



## بررسی اثر فرآیند تبدیل و انبارداری بر پایداری عطر و بو برنج طارم به روش استخراج در فاز جامد (SPME)

سید جعفرهاشمی<sup>۱\*</sup>، اعظم منفرد<sup>۲</sup>، فریناز صولت یکانی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه شیمی، دانشگاه پیام نور استان تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد شیمی، دانشگاه پیام نور استان تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۳

### چکیده

**سابقه و هدف:** هم اکنون برنج غذای بیش از نیمی از مردم مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری را تأمین می‌کند. کربوهیدرات (نشاسته) ترکیب اصلی برنج می‌باشد که در آندوسپرم آن تجمع یافته است. فرآیند پس از برداشت و مدت نگهداری در انبار فرایند پیچیده‌ای است که منجر به بروز تغییرات در خواص فیزیکی و شیمیایی در آندوسپرم برنج به ویژه در واریته‌های معطر می‌گردد. در این مطالعه اثر فرآیند تبدیل برنج و زمان انبارمانی بر حفظ و نگهداری عطر و بو برنج معطر طارم به روش استخراج در فاز جامد مورد بررسی قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها:** شالی واریته طارم خشک شد و برنج قهوه‌ای به روش پوست کنی با دست تهیه گردید. سپس بخشی از نمونه‌ها بصورت چند مرحله ایی در دستگاه سفید کن به برنج سفید تبدیل گردید. نمونه‌های برنج قهوه‌ای و برنج سفید به دو بخش تازه برداشت شده و انبار شده به مدت ۱۰ ماه تقسیم گردید (BSN, BSO, WSN, WSO). میزان مواد معطر فرار حاصل از برنج قهوه‌ای تازه برداشت شده و انبار شده، و همچنین برنج سفید تازه برداشت شده و انبار شده با بکارگیری روش استخراج در فاز جامد مورد بررسی قرار گرفت. مواد فرار جذب شده به فیبر جهت سنجش طیف موجود در نمونه به درون دستگاه گاز کروماتوگرافی هدایت گردید. این آزمایش به روش فاکتوریل ۲×۲ (۲ نوع تبدیل برنج × ۲ زمان انبارمانی) در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که درصد نسبی مواد شناسایی شده در برنج سفید و قهوه‌ای انبار شده بطور کاملاً معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) نسبت به نمونه‌های تازه برداشت شده افزایش یافته است، اما نمونه برنج سفید تازه برداشت شده نسبت به برنج سفید انبار شده، درصد بیش تری از مواد مؤثر در بو را دارا بود. تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید سبب کاهش مقدار مواد مؤثر در بو می‌شود.

یافته‌های این تحقیق نشان داد که در برنج قهوه‌ای انبار شده حدود ۲۴ ترکیب شناسایی شده‌است که حدود ۹۲/۳ درصد از کل ترکیبات تشخیص داده شده می‌باشد. در برنج سفید تازه برداشت شده ۲۶ ترکیب شناسایی شد که از نظر کمی حدود ۶۵/۳ درصد کل می‌باشد. همچنین در آنالیز نمونه برنج سفید انبار شده، حدود ۲۴ ترکیب شناسایی شده که از نظر کمی حدود ۹۸/۴ درصد کل می‌باشد. انبارکردن و تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید، باعث افزایش مقدار آلکن‌ها در برنج می‌شود. درصد بالای الکل اکتادکادینول ۲-متیل، می‌تواند ناشی از استعمال آفت‌کش‌ها در مزرعه باشد که در فرآیند جداسازی لایه آلورن و تبدیل به

\*مسئول مکاتبه: j.hashemi@sanru.ac.ir

برنج سفید، مقدار آن کاهش یافت. درصد آلدئیدها مؤثر در بو، در برنج قهوه‌ای پاسخ معنی‌داری به زمان انبارمانی نشان نداد. در حالی که در برنج سفید انبارشده حدود ۳۰٪ کمتر از برنج تازه برداشت شده می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** انبارکردن برنج معطر منجر به کاهش مقدار مواد مؤثر در بو که به عنوان شاخصی مهم در کیفیت برنج است می‌گردد. نگهداری طولانی مدت برنج به همراه پوسته ثانویه منجر به حفظ مواد معطر موجود در آن می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** برنج، برنج معطر، واریته طارم، استخراج عطر

### مقدمه

برنج پس از گندم به عنوان دومین محصول استراتژیک کشور و جهان از اهمیت ویژه‌ای در امر تغذیه و امنیت غذایی برخوردار است، به طوری که هم اکنون غذای عمده بیش از نیمی از مردم مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری را تأمین می‌کند. جزء اصلی برنج کربوهیدرات (نشاسته) می‌باشد که در سلول‌های اندوسپرم آن جمع شده است. چسبندگی برنج به نوع نشاسته تشکیل دهنده آن بستگی دارد. همچنین برنج شامل پروتئین، چربی، مواد معدنی و مقدار کمی از ویتامین‌ها می‌باشد که عمدتاً در لایه خارجی آلرون اندوسپرم بوده و با آسیاب کردن مقدار آن کاهش می‌یابند. به عبارت دیگر درصد کربوهیدرات‌ها با آسیاب کردن افزایش می‌یابند (۱۲، ۱۳). برخی از فرهنگ‌ها برنج انبار شده را برای مصرف ترجیح می‌دهند و برخی دیگر به مصرف برنج تازه تمایل دارند که این به تغییر یا عدم تغییر در برخی از خصوصیات کیفی برنج مانند میزان پخت و عطر و بوی آن بستگی دارد (۱۸).

