تأثیر دمای خشک کردن بر مصرف انرژی فرآیند و شاخص‌های کیفی پیاز

هادی عظیمی نژادیان[1*]، فرهاد خوشنام[2]، حسین بلانیان[3]

1- دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

2- استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

3- دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: 98/09/11 تاریخ پذیرش: 98/12/19)

چکیده

در مطالعه حاضر، تأثیر دمای خشک کردن بر مصرف انرژی فرآیند و ویژگی‌های کیفی پیاز شامل ظرفیت بازجذب آب، محتوی ویتامین C و ترکیبات تام فنلی بررسی شد. ورقه‌های پیاز با ضخامت 3 میلی‌متر در یک خشک‌کن هوای گرم در دماهای 40 تا 70 درجه سلسیوس خشکانده شدند. انرژی مصرفی ویژه و راندمان مصرف انرژی با افزایش دما به صورت معنی‌دار (در سطح 5 درصد) بهبود یافته و به ترتیب در محدوده‌های 35/83–59/33 مگاژول بر کیلوگرم و 4/01–6/52 درصد به دست آمدند. افزایش دمای هوا باعث بهبود معنی‌دار (در سطح احتمال 5 درصد) شاخص‌های مصرف انرژی شد. ظرفیت بازجذب آب در نمونه‌های پیاز خشک شده از 4/01 درصد (برای دمای هوای 40 درجه سلسیوس) تا 6/52 درصد (برای دمای هوای 70 درجه سلسیوس) متغیر بود. محتوی ویتامین C در نمونه‌های تازه 50/19 و در نمونه‌های خشک از 14/92 تا 21/38 میلی‌گرم در 100 گرم ماده خشک متغیر بود. محتوی تام ترکیبات فنلی با استفاده از روش فولین-سیکالتیو اندازه‌گیری و مشاهده شد که مقدار این ترکیبات در پیاز تازه (389/6 میلی‌گرم گالیک اسید در 100 گرم ماده خشک) بعد از خشک شدن به شدت کاهش یافت (212/3–295/8 میلی‌گرم گالیک اسید در 100 گرم ماده خشک). بر اساس نتایج به دست آمده، خشک کردن پیاز در دماهای بالاتر منجر به تخریب بیشتر محتوی ویتامین C و ترکیبات فنلی آن شد.

کلید واژگان: پیاز، دمای خشک کردن، راندمان مصرف انرژی، ظرفیت بازجذب آب، ویتامین C، ترکیبات فنلی

*مسئول مکاتبات: h.aziminejadian@shirazu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

1- مقدمه

اغلب میوه‌ها و سبزیجات تازه محتوی مقدار زیادی رطوبت هستند و تقریباً بیش از 80 درصد آنها را آب تشکیل می‌دهد. همین امر باعث ایجاد شرایط مساعد برای فعالیت‌های میکروبیولوژیکی و آنزیمی شده و منجر به فساد سریع این محصولات در دوره پس از برداشت می‌شود [1]. خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین و موثرترین روش‌های نگهداری محصولات کشاورزی و مواد غذایی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد و در طی آن، مقدار معینی از آب موجود در محصول حذف می‌شود. کاهش محتوی رطوبتی تا یک حد مشخص و بهینه، باعث افزایش قابلیت نگهداری این محصولات می‌شود. همچنین، این عمل باعث تسهیل بسته‌بندی، کاهش نیازهای انبارداری و کاهش هزینه‌های حمل و نقل شده و تنوع مصرف و ارزش افزوده آنها می‌شود [2].

از زمان‌های بسیار دور، پیاز به صورت گسترده به عنوان ادویه و ماده غذایی مورد استفاده قرار می‌گرفته و حتی مصارف پزشکی نیز داشته است. در حال حاضر، تقریباً در تمام سراسر دنیا، پیاز به عنوان یک سبزی بسیار مهم در سبد غذایی شناخته شده و در هر دو شکل تازه و خشک مصرف می‌شود [3]. پیاز خشک از اهمیت قابل توجهی در تجارت جهانی برخوردار است و به شکل‌های مختلف از قبیل فلس (ورقه)، چرخ شده، خرد شده و پودر تولید و استفاده می‌شود. پیاز خشک عنوان افزودنی طعم دهنده در طیف گسترده‌ای از فرمولاسیون‌های غذایی مانند گوشت‌های فرآوری شده، سس‌ها، سوپ‌ها، انواع دسرها و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد [4]. پیاز خوراکی از خانواده Alliaceae است و به دلیل دارا بودن کربوهیدارت‌ها، پروتئین‌ها و ویتامین‌های مختلف از ارزش غذایی بالایی برخوردار است. پیاز به ور بالقوه در کاهش خطر بیماری‌های قلبی و عروقی و برخی سرطان‌ها مفید است. اثرات حفاظت کنندگی پیاز وابسته به ترکیبات آنتی‌اکسیدانتی از قبیل ویتامین C و پلی‌فلونیک است. همچنین، پیاز منبع بسیار مهمی از فلاونوئیدهای رژیم غذایی بوده و به دلیل محتوی ترکیبات فنلی دارای اثرات بیولوژیکی مانند فعالیت‌های آنتی باکتریایی، آنتی ویروسی است [5].

در طی چند دهه اخیر، بیش از 50 نوع مختلف خشک‌کن به صورت تجاری معرفی و در صنایع به کار گرفته شده‌اند که هر یک دارای مزیت‌ها و معایب منحصر بفردی هستند. در میان این سیستم‌ها، به دلیل سادگی ساختار و هزینه‌های سرمایه‌گذای کم، خشک‌کن‌های هوای گرم از مقبولیت بالایی برخوردار هستند [6]. خشک‌کن‌های هوای گرم از قابلیت مطلوبی برای استفاده در طیف وسیعی از صنایع و فرآوری مواد مختلف برخوردار بوده و در مقایسه با سیستم‌های دیگر ظرفیت بالاتری دارند. علاوه بر این، این خشک‌کن‌ها را می‌توان به شکل‌های مختلف مانند بستر ثابت، بستر سیال، پیوسته و غیره به کار برد. این مزایا باعث شده است، علی‌رغم برخی کاستی‌ها، خشک‌کن‌های هوای گرم همچنان بدون رقیب باقی مانده و به صورت گسترده در صنایع مختلف و به‌ویژه صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرند.

