

## بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی کشک خشک شده با روش آفتابی و هوای داغ

یگانه عظیمی<sup>۱</sup>، محسن اسمعیلی<sup>۲\*</sup> و اصغر خسروشاهی اصل<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۷

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

<sup>۲</sup> استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

\*مسئول مکاتبه: Email: m.esmaili@urmia.ac.ir

### چکیده

در تولید کشک که از محصولات لبنی سنتی ایران می‌باشد به دلیل شرایط بهداشتی نامناسب و زمان طولانی خشک شدن، محدودیت‌هایی وجود دارد. لذا با تغییر تولید از حالت سنتی به صنعتی می‌توان محصول استاندارد و ایمن تولید کرد. در این تحقیق، نمونه‌های کشک با دو روش آفتابی و هوای داغ در دماهای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند. بعد از خشک کردن، میزان ماده خشک، درصد پروتئین، چربی، خاکستر، نمک، مقدار اسیدیته، pH،  $a_w$ ، جذب آب نمونه‌ها، شمارش کل میکروبی، کلی فرم و کپک و مخمر، پارامترهای رنگ سنجی  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$ ،  $C$ ،  $H$ ،  $\Delta E$  و سفتی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بین مقادیر پروتئین، چربی، خاکستر و نمک کشک‌ها اختلاف معنادار وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). بیشترین مقدار اسیدیته و کمترین pH مربوط به نمونه خشک شده به روش آفتابی بود. در روش خشک کردن با هوای داغ، با افزایش دما، میزان اسیدیته و سفتی نمونه‌ها افزایش و pH و جذب آب نمونه‌ها کاهش یافت. با توجه به نتایج آزمایش میکروبی، بالاترین بار میکروبی مربوط به کشک خشک شده در دمای ۵۰°C و کمترین آن مربوط به نمونه‌های خشک شده در دمای ۶۰ و ۷۰°C بود. کمترین  $\Delta E$  در هر دوی نمونه‌های خشک شده در ۶۰°C و روش آفتابی مشاهده شد. بطور مشابه ارزیابی حسی بالاترین پذیرش کلی را در نمونه‌های خشک شده در ۶۰°C و روش آفتابی نشان داد. با توجه به نتایج، استفاده از دمای ۶۰°C روش هوای داغ برای تولید کشک پیشنهاد می‌گردد.

**واژگان کلیدی:** خشک کردن آفتابی، خواص بافتی، کشک، هوای داغ

### مقدمه

اعمال می‌شود. در این زمینه ماست‌های خشک، محصولات لبنی تولید شده با خشک کردن دوغ یا شیر بدون چربی تغلیظ شده در مقابل آفتاب هستند (تامیم و رابینسون ۱۹۹۹). کشک یا قورود یکی از فرآورده‌های شیر است که به صورت مایع، خمیری و یا خشک تهیه می‌شود. کشک خشک سنتی در ایران معمولاً از

خشک کردن یکی از شناخته شده‌ترین راه‌های مورد استفاده در جهت بهبود ماندگاری و حفظ مواد غذایی برای مدت طولانی است. فرآیند خشک کردن در صنعت لبنیات مثل پودر شیر، ماست خشک به صورت پودر و برخی مخلوط‌های ماست-غلات مثل کیشک<sup>۱</sup> و تارحانا<sup>۲</sup>

باکتری‌های اسید لاکتیک در کشک به ایمنی محصول در طی تولید و انبارمانی کمک می‌کند؛ گرچه این میکروارگانیسم‌ها در طی پخت از بین می‌روند (تامیم و کانر ۱۹۹۵).

آتیا و خطاب (۱۹۸۵) وجود استرپتوکوک مدفوعی (احتمالاً *انتروکوکوس فاسیوم*) را در نمونه‌های کشک گزارش کردند. باکتری‌های اسپورزا مثل *باسیلوس سوبتلیس*، *باسیلوس پلی‌میکسا*، *باسیلوس کوآگولانس* و *باسیلوس سرئوس*، میکروارگانیسم‌های پروتئولیتیک و نمک‌دوست نیز در مقدار قابل توجهی در نمونه‌های کشک گزارش شده‌است (تامیم و کانر ۱۹۹۵). کامبر (۲۰۰۸) حضور باکتری‌های مزوفیل هوازی، اسپور مزوفیل هوازی، باکتری‌های اسیدلاکتیک، لاکتوکوکوس، مخمر و کپک، *انتروباکتریاسه*، *کلستریدیوم* احیاکننده‌ی سولفیت، *استافیلوکوکوس کوآگولاز* مثبت و غیاب باکتری‌های کلی‌فرم و *انتروکوکسی* را تأیید نمود. سان و همکاران (۲۰۱۰) شمارش کپک و مخمر و لو و همکاران (۲۰۱۱) تولید باکتریوسین توسط لاکتیک اسید باکتری‌ها را بررسی کردند. کشک سنتی که در تولید کشک مایع استفاده می‌شود، به دلیل شرایط بهداشتی نامناسب تولید، ممکن است آلودگی میکروبی قابل توجهی داشته باشد. از این رو حذف خطر میکروبی دلیل اصلی تولید کشک مایع است. لذا با انتقال محصولات لبنی از تولید مقیاس سنتی به صنعتی می‌توان محصول استاندارد و با ایمنی بیشتر برای مصرف کنندگان تولید کرد (سلطانی و گوزلر ۲۰۱۳).

بافت و میکروساختار کلی کشک نیز توسط محققان بررسی شده است. کشک حاصل از ترکیب شیر و غلات، در شکل ذرات، توزیع نسبی غلات در ساختار لبنی، تراکم بافت، توزیع اندازه ذرات، پوسته شدن و وجود ترک خوردگی اختلاف دارند. کشکی که تنها از شیر گاو تولید شود یک ماتریکس پروتئینی صاف و یکنواخت داشته و نسبت به کشک تهیه شده از شیر گوسفند و بز سفت‌تر می‌باشد (کلب ۱۹۹۳؛ تامیم و رابینسون ۱۹۹۷؛

جوشانیدن ماست یا آب ماست و نمک طعام و خشک کردن آن به‌ویژه در معرض آفتاب به اشکال مختلف تهیه می‌شود (استاندارد ملی ایران ۱۳۸۴). این محصول خشک، مخروطی شکل یا گرد تهیه شده و می‌توان به آن چاشنی یا ادویه افزود. کشک منبع اصلی پروتئین مردم عشایر در ایران است (کیدار ۲۰۱۲). کشک علاوه بر پروتئین و مواد معدنی زیاد، کمی چربی داشته و مقادیر قابل ملاحظه‌ای فسفر و آهن دارد. مقدار ویتامین B در کشک زیاد ولی ویتامین C و ویتامین‌های محلول در چربی آن کم است. ترکیب شیمیایی کشک‌های مختلف بسته به روش تولید متفاوت است (تامیم و کانر ۱۹۹۵). کشک‌های حاوی بلغور یا آرد گندم دارای مقادیر بالای کربوهیدرات و فیبر هستند. کشک‌های ایرانی حاوی مقادیر بالای پروتئین هستند زیرا عمدتاً از شیر و بدون افزودن بلغور تهیه می‌شوند (کوزیکوسکی ۱۹۸۲). کربولوت و همکاران (۲۰۰۷) مقدار ماده خشک ۸۴/۲۵٪، چربی ۸/۵۷٪، پروتئین کل ۵۳/۶۰٪، نمک ۹/۹۵٪، خاکستر ۱۱/۰۸٪، لاکتوز ۱/۰۶٪، pH ۳/۹۲ و اسیدیته ۰/۳۷g.100g-1 را بعنوان مقادیر ترکیب شیمیایی کشک گزارش نمودند. کامبر (۲۰۰۸) در مطالعه‌ی ترکیب شیمیایی کشک خشک، رطوبت ۱۲/۱٪، pH ۴/۲ و اسیدیته ۲/۹۱٪ را گزارش نموده و بیان کردند اسیدیته در طول خشک شدن افزایش و محتوی چربی اثر مهمی در کیفیت، ترکیب و طعم کشک دارد. گون و کاراچا (۲۰۰۹) خصوصیات شیمیایی شامل ماده خشک ۸۶/۸۶٪، pH ۴/۸۲، اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۲/۰۴٪، پروتئین ۵۳/۴۱٪، چربی ۸/۴۴٪، نمک ۱۰/۴۴٪ را در نمونه قوروت تولید شده در ترکیه بیان کردند.

