این فاکتورها شد. بافت یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کیفی مواد غذایی و جزء پارامترهای اصلی انتخاب و پذیرش فراورده‌های گوشتی توسط مصرف‌کنندگان بشمار می‌رود. ایجاد تغییرات در بافت، مطلوبیت و انتخاب محصولات گوشتی را قویاً تحت تأثیر قرار می‌دهد (Risvik, 1994). با توجه به نتایج ارزیابی حسی

## منابع

- باقایی، م.، وریدی، م. ج.، و راحقی، ز. (۱۳۹۲). بررسی اثر جنس و شرایط کشتار بر چگونگی کاهش pH و پروتئولیز گوشت شترمرغ طی زمان تردشدن با استفاده از SDS-PAGE. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذا*، ۲(۱)، ۳۶-۱۷.
- doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2013.07.03.212>
- جعفریبور، س. ع.، شکری، م. و شهره، ب. (۱۳۹۳). ویژگی‌های شیمیایی، بیوفیزیکی و حسی برگرهای ترکیبی گوشت قرمز گوساله و سوریمی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شیلات. *(Cyprinus carpio)* شیلات، ۴(۶۷)، ۵۱۰-۴۹۱.
- حسینی‌شکرابی، س.، حسینی، س.، سلطانی، م. و زجاجی، م. (۱۳۹۳). اثرات هیدرولوئیدهای مختلف بر خصوصیات بافتی و ریزاساختاری ژل سوریمی ماهی شوریده دهان سیاه (*Atrobucca nibe*). *پژوهش‌های صنایع غذا*، ۲۴(۳)، ۴۲۷-۴۲۵.
- Zahedi, M., & Vahdati, M. (1394). ارزیابی اثر جنس و نوع اضطراب بر الگوی پروتئولیز پروتئین‌های میوفیبریلی گوشت شتر یک کوهانه ایرانی در مدت زمان تردشدن. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذا*، ۴(۲)، ۹۷-۱۱۶.
- doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2015.07.23.421>
- لیراوی، آ.، رومیانی، ل. و فضل‌آراء، ع. (۱۳۹۶). بررسی شاخص‌های شیمیایی، حسی و میکروبی فساد برگر تلفیقی (کپور نقره‌ای-گوشت قرمز) در طول مدت نگهداری در دمای یخچال. *علوم و صنایع غذا*، ۱۴(۶۳)، ۱۵-۲۸.
- مرادی، م.، مصدق، م. و فهیم‌دانش، م. (۱۳۹۲). ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حسی برگر تولید شده با نسبت‌های متفاوت گوشت مرغ و ماهی (کیلکا). *مجله علمی شیلات ایران*، ۲۲(۲)، ۱۱۳-۱۲۵.
- doi:<https://doi.org/10.22092/isfj.2017.110124>
- معینی، س. و بسمی، ب. (۱۳۸۳). تهیه کتلت ماهی کپور و تعیین زمان ماندگاری آن در دمای شرده‌خانه ای ۱۸-۱۸ درجه سانتیگراد. *مجله علمی شیلات ایران*، ۱۳(۱)، ۱۶۳-۱۷۰.
- Allain, C. C., Poon, L. S., Chan, C. S., Richmond, W., & Fu, P. C. (1974). Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clinical Chemistry*, 20(4), 470-475.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis* (17<sup>th</sup> ed.). *Association of Official Analytical Chemist*. Washington DC, USA.
- Baghaei, H., Varidi, M. J., Varidi, M., & Es'haghi, Z. (2013). Effect of gender and slaughter conditions on pH decline and proteolysis of ostrich meat during ageing by SDS-PAGE. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 2(1), 17-36. doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2013.07.03.212> (in Persian)
- Benjakul, S., & Bauer, F. (2000). Physicochemical and enzymatic changes of cod muscle proteins subjected to different freeze-thaw cycles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(8), 1143-1150. doi:[https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200006\)80:8<1143::AID-JSFA610>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200006)80:8<1143::AID-JSFA610>3.0.CO;2-C)
- Beriaín, M. J., Gómez, I., Ibáñez, F. C., Sarriés, M. V., & Ordóñez, A. I. (2018). *Food quality: Balancing Health and Disease*: Academic Press. Spain. 530 p.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2009). Perceptions of the risks and benefits of fish consumption: Individual choices to reduce risk and increase health benefits. *Environmental Research*, 109(3), 343-349. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.12.002>
- Dayal, J. S., Ponniah, A. G., Imran Khan, H., Babu, E., Kondusamy, A., & P. Kumarguru Vasagam, K. (2013). Shrimps - a nutritional perspective. *Current Science*, 104, 1487-1491.
- Deng, J., Watson, M., Bates, R., & Schroeder, E. (1978). Ascorbic acid as an antioxidant in fish flesh and its degradation. *Journal of Food Science*, 43(2), 457-460. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb02329.x>
- FAO. (2018). *Fishery and aquaculture statistics: Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.
- Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509.
- Gomez-Basauri, J., & Regenstein, J. (1992). Processing and frozen storage effects on the iron content of cod and mackerel. *Journal of Food Science*, 57(6), 1332-1336. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb06850.x>
- Haq, M., Dutta, P., Sultana, N., & Rahman, M. (2013). Production and quality assessment of fish burger from the grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). *Journal of Fisheries*, 1(1), 42-47.
- Hashemi, A., & Jafarpour, A. (2016). Rheological and microstructural properties of beef sausage batter formulated with fish fillet mince. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 601-610. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-015-2052-4>
- Hosseini-Shekarabi, S., Hosseini, S., Soltani, M., & Zojaji, M. (2014). Effects of various hydrocolloids on textural and microstructural properties of black mouth croaker (*Atrobucca nibe*) surimi gel. *Journal of Foods Research (Agricultural Science)*, 24(3), 425-437. (in Persian)

- Hosseini-Shekarabi, S., Hosseini, S., Soltani, M., Kamali, A., & Valinassab, T. (2014). A comparative study on physicochemical and sensory characteristics of minced fish and surimi from black mouth croaker (*Atrobucca nibe*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(6), 1289-1300.
- Jafarpour, S. A., Shokri, M., & Shohreh, B. (2014). Chemical, biophysical and sensory characteristic of beef burgers incorporated with common carp (*Cyprinus carpio*) surimi. *Journal of Fisheries*, 67(4), 491-510. doi:<https://doi.org/10.22059/jfisheries.2014.53348> (in Persian)
- Khanipour, A., Fathi, S., & Fahim Dejban, Y. (2013). Chemical indicators of spoilage and shelf-life of the consolidated burgers (Kilka–Silver carp) during cold storage at-18°C. *Iranian Fish Processing Research Center*, 22(3), 41-49.
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227(5259), 680-685. doi:<https://doi.org/10.1038/227680a0>
- Lanier, T., Carvajal-Rondanelli, P., & Yongsawatdigul, J. (2005). Surimi Gelation Chemistry (pp. 435-489): Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.
- Liravi, A., Roomiani, L., & Fazlara, A. (2017). Study of Chemicals, Sensory and Microbial Indicators of Spoligae of The Consolidated Burger (Silver Carp- Red Meat) During Refrigerated Storage. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 14(63), 15-27 (in Persian).
- Ljubojevic, D., Trbovic, D., Lujic, J., Bjelic-Cabrilo, O., Kostic, D., Novakov, N., & Cirkovic, M. (2013). Fatty acid composition of fishes from inland waters. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(1), 62-71.
- Luten, J., Crews, H., Flynn, A., Van Dael, P., Kastenmayer, P., Hurrell, R., . . . Hickson, K. (1996). Interlaboratory trial on the determination of the in vitro iron dialysability from food. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72(4), 415-424. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199612\)72:4<415::AID-JSFA675>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199612)72:4<415::AID-JSFA675>3.0.CO;2-X)
- Moeini, S., & Basini, B. (2004). Production of fish cake from carp and its shelf life in cold store at -18 °C. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 13(1), 163-170. doi:<https://doi.org/10.22092/ISFJ.2004.113724> (in Persian)
- Moradi, Y., Mosaddegh, M., & Fahim Danesh, M. (2013). Evaluation of physical, chemical and sensory characteristics of burgers produced with different ratios of poultry and fish (Kilka). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 22(2), 113-125 (Moradi). doi:<https://doi.org/10.22092/isfj.2017.110124> (in Persian)
- Moradinezhad, N., Shaviklo, A. R., & Abolghasemi, S. J. (2017). The Qualitative characteristics of Silver Carp Fish burger fortified with isolate protein of fish. *Advances in Bioresearch*, 8(5).
- Ouali, A. (1990). Meat tenderization: Possible causes and mechanisms. A review. *Journal of Muscle Foods*, 1(2), 129-165. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1990.tb00360.x>
- Panpipat, W., Chaijan, M., & Benjakul, S. (2010). Gel properties of croaker–mackerel surimi blend. *Food Chemistry*, 122(4), 1122-1128. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.096>
- Praneetha, S. S., Dhanapal, K., Reddy, G., Balasubramanian, A., & Kumar, G. P. (2017). Studies on the Quality of Fish Cutlet Prepared from Rohu (*Labeo rohita*) during Refrigerated Storage. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(12), 3262-3271. doi:<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.379>
- Risvik, E. (1994). Sensory properties and preferences. *Meat Science*, 36(1-2), 67-77. doi:[https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90034-5](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90034-5)
- Shahin, M., Kdous, M. F., & Hussein, S. A. (2016). Production of New Burger from Small Size Shrimp and Carp Fish Meat. *Current Science International*, 5(2), 223-230.
- Taşkaya, L., Kişi, Ş. Ç. D., & Kılınç, B. (2003). Quality Changes of Fish Burger from Rainbow Trout During Refrigerated Storage. *Su Ürünleri Dergisi*, 20((1-2)), 147-154.
- Wongwichian, C., Klomklao, S., Panpipat, W., Benjakul, S., & Chaijan, M. (2015). Interrelationship between myoglobin and lipid oxidations in oxeye scad (*Selar boops*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, 174, 279-285. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.071>
- Zahedi, Y., Varidi, M., & Varidi, M. (2015). Effect of Gender and Muscle Type on The Proteolytic Pattern of Myofibrillar Proteins in Iranian One-Humped Camel Meat During Storage. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 4(2), 97-116 doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2015.07.23.421> (in Persian).

## Study of Some Chemical Properties, Electrophoretic Pattern and Sensory Evaluation of Silver Carp Blend Burger with Vannamei Shrimp

Milad Abbasi Monjezi<sup>1</sup>, Seyed Pezhman Hosseini Shekarabi<sup>2\*</sup>, Seyed Ebrahim Hosseini<sup>3</sup>

1- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Fisheries Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

\* Corresponding author ([hosseini@srbiau.ac.ir](mailto:hosseini@srbiau.ac.ir))

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### Abstract

In this study, minced vannamie shrimp meat (S) was added to minced farm-raised silver carp fish (F) with four different ratios: 0% (F100), 25% (F75:S25), 50% (F50:S50) and 75% (F25:S75) and then some chemical properties (proximate composition, myoglobin and cholesterol content), electrophoretic pattern as well as sensory parameters were performed. F25:S75 had the highest protein (21.68%) and the lowest fat content (0.91%) compared to other treatments ( $P<0.05$ ). The highest and the lowest amounts of myoglobin were observed in F100 (6.05 mg/g) and F25:S75 (1.11 mg/g), respectively ( $P<0.05$ ). Moreover, F25:S75 had the highest (84.36 mg/100 g) and F100 (42.22 mg/100 g) had the lowest cholesterol content among all treatments ( $P<0.05$ ). The results of SDS-PAGE analysis showed that the most detected number of the bands belonged to F100 (16 bands) and the lowest number of the bands was observed in F25:S75 (14 bands). The highest amounts of  $\alpha$ -actinin (5.9%) and  $\beta$ -thropomyosin (15.19%) were observed in F75:S25 ( $P<0.05$ ). The sensory quality demonstrated that the control group (F100) reached the lowest score in terms of texture, smell, taste, and overall acceptance among all treatments ( $P<0.05$ ). The results of this study showed that increasing in shrimp meat proportion in the fish burger would increase the amount of crude protein and sensory scores and also decreased myoglobin content, while the highest cholesterol levels was observed in F25:S75 treatment.

**Key words:** Blend Burger, Chemical Properties, Electrophoretic Pattern, Shrimp, Silver Carp Fish

## بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی چند نوع عسل و مقایسه اثر ضدمیکروبی آنها بر اسینتوباکتر بومانی و انتروکوکوس فکالیس

محبوبه دهقان<sup>۱</sup>، جمشید مهرزاد<sup>\*۲</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه میکروبیولوژی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

۲- استادیار، گروه بیوشیمی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

\* نویسنده مسئول (mehrzedjam@iau-neyshabur.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۷

چکیده

واژه‌های کلیدی  
اسینتوباکتر بومانی  
انتروکوکوس فکالیس  
عسل  
فیزیکوشیمیایی  
ضدمیکروبی

امروزه عوارض متعددی ناشی از مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها برای انسان ایجاد شده و نیز باکتری‌ها نسبت به تعداد زیادی از آنها مقاوم شده‌اند. لذا توجه بسیاری از پژوهشگران به داروهایی با منشأ طبیعی جلب شده است. هدف از این پژوهش بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی انواع عسل؛ شامل عسل‌های گیاه کبود محصول بهار ۱۳۹۵ و بهار ۱۳۹۶، گیاه پنج‌انگشت محصول بهار ۱۳۹۶ و گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان محصول پاییز ۱۳۹۶ جمع‌آوری شده از نیشابور بر باکتری‌های اسینتوباکتر بومانی (PTCC:1797) و انتروکوکوس فکالیس (PTCC:1394) بود. همچنین مقایسه اثر ضدمیکروبی این عسل‌ها در غلظت‌های مختلف (۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۷۰ درصد) بدون استفاده از آمپی‌سیلین و به همراه آمپی‌سیلین روی باکتری‌ها انجام شد. نتایج نشان داد تمامی عسل‌ها دارای کیفیت مناسبی بودند، هرچند عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان که نسبتاً تازه بود از نظر خواص فیزیکوشیمیایی به‌طور معنی‌داری از سایر عسل‌ها بهتر است. به‌طوری‌که دارای ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، اسیدیته، پرولین و وزن مخصوص بیشتر و دارای رطوبت کمتر و در کل کیفیت بهتری بود. طبق یافته‌ها تمامی عسل‌های مورد بررسی خاصیت باکتریوستاتیک داشتند و افزایش غلظت محلول عسل‌ها باعث افزایش خاصیت ضدمیکروبی آنها شد. همچنین مشخص شد با اضافه شدن آمپی‌سیلین به عسل‌ها مقدار تأثیر ضدمیکروبی آنها افزایش می‌یابد. از نظر خاصیت ضدمیکروبی هم عسل پاییزه گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان در مقایسه با سایر عسل‌ها بیشترین تأثیر را داشت. درنهایت نتیجه‌گیری می‌شود استفاده از عسل و بهویژه عسل تازه گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان به همراه آمپی‌سیلین می‌تواند در جلوگیری از رشد باکتری‌های اسینتوباکتر بومانی و انتروکوکوس فکالیس مؤثر باشد.

نیز دارند (Terrab, Díez, & Heredia, 2002). عسل یکی از قدیمی‌ترین داروهای سنتی است که برای درمان عفونت‌های میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ray & Ryan, 2004)؛ قیصری و حمیدیان، ۱۳۸۷). این ماده غذایی یکی از ره‌آوردهای مفید و ارزشمند طبیعت می‌باشد که خداوند در

مقدمه

هرچه افراد از عوارض جانبی خطرناک داروهای آنتی‌بیوتیکی بیشتر مطلع می‌شوند، میزان تقاضا برای جایگزین‌های طبیعی این داروها افزایش پیدا می‌کند. مواد طبیعی خطر این عوارض را کمتر می‌کنند و حتی گاهی اثرات جانبی مفیدی

بیماران بستری شده در بخش مراقبت‌های ویژه هستند (Eveillard, Kempf, Belmonte, Pailhoriès, & Joly-). (Guillou, 2013; Tang, Apisarnthanarak, & Hsu, 2014) می‌توان انتظار داشت که زنجیره غذایی نقش مهمی در انتشار پاتوژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها داشته باشد (Seiffert et al., 2013). یکی از دلایل اصلی که اسینتوباکتر بومانی توجه فراوانی را در عرصهٔ بالینی و مواد غذایی به خود جلب کرده، توانایی شکفت‌انگیز آن برای بهدست‌آوردن و انتشار ژن‌های مقاومت به انواع آنتی‌بیوتیک‌هاست (Novovic et al., 2015).

انتروکوکوس فکالیس<sup>۵</sup>، باکتری هم‌زیست روده انسان و سایر پستانداران است و در ایجاد عفونت‌های بیمارستانی نقش دارد (Ray & Ryan, 2004). انتروکوکوس فکالیس، باکتری گرم مثبت، غیرمتحرک، اکسیداز منفی، بی‌هوای اختیاری و کاتالاز منفی است و به بیشتر آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم است (Amyes, 2007). یکی از باکتری‌های مهم در زمینهٔ بهداشت مواد غذایی انتروکوکوس است و انتروکوکوس فکالیس گونه‌ای از جنس انتروکوکوس است که در مواد غذایی از شایع‌ترین گونه‌ها می‌باشد. از آنچه که انتروکوکوس‌ها ساکن طبیعی روده انسان و حیوانات هستند شاخص مدفووعی در مواد غذایی محسوب شده و از این حیث اهمیت دارند (Abriouel et al., 2008).

در بسیاری از کشورها، فاضلاب‌های شهری برای آبیاری مزارع کشاورزی استفاده می‌شوند که پاتوژن‌های روده‌ای موجود در آنها، در خاک و محصولات باقی‌مانده و مشکلات بهداشتی برای انسان ایجاد می‌کنند (Ibenyassine et al., 2007). با توجه به اهمیت ذکر شده انتروکوکوس در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۰۸۲ (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۸۶) در جدول حد مجاز میکروبی مورداستفاده برای کنترل مواد غذایی، جزء شاخص‌های میکروبی در کنترل کیفیت سبزی ذکر شده‌اند.

با توجه به اثرات ضدمیکروبی و اثرات شگفت‌آور سلامتی بخش عسل، در تحقیق حاضر به بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تأثیر<sup>۴</sup> نوع عسل مختلف (عسل گیاه پنج‌انگشت محصول بهار ۱۳۹۵ و بهار ۱۳۹۶، عسل گیاهان پنچ‌انگشت محصول بهار ۱۳۹۶ و عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان محصول پاییز ۱۳۹۶) به تنهایی و همراه با آمپی‌سیلین روی انتروکوکوس فکالیس و اسینتوباکتر بومانی پرداخته شد. لازم به ذکر است آمپی‌سیلین یکی از آنتی‌بیوتیک‌های منتخب بر

قرآن و در سورهٔ نحل آن را تحت عنوان مادهٔ شفابخش برای انسان بیان فرموده است: «فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ»، «خوردن عسل برای مردم شفاست (قرآن کریم)، سورهٔ نحل، آیهٔ ۶۹». چهارپنجم وزن عسل را کربوهیدرات (مواد قندی-نشاسته‌ای) تشکیل می‌دهد و سایر ترکیبات آن عبارتند از: پروتئین‌ها، املاخ معدنی، ترکیبات معطر، آنزیمه‌ها، ویتامین‌ها، گردهٔ گل و مقداری آب (پروانه، ۱۳۹۰). عسل یک مادهٔ غذایی بسیار مفید با پتانسیل بالای ضدミکروبی و دیگر ویژگی‌های زیستی همچون ویژگی‌های ضدتوموری، ضدالتهابی، ضداسیدانی و ضدپیروسی می‌باشد. این ویژگی‌ها از نوعی عسل به نوعی دیگر تقاضوت دارد که به گروهی از ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی این مادهٔ غذایی مربوط می‌شود که این خود به منشأ گیاهی، منطقهٔ جغرافیایی و حشره‌شناسی عسل مرتبط می‌شود (Tong et al., 2014؛ سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۹۲a).

مشخص شده عسل با طیف وسیعی از میکروب‌های خطرناک از جمله هلیکوباکتر<sup>۱</sup> و سالمونلا<sup>۲</sup> به خوبی مبارزه می‌کند و همچنین عسل روی باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک، از جمله ابرمیکروبی به نام متیسیلین رزیستنت استافیلوکوکوس اورئوس<sup>۳</sup> (MRSA) نیز مؤثر است و برخلاف بیشتر آنتی‌بیوتیک‌ها به نحو چشمگیری باعث پیشرفت بهبود زخم‌ها می‌شود (خدادادی و جامی، ۱۳۹۳). طبق گفتهٔ کوپر، عسل ممکن است به علت وجود آنزیمه‌هایی که هنگام ساختن آن توسط زنبور عسل ترشح می‌شود، خاصیت میکروب‌زدایی داشته باشد، یا این خاصیت می‌تواند به علت درجهٔ اسیدی بودن عسل یا وجود مواد شیمیایی گرفته شده از شهد Dunford, Cooper, Molan, & White, 2000).

اسینتوباکتر بومانی<sup>۴</sup> مهم‌ترین عضو در میان گونه‌های اسینتوباکتر، ذریغهٔ عفونت‌های بیمارستانی در سراسر جهان است (Lin & Lan, 2014). اسینتوباکتر بومانی یک کوکوباسیل گرم منفی، اکسیداز منفی، غیرمتحرک و هوایی اجباری است که می‌توان آن را از مواد غذایی جدا کرد. گونه‌های متعلق به این جنس، پاتوژن‌های فرست‌طلبی هستند که مسبب بروز عفونت‌های ناشی از قرارگیری در محیط‌های جمعی و عفونت‌های بیمارستانی، به ویژه در

<sup>1</sup> *Helicobacter*

<sup>2</sup> *Salmonella*

<sup>3</sup> *Meticillinresistenta Staphylococcus aureus*

<sup>4</sup> *Acinetobacter baumanii*

و فیزیکوشیمیابی ذیل موردنبررسی قرار گرفتند.

### رطوبت

میزان رطوبت به روش قرائت میزان ضرب شکست در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد روی سطح تمیز و خشک منشور دستگاه رفراکتومتر آبه<sup>۳</sup> (مدل 2WAJ، PECGroup، ساخت انگلستان) انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

### تعیین وزن مخصوص

ابتدا درصد مواد جامد محاسبه شد و براساس آن وزن مخصوص عسل محاسبه گردید. اختلاف درصد رطوبت از ۱۰۰، به عنوان درصد مواد جامد و مقدار عدد خوانده شده از دستگاه رفراکتومتر بر حسب واحد بریکس، معادل مواد جامد قابل حل در نظر گرفته شد.  
به منظور تعیین وزن مخصوص با استفاده از رابطه (۱) وزن مخصوص محلول ۲۰ درصد عسل محاسبه گردید (پروانه، ۱۳۹۰).  
رابطه (۱)

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{1}{0.00386} \times (\text{درصد مواد جامد} + 1)$$

### هدایت الکتریکی

برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول‌های ۲۰ درصد وزنی-حجمی عسل از هدایت‌سنج (Jenway) ساخت انگلستان) استفاده گردید (Bogdanov & Martin, 2002).

### خاکستر

برای اندازه‌گیری خاکستر از روش ذکر شده توسط Piazza و Accorti و Persano Oddo (۱۹۹۱) استفاده شد. رابطه میزان هدایت الکتریکی و میزان خاکستر در عسل در رابطه (۲) آورده شده است که در آن A میزان خاکستر بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم عسل و C میزان هدایت الکتریکی بر حسب میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر می‌باشد.  
رابطه (۲)

$$C = \frac{A}{14 + 174A}$$

### pH

میزان pH در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و به کمک دستگاه pH متر (Jenway 3320)، ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد

ضد این باکتری‌هاست، ولی در برخی کشورها مانند ایالات متحده همراه با سولبactam<sup>۱</sup> علیه اسینتوپاکتر بومانی استفاده می‌شود (Smolyakov et al., 2003). لذا در تحقیق حاضر آمپیسیلین مورداستفاده قرار گرفت تا مشخص شود که عسل از نظر خاصیت ضد میکروبی به تنها یابی در مقایسه با این آنتی‌بیوتیک که اکنون به تنها یابی بر ضد باکتری‌های موردنظر اثر زیادی ندارد در چه جایگاهی قرار دارد و همچنین ترکیب عسل با این آنتی‌بیوتیک چه تأثیری را در پیشگیری از رشد و احتمالاً درمان عفونت‌های ایجاد شده با این باکتری‌ها نشان می‌دهد. چنانچه اثبات شود استفاده عسل همراه با آمپیسیلین می‌تواند مانع رشد این باکتری شود می‌توان توصیه نمود که این ماده غذایی مفید جایگزین سولبactam شود. همچنین ذکر شده عفونت‌های ناشی از انتروکوکوس فکالیس حساس را می‌توان با استفاده از آمپیسیلین و وانکومایسین<sup>۲</sup> درمان کرد (Fisher & Phillips, 2009). لذا افزایش تأثیر آمپیسیلین با استفاده از عسل بر انتروکوکوس فکالیس نیز می‌تواند کمک زیادی برای جلوگیری و درمان عفونت‌ها نماید.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق که طی مدت زمستان سال ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷، ۴ نوع عسل مختلف مورداستفاده قرار گرفت. عسل‌های مورداستفاده عبارتند از عسل گیاه کبود محصول بهار ۱۳۹۵ و بهار ۱۳۹۶، عسل گیاه پنج‌انگشت محصول بهار ۱۳۹۶ و عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان محصول پاییز ۱۳۹۶. تمام عسل‌ها به صورت مستقیم از زنبورداران معتبر و مطمئن شهرستان نیشابور در استان خراسان رضوی خریداری گردید. عسل‌ها در محل تاریک و خنک نگهداری شدند. سویه‌های استاندارد باکتری‌های اسینتوپاکتر بومانی و انتروکوکوس فکالیس به صورت خشک شده انجام دی از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شدند. محیط‌های کشت مولر هینتون آگار، نوترینت برات، نوترینت آگار، سیمون سیترات آگار، بلاد آگار و تریپتون شوگر آگار و همچنین مواد شیمیابی و دیسک آنتی‌بیوتیک از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردید.

آزمون‌های فیزیکوشیمیابی و آنتی‌اکسیدانی در ابتدا به منظور ارزیابی کیفیت عسل، خواص آنتی‌اکسیدانی

<sup>1</sup> Sulbactam

<sup>2</sup> Vancomycin

شفاف کردن نمونه‌ها توسط معرفه‌های کاریز ۱ و ۲ و افزودن سدیم بی‌سولفیت و آب‌مقطر بهترتیب به محلول شاهد و نمونه، جذب نوری آنها در مقابل محلول شاهد در طول موج‌های ۲۸۴ و ۳۳۶ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر (Unico، ساخت آلمان) خوانده شد و سپس میزان هیدروکسی‌متیل فورفورال با کم کردن میزان جذب در طول موج ۳۳۶ نانومتر از میزان جذب در طول موج ۲۸۴ نانومتر به دست آمد.

#### تعیین فعالیت دیاستازی

برای این منظور محلول استاندارد نشاسته تهیه و به نمونه اضافه گردید و در حمام آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس کاهش رنگ در فواصل زمانی یکسان با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین زمان بر حسب دقیقه ( $t_x$ ) برای رسیدن به جذب ۰/۲۳۵، نمودار جذب بر حسب زمان رسم شد و با استفاده از معادله خط، عدد دیاستاز از تقسیم ۳۰۰ بر  $t_x$  محاسبه شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### خاصیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عسل به صورت درصد به دامانداختن رادیکال آزاد ۲ و ۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل‌هیدرازیل<sup>۲</sup> (DPPH) به روش اسپکتروفوتومتری محاسبه شد و جذب نمونه در طول موج ۵۱۷ نانومتر در برابر شاهد اندازه‌گیری شد (Ferreira, Aires, Barreira, & Estevinho, 2009).

#### ترکیبات فنولی

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنولی میزان جذب محلول نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر به وسیله اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. از محلول اسید‌گالیک به عنوان محلول استاندارد استفاده شد و میزان کل ترکیبات فنولی عسل تعیین گردید (Zainoldin & Baba, 2009).

#### پروولین

در روش رنگ‌سنجی با استفاده از محلول پروولین به عنوان استاندارد جذب نمونه‌ها در مقابل آب‌مقطر در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. جهت ایجاد رنگ از محلول فرمیک‌اسید و محلول نین‌هیدرین<sup>۳</sup> استفاده شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲a).

(سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### اسیدیته

با رقیق کردن عسل مطابق استاندارد به روش تیتراسیون انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### قندهای احیاکننده

در صد قندهای احیاکننده به روش لین‌آینون محاسبه گردید. در این روش از محلول‌های فهلينگ A و B جهت تعیین مقدار میلی‌گرم قند اینورت لازم برای احیای مس استفاده شد. قندهای احیاکننده با احیاکردن محلول‌های فهلينگ A و B رسوب آجری‌رنگ اکسید مس ایجاد کردند و از متیلن‌بلو برای شناساگر نقطه پایانی استفاده گردید. با اندازه‌گیری مقدار رسوب تشکیل شده مقدار قند موجود در نمونه تعیین شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### گلوکز

با استفاده از روش یدومتری و تیتراسیون محلول نمونه عسل آزمون قندهای احیاکننده، درصد گلوکز به دست آمد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### فروکتوز

از تفاوت مقدار قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز منهای مقدار گلوکز، مقدار فروکتوز به دست می‌آید (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### نسبت فروکتوز به گلوکز

از تقسیم درصد فروکتوز بر درصد گلوکز به دست آمد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### ساکارز

برای محاسبه درصد ساکارز، اختلاف قندهای احیاکننده قبل و بعد از هیدرولیز در ضریب ۰/۹۵ ضرب شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b).

#### تعیین مقدار هیدروکسی‌متیل فورفورال<sup>۱</sup> (HMF)

از روش ارائه شده در استاندارد ملی عسل استفاده شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b). پس از

<sup>۱</sup> 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

<sup>۲</sup> Ninhhydrin

<sup>۳</sup> Hydroxymethyl Furfural

اسینتوپاکتر بومانی به آموکسیسیلین مقاوم بود، نسبت به جنتامایسین، تتراسایکلین و اریترومایسین حساس بود (بیشترین حساسیت را نسبت به جنتامایسین نشان داد) و نسبت به آمپیسیلین تا حدودی حساس بود. لذا آمپیسیلین که یکی از آنتی‌بیوتیک‌های منتخب بر ضد این باکتری‌هاست و هر دو باکتری در برابر آن مقاوم بودند برای انجام آزمایش‌های بعدی انتخاب شد.

غلظت‌های مختلف عسل بهمراه رقت بهینه‌ای از آمپیسیلین، یعنی ۶۴ میلی‌گرم بر لیتر برای اسینتوپاکتر Karumathil, Gaffney, Surendran Nair, (Kollanoor-Johny, & Venkitanarayanan, 2018 میلی‌گرم بر لیتر برای انترولوکوس فکالیس (Tong et al., 2014)، در چاهک‌های پلیت ۹۶ تایی ریخته شد و سپس به آن مقدار معینی از باکتری‌ها اضافه شد. نتایج توسط دستگاه الیزاریدر در طول موج ۶۳۰ نانومتر قرائت گردید.

### تجزیه و تحلیل آماری

کل آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن<sup>۱۰</sup> در سطح ۵ درصد استفاده شد.

### نتایج و بحث

باتوجه‌به بررسی خواص متعدد فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی در ذیل به ارائه نتایج و بحث هر مورد به طور جداگانه پرداخته می‌شود.

**نتایج و بحث آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی**  
روش تولید، شرایط فراوری، شرایط آب و هوایی در دوره تولید عسل، زمان برداشت، مدت زمان نگهداری، محل نگهداری و همچنین منع شهد، تأثیر مهمی بر کیفیت، ترکیب و ویژگی‌های بیوشیمیایی عسل دارد و بهمین دلایل عسل‌ها می‌توانند خصوصیات فیزیکوشیمیایی و درنتیجه کیفیت متفاوتی داشته باشند (Iglesias et al., 2012; Moreti, 2006) در تحقیق حاضر نیز باتوجه‌به نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی موردنبررسی که در جدول (۱) آورده شده است برخی تفاوت‌ها در کیفیت عسل‌ها مشاهده شد که در بعضی موارد معنی‌دار بود.