علی‌رغم مزیت‌های مهم خشکاندن در فرآوری و نگهداری محصولات کشاورزی و مواد غذایی، استفاده از روش‌های نادرست و اعمال شرایط نامطلوب، علاوه بر مصرف زمان، هزینه و انرژی زیاد، می‌تواند باعث کاهش کیفیت و از بین رفتن ارزش محصول نهایی شود. در واقع، بزرگترین چالش صنعت خشک کردن، تولید محصول با کیفیت با صرف کمترین هزینه است. بنابراین، به منظور دستیابی به شرایط بهینه خشک کردن هر محصول، انرژی مصرفی فرآیند و کیفیت محصول نهایی به دست آمده باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد [7]. تأثیر روش و شرایط مختلف بر انرژی مصرفی فرآیند خشک کردن محصولات مختلف نیز مورد توجه پژوهشگران بوده است. بیگی (2016) راندمان مصرف انرژی فرآیند خشک کردن سیب در یک خشک‌کن هوای گرم را بررسی کرد [13]. خانعلی و همکاران (2016) دانه‌های شلتوک را در یک خشک‌کن بستر سیال در دما و سرعت‌های مختلف هوا خشک و شاخص‌های مصرف انرژی را مطالعه کردند [14]. تاکوگناگی و همکاران (2018) تأثیر دما (45، 55 و 65 درجه سلسیوس) و سرعت هوا (20، 24 و 28 دسی‌متر مکعب بر ثانیه) بر مصرف انرژی فرآیند خشک کردن ورقه‌های پیاز با ضخامت 5 میلی‌متر را مورد مطالعه قرار دادند [15].

پژوهش‌های متعددی توسط محققان در ارتباط با تأثیر نوع و شرایط خشک کردن بر کیفیت نهایی محصولات کشاورزی و مواد غذایی مختلف گزارش شده است. بیگی (2019) به بررسی تأثیر دما بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (شامل ظرفیت بازجذب آب، رنگ، کلروفیل و کارتنوئید) برگ‌های نعناع در یک خشک‌کن هوای گرم پرداخت [11]. ایزلی و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

همکاران (2017) تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن (انجمادی، مایکروویو و هوای گرم) بر رنگ، ظرفیت آنتی‌اکسیدانتی و ترکیبات فنلی انبه را مطالعه و گزارش کردند [12]. اثر دمای خشک کردن بر تغییرات رنگ، اسید پیرویک و آلیسین سیر توده بومی شوشتر توسط رضوانی اقدم و همکاران (1395) بررسی شد [13]. در پژوهشی، شهدادی و همکاران (1390) دو رقم خرمای کلوته و مضافتی را توسط آفتاب و آون (در دماهای 50 تا80 درجه سلسیوس) خشک کرده و مقدار ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها را مطالعه کردند [14]. تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های کیفی پیاز در طی فرآیند خشک شدن نیز توسط برخی از پژوهشگران مورد مطالعه قرار گرفته است. ارسلان و اوزجان (2010) ورقه‌های پیاز را با استفاده از آفتاب، توان مایکروویو (210 و 700 وات) و آون (50 و 70 درجه سلسیوس) خشک و تأثیر روش‌های مختلف را بر رنگ، محتوی مواد معدنی و مقدار ترکیبات فنلی نمونه‌ها را مطالعه کردند [4]. فراحیان و آزادمرد دمیرچی (1397) تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف قبل از خشک کردن با هوای گرم بر کیفیت پودر پیاز تولیدی را بررسی کردند. ایشان در پژوهش خود، ترکیبات فلاونوئیدی، رنگدانه‌های قهوه‌ای، ویتامین C و اسیدیته را مورد مطالعه قرار دادند [15]. مظفری و همکاران (1390) نیز اثر فرآیند اسمز بر خواص کیفی (ظرفیت آبگیری مجدد و کیفیت ارگانولپتیکی) پیاز خشک شده با هوای گرم را بررسی کردند [16].

بررسی منابع نشان داد که پژوهش‌های نسبتاً کمی به بررسی هم‌زمان مصرف انرژی فرآیند خشک کردن و کیفیت محصول نهایی پرداخته‌اند. بنابراین، با توجه به اهمیت پیاز خشک در ایجاد تنوع در سبد غذایی و کاهش ضایعات پیاز تازه و همچنین ضرورت تولید محصول با کیفیت بالا و هزینه کم، در این پژوهش، ورقه‌های نازک پیاز در یک خشک‌کن هوای گرم خشکانده شده و تأثیر دمای هوای خشک کردن بر انرژی مصرفی فرآیند و همچنین کیفیت محصول نهایی مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت.

2- مواد و روش‌ها

2-1- آزمایش‌های خشک کردن

در این پژوهش، به دلیل گستردگی تولید و مصرف، پیاز رقم قرمز انتخاب و استفاده شد. محصول از بازار خریداری و به سردخانه‌ای با دمای 4 درجه سلسیوس منتقل شد. رطوبت اولیه نمونه‌ها با استفاده از روش استاندارد آون و مقدار میانگین آن 9/59 (بر پایه خشک) به دست آمد.

برای انجام آزمایش‌های خشک کردن، از یک دستگاه خشک‌کن هوای گرم با قابلیت کنترل سرعت و دمای هوا استفاده شد. ابعاد سطح مقطع محفظه خشک‌کن در سیستم مورد مطالعه 25×25 سانتی‌متر و جریان هوا موازی سینی نمونه‌ها بود. به منظور بررسی تأثیر دمای خشک کردن بر شاخص‌های مصرف انرژی و همچنین کیفیت ورقه‌های پیاز خشک شده، آزمایش‌های خشک کردن نمونه‌ها در چهار سطح دمای هوای 40، 50، 60 و 70 درجه سلسیوس و سرعت ثابت هوای 1/5 متر بر ثانیه انجام شد.

قبل از انجام هر آزمایش، حدود دو کیلوگرم از پیازها از سردخانه خارج و، برای رسیدن به تعادل دمایی با محیط، به مدت 2 ساعت در دمای آزمایشگاه قرار داشته شد. سپس، پوست و سه لایه اول پیازها گرفته شد و باقیمانده آنها با دقت و به کمک یک اسلایسر به صورت ورقه‌هایی با ضخامت 3 میلی‌متر در آورده شد. حدود 600 گرم از ورقه‌های پیاز به صورت یک لایه بر روی سینی‌های مخصوص (با عرض 20 و طول 30 سانتی‌متر) درون محفظه خشک‌کن قرار داده شد. برای اندازه‌گیری محتوی رطوبت لحظه‌ای ورقه‌های پیاز در طی فرآیند خشک شدن، یکی از سینی‌های حاوی محصول به ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم (Vibra, AJH-4200E، ساخت ژاپن) متصل و به صورت پیوسته در فواصل زمانی منظم توزین شد. نمونه‌ها تا رسیدن به رطوبت نهایی حدود 10 درصد (بر پایه خشک) خشکانده، پس از خنک شدن در دسیکاتور در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی و برای انجام آزمایش‌های بعدی استفاده شدند.