لازمه تعیین و ارزیابی دقیق بو در برنج، شناسایی مواد مؤثر در بو به موازات توسعه روش‌های تعیین مقدار آنهاست. بیش از ۳ دهه از آغاز مطالعات مربوط به شناخت عوامل ایجاد کننده و مؤثر در عطر برنج می‌گذرد. تحقیقات زیادی در زمینه به کارگیری روش‌های کارآمدتر و سریع‌تر در شناسایی مواد فرار برنج و تشخیص عوامل اصلی ایجاد کننده بو انجام

شده‌است (۹، ۷، ۶، ۵، ۴). از میان بیش از ۱۰۰ ترکیب شناخته شده در برنج، تعداد معدودی در ایجاد بو و عطر آن مؤثرند (۳، ۲). تلاش‌های فراوانی در راستای شناسایی این ترکیبات و تعیین سهم هر یک در ایجاد بو و مزه در برنج صورت گرفته‌است. بالارد و هولگیون (۱۹۷۷)، گزارش کردند که اجزاء فرار برنج شامل الکل‌ها، آلدئیدها، آلکیل آروماتیک‌ها، فوران‌ها، کتون‌ها، تریپن‌ها و نفتالین‌ها می‌باشند (۱). مگا (۱۹۷۸)، گزارش کرد که غلظت تعدادی از ترکیبات بین برنج معطر و غیرمعطر متفاوت است (۱۰). برنج غیرمعطر مقادیر زیادی از ۴- وینیل فنول، ۱- هگزانول و ۱- هگزانال را داشت در حالیکه برنج معطر مقادیر زیادی از ایندول دارد، به علاوه پیرولیدین در برنج غیر معطر یافت نشد. در مطالعه‌ای که حسین و همکاران (۱۹۸۷) برای مقایسه ترکیبات فرار موجود در برنج معطر با سماتی با یک برنج غیر معطر انجام دادند، مقدار پنتادکان-۲-اون، هگزانول و ۲-پنتیل فوران را در برنج معطر با سماتی بیش‌تر یافت (۸). در تحقیقی دیگر پتروف و همکاران (۱۹۹۶)، نه ترکیب شیمیایی (پنتانول، هگزانول، ۲ استیلن-۱ پیرولاین (2-AP)، (E) ۲-هپتانال، بنزآلدئید، اکتانال، ۲-پنتادکان-اون، ۱۰، ۶، ۱۴- تری متیل پنتا دکان ۲-اون و هگزادکانول) را متمایزکننده برنج معطر از غیرمعطر دانستند (۱۵).

عطر در برنج رفتاری در نتیجه خارج شدن مواد فرار از ماده غذایی و رسیدن آن‌ها به دستگاه بویایی

طارم مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین در این تحقیق اثر فرآیند تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید و زمان انبارمانی بر پایداری عطر و بو برنج واریته طارم به روش استخراج در فاز جامد (SPME<sup>۱</sup>) مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

شلتوک دانه بلند واریته طارم از مرکز تحقیقات برنج کشور (آمل، مازندران) تهیه گردید. ابتدا نمونه را خشک و سپس برای تهیه برنج قهوه‌ای، پوسته اولیه دانه شلتوک را با دست برای جلوگیری از اثر ماشین بر کیفیت آن جدا گردید. نمونه‌های بدست آمده به دو بخش تقسیم گردید. بخش اول نمونه‌های برنج قهوه‌ای که به دو نمونه قهوه‌ای تازه برداشت شده (BSN)<sup>۲</sup> و قهوه‌ای انباری (BSO)<sup>۳</sup> با نگهداری در انبار به مدت ۱۰ ماه تقسیم گردید. از آنجا که بازار پسندی برنج قهوه‌ای کمتر است، آن را در چند مرحله در دستگاه سفید کن<sup>۴</sup> به برنج سفید تبدیل گردید (۱۲). در بخش دوم دو نمونه برنج تازه سفید شده (WSN)<sup>۵</sup> و سفید انباری (WSO)<sup>۶</sup> با نگهداری در انبار به مدت ۱۰ ماه تهیه گردید. در مجموع چهار نمونه در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت.

