

## تأثیر پیش‌تیمار آب‌گیری اسمزی بر خواص کیفی قارچ دکمه‌ای خشک شده در هوای داغ

سمیرا اصل نژادی<sup>۱</sup>، سیده‌های پیغمبردوست<sup>۲\*</sup> و عارف اولاد غفاری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۲۴

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

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

<sup>۳</sup> عضو هیات علمی گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج

\*مسئول مکاتبه: peighamardoust@tabrizu.ac.ir

### چکیده

آب‌گیری اسمزی یکی از روش‌های نوین کاهش رطوبت مواد غذایی است. در این روش رطوبت از طریق تماس مستقیم با محلول‌های غلیظ قندی و نمکی بر اساس پدیده طبیعی و غیرمخرب اسمز از میان غشای سلولی مواد غذایی خارج می‌شود. این محلول‌ها به دلیل فشار اسمزی بالاتر باعث خروج آب از ماده غذایی می‌شوند. استفاده از پیش‌تیمار آب‌گیری اسمزی قبل از خشک کردن مواد غذایی، باعث بهبود خواص کیفی محصول نهایی می‌شود. در این مطالعه اثر پیش‌تیمار اسمزی بر خواص کیفی قارچ خوراکی دکمه‌ای در جریان خشک کردن با هوای داغ مورد بررسی قرار گرفت. به منظور آب‌گیری اسمزی، قارچ‌ها پس از برش با رعایت نسبت وزنی نمونه به محلول اسمزی (۱ به ۲۰) در محلول اسمزی حاوی کلرید سدیم با غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد و در دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ دقیقه غوطه‌ور شدند. شرایط بهینه آب‌گیری اسمزی بر اساس بالاترین میزان نسبت درصد آب‌گیری به درصد جذب ماده جامد انتخاب شد که شامل دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و غلظت ۵ درصد محلول اسمزی و زمان ۱۲۰ دقیقه بود. پس از خشک‌شدن نمونه‌ها تا رطوبت نهایی ۰/۲ (گرم آب بر هر گرم ماده خشک) توسط جریان هوای گرم با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، میزان چروکیدگی، جذب آب مجدد و شاخص‌های رنگی نمونه‌های پیش‌تیمار شده و کنترل اندازه‌گیری شد. با افزایش دما، غلظت محلول اسمزی و زمان میزان آب‌گیری و جذب ماده جامد افزایش یافت. انجام پیش‌تیمار اسمزی باعث کاهش میزان چروکیدگی، نسبت جذب آب مجدد و شاخص  $L$  در سیستم رنگی هانتربل شد؛ اما تأثیر معنی‌داری بر میزان تغییرات رنگ کلی و شاخص‌های  $a$  و  $b$  نداشت.

واژگان کلیدی: قارچ دکمه‌ای، خشک کردن، آب‌گیری اسمزی، کیفیت

مقدمه  
در ماده خشک است (متمقی، ۱۳۸۸). اما به دلیل فسادپذیری بالا، افزایش زمان ماندگاری آن با روش‌های گوناگون حائز اهمیت است. خشک‌کردن یکی از

قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) محصولی با ارزش غذایی بالا و غنی از پروتئین (۲۵ الی ۳۰ درصد

نسبت نمونه به محلول، هم زدن و خصوصیات فیزیکی- شیمیایی مواد غذایی هستند (شولکا و سینگ، ۲۰۰۷). استفاده از آبگیری اسمزی به عنوان پیش‌تیمار نه تنها به حفظ شاخص‌های کیفی کمک می‌نماید بلکه میزان انرژی مورد نیاز فرآیند را نیز کاهش می‌دهد. مقدار خروج آب در آبگیری اسمزی به اندازه‌ای نیست که فرآورده‌ای پایدار و بدون نیاز به شرایط ویژه نگهداری تولید نماید بنابراین برای ماندگاری بیشتر نیاز به خشک‌کردن تکمیلی دارد. آبگیری اسمزی به عنوان پیش‌فرآیند قبل از خشک‌کردن با هوای گرم توسط ارتکین و همکاران (۱۹۹۶)، لنارت و همکاران (۱۹۹۸)، تورینگا و همکاران (۲۰۰۱) و سینگ و همکاران (۲۰۰۷) در محصولات مختلف بررسی شده است. هدف از این تحقیق بررسی عوامل مؤثر بر آبگیری اسمزی، تعیین شرایط بهینه فرآیند شامل دما و غلظت محلول اسمزی و زمان غوطه‌وری نمونه‌ها بر اساس بیشترین میزان خروج آب و کمترین جذب ماده جامد و نیز تأثیر آب-گیری اسمزی بر خواص کیفی محصول نهایی بود.

