بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

دانشگاه پیام نور

استان چهارمحال و بختیاری

گزارش نهایی طرح پژوهشی در قالب گرنت

عنوان طرح :

چشم انداز و پتانسیل بالقوه گونه (*Prunus scoparia* (Spartioides, Spach) به منظور استفاده تغذیه‌ای و صنعتی

مجری طرح :

صغری کیانی هرچگانی

همکار طرح :

کریم سرخه

ماه و سال انتشار

مرداد ۱۳۹۵

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

دانشگاه پیام نور

استان چهارمحال و بختیاری

طرح پژوهشی در قالب گرنت

عنوان طرح: **چشم انداز و پتانسیل بالقوه گونه (*Prunus scoparia* (Spartioides, Spach) به منظور استفاده تغذیه ای و صنعتی**

مجری طرح :صغری کیانی هرچگانی (عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور واحد فرخ شهر)
همکار طرح : کریم سرخه (دکتری اصلاح نباتات گرایش ژنتیک مولکولی دانشگاه شهید چمران اهواز)

تاریخ تصویب طرح :.....جلسه شورای پژوهشی استان چهارمحال و بختیاری

بودجه طرح : (با عدد) ریال (با حروف) ریال

زمان اجرا: .....**ماه (شروع** : .....**خاتمه** : .....)

ماه و سال انتشار

مرداد ۱۳۹۵

عنوان فارسی

چشم انداز و پتانسیل بالقوه گونه (*Prunus scoparia* (Spartioides, Spach) به منظور استفاده تغذیه ای و صنعتی

چکیده فارسی :

منابع ژرم پلاسم گونه های وحشی بادام به خوبی مورد توجه قرار نگرفته اند و از نظر ترکیب شیمیایی روغن و موارد مصرف آن مورد مطالعه قرار نگرفته اند. هدف از این مطالعه ارزیابی سطوح تنوع در محتوای روغن و ترکیب اسیدهای چرب در ۴۰ نمونه از گونه های وحشی بادام *Prunus scoparia* به منظور شناسایی ژنوتیپ مناسب از نظر صفات مطلوب کمیت و کیفیت روغن و مصارف صنعتی بوده است. پارامترهای روغن، شاخص های اندازه گیری شده، اندازه گیری اسیدچرب متیل استراز با استفاده از کروماتوگرامافی گاز مایع انجام گردید. اسید چرب اولیک و لینولیک اسید تنوع بسیار بالایی از این نظر نشان دادند و به ترتیب بین ۲۳۲/۴تا ۳۵۹/۶ گرم بر کیلوگرم روغن و ۱۹۰/۷-۳۴۸/۸ گرم بر کیلوگرم روغن می باشند. اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به اسیدهای چرب در گونه های وحشی مورد مطالعه بالا بوده است. دامنه عدد صابونی (۲۰۲/۱-۱۹۹/۲)، عدد یدی (۱۲۵/۷-۱۰۴/۸ گرم بر کیلوگرم روغن) و عدد ستونی (۴۸/۸-۳۴/۸) تایید کننده این موضوع بوده که روغن های استحصالی از گونه های وحشی بادام *Prunus scoparia* دارای پتانسیل مصارف صنعتی می باشند. نتایج بدست آمده از مطالعه جاضر نشان دهنده اهمیت این منابع ژرم پلاسم ژنتیکی مهم به منظور تولید روغن می باشد.

کلمات کلیدی : ترکیب اسیدهای چرب، پارامترهای شیمیایی روغن، محتوای روغن، شاخص های کمیت روغن، گونه وحشی بادام

Abstract:

Wild almond genetic resources have still not received considerable attention for oil chemical compositions and uses. The aim of this study was to assess the levels of variation in oil content and fatty acid composition in forty Iranian accessions of *Prunus scoparia* L. (Spach) to identify genotypes with desirable traits in terms of oil quantity, quality and industrial utilization. Oil parameters and indices were measured, and fatty acid methyl ester analysis was carried out by gas liquid chromatography. Oleic and linoleic fatty acids showed high variability among accessions, ranging from 232.4 to 359.6 g/kg oil and from 190.7 to 348.8 g/kg oil, respectively. Total unsaturated fatty acid fraction was higher than total saturated fatty acid. The ranges of saponification number (199.2–202.1), iodine value (104.8–125.7 kg I2/kg) and cetane number (43.8–48.8), confirmed that the oils have industrial potentialities. Results could contribute to select wild almond genotypes as genetic sources for oil production.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده فارسی ..... الف

چکیده انگلیسی ..... الف

فصل اول : مقدمه و کلیات طرح ۱۰

الف) خلاصه طرح ۱۰

ب) تعریف مساله ۲۴

ج) اهداف طرح ۲۴

فصل دوم: مطالعات قبلی انجام شده ۲۷

فصل سوم: روش تحقیق ۳۱

فصل چهارم : نتایج و بحث تحقیق ۳۵

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهاد ۴۰

منابع ۴۲

منابع فارسی ۴۲

منابع انگلیسی ۴۳

فصل اول :

مقدمه و کلیات طرح :

مقدمه و کلیات طرح

۱-۱- منشأ، تاریخچه و مورفولوژی بادام

ایران کشوری کوهستانی و نیمه خشک است که بیش از نیمی از مساحت آن را کوه‌ها و ارتفاعات تشکیل می-دهد. طی سال‌های گذشته گونه‌های درختان میوه سازگاری خود را نسبت به این محیط نشان داده و انتخاب طبیعی صورت گرفته و هرکدام در خاستگاه طبیعی خود استقرار یافته‌اند. بادام از قدیم بومی این سرزمین بوده و باغداران با تجربه، با کاشت، داشت و برداشت این محصول آشنا شده‌اند و با شناخت ویژگی‌های این درخت از قبیل تحمل‌پذیری آن به تنش‌های محیطی (کم آبی)، مقاومت به خاک‌های آهکی (کلرور آهن) و زمین‌های سنگلاخی، کاشت آن را توسعه داده‌اند (سرخه، ۱۳۸۴؛ ایمانی و همکاران، ۱۳۸۵؛ سرخه، ۱۳۹۰؛ راتیگون و همکاران،۱۹۸۶).

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb, Syn. *P. amygdalus* متعلق به خانوادهٔ Rosacese و از زیر خانوادهٔ Prunoidae می‌باشد. چون اکثر درختان بادام خودناسازگار هستند، بنابراین، نتاج آن‌ها بسیار غیریکنواخت بوده و طبقه‌بندی آنها را مشکل نموده است (ایمانی، ۱۳۷۹). این گیاه دارای ۱۶ کروموزوم (x=۸) و دیپلوئید می‌باشد ولی در بین هیبریدهای هلو و بادام ارقام تری‌پلوئید و تتراپلوئید نیز دیده می‌شود (سرخه، ۱۳۸۴؛ سرخه، ۱۳۹۰).