به دلیل اهمیت خصوصیات تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی مطلوب کشک، پی‌بردن به بار میکروبی آن برای طراحی محیط کشت و تولیدات صنعتی مهم است (لیو و همکاران ۲۰۱۲). از نظر میکروبیولوژیکی کشک عاری از کلی فرم‌ها است؛ اما ممکن است بسته به شرایط بهداشتی تولید، محصول حاوی مخمر و کپک باشد. مقادیر بالای

### روش‌های آزمایش فیزیکی-شیمیایی نمونه‌ها

میزان رطوبت از طریق خشک کردن در آون در دمای  $102^{\circ}\text{C}$ ، خاکستر در کوره الکتریکی در دمای  $550^{\circ}\text{C}$ ، پروتئین به روش کلدال (دستگاه اتوکلدال Bohr labor-Technic GmbH) (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی  $2000$ )، چربی با روش ژربر-ون کولیک (آردو و پلیکورنیودو  $1999$ )، نمک به روش ولهارد (استاندارد ملی ایران  $1349$ )، pH توسط pH متر دیجیتال EuTech و اسیدیته نیز به صورت درصد اسیدلاکتیک تعیین شد (استاندارد ملی ایران  $1385$ )، فعالیت آبی نمونه‌ها نیز توسط دستگاه Novasina ساخت کشور سوئیس اندازه‌گیری شد.

برای تعیین توانایی جذب آب قطعات خشک شده، مقدار  $10$  گرم نمونه در  $250$  میلی لیتر آب مقطر غوطه‌ور و در دمای محیط قرار داده شد تا جایی که تغییرات وزنی نمونه‌ها، ناشی از افزایش رطوبت و جذب آب، به حداقل رسیده و تقریباً ثابت شود (کانینگهام و همکاران  $2008$ )، سپس درصد آب جذب شده توسط نمونه‌ها از رابطه زیر محاسبه شد که در آن  $W$  وزن مرطوب و  $W_0$  وزن اولیه می‌باشد.

$$\text{درصد جذب آب} = (w - w_0) \times \frac{100}{w_0}$$

ارزیابی رنگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Chroma meter CR-400) انجام شد. ابتدا دستگاه با صفحه سفید استاندارد کالیبره شد. پارامترهای  $a^*$  (شاخص قرمزی به سبزی)،  $b^*$  (شاخص زرد به آبی) و  $L^*$  (شاخص سفیدی به سیاهی) اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از روابط زیر به ترتیب مقادیر زاویه هیو (H)، کروما (C) و تفاوت کلی رنگ ( $\Delta E$ ) به محاسبه گردید (هانت  $1975$ ).

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad H = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \\ \Delta E = \sqrt{(L_0 - L^*)^2 + (a_0 - a^*)^2 + (b_0 - b^*)^2}$$

تامیم  $2007$ ). در کشک حاوی غلات مثل تارحانا، طی فرآیند پخت به دلیل افزایش تخلخل در نتیجه ژلاتینه شدن نشاسته، فرآیند خشک شدن تسریع می‌شود (ایبنگلو و مسکان  $2002$ ). محققین زیادی در ارزیابی حسی انواع کشک بررسی نموده‌اند (آل روکایی و همکاران  $1987$ ؛ حسن و حسین  $1987$ ؛ آل موهایزا  $1988$ ؛ تامیم و کانر  $1995$ ؛ سلطانی و گوزلر  $2013$ ).

تولید کشک خشک سنتی در مقیاس صنعتی می‌تواند به عنوان محصول لبنی جانبی با ارزش، شایستگی بین المللی بالقوه‌ای را برای صنعت لبنیات به دست آورد. از این رو برای حصول اطلاعات لازم جهت تدوین دانش فنی مورد نیاز، در این مطالعه خصوصیات شیمیایی، میکروبی، فیزیکی و حسی کشک خشک تولید شده به روش آفتابی و هوای داغ مورد ارزیابی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

شیر مورد استفاده برای تهیه کشک خشک از یک دامداری محلی در شهرستان سلماس خریداری شد. تمام مواد شیمیایی و محیط‌های کشت میکروبی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت Merck آلمان با درجه خلوص آزمایشگاهی تهیه شد.

### مراحل تولید کشک خشک

پس از رسیدن شیر به نقطه جوش و خنک کردن تا دمای  $2^{\circ}\text{C}$ ، مایه ماست سنتی (ماست روز قبل) به میزان  $3\%$  به آن اضافه و به مدت  $6$  ساعت در گرمخانه با دمای  $42^{\circ}\text{C}$  و سپس مدت  $24$  ساعت در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  نگهداری شد. ماست تولید شده، کره‌گیری شد و دوغاب حاصل از کره‌زنی با استفاده از پارچه صافی از جنس متقال جهت خروج آب اضافی آن و تغلیظ فیلتر شد. به دوغاب تغلیظ شده میزان  $3\%$  نمک افزوده و سپس به صورت گلوله‌های  $5 \pm 6$  گرمی شکل دهی شدند. نمونه‌ها در معرض آفتاب و با هوای داغ (آون با مارک membert ساخت کشور آلمان) در  $3$  سطح دمایی  $50^{\circ}\text{C}$ ،  $60^{\circ}\text{C}$ ،  $70^{\circ}\text{C}$  با نوسان  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردید.

### روش‌های آزمون میکروبی

شمارش کل میکروبی نمونه‌ها به‌صورت پورپلیت با شرایط انکوباسیون ۷۲ ساعت در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  در محیط کشت نوترینت آگار (استاندارد ملی ایران ۱۳۷۹)، شمارش کلی‌فرم‌ها به‌صورت پورپلیت با شرایط انکوباسیون ۴۸ ساعت در دمای  $37^{\circ}\text{C}$  در محیط کشت VRBA<sup>۱</sup> (هاریگان ۱۹۹۸) و شمارش کپک و مخمر به‌صورت پورپلیت با شرایط انکوباسیون ۳ تا ۵ روز در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد در محیط کشت PDA<sup>۲</sup> انجام شد (بی‌آم ۲۰۰۱).

### آنالیز حسی

برای ارزیابی حسی نمونه‌های کشک خشک از روش امتیازدهی با مقیاس خطی ۱۵ سانتیمتری استفاده گردید. نمونه‌ها قبل از آزمون با سه رقم تصادفی کدهی شده و جهت ارزیابی و امتیازدهی در اختیار ۱۰ نفر ارزیاب قرار گرفتند. ارزیاب‌ها نظر خود را در مورد نمونه‌های کشک تست شده براساس عطر، طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی به صورت یک علامت روی محور رسم شده در فرم ارزیابی مشخص کردند. امتیاز داده شده توسط هر ارزیاب با اندازه‌گیری طول منحنی از مبدأ تا محل علامت زده تقسیم بر طول کل محور گزارش گردید.

