



Original Article

Investigation and Determination of the Dielectric Constant of Saffron Stigma and Style

Seyed Meisam Mazlounzadeh^{1*}, Mohammad Hossein Abbaspour-Fard¹, Abbas Rohani¹,

¹ Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding author E-mail: mazlounzadeh@mail.um.ac.ir

Keywords

Electrical properties
Electrostatic
separator
Static electricity

Abstract

Traditional separation of saffron stigmas and styles has relied on differences in their dielectric constants. This study revealed that stigmas and styles exhibit very similar electrical properties. Therefore, the dielectric constant of saffron stigmas and styles was measured at various temperatures and humidities. The aim was to determine the optimal temperature and humidity conditions for improving electrostatic separation processes. Results indicated that the greatest difference in dielectric constant between stigmas and styles occurred at temperatures above 40°C and a humidity of 10%. This finding can be used to design more effective electrostatic separators.



بررسی و تعیین ثابت دی الکتریک کلاله و خامه زعفران

سید میثم مظلوم زاده^{1*}، محمد حسین عباسپور فرد²، عباس روحانی³

1- دانشجوی دکترا، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

2- استاد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

3- استاد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

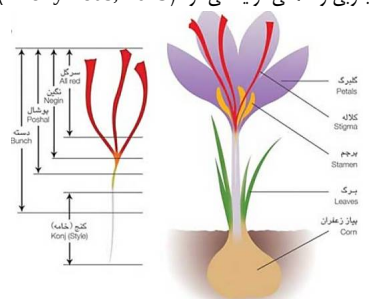
*نویسنده مسئول: Email: mazlounzadeh@mail.um.ac.ir

چکیده

در جداسازی کلاله و خامه زعفران به صورت سنتی از تفاوت ضریب دی الکتریک آنها استفاده می شود. در این پژوهش مشخص گردید کلاله و خامه خواص الکتریکی بسیار مشابهی دارند، بنابراین ثابت دی الکتریک کلاله و خامه زعفران در دما و رطوبت های مختلف اندازه گیری گردید. هدف از اندازه گیری، به دست آوردن دما و رطوبت بهینه برای بهبود فرآیندهای جداسازی الکترواستاتیکی می باشد. نتایج نشان داد در دمای بالای 40 درجه سانتیگراد و رطوبت 10 درصد بیشترین تفاوت در ثابت دی الکتریک کلاله و خامه ایجاد می شود که طراحی جداسازهای الکترواستاتیک می تواند بر این اساس باشد. واژه های کلیدی: خواص الکتریکی، جداساز الکترواستاتیکی، الکتریسیته ساکن.

مقدمه

زعفران¹ (*Crocus sativus L.*) از با ارزش ترین گیاهان ادویه ای و دارویی است که به دلیل دارا بودن رنگ، عطر و خواص دارویی کاربردهای فراوانی در صنعت غذا و دارو دارد. بیش از 90 درصد تولید سالانه زعفران دنیا در ایران است و حدود 90 درصد زعفران کشور در استان های خراسان رضوی، جنوبی و شمالی تولید می شود (Anonymous, 2019).



شکل 1. قسمت های مختلف گیاه زعفران (سمت راست) و انواع محصول زعفران (سمت چپ)

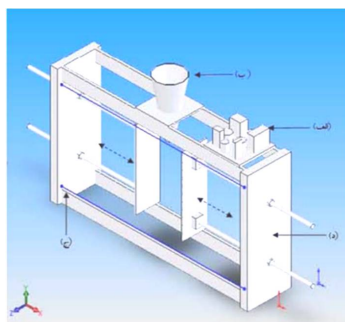
Fig. 1. Different parts of the saffron plant (right) and types of saffron products (left)



شکل 2- کارگاه های کوچک خانگی به صورت کاملاً غیر بهداشتی برای جداسازی کلاله از خامه در زعفران دسته

Fig. 2. Small, unsanitary home workshops for separating stigmas from styles in saffron bundles

