

## ارزیابی درصد و محتوای اسیدهای چرب در برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بادام (*Prunus dulcis* Mill.)

فواد آقاجانی سنگ‌تراشانی<sup>۱</sup>، حسینعلی اسدی قارنه<sup>۲\*</sup> و علی ایمانی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۸)

### چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی درصد و ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع روغن مغز بادام در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف A200، K14-24، K9-2، KD-8(48)، K16-30، A100-8-2، ربیع (Rabie)، روبی (Roby)، صبا (Saba) و سوپرنوا (Supernova) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. براساس نتایج، بیشترین وزن خشک‌میوه بادام در رقم Rabie با میزان ۴/۳ گرم و کم‌ترین وزن خشک‌میوه در رقم Roby با میزان ۱/۸۰ گرم مشاهده شد. بیشترین درصد روغن مغز بادام در رقم Saba (۶۳/۵۰) و کم‌ترین درصد آن در رقم‌های K14-24 و Roby (به‌ترتیب ۵۰/۵۰ و ۵۰/۶۰) اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان اسید بوتریک در رقم سوپرنوا (۰/۵۷٪)، بیشترین میزان اسید پالمیتیک در رقم روبی (۰/۷۵٪) و بیشترین میزان اسید استئاریک و اسید پالمیتولئیک در رقم K9-2 (به‌ترتیب ۲/۸۰٪ و ۰/۹۶٪) مشاهده شد. بیشترین درصد اسید هپتادکانوئیک در رقم ربیع (۰/۵۱٪)، اسید لینولئیک در رقم روبی (۰/۲۷/۲۲٪) و اسید اولئیک در ژنوتیپ A100-8-2 (۰/۷۶/۷۸٪) مشاهده شد. در بین اسیدهای چرب، اسید بوتریک و اسید هپتادکانوئیک بیشترین درصد ضریب تغییرات را نشان داده و از تنوع بیشتری برخوردار بودند. با توجه به نتایج، روغن مغز ارقام مورد بررسی بادام، حاوی میزان قابل توجهی از اسیدهای چرب غیراشباع شامل اسید اولئیک و اسید لینولئیک بودند که از نظر تغذیه‌ای حائز اهمیت است. رقم Saba به لحاظ دارا بودن بیشترین درصد روغن و رقم Roby به دلیل داشتن بیشترین مقادیر اسید لینولئیک در تجزیه خوشه‌ای در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند.

**کلمات کلیدی:** اسید اولئیک، اسید پالمیتولئیک، اسید لینولئیک، تجزیه خوشه‌ای، روغن بادام

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۳- دانشیار پژوهشکده میوه‌های معتدله و سرد سیری مؤسسه تحقیقات باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

\* پست الکترونیک: h.asadi@khuisf.ac.ir

## مقدمه

مطالعه تنوع ژنتیکی برای شناسایی، حفظ، ارزیابی و استفاده از ذخایر ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی و همچنین شناسایی و تفکیک ژنوتیپ‌ها از یکدیگر به منظور رعایت حقوق معنوی به‌نژادگران اهمیت دارد (آلیوتو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های امیدبخش درختان میوه، اولین گام در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد. اهمیت تولید اقتصادی بادام در جهان باعث شده است که مطالعات فراوانی در ارتباط با به‌نژادی آن انجام گیرد. بهبود صفات کمی و کیفی، افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید از مهم‌ترین این برنامه‌ها می‌باشد (ارجمند<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). بادام به دلیل داشتن ارزش غذایی بالا به سلطان خشک‌بارها معروف است و یک منبع غذایی کامل برای انسان به‌شمار می‌رود (گیل سولسونا<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). درخت بادام با نام علمی *Prunus dulcis* Mill. از خانواده Rosaceae، زیرخانواده Prunoideae و جنس *Prunus* با ژنوم  $2n=2x=16$  (رابادان<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۸)، یکی از مهم‌ترین درختانی است که در مناطق مختلف ایران به‌صورت آبی و دیم کشت می‌شود (سپهوند و همکاران، ۱۳۹۲). مغزهای خوراکی بادام به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالای خود جزء مهمی از یک رژیم غذایی متعادل را تشکیل می‌دهند. گونه‌های جنس بادام به‌علت دارا بودن خواص دارویی، صنعتی، خوراکی و اقتصادی حائز اهمیت می‌باشند (فرناندز<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۷).

روغن بادام ترکیب اصلی مغز بادام است و عامل اصلی تعیین‌کننده طعم مغز است، بنابراین سنجش میزان روغن مغز یکی از معیارهای مهم در ارزیابی کیفیت مغز بادام است. اسیدهای چرب موجود در بذره‌های بادام اغلب از نوع غیراشباع می‌باشند (بارسآء<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۲۰؛ بوتون<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). اولئیک اسید و لینولئیک اسید در مجموع ۹۰ درصد از اسیدهای چرب موجود در روغن مغز بادام را تشکیل می‌دهند (مارتینز<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). اسیدهای چرب در بادام‌های رسیده اغلب به‌صورت تری‌گلیسرید می‌باشند. بخشی از روغن‌های بادام که

غیرصابونی شونده هستند، انواع گوناگونی را شامل می‌شوند که این تنوع تحت تأثیر نوع رقم و شرایط اقلیمی منطقه تولید بادام می‌باشد (بارریرا<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). ترکیبات اصلی این بخش را استرول‌ها، متیل‌استرول‌ها، آلیفاتیک الکل‌ها، تری‌ترین الکل، هیدروکربن‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی تشکیل می‌دهند. استرول‌های موجود در مغز بادام بیشتر به صورت بتا-سیتواسترول می‌باشد (ییلدریم<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۶).

کیفیت روغن مغز بادام همیشه با میزان چربی‌های غیراشباع در ارقام مشخص مرتبط نمی‌باشد، ولی چربی غیراشباع پایین‌تر با میزان بالاتر اسید لینولئیک همبستگی نشان داده که از لحاظ تغذیه‌ای بسیار حائز اهمیت است (دی‌استفانو<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). مصرف مغزهای خوراکی در کاهش چربی بد و بیماری‌های قلبی و عروقی، انواع سرطان و دیابت نقش به‌سزایی ایفاء می‌کنند (مائستری<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵).

