بررسی اثر دما، فعالیت آبی و مدت نگه‌داری بر شدت رنگ، عطر و تلخی کلاله زعفران

مرضیه بلندی[۱]، فخری شهیدی[۱*]، ناصر صداقت[۱]، رضا فرهوش[۱] و راحله قاسم زاده[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۴/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۵/۱۵)

چکیده

کیفیت زعفران تا حد زیادی به فراوری آن پس از برداشت و شرایط نگه‌داری محصول بستگی دارد. در این پژوهش اثر دما (۲۰،۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد)، فعالیت آبی (۰/۰۱±۰/۳۲، ۰/۰۱±۰/۵۲، ۰/۰۱±۰/۷۵) و زمان نگه‌داری (تناوب‌های زمانی ۱۵ روزه در طی ۱۲ هفته نگه‌داری) بر ویژگی‌های شیمیایی کلاله زعفران شامل رنگ، عطر و تلخی مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی اثر فعالیت آبی از نمک‌های کلرورمنیزیم، نیترات منیزیم و کلرور سدیم (برای دماهای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و نمک‌های کلرور منیزیم، برمور سدیم و کلرور سدیم (برای دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌منظور اعمال شرایط تسریع شده) استفاده گردید تا میزان رطوبت نمونه‌های زعفران در داخل دسیکاتور به تعادل برسد. نتایج نشان داد که با افزایش درجه حرارت شدت رنگ به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. افزایش فعالیت آبی نیز باعث تجزیه بیشتر کروسین و در نتیجه کاهش رنگ گردید. کاهش رنگ در طی مدت ۱۲ هفته نگه‌داری مشهود بود. در حالی که عطر زعفران (سافرانال) با افزایش دما در طی نگه‌داری شدت یافت. بیشترین عطر در نمونه‌های با a_w= ۰/۵۲ مشاهده گردید که با گذشت زمان در طی ۱۲ هفته نگه‌داری بیشتر شد. تغییرات درجه حرارت تأثیری بر تلخی (پیکروکروسین) نمونه‌ها نداشت. ولی نمونه‌های زعفران نگه‌داری شده در a_w = ۰/۳۲ دارای حداکثر تلخی و نمونه‌های نگه‌داری شده در a_w =۰/۵۲ دارای حداقل تلخی بودند. نتایج آماری حاکی از این است که اثرمتقابل دما و فعالیت آبی، دما و زمان، فعالیت آبی و زمان، هم‌چنین فعالیت آبی، دما و زمان بر رنگ، عطر و تلخی معنی‌دار بوده است (P<٪۵).

واژه‌های کلیدی: زعفران، انبارداری، فعالیت آبی، دما، رنگ، عطر، تلخی

مقدمه

زعفران به‌عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان، جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صادراتی و صنعتی ایران دارد. در حال حاضر ایران با سطح زیر کشتی در حدود ۵۰ هزار هکتار و تولید سالیانه ۱۷۰-۱۵۰ تن بیش از ۶۵ درصد تولید جهانی این محصول گرانبها را به خود اختصاص داده است (۲و۱۴). با توجه به اهمیت زعفران در بازار تجارت جهانی و میزان تولید غیر قابل مقایسه این محصول در ایران نسبت به سایر کشورها، انجام تحقیقات گسترده‌تری در این زمینه به‌منظور ارتقای کیفیت محصول تولیدی ضروری به‌نظر می‌رسد. این امر منجر به استحکام جایگاه ایران در بازار جهانی زعفران و در نتیجه ایجاد درآمدهای ارزی بیشتر برای کشور خواهد شد.

عوامل شیمیایی مهم در ارزیابی کیفیت زعفران از جنبه غذایی و دارویی شامل شدت رنگ (کروسین)، عطر

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیاران علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fshahidi@ferdowsi.um.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.6.4]

(سافرانال) و مزه یا تلخی (پیکروکروسین) می‌شوند. چگونگی فراوری و پس از آن نگه‌داری زعفران از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت محصول است. در عین حال عمده‌ترین مواردی که در طی نگه‌داری زعفران می‌توانند موجب تخریب و کاهش کیفیت آن شوند رطوبت محصول، رطوبت نسبی هوا، درجه دمای محیط نگه‌داری، نور و... هستند (۲و۱۱).