بادام دارای تنوع وسیعی از نظر شکل و فرم ریخت‌شناسی و جغرافیایی می‌باشد. فرم وحشی آن در سراسر جنوب غربی و مرکز آسیا در ایران، ترکیه، سوریه، روسیه، دشت‌های تیان‌شان و هندوکش و افغانستان گسترش دارد. بیش از ۳۰ گونه وحشی آن توسط گیاه‌شناسان، شناسایی و توصیف شده است ولی به علت وجود طبقات جغرافیایی ممکن است در بین آنها زیرگونه‌ها و اکوتیپ‌هایی (Ecotypes) وجود داشته باشد (سرخه، ۱۳۸۴). از بین ۳۰ گونه بادام شناسایی شده تنها گونه *Prunus dulcis* L. از نظر تولید محصول تجارتی و اقتصادی دارای اهمیت می‌باشد؛ زیرا اکثر ارقام تجارتی بادام از این گونه مشتق شده‌اند. از سایر گونه‌ها بیشتر به عنوان درختچه یا درخت حفاظت کننده خاک، پایه، درختچه‌های زینتی و یا برای انتقال ژن‌های مقاومت در برنامه‌های اصلاحی استفاه می‌شود. در ارتباط با گونه‌های وحشی، تحقیقات اندکی انجام شده است ولی در مورد مسائل مختلف ارقام بادام تجارتی حاصل از گونه *Prunus dulcis* L. تحقیقات زیادی روی گرده‌افشانی، تولید ارقام مقاوم به سرمای بهاره، پایه، شناسایی ارقام محلی، تولید ارقام پوست نازک و غیره در کشورهای تولیده کننده بادام، صورت گرفته است (ایمانی، ۱۳۷۹؛ سرخه، ۱۳۹۰).

کشت بادام در کلیه مناطق مستعدی که بین عرض‌های ۵۵-۳۰ درجه شمالی واقع شده‌اند، صورت می‌گیرد. سطح زیر کشت بادام در سال ۲۰۱۱ در ایران ۱۷۰۰۰۰ هکتار و عملکرد ۹۲۹۷ تن در هکتار گزارش شده است. از نظر صادرات بادام، کشور ایران از زمان‌های گذشته یکی از صادرکنندگان عمده‌ی این محصول در جهان محسوب می‌شده است. هم اکنون نیز هر ساله مقداری مغز بادام و بادام به خارج از کشور صادر می‌شود (مرکز آمار FAO، ۲۰۱۱).

بادام برای اولین بار حدود ۳۵۰ سال قبل از میلاد به یونان توسط اسکندر مقدونی معرفی شد و از طریق بازرگانان به کشورهای مدیترانه‌ای راه یافت (کستر و آسی، ۱۹۷۵؛ گراسلی و کروسا - راینائود، ۱۹۸۰ و کستر و همکاران، ۱۹۹۱). اعراب، بادام را به شمال آفریقا و شبه جزیره الجزایر در طی قرن ششم و هفتم بعد از میلاد معرفی نمودند. معرفی بادام به آمریکا، استرالیا و آفریقای جنوبی بین سال‌های ۱۸۵۰ و ۱۹۰۰ صورت گرفته است (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). توسعه و گسترش ژرم‌پلاسم بادام در کالیفرنیا به عنوان سلیکسیون تکمیلی با موادی گیاهی شروع شده که منشأ آن از خزانه ژنی اکوتیپ‌های بادام فرانسوی است و بعد از گزینش ارقام از این خزانه تکمیلی، صنعت بادام‌کاری کالیفرنیا بر اساس ارقام نان‌پاریل (Nonpareil)، تگزاس (Texas) و ارقام دیگر بنا گردید (کستر و همکاران، ۱۹۹۱).

امروزه کشت بادام در سه ناحیه دنیا: آسیا، کشورهای حاشیه حوزه دریای مدیترانه و کالیفرنیا متمرکز شده است. به مقدار کمی نیز در استرالیا، آفریقای جنوبی، آرژانتین و شیلی، بادام پرورش می‌یابد (کستر و همکاران، ۱۹۹۱).

در ابتدا بادام به روش بذر تکثیر می‌شد که هنوز هم در کشورهایی نظیر ایران، افغانستان و ترکیه مشاهده می‌شود و این عمل باعث تنوع ژنتیکی فراوان شده که در برنامه‌های اصلاحی امکان انتخاب ارقام برتر را فراهم آورده است (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). هر ساله ارقامی از باغ‌های بذری انتخاب و جایگزین باغ‌های جدید می‌شوند (کستر و آسی، ۱۹۷۵؛ کستر و همکاران، ۱۹۹۱). اکثر ارقام عمده‌ی تجارتی در صنعت بادام‌کاری، تک درختان بذری بودند که به صورت تصادفی از خزانه ژنی محلی انتخاب شده‌اند (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). الگوی تولید محصول و شیوه پرورش بادام در مناطق مختلف دنیا به سه صورت زیر دیده می‌شود:

۱) پرورش بادام عمدتاً از طریق تکثیر با بذر و بدون پیوند نهال‌های حاصل و مقداری از طریق پیوند ارقام انتخابی محلی بر روی پایه‌های بذری صورت می‌گیرد و این روش در کشورهای افغانستان، بلغارستان، هند، عراق، ایران، مراکش، پاکستان، رومانی، سوریه، ترکیه و یوگسلاوی سابق متداول است.

۲) در پرورش بادام عمدتاً از ارقام حاصل از به‌نژادی و ارزیابی شده به طریق پیوند بر روی پایه‌های انتخابی، استفاده می‌کنند. اما اکثر ارقام مورد استفاده، ارقامی هستند که از نهال‌های بذری محلی به صورت تصادفی گزینش شده‌اند و این نوع روش نیز در کشورهایی نظیر یونان، استرالیا، فلسطین اشغالی، ایتالیا، اسپانیا، تونس و ایالات متحده یافت می‌گردد.

۳) در کشورهای فرانسه و روسیه صنعت بادام‌کاری عمدتاً برروی ارقامی استوار است که از برنامه‌های به-نژادی انتخاب و معرفی شده‌اند. ارقام گزینش شده قدیمی، فعلاً به عنوان ژرم‌پلاسم در کلیکسیون‌ها وجود دارند که از آنها در برنامه‌های به‌نژادی استفاده می‌کنند (کستر و همکاران، ۱۹۹۱).