در پژوهشی صفات بیوشیمیایی روغن شش رقم بادام پرورش یافته در کشور چین مورد ارزیابی قرار گرفت. محتوای اسیدهای چرب غیراشباع و اسید چرب تک غیراشباع به‌ترتیب دامنه‌ای بین ۹۳/۰۲ تا ۹۳/۲۹ درصد و ۷۵/۲۴ تا ۷۷/۹۸ درصد را نشان دادند. ترکیب و محتوای اسیدهای چرب، توکوفرول‌ها، استرول‌ها و ویتامین‌ها در مغز بادام در بین ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشت (وانگ<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). سیساکواری<sup>۱۴</sup> و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی پروفایل اسیدهای چرب و فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن بادام در بین شش رقم در کشور رومانی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که اسید چرب اصلی اولئیک اسید است که در دامنه‌ای بین ۶۱ تا ۷۷ درصد بوده و در رتبه‌ی بعد لینولئیک اسید در دامنه‌ای بین ۱۹ تا ۲۸ درصد قرار دارد. محتوای لینولئیک اسید با محتوای اولئیک اسید رابطه منفی نشان داد.

پژوهش‌های مختلفی درباره معرفی ژنوتیپ‌های برتر در برخی از مناطق ایران انجام شده که از آن جمله می‌توان به شناسایی ژنوتیپ‌های بادام مناطق مختلف استان تهران،

8. Martínez  
9. Barreira  
10. Yildirim  
11. Di Stefano  
12. Maestri  
13. Wang  
14. Csakvari

1. Alioto  
2. Ardjmand  
3. Gil Solsona  
4. Rabadan  
5. Fernandes  
6. Barreca  
7. Bottone

(جدول ۱ و شکل ۱). نمونه‌های میوه ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام مورد مطالعه به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک خشک‌میوه و همچنین استخراج و شناسایی اسیدهای چرب منتقل شدند.

#### ارزیابی صفات

##### صفات مورفولوژیک خشک‌میوه

خشک‌میوه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه پس از رسیدن کامل میوه‌ها (هنگامی که پوست سبز آن‌ها به آسانی از پوست سخت میوه جدا می‌شدند) از درختان بارور برداشت شدند. برای بررسی صفات مورد نظر از هر درخت در هر تکرار ۱۰ میوه به صورت تصادفی و در جهات مختلف درخت برداشت و پس از حذف پوست سبز تا ۳۰ روز در دمای اتاق نگهداری و خشک شدند. وزن خشک‌میوه به وسیله ترازوی دیجیتال آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول، قطر و ضخامت خشک‌میوه نیز از کولیس دیجیتال استفاده شد.

##### استخراج و تعیین درصد روغن

مغزهای بادام مورد مطالعه پس از حذف پوسته سخت آن‌ها به وسیله آسیاب برقی پودر شدند. سپس ۱۰ گرم از هر رقم درون کاغذ صافی پیچیده شد و روغن آن با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال هگزان استخراج و حلال توسط دستگاه روتاری در دمای ۵۰ درجه سلسیوس جدا شد (AOAC، ۲۰۰۰). برای اطمینان از جداسازی حلال هگزان از روغن، نمونه‌های روغن را در آون خلأ در دمای ۴۵ درجه

استان مرکزی و منطقه کاشمر در خراسان و بادام‌های منطقه میانه اشاره کرد (سپهوند و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه کشورهای تولیدکننده بادام برنامه‌های به‌نژادی طولانی مدتی را در جهت برآوردن نیازهای بادام‌کاری دنبال می‌کنند. مطالعه تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسما گیاهی از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده و گام مهمی در جهت شناسایی، ارزیابی، حفظ و نگهداری ذخایر توارثی و معرفی ارقام جدید در برنامه‌های به‌نژادی به‌شمار می‌آید (ملهائویی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به اهمیت مغزهای خوراکی و تولید بالای آن در ایران، این مطالعه به‌منظور بررسی و مقایسه برخی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام از نظر صفات مورفولوژیک خشک‌میوه و همچنین درصد و ترکیب اسیدهای چرب روغن مغز آن‌ها و در نهایت معرفی ارقام و ژنوتیپ‌های برتر از نظر صفات مورد بررسی انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

##### مواد گیاهی

پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۰ در کلکسیون بادام ایستگاه تحقیقات باغبانی کرج وابسته به پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری انجام شد. قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار (شامل ۱۰ ژنوتیپ و رقم انتخابی بادام) و در سه تکرار اجرا شد. نمونه‌برداری از درختان ۶ ساله ارقام و ژنوتیپ‌ها انجام شد. ارقام و ژنوتیپ‌ها مورد بررسی شامل A200 (اسپانیا)، K14-24 (ایران)، K9-2 (ایران)، KD-8(48) (ایران)، K16-30 (ایران)، A100-8-2، ربیع<sup>۲</sup> (ایران)، روبی<sup>۳</sup> (آمریکا)، صبا<sup>۴</sup> (ایران) و سوپرنوا<sup>۵</sup> (ایتالیا) بودند

جدول ۱- برخی از مشخصات مهم ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی

| رقم/ژنوتیپ   | مبدأ    | عملکرد        | نوع میوه | زمان گل‌دهی     | رنگ مغز         | شکل مغز        |
|--------------|---------|---------------|----------|-----------------|-----------------|----------------|
| A200         | اسپانیا | متوسط تا بالا | سنگی     | دیرگل           | مایل به قهوه‌ای | قلبی           |
| Supernova    | ایتالیا | بالا          | سنگی     | دیرگل           | مایل به قهوه‌ای | قلبی           |
| K14-24       | ایران   | بالا          | سنگی     | دیرگل           | زرد             | کشیده          |
| K9-2         | ایران   | بالا          | سنگی     | دیرگل           | زرد             | قلبی           |
| KD-8(48)     | ایران   | بالا          | سنگی     | دیرگل           | زرد             | قلبی کمی کشیده |
| K16-30       | ایران   | بالا          | سنگی     | دیرگل           | زرد             | قلبی کمی کشیده |
| A100-8-2     | ایران   | بالا          | سنگی     | دیرگل           | مایل به قهوه‌ای | قلبی کمی کشیده |
| ربیع (Rabie) | ایران   | بالا          | سنگی     | زود تا متوسط گل | زرد             | کشیده          |
| صبا (Saba)   | ایران   | متوسط تا بالا | کاغذی    | دیرگل           | مایل به قهوه‌ای | قلبی کشیده     |
| روبی (Roby)  | آمریکا  | متوسط تا بالا | کاغذی    | دیرگل           | زرد             | کشیده          |

4. Saba  
5. Supernova

1. Melhaoui  
2. Rabie  
3. Roby



شکل ۱- ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی در این پژوهش

شد. از نیتروژن با سرعت جریان ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر دقیقه به‌عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفت. دمای آون ۱۹۸ درجه سلسیوس و دمای بخش‌های تزریق نمونه و آشکارساز نیز ۲۵۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد (قاسمی و همکاران، ۲۰۱۰).