2-2- تعیین شاخص‌های مصرف انرژی

مجموع توان مصرفی دمنده و گرم‌کن الکتریکی (E_t) با استفاده از یک توان سنج دیجیتال (Zigler Delta Power، ساخت آلمان) اندازه‌گیری و انرژی مصرفی ویژه (SEC) به صورت زیر محاسبه شد [7]:

$$SEC = \frac{E_t}{m_w} \quad (1)$$

$$m_w = M_i - M_f \quad (2)$$

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

در روابط (1) و (2)، E_t، SEC و m_w به ترتیب انرژی کل مصرفی (مگاژول)، انرژی مصرفی ویژه (مگاژول بر کیلوگرم) و مقدار رطوبت حذف شده از محصول (کیلوگرم) هستند. همچنین، M_i و M_f به ترتیب جرم محصول تازه و جرم محصول خشک شده نهایی (کیلوگرم) هستند.

راندمان مصرف انرژی نیز به صورت زیر محاسبه شد [7]:

$$\eta_e = \frac{E_{evap}}{E_t} \times 100 \qquad (3)$$

که، E_{evap} انرژی مصرف شده برای تبخیر رطوبت از محصول (مگاژول) است و با استفاده از رابطه (4) به دست آمد [7]:

$$E_{evap} = h_{fg}.m_w \qquad (4)$$

در رابطه (4)، h_{fg} گرمای نهان تبخیر (کیلوژول بر کیلوگرم) است و به صورت تابعی از دمای مطلق (T_{abs}، درجه کلوین) به محاسبه می‌شود [7]:

(5)

$$\begin{cases} h_{fg} = 2.503\times10^{3} - 2.386(T_{abs} - 273.16) & 273.16 \le T_{abs}(K) \le 338.72 \\ h_{fg} = (7.33\times10^{6} - 16T_{abs}^{\ 2})^{0.5} & 338.72 \le T_{abs}(K) \le 533.16 \end{cases}$$

2-3- اندازه‌گیری ظرفیت آبگیری مجدد

برای اندازه‌گیری ظرفیت آبگیری مجدد (RC)، ابتدا، یک بشر 100 میلی‌لیتری حاوی 50 میلی‌لیتر آب مقطر در یک حمام آب گرم در دمای 40 درجه سلسیوس قرار داده شد. بعد از یک ساعت، حدود 10 گرم از نمونه‌های پیاز خشک شده توزین و درون بشر ریخته شد. بعد از گذشت 5 ساعت، آب درون بشر تخلیه و نمونه‌ها خارج شدند [3]. رطوبت سطحی نمونه‌ها به آرامی توسط دستمال کاغذی خشکانده شده، مجدداً توزین و ظرفیت آبگیری مجدد آنها به صورت زیر محاسبه شد [3]:

$$RC = \frac{M_w}{M_d} \qquad (6)$$

در رابطه (6)، RC ظرفیت آبگیری مجدد، M_w جرم نمونه پس از آبگیری (گرم) و M_d جرم نمونه خشک هستند.

2-4- اندازه‌گیری ویتامین C

مقدار ویتامین C یا اسید اسکوربیک در نمونه‌های تازه و خشک شده پیاز به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. 2 گرم از محصول درون یک ارلن با ظرفیت 25 میلی‌لیتر و حاوی 20 میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. بعد از 10 دقیقه هم‌زدن آرام و یکنواخت، نمونه با محلول 2،6 دی‌کلروفنل ایندوفنل (5 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) تیتر شد. در نهایت، یک نمونه استاندارد از اسید اسکوربیک (0/1 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به عنوان مرجع استفاده و نتایج به صورت میلی‌گرم ویتامین C در 100 گرم ماده خشک محاسبه شد [17].

2-5- اندازه‌گیری محتوی تام ترکیبات فنلی

به منظور استخراج عصاره، حدود 25 گرم از نمونه‌ها در اتانول 96 درصد خیسانده شده و در طی یک دوره 72 ساعته با هم‌زدن‌های مکرر در دمای آزمایشگاهی نگهداری شدند. سپس، مخلوط عصاره و الکل با استفاده از کاغذ صافی صاف و در نهایت، با حذف حلال اضافی توسط دستگاه روتاری، عصاره خالص به دست آمد.

محتوی کل تام فنلی نمونه‌های تازه و خشک شده پیاز با استفاده از معرف فولین-سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. 90 میلی‌لیتر آب مقطر و 1 میلی‌لیتر از واکنش‌گر فولین-سیوکالتیو به 1 میلی‌لیتر از عصاره افزوده و به آرامی مخلوط شد. پس از 5 دقیقه، 10 میلی‌لیتر کربنات سدیم (75 گرم بر لیتر) به آن اضافه شد. پس از 90 دقیقه، جذب مخلوط در طول موج 750 نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفوتومتر (Perkin–Elmer Lambda، آمریکا) در مقابل بلانک خوانده شد. برای رسم منحنی استاندارد از گالیک اسید استفاده و میزان تام فنولی نمونه‌ها بر اساس معادل میلی‌گرم گالیک اسید در 100 گرم ماده خشک گزارش شد [18].

2-5- تحلیل آماری

در این پژوهش، تمامی آزمایش‌ها در چهار تکرا انجام شد و نتایج به دست آمده به صورت میانگین گزارش شد. به منظور بررسی تأثیر دمای هوا بر شاخص‌های مورد مطالعه، از نرم‌افزار SPSS (V.19) و آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد استفاده شد.

