

# بررسی و مقایسه تغییرات رایحه، رنگ و ویتامین ث برگه‌های خشک‌شده پرتقال در خشک‌کردن فریز درایر و هوای داغ

مازیار روشن مقدم<sup>۱</sup>، رضا امیری چایجان<sup>۱\*</sup> و ناهید عقیلی ناطق<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۷

۱- گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲- گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی سنقر، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

\* مسئول مکاتبه [amirireza@basu.com](mailto:amirireza@basu.com)

## چکیده

در این پژوهش اثر خشک‌کردن با استفاده از فریزدرایر و هوای داغ بر رایحه، مقدار ویتامین ث و تغییر رنگ برگه‌های پرتقال مطالعه شد. فرآیند خشک‌کردن فریزدرایر در دمای ۵۰- درجه سلسیوس و هوای داغ در دمای ۶۰ درجه سلسیوس صورت گرفت. نتایج نشان داد برگه‌های خشک‌شده در خشک‌کن فریزدرایر، کیفیت رنگ و رایحه‌ای مشابه با ورقه‌های پرتقال تازه داشته (پرتقال تازه  $L^*=79/48$ ،  $a^*=3/17$  و  $b^*=44/25$  و فریز درایر  $L^*=82/26$ ،  $a^*=2/71$  و  $b^*=50/68$ ) ولی در مورد هوای داغ، کیفیت رنگ ( $L^*=58/09$ ،  $a^*=10/78$  و  $b^*=45/51$ ) کاهش پیدا کرد و به سمت قهوه‌ای شدن تمایل یافت. بیشترین پاسخ حسگرهای بویایی در پرتقال تازه، خشک‌کن فریز درایر و خشک‌کن هوای داغ به ترتیب MQ9، MQ7 و MQ3 و کمترین پاسخ حسگرهای بویایی در هر سه روش MQ6 بود. تفاوت بیشترین پاسخ حسگرها نشان از تغییر عطر محصول در حین خشک‌کردن است. مقدار ویتامین ث در دو روش فریزدرایر (۹۰۲/۴mg/100g) و هوای داغ (۹۵۶/۶mg/100g) نسبت به پرتقال تازه (۱۰۰۱/۳mg/100g) کاهش داشته است که در خشک‌کن هوای داغ کاهش غلظت کمتر بود.

واژه‌های کلیدی: خشک‌کن فریز درایر، هوای داغ، ماشین بویایی، ویتامین ث، شاخص رنگ

## Assessment and Comparison of Changes in Aroma, Color and Vitamin C of Dried Orange Slices in Freeze and Hot Air Dryers

Maziar Roshan Moghaddam<sup>1</sup>, Reza Amiri Chayjan<sup>1\*</sup> and Nahid Aghili Nategh<sup>2</sup>

Received: 19 Oct 2021

Accepted: 9 Nov 2021

1- Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2- Department of Biosystems Engineering, Sonqor Agriculture Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

\*Corresponding author: [amirireza@basu.com](mailto:amirireza@basu.com)

### Abstract

In this study, the effects of freeze and hot air dryings on aroma, vitamin C content and color change of orange slices were studied. The freeze dryer was drying at -50 °C and the hot air dryer at 60 °C. The results showed that the freeze dryer maintained the color quality and aroma of the dried slices similar to the fresh orange slices (fresh oranges  $L^*=48.79$ ,  $a^*=-3.17$  and  $b^*=44.25$  and freeze dried  $L^*=82.26$ ,  $a^*=-2.71$  and  $b^*=50.68$ ) but in the case of hot air dryer, the color quality decreased and browning was occurred ( $L^*=58.09$ ,  $a^*=10.78$  and  $b^*=45.51$ ). The highest response of olfactory sensors in fresh orange, freeze dried and hot air dried slices were MQ9, MQ7, and MQ3, respectively, and the lowest response of olfactory sensors in all three slices was MQ6. The biggest difference between the sensors' response was the change in the product's aroma during drying process. The amount of vitamin C in two methods of freezer drying (902.4 mg / 100g) and hot air drying (956.6 mg / 100g) decreased compared to fresh orange slices (1001.3mg / 100g). According to the measured Vitamin C contents, in hot air dried slices the concentration of Vitamin C was higher than that for freeze dried slices.

**Keywords:** Color index, Freeze dryer, Hot air, Odor machine, Vitamin C

### How to cite:

Roshan Moghaddam M., Amiri Chayjan, R., Aghili Nategh, N. 2021. *Assessment and Comparison of Changes in Aroma, Color and Vitamin C of Dried Orange Slices in Freeze and Hot Air Dryers*. Journal of Agricultural Mechanization 6 (3): 41-47.