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی همبستگی صفات و تجزیه خوشه‌ای نیز از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

### نتایج و بحث

براساس یافته‌های جدول ۲، اثر تیمار بر صفات مورفولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بیشترین وزن

سلسیوس قرار داده تا حلال به‌طور کامل جداسازی شود (قاسمی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). درصد روغن با استفاده از رابطه زیر به دست آمد (کراواتو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۸):

$$100 \times (\text{وزن نمونه} / \text{وزن روغن استخراجی}) = \text{درصد روغن}$$

### اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع

مغز بادام پس از آسیاب شدن، با هگزان نرمال به نسبت حجمی ۱ به ۴ مخلوط شد. عملیات استخراج به‌مدت ۴۸ ساعت در تاریکی و دمای محیط با تکان دادن شدید صورت گرفت. حلال در آون تحت خلاء در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جدا شد. به‌منظور شناسایی اسیدهای چرب، محلولی از ۰/۳ گرم نمونه روغن در ۷ میلی‌لیتر هگزان نرمال با ۲ میلی‌لیتر پتاس متانولی ۷ نرمال به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به‌شدت هم‌زده شد تا اسیدهای چرب نمونه روغن به استرهای متیل مربوطه، تبدیل شوند. استرهای متیل با دستگاه کروماتوگراف گازی مجهز به ستون موئینه و آشکارساز یونیزه‌کننده شعله‌ای تعیین مقدار

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مربوط به خشک‌میوه در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام

| میانگین مربعات |                     |                     |                     | درجه آزادی | منابع تغییرات    |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|------------------|
| ضخامت          | قطر                 | طول                 | وزن                 |            |                  |
| خشک‌میوه       | خشک‌میوه            | خشک‌میوه            | خشک‌میوه            |            |                  |
| ۰/۴۵۴**        | ۰/۵۲۹ <sup>ns</sup> | ۰/۸۶۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۴ <sup>ns</sup> | ۲          | تکرار            |
| ۲/۷۴۲**        | ۳۶/۳۰۰**            | ۵۸/۱۹۷**            | ۱/۸۰۳**             | ۹          | تیمار            |
| ۰/۰۱۱          | ۰/۱۹۱               | ۰/۴۶۲               | ۰/۰۳۱               | ۱۸         | خطا              |
| ۰/۷۵           | ۲/۰۷                | ۱/۸۹                | ۶/۲۳                | -          | ضریب تغییرات (%) |

\*، \*\* و <sup>ns</sup> به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، اختلاف غیر معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک مربوط به خشک‌میوه در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام

| رقم یا ژنوتیپ | وزن (خشک‌میوه گرم) | طول (خشک‌میوه میلی‌متر) | قطر (خشک‌میوه میلی‌متر) | ضخامت (خشک‌میوه میلی‌متر) |
|---------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| K14-24        | ۳/۵۰ <sup>b</sup>  | ۳۶/۱۰ <sup>d</sup>      | ۲۳/۰۰ <sup>c</sup>      | ۱۴/۰۰ <sup>c</sup>        |
| KD-8(48)      | ۲/۲۰ <sup>f</sup>  | ۳۳/۴۰ <sup>e</sup>      | ۱۸/۰۰ <sup>f</sup>      | ۱۴/۰۰ <sup>c</sup>        |
| A100-8-2      | ۲/۳۰ <sup>ef</sup> | ۳۳/۴۰ <sup>e</sup>      | ۱۸/۰۰ <sup>f</sup>      | ۱۳/۰۰ <sup>e</sup>        |
| K16-30        | ۲/۸۰ <sup>cd</sup> | ۳۷/۴۰ <sup>c</sup>      | ۲۱/۰۰ <sup>e</sup>      | ۱۴/۰۰ <sup>c</sup>        |
| Saba          | ۳/۰۰ <sup>c</sup>  | ۴۶/۱۰ <sup>a</sup>      | ۲۴/۰۰ <sup>b</sup>      | ۱۳/۰۰ <sup>e</sup>        |
| A200          | ۲/۱۰ <sup>fg</sup> | ۳۱/۳۰ <sup>f</sup>      | ۱۷/۰۰ <sup>g</sup>      | ۱۳/۵۰ <sup>d</sup>        |
| Roby          | ۱/۸۰ <sup>g</sup>  | ۳۲/۱۰ <sup>f</sup>      | ۱۷/۰۰ <sup>g</sup>      | ۱۳/۰۰ <sup>e</sup>        |
| Supernova     | ۳/۵۰ <sup>b</sup>  | ۴۰/۱۰ <sup>b</sup>      | ۲۷/۰۰ <sup>a</sup>      | ۱۶/۰۰ <sup>a</sup>        |
| K9-2          | ۲/۶۰ <sup>de</sup> | ۳۶/۲۰ <sup>d</sup>      | ۲۴/۰۰ <sup>b</sup>      | ۱۴/۰۰ <sup>c</sup>        |
| Rabie         | ۴/۳۰ <sup>a</sup>  | ۳۴/۳۰ <sup>e</sup>      | ۲۲/۰۰ <sup>d</sup>      | ۱۵/۰۰ <sup>b</sup>        |

در هر سطر میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشابهند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

خشک میوه بادام در رقم ربیعی با میزان ۴/۳ گرم و کم‌ترین وزن خشک میوه در رقم روبی با میزان ۱/۸۰ گرم مشاهده شد.