مواد معطر موجود در نمونه‌ها با بکارگیری روش SPME استخراج گردید. در این روش ابتدا ظروف نمونه به خوبی با آب مقطر و استون شسته و به مدت ۲۰ دقیقه در آون با دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. نمونه‌های برنج تا قبل از آنالیز در فریزر نگهداری گردید. ابتدا نمونه برنج را در هاون چینی

بواسطه شرایط مختلف می‌باشد. با این حال نتایج مطالعه روی اثرات خشک کردن و فرآیند تبدیل بر روی میزان عطر و ماندگاری آن انجام شد. وانگ پورنچایی و همکاران (۲۰۰۴) اظهار نمودند هنگامی که برنج با انرژی خورشید و در دمای کم خشک می‌شود، مقدار ترکیب معطر افزایش یافته و مقدار ترکیبات غیر معطر ۲- پنتیل فوران و n- هگزان کاهش می‌یابد (۱۷). در مقابل سانتونویت (۲۰۰۵) گزارش نمود مقدار 2-AP با افزایش دمای خشک کردن از ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد (۱۶). شدت مزه مطلوب یا نامطلوب در برنج که به اندازه ۱۵ درصد خشک شده‌است بیش تر از نمونه ای است که تا میزان ۱۲ درصد خشک می‌شود. دما و زمان انبارکردن برنج نیز می‌تواند در بو و مزه‌ی برنج تبدیل شده بسیار مؤثر باشد. میلونت و همکاران (۲۰۰۰)، گزارش کردند که با افزایش دمای انبار از ۴ درجه سانتی‌گراد تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد ته مزه‌ی گوگردی به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (۱۱). احتمالاً ترکیبات سولفور با افزایش دما با سرعت بیشتری به بخار تبدیل می‌شوند درحالی که ته مزه با بوی نشاسته با افزایش زمان انبارداری کاهش می‌یابد. ایتانی و فوشیمی (۱۹۹۶) گزارش کردند که خشک کردن برنج در دمای بالا غلظت 2-AP را پایین می‌آورد (۹). وانگ پورنچایی و همکاران (۲۰۰۴)، مشاهده نمودند غلظت مواد معطر در طول ۱۰ ماه انبارکردن برنج کاهش می‌یابد که سرعت این کاهش، صرفنظر از نحوه‌ی خشک‌کردن برنج (خورشید یا هوای گرم با دماهای مختلف)، در آغاز زمان انبار کردن بیش تر است (۱۷). برنج معطر در ایران دارای جایگاه ویژه‌ای از نظر میزان بازار پسندی و ارزش اقتصادی می‌باشد که مهمترین گونه‌های آن صدری و طارم می‌باشند. تاکنون اثر خشک‌کردن و مدت ماندگاری بر شاخص‌های عطر و بو در برنج معطر

1. Solid Phase Micro Extraction (SPME)
2. BSN= Brown Sample New
3. BSO= Brown Sample Old
4. VP-31T, Yamamoto Co., Tendu, Japan
5. WSN= White Sample New
6. WSO= White Sample Old

ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم (GF-600 Max 610g) استفاده گردید. (Min 0.05)

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با دو متغیر (نوع تبدیل برنج و زمان انبارمانی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها در نرم‌افزار اکسل (۲۰۰۳) ثبت و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. اختلاف میان تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) و آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ بررسی شد.