### آنالیز آماری

در این تحقیق جهت آنالیز داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی توسط نرم افزار (SPSS.22) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای توکی در سطح ۵ درصد استفاده شد. کلیه‌ی آزمون‌ها در سه تکرار، آنالیز رنگ در ۴ تکرار و آنالیز بافت در ۱۰ تکرار انجام گرفت. نمودارها در نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ رسم گردید.

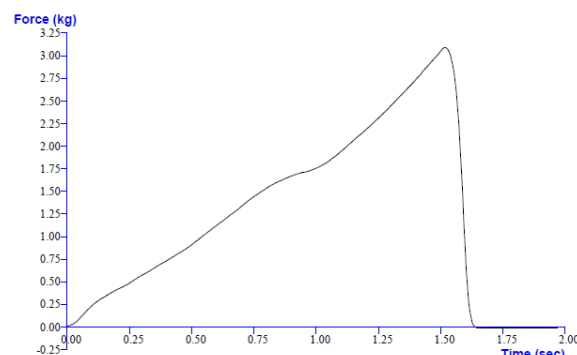
### نتایج و بحث

نمونه‌های تولید شده‌ی کشک در معرض آفتاب و با هوای داغ در دستگاه آون تا رسیدن به وزن ثابت خشک

که در رابطه آخر،  $a_0$  و  $b_0$  مربوط به رنگ صفحه سفید استاندارد می‌باشد؛  $\Delta E$  بزرگتر نشان دهنده تفاوت رنگ بیشتر نمونه با صفحه استاندارد می‌باشد.

### تعیین خواص مکانیکی و بررسی بافت

سفتی بافت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه بافت‌سنج مدل Stable Micro Systems Ltd, surrey ) TA.XT Plus (UK تعیین شد. قبل از آزمون نمونه‌ها به مدت ۱۰ روز در مجاورت محلول نمک اشباع نیتريت سدیم قرار گرفتند تا به تعادل رطوبتی برسند. برای انجام آزمون فشار (کمپرس)، پروب استوانه‌ای از جنس آلومنیوم با قطر ۲۵ میلی‌متر (P/25) مورد استفاده قرار گرفت. سرعت آزمون روی  $2\text{ mm/s}$ ، سرعت پیش آزمون و پس آزمون نیز به ترتیب روی  $1\text{ mm/s}$  و  $10\text{ mm/s}$  و میزان تراکم نیز روی  $3\text{ mm}$  تنظیم گردید. در شکل ۱، یک نمونه از منحنی آزمون تراکم روی کشک نشان داده شده‌است.



شکل ۱- نمونه منحنی آزمون تراکم روی کشک

### آنالیز تصاویر نمونه‌ها

برای بررسی تصاویر نمونه‌ها، ابتدا نمونه‌های کشک از مقطع عرضی برش داده و تصاویر دیجیتالی نمونه‌ها بوسیله یک دستگاه اسکنر رومیزی تهیه شد. سپس تصاویر حاصل در نرم افزار متلب ورژن R2014a تحلیل و پس از تعریف آستانه روشنایی برای هر کدام از تصاویر، نتایج تحلیل مساحت به‌دست آمد.

گردید. مدت زمان خشک شدن آفتابی ۱۸۲ ساعت و خشک شدن در آون در دماهای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۸۶، ۷۲ و ۶۱ ساعت طول کشید.

### ترکیبات شیر و دوغاب تغلیظ شده

جدول ۱- ترکیبات شیر و دوغاب تغلیظ شده

| نمونه          | ماده خشک (%) | پروتئین (%) | چربی (%) | خاکستر (%) | اسیدیته g.100g <sup>-1</sup> اسیدلاکتیک | pH   |
|----------------|--------------|-------------|----------|------------|-----------------------------------------|------|
| شیر            | ۱۱/۳۵        | ۳/۲۷        | ۳        | ۰/۷۸       | ۰/۲۰                                    | ۶/۴  |
| دوغاب فیلترشده | ۱۶/۸۳        | ۱۱/۵۲       | ۲/۵      | ۱/۲۶       | ۰/۸۵                                    | ۴/۳۹ |

### تغییرات خصوصیات فیزیکی شیمیایی

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بین مقادیر چربی، خاکستر و نمک نمونه‌ها اختلاف معناداری وجود نداشت ( $P > 0.05$ ) و میانگین آن‌ها به ترتیب برابر ۷/۵۰۰، ۱۲/۱۶۳ و ۱۰/۵۳۱ درصد بود. از لحاظ آماری میزان پروتئین نمونه خشک شده به روش آفتابی کمتر بود که دلیل آن، مقدار ماده خشک کمتر نمونه مذکور می‌باشد و بین مقادیر پروتئین در ماده خشک نمونه‌ها، اختلاف معنادار وجود نداشت و میانگین آن ۶۴/۷۶۶ بود ( $P > 0.05$ ).

نمک به عنوان یک ماده‌ی نگهدارنده و تشدید کننده عطر و طعم استفاده می‌شود، اما پیامدهای تغذیه‌ای نیز دارد. با اینکه کشک معمولاً در تهیه بسیاری از غذاها استفاده می‌شود، کاهش سطح نمک آن ضروری به نظر نمی‌رسد چراکه می‌توان با کاهش میزان نمک مورد استفاده در

غذا، میزان نمک اضافی ناشی از کشک را جبران کرد (تامیم و کانر ۱۹۹۵). بخش زیادی از مقدار خاکستر ممکن است بدلیل مقدار بالای نمک محصول باشد (سلطانی و گوزلر ۲۰۱۳). با توجه به جدول ۲ درصد رطوبت (بر مبنای خشک) نمونه‌های خشک شده در معرض آفتاب به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های خشک شده با هوای داغ بود ( $P < 0.05$ ). بنابراین می‌توان گفت میزان رطوبت تحت تأثیر روش خشک کردن قرار می‌گیرد و خشک کردن به روش آفتابی نتوانست میزان رطوبت را به اندازه‌ی روش آون کاهش دهد. مختاریان و همکاران (۱۳۸۷) نیز در تولید پودر گوجه فرنگی بیان کرده‌اند خشک کردن به صورت سنتی نتوانست میزان رطوبت را همانند خشک کردن توسط خشک کن سینی‌دار کاهش دهد.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی نمونه‌های خشک شده

| نمونه خشک شده در | رطوبت (بر مبنای خشک) (%)   | پروتئین (%)               | چربی (%)                 | خاکستر (%)                | نمک (%)                   | اسیدیته g.100g <sup>-1</sup> اسیدلاکتیک | pH                       |
|------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| ۷۰ °C            | ۱۹/۰±۳۶۶/۱۶۳ <sup>a*</sup> | ۵۴/۰±۲۵۷/۲۰۲ <sup>a</sup> | ۷/۰±۶۶۷/۱۶۷ <sup>a</sup> | ۱۲/۰±۳۸۷/۳۳۳ <sup>a</sup> | ۱۰/۰±۷۳۷/۰۹۹ <sup>a</sup> | ۶/۰±۳۵۳/۰۳۳ <sup>b</sup>                | ۳/۰±۹۳۷/۰۲۴ <sup>c</sup> |
| ۶۰ °C            | ۱۹/۰±۲۸۷/۲۱۷ <sup>a</sup>  | ۵۴/۰±۳۶۳/۱۳۵ <sup>a</sup> | ۷/۰±۶۶۷/۱۶۷ <sup>a</sup> | ۱۲/۰±۳۸۷/۱۸۷ <sup>a</sup> | ۱۰/۰±۵۲۳/۱۰۹ <sup>a</sup> | ۶/۰±۰۶۰/۰۲۹ <sup>c</sup>                | ۴/۰±۰۵۷/۰۲۶ <sup>b</sup> |
| ۵۰ °C            | ۱۹/۰±۳۵۹/۲۲۱ <sup>a</sup>  | ۵۴/۰±۱۷۰/۱۶۵ <sup>a</sup> | ۷/۰±۵۰/۰۰۰ <sup>a</sup>  | ۱۲/۰±۲۶۰/۱۷۱ <sup>a</sup> | ۱۰/۰±۶۷۳/۱۴۲ <sup>a</sup> | ۵/۰±۷۳۰/۰۴۰ <sup>d</sup>                | ۴/۰±۳۳۳/۰۲۳ <sup>a</sup> |
| آفتاب            | ۲۱/۰±۴۰۶/۱۴۷ <sup>b</sup>  | ۵۳/۰±۲۱۰/۱۸۵ <sup>b</sup> | ۷/۰±۱۶۷/۱۶۷ <sup>a</sup> | ۱۱/۰±۶۱۷/۱۹۳ <sup>a</sup> | ۱۰/۰±۱۹۰/۲۵۴ <sup>a</sup> | ۷/۰±۰۰۰/۰۳۵ <sup>a</sup>                | ۳/۰±۸۶۳/۰۲۶ <sup>c</sup> |