## ۱- مقدمه

طریق ویژگی‌هایی مانند حذف حسگرهای غیراختصاصی و یک سیستم تشخیص مناسب شناسایی کند. برخی از محققان متذکر شده‌اند که رایحه مواد کم‌آب به راحتی می‌تواند در طی فرآیندهای خشک کردن تغییر یابد (Pei et al., 2016).

در خصوص استفاده از بینی الکترونیکی تحقیقاتی انجام شده است. در تحقیقی مروری، بینی الکترونیک به عنوان ابزاری ابداعی جهت پایش لحظه‌ای محصول به منظور افزایش کیفیت آن در خشک‌کن‌های مواد غذایی معرفی شده است (Ghasemi-Varnamkhashti et al., 2014). پیش‌بینی زمان برداشت و میزان رسیدگی محصول (Zhang et al., 2016)، تعیین کیفیت محصولات در طول دوره انبارداری (Wei et al., 2015؛ Hui et al., 2015)، تشخیص گیلان سمی و غیرسمی در طول دوره رسیدگی با استفاده از بینی الکترونیکی (Aghili Nategh et al., 2020) و امکان سنجی تشخیص واریته‌های مختلف نیشکر با تکنیک بینی‌الکترونیک در شربت نیشکر (Adib zadeh et al., 2020).

درجه‌بندی مواد غذایی براساس رنگ از مهمترین کاربردهای سیستم بینایی کامپیوتر است. به طور کلی استفاده از پردازش تصویر به دلیل قابلیت بالای این تکنیک در پردازش پارامترهای کل تصویر و جداسازی ناحیه‌ای خاص از نمونه، درمورد محصولات با ظاهر غیریکنواخت کاربرد فراوانی دارد (Franco et al., 2006). در تحقیقی با استفاده از تکنیک پردازش تصویر، زمان واقعی تغییر رنگ برش‌های سیب هنگام خشک شدن همرفتی ماکروویو مورد بررسی قرار گرفت (Aghili Nategh et al., 2016).

با مطالعه بر روی کاربرد برگه‌های خشک‌شده پرتقال در صنایع مواد غذایی، سه عامل رایحه، رنگ و ویتامین ث در تعیین کیفیت و نیاز صنعت تاثیر بسزایی دارند. از این نظر، نوع خشک‌کن می‌تواند باعث تغییرات در اندازه این سه عامل گردد. از آنجا که هیچ تحقیقی برای تعیین رایحه، ویتامین ث و تغییر رنگ پرتقال توسط ماشین بویایی انجام نشده است، این مطالعه با هدف بررسی اثر خشک‌کردن فریزدرایر و هوای داغ بر خواص برگه‌های خشک‌شده پرتقال انجام شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- تهیه نمونه

در این تحقیق از نمونه‌های پرتقال رقم والنسیا استفاده شد. به منظور کاهش تنفس و از دست‌دادن رطوبت، پرتقال‌ها تا زمان انجام آزمایش‌ها، در داخل یخچال و در دمای  $4 \pm 0.5$  درجه سلسیوس نگهداری شدند. قبل از آزمایش‌های خشک‌کردن، نمونه‌ها به مدت ۱۲۰ دقیقه در دمای محیط نگهداری شدند. سپس آنها را پوست گرفته و لایه‌های نازک و یکنواختی به ضخامت سه الی چهار میلی‌متر از آن ایجاد شد و داخل خشک‌کن قرار داده شد. فرآیند خشک‌کردن و کاهش وزن نمونه‌ها تا زمان کاهش رطوبت نمونه‌ها به ۱۰ درصد پایه خشک ادامه یافت.

غذاها به صورت طبیعی یا فرآوری شده، مواد مغذی زندگی انسان را فراهم می‌کنند. یک رژیم غذایی غنی از مواد مغذی تأثیر مثبتی بر سلامت انسان دارد. میوه‌های تازه حاوی مواد مغذی ضروری برای انسان هستند، اما اکثر این مواد مغذی به دلیل حساسیت به دما، رطوبت، اکسیژن و نور دارای عمر کوتاهی هستند. بنابراین، به منظور حفظ کیفیت و مواد مغذی موجود در مواد غذایی به ویژه ویتامین‌ها، فرآوری آنها باید تحت شرایط مناسب انجام گیرد (Jin et al., 2014).

خشک‌کردن به طور گسترده‌ای در صنایع غذایی استفاده می‌شود. هدف آن کاهش محتوای آب است، که باعث ماندگاری مواد غذایی می‌شود. مزایای دیگر این فرآیند در مقایسه با ماده اولیه با کاهش جرم مرتبط است که منجر به هزینه‌های کمتر بسته بندی، حمل و نقل و ذخیره‌سازی می‌شود (Wiktor et al., 2016).