3- نتایج و بحث

3-1- انرژی مصرفی ویژه

متوسط انرژی مصرفی ویژه فرآیند خشک کردن ورقه‌های پیاز در خشک‌کن هوای گرم در دماهای 40، 50، 60 و 70 درجه سلسیوس با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی و رابطه (1) محاسبه و به ترتیب 59/33، 51/18، 42/45 و 35/83 مگاژول بر کیلوگرم به دست آمدند. مقادیر به دست آمده در این تحقیق با نتایج گزار شده توسط دیگر پژوهشگران از قبیل خانعلی و همکاران (2016) برای دانه‌های شلتوک در یک خشک‌کن بستر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

سیال (74/73-29/98 مگاژول بر کیلوگرم) [9]، خوش‌تقاضا و همکاران (2015) برای دانه‌های سویا در یک خشک‌کن ترکیبی هوای گرم-مایکروویو (338/76-50/94 مگاژول بر کیلوگرم) [19]، درویشی و همکاران (2012) برای ورقه‌های سیب‌زمینی در یک خشک‌کن مایکروویو (10/56-4/22 مگاژول بر کیلوگرم) [20] و بیگی (2017) برای برگ افسنطین در یک خشک‌کن هوای گرم (115/52-63/50 مگاژول بر کیلوگرم) [21] قابل مقایسه است.

به طور کلی، انرژی مصرفی فرآیند خشک کردن تحت تأثیر عواملی از قبیل نوع سیستم و شرایط خشک کردن، نوع محصول و همچنین رطوبت اولیه و نهایی محصول قرار دارد. به عنوان مثال، در مجموع، خشک‌کن‌های هوای گرم در مقایسه با خشک‌کن‌های مایکروویو انرژی بیشتری مصرف می‌کنند. دلیل این امر مربوط به مکانیسم انتقال حرارت متفاوت آنها است به طوری که در خشک‌کن‌های هوای گرم، حرارت ابتدا به طریق جابه‌جایی از سیال (هوای) گرم به سطح محصول منتقل و سپس با مکانیسم هدایتی به درون آن نفوذ می‌کند. این پدیده، بسیار زمان‌بر بوده و باعث طولانی شدن فرآیند و مصرف انرژی زیاد می‌شود [6]. در حالی که، در خشک‌کن مایکروویو، انرژی حرارتی به صورت الکترومغناطیسی به محصول منتقل شده، گرمایش محصول به صورت حجمی انجام شده و فرآیند گرمایش و دفع رطوبت از محصول سرعت می‌یابد. به همین دلیل، زمان فرآیند خشک کردن به کمک توان مایکروویو کم بوده و انرژی بسیار کمتری در مقایسه با هوای گرم مصرف می‌کند [6]. به عنوان مثال، عظیمی‌نژادیان و همکاران (2019) ورقه‌های سیب‌زمینی با ضخامت‌های 3/5، 5، 7 و 9 میلی‌متر را با توان‌های مایکروویو 200، 400، 600 و 800 وات خشک کردند و انرژی مصرفی ویژه را در محدوده 2/59-0/68 مگاژول بر ثانیه گزارش کردند [22].

بر اساس نتایج آزمایشگاهی به دست آمده و همچنین تحلیل‌های آماری صورت گرفته، افزایش دمای هوا باعث کاهش معنی‌دار (در سطح 5 درصد) انرژی مصرفی ویژه فرآیند خشک کردن ورقه‌های پیاز شد. کاهش زمان فرآیند در دماهای بالاتر دلیل اصلی کاهش انرژی مصرفی فرآیند با افزایش دما است. مشاهدات مشابه با این یافته توسط پژوهشگران مختلف مانند توحیدی و همکاران (2017) برای دانه‌های شلتوک [7]، متولی و همکاران (2017) برای برگ بابونه [23] و آلیباس (2007) برای برگ گزنه [24] گزارش شده است.

3-2- راندمان مصرف انرژی

مقادیر میانگین راندمان مصرف انرژی در طی فرآیند خشک کردن ورقه‌های پیاز در دماهای مورد مطالعه در شکل (1) آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، راندمان مصرف انرژی از 4/01 درصد (برای دمای 40 درجه سلسیوس) تا 6/52 درصد (برای دمای 70 درجه سلسیوس) متغیر بود. مقادیر به دست آمده برای راندمان مصرف انرژی در این پژوهش با نتایج گزارش شده برای خشک کردن هوای گرم قطعات سیب (9/11-2/87 درصد) (بیگی، 2016) [8]، بابونه (6/76-1/91 درصد) [23]، دانه‌های شلتوک (33/93-5/57 درصد) [7]، برگ‌های نعناع فلفلی (5/34-3/55 درصد) [6]، ورقه‌های کیوی (22/93-9/92 درصد) [25] قابل مقایسه است. مدت زمان طولانی و سرعت نزولی حذف رطوبت از محصول دو عامل مهم و اصلی راندمان بسیار پایین فرآیند خشک کردن در خشک‌کن‌های هوای گرم است.

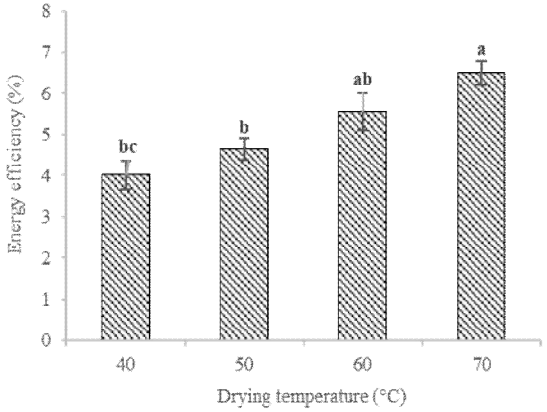

Fig 1 Average values for energy efficiency of onion drying process.

3-3- ظرفیت جذب آب مجدد

به طور کلی، بازجذب آب پدیده‌ای پیچیده است که تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل روش و شرایط انجام و همچنین، ویژگی‌های ذاتی محصول است. لازم به ذکر است که، به دلیل تغییراتی که در طی فرآیند خشک کردن در ساختار و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصولات زیستی ایجاد می‌شود، جذب آب توسط محصولات خشک با ساختار سلولی (محصولات زیستی) بسیار پیچیده‌تر است [21]. مقادیر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