\*حروف لاتین متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

با توجه به جدول ۲ میزان اسیدیته و pH تحت تأثیر روش و دمای خشک کردن قرار گرفت. بیشترین اسیدیته مربوط به نمونه خشک شده در معرض آفتاب و کمترین مقدار pH مربوط به نمونه فوق و نمونه خشک شده در  $70^{\circ}\text{C}$  بود ( $P>0.05$ ). احتمالاً به دلیل دمای پایین‌تر و مدت زمان طولانی‌تر خشک شدن در این حالت، باکتری‌های اسید لاکتیک فرصت بیشتری برای فعالیت داشتند. ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی ترکیب شیمیایی و میکروبی کشک اظهار داشتند افزایش اسیدیته رابطه مستقیم با افزایش تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک داشته و این باکتری‌ها نقش مهمی در ایجاد عطر و طعم کشک دارند.

در روش خشک کردن با هوای داغ، مشاهده شد با افزایش دما، به دلیل بروز واکنش مایلارد اسیدیته افزایش و pH کاهش یافت. متداول‌ترین نوع قهوه‌ای شدن در طول حرارت دادن مواد غذایی ناشی از واکنش مایلارد است. این واکنش در شرایطی که یک قند احیاکننده با یک آمینواسید و یا ترکیبات نیتروژن‌دار دیگر باهم ترکیب می‌شوند به وجود می‌آید و ترکیبات شیمیایی همچون پلیمرهای محلول و نامحلول ایجاد می‌کند. در این واکنش‌ها به دلیل از بین رفتن گروه‌های آمینی و همچنین تولید اسیدهای آلی، pH ماده غذایی کاهش و اسیدیته افزایش می‌یابد. کاهش رطوبت و افزایش درجه حرارت سبب تسریع واکنش مایلارد می‌شود؛ به طور کلی به ازاء هر  $10^{\circ}\text{C}$  دو تا سه مرتبه افزایش می‌یابد. سرعت این واکنش بستگی زیادی به

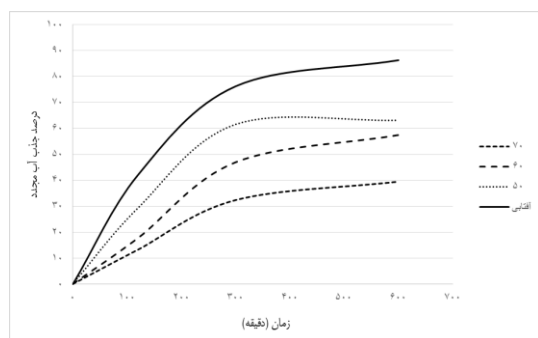
فعالیت آبی دارد و در محدوده‌ی ۰/۶-۰/۷ در بیشترین حد می‌باشد (فاطمی ۱۳۸۴؛ فمنا ۱۹۹۸). در برخی مطالعات، pH پودرهای شیر نگهداری شده در دمای اتاق، به دلیل وقوع واکنش مایلارد کاهش یافته است (فارکی و همکاران ۲۰۰۱). داتاتریا و رنکین (۲۰۰۶) نیز کاهش pH و تیره شدن رنگ پودر آب پنیر را با افزایش دما در اثر واکنش مایلارد گزارش کردند. جویباری و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقشان در رابطه با تغییرات رنگ خرمای مضافتی طی خشک کردن، افزایش اسیدیته با افزایش دمای خشک کردن را مربوط به واکنش مایلارد و خارج شدن آب از ماده غذایی که باعث بالا رفتن ترکیباتی نظیر اسیدهای آلی و گروه‌های آزادکننده یون  $\text{H}^{+}$  می‌شود، دانسته‌اند.

فعالیت آبی بیانگر مقدار آب آزاد بافت است و عبارت است از نسبت فشار بخار آب در بافت میوه به فشار بخار اشباع هوا در همان دما که مقدار آن بین ۰ تا ۱ متغیر است (فونتانا ۲۰۰۰). مقادیر فعالیت آبی نمونه‌های خشک شده در جدول ۳ آورده شده است که بین ۰/۶۳۶ تا ۰/۶۶۶ می‌باشد. کشک‌های خشک شده با هوای داغ اختلاف معناداری در فعالیت آبی نداشتند ولی کشک خشک شده به روش آفتابی دارای فعالیت آبی بیشتری بودند که مربوط به رطوبت بالاتر آن می‌باشد. کراساکوپت و باتیا (۲۰۱۲) نیز در تولید پودر ماست با هوای داغ در سه سطح دمایی  $50^{\circ}\text{C}$ ،  $60^{\circ}\text{C}$  و  $70^{\circ}\text{C}$  گزارش کردند فعالیت آبی نمونه‌های تولید شده باهم اختلاف معنادار نداشتند.

جدول ۳- فعالیت آبی، قابلیت جذب آب مجدد، سفتی بافت و نسبت خلل و فرج به مساحت کل نمونه‌ها

| نمونه خشک شده در     | فعالیت آبی        | درصد جذب آب          | سفتی F(kg)          | نسبت خلل و فرج به مساحت کل |
|----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|
| $70^{\circ}\text{C}$ | $0.637/0.05^{b*}$ | $39/1 \pm 586/348^c$ | $4/0 \pm 403/173^a$ | $0.6 \pm 0.043/0.05^b$     |
| $60^{\circ}\text{C}$ | $0.638/0.04^b$    | $57/5 \pm 307/619^b$ | $3/0 \pm 377/212^b$ | $0.6 \pm 0.045/0.05^b$     |
| $50^{\circ}\text{C}$ | $0.636/0.05^b$    | $63/1 \pm 127/869^b$ | $2/0 \pm 952/161^b$ | $0.6 \pm 0.048/0.08^b$     |
| آفتاب                | $0.666/0.05^a$    | $86/2 \pm 300/799^a$ | $2/0 \pm 129/117^c$ | $0.6 \pm 0.124/0.16^a$     |

\*حروف لاتین متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.



شکل ۲- جذب آب نمونه‌های خشک شده به روش آفتابی و هوای داغ در دماهای مختلف با گذشت زمان غوطه‌وری خواص بافتی

باتوجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود کمترین و بیشترین سفتی به ترتیب مربوط به نمونه خشک شده در معرض آفتاب و با هوای داغ  $70^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. سفتی نمونه‌های خشک شده در  $50^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$  باهم اختلاف معنادار نداشتند ( $P > 0.05$ ). باتوجه به نتایج می‌توان گفت با افزایش دمای خشک کردن، سفتی کشک‌های خشک شده افزایش یافته است.