در بین تحقیقات انجام شده در این زمینه، کامل رحیمی (۳) اثرات رطوبت و دما را بر ویژگی‌های شیمیایی زعفران بررسی نمود و در این زمینه کلاله زعفران در رطوبت‌های مختلف، بسته‌بندی و نگه‌داری شد. از آنجا که در طول انبارداری تغییرات و واکنش‌هایی در داخل نمونه اتفاق می‌افتد، شرایط ثابت نبوده، در نتیجه رطوبت در طول نگه‌داری تغییر می‌نماید و لذا بهتر است برای پی بردن به اثر رطوبت، زعفران در محیط‌هایی با فعالیت آبی مختلف نگه‌داری شود. در تحقیق دیگری که توسط سیمیدو و بیلیادریس (۱۲) انجام شد پودر زعفران با میزان فعالیت آب مختلف نگه‌داری گردید و ویژگی‌های شیمیایی آن بررسی شد. سیمیدو و ساتسارونی نیز در تحقیق خود اثر حرارت، اکسیژن، نور و pH را روی پایداری رنگ عصاره آبی زعفران مطالعه نمودند (۱۳). هم‌چنین اتواکسیداسیون پودر زعفران در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۵٪ توسط آلونسو و همکاران مورد بررسی قرار گرفت (۶).

از آنجا که بخش عمده زعفران تولیدی تا لحظه قبل از مصرف به‌صورت کلاله نگه‌داری می‌شود، در این پژوهش نمونه‌هایی از کلاله زعفران در محیط‌هایی با فعالیت آبی مختلف و در دماهای متفاوت نگه‌داری شدند و تغییرات حاصل در رنگ، عطر و تلخی در طول دوره نگه‌داری بررسی گردیدند تا بهترین شرایط نگه‌داری کلاله زعفران با توجه به تغییرات شیمیایی به‌دست آید.

مواد و روش‌ها

نمونه مورد استفاده در این پژوهش، کلاله خشک شده ممتاز و کاملاً یک‌نواخت گیاه زعفران بود که به میزان یک کیلوگرم به‌دست آمده از مزرعه‌ای در اطراف شهرستان قائن در فصل تولید خریداری و تا زمان آماده شدن شرایط آزمایش در یخچال نگه‌داری گردید. در زمان استفاده نمونه‌های ۴ گرمی از کلاله‌های کاملاً مخلوط شده بصورت تصادفی انتخاب گردید.

جهت بررسی اثر فعالیت آبی، از دسیکاتورهای کوچکی که محتوی محلول نمک اشباع بودند استفاده شد. فعالیت آبی در سه سطح ۰/۳۲±۰/۰۱، ۰/۵۲±۰/۰۱، ۰/۷۵±۰/۰۱ با استفاده از نمک‌های کلرور منیزیم، نیترات منیزیم و کلرور سدیم در ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و نمک‌های کلرور منیزیم، برومور سدیم و کلرور سدیم برای نگه‌داری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید (۸). در هر دسیکاتور، محلول اشباع از نمک‌های مذکور ریخته شد و نمونه کلاله زعفران به مقدار ۴ گرم درون پلیت در داخل دسیکاتور قرار گرفت و پس از دو روز رطوبت نسبی به تعادل رسید. دسیکاتورها در سه دمای ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد جهت بررسی تأثیر دما به‌مدت سه ماه نگه‌داری شدند. بمنظور یافتن رابطه بین فعالیت آبی و درصد رطوبت کلاله زعفران، پس از تعادل میزان رطوبت کلاله‌ها با استفاده از روش مذکور در استاندارد ایران شماره ۲۵۹ تعیین گردید و نمودار همدمای جذب (شکل۱) به‌دست آمد (۴).