بادام از نظر مورفولوژی درختی است به ارتفاع ۵ تا ۱۲ متر که دارای ریشه مخروطی بوده و به طور عمیق در خاک رشد می‌نماید. تنه درخت غالباً مخروطی بوده و رنگ پوست آن بر حسب سن فرق می‌کند. در نهال‌های جوان به رنگ سبز مایل به زرد تا خاکستری دیده می‌شود و در درختان کهن، پوست ضخیم و به رنگ سیاه دارای بریدگی‌هایی می‌باشد. چوب آن سخت و سنگین است (کستر و آسی، ۱۹۷۵).

برگ‌های بادام ساده، منفرد، باریک، نوک تیز، متناوب سبز روشن و خزان‌دار است (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). جوانه‌های بادام شبیه به جوانه‌های درخت هلو است و مانند اغلب نباتات هسته‌دار دارای دو نوع جوانه است که قابل تبدیل به هم نیستند: یکی جوانه‌های گل‌دار و دیگری شاخه‌زا. هر جوانه گل در بادام اغلب منفرد است (یک گل از یک جوانه حاصل می‌شود)، گاهی جوانه با گل دوتایی (Twin bud) یعنی دو گل از یک جوانه حاصل شده و هرکدام در نوک یک دم‌گل قرار می‌گیرند و جوانه با گل مضاعف (Coupled bud) یعنی دو گل از یک جوانه حاصل شده و دارای دم‌گل مشترک می‌باشد، مشاهده می‌شود (برناد، ۱۹۴۹).

گل‌های بادام کامل بوده و دارای ۵ کاسبرگ و ۵ گل‌برگ می‌باشد اما گاهی تعداد کاسبرگ‌ها بین ۴ تا ۱۵ عدد گزارش شده است. اندازه گل فنوتیپ‌های بادام از نظر گل‌برگ از کوچک تا بزرگ متفاوت است و در نتیجه، قطر جام گل از ۲/۷۵ تا ۶/۰۴ سانتی‌متر متغیر است و به طور متداول به ۳/۵ تا ۵ سانتی‌متر است. اندازه گل‌برگ با اندازه میوه همبستگی مثبت دارد بنابراین، ارقامی که میوه بزرگ دارند پهنای گل‌برگ آنها به ۱۸ میلی‌متر می‌رسد ولی ارقامی که میوه ریز دارند پهنای گل‌برگ آنها حدود ۱۰ میلی‌متر است.

پرچم‌ها عمدتاً در سه ردیف به صورت ۱۰ تایی تولید می‌شوند امّا تعدادشان در ارقام مختلف از ۲۰ (رقم Cristomorto) تا ۴۰تا بیشتر (رقم Barte) متغیر است (وینبائوم، ۱۹۸۵) و باز شدن بساک پرچم‌ها به طرف داخل (Introse) می‌باشد.

دامنه طول مادگی گل بادام از ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر متفاوت می‌باشد. بسیاری از ارقام بادام فقط یک مادگی یک برچه‌ای با دو تخمک دارند که در اکثر موارد یکی از آنها سقط شده و در نتیجه، یک مغز در داخل درون‌بر بوجود می-آید. اصطلاح دوقلو یا مغز مضاعف در مواردی بکار می‌رود که هر دو تخمک تلقیح شده و سقط نشود. این صفت در بادام اغلب تحت تاثیر عوامل ژنتیکی بوده، اگرچه عوامل محیطی نیز تا حدودی مؤثرند. پهنای مادگی اغلب به عنوان شاخص در تعیین گل‌های عقیم یا بارور به کار می‌رود که نشان دهنده وجود و یا عدم حضور تخمک‌های نمو یافته کامل می‌باشد (سوسیای کمپانی، ۱۹۸۳).

نوع میوه بادام شفت بوده و از سه قسمت تشکیل شده است: ۱- برون‌بر یا پوست خارجی (Epicarpe) که غالباً سبزرنگ مخملی و دارای مقداری کرک است؛ ۲- میان‌بر (Mesocarp) با برون‌بر پوست سبز میوه (Hull) را تشکیل می-دهدکه کم‌گوشت و نسبتاً سفت است ولی در هنگام رسیدن میوه با از دست دادن آب خود، خشک و چرمی، از هسته جدا شده و می‌ریزد؛ ۳- درون‌بر (Endocarp= Shell) پوست سخت بادام می‌باشد که دانه یا مغز را احاطه نموده است. درجه سختی پوست در انواع مختلف بادام از خیلی سخت تا نازک و نرم متغیر است. سطح خارجی آن دارای حفره‌هایی است که ابعاد آنها متفاوت و وسیله تشخیص خوبی برای ارقام مختلف می‌باشد.

پوست مغز (Kernel) به رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره، نازک، کم و بیش پوشیده از کرک است و وسیله ارتباط بین دانه و سایر قسمت‌های میوه جهت رسانیدن آب و مواد غذایی است، در میوه تازه، غشاء دانه به آسانی جدا شده و در میوه خشک، به کمک آب گرم جدا می‌گردد (ایمانی، ۱۳۸۵؛ ایمانی، ۱۳۷۹).

در مقطع دانه نیز قسمت‌های زیر مشاهده می‌شود: طبقه بیرونی؛ این طبقه شامل سه طبقه سلول اسکلروزی است که گاهی این سلول‌ها چوب پنبه‌ای می‌شود. سلول‌های آن نامساوی و با دیواره ضخیم و منقوط می‌باشند. در اثر رنگ‌آمیزی با فلوروگلوسین اسیدی به رنگ قرمز در می‌آید و با کلروید زرد رنگ می‌شود و به تمامی آزمایشات اختصاصی تانن جواب می‌دهد؛ طبقه میانی از سلول‌های پارانشیمی ضخیم که دستجات چوب و آبکش را احاطه کرده است و دارای بلورهای اکسالات می‌باشد. در بادام تلخ، آمیگدالین در این سلول‌ها ذخیره می‌گردد. آخرین لایه داخلی آن از سلول‌های مستطیلی و مسطح تشکیل شده است؛ طبقه نازک و روشن هیالین، باقیمانده آلبومین است (ایمانی، ۱۳۷۹).

لپه‌ها که از سلول‌های چندضلعی تشکیل شده است و دارای جدار نازک و محتوای دانه‌های آلورن است که به صورت قطرات روغن دیده می‌شود. آوندهای چوب و آبکش در لپه‌ها در جهت طولی و در امتداد خط مستقیمی نزدیک سطح مسطح آن قرار گرفته‌اند و توسط سلول‌های عریض چندضلعی احاطه شده‌اند. در همین قسمت دیاستاز بادام تلخ (امولسین) وجود دارد (جوادی، ۱۳۴۴؛ ایمانی، ۱۳۸۵).