در طی فرآیند خشک‌کردن، تغییراتی در عطر، طعم، بافت، رنگ و تخریب اجزاء غذایی محصول ایجاد می‌گردد (Lemus-Mondaca et al., 2016). گرما و اکسیداسیون طی فرآیند خشک‌شدن، موجب ایجاد تغییرات شیمیایی در رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئیدها شده و افت کیفیت رنگ محصول را به همراه دارد. معمولاً زمان‌های طولانی‌تر و درجه حرارت‌های بالاتر، اتلاف بیشتر رنگدانه‌ها را به همراه دارد (Fellows, 2009). بنابراین، حفظ رنگ محصول نهایی به عنوان شاخصی مهم برای بررسی کیفیت محصول نهایی از دیدگاه ارزش غذایی آن پس از انجام فرآیندهای فرآوری می‌باشد (Yousuf et al., 2016).

ویتامین ث یکی از ناپایدارترین مواد مغذی در غذا می‌باشد که در طی فرآیندهای فرآوری این ویتامین به شدت تخریب می‌شود (Spínola et al., 2014). طبق نتایج پژوهش‌های انجام شده ثابت شده است که اگر طی فرآیندهای غذایی بتوان ویتامین ث را حفظ کرد می‌توان گفت که سایر مواد مغذی نیز حفظ خواهند شد (Figiel, 2010).

در طول سال‌ها، روش‌های مختلف خشک‌کردن توسعه یافته است. بسته به نیاز بازار، روش‌های خشک‌کردن را می‌توان با بهره‌وری انرژی، زمان خشک‌کردن و کیفیت محصول ارزیابی کرد (Chen, 2008).

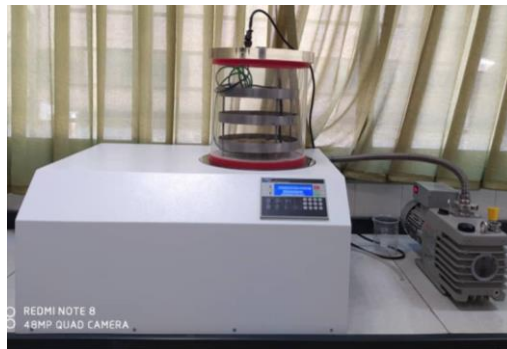
پژوهش‌های زیادی در مورد روش‌های مختلف خشک‌کردن و تحقیق در مورد بقای عطر محصولات انجام شده مانند فلفل (Gucluet et al., 2020)، کاکائو (Sanchez-Reinosoet al., 2017)، نعنای (Kianiet al., 2018) و قهوه (Kulapichitret et al., 2019).

بو یکی از مهمترین ویژگی‌های حسی غذاها است. اندازه‌گیری آن یک روش پیشرفته و مخصوصاً موثر برای بدست‌آوردن پارامترهای تأثیرگذار بر کیفیت غذا است، زیرا بوی ساطع‌شده از غذاها به تغییرات در مواد تشکیل‌دهنده آنها بسیار حساس است. بینی الکترونیکی به عنوان ابزاری برای تشخیص، می‌تواند رایحه‌های ساده و پیچیده را از

۱۰ نمونه مجزا در دمای ۶۰ درجه سلسیوس (شکل ۲) انجام شدند که به همراه ۱۰ نمونه برگه پرتقال تازه برای آزمون‌های کیفی مورد استفاده قرار گرفت.

## ۲-۲- آزمایش‌های خشک کردن

آزمایش‌های خشک کردن در خشک‌کن فریزدرایر شامل ۱۰ نمونه مجزا در دمای ۵۰- درجه سلسیوس (شکل ۱)، خشک‌کن هوای داغ شامل



شکل ۱- خشک‌کن فریزدرایر

Fig 1. Freeze dryer



شکل ۲- خشک‌کن هوای داغ

Fig 2. Hot air dryer

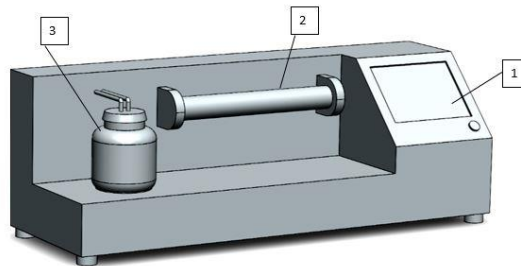
۳). این سیستم شامل حسگرها، محفظه حسگرها، محفظه نمونه، سامانه تحویل داده، نمایشگر، منبع تغذیه، شیرهای برقی، پمپ و کپسول اکسیژن است. حسگرهای نیمه‌هادی اکسید فلزی (MOS) از متداول‌ترین حسگرهای مورد استفاده در بینی الکترونیکی است که از حساسیت و پایداری شیمیایی بالایی برخوردار هستند. همچنین ارزانی و تبدیل کمیت‌های شیمیایی به سیگنال الکتریکی از مزایای این حسگرها است (Sanaeifar et al., 2015).