#### درصد روغن و میزان اسیدهای چرب اشباع

بر اساس نتایج جدول ۳، بین درصد روغن و اسیدهای چرب اشباع (بوتیریک، پالمیتیک و استئاریک) در مغز ارقام بادام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. مقایسه

میانگین داده‌ها نشان داد اثر تیمار بر درصد روغن مغز بادام در سطح پنج درصد آزمون دانکن معنی‌دار گردید. بیشترین درصد روغن مغز بادام در رقم صبا با میزان ۶۳/۵۰ درصد و کم‌ترین میزان آن در ژنوتیپ K14-24 و رقم روبی به ترتیب با میزان ۵۰/۵۰ و ۵۰/۶۰ درصد اندازه‌گیری شد. بین برخی از تیمارها نیز در سطح پنج درصد آزمون دانکن تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب اشباع در مغز ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی

| منابع تغییرات    | درجه آزادی | میزان روغن (درصد) | اسید بوتیریک (C4:0) | اسید پالمیتیک (C16:0) | اسید استئاریک (C18:0) |
|------------------|------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| تکرار            | ۲          | ۰/۵۷۶**           | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱۴ <sup>ns</sup>   | ۰/۰۱۹**               |
| تیمار            | ۹          | ۴۵/۴۱۰**          | ۰/۴۶**              | ۳/۱۳۱**               | ۰/۳۱۶**               |
| خطا              | ۱۸         | ۰/۰۲۹             | ۰/۰۰۲               | ۰/۰۰۶                 | ۰/۰۰۲                 |
| ضریب تغییرات (%) | -          | ۰/۳۰              | ۱۸/۷۸               | ۱/۰۴                  | ۲/۲۳                  |

ns و \*\* به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵، ۱ درصد و اختلاف غیر معنی‌دار

بیشترین میزان اسید بوتیریک روغن مغز بادام در رقم سوپرنا با میزان ۰/۵۷ درصد مشاهده شد و کم‌ترین میزان نیز در ژنوتیپ‌های A100-8-2 و K9-2 به ترتیب با میزان ۰/۱۴ و ۰/۱۴ درصد بود. بیشترین میزان اسید پالمیتیک روغن مغز بادام در رقم روبی با میزان ۹/۷۵ درصد و کم‌ترین میزان نیز در رقم K9-2 با میزان ۶/۱۳ درصد مشاهده شد. اگرچه بین برخی از تیمارها در سطح پنج درصد آزمون دانکن تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

بیشترین میزان اسید استئاریک روغن مغز بادام در ژنوتیپ K9-2 با میزان ۲/۸۰ درصد مشاهده شد و کم‌ترین میزان

نیز در ژنوتیپ‌های K14-24 و K16-30 با میزان ۱/۷۴ درصد اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

#### اسیدهای چرب غیر اشباع

بر اساس نتایج جدول ۵، بین اسیدهای چرب غیر اشباع در مغز ارقام بادام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد اثر تیمار بر میزان اسید پالمیتولیک روغن مغز بادام در سطح پنج درصد آزمون دانکن معنی‌دار گردید. بیشترین میزان اسید پالمیتولیک روغن مغز بادام در ژنوتیپ K9-2 با میزان ۰/۹۶ درصد مشاهده شد، کم‌ترین میزان نیز در رقم سوپرنا

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد روغن و اسیدهای چرب اشباع در مغز ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی

| رقم/ژنوتیپ | درصد روغن          | درصد اسید بوتیریک (C4:0) | درصد اسید پالمیتیک (C16:0) | درصد اسید استئاریک (C18:0) |
|------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| K14-24     | ۵۰/۵۰ <sup>h</sup> | ۰/۲۳ <sup>bc</sup>       | ۸/۰۰ <sup>b</sup>          | ۱/۷۴ <sup>f</sup>          |
| KD-8(48)   | ۵۸/۵۰ <sup>c</sup> | ۰/۱۹ <sup>cd</sup>       | ۶/۴۰ <sup>f</sup>          | ۱/۷۸ <sup>def</sup>        |
| A100-8-2   | ۵۶/۷۰ <sup>e</sup> | ۰/۱۴ <sup>d</sup>        | ۷/۳۷ <sup>d</sup>          | ۱/۸۴ <sup>cde</sup>        |
| K16-30     | ۵۹/۶۰ <sup>b</sup> | ۰/۲۶ <sup>bc</sup>       | ۶/۷۱ <sup>e</sup>          | ۱/۷۴ <sup>f</sup>          |
| Saba       | ۶۳/۵۰ <sup>a</sup> | ۰/۲۰ <sup>cd</sup>       | ۷/۵۳ <sup>c</sup>          | ۱/۸۵ <sup>cd</sup>         |
| A200       | ۵۶/۱۰ <sup>f</sup> | ۰/۳۰ <sup>b</sup>        | ۷/۴۴ <sup>cd</sup>         | ۲/۱۳ <sup>b</sup>          |
| Roby       | ۵۰/۶۰ <sup>h</sup> | ۰/۲۲ <sup>bcd</sup>      | ۹/۷۵ <sup>a</sup>          | ۱/۸۸ <sup>c</sup>          |
| Supernova  | ۵۷/۳۰ <sup>d</sup> | ۰/۵۷ <sup>a</sup>        | ۷/۴۵ <sup>cd</sup>         | ۱/۸۲ <sup>cdef</sup>       |
| K9-2       | ۵۶/۲۰ <sup>f</sup> | ۰/۱۴ <sup>d</sup>        | ۶/۱۳ <sup>g</sup>          | ۲/۸۰ <sup>a</sup>          |
| Rabie      | ۵۵/۱۰ <sup>g</sup> | ۰/۲۷ <sup>bc</sup>       | ۶/۷۵ <sup>e</sup>          | ۱/۷۶ <sup>ef</sup>         |

در هر سطر میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشابهند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

با میزان ۰/۳۸ درصد مشاهده شد. بین برخی از تیمارها در سطح پنج درصد آزمون دانکن تفاوت آماری معنی‌داری دیده نشد (جدول ۶). اثر تیمار بر میزان اسید هیتادکانوئیک روغن مغز بادام در سطح پنج درصد آزمون دانکن معنی‌دار گردید. بیشترین میزان اسید هیتادکانوئیک روغن مغز بادام در رقم ربیعی با میزان ۰/۵۱ درصد و کم‌ترین میزان نیز در رقم صبا با میزان ۰/۰۹ درصد مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین میزان اسید لینولئیک روغن مغز بادام در رقم روبی با میزان ۲۷/۲۲ درصد و کم‌ترین میزان در ژنوتیپ A100-

8-2 با میزان ۱۱/۸۸ درصد دیده شد. بین برخی از تیمارها در سطح پنج درصد آزمون دانکن تفاوت آماری معنی‌داری حاصل نگردید (جدول ۶). بر طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، اثر تیمار بر میزان اسید اولئیک روغن مغز بادام معنی‌دار گردید. بیشترین میزان اسید اولئیک روغن مغز بادام در ژنوتیپ A100-8-2 با میزان ۷۶/۷۸ درصد و کم‌ترین میزان نیز در رقم روبی با میزان ۵۹/۱۷ درصد مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس اسیدهای چرب غیراشباع در مغز ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام مورد مطالعه

| منابع تغییرات    | درجه آزادی | اسید پالمیتولئیک (C16:1) | اسید هیتادکانوئیک C17:1(n-7) | اسید لینولئیک C18:2(n-6) | اسید اولئیک C18:1(n-9) |
|------------------|------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| تکرار            | ۲          | ۰/۰۲۱ <sup>ns</sup>      | ۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup>         | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>      | ۰/۰۱۸ <sup>ns</sup>    |
| تیمار            | ۹          | ۰/۰۶۵ <sup>ns</sup>      | ۰/۰۴۵ <sup>ns</sup>          | ۶۳/۲۸۲ <sup>ns</sup>     | ۸۸/۸۷۴ <sup>ns</sup>   |
| خطا              | ۱۸         | ۰/۰۰۰۰۷                  | ۰/۰۰۱                        | ۰/۰۰۸                    | ۰/۰۰۱                  |
| ضریب تغییرات (%) | -          | ۳/۳۵                     | ۱۶/۳۶                        | ۰/۵۱                     | ۰/۰۵                   |