۱-۲-فرضیه‌های موجود در مورد منشاء بادام زراعی

در مورد منشأ بادام‌های زراعی فرضیه‌های متعددی وجود دارد. دانشمندان روسی بر این عقیده‌اندکه بادام زراعی در اثر گزینش از میان گونه‌های بادام ظاهر و به عنوان *Prunus communis* نامگذاری شده است و دارای دو توده‌ی شناخته شده می‌باشد (واویلوف، ۱۹۳۰ و دنیسوف، ۱۹۸۸).

یک توده‌ی آن در دامنه‌ی کوه‌های کپه‌داق در آسیای مرکزی و در نواحی بین ایران و ترکمنستان و تاجیکستان پراکنده و توده‌ی بعدی آن در دامنه‌های کوه‌های تیان‌شیان بین مغولستان و ازبکستان قرار دارد. این گونه به شرایط زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم□ و خشک سازگاری یافته و دارای ویژگی‌هایی نظیر نیاز سرمایی پائین، زودگل‌دهنده، رشد سریع شاخه‌ها در اوایل رشد، سیستم ریشه‌ای عمیق و مقاومت بالا به گرما و خشکی تابستان می‌باشد. در واقع از نظر خصوصیات، مشابه بادام‌های زراعی امروزی است. برووِیز (۱۹۶۹)، پیشنهاد نمود که *P. communis* در حالت وحشی ممکن است از طریق ایران، قفقاز و جنوب ترکیه به سوریه، لبنان و اردن راه یافته باشد. حذف بادام‌های تلخ ناشی از گزینش بشر می‌باشدکه در این روند، ارقام مغز شیرین گزینش شده و ارقام وحشی مغز تلخ حذف گردیده است.

فرضیهٔ بعدی این است که *P. communis* از طریق تلاقی میان *P. fenzliana, P.buchariaca* و احتمالاً گونه‌های دیگر بوجود آمده است. این بدان معنی است که بادام زراعی از طریق دخالت‌های بشر بوجود آمده و یک گونه‌ی طبیعی نمی‌باشد (اروین اوف، ۱۹۵۲).

گراسلی (۱۹۷۶)، گزارش نمود که *P. kuramica* خاص نواحی افغانستان و پاکستان است و خیلی شبیه بادام‌های زراعی بوده و خیلی خشکی‌زی است، درحالی که .*P. dulcis* در مقایسه با آن یک گونه‌ی مزوفیتیک (رطوبت دوست) است.

گونه‌های مختلف بادام به ویژه آنهایی که از نظر گیاه‌شناسی در یک بخش قرار دارند، به آسانی همدیگر را تلقیح می‌کنند. تلاقی طبیعی بین بادام‌های زراعی و گونه‌های وحشی به آسانی صورت می‌گیرد (دینیسوف، ۱۹۸۸ وگراسلی،۱۹۷۶). تلاقی بین گونه‌ای و تبادل ژن‌ها ممکن است در جاهایی که این گونه‌ها در کنار هم رشد می‌کنند، صورت بگیرد.

مراکز اولیهٔ منشاء بادام را می‌توان در تمدن‌های قدیمی و مسیر بازرگانی اولیه (مثل جادهٔ ابریشم) جستجو نمود (واویلوف،۱۹۳۰). بذور بادام به عنوان منبع غذایی می‌تواند فراوری، انبار و به مکان‌های دور حمل شود. بادام به همراه محصولاتی نظیر انگور، زیتون و انجیر در جریان تمدن‌های اولیه در سرتاسر آسیای مرکزی و جنوب غربی آن توزیع و پخش گردیده است (زوهاری واسپیژل‌روی، ۱۹۷۵).

۱-۳- تکامل و پراکنش بادام‌های اهلی و نیمه وحشی

پراکنش بادام‌های اهلی و نیمه وحشی را می‌توان به سه مرحله تقسیم نمود (کستروهمکاران، ۱۹۹۶): مرحله‌ی آسیائی، مرحله‌ی مدیترانه‌ای و مرحله‌ی کالیفرنیائی(منطقه‌ی عمده پرورش بادام).

۱-۳-۱- مرحله‌ی تکامل آسیایی

مرحله‌ی تکامل و پراکنش بادام آسیایی را می‌توان به اهلی شدن اولیه و گسترش آن به سرتاسر نواحی مرکزی و جنوب غربی آسیا دانست. این نواحی شامل ایران (گریگوریان، ۱۹۷۶)، سوریه، استان سینگ یانگ چین (کستر و همکاران، ۱۹۹۱)، شمال غربی هندوستان (سینگ، ۱۹۷۷)، شمال پاکستان، ترکیه و قسمت‌های جنوبی تا نواحی بیابانی و مناطق کوهستانی فلسطین اشغالی (سپاژیل و وینبائوم، ۱۹۸۳) می‌باشد. بادام در ادبیات عبری ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد ذکر شده است. امروزه کشت و پرورش بادام در بسیاری از نواحی آسیایی به همان فرم می‌باشد که هزاران سال قبل بوده است.

۱-۳-۲- مرحله‌ی تکامل مدیترانه‌ای

مرحله‌ی تکامل و پرورش بادام در نواحی مدیترانه‌ای را ظاهراً می‌توان به دو مرحله تقسیم بندی نمود: مرحله‌ی نخست، در این مرحله بادام به یونان (حدود ۲۰۰ تا۳۰۰ سال قبل از میلاد) معرفی شد (استالیندیس، ۱۹۷۷) و بعداً بتدریج به تمام قسمت‌های نواحی مدیترانه‌ای از جمله ایتالیا، جنوب فرانسه، اسپانیا، پرتغال، شمال آفریقا و جزایر مادیرا راه یافته است. معرفی اولیه‌ی بادام به نواحی مدیترانه‌ای از طریق اهالی فنیقیه آسیای صغیر (تجارت اقیانوسی) یا از طریق یونانی‌های مهاجر به سیسیل و جاهای دیگر صورت گرفته است.

بادام در نواحی مدیترانه‌ای قدمت ۲۰۰۰ ساله دارد که در طی آن اکوتیپ‌های بذری مشخص و ارقام محلی تکامل یافته است (گراسلی،۱۹۷۶).

در مرحله‌ی بعدی در حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ سال بعد از میلاد توسط اعراب به شمال آفریقا نظیر تونس و مراکش وارد و سپس به اسپانیا و پرتغال راه یافت. به نظر می‌رسد یکی از مسیرهای قدیمی کاروان که از میان مرکز آفریقا و از طریق تیمبوکتا گذشته و به جنوب شرقی مراکش ختم می‌شود، مسیر دیگری برای بادام به آفریقا باشد.