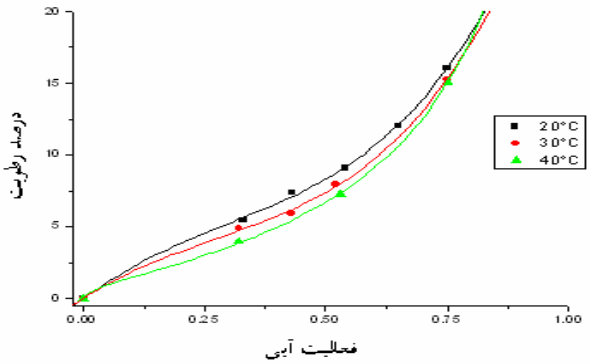
در طول انبارداری، هر دو هفته یک‌بار (تناوب‌های ۱۵ روزه) آزمون‌های شیمیایی با دو تکرار جهت تعیین شدت رنگ، عطر (سافرانال) و تلخی (پیکروکروسین) انجام پذیرفت. برای تعیین شاخص‌های شیمیایی (عطر، رنگ و تلخی) از استاندارد ISO 3632-2 استفاده شد (۷). بر اساس این روش پس از آماده‌سازی و رقیق‌سازی نمونه، مقدار جذب محلول حاصل، توسط اسپکتروفتومتر ماورائ بنفش- مرئی (نوع Shimidzu) در طول موج‌های ۲۵۷، ۳۳۰ و ۴۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. سپس برای اندازه‌گیری تلخی $E^{1\%}_{257}$ ، عطر $E^{1\%}_{330}$ و قدرت رنگی $E^{1\%}_{440}$ از فرمول زیر استفاده گردید:

$$E^{1\%}_{\lambda max}=A/C(1g/100cm^3)$$

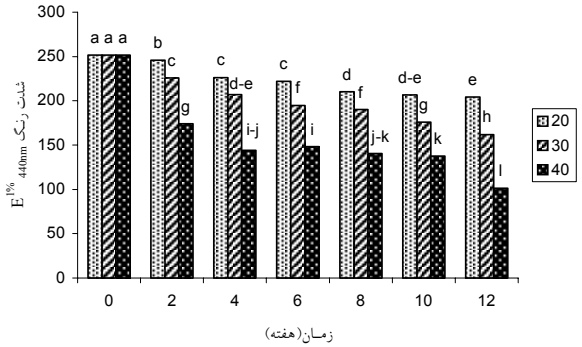
جهت بررسی آماری نتایج از طرح کاملاً تصادفی با آرایش کرت خرد شده استفاده شده و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام گردید.

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.6.4]



شکل۱. نمودار جذب همدما برای کلاله زعفران در دماهای مختلف.



شکل۲. تغییرات شدت رنگ کلاله زعفران در دماهای مختلف نگه‌داری. حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد.

نتایج و بحث

در شکل ۲ تغییرات شدت رنگ در دماهای مختلف ارائه شده است. نتایج حاصله نشان داد که اثر حرارت بر شدت رنگ معنی‌دار می‌باشد (P<٪۵)، با افزایش دما به‌علت تسریع در واکنش تجزیه کروسین، رنگ به‌شدت کاهش یافت، به‌طوری که نمونه‌های نگه‌داری شده در ۴۰°C نسبت به نمونه‌های نگه‌داری شده در ۲۰°C، ۳۰٪ کاهش رنگ نشان دادند (شکل ۲). این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق سیمیدو و بیلیادریس (۱۲) هم‌چنین نوربخش و همکاران (۵) مطابقت دارد.

در شکل ۳ تغییرات شدت رنگ کلاله زعفران در فعالیت‌های آبی مختلف در مدت نگه‌داری آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در فعالیت‌های آبی مختلف روندی مشابه افزایش دما مشاهده گردید به‌طوری که با افزایش فعالیت آبی از ۰/۳۲ به ۰/۷۵ سرعت تجزیه کروسین به شدت افزایش یافت و رنگ نیز به میزان بیش از ۴۵٪ کاهش نشان داد. در واقع اکسیداسیون کاروتنوئیدهای زعفران با افزایش فعالیت آبی تا حدود فعالیت آبی متوسط (۰/۷-۰/۵) افزایش می‌یابد که این رفتار ناشی از حلالیت بیشتر کاروتنوئیدهای زعفران نسبت به سایر کاروتنوئیدها می‌باشد. حلالیت بالا باعث دسترسی بیشتر اکسیژن حل شده به رنگدانه‌ها می‌گردد. کامل رحیمی (۳) هم‌چنین راینا و همکاران(۱۰) نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