#### مواد و روش‌ها

قارچ دکمه‌ای به صورت روزانه از شرکت کشت و تولید سادات تبریز تهیه گردید. قارچ‌های مورد استفاده دارای رطوبت اولیه  $1 \pm 90$  درصد بودند. رطوبت نمونه‌ها با روش AOAC (۱۹۸۴) و با قرار گرفتن نمونه‌ها در آون اتمسفری در دمای  $2 \pm 102$  درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری شد.

#### آبگیری اسمزی

آماده‌سازی محلول‌های اسمزی با استفاده از کلرید سدیم با درجه خوراکی و آب مقطر در دو غلظت ۵ و ۱۰ درصد وزنی صورت گرفت. مراحل آماده‌سازی اولیه نمونه‌ها شامل جدا کردن، شستشو و برش قارچ بود. قارچ‌های خریداری شده ابتدا بر اساس اندازه و شکل ظاهری درجه بندی شدند. سپس از نمونه‌های گزینش شده، پس از شستشو و حذف رطوبت سطحی

روش‌های نگهداری قارچ خوراکی است. اما زمان طولانی خشک‌کردن و حرارت دادن بیش از حد سطح ماده غذایی باعث ایجاد تیره شدن رنگ، از دست رفتن عطر و طعم و کاهش ظرفیت جذب آب مجدد و کاهش ارزش غذایی آن می‌شود. استفاده از روش‌های نوین خشک کردن می‌تواند ایرادات فوق را برطرف نماید. از این رو فرآیند آبگیری اسمزی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۷).

آبگیری اسمزی عبارت است از خارج کردن رطوبت مواد غذایی از طریق تماس مستقیم با محلول‌های غلیظ قندی و نمکی که به ترتیب برای آبگیری میوه‌ها و سبزی‌ها به کار می‌روند. خروج رطوبت بر اساس پدیده طبیعی و غیرمخرب اسمز و از میان غشای سلولی مواد غذایی انجام می‌شود. نیروی محرکه لازم برای خروج رطوبت، از طریق فشار اسمزی موجود در محلول‌های اسمزی که غلظت بیشتری از سلول‌های مواد غذایی دارند، فراهم می‌گردد (راستوگی و همکاران، ۲۰۰۲).

هدف اصلی از آبگیری اسمزی به حداقل رساندن صدمه به بافت سلولی و انتقال آب به بیرون از بافت در مدت کوتاه، بدون تغییر فاز در مقایسه با سایر روش‌های خشک‌کردن است. همچنین کاهش برهم کنش‌های حرارتی که اثرات منفی بر رنگ و مواد مولد عطر و طعم را کاهش می‌دهد. بهبود ویژگی‌های بافتی، کاهش چروکیدگی و افزایش جرم حجمی فرآورده از دیگر اهداف به‌کارگیری این پیش‌تیمار است (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۷).

انتقال آب و مواد حل شده جامد را می‌توان به وسیله تعیین درصد کاهش آب<sup>۱</sup> (WL) و درصد جذب ماده جامد<sup>۲</sup> (SG) به دست آورد. عوامل متعددی بر فرآیند آبگیری اسمزی مواد غذایی مؤثر هستند که مهم ترین آنها دما، نوع عامل اسمزی و غلظت محلول اسمزی،