پس از فرآیند خشک کردن به منظور حفظ رایحه محصول، نمونه‌ها داخل پلاستیک‌های مخصوص جمع‌آوری و داخل فریزر در دمای ۵/۰ ± ۱۹- درجه سلسیوس نگهداری شدند. قبل از شروع آزمایش‌های بینی مصنوعی، نمونه برگه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط قرار داده شدند. سپس مقدار پنج گرم برگه پرتقال تولیدی را داخل ظرف نمونه ریخته و آزمایش‌های بینی الکترونیک انجام شدند.

## ۲-۳- سامانه بینی الکترونیکی

در این پژوهش از یک سامانه چندحسگری بینی الکترونیک ساخته شده بر پایه حسگرهای نیمه‌هادی اکسید فلزی<sup>۱</sup> (MOS) استفاده شد (شکل

<sup>۱</sup>MOS



شکل ۳- سامانه بینی الکترونیکی مورد استفاده: ۱- محفظه نمونه، ۲- حسگرهای گازی ۳- نمایشگر

Fig 3. Electronic nose system used: 1- Sample chamber, 2- Gas sensors 3- Display

(میلی‌لیتر)، D فاکتور رنگ و E حجم رنگ مصرفی در تیتراسیون (میلی‌لیتر) است.

## ۲-۵- اندازه‌گیری رنگ و محاسبه تغییرات آن

به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رنگی از روش پردازش تصویر توسط نرم‌افزار متلب نسخه 2017a استفاده گردید و مقادیر رنگی  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  به دست آمده محاسبه شدند. در پایان با استفاده از روابط (۳) تا (۵) تغییرات رنگ برگه پرتقال محاسبه گردید (Ahmadi & Chayjan, 2015).

$$\Delta L^* = (L_0^* - L_1^*) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a_0^* - a_1^*) \quad (4)$$

$$\Delta b^* = (b_0^* - b_1^*) \quad (5)$$

که مقدار  $L^*$  مقدار تیرگی (۰) تا روشنایی (۱۰۰)،  $a^*$  مقدار قرمزی (+۱۲۰) تا سبزی (-۱۲۰) و  $b^*$  مقدار زردی (+۱۲۰) تا آبی (-۱۲۰) هستند. برای هر نمونه از خشک‌کن‌های فریزدرایر و هوای داغ و برگه‌های پرتقال تازه، شاخص‌های رنگی اندازه‌گیری شد که در مجموع ۳۰ شاخص رنگی مورد بررسی قرار گرفت و میانگین آنها گزارش شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- پاسخ حسگرها

شکل ۴ نمونه‌ای از پاسخ‌های آرایه حسگرها به رایحه برگه پرتقال را نشان می‌دهد. بیشترین پاسخ حسگرهای بویایی در پرتقال تازه، خشک کن فریز درایر و خشک‌کن هوای داغ به ترتیب MQ9 و MQ7، MQ3 و کمترین پاسخ حسگرهای بویایی در هر سه MQ6 بود. تفاوت بیشترین پاسخ حسگرها نشان از تغییر عطر محصول در حین خشک کردن است. علت این تغییر در عطر، تفاوت در حرارتی است که در روش هوای داغ وجود دارد که باعث تغییر در ساختار ویژگی‌های کیفی محصول خشک‌شده شد.

مراحل کاری سامانه بینی الکترونیکی شامل سه مرحله تصحیح خط مبنا، تزریق بوی نمونه و پاک‌کردن حسگرها و محفظه نمونه بود. تعداد نمونه‌های بینی الکترونیک ۱۸۰ عدد بود که هر نمونه خشک‌کن‌های فریز درایر و هوای داغ و پرتقال تازه به شش قسمت تقسیم شد و آزمون بینی الکترونیک انجام شد.