میانگین ظرفیت بازجذب آب نمونه‌های پیاز خشک شده در دماهای 40، 50، 60 و 70 درجه سلسیوس به ترتیب 5/47، 5/74، 6/09 و 6/33 به دست آمد. ظرفیت جذب مجدد آب محصولات خشک شده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و یکی از شاخص‌های کیفی این محصولات به شمار می‌رود. این مشخصه توسط برخی از پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته و در منابع علمی گزارش شده است. به طور مثال، بیگی (2019) ظرفیت بازجذب آب توسط برگ‌های نعناع خشک شده در دمای هوای 40، 50 و 60 درجه سلسیوس را به ترتیب 5/25، 5/42 و 5/64 گزارش کرد [11]. ساهو و همکاران (2015) ظرفیت باز جذب پیازهای خشک شده در دمای هوای 50، 55، 60 و 65 درجه سلسیوس را به ترتیب 4/76، 4/71، 4/62 و 4/09 گزارش کردند [26]. شارما و همکاران (2005) ورقه‌های نازک پیاز را با استفاده از یک خشک‌کن ترکیبی هوای گرم-مادون قرمز و در شرایط مختلف خشک و بعد از انجام آزمایش‌های آبگیری مجدد (در آب با دمای 35 درجه سلسیوس و به مدت 5 ساعت) ظرفیت بازجذب نمونه‌ها را در محدوده 4/5-5/3 به دست آوردند [3].

بر اساس نتایج به دست آمده، ظرفیت بازجذب آب در نمونه‌های پیاز خشک شده در دماهای بالاتر هوا بیشتر بود. این یافته می‌تواند مرتبط با ریزساختار نمونه‌ها باشد. ساجلیک و الیجین (2006) بیان داشتند که افزایش نرخ خشک شدن در دماهای بالاتر ایجاد ساختار متخلخل‌تر در نمونه و در نهایت منجر به ایجاد فضای بیشتر برای جذب آب می‌شود [27]. مشاهدات مشابهی در ارتباط با تأثیر دمای خشک کردن بر ظرفیت جذب مجدد آب در نمونه‌های خشک توسط بیگی (2017) برای برگ‌های افسنطین [21]، نوشاد و همکاران (2012) برای به [28]، و آرال و بشه (2016) برای زالزالک [29] گزارش شده است. البته، لازم به ذکر است که برخی از پژوهشگران نتایجی مخالف با این یافته گزارش کرده‌اند. به طور مثال، ایزلی و پولات (2019) گزارش کردند که ظرفیت بازجذب آب در نمونه‌های زنجبیل با افزایش دمای هوای خشک‌کن کاهش یافت. ایشان بیان داشتند که استفاده از دماهای بالا برای خشکاندن ممکن است باعث پارگی و تغییرات غیر قابل برگشت در ساختار سلولی شده و در نهایت منجر به از بین رفتن یکپارچگی بافت و کاهش ظرفیت جذب مجدد آب محصول شود [30].

4-3- ویتامین C

به دلیل پایداری بسیار کم در طی تیمارهای حرارتی، در بررسی و ارزیابی فرآیندهای فرآوری محصولات غذایی، ویتامین C به عنوان یک شاخص مهم کیفی در نظر گرفته می‌شود. مقادیر میانگین به دست آمده برای محتوی ویتامین C نمونه‌های تازه و خشک شده پیاز در این پژوهش در شکل (2) نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله، محتوی ویتامین C نمونه‌ها از 14/92 تا 50/19 میلی‌گرم در 100 گرم ماده خشک متغیر بود. نتایج تحلیل‌های آماری نشان داد که محتوی ویتامین C در نمونه‌های تازه به صورت معنی‌داری (در سطح احتمال 5 درصد) از نمونه‌های خشک بیشتر بود. همچنین، نتایج به دست آمده نشان داد که افزایش دمای خشک کردن اثر منفی بر محتوی ویتامین C پیاز داشت به طوری که محتوی این ویتامین در نمونه‌های خشک شده در دماهای 50، 60 و 70 درجه سلسیوس در مقایسه با نمونه‌های خشک شده در دمای 40 درجه سلسیوس به ترتیب 10/90، 19/88 و 30/22 درصد کمتر بود. حساسیت زیاد ویتامین C به حرارت و اکسیداسیون از جمله مهم‌ترین عوامل این پدیده شناخته شده است. یافته‌های مشابهی با این نتایج توسط برخی پژوهشگران برای پیاز گزارش شده است. سیفو و همکاران (2018) محتوی ویتامین C پیاز قرمز تازه و خشک شده در دماهای هوای 50، 60 و 70 درجه سلسیوس را به ترتیب 4/46، 1/51، 1/42 و 1/14 میلی‌گرم بر 100 گرم ماده تر به دست آوردند [31]. آرماند و همکاران (2018) محتوی ویتامین C سه رقم پیاز تازه و خشک شده به روش‌های مختلف را به ترتیب در محدوده 3/26-38/11، 6/22-29/22 و 12/39-45/07 میلی‌گرم در 100 گرم ماده خشک گزارش کردند [17]. همچنین، در پژوهشی، ساهو و همکاران (2015) اعلام داشتند که افزایش دمای خشک کردن باعث کاهش محتوی ویتامین C پیاز شد [26].

برخی از پژوهشگران به بررسی تأثیر فرآیند خشک کردن بر محتوی ویتامین C محصولات مختلف پرداخته‌اند.

زیرجانی و توکلی‌پور (1388) ورقه‌های نازک موز را با استفاده از سه پیش‌فرآیند مختلف در یک خشک‌کن هوای گرم در دماهای 60، 70 و 80 درجه سلسیوس خشک کرده و گزارش کردند که استفاده از دمای بالاتر در مقایسه با دمای پایین‌تر موجب تخریب کمتر ویتامین C شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

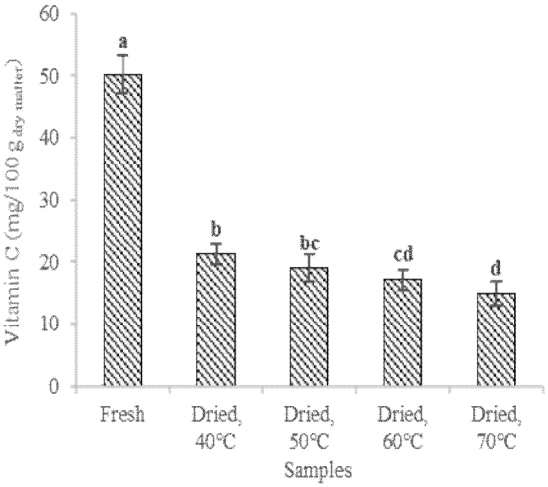

Fig 2 Average values for vitamin C content in fresh and dried onion samples.