۱-۳-۳- مرحله‌ی تکامل کالیفرنیائی

مرحله‌ی تکامل و گسترش بادام در کالیفرنیا را می‌توان به عنوان مرحله‌ی تکامل کالیفرنیائی نامید، که از سال ۱۸۵۰ شروع و تا به امروز ادامه دارد. شروع صنعت بادام‌کاری در کالیفرنیا به پیروی از سیستم کشت مدیترانه‌ای و با استفاده از ارقام محدود فرانسوی گزارش شده است. این نوع الگوی سیتم کشت (کشت سنتی) که در سایر کشورهای دنیا نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، در کالیفرنیا موفق نبود. امروزه عوامل عمده‌ی موفقیت صنعت بادام‌کاری کالیفرنیا را موارد زیر ذکر می‌کنند:

گزینش ارقام ویژه و تکثیر آنها از طریق غیرجنسی و انتخاب پایه‌های سازگار به شرایط محیطی.

استاندارد کردن بازار بر اساس ارقام (گزینش ارقام بازار پسند).

انتخاب و بهینه کردن محل پرورش بادام.

توسعه و استفاده از تکنیک‌های جدید کشت و مدیریتی.

اثر عوامل فوق‌الذکر را می‌توان در به حداکثر رساندن عملکرد و ترغیب توسعهٔ تکنیک‌های مدرن بازاریابی و صنعتی ملاحظه نمود (کستر و همکاران،۱۹۹۱).

۱-۴- خانواده روزاسه (Rosaceae) و موقعیت بادام در آن

خانواده روزاسه یکی از مهمترین خانواده‌های گیاهان دولپه جدا گل‌برگ می‌باشد که اغلب درختان مناطق معتدله به آن تعلق دارند و دارای پنج زیر تیره؛ روزوئیده (Rosoideae)، پوتنتیلوئیده (Potentilloideae)، اسپروئیده (Spiroideae)، پوموئیده (Pomoideae) و پرونوئیده (Prunoideae) می‌باشد و اغلب درختان میوه مناطق معتدله در دو زیر تیره پوموئیده و پرونوئیده تعلق دارند. زیرتیره پرونوئیده شامل گونه‌های جنس پرونوس (*Prunus*) بوده که تعداد کروموزوم‌های هاپلوئید آنها x=۸ می‌باشد. گونه بادام نیز مانند سایر درختان میوه هسته‌دار (Stone fruit) به جنس *Prunus* تعلق دارد.

۱-۵- طبقه‌بندی و پراکنش بادام

بادام برای اولین بار توسط لینه تحت عنوان *Amygdalus communis* L. نامگذاری شده است (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). علاوه برآن، گونه‌های بادام در منابع گیاه‌شناسی توسط گراسلی (۱۹۷۶) و اورینوف (۱۹۵۲) شرح داده شده است. این گونه‌ها صفات مورفولوژی و فیزیولوژی متنوع را نشان می‌دهند که در دره‌ها و کوه‌های مرکزی و جنوب آسیا پراکنده هستند و از این مناطق به جنوب غربی اروپا گسترش یافته‌اند. برخی دانشمندان از جمله ریکتر (۱۹۷۲)،

سرافیمو (۱۹۷۱) و گراسلی (۱۹۷۶)، گونه‌های متنوع بادام را از *Prunus* به زیر جنس‌های *Amygdalus* طبقه بندی نموده‌اند.

نخست جنس *Prunus* به بادام‌های شیرین *Prunus dulcis* نامگذاری گردید و این گونه در سال ۱۸۰۱ توسط بتچ (Batch) تحت عنوان *Prunus amygdalus* نامیده شده است که تحت عنوان آجیل یونانی (Greek nut) نامیده می-شد. بعدها این گونه به عنوان *Prunus communis* نامگذاری گردید. و بالاخره در سال‌های ۱۹۰۴ و ۱۹۴۹ نام علمی بادام را تحت عنوان *Prunus amygdalus* Batch برای آن قبول کردند. بطوری که در سال ۱۹۶۴ اتحادیه کنگره بین المللی گیاه‌شناسی بادام شیرین زراعی تحت عنوان *Prunus dulcis* (Miller) D. A. Webb نامیدندکه مترادف با نام علمی و *Prunus communis* L. می‌باشد (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). گزارش شده است که بادام و هلو از یک گونه قدیمی منشأ یافته‌اند که بعدها در اثر تکامل در کوه‌های آسیای مرکزی از همدیگر جدا شده‌اند. بادام از مناطق کوهستانی، بیابانی و دامنه‌های خشک و تا غرب، جنوب و جنوب غربی چین تکامل و گسترش یافته است. درحالی که هلو از مناطق نسبتاً مرطوب و عرض جغرافیایی پائین به تکامل رسیده و تا آن سوی شرق چین گسترش یافته است. از طرفی دیگر، گونه بادام مثل هلو دارای میوه شفت است ولی میوه بادام از نظر ساختمانی و فیزیولوژی رشد و نمو با میوه هلو دارای فرق اساسی می‌باشد. در بادام میان‌بر میوه و پوست سبز در موقع رسیدن میوه نرم نمی‌شود. نهایتاً مزوکارپ، آب خود را از دست داده و به صورت چرم مانند در می‌آید. در موقع تشکیل لایه جداگر در دُم میوه از قسمت محل اتصال دُم میوه میان‌بر شکاف برمی‌دارد (گردزیل،۱۹۹۷).

۱-۵-۱- طبقه بندی گونه‌های وحشی بادام دنیا

گونه‌های وحشی خویشاوند توسط گراسلی (۱۹۷۶) و دنیزوف (۱۹۸۸) به پنج بخش رده‌بندی گیاهی طبقه بندی شده است:

۱-۵-۱-۱- بخش **Euamygdalus Spach**

این بخش شامل گونه‌های اجدادی بادام زراعی فعلی می‌باشد. گونه‌های موجود در این بخش، متنوع ولی خیلی مشابه به همدیگر بوده و با یکدیگر به طور آزادانه تلاقی می‌یابند. امّا دارای پراکنش جغرافیایی متفاوت هستند.

۱-۵-۱-۱-۱- ***Prunus bucharica***

این گونه از نظر جغرافیایی در جلگه‌های جنوب شرقی شوروی سابق (ازبکستان تا تاجیکستان)، دامنه‌های پایین شمال هندوکوش و کوه‌های پامیر (از ارتفاع ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ متر) و در افغانستان پراکنش دارند. گونه *bucharica*

طبق گزارش دنیزوف (۱۹۸۸) حدود بیش از ۴۰۰۰۰ هکتار زمین را پوشش داشته است. درختان متوسط اندازه با برگ-های مشخص و تا حدودی گرد و با دم‌برگ طویل، تا حدودی مشابه زردآلو است. این گونه زود برگ‌ده است و دارای شاخه‌های نسبتاً سفت با جوانه‌هایی که دارای نیاز سرمایی بیشتری هستند. میوه‌ها در خرداد ماه می‌رسند و دارای پوست صاف، خال‌دار و پوست چوبی سفت بوده ولی تا حدودی نازک و مغز میوه شیرین می‌باشد.