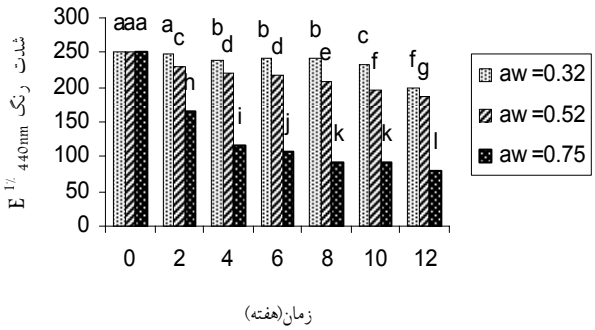
تأثیر زمان نیز بر تغییرات رنگ معنی‌دار بود. در طول زمان نگه‌داری (۱۲ هفته) رنگ به شدت کاهش یافت که به‌نظر می‌رسد علت این امر تجزیه کاروتنوئیدهای زعفران، عمدتاً کروسین در طول دوره نگه‌داری باشد (۹). بلندی و همکاران (۱) نیز نتیجه مشابهی را گزارش نمودند. نتایج آماری حاکی از این است که اثر متقابل دما و فعالیت آبی، دما و زمان، فعالیت آبی و زمان، فعالیت آبی، دما و زمان نیز معنی‌دار می‌باشد (P<٪۵).

در شکل ۴ تغییرات عطر (سافرانال) کلاله زعفران در دماهای مختلف در مدت نگه‌داری مشاهده می‌گردد. مطابق نتایج مشخص گردید که اثر دما بر میزان سافرانال معنی‌دار بوده یعنی افزایش درجه حرارت به‌صورت معنی‌داری عطر زعفران را افزایش داده است، که به‌نظر می‌رسد ناشی از اثر دمای بالا بر افزایش سرعت تبدیل پیکروکروسین به سافرانال باشد.

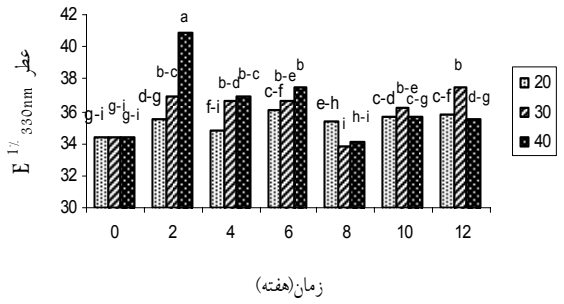
تغییر فعالیت آبی تأثیر معنی‌داری نیز بر میزان عطر داشته است، به‌طوری که نمونه‌های با فعالیت آبی ۰/۵۲ نسبت به ۰/۳۲ و ۰/۷۵ عطر بیشتری نشان دادند (شکل ۵). احتمالاً این a_w، فعالیت آبی اپتیموم برای واکنش تجزیه پیکروکروسین و تبدیل آن به سافرانال می‌باشد و در a_wهای بالاتر به‌علت رقیق شدن واکنشگرها، سرعت واکنش کاهش می‌یابد (۱۲).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.6.4]



شکل۳. تغییرات شدت رنگ کلاله زعفران در فعالیت‌های آبی مختلف در طول انبارداری
حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد.



شکل۴. تغییرات عطر کلاله زعفران در دماهای مختلف نگه‌داری
حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد.

در طول زمان پس از ۱۲ هفته میزان عطر به‌صورت معنی‌داری افزایش یافته است. نتایج حاصل از تحقیقات آلونسو و همکاران (۶) هم‌چنین سیمیدو و بیلیادریس (۱۲) مؤید این مسأله است. لازم به توضیح است که روند تغییرات عطر در طول زمان به‌صورت افزایش ثابت نبوده و در برخی تناوب‌های زمانی کاهش و یا افزایش نشان داده است.