### بررسی فعالیت ضدمیکروبی عسل

برای انجام آزمون‌های میکروبی ابتدا غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۷۰ درصد از نمونه‌های عسل با حل کردن در محیط کشت نوترینت براث تهیه شد. سپس ۱/۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری با غلظت ۰/۵ مک‌فارلند (حدود  $1/5 \times 10^8$  واحد تشکیل کلنی بر میلی‌لیتر) به لوله‌های حاوی غلظت‌های مختلف عسل اضافه شد و به مدت یک شب در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، گرم‌خانه‌گذاری شد. از لوله‌هایی که کدورت در آنها دیده نشد، ۱ میلی‌لیتر برداشته و به ۹ میلی‌لیتر محیط کشت بدون عسل اضافه گردید و به مدت ۴۸، ۲۴ و ۷۲ ساعت گرم‌خانه‌گذاری شد. سپس از محتویات این لوله‌ها روی محیط کشت آگار کشت تهیه شد و به مدت ۲۴ ساعت گرم‌خانه‌گذاری شد. در صورت رشد، عسل خاصیت باکتریواستاتیک<sup>۱</sup> داشته و در غیراین صورت عسل خاصیت باکتریوسمیدال<sup>۲</sup> دارد (Almasaudi et al., 2017). لازم به ذکر است جهت اطمینان و تأیید روش کدورت‌سنجدی، بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف عسل بر باکتری‌ها به روش جذب‌سنجدی به وسیله الیزاریدر<sup>۳</sup> (مدل BP 800، سخن فنلاند) نیز انجام شد، به این صورت که به مدت ۲۴ ساعت مخلوط غلظت‌های مختلف عسل و باکتری‌ها در پلیت ۹۶ تایی با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شد و سپس جذب توسط الیزاریدر در طول موج ۶۳۰ نانومتر خوانده شد.

### بررسی تأثیر ترکیب عسل و آنتی‌بیوتیک بر باکتری‌ها

به منظور تشخیص اینکه باکتری‌های موردنظر نسبت به چه آنتی‌بیوتیک‌هایی حساس و نسبت به کدام آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم هستند تست آنتی‌بیوگرام برای آموکسیسیلین<sup>۴</sup>، جنتامایسین<sup>۵</sup>، آمپیسیلین<sup>۶</sup>، اریترومایسین<sup>۷</sup> و تتراسایکلین<sup>۸</sup> به روش دیسک دیفیوژن<sup>۹</sup> انجام شد. آشکار شد که انترولوکوس فکالیس به آموکسیسیلین مقاوم بود، به جنتامایسین و آمپیسیلین تا حدودی مقاوم و نسبت به اریترومایسین و تتراسایکلین حساسیت زیاد نشان داد.

<sup>1</sup> Bacteriostatic

<sup>2</sup> Bacteriocidal

<sup>3</sup> Elisa Reader

<sup>4</sup> Amoxicillin

<sup>5</sup> Gentamicin

<sup>6</sup> Ampicillin

<sup>7</sup> Erythromycin

<sup>8</sup> Tetracycline

<sup>9</sup> Disk Diffusion

جدول ۱- نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیابی و آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های عسل موردبررسی

استاندارد	گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان	گیاه پنج‌انگشت	گل کبود ۱۳۹۶	گل کبود ۱۳۹۵	ویژگی
حداکثر ۲۰	۱۴/۵۹ <sup>a</sup> ±۰/۰۴	۱۵/۱۴ <sup>a</sup> ±۰/۰۰	۱۵/۳۵ <sup>a</sup> ±۰/۰۰	۱۴/۷۸ <sup>b</sup> ±۰/۰۰	رطوبت (درصد)
-	۱/۳۳ <sup>a</sup> ±۰/۰۰	۱/۳۲ <sup>bc</sup> ±۰/۰۰	۱/۳۳ <sup>b</sup> ±۰/۰۰	۱/۳۳ <sup>c</sup> ±۰/۰۰	وزن مخصوص (گرم بر میلی‌لیتر)
حداکثر ۰/۸۰	۰/۴۶ <sup>a</sup> ±۰/۳۱	۰/۱۷ <sup>b</sup> ±۰/۰۰	۰/۱۶ <sup>c</sup> ±۰/۱۱	۰/۱۵ <sup>d</sup> ±۰/۰۱	هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر)
حداکثر ۰/۶۰	۰/۱۸ <sup>a</sup> ±۰/۰۰	۰/۰۶ <sup>b</sup> ±۰/۰۱	۰/۰۱ <sup>c</sup> ±۰/۰۰	۰/۰۰ <sup>c</sup> ±۰/۰۰	خاکستر (درصد)
حداکثر ۳/۵۰	۴/۳۷ <sup>c</sup> ±۰/۱۰	۵/۲۷ <sup>a</sup> ±۰/۰۱	۴/۴۲ <sup>b</sup> ±۰/۰۲	۴/۳۴ <sup>d</sup> ±۰/۰۱	pH
حداکثر ۴۰	۱۹/۰۰ <sup>a</sup> ±۰/۲۱	۱۷/۶۷ <sup>b</sup> ±۰/۰۵	۱۷/۲۷ <sup>b</sup> ±۰/۰۵	۱۵/۳۴ <sup>c</sup> ±۰/۵۱	اسیدیتۀ آزاد (میلی‌اکی والان گرم بر کیلوگرم)
حداکثر ۴۰	۱۷/۹۸ <sup>a</sup> ±۰/۲۳	۱۲/۵۷ <sup>c</sup> ±۰/۳۱	۱۱/۱۸۹ <sup>d</sup> ±۰/۱۱	۱۳/۸۰ <sup>b</sup> ±۰/۱۵	HMF (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
حداکثر ۶۵	۸۲/۲۵ <sup>a</sup> ±۰/۲۳	۷۵/۱۵ <sup>c</sup> ±۰/۴۷	۷۴/۸۵ <sup>d</sup> ±۰/۹۰	۷۷/۸۵ <sup>b</sup> ±۰/۱۱	قندۀای احیاکننده (درصد)
حداکثر ۵	۱/۳۸ <sup>a</sup> ±۰/۲۵	۴/۸۸ <sup>a</sup> ±۰/۳۷	۲/۱۵ <sup>b</sup> ±۰/۳۳	۱/۴۵ <sup>c</sup> ±۰/۲۱	ساکارز (درصد)
-	۴۸/۸۳ <sup>a</sup> ±۰/۹۹	۳۸/۲۸ <sup>d</sup> ±۰/۳۱	۴۶/۸۳ <sup>b</sup> ±۰/۳۰	۴۶/۳۸ <sup>c</sup> ±۰/۴۷	فروکتوز (درصد)
-	۳۵/۱۵ <sup>b</sup> ±۱/۵۶	۳۶/۹۵ <sup>a</sup> ±۱/۰۴	۲۷/۹۵ <sup>d</sup> ±۰/۹۰	۳۱/۵۵ <sup>c</sup> ±۰/۷۲	گلوکز (درصد)
حداکثر ۰/۹۰	۱/۳۸ <sup>c</sup> ±۰/۰۲	۱/۰۲ <sup>d</sup> ±۰/۰۴	۱/۶۴ <sup>a</sup> ±۰/۰۵	۱/۴۷ <sup>b</sup> ±۰/۱۰	نسبت فروکتوز به گلوکز
حداکثر ۳	۱۲/۲۰ <sup>b</sup> ±۰/۳۰	۸/۵۶ <sup>c</sup> ±۰/۰۶	۱۹/۵۰ <sup>a</sup> ±۰/۲۲	۵/۰۰ <sup>d</sup> ±۰/۳۱	دیاستاز (DN)
-	۱۶/۷۸ <sup>a</sup> ±۰/۰۵	۹/۷۶ <sup>d</sup> ±۰/۰۳	۱۱/۷۶ <sup>c</sup> ±۰/۰۱	۱۴/۲۳ <sup>b</sup> ±۰/۰۷	آنٹی‌اکسیدان (درصد)
-	۲۳/۱۸ <sup>a</sup> ±۰/۱۸	۱۷/۷۱ <sup>d</sup> ±۰/۱۱	۲۰/۲۵ <sup>c</sup> ±۰/۳۱	۲۱/۳۵ <sup>b</sup> ±۰/۰۱	ترکیبات فنلی (میلی‌گرم اسید‌گالیک بر ۱۰۰ گرم)
حداکثر ۱۸۰	۵۲۸/۷۵ <sup>a</sup> ±۰/۴	۳۴۵/۱۳ <sup>b</sup> ±۰/۰۳	۲۶۱/۲۳ <sup>d</sup> ±۰/۱۱	۲۶۷/۸۱ <sup>c</sup> ±۰/۱	پرولین (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

DN: عدد دیاستازی (Diastasis Number)

نتایج به صورت مقادیر میانگین انحراف استاندارد بیان شده‌اند.

حرروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار حداقل در سطح ( $P < 0.05$ ) است، به ترتیب a بیشترین و d کمترین مقدار را در هر ویژگی نشان می‌دهد.

عسل بهاره گل کبود سال ۱۳۹۶ بود ( $P \leq 0.05$ ). با توجه به اینکه در نیشاپور در فصل بهار، میزان بارندگی بیشتر از فصوی تابستان و پاییز است، لذا عسل برداشت شده در فصل بهار میزان رطوبت بیشتری از عسل پاییزه داشت. کمترین رطوبت را گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان داشت.

#### وزن مخصوص

نتایج تحقیق حاضر که در جدول (۱) ارائه شده مؤید رابطه بین وزن مخصوص و رطوبت است، یعنی با کاهش رطوبت، وزن مخصوص عسل افزایش می‌باید. با توجه به مطلوب‌بودن رطوبت و لذا وضعیت مطلوب وزن مخصوص عسل‌ها می‌توان گفت عسل‌های موردمطالعه این تحقیق دارای کیفیت خوب و طبیعی بودند. وزن مخصوص مطلوب عسل می‌تواند میان وضعیت مناسب مقادیر مواد مختلف آن از جمله آمینواسید پرولین، آنزیم دیاستاز، ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان‌ها که دارای خاصیت ضدمیکروبی‌اند، باشد. از میان عسل‌های

رطوبت بالای عسل نشان‌دهنده برداشت زودهنگام یا به عبارتی نارس‌بودن عسل و یا برداشت تحت‌شرایط رطوبت بالاست (Ajlouni & Sujirapinyokul, 2010; Bertoncelj, Golob, Kropf, & Korošec, 2011) می‌تواند باعث تخریب آن در حین نگهداری و تولید دی‌اکسید‌کربن و اتانول شود. الكل تولیدی به استیک‌اسید و آب اکسیدشده و باعث ایجاد طعم و مزءه ترش و کاهش کیفیت در عسل می‌شود (Viuda-Martos et al., 2010). با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۱) و در نظر گرفتن استاندارد ملی ایران (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲b)، که میزان رطوبت حداکثر ۲۰ درصد است، رطوبت تمامی نمونه‌ها در محدوده استاندارد قرار داشت. بنابراین عسل‌های موردبررسی رطوبت اضافی که باعث تخمیر و فساد آنها شود و درنتیجه کیفیت و میزان خاصیت ضدمیکروبی عسل‌ها را پایین بیاورد را نداشتند. بیشترین رطوبت مربوط به

الکتریکی و محتوای خاکستر توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Juszczak *et al.*, 2009; Saxena, Gautam, & Sharma, 2010; Silva, Videira, Monteiro, Valentão, & Andrade, 2009).

### pH

خلاصت ضدمیکروبی عسل را می‌توان در کنار عواملی مانند ترکیبات ضدمیکروبی به pH اسیدی عسل نیز نسبت داد (بیکنژاد و همکاران، ۱۳۹۲). pH پایین عسل می‌تواند مربوط به استفاده از اسید جهت هیدرولیز ساکارز باشد. البته مقدار پایین‌تر از حد استاندارد در عسل‌های طبیعی نیز می‌تواند به دلیل برداشت زودتر از موعد عسل از کندو باشد که در این موارد به علت بالاتر بودن میزان رطوبت ممکن است عسل چار تخمیر اسیدی گشته و بر میزان اسیدیتۀ آن افزوده و درنهایت با نزول pH همراه است (Ajlouni & Sujirapinyokul, 2010). با توجه به نتایج نشان‌داده شده در جدول (۱) مقدار pH در تمام نمونه‌ها در محدوده طبیعی و بالاتر از حداقل استاندارد ۳/۵ قرار داشت (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۹۳). رمزی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای که درمورد مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی عسل‌های طبیعی با عسل‌های شکری و تقلیبی انجام دادند میزان pH را با میانگین ۳/۵۷ به دست آورده‌اند و آن را دلیلی بر طبیعی بودن عسل بیان داشتند.

### اسیدیتۀ آزاد

اسیدیتۀ عسل به علت حضور اسیدهای آلی، عمدتاً اسیدهای گلوکونیک، پیرویک، مالئیک و سیتریک در تعادل با لاكتون‌های متناظر یا استرهای داخلی خود و نیز یون‌های غیرآلی مانند فسفات، سولفات و کلراید می‌باشد (کامکار و خدابخشیان، ۱۳۹۶). تخمیر عسل باعث افزایش اسیدیتۀ و طبعاً کاهش pH می‌شود. در استاندارد جهانی pH عسل در محدوده ۲/۲ تا ۴/۵ (میانگین ۳/۳۹) و اسیدیتۀ در طرح اروپایی حداقل تا ۴۰ میلی‌اکیوالان و در طرح کدکس<sup>۱</sup> (Davies, 1970) حداقل تا ۵۰ میلی‌اکیوالان می‌باشد. براین اساس و با توجه به نتایج پژوهش حاضر (جدول ۱)، pH و اسیدیتۀ نمونه‌های مورداً مذکون مطابق با استاندارد ملی کشور (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۹۲b) و کدکس بود. این مقادیر قابل قبول اسیدیتۀ گویای فقدان تخمیر نامطلوب در نمونه‌ها بوده است (Silva *et al.*, 2009).

موردنرسی بیشترین وزن مخصوص را عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان داشت، لذا می‌توان گفت این عامل توانسته در خاصیت ضدمیکروبی آن تأثیر داشته باشد که نتایج تحقیق حاضر بیانگر این موضوع بود ( $P \leq 0/05$ ). به طور کلی هرچه کیفیت عسل بهتر باشد خاصیت ضدمیکروبی آن بیشتر خواهد بود (بیکنژاد، جلیلیان و چایچی، ۱۳۹۲).

### هدايت الکتریکی

هدايت الکتریکی عسل به مقدار زیادی مربوط به محتوای نمک‌های معدنی (خاکستر کل)، اسیدهای آلی و پروتئین‌ها می‌باشد که براساس نوع گل، بسیار تغییرپذیربوده و در تمایز عسل‌های با منشأ گل‌های مختلف مهم می‌باشد (Juszczak, Socha, Rożnowski, Fortuna, & Nalepka, 2009; Terrab *et al.*, 2002). با توجه به جدول (۱) تمامی نتایج در محدوده استاندارد بود (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۹۲b). بیشترین مقدار هدايت الکتریکی مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان به دست آمد که دارای بیشترین اسیدیتۀ آزاد نیز بود ( $P \leq 0/05$ ).

### محتوای خاکستر

مقدار خاکستر عسل عمدها به نوع گیاهی که زنبور از آن استفاده می‌کند، بستگی دارد؛ ولی شیوه پرورش زنبور عسل و روش عسل‌گیری توسط زنبوردار نیز در آن مؤثر است. رمزی، کاشانی‌نژاد، صادقی‌ماهونک و رضوی، (۱۳۹۳) و قیصری و حمیدیان، (۱۳۸۷) ۶ مورد خاکستر عسل را بالاتر از حد استاندارد گزارش کرده‌اند و یکی از علل آن را عدم تصفیه صحیح عسل و ناخالصی‌های احتمالی موم باقی‌مانده حین عسل‌گیری بیان کرده‌اند و خاطرنشان کرده‌اند که البته تنها به این علت نمی‌توان یقین به تقلیبی بودن عسل کرد.

میزان خاکستر به طور طبیعی در عسل پایین و مطابق استاندارد ایران حداقل ۰/۶ گرم درصد می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۱) نتیجه می‌شود تمامی عسل‌های مورداً مذکون بدون ناخالصی بوده‌اند و به خوبی تصفیه شده‌اند و در محدوده استاندارد قرار داشته‌اند. افزایش محتوای خاکستر در نمونه‌های عسل همراه با افزایش هدايت الکتریکی می‌باشد (رمزی و همکاران، ۱۳۹۳). همان‌طور که در نتایج مشاهده می‌شود بیشترین میزان خاکستر و هدايت الکتریکی مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان بوده است ( $P \leq 0/05$ ) که با نتایج بررسی‌های pH و هدايت الکتریکی مطابقت دارد. وجود چنین وابستگی بسیار نزدیک بین هدايت

<sup>۱</sup> Codex

اسمولاریتۀ بالا محیط نامناسبی را برای باکتری‌ها ایجاد کرده و درنتیجه از رشد آنها جلوگیری به عمل می‌آورد. درنتیجه از آنجایی که بیشترین میزان قندها را عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان دارا بود، این ویژگی می‌تواند به خاصیت ضدمیکروبی آن کمک زیادی کند. به طور کلی محتوای ساکارز بالاتر را می‌توان به تغذیه‌دهی بیش از حد زنبورهای عسل با شربت ساکارز، تقلیل شدن و یا برداشت زودتر از موعد عسل که در آن ساکارز هنوز به طور کامل به گلوکز و فروکتوز تبدیل نشده است، نسبت داد (رمزی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به نتایج جدول (۱)، از آنجایی که تمامی مقادیر به دست آمده برای ساکارز در نمونه‌های عسل مورد بررسی در محدوده استاندارد بود، می‌توان نتیجه گرفت زنبورهایی که این عسل‌ها را تولید کرده‌اند با شربت ساکارز تغذیه نشده‌اند و همچنین این عسل‌ها زودتر از موعد برداشت نشده است. طبق نتایج به دست آمده نسبت فروکتوز به گلوکز در تمامی نمونه‌ها بالاتر از حداقل میزان ذکر شده در استاندارد ملی عسل (حداقل ۰/۹) می‌باشد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲۶).

### دیاستاز

دیاستاز یک آنزیم طبیعی در عسل می‌باشد (Gomes, Dias, Moreira, Rodrigues, & Esteivinho, 2010). فعالیت دیاستازی نشان‌دهنده طبیعی بودن و تازگی عسل است (Cantarelli, Pellerano, Marchevsky, & Camiña, 2008). این آنزیم حساس به حرارت‌دهی و شرایط نگهداری می‌باشد (Silva et al., 2009). با توجه به نتایج موجود در جدول (۱) بیشترین میزان فعالیت دیاستازی مربوط به عسل گل کبود ۱۳۹۶ و بعد از آن مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان بود که در شرایط نگهداری اش کمی نامناسب بوده است و کمترین میزان فعالیت دیاستازی مربوط به قدیمی‌ترین عسل بوده است ( $P \leq 0/05$ ). با این حال تمامی عسل‌ها بیشتر از مقدار حداقلی (DN ۳) دارای دیاستاز می‌باشد. رمزی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهش خود نشان دادند که عسل تقلیلی قادر فعالیت دیاستازی می‌باشد.

### فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عسل‌های طبیعی در اثر حضور بسیاری از مواد مختلف مانند آنزیم‌ها، اسیدهای آلی، ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، کاروتونوئیدها، آمینو اسیدها و آسکوربیک اسید است (Hussein, Yusoff, Makpol, &

### HMF

این ترکیب طی فرایند حرارتی در اثر خروج مولکول آب از اسید هگزوزها مثل فروکتوز و گلوکز در شرایط کاتالیزه شده حاصل می‌گردد (Terrab et al., 2002). HMF در عسل تازه، یا وجود ندارد و یا در مقادیر بسیار ناچیز وجود دارد، در حالی که در عسل‌های حرارت‌دیده، نگهداری شده در شرایط نامساعد دمایی یا مخلوط شده با شربت اینورت (تقلیبی شدن) مقادیر زیادی از آن وجود دارد (رمزی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به اطلاعات گرفته شده از زنبوردار، عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان در معرض نور خورشید بوده اما کلّاً هیچ‌گونه حرارت‌دهی و اضافه کردن قند مصنوعی در هیچ‌کدام یک از عسل‌ها انجام نشده است. طبق نتایج موجود در جدول (۱) بیشترین میزان هیدروکسی متیل فورفورال مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان بود که در شرایط کمی مقادیر نگهداری شده بوده است ( $P \leq 0/05$ ). با این حال تمامی مقادیر به دست آمده در سطح استاندارد (کمتر از ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشند و از کیفیت آنها اصلًاً کاسته نشده است (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲۶؛ لکزاده، قیصری و ماهیانه، ۱۳۹۱) در مطالعه‌ای که روی عسل‌های مختلف استان اصفهان انجام دادند بیشترین میزان HMF را ۳۱/۲۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کرده‌اند، با این حال ذکر کرده‌اند که در مقایسه با میزان استاندارد، مناسب می‌باشند و از آنها می‌توان استفاده نمود. لذا می‌توان گفت شرایط نگهداری عسل‌های مورد بررسی در طرح حاضر که بیشترین مقدار HMF در بین آنها حدود ۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود بسیار بهتر از شرایط آنها بوده است.

### قندها

قندهای اصلی عسل را قندهای ساده مانند دکستروز (گلوکز) و لوز (فروکتوز) تشکیل می‌دهند. ویژگی‌های فیزیکی اصلی و رفتار عسل به دلیل قند آن است (White & Doner, 1980). اندازه‌گیری میزان قندهای احیاکننده در تشخیص عسل طبیعی از عسلک بسیار مفید است (قیصری و حمیدیان، ۱۳۸۷). نتایج آورده شده در جدول (۱) گویای این هستند که مقدار قندهای احیاکننده در تمام نمونه‌های عسل بالاتر از مقدار ذکر شده در استاندارد ملی عسل (حداقل ۴۵) بود (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، ۱۳۹۲۶). که این نشان‌دهنده استاندارد بودن این مقادیر است. اسمولاریتۀ<sup>۱</sup> بالای عسل مربوط به مقادیر بالای قند آن می‌باشد.

<sup>۱</sup> Osmolarity

گرم) و مین تفاوت گیاهان و شرایط آبوهوایی دو منطقه موردمطالعه است، ضمن اینکه عسل نعناع دارای بیشترین میزان ترکیبات فنولی، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی Moniruzzaman, (2013) نسبت به سایر نمونه‌ها بوده است (Sulaiman, Azlan, & Gan, 2013).

### پرولین

پرولین آمینواسید اصلی عسل می‌باشد که به عنوان شاخصی از کیفیت عسل است و به علت داشتن خاصیت اسیدی در اثر ضدیکروبی عسل تأثیر دارد. چنانچه میزان آن از حد مشخصی کمتر گردد نشانه کیفیت نامناسب عسل می‌باشد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۹۲a). با توجه به نتایج آورده شده در جدول (۱) بیشترین میزان پرولین مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان به دست آمد ( $P \leq 0.05$ ) که این نتیجه می‌تواند یکی از عوامل توجیه‌کننده خاصیت ضدیکروبی بیشتر این نوع عسل از سایر عسل‌ها باشد. البته میزان پرولین تمامی نمونه‌های عسل موردنرسی بیشتر از میزان حداقل ذکرشده در استاندارد ملی عسل (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], ۱۳۹۲b). بود (حداقل ۱۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و لذا کیفیت مناسبی داشتند.

### نتایج و بحث آزمون‌های ضدیکروبی تأثیر عسل بر رشد باکتری‌ها

نتایج حاصل از رشد باکتری‌های ۲۴ ساعته روی محیط کشت آگار در روش کدورت‌سنجری که در این قسمت به صورت جدول نشان‌داده شده آشکار نمود عسل‌های موردنرسی خاصیت باکتریوستاتیک<sup>۱</sup> دارند و رشد را مهار می‌کنند. در غلظت‌های کمتر عسل با گذشت زمان رشد باکتری‌ها مشاهده شد. بیشترین اثر مهارکنندگی بر هر دو باکتری مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان بود.

مقدار جذب توسط چاهک حاوی فقط محیط کشت و اسینتوباکتر بومانی (کنترل)  $10.8 \pm 0.0$  و مقدار کنترل جذب انتروكوکوس فکالیس  $0.61 \pm 0.0$  به دست آمد. مقدار جذب (رشد) باکتری‌ها در غلظت‌های مختلف انواع عسل‌های موردنرسی حاصل از جذب‌سنجری توسط الایزاریدر در جدول (۲) آورده شده است که نتایج کدورت‌سنجری را تأیید می‌کنند. هرچه غلظت عسل موجود در محیط کشت بیشتر بود خاصیت ضدیکروبی آن نیز بیشتر بود.

(Yusof, 2011). لذا تفاوت در فعالیت آنتی‌اکسیدانی بین انواع عسل به علت تفاوت مقدار آنتی‌اکسیدان‌های عسل به خصوص میزان ترکیبات فنولی می‌باشد و به شدت بستگی به تعداد گروههای هیدروکسیل متصل به حلقة بنزن این ترکیبات داشته که دهنده الکترون هستند (Socha et al., 2011). در مطالعه حاضر و با توجه به نتایج موجود در جدول (۱)، بیشترین میزان فعالیت مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان بود ( $P \leq 0.05$ ).

### مقدار کل ترکیبات فنولی

ترکیبات فنولی، گروه مهمی از ترکیبات مؤثر بر خواص ظاهری و عملکردی عسل می‌باشند که دارای خواص Alvarez-Suarez et al., (2010) تغذیه‌ای و درمانی نیز هستند. این ترکیبات به شدت تحت تأثیر نوع گل، منشأ جغرافیایی و ویژگی‌های آبوهوایی محل تولید می‌باشند (Escuredo, Silva, Valentão, Seijo, & Andrade, 2012).

تعیین مقدار ترکیبات فنولی موجود در عسل معیار مناسبی برای ارزیابی کیفیت و پتانسیل درمانی آن می‌باشد (Ouchemoukh, Louaileche, & Schweitzer, 2007).

ترکیبات فنولی به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی از جمله ترکیبات مهم محسوب می‌شوند که نقش مهمی در حذف رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از تبدیل هیدروپراکسیدها به رادیکال‌های آزاد دارند (Jimoh, Adedapo, Aliero, & Afolayan, 2008). با توجه به نتایج جدول (۱) بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و بیشترین میزان ترکیبات فنولی مربوط به عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان بود که همچنین بیشترین مقدار آنتی‌اکسیدان را نیز دارا بود ( $P \leq 0.05$ ). Socha و همکاران (2011) با بررسی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنولی ۸ نمونه عسل مختلف در لهستان معلوم کردند که با افزایش میزان ترکیبات فنولی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی عسل بالا می‌رود. مشابه این یافته، Silici و Kutluca (2005) با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولی ۵ نمونه عسل از ترکیه به این نتیجه رسیدند که بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های عسل موردمطالعه و میزان ترکیبات فنولی آنها ارتباط قوی وجود دارد. در مطالعه‌ای نیز روی ۵ نمونه عسل با منشأ گیاهی مختلف در کشور تونس میزان ترکیبات فنولی در محدوده ۱۱۹/۴۹ - ۳۲/۷ میلی‌گرم اسیدگالیک بر ۱۰۰ گرم به دست آمده که از محدوده مقادیر به دست آمده در طرح کنونی بیشتر است (۱۷ تا ۲۳ میلی‌گرم اسیدگالیک بر ۱۰۰

<sup>1</sup> Bacteriostatic

جدول ۲- مقدار جذب (رشد) باکتری‌ها در غلظت‌های مختلف انواع عسل‌های مورد بررسی

انتروکوکوس فکالیس						اسینتوباکتر بومانی			غلظت عسل (درصد)
گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان	گیاه پنج‌انگشت	گل کبود ۱۳۹۶	گل کبود ۱۳۹۵	گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان	گیاه پنج‌انگشت	گل کبود ۱۳۹۶	گل کبود ۱۳۹۵	۰/۰۶ <sup>b</sup>	۱۰
۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۰۶ <sup>b</sup>	۱۰
۰/۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۵ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۶ <sup>c</sup>	۰/۰۶ <sup>c</sup>	۲۰
۰/۰۲ <sup>d</sup>	۰/۰۳ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۳ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۵۰
۰/۰۲ <sup>e</sup>	۰/۰۳ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>e</sup>	۰/۰۴ <sup>e</sup>	۰/۰۳ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۷۰

نتایج به صورت مقادیر میانگین  $\pm$  نحراف استاندارد بیان شده‌اند.حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار حداقل در سطح ( $P < 0.05$ ) است.

جذب توسط چاهک حاوی محیط کشت و انتروکوکوس فکالیس به اضافه آمپی‌سیلین ۰/۰۴۱ بود، مشخص می‌شود که این آنتی‌بیوتیک در جلوگیری از رشد این باکتری تأثیر خوبی داشته است و نظر به نتایج موجود در جدول (۳) مشخص می‌شود که عسل توانسته به طور مؤثرتری مانع رشد انتروکوکوس فکالیس در حضور آنتی‌بیوتیک شود.

لذا می‌توان گفت استفاده از عسل می‌تواند باعث جلوگیری از سمیت درمان با آنتی‌بیوتیک شود و حتی در صورت عدم دسترسی به آنتی‌بیوتیک‌های معمول برای درمان عفونت‌های ناشی از باکتری‌های مورد تحقیق این طرح از آمپی‌سیلین به همراه عسل برای به دست آوردن نتیجه مطلوب استفاده کرد.

نتایج تحقیق‌های دیگر آشکار نموده‌اند که عسل با تأثیر بر دیواره باکتری باعث تخریب باکتری می‌گردد، لذا احتمالاً عسل می‌تواند بر ضد تمام باکتری‌هایی که به آنتی‌بیوتیک‌های مؤثر بر دیواره از قبیل آمپی‌سیلین یا سایر لاکتام‌ها مقاوم شده‌اند به تنهایی یا به همراه آنها استفاده شود (Brudzynski & Sjaarda, 2014).

تأثیر ترکیب عسل و آنتی‌بیوتیک بر رشد باکتری‌ها نتایج حاصل از جذب پرتو در الایزاریدر توسط چاهک‌های حاوی باکتری‌های مورد بررسی در حضور غلظت‌های مختلف عسل و آمپی‌سیلین در جدول (۳) آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود کمترین رشد (جذب) و درنتیجه بیشترین تأثیر مهار رشد بر هر دو باکتری مربوط به ترکیب عسل گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان و آمپی‌سیلین بود. با توجه به اینکه مقدار جذب توسط چاهک حاوی فقط محیط کشت و اسینتوباکتر بومانی (کنترل) ۰/۱۰۸ و مقدار جذب توسط چاهک حاوی محیط کشت و اسینتوباکتر بومانی به اضافه آمپی‌سیلین، ۰/۱۰۳ به دست آمد، مشخص می‌شود که این آنتی‌بیوتیک در جلوگیری از رشد اسینتوباکتر بومانی مقدار کمی تأثیر داشته است. اما نظر به نتایج موجود در جدول (۳) آشکار می‌گردد که عسل توانسته به شدت مانع رشد اسینتوباکتر بومانی در حضور آنتی‌بیوتیک شود. در واقع استفاده هم‌زمان عسل و آمپی‌سیلین تأثیر بیشتری بر جلوگیری از رشد این باکتری داشته است. همچنین با توجه به اینکه مقدار جذب محیط کشت و انتروکوکوس فکالیس (کنترل) ۰/۰۶۱ و مقدار

جدول ۳- مقدار جذب (رشد) باکتری‌ها در غلظت‌های مختلف انواع عسل‌های مورد بررسی به اضافه یک غلضت بهینه از آمپی‌سیلین

مقدار جذب (رشد) انتروکوکوس فکالیس						مقدار جذب (رشد) اسینتوباکتر بومانی			غلظت عسل (درصد)
گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان	گیاه پنج‌انگشت	گل کبود ۱۳۹۶	گل کبود ۱۳۹۵	گیاهان پنبه و آفتاب‌گردان	گیاه پنج‌انگشت	گل کبود ۱۳۹۶	گل کبود ۱۳۹۵	۰/۰۶ <sup>c</sup>	۱۰
۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۰۵ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۶ <sup>c</sup>	۰/۰۶ <sup>c</sup>	۱۰
۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۰۳ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۲۰
۰/۰۲ <sup>d</sup>	۰/۰۲ <sup>de</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۲ <sup>d</sup>	۰/۰۲ <sup>e</sup>	۰/۰۴ <sup>e</sup>	۰/۰۳ <sup>e</sup>	۰/۰۳ <sup>e</sup>	۵۰
۰/۰۱ <sup>e</sup>	۰/۰۳ <sup>e</sup>	۰/۰۱ <sup>e</sup>	۰/۰۴ <sup>e</sup>	۰/۰۱ <sup>e</sup>	۰/۰۲ <sup>e</sup>	۰/۰۴ <sup>e</sup>	۰/۰۳ <sup>e</sup>	۰/۰۳ <sup>e</sup>	۷۰

نتایج به صورت مقادیر میانگین  $\pm$  نحراف استاندارد بیان شده‌اند.حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار حداقل در سطح ( $P < 0.05$ ) است.