مرحله بعدی در تجزیه و تحلیل داده‌ها، پیش‌پردازش سیگنال‌های حسگرها است. پیش‌پردازش اطلاعات، تاثیر زیادی بر روی عملکرد روش‌های تشخیص الگو دارد و تا حدی وابسته به نوع حسگرها بوده و معمولاً متفاوت است (Kianiet al., 2016). در این پژوهش از روش کسری برای پیش‌پردازش سیگنال‌های حسگرها استفاده شد (رابطه ۱). پاسخ پیش‌پردازش شده، بی‌بعد و نرمال شده است و حسگرهایی که ذاتاً سطح پاسخ بالا و پایینی دارند را جبران می‌کند (Heidarbeigi et al., 2015).

$$y_s(t) = \frac{x_s(t) - x_s(0)}{x_s(0)} \quad (1)$$

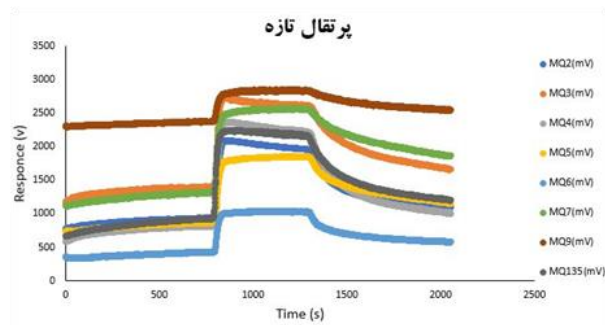
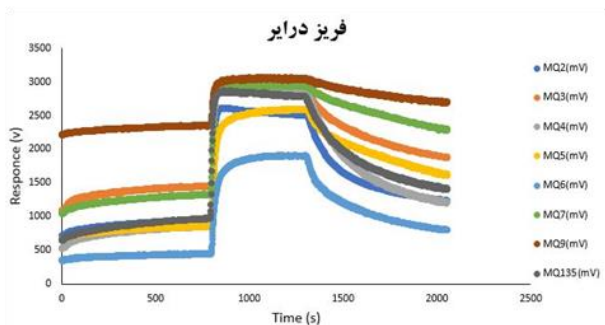
که در آن  $y_s(t)$  پاسخ پیش‌پردازش شده (بدون بعد)،  $x_s(0)$  خط مبنا و  $x_s(t)$  پاسخ حسگر است.

### ۳-۲- اندازه‌گیری غلظت ویتامین ث

غلظت ویتامین ث به روش تیتراسیون دو مرحله‌ای اندازه‌گیری شد (Ghasemi & Chayjan, 2019). برای محاسبه میزان رنگ مصرفی از رابطه ۲ استفاده شد. از هر ۱۰ نمونه خشک‌کن‌های فریز درایر و هوای داغ، مقادیر ویتامین ث اندازه‌گیری شد.

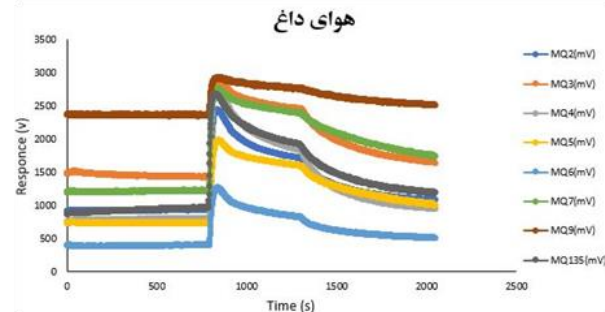
$$\text{غلظت ویتامین ث} = \frac{B \times E \times D}{C \times A} \times 100 \quad (2)$$

A وزن نمونه گیاهی (گرم)، B حجم متافسفریک مصرفی برای نمونه اولیه (میلی‌لیتر)، C حجم نمونه مورد استفاده برای تیتراسیون



شکل ۴- پاسخ حسگرها به رایحه نمونه پرتقال تازه، خشک کنه‌های داغ، خشک کنفریز درایر

Fig 4. Sensor response to sample odour of fresh orange, hot air dryer and freeze dryer



### ۳-۲- غلظت ویتامین ث

بعد از آزمایش شیمیایی برای محاسبه میزان رنگ مصرفی با استفاده از رابطه ۲ غلظت ویتامین ث برگه‌های پرتقال به دست آمد (جدول ۱). البته میزان غلظت ویتامین ث پرتقال تازه به صورت وزن خشک محاسبه گردید تا قابل مقایسه با مقادیر خشک کن‌ها باشد.

جدول ۱- غلظت ویتامین ث محاسبه شده

Table 1. Calculated concentration of vitamin C

مدل Model	نمونه 1 Sample 1	نمونه 2 Sample 2	نمونه 3 Sample 3	نمونه 4 Sample 4	نمونه 5 Sample 5	نمونه 6 Sample 6	نمونه 7 Sample 7	نمونه 8 Sample 8	نمونه 9 Sample 9	نمونه 10 Sample 10	میانگین غلظت ویتامین ث Average concentration of vitamin C. (mg/100g)
پرتقال تازه Fresh orange	1001.6	1001.9	1000.2	1001.6	1000.4	1001.1	1000.8	1001.5	1001.8	1001.6	1001.3
خشک کن Hot air dryer	957.2	956	955.8	957	957.4	956.6	956.8	955.7	956.4	957.1	956.6
خشک کن فریز Freeze dryer	902.9	903.2	902.1	902.4	902.5	901.8	902.2	902.9	902.4	901.6	902.4