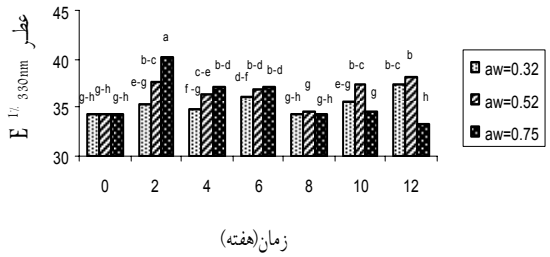
نتایج نشان داد که اثر متقابل دما و زمان، دما و فعالیت آبی، فعالیت آبی و زمان، دما و فعالیت آبی و زمان بر تغییرات عطر معنی‌دار می‌باشد.

در شکل ۶ تغییرات تلخی کلاله زعفران در فعالیت‌های آبی مختلف در طول انبارداری به تصویر کشیده شده است. نتایج این مطالعه نشانگر این است که تلخی نمونه‌های نگه‌داری شده در دماهای مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند، اما همان‌طور که در شکل ۶، مشاهده می‌شود فعالیت آبی تأثیر معنی‌داری بر تلخی داشته به‌طوری که در a_w = ۰/۵۲ تلخی حداقل و در a_w = ۰/۳۲ تلخی حداکثر بوده است که کاملاً بر خلاف تغییرات عطر است و علت اصلی آن تجزیه پیکروکروسین و تبدیل آن به سافرانال می‌باشد که احتمالاً a_w = ۰/۵۲ برای این واکنش مطلوب‌تر است. نتایج نشان داده که تلخی نیز در طی زمان نگه‌داری، به‌علت تجزیه پیکروکروسین کاهش معنی‌داری داشته است. نتایج حاصل از پژوهش آلونسو و همکاران (۶) هم‌چنین سیمیدو و بیلیادریس (۱۲) موید این نتیجه است. آنچه که در روند تغییرات عطر و تلخی در مدت نگه‌داری جلب توجه می‌کند کاهش و افزایش متوالی این عوامل می‌باشد که در تحقیقات دیگر نیز گزارش مشابهی به‌دست آمده است (۱). مطابق تحقیقات مشخص شده است که پیکروکروسین یک ماده حدواسط می‌باشد که خود از تجزیه زازانتین حاصل شده و سپس تحت هیدرولیز به سافرانال تبدیل می‌شود. بنابراین میزان آن تحت تأثیر چند واکنش بوده و روند مشخصی را طی نمی‌کند. هم‌چنین افزایش و کاهش متوالی در میزان پیکروکروسین در طول زمان را می‌توان به خاصیت مهار کنندگی احتمالی پیکروکروسین روی تجزیه زازانتین نسبت داد، به‌طوری که در ماه اول میزان پیکروکروسین افزایش می‌یابد و به حدی می‌رسد که مانع تجزیه زازانتین شده و پس از آن واکنش در جهت تجزیه پیکروکروسین و تولید سافرانال پیش می‌رود تا حدی که میزان پیکروکروسین کاهش یافته و مجدداً تجزیه زازانتین در جهت تولید پیکروکروسین افزایش می‌یابد و این روند در ماه‌های بعد نیز تکرار می‌گردد. اثبات این مسئله، نیازمند تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌باشد.

نتایج نشان داد که اثرات متقابل دما و زمان، دما و فعالیت آبی، فعالیت آبی و زمان، دما، فعالیت آبی و زمان بر تغییرات تلخی معنی‌دار است.

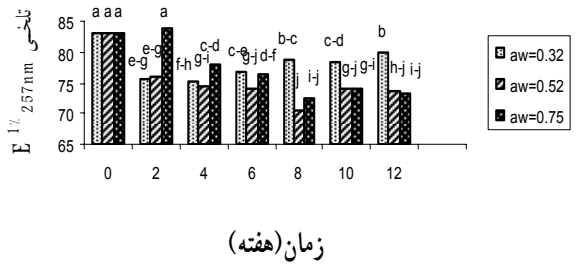
[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.6.4]



شکل۵. تغییرات عطر کلاله زعفران در فعالیت‌های آبی مختلف در طول انبارداری

حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد.