ضدمیکروبی احتمالاً مربوط به وجود مقادیر مختلف ترکیبات موجود در گیاه موردنگذیه زنبورعسل است که به عسل رایافتہ و در ایجاد اثر ضدمیکروبی آن نقش دارد. وجود آنزیم‌های کاتالاز و اکسیداز که اکسیدکننده‌های قوی هستند و همچنین وجود ترکیبات فلاونوئیدی موجب بروز خاصیت ضدمیکروبی در عسل می‌شود. در واقع اختلاف در قدرت ضدباکتریایی عسل بستگی به محل رویش گل یا گیاه، نوع گیاه و یا گل، نوع شهد و گرده‌ها دارد (Allen, Molan, & Reid, 1991; Taormina, 2001). در تحقیق حاضر نیز نوع گل و گیاهان مناطق مختلف تولیدی عسل که نواحی کوهستانی (کبود و پنجانگشت) و دشت تقریباً کویری (پنهان و آفتاب‌گردان) نیشابور بودند، تفاوت داشتند و همین مسئله روی کیفیت شهد گل و درنهایت عسل‌ها و اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی آنها، تأثیر داشته است.

### نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که عسل‌های مختلف موردنگذیه دارای کیفیت طبیعی بودند و در کنار اثر آنتی‌اکسیدانی مناسب، خواص ضدباکتریایی متفاوتی داشتند. در جلوگیری از رشد هر دو نوع باکتری گرم مثبت و گرم منفی اثر بسیار خوبی نشان دادند. لذا به نظر می‌رسد که باکتری‌ها هنوز توان مقابله با مواد ضدمیکروبی عسل‌ها را پیدا نکرده‌اند و می‌توان از عسل‌ها، بهویژه عسل پاییزه نازه تهیه شده گیاهان پنهان و آفتاب‌گردان مستقلانه یا همراه آنتی‌بیوتیک آمپی‌سیلین بر ضدباکتری‌های انترکوکوس فکالیس و اسینتوباکتر بومانی استفاده نمود.

به‌طور کلی نتایج ضدمیکروبی عسل‌های موردنگذیه در این تحقیق با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی‌شان مطابقت داشت. در حقیقت می‌توان انتظار داشت هرگاه عسل از نظر کیفیت مناسب و مطابق با استانداردها باشد، دارای خاصیت ضدمیکروبی است (Bertonecelj, Doberšek, Jamnik, & Golob, 2007; Kek, Chin, Yusof, Tan, & Chua, 2014).

همان‌گونه که در جدول‌های (۱) تا (۳) دیده می‌شود عسل گیاهان پنهان و آفتاب‌گردان تقریباً از تمام ویژگی‌های مثبت فیزیکوشیمیایی و ضدمیکروبی بیشتر از سایر عسل‌ها برخوردار بودند. در واقع این عسل بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولی و پرولین را داشت و با وجود این ویژگی‌ها اثر ضدمیکروبی عسل گیاهان پنهان و آفتاب‌گردان نیز بیشتر از سایر عسل‌ها بود. خاصیت ضدمیکروبی عسل گیاهان پنهان و آفتاب‌گردان به صورت ترکیب با غلظت بهینه آمپی‌سیلین تشديد شد و بیشترین اثر مهارکنندگی رشد را نشان داد. در مورد تمام عسل‌ها هم به‌طور کلی مخلوط عسل با آمپی‌سیلین باعث هم‌افزایی اثر ضدمیکروبی این دو شد و رشد را بیشتر مهار نمود. این نتایجه‌ها با نتایج حاصل از بررسی که در مورد اثر هم‌افزایی آمپی‌سیلین و عسل روی استافیلوکوکوس Ng, Lye, Chan, Lau, & Ee, 2017 در تحقیقی مشخص شده است اثر ضدمیکروبی عسل به صورت ترکیب با شیر یا آنتی‌بیوتیک، نسبت به مصرف شیر یا عسل و یا آنتی‌بیوتیک به تنها یک بیشتر است (Al-Jabri, 2005)، که این نیز با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر مطابقت دارد. اثر

### منابع

- بیکنژاد، د.، جلیلیان، ح. و چایچی، م. (۱۳۹۲). بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های عسل استان گلستان. نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۶(۲)، ۶۵-۷۱.
- پروانه، و. (۱۳۹۰). کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی (چاپ ششم): انتشارات دانشگاه تهران.
- خدادادی، ج. و جامی، م. م. (۱۳۹۳). عسل درمانی: شگفتی‌های قرآن کریم (چاپ اول): نشر ندای سینا.
- رمزی، م.، کاشانی‌نژاد، م.، صادقی‌ماهونک، ع. و رضوی؛ س. (۱۳۹۳). مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رفتار رئولوژیکی عسل‌های طبیعی با عسل‌های شکری و تقلبی. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۱(۴)، ۳۹۲-۴۰۷. doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v1394i11.28083>

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۶). سبزیجات تازه بسته بندی شده برای آماده سازی-مشخصات و روش های آزمایش. (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۰۸۲، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=9448>

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۹۲a). عسل- تعیین مقدار پرولین. (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۱۴۵، چاپ اول). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=1417>

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۹۲b). عسل- ویژگی ها و روش های آزمون (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۲، تجدیدنظر هفتم). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=36135>

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۹۳). عسل- ویژگی ها و روش های آزمون. (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۲، اصلاحیه شماره ۱). برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=44261>

قرآن کریم. سوره نحل، آیه ۶۹

قیصری، ح. و حمیدیان شیرازی، الف. (۱۳۸۷). مقایسه و ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیابی و تقلبات عسل های منطقه شیراز تولید شده در فصول مختلف. پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۴(۲)، ۵۷-۶۹. doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v4i2.2083>

کامکار، ا. و خدابخشیان، س. (۱۳۹۶). تعیین میزان ترکیبات فنولی، فعالیتهای آنتی رادیکالی و آنتی اکسیدانی عسل سبلان. مجله تحقیقات دامپزشکی، ۷۲(۱)، ۵۳-۶۱. doi:<https://doi.org/10.22059/jvr.2017.61290>

لکزاده، ل.، قیصری، ح. و ماهیانه، ع. (۱۳۹۱). مقایسه ویژگی های فیزیکوشیمیابی و میکروبی عسل های با منشاء گیاهی مختلف در استان اصفهان. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده های بیولوژیک، ۲۶(۳)، ۲۳-۳۰. doi:<https://doi.org/10.22092/vj.2013.101020>

Abbasi, F., Samadi, F., Jafari, S. M., Ramezanpour, S., & Shams Shargh, M. (2019). Ultrasound-assisted preparation of flaxseed oil nanoemulsions coated with alginate-whey protein for targeted delivery of omega-3 fatty acids into the lower sections of gastrointestinal tract to enrich broiler meat. *Ultrasonics Sonochemistry*, 50, 208-217. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.09.014> (in Persian)

Abriouel, H., Omar, N. B., Molinos, A. C., López, R. L., Grande, M. J., Martínez-Viedma, P., . . . Galvez, A. (2008). Comparative analysis of genetic diversity and incidence of virulence factors and antibiotic resistance among enterococcal populations from raw fruit and vegetable foods, water and soil, and clinical samples. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1), 38-49. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.067>

Ajlouni, S., & Sujirapinyokul, P. (2010). Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Food Chemistry*, 119(3), 1000-1005. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.057>

Al-Jabri, A. A. (2005). Honey, milk and antibiotics. *African Journal of Biotechnology*, 4(13) .

Allen, K., Molan, P., & Reid, G. (1991). The variability of the antibacterial activity of honey. *Apiacta*, 26(4), 114-121 .

Almasaudi, S. B., Al-Nahari, A. A. M., Abd El-Ghany, E. S. M., Barbour, E., Al Muhayawi, S. M., Al-Jaouni, S., . . . Harakeh, S. (2017). Antimicrobial effect of different types of honey on *Staphylococcus aureus*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(6), 1255-1261. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.08.007>

Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., . . . Battino ,M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8), 2490-2499. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.021>

Amyes, S. G. B. (2007). Enterococci and streptococci. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 29, S43-S52. doi:[https://doi.org/10.1016/S0924-8579\(07\)72177-5](https://doi.org/10.1016/S0924-8579(07)72177-5)

Beiknejad, D., Jalilian, H. R., & Chaichi, M. J. (2014). Investigation of physicochemical properties of Golestan honey samples. *Innovation in Food Science and Technology (Journal of Food Science and Technology)*, 6(2), 65-71. (in Persian)

- Bertонcelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M., & Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105(2), 822-828. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.060>
- Bertонcelj, J., Golob, T., Kropf, U., & Korošec, M. (2011). Characterisation of Slovenian honeys on the basis of sensory and physicochemical analysis with a chemometric approach. *International journal of food science & technology*, 46(8), 1661-1671. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02664.x>
- Bogdanov, S., & Martin, P. (2002). Honey authenticity. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 93(3), 232-254 .
- Brudzynski, K., & Sjaarda, C. (2014). Antibacterial compounds of Canadian honeys target bacterial cell wall inducing phenotype changes, growth inhibition and cell lysis that resemble action of  $\beta$ -lactam antibiotics. *PLoS One*, 9(9), e106967. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106967>
- Cantarelli, M. A., Pellerano, R. G., Marchevsky, E. J., & Camiña, J. M. (2008). Quality of honey from Argentina: study of chemical composition and trace elements. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 96(1-2), 33-41 .
- Davies, J. H. V. (1970). The Codex Alimentarius. *Journal of the Association of Public Analysis*, 8, 53-67 .
- Dunford, C., Cooper, R., Molan, P., & White, R. (2000). The use of honey in wound management. *Nursing Standard (through 2013)*, 15(11), 63-68 .
- Escuredo, O., Silva, L. R., Valentão, P., Seijo, M. C., & Andrade, P. B. (2012). Assessing Rubus honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. *Food Chemistry*, 130(3), 671-678. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.107>
- Eveillard, M., Kempf, M., Belmonte, O., Pailhoriès, H., & Joly-Guillou, M.-L. (2013). Reservoirs of Acinetobacter baumannii outside the hospital and potential involvement in emerging human community-acquired infections. *International Journal of Infectious Diseases*, 17(10), e802-e805. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2013.03.021>
- Ferreira, I. C. F. R., Aires, E., Barreira, J. C. M., & Estevinho, L. M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 114(4), 1438-1443. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.028>
- Fisher, K., & Phillips, C. (2009). The ecology, epidemiology and virulence of Enterococcus. *Microbiology*, 155(6), 1749-1757. doi:<https://doi.org/10.1099/mic.0.026385-0>
- Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., & Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), 544-548. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.11.029>
- Gheysari, H. R., & Hamidian, A. R. (2009). Comparison and evaluation of physicochemical properties and adulterations in produced honeys of shiraz province in different seasons. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 4(2), 57-69. doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v4i2.2083> (in Persian)
- Hussein, S. Z., Yusoff, K. M., Makpol, S., & Yusof, Y. A. M. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents increase with gamma irradiation in two types of Malaysian honey. *Molecules*, 16(8), 6378-6395. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules16086378>
- Ibenyassine, K., Mhand, R. A., Karamoko, Y., Anajjar, B., Chouibani, M., & Ennaji, M. (2007). Bacterial pathogens recovered from vegetables irrigated by wastewater in Morocco. *Journal of environmental health*, 69(10), 47-51 .
- Iglesias, A., Feás, X., Rodrigues, S., Seijas, J. A., Vázquez-Tato, M. P., Dias, L. G., & Estevinho, L. M. (2012). Comprehensive study of honey with protected denomination of origin and contribution to the enhancement of legal specifications. *Molecules*, 17(7), 8561-8577. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules17078561>
- Iranian National Standardization Organization. (2007). Packed fresh vegetable to ready for use-Specification and test methods. (ISIRI Standard No. 10082, 1<sup>st</sup> edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=9448> (in Persian)

- Iranian National Standardization Organization. (2013a). Honey- Determination of proline. (ISIRI Standard No. 11145, 1<sup>st</sup> edition). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=1417> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2013b). Honey-Specification and test methods. (ISIRI Standard No. 92, 7<sup>th</sup> revision). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=36135> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2014). Honey-Specification and text methods. (ISIRI Standard No. 92, Amendment No. 1). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=44261> (in Persian)
- Jimoh, F., Adedapo, A., Aliero, A., & Afolayan, A. (2008). Polyphenolic Contents and Biological Activities of Rumex ecklonianus. *Pharmaceutical Biology*, 46(5), 333-340. doi:<https://doi.org/10.1080/13880200801887765>
- Juszczak, L., Socha, R., Rożnowski, J., Fortuna, T., & Nalepka, K. (2009). Physicochemical properties and quality parameters of herbhoneys. *Food Chemistry*, 113(2), 538-542. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.098>
- Karumathil, D. P., Gaffney, J., Surendran Nair, M., Kollanoor-Johny, A., & Venkitanarayanan, K. (2018). Trans-Cinnamaldehyde and Eugenol Increase Acinetobacter baumannii Sensitivity to Beta-Lactam Antibiotics. *Frontiers in microbiology*, 9, 1011. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01011>
- Kek, S. P., Chin, N. L., Yusof, Y. A., Tan, S. W., & Chua, L. S. (2014). Total Phenolic Contents and Colour Intensity of Malaysian Honeys from the *Apis* spp. and *Trigona* spp. Bees. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 150-155. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.022>
- Kamkar, A., & Khodabakhshiyan, S. (2017). Determination of the total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of Sabalan Honey. *Journal of Veterinary Research*, 72(1), 53-61. doi:<https://doi.org/10.22059/jvr.2017.61290> (in Persian)
- Khodadadi, J., & Moazzen Jami, M. (2014). *Honey Therapy: The Wonders of the Holy Quran* (Vol. First Edition): Neda Sina Publications. (in Persian)
- Lakzadeh, L., Gheisari, H. R., & Mahianeh, A. H. (2013). Comparison microbial and physicochemical characterization of different origin plant honeys in Esfahan province. *Veterinary Researches & Biological Products*, 26(3), 23-30. doi:<https://doi.org/10.22092/vj.2013.101020> (in Persian)
- Lin, M.-F., & Lan, C.-Y. (2014). Antimicrobial resistance in *Acinetobacter baumannii*: From bench to bedside. *World Journal of Clinical Cases: WJCC*, 2(12), 787-814. doi:<https://doi.org/10.12998/wjcc.v2.i12.787>
- Moniruzzaman, M., Sulaiman, S., Azlan, S., & Gan, S. (2013). Two-year variations of phenolics, flavonoids and antioxidant contents in acacia honey. *Molecules*, 18(12), 14694-14710 doi:<https://doi.org/10.3390/molecules181214694>
- Moreti, A. C. d. C. C. (2006). Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. *Ciência Rural*, 36(3), 949-953 .
- Ng, W.-J., Lye, P.-Y., Chan, Y.-J., Lau, Z.-K., & Ee, K.-Y. (2017). Synergistic effect of *trigona* honey and ampicillin on *Staphylococcus aureus* isolated from infected wound. *International Journal of Pharmacology*, 13(4), 403-407. doi:<https://doi.org/10.3923/ijp.2017.403.407>
- Novovic, K., Mihajlovic, S., Vasiljevic, Z., Filipic, B., Begovic, J., & Jovicic, B. (2015). Carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* from Serbia: Revision of CarO classification. *PLoS One*, 10(3), e0122793
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., & Schweitzer, P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18(1), 52-58. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.007>
- Parvaneh, V. (2011). *Food Quality control and chemical testing* (Vol. 6 th Edintion): Tehran University Publishing. (in Persian)
- Piazza, M., Accorti, M., & Persano Oddo, L. (1991). Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. *Apicoltura*, 7(5), 1-63 .
- Ramzi, M., Kashaninejad, M., Sadeghi Mahoonak, A. R., & Razavi, S. M. A. (2015). Comparison of physicochemical and rheological characteristics of natural honeys with adulterated and sugar honeys. *Iranian*

- Foods Science and Technology Research Journal Quarterly, 11(4), 392-407.  
doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v1394i11.28083> (in Persian)
- Ray, C. G., & Ryan, K. J. (2004). *Sherris medical microbiology: an introduction to infectious diseases*: McGraw-Hill.
- Saxena, S., Gautam, S., & Sharma, A. (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*, 118(2), 391-397. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.001>
- Seiffert, S. N., Tinguely, R., Lupo, A., Neuwirth, C., Perreten, V., & Endimiani, A. (2013). High Prevalence of Extended-Spectrum-Cephalosporin-Resistant Enterobacteriaceae in Poultry Meat in Switzerland: Emergence of CMY-2- and VEB-6-Possessing *Proteus mirabilis*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 57(12), 6406-6408. doi:<https://doi.org/10.1128/aac.01773-13>
- Silici, S., & Kutluca, S. (2005). Chemical composition and antibacterial activity of propolis collected by three different races of honeybees in the same region. *Journal of Ethnopharmacology*, 99(1), 69-73. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.01.046>
- Silva, L. R., Videira, R., Monteiro, A. P., Valentão, P., & Andrade, P. B. (2009). Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchemical Journal*, 93(1), 73-77. doi:<https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.05.005>
- Smolyakov, R., Borer, A., Riesenbergs, K., Schlaeffer, F., Alkan, M., Porath, A., . . . Gilad, J. (2003). Nosocomial multi-drug resistant *Acinetobacter baumannii* bloodstream infection: risk factors and outcome with ampicillin-sulbactam treatment. *Journal of Hospital Infection*, 54(1), 32-38. doi:[https://doi.org/10.1016/S0195-6701\(03\)00046-X](https://doi.org/10.1016/S0195-6701(03)00046-X)
- Socha, R., Juszczak, L., Pietrzyk, S., Gałkowska, D., Fortuna, T., & Witczak, T. (2011). Phenolic profile and antioxidant properties of Polish honeys. *International journal of food science & technology*, 46(3), 528-534. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02517.x>
- Tang, S. S., Apisarnthanarak, A., & Hsu, L. Y. (2014). Mechanisms of  $\beta$ -lactam antimicrobial resistance and epidemiology of major community- and healthcare-associated multidrug-resistant bacteria. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 78, 3-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.addr.2014.08.003>
- Taormina, P. J., Niemira, B. A., & Beuchat, L. R. (2001). Inhibitory activity of honey against foodborne pathogens as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of antioxidant power. *International Journal of Food Microbiology*, 69(3), 217-225. doi:[https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00505-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00505-0)
- Terrab, A., Díez, M. J., & Heredia, F. J. (2002). Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry*, 79(3), 373-379. doi:[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00189-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00189-9)
- Tong, Z., Zhang, Y., Ling, J., Ma, J., Huang, L & ,Zhang, L. (2014). An in vitro study on the effects of nisin on the antibacterial activities of 18 antibiotics against *Enterococcus faecalis*. *PLoS One*, 9(2), e89209. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089209>
- The Quran. An-Nahl, 69. (in Persian)
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Zaldivar-Cruz, J. M., Kuri, V., Fernández-López, J., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Pérez-Álvarez, J. (2010). Aroma profile and physico-chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico. *International journal of food science & technology*, 45(6), 1111-1118 doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02243.x>
- White, J., & Doner, L. W. (1980). *Honey composition and properties* (Vol. 335). Washington, DC, USA, Wound Care 4, 155.
- Zainoldin, K., & Baba, A. (2009). The effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 60, 361-366 . doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.1078639>

## The Investigation of the Physicochemical and Antioxidant Properties of Several Types of Honey and Comparing their Antimicrobial Effect on *Acinetobacter baumanii* and *Enterococcus faecalis*

Mahbubeh Dehghan<sup>1</sup>, Jamshid Mehrzad<sup>2\*</sup>

1- Department of Microbiology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

2- Assistant Professor, Department of Biochemistry, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

\*Corresponding author (mehrzedjam@iau-neyshabur.ac.ir)

### Abstract

Nowadays, many complications from antibiotics have been created for humans, and bacteria have become resistant to a large number of them. Therefore, many researchers have focused on natural substances. The purpose of this study was to investigate the physicochemical and antioxidant characteristics of different honey including Pervoskia abrotanoides, spring product of 2016, Pervoskia abrotanoides, spring product of 2017, Chaste tree, spring product of 2017, cotton and sunflower, fall of 2017, from Neyshabur, On *Acinetobacter baumanii* (PTCC:1797) and *Enterococcus faecalis* (PTCC: 2015). Also, the comparison of the antimicrobial activity of these honeys in different concentrations (10, 20, 50 and 70%) was performed without the use of ampicillin and with ampicillin on the bacteria. The results showed that although all honey had a good quality, the honey of cotton and sunflower, significantly had better physicochemical properties than others. This honey had a higher content of phenolic compounds, antioxidant activity, acidity and proline and a higher specific gravity, and also had lower moisture and overall improved quality. According to the findings, all of the studied honeys had bacteriostatic properties and an increase in the concentration of honey increased their antimicrobial properties. It was also found that with the addition of ampicillin to honey, their antimicrobial effect increased. In terms of antimicrobial properties, the honey taken from cotton and sunflower was the most effective in comparison with the rest of the honey. Finally, the honey and especially fresh honey produced by cotton and sunflower with ampicillin can be effective in preventing the growth of *Acinetobacter baumanii* and *Enterococcus faecalis* bacteria.

**Key words:** *Acinetobacter baumanii*, Antimicrobial, *Enterococcus faecalis*, Honey, Physicochemical

## خصوصیات مکانیکی، رئولوژیکی و رهایشی میکروژل‌های آژینات-پروتئین آب‌پنیر حاوی ریبوفلاوین و بیوتین

محسن زندی

استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

\* نویسنده مسئول (Zandi@znu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲

### واژه‌های کلیدی

اندازه ذرات  
رفتار جریان  
رهایش  
میکروژل  
ویتامین B

امروزه استفاده از ژل‌های با رفتاری شبیه مایع و به شکل سوسپانسیون‌های قابل جذب به عنوان حامل‌های مناسب برای تحویل دهانی یا گوارشی ترکیبات زیست‌فعال و عطر وطعم بسیار رایج گردیده است؛ در این پژوهش میکروکپسول آژینات-پروتئین آب‌پنیر حامل ویتامین تولید شده در پژوهش پیشین این گروه تحقیقاتی، از نظر خصوصیات مکانیکی، رئولوژیکی و انتشاری مورد بررسی قرار گرفت تا بتوان آن را به عنوان یک میکرو‌حامل جدید معرفی نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که متوسط اندازه میکروکپسول به عنوان تابعی از روش امولسیون‌سازی (التراسوند یا همزدن)، میزان آژینات (۲ یا ۴ درصد) و پروتئین آب‌پنیر (۶ یا ۱۰ درصد) است و با افزایش غلظت آژینات و پروتئین آب‌پنیر و نیز با استفاده از روش التراسوند، میکروکپسول کوچک‌تری تولید می‌گردد. با افزایش زمان نگهداری، اندازه ذرات میکروکپسول افزایش پیدا نمود و لی پایداری ریبوفلاوین و بیوتین طی ۳۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تغییر نکرد. با اعمال التراسوند از میزان نرمی بافتی کاسته شده ولی از طرف‌دیگر میزان محافظت از ترکیب ریزپوشانی‌شده افزایش پیدا نمود. نتایج اندازه‌گیری ویسکوزیته نشان‌دهنده رفتار سودوپلاستیک در این میکروژل‌ها بود. نتایج پیش‌بینی ضربی دیفوزیون نشان‌دهنده رهایش از نوع دیفوزیون بوده و اینکه این میکروکپسول برای محافظت عوامل زیست‌فعال در سیستم‌های گوارش قابل استفاده می‌باشد.

اصلاح شده از دغدغه‌های اصلی بسیاری از تکنولوژیست‌های غذایی در حوزه بافت غذایی است (Painter, Le Couteur, & Waite, 2017). به همین جهت مطالعه بافت غذاهای تولیدی به منظور تأمین نیازهای خاص شامل جویدن راحت، بلع آسان غذا و مواد مغذی کلیدی چالش بسیار مهمی است (Cichero, 2016). بافت می‌تواند روی رهایش طعم، عطر، تحویل و آزادسازی ترکیبات زیست‌فعال نیز تأثیر بگذارد (Leon, Aguilera, & Park, 2019). میکروژل‌های آژینات-پروتئین آب‌پنیر با اندازه کمتر از ۱۰۰ میکرومتر

### مقدمه

بافت از ویژگی‌های مهم در ارزیابی کیفیت مواد غذایی است و از عوامل مهم در پذیرش غذا توسط مصرف‌کنندگان است. با افزایش سن جمعیت جهانی و پیری جمعیت در جهان مسئله بافت و ویژگی‌های بافتی مواد غذایی تولید شده دارای اهمیت فراوانی می‌گردد (Aguilera & Park, 2016). طبق آمار سازمان ملل تا سال ۲۰۵۰ نزدیک به ۴۰۰ میلیون نفر در سن ۸۰ سالگی یا بیشتر قرار خواهد داشت (DESA, 2015). از این‌رو، ایجاد غذاهایی با بافت نرم و غذاهایی با بافت

O'Donnell & McGinity, 1997; Rosenberg & Lee, 2004; Zandi *et al.*, 2014

امروزه ژل‌هایی با رفتار شبیه مایع مانند میکروژل‌های نرم و مرتبط حاصل از پروتئین آب‌پنیر و آژینات سدیم علاوه‌بر خواص ریزپوشانی بسیار عالی، به سبب خصوصیات خود باعث رفتار رئولوژیکی مواد غذایی شده و برای سالماندان و افراد دارای مشکلات گوارشی و بلع هم مناسب می‌باشد (Aguilera & Park, 2016; Leon, Medina, Park, & Aguilera, 2018). پروتئین آب‌پنیر به‌طور گستره‌ای در کاربردهای مختلف غذایی به سبب خصوصیات کاربردی خود نظیر خاصیت امولسیون‌کنندگی، تشکیل ژل، غلیظکنندگی، ایجاد کف و اتصال با آب مورد استفاده قرار می‌گیرد و علاوه‌بر این خصوصیات تغذیه‌ای و توانایی حمل مواد هیدروفوبیک نیز دارد (Abbasi, Samadi, Jafari, Ramezanpour, & Shams Shargh, 2019). آژینات نیز پلیمری جالب به‌عنوان جزئی از شبکه تحويل محسوب شده که تشکیل ژل آن به‌راحتی در دمای اتاق و در حضور یون‌های کلسیم اتفاق می‌افتد. علاوه‌بر این ژل‌های آژینات مورد استفاده حامل عوامل چربی دوست در محصولات دارویی و مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند (Ching, Bansal, & Bhandari, 2015). از طرف دیگر، مخلوط محلول‌های آژینات و پروتئین آب‌پنیر در حضور یون کلسیم در دمای اتاق، تشکیل ژلی با خواص فیزیکوشیمیایی بخصوص می‌دهد (Chen & Subirade, 2006; Zandi *et al.*, 2014).

خانواده ویتامین‌های B دسته‌ای از ویتامین‌های محلول در آب بوده که نقش مهمی را در فرایند متابولیسم سلولی ایفا می‌نمایند. ویتامین B<sub>2</sub> یا ریبوفلافوین از ویتامین‌هایی است که در بسیاری از مواد غذایی موجود است (خصوصاً شیر و تخم مرغ) اما عوارض کمبود آن در جامعه فراوان است. این ویتامین پایداری نسبی در محیط داشته ولی در سیسم‌گوارش بخشی از آن ازبین می‌رود. نقش اصلی ریبوفلافوین در متابولیسم‌های اصلی بدن بوده و کمبود آن سبب کم‌خونی، سردرد میگردد، اختلالات چشم، اختلال عملکرد تیروئید و برخی از مشکلات دیگر می‌شود. بیوتین یا ویتامین B<sub>7</sub> یکی دیگر از ویتامین‌های محلول در آب گروه B بوده که با نام ویتامین H نیز شناخته می‌شود. این ویتامین، یک کوآنزیم است که در متابولیسم اسیدهای چرب، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آمینه و همچنین سنتر ویتامین‌های B<sub>6</sub> و B<sub>12</sub> نقش دارد. بیوتین در غلات کامل، جگر، زرده تخم مرغ و شیر پیدا می‌شود. علائم کمبود بیوتین

(Zandi, Mohebbi, Varidi, & Ramezanian, 2014) سبب آنکه ذراتی کوچک و نرم بوده و در غلظت‌های پایین پلیمر عامل ژل، رفتاری شبیه مایع از خود بروز می‌دهند؛ نیز گزینه مناسبی برای اهدافی نظیر ریزپوشانی عوامل زیست‌فعال، عطر و طعم می‌باشد (Leon *et al.*, 2019). میکروژل‌ها همچنین ابزار و جایگزینی مناسبی برای ایجاد خواص رئولوژیکی موردنظر از طریق کنترل رئولوژیکی و تنظیم خواص فیزیکی مواد غذایی است (Leon, Medina, Park, & Aguilera, 2016). به‌طور کلی ساختار شکننده میکروژل‌ها سبب شده تا با ریزپوشانی عطر و طعم امکان رهایش سریع آنها در شرایط جویدن فراهم آید و یا علاوه‌بر محافظت و به‌دامانداختن ترکیبات زیست‌فعال، امکان رهایش این ترکیبات در شرایط موردنظر ایجاد گردد (Chen & Subirade, 2006).

ریزپوشانی فرایند به‌دامانداختن ترکیبات فعال درون ماده حامل است که به‌عنوان وسیله‌ای مفید برای بهبود تحويل این ترکیبات فعال مطرح می‌باشد (Zandi & Mohebbi, 2014). این فرایند عبارت است از تشکیل یک پوشش مداوم اطراف ترکیبات جامد، مایع یا گاز به‌طوری که به‌صورت کامل پوشیده شده باشند. کپسول‌های حاصل از فرایند ریزپوشانی را معمولاً براساس اندازه ذرات‌شان طبقه‌بندی می‌کنند کپسول‌هایی با قطر متوسط کوچک‌تر از ۲۰۰ نانومتر را نانوکپسول، بین ۲۰۰ تا ۵۰۰۰ نانومتر را میکروکپسول و بیشتر از ۵۰۰۰ نانومتر را ماکروکپسول می‌نامند (Kalusevic, Manojlovic, Levic, & Bugarski, 2011). از محدودیت‌های قابل توجهی که مواد تشکیل‌دهنده کپسول در صنعت غذا دارند، می‌توان به قابلیت خوراکی، ارزان قیمت‌بودن، درسترس‌بودن برای واحدهای تولید کننده اشاره کرد. همچنین فرایند ریزپوشانی باید روندی آسان، راحت، ارزان و قابلیت برای تولید مقادیر زیاد صنعت را داشته باشد (زنده، محبی، وریدی، رمضانیان و نوید، ۱۳۹۴). مهم‌ترین گروه از مواد مورد استفاده برای ریزپوشانی در صنایع غذایی بیوپلیمرها می‌باشدند. کربوهیدرات‌ها یا پلی‌ساکاریدها (به‌عنوان فراوان‌ترین بیوپلیمرها)، پروتئین‌ها و لیپیدها مناسب‌ترین بیوپلیمرهای موردناستفاده برای فرایند ریزپوشانی می‌باشند (Barbosa, Borsarelli, & Mercadante, 2005). پروتئین‌های آب‌پنیر دارای خصوصیات عملکردی بارزی برای استفاده به‌عنوان ماده دیواره می‌باشند. گزارش‌های مختلفی مبنی بر استفاده از پروتئین آب‌پنیر به‌عنوان ماده دیواره گزارش گردیده است (Chen & Subirade, 2006).

جدول ۱- تیمارهای موربدبررسی

تیمار	روش امولسیون‌سازی	پروتئین آب‌پنیر (درصد)	آژینات (درصد)
۱	التراسوند	۶	۲
۲	التراسوند	۶	۴
۳	التراسوند	۱۰	۲
۴	التراسوند	۱۰	۴
۵	همزن مغناطیسی	۶	۲
۶	همزن مغناطیسی	۶	۴
۷	همزن مغناطیسی	۱۰	۲
۸	همزن مغناطیسی	۱۰	۴

### پایداری میکروکپسول

به‌منظور بررسی پایداری فیزیکی سیستم، محلول میکروکپسول‌های آژینات-پروتئین آب‌پنیر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱، ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری شد و میزان اندازه ذرات به کمک دستگاه انکسار نورلیزر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری میزان پایداری ویتامین در شرایط نگهداری مقدار ریبوفلاوین و بیوتین باقی‌مانده طی نگهداری به مدت ۱، ۱۵ و ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با روش اسپکتروفتومتری و اندازه‌گیری میزان جذب در طول موج ۴۴۵ و ۳۴۸ نانومتر به‌ترتیب برای ریبوفلاوین و بیوتین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (WPA lightwave s2000 uv/vis) ساخت ایرلند) اندازه‌گیری شد.

### خصوصیات مکانیکی میکروکپسول‌های تولیدی

به‌منظور بررسی خصوصیات مکانیکی و به‌دست‌آوردن نمودارهای تنش-تغییرشکل و حداکثر تنش فشاری، نمونه‌ای استوانه‌ای از میکروژل تولیدی با قطر ۱۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰ میلی‌متر در معرض فشار یکپارچه تا ۸۰ درصد کرنش (یعنی ۸ میلی‌متر-با سرعت ۱ میلی‌متر در ثانیه) با استفاده از دستگاه آنالیزبافت (Stable Micro System Ltd) ساخت ایرلند) توسط یک صفحه گرد فلزی با قطر ۶۰ میلی‌متر قرار گرفت (Leon *et al.*, 2019; Leon *et al.*, 2016; Leon *et al.*, 2018).