<sup>ns</sup> و <sup>ns</sup> به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵، ۱ درصد و اختلاف غیر معنی‌دار

نسبت اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در ارزش تغذیه‌ای بسیار مهم است. این امر ممکن است در انتخاب رقم و یا ژنوتیپ برای کاربردهای خاص و یا به عنوان منبع تأمین مواد غذایی مدنظر باشد. اسیدهای چرب اُمگا-۳ و اُمگا-۶ در بدن انسان سنتز و ساخته نمی‌شوند و بخشی بسیار مهم در عملکرد و ساختار سلول‌ها می‌باشند (مارتینز-نوگورول<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). کمبود این اسیدهای چرب ضروری باعث ایجاد بیماری‌های قلبی، سرطان و التهاب می‌شود. غذاهای

با منشأ گیاهی، به‌ندرت دارای محتوای بالایی از اسید چرب اُمگا-۳ هستند. در مقایسه با دیگر محصولات خشک‌باری که بیشتر محتوای اسیدهای چرب تک غیراشباعی هستند، بادام به دلیل محتوای بالای اُمگا-۳ منحصر به فرد است (لی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۸).

اسیدهای چرب غالب در روغن بادام را اسید اولئیک و سپس اسید لینولئیک تشکیل می‌دهد. با توجه به مقدار اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک در ارقام مختلف بادام که به‌طور

جدول ۷- مقایسه میانگین اسیدهای چرب غیراشباع در مغز ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام مورد مطالعه

| رقم       | اسید پالمیتولئیک (C16:1) | اسید هیتادکانوئیک C17:1(n-7) | اسید لینولئیک C18:2(n-6) | اسید اولئیک C18:1(n-9) |
|-----------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| K14-24    | ۰/۵۹ <sup>c</sup>        | ۰/۱۲ <sup>bcd</sup>          | ۱۸/۱۰ <sup>d</sup>       | ۷۰/۴۳ <sup>g</sup>     |
| KD-8(48)  | ۰/۵۶ <sup>d</sup>        | ۰/۱۳ <sup>bcd</sup>          | ۱۵/۱۶ <sup>h</sup>       | ۷۵/۲۹ <sup>c</sup>     |
| A100-8-2  | ۰/۵۹ <sup>c</sup>        | ۰/۱۳ <sup>bcd</sup>          | ۱۱/۸۸ <sup>j</sup>       | ۷۶/۷۸ <sup>a</sup>     |
| K16-30    | ۰/۵۴ <sup>e</sup>        | ۰/۱۸ <sup>b</sup>            | ۱۶/۰۷ <sup>f</sup>       | ۷۳/۷۲ <sup>d</sup>     |
| Saba      | ۰/۵۹ <sup>c</sup>        | ۰/۰۹ <sup>d</sup>            | ۲۱/۳۰ <sup>b</sup>       | ۶۷/۹۵ <sup>h</sup>     |
| A200      | ۰/۵۹ <sup>c</sup>        | ۰/۱۸ <sup>b</sup>            | ۱۵/۸۴ <sup>g</sup>       | ۷۳/۱۱ <sup>e</sup>     |
| Roby      | ۰/۶۸ <sup>b</sup>        | ۰/۱۷ <sup>bc</sup>           | ۲۷/۲۳ <sup>a</sup>       | ۵۹/۱۷ <sup>j</sup>     |
| Supernova | ۰/۳۸ <sup>f</sup>        | ۰/۱۱ <sup>cd</sup>           | ۲۱/۱۲ <sup>c</sup>       | ۶۶/۴۷ <sup>i</sup>     |
| K9-2      | ۰/۹۶ <sup>a</sup>        | ۰/۱۲ <sup>bcd</sup>          | ۱۲/۴۳ <sup>i</sup>       | ۷۶/۶۷ <sup>b</sup>     |
| Rabie     | ۰/۶۸ <sup>b</sup>        | ۰/۵۱ <sup>a</sup>            | ۱۷/۲۲ <sup>e</sup>       | ۷۱/۹۸ <sup>f</sup>     |

در هر سطر میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشابهند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

متوسط بیش از ۹۰ درصد ترکیب اسیدهای چرب مغز بادام را تشکیل می‌دهند، می‌توان این روغن را در گروه روغن‌های اسید اولئیک-لینولئیک قرار داد (کولیک<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به ضروری بودن اسید اولئیک و اسید لینولئیک برای بدن انسان، می‌توان گفت که این روغن از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار است. مطالعات پزشکی پیشنهاد کرده است که اسید لینولئیک و یا آمگا-۳ نقش تأثیرگذاری در جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی دارد (زمور<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). به دلیل محتوای بالای اسید لینولئیک اسید در رقم روبی در مقایسه با دیگر ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، درصد بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباع را نشان می‌دهند. از این رو با توجه به نتایج ثبت شده، ژنوتیپ‌ها و ارقامی که درصد بالایی از اسیدهای

چرب چند غیراشباع را دارند، می‌توانند نقش بسیار مهمی در تأمین آمگا-۳ روزانه بدن انسان داشته باشند (اسکویوس<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۰). میزان اسید اولئیک در روغن بذر فندق (۸۳/۳ درصد)، بادام (۶۷/۶۷ درصد)، پسته (۶۳/۳ درصد) و گردو (۵۲/۵۳ درصد) اسید چرب غالب گزارش شده است (پیراوی-واناک<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۲) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین نتایج این مطالعه با نتایج محمدپور (۱۳۹۷) و رسولی و ایمانی<sup>۵</sup> (۲۰۱۶) مطابقت دارد. در آزمایشی که محمدپور (۱۳۹۷) به منظور تعیین میزان اسیدهای چرب در نتاج حاصل از تلاقی والدین انتخابی بادام انجام داد، گزارش کرد که اسید اولئیک، اسید غالب در روغن مغز بادام بود و بیشترین سهم (۶۴/۵۲ درصد) را در مقایسه با سایر اسیدهای چرب در روغن بادام به خود اختصاص داده است.