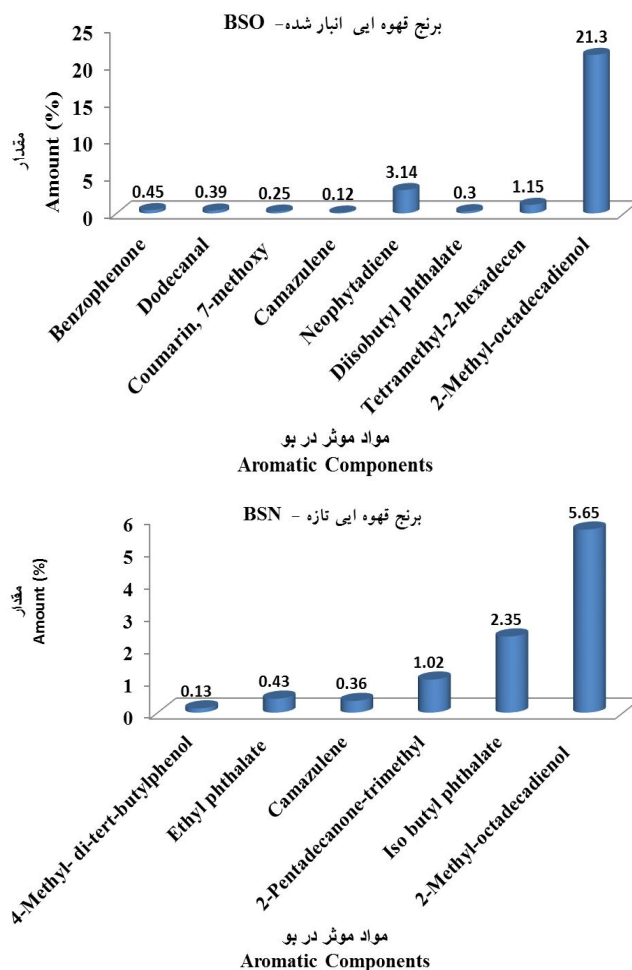
### نتایج و بحث

ترکیبات برنج قهوه ای معطر : با استفاده از روش استخراج در فاز جامد برای برنج قهوه‌ای تازه برداشت شده ۱۳ ترکیب شناسایی شد که از نظر کمی حدود ۴۱/۱ درصد نمونه‌ها تشخیص داده شد. شکل (۱-۱) درصد نسبی مواد فرار مؤثر در بو در نمونه برنج قهوه‌ای تازه برداشت شده را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۱-۱)، بیش‌ترین درصد در این میان متعلق به، ۲-متیل اکتادیکادینول<sup>۹</sup> با ۵/۶۵ درصد و کم‌ترین مقدار به میزان ۰/۱۳ درصد متعلق به گروه الکل‌ها، ۴-متیل دایتترا باتیل فنول<sup>۱۰</sup> می‌باشد.

(که پس از شسته‌شدن در آون حرارت داده) پودر کرده و در هر نمونه ۰/۷۵ گرم پودر برنج را با ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر در ویال مخصوص ۵ میلی‌لیتری به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. سپس با وارد کردن سرنگ به فضای فوقانی برنج در داخل ویال، امکان جذب مواد فرار در فیبر PDMS<sup>۷</sup> به مدت ۳۰ دقیقه ایجاد گردید. قبل از شروع هر آنالیز، فیبرمورد استفاده تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده تا آلاینده‌های احتمالی از آن زدوده شود، در نهایت مواد فرار جذب شده به فیبر در اثر حرارت به درون دستگاه گازکروماتوگرافی هدایت شدند. دستگاه گازکروماتوگرافی (6890 GC) بوده و جنس ستون آن از نوع فنیل متیل سیلوکسان<sup>۸</sup> -HP- 5% - (Agilent 19091S-433) می‌باشد. طول ستون ۳۰ متر، قطر داخلی آن ۲۵۰ میکرومتر و ضخامت لایه نازک GC به اندازه ۰/۲۵ میکرومتر است. تزریق در حالت جریان ثابت انجام شد. در مرحله تزریق، فشار ستون ۷/۳۱ psi تنظیم شده و دمای اولیه آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود که به مدت یک دقیقه در این دما ماند و سپس با سرعت ۱۰ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه دمای آن به ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و به مدت ۵ دقیقه در این دما ماند. برای گرفتن طیف GC/MS نمونه‌ها از امکانات مرکز سرم‌سازی و واکسن رازی واقع در کرج استفاده شد. در این آزمایشات همچنین از هیتر (IKA -RH- basic 2) و

9. 2-Methyl-Z,Z-3,13-octadecadienol  
10. 4-Methyl-2,6- di-tert-butylphenol

7. Poly Dimethyl Silioxan (PDMS)  
8. Phenyl Methyl Siloxane

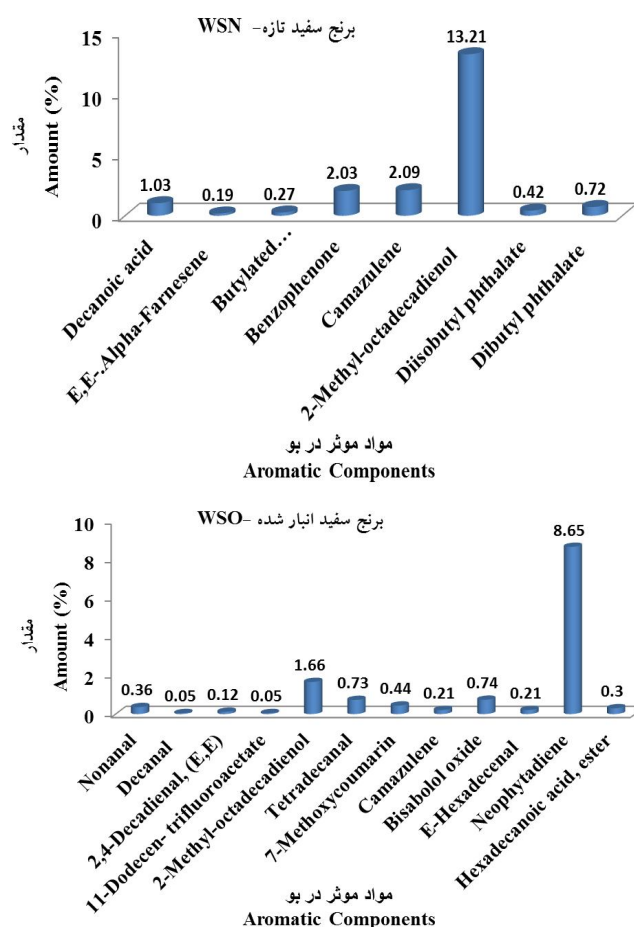


شکل ۱- ترکیبات آروماتیک فرار در برنج قهوه‌ای انبار شده (۱) و تازه (۲)  
Figure 1. Aromatic components in stored (1) and fresh (2) brown rice