### خصوصیات رئولوژیکی میکروژل‌های تولیدی

اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی میکروژل‌های تولیدی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با استفاده از رئومتر (فیزیکا ام.سی.آر. ۳۰۱، شرکت آنتون‌پار، ساخت اتریش) مجهز به نرم‌افزار رئوپلاس بود، انجام شد. در تمام اندازه‌گیری‌ها از

شامل: مشکلات مو و پوست، علائم عصبی و حس خارش می‌باشد (Beck, 2001; Combs Jr, 2008).

در مطالعه قبلی این گروه تحقیقی (Zandi, 2019) میکروکپسول‌های آژینات-پروتئین آب‌پنیر حاوی ویتامین B تهیه و رهایش آن موربدباده شد تا علاوه‌بر امکان ریزپوشانی ویتامین با این میکروکپسول و نیز میزان محافظت ویتامین در شرایط سیستم‌گوارشی، همچنین مکانیسم اصلی رهایش مشخص گردد. نتایج نشان داد که میکروکپسول حاصل به‌خوبی قادر به محافظت ویتامین در برابر شرایط سیستم‌گوارشی بوده و مکانیسم اصلی رهایش ماده فعال از میکروکپسول‌های آژینات-پروتئین آب‌پنیر نیز انتشار فیک<sup>۱</sup> می‌باشد. هدف اصلی از این تحقیق بررسی خصوصیات مکانیکی، رئولوژیکی و انتشاری میکروژل‌های آژینات-پروتئین آب‌پنیر حاوی ریبوفلاوین و بیوتین می‌باشد. فرضیه این کار این بود که اگر خواص مکانیکی و رئولوژیکی میکروژل‌های تولیدی حاوی ویتامین با الزامات موجود در تعريف غذاهای نرم مطابقت داشته باشد، می‌توان آن را به عنوان یک میکروحامل جدید برای ترکیبات زیست‌فعال، عطر و طعم برای استفاده تمام افراد بالا‌خصل افراد سالم‌مند و افرادی با مشکلات گوارشی و بلع معرفی نمود.

### مواد و روش‌ها

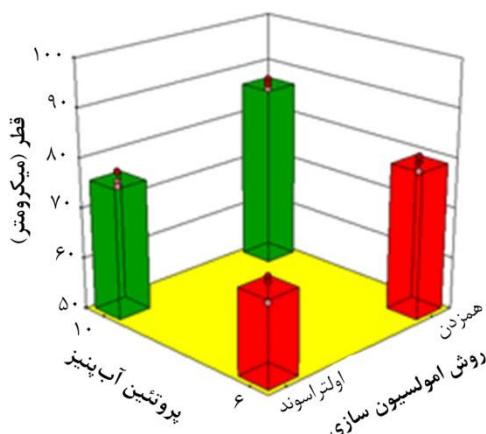
آماده‌سازی میکروکپسول‌های آژینات-پروتئین آب‌پنیر و بررسی ساختاری

فرایند تهیه میکروکپسولاسیون با کمک روش به‌کاررفته در پژوهش Zandi (۲۰۱۹) با اندکی اصلاحات انجام گردید. تنها تفاوت استفاده از ۲ سطح غلظت آژینات (۲ و ۴ درصد) و نیز دو سطح پروتئین آب‌پنیر (۶ و ۱۰ درصد) و استفاده از همزن مغناطیسی (۹۰۰ دور در دقیقه) یا التراسوند (فرکانس ۲۴ کیلوهرتز ۵۰ درصد نوسان (دامنه) به مدت ۵ دقیقه) (-IKA Werke, ساخت آلمان) به عنوان تیمار بود (جدول ۱) در این پژوهش هدف بررسی ساختاری و تشکیل میکروکپسول حاصل نیست چون همان‌طور که پیشتر گفته شد در پژوهش پیشین، از نظر تشکیل، تعیین خصوصیات میکروکپسول‌های تولیدی و رهایش در سیستم‌گوارش بررسی لازم صورت پذیرفته است. تنها متوسط قطر و توزیع اندازه امولسیون به کمک دستگاه انکسار نورلیزر (مدل Nano-Zetasizer، شرکت Malvern، ساخت انگلستان) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

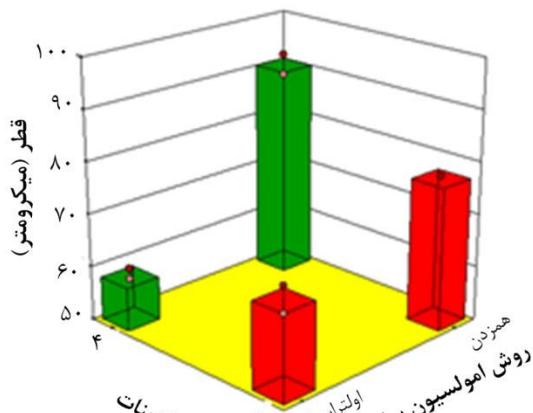
<sup>۱</sup> Fickian Diffusion

### نتایج و بحث

اندازه میکروژل‌های تولیدی به عنوان تابعی از روش تولید بنایه یافته‌های مطالعه‌های آژینات-کنسانتره پروتئین آب‌پنیر مشاهده شد (Zandi, 2019). همان‌طور که در شکل (۱)، (۲) و (۳) نیز مشاهده می‌گردد، متوسط اندازه میکروکپسول به عنوان تابعی از روش امولسیون‌سازی، میزان آژینات و پروتئین آب‌پنیر اندازه‌گیری شده است. طبق آنالیز واریانس روش امولسیون‌سازی در سطح ( $P < 0.01$ )، غلظت پروتئین در سطح ( $P < 0.05$ ) و نیز غلظت آژینات در سطح ( $P < 0.01$ ) تأثیر معنی داری روی اندازه ذرات تشکیل شده دارد.



شکل ۱- تأثیر روش امولسیون‌سازی و درصد پروتئین آب‌پنیر بر متوسط اندازه میکروکپسول‌ها



شکل ۲- تأثیر روش امولسیون‌سازی و درصد آژینات بر متوسط اندازه میکروکپسول‌ها

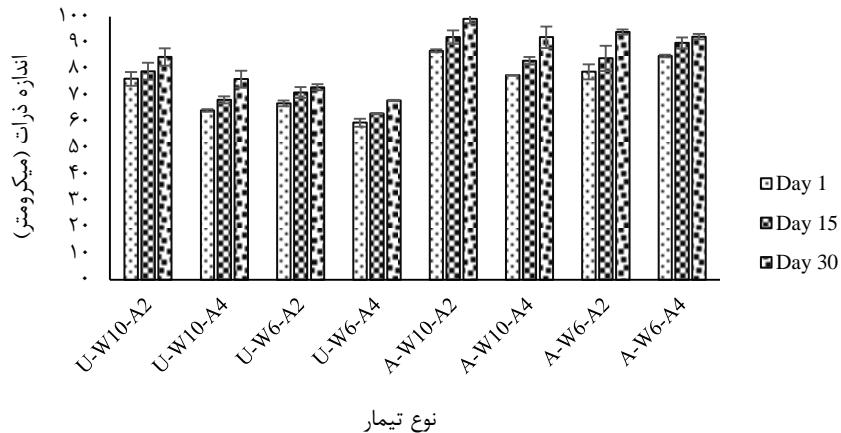
سیستم اندازه‌گیری با هندسه صفحات موازی (با قطر ۲۵ میلی‌متر و با فاصله ۰/۵ میلی‌متر) استفاده شد. فاصله ۰/۵ میلی‌متر برای آزمون‌های موردنظر با بررسی جهت‌یافتن فاصله بهینه انتخاب شد. در واقع با انتخاب این فاصله، کمترین خطأ در تکرار آزمون‌ها به دست آمد. تقریباً تمام آزمون‌ها با سه بار تکرار انجام شد. ضمناً پیش از انجام تمام آزمون‌های رئولوژیکی در دماهای مختلف، به نمونه‌ها حدود ۱۰ دقیقه زمان استراحت جهت رسیدن به دمای تعادلی داده شد. در آزمون رئولوژیکی پایا، رفتار جریانی میکروژل آژینات پروتئین آب‌پنیر تولیدشده با روش‌های مختلف اندازه‌گیری و بررسی گردید. به این منظور در سرعت برشی بین ۲-۱۰۰ بر ثانیه، ویسکوزیته به عنوان تابعی از سرعت برشی اندازه‌گیری شد.

### محاسبه ضریب انتشار

به این منظور از روش به کاررفته توسط (Zandi, ۲۰۱۷)؛ Zandi و همکاران (۲۰۱۴) و زندی و همکاران (۱۳۹۴) استفاده گردید. به منظور مدل‌سازی نحوه انتقال جرم در میکروکپسول‌های تولیدی و برآش داده‌های رهایش ویتمانی با استفاده از قانون فیک، معادله نفوذ به صورت دیفузیون ناپایا برای مختصات دایره‌ای حل گردید. با این اطلاعات، ضریب نفوذ از حل معادله نفوذ به صورت دیفузیون ناپایا برای مختصات دایره‌ای به شاعر و ضخامت دیواره مشخص محاسبه گردید. به این منظور از قانون فیک استفاده می‌گردد. به منظور مدل‌سازی نحوه انتقال جرم در میکروکپسول‌های کلونیدیزوومی تولیدی و برآش داده‌ای رهایش ویتمانی با استفاده از قانون فیک، معادله نفوذ به صورت دیفузیون ناپایا برای مختصات دایره‌ای حل گردید (زندی و همکاران، ۱۳۹۴).

### آنالیز آماری

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از آزمایش فاکتوریل و با حداقل دو تکرار انجام و میانگین و انحراف معیار آنها به دست آمد. آنالیز واریانس برای بررسی معنی‌داری اختلافات در سطح ( $P < 0.05$ ) با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت نسخه ۹ صورت گرفت و با استفاده از آزمون دانکن و LSD اختلاف بین میانگین‌ها بررسی گردید. برآش داده‌ها با استفاده از معادله‌های ارائه شده به کمک نرم‌افزار متلب (R2014) صورت گرفت و بهترین مدل براساس اندازه‌گیری ضریب همبستگی انتخاب و پیشنهاد گردید.



شکل ۳- تأثیر زمان نگهداری بر اندازه میکروکپسول‌های حاوی ریبوفلاوین

U و A: التراسوند و همزن مغناطیسی، W: پروتئین آب‌پنیر و عدد بعد از آن یعنی درصد استفاده

افزایش میزان پروتئین نیز قطر میکروژل تولیدی کوچکتر شده که اگرچه این تأثیر معنی‌دار است ( $P<0.05$ )، ولی تأثیر آن زیاد نیست (جدول ۲). کوچکترین اندازه قطره‌ها در غلظت‌های مختلف پروتئین آب‌پنیر تغییض شده، مربوط به نمونه‌های تهیه شده با روش التراسوند و غلظت‌های بالاتر آلزینات بود. قهرمانی‌فر، محمدی‌ثانی، نجف‌نجفی و محمدی‌مقدم (۱۳۸۹) در بررسی تأثیر پارامترهای زمان هموژنیزاسیون و غلظت بر ویژگی‌های امولسیون‌کنندگی پروتئین آب‌پنیر تغییض شده به نتایج مشابهی دست یافتند.

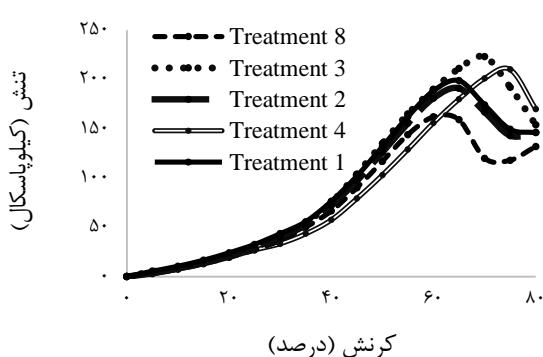
تحقیق‌های پیشین مشخص نموده که روش التراسوند به سبب ایجاد قطره‌های کوچک‌تری در امولسیون موجب تولید میکروکپسول‌های با اندازه کوچک‌تر نسبت به روش مکانیکی هم‌زدن می‌گردد. در این تحقیق هم مشاهده گردید که روش التراسوند باعث کاهش اندازه ذرات امولسیون شده و موجب بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی امولسیون‌ها می‌گردد. نتایج مشابهی نیز توسط Chen و Subirade (۲۰۰۶) و Leon و همکاران (۲۰۱۸) به دست آمده است. با افزایش غلظت آلزینات به سبب افزایش ویسکوزیته مقاومت بیرونی برای تشکیل قطره‌ها بیشتر شده و درنتیجه قطر ذرات نیز کوچک‌تر می‌گردد. همان‌طور که مشاهده می‌شود با

جدول ۲- جدول آنالیز واریانس عوامل (اثرات اصلی و متقابل)

p-value	F Value	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منبع
<0.0001	18/00 **	294/07	7	2058/50	مدل
<0.0001	88/26 **	1441/50	1	1441/50	روش امولسیون‌سازی
0.0499	4/50 *	73/50	1	73/50	پروتئین آب‌پنیر
0.0027	12/50 *	204/17	1	204/17	آلزینات
0.0499	4/50 *	73/50	1	73/50	اثر متقابل روش امولسیون‌سازی و پروتئین آب‌پنیر
0.0337	5/40 *	88/17	1	88/17	اثر متقابل روش امولسیون‌سازی و آلزینات
0.009	8/58 **	140/17	1	140/17	اثر متقابل پروتئین آب‌پنیر و آلزینات
0.1492	2/30 ns	37/50	1	37/50	اثر متقابل روش امولسیون‌سازی و پروتئین آب‌پنیر و آلزینات
-	-	16/33	16	261/33	خطا

\*\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، \* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ns عدم معنی‌داری

می‌گردد با افزایش میزان پروتئین آب‌پنیر به سبب افزایش استحکام دیواره میکروژل‌های تشکیلی، تنش نیز افزایش پیدا می‌کند؛ این در حالی است که با تغییر میزان آلزینات، تفاوت معنی‌داری در رفتار مکانیکی میکروژل حاصله اتفاق نمی‌افتد. تاکنون تحقیق در این زمینه برای اثبات یا رد این موضوع انجام نپذیرفته است. با تغییر روش امولسیون‌سازی، تغییر معنی‌داری در نمودار تنش-تغییرشکل و نیز حداکثر تنش رخ می‌دهد. با استفاده از روش التراسوند، از آنجایی که اندازه ذرات کوچک‌ترشده، حداکثر تنش افزایش پیدا می‌نماید. (Aguilera & Park, 2016; Kim, Renkema, & van Vliet, 2001; Sala, Van Aken, Stuart, & Van De Velde, 2007) نموده‌اند که خواص مکانیکی ژلهای حاصل از امولسیون به میزان فاز پراکنده (روغن یا آب) و اندازه قطره‌های فاز پراکنده (روغن یا آب) بستگی دارد. با اعمال التراسوند، اندازه قطره‌های فاز پراکنده کوچک‌شده و این امر سبب افزایش مقاومت می‌گردد. Kim و همکاران (2001) نیز در بررسی امولسیون حاصل از پروتئین سویا دریافتند که افزایش اندازه ذرات فاز پراکنده (روغن) سبب کاهش مقاومت و درنتیجه نرمی بافت می‌گردد. با این وجود Leon و همکاران (2018) تأثیر روش اموسیون‌سازی را بر مقاومت مکانیکی غیرمعنی‌دار گزارش نمودند. اگرچه با اعمال التراسوند از میزان نرمی بافتی کاسته شده ولی از طرف دیگر میزان محافظت از ترکیب ریزپوشانی شده افزایش پیدا می‌کند.



شکل ۴- نمودارهای تنش-تغییرشکل برای ژل حاصل از امولسیون طی فرایند فشار محوری

### پایداری میکروکپسول

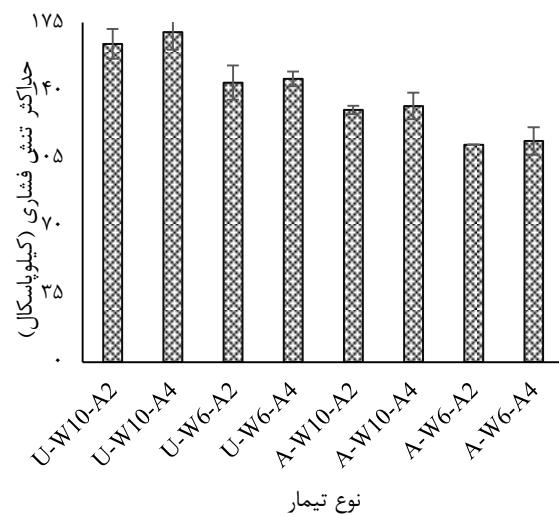
همان‌طورکه انتظار می‌رفت طی نگهداری و با گذشت زمان، اندازه ذرات میکروکپسول به سبب افزایش تجمع آنها افزایش پیدا نمود ( $P<0.05$ ). نتایج مشابهی توسط محمدی، قبربازاده، رضایی‌مکرم، حسینی و همیشه‌کار (1393) به دست آمد. نتایج میزان پایداری ریبووفلاوین و بیوتین در شرایط نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱، ۱۵ و ۳۰ روز نشان داد که این ویتامین‌های ریزپوشانی از پایداری نزدیک به ۱۰۰ درصدی طی این زمان و دمای نگهداری برخوردارند و به عبارت دیگر زمان تأثیر معنی‌داری ( $P<0.05$ ) بر تخریب و ازبین‌رفتن ویتامین نداشت (جدول ۳).

جدول ۳- پایداری ریبووفلاوین و بیوتین بعد از ۳۰ روز

تیمار	روش امولسیون‌سازی	آرینات (درصد)	پروتئین آب‌پنیر (درصد)	پایداری ریبووفلاوین پس از ۳۰ روز (درصد)	پایداری ریبووفلاوین پس از ۳۰ روز (درصد)
۱	التراسوند	۶	۲	۹۷/۶۰ <sup>a</sup>	۹۶/۳ <sup>b</sup>
۲	التراسوند	۶	۴	۹۸/۹۰ <sup>a</sup>	۹۵/۵۰ <sup>b</sup>
۳	التراسوند	۱۰	۲	۹۵/۹۰ <sup>a</sup>	۹۷/۹۰ <sup>b</sup>
۴	التراسوند	۱۰	۴	۹۸/۵۰ <sup>a</sup>	۹۶/۸۰ <sup>b</sup>
۵	همزن	۶	۲	۹۳/۹۰ <sup>a</sup>	۹۳/۴۰ <sup>b</sup>
۶	مغناطیسی	۶	۴	۹۷/۳۰ <sup>a</sup>	۹۴/۷۰ <sup>b</sup>
۷	همزن	۱۰	۲	۹۶/۵۰ <sup>a</sup>	۹۲/۶۰ <sup>b</sup>
۸	مغناطیسی	۱۰	۴	۹۴/۶۰ <sup>a</sup>	۹۵/۹۰ <sup>b</sup>

خصوصیات مکانیکی میکروکپسول‌های تولیدی نمودارهای تنش-تغییرشکل و حداکثر تنش فشاری برای ژل حاصل از امولسیون طی فرایند فشار محوری در شکل‌های (۴) و (۵) نمایش داده شده است. همان‌طورکه در تصویر نیز دیده می‌شود، تمامی نمونه‌ها تا تغییرشکل حدود ۳۵ درصد رفتار مشابهی از خود نشان دادند. با محاسبه مدول یانگ که از تقسیم تنش به کرنش در قسمت‌های ابتدایی نمودار تنش-تغییرشکل محاسبه شده، می‌توان فهمید که مدول یانگ برای تمام نمونه‌ها حدود ۸۰ کیلوپاسکال می‌باشد. همان‌طورکه در شکل (۵) نیز مشاهده

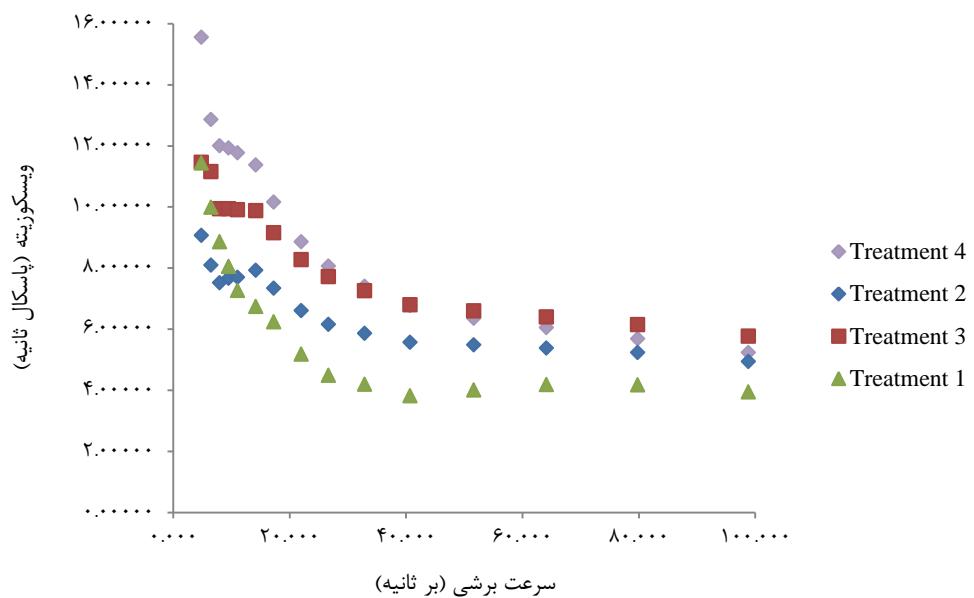
مختلف اندازه‌گیری و بررسی گردید. به‌این‌منظور در سرعت برشی بین ۲-۱۰۰ بر ثانیه، ویسکوزیته به عنوان تابعی از سرعت برشی اندازه‌گیری شد. رفتار میکروژل حاصل غیرخطی بود. همان‌طور که در شکل (۶) هم مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت آلزینات و پروتئین ویسکوزیته امولسیون نیز افزایش پیدا می‌کند. همچنین، با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته کاهش پیدا می‌کند که نشان‌دهنده رفتار روان‌شوندگی با برش (سودوپلاستیک) در این میکروژل‌ها می‌باشد. روان‌شوندگی با برش یکی از خصوصیات مهم در فرمولاسیون امولسیون‌هاست، زیرا کاهش ویسکوزیته ظاهری در فرایندهایی با تنفس برشی بالا مانند پمپ کردن و پرکردن منجر به سهولت فرایند می‌گردد و در هنگام مصرف با افزایش ویسکوزیته ظاهری محصول احساس دهانی مطلوبی ایجاد می‌کند. همچنین، این رفتار منجر به بهبود پراکندگی ذرات فاز پراکنده در فاز پیوسته شده و از بهم‌چسبیدن ذرات و دوفاز شدن آنها طی نگهداری جلوگیری می‌کند (Koocheki, Kadkhodaee, Mortazavi, Shahidi, & Taherian, 2009).



شکل ۵- حداقل تنفس فشاری برای ژل حاصل از امولسیون طی فرایند فشار محوری

U و A: التراسوند و همزن مغناطیسی، W: پروتئین آب‌پنیر و عدد بعد از آن یعنی درصد استفاده و A: آلزینات و عدد بعد از آن یعنی درصد استفاده

خصوصیات رئولوژیکی میکروژل‌های تولیدی در آزمون رئولوژیکی پایا، رفتار جریانی میکروژل آلزینات-پروتئین آب‌پنیر تولیدشده با روش‌های



شکل ۶- اثر سرعت برشی بر ویسکوزیته ظاهری (پاسکال ثانیه) بر تیمارهای مختلف

مشخص گردید که با اعمال شرایط همزمان معده و روده، ضریب دیفوژیون بیشترشده و درنتیجه میزان رهایش با سرعت بیشتر رخ می‌دهد (جدول ۴). احتمالاً سرعت بیشتر رهایش که متراffد ضریب نفوذ بالاتر است به این سبب بوده که پس از تخریب جزئی دیواره در معده، رهایش با سرعت بیشتری در روده اتفاق می‌افتد. نتایج محاسبه و پیش‌بینی ضریب دیفوژیون به خوبی مؤید این مطلب است که اولاً رهایش عمده‌اً با مکانیسم دیفوژیون رخداده و ثانیاً این نوع از میکروژل را به راحتی می‌توان برای محافظت عوامل زیست‌فعال طی فرایند هضم غذا و به منظور رهایش در سیستم‌های گوارش مورداستفاده قرار داد. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهش‌ها به دست آمده است (Chen & Subirade, 2006; Zandi et al., 2014).

در پژوهش قبلی Zandi (۲۰۱۹) مشخص گردید که رهایش ویتامین از میکروژل‌های آلرژینات-پروتئین آب‌پنیر در شرایط سیستم‌گوارش با مکانیسم نفوذ فیک به عنوان مکانیسم اصلی رهایش اتفاق می‌دهد. طبق تحقیق‌های قبلی ما، دو مکانیسم عمده آزادسازی در طی فرایند رهایش از میکروکپسول‌های آلرژینات-کنسانتره پروتئین آب‌پنیر رخ می‌دهد؛ اولین مکانیسم نشت ماده کپسوله شده (دیاستیل) از میان حفره‌ها و سوراخ‌های پوسته میکروکپسول و دومین آن، رهایش ماده انکپسوله شده با استفاده از مکانیسم دیفوژیون از میان پوسته میکروکپسول. فرض بر این است که ماده ریزپوشانی شده در مرکز میکروکپسول واقع شده است. با انجام آنالیز واریانس و آزمون‌های دانکن و LSD

**جدول ۴- ضریب دیفوژیون پوسته میکروکپسول‌های آلرژینات-پروتئین آب‌پنیر در شرایط سیستم‌گوارش**

تیمار	شرایط معده-روده	میکروژل حاوی ریبوفلاوین در شرایط معده	میکروژل حاوی بیوتین در شرایط معده-روده	میکروژل حاوی ریبوفلاوین در شرایط معده-روده	شماره
۱	۶/۳۶±۰/۲۳ <sup>a</sup>	۲/۸۹±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۷/۳۱±۰/۳۲ <sup>a</sup>	۳/۶۵±۰/۳۶ <sup>a</sup>	
۲	۶/۷۳±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۳/۳۴±۰/۲۹ <sup>b</sup>	۷/۴۵±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۴/۱۱±۰/۵۴ <sup>a</sup>	
۳	۶/۵۸±۰/۲۶ <sup>a</sup>	۳/۶۸±۰/۴۱ <sup>b</sup>	۷/۸۵±۰/۴۵ <sup>a</sup>	۴/۴۵±۰/۱۱ <sup>b</sup>	
۴	۶/۹۴±۰/۳۵ <sup>a</sup>	۳/۸۷±۰/۱۶ <sup>b</sup>	۷/۹۲±۰/۱۴ <sup>ab</sup>	۴/۵۱±۰/۲۸ <sup>b</sup>	
۵	۷/۷۲±۰/۲۱ <sup>b</sup>	۴/۲۴±۰/۱۳ <sup>c</sup>	۸/۲۶±۰/۳۱ <sup>b</sup>	۵/۱۴±۰/۴۴ <sup>bc</sup>	
۶	۷/۶۴±۰/۲۵ <sup>b</sup>	۴/۳۱±۰/۲۲ <sup>c</sup>	۸/۶۴±۰/۲۵ <sup>b</sup>	۵/۲۲±۰/۳۲ <sup>bc</sup>	
۷	۷/۴۱±۰/۱۷ <sup>b</sup>	۴/۶۳±۰/۲۷ <sup>c</sup>	۸/۹۷±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۵/۴۱±۰/۲۳ <sup>c</sup>	
۸	۷/۸۹±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۴/۵۷±۰/۳۱ <sup>c</sup>	۸/۸۵±۰/۲۱ <sup>c</sup>	۴/۹۸±۰/۱۹ <sup>b</sup>	

اعداد در جدول نشان‌دهنده  $10 \times 10^{11}$  مترمربع بر معکوس ثانیه می‌باشدند.

اعداد از میانگین سه آزمون به دست آمده و به همراه انحراف معیار خود گزارش شده است.

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ( $P < 0.05$ ) می‌باشند.

آب‌پنیر و روش امولسیون‌سازی است؛ به طوری که با افزایش غلظت پروتئین و آلرژینات و استفاده از روش التراسوند، اندازه میکروکپسول‌ها کوچک‌تر می‌گردد. نتایج همچنین نشان داد که اگرچه اندازه میکروژل تولیدی با افزایش زمان نگهداری، بیشترشده ولی ویتامین ریزپوشانی شده طی نگهداری به مدت ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کاملاً پایدار می‌باشد. بررسی رفتار مکانیکی میکروژل نشان داد که با افزایش میزان پروتئین آب‌پنیر و نیز اعمال التراسوند، استحکام افزایش یافته و این در حالی است که با تغییر میزان

### نتیجه‌گیری

در تحقیق پیشین، میکروژل آلرژینات-پروتئین آب‌پنیر حاوی ویتامین B تهیه و رهایش آن در شرایط مختلف مورداً رهایش قرار داده شد. هدف اصلی از این پژوهش بررسی خصوصیات مکانیکی، رئولوژیکی و انتشاری این میکروکپسول‌های حاوی ریبوفلاوین و بیوتین می‌باشد. به منظور دستیابی به هدف فوق از میکروکپسول پژوهش قبلی استفاده و آزمون‌های مختلفی در روی آن انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که اندازه میکروکپسول تولیدی تحت تأثیر غلظت آلرژینات، غلظت پروتئین

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پژوهش مصوب دانشگاه زنجان در طرح خارجی مورد حمایت بنیاد ملی نخبگان با عنوان «ریزپوشانی ترکیبات زیستفعال بیوتین و ریبوفلافوین توسط حامل های آلزینات-پروتئین آب پنیر و بررسی، شبیه سازی و مدل سازی رهایش آن در شرایط نگهداری، فراوری و سیستم گوارش» می باشد.

آلزینات، تفاوت معنی داری در رفتار مکانیکی میکروژل حاصل نمی گردد. با انجام آنالیز واریانس مشخص گردید که با اعمال شرایط هم زمان معده و روده، ضریب دیفووزیون میکروکپسول بیشتر می گردد. نتایج این تحقیق امکان استفاده موفقیت آمیز میکروژل آلزینات-پروتئین آب پنیر را به عنوان یک میکرو حامل جدید برای ترکیبات مؤثر برای استفاده تمام افراد بالا خص افراد سالمند و افراد با مشکلات گوارشی و بلع نشان می دهد.

### منابع

زندي، م، محبي، م، وريدي، م و رمضانيان، ن. (۱۳۹۴). تخمين و ارزيباي ضريب نفوذ ميكروكپسول های آلزینات-پروتئین آب پنیر حامل دی استیل و ارزیابی آن در شرایط مختلف دهانی. پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۱(۴)، ۴۴۴-۴۳۵.

doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v1394i11.29045>

قهارمانی فر، ا، محمدی ثانی، ع، نجف نجفی، م، و محمدی مقدم، ت. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر پارامترهای زمان هموژنیزاسیون و غلظت بر ویژگی های امولسیون کنندگی پروتئین آب پنیر تغییض شده. نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۲(۲)، ۴۵-۳۵.

محمدی، م، قربزاده، ب، رضایی مکرم، ر، حسینی، م، و همیشه کار، ح. (۱۳۹۳). بررسی ویژگی های پایداری، پتانسیل زتا و رئولوژی نانولیپوزومهای حامل ویتامین D<sub>۳</sub>. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تبریز، ۶(۳۶)، ۱۰۲-۱۱۱.

Abbasi, F., Samadi, F., Jafari, S. M., Ramezanpour, S., & Shams Shargh, M. (2019). Ultrasound-assisted preparation of flaxseed oil nanoemulsions coated with alginate-whey protein for targeted delivery of omega-3 fatty acids into the lower sections of gastrointestinal tract to enrich broiler meat. *Ultrasonics Sonochemistry*, 50, 208-217. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.09.014>

Aguilera, J. M., & Park, D. J. (2016). Texture-modified foods for the elderly: Status, technology and opportunities. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 156-164. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.001>

Barbosa, M. I. M. J., Borsarelli, C. D., & Mercadante, A. Z. (2005). Light stability of spray-dried bixin encapsulated with different edible polysaccharide preparations. *Food Research International*, 38(8), 989-994. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.018>

Beck, W. (2001). Handbook of Vitamins, ; Rucker, RB, Suttie, JW, McCormick, DB, Machlin, LJ, Eds: Marcel Dekker: New York.