### ۳-۳- شاخص‌های رنگ نهایی L\*, a\* و b\*

نتایج نشان داد با خشک کردن برگه پرتقال در هر دو روش مقدار a\* و b\* افزایش پیدا کرد، که نشان داد به سمت قرمزی میل کرد. این تغییر رنگ در نمونه‌های خشک شده می‌تواند به علت واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌تواند در طول فرآیند خشک شدن و تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای باشد (Arslan & Özcan, 2011). در خشک کن هوای داغ به علت افزایش دما، مقدار L\* کمتر (تیرگی بیشتر) شد و واکنش‌های قهوه‌ای شدن را افزایش یافت. ولی در خشک کن فریز درایر مقدار L\* بیشتر (روشنایی بیشتر) شد.

باتوجه به مقادیر محاسبه شده می‌توان به این نتیجه رسید غلظت ویتامین ث بیشتری در خشک کن هوای داغ نسبت به خشک کن فریز درایر وجود داشت، ولی تفاوت زیادی بین این دو روش وجود نداشت. دلیل کاهش غلظت نهایی ویتامین ث خشک کن فریز درایر را می‌توان در افزایش مدت انجام عمل خشک کردن بیان کرد. همچنین از آنجاییکه ویتامین ث، یک ویتامین محلول در آب است، با افزایش محتوای رطوبتی، سرعت انجام واکنش تخریب آن بیشتر می‌گردد، ضمن آنکه افزایش محتوای رطوبتی، زمان انجام فرآیند خشک شدن را افزایش داده که سبب می‌شود محصول مدت بیشتری در معرض حرارت و اکسیژن قرار گیرد که همین مسئله نرخ تخریب ویتامین ث آن را افزایش می‌دهد (Ekow et al., 2013; Purkayastha et al., 2013).

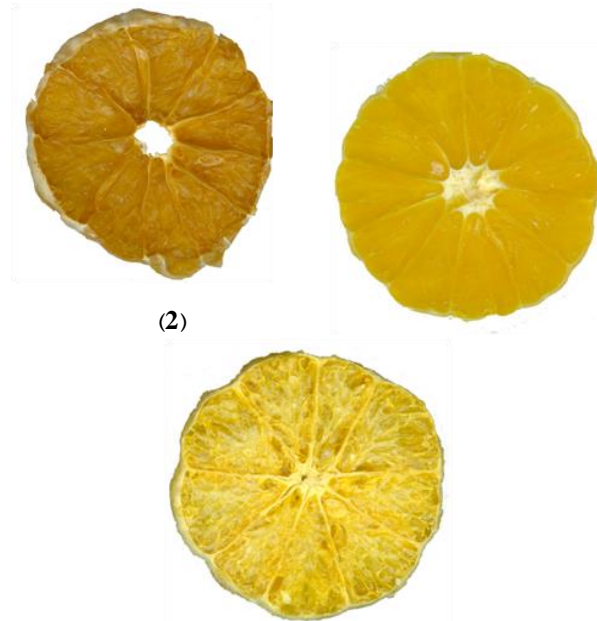
-1.39	13.19	-3.84	a*	نمونه 4
55.61	49.59	40.16	b*	Sample 4
88.77	55.45	79.57	L*	نمونه 5
-3.05	12.87	-2.84	a*	Sample 5
29.60	47.23	33.64	b*	
87.52	52.79	78.76	L*	نمونه 6
-3.57	13.28	-4.12	a*	Sample 6
47.23	47.82	46.32	b*	
87.72	55.16	77.30	L*	نمونه 7
-4.01	11.60	-2.75	a*	Sample 7
43.00	50.31	51.81	b*	
83.83	53.20	79.74	L*	نمونه 8
-1.73	14.96	-4.43	a*	Sample 8
64.44	45.23	43.08	b*	
75.55	60.49	79.28	L*	نمونه 9
-0.81	8.13	-4.92	a*	Sample 9
54.89	44.35	43.47	b*	
85.43	57.21	81.42	L*	نمونه 10
-2.57	12.01	-3.19	a*	Sample 10
62.85	47.81	40.75	b*	
82.26	58.09	79.48	L*	میانگین
-2.71	10.78	-3.17	a*	Average
50.68	45.51	44.25	b*	