عوامل مؤثر در بو می‌باشند. شکل (۱-۲) مقایسه درصد نسبی مواد فرار شناسایی شده در نمونه برنج قهوه‌ای انبار شده را نشان می‌دهد. با استناد به شکل ۱-۲ با افزایش زمان نگهداری برنج قهوه‌ای، درصد نسبی متیل اکتادیکادینول حدود سه برابر افزایش یافته است. این می‌تواند به واسطه شرایط انبار و واکنش‌های تجزیه در مدت نگهداری باشد (۱۷).

پس از نگهداری نمونه‌ای برنج قهوه‌ای در انبار، ۲۴ ترکیب شناسایی شده است که حدود ۹۲/۳ درصد از کل ترکیبات تشخیص داده می‌باشد. از میان ترکیبات شناسایی شده در نمونه برنج قهوه‌ای، اسید لینولئیک با مقدار ۶۱/۶۳ درصد بیش‌ترین درصد و اسید اولئیک با ۰/۰۳ درصد کم‌ترین درصد بوده که هر دو متعلق به گروه چربی‌ها و اسیدها هستند. از گروه بنزوفنون<sup>۱۱</sup> کتون آروماتیک و دودکانال<sup>۱۲</sup> آلدهید از

11. Benzophenone  
12. Dodecanal



شکل ۲- مواد فرار آروماتیک در در برنج سفید تازه (۱) و انبار شده (۲)  
Figure 2. Aromatic components in fresh (1) and stored (2) white rice

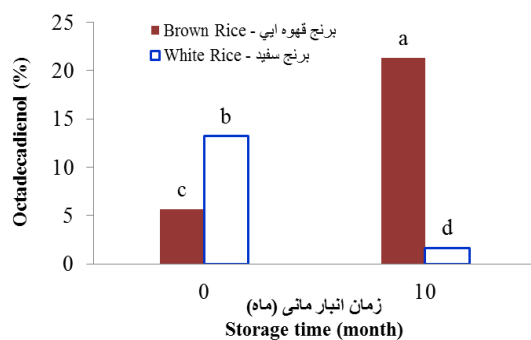
در آنالیز نمونه برنج سفید انبار شده، حدود ۲۴ ترکیب شناسایی شده که از نظر کمی حدود ۹۸/۴ درصد کل می‌باشد. بیشترین درصد شناسایی شده مربوط به اسید لینولیک با ۶۵/۷۵ درصد و کمترین درصد با مقدار ۰/۰۳ درصد برای اسید نونانویک است. همانطور که در شکل ۲-۲ مشاهده می‌شود، با مقایسه درصد نسبی مواد فرار مهم شناسایی شده در نمونه برنج سفید انباری، نئوفتادین<sup>۱۴</sup> با ۸/۶۵ درصد بیشترین سهم را دارا می‌باشد. در بررسی مواد فرار برنج سفید انبار شده با تکنیک SPME نشان‌دهنده کاهش درصد مواد فرار موثر در بو بعد از انبارداری می‌باشد.

ترکیبات شناسایی شده در برنج سفید معطر: با استخراج ترکیبات و آنالیز آن در برنج سفید تازه برداشت شده ۲۶ ترکیب شناسایی شد که از نظر کمی حدود ۶۵/۳۷ درصد کل می‌باشد. در میان آن‌ها اسید اولئیک از گروه اسیدها و چربیها با ۲۴/۴۰ درصد بیشترین مقدار و سیکلوتترادیکان<sup>۱۳</sup> از گروه آلکانها با ۰/۱۸ درصد کمترین درصد را شامل می‌شوند. نتایج حاصل از آنالیز درصد نسبی مواد فرار شناسایی شده در نمونه برنج سفید تازه در شکل ۱-۲ ارائه گردید. با توجه به شکل، ۲-متیل اکتادیکادینول با ۱۳/۲ درصد بیشترین سهم را در عطر برنج دارا می‌باشد.

14. Neophytadiene

1. Cyclotetradecane

انبارشده یافت شده و در برنج قهوه‌ای تازه برداشت شده مشاهده نشد. این امر نشان می‌دهد انبارکردن و تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید، باعث افزایش مقدار آلکن‌ها در برنج می‌شود (شکل ۳).