ایشان دلیل این مشاهده را زمان کوتاه‌تر فرآیند در دماهای بالاتر اعلام کردند [32]. پاشایی بهرام و همکاران (1396) اعلام کردند که محتوی ویتامین C در زغال اخته خشک شده (در آفتاب و در آون در دمای 80 درجه سلسیوس) به طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) از نمونه‌های تازه کمتر بود [33]. استادزاده و سیدالنگی (1395) اثر روش‌های مختلف خشک کردن (آون هوای داغ با دماهای 40، 50 و 60 درجه سلسیوس، مایکروویو با توان‌های 180، 360 و 450 وات و روش آفتابی) بر مقدار ویتامین C گیاه علف چشمه را مطالعه کردند. ایشان میانگین محتوی ویتامین C در نمونه‌های تازه و خشک شده را در محدوده 2/46-5/36 میلی‌گرم در 100 گرم گزارش و اعلام داشتند که بیشترین و کمترین مقدار ویتامین به ترتیب در نمونه‌های خشک شده در دمای 60 درجه سلسیوس و مایکروویو در توان 360 وات مشاهده شد [34].

3-5- محتوی ترکیبات فنولی

محتوی تام ترکیبات فنلی نمونه‌های تازه و خشک شده پیاز قرمز به روش فولین-سیکالتیو اندازه‌گیری شد و مقادیر میانگین این ترکیبات در شکل (3) آورده شده است. میانگین محتوی تام ترکیبات فنلی نمونه‌های پیاز قرمز تازه 389/6 میلی‌گرم در 100 گرم ماده خشک به دست آمد که با مقادیر گزارش شده برای این رقم از پیاز توسط لو و همکاران (2011) (428 میلی‌گرم گالیک اسید در 100 گرم ماده خشک) [18] تطابق کامل دارد. همچنین مقدار به دست آمده در این پژوهش با مقادیر گزارش شده توسط نوتیلا و همکاران (2003) (207/5) (207/5 میلی‌گرم گالیک اسید در 100 گرم ماده خشک) [35] قابل مقایسه است. عوامل مختلفی محتوی تام فنلی پیاز را تحت تأثیر قرار دهند. رقم پیاز یکی از مهمترین این عوامل است. لو و همکاران (2011) مقدار ترکیبات فنلی پیاز سفید، زرد، قرمز و شیرین را به ترتیب 269، 164، 428 و 142 میلی‌گرم در 100 گرم ماده خشک گزارش کردند [18]. مقدار ترکیبات تام فنلی پیاز در قسمت‌های مختلف آن بسیار متفاوت است. در پژوهشی، پراکاش و همکاران (2007) محتوی تام ترکیبات فنلی چهار رقم مختلف پیاز را مطالعه و اعلام کردند که مقدار این ترکیبات در لایه‌های بیرونی بیشتر و در لایه‌های درونی کمتر است. ایشان مقدار ترکیبات فنلی لایه‌های بیرونی، میانی و درونی پیاز قرمز را به ترتیب 74/1، 15/9 و 5/6 میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم ماده تر گزارش کردند [36]. همچنین، روش و حلال مورد استفاده در تعیین ترکیبات فنلی می‌تواند منجر به نتایج متفاوت شود. به عنوان مثال، سانتاس و همکاران (2008) در بررسی محتوی ترکیات فنلی دو رقم پیاز اسپانیایی با استفاده از حلال‌های مختلف (استون، اتانول، آب و متانول، گزارش کردند که بیشترین مقدار ترکیبات فنلی با متانول و کمترین مقدار با استون شناسایی شد [37].

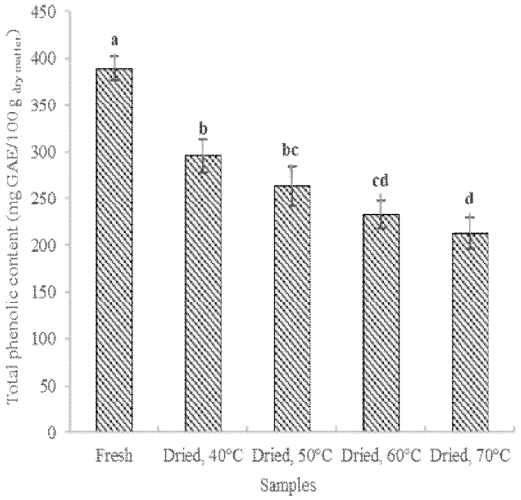

Fig 3 Average values for total phenolic content in fresh and dried onion samples.

نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها و تحلیل‌های آماری نشان داد که محتوی تام ترکیبات فنلی پیاز بعد از خشک شدن به روش هوای گرم به طور معنی‌داری (در سطح احتمال 5 درصد) کاهش یافت. آرماند و همکاران (2012) در پژوهشی به بررسی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

تأثیر خشک کردن بر روی ترکیبات فنلی رقم قرمز پرداختند و گزارش کردند که محتوی تام ترکیبات فنلی در نمونه‌های خشک به طور معنی‌داری (در سطح احتمال 5 درصد) کمتر از نمونه‌های تازه بود [17]. نتایجی مشابه با این یافته توسط شهدادی و همکاران (1390) برای دو رقم خرمای کلوته و مضافتی [14]، آک‌ییلدیز و همکاران (2004) برای خرمالو [38] و زانئولو و همکاران (2006) برای برگ چای [39] گزارش شد. کاهش ترکیبات فنولی بر اثر خشک کردن ممکن است ناشی از پیوند آن‌ها با ترکیبات دیگر مانند پروتئین‌ها و یا بر اثر تغییر ساختار شیمیایی این ترکیبات باشد [40]. افزایش تانن‌های تغلیظ شده می‌تواند دلیل اصلی کاهش ترکیبات فنولی در نمونه‌های خشک شده باشد [41]. ترکیبات فنولی در درون اندامک‌هایی به نام واکوئل قرار دارند و فرآیند خشک کردن باعث تخریب ساختار سلولی و واکوئل‌ها و خروج ترکیبات فنولی از آنها می‌شود. بنابراین، ترکیبات فنولی در مقابل هر تغییری حساس شده و در مواجه با دما از بین می‌روند [42].