Chen, L., & Subirade, M. (2006). Alginate-whey protein granular microspheres as oral delivery vehicles for bioactive compounds. *Biomaterials*, 27(26), 4646-4654. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.04.037>

Ching, S. H., Bansal, N., & Bhandari, B. (2015). Physical stability of emulsion encapsulated in alginate microgel particles by the impinging aerosol technique. *Food Research International*, 75, 182-193. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.002>

Cichero, J. A. Y. (2016). Adjustment of Food Textural Properties for Elderly Patients. *Journal of Texture Studies*, 47(4), 277-283. doi:<https://doi.org/10.1111/jtxs.12200>

Combs Jr, F. (2008). Vitamin C. In The vitamins. Fundamental aspects in nutrition and health/FG Jr. Combs. (Third edition ed.) (pp. 235-265): Amsterdam Boston: Elsevier Academic Press.

- DESA, U. (2015). World population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables. United Nations Department of Economic and Social Affairs. *Population Division working paper no ESA/P/WP, 241*.
- Ghahremanifar, A., Mohamadu Sani, A., Najaf Najafi, M., & Mohamadi moghadam, T. (2010). Effect of concentration and homogenization time on the emulsification of concentrate whey. *Novelty in food science and technology*, 2(2), 35-45. (in Persian)
- Kim, K. H., Renkema, J. M. S., & van Vliet, T. (2001). Rheological properties of soybean protein isolate gels containing emulsion droplets. *Food Hydrocolloids*, 15(3), 295-302. doi:[https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00028-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00028-5)
- Koocheki, A., Kadkhodaee, R., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., & Taherian, A. R. (2009). Influence of Alyssum homolocarpum seed gum on the stability and flow properties of O/W emulsion prepared by high intensity ultrasound. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2416-2424. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.06.021>
- Leon, A. M., Aguilera, J. M., & Park, D. J. (2019). Mechanical, rheological and structural properties of fiber-containing microgels based on whey protein and alginate. *Carbohydrate Polymers*, 207, 571-579. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.094>
- Leon, A. M., Medina, W. T., Park, D. J., & Aguilera, J. M. (2018). Properties of microparticles from a whey protein isolate/alginate emulsion gel. *Food Science and Technology International*, 24(5), 414-423. doi:<https://doi.org/10.1177/1082013218762210>
- Leon, A. M., Medina, W. T., Park, D. J., & Aguilera, J. M. (2016). Mechanical properties of whey protein/Na alginate gel microparticles. *Journal of Food Engineering*, 188, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.05.005>
- Mohammadi, M., Ghanbarzadeh, B., Mokarram, R. R., Hoseini, M., & Hamishehkar, H. (2014). Study of Stability, Zeta-potential, and Steady Rheological Properties of Nanoliposomes Containing Vitamin D3. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services*, 36(4), 102-111. (in Persian)
- Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., & Bugarski, B. (2011). An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Science*, 1, 1806-1815. doi:<https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.265>
- O'Donnell, P. B., & McGinity, J. W. (1997). Preparation of microspheres by the solvent evaporation technique. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 28(1), 25-42. doi:[https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(97\)00049-5](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(97)00049-5)
- Painter, V., Le Couteur, D. G., & Waite, L. M. (2017). Texture-modified food and fluids in dementia and residential aged care facilities. *Clinical interventions in aging*, 12, 1193-1203. doi:<https://doi.org/10.2147/CIA.S140581>
- Rosenberg, M., & Lee, S. J. (2004). Calcium-alginate coated, whey protein-based microspheres: preparation, some properties and opportunities. *Journal of Microencapsulation*, 21(3), 263-281. doi:<https://doi.org/10.1080/02652040410001673937>
- Sala, G., Van Aken, G. A., Stuart, M. A. C., & Van De Velde, F. (2007). Effect of droplet-matrix interactions on large deformation properties of emulsion-filled gels. *Journal of Texture Studies*, 38(4), 511-535. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2007.00110.x>
- Zandi, M. (2019). Vitamin protection by Alginate-Whey Protein Micro Gel (AL-WPC MG) as a novel microcapsule against gastrointestinal condition; case study: B-complex vitamins. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 16(3). doi:<https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i3.79215>
- Zandi, M. (2017). Evaluation of the Kinetics of Ascorbic Acid (AA) Release from Alginate-Whey Protein Concentrates (AL-WPC) Microspheres at the Simulated Gastro-Intestinal Condition. *Journal of Food Process Engineering*, 40(1), e12334. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpe.12334>
- Zandi, M., Mohebbi, M., Varidi, M., & Ramezanian, N. (2015). Estimation and evaluation of diffusion coefficient of diacetyl encapsulated alginate-whey protein microspheres at simulated mouth conditions. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11(4), 435. (in Persian)

Zandi, M., & Mohebbi, M. (2014). Investigation of encapsulated diacetyl colloidosome release profile as a function of sintering process and release media properties. *Flavour and Fragrance Journal*, 29(6), 364-370. doi:<https://doi.org/10.1002/ffj.3214>

Zandi, M., Mohebbi, M., Varidi, M., & Ramezanian, N. (2014). Evaluation of diacetyl encapsulated alginate-whey protein microspheres release kinetics and mechanism at simulated mouth conditions. *Food Research International*, 56, 211-217. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.035>

## The Mechanical, Rheological and Release Properties of Riboflavin and Biotin Encapsulated Alginate-whey Protein Micro-Gels

Mohsen Zandi

Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran  
\*Corresponding author (zandi@znu.ac.ir)

### Abstract

Fluid gels already proposed to deliver flavors and nutrients safely. In this paper, our earlier research was applied for mechanical, rheological and release evaluation of the vitamin encapsulated alginate-whey protein microcapsules. The results indicated that the size distribution of alginate-whey protein microcapsules depended on the whey protein concentration, alginate concentration, and emulsification method; the mean diameters of these microcapsules slightly increased as the whey protein and alginate concentration increased. The microcapsules containing riboflavin and biotin showed significant changes in mean diameter volume, but vitamin stability did not change during 30 days at 4 °C. The micro-gels emulsified by ultrasound exhibited a decrease in stiffness than those produced by high-shear blending. The vitamin encapsulated alginate-whey protein microcapsules emulsified by ultrasound were quite stable compared to microcapsule emulsified with the agitator. These micro-gel suspensions exhibit a fluid-like behavior. We founded that the release from these microcapsules mainly occurred by diffusion mechanisms. In summary, this research suggested that alginate-whey protein microcapsules can protect the active and bioactive agent against stomach condition. Our developed vesicular system could be used to nutrient delivery or controlled nutrient release.

**Keywords:** Controlled Released, Flow Behavior, Micro-Gel, Particle Size, Vitamin B

## بهینه‌سازی استخراج ترکیبات مؤثره از ضایعات پیاز به کمک فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش

مهرانوش غربی‌تهرانی<sup>۱</sup>، الهام آذرپژوه<sup>۲\*</sup>، امیرحسین الهامی‌راد<sup>۳</sup>، پروین شرایعی<sup>۲</sup>، احمد پدرام‌نیا<sup>۴</sup>، هدیه یزدانفر<sup>۵</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
- ۲- استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران
- \*\*\*نویسنده مسئول (azarpazhoooh@areeo.ac.ir)
- ۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
- ۴- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
- ۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۴

**واژه‌های کلیدی**  
آنٹی‌اکسیدان  
استخراج  
ضایعات پیاز  
نفوذ خشک مایکروویو و گرانش

### چکیده

فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش یکی از پیشرفت‌های ترین روش‌های استخراج ترکیبات مؤثره می‌باشد که در مقیاس صنعتی و آزمایشگاهی قابل‌اجراست. هدف از این پژوهش، استخراج عصاره ضایعات پیاز به‌وسیله فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش با استفاده از روش سطح پاسخ (طرح مرکب مرکزی محوری) بهمنظور بررسی دو متغیر مستقل زمان (۱۵ و ۲۰ دقیقه) و توان (۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ وات) بر ویژگی‌های کیفی عصاره مانند بازدهی نهایی استخراج، قدرت آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات فنلی کل، مقدار کوئرستین و نیز بهینه‌سازی فرایند استخراج استفاده گردید. تیمار بهینه برای استخراج عصاره از ضایعات پیاز، زمان ۲۰ دقیقه و توان ۵۰۰ وات بود که بیشترین بازده استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شامل میزان ترکیبات پلی‌فلی، ۶۷/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، میزان کوئرستین، ۳۰/۳۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و نیز حداکثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب شامل توان آنتی‌اکسیدانی احیای آهن ۳ ظرفیتی (FRAP)، ۵۴۲/۰۹ (DPPH)، ۳۷/۶۰ میکرومول آهن ۲ ظرفیتی بر گرم و میزان بهدام‌اندازی رادیکال آزاد (DPPH) درصد بهدست آمد. تمامی غلظت‌های عصاره ضایعات پیاز بر علیه میکرووارگانیسم‌های مختلف بودند، اما تأثیر حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره بر علیه میکرووارگانیسم‌های مختلف (کپک آسپرژیلوس نایجر، باکتری‌های استافیلکوکوس اورئوس و اشروسیاکلی) یکسان نبود. بهطوری که تأثیر آن روی کپک آسپرژیلوس نایجر و باکتری اشروسیاکلی به مراتب بیشتر از باکتری استافیلکوکوس اورئوس بود. نتایج این تحقیق نشان داد که میان ترکیبات مؤثره عصاره بهدست آمده با این روش و روش استخراج با حلal اختلافات آماری معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0.05$ ). روش استخراج نفوذ خشک مایکروویو و گرانش، به عنوان یک تکنیک جایگزین سریع و کارآمد در برابر فرایند استخراج با حلal، جهت استخراج عصاره از گیاهان و ضایعات آنها پیشنهاد می‌شود.

### مقدمه

ترکیبات مؤثره) طی فراوری و یا مصرف مستقیم‌شان به با توجه به اینکه روزانه مقادیر کثیری از پوست میوه‌ها و ضایعات تبدیل شده و دورریخته می‌شوند، امروزه ضایعات صنایع غذایی دارای اهمیت و جایگاه ارزشمندی می‌باشند بخش‌های خوراکی آنها (محتوى آنتی‌اکسیدان‌ها و

Pan *et al.*, ۲۰۰۷)، آنتی اکسیدان‌ها (Tang, & Powers, ۲۰۰۷) Chen, Xie, & Gong, ۲۰۰۸)، گلیکوزیدها و ترپن‌ها (Chen, Xie, & Gong, ۲۰۰۸) به طور موفقیت‌آمیزی توسط تکنیک‌های مختلف (Cantos, Guerrero, Liazid, Barroso, & Palma, ۲۰۱۱) نشان دادند بعضی از ترکیبات فنلی حساس به حرارت و ترکیباتی با حساسیت کمتر، به راحتی تجزیه شدند که به دلیل حضور هوا و دمای بالا در روش‌های استخراج به کمک مایکروویو بوده است.

نفوذ خشک مایکروویو و گرانش یک تکنیک توسعه‌یافته با پتانسیل بالا جهت کاربردهای متنوع در استخراج است که به کمک این روش، استخراج انسانس از برگ‌های رزماری (Bousbia *et al.*, ۲۰۰۹)، نعناع و گیاه Vian, Fernandez, Visinoni, & Chemat, ۲۰۰۸) انجام شده است. این روش براساس حرارت‌دهی امواج مایکروویو (حرارت‌دهی هدایت، جابجایی و تشعشع به طور همزمان) و نیروی جاذبه زمین تحت‌فشار اتمسفر می‌باشد. امواج مایکروویو به دلیل افزایش سریع دما و تحریب گویچه‌های حاوی انسانس در مدت زمان بسیار کوتاهی سبب آزادسازی انسانس می‌شوند (Vian *et al.*, ۲۰۰۸).

در این روش به دلیل طراحی خاص دستگاه و قرارگیری قسمت‌های کندانسور و جمع‌کننده در پایین آون مایکروویو، از نیروی جاذبه برای حرکت انسانس به قسمت خارجی کندانسور ماریپیچ، استفاده گردید و نهایتاً آب و انسانس در قسمت جمع‌کننده، هدایت شده و توسط اختلاف وزن مخصوص از هم جدا شدند.

طراحی این سیستم باعث کاهش چشمگیر زمان استخراج نسبت به سیستم‌های معمول گردید (شاد، هاشمی کهرمئی، گلمکانی و مزیدی، ۱۳۹۴). استخراج ترکیبات طبیعی، یک رویکرد اقتصادی، با کارایی بالا، کاهش انرژی، بدون نیاز به حلال و دوستدار محیط‌زیست است. نتایج تحقیق‌های Farhat, Fabiano-Tixier, Chemat, Visinoni, and Romdhane (Chemat & Visinoni, ۲۰۱۰) حاکی از این بود که تکنیک فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش<sup>۴</sup> (MDG) جهت استخراج عصاره از دانه‌های خشک شده زیره‌سیاه به دلیل کاهش زمان و ذخیره انرژی به مقدار قابل توجهی، افزایش کارایی استخراج، کاهش ضایعات،

(خوشنویس، حکیم زاده و عابدی، ۱۳۹۵). در سال‌های اخیر استفاده از محصولات جانبی صنایع غذایی مانند پوست و دانه انگور، پوست مرکبات، تفاله سیب، ضایعات پوست سیب‌زمینی، پیاز و گلبرگ زعفران مورد توجه بوده است (Weisburger, ۱۹۹۹). براساس آمارنامه جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۵، پیاز به عنوان یک محصول گیاهی نیمه‌فسادپذیر، با نام علمی *Allium cepa*<sup>۱</sup> متعلق به خانواده آلیاسه<sup>۲</sup> و از مهم‌ترین سبزی‌های مصرفی در ایران با سطح زیرکشت ۶۲۰۲۹۷ هکتار (۰/۵۳ درصد) و تولید سالانه ۲,۴۰۰,۵۸۵ تن (۰/۲۸۹ درصد) بوده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵).

بررسی‌ها نشان دادند که گیاهان خ خانواده آلیوم<sup>۳</sup> منبع مهمی از فلاونوئیدهای رژیم غذایی بودند که نقش ویژه‌ای در تغذیه و تأمین عناصر معدنی، ویتامین‌ها و ترکیبات قندی مردم داشتند (Hertog, Hollman, & Katan, ۱۹۹۲; Tepe, Sokmen, Akpulat, & Sokmen, ۲۰۰۵).

فلاونوئیدها به عنوان آنتی اکسیدان‌ها، جمع‌آوری کننده رادیکال‌های آزاد و چلات‌کننده کاتیون‌های دو ظرفیتی Miller, Rigelhof, Marquart, Prakash, & Mazza و Gao (Kanter, ۲۰۰۰) طی بررسی‌های Thomas, Griffiths, Trueman, Crowther, (Griffiths, Trueman, Crowther, ۱۹۹۷) و Smith (Smith, ۲۰۰۲) دو گروه مهم از فلاونوئیدها در پیاز شناخته شده‌اند: آنتوسیانین‌ها (سیانیدین و گلیکوزیدهای پئونیدین، فلاونول‌های ایزورهامنتین، کامپفروف و گلیکوزیدهای آنها) که اساساً در غلظت‌های بالاتر در رنگ‌های متنوع زرد و قرمز یافت شدند. پوست پیاز نسبت به بخش خوراکی پیاز سطوح بالاتری از فلاونوئیدها را دارد.

فلاونوئیدهای موجود در پیاز اساساً به صورت گلیکوزیدهایی از کوئرستین و کامپفروف حضور داشته و از خود فعالیت ضد اکسایشی نشان دادند (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, ۱۹۹۵). در نتیجه فعالیت آنتی اکسیدانی پیاز از قسمت برگ‌های خارجی به سمت برگ‌های داخلی کاهش می‌باید. چندین گروه از ترکیبات مانند انسانس‌ها (Chemat & Lucchesi, ۲۰۰۶)، ترکیبات Sun, (Kimbaris *et al.*, ۲۰۰۶)، رنگدانه‌ها (Kimbaris *et al.*, ۲۰۰۶)، مولد عطر و بو (Kimbaris *et al.*, ۲۰۰۶)،

<sup>4</sup> Penny Royal

<sup>5</sup> MDG, Microwave Dry Diffusion and Gravity

<sup>1</sup> *Allium cepa*

<sup>2</sup> Alliaceae

<sup>3</sup> *Allium*

آلدریچ کمپانی (St. Louis، ساخت آمریکا)، اتانول ۹۶ درصد، متابول، کربنات سدیم، استات بافر، کلرید آهن، سولفات آهن ۳ از شرکت مرک کمپانی (Darmstadt، Memmert ساخت آلمان) خردباری شدند. حمام آب گرم (مدل w350، ساخت آلمان) و دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل Novaspec، ساخت انگلستان) در مرکز تحقیقات کشاورزی بخش فنی و مهندسی خراسان رضوی (مشهد) مورداستفاده قرار گرفتند.

#### آماده‌سازی نمونه

ابتدا ضایعات پیاز (شامل کلیه قسمت‌های پیاز اعم از پوست و بخش‌های خوراکی) جهت استخراج عصاره توسط ترازوی دیجیتال با دقیقه ۱/۰ گرم، توزین شدند. سپس هر یک از تیمارها در سه سطح توان (۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ وات) در مدت زمان‌های (۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه) در داخل بشر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری از جنس پیرکس در داخل دستگاه مایکروویو گرانشی جهت استخراج عصاره قرار داده شدند.

#### روش استخراج

##### طراحی و ساخت دستگاه MDG

دستگاه استخراج عصاره به طریق نفوذ خشک مایکروویو و گرانش در آزمایشگاه بخش فنی مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی (مشهد) طراحی و ساخته شد (شکل ۱-الف و ۱-ب) (Zill-E-Huma, 2010). در ساخت این دستگاه از یک آون مایکروویو خانگی ۲/۴۵ گیگاہرتز (مدل ۲۰۱۱، سامسونگ، ساخت کره) با حداکثر توان ۱۰۰۰ وات استفاده شد. زمان و توان موردنیاز قابل تنظیم بودند. ظرف استخراج عصاره، بشر از جنس پیرکس و با حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر بود. همچنین در این روش، استخراج عصاره از ضایعات پیاز، در توان و زمان‌های متفاوت بدون اضافه کردن آب انجام شد. این ترکیبات به کمک پدیده انتشار همراه عصاره خام از پیاز استخراج شده و به کمک نیروی جاذبه زمین به کندانسور پایین دستگاه منتقل شد.

عصاره در قسمت پایین دستگاه در بالن ته گرد ۱۰۰۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری و عصاره حاصل را در دستگاه آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرارداده تا خشک شد. این روش فرایند استخراج در توان‌های ۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ وات به مدت ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه انجام گرفت.

عدم نیاز به مصرف حلال و آب، نسبت به روش تقطیر با آب<sup>۱</sup> مناسب‌تر و بهتر بود. این تکنیک جدید، حدود ۴۰ درصد ترکیبات فلاونولی به همراه محتوای آب و همچنین ویژگی‌های ارگانولپتیکی پودر پیاز حفظ نمود. Chemat Maingonnat Abert Vian Zill-E (۲۰۰۹) نشان دادند که بیشترین میزان استخراج ترکیبات فنلی از پیاز را در روش MDG، در توان ۵۰۰ وات معادل ۵۸/۲۹ میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم و کمترین میزان آن، در توان ۹۰۰ وات معادل ۹۴/۲۹ میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم به دست آمد. روش استخراج اسانس به کمک نفوذ خشک مایکروویو و گرانش مزایای مهمی از جمله افزایش خاصیت آنتی‌اسیدانی (۱۰/۳ درصد) و تولید اسانس ارزشمندتر (alfa-pinen، کامفن<sup>۲</sup> و ۱-او-۸-سینئول<sup>۳</sup> هر کدام به ترتیب ۰/۱۷، ۱/۲ و ۰/۸ درصد بیشتر) نسبت به روش تقطیر با آب داشته است (شاد و همکاران، ۱۳۹۴). در این تحقیق، با ساخت دستگاه نفوذ خشک مایکروویو و گرانش، جهت استخراج ترکیبات پلی‌فنلی از ضایعات پیاز به کار رفت.

پارامترهای مختلف استخراج مانند توان مایکروویو و زمان بررسی شدند. در طول آنالیز تأثیر توان و مدت زمان استخراج به روش نفوذ خشک مایکروویو و گرانش، بر میزان فعالیت آنتی‌اسیدانی، قدرت گیرنده رادیکال‌های آزاد، خاصیت احیاکنندگی یون فریک، میزان کوئرستین، میزان ترکیبات فنلی کل و بازده استخراج عصاره موردنبررسی قرار گرفت و تیمار بهینه مشخص گردید.

#### مواد و روش‌ها

##### مواد و دستگاه‌ها

ضایعات پیاز زرد به نام پیاز قهدریجان رقم روز کوتاه از بازار محلی شهر مشهد جمع‌آوری شدند. مواد شیمیایی شامل معرف فولین سیوکالچو<sup>۴</sup>، اسیدگالیک، کوئرستین<sup>۵</sup>، معرف ۲۰۴۶-تری‌پیریدیل-اس-تریازین<sup>۶</sup> (TPTZ)، ۲ و ۲ دی‌فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل<sup>۷</sup> (DPPH) از شرکت سیگما

<sup>۱</sup> HD, Hydro Distillation

<sup>۲</sup> Alpha-Pinene

<sup>۳</sup> Camphene

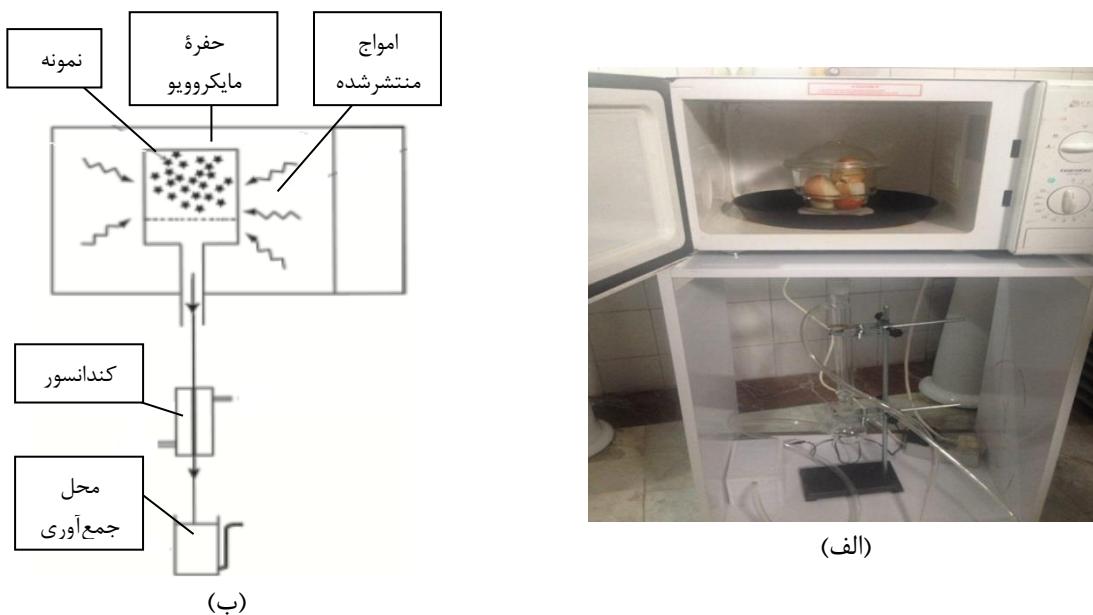
<sup>۴</sup> 1,8 Cineole

<sup>۵</sup> Folin-Ciocalteu reagent

<sup>۶</sup> Quercetin

<sup>۷</sup> 2,4,6-triptyridyl-s-triazine

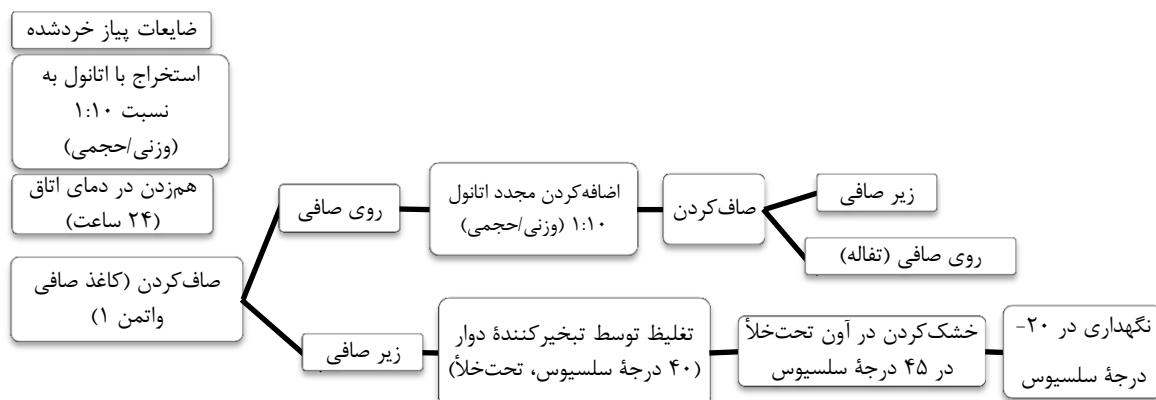
<sup>۸</sup> 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl



شکل ۱- (الف) دستگاه نفوذ خشک مایکروویو و گرانش، (ب) شماتیک دستگاه نفوذ خشک مایکروویو و گرانش (Huma, 2010)

بعدی به منظور حذف حلال، عصاره‌های حاصل در دستگاه روتاری (مدل Buchi, EI141, Rotaryvapor) تحت عملیات تقطیر در خلاً قرار ساخت سوئیس) تحت عملیات تقطیر در خلاً قرار گرفتند. درنهایت عصاره به پلیت‌های شیشه‌ای منتقل شده و در داخل بن‌ماری در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت حرارت داده شدند. سپس درب پلیت‌ها را بسته و با فویل آلومینیومی پوشانده و در فریزر -۲۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمایش نگهداری شدند (Rouhani, Valizadeh, & Salimi, 2009).

**روش استخراج با حلال**  
استخراج عصاره ضایعات پیاز با حلال اتانول انجام شد. مراحل استخراج عصاره مانند شکل (۲) می‌باشد.  
نمونه‌های ضایعات پیاز به نسبت ۱ به ۱۰ (حجمی/وزنی) با الکل اتانول ۷۰ درصد در دماهای ۱۸، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های ۱۲، ۲۴ و ۲۱۰ دور بر دقیقه همزده شدند. سپس عصاره استخراج شده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ و پمپ خلاً از مواد جامد گیاهی جدا گردید و در مرحله



شکل ۲- نحوه استخراج عصاره ضایعات پیاز با حلال

براساس روش Siger<sup>1</sup> و Lampart- Nogala-Kalucka<sup>2</sup> و Szczapa<sup>3</sup> (۲۰۰۸) و مطابق رابطه (۳) انجام شد.

$$DPPH_{SC} = \frac{(A_{Count} - A_{sample})}{A_{Count}} \times 100 / A_{Count}$$

در رابطه (۳)،  $A_{count}$ : مقدار جذب نمونه کنترل و  $A_{sample}$ : مقدار جذب عصاره تعريف می‌شود.

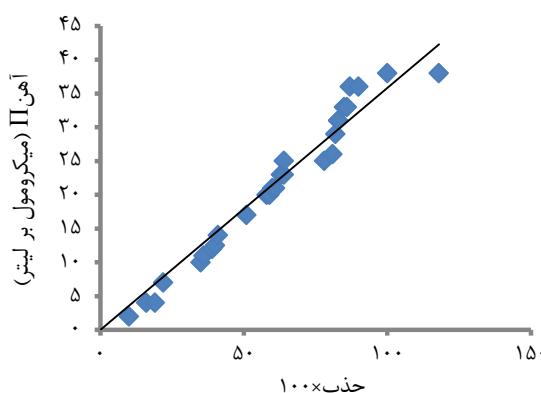
### آزمون اندازه‌گیری قدرت احیاکنندگی آهن سه‌ظرفیتی (FRAP)<sup>۱</sup>

در این آزمون، بسته به قدرت مهارکنندگی نمونه، محلول شامل ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه در ۱۰ میلی‌لیتر متانول تهیه شد و ۹۰ میکرولیتر آن با ۲۷۰۰ میکرولیتر محلول FRAP و ۲۷۰ میکرولیتر آب‌مقطور در لوله آزمایش مخلوط شد. لوله آزمایش بعد از ورتکس در بن‌ماری به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت و پس از رسیدن دمای آن به ۳۷ درجه سلسیوس، مقدار جذب در مقابل شاهد و در طول موج ۵۹۵ نانومتر خوانده شد (Benzie & Strain, 1999). مقدار آهن II از رابطه (۴) بدست آمد. منحنی کالیبراسیون غلظت آهن II در برابر جذب خوانده شده در طول موج ۵۹۵ نانومتر در شکل (۳) آورده شده است.

رابطه (۴)

$$Y=17820X-9.211$$

در رابطه (۴)،  $Y$  میکرومول آهن II بر لیتر،  $X$  جذب خوانده شده در طول موج ۵۹۵ نانومتر می‌باشد.



شکل ۳- منحنی کالیبراسیون غلظت آهن دو‌ظرفیتی در برابر جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر

<sup>1</sup> Ferric Reducing Power

### اندازه‌گیری راندمان استخراج

نسبت وزنی ضایعات عصاره پیاز قبل و بعد از استخراج تعیین گردید و به عنوان راندمان استخراج تعیین شدند. راندمان استخراج براساس رابطه (۱) محاسبه گردید.

رابطه (۱)

$$\%R = \frac{W_1 - W_2}{W_1}$$

در رابطه (۱)،  $R$ : راندمان استخراج (درصد)،  $W_1$ : وزن اولیه ضایعات قبل از استخراج،  $W_2$ : وزن ضایعات پس از استخراج می‌باشد.

### آزمون اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنلی کل

بدین‌منظور، ابتدا ضایعات پیاز، در یک مخلوطکن برقی (مدل ۵۰۰، کن وود، ساخت انگلستان) هموزن شدند و سپس ۵ گرم نمونه به ۴۰ میلی‌لیتر متانول اضافه شد. ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالچو (برای تهیه معرف محلول فولین سیوکالچو را به نسبت ۱:۱۰ با آب‌مقطور رقیق می‌کنیم) به آن اضافه کرده پس از اختلاط به مدت ۳ دقیقه در حالت سکون قرار داده شد تا واکنش صورت گیرد. در ادامه ۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به فاز آبی اضافه و بعد از ۱ دقیقه با آب‌مقطور به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. نمونه به مدت ۴۰ دقیقه در مکانی تاریک نگهداری و سپس جذب آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر در برابر شاهد قرائت شد. مقدار ترکیبات فنلی بر حسب میلی‌گرم به کیلوگرم در نمونه طبق رابطه (۲) محاسبه می‌گردد.

رابطه (۲)

$$P = \frac{Y}{W} \times 100$$

در رابطه (۲)،  $P$  مقدار ترکیبات فنلی نمونه بر حسب میلی‌گرم بر گرم و  $W$  وزن نمونه بر حسب گرم می‌باشد. (Lister & Wilson, 2001)

### آزمون اندازه‌گیری قدرت‌گیرنده‌گی رادیکال آزاد (DPPH)

در این روش ابتدا محلول ۰/۰۰۶ درصد رادیکال آزاد (DPPH) در متانول تهیه شد. سپس به لوله‌های آزمایش حامل ۱ میلی‌لیتر محلول متانولی نمونه با غلظت‌های مختلف ۱ میلی‌لیتر از محلول فوق اضافه شد. لوله‌های آزمایش بعد از ورتکس شدن به مدت ۴۰ دقیقه در مکان تاریک نگهداری شدند و سپس جذب آنها در طول موج ۵۱۲ نانومتر در برابر شاهد قرائت گردید. قدرت‌گیرنده‌گی رادیکال آزاد (DPPH)،

Zacaria, Fracaro, Delamare, & Echeverrigaray, (2007).

### تحلیل آماری مدل‌سازی متغیرها

به‌منظور دریافت پاسخ متغیرها، یک مدل چندجمله‌ای درجه‌دوم جهت تناسب داده‌ها مطابق رابطه (۵) استفاده شد:

رابطه (۵)

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2 + \epsilon$$

در رابطه (۵)،  $Y$ : پاسخ پیش‌بینی شده؛  $X_1, X_2$ : متغیرها ( $x_1$  توان و  $x_2$  زمان)؛  $b_0$ : ثابت،  $b_1, b_2$ : اثرات خطی،  $b_{11}, b_{22}$ : ضرایب درجه‌دوم و  $b_{12}$ : ضرایب برهمنکش تعريف می‌شود. در این تحقیق به‌منظور مطالعه تأثیر فرایند استخراج بر میزان فعالیت آنتیاکسیدانی پیاز، از طرح مرکب مرکزی محوری جهت پارامترهای استخراج شامل توان و زمان روی ویژگی‌های ترکیبات مؤثرة استخراج شده، استفاده گردید. این طرح شامل دو متغیر مستقل (توان و زمان) در سه سطح، ۵ نقطه مرکزی تکرار بود. سطوح کددشده و واقعی هر کدام از متغیرها در جدول (۱) آورده شده است. برای بررسی ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته از نمودار سه‌بعدی سطح پاسخ رسم شده توسط مدل استفاده شد.