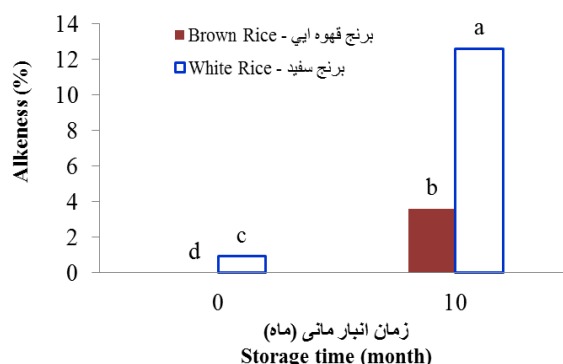


شکل ۴- درصد اکتادکادیونول ۲-متیل شناسایی شده  
Figure 4. Percentage of identified Octadecadienol

کمتر از برنج تازه برداشت شده بود (شکل ۵). آلدییدهای سبکتر نونانال و دکانال در برنج سفید انبار شده مشاهده شده ولی در برنج قهوه‌ای شناسایی نشدند. بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بین تبدیل برنج و زمان انبارمانی برهمکنش معنی‌داری مشاهده شد. با توجه به شکل ۷، میزان آلدییدها در برنج قهوه‌ایی پاسخ معنی‌داری به زمان انبارمانی نشان نداد در حالی که این شاخص عطر بو در برنج سفید با افزایش زمان انبارمانی بطور معنی‌داری به میزان حدود ۳۰٪ کاهش یافت. شکل (۶) مقدار استر دیسوبوتیل فتالات<sup>۱۶</sup> را در چهار نمونه آنالیز شده به روش SPME نشان می‌دهد. برعکس آلدیید، میزان فتالات در برنج سفید پاسخ معنی‌داری به زمان انبارمانی نشان نداد در حالی که این شاخص عطر بو در برنج قهوه‌ایی با افزایش زمان انبارمانی بطور معنی‌داری به میزان حدود ۵۰٪ کاهش یافت.

16. Diisobutyl phthalate

**مقایسه تیمارها:** در مقایسه و آنالیز نمونه‌ها، تعداد بیش‌تری از مواد فرار در برنج سفید انبارشده شناسایی گردید. آلکن‌ها عمدتاً راست زنجیر و گاهی شاخه‌دار و حلقوی از ۱۲ کربن تا ۳۰ کربن در مواد فرار جدا شده از برنج شناسایی شدند. آلکن‌ها در برنج قهوه‌ای

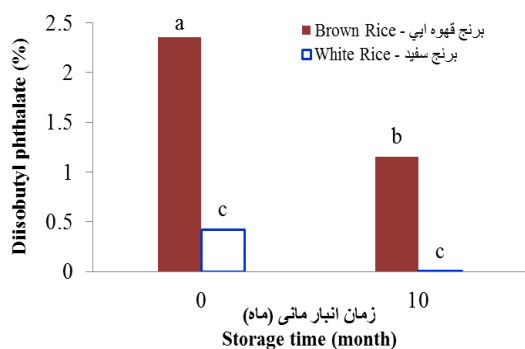


شکل ۳- درصد نسبی آلکن‌های شناسایی شده  
Figure 3. Relative percentage of identified Alkenes

الکل‌ها از دیگر مواد معطر در برنج می‌باشد. با توجه به شکل ۴، الکل‌ها در برنج قهوه‌ای نسبت به برنج سفید انبار شده درصد بالاتری دارند. اکتادکادیونول ۲-متیل<sup>۱۵</sup> الکی است که وجود آن تایید شد. ترکیبات مشابه آن خاصیت فرمون داشته و در ساخت حشره‌کش‌ها به کار می‌روند (۱۴). احتمالاً درصد بالای این ماده ناشی از استعمال آفت‌کش‌ها در مزرعه باشد که در فرآیند جداسازی لایه آلورن و تبدیل به برنج سفید، مقدار آن کاهش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با نگهداری برنج در انبار میزان الکل اکتادکادیونول کاهش معنی‌داری می‌یابد.

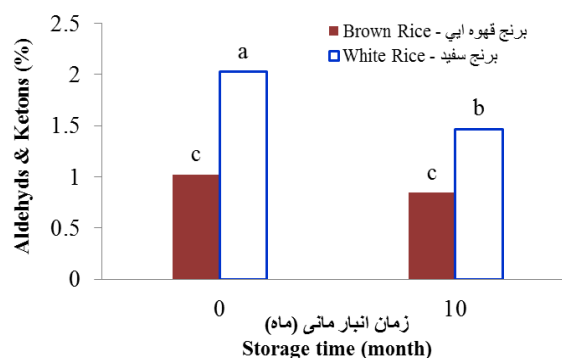
آلدییدها، کتون‌ها و استرها (مانند استرهای آدیپات و فتالات) از جمله مواد موثر در عطر و بوی اغلب مواد غذایی از جمله برخی از انواع برنج می‌باشند. در این میان آلدیید آروماتیک بنزوفنون می‌تواند عامل مهمی در ایجاد بوی برنج باشد. درصد آلدییدها در برنج انبارشده

