



## مقاله پژوهشی

## بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی زیتون‌های سبز تهیه‌شده به روش تیمار قلیایی

آبرادات مصلاهی<sup>۱</sup>، مهناز مظاهری اسدی<sup>۲\*</sup>

۱. دانش آموخته دکتری، گروه بیوتکنولوژی، پژوهشکده زیست فناوری، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

۲. استاد، گروه بیوتکنولوژی، پژوهشکده زیست فناوری، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

(تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۱۰/۱۷، تاریخ آخرین بازنگری: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۱)

## چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر نمک در غلظت‌های ۰/۴٪، ۰/۸٪، ۱/۰٪ و اسیدلاکتیک با صفر و ۰/۵٪، در طول تیمار قلیایی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شامل pH، ترکیبات فنلی کل، قندهای احیاکننده و پروفایل اسیدهای چرب زیتون رقم زرد قزوین و آب نمک حاوی زیتون صورت گرفت. نتایج نشان داد مقدار ترکیبات فنلی کل در میوه زیتون، با افزایش مدت زمان نگهداری کاهش و در آب‌نمک افزایش یافت؛ ترکیبات فنلی میوه زیتون نیز با افزایش درصد نمک هم‌بند نتیجه را نشان داد. در حضور اسیدلاکتیک، پلی‌فنل‌های میوه زیتون کاهش یافت و در آب نمک افزایش نشان داد. pH میوه زیتون در طول دوره نگهداری کاهش و در آب نمک، افزایش پیدا کرد. کاهش pH میوه زیتون نقش مهمی را در بهبود کیفیت و کاهش آلودگی محصول طی تخمیر ایفا می‌کند. قندهای احیاکننده میوه زیتون طی مدت‌زمان نگهداری، به دلیل مصرف شدن توسط میکروارگانیسم‌ها کاهش پیدا کرد؛ بیشترین کاهش در میزان قندهای احیاکننده، در غلظت ۰/۸٪ نمک مشاهده شد. در نمونه‌های حاوی اسید با کاهش pH و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها میزان قندهای احیاکننده نسبت به نمونه‌های فاقد اسید، کاهش نشان داد. بررسی پروفایل اسیدهای چرب نتایج نشان داد که طی مراحل تیمار قلیایی و تخمیر، میزان اسیدهای چرب غیراشباع و چند غیراشباع و  $\omega_6$  نسبت به نمونه خام افزایش داشت، ولی نسبت  $\omega_3/\omega_6$  در کلیه نمونه‌ها، نسبت به نمونه خام کاهش یافت. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که افزودن اسید، همراه با غلظت بهینه نمک، می‌تواند در افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید کاهش pH و در نتیجه رسیدن به محصولی با خصوصیات کیفی و قابلیت نگهداری مناسب، مؤثر باشد.

کلیدواژه‌ها: اسیدلاکتیک باکتری‌ها، قندهای احیاکننده، زیتون رقم زرد، ترکیبات فنلی کل، تیمار قلیایی.

## ۱. مقدمه

میوه زیتون از جمله محصولات است که به دلیل تلخی زیاد، امکان مصرف مستقیم آن بلافاصله پس از برداشت وجود ندارد و می‌بایست تحت فرایندهای خاصی قرار گیرد. روش‌های متفاوتی جهت حذف عوامل تلخی از زیتون و آماده‌سازی آن جهت مصرف وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: الف) فرآوری زیتون‌های سبز در آب‌نمک به روش اسپانیایی (سویلی)؛ ب) فرایند زیتون‌های سیاه در آب نمک به روش کالیفرنایی؛ پ) فرآوری طبیعی زیتون‌های سیاه در آب‌نمک به روش یونانی.

در دو روش اول، عوامل تلخی توسط مواد قلیایی حذف می‌شوند، در حالی که در روش یونانی، میوه‌های زیتون به‌طور مستقیم در آب نمک قرار گرفته و بخشی از اولئوروپین موجود در آن‌ها، به‌صورت تدریجی و طی فرایند تخمیر حذف می‌شود [۴].

زیتون رقم زرد، مهم‌ترین رقم مورد استفاده در منطقه طارم سفلی، قزوین است و بخش عمده‌ای از محصول فرآوری شده را به خود اختصاص داده است [۵].

با اینکه تحقیقات زیادی بر روی فرایند تخمیر زیتون خوراکی در سطح کشورهای مختلف صورت پذیرفته، اما مشخصات فیزیکی شیمیایی و فلور میکروبی این محصولات، بر اساس شرایط اقلیمی و نوع رقم زیتون در هر منطقه جغرافیایی، متفاوت و منحصر به همان منطقه است. در این پژوهش مطالعه بر روی زیتون بومی منطقه طارم سفلی قزوین و پرکاربردترین آنکه رقم زرد است، صورت پذیرفت؛ لذا نتایج به دست آمده دارای استفاده کاربردی در واحدهای فرآوری است. یکی از موارد ابهام در زمینه فرآوری زیتون، میزان افزودن نمک و اسیدهای خوراکی است که در مورد ارقام مختلف زیتون، متفاوت است که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. مطالعاتی مشابه در این زمینه انجام گرفته است که در ادامه به چند مورد اشاره خواهد شد.

کامپانیلو و همکاران، ویژگی‌های میکروبی زیتون‌های سبز فرایند شده به دو روش تیمار قلیایی و تخمیر طبیعی را در ایتالیا مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق، گروه‌های میکروبی لاکتیک اسید باکتری‌ها، انتروباکتریاسه، سودوموناس‌ها، میکروکوس‌ها، استافیلوکوکوس‌ها و مخمرهای مؤثر بر تخمیر، طی مراحل مختلف تخمیر،

زیتون یکی از قدیمی‌ترین درختان شناخته‌شده در جهان است که بنا به نظرانی، منشاء آن را قاره آسیا دانسته‌اند که از حدود شش هزار سال پیش، از طریق کشورهای ایران، سوریه و فلسطین به باقی نواحی مدیترانه گسترش یافته است. در حال حاضر درخت زیتون از دامنه‌های غربی هیمالیا در شرق تا سواحل اقیانوس اطلس در غرب و در دو طرف دریای مدیترانه کشت می‌شود. علاوه بر نواحی نامبرده، در آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی و استرالیا نیز این درخت کاشته و استفاده می‌شود. تاریخ ورود زیتون به ایران کاملاً مشخص نیست. منابع موجود، ورود زیتون به شمال کشور را مربوط به ۹۰۰ سال پیش می‌دانند؛ تاریخی که به سابقه کشت آن در استان‌های گیلان، قزوین و زنجان برمی‌گردد. در حال حاضر علاوه بر استان‌های مذکور، در استان‌های گلستان و فارس نیز زیتون کشت می‌شود [۱].

میوه رسیده زیتون دارای ترکیبات مختلفی مثل آب، روغن، قندها، پروتئین‌ها، اسیدهای آلی و سلولز است. نسبت قسمت گوشتی به هسته زیتون، در میوه مناسب برای روغن‌کشی، نسبتی برابر ۴ به ۱ تا ۸ به ۱ است. بیشترین روغن (۹۸-۹۶٪) در قسمت گوشتی میوه قرار دارد که حدود ۶۰-۴۰٪ وزن میوه را تشکیل می‌دهد. هسته چوبی، دانه‌ای را در بر گرفته که روغن موجود در آن، به دلیل دارا بودن مقدار زیادی اسید لینولئیک، به مراتب غیراشباع‌تر از روغن قسمت گوشتی زیتون است [۲].