#### ۴- نتیجه گیری نهایی

اثر نوع خشک کن بر متغیرهای خواص برگه خشک شده پرتقال معنی دار بود. نتایج تغییرات رایحه، مقدار ویتامین ث و تغییر شاخص های رنگی نشان می دهد که خشک کردن با هوای گرم باعث تخریب بافت محصول و تغییر در عطر آن می شود و به علت افزایش حرارت باعث کاهش کیفیت رنگ می شود. ولی از طرف دیگر مقدار تخریب ویتامین ث نسبتاً کمتری در مقایسه با روش فریزدرایر داشت. تطابق داده های حسگرهای بویایی در برگه پرتقال تازه و خشک کن فریز درایر نشان از حفظ رایحه برگه پرتقال در این خشک کن بود. همچنین تغییرات رنگ در روش فریز درایر قابل قبول بود، زیرا واکنش قهوه ای شدن بسیار کمتری را تجربه کرد. به صورت کلی می توان نتیجه گرفت که خشک کردن با هوای گرم تخریب ویتامین ث کمتری داشت، ولی خشک کردن با فریزدرایر رایحه و رنگ بهتری را شامل شد.

#### ۵- منابع

- Adibzadeh, A., Zaki Dizaji, H. and Aghili Nategh, N. (2020). *Feasibility of Detecting Sugarcane Varieties by Electronic Nose Technique in Sugarcane Syrup*. Journal of Food Process Engineering. 51(1): 1-10. (In Persian).
- Aghili Nategh, N., Dalvand, M. J. and Anvar, A. (2020). *Detection of toxic and non-toxic sweet cherries at different degrees of maturity using an electronic nose*. Journal of Food Measurement and Characterization. Springer.
- Aghili Nategh, N., Rafiee, S., Hosseinpor, S., Omid, M. and Mohtasebi, S.S. (2016). *Real-time color change monitoring of apple slices using image processing during intermittent microwave convective drying*. Food Science and Technology International. 22(7): 634-646.
- Ahmadi Ghavidelan, M. and Amiri Chayjan, R. (2015). *Optimization of hazelnut kernel drying in an infrared dryer*



شکل ۵ - نمونه برگه: ۱- برگه پرتقال تازه، ۲- برگه خشک شده با هوای گرم و ۳- برگه خشک شده با فریزدرایر

Fig 5. Slice sample: 1- Fresh orange leaf, 2- Hot air dried leaf and 3- Freeze dried leaf

جدول ۲ - شاخص های رنگ نهایی محاسبه شده

Table 2. The final calculated color indices

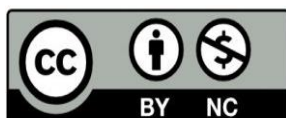
نمونه	پرتقال تازه	خشک کن تازه	خشک کن فریز	Sample
	Fresh orange	Hot air dryer	Freeze dryer	
نمونه 1	80.92	58.70	77.99	L*
Sample 1	-3.97	11.72	-4.23	a*
	42.61	48.14	44.84	b*
نمونه 2	80.96	64.47	79.66	L*
Sample 2	-2.42	5.61	-0.72	a*
	48.19	42.15	60.57	b*
نمونه 3	76.97	65.97	80.35	L*
Sample 3	0.77	4.45	-5.06	a*
	52.49	32.49	43.84	b*
	79.82	57.53	75.80	L*

with microwave pretreatment using response surface methodology. Iranian Food Science and Technology. 14(64): 165-178.

- Arslan, D., and Özcan, M. (2011). *Drying of tomato slices: changes in drying kinetics, mineral contents, antioxidant activity and color parameters Secado de rodajas de tomate: cambios en cinéticos del secado, contenido en minerales, actividad antioxidante y parámetros de color*. CyTA- Journal of Food. 9(3): 229-236.
- Chen, X.D. (2008). *Food drying fundamentals*. In: Chen, X.D., Mujumdar, A.S. (Eds.). Drying Technologies in Food Processing. Blackwell Publishing, pp. 1-3.
- Ekow, A. E., Haile, M. A., John, O. W. U. S. U., and Narku, E. F. (2013). *Microwave-vacuum drying effect on drying kinetics, lycopene and ascorbic acid content of tomato slices*. Journal of Stored Product and Postharvest. 4(1): 11-22.