به‌علاوه، بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، افزایش دمای هوای خشک کردن در محدوده 40 تا 70 درجه سلسیوس تأثیر معنی‌داری (در سطح احتمال 5 درصد) بر محتوی ترکیبات فنلی پیاز قرمز داشت به‌طوری افزایش دما منجر به کاهش مقدار این ترکیبات شد. راکیچ و همکاران (2007) کاهش در میزان ترکیبات فنولی در دماهای بالاتر را مرتبط به تأثیر حرارت بر ترکیبات تاننی نسبت دادند. ایشان بیان داشتند که دماهای بالاتر باعث تجزیه بیشتر تانن‌های قابل هیدرولیز می‌شود [43].

4- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ورقه‌های پیاز در یک خشک‌کن هوای گرم خشکانده شده و تأثیر دمای خشک کردن بر شاخص‌های مصرف انرژی فرآیند و کیفیت محصول نهایی بررسی شد. بر اساس نتایج به دست آمده، به دلیل زمان‌بر بودن فرآیند، انرژی زیادی صرف خشکاندن نمونه‌ها شد. راندمان مصرف انرژی در محدوده 4/01 –6/52 درصد به دست آمد. ظرفیت بازجذب آب در نمونه‌های پیاز خشک شده در دماهای بالاتر هوا بیشتر بود. محتوی ویتامین C در نمونه‌های تازه به صورت معنی‌داری (در سطح احتمال 5 درصد) از نمونه‌های خشک بیشتر بود. در ضمن، افزایش دمای هوای خشک کردن باعث کاهش معنی‌داری (در سطح احتمال 5 درصد) محتوی ویتامین C پیاز شد. محتوی تام ترکیبات فنلی نمونه‌های پیاز بعد از خشک شدن به روش هوای گرم به طور معنی‌داری (در سطح احتمال 5 درصد) کاهش یافت. در مجموع، بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، هرچند استفاده از دماهای بالاتر برای خشکاندن نمونه‌ها باعث بهبود شاخص‌های مصرف انرژی شد اما کیفیت محصول نهایی را به شدت کاهش داد.

5- منابع

[1] Torki-Harchegani M, Ghasemi-Varnamkhasti M, Ghanbarian D, Sadeghi M, Tohidi M. Dehydration characteristics and mathematical modeling of lemon slices drying undergoing oven treatment. Heat and Mass Transfer. 2016; 52(2): 281–289.

[2] Motevali A, Abbaszadeh A, Minaei S, Khoshtaghaza MH, Ghobadian B. Effective moisture diffusivity, activation energy and energy consumption in thin-layer drying of Jujube (*Zizyphus jujube Mill*). Journal of Agricultural Science and Technology. 2012; 14(3): 523–532.

[3] Sharma GP, Verma RC, Pathare PB. Thin-layer infrared radiation drying of onion slices. Journal of Food Engineering. 2005; 67(3): 361–366.

[4] Arsalan D, Özcan MM. Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. LWT–Food Science and Technology. 2010; 43(7): 1121–1127.

[5] Begherloo M, Heidari R, Ghaderpour S, Jamei R. Antioxidant activities of the methanolic extracts of several varieties of Iranian onion and theirs scavenging effect on free radicals. Journal of Food Research. 2011; 21(4): 455-465. [full text in Persian]

[6] Torki-Harchegani M, Ghanbarian D, Ghasemi Pirbalouti A, Sadeghi M. Dehydration behavior, mathematical modelling, energy efficiency and essential oil yield of peppermint leaves undergoing microwave and hot air treatments. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016; 58: 407–418.

[7] Tohidi M, Sadeghi M, Torki-Harchegani M. Energy and quality aspects for fixed deep bed drying of paddy. Renewable and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

physicochemical composition of three varieties of onion (*Allium cepa* L). Journal of Food Science and Nutrition. 2018; 1(2): 17–24.

[18] Lu X, Wang J, Al-Qadiri HM, Ross CF, Powers JR, Tang J, Rasco BA. Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy. Food Chemistry. 2011; 129(2): 637–644.

[19] Khoshtaghaza MH, Darvishi H, Minaei S. Effects of microwave-fluidized bed drying on quality, energy consumption and drying kinetics of soybean kernels. Journal of Food Science and Technology. 2015; 52(8): 4749–60.

[20] Darvishi H. Energy consumption and mathematical modeling of microwave drying of potato slices. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2012; 14(1): 94–102.

[21] Beigi M. Thin layer drying of wormwood (*Artemisia absinthium* L.) leaves: dehydration characteristics, rehydration capacity and energy consumption. Heat and Mass Transfer. 2017; 53(8): 2711–2718.

[22] Azimi-Nejadian H, Hosseini SS. Study the effect of microwave power and slices thickness on drying characteristics of potato. Heat and Mass Transfer. 2019; 55(10): 2921–2930.

[23] Motevali A, Minaei S, Banakar A, Ghobadian B, Khoshtaghaza MH. Comparison of energy parameters in various dryers. Energy Conversion and Management. 2014; 87: 711–25.

[24] Alibas I. Energy consumption and colour characteristics of nettle leaves during microwave, vacuum and convective drying. Biosystems Engineering. 2007; 96(4): 495–502.

[25] Zhou X, Ramaswamy H, Qu Y, Xu R, Wang S. Combined radio frequency-vacuum and hot air drying of kiwifruits: Effect on drying uniformity, energy efficiency and product quality. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2019; 56: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102182

[26] Sahoo NR, Bal LM, Pal US, Sahoo D. Impact of pretreatment and drying methods on quality attributes of onion shreds. Food Technology and Biotechnology. 2015; 53(1): 57–65.

Sustainable Energy Reviews. 2017; 70: 519–528.

[8] Beigi, M. Energy efficiency and moisture diffusivity of apple slices during convective drying. Food Science and Technology. 2016; 36(1): 145–150.

[9] Khanali M, Banisharif A, Rafiee S. Modeling of moisture di□usivity, activation energy and energy consumption in fluidized bed drying of rough rice. Heat and Mass Transfer. 2016; 52(11): 2541–2549.

[10] Takougnadi E, Tchamye Boroze T-E, Azouma OY. Development of an intermittent drying process of onion. Cogent Food & Agriculture. 2018; 4(1): https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1422225

[11] Beigi M. Drying of mint leaves: Influence of the process temperature on dehydration parameters, quality attributes, and energy consumption. Journal of Agricultural Science and Technology. 2019; 21(1): 77–88.

[12] Izli N, Izli G, Taskin O. Influence of different drying techniques on drying parameters of mango. Food Science and Technology. 2017; 37(4): 604–612.