#### آنالیز تصاویر

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بالاترین نسبت خلل و فرج به مساحت کل مربوط به کشک خشک شده به صورت آفتابی می‌باشد ( $P < 0.05$ ). کاهش در میزان خلل و فرج با افزایش دما در نمونه‌های خشک شده با هوای داغ مشاهده شد ولی این اختلاف معنادار نبود ( $P > 0.05$ ). با توجه به تصاویر نمونه‌ها پس از تحلیل که در شکل ۳ آورده شده است، می‌توان گفت خلل و فرج در نمونه‌های خشک شده در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  (a) و  $60^{\circ}\text{C}$  (b) توزیع و پراکنندگی یکنواخت‌تری داشتند. در نمونه خشک شده در  $50^{\circ}\text{C}$  (c) ترک خوردگی نیز مشاهده شد. توزیع خلل و فرج در نمونه آفتابی (d) یکنواخت نبوده و در برخی نواحی ترک خوردگی‌های عمیق مشاهده شد.

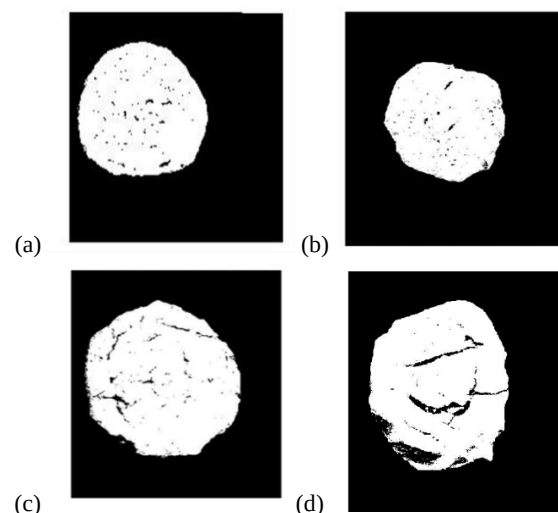
توانایی جذب آب نمونه‌های خشک شده از خواص مهم آن‌ها است. مطالعات نشان داده جذب آب یک فرایند انتقال جرم چند شکلی است و با مکانیزم‌های مختلفی نظیر جذب آب، خاصیت موئینگی و جریان آب در محیط متخلخل صورت می‌گیرد و این مکانیزم‌ها برای توصیف ورود آب به درون ذرات مواد غذایی خشک شده در نظر گرفته می‌شوند. همچنین تحقیقات نشان داده که مکانیزم نفوذ و جذب آب در مواد غذایی خشک با میزان و حجم خلل و فرج‌ها مرتبط است. گزارش شده افزایش نفوذ رطوبت نشان دهنده عملکرد تخلخل باز و بزرگ است (ساگویا و همکاران ۲۰۰۵). محققان در بررسی جذب آب پودرهای شیر بیان کرده‌اند که ویژگی جذب آب پودر شیر و آب پنیر، می‌تواند با توجه به ظاهر فیزیکی آن‌ها توصیف شود (کلب ۱۹۹۳؛ تامیم ۲۰۰۷). با توجه به جدول ۳، بالاترین میزان جذب آب مربوط به نمونه خشک شده به صورت آفتابی و کمترین آن مربوط به نمونه خشک شده در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  بود. بین نمونه‌های خشک شده در دمای  $50^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$  اختلاف معنادار وجود نداشت ( $P > 0.05$ ), اما جذب آب آن‌ها کمتر از نمونه آفتابی بود. میزان جذب آب نمونه‌ها با گذشت زمان غوطه‌وری در شکل ۲ آورده شده است. همانطور که از شکل مشخص است، نمونه‌ها در ساعات اولیه غوطه‌وری با سرعت بیشتری آب جذب کردند و بعد از ۵ ساعت سرعت جذب آب آن‌ها کاهش یافت.

سلیمی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند با افزایش دما به علت تخریب بافت، میزان جذب آب نمونه‌های کشمش کاهش یافت و این کاهش در دماهای بالا محسوس‌تر بود. ژانگ و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بررسی اثر شرایط مختلف خشک کردن روی جذب آب و ژلاتینه شدن پاستا به این نتیجه رسیدند که دمای پایین خشک کردن بیشترین جذب آب را داشت.

بیشتر در دماهای بالاتر، موجب کاهش بیشتر روشنایی و افزایش قرمزی و زردی در نمونه مذکور شده است. نمونه‌های خشک شده در دمای  $50^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$  با نمونه خشک شده به روش آفتابی اختلاف معناداری در مقادیر  $L^*$  و  $a^*$  نداشتند ( $p > 0.05$ ). مقدار  $b^*$  نمونه‌ی خشک شده در  $50^{\circ}\text{C}$  به طور معنادار بیشتر از نمونه‌ی خشک شده در  $60^{\circ}\text{C}$  بود که علت این امر مدت زمان طولانی‌تر خشک شدن نمونه در دمای  $50^{\circ}\text{C}$  بوده که منجر به وقوع بیشتر واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی شده‌است.

بین مقدار زاویه هیو نمونه‌ها اختلاف معنادار وجود نداشت و میانگین آن  $1/096$  بود ( $P > 0.05$ ). شدت رنگ یا کروما رابطه‌ی مستقیم با پارامترهای  $a^*$ ،  $b^*$  دارد. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، مقادیر  $b^*$  و کروما نمونه‌ی خشک شده در  $70^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$  به طور معنی‌دار بیشتر از سایر نمونه‌ها است. نمونه آفتابی و نمونه‌ی خشک شده در  $60^{\circ}\text{C}$  نیز در یک سطح آماری قرار داشتند ( $P > 0.05$ ). در بررسی تفاوت کلی رنگ مشاهده شد بیشترین مقدار تفاوت رنگ مربوط به نمونه‌ی خشک شده در  $70^{\circ}\text{C}$  بود. نمونه‌ی آفتابی و نمونه‌های خشک شده در  $50^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$  در مقادیر  $\Delta E$  باهم اختلاف معنادار نداشتند. در واقع می‌توان گفت با افزایش دما، با توجه به بروز واکنش‌های قهوه‌ای شدن، میزان تیرگی و تفاوت کلی رنگ افزایش می‌یابد.

با توجه به وجود سیستم‌های کازئین-لاکتوز در محصولات لبنی، پدیده‌ی قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی که یکی از دلایل کاهش کیفیت و ماندگاری محصولات است، می‌تواند در آن‌ها رخ دهد. این پدیده در دماهای بالاتر سریع‌تر رخ می‌دهد (فارکی و همکاران ۲۰۰۱).



شکل ۳- تصاویر نمونه‌های خشک پس از تحلیل در نرم‌افزار متلب

(a): نمونه خشک شده در  $70^{\circ}\text{C}$ ، (b): نمونه خشک شده در  $60^{\circ}\text{C}$ ، (c): نمونه خشک شده در  $50^{\circ}\text{C}$  و (d): نمونه آفتابی

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه در جدول ۳ و شکل ۳ می‌توان گفت کاهش دمای خشک کردن، باعث افزایش خلل و فرج و درصد جذب آب و کاهش سفتی نمونه‌ها شده است. دلیل این امر می‌تواند ناشی از ساختار بافتی خشک باشد. در دماهای پایین، کشک شبکه پروتئینی ساختمان خود را حفظ نموده و خروج آب از داخل آن به یک بافت متخلخل منتهی می‌شود.