<sup>۱</sup>Water Loss

<sup>۲</sup>Solid Gain

### اندازه گیری میزان چروکیدگی

حجم نمونه‌ها با استفاده از روش جابه‌جایی تولوئن و توسط پیکنومتر اندازه‌گیری شد. با معلوم بودن چگالی تولوئن و وزن متوسط پیکنومتر پر از تولوئن، حجم نمونه‌های موجود در پیکنومتر بدست آمد. بدین ترتیب حجم نمونه‌ها در دو مرحله قبل از خشک‌شدن و بعد از آن اندازه‌گیری شده و در نهایت میزان چروکیدگی با استفاده از رابطه ۳ محاسبه و بر حسب درصد گزارش شد (شولکا و سینگ، ۲۰۰۷).

$$Sh = \left( 1 - \frac{V_t}{V_0} \right) \times 100 \quad (3)$$

در رابطه فوق، Sh درصد

چروکیدگی نمونه،  $V_0$  حجم نمونه (میلی‌لیتر) قبل از خشک شدن و  $V_t$  حجم نمونه (میلی‌لیتر) بعد از خشک شدن هستند.

### تعیین نسبت جذب مجدد آب

برای اندازه‌گیری نسبت جذب مجدد آب، نمونه‌های خشک‌شده قارچ در یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری حاوی ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت غوطه‌ور و در داخل بن ماری قرار داده شدند. پس از سپری‌شدن زمان مورد نظر، نمونه‌ها از آب بیرون آورده شده و پس از گرفتن آب سطحی آنها توزین شدند. نسبت جذب آب مجدد نیز از رابطه ۴ بر اساس روش شولکا و سینگ (۲۰۰۷) محاسبه شد:

$$\text{Rehydration ratio} = \frac{W_t}{W_d} \quad (4)$$

در رابطه فوق  $W_t$  و

$W_d$  به ترتیب جرم نمونه‌ها قبل و بعد از آب‌گیری است.

### اندازه گیری رنگ

رنگ نمونه‌ها قبل و بعد از خشک‌کردن توسط سیستم هانتربل به صورت شاخص‌های L (میزان روشنی)، a (قرمزی-سبزی) و b (زردی-آبی) تعیین گردید. برای توصیف تغییرات رنگ در طول خشک‌کردن از شاخص

توسط کاغذ جاذب رطوبت، برش‌های یکنواخت به ابعاد  $9 \times 13 \times 13$  میلی‌متر تهیه شد. پس از توزین، نمونه‌های برش خورده با رعایت نسبت وزنی نمونه به محلول اسمزی (۱:۲۰) درون محلول اسمزی غوطه‌ور شده و آب‌گیری در دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ دقیقه انجام شد. پس از طی شدن زمان‌های تعیین شده، نمونه‌ها از درون محلول خارج شده و با آب شستشو داده شدند. پس از خشک‌کردن، مجدداً توزین شدند. سپس شرایط بهینه آب‌گیری اسمزی بر اساس بالاترین میزان نسبت درصد آب‌گیری/درصد جذب ماده جامد تعیین شد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۷؛ رسولی و همکاران، ۱۳۸۹).

### خشک‌کردن با هوای گرم

نمونه‌ها پس از آب‌گیری اسمزی در شرایط بهینه تعیین شده در مرحله اول آزمایشات از محلول اسمزی خارج شده و به درون خشک‌کن با جریان هوای گرم منتقل شدند و تا رسیدن به محتوای رطوبت نهایی ۰/۲ گرم رطوبت بر گرم وزن خشک در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند.

### اندازه گیری میزان خروج آب (WL) و جذب ماده جامد (SG)

درصد خروج آب و درصد جذب ماده جامد با روابط ۱ و ۲ به دست آمدند (شولکا و سینگ، ۲۰۰۷).