جدول ۱- نمادها، مقادیر کددشده و مقادیر واقعی متغیرهای مستقل

نماد	متغیرهای مستقل	سطح کددشده
$X_1$	توان استخراج	۵۰۰ و ۷۰۰ وات
	زمان استخراج	۱۰۱ و ۱۵۰ و ۲۰ دقیقه

تحلیل آماری در معادله‌های رگرسیون توسط آنالیز واریانس (ANOVA) برای دریافت پاسخ انجام پذیرفت. برای طراحی آزمایش و آنالیز نتایج از نرمافزار دیزاین اکسپریت نسخه ۷ استفاده گردید. جهت نمایش رابطه هریک از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیون با متغیرهای مستقل، نمودار سطوح آنها به‌وسیله این نرمافزار ترسیم شدند. ارزیابی صحت مدل‌های برآشش شده، آزمون ضعف برآشش<sup>۲</sup>، ضریب تغییرات<sup>۳</sup>، مقادیر<sup>۱</sup> ضریب تبیین، ضریب

### آزمون اندازه‌گیری میزان کوئرستین

این آزمون مطابق روش Chern, Yang, Chang و Wen (۲۰۰۲) با اندکی تغییرات انجام شد. ابتدا جهت تهیه نمونه، میزان ۱/۱۰ گرم از عصاره ضایعات خشک پیاز را در ۴ سی‌سی اتانول مخلوط نموده، سپس ۴۰۰ میکرومول کلرید آهن را با ۱۲۰۰ میکرومول متابول ۱۶۰۰ میکرومول پتابسیم سه‌ظرفیتی (ALCL<sub>3</sub>) ۱۰ درصد، ۱۶۰۰ میکرومول پتابسیم استات ۱ مولار و ۲۰۸۰ میکرومول آب‌مقطّر را مخلوط نموده، سپس ۴۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده و جذب آن در طول موج ۴۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد.

### آزمون میکروبی

تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی رشد میکرووارگانیسم‌ها با استفاده از روش انتشار دیسک ویژگی‌های ضدمیکروبی عصاره ضایعات پیاز، با روش حداقل غلظت بازدارندگی تعیین شد (Sindambiwe *et al.*, 1999). برای تعیین خواص ضدباکتریایی از سه باکتری استافیلیوکوکوس اورئوس با شماره ATCC 25923 به عنوان ۱۰۵۳۶ گرم مثبت و اشرشیاکلی H7:O157 با شماره ATCC به عنوان گرم منفی و برای تعیین خواص ضدفلارچی ATCC 164040 از کپک آسپرژیلوس نایجر با شماره ۱۶۰۰ درصد رشد باکتری‌ها و کپک با استفاده شد. میزان قطر هاله عدم رشد باکتری‌ها و کپک با روش انتشار در آگار با استفاده از دیسک تعیین گردید. این روش ابتدا غلظت باکتری‌های مورد بررسی به مقدار ۰/۵ مکفارلندر کدورت‌سنگی شد. سپس، باکتری‌ها روی محیط کشت مولرهینتون آگار به شکل چمنی کشت داده شدند. به‌وسیله دی‌متیل‌سولفوكساید ۱۰ درصد، رقت‌های ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره‌های متابولی تهیه شدند. دیسک‌های پیپر بلانک<sup>۱</sup> ۶ میلی‌متری برای رقت‌های مختلف استفاده شد. دیسک‌ها پس از ۱۰ دقیقه خارج شده و به‌طور جداگانه در پلیت‌های شیشه‌ای در آون ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرارداده شدند تا حلال آنها تبخیر و خشک شوند. دیسک‌ها قبل و پس از ترکیب با عصاره‌ها وزن شدند و اختلاف آنها، مقدار عصاره جذب شده در رقت‌های مختلف بود. مقدار عصاره جذب شده توسط هر دیسک به‌طور میانگین بر حسب میلی گرم بر میلی لیتر تعیین گردید. دیسک‌ها پس از خشک شدن، با سوزن کشت استریل روی محیط کشت‌ها قرار گرفته و پس از ۲۴ ساعت گرم‌خانه‌گذاری هاله عدم رشد اندازه‌گیری شد (Sandri,

<sup>2</sup> Lack of fit

<sup>3</sup> Coefficient of Variation (CV)

<sup>1</sup> Paper blank

مطابق جدول (۲) محدوده مقادیر ضریب تبیین پیش‌بینی شده (۰/۹۹۷ - ۰/۲۳۹) بود. همچنین ضریب تغییرات (CV) جهت ترکیبات مؤثره در محدوده قابل‌پذیرش قرار داشت، زیرا ضریب تغییرات، نشان‌دهنده اندازه‌گیری انحراف معیار به عنوان درصد میانگین می‌باشد و مقدار کم ضریب تغییرات قابلیت تکثیر بهتری می‌دهد. در مجموع، ضریب تغییرات بالاتر سبب تغییرات در مقدار میانگین می‌شود (Daniel & Cross, 2018). عدم برآش، شایستگی مدل را اندازه‌گیری می‌نماید و نشان‌دهنده دقت کارایی جهت پیش‌بینی ویژگی‌های ترکیبات مؤثره توسط تکنیک MDG بوده است.

تبیین برآش شده<sup>۲</sup>، با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت انجام شد.

## نتایج و بحث

### تعیین مدل مناسب

متغیرهای استخراج شامل توان ( $x_1$ ) و زمان ( $x_2$ ) بودند. نتایج آنالیز واریانس جهت تأثیر متغیرها بر محظوای فنلی کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و راندمان استخراج توسط ضریب تبیین مطابق جدول (۲) نشان داده شده است. مدل‌های رگرسیون با ضرایب آماری چشمگیر بود (۰/۹۹۸ - ۰/۵۸۶ = ضریب تبیین). بنابراین به کارگیری ضریب تبیین پیش‌بینی شده جهت آنالیز صحت مدل بسیار مناسب بود.

جدول ۲- آنالیز واریانس ضرایب رگرسیونی مدل‌های به دست آمده بر متغیرهای پاسخ به کمک نفوذ خشک مایکروویو و گرانش

منبع	درجه آزادی	پلی‌فنل کل									
		رادیکال آزاد	قدرت مهار کنندگی	قدرت احیا کنندگی آهن	کوئرستین	سه‌ظرفیتی	مجموع	ضریب	مجموع	ضریب	مجموع
		(درصد)	(میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک)	(میلی گرم بر ۱۰۰ گرم)	(میکرومول آهن بر گرم)	(میکرومول آهن بر گرم)	(میلی گرم بر ۱۰۰ گرم)				
مدل خطی	۵										
توان	۱										
زمان	۱										
درجه دوم											
توان*توان	۱										
زمان*زمان	۱										
اثر متقابل											
توان*زمان	۱										
ماندها	۷										
عدم برآش	۳										
خطای خالص	۴										
کل	۱۲										
انحراف معیار											
میانگین											
ضریب تغییرات (درصد)											
ضریب تبیین											
ضریب تبیین											
برآش شده											
ضریب تبیین											
پیش‌بینی شده											

\* ( $P<0/001$ ), \*\* ( $P<0/01$ ), \*\*\* ( $P<0/05$ ).

ns: در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

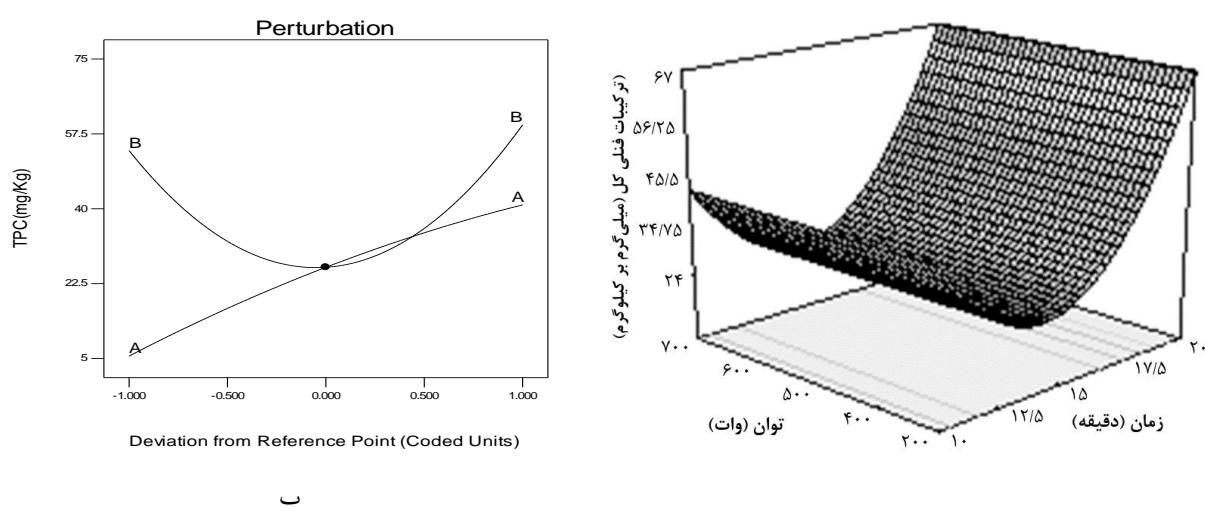
<sup>1</sup> R square

<sup>2</sup> R square (adj)

۷۴/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در توان ۳۰۰ وات طی مدت زمان ۱۵ دقیقه و کمترین میزان ترکیبات فنلی کل (۱۳/۹۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در توان ۵۰۰ وات طی مدت زمان ۲۰ دقیقه بود که نشان‌دهنده عدم معنی‌داربودن توان در استخراج ترکیبات فنلی کل می‌باشد ( $P > 0.05$ ). با افزایش زمان استخراج که متعاقباً افزایش هم‌زمان دمای آب ساختار سلولی وجود دارد، ثابت دی الکتریک آب از ۸۰ در دمای ۸۲ درجه سانتی‌گراد به حدود ۴۵ در دمای ۱۳۰ درجه Lide و Santei گراد کاهش یافت که با تحقیقات Kerr و Brinkman و Kristenson و Ramos و Shahidi و Naczk (۲۰۰۴) مطابقت داشت. بنابراین به‌خاطر خاصیت نیمه‌قطبی ترکیبات فنلی در عصاره حاصل، حلالت آنها در دماهای بالا افزایش می‌یابد. بررسی‌های Brinkman و Kristenson (۲۰۰۲) نشان دادند افزایش دما هم‌زمان با افزایش توان و زمان استخراج، سبب کاهش ویسکوزیتی آب میان‌بافتی شده که سبب افزایش سرعت انتقال جرم در طی استخراج می‌شود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد زمان استخراج در مقایسه با توان، تأثیر بیشتری بر مقدار استخراج پلی‌فنلی دارد. معنی‌داربودن عبارت درجه‌دوم پارامتر زمان نشان‌دهنده افزایش استخراج ترکیبات پلی‌فنلی پس از رسیدن به حداقل زمان بود.

## تأثیر شرایط فرایند استخراج بر میزان ترکیبات فنلی کل

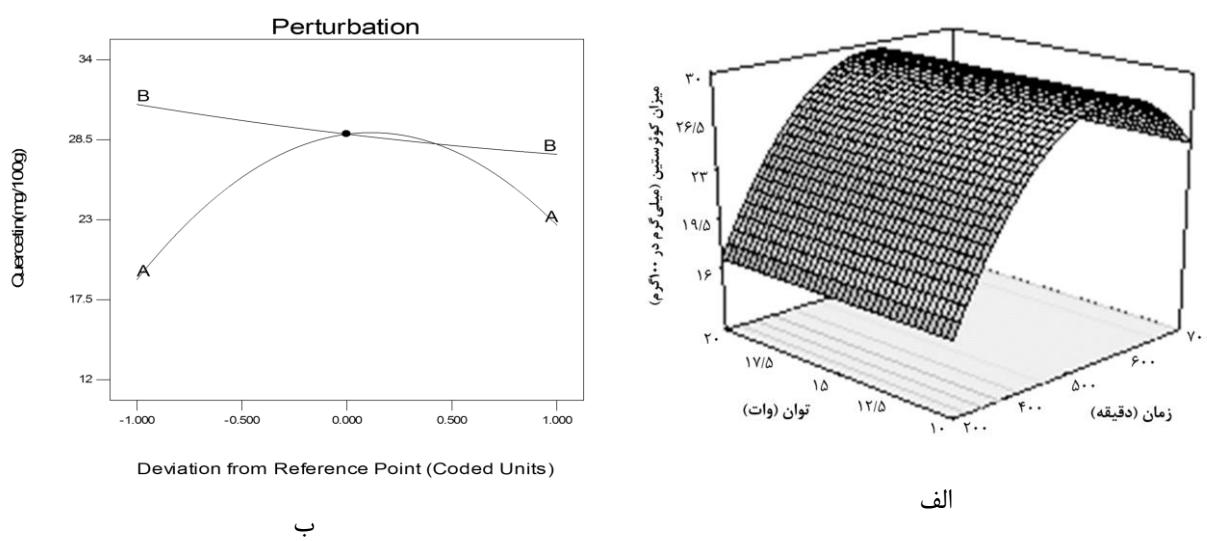
در جدول (۲)، نتایج آنالیز واریانس ترکیبات عصاره استخراج شده از ضایعات پیاز نشان داد که ضرایب خطی توان و زمان بر میزان استخراج ترکیبات فنلی کل معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). به‌منظور به‌دست‌آوردن مدل تجربی برای پیش‌بینی پاسخ، رابطه‌های خطی و چندجمله‌ای درجه‌دوم بر داده‌های به‌دست‌آمده از آنالیز برآشش شدند. معادله درجه‌دوم زمان بر میزان استخراج ترکیبات فنلی کل معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). در حالی که ضریب برهم‌کنش توان و زمان معنی‌دار نبودند ( $P > 0.05$ ). ضریب تبیین مدل‌های پیش‌بینی شده در این پاسخ (۰/۵۸۶) بود و  $P\text{-Value}$  برای عدم برآشش مدل (۰/۰۸۱۷) بود که بیانگر عدم معنی‌داربودن بود ( $P > 0.05$ ). شکل (۴-الف)، نمودار سطح پاسخ محتوای ترکیبات پلی‌فنلی را به عنوان یکی از پارامترهای استخراج نشان داده است و شکل (۴-ب)، نمودار پرتوربیشن به‌منظور ارزیابی حساسیت پاسخ به فراسنجه‌های مستقل موردمطالعه را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود زمان به عنوان یک فاکتور مؤثر روی کارایی و انتخاب‌پذیری تکنیک استخراج مؤثر می‌باشد. محتوای پلی‌فنلی کل در طی زمان (۲۰ دقیقه) و با افزایش توان (۷۰۰ وات)، افزایش یافت. بالاترین محتوای ترکیبات فنلی کل



شکل ۴- (الف) نمودار سطح پاسخ؛ (ب) نمودار پرتوربیشن تأثیر زمان(دقیقه) و توان (وات) بر میزان ترکیبات فنلی کل عصاره استخراج شده از ضایعات پیاز

با نتایج این بررسی مطابقت داشت. همچنین با درنظر گرفتن معنی‌دار بودن عبارت درجه دوم پارامتر توان مشخص گردید که با افزایش توان استخراج تا حدود ۵۰۰ وات در مدت زمان ۱۵ دقیقه، بالاترین میزان استخراج کوئرستین (۳۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و کمترین میزان آن در توان ۳۰۰ وات طی مدت زمان ۱۰ دقیقه (۱۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) بود. Aoyama و Yamamoto (۲۰۰۷) نشان دادند با افزایش توان بیشتر از ۵۰۰ وات، میزان کوئرستین کاهش یافت. این اثر را می‌توان به افزایش توان و درنتیجه تخریب حرارتی این ترکیب نسبت داد. نتایج این بررسی با سایر محققین مطابقت داشت. با توجه به ارزیابی مدل ارائه شده برای این پارامتر، مشخص می‌گردد که رابطه حاصل از ضریب تبیین و ضریب تبیین برازش شده مناسب، بالا و معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) برای پیشگویی برخوردار است (جدول ۲). آزمون ضعف برازش بی‌معنی ( $P > 0.05$ ) و ضریب تغییرات آن نیز ( $4/83$ ) می‌باشد که تأیید کننده قدرت این مدل است.

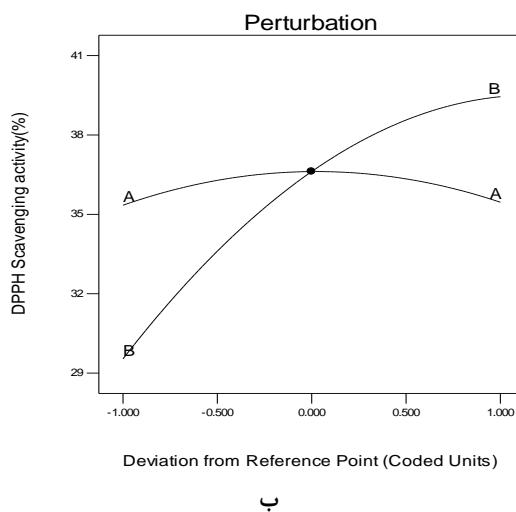
**تأثیر پارامترهای استخراج بر میزان کوئرستین**  
بررسی جدول (۲) آنالیز واریانس نشان می‌دهد در ضرایب خطی و عبارت درجه دوم تنها توان استخراج بر میزان کوئرستین معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). اثر متقابل توان و زمان استخراج تأثیر معنی‌دار بر میزان کوئرستین نداشت ( $P > 0.05$ ). مدل رگرسیون با ضریب تبیین نسبتاً مناسب ( $R^2 = 0.690$ ) بود. براساس مجموع مربعات، متغیرهای مستقل مهم در مدل خطی توان استخراج ( $x_1$ ) و عبارت درجه دوم توان استخراج ( $x_1x_2$ ) بود. همان‌گونه که در شکل (۵) مشاهده می‌شود پارامتر توان استخراج بیشترین تأثیر را بر میزان کوئرستین داشت و موجب افزایش معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) استخراج کوئرستین شد. از آنجایی که کوئرستین ترکیب da Costa, (Filho, do Nascimento, & Macêdo, 2002) افزایش توان تا ۵۰۰ وات که توان با افزایش دما نیز می‌باشد انحلال پذیری آن افزایش یافته و بازده استخراج افزایش یافت. نتایج Rogez, Silva و Larondelle (۲۰۰۷) در پژوهش روی برگ‌های گیاه اینگادولیس<sup>۱</sup>



شکل ۵- (الف) نمودار سطح پاسخ؛ (ب) نمودار پرتوربیشن تأثیر زمان(دقیقه) و توان (وات) بر میزان پلی‌فلن (میلی‌گرم اسید‌گالیک در کیلوگرم) عصاره استخراج شده از ضایعات پیاز

<sup>1</sup> *Inga edulis*

۳۷) درصد) شد. در تکنیک نفوذ خشک مایکروویو و گرانش با افزایش زمان استخراج تا ۱۵ دقیقه میزان ترکیبات آنتیاکسیدانی افزایش و سپس با افزایش بیشتر زمان به ۲۰ دقیقه، کاهش یافت. متعاقباً زمان بیشتر جهت استخراج ترکیبات آنتیاکسیدانی مفید نمی‌باشد که با نتایج Silva و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. همان‌گونه که در شکل (۶) مشاهده شد بیشترین میزان (DPPH) در ۲۰ دقیقه اول با توان ۵۰۰ وات (۴۰ درصد) و حداقل میزان آن در توان ۷۰۰ وات طی مدت زمان ۱۰ دقیقه ( $P < 0.05$ ) بود. با توجه به ارزیابی مدل ارائه شده برای این پارامتر، مشخص می‌گردد که رابطه حاصل، از ضریب تبیین و ضریب تبیین برازش شده، متناسب، بالا و معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) برای پیشگویی برخوردار است (جدول ۲). آزمون ضعف برآش آن بی‌معنی ( $P > 0.05$ ) و ضریب تغییرات آن نیز ( $4/82$ ) می‌باشد که تأیید‌کننده قدرت این مدل است.



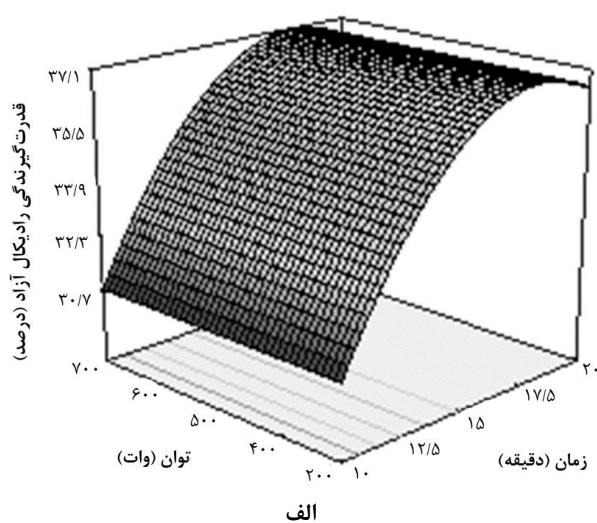
ب

شکل ۶- (الف) نمودار سطح پاسخ؛ (ب) نمودار پرتوریشن تأثیر زمان (دقیقه) و توان (وات) بر قدرت‌گیرندگی رادیکال آزاد عصاره استخراج شده از ضایعات پیاز

توان و زمان نیز بر میزان FRAP معنی‌داربود ( $P < 0.05$ ). در مدل رگرسیون ضریب تبیین بسیار بالا ( $0.999$ ) و میزان ضعف برآش ( $0.877$ ) معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). این مقادیر یک مدل ریاضی مناسبی می‌دهد. بر طبق مجموع مربعات اهمیت متغیرهای مستقل بر میزان راندمان قدرت‌احیاکنندگی آهن

### تأثیر شرایط فرایند استخراج بر میزان فعالیت آنتیاکسیدانی

ظرفیت آنتیاکسیدانی قدرت‌گیرندگی رادیکال آزاد تأثیر آنتیاکسیدان‌ها روی قدرت‌گیرندگی رادیکال (DPPH) به ظرفیت‌دهنده‌ی هیدروژن آنها برمی‌گردد. نتایج جدول (۲) نشان داد که تأثیر خطی و عبارت درجه‌دوم زمان استخراج به ترتیب تأثیر معنی‌داری بر قدرت‌گیرندگی رادیکال آزاد داشت ( $P < 0.05$ ) و ( $P < 0.01$ ). در حالی که ضریب عبارت برهم‌کنش توان و زمان تأثیر معنی‌داری بر قدرت‌گیرندگی رادیکال آزاد نداشت ( $P < 0.05$ ). مدل رگرسیون با ضریب تبیین ( $0.718$ ) به‌طور معنی‌داری بالا بود. به علاوه ضریب واریانس  $4/82$  بود. براساس مجموع مربعات اهمیت متغیرهای مستقل بر میزان قدرت‌گیرندگی رادیکال آزاد در عبارت خطی  $X_2$  و در عبارت درجه‌دوم  $X_2 X_2$  و در  $X_1 X_2$  بود. براساس شکل (۶)، افزایش زمان استخراج تا ۱۵ دقیقه منجر به افزایش میزان (DPPH)

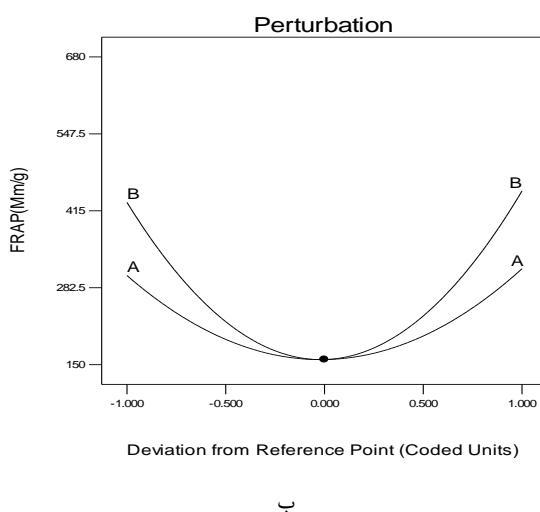


الف

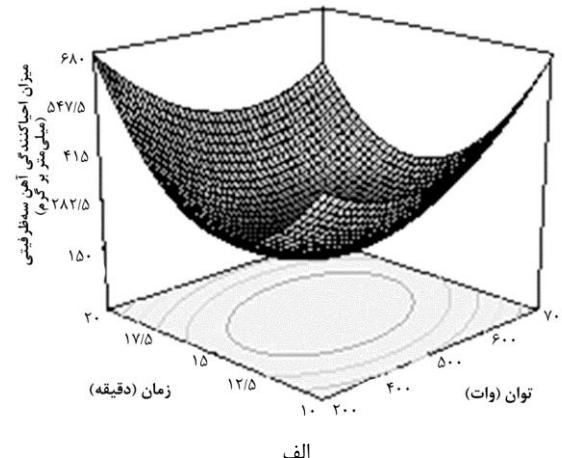
بررسی قدرت‌احیاکنندگی آهن سه‌ظرفیتی در این عصاره کاهش یون فریک به فرو مشاهده شد. کاهش یون فریک در واکنشگر FRAP توسط تشکیل رنگ آبی ایجاد شد. نتایج جدول (۲) نشان داد که هم در عبارت خطی و هم در عبارت درجه‌دوم پارامتر توان و زمان معنی‌دار بودند ( $P < 0.05$ ). عبارت برهم‌کنش

گرم) و کمترین میزان آن در توان ۵۰۰ وات و مدت زمان ۱۵ دقیقه (۱۵۰/۶۶ میکرومول آهن دوظرفیتی بر Torres, Pérez-Jiménez, Vergara-Salinas گرم) بود. Pérez-Correa و Agosin کوچکسرایی، نیازمند و نجف نجفی (۱۳۹۵) نتایج تحقیق‌های نشان داد که با افزایش بیشتر توان تا ۷۰۰ وات و مدت زمان بیشتر به‌دلیل تجزیه حرارتی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی حساس به حرارت میزان FRAP کاهش یافت.

سه‌ظرفیتی شامل: عبارت خطی توان استخراج ( $x_1$ ), زمان استخراج ( $x_2$ ), عبارت درجه‌دوم توان ( $x_1x_2$ ), زمان ( $x_2x_2$ ) و عبارت برهم‌کنش توان و زمان استخراج ( $x_1x_2$ ) بود. همان‌طوری که در شکل (الف و -ب) نشان داده شد نیروی کاهنده‌ی یون فریک با افزایش توان تا ۵۰۰ وات و زمان تا ۱۵ دقیقه در ابتدا کاهش (۳۲۰ میکرومول آهن دوظرفیتی بر گرم) و سپس افزایش (۴۲۰ میکرومول آهن دوظرفیتی بر گرم) یافت. بالاترین میزان FRAP در توان ۳۰۰ وات و مدت زمان ۲۰ دقیقه (۶۷۳/۰۹ میکرومول آهن سه‌ظرفیتی بر



ب



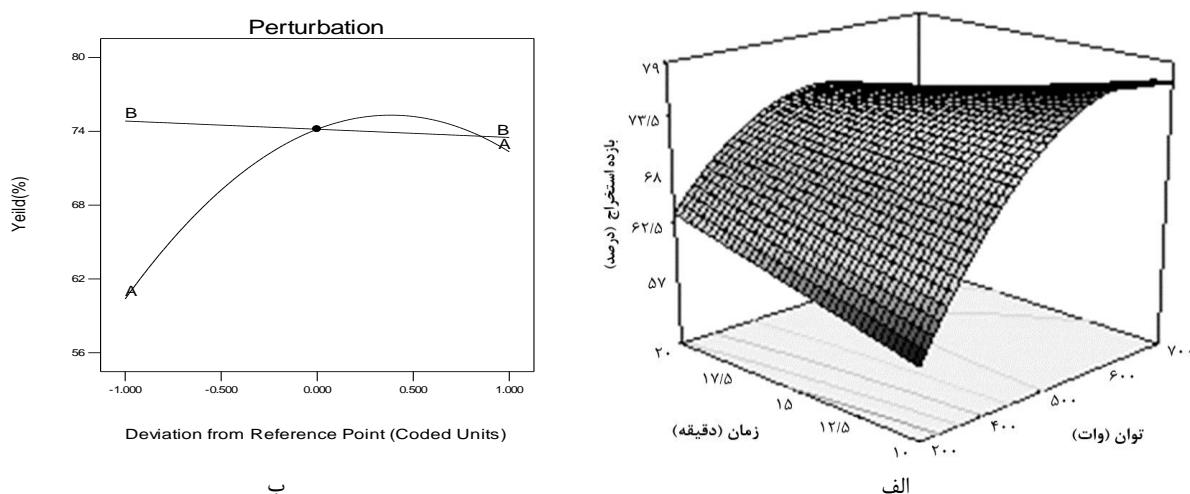
الف

شکل ۷- (الف) نمودار سطح پاسخ؛ (ب) نمودار پرتوریشن تأثیر زمان (دقیقه) و توان (وات) بر میزان احیاکنندگی آهن سه‌ظرفیتی عصاره استخراج شده از ضایعات پیاز

انتقال حرارت از داخل به خارج ضایعات پیاز می‌باشد. در این روش بازدهی نهایی استخراج عصاره به‌دلیل انتشار بخار از داخل به خارج گیاه و ترکیب دو مکانیسم انتقال حرارت و جرم افزایش می‌یابد (شاد و همکاران، ۱۳۹۴). براساس شکل (الف و -ب) بالاترین میزان بازدهی نهایی استخراج عصاره بعد از ۱۵ دقیقه در توان ۵۰۰ وات (۷۹/۱۰ درصد) و کمترین میزان آن در ۱۵ دقیقه در توان ۳۰۰ وات (۵۶/۸۸ درصد) بود. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده این است که استخراج به روش نفوذ خشک مایکروویو و گرانش به‌دلیل استفاده از سیستم انتقال حرارت تابشی، نیروی جاذبه، خروج عصاره از پایین و همچنین استفاده از آب داخل سلولی جهت تخریب سریع‌تر و بهتر، از سرعت استخراج بالایی برخوردار (Ferhat, Meklati, Smadja, & Chemat, 2006) می‌باشد.

#### بررسی راندمان استخراج عصاره

بازدهی نهایی استخراج عصاره ضایعات پیاز در جدول (۲) نشان داده شد. در عبارت خطی و درجه‌دوم پارامتر توان بر میزان استخراج عصاره معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و در عبارت برهم‌کنش توان و زمان بر میزان استخراج عصاره معنی‌دار نبودند ( $P > 0.05$ ). در مدل رگرسیون ضریب تبیین بالا (۰/۷۸۱) و میزان ضعف برآش (۰/۰۷۸۱) معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). این مقادیر یک مدل ریاضی مناسبی ارائه می‌دهد. بر طبق مجموع مربعات اهمیت متغیرهای مستقل بر میزان راندمان قدرت احیاکنندگی آهن سه‌ظرفیتی شامل: عبارت خطی توان استخراج ( $x_1$ ) بود. از عوامل مهم در بازده استخراج عصاره توسط مایکروویو دو مکانیسم انتقال جرم و انتقال حرارت می‌باشد. در روش نفوذ خشک مایکروویو و گرانش به‌دلیل عدم وجود حلال،



شکل ۸- (الف) نمودار سطح و پاسخ؛ (ب) نمودار پرتوربیشن تأثیر زمان (دقیقه) و توان (وات) بر میزان راندمان استخراج عصاره از ضایعات پیاز

مدل مقایسه گردید. عدم وجود تفاوت معنی دار ( $P > 0.05$ ) بین مدل ها و مشاهده های تجربی کارایی مدل ها را اثبات می کند (جدول ۳). میزان بهینه استخراج ترکیبات فنلی کل، توان آنتی اکسیدانی و میزان کوئرستین با روش استخراج به کمک نفوذ خشک مایکروبو و گرانش بیشتر از روش استخراج با حلal بود. این نشان دهنده توانمندی این روش برای جایگزینی با روش استخراج به کمک حلal است که دارای نیروی نفوذی عمیقتر و میزان استخراج بیشتر ترکیبات فنولی و آنتی اکسیدانی می باشد. بدین ترتیب در روش استخراج به کمک نفوذ خشک مایکروبو و گرانش، بازده استخراج بهینه مقدار بالاتری را نشان داد که این در مقایسه با روش استخراج با حلal به زمان بسیار کمتری نیاز داشت. بنابراین انتخاب نوع روش استخراج تأثیر قابل ملاحظه ای بر میزان استخراج ترکیبات فنلی کل و توان آنتی اکسیدانی دارد.