یکی از ترکیبات مهم موجود در زیتون، ترکیبات پلی‌فنلی شامل الکل و اسیدهای فنلی، فلاوونوئیدها و سکوپریدوئیدها<sup>۱</sup> است. ترکیبات فنلی زیتون، از نظر تغذیه‌ای اهمیت دارند، این ترکیبات بر طول عمر قفسه‌ای و کیفیت حسی زیتون کنسروی تأثیرگذار هستند. برخی از این ترکیبات مثل الئوروپین<sup>۲</sup> و مشتقات هیدرولیزی آن، دارای فعالیت ضد میکروبی علیه بخش وسیعی از گونه‌های میکروبی، از جمله لاکتیک اسید باکتری‌ها هستند [۳].

زیتون کنسروی با توجه به اهمیت اقتصادی و وسعت تجاری آن، مهم‌ترین محصول گیاهی تخمیری به حساب می‌آید.

1. Secoiridoids  
2. Oleuropein

قزوین تهیه شد. برداشت به صورت دستی و از حدود ۳۰ اصله درخت صورت گرفت. پس از جداسازی میوه‌های آفت‌زده و آسیب‌دیده، زیتون‌ها به مدت تقریبی ۸ ساعت در محلول هیدروکسید سدیم ۲٪ قرار گرفتند تا محلول هیدروکسید سدیم تا عمق دوسوم گوشت میوه‌ها نفوذ کند. سپس میوه‌ها به طور متوالی شست‌وشو شدند تا بقایای هیدروکسید سدیم به طور کامل برطرف شود و در نهایت در غلظت‌های ۴، ۸ و ۱۰٪ آب نمک، در شرایط حضور و یا عدم حضور اسید خوراکی با غلظت صفر و ۰/۵٪ اسیدلاکتیک، به مدت ۲۱۰ روز در دمای تقریبی  $25^{\circ}\text{C}$  نگهداری شدند تا تخمیر در آن‌ها صورت گیرد.

## ۲.۲. آزمون‌های شیمیایی نمونه‌ها

### ۱.۲.۲. اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل در میوه زیتون و در آب نمک

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل از معرف فولین - سیوکالتیو استفاده شد. برای این منظور، مقدار ۰/۵ گرم نمونه زیتون در داخل هاون در حضور ۳ ml متانول ۸۵٪ کاملاً همگن شد و پس از صاف کردن با کاغذ صافی، ۳۰۰  $\mu\text{l}$  از آن برداشته شد و به آن ۱۲۰۰  $\mu\text{l}$  کربنات سدیم ۷٪ افزوده شد و پس از ۹۰ دقیقه تکان دادن روی شیکر با سرعت ۱۲۰ rpm در دمای اتاق و در شرایط تاریکی، جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ nm با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Optizen 2120 UV PLUS ساخت کره جنوبی، در طول موج ۷۶۵ nm تعیین شد. جهت رسم منحنی استاندارد از رقت‌های ۷۰۰-۱۰۰ ppm اسیدگالیک استاندارد، به صورت هفت نقطه‌ای استفاده شد. مجموع ترکیبات فنلی کل به صورت میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شد. برای آب نمک نیز از همین روش استفاده شد [۱۱-۱۰].

### ۲.۲.۲. اندازه‌گیری pH

اندازه‌گیری pH هم در آب نمک و هم در میوه زیتون و با استفاده از pH متر متروم آلمان، مدل ۷۴۴ صورت گرفت. عمل کالیبره کردن دستگاه توسط دو محلول بافر استاندارد با pHهای ۴/۰۰ و ۷/۰۰ انجام شد.

جداسازی و مورد ارزیابی قرار گرفتند [۶]. دخانی و همکاران، چهار رقم زیتون کالاماتا، ماری، زرد و فیشمی را از شهرستان رودبار تهیه و این ارقام با دو روش تخمیر طبیعی و تخمیر هدایت‌شده با کشت آغازگر لاکتوباسیلوس پلانتروم، به مدت ۱۰۰ روز فرایند شدند و خصوصیات فیزیوشیمیایی محصول اندازه‌گیری شد. این تحقیق نشان داد که قند غالب در نمونه‌های زیتون، گلوکز بوده، همچنین تغییرات کمی قندهای زیتون در طول تخمیر، روندی کاهشی داشت؛ بیشترین مصرف قند در روش تخمیر طبیعی بود [۷]. نیک زاد و همکاران طی تحقیقی در سال ۱۳۹۲ شاخص‌های روغنی، اسیدهای چرب اشباع، تک غیراشباع، چند غیراشباع، امگا ۳ و امگا ۶ در ۵ رقم زرد، فیشمی، آسکوالانا، آمیگدالولیا و کنسروالیا در مراحل تیمارهای خام، قلیایی، آب شویی، تخمیر و پاستوریزاسیون را اندازه‌گیری کردند. در این تحقیق روغن ارقام زرد و کنسروالیا، در حین فرایند افزایش داشت. این روغن دارای ارزش تغذیه‌ای و بیولوژیکی بالایی است، لذا ارقامی برای کنسرو توصیه شد که افت روغن آن کمتر باشد [۸]. عمویی و همکاران اسیدهای چرب ۴ رقم زیتون (ماری، زرد، روغنی و سوری) در میوه خام و مراحل تلخی زدایی، آبشویی، تخمیر و پاستوریزاسیون را مورد مطالعه قرار دادند. نتیجه مطالعه این بود که در همه مراحل و در همه ارقام اولئیک، پالمیتیک، لینولئیک و استئاریک اسید دارای مقادیر بالاتری بودند. بیشترین تغییرات در اسیدهای چرب اشباع در مرحله تلخی‌زدایی و آبشویی و در اسیدهای چرب غیراشباع در مرحله آبشویی و پاستوریزاسیون و بیشترین مقدار  $\omega_6/\omega_3$  در رقم زرد مشاهده شد [۹].

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲. تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها

زیتون مورد استفاده در این تحقیق از نوع رقم زرد بود و تمام مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش، از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. نمونه‌برداری در نیمه اول مهرماه انجام شد؛ زمان مناسب رسیدگی میوه‌های زیتون که رنگ آن‌ها به صورت سبز تیره درمی‌آید. میوه‌های زیتون مورد استفاده در این پژوهش، از درختان مزرعه کشت و صنعت خندان واقع در اراضی روستای سیاهپوش منطقه طارم سفلی

نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 رسم شدند.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۱.۳. نتایج اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل در میوه زیتون

شکل (۱) تغییرات میانگین مقادیر فنل کل نمونه‌های مختلف زیتون (mg GA/kg) طی دوره تیمار قلیایی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، میزان ترکیبات فنلی کل، با افزایش زمان تخمیر در میوه زیتون به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد؛ بیشترین مقدار در روز صفر و کمترین مقدار در روز ۲۱۰ مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). گیای و همکاران در طی دوره تخمیر، کاهش معنی‌داری در ترکیبات فنلی میوه زیتون مشاهده کردند. طی دوره تخمیر میکروارگانیسم‌های موجود در محیط، از جمله لاکتیک اسید باکتری‌ها باعث هیدرولیز پلی فنل‌ها، مخصوصاً الئوروپین می‌شوند [۱۴].