۱-۵-۱-۱-۲- *Prunus communis*

مناطق پراکنش این گونه ترکمنستان (در ارتفاعات ۸۰۰ تا ۱۷۰۰ متر به ویژه در دامنه‌های جنوب غربی و دره-های عمیق کوه‌های کپه داغ (Kept dagh) که خشک و تا حدودی بدون بارش برف می‌باشد، یافت می‌شوند و ازبکستان (دامنه‌های غربی کوه‌های تیان‌شان) می‌باشد و در منطقه دوّم، بادام همراه با جنگل‌هایی از سوزنی برگان یافت می‌شود. مشخصات ارقام این گونه به شدت متنوع می‌باشد. به طوری که اندازه طول میوه در انتخاب‌هایی از مناطق قفقاز ۲۱ تا ۴۱ میلی‌متر و دامنه وزن میوه از ۱/۵ تا ۴/۷ گرم متغیر می‌باشد. انواع با میوه‌های پوست چوبی از سفت (۵۰٪ سنگی)، استاندارد (۳۰٪)، نرم (۱۵٪) تا کاغذی (۵٪) متفاوت گزارش شده است. دانشمندان روس گزارش نموده‌اند که درختان موجود در این گونه بالاترین مقامت را به خشکی دارند ولی زودگل و برگ‌دهی را به خاطر واکنش خیلی سریع‌شان به درجه حرارت در فصل بهار از خود نشان می‌دهند. درصد درختان میوه با میوه‌های شیرین از ۵-۱٪ در منطقه اوّل (ترکمنستان) تا ۵۰-۴۰٪ در منطقه دوّم (ازبکستان) متغیر است (کستر و همکاران، ۱۹۹۱).

۱-۵-۱-۱-۳- *Prunus fenzliana*

این گونه عمدتاً در کوه‌های قفقاز در شمال غربی ترکیه و ارمنستان پراکنده است، گیاهان این گونه درختچه‌ای بوده و ارتفاع گیاهان تا ۳ متر دیده می‌شود. میوه کوچک، پهن و سنگی بوده و سطح پوست چوبی میوه دارای سوراخ-های سطحی و با مغزهای تلخ هستند.

۱-۵-۱-۱-۴- *Prunus kuramica* korechinsky

این گونه به طور گسترده در دامنه‌های زاگرس، اطراف دره‌ها در افغانستان تا غرب پاکستان، و برروی صخره‌ها با حداقل رطوبت، رشد می‌کند. اندازه درخت متوسط تا بزرگ مشابه به بادام زراعی است. درختان جوان مرحله نونهالی مشخصی را دارند. میوه، سخت بوده و دارای شیارهای عمیق می‌باشد. در درختان این گونه هر دو نوع میوه با مغز شیرین و یا تلخ با پوست سخت و یا کاغذی مشاهده شده است (سرخه، ۱۳۹۰).

۱-۵-۱-۱-۵- گونه‌های متفرقه

این گونه‌ها شامل *Prunus orientalis* Mill.، *Prunus argenteal*، *Prunus korschinskii* Mazz و *Prunus koteschgi* (Biossier and Hohen) می‌باشند که در واقع همان گونه *Prunus orientalis* یا گونه‌های خویشاوند است که در کشورهای سوریه، ترکیه، عراق و ایران یافت می‌شود.

گیاهان این گروه درختچه‌هایی با ارتفاع حدود ۳ متر و با برگ‌های کوچک تا متوسط و اغلب کرک‌دار می‌باشد. میوه‌های کوچک، سنگی و سطح آنها شیار دار است. گل منفرد یا به ندرت دوتایی می‌باشد. دم‌گل کوتاه و کرک‌دار، کاسبرگ کشیده با نوک گرد و حاشیه‌ای کرک‌دار. گل‌برگ صورتی، واژه تخم مرغی، میوه تخم مرغی کمی پخ به طول ۲ و عرض ۱۲ میلی‌متر پوشیده از کرک‌های سفید نمدی که ممکن است کم کم بدون کرک شود. هسته کمی کوچک‌تر از میوه و دارای شیارهای بسیار کم عمق و شبکه مانند می‌باشد. فصل گلدهی آن اوایل بهار و در ایران پراکندگی وسیعی دارد.

Prunus tangutica **-۶-۱-۱-۵-۱**

این گونه در سال ۱۹۰۰ از چین جمع‌آوری شده و سپس به اروپا و آمریکا معرفی شد. گیاهان این گونه به صورت درختچه‌های کوچک با خارهای زیاد و برگ‌های کوچک هستند و همچنین دیرگل و کم بارده می‌باشند و اغلب با گرده سایر گونه‌های بادام تولید بذر می‌کند.

Prunus webbii **(Spach) Vieh -۷-۱-۱-۵-۱**

این گونه بومی اروپا است که از غرب ترکیه تا شبه جزیره بالکان شامل یونان، بلغارستان و یوگسلاوی توسط ولاسیک (۱۹۷۷) گزارش شده است. گیاهان این گونه در مناطق کوهستانی غیرزراعی همچنین در کنار جاده‌ها یافت می‌شود و اغلب به عنوان بادشکن در اطراف مزرعه کاشته می‌شود. هیبریداسیون این گونه با گونه‌های وحشی و ارقام زراعی بادام به آسانی صورت می‌گیرد. وجود این گونه توسط رینا و همکاران (۱۹۸۵) در ایتالیا نیز گزارش شده است (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). مناطق رویشی این گونه در دنیا بویژه در قسمت‌های شمالی اروپا به وفور یافت می‌شود. در یوگسلاوی نیز توسط ولاسیک (۱۹۷۷) گزارش شده است و دورگ‌های بین گونه‌ای جهت استفاده به عنوان پایه، بدست آورده است.

گیاهان این گونه درختچه‌های کوچک خیلی خاردار (Thorny) با برگ‌های کوچک می‌باشند. گل‌ها به صورت متراکم و روی سیخک‌های (اسپارهای) کوچک تولید می‌شود. درختان دیرگل بوده و شاخه‌های خیلی سخت تولید می‌کند، میوه‌های کوچک، سنگی با مغزهای تلخ هستند. برخی درختان این گونه خودبارور می‌باشند.