$$WL = \frac{(w_0 - w_t) + (s_t - s_0)}{w_0} \times 100 \quad (1)$$

$$SG = \frac{(s_t - s_0)}{s_0} \times 100 \quad (2)$$

WL: درصد کاهش آب

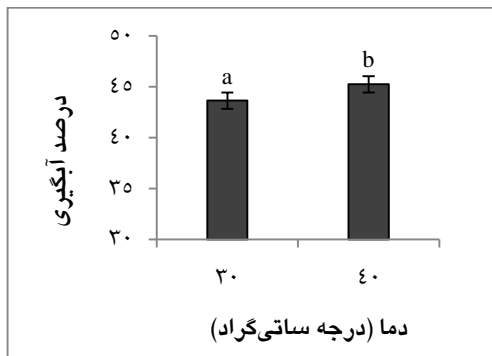
$W_0$ : جرم اولیه نمونه

$W_t$ : جرم نمونه بعد از اسمز

SG: درصد جذب ماده جامد

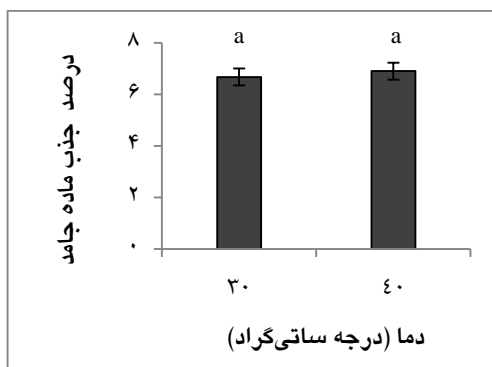
$S_t$ : جرم خشک نمونه بعد از اسمز

$S_0$ : جرم خشک نمونه قبل از اسمز



شکل ۱- تأثیر دما بر درصد آگیری

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.



شکل ۲- تأثیر دما بر درصد جذب ماده جامد

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

### تأثیر غلظت محلول اسمزی بر فرآیند اسمز

شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت محلول کلرید سدیم از ۵ درصد به ۱۰ درصد، میزان آگیری و جذب ماده جامد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. زیرا با افزایش غلظت محلول اسمزی اختلاف فشار اسمزی بین نمونه و محلول اسمزی افزایش یافته و هم‌زمان با حذف رطوبت بیشتر، جذب ماده جامد نیز افزایش می‌یابد (ایسپیر و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین به دلیل وزن مولکولی پایین تر کلرید سدیم به عنوان ماده حل شده اسمزی در نتیجه افزایش ضریب نفوذ آن،

(اختلاف رنگ نمونه‌ها از قارچ‌های تازه) شاخص  $\Delta E$  مطابق رابطه ۵ استفاده شد (فالاد و همکاران، ۲۰۱۰):

$$(5) \quad \Delta E = \sqrt{(L_0 - L_i)^2 + (a_0 - a_i)^2 + (b_0 - b_i)^2}$$

در رابطه فوق اندیس‌های ۰ و  $i$  به ترتیب بیانگر مشخصه‌های رنگ قارچ تازه و خشک شده هستند.

### تجزیه و تحلیل آماری

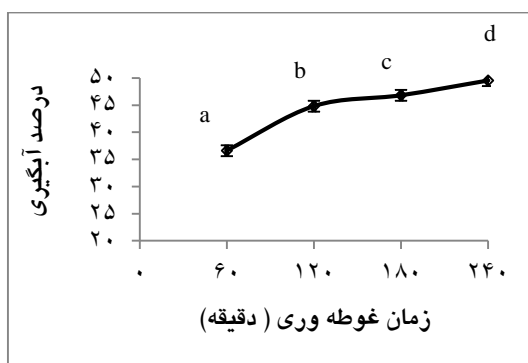
آزمون‌ها در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و بصورت فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵٪ استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تأثیر دمای محلول اسمزی بر فرآیند اسمز