#### ۳.۲.۲. اندازه‌گیری مقدار قندهای احیاءکننده

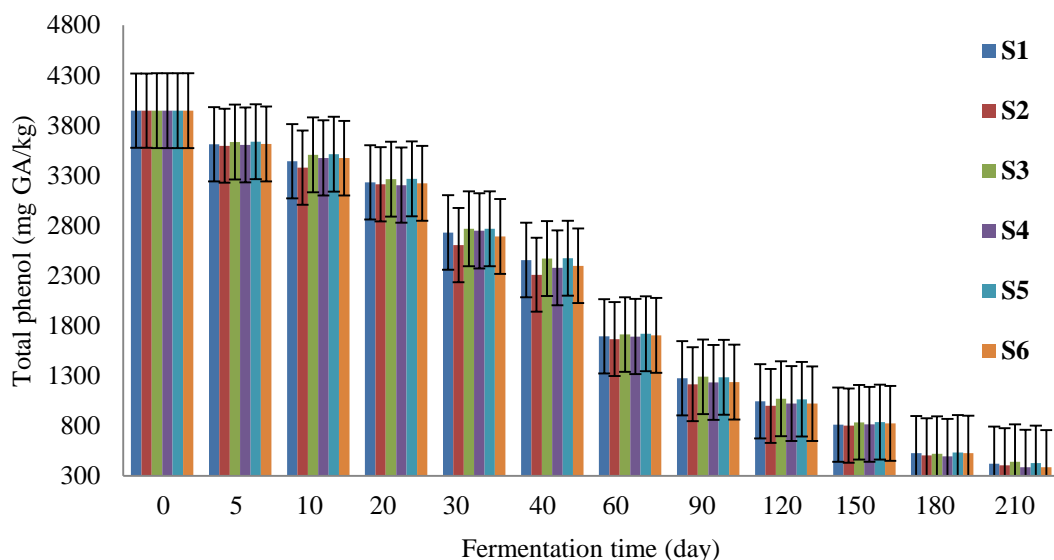
تعیین قندهای احیاءکننده بر حسب گرم گلوکز در ml ۱۰۰ از آب‌نمک بر اساس روش گاردیو فرناندز و همکاران و با کمک روش طیف‌سنجی (طول موج ۴۸۵ nm) انجام شد و میزان قندهای احیاءکننده بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک گزارش شد [۱۲].

#### ۴.۲.۲. تعیین نوع و مقدار اسیدهای چرب

شناسایی و تعیین مقدار اسیدهای چرب میوه زیتون، با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به آشکارساز جرمی GC-MS و دتکتور FID و بر اساس روش ذکرشده در استاندارد شماره COI/T20/Doc.24 انجام شد [۱۳].

#### ۳.۲. تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور انجام تحقیق و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمون‌ها، از تجزیه واریانس در طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال  $\alpha = 5\%$  و با استفاده از



شکل (۱) تغییرات میانگین مقادیر فنول کل (mg GA/kg) نمونه‌های زیتون فرآوری شده با روش تیمار قلیایی (S<sub>1</sub>: ۴٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>2</sub>: ۴٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>3</sub>: ۸٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>4</sub>: ۸٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>5</sub>: ۱۰٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>6</sub>: ۱۰٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک).

**Fig 1.** Total phenol content mean variations (mg GA/kg) of olive samples with alkaline processing method (S<sub>1</sub>: 4% salt, without lactic acid; S<sub>2</sub>: 4% salt, with lactic acid; S<sub>3</sub>: 8% salt, without lactic acid; S<sub>4</sub>: 8% salt, with lactic acid; S<sub>5</sub>: 10% salt, without lactic acid; S<sub>6</sub>: 10% salt, with lactic acid)

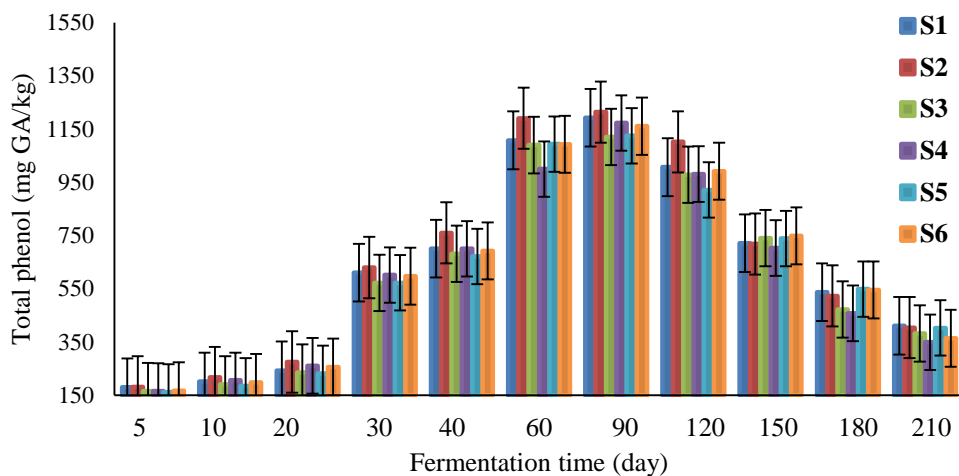
بیشترین مقدار با اختلاف معنی دار، مربوط به روز ۹۰ بود ( $p < 0.05$ ). از روز ۹۰ تا ۲۱۰ کاهش معنی داری در میزان ترکیبات فنلی آب نمک مشاهده شد. کیای و همکاران تا روز ۲۸ تخمیر افزایش در پلی فنل های آب نمک مشاهده کردند و روز ۴۰ به بعد، کاهش معنی دار در مقدار پلی فنل ها قابل مشاهده بود. بنا بر نظر آنها، این کاهش ممکن است مربوط به تجزیه پلی فنل ها توسط لاکتیک اسید باکتری ها باشد [۱۴].

در حضور اسیدلاکتیک میزان پلی فنل آب نمک به طور معنی داری افزایش نشان داد ( $p < 0.05$ ). در تحقیق رومئو و همکاران، مقدار کل ترکیبات فنلی در حضور اسید در گوشت میوه کاهش داشت [۴]؛ بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که در آب نمک افزایش خواهد داشت. بیشترین میزان پلی فنل در غلظت ۴٪ نمک مشاهده شد که اختلاف معنی داری با سایر غلظت ها داشت ( $p < 0.05$ ). بر اساس نتایج، با افزایش غلظت نمک به ۸٪، میزان پلی فنل ها کاهش نشان داد ولی در غلظت ۱۰٪، دوباره افزایش در مقدار پلی فنل آب نمک مشاهده شد و این تغییرات معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). رومئو و همکاران دریافتند با افزایش غلظت نمک از ۸ به ۱۵٪، میزان پلی فنل کل در میوه زیتون افزایش می یابد؛ در نتیجه امکان کاهش آن در آب نمک وجود دارد [۴].

در نمونه های با غلظت نمک بالاتر، مقادیر بیشتری از پلی فنل ها وجود داشت، به نحوی که بیشترین میزان پلی فنل در غلظت نمک ۱۰٪ و کمترین در غلظت ۴٪ مشاهده شد. در تحقیق رومئو و همکاران در سال ۲۰۱۰ با افزایش غلظت نمک در پایان دوره تخمیر، مقدار پلی فنل ها در میوه زیتون افزایش پیدا کرد [۴]. در نمونه های حاوی اسیدلاکتیک، مقادیر کمتری از پلی فنل ها نسبت به نمونه های فاقد اسید، مشاهده شد. می توان این کاهش را به فعالیت بیشتر لاکتیک اسید باکتری ها در محیط های با اسیدیته بالاتر مرتبط دانست. رومئو و همکاران، به نتایج مشابهی دست یافتند و در نمونه های حاوی اسید، مقدار ترکیبات فنلی باقیمانده در میوه زیتون در پایان دوره نگهداری کاهش نشان داد [۴]. همان گونه که در بالا ذکر شد، اسیدیته می تواند نقش مؤثری در افزایش حلالیت فنل ها داشته باشد.