جدول ۸- همبستگی ترکیب اسیدهای چرب در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام مورد بررسی

| ۱      | ۲       | ۳       | ۴     | ۵     | ۶       | ۷ |
|--------|---------|---------|-------|-------|---------|---|
| ۱      |         |         |       |       |         |   |
| ۰/۱۰۰  | ۱       |         |       |       |         |   |
| ۰/۴۴۷  | ۰/۳۱۸   | ۱       |       |       |         |   |
| ۰/۶۶۳* | ۰/۱۸۶   | ۰/۷۸۸** | ۱     |       |         |   |
| ۰/۰۴۰  | ۰/۱۴۷   | ۰/۱۹۴   | ۰/۱۵۱ | ۱     |         |   |
| ۰/۳۶۸  | ۰/۸۰۵** | ۰/۳۶۳   | ۰/۲۷۷ | ۰/۰۲۲ | ۱       |   |
| ۰/۳۸۰  | ۰/۸۵۵** | ۰/۳۱۱   | ۰/۲۴۶ | ۰/۰۳۹ | ۰/۹۸۹** | ۱ |

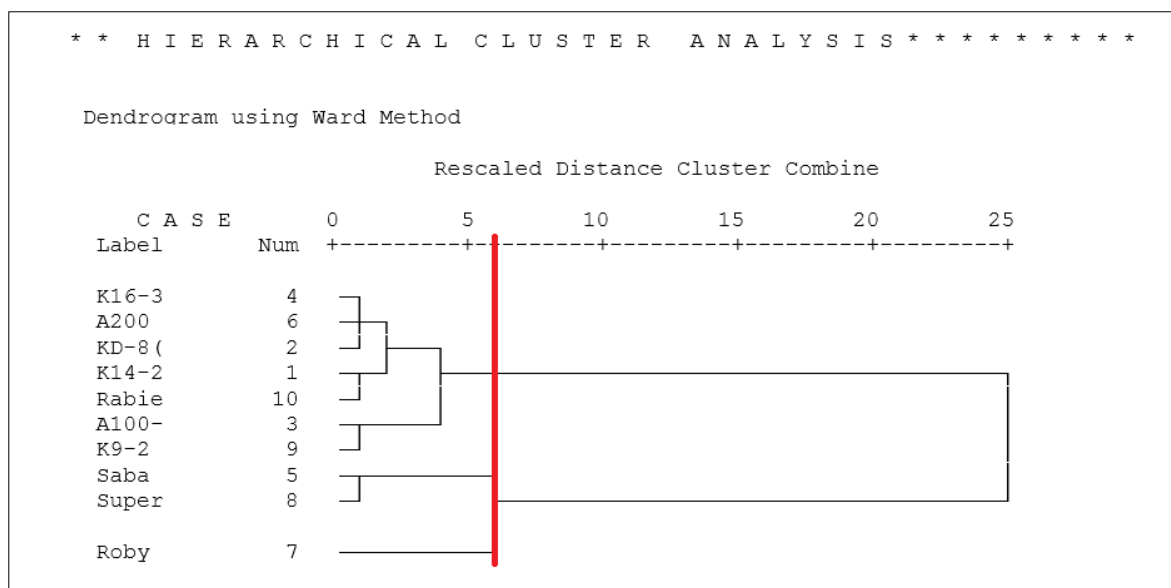
\* و \*\* به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

در جدول ۸ همبستگی اسیدهای چرب، ارائه شده است. بر اساس این نتایج بین برخی از انواع اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع همبستگی دیده می‌شود. برای نمونه بین مقادیر اسید بوتیریک و اسید پالمیتیک (r=۰/۶۶)، اسید پالمیتیک و اسید اولئیک (r=۰/۸۵)، اسید لینولئیک و اسید اولئیک (r=۰/۹۸)، همبستگی معکوس معنی‌داری مشاهده می‌شود. همچنین همبستگی مستقیم معنی‌داری بین مقادیر اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک (r=۰/۸۰)، اسید استئاریک و اسید پالمیتیک (r=۰/۷۸) دیده شد. لذا به نظر می‌رسد با افزایش اسیدهای چرب غیراشباع، اسیدهای چرب اشباع کاهش نشان می‌دهد و از طرفی افزایش برخی از انواع اسیدهای چرب غیراشباع، همراه با کاهش برخی دیگر از انواع این اسیدهای چرب (برای نمونه میزان اسید

لینولئیک و اسید اولئیک) است. در بررسی سایر همبستگی‌ها بین طول مغز بادام با درصد روغن همبستگی مثبت و معنی‌دار (p<۰/۰۴ و r=۰/۶۴) و بین وزن خشک میوه با اسید پالمیتیک همبستگی مثبت معنی‌دار (p<۰/۰۳۵ و r=۰/۶۶) دیده شد، اما بین اسید اولئیک و سایر اسیدهای چرب غیراشباع با صفات مورفولوژیک ارقام بادام، همبستگی معنی‌داری دیده نشد (مقدار همبستگی بین اسید اولئیک با طول و قطر بادام با ضرایب همبستگی پیرسون به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۰۶ بود که رابطه‌ای نداشت. خوشه‌بندی نمونه‌های بادام مورد مطالعه در شکل ۲ با استفاده از درصد روغن و محتوای اسیدهای چرب نشان داد که ارقام و ژنوتیپ‌های بادام از تنوع بالایی برخوردار هستند. تجزیه خوشه‌ای براساس تعداد زیاد صفات می‌تواند روش

4. Piravi-Vanak  
5. Rasouli and Imani

1. Colic  
2. Zemor  
3. Esquius



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد مطالعه بر اساس درصد و ترکیب اسیدهای چرب

اسیدهای چرب غیراشباع است. بادام از نظر ساختار اسیدهای چرب در شرایط بسیار ممتازی قرار دارد (کیسن<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۸) و در این تنوع عوامل مختلفی دخالت دارند. برای نمونه نوع دانه گرده می‌تواند بر درصد چربی، درصد و تنوع اسیدهای چرب مغز و ترکیبات اسید چرب موجود میوه‌های حاصله مؤثر باشد (آلجوهامی<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). با توجه به ترکیب متغیر اسیدهای چرب در ارقام و ژنوتیپ‌های بادام، این ترکیبات نیز می‌توانند به‌عنوان صفت گزینشی در ارقام بادام مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر اختلافات ژنتیکی مربوط به ارقام، فاکتورهای دیگری نیز می‌توانند در مقدار کیفیت روغن بادام تأثیر داشته باشند که از این جمله می‌توان به محل جغرافیایی، اثرات اقلیمی، میزان رسیدن میوه، نحوه برداشت و نگهداری آن‌ها اشاره نمود (آبودوما<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهش حاضر از بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی که در شرایط استان کرج پرورش یافته بودند، ارقام و ژنوتیپ‌هایی را که دارای درصد بالای روغن یا مقدار اسیدهای چرب غیراشباع بوده‌اند می‌توان به‌عنوان ارقام برتر برای استفاده در صنایع غذایی و دارویی معرفی کرد.