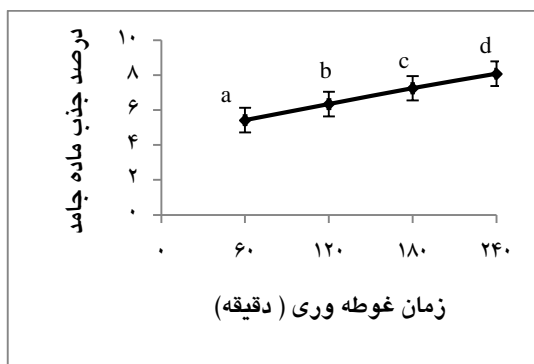
تأثیر دماهای مختلف بر میزان خروج آب (WL) و جذب ماده جامد (SG) به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. براساس شکل ۱ با افزایش دما WL افزایش یافته است. افزایش دما با تغییر نفوذپذیری دیواره سلولی و افزایش ضریب نفوذ منجر به بهبود فرآیند می‌شود. استفاده از دماهای بالاتر منجر به انبساط و پلاستیکی شدن غشای سلولی و در نتیجه انتشار سریع رطوبت از بافت می‌شود. با افزایش دما ویسکوزیته محلول اسمزی کاهش، در نتیجه انتشار آب از بافت ماده غذایی افزایش می‌یابد چرا که انتشار پدیده‌ای وابسته به دما است (اصغری بیرام و همکاران، ۱۳۸۹). اما افزایش دما تأثیر معنی‌داری بر SG نداشت. به نظر می‌رسد علت آن ظریف بودن بافت قارچ دکمه‌ای و وارد شدن قسمتی از بافت آن به محلول اسمزی در اثر افزایش دما و در نتیجه ایجاد خطای آزمایش باشد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۷).

(۱۳۸۹). یعنی در ابتدای فرایند میزان خروج رطوبت بیشتر است، نیروی محرکه در خروج آب فشار اسمزی و در جذب ماده جامد اختلاف غلظت است. اما به مرور زمان که رطوبت از بافت قارچ به محلول اسمزی منتقل می‌شود، هم‌زمان مقداری نمک وارد بافت قارچ شده و تغییرات کمتری در حذف آب و جذب ماده جامد ایجاد می‌گردد (ابراهیم رضاگاه و همکاران، ۱۳۸۷).



شکل ۵- تأثیر زمان غوطه‌وری بر درصد آبگیری

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.



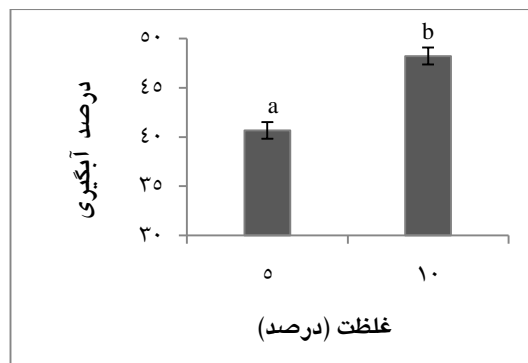
شکل ۶- تأثیر زمان غوطه‌وری بر جذب ماده جامد

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

### تعیین شرایط بهینه آبگیری اسمزی

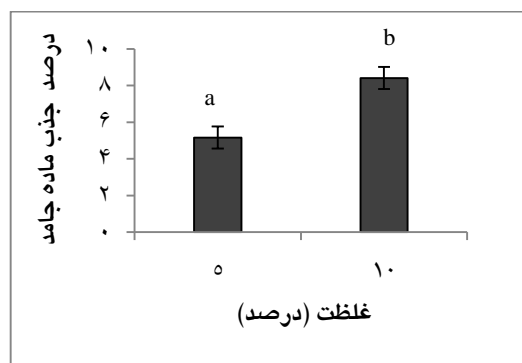
معیار انتخاب شرایط بهینه، نسبت درصد آبگیری به درصد جذب ماده جامد (WL/SG) بود، به طوری که

میزان جذب ماده جامد بیشتر است (ال-آر و همکاران، ۲۰۰۶).



شکل ۳- تأثیر غلظت بر درصد آبگیری

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.



شکل ۴- تأثیر غلظت بر درصد جذب ماده جامد

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

### تأثیر زمان غوطه‌وری بر فرآیند اسمز

مطابق شکل های ۵ و ۶ با افزایش زمان اسمز، درصد آبگیری و جذب ماده جامد افزایش یافت. در واقع با افزایش زمان غوطه‌وری، املاح بیشتری به بافت قارچ نفوذ کرده و در مقابل آب بیشتری از بافت خارج می‌شود. البته این مسئله تا زمانی صورت می‌گیرد که تعادل بین خروج آب از محصول و نفوذ عوامل اسمزی به درون آن ایجاد شود (اصغری بیرام و همکاران،