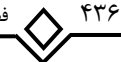
### ۳.۲. نتایج اندازه گیری میزان ترکیبات فنلی کل در آب نمک

شکل (۲) تغییرات میانگین مقادیر فنل کل نمونه های مختلف آب نمک (mg GA/kg) طی دوره تیمار قلیایی را نشان می دهد. با افزایش زمان تخمیر، میزان ترکیبات فنلی کل در آب نمک از روز پنجم تا روز ۹۰، افزایش یافت و



شکل (۲) تغییرات میانگین مقادیر فنول کل (mg GA/kg) نمونه های آب نمک (S<sub>1</sub>: ۴٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>2</sub>: ۴٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>3</sub>: ۸٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>4</sub>: ۸٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>5</sub>: ۱۰٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>6</sub>: ۱۰٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک)

**Fig 2.** Total phenol content mean variations (mg GA/kg) of brine samples (S<sub>1</sub>: 4% salt, without lactic acid; S<sub>2</sub>: 4% salt, with lactic acid; S<sub>3</sub>: 8% salt, without lactic acid; S<sub>4</sub>: 8% salt, with lactic acid; S<sub>5</sub>: 10% salt, without lactic acid; S<sub>6</sub>: 10% salt, with lactic acid)



### ۳.۳. نتایج اندازه‌گیری pH میوه زیتون طی تیمار قلیایی

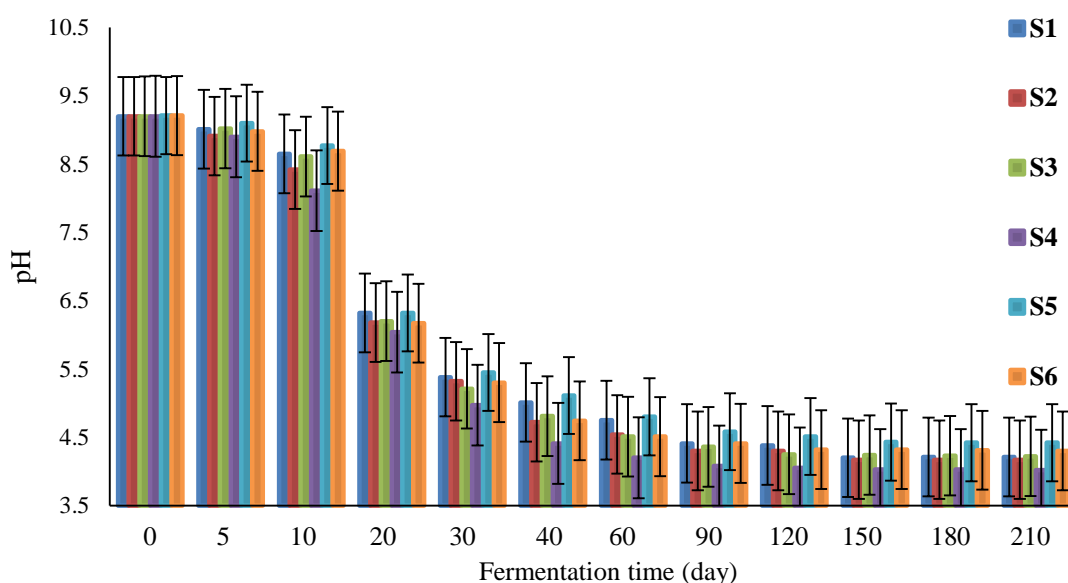
در ابتدای فرایند، pH میوه خام ۵/۱۲ بود که بعد از تیمار قلیایی به ۹/۲ در شروع پروسه تخمیر رسید. با افزایش زمان تخمیر از روز صفر تا ۲۱۰، میزان pH کاهش پیدا کرد. بیشترین میزان pH در روز صفر و سپس روزهای ۵ و بعد از آن ۱۰ مشاهده شد و تا روز ۲۱۰ کاهش معنی‌دار pH مشهود بود ( $p < 0.05$ ) (شکل ۳).

کامپانیلو و همکاران (۲۰۰۵) به نتایج مشابهی در تحقیق خود دست یافتند. بخش عمده کاهش pH در مدت‌زمان نگهداری، به دلیل فعالیت لاکتیک اسید باکتری‌ها، مخصوصاً در مراحل اولیه تخمیر بود [۶]. یونال و همکاران نیز کاهش pH را در روزهای نگهداری گزارش کردند؛ این کاهش در ۲ ماه اول نگهداری با شیب تندی اتفاق افتاد [۱۵].

بیشترین pH در غلظت ۱۰٪ نمک و کمترین در غلظت ۸٪ نمک مشاهده شد. اختلاف pH در هر سه غلظت نمک، معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ). در غلظت ۴٪ نمک ضمن رشد

اسیدلاکتیک باکتری‌ها سایر میکرواورگانیزم‌ها نیز شرایط مناسب رشد دارند، ولی در غلظت ۸٪ نمک رشد سایر گونه‌ها محدود شده و شرایط بهینه رشد لاکتیک اسید باکتری‌ها فراهم می‌شود و در نتیجه کمترین pH در این تیمار مشاهده می‌شود. در غلظت‌های بالاتر نمک رشد لاکتیک اسید باکتری‌ها محدود می‌شود. در حضور اسیدلاکتیک میزان pH به‌طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد. وجود اسید در محیط به سرعت رشد و غلبه لاکتیک اسید باکتری‌ها در محیط تخمیر کمک نموده و در نتیجه باعث کاهش سریع‌تر pH می‌شود.

رومئو و همکاران در سال ۲۰۱۲ مشاهده کردند که طی ۱۰ روز اول تخمیر به دلیل بالا بودن pH گروه‌های مختلف میکروبی، از جمله انتروباکتریاسه، مخمرها و لاکتیک اسید باکتری‌ها در محیط رشد می‌کنند؛ بعد از آن با کاهش تدریجی pH به زیر ۸، شرایط برای رشد اسید لاکتیک باکتری‌ها و تولید اسید فراهم گشته و در نتیجه تا حدود روز ۶۰، تخمیر pH به‌سرعت کاهش می‌یابد [۱۶].



شکل (۳) تغییرات میانگین مقادیر pH نمونه‌های زیتون فرآوری شده با روش تیمار قلیایی (S<sub>1</sub>: ۴٪ نمک، بدون اسید لاکتیک؛ S<sub>2</sub>: ۴٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>3</sub>: ۸٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>4</sub>: ۸٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>5</sub>: ۱۰٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>6</sub>: ۱۰٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک)