۱-۵-۱-۱-۸- *Prunus zabulica* Serafimov

این گونه دارای پراکنش کم می‌باشد و به وسیله سرافیئمو (۱۹۷۱) شناسایی شده و دوباره از مناطق افغانستان نیز گزارش شده است (کستر و آسی، ۱۹۷۵). درختان این گونه دارای رشد مستقیم با ارتفاع ۲/۳ متر با برگ‌های گرد و گلابی مانند می‌باشند. میوه‌ها تقریباً گرد، گوشتی و تا حدودی شبیه میوه زردآلو بوده و در موقع رسیدن قرمز رنگ است. میوه‌ها صاف و مغز میوه کمی تلخ است.

۱-۵-۱-۲- بخش Spartioides

این بخش مخلوطی از گونه‌هایی است که مورفولوژی مشابهی را نشان داده و به شرایط خشکی، سازگاری داشته و اغلب در دره‌ها و مناطق پست بیابانی یافت می‌شوند.

۱-۵-۱-۲-۱- *Prunus scoparia* Spach

این گونه در شرایط خشک و درّه‌ای و مناطق پست بیابانی به ویژه در ایران و شمال غربی افغانستان سازگار و پراکنده هستند. گیاهان این گونه ۳ تا ۴ متر رشد نموده و شاخه‌ها در روی درخت به صورت زاویه‌دار، مستقیم، استوانه-ای و غیره یافت می‌شود. برگ‌ها کوچک و سبز روشن بوده و روی شاخه‌هایی قرار دارند که زود هنگام (اوایل تابستان) ریزش می‌کنند. میوه‌ها کوچک و صاف بوده و دارای مزوکارپ (میان‌بر) گوشتی ولی نازک است که در خرداد ماه، شکاف برمی‌دارد. پوست چوبی میوه نازک، صاف و خیلی سخت است. مغز میوه کوچک، قهوه‌ای مایل به سیاه، صاف و تلخ است (ایمانی، ۱۳۷۹؛ سرخه، ۱۳۹۰).

۱-۵-۱-۲-۲- *Prunus spartioides* Spach

این گونه در ایران بویژه در قسمت‌های مرکزی و جنوب ارمنستان یافت می‌شود. گیاهان این گونه درختچه‌ای به طول ۲-۱ متر با شاخه‌های زاویه‌دار و برگ‌های مضرس می‌باشند. رئوس این شاخه‌ها بدون تیغ بوده و میوه‌ها تقریباً بدون کرک و بیضی کشیده است.

۱-۵-۱-۲-۳- *Prunus arabica* Olivier

این گونه در عربستان سعودی، عراق، سوریه و ترکیه یافت می‌شود که مشخصات مشابه با گونه *scoparia* را دارد.

۱-۵-۱-۲-۴- *Prunus glauca* Browicz

این گونه از نظر مورفولوژی مشابه *Prunus arabica* است امّا دارای برگ سبز می‌باشد.

۱-۵-۱-۳- بخش Lycioides Spach

این گروه در ایران، افغانستان، عراق و ارمنستان و تاجیکستان یافت می‌شود. این گروه تحت نام‌های متفاوت به وسیله گیاه‌شناسان مختلف، که تمام گونه‌ها یا برخی از آنها به طور کامل جزئی خشک‌زی هستند، نام‌گذاری شده است.

۱-۵-۱-۳-۱- *Prunus spinosissima* Franchet

این گونه در شمال غربی کشور ایران، ترکمنستان، تاجیکستان، شمال افغانستان اغلب روی صخره‌ها و در ارتفاعات ۱۰۰ تا ۸۰۰ متری پراکنده هستند. *Prunus turcomanica* lincz همانند گونه فوق‌الذکر است ولی در ارتفاعات کم، رشد می‌کند. گیاهان گونه *spinosissima* درختچه پرشاخه، تیغ‌دار، به رنگ سفید خاکستری با برگ‌های باریک، دم-برگ کوتاه، سطح فوقانی برگ‌ها بدون کرک و پشت برگ‌ها کرک‌دار می‌باشد.

۱-۵-۱-۳-۲- *Prunus brabuioa* (ایران، افغانستان)، *Prunus eburnean* (بومی ایران، افغانستان)، *Prunus erioclada* (ایران، افغانستان)، *Prunus lycioides* (ایران)

گیاهان این سری، درختچه‌ای (۱/۵-۱ متر ارتفاع)، خیلی خاردار، سازگار به شرایط فوق‌العاده خشکی هستند. برگ‌ها کوچک، کمی کرک‌دار و میوه تقریباً در موقع رسیدن قرمز رنگ بوده و در خرداد ماه می‌رسند. مغز میوه قهوه‌ای روشن، خیلی کوچک، نقطه‌دار و موج‌دار است. پوست چوبی از صاف تا شیارهای سطحی و عمیق متغیر است.

۱-۵-۱-۴- بخش Chameamygdalus

این گروه شامل گونه‌هایی است که دارای تفرق ژنتیکی بوده و به سختی با گونه‌های زراعی تلاقی می‌یابند و در قسمت‌های مختلف شوروی سابق پراکنده هستند.

۱-۵-۱-۴-۱- *Prunus nana* Stock

این گونه به عنوان گیاه زینتی تا زراعی کاربرد دارد. گیاهان این گونه درختی کوچک به ارتفاع ۱/۵-۱ متر، پاکوتاه و متراکم و بدون خار با برگ‌های کشیده و با میوه‌های پهن غیرمتقارن، خیلی تلخ و دارای اشکال مختلف و پوست سخت است.

۱-۵-۱-۴-۲- *Prunus ledeboariana* Grasselly

این گونه در جنوب غربی کوه‌های آلپ و تبت از ارتفاعات ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ متر پراکنده بوده و میوه و برگ‌ها در این گونه درشت است.

۱-۵-۱-۴-۳- *Prunus petunnikoui* Litw

محل رویش این گونه در ارتفاعات ۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰ متر کوه تیان‌شان می‌باشد.

۱-۵-۱-۴-۴- *Prunus georgica* Dest.

ارتفاع درختان در این گونه در حدود یک متر است. برگ‌ها نیزه‌ای، گل‌ها درشت، میوه پهن و بزرگ است و محل رویش این گونه کوه‌های جورجیا و ترانسکوکسیا می‌باشد.

۱-۵-۱-۵- بخش Leptopus Spach

گونه‌های موجود در این گروه شامل *Prunus pedunculara* Pall و *Prunus mongolica* می‌باشند. این گونه‌ها از شوروی و چین نیز گزارش شده‌اند (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). درختان این گروه فوق‌العاده مقاوم به سرمای زمستانه بوده و به عنوان پایه برای بادام در شمال‌غربی چین مورد آزمایش قرار دارند.