- Fellows, P.J. (2009). *Food processing technology: principles and practice*. Elsevier.
- Figiel, A. (2010). *Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum microwave methods*. Journal of Food Engineering. 98(4): 461-470.
- Franco, P., Jorge, L., Domingo, M. and Pedro, M. (2006). *Development of a computer vision system to measure the color of potato chips*. Food Research International. 39(10): 1092-1098.
- Ghasemi, A., and Chayjan, R. A. (2019). *Numerical simulation of vitamin C degradation during dehydration process of fresh tomatoes*. Journal of Food Process Engineering. 42(6): 13189.
- Ghasemi-Varnamkhasti, M., and Aghbashlo, M. (2014). *Electronic nose and electronic mucosa as innovative instruments for real-time monitoring of food dryers*. Trends in Food Science and Technology. 38(2): 158-166.
- Guclu, G., Keser, D., Kelebek, H., Keskin, M., Sekerli, Y.E., Soysal, Y. and Selli, S. (2020). *Impact of production and drying methods on the volatile and phenolic characteristics of fresh and powdered sweet red peppers*. Food Chem. 338: 128-129.
- Heidarbeigi, K., Mohtasebi, S.S., Foroughirad, A., Ghasemi-Varnamkhasti, M., Rafiee, S. and Rezaei, K. (2015). *Detection of adulteration in saffron samples using electronic nose*. Int. J. Food Prop. 18(7): 1391-1401.
- Hui, G., Jin, J., Deng, S., Ye, X., Zhao, M., Wang, M. and Ye, D. (2015). *Winter jujube (Zizyphus jujuba Mill.) quality forecasting method based on electronic nose*. Food Chemistry. 170(1): 484- 491.
- Jin, X., Oliviero, T., Van der Sman, R.G.M., Verkerk, R. and Dekker, M. (2014). *Impact of different drying trajectories on degradation of nutritional compounds in broccoli (Brassica oleracea var. italica)*. LWT - Food Science and Technology. 59(1): 189-195.
- Kiani, S., Minaei, S. and Ghasemi-Varnamkhasti, M. (2018). *Real-time aroma monitoring of mint (Mentha spicata L.) leaves during the drying process using electronic nose system*. Measurement. 124: 447-452.
- Kiani, S., Minaei, S. and Ghasemi-Varnamkhasti, M. (2016). *portable electronic nose as an expert system for aroma-based classification of saffron*. Chemo metrics and Intelligent Laboratory Systems. 156(15): 148-156.
- Kulapichitr, F., Borompichaichartkul, C., Suppavorasatit, I. and Cadwallader, K.R. (2019). *Impact of drying process on chemical composition and key aroma components of Arabica coffee*. Food Chem. 291(1): 49-58.
- Lemus-Mondaca, R., Ah-Hen, K., ega-Gálvez, A., Honores, C. and Moraga, N.O. (2016). *Stevia rebaudiana leaves: effect of drying process temperature on bioactive components, antioxidant capacity and natural sweeteners*. Plant foods for human nutrition. 71(1): 49-56.
- Pei, F., Yang, W., Ma, N., Fang, Y., Zhao, L., An, X., Xin, Z. and Hu, Q. (2016). *Effect of the two drying approaches on the volatile profiles of button mushroom (Agaricus bisporus) by headspace GC-MS and electronic nose*. LWT Food Sci. Technol. 72: 343-350.
- Purkayastha, M. D., Nath, A., Deka, B. C. and Mahanta, C. L. (2013). *Thin layer drying of tomato slices*. Journal of food science and technology. 50(4): 642-653.
- Sanaeifar, A., Mohtasebi, S., Ghasemi Varnamkhasti, M. and Ahmadi, H. (2015). *Design, manufacture and performance evaluation of olfactory machine (electronic nose) based on metal oxide semiconductor (MOS) sensors to monitor banana ripening*. Journal of Agricultural Machinery. 5(1): 111-121.
- Sanchez-Reinoso, Z., Osorio, C. and Herrera, A. (2017). *Effect of microencapsulation by spray drying on cocoa aroma compounds and physicochemical characterization of microencapsulates*. Powder Technol. 318: 110-119.
- Spínola, V., Llorent-Martínez, E.J. and Castilho, P.C. (2014). *Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation*. Journal of Chromatography A. 1369(21): 2-17.
- Wei, Z., Wang, J. and Zhang, W. (2015). *Detecting internal quality of peanuts during storage using electronic nose responses combined with physicochemical methods*. Food Chemistry. 177(15): 89-96.
- Wiktor, A., Nowacka, M., Dadan, M., Rybak, K., Lojkowski, W., Chudoba, T. and Witrowa- Rajchert, D. (2016). *The effect of pulsed electric field on drying kinetics, color, and microstructure of carrot*. Dry. Technol. 34(11): 1286-1296.
- Yousuf, B., Gul, K., Wani, A.A. and Singh, P. (2016). *Health benefits of anthocyanins and their encapsulation for potential use in food systems: a review*. Critical reviews in food science and nutrition. 56(13): 2223-2230.
- Zhang, W., Pan, L., Zhao, X. and Tu, K. (2016). *A study on soluble solids content assessment using electronic nose: persimmon fruit picked on different dates*. International Journal of Food Properties. 19(1): 53-62.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)