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

### تأثیر فرایند اسمز بر چروکیدگی

جدول ۲ نشان می‌دهد که با انجام پیش‌ تیمار اسمزی میزان چروکیدگی در نمونه‌های خشک‌شده با هوای داغ کاهش یافته است یعنی پیش‌ تیمار اسمزی نمونه‌ها با شرایط بهینه اسمزی قبل از خشک کردن با هوای داغ میزان چروکیدگی را به دلیل حجم اشغال شده توسط نمک ورودی به بافت و نیز کاهش زمان خشک شدن نهایی به دلیل خروج بخشی از رطوبت در آبیگری اسمزی کاهش داده است (گارسیا و همکاران، ۲۰۰۷). امام جمعه و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی ویژگی‌های بافتی گوجه‌فرنگی پیش‌ تیمار شده با اسمز توسط میکروسکوپ الکترونی عنوان کردند که اعمال آبیگری اسمزی با جلوگیری از تخریب گسترده ساختار سلولی باعث کاهش چروکیدگی محصول خشک‌شده گردید.

### جدول ۲- تأثیر آبیگری اسمزی بر چروکیدگی بافت قارچ

#### خشک شده

درصد چروکیدگی	
۷۲/۶۳ <sup>a</sup> ± ۱/۴	پیش‌ تیمار اسمزی
۸۹/۰۳ <sup>b</sup> ± ۲/۱	کنترل

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

### تأثیر فرایند اسمز بر نسبت جذب آب مجدد

نسبت جذب آب مجدد در نمونه‌های پیش‌ تیمار شده و خشک‌شده با هوای گرم ۲/۱۷ و در نمونه‌های کنترل ۲/۶۹ بود. رومرو و همکاران (۲۰۰۴) نسبت جذب آب مجدد در انبه پیش‌ تیمار شده با فرایند اسمز را ۱/۲۲ و در نمونه‌های کنترل ۱/۴۶ گزارش کردند؛ همچنین اصغری بیرام و همکاران (۱۳۸۹) این نسبت را برای قارچ دکمه‌ای پیش‌ تیمار شده با فرایند اسمز و خشک شده با هوای داغ را ۲/۲۶ گزارش کردند. یعنی

هرچه این نسبت عدد بزرگتری باشد فرایند کارایی بیشتری دارد. بهینه‌سازی فرایند اسمز با هدف افزایش خروج آب از نمونه و کاهش جذب ماده جامد منجر گرفت، زیرا افزایش میزان ماده جامد جذب شده منجر به تغییرات حسی در محصول نهایی می‌گردد؛ همچنین وجود لایه مواد جامد تغلیظ شده در سطح ماده غذایی باعث ایجاد مقاومت در برابر خروج آب در مرحله خشک کردن نهایی با هوای گرم می‌شود. مطابق جدول ۱ آبیگری اسمزی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد، غلظت محلول کلرید سدیم ۵ درصد و زمان ۱۲۰ دقیقه دارای بیشترین نسبت درصد آبیگری/درصد جذب ماده جامد بوده و اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) با دیگر تیمارها وجود داشت. میزان آبیگری و جذب ماده جامد تحت این شرایط به ترتیب ۴۴/۰۶ و ۴/۴۲ درصد بود.

جدول ۱- مقادیر نسبت WL/SG

WL/SG	زمان (دقیقه)	دما (°C)	غلظت (درصد)
۷/۷۷ <sup>bc</sup>	۶۰	۳۰	۵
۷/۲۱ <sup>bcd</sup>	۱۲۰	۳۰	۵
۷/۶۶ <sup>bcde</sup>	۱۸۰	۳۰	۵
۷/۱۸ <sup>bcde</sup>	۲۴۰	۳۰	۵
۸/۱۶ <sup>b</sup>	۶۰	۴۰	۵
۹/۹۸ <sup>a</sup>	۱۲۰	۴۰	۵
۷/۹۹ <sup>b</sup>	۱۸۰	۴۰	۵
۸/۰۶ <sup>b</sup>	۲۴۰	۴۰	۵
۶/۰۶ <sup>def</sup>	۶۰	۳۰	۱۰
۶/۱۱ <sup>def</sup>	۱۲۰	۳۰	۱۰
۵/۳۹ <sup>f</sup>	۱۸۰	۳۰	۱۰
۵/۳۶ <sup>f</sup>	۲۴۰	۳۰	۱۰
۶/۱۴ <sup>cdef</sup>	۶۰	۴۰	۱۰
۶/۳۳ <sup>cdef</sup>	۱۲۰	۴۰	۱۰
۵/۹۴ <sup>ef</sup>	۱۸۰	۴۰	۱۰
۵/۱۶ <sup>f</sup>	۲۴۰	۴۰	۱۰

نتیجه غیرشفاف شدن سطح محصول است (پانی و همکاران، ۲۰۰۸).