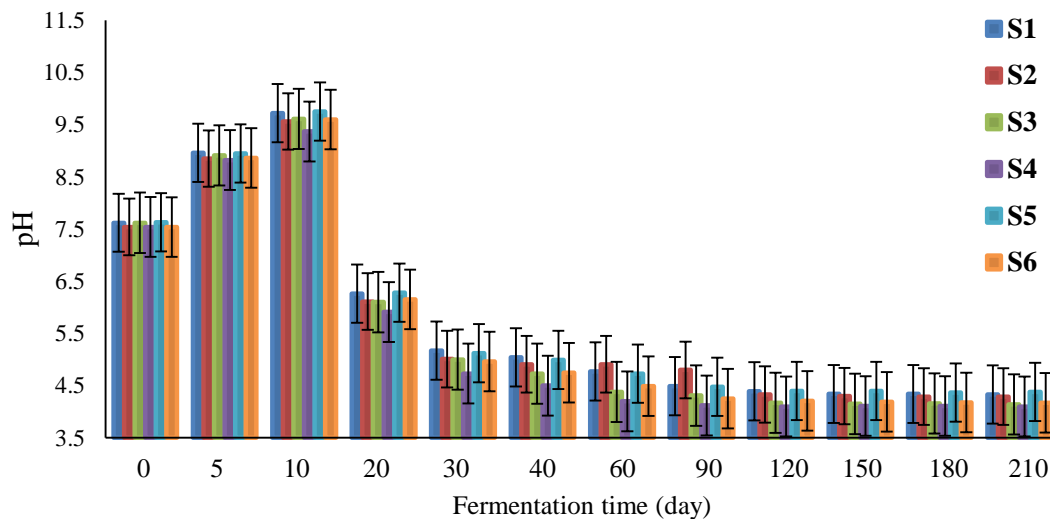
**Fig 3.** pH content mean variations of olive samples with alkaline processing method (S<sub>1</sub>: 4% salt, without lactic acid; S<sub>2</sub>: 4% salt, with lactic acid; S<sub>3</sub>: 8% salt, without lactic acid; S<sub>4</sub>: 8% salt, with lactic acid; S<sub>5</sub>: 10% salt, without lactic acid; S<sub>6</sub>: 10% salt, with lactic acid)

#### ۴.۳. نتایج اندازه گیری pH آب نمک طی تیمار قلیایی

شکل بعدی، تغییرات میانگین مقادیر pH نمونه های مختلف آب نمک طی تیمار قلیایی ۲۱۰ روزه را نشان می دهد. میانگین pH آب نمک در ابتدای مرحله تخمیر ۷/۵۸ بود. طی ۱۰ روز اول، تخمیر pH آب نمک به دلیل نفوذ ترکیبات قلیایی از میوه زیتون به داخل آن و همچنین فعالیت ضعیف لاکتیک اسید باکتری ها، به شدت افزایش نشان داد ( $p < 0.05$ ). از روز ۱۰ تخمیر تا روز ۶۰ pH آب نمک کاهش معنی دار داشت که می توان با فعالیت لاکتیک اسید باکتری ها و تولید اسید آن را مرتبط دانست. کامپانیلو و همکاران به

نتایج مشابهی دست یافتند [۶].

از آنجایی که کاهش pH نشان دهنده فعالیت بیشتر میکروارگانیسم های تولیدکننده اسید است که در نتیجه منجر به بهبود خصوصیات کیفی و افزایش قابلیت نگهداری محصول تولیدی می شود، در این تحقیق بیشترین میزان کاهش pH به ترتیب در آب نمک با غلظت های ۸، ۱۰ و ۴٪ اتفاق افتاد. در حضور اسیدلاکتیک میزان pH به صورت معنی دار کاهش نشان داد. کمترین pH در روز ۲۱۰ تخمیر و در حضور اسید مشاهده شد. رومئو و همکاران نیز نتایج مشابهی به دست آوردند [۱۶].



شکل (۴) تغییرات میانگین مقادیر pH نمونه های آب نمک (S<sub>1</sub>: ۴٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>2</sub>: ۴٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>3</sub>: ۸٪ نمک، بدون اسید لاکتیک؛ S<sub>4</sub>: ۸٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>5</sub>: ۱۰٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>6</sub>: ۱۰٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک)

**Fig 4.** pH content mean variations of brine samples (S<sub>1</sub>: 4% salt, without lactic acid; S<sub>2</sub>: 4% salt, with lactic acid; S<sub>3</sub>: 8% salt, without lactic acid; S<sub>4</sub>: 8% salt, with lactic acid; S<sub>5</sub>: 10% salt, without lactic acid; S<sub>6</sub>: 10% salt, with lactic acid)

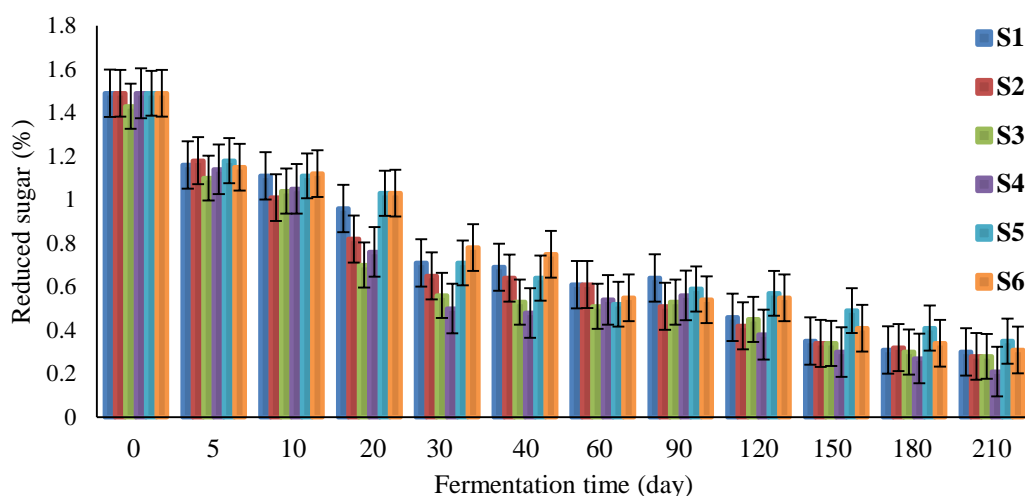
که اختلاف معنی دار با دو تیمار دیگر داشت ( $p < 0.05$ ) و کمترین میزان این قندها در غلظت ۸٪ مشاهده شد که بیشترین کاهش pH و بیشترین فعالیت میکروارگانیسم های مولد اسید نیز در همین غلظت نمک گزارش شد و نتایج به دست آمده در بررسی تغییرات pH با نتایج فوق مطابقت داشت. پیگا و همکاران نشان دادند که قندهای احیا در میوه زیتون در طول مدت نگهداری کاهش می یابد؛ این موضوع مبین این است که این قندهای قابل تخمیر بلافاصله پس از تراوش از گوشت میوه به داخل آب نمک، توسط میکروارگانیسم ها مورد استفاده قرار می گیرند. قندهای احیا

#### ۵.۳. نتایج اندازه گیری قندهای احیاءکننده در میوه

##### زیتون طی تیمار قلیایی

مقدار قندهای احیاءکننده میوه زیتون با افزایش روزهای تخمیر از صفر تا ۲۱۰ به صورت معنی دار ( $p < 0.05$ ) کاهش پیدا کرد (شکل ۵). میزان قندهای احیاءکننده در نمونه های خام زیتون ۲/۹۸٪ بود که بخش قابل توجهی از آن در اثر تیمار قلیایی و شست و شو کاهش یافت و به ۱/۴۹٪ رسید و کاهش این قندها تا روز ۲۱۰ به دلیل مصرف آن توسط میکروارگانیسم های تولیدکننده اسید ادامه داشت [۱۵]. بیشترین مقدار قندهای احیاءکننده در غلظت نمک ۱۰٪ بود

کننده فاکتور محدودکننده تخمیر هستند [۱۷]. در حضور اسید با کاهش pH و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها میزان قند احیاکننده در نمونه‌های دارای اسید نسبت به نمونه‌های فاقد اسید کاهش نشان داد.