#### بهینه سازی

بهینه سازی استخراج عصاره ضایعات پیاز زردرنگ جهت بیشترین میزان بازدهی استخراج ترکیبات آنتی اکسیدانی انجام گردید. نتایج نشان داد درصورتی که زمان استخراج ۲۰ دقیقه، توان ۵۰۰ وات باشد، بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی حاصل می شود. در این شرایط میزان استخراج کوئرستین (۳۰/۳۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم)، درصد بهدام اندازی رادیکال آزاد (DPPH)، ۳۷/۶۰ (درصد)، راندمان استخراج عصاره (۷۴/۷۶ درصد) میزان ترکیبات فنلی کل (۶۷/۴۷ میلی گرم بر کیلوگرم) و توان ۵۴۲/۰۹ آنتی اکسیدانی احیای آهن سه ظرفیتی (۳۰/۳۷ میکرومول آهن دو ظرفیتی بر گرم) بود. جهت بررسی صحت فرایند بهینه سازی شده، تیمار پیشنهادی تحت شرایط یکسان مانند سایر تیمارها تولید و نتایج حاصل از تولید ترکیبات پلی فنلی، آزمون (DPPH)، آزمون FRAP میزان کوئرستین با نتایج پیشگویی شده توسط

جدول ۳- مقادیر واقعی و پیش بینی شده متغیرهای پاسخ در شرایط بهینه جهت تکنیک نفوذ خشک مایکروبو و گرانش

استخراج با حلal				پارامترها
نفوذ خشک مایکروبو و گرانش	مقادیر واقعی	مقادیر واقعی	پیش بینی شده	
۵۸/۲۱±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۷۰/۸۴	۶۷/۴۷±۰/۰۲ <sup>a</sup>		ترکیبات فنلی کل (میلی گرم بر کیلوگرم)
۲۸/۶۷±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۳۶/۹۸	۳۷/۶۰±۰/۰۲ <sup>a</sup>		قدرت گیرنده رادیکال آزاد (DPPH) (درصد)
۵۱۰/۷۸±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۵۴۹/۰۹	۵۴۲/۰/۹±۰/۰۲ <sup>a</sup>		قدرت احیا کنندگی آهن سه ظرفیتی (FRAP) (میکرومول آهن دو ظرفیتی بر میلی گرم)
۲۱/۳۹±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۲۹/۹۸	۳۰/۳۷±۰/۰۲ <sup>a</sup>		میزان کوئرستین (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)
۶۷/۶۶±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۷۵/۷۱	۷۴/۷۶±۰/۰۲ <sup>a</sup>		بازده استخراج (درصد)

\* ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف و ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند ( $P < 0.05$ ).

تشکیل دهنده دیواره باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی باشد. دیواره سلولی باکتری‌های گرم منفی بیشتر از لیپوپلی ساکاریدها تشکیل شده است که از تجمع ترکیبات در غشای سلولی باکتری ممانعت به عمل می‌آورد (Garcia, & Rowe, 2006). در تحقیقی دیگر توسط Kamili, Parray, Reshi, Hamid, Qadri (۲۰۱۵)، نشان دادند که تأثیر عصاره متابولی کلله زعفران روی باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی کمتر از باکتری‌های گرم مثبت بود به طوری که باکتری‌های گرم منفی، بیشترین مقاومت را از خود نشان دادند که شاید یکی از علت‌های آن ساختار دیواره سلولی آنها (وجود لایه پپتیدوگلیکان ضخیم) باشد که این نتایج در تطابق با تحقیق موردنظر بوده است. در تحقیقی که توسط مؤمنی و زمان‌زاد (۱۳۸۸) درمورد اثرات ضدмикробی عصاره پیاز و زنجیل روی باکتری‌ها و قارچ انجام شد، نتایج نشان داد که عصاره الکلی پیاز وسیع‌ترین ناحیه بازدارندگی را برای اشرشیاکلی و سودوموناس آئروژینوز<sup>۲</sup> ایجاد کرد، که به عنوان حلال آلی نسبت داده شد. حلال‌های آلی، ترکیبات آلی را بهتر حل می‌کنند. بنابراین آزادشدن ترکیبات فعال برای فعالیت آنتی‌باکتریال ضروری به نظر می‌رسد. اثر ضدмикروبی عصاره ضایعات پیاز، نیز احتمالاً به دلیل ترکیبات فنلی موجود در آن است. ترکیبات فنلی نقش مهمی در جلوگیری از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها دارند و میزان تأثیر این ترکیبات بسته به نوع ترکیبات فنلی، غلظت ترکیبات فنلی، روش عصاره‌گیری و حلال مورداستفاده برای عصاره‌گیری متفاوت است (Das, Tiwari, & Srivastava, 2010).

بررسی حداقل غلظت بازدارندگی<sup>۱</sup> عصاره ضایعات پیاز در فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش در شرایط بهینه

در پژوهش حاضر، اثرات ضدмикروبی و ضدقارچی عصاره ضایعات پیاز به عنوان یک جایگزین نگهدارنده شیمیایی نیترات سدیم مورد مطالعه قرار گرفت. بدین‌منظور، بررسی قدرت مهارکنندگی کپک آسپرژیلوس نایجر، استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیاکلی در محیط مایع در غلظت‌های ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر موردنظری قرار گرفت. همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، تمامی غلظت‌های عصاره پیاز دارای فعالیت ضدмикروبی بودند، اما تأثیر عصاره بر میکرووارگانیسم‌های مختلف یکسان نبود. به طوری که تأثیر آن بر کپک و باکتری گرم منفی اشرشیاکلی به مرتب بالاتر از تأثیر آن بر باکتری استافیلوکوکوس اورئوس بود. با افزایش غلظت عصاره از ۲۰۰ به ۲۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، میانگین قطر هاله عدم رشد میکرووارگانیسم‌ها افزایش یافت. همچنین، اثر ضدмикروبی عصاره حاصله در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بر کپک آسپرژیلوس نایجر (با قطر هاله عدم رشد ۱۲/۱۷ میلی‌متر) تقریباً معادل با نگهدارنده سنتزی نیترات سدیم (با قطر هاله عدم رشد ۱۳/۳ میلی‌متر) بود و اثر ضدباکتریابی آن (هم برای باکتری گرم مثبت و هم گرم منفی) به مرتب بالاتر از نیترات سدیم بود. نیترات سدیم، بر طیف وسیعی از کپک‌ها و مخمرها مؤثر است. علت این پدیده، به دلیل مهار آنزیم‌های دهیدروژناز در اکسیداسیون اسیدچرب، مهار آنزیم‌های حاوی سولفیدریل و درنتیجه جفت‌نشدن فسفوریلاسیون اکسایشی، مهار کاتالاز و افزایش هیدروژن پراکسید در سلول می‌باشد. اما بر باکتری‌ها اثر ضدмикروبی کمتری دارد (Buazzi & Marth, 1991). تأثیر عصاره ضایعات پیاز بر باکتری‌های گرم منفی بیشتر از باکتری‌های گرم مثبت است که با تحقیق ولدبیگی و مرادی (۱۳۹۲) مطابقت نداشت، به طوری که آنها نشان دادند تأثیر گلستنگ‌ها روی باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی بود که این می‌تواند به علت اختلاف ساختار و مواد

<sup>2</sup> *Pseudomonas aeruginosa*

<sup>۱</sup>-MIC(Minimum Inhibitory Concentration)

جدول ۴- اثر عصاره ضایعات پیاز (فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش) در مقایسه با نگهدارنده سنتزی نیترات سدیم بر میانگین قطر هاله عدم رشد کپ آسپرژیلوس نایجر، اشرشیاکلی و استافیلکوکوس اورئوس

نمونه	منطقه بازدارندگی (میلی‌متر)	آسپرژیلوس نایجر	اشرشیاکلی	استافیلکوکوس اورئوس
عصاره پیاز (۲۰۰ میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	$11/29 \pm 0/15^b$	$13/45 \pm 0/42^a$	$13/3 \pm 0/22^a$	$14/64 \pm 0/35^a$
عصاره پیاز (۲۵۰ میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	$12/17 \pm 0/28^b$	$14/86 \pm 0/87^a$	$15/20 \pm 0/78^a$	$14/88 \pm 0/10^a$
نیترات سدیم (۱/۰ درصد)	$13/30 \pm 0/31^b$			

ارقام دارای حروف مشترک در هر ستون (میانگین انحراف معیار)، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن  $P < 0.05$ ).

پارامتر توان و زمان استخراج موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارها شدند. مدل‌های پیشنهادی در این تحقیق، دارای مقادیر ضریب تبیین و ضریب تبیین برازش شده نسبتاً بالایی هستند که ضعف برازش بی‌معنی و ضریب تغییرات نسبتاً پایین آنها نشان‌دهنده مناسب‌بودن مدل در پیش‌بینی پارامترهای موردنظری می‌باشد. نتایج بهینه‌سازی استخراج عصاره ضایعات پیاز زردرنگ جهت بیشترین میزان بازدهی استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نشان داد در صورتی که مدت زمان استخراج عصاره ۲۰ دقیقه، و توان ۵۰۰ وات باشد، بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی حاصل می‌گردد. تأثیر عصاره ضایعات پیاز، بر علیه کپ آسپرژیلوس نایجر و باکتری گرم منفی اشرشیاکلی به مراتب بیشتر از تأثیر آن بر باکتری گرم منفی استافیلکوکوس اورئوس بود. همچنین، اثر ضدمیکروبی عصاره حاصله در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بر کپ آسپرژیلوس نایجر تقریباً معادل با نگهدارنده سنتزی نیترات سدیم بود در حالی که اثر ضدبакتریایی آن به مراتب بالاتر از نیترات سدیم بود.

**نتیجه‌گیری**  
در این تحقیق بهینه‌سازی فرایند نفوذ خشک مایکروویو و گرانش جهت استخراج عصاره ضایعات پیاز و ارزیابی ویژگی‌های کیفی و حداقل قدرت بازدارندگی عصاره استخراج شده بر کپ آسپرژیلوس نایجر و باکتری گرم منفی اشرشیاکلی و گرم مثبت استافیلکوکوس اورئوس موردنظری قرار گرفت. روش نوین MDG ترکیبی از تکنیک‌های استخراج با مایکروویو، تقطیر و نیروی جاذبه زمین با راندمان بالا می‌باشد که روشی سریع و بهدلیل عدم مصرف حلال، آسودگی زیستمحیطی پایینی دارد و جزء روش‌های استخراج دوستدار محیط‌زیست جهت استخراج عصاره پیشنهاد می‌گردد. این روش اثر مطلوبی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره استخراج شده دارد. آنالیز سطح پاسخ مربوط به طرح مرکزی محوری با دو متغیر مستقل توان و زمان به عنوان پارامترهای مؤثر و مهم بر استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی عصاره ضایعات پیاز توسط نفوذ خشک مایکروویو و گرانش به انجام رسید. نتایج نشان داد که روش رویه پاسخ را می‌توان در ارزیابی و بررسی راندمان فرایند استخراج استفاده نمود. هر دو

## منابع

احمدیان کوچکسرایی، ز.، نیازمند، ر.، و نجف نجفی، م. (۱۳۹۵). بهینه‌سازی شرایط استخراج ترکیبات زیست فعال از گلبرگ زعفران به روش سطح پاسخ پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۱۵(۱)، ۳۹-۵۴.

doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2016.06.01.514>

خوشنویس، ن.، حکیم زاده، و. و عابدی، م. (۱۳۹۵). بررسی بهترین حلال و دما در استخراج عصاره کاروتونوئیدی پوست کدو‌حلوایی بر پایه لوئین. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۱۵(۴)، ۳۳۷-۳۴۶.

doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2017.02.26.002>

شاد، ا.، هاشمی کهروئی، ه.، گلمکانی، م. و مزیدی، س. (۱۳۹۴). بررسی مقایسه‌ای روش استخراج به کمک نفوذ خشک مایکروویو و گرانش بر کیفیت انسانس رزماری. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۱۴(۳)، ۲۵۷-۲۷۰.

doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2015.11.22.436>

مؤمنی، ل. و زمان‌زاد، ب. (۱۳۸۸). بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره پیاز و زنجیبل بر روی باکتری‌ها و قارچ کاندیدا آلبیکانس جدا شده از نمونه‌های ادرار افراد مبتلا به عفونت ادراری-تناسلی. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، ۱۱(۴)، ۸۱-۸۷.

وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۵). آمارنامه کشاورزی، سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵، (جلد اول: محصولات زراعی) برگرفته از <https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/Amarnamehj194-95-site.pdf>

ولدبیگی، ط. و مرادی، ح. (۱۳۹۲). بررسی خواص ضد باکتریابی عصاره استونی و مтанولی چند گونه گلشنگ استان ایلام. زیست‌شناسی میکرووارگانیسم، ۵۷، (۵)، ۴۳-۵۰.

Ahmadian-Kouchaksaraie, Z., Niazmand, R., & Najaf Najafi, M. (2016). Optimization of Extraction Conditions of Bioactive Components from Saffron Petal Using Response Surface Method (RSM). *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 5(1), 39-54. doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2016.06.01.514> (in Persian)

Aoyama, S., & Yamamoto, Y. (2007). Antioxidant activity and flavonoid content of Welsh onion (*Allium fistulosum*) and the effect of thermal treatment. *Food science and technology research*, 13(1), 67-72. doi:<https://doi.org/10.3136/fstr.13.67>

Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1999). [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration *Methods in Enzymology* (Vol. 299, pp. 15-27): Academic Press.

Bousbia, N., Abert Vian, M., Ferhat, M. A., Petitcolas, E., Meklati, B. Y., & Chemat, F. (2009). Comparison of two isolation methods for essential oil from rosemary leaves: Hydrodistillation and microwave hydrodiffusion and gravity. *Food Chemistry*, 114(1), 355-362. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.106>

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. doi:[https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Buazzi, M. M., & Marth, E. H. (1991). Mechanisms in the inhibition of *Listeria monocytogenes* by potassium sorbate. *Food Microbiology*, 8(3), 249-256. doi:[https://doi.org/10.1016/0740-0020\(91\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0740-0020(91)90057-9)

Chang, C.-C., Yang, M.-H., Wen, H.-M., & Chern, J.-C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10(3).

Chemat, F., & Lucchesi, M. E. (2006). Microwave-assisted Extraction of Essential Oils *Microwaves in Organic Synthesis* (pp. 959-985).

Chen, Y., Xie, M.-Y., & Gong, X.-F. (2007). Microwave-assisted extraction used for the isolation of total triterpenoid saponins from *Ganoderma atrum*. *Journal of Food Engineering*, 81(1), 162-170. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.10.018>

da Costa, E. M., Filho, J. M. B., do Nascimento, T. G., & Macêdo, R. O. (2002). Thermal characterization of the quercetin and rutin flavonoids. *Thermochimica Acta*, 392-393, 79-84. doi:[https://doi.org/10.1016/S0040-6031\(02\)00087-4](https://doi.org/10.1016/S0040-6031(02)00087-4)

Daniel, W. W., & Cross, C. L. (2018). *Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences*: Wiley.

Das, K., Tiwari, R., & Srivastava, D. (2010). Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agent: Current methods and future trends *Journal of medicinal plants research*, 4(2), 104-111. doi:<https://doi.org/10.5897/JMPR09.030>

Donner, H., Gao, L., & Mazza, G. (1997). Separation and characterization of simple and malonylated anthocyanins in red onions, *Allium cepa* L. *Food Research International*, 30(8), 637-643. doi:[https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(98\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(98)00011-8)

Farhat, A., Fabiano-Tixier, A.-S., Visinoni, F., Romdhane, M., & Chemat, F. (2010). A surprising method for green extraction of essential oil from dry spices: Microwave dry-diffusion and gravity. *Journal of Chromatography A*, 1217(47), 7345-7350. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.09.062>

Ferhat, M. A., Meklati, B. Y., Smadja, J., & Chemat, F. (2006). An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. *Journal of Chromatography A*, 1112(1), 121-126. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.12.030>

- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions—A global benefit to health. *Phytotherapy Research*, 16(7), 603-615. doi:<https://doi.org/10.1002/ptr.1222>
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., & Katan, M. B. (1992). Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(12), 2379-2383. doi:<https://doi.org/10.1021/jf00024a011>
- Kerr, J., & Lide, D. (2000). *CRC handbook of chemistry and physics 1999-2000, (18<sup>th</sup> ed)*: Boca Raton, FL, USA:CRC Press.
- Khoshnevis, N., Hakimzadeh, V., & Abedi, M. R. (2017). Study of the Best Temperature and Solvent in Extraction of Carotenoids Based on Lutein from Pumpkin Peel. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 5(4), 337-346. doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2017.02.26.002> (in Persian)
- Kimbaris, A. C., Siatis, N. G., Daferera, D. J., Tarantilis, P. A., Pappas, C. S., & Polissiou, M. G. (2006). Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). *Ultrasonics Sonochemistry*, 13(1), 54-60. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ulsonch.2004.12.003>
- Liazid, A., Guerrero, R. F., Cantos, E., Palma, M., & Barroso, C. G. (2011). Microwave assisted extraction of anthocyanins from grape skins. *Food Chemistry*, 124(3), 1238-1243. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.053>
- Lister, E., & Wilson, P. (2001). Measurement of total phenolics and ABTS assay for antioxidant activity (personal communication). *Crop Research Institute, Lincoln, New Zealand*, 235-239.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A., & Kanter, M. (2000). Antioxidant Content of Whole Grain Breakfast Cereals, Fruits and Vegetables. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(sup3), 312S-319S. doi:<https://doi.org/10.1080/07315724.2000.10718966>
- Ministry of Agriculture-Jahad. (2016). Agricultural statistics, Crop year 2015-2016. (First edition, Crop Products). Retrieved from <https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/Amarnamehj194-95-site.pdf> (in Persian)
- Momeni, I., & 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. (in Persian)
- Naczk, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054(1), 95-111. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>
- Pan, Y., Wang, K., Huang, S., Wang, H., Mu, X., He, C., . . . Huang, F. (2008). Antioxidant activity of microwave-assisted extract of longan (*Dimocarpus Longan Lour.*) peel. *Food Chemistry*, 106(3), 1264-1270. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.033>
- Parray, J. A., Kamili, A. N., Hamid, R., Reshi, Z. A., & Qadri, R. A. (2015). Antibacterial and antioxidant activity of methanol extracts of *Crocus sativus* L. c.v. *Kashmirianus*. *Frontiers in Life Science*, 8(1), 40-46. doi:<https://doi.org/10.1080/21553769.2014.951774>
- Ramos, L., Kristenson, E. M., & Brinkman, U. A. T. (2002). Current use of pressurised liquid extraction and subcritical water extraction in environmental analysis. *Journal of Chromatography A*, 975(1), 3-29. doi:[https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(02\)01336-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(02)01336-5)
- Rouhani, S., VALIZADEH, N., & Salimi, S. (2009). Ultrasonic Assisted Extraction of Natural Pigments from Rhizomes of *Curcuma Longa* L. *Progress Color Colorants Coat.*, 2, 103-113.
- Saenz, M. T., Garcia, M. D., & Rowe, J. G. (2006). Antimicrobial activity and phytochemical studies of some lichens from south of Spain. *Fitoterapia*, 77(3), 156-159. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.12.001>
- Sandri, I. G., Zacaria, J., Fracaro, F., Delamare, A. P. L., & Echeverrigaray, S. (2007). Antimicrobial activity of the essential oils of Brazilian species of the genus *Cunila* against foodborne pathogens and spoiling bacteria. *Food Chemistry*, 103(3), 823-828. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.032>
- Shad, E., Hashemi Gahrue, H., Golmakan, M.-T., & Mazidi, S. (2015). A Comparative study on microwave dry-diffusion and gravity extraction method on the quality of rosemary essential oil. *Research and Innovation*

- in *Food Science and Technology*, 4(3), 257-270. doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2015.11.22.436> (in Persian)
- Siger, A., Nogala-Kalucka, M., & Lampart-Szczapa, E. (2008). The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *Journal of Food Lipids*, 15(2), 137-149. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2007.00107.x>
- Silva, E. M., Rogez, H., & Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction of phenolics from *Inga edulis* leaves using response surface methodology. *Separation and Purification Technology*, 55(3), 381-387. doi:<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2007.01.008>
- Sindambiwe, J. B., Calomme, M., Cos, P., Totté, J., Pieters, L., Vlietinck, A., & Vanden Berghe, D. (1999). Screening of seven selected Rwandan medicinal plants for antimicrobial and antiviral activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 65(1), 71-77. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00154-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00154-8)
- Sun, T., Tang, J., & Powers, J. R. (2007). Antioxidant activity and quality of asparagus affected by microwave-circulated water combination and conventional sterilization. *Food Chemistry*, 100(2), 813-819. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.047>
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., & Sokmen, A. (2005). In vitro antioxidant activities of the methanol extracts of five *Allium* species from Turkey. *Food Chemistry*, 92(1), 89-92. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.016>
- Valadbeigi, T., & Moradi, H. (2013). An investigation of antibacterial effect of methanol and acetone extracts in some lichens in Ilam. *Biological Journal of Microorganism*, 2(5), 43-50. (in Persian)
- Vergara-Salinas, J. R., Pérez-Jiménez, J., Torres, J. L., Agosin, E., & Pérez-Correa, J. R. (2012). Effects of Temperature and Time on Polyphenolic Content and Antioxidant Activity in the Pressurized Hot Water Extraction of Deodorized Thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(44), 10920-10929. doi:<https://doi.org/10.1021/jf3027759>
- Vian, M. A., Fernandez, X., Visinoni, F., & Chemat, F. (2008). Microwave hydrodiffusion and gravity, a new technique for extraction of essential oils. *Journal of Chromatography A*, 1190(1), 14-17. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.02.086>
- Weisburger, J. H. (1999). Mechanisms of Action of Antioxidants as Exemplified in Vegetables, Tomatoes and Tea11Presented at the Antioxidant and Health Symposium of the CNRA/CNERNA in Bordeaux, 18–20 March 1998; Chairman of Committee, Professor G. Pascal, Secretary, Dr M. Suschetet. *Food and Chemical Toxicology*, 37(9), 943-948. doi:[https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(99\)00086-1](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(99)00086-1)
- Zill-E-Huma, H. (2010). *Microwave Hydro-diffusion and gravity: a novel technique for antioxidants extraction.* ((Doctoral dissertation)), Université d'Avignon. Retrieved from <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00547428/document>
- Zill e, H., Abert Vian, M., Maingonnat, J. F., & Chemat, F. (2009). Clean recovery of antioxidant flavonoids from onions: Optimising solvent free microwave extraction method. *Journal of Chromatography A*, 1216(45), 7700-7707. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.09.044>

## Optimizing the Extraction of Effective Compounds from Onion by-products Using Microwave Dry-diffusion and Gravity Method

Mehranush Gharibi Tehrani<sup>1</sup>, Elham Azarpazhooh<sup>2\*</sup>, Amirhossein Elhamirad<sup>3</sup>, Parvin Sharaye<sup>2</sup>, Ahmad Pedramnia<sup>4</sup>, Hediye Yazdanfar<sup>5</sup>

- 1- PhD Student, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
- 2- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
- \* Corresponding author (azarpazhooh@areeo.ac.ir)
- 3- Associated Professor, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
- 4- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
- 5- MSc Educated, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

### Abstract

One of the most advanced extraction techniques of effective components is microwave dry-diffusion and gravity extraction (MDG) which are applicable in both laboratory and industrial scales. The aim of this study was extraction of onion by-products by MDG. In this research, face-center design was used in order to investigate the effect of two independent variations: extraction time (10, 15 and 20 min) and microwave power (300,500 and 700 W) on quality properties consisted of the yield of total phenolic, quercetin, the antioxidant activity and extraction yield. According to the results, the best treatment was in the time of 20 min, extraction power of 500 W. Under these conditions, most antioxidant compounds were extracted consisted polyphenol compounds, 67.47 (mg/kg), quercetin, 30.37 (mg/100g), ferric ion reducing antioxidant power, 542.09 (Mm/g) and DPPH free radical scavenging activity, 37.60%. All concentrations of onion by-product extract had antimicrobial activity, but the effect of the minimum inhibitory concentration of the extract on different microorganisms (*Aspergillus niger* mites, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria) was not the same. So its effect on mold of *Aspergillus niger* and *E. coli* bacteria was much higher than that of *Staphylococcus aureus*. The results showed that, there is a significant difference between the effective compounds of extract with this method and the solvent extraction technique ( $P<0.05$ ). The process of microwave hydro diffusion and gravity proposed a fast technical and efficient method for extraction of extracts from plants and their by-products in comparison with conventional hydro distillation method.

**Keywords:** Antioxidant, Extraction, Microwave Hydro Diffusion and Gravity, Onion By-Product

## قالب پیش‌نویس مقاله برای مجله پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی با به کارگیری امکانات استایل (سبک) در نرم‌افزار ورد ۲۰۰۷ (سبک عنوان)

نام و نام خانوادگی نگارنده اول<sup>۱</sup>، نام و نام خانوادگی نگارنده دوم<sup>۲</sup>، نام و ... نگارنده سوم<sup>۳</sup>، .... (سبک نویسنده‌گان)

۱- مرتبه علمی نگارنده، رشته تخصصی، نام سازمان، نام شهر، نام کشور (سبک مشخصات نویسنده‌گان)

۲- استادیار، گروه شیمی مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

\* نویسنده مسئول (email@address.ac.ir)

تاریخ دریافت:

تاریخ پذیرش:

واژه‌های کلیدی (سبک عنوان)

(واژه‌های کلیدی)

اختصاری

الفبا

پاراگراف

کلمات (سبک واژه‌های کلیدی)

چکیده (سبک عنوان چکیده)

چکیده فارسی با قلم B Nazanin11 در قالب یک پاراگراف، پس از اسمی نویسنده‌گان) قرار گیرد. چکیده باید در عین مختصر بودن، به روشنی گویای محتوای مقاله بوده و صنعتی بودن طرح در مقاله اشاره شود و با تأکید بر روش‌ها، بیانگر نتایج و اهمیت کاربرد آنها باشد و در آن از کلمات اختصاری مبهم استفاده نشود. از ذکر منابع نیز خودداری گردد. تعداد کلمات چکیده بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ کلمه است. واژه‌های کلیدی با قلم B Nazanin11 به صورت برجسته و به ترتیب حروف الفبا نگارش شوند. تعداد واژگان کلیدی از ۵ مورد بیشتر نباشد. از آوردن پاورقی در عنوان، چکیده فارسی و انگلیسی اجتناب گردد (سبک چکیده)

کننده مقاله (نویسنده مسئول) خواهد بود. مسئولیت هر مقاله از نظر علمی بر عهده نویسنده‌گان) خواهد بود. در صورتی که مقاله برای چاپ پذیرفته نشود، عیناً به نویسنده مسئول مسترد خواهد شد. مقالات توسط هیأت تحریریه و با همکاری هیأت داوران ارزیابی شده و در صورت تصویب طبق ضوابط خاص مجله به نوبت چاپ خواهد رسید. هیأت تحریریه مجله در رد یا قبول و اصلاح مقالات آزاد است.

مقدمه حاوی مروری بر پژوهش‌های گذشته با استناد به مدارک منتشرشده قبلی و شامل معرفی و توجیه موضوع مورد بررسی باشد و هدف بررسی را به‌وضوح روشن نماید.

مواد و روش‌ها شامل شرح کامل مواد یا وسایل به کارگرفته شده و روش آزمایش در بررسی باشد. نتایج و بحث باید شامل تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده درباره تحقیق موردنظر باشد.

نتیجه‌گری کلی مقاله باید در برگیرنده اهداف کلی پژوهش و با درنظر گرفتن نتایج کاربردی پژوهش باشد

مقدمه (سبک عنوان سطح ۱)

مقاله باید با حروف خوانا و در کاغذ A<sub>4</sub> و حداکثر در ۲۰ صفحه به صورت دوستونی و حاشیه‌های آن از هر طرف ۲/۵ سانتی‌متر تهیه و از طریق سامانه نشریه ارسال گردد. این قالب جهت آماده‌سازی مقاله آماده شده است. کلیه تنظیمات مربوط به صفحه و فواصل از اطراف، در این قالب اعمال شده است. لطفاً یک کپی از این فایل را در قسمتی از ریانه ذخیره نموده و پس از آن با کپی و سپس چسباندن<sup>۱</sup> متن خود در این فایل، سبک<sup>۲</sup> مربوط را انتخاب نمایید. همچنین در هر قسمت از مقاله پس از چسباندن متن می‌توانید از مسیر زیر، به طور مستقیم سبک مربوط را اعمال فرمایید:

Paste option > match with Destination format  
مقالاتی برای چاپ پذیرفته خواهد شد که متن کامل آن قبلاً در هیچ مجله یا نشریه‌ای منتشر و یا برای چاپ به سایر مجلات ارائه نگردیده باشد. در مقالاتی که دارای چند مؤلف هستند ترتیب اسامی و حقوق مؤلفین بر عهده ارسال

<sup>1</sup> Paste

<sup>2</sup> Style

### جدول، شکل و عکس (سبک عنوان سطح ۲ و ۳)

عنوان جدول و شکل با قلم B Nazanin 10 و به صورت برجسته و متن مربوط به توضیح جدول‌ها و شکل‌ها با قلم B Nazanin 10 و به صورت معمولی تایپ شود. عنوان شکل در پایین و با فرمت وسط‌چین (در صورتی که عنوان شکل بیش از یک خط باشد از فرمت راست‌چین استفاده شود) و عنوان جدول در بالا و با فرمت راست‌چین نوشته شده و گویای نتایج مندرج در آن باشد. مجموع جدول‌ها و شکل‌ها از ۸ مورد تجاوز ننماید. توضیحات اضافی عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه گردد. جدول‌ها و شکل‌ها در محل مناسب و به ترتیب در داخل متن مقاله گنجانده شود. جدول‌ها بدون خطوط عمودی و با حداقل خطوط افقی باشند. عنوان جدول باید مختصر و گویای ارتباط عوامل موربب‌حث جدول باشد. اعداد در جدول‌ها، شکل‌ها و سایر قسمت‌های مقاله باید به فارسی باشند. عکس‌ها باید دارای مقیاس باشند و در صورت اقتباس از منابع دیگر باید منبع مورداستفاده ذکر گردد.

**توجه:** شکل‌ها باید از کیفیت مناسب برای چاپ برخوردار باشند (حتی‌الامکان در قالب TIFF). ممکن است برای چاپ، شکل‌ها کوچک‌تر شوند؛ بنابراین نوشته‌ها و اعداد روی شکل‌ها باید متناسب و کاملاً خوانا باشند.

**نکته مهم:** جهت درج اعداد اعشاری روی محور نمودارها می‌بایست از اعداد فارسی با ممیز (۱) استفاده گردد و استفاده از نقطه به عنوان ممیز قابل قبول نخواهد بود. برای این منظور می‌توانید قلم‌های واحد این قابلیت (مجموعه قلم پروین) را دانلود نمایید. نحوه درج ممیز فارسی به جای نقطه در شکل (۱) آورده شده است.

جدول (۲) و شکل‌های (۲) و (۳) به عنوان نمونه پیشنهاد می‌شود.

قلم‌های مورداستفاده: متن مقاله با قلم 12 B Nazanin و عنوان اول و دوم به ترتیب با قلم 12 B و B Nazanin 11 به صورت برجسته تایپ شود. از سیستم شماره‌گذاری برای عنوان استفاده نشود. همچنین شماره زیرنویس‌ها در هر صفحه از یک شروع شده و توسط خود نرم‌افزار word شماره‌گذاری شود و از تایپ کردن شماره Single بدون فاصله قبل و بعد انتخاب گردد. کلمات انگلیسی در متن با قلم 10 Times New Roman تایپ شوند. کلیه معادلات و روابط موجود در متن مقاله در سطر جداگانه و به ترتیب شماره‌گذاری گردند. واحدها باید در مقیاس متریک (SI) ارائه گردد و تمامی آنها به صورت کلمات فارسی و بعد از اعداد آورده شوند (**مثال: ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر**). از به کاربردن کلمات خارجی- غیر از اسمی علمی- در متن خودداری و در صورت نبودن معادل فارسی فرآگیر، آنها را به فارسی نوشته و اصل کلمه به صورت زیرنویس در همان صفحه ارجاع داده شود. اسمی علمی (جنس و گونه گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌ها) در تمام مقاله به صورت مایل تایپ شود.

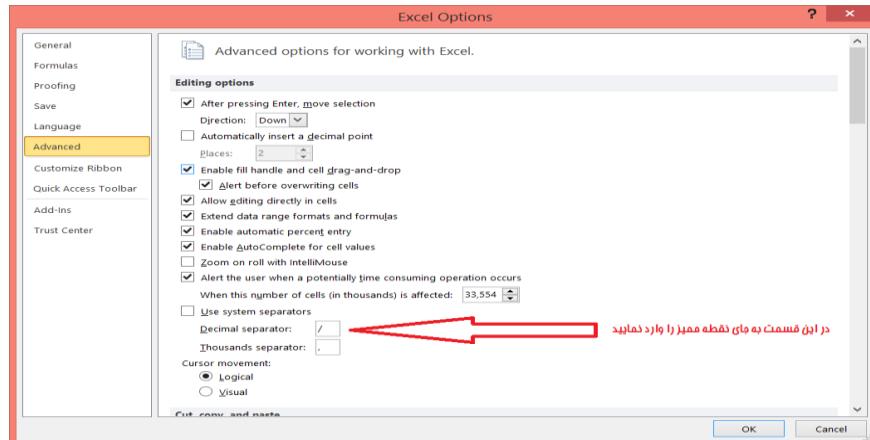
پاراگراف‌های دوم به بعد در هر عنوان با فرورفتگی به اندازه ۵ میلی‌متر از شروع سطر و بدون فاصله پس یا پیش از پاراگراف است. هنگام استفاده از علایمی نظیر ، : ، ۰۰۰ و غیره، به خاطر داشته باشید که کلیه این علایم بدون فاصله از حرف قبلی و با یک فاصله از حرف بعدی نوشته می‌شوند.