### نتیجه‌گیری

با افزایش دمای فرآیند اسمزی درصد آب‌گیری افزایش یافت. با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان غوطه‌وری درصد آب‌گیری و جذب ماده جامد افزایش یافت. شرایط بهینه فرایند اسمز بر اساس بالاترین نسبت درصد آب‌گیری/درصد جذب ماده جامد شامل ۴۰ درجه سانتی گراد، غلظت محلول کلرید سدیم ۵ درصد و زمان ۱۲۰ دقیقه بود. با انجام پیش تیمار اسمزی میزان چروکیدگی نمونه‌های پیش تیمار شده کاهش یافت، اما میزان جذب آب مجدد در این نمونه‌ها کمتر از نمونه‌های بدون پیش تیمار بود. آب‌گیری اسمزی باعث کاهش شاخص L در نمونه‌های خشک شده گردید.

پیش تیمار اسمزی باعث کاهش نسبت جذب آب مجدد شده است. علت این کاهش پرشدن منافذ خالی بافت قارچ توسط حل‌شونده اسمزی و نیز آب‌گیری کمتر لایه نمکی در مقایسه با بافت طبیعی است.

### جدول ۳- تأثیر آب‌گیری اسمزی بر نسبت جذب آب مجدد

نسبت جذب آب مجدد	
پیش تیمار اسمزی	$2/17^a \pm 0/95$
کنترل	$2/69^b \pm 0/8$

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

### رنگ

انجام پیش تیمار اسمزی در شرایط بهینه تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بر میزان تغییر رنگ کلی و شاخص‌های a و b نداشت. اما میزان شاخص L در نمونه‌های پیش تیمار شده با آب‌گیری اسمزی کاهش یافت. علت این کاهش، حضور نمک در لایه سطحی و در

### منابع مورد استفاده

- ابراهیم رضاگاه م، کاشانی‌نژاد م، میزایی ح و خمیری م. ۱۳۸۸. تأثیر دما، غلظت محلول اسمزی و نسبت وزنی بر سینتیک خشک‌کردن اسمزی قارچ دکمه‌ای. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۶، ویژه نامه الف-۱۰. ۱-۱۰.
- اصغری بیرام ز، بصیری ع. ۱۳۸۹. بهینه‌سازی فرآیند خشک‌کردن ترکیبی اسمز-هوای داغ برش‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای توسط روش سطح پاسخ. فصلنامه علوم غذایی و تغذیه. سال هفتم. شماره ۲. ۳۹-۵۰.
- امام جمعه ز، طهماسبی م، پیروزی فرد م خ و عسگری غ. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر پیش‌فرآیند اسمزی بر ویژگی‌های بافتی و ریزساختاری گوجه‌فرنگی خشک‌شده با هوا. مجله مهندسی بیوسیستم ایران. دوره ۳۹. شماره ۱. ۱۳۹-۱۳۳.
- رسولی قهرودی ف، بصیری ع، اسدی غ ح و بامنی مقدم م. ۱۳۸۹. بررسی اثر آب‌گیری اسمزی با فشار کاهش یافته بر میزان خروج آب و نفوذ ماده جامد در قارچ دکمه‌ای. فصلنامه علوم غذایی و تغذیه. سال هفتم. شماره ۴. ۴۱-۳۲.
- سلیمانی ج، امام جمعه ز، قاسم زاده ح. ۱۳۸۷. پیش تیمار هویج خشک‌شده با هوای گرم به وسیله آب‌گیری اسمزی. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۸. ۱۰۱-۱۰۹.
- متقی ح. ۱۳۸۸. قارچ صدفی و سایر قارچ‌های خوراکی پرورشی جهان. نشر سپیدان.