هم اکنون برای جداسازی کلاله، با روش‌هایی کاملاً غیر بهداشتی و هزینه بالا، این امر در حال انجام است (شکل 2). یکی از مشکلات اساسی زعفران ایران برای صادرات، بار میکروبی بالای آن می‌باشد، همان‌طور که در شکل 2 مشاهده می‌شود، کلاله زعفران توسط پلاستیک زباله و در محیطی کاملاً غیر بهداشتی جداسازی شده و به‌صورت فله به کشورهای پیشرفته برای میکروب‌زدایی صادر می‌شود که درصدر آن‌ها می‌توان از اسپانیا نام برد. در زمینه جداسازی اجزاء زعفران خشک (خامه از کلاله) و به‌طور کلی جداسازی دیگر ناخالصی‌ها از زعفران که شامل اجسام مختلف خارجی اعم از اجزاء مرده انسانی (مو و ناخن) که در حین فرآوری آن وارد محصول می‌گردد و دیگر ناخالصی‌ها که از سطح مزرعه وارد محصول می‌شود (مانند خاک، سنگ و کود حیوانی) و همچنین مواد دیگری که از سطح منازل وارد محصول می‌شود (الیاف مصنوعی، نخ، پارچه و غیره)، تحقیقات مختصری صورت گرفته و دستگاه‌هایی آزمایشگاهی ساخته شده است (Bani Hashem et al., 2008, Morteza pour et al., 2014). در این دو پژوهش جداسازی ناخالصی‌ها از کلاله زعفران با روش الکترواستاتیک مورد مطالعه قرار گرفته است. بنی هاشم و همکاران توانستند ناخن را که به یک عنوان ناخالصی زعفران در نظر گرفته بودند، تا 76/2 درصد با موفقیت جداسازی کنند (شکل 3)، اما دستگاه ساخته شده در مورد جداسازی کلاله از خامه به نتیجه معنی‌داری نرسید. دلیل آن را می‌توان به نزدیک بودن خاصیت دی‌الکتریک کلاله و خامه نسبت داد. با توجه به این که خاصیت دی‌الکتریک با دما و رطوبت تغییر می‌کند، بنابراین با بررسی این خاصیت برای کلاله و خامه در دما و رطوبت‌های مختلف، می‌توان شرایطی را تعیین کرد که بیشترین تفاوت میان خاصیت دی‌الکتریک خامه و کلاله وجود داشته باشد، در این حالت امکان جداسازی موفقیت آمیز، بیشتر خواهد بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد در زمینه جداسازی کلاله از خامه تحقیقات چندانی صورت نگرفته و زمینه‌ای بکر برای تحقیق می‌باشد.



شکل 3: نمایی از طرح دستگاه جداساز الکترواستاتیک کلاله زعفران از ناخن (Bani Hashem et al., 2009)
الف) برد ولتاژ بالا ب) قیف مقوایی برای هدایت و ریزش مواد بین الکترودها ج) متر برای اندازه‌گیری فاصل بین الکترودها د) شاسی دستگاه

Fig. 3. A schematic of the saffron stigma electrostatic separator from nails (Bani Hashem et al., 2009). a) High voltage board. b) Cardboard funnel for guiding and dropping materials between electrodes. c) Meter for measuring the distance between electrodes. d) Device chassis

با توجه به این که در روش سنتی جداسازی ناخالصی‌ها از کلاله زعفران با استفاده از نیروی الکترواستاتیک به صورت کاملاً موفق انجام می‌پذیرد، و معضلات این روش جداسازی که از جمله مهارت بالای کارگر، آلودگی کلاله و خامه، زمان طولانی و هزینه بسیار بالا از مهم‌ترین آن هستند، مکانیزه کردن خالص‌سازی کلاله زعفران با جداسازی الکترواستاتیکی همراه با روش‌های مکمل، نیازی ضروری به نظر می‌رسد.

جدایش الکترواستاتیکی روشی موثر در جداسازی مخلوط موادی است که از نظر ابعاد و جرم مشابه هم می‌باشند اما از نظر هدایت الکتریکی متفاوت هستند (Ralston., 1961; Bendimerad et al., 2013)، بنابراین با توجه به مشابهت کلاله و خامه به لحاظ ابعاد و جرم، اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک کلاله و خامه و رسم نمودار تغییرات ثابت دی‌الکتریک نسبت به تغییرات دما و رطوبت که از آن می‌توان دما و رطوبتی که کمترین و بیشترین تفاوت دارند را به دست آورد، از مهم‌ترین اهداف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک خامه و کلاله زعفران

برای اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک در این دستگاه از روش خازن صفحه موازی استفاده می‌شود که یکی از سریع‌ترین و دقیق‌ترین روش‌های مبتنی بر بسامد است. در این اندازه‌گیری، قرص‌هایی از ماده مورد نظر با ضخامت تقریباً یک میلی‌متر مورد نیاز است که دو طرف آن با چسب نقره پوشانده شده است. قرص‌ها به عنوان خازن بین دو الکتروود مسطح درون نگهدارنده نمونه قرار می‌گیرند. با توجه به روابط بین ولتاژ، ویژگی مواد و جریان تولید شده، خروجی دستگاه، ظرفیت ماده مورد نظر است که با استفاده از رابطه ظرفیت خازن صفحه موازی در معادله یک می‌توان ثابت دی‌الکتریک را به دست آورد.

$$C = k\epsilon_0 A/d \quad (1)$$

در اینجا، A مساحت سطح مقطع، d ضخامت و C ظرفیت قرص مورد نظر است. ϵ_0 ضریب گذردهی در خلأ و k ثابت دی‌الکتریک است.

اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک خامه و کلاله زعفران با دستگاه LCR متر که مخفف (Inductance Capacitance Resistance) می‌باشد، با مدل GW Instek 8110G در آزمایشگاه فیزیک دانشگاه سمنان انجام پذیرفت (شکل 4). دستگاه LCR متر ابزاریست که می‌تواند با دقت و سرعت بالایی میزان ظرفیت خازن (C)، مقاومت (R) و اندوکتانس سلف (L) را مشخص کند. برای اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک نمونه‌های کلاله و خامه پودر شدند و سپس توسط دستگاه پرس هیدرولیک بدون اضافه کردن ماده دیگری به شکل قرص درآمده و دو طرف قرص به وسیله چسب نقره با ضخامت نیم میلی متر پوشش داده شد و پس از آن، اندازه‌گیری‌های مورد نظر انجام گرفت. اندازه‌گیری‌ها در رطوبت و دماهای مختلف و در سه تکرار انجام پذیرفت.



شکل 4. دستگاه LCR متر مورد استفاده برای اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک اجزاء گل زعفران

Fig. 4. The LCR meter used for measuring the dielectric constants of Saffron.

نتایج و بحث

نمونه قرص‌های کلاله و خامه زعفران توسط ابزارهای موجود در بخش فیزیک دانشگاه سمنان آماده‌سازی گردیدند و تست‌های مربوط به اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک در دما و رطوبت‌های مختلف در سه فرکانس 10، 100 و 1000 کیلو هرتز و در سه تکرار اندازه‌گیری شدند که میانگین نتایج در نمودارهای شکل 5 قابل مشاهده می‌باشند. در تمامی نمودارهای شکل 5، ثابت دی‌الکتریک خامه از کلاله بیشتر می‌باشد. در واقع همین تفاوت باعث جداسازی این دو در روش‌های سنتی می‌شود. بیشترین تفاوت دی‌الکتریک در رطوبت ده درصد و دمای بالای 40 درجه سانتیگراد قابل مشاهده است (شکل 5، نمودار a)

(a)

(b)

(c)

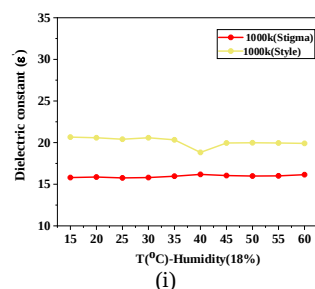
(d)

(e)

(f)

(g)

(h)



شکل 5. رسم نمودار ثابت دی الکتریک کلاله و خامه زعفران نسبت به دماهای مختلف در سه رطوبت 10، 14 و 18 درصد

Fig. 5. Plot of the dielectric constant of saffron stigmas and threads as a function of temperature at three different humidity levels: 10%, 14%, and 18%

نتیجه گیری

مهم ترین هدفی که در این پژوهش دنبال می شد این بود که در چه دما و رطوبتی ثابت دی الکتریک کلاله و خامه زعفران بیشترین تفاوت را با یکدیگر دارند تا در آن شرایط بتوان جداسازهای الکترواستاتیکی را توسعه داد. نتایج نشان داد در تمامی دما و رطوبت های مختلف همواره تفاوتی بین ثابت دی الکتریک کلاله و خامه وجود دارد، اما بیشترین تفاوت در دمای بالای 40 درجه سانتیگراد و رطوبت 10 درصد می باشد.

منابع

- Afsharipour, M., Jafari Naeimi, K., Ganjavi, U. R. (2015). Design and evaluation of a triboelectrostatic device for separating impurities from flax seeds. *Iranian Biosystems Engineering*, Vol. 74, No. 2, Summer 2015 (pp. 192-181). [in Persian].
- Anonymous. 2019. Agricultural products statistics for the years 1398-1399. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Deputy of Planning and Economics, Information and Communication Technology Center. [in Persian].
- Bani Hashem, V., Abbaspour Fard, M. H., Aghakhani, M. H. (2008). Investigating the possibility of separating impurities of dry saffron by electrostatic method. Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad. [in Persian].
- Bani Hashem, V., Abbaspour Fard, M. H., Aghakhani, M. H. (2009). Investigating the possibility of separating nails as an impurity from dry saffron stigma by electrostatic method. The 6th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Agricultural and Natural Resources Campus of Tehran University (Karaj), pp. 220-211. [in Persian].
- Bendimerad, S. E., Tilmatine, A., Karim Medles, K., Miloudi, M., Brahmi, Y., & Dascalescu, L. (2013). Robustness testing of a free-fall triboelectric separation process for plastic waste recovery. *Journal of Sustainable Engineering*, 7(4), 284-292.
- Mortezapoor, H., Mishiri Rad, S., Akbari, M. (2014). Investigating the possibility of separating impurities from saffron stigma using an electrostatic separator. *Agricultural Machinery Journal*. Vol. 5, No. 1, First Semester 1394, pp. 51-44. [in Persian with English Summary].
- Ralston, O. C. (1961). Electrostatic Separation of Mixed Granular Solids. *Journal of Elsevier, Amsterdam*.
- Wills, B.A. and Finch, J. (2015) Mineral Processing Technology. 8th Edition, Elsevier, Amsterdam.

Deleted: ,