جهت مشخص نمودن احتمال، حرف P به صورت حرف بزرگ انگلیسی و مایل با قلم 10 Times New Roman تایپ شوند. درج گردد ( $P < 0.05$ ). پرانترها با قلم فارسی تایپ شوند.

\* در صورتی که اصول بدیهی نگارش در مقاله رعایت نگردیده باشد، پیش از ارسال به داوری به نویسنده مسترد خواهد شد (برخی از اصول نگارشی در جدول (۱) آورده شده است) (**سبک متن اصلی**).

**جدول ۱- برخی از اصول نگارش (سبک عنوان جدول) (<http://www.persianacademy.ir/fa/das.aspx>)**

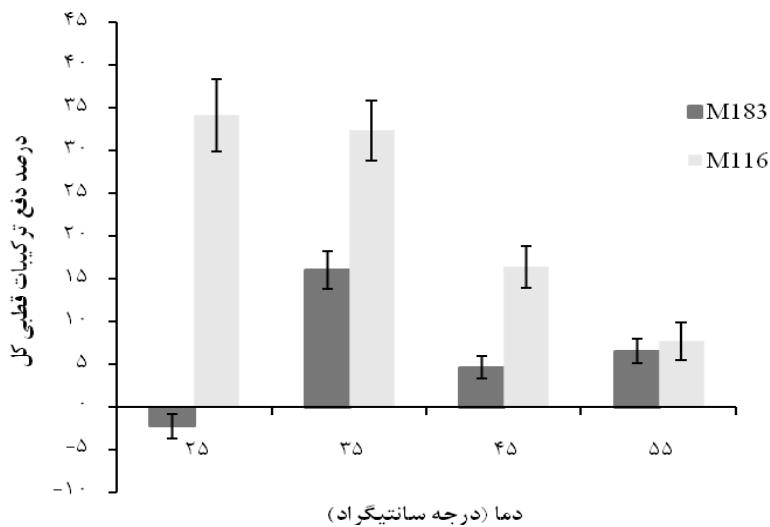
راهنمای صفحه	نکته نگارشی
کلید SHIFT + ب	گذاشتن تشدید همیشه ضرورت ندارد مگر در جایی که موجب ابهام شود: معین/معین تنوین (أ)
کلید SHIFT + ض	آن همیشه جدا نوشته می‌شود مگر: آنها، آنجا، آنکه، بدان، آنچه، والگهی این همیشه جدا نوشته می‌شود مگر: اینها، اینجا، اینکه، بدین
-تر / -ترین	به غیر از بیشتر/بیشترین، کمتر/کمترین، بهتر/بهترین، مهتر، مهترین، بقیه جدا نوشته می‌شوند.
	چه جدا از کلمه پیش از خود نوشته می‌شود، مگر در: چرا، چگونه، چقدر، چطور، چسان
	چه جدا از کلمه پس از خود نوشته می‌شود، مگر در: آنچه، چنانچه
کلید SHIFT + ی/س/ش	حرکت گذاری تنها در حدی لازم است که احتمال بدخوانی و ابهام داده شود: عرضه/عرضه؛ حرف/حروف
(Ctrl+ -) نیم فاصله	که همیشه جدا نوشته می‌شود به جز در سه مورد: بلکه، اینکه، آنکه می-نمی با رعایت نیم فاصله، همواره جدا نوشته می‌شوند.
	ها (نشانه جمع) با رعایت نیم فاصله جدا از کلمه پیش از خود نوشته می‌شود (به جز در مورد آنها)
	یک در ترکیب، جدا از جزء پس از خود نوشته می‌شود، مگر در موارد: یکتا، یکجا، یکدست، یکدفعه، یکدیگر، یکرنگ، یکرو، یکسان، یکسره، یکسو، یکشنبه، یکنواخت
:=SHIFT + ف	نقطه (:)، دونقطه (:)، ویرگول (،) همواره به کلمه پیش از خود می‌چسبند ولی بعد از آنها درج یک فاصله الزامی است.
=SHIFT + د	تأمین، تأثیر و امثال این کلمات با حمزه ساکن در وسط کلمه (أ) نوشته می‌شوند.
	حمزة پایانی پس از حرف صدادار بلند «آ» حذف می‌شود، مانند: ابتدا، انتهای، املا، انشا، اجرا و ...
	در حالت نسبت و همراهی با «با» ی وحدت و نکره و نیز در اضافه، به جای حمزه، «ی» قرار می‌گیرد، مانند: ابتدای، انتهای، امثالی، انشای، اجرای و ...
	اگر کلمه-ی فارسی باشد، هرگز در میان کلمه یا پایان کلمه به صورت «حمزه» نیست، بنابراین همواره با حرف «ی» نوشته می‌شود. مانند: آینه نه آین، پاییز نه پائیز، پایین نه پائین، روییدن نه روئیدن و ...
=SHIFT + ل	نشانه اضافه پس از کلمه‌های مختوم به های بیان حرکت (ه) به صورتی یابی نیمه (ء) بالای (ها) نوشته می‌شود، مانند: محموله غذا
	(پرانتر ابتدای، به کلمه بعد و پرانتر انتهای، به کلمه قبل از خود می‌چسبند) و به ترتیب از کلمه قبل و بعد از خود فاصله می‌گیرند.
=SHIFT + ا	به املای برخی از کلمات رایج در مقالات حوزه صنعت غذا نظیر فرآوری/افراوری، فرآیند/فرایند و ... توجه شود.



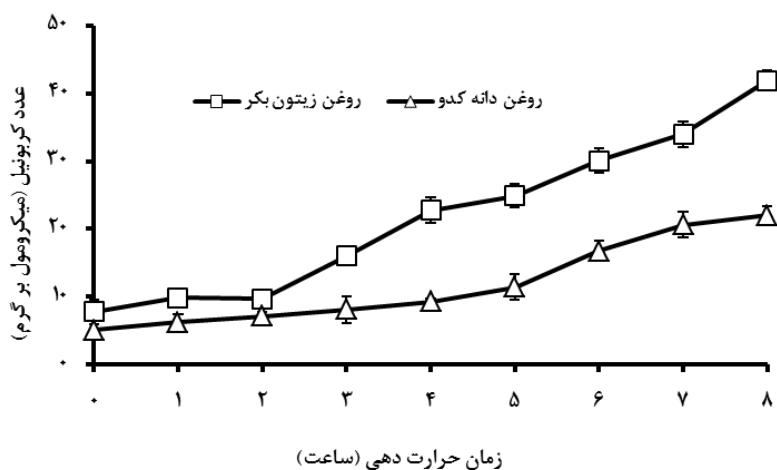
شکل ۱- نحوه درج ممیز فارسی به جای نقطه در نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ (سبک عنوان شکل)

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده

خاکستر (درصد)	فلزات سنگین (میلی گرم بر کیلو گرم)		pH	لجن فاضلاب کمپوست
	Pd	Cd		
۸۶/۸	۱/۲	۰/۸۸	۷/۴	لجن فاضلاب
۹/۴	۹/۴	۶۵۷/۸۳	۷/۰/۸	کمپوست



شکل ۲- اثر اندازه حفره های غشا و دما بر درصد دفع ترکیبات قطبی کل تراوه طی اولترافیلتراسیون روغن کانولا با غشا PVDF تیرک های ترسیم شده نشان دهنده خطای استاندارد میانگین داده های اندازه گیری شده است.



شکل ۳- تغییر عدد کربونیل روغن های زیتون بکر و دانه کدو طی فرایند حرارتی در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد تیرک های ترسیم شده روی نقاط، نشان هنده انحراف استاندارد داده های اندازه گیری شده است.

**روابط و فرمول‌های ریاضی (سبک عنوان سطح ۲ و ۳)****تقدیر و تشکر (سبک عنوان سطح ۱)**

چنانچه مقاله توسط اشخاص/ادانشگاه/ مؤسسه/ شرکت‌های صنعتی و دانشبنیان دارای حمایت مالی می‌باشد، نویسنده مسئول محترم می‌باید در متن مقاله به پاس این حمایت، از آنها تشکر و قدردانی نماید.

**فرم تعهد نویسنده‌گان (سبک عنوان سطح ۱)**

نویسنده‌گان محترم می‌باید فرم تعهد که در صفحه نخست پایگاه اینترنتی نشریه (در بخش راهنمای نویسنده‌گان) قرار داده شده است را دریافت نموده و پس از تکمیل و امضاء، تصویر آن را در هنگام ارسال مقاله جدید بارگذاری نمایند.

**فرم تعارض منافع (سبک عنوان سطح ۱)**

نویسنده مسئول محترم می‌باید فرم تعارض منافع که در صفحه نخست پایگاه اینترنتی نشریه (در بخش راهنمای نویسنده‌گان) قرار داده شده است را دریافت نموده و پس از تکمیل و امضاء، تصویر آن را به همراه سایر فایل‌های دیگر در هنگام ارسال مقاله جدید بارگذاری نمایند.

جهت تایپ روابط و فرمول‌های ریاضی از ابزار معادله<sup>۱</sup> موجود در نرم‌افزار آفیس با قلم کامپریا مث<sup>۲</sup> ۹ استفاده شود و نحوه تایپ از سمت چپ انجام شود و جهت شماره‌گذاری از شماره فرمول در داخل پرانتز استفاده شود. دقت شود فرمول‌ها به صورت عکس در متن قرار داده نشود.

در نوشتن فرمول‌ها رعایت نکات زیر الزامی است:

- ۱- در فرمول‌نویسی پارامترها و متغیرها به صورت ایتالیک می‌آیند، ولی اعداد، کلمات، توابع مشخص و واحدها به صورت غیرایتالیک می‌آیند.
- ۲- در صورتی که فرمول طولانی باشد و طول آن از یک سطر تجاوز کند، باید در جای مناسب شکسته شده و ادامه فرمول در سطر بعدی آورده شود و از فسرده کردن آن پرهیز شود.
- ۳- وقتی ادامه فرمول در سطوح‌های بعدی آورده می‌شود، باید از سطر دوم به بعد از سمت چپ فرورفتگی داشته باشد.
- ۴- شماره هر فرمول در گوشش سمت راست فرمول داخل پرانتز درج و قبل از آن در متن به آن ارجاع داده شود (رباطه ۱).
- ۵- دقت شود از نقطه‌ممیز یا همان نقطه پایان جمله (a.b) به جای نقطه ضرب (a.b) استفاده نشود.

رابطه (۱)

$$\Delta E = \sqrt{(L_i - L_0)^2 + (a_i - a_0)^2 + (b_i - b_0)^2}$$

**نحوه ارسال مقاله (سبک عنوان سطح ۱)**

جهت ارسال مقاله، لازم است ابتدا کاربران در پایگاه اینترنتی نشریه به آدرس <http://journals.rifst.ac.ir> ثبت‌نام نموده و سپس مقاله خود را به صورت آنلاین ارسال نمایند. بدیهی است کاربرانی که قبلاً ثبت‌نام کرده اند و نام کاربری و کلمه عبور دریافت کرده‌اند نیازی به ثبت‌نام مجدد ندارند و با وارد کردن نام کاربری و کلمه عبور وارد سایت شده و ارسال مقاله جدید را انجام می‌دهند.

**هزینه مقالات (سبک عنوان سطح ۱)**

در صورت پذیرش مقاله جهت چاپ، به ازای هر صفحه مبلغ یکصد و پنجاه هزار ریال بابت هزینه‌های داوری، ویراستاری و صفحه‌آرایی دریافت می‌گردد.

<sup>1</sup> Insert -> Symbols -> Equation

<sup>2</sup> Cambria Math

## منابع

منابع مورد استفاده باید شامل جدیدترین اطلاعات در زمینه کار مورد نظر باشند. استناد به منابع در متن مقاله به سبک APA 6th (APA System: Author – Date Scheme) با استفاده از نرم‌افزار EndNote انجام گیرد. کلیه منابع در مقالات فارسی می‌باشد به زبان اصلی و در متن عیناً به آن اشاره شود و چنانچه منبعی به صورت فارسی می‌باشد در قسمت فهرست منابع به دو صورت فارسی و **برگردان انگلیسی آن (مانند مثال‌ها)** نیز ذکر و در انتهای منبع حتماً واژه (in Persian) قید شود. برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید از راهنمای رفنسن‌دهی نسخه 6<sup>th</sup> APA استفاده نمایید.

لینک راهنمای: <https://guides.library.uq.edu.au/apa6th-print-version#s-lg-page-section-6553042>

**منابع با قلم Time new Roman 10 و فاصله بعد از هر منبع ۸pt انتخاب شود. تورفتگی منابع به صورت Hanging و ۵/۰ لحاظ گردد.**

تمام منابع در متن باید به صورت زیر درج شود:

- ۱- یک نویسنده: نام نویسنده و سال انتشار (Smith, 2003) – (کرمی، ۱۳۷۴)
- ۲- دو نویسنده: نام هر دو نویسنده و سال انتشار (Smith & Jones, 2004) – (مهدویان و زنجیریان، ۱۳۸۳)
- ۳- بیش از دو نویسنده:

برای اولین بار: (Hoges, Jensen, Olsen, & Forgan, 2013) – (قربانی حسن‌سرایی، شهیدی، بهادر قدوسی و معتمدزادگان، ۱۳۹۱)

در ارجاعات بعدی: (Hoges *et al.*, 2013) – (قربانی حسن‌سرایی و همکاران، ۱۳۹۱)

منابع ممکن است به صورت مستقیم و یا اینکه داخل پرانتز قرار گیرند. منابع باید به ترتیب حروف الفبا و سال انتشار درج گردند.  
مثال:

برای اولین بار: (Allan, 1996a,b, 1999; Allan & Jones, 1995; Hoges, Jensen, Olsen, & Forgan, 2013) استاندارد ایران، ۱۳۸۹ و ۱۳۸۲؛ کوروشیان، شریفی، مهدویان و بلوریان، ۱۳۹۴

در ارجاعات بعدی: (Allan, 1996a,b, 1999; Allan & Jones, 1995; Hoges *et al.*, 2013)

(Smith, Kramer, ۲۰۰۰)؛ Hoges و همکاران (۲۰۰۰)؛ سازمان ملی استاندارد ایران (۱۳۸۹) Kramer

## مثال

### استانداردها

Takemori, T., Tsurumi, T., Takagi, M., & Ito, M. (1993). U.S. Patent No. 5,232,734. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۷). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوارک دام-روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخرها-قسمت اول: روش شمارش کلی در فرآورده‌های با فعالیت آبی ( $a_w$ ) بیشتر از ۰/۹۵. (شماره استاندارد ملی ایران ۱۰۸۹۹-۱).



<http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12277>

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2008). *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds -Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95.* (ISIRI Standard No. 10899-1). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12277> (in Persian)

### پایان‌نامه‌ها

پوراعشوری، پ. (۱۳۸۷). خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی میکروکپسول‌های حاوی روغن ماهی و اسیدهای چرب امگا-۳ (پایان‌نامه دکتری منتشرنشده). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.



Pourashouri, p. (2012). *Evaluation of the physicochemical and oxidative stability of microcapsules containing oil fish and omega-3.* (Unpublished doctoral dissertation), Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources (in Persian)

Alinasabhematabadi, L. (2015). *Protein oxidation in Atlantic mackerel (Scomber scombrus) during chilled and frozen storage.* (master's thesis), NTNU, Retrieved from [https://ntuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2351628/8731\\_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ntuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2351628/8731_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Holopainen-Mantila, U. (2015). *Composition and structure of barley (Hordeum vulgare L.) grain in relation to end uses.* (Doctoral dissertation), Department of Biosciences, Faculty of Biological and Environmental Sciences, Plant Biology, VTT Technical Research Centre of Finland, University of Helsinki, Retrieved from <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153489/S78.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### مجله علمی

عیسی‌زاده، ح. و خادمیان، م. (۱۳۸۵). تهیه پلی‌پیرول و کامپوزیت‌های آن در محلول‌های گوناگون با استفاده از مواد افزودنی مختلف و مطالعه شکل‌شناختی و رسانندگی فیلم تهیه شده. *مجله علوم و تکنولوژی پلیمر*، ۱۹(۲)، ۱۳۱-۱۳۶. doi:<https://doi.org/10.22063/JIPST.2006.837>



Eisa zadeh, H., & Khademian, M. (2006). Preparation of polypyrrole and its composites in various solutions using different additives and studying the morphology and conductivity of the prepared film. *Iranian Journal of Polymer Science and Technology*, 19(2), 131-136. (in Persian) doi:<https://doi.org/10.22063/JIPST.2006.837>

Osman, M. (2010). Controlling uncertainty: A review of human behavior in complex dynamic environments. *Psychological Bulletin*, 136(1), 65-86. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/a0017815>

Wolchik, S. A., West, S. G., Sandler, I. N., Tein, J., Coatsworth, D., Lengua, L., . . . Griffin, W. A. (2000). An experimental evaluation of theory-based mother and mother-child programs for children of divorce. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 843-856. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-006X.68.5.843>

### کتاب

Glaszius, P., Irwig, L., Bain, C., & Colditz, G. (2001). *Systematic reviews in health care: A practical guide.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.



فاطمی، ح. (۱۳۹۵). *شیمی مواد غذایی.* شرکت سهامی انتشار. تعداد صفحات: ۴۸۷۰ یا صفحات ۳۶۸-۳۳۳

Fatemi, H. (2016). *Food Chemistry* (pp. 4870 or pp. 368-338): Enteshar Publication Company. (in Persian)

Doust, J. (2010). Evidence about diagnosis. In T. Hoffman, S. Bennett, & C. Del Mar (Eds.), *Evidence-based practice: Across the health professions* (pp. 128-144). Chatswoord, NSW: Elsevier Australia

### همایش‌ها و کنفرانس‌ها

Sanaeifar, A., Mohtasebi, S. S., Ghasemi-Varnamkhasti, M., & Siadat, M. (2014, Nov). *Application of an electronic nose system coupled with artificial neural network for classification of banana samples during shelf-life process.* Paper presented at the 2014 International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT).

قربانی حسن‌سرایی، آ.، شهیدی، ف.، بهادر قدوسی، ح. و معتمدزادگان، ع. (۱۳۹۱، مهر). قابلیت‌های متابغ مختلف اسیدهای چرب امگا-۳ در غنی‌سازی مواد غذایی. دومین سمینار ملی امنیت غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد سوادکوه. [https://www.civilica.com/Paper-FSS02-FSS02\\_320.html](https://www.civilica.com/Paper-FSS02-FSS02_320.html)



Ghorbani Hassan Sariei, A., Shahidi, F., Bahadorghousi, H., & Motamedzadegan, A. (2012, October). *Potentials of different omega-3 fatty acids in food enrichments.* Paper presented at the 2<sup>nd</sup> Food Security Conference, Islamic Azad University, Savadkuh Branch. (in Persian) [https://www.civilica.com/Paper-FSS02-FSS02\\_320.html](https://www.civilica.com/Paper-FSS02-FSS02_320.html)

## A template for preparing papers in journal of research and innovation in food science and technology using styles in Microsoft word 2007(**style: English title**)

**First and Family name of Author<sup>1</sup>, First and Family name of Author<sup>2\*</sup>,**  
**(Style: Authors)**

1- Professor, Name of the Department, University Name, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Name of the Department, University Name, Mashhad, Iran (**Style: Authors' Affiliation**)

\*Corresponding author (email@address.ac.ir)

### **Abstract (Style: Abstract Title)**

The submitted articles are required to be written in English including an abstract which must comply with the following rules: 1) the title must be written at the top of the page, in the center, using Times New Roman BOLD, 14 pt. 2) The main words (not the prepositions) in the title must be capitalized. 3) The authors' names must be written, under the title, using Times New Roman BOLD, 12 pt. The names are followed by the authors' titles and their universities' titles using Times New Roman 11pt. 4) The keywords must be written, following the abstract text, using Times New Roman BOLD, 11 pt. (**Style: Abstract**)

**Keywords (Style: Keywords Title):** Authors' names, Main words, Title

### چکیده و واژه‌های انگلیسی

چکیده انگلیسی در انتهای مقاله (بعد از فهرست منابع) قرار گیرد. عنوان انگلیسی با قلم 14 Times New Roman و به صورت برجسته در وسط سطر آورده شود. ابتدای واژه‌های اصلی عنوان انگلیسی مقاله با حروف بزرگ نوشته شود. اسمای نویسنده(گان) با قلم Times New Roman 12 و به صورت برجسته در وسط سطر و پس از آن درجه علمی و محل خدمت با قلم 11 Times New Roman 12 تا ۲۵۰ کلمه است. چکیده انگلیسی با تایپ شود. چکیده انگلیسی باید ترجمه کامل چکیده فارسی باشد و تعداد کلمات چکیده بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ کلمه است. چکیده انگلیسی با قلم 11 Times New Roman معمولی پس از اسمای نویسنده(گان) قرار گیرد. واژگان کلیدی انگلیسی (keywords) با قلم 11 Times New Roman به صورت برجسته پس از چکیده انگلیسی آورده شوند. تعداد واژگان کلیدی انگلیسی برابر فارسی آن باشد.

به نام خدا

فرم اشتراک نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی

خواهشمند است فرم زیر را تکمیل نموده و به آدرس زیر ارسال فرمایید:

مشهد، کیلومتر ۱۲ بزرگراه مشهد – قوچان، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

صندوق پستی: ۹۱۸۹۵/۱۵۷/۳۵۶ نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی

نام و نام خانوادگی: .....

نشانی: .....

تلفن: .....

مايل به اشتراک مجله از تاريخ / / می باشم.

بهای اشتراک سالیانه ۱۰۰۰۰۰ ریال

(بهای اشتراک سالیانه برای دانشجویان شامل ۵۰ درصد تخفیف، معادل ۵۰۰۰۰ ریال می باشد.)

حق اشتراک بایستی به حساب درآمدهای اختصاصی پژوهشکده علوم و صنایع غذایی با مشخصات مشروحه

ذیل بابت حق اشتراک نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی واریز و فیش آن همراه با فرم و کپی کارت

دانشجویی (درصورت استفاده از تخفیف دانشجویی) ارسال گردد.

شماره حساب تمرکزی: ۴۰۰-۱۰۲-۵۴۰-۳۰۱-۹۸۲۹

شناسه واریز (حتماً قید شود): ۳۳۸-۰۲۵۴-۶۰۱۱-۳۵۵۷-۰۰۰-۰۰۰-۰۰۰-۲۰۳

شبا حساب: IR۴۱-۰۱۰۰-۰۰۴۰-۰۱۰۲-۵۴۰۳-۰۱۹۸-۲۹

امضاء:

تاریخ:

## هیأت داوران مقالات این شماره:

گروه نانوفناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر آرام بستان
گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد دامغان	دکتر مرضیه بلندی
گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد دامغان	دکتر هما بقائی
گروه علوم تغذیه، مرکز آموزش عالی پژوهشکی وارستگان	دکتر پرنیان پژوهشکی
گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد سبزوار	دکتر حمید توکلی پور
گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر ابوالفضل پهلوانلو
گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	دکتر سیدمهدي جعفری
گروه شيمي مواد غذائي، مؤسسه پژوهشى علوم و صنایع غذائي	دکتر مسلم جهاني
گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر مرضیه حسینی نژاد
گروه فرآوري مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر محمدعلی حصاری نژاد
گروه فرآوري مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر علی رافع
گروه مهندسي علوم دامي و صنایع غذایی، دانشگاه محقق اردبیلی	دکتر بونس زاهدی
گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر محبوبه سرابی جماب
گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر منیرالسادات شاکری
گروه مهندسي صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد قزوین	دکتر اکرم شریفی
گروه شيمي مواد غذائي، مؤسسه پژوهشى علوم و صنایع غذائي	دکتر مصطفى شهيدى نوقابى
گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس	دکتر سليمان عباسی
گروه شيمي مواد غذائي، مؤسسه پژوهشى علوم و صنایع غذائي	دکتر محمدرضا عبداللهى مقدم
گروه علوم و مهندسي صنایع غذایی، دانشکده علوم دامي و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملااثانی	دکتر بهروز علیزاده بهبهانی
گروه شيمي دارويي، دانشکده داروسازی،دانشگاه علوم پژشكى مشهد	دکتر بي بي صديقه فضلى بزار
گروه ايمني و كنترل كيفيت مواد غذائي، مؤسسه پژوهشى علوم و صنایع غذائي	دکتر ابراهيم فولادى
گروه ايمني و كنترل كيفيت مواد غذائي، مؤسسه پژوهشى علوم و صنایع غذائي	دکتر جواد فيضي
گروه نانوفناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر رسول کدخدايى
گروه فرآوري مواد غذائي، مؤسسه پژوهشى علوم و صنایع غذائي	دکتر مرتضى محمدى
گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد آيت الله آملی	دکتر عباس مهجوريان نمارى
گروه كيفيت و ايمني مواد غذائي، پژوهشکده علوم و فناوري مواد غذائي، جهاد دانشگاهى مشهد	دکتر معصومه مهرaban سنگآتش
گروه نانوفناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی	دکتر سارا ناجي طبسى
گروه فرآوري مواد غذائي، مؤسسه پژوهشى علوم و صنایع غذائي	دکتر سميرة يگانه زاد

## **Contents**

<b>Replacing of Pea and Lentil Seed-Flour Instead of Chicken Meat in 55% Semi-vegetarian Cocktail Formulation .....</b>	<b>213</b>
Amene Abbasi Monfared, Mohsen Zarghar, Mahdi Abedini Naeini	
<b>Microencapsulation of Vitamin D by Complex Coacervation Using Soy Protein Isolate and Cress Seed Mucilage .....</b>	<b>225</b>
Nafiseh Jannasari, Milad Fathi, Seyed Jamal Moshtaghian, Alireza Abbaspourrad	
<b>The Effect of Potassium Citrate and Tartrate as Chelating Agents on the Removal of Lead from Rice in the Cooking Process.....</b>	<b>235</b>
Atefeh Sadat Hashemi Garmdarreh, Mohammad Goli	
<b>Effect of <i>Ulva flexuosa</i> Wulfen Seaweed and Shirazi Thyme (<i>Zataria multiflora</i>) Extracts on Qualitative Characteristics of Washington Navel Orange under Sorage Period .....</b>	<b>245</b>
Mahbobe Rezaei, Farzin Abdollahi, Abdolmajid Mirzaalian Dastjerdi, Morteza Yousefzadi	
<b>Study of Some Chemical Properties, Electrophoretic Pattern and Sensory Evaluation of Silver Carp Blend Burger with Vannamei Shrimp .....</b>	<b>259</b>
Milad Abbasi Monjezi, Seyed Pezhman Hosseini Shekarabi, Seyed Ebrahim Hosseini	
<b>The Investigation of the Physicochemical and Antioxidant Properties of Several Types of Honey and Comparing their Antimicrobial Effect on <i>Acinetobacter baumanii</i> and <i>Enterococcus faecalis</i> .....</b>	<b>269</b>
Mahbubeh Dehghan, Jamshid Mehrzad	
<b>The Mechanical, Rheological and Release Properties of Riboflavin and Biotin Encapsulated Alginate-whey Protein Micro-Gels .....</b>	<b>285</b>
Mohsen Zandi	
<b>Optimizing the Extraction of Effective Compounds from Onion by-products Using Microwave Dry- diffusion and Gravity Method .....</b>	<b>297</b>
Mehranush Gharibi Tehrani, Elham Azarpazhooh, Amirhossein Elhamirad, Parvin Sharayei, Ahmad Pedramnia, Hediye Yazdanfar	



# **Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology**

**License No. 92.20519**

**Vol. 8, No. 3, 2019**

**Published by:** Research Institute of Food Science and Technology

**Executive Manager:** R. Kadkhodaee      Associate Professor, Department of Food Nanotechnology,  
Research Institute of Food Science and Technology

**Editor-in-Chief:** S.A. Mortazavi      Professor, Department of Food Science and Technology,  
College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

**Executive Director:** S. Naji-tabasi      Assistant Professor, Department of Food Nanotechnology,  
Research Institute of Food Science and Technology

**Administrative Coordinator:** T. Shojaee-devin

## **Editorial Board:**

**S.A. Mortazavi**      Professor, Department of Food Science and Technology, College of  
Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

**F. Shahidi**      Professor, Department of Food Science and Technology, College of  
Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

**Gh. Rajabzadeh**      Associate Professor, Department of Food Nanotechnology, Research Institute  
of Food Science and Technology

**I. Alemzadeh**      Professor, Department of Food Chemical Engineering, Faculty of Chemical  
and Petroleum Engineering, Sharif University of Technology

**S. Abbasi**      Professor, Department of Food Science and Technology, College of  
Agriculture, Tarbiat Modares University

**B.S. Fazli Bazzaz**      Professor, Department of Pharmaceutical Chemistry, School of  
Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences

**S.M. Mousavi**      Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering,  
Ferdowsi University of Mashhad

**R. Kadkhodaee**      Associate Professor, Department of Food Nanotechnology, Research Institute  
of Food Science and Technology

**M. Hosseini Nezhad**      Associate Professor, Department of Food Biotechnology, Research Institute of  
Food Science and Technology

**H.B. Ghoddusi**      Senior Lecturer & Research Fellow, School of Human Sciences, London  
Metropolitan University

**A. Farahnaky**      Food, Nutrition, Pharmaceutical and Nutraceutical Discipline Group, School  
of Biomedical Sciences, Faculty of Science, Charles Sturt University, Wagga  
Wagga, NSW, Australia

**S.M. Jafari**      Professor, Department of Food Process Engineering, Gorgan University of  
Agricultural Sciences & Natural Resources

**Printed by:** Research Institute of Food Science and Technology

**Address:** Research Institute of Food Science and Technology, km 12 Mashhad-Quchan Highway,  
Mashhad, PO. Box: 91895/157/356

**Tel:** 051-35425328-9

**Website:** <http://journals.rifst.ac.ir>

**Email:** jrifst@rifst.ac.ir

# Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology

Volume 8, Number 3, 2019

ISSN: 2252-0937 (Print), 2538-2357 (Online)

## Contents

<b>Replacing of Pea and Lentil Seed-Flour Instead of Chicken Meat in 55% Semi-vegetarian Cocktail Formulation .....</b>	<b>213</b>
Amene Abbasi Monfared, Mohsen Zarghar, Mahdi Abedini Naeini	
<b>Microencapsulation of Vitamin D by Complex Coacervation Using Soy Protein Isolate and Cress Seed Mucilage .....</b>	<b>225</b>
Nafiseh Jannasari, Milad Fathi, Seyed Jamal Moshtaghian, Alireza Abbaspourrad	
<b>The Effect of Potassium Citrate and Tartrate as Chelating Agents on the Removal of Lead from Rice in the Cooking Process.....</b>	<b>235</b>
Atefeh Sadat Hashemi Garmdarreh, Mohammad Goli	
<b>Effect of <i>Ulva flexuosa</i> Wulfen Seaweed and Shirazi Thyme (<i>Zataria multiflora</i>) Extracts on Qualitative Characteristics of Washington Navel Orange under Sorage Period .....</b>	<b>245</b>
Mahbobe Rezaei, Farzin Abdollahi, Abdolmajid Mirzaalian Dastjerdi, Morteza Yousefzadi	
<b>Study of Some Chemical Properties, Electrophoretic Pattern and Sensory Evaluation of Silver Carp Blend Burger with Vannamei Shrimp .....</b>	<b>259</b>
Milad Abbasi Monjezi, Seyed Pezhman Hosseini Shekarabi, Seyed Ebrahim Hosseini	
<b>The Investigation of the Physicochemical and Antioxidant Properties of Several Types of Honey and Comparing their Antimicrobial Effect on <i>Acinetobacter baumanii</i> and <i>Enterococcus faecalis</i> .....</b>	<b>269</b>
Mahbube Dehghan, Jamshid Mehrzad	
<b>The Mechanical, Rheological and Release Properties of Riboflavin and Biotin Encapsulated Alginate-whey Protein Micro-Gels .....</b>	<b>285</b>
Mohsen Zandi	
<b>Optimizing the Extraction of Effective Compounds from Onion by-products Using Microwave Dry- diffusion and Gravity Method .....</b>	<b>297</b>
Mehranush Gharibi Tehrani, Elham Azarpazhooh, Amirhossein Elhamirad, Parvin Sharayei, Ahmad Pedramnia, Hediye Yazdanfar	