EL-Aouar AA, Azoubel PM, Barbosa JL and Murr FEX. 2006. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). Journal of Food Engineering 75: 267-274.

Ertekin FK and Cakaloz T. 1996. Osmotic dehydration of pears: Influence of process variables on mass transfer. Journal of Food Processing and Preservation 20: 87-104.

- Falade KO and Oyedele OO. 2010. Effect of osmotic pretreatment on air drying characteristics and colour of pepper (*Capsicum spp*). *Journal of Food Science and Technology* 47: 488-495.
- Garcia CC, Mauro MA and Kimura M. 2007. Kinetics of osmotic dehydration and air-drying of pumpkins (*Cucurbita moschata*). *Journal of Food Engineering* 82: 284-291.
- Ispir A and Togrul IT. 2009. Osmotic dehydration of apricot: kinetics and effect of process parameters. *Chemical Engineering Research and Design* 87: 166-180.
- Lenart A and Lewicki PP. 1988. Osmotic concentration of carrot tissue following by convection drying. In S. Buin (Ed.), *Preconcentration and Drying of Food Material* (pp. 307-308). Elsevier Science.
- Pani P, Leva A, Riva M, Maestrelli A and Torreggiani D. 2008. Influence of an osmotic pretreatment on structure property relationships of air-dehydrated tomato slices. *Journal of Food Engineering* 86: 105-112.
- Rastogi NK, Raghavarao KSMS, Niranjana K and Knorr D. 2002. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends in Food Science and Technology* 13: 48-59.
- Romero JT, Gabas AL and Sorbal JA. 2004. Osmo-convective drying of mango cubes in fluidized bed and tray dryer. *Proceeding of the 14<sup>th</sup> international symposium (IDS 2004), Sao Paula. Vol C. 1868-1875.*
- Shulka BD and Singh SP. 2007. Osmo-convective drying of cauliflower, mushroom and greenpea. *Journal of Food Engineering* 80: 741-747.
- Singh B and Gupta AK. 2007. Mass transfer kinetics and determination of effective diffusivity during convective dehydration of pre- osmosed carrot cubes. *Journal of Food Engineering* 79: 459-470.
- Torrington E, Esveld E, Scheewe I, Berg R and Bartels P. 2001. Osmotic dehydration as a pre-treatment before microwave drying of mushrooms. *Journal of Food Engineering* 49: 185-191.



## Effect of osmotic pretreatment on quality characteristics of edible button mushroom during air drying

S Aslnezhadi<sup>1</sup>, SH Peighambardoust<sup>2</sup> and A Olad Ghaffari<sup>3</sup>

Received: November 06, 2013

Accepted: August 15, 2015

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

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

<sup>3</sup> Lecturer, Department of Food Science and Technology, Standard Research Institute (SRI), Karaj, Iran

\*Corresponding author, E mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

### Abstract

Osmotic dehydration is a new method to reduce the moisture content of food. In this method, moisture is reduced by direct contacting food with salt and sugar concentrated osmotic solutions through the cell membrane based on natural and nondestructive osmosis. Application of osmotic dehydration prior to hot air drying improves product quality. In this study the effect of osmotic dehydration prior to hot air drying on the quality properties of button mushroom was studied. Sliced mushrooms were immersed in sodium chloride solution with concentrations of 5 and 10%, sample to solution ratio of 1:20 at temperatures of 30 and 40 °C for 60, 120, 180 and 240 min. Optimal osmosis condition based on the highest WL/SG were found to be a temperature of 40 °C and a concentration of 5% and an osmosis time of 120 min. Samples followed by air drying at 60°C to a final moisture content of 0.2 (g water per g dry matter). Shrinkage, rehydration ratio and color parameters were measured. Results showed increasing temperature, osmotic solution concentration and osmosis time led to an increase in WL and SG. Osmotic pretreatment reduced shrinkage, rehydration ratio and "L" color parameter in hunter lab system; but had no significant effect on overall color change and "a" and "b" values.

**Keywords:** Button mushroom, Drying, Osmotic dehydration, Quality