نتایج این پژوهش نشان داد که ساختار اسید چرب روغن در ارقام مورد بررسی عمدتاً حاوی اسید اولئیک است. به‌طوری‌که بیشترین مقدار اسید اولئیک اسید در ارقام بادام

مطمئنی برای تعیین شباهت‌ها و فواصل بین ارقام و ژنوتیپ‌ها باشد. این خوشه‌بندی نشان می‌دهد که نمونه‌های مورد مطالعه، تنوع بالایی در ترکیب اسیدهای چرب، برای انجام اهداف به‌نژادی دارند. شکل ۲ خوشه‌بندی نمونه‌های مورد مطالعه را به روش وارد<sup>۱</sup> نشان می‌دهد. برای تعیین نقطه برش<sup>۲</sup> از آماره لامبدای ویلک<sup>۳</sup> استفاده شد. در خوشه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌ها در فاصله ۲۵، رقم روبی، صبا و سوپرنا از سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها جدا شدند. سپس در فاصله ۶، رقم روبی از دو رقم مذکور جدا شده است که احتمالاً به میزان اندک اسید اولئیک (۵۹/۱۷ درصد) و محتوای بالای اسید لینولئیک (۲۷/۲۲ درصد) در رقم روبی در مقایسه با دیگر ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، مرتبط است. خوشه دیگر شامل ارقام و ژنوتیپ‌های A200 (A8)، KD-8 (A5)، K9-2 (A5)، ربیعی (A3)، K14-24 (A16)، K16-30 (A11)، A100-8-2 (A13)، A14) خوشه A100-8-2 و K9-2 (A5) دارای شباهت‌هایی هستند که آن‌ها را در یک زیرخوشه قرار داده است. همچنین رقم ربیعی و ژنوتیپ K14-24 (A16) در یک زیرخوشه و سایر ژنوتیپ‌ها در یک زیرخوشه مجزا قرار گرفتند.

در مجموع نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مغز بادام‌های مورد بررسی از نظر ترکیب اسیدهای چرب روغن حائز اهمیت بوده و روغن آن‌ها دارای مقدار قابل توجهی از

4. Kesen  
5. Al Juhaimi  
6. Abodoma

1. Ward  
2. Cutoff points  
3. Lambda statistics of Wilks

مورد بررسی به‌طور متوسط ۷۶/۷۸ درصد بود. میزان بالای اسیدهای چرب غیراشباع باعث افزایش اکسایش‌پذیری روغن‌ها و در نتیجه کاهش پایداری آن‌ها می‌شود. هر چند شرایط اقلیمی متفاوت بر ترکیب اسیدهای چرب اثرگذار است، اما درصد روغن در مغز بادام با ژنوتیپ تعیین می‌شود و به عبارت دیگر، ژنوتیپ منبع اصلی تنوع در ترکیب اسید چرب روغن مغز بادام است.

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، روغن مغزهای ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی که در شرایط آب و هوایی معتدله کرج کشت شده‌اند، حاوی میزان قابل توجهی از اسیدهای چرب غیراشباع شامل اسید اولئیک و اسید

لینولئیک می‌باشد که از نظر تغذیه‌ای مطلوب‌تر است. به‌طور کلی روغن این مغزها حاوی درصد بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع است که اگر در برنامه غذایی جایگزین اسیدهای چرب اشباع شوند، موجب کاهش کلسترول نامطلوب و افزایش سلامتی می‌گردد. در بین ارقام مورد بررسی، رقم صبا به لحاظ دارا بودن بیشترین درصد روغن مغز و ارقام روبی و A100-8-2 به لحاظ دارا بودن بالاترین محتوای اسیدهای چرب غیراشباع اسید لینولئیک و اسید اولئیک از اهمیت زیادی برخوردار هستند. بنابراین در برنامه‌های اصلاحی و گزینش صفات مطلوب می‌توان این ارقام را مدنظر قرار داد. همچنین توجه به این نکته ضروری است که شرایط آب و هوایی متفاوت، می‌تواند بر صفات کیفی و کمی و نیز مقادیر اسیدهای چرب ارقام بادام موثر باشد.

### منابع

- سپهوند، ع.، مؤمن‌پور، ع.، ایمانی، ع. و قاسم‌نژاد، م. ۱۳۹۲. ارزیابی برخی از ژنوتیپ‌های بادام در شرایط اقلیمی کرج. به‌زرعی کشاورزی، ۳: ۷۷-۱۰۱.
- محمدپور، ن. ۱۳۹۷. بررسی تنوع ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های بذری بادام با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و گرده‌افشانی والد مادری شاهرود ۱۲ با استفاده و ژنوتیپ‌های انتخابی در شرایط آب و هوایی کرمانشاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ملایر، ۱۱۰ ص.
- Abodoma, A.F., Shehata, M.M., Elsherif, N.S., Ammar, M.H. and Khar, K.A. 2017. Biodiversity assessment for some almond genotypes cultivated in Libya using SRAP and ISSR. Egyptian Journal of Genetics and Cytology, 46(2).
- Al Juhaimi, F., Özcan, M.M., Ghafoor, K., Babiker, E.E. and Hussain, S. 2018. Comparison of cold-pressing and soxhlet extraction systems for bioactive compounds, antioxidant properties, polyphenols, fatty acids and tocopherols in eight nut oils. Journal of Food Science and Technology, 55: 3163-3173.
- Alioto, T., Alexiou, K., Bardil, A., Barteri, F., Castanera, R., Cruz, F., Dhingra, A., Duval, H., Fernández i Martí, Á., Frias, L. and Galán, B. 2019. Transposons played a major role in the diversification between the closely related almond (*Prunus dulcis*) and peach (*P. persica*) genomes: Results from the almond genome sequence. bioRxiv, p.662676.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of the AOAC. (17<sup>th</sup> ed.) Arlington, Virginia: AOAC, (Method: 969.33). Fatty Acids in Oils and Fats.
- Ardjmand, A., Piri, S., Imani, A. and Piri, Sh. 2014. Evaluation of morphological and pomological diversity of 62 almond cultivars and superior genotypes in Iran. Journal of Nuts, 5: 39-50.
- Barreca, D., Nabavi, S.M., Sureda, A., Rasekhian, M., Raciti, R., Silva, A.S., Annunziata, G., Arnone, A., Tenore, G.C., Süntar, İ. and Mandalari, G. 2020. Almonds (*Prunus dulcis* Mill. DA webb): A source of nutrients and health-promoting compounds. Nutrients, 12(3): 672.
- Barreira, J.C., Nunes, M.A., da Silva, B.V., Pimentel, F.B., Costa, A.S., Alvarez-Ortí, M., Pardo, J.E. and Oliveira, M.B.P. 2019. Almond cold-pressed oil by-product as ingredient for cookies with potential health benefits: Chemical and sensory evaluation. Food Science and Human Wellness, 8(3): 292-298.
- Bottone, A., Montoro, P., Masullo, M., Pizza, C. and Piacente, S. 2018. Metabolomics and antioxidant activity of the leaves of *Prunus dulcis* Mill. (Italian cvs. Toritto and Avola). Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 158: 54-65.