#### ارزیابی اندیس‌های رنگ نمونه‌ها

واضح است که دماهای بالاتر و مدت زمان طولانی خشک کردن می‌تواند به طور چشمگیری کیفیت محصولات خشک را با تغییر و تخریب رنگ و بافت آن کاهش دهد (چاو و همکاران ۲۰۰۰؛ فاضلی و همکاران ۲۰۱۲). با توجه به جدول ۴، مشاهده می‌شود کمترین مقدار روشنایی ( $L^*$ )، بیشترین مقدار قرمزی ( $a^*$ ) و زردی ( $b^*$ ) مربوط به نمونه خشک شده در  $70^{\circ}\text{C}$  است. وقوع واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی با شدت



جدول ۴- نتایج بررسی رنگ نمونه‌های خشک شده به روش آفتابی و دستگاهی

| نمونه خشک شده در | L*                         | a*                       | b*                        | زاویه هیو H              | کروما C                   | $\Delta E$                |
|------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ۷۰ °C            | ۶۶/۰±۴۰۷/۶۵۲ <sup>b*</sup> | ۳/۰±۶۲۲/۱۴۸ <sup>a</sup> | ۲۳/۰±۷۶۲/۲۲۰ <sup>a</sup> | ۱/۰±۴۱۹/۰۰۵ <sup>a</sup> | ۲۴/۰±۰۳۸/۲۳۵ <sup>a</sup> | ۳۸/۰±۰۷۵/۶۵۴ <sup>a</sup> |
| ۶۰ °C            | ۷۶/۱±۴۸۵/۹۴۴ <sup>a</sup>  | ۰/۰±۵۶۲/۴۸۰ <sup>b</sup> | ۱۵/۰±۱۶۰/۳۸۸ <sup>b</sup> | ۰/۰±۷۴۸/۷۶۸ <sup>a</sup> | ۱۵/۰±۱۹۴/۳۷۴ <sup>b</sup> | ۲۴/۱±۸۴۱/۵۸۶ <sup>b</sup> |
| ۵۰ °C            | ۷۴/۱±۱۰۲/۳۳۵ <sup>a</sup>  | ۱/۰±۶۷۵/۲۲۷ <sup>b</sup> | ۲۱/۰±۹۳۵/۵۴۳ <sup>a</sup> | ۱/۰±۴۹۵/۰۰۸ <sup>a</sup> | ۲۲/۰±۰۰۱/۵۵۸ <sup>a</sup> | ۳۰/۱±۷۶۱/۳۰۹ <sup>b</sup> |
| آفتاب            | ۷۴/۲±۸۱۷/۷۱۹ <sup>a</sup>  | ۱/۰±۱۰۰/۴۳۱ <sup>b</sup> | ۱۷/۰±۲۱۵/۸۶۶ <sup>b</sup> | ۰/۰±۷۲۲/۷۶۳ <sup>a</sup> | ۱۷/۰±۲۶۶/۸۶۹ <sup>b</sup> | ۲۷/۲±۴۱۷/۴۰۹ <sup>b</sup> |

\*حروف لاتین متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

کوک و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه روی بهینه سازی شرایط تولید پودر ماست با روش خشک کردن پاششی به این نتیجه رسیدند که تفاوت کلی رنگ با افزایش دمای هوای خروجی، افزایش یافت و کمترین  $\Delta E$  در دمای هوای خروجی ۶۰ °C ثبت گردید؛ ایشان نیز افزایش در مقادیر  $\Delta E$  را مرتبط انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآزیمی در طول خشک شدن دانستند. مطالعه داتاتریا و رنکین (۲۰۰۶) نیز تیره شدن رنگ پودر آب پنیر را با افزایش دما در اثر واکنش مایلارد نشان داد.

گوئین و باراکا (۲۰۱۲) گزارش کردند که با افزایش دمای خشک کردن پارامتر  $L^*$  کدوتنبل کاهش و پارامترهای  $a^*$ ،  $b^*$  و کروما آن افزایش یافت؛ اما در رابطه با فلفل، با افزایش دمای خشک کردن پارامترهای  $L^*$  و  $a^*$  افزایش و پارامتر  $b^*$  و کروما کاهش یافت. نتایج جویباری و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که نمونه‌های خرمای مضافتی خشک شده در دمای ۶۰ °C روشن‌تر از ۵۰ °C بود، اما به طور کلی افزایش دما به ویژه دماهای بالاتر از ۷۰ °C تأثیر منفی روی پارامتر  $L^*$  داشته و باعث کاهش آن شد. پارامتر  $a^*$  نیز با افزایش دما بخصوص در دماهای بالاتر، افزایش نشان داد ولی  $b^*$  با افزایش دما کاهش یافت.

#### نتایج آنالیز میکروبی

نتایج آزمون‌های میکروبی نشان داد که تمامی نمونه‌های کشک عاری از کلی‌فرم بودند. همانطور که در نمودار شکل ۴ مشاهده می‌شود، بالاترین بار میکروبی مربوط

به نمونه‌ی خشک شده در ۵۰ °C با شمارش کلی  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $6/127 \pm 0/107$  و کپک و مخمر  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $5/090 \pm 0/074$  بود؛ دلیل این امر احتمالاً تحمل این دما توسط میکروارگانیسم‌های ترموفیل بود. بار میکروبی نمونه‌ی آفتابی کمتر از نمونه‌ی خشک شده در ۵۰ °C و بیشتر از نمونه‌های خشک شده در ۶۰ °C و ۷۰ بود، شمارش کلی و کپک و مخمر آن به ترتیب برابر  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $4/253 \pm 0/090$  و  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $3/717 \pm 0/139$  بود. به نظر می‌رسد از آنجا که در نمونه آفتابی اسیدیته بالا بوده، باکتری‌های /سی‌لاکتیک فعالیت بیشتری داشتند، مانع رشد میکروارگانیسم‌ها شده‌اند. همچنین تابش تشعشعات (X و UV) خورشید نیز می‌تواند مانع رشد میکروارگانیسم‌ها شود. شمارش کل میکروبی برای نمونه‌های خشک شده در ۶۰ °C و ۷۰ به ترتیب برابر  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $3/107 \pm 0/098$  و  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $3/080 \pm 0/104$  و تعداد کپک و مخمر نیز برابر  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $2/577 \pm 0/117$  و  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $2/553 \pm 0/117$  بود. با توجه به مدت زمان طولانی‌تر خشک شدن در دمای ۶۰ °C نسبت به ۷۰ °C، بار میکروبی کشک‌های خشک شده در دو دمای مذکور اختلاف معنادار نداشتند ( $P > 0/05$ ).

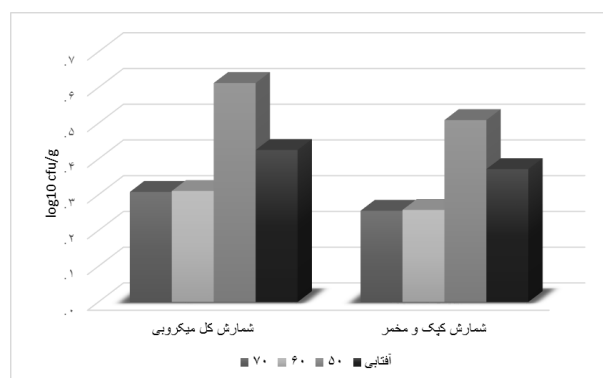
آتیا و خطاب (۱۹۸۵) میانگین شمارش کل میکروبی را  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $6/71$  و شمارش کپک و مخمر را  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $1/95 - 3/40$  گزارش کرده‌اند. در گزارش آل مشهدی و همکاران (۱۹۸۷) نیز شمارش کل میکروبی کشک خشک  $\log_{10} \text{cfu/g}$   $4/28 - 5/9$  و شمارش کپک و

است. نمونه‌ی آفتابی نیز از نظر عطر و طعم با نمونه‌ی خشک شده در ۶۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنادار نداشت ولی نسبت به نمونه‌ی خشک شده در ۷۰ درجه سانتی‌گراد امتیاز کمتری داشت ( $P < 0.05$ )؛ بالا بودن اسیدیته این نمونه ناشی از فعالیت لاکتیک اسید باکتری‌ها بوده و به نظر می‌رسد نسبت به نمونه‌های خشک شده در ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد که اسیدیته بالای آن‌ها ناشی از واکنش مایلارد بوده، مطلوبیت کمتری داشت. کمترین امتیاز از نظر عطر و طعم متعلق به نمونه خشک شده در ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود که احتمالاً به دلیل اسیدیته کمتر نمونه مذکور می‌باشد.