[13] Rezvani Aghdam A, Aleomrani Nezhad SMH, Khazaei J. The assessment of temperature and sample size on color variations, pirovic aid and allicin in local Shushtar garlic after drying. Journal of Food Technology and Nutrition. 2016; 13(2): 99–107. [full text in Persian]

[14] Shahdadi F, Mirzaei H, Maghsoudlou Y, Ghorbani M, Daraei Garmakhany A. Effect of drying process on the phenolic-compounds content and antioxidant activity of two varieties of date-palm fruit *Kaluteh* and *Mazafati*. Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 2011; 6(3): 67–74. [full text in Persian]

[15] Farahian N, Azadmard-Damirchi S. Effect of different pretreatments before hot air drying of onion on its powder quality during storage. Journal of Food Science and Technology. 2018; 6(15): 103–110. [full text in Persian]

[16] Mozaffary M, Solaimani J, Asefi N, Jafarian P. Effect of Osmo-air drying on quality of dried onion. Food Hygiene Quarterly Scientific Journal. 2011; 1(2): 49–60. [full text in Persian]

[17] Armand AB, Scher J, Aboubakar, Augustin G, Roger P, Montet D, Moses MC. Effect of three drying methods on the

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. Food Chemistry. 2003; 81(4): 485–493.
[36] Prakash D, Singh BN, Upadhyay G. Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*). Food Chemistry. 2007; 102(4): 1389–1393.
[37] Santas J, Carbó R, Gordon MH, Almajano MP. Comparison of the antioxidant activity of two Spanish onion varieties. Food Chemistry. 2008; 107(3): 1210–1216.
[38] Akyıldız A, Aksay S, Benli H, Kıroğlu F, Fenercioğlu H. Determination of changes in some characters of persimmon during dehydration at different temperatures. Journal of Food Engineering. 2004. 65(1): 95–99.
[39] Zanoelo EF, Cardozo-Filho L, Cardozo-Junior EL. Superheated steam drying of mate leaves and effect of drying conditions on the phenol content. Journal of Food Process Engineering. 2006; 29(3): 253–268.
[40] Qu W, Pan Z, Ma H. Extraction modeling and activities of antioxidants from pomegranate marc. Journal of Food Engineering. 2010; 99(1): 16–23.
[41] Torres CD, Diaz-Maroto MC, Hermosin-Gutierrez I, Perez-Coello MS. Effect of freeze-drying and oven drying on volatiles and phenolics composition of grape skin. Food Chemistry. 2010: 660(1-2): 177–182
[42] Harboune N, Marete E, Jacquier JC, O'Riordan D. Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and willow (*Salix alba*). Food Chemistry. 2009; 42(9): 1468–1473.
[43] Rakić S, Petrović S, Kukić J, Jadranin M, Tešević V, Povrenović D, Šiler-Marinković S. Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. Food Chemistry. 2007; 104(2): 830–834.
[27] Sacilik K, Elicin AK. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. Journal of Food Engineering. 2006; 73(3): 281–289.
[28] Noshad M, Mohebbi M, Shahidi F, Mortazavi S. A. Kinetic modeling of rehydration in air-dried quinces pretreated with osmotic dehydration and ultrasonic. Journal of Food Processing and preservation. 2012; 36(5): 383–392.
[29] Aral S, Bese A. Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters in drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. Food Chemistry. 2016; 210(1): 577–584.
[30] Izli N, Polat A. Effect of convective and microwave methods on drying characteristics, color, rehydration and microstructure properties of ginger. Food Science and Technology. 2019; 39(3): 652–659.
[31] Seifu M, Tola YB, Mohammed A, Astatkie T. Effect of variety and drying temperature on physicochemical quality, functional property, and sensory acceptability of dried onion powder. Food Science and Nutrition. 2018; 6(6): 1641–1649.
[32] Zirjani L, Tavakolipour H. Influence of different drying conditions on dried banana properties by hot air. Innovation in Food Science and Technology. 2009; 1(1): 71–86. [full text in Persian]
[33] Pashaei Bahram R, Azadmard Damirchi S, Hesari J, Peighambardoust SH, Bodbodak S, Farmani B. Effecet of drying methods on physic-chemical and bioactive compounds of cornelian cherry. Journal of Food Science and Technology. 2017; 67(14): 191–201. [full text in Persian]
[34] Ostadzadeh SH, Sayyed-Alangi Z. Effect of drying process on qualitative and quantitative properties of waterdress (Nasturtium officinale) leaves. Innovative Food Technologies. 2016; 4(1): 1–16.
[35] Nuutila AM, Puupponen-Pimiä R, Arani M, Oksman-Caldentey KM. Comparison of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]

Influence of Drying Temperature on Energy Consumption of the Process and Quality Indices of onion

Azimi-Nejadian, H. [1*], Khoshnam, F. [2], Balanian, H. [3]

1. Biosystems Engineering Department, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Mechanical Engineering of Biosystems, Faculty of Agricultural, University of Jirof, Jiroft, Iran
3. Biosystems Engineering Department, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: 2019/12/02 Accepted:2020/03/09)

In the present study, the influence of drying temperature on energy consumption and qualitative characteristics of onion including rehydration capacity, vitamin C content and total phenolic content (TPC) was investigated. Onion slices with 3 mm thickness was dried in a hot air dryer at temperatures 0f 40–70 °C. Specific energy consumption and energy efficiency were significantly ($P < 0.05$) improved by increasing temperature and obtained to be in the range of 35.83–59.33 MJ/kg and 4.01–6.52%, respectively. Increasing air temperature resulted in significant ($p < 0.05$) improvement in energy consumption indices. Rehydration capacity in the dried onion samples varied from 4.01% (at drying temperature of 40 °C) to 6.52 (at drying temperature of 70 °C). Vitamin C content in fresh samples was 50.19, and in dried samples varied from 14.92 to 21.38 mg/100 g $_{dry\ matter}$. TPC was measured using Foline–Ciocalteu reagent and found that the TPC in fresh onions (389.6 mg GAE/100 $_{dry\ matter}$) was significantly ($p < 0.05$) decreased in the dried samples (212.3–295.8 mg GAE/100 $_{dry\ matter}$). Based on the obtained results, drying of the onions at higher temperatures led to more deterioration in vitamin C content and the TPC.

Keywords: Onion, Drying temperature, Energy efficiency, Rehydration capacity, Vitamin C, Total phenolics content

* Corresponding Author E-Mail Address: h.aziminejadian@shirazu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOI: 10.52547/fsct.17.99.125]