15. 2-Methyl-Z,Z-3,13-octadecadienol



شکل ۶- درصد نسبی استر دیسوبوتیل فتالات

Figure 6. Relative percentage of identified Diisobutyl phthalate

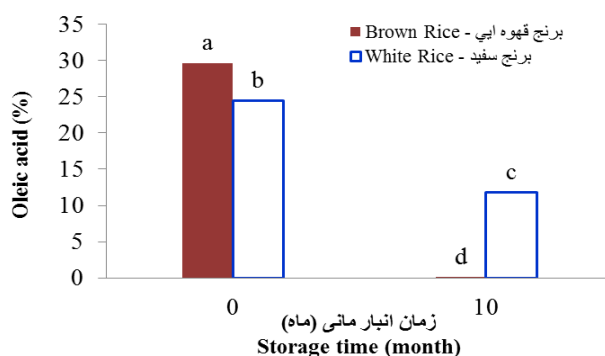


شکل ۵- درصد نسبی آلدهیدها و کتون‌های شناسایی شده

Figure 5. Relative percentage of identified Aldehyds & Ketones

تازه برداشت شده است و توسط پتروف و همکاران (۱۹۹۶) مورد تایید قرار گرفت (۱۵). درحالیکه درصد اولئیک اسید در برنج تازه برداشت شده بیش تر از برنج انبارشده بود (شکل ۷).

اسیدهای چرب مانند لینولئیک و اولئیک درصد بالایی از مواد فرار موجود در برنج را تشکیل می‌دهند. درصد لینولئیک اسید در برنجی که چندین ماه از تاریخ برداشت آن می‌گذرد به مراتب بیش تر از برنج



شکل ۷- درصد نسبی اسید اولئیک در چهار نمونه برنج معطر طارم

Figure 7. The relative percentage of Oleic acid

تازه برداشت شده نسبت به برنج سفید انبار شده، درصد بیش‌تری از مواد مؤثر در بو را دارا می‌باشد. میزان آلدهیدها در برنج قهوه‌ایی پاسخ معنی‌داری به زمان انبارمانی نشان نداد در حالی در برنج سفید، تفاوت معنی‌داری به مدت زمان انبارمانی مشاهده شد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که انبارکردن برنج معطر علاوه بر افزایش هزینه تمام شده محصول، منجر به کاهش مقدار مواد مؤثر در بو شامل آلدهیدها و فتالات، اولئیک اسید و متیل اکتادیکادینول که به عنوان شاخص مهم در ارزیابی کیفی برنج می‌باشند،

### نتیجه‌گیری

مدت انبارداری و فرآیند تبدیل از مهمترین فرآیند تاثیر گذار بر عطر و بو برنج طارم می‌باشد. بر اساس نتایج، درصد نسبی مواد مؤثر بر بو در برنج قهوه‌ای تازه برداشت شده بیشتر از برنج قهوه‌ای انبار شده می‌باشد لیکن درصد نسبی مواد معطر مهم همانند متیل اکتادیکادینول در برنج قهوه‌ای انبار شده بیشتر از برنج قهوه‌ای تازه برداشت شده می‌باشد درصد مواد شناسایی شده در برنج سفید انبار شده بیشتر از برنج سفید تازه برداشت شده می‌باشد اما نمونه برنج سفید