رنگ و بافت کشک از اصلی‌ترین معیارها در ارزیابی کیفیت آن توسط مصرف کنندگان می‌باشد؛ رنگ روشن و بافت یکنواخت‌تر موجب بازارپسندی بیشتر کشک می‌شود. در ارزیابی رنگ نمونه‌ها توسط پانلیست‌ها مشاهده شد، نمونه‌ی خشک شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و نمونه‌ی آفتابی بالاترین و نمونه‌ی خشک شده در دمای ۷۰ درجه کمترین امتیاز را داشتند. در رابطه با بافت نمونه‌ها، بین نمونه‌های خشک شده در آن اختلاف معنی‌دار وجود نداشت و کمترین امتیاز در نمونه آفتابی مشاهده شد.

بالاترین امتیاز از نظر پذیرش کلی باتوجه به عطر و طعم مطلوب، همچنین روشنایی بیشتر و بافت یکنواخت متعلق به کشک خشک شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین امتیاز نیز متعلق به کشک خشک شده در ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود.

مخمر  $\log_{10} \text{cfu/g}$  ۲/۷۴-۲/۴۶ بود. کامبر (۲۰۰۸) نیز عدم وجود کلی‌فرم در نمونه‌ها و شمارش کپک و مخمر را  $\log_{10} \text{cfu/g}$  ۳/۹۴ گزارش کردند. همچنین بیان کردند رابطه منفی بین شمارش کل باکتریایی و تعداد کپک و مخمر با اسیدیته وجود داشت. کپک و مخمر نسبت به سایر میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی خشک مدت بیشتری زنده می‌مانند. شمارش کپک و مخمر نمونه‌های کشک خشک در گزارش سان و همکاران (۲۰۱۰) به طور میانگین  $\log_{10} \text{cfu/g}$  ۷/۵۴ بود.



شکل ۴- تعداد کل میکروبی و کپک و مخمر نمونه‌های کشک تولید شده

### ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های کشک خشک در جدول ۵ آورده شده‌است. از نظر عطر و طعم، نمونه‌ی خشک شده در ۷۰ درجه سانتی‌گراد که با نمونه‌ی خشک شده در ۶۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنادار نداشت ( $P > 0.05$ )، بالاترین امتیاز را داشتند؛ به نظر می‌رسد اسیدیته بالای این نمونه‌ها موجب ایجاد عطر و طعم غنی و مطلوب شده

جدول ۵- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌ها

| نمونه خشک شده در | عطر                       | طعم                       | رنگ                       | بافت                      | پذیرش کلی                 |
|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ۷۰°C             | ۰/۰±۸۹۰/۰۱۷ <sup>a*</sup> | ۰/۰±۸۷۹/۰۱۸ <sup>a</sup>  | ۰/۰±۷۵۲/۰۲۷ <sup>b</sup>  | ۰/۰±۸۶۳/۰۱۵ <sup>a</sup>  | ۰/۰±۸۱۶/۰۲۲ <sup>ab</sup> |
| ۶۰°C             | ۰/۰±۸۷۳/۰۱۸ <sup>ab</sup> | ۰/۰±۸۲۵/۰۲۶ <sup>ab</sup> | ۰/۰±۸۷۱/۰۲۱ <sup>a</sup>  | ۰/۰±۸۳۵/۰۱۴ <sup>ab</sup> | ۰/۰±۸۷۹/۰۱۶ <sup>a</sup>  |
| ۵۰°C             | ۰/۰±۷۸۵/۰۲۶ <sup>c</sup>  | ۰/۰±۷۷۵/۰۲۸ <sup>b</sup>  | ۰/۰±۷۹۸/۰۲۴ <sup>ab</sup> | ۰/۰±۸۰۳/۰۲۲ <sup>ab</sup> | ۰/۰±۷۸۹/۰۲۵ <sup>b</sup>  |
| آفتاب            | ۰/۰±۷۹۷/۰۲۸ <sup>bc</sup> | ۰/۰±۸۱۱/۰۱۹ <sup>ab</sup> | ۰/۰±۸۶۵/۰۱۷ <sup>a</sup>  | ۰/۰±۷۵۹/۰۲۷ <sup>b</sup>  | ۰/۰±۸۵۱/۰۱۷ <sup>ab</sup> |

\*حروف لاتین متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

## نتیجه‌گیری

شده با توجه به پذیرش کلی بالاتر کشک خشک شده در  $60^{\circ}\text{C}$ ، شباهت رنگ بیشتر با نمونه آفتابی، بارمیکروبی کم، بافت یکنواخت و جذب آب متوسط نمونه مذکور، می‌توان گفت دمای  $60^{\circ}\text{C}$ ، دمای مناسبی برای خشک کردن کشک می‌باشد.

خشک کردن دستگاهی با توجه به مزایایی که نسبت به روش آفتابی (سنتی) دارد، از جمله زمان کوتاه‌تر خشک شدن، کنترل راحت‌تر و بار میکروبی کمتر می‌تواند برای خشک کردن کشک مناسب باشد. در حالت کلی دما عامل بسیار مهمی در خشک کردن می‌باشد؛ در بررسی انجام

## منابع مورد استفاده

- استاندارد ملی ایران، ۱۳۴۹. تعیین مقدار کلرور پنیر، شماره ۱۸۰۹.
- استاندارد ملی ایران، ۱۳۷۹. شیر و فرآورده‌های آن - روش شمارش کلی پرگنه‌های میکروارگانیزم‌ها در  $30^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس، شماره ۵۴۸۴.
- استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۴. کشک خشک-ویژگی‌ها، شماره ۱۱۸۸.
- استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵. شیر و فرآورده‌های آن - تعیین اسیدیته و pH، شماره ۲۸۵۲.
- افشاری جویباری ح، فرحناکی ع، مجذوبی م، مصباحی غ و نیاکوثری م، ۱۳۹۱. بررسی روند تغییرات رنگ خرمای مضافتی در طی خشک کردن به منظور انتخاب دمای بهینه هوای خشک‌کن. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۳۶، دوره ۹.
- سلیمی ز، شفاف زنونزبان م و آرمین م، ۱۳۹۲. اثرات آماده سازی، دما و روش‌های مختلف خشک کردن بر باز جذب آب نمونه های خشک شده انگور. مجله ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۱۲۶-۱۲۰.
- فاطمی ح، ۱۳۸۴. شیمی مواد غذایی. شرکت سهامی انتشار. ۹۷-۹۱.
- مختاریان م، نوبهار ف، توکلی پور ح و آرمین م. ۱۳۸۷، بهینه سازی پارامترهای موثر در تولید پودر گوجه فرنگی. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. مشهد مقدس.
- Al-Mashhadi A S, Saadi S R, Ismail A and Salji J P, 1987. Traditional fermented dairy products in Saudi Arabia. *Cultured Dairy Products Journal* 22(1): 24-33.
- Al-Mohizea I S, Abu-Lehia I H and El-Behery M M, 1988. Acceptability of laboratory made Ogggt using different types of milk. *Cultured Dairy Products Journal* 23(3): 20-3.
- Al-Ruqaie I M, El-Nahhal H M, Wahdan A N, 1987, Improvement in the quality of dried fermented milk product. *Oggt, Journal of Dairy Research* 54: 429-35.
- AOAC 2000. Official Methods of Analysis, Vol. II, 17th edn. Association of Official Analytical Chemists.
- Ardo Y, Polychroniadou A, 1999. Laboratory Manual for Chemical Analysis of cheese. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Atia I A, Khattab A A, 1985. Microbiological and chemical studies on Kishk. *Alexandria Science Exchange* 6: 63-71.
- BAM, 2001. FDA Bacteriological Analytical Manual Online. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Chua K J, Mujumdar A S, Chou S K, Hawlader M N A, Ho C, 2000. Convective drying of banana, guava and potato pieces: Effect of cyclical variations of air temperature on drying kinetics and color change. *Drying Technology* 18 (4-5): 907-936.
- Cunningham S E, Mcminn W A M, Magee T R E, Richardson P S, 2008. Effect of processing conditions on the water absorption and texture kinetics of potato. *Journal of Food Engineering* 84: 214-223.
- Dattatreya A, Rankin S A, 2006. Moderately acidic pH potentates browning of sweet whey powder. *International Dairy Journal* 16: 822-828.