- Čolić, S.D., Akšić, M.M.F., Lazarević, K.B., Zec, G.N., Gašić, U.M., Zagorac, D.Č.D. and Natić, M.M. 2017. Fatty acid and phenolic profiles of almond grown in Serbia. *Food Chemistry*, 234: 455-463.
- Cravotto, G., Boffa, L., Mantegna, S., Perego, P., Avogadro, M. and Cintas, P. 2008. Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15(5): 898-902.
- Csakvari, A.C., Lupitu, A., Bungău, S., Gitea, M.A., Gitea, D., Țiț, D.M., Copolovici, L., Nemeth, S. and Copolovici, D. 2019. Fatty acids profile and antioxidant activity of almond oils obtained from six Romanian varieties. *Farmacia*, 67(5):882-887.
- Di Stefano, V., Pitonzo, R., Bartolotta, A., D'Oca, M.C. and Fuochi, P. 2014. Effects of  $\gamma$ -irradiation on the  $\alpha$ -tocopherol and fatty acids content of raw unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). *LWT-Food Science and Technology*, 59(1): 572-576.
- Esquiú, L., Segura, R., Oviedo, G.R., Massip-Salcedo, M. and Javierre, C. 2020. Effect of almond supplementation on non-esterified fatty acid values and exercise performance. *Nutrients*, 12(3): 635.
- Fernandes, G.D., Gómez-Coca, R.B., Pérez-Camino, M.D.C., Moreda, W. and Barrera-Arellano, D., 2017. Chemical characterization of major and minor compounds of nut oils: almond, hazelnut, and pecan nut. *Journal of Chemistry*, 2017(1), p.2609549.
- Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D. and Ghasemi, S. 2010. Fatty acids composition of some selected walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 7: 31 -37.
- Gil Solsona, R., Boix, C., Ibáñez, M. and Sancho, J.V. 2018. The classification of almonds (*Prunus dulcis*) by country and variety using UHPLC-HRMS-based untargeted metabolomics. *Food Additives and Contaminants: Part A*, 35(3): 395-403.
- Kesen, S., Amanpour, A. and Selli, S. 2018. Comparative evaluation of the fatty acids and aroma compounds in selected Iranian nut oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(10): 1800152.
- Li, K., Sinclair, A.J., Zhao, F. and Li, D. 2018. Uncommon fatty acids and cardiometabolic health. *Nutrients*, 10(10): 1559.
- Maestri, D., Martínez, M., Bodoira, R., Rossi, Y., Oviedo, A., Pierantozzi, P. and Torres, M. 2015. Variability in almond oil chemical traits from traditional cultivars and native genetic resources from Argentina. *Food Chemistry*, 170: 55-61.
- Martínez, M.L., Bordón, M.G., Bodoira, R.M., Penci, M.C., Ribotta, P.D. and Maestri, D. 2017. Walnut and almond oil screw-press extraction at industrial scale: Effects of process parameters on oil yield and quality. *Grasas Aceites*, 68: e216.
- Martins-Noguerol, R., Cambrollé, J., Mancilla-Leytón, J.M., Puerto-Marchena, A., Muñoz-Vallés, S., Millán-Linares, M.D.C., Millán, F., Martínez-Force, E., Figueroa, M.E., Pedroche, J. and Moreno-Pérez, A.J. 2021. Influence of soil salinity on the protein and fatty acid composition of the edible halophyte *Halimione portulacoides*. *Food Chemistry*, 352, p.129370.
- Melhaoui, R., Addi, M., Houmy, N., Abid, M., Míhamou, A., Serghini-Caid, H., Sindic, M. and Elamrani, A., 2019. Pomological characterization of main almond cultivars from the North Eastern Morocco. *International Journal of Fruit Science*, 19(4): 413-422.
- Piravi-Vanak, Z., Ghasemi, J.B., Ghavami, M., Ezzatpanah, H. and Zolfonoun, E. 2012. The influence of growing region on fatty acids and sterol composition of Iranian olive oils by unsupervised clustering methods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(3): 371-378.
- Rabadán, A., Álvarez-Ortí, M., Gómez, R., de Miguel, C. and Pardo, J.E. 2018. Influence of genotype and crop year in the chemometrics of almond and pistachio oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(6): 2402-2410.
- Rasouli, M. and Imani, A. 2016. Effect of supplementary pollination by different pollinizers on fruit set and nut physicochemical traits of 'Supernova', a self-compatible almond. *Fruits*, 71(5): 299-306.
- Wang, Q., Liu, F., Meng, J., Mao, J., Zhang, L. and Wang, J. 2021. Oil chemical traits of kernels of different almond cultivars from China. *Food Science and Technology*, 42, p.e27621.
- Yildirim, A.N., Akinci-Yildirim, F., San, B. and Sesli, Y. 2016. Total oil content and fatty acid profile of some almond (*Amygdalus communis* L.) cultivars. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 66(3): 173-178.
- Zemour, K., Adda, A., Labdelli, A., Dellal, A., Cerny, M. and Merah, O. 2021. Effects of genotype and climatic conditions on the oil content and its fatty acids composition of *Carthamus tinctorius* L. seeds. *Agronomy*, 11(10): 2048.