شکل۶. تغییرات تلخی کلاله زعفران در فعالیت‌های آبی مختلف در طول انبارداری

حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به ارزش صادراتی و دارویی گیاه زعفران، همواره سعی بر این است که بهترین شرایط جهت حفظ ویژگی‌ها و افزایش زمان ماندگاری آن فراهم گردد. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش دما در طول مدت نگه‌داری باعث کاهش میزان رنگ در زعفران می‌شود در حالی که بر تلخی نمونه‌ها تأثیر چندانی ندارد. نمونه‌هایی که در دمای $40^{\circ}C$ نگه‌داری شده بودند کمترین شدت رنگ را داشتند. این امر به لحاظ ظاهری نیز در مقایسه با سایر نمونه‌ها به‌ویژه در ماه‌های آخر نگه‌داری، کاملاً مشهود بود. میزان کاهش رنگ در فعالیت آبی بالاتر، بیشتر بود. دما و فعالیت آبی بالا تأثیر مثبتی بر عطر نشان داد، در صورتی که به لحاظ تلخی نمونه‌های با فعالیت آب کمتر، تلخی بهتری نشان دادند.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی طرح تحقیقات اساسی وزارت صنایع و معادن انجام پذیرفته است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

۱. بلندی، م.، م. امین لاری، ا. کرباسی، ح. ب. قدوسی و غ. مصباحی.۱۳۸۳. بررسی تأثیر روش‌های خشک کردن و نور بر ویژگی‌های شیمیایی زعفران در طول دوره نگه‌داری. مجله علوم و صنایع کشاورزی (۲)۱۸: ۲۰۴-۱۹۷.

۲. کافی، م. ۱۳۸۱. *زعفران فناوری تولید و فرآوری*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. کامل رحیمی، س. ۱۳۷۲. گزارش نهایی طرح پژوهشی. بررسی اثر حرارت و رطوبت در حفظ و نگه‌داری زعفران. سازمان پژوهش‌های علمی و پژوهشی ایران- مرکز خراسان.

۴. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶. زعفران - روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۲۵۹.

۵. نوربخش، ر.، ر. رزاقی و ع. همتی کاخکی. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر جنس بسته و حرارت محیط نگه‌داری بر حفظ کیفیت زعفران. سومین همایش ملی زعفران، صفحات ۲۸۷-۲۸۲.

6. Alonso, G. L., R. Varon, R. Gomez, F. Navarro and M. R. Salines. 1990. Auto-oxidation in saffron at 40º C and 75% relative humidity. J. Food Sci. 55(2): 595-596.
7. International Standard, 1993. ISO 3632-2, Saffron (*Crocus sativus* L.) Part 2, Test methods. International Organization for Standardization. Case Postale 56. CH -1211 Geneve 20. Switzerland.
8. Labuza, T. P. 1984. Moisture sorption: practical aspects of isotherm measurements and use. The American Association of Cereal Chemists. Minneapolis.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.6.4]

9. Pfander, H. and H. Schurtenberger. 1982. Biosynthesis of C_{20}-carotenoids in Crocus sativus. Phytochemistry 21(5):1039-1042.
10. Raina, B. L., S. G. Agarwal, A. K. Bhatia and G. S. Gaur. 1996. Changes in pigments and volatiles of saffron (*Crocus sativus* L.) during processing and storage. J. Sci. Food Agric. 71:27-32.
11. Sampathu, S. R., S. Shivashanker and Y. S. Lewis. 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation, processing, chemistry and standardization. CRC Critical Reviews in Food Sci. and Nutr. 20(2):123-157.
12. Tsimidou, M. and C. G. Biliaderis. 1997. Kinetic studies of saffron quality deterioration. J. Agric. Food Chem. 45: 2890-2898.
13. Tsimidou M. and Tsatsaroni E. 1993. Stability of saffron pigments in aqueous extracts. J. Food Sci. 58 (5):1073-1075.
14. Winterhalter, P. and M. Straubinger. 2000. Saffron- Renewed interest in an ancient spice. Food Rev. Int. 16(1):39-59.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.6.4]