شکل (۵) تغییرات میانگین مقادیر قندهای احیاکننده (% قند) نمونه‌های زیتون فرآوری شده با روش تیمار قلیایی (S<sub>1</sub>: ۴٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>2</sub>: ۴٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>3</sub>: ۸٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>4</sub>: ۸٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>5</sub>: ۱۰٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>6</sub>: ۱۰٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک)

**Fig 5.** reduced sugar (%) content mean variations of olive samples with alkaline processing method (S<sub>1</sub>: 4% salt, without lactic acid; S<sub>2</sub>: 4% salt, with lactic acid; S<sub>3</sub>: 8% salt, without lactic acid; S<sub>4</sub>: 8% salt, with lactic acid; S<sub>5</sub>: 10% salt, without lactic acid; S<sub>6</sub>: 10% salt, with lactic acid)

نمونه‌های ۱۰٪ نمک بدون اسید و ۴٪ نمک بدون اسید بوده است.

نتایج این تحقیق با نتایج پیگا و همکاران همخوانی داشت. در تحقیق آنها میزان قند در آب نمک طی دو ماه اول تخمیر کمتر از ۰/۱٪ بود که نشان‌دهنده انجام آهسته فرایند تخمیر است [۱۷].

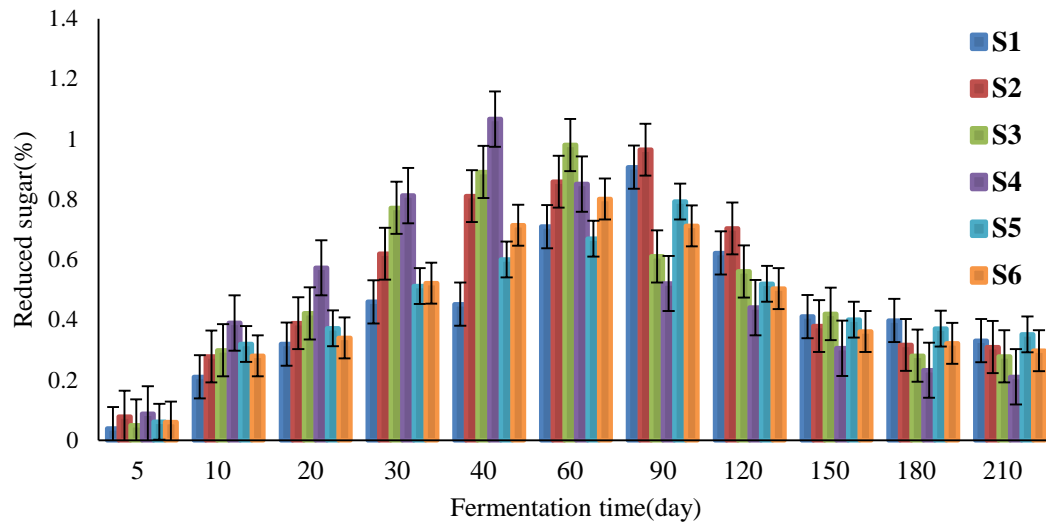
میانگین میزان قندهای احیاکننده در آب‌نمک نمونه‌های حاوی ۸، ۴ و ۱۰٪ نمک به ترتیب کاهش داشت؛ ولی در پایان مرحله تخمیر کمترین میزان قندهای احیاکننده به ترتیب در نمونه‌های دارای غلظت نمک ۸٪ با اسید و بدون اسید مشاهده شد. در حضور اسید با کاهش pH و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها میزان قند احیاکننده در نمونه‌های دارای اسید نسبت به نمونه‌های فاقد اسید کاهش نشان داد.

### ۶.۳. نتایج اندازه‌گیری قندهای احیاکننده در آب‌نمک طی تیمار قلیایی

میزان قندهای احیاکننده تا روز ۶۰ تخمیر در آب‌نمک افزایش و سپس به صورت معنی‌دار ( $p < 0/05$ ) تا روز ۲۱۰ کاهش داشت (شکل ۶). بیشترین تراوش قندهای احیا به داخل آب‌نمک در روزهای ۳۰ تا ۶۰ تخمیر اتفاق افتاد. در شروع فرایند تخمیر میزان قندهای احیاکننده در آب‌نمک ۰/۰۶۳٪ بود که طی ۹۰ روز به تدریج از میوه به داخل آب نمک وارد شد و افزایش یافت و سپس کاهش نشان داد.

میزان قند احیا در روزهای ۱۰ و ۲۱۰ تفاوت معنی‌دار آماری با هم نداشت. بیشترین میزان مصرف قندهای احیاکننده به ترتیب مربوط به نمونه‌های ۸٪ نمک با اسیدلاکتیک و ۸٪ نمک بدون اسیدلاکتیک بود و کمترین میزان مصرف قندهای احیاکننده به ترتیب مربوط به





شکل (۶) تغییرات میانگین مقادیر قندهای احیاکننده (%) نمونه‌های آب‌نمک (S<sub>1</sub>: ۴٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>2</sub>: ۴٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛

S<sub>3</sub>: ۸٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>4</sub>: ۸٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک؛ S<sub>5</sub>: ۱۰٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک؛ S<sub>6</sub>: ۱۰٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک)

**Fig 5.** reduced sugar (%) content mean variations of brine samples (S<sub>1</sub>: 4% salt, without lactic acid; S<sub>2</sub>: 4% salt, with lactic acid; S<sub>3</sub>: 8% salt, without lactic acid; S<sub>4</sub>: 8% salt, with lactic acid; S<sub>5</sub>: 10% salt, without lactic acid; S<sub>6</sub>: 10% salt, with lactic acid)

افزودن اسید) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد درصد اسیدهای چرب تک غیراشباع در نمونه‌های حاوی ۱۰٪ نمک، نسبت به میوه خام کاهش داشت که می‌توان آن را با کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها، خصوصاً لاکتیک اسید باکتری‌ها در این نمونه‌ها مرتبط دانست. مهم‌ترین اسید چرب تک غیراشباعی در میوه زیتون اسید اولئیک است. در میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) در تمام نمونه‌ها نسبت به میوه خام افزایش معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین مقدار در نمونه S<sub>5</sub> (۱۰٪ نمک، بدون افزودن اسید) به میزان ۱۳/۲۰٪ مشاهده شد. نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع (PUFA/SFA) در کلیه نمونه‌ها نسبت به میوه خام افزایش داشت. بیشترین افزایش در نمونه S<sub>5</sub> (۱۰٪ نمک، بدون افزودن اسید) به میزان ۰/۶۵٪ اندازه‌گیری شد. این شاخص در تمامی نمونه‌ها نسبت به میوه خام افزایش نشان داد. نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع در میوه خام ۰/۵۷٪ بود. نتایج حاصل از بررسی میزان اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در این تحقیق با مطالعه عمویی و همکاران مطابقت داشت [۹]. طبق نتایج به دست آمده از تحقیق نیک‌زاد و همکاران نیز میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) از ۱۲/۶٪ در میوه خام به ۱۴/۲۶٪ در مرحله

### ۷.۳. نتایج بررسی میزان چربی و اسیدهای چرب در میوه زیتون تهیه‌شده به روش تیمار قلبایی

جداول (۱ و ۲) نتایج تعیین پروفایل اسیدهای چرب و میزان کل روغن در نمونه زیتون خام و محصول نهایی بعد از ۲۱۰ روز تخمیر را نشان می‌دهد. ۱۸/۲۳٪ روغن در نمونه خام زیتون اندازه‌گیری شد. در تمام نمونه‌هایی که تحت تخمیر قرار گرفت میزان روغن به‌صورت معنی‌دار از نمونه‌های خام اولیه کمتر بود. کمترین مقدار روغن در نمونه S<sub>5</sub> (۱۰٪ نمک، بدون افزودن اسیدلاکتیک) (۱۷/۵۱٪) مشاهده شد.