- Farkye N, Smith K, Tracy F, 2001, An overview of changes in the characteristics, functionality and nutritional value of skim milk powder (SMP) during storage. U.S. Dairy Export Council.
- Fazaeli M, Tahmasebi M, Emam.Djomeh Z, 2012. Characterization of food texture: application of Microscopic technology. *Current Microscopy Contributions to Advances in Science and Technology* (A. Méndez-Vilas, Ed.), FORMATEX, 855-871.
- Fennema A C M, 1998. *Food Chemistry*, Academic Press. Second edition New York.
- Fontana A J, 2000. Water activity basics for safety and quality in food products. Second NSF International Conference on Food Safety, October 11-13, Savannah, GA USA.
- Guinéa R P F, Barrocab M J, 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper), *Food and Bioproducts Processing* 90: 58–63.
- Güven M, Karaca O B, 2009. Compositional Properties of Dried Yoghurt (Kurut) Provided From Van and Şirnak. *GIDA* 34 (6): 367-372.
- Harrigan W F, 1998. In *Laboratory Methods in Food Microbiology*, 3rd edn. London: Academic Press.
- Hassan E M, Hussein W A, 1987. Chemical, nutritional and sensory evaluation of different Kishk mixtures. *Egypt Journal of Food Science*, Special Issue, 13746.
- Hunter R S, 1975. Scales for the measurements of color difference. In *The Measurement of Appearance*, Wiley-Interscience, New York, 133.
- Ibanoglu S, Maskan M, 2002. Effect of cooking on the drying behaviour of tarhana dough, a wheat flour–yoghurt mixture. *Journal of Food Engineering* 54: 119–123.
- Kaláb M, 1993. Practical aspects of electron microscopy in dairy research. *Food Structure* 12: 95–114.
- Kamber U, 2008. The manufacture and some quality characteristics of kurut, a dried dairy product. *International Journal of Dairy Technology* 61: 146-150.
- Karabulut I, Adnan Hayaloglu A, yildirim H, 2007. Thin-layer drying characteristics of kurut, a Turkish dried dairy by-product. *International Journal of Food Science and Technology* 42: 1080-1086.
- Kirdar S S, 2012. A Survey on Chemical, Biochemical and Microbiological Characteristics of a Traditional Dairy Product in Mediterrean Region: Kes. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11 (3): 330-334.
- Koc B, Yilmazer M S, Balkır P, Ertekin F K, 2010. Spray Drying of Yogurt: Optimization of Process Conditions for Improving Viability and Other Quality Attributes. *Drying Technology* 28: 495–507.
- Kosikowski F V, 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*, 2nd edn, F. V. Kosikowski & Associates, New York, 68-71.
- Krasaekoopt W, Bhatia S, 2012. Production of Yogurt Powder Using Foam-Mat Drying. *Assumption University Journal of Technology* 15 (3): 166-171.
- Liu W J, Sun Z H, Zhang Y B, Zhang C L, Menghebilige, Yang M, Sun T S, Bao Q H, Chen W, Zhang H P, 2012. A survey of the bacterial composition of kurut from Tibet using a culture-independent approach. *Journal of Dairy Science* 95:1064-1072.
- Luo F, Feng S, Sun Q, Xiang W, Zhao J, Zhang J, Yang Z, 2011. Screening for bacteriocin-producing lactic acid bacteria from kurut, a traditional naturally-fermented yak milk from Qinghi-Tibet plateau. *Food Control* 22: 50-53.
- Saguya S, Marabia A, Wallach R, 2005. New approach to model rehydration of dry food particulates utilizing principles of liquid transport in porous media. *Food Science & Technology* 16: 495–506.
- Soltani M, Güzeler N, 2013. The production and quality of liquid Kashks. *GIDA* 38 (1): 1-7.
- Sun Z, Liu W, Gao W, Yang M, Zhang J, Wu L, Wang J, Menghe B, Sun T, Zhang H, 2010. Identification and characterization of the dominant lactic acid bacteria from kurut: The naturally fermented yak milk in Qinghai, China. *The Journal of General and Appllied Microbiology* 56: 1-10.
- Tamime A Y, 2007. *Structure of Dairy Products*, Dairy Science and Technology Consultant Ayr, UK, Blackwell Publishing Ltd 134-164.
- Tamime A Y, O`Connor T P, 1995. Kishk- A Dried Fermented Milk/Cereal Mixture, *International Dairy Journal* 5: 109-128.

- Tamime A Y, Robinson R K, 1999. *Yoghurt: Science and Technology*, 2nd edn. Cambridge: Woodhead Publishing, Abingdon, England, 791 p.
- Zhang H, Xu J, Wang J, Menghebilige, Sun T, Li H, Guo M, 2008. A survey on chemical and microbiological composition of kurut, naturally fermented yak milk from Qinghai in China. *Food Control* 19: 578-586.
- Zhang L, Nishizu T, Hayakawa S, Nakashima R., Goto K, 2013. Effects of Different Drying Conditions on Water Absorption and Gelatinization Properties of Pasta. *Food and Bioprocess Technology* 6 (8): 2000-2009.

## Investigation of physical, chemical, microbiological and sensory properties of Kashk dried by sun and hot air

Y Azimi<sup>1</sup>, M Esmaili<sup>2\*</sup> and A Khosroshahi Asl<sup>2</sup>

Received: October 25, 2016

Accepted: June 7, 2017

<sup>1</sup>MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>2</sup>Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

\*Corresponding author: E mail: m.esmaili@urmia.ac.ir

### Abstract

Kashk, which is a traditional dairy product in Iran, is produced as limited due to unsuitable hygienic conditions and long drying period. It can be produced as standard and safe with transferring from traditional to industrial production scale. In this study, Kashk was produced in two drying methods: sun drying and hot air drying at 50, 60 and 70°C temperatures. After drying, the amount of dry matter, protein, fat, ash, salt, acidity, pH,  $a_w$ , water absorption, total microbial count, coliform, mold and yeast, color parameters including  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H, C and  $\Delta E$ , and hardness in samples were measured. Results showed that there was no significant difference in protein, fat, ash, and salt content of Kashks ( $p>0.05$ ). Maximum acidity and minimum pH were seen in sundried Kashks. In the hot air method, with increasing temperature acidity and hardness increased and pH and water absorption decreased. Microbiological analysis showed the highest total microbial count in samples dried at 50°C and the lowest count in Kashks dried at 60 and 70 °C. The lowest  $\Delta E$  was found in both of samples dried at 60°C and sundried. Similarly, sensory evaluation showed the highest overall acceptance in samples dried at 60°C and sundried. According to the result of this study, temperature of 60°C is recommended for drying of Kashk.

**Keywords:** Hot air, Kashk, Sun drying, Texture properties