## منابع

1. Bullard, R.W., and Holguin, G. 1977. Volatile components of undressed rice (*Oryza sativa* L.). J. Agric. Food Chem. 25(1): 99-103.
2. Buttery, R., Ling, L., and Mon, T.R. 1986. Quantitative Analysis of 2-Acetyl-1-pyrroline in Rice. J. Agric. Food Chem. 34: 112-114.
3. Buttery, R., Turnbaugh, J., and Ling, L. 1988. Contributions of volatiles to rice aroma. J. Agric. Food Chem. 36: 1006-1009.
4. Crowhurst, D.G., and Creed, P.G. 2001. Effect of cooking method and variety on the sensory quality of rice. Food Serv. Technol. 1: 133-140.
5. Fukai, Y., and Tukada, K. 2006. Influence of pre-washing on quality of cooked rice maintained at a constant temperature, Influence of cooking conditions on quality of cooked rice. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 53: 587-591.
6. Ghasvand, A., Setkova, L., and Pawliszyn, J. 2007. Determination of flavor profile in Iranian fragrant rice samples using cold-fiber SPME-GC-TOF-MS. Flavor and Fragrance Journal. 22: 377-391.
7. Grimm, C.C., Bergman, C., Delgado, J.T., and Bryant, R. 2001. Screening for 2-Acetyl-1-pyrroline in the Headspace of Rice Using SPME/GC-MS J. Agric. Food Chem., 49: 245-249. <http://www.pesticideinfo.org>.
8. Hussain, A., Mujtaba-Naqvi, S.H., and Hammerschmidt, F.J. 1987. The isolation and identification of volatile components from basmati rice (*Oryza sativa* L.), Flavor Science and Technology, Press. 5th Weurman Flavour Res. Symp. Wiley: New York.
9. Itani, T., and Fushimi, T. 1996. Influence of pre- and post-harvest conditions on 2-acetyl-1-pyrroline concentration in aromatic rice. Crop Research in Asia: Achievements and Perspective, ACSA, 728-729.
10. Maga, J.A. 1978. Cereal volatiles, a review, J. Agric. Food Chem. 26(1): 175-178.
11. Meullenet, J.F., Marks, B.P., Hankins, J.A., Griffin, V.K., and Daniels, M.J. 2000. Sensory quality of cooked long-grain rice as affected by rough rice moisture content, storage temperature, and storage duration. Cereal Chem., 77: 259-263.
12. Nasirnia, E., and Sadeghi, M. 2012. Investigation of different methods of drying and tempering on the milling properties of the two-stage drying presses. Journal of Iranian science and food industry research. 8(1): 40-48. (In Persian).
13. Okhovat, S.M., Vakili and Danesh. 2005. Rice (from planting to harvest operation). Farabi publication, p 16-93. (In Persian).
14. PAN Pesticide Database, [http://www.pesticideinfo.org/Ds/ref\\_general2.html](http://www.pesticideinfo.org/Ds/ref_general2.html), [04:09 am. January 29, 2011].
15. Petrov, M., Danzart, M., Giampaoli, P., Faure, J., and Richard, H. 1996. Rice aroma analysis: Discrimination between a scented and a nonscented rice. Sci. AHm. 16: 347-360.
16. Sunthonvit, N., Srzednicki, G.S., and Craske, J. 2005. Effects of hightemperature drying on the flavor components in Thai fragrant rice. Drying Technology, 23: 1407-1418.
17. Wongpornchai, S., Dumri, K., Jongkaewwattana, S., and Siri, B. 2004. Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. Food Chem. 87: 407-414.
18. Zhou, T., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C. 2002. Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes. Journal of Cereal Science, 35: 65-78.

## Investigating the Effect of Milling Process and Storage Time on the Aroma Components of Indica Rice (Tarom Variety) by SPME Method

S.J. Hashemi<sup>1\*</sup>, A. Monfared<sup>2</sup>, F. Solat Yekani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Associate Professor, Biosystem Department, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources, Sari, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Chemistry, Tehran Payamenoor University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> M.Sc. graduate, Department of Chemistry, Tehran Payamenoor University, Tehran, Iran

Received: 2017/09/14; Accepted: 2019/02/12

### Abstract

**Background and objectives:** Rice is the predominant staple food in tropical and semitropical areas. Carbohydrate is the main component of rice that accumulates in endosperm. Postharvest treatment and storage duration (as the aging process) is a complicated process, which results in changes in physical and chemical properties of the rice grain especially of aromatic rice varieties. In this study, the effect of polishing process and storage duration on the stability of aroma components in rice (Tarom variety) was investigated.

**Materials and methods:** Rice (Tarom variety) was dried and then dehusked by hand. The weight of brown rice was measured manually and it was polished by multi-stage polisher. The brown rice and white rice samples were divided in two groups; non-stored and stored brown rice (NBR, SBR) also non-stored and stored white rice (NWR, SWR). The volatile components of NBR, SBR, NWR and SWR samples were absorbed by solid phase micro extraction method and measured by gas chromatography (GC). Analysis of variance was performed as factorial experiments in a completely randomized design. The two factors were polishing type and storage, with two levels and three replications. The values were analyzed by using SPSS software.

**Results:** The results showed that the percentage of identified components of all stored rice samples increased significantly ( $P < 0.01$ ), while the aromatic components percentage of new white rice samples (WSN) were increased in compare of stored white rice samples (WSO). The results of the present study on the effect of storage duration on the aromatic components exhibited that by removing of bran layer in whitening process result in reduction of aromatic components. The recognized components in samples are as follows; 24 component for BSO (about 92.3% of total), 26 component for WSN (about 65.3% of total), and 24 component for WSO (about 98.4% of total). Storing and whitening could increase the amount of Alkenes in rice volatile component. The higher rate of 2-Methyl-octadecadienol as an alcohol might be due to using of insecticide in paddy fields which was reduced after whitening process. The percentage of Aldehyds & Ketons has no meaningful difference in brown rice stored samples but it was decreased about 30% in white stored rice samples.

**Conclusion:** From the results of this work, aging the aromatic variety not only increases the cost of keeping but also could reduce the aromatic component as a rice quality index.

**Keywords:** Aromatic rice, Rice, SPME method, Tarom variety

---

\*Corresponding author; [j.hashemi@sanru.ac.ir](mailto:j.hashemi@sanru.ac.ir)