در بررسی اسیدهای چرب اشباع (SFA) بیشترین میزان (۲۰/۸۰٪) اسید چرب اشباع در نمونه S<sub>2</sub> (۴٪ نمک، دارای اسیدلاکتیک) مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها داشت و کمترین مقدار در میوه خام زیتون به میزان ۲۰/۲۱٪ مشاهده شد. نتایج بررسی میزان اسید چرب غیراشباع (UFA) نشان داد، نمونه میوه خام حاوی ۷۹/۷۵٪ اسید چرب غیراشباع بود. میزان اسیدهای چرب غیراشباع، طی مراحل فرآوری و تخمیر افزایش پیدا کرد. بیشترین مقدار، مربوط به نمونه S<sub>3</sub> (۸٪ نمک، بدون افزودن اسید) به میزان ۸۰/۸۱٪ بود. بیشترین مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA) نیز در نمونه S<sub>3</sub> (۸٪ نمک، بدون

تخمیر و به ۱۶/۰۳٪ در مرحله پاستوریزاسیون رسید که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد [۸].

$\omega_3$  (اسید لینولنیک) در میوه خام ۱/۴۱٪ بود که با نمونه  $S_4$  (۸٪ نمک، دارای اسید) و  $S_6$  (۱۰٪ نمک، دارای اسید) تفاوت معنی‌دار نداشت. طبق نتایج عمومی و همکاران در بررسی تغییرات اسیدهای چرب چهار رقم زیتون در مراحل مختلف فرآوری، میزان  $\omega_3$  طی فرایند زیتون نسبت به میوه خام، کاهش پیدا کرد [۹] و طبق یافته‌های یونال و همکاران، اسیدلینولنیک در میوه زیتون اولیه ۱/۰۹ بعد از تلخی زدایی ۱/۴۸ و در پایان دوره نگهداری به ۱/۱۶ رسید [۱۵].

$\omega_6$  (اسیدلینولئیک) در همه نمونه‌ها نسبت به میوه خام زیتون افزایش نشان داد که بیشترین میزان در  $S_1$  (۴٪ نمک، بدون افزودن اسید) (۱۱/۸۰٪) مشاهده شد. نسبت  $\omega_3/\omega_6$  در کلیه نمونه‌ها نسبت به نمونه خام میوه زیتون کاهش نشان داد. کمترین میزان مربوط به نمونه  $S_5$  (۱۰٪ نمک، بدون افزودن اسید) (۰/۰۹۷٪) و در نمونه خام ۰/۱۲۸٪ بود. براساس نتایج، طی مراحل تیمار قلیایی و تخمیر، میزان اسیدهای چرب غیراشباع و چند غیراشباع  $\omega_6$  نسبت به نمونه خام افزایش داشت، ولی نسبت  $\omega_3/\omega_6$  در کلیه نمونه‌ها نسبت به نمونه خام کاهش نشان داد.

جدول (۱) مقادیر اسیدهای چرب نمونه‌های چرب مختلف زیتون تخمیرشده به روش قلیایی

Table 1. Fatty acid content of olive samples with alkaline processing method

PUFA(%)	MUFA(%)	UFA(%)	SFA(%)	روغن (%)	تیمارها
<sup>e</sup> 11.59±0.09	<sup>c</sup> 68.16±0.05	<sup>d</sup> 79.75±0.08	<sup>d</sup> 20.21±0.05	<sup>a</sup> 18.23±0.03	<b>Si</b>
<sup>d</sup> 12.01±0.14	<sup>b</sup> 68.31±0.08	<sup>c</sup> 79.91±0.06	<sup>b</sup> 20.61±0.11	<sup>b</sup> 18.09±0.08	<b>S1</b>
<sup>c</sup> 12.33±0.08	<sup>b</sup> 68.41±0.12	<sup>b</sup> 80.51±0.10	<sup>a</sup> 20.80±0.06	<sup>b</sup> 18.12±0.07	<b>S2</b>
<sup>b</sup> 12.82±0.10	<sup>a</sup> 68.90±0.09	<sup>a</sup> 80.81±0.13	<sup>c</sup> 20.40±0.07	<sup>b</sup> 17.99±0.11	<b>S3</b>
<sup>b</sup> 12.98±0.06	<sup>a</sup> 68.80±0.11	<sup>c</sup> 79.99±0.09	<sup>c</sup> 20.41±0.06	<sup>b</sup> 18.02±0.12	<b>S4</b>
<sup>a</sup> 13.20±0.12	<sup>d</sup> 67.71±0.14	<sup>c</sup> 80.03±0.09	<sup>c</sup> 20.32±0.05	<sup>c</sup> 17.51±0.13	<b>S5</b>
<sup>b</sup> 12.91±0.07	<sup>e</sup> 67.31±0.10	<sup>b</sup> 80.44±0.11	<sup>cd</sup> 20.30±0.08	<sup>c</sup> 17.70±0.08	<b>S6</b>
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	<b>P-value at 0.05</b>

$\omega_3/\omega_6$	$\omega_6$ (%)	$\omega_3$ (%)	PUFA/MUFA	PUFA/SFA	تیمارها
<sup>a</sup> 0.128±0.003	<sup>d</sup> 10.99±0.08	<sup>a</sup> 1.411±0.009	<sup>d</sup> 1.170±0.001	<sup>d</sup> 0.574±0.003	<b>Si</b>
<sup>c</sup> 0.103±0.002	<sup>a</sup> 11.80±0.04	<sup>c</sup> 1.221±0.006	<sup>c</sup> 0.176±0.002	<sup>cd</sup> 0.583±0.007	<b>S1</b>
<sup>b</sup> 0.120±0.001	<sup>bc</sup> 11.61±0.10	<sup>b</sup> 1.395±0.004	<sup>c</sup> 0.180±0.002	<sup>c</sup> 0.593±0.004	<b>S2</b>
<sup>c</sup> 0.104±0.005	<sup>c</sup> 11.54±0.07	<sup>d</sup> 1.202±0.008	<sup>b</sup> 0.186±0.003	<sup>b</sup> 0.628±0.003	<b>S3</b>
<sup>b</sup> 0.120±0.002	<sup>ab</sup> 11.75±0.03	<sup>a</sup> 1.408±0.006	<sup>b</sup> 0.188±0.001	<sup>b</sup> 0.636±0.005	<b>S4</b>
<sup>d</sup> 0.097±0.001	<sup>b</sup> 11.70±0.03	<sup>e</sup> 1.131±0.010	<sup>a</sup> 0.195±0.002	<sup>a</sup> 0.651±0.004	<b>S5</b>
<sup>b</sup> 0.121±0.000	<sup>b</sup> 11.70±0.04	<sup>a</sup> 1.412±0.007	<sup>a</sup> 0.192±0.001	<sup>b</sup> 0.636±0.007	<b>S6</b>
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	<b>P-value at 0.05</b>

(S<sub>1</sub>: 4% salt, without lactic acid; S<sub>2</sub>: 4% salt, with lactic acid; S<sub>3</sub>: 8% salt, without lactic acid; S<sub>4</sub>: 8% salt, with lactic acid; S<sub>5</sub>: 10% salt, without lactic acid; S<sub>6</sub>: 10% salt, with lactic acid)

\* حروف بزرگ مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار (p>0.05) در هر ستون و حروف کوچک مشابه نمایان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است. (p>0.05)

#### ۴. نتیجه‌گیری

کرد. در حضور اسیدلاکتیک پلی‌فنل‌های میوه زیتون کاهش و در آب‌نمک افزایش داشت. pH میوه زیتون در طی دوره نگهداری کاهش و در آب‌نمک افزایش پیدا کرد. قندهای افزایش مدت‌زمان نگهداری کاهش و در آب‌نمک افزایش پیدا

کلیه نمونه‌ها نسبت به نمونه خام کاهش یافت. نمونه  $S_3$  (۸٪ نمک، بدون اسیدلاکتیک) دارای بیشترین میزان اسیداولتیک و مقادیر مناسبی از ترکیبات پلی فنلی بود. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که افزودن اسید همراه با غلظت بهینه نمک می‌تواند در افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید، کاهش pH و در نتیجه رسیدن به محصولی با خصوصیات کیفی و قابلیت نگهداری مناسب مؤثر باشد.

احیاکننده میوه زیتون در مدت‌زمان نگهداری T به دلیل مصرف شدن توسط میکروارگانیزم‌ها کاهش پیدا کرد. در حضور اسید با کاهش pH و افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌ها میزان قند احیاکننده در نمونه‌های دارای اسید نسبت به نمونه‌های فاقد اسید کاهش نشان داد. در بررسی پروفایل اسیدهای چرب، نتایج نشان داد که طی مراحل تیمار قلیایی و تخمیر، میزان اسیدهای چرب غیراشباع و چند غیراشباع و  $\omega_3/\omega_6$  نسبت به نمونه خام افزایش داشت، ولی نسبت

### منابع

- [1] Zeinanloo, A.A. (2010). *The Oily and canned olive cultivars*. Qazvin: Sayegostar publisher. [In Persian]
- [2] Ebrahim zade, H., Zeinanloo, A.A., & Peivandi, M. (2012). *The olive of Iran in a research perspective*. Tehran: Takrang Publisher. [In Persian]
- [3] Ruiz-Barba, J.L., Rios-Sánchez, R.M., Fedriani-Iriso, C., Olias, J.M., Rios, J.L., & Jiménez-Díaz, R. (1990). Bactericidal effect of phenolic compounds from green olives on *Lactobacillus plantarum*. *Syst. Appl. Microbiol.*, 13 199–205.
- [4] Romeo, F. V., Piscopo, A., & Poiana, M. (2010). Effect of acidification and salt concentration on two black brined olives from Sicily (cv moresca and giaraffa). *Grasas y Aceites.*, 61 (3), 251-260.
- [5] Mosallaei, A. (2013). *The organization and promotion of the safety in traditional olive processing workshops of Tarom Sofla district of Qazvin province*. The comprehensive health plan of Qazvin province. [In Persian]
- [6] Campaniello, D., Bevilacqua, A., D'Amato, D., Corbo, M. R., Altieri, C., & Sinigaglia, M. (2005). Microbial characterization of table olives processed according to spanish and natural styles. *Food Technol. Biotechnol.*, 43 (3) 289–294.
- [7] Dokhani, S., Saburi-Helestani S., & Shokrani R. (2000). Qualitative and quantitative change of sugar in processed olives during fermentation by HPLC. *Iranian J. Agric. Sci.*, 31 (4), 677-687. [In Persian]
- [8] Nikzad, N., Sahari, M. A., Ghavami M., Piravi Vanak, Z., Hoseini, S. E., Safafar, H., & Boland Nazar, S. A. (2012). Physico-chemical properties and nutritional indexes of cultivars during table olive processing. *JFST.*, 10 (39), 31-41. [In Persian]
- [9] Amooi, A., Sahari, M.L., & Barzegar, M. (2015). Effect of the processing steps (harvesting time to pasteurization) on percentage of fatty acids in table olive. *Curr. Nutr. Food Sci.*, 11, 44-52.
- [10] Soleimani Morche Khorti, E., & Memarian, H. (2012). *Investigation of the olive production status in the country (with an emphasis on guaranteed purchase)*. The office of infrastructure studies of Islamic Consultative Assembly. Code 250, Serial number 12311. [In Persian]
- [11] Hazbavi A., Fattahi F., Kazemi S.H., & Ashraf Z. (2008). Some of the engineering properties of olive fruit and olive pit. In: *Proceedings of the 18<sup>th</sup> Natl. Food Sci. Technol. Congr. (pp. 1-5), Mashhad, Iran.*
- [12] Garrido-Fernandez A., Fernandez M.J., & Adams M.R. (1997). Naturally black olives type. In: Garrido-Fernandez A., M.J. Fernandez and M.R. Adams (Eds). *Table olives: Production and processing* (pp. 289–367). London: Chapman and Hall
- [13] IOC, (2001). Preparation of the fatty acid methyl esters from olive oil and pomace olive oil, COI/T.20/Doc. No. 24
- [14] Kiai, H., Hafidi, A. (2014). Chemical composition changes in four green olive cultivars during spontaneous fermentation. *LWT-Food Sci. Technol.*, 57(2), 663-670.
- [15] Unal, K., & Nergiz, C. (2003). The effect of table olive preparing methods and storage on the composition and nutritive value of olives. *Grasas y Aceites.*, 54 (1), 71-76.
- [16] Romeo, F. V. (July 10th 2012). Microbiological Aspects of Table Olives. 23rd Reviewed, DOI: 10.5772/51479
- [17] Piga, A., & Agabbio, M. (2003). Quality improvement of naturally green table olives by controlling some processing parameters. *Ital. J. Food Sci.*, 15, 259-268.

*Research Article***Physicochemical characteristics evaluation of Zard olive cultivar prepared with alkaline processing method****Abradat Mosallaie<sup>1</sup>, Mahnaz Mazaheri Asadi<sup>2\*</sup>****1. Ph.D. graduated, Department of Biotechnology, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST), Tehran, Iran****2. Professor, Department of Biotechnology, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST), Tehran, Iran****Abstract**

The purpose of this research is to investigate the unique properties of Yellow olive harvested from Tarem (Ghazvin province) using alkaline processing method. We looked at different salt concentrations (4%, 8% and 10%) and lactic acid concentrations (0.0% and 0.5%) using alkaline method for 210 days of processing. For different salt and lactic acid concentrations, we measured the physicochemical properties such as pH, total phenol, Reducing sugars and fatty acid profiles for both the olives and the curing liquid. The results shows: Total phenol decreases in the olive and increases in the curing liquid as the processing time increases. Increasing salt concentration, increases total phenol in the olive. Lactic acid decreases total phenol in the olive and increases it in the curing fluid. Longer processing time results in lowering pH in the olive and increasing pH in the curing liquid. Lowering pH in the olive is an important factor in improving quality by reducing product contamination during processing. Reducing sugars are consumed by microorganisms during the processing, thus their concentration decreases as the processing time increases. The highest drop in concentration was noticed in 8% salt group. Also the reducing sugar concentration was more drastically reduced in groups that contained lactic acid compare to the groups without any lactic acid. This is probably due to lactic acid decreasing pH resulting in increased activity of micro-organisms. Results of fatty acid profile for both saturated and unsaturated fatty acids show an increase in  $\omega_6$  compare to the raw olive. However, the ratio on  $\omega_3/\omega_6$  was reduced in all groups compare to the raw olive. Our research shows that increasing salt concentration and using lactic acid can reduce pH and increase the activity levels of desirable micro-organism resulting in cured olives with improved quality and increased shelf life.

**Keywords: Lactic acid bacteria, Reducing sugars, Zard olive cultivar, Total phenolic compounds, Alkaline processing method.**

---

\* Corresponding author: mahnazmazaheri@gmail.com