۱-۵-۲- گونه‌های وحشی بادام در ایران

بادام یکی از قدیمی‌ترین درختانی است که در کشور ایران مورد استفاده قرار گرفته است. قریب ۱۹ گونه بادام شناخته شده است که در نقاط سردسیری و نیمه سردسیری ایران پراکنده هستند. مشخصات بادام‌های وحشی ایران به نام‌های بادام، بادامچه، بادامک، خورک و ارژن نامیده که توسط محققان ایرانی و خارجی شناسایی شده‌اند.

۱-۶- موارد استفاده و ارزش غذایی بادام

از بادام به صورت‌های مختلف بر حسب نوع بادام استفاده می‌شود. بیشترین مصرف بادام به صورت آجیل است. علاوه بر این، در شیرینی‌پزی و شکلات‌سازی و همچنین به صورت سرخ، یا پخته و سفید شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از کشورها از جمله کشورهای مدیترانه‌ای و آسیایی میوه آن را به صورت نارس (چغاله) مصرف می‌کنند (ایمانی، ۱۳۷۹).

روغن بادام نه تنها در ساخت کرم‌های آرایشی و شوینده‌ها به کار می‌رود، بلکه در صنایع صابون و عطرسازی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین از روغن بادام برای جلوگیری از خارش پوست و نیز جلوگیری از جوش صورت استفاده می‌کنند. بادام و عسل برای مداوای سرفه کاربرد دارد. در پزشکی و داروسازی از اسانس، آب بادام و آمیگدالین نیز استفاده می‌کنند (سرخه، ۱۳۸۴؛ ایمانی، ۱۳۷۹).

پوست سبز بادام در ایران مصرف ندارد ولی در آمریکا به مصرف تغذیه دام به ویژه گوسفندهای کوچک می‌رسد که در رشد آنها فوق‌العاده مؤثر است و از پوست سخت میوه آن به عنوان سوخت استفاده می‌شود (کستر و آسی، ۱۹۷۵).

مغز بادام دارای مواد غذایی با ارزش از جمله منبع انرژی، چربی، پروتئین و فیبر است. اسیدهای چرب موجود در بذر بادام بیشتر از نوع غیراشباع می‌باشد. اسیدهای چرب غیراشباع در کاهش میزان کلسترول خون حائز اهمیت می‌باشند (باربیرا و همکاران، ۱۹۸۸).

با توجه به توضیحات مذکور زمینه فعالیت‌های خدماتی، صنعتی، غذایی، دارویی برای محصول بادام در حد زیاد فراهم است که در موارد بخصوص برای مصارف دارویی و روغنی بادام از صنایع دارویی استفاده می‌کنند. لیکن واحد مستقل و منحصراً برای تبدیل بادام به سایر فراورده‌ها شناسایی نگردیده است. اگرچه گارگاه‌های کوچک تبدیل و آماده‌کردن مغز بادام برای استفاده در تهیه شکلات، شیرینی، آجیل و میوه به وفور وجود دارد.

۱-۷- اهمیت اقتصادی بادام

از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷ تولید جهانی مغز بادام به طور متوسط ۲۸۸ میلیون کیلوگرم بود و تولید عمده محصول در سه ناحیه دنیا: آسیا، حوزه مدیترانه، کالیفرنیا و با مقدار محدود در استرالیا، آفریقای جنوبی، آرژانتین و شیلی متمرکز شده است. این مقدار تولید در کشورهای تولیدکننده نه تنها بخشی از غذای مردم را تامین می‌کند بلکه صدور مازاد برمصرف آن به صورت تازه و یا تبدیل‌یافته به کشورهای دیگر می‌تواند نیازهای ارزی کشور را تامین نماید (ایمانی، ۱۳۷۹).

امروزه کالیفرنیا حدود ۷۰٪ تولید جهانی بادام را به خود اختصاص داده است. بطوری که تولید بادام در سال ۱۹۸۹ در کالیفرنیا در حدود ۲۹۵ میلیون کیلوگرم با ارزش ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون دلار بود، که پشتوانه خوبی برای کشور تولیدکننده محسوب می‌گردد (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). از طرفی در کشور ما با توجه به گسترش انواع اهلی و وحشی بادام، وجود شرایط آب و هوایی مناسب برای پرورش آن، این مسأله جلوه‌گر می‌شود که امکان بهره‌برداری از این منابع طبیعی در ایران بسیار خوب بوده و چنانچه توجهی در این خصوص به عمل آید ثروت هنگفتی عاید مملکت می-گردد. بدیهی است با یک برنامه‌ریزی صحیح توأم با استفاده از تکنولوژی مناسب و استفاده از دانش باغبانی، ارقام مناسب و اصلاح شده، روش‌های پیشرفته باغداری، می‌توان سطح زیر کشت و عملکرد آن را افزایش داد و به این ترتیب پشتوانه ارزی مناسبی برای کشور فراهم آورد.

در چنین شرایطی می‌توان امیدوار بود که طی دو دهه آینده سطح باغ‌های بادام از ۵۳۰۰۰ هکتار به ۱۴۰۰۰۰ هکتار افزوده شود و تولید نیز از حدود ۸۵۰۰۰ تن به ۳۳۶۰۰۰ تن افزایش یابد. قطعاً دورنمای امیدوار کننده‌ای را نشان می‌دهد به طوری که، به تازگی گسترش بادام‌کاری در تعدادی از استان‌های کشور به شدت مورد توجه قرار گرفته است. در صورتی که روند گسترش به همین شکل ادامه یابد و مشکلاتی از قبیل پیدایش و گسترش آفات و بیماری‌ها و عوامل دیگر پیش نیاید، این محصول می‌تواند در آینده‌ی نه چندان دور پس از پسته، مهمترین رقم صادرات کشور را به خود اختصاص دهد. در این صورت علاوه بر این که پرورش بادام به میزان اشتغال و درآمد سرانه ملی کمک نموده، به مقدار قابل توجهی در تأمین کالری و پروتئین مورد نیاز افراد کمک می‌نماید. نهایتاً برای کشور از طریق صدور مازاد بر مصرف، ارز قابل ملاحظه حاصل می‌گردد (آمارنامه معانت باغبانی، ۱۳۷۲).

تعریف مساله و هدف طرح

بادام به عنوان یک خشکبار بسیار ارزشمند در جهان به حساب می آید. ازاین رو کاربردهای تغذیه ای، دارویی و مصارف صنعتی دارد. همچنین به عنوان یک چاشنی در بسیاری از اسنک ها و سایر فراورده ای غذایی استفاده می شود (ژنگ و همکاران، ۲۰۰۹). در مقایسه با سایر خشکبارها رژیم های تغذیه ای مبتنی بر بادام احتمال بیماریهای قلبی عروقی را کاهش می دهند (چن و همکاران، ۲۰۰۶). این از خصوصیات اثرات هیپوکلستریک میزان بالای فیبر، استرول و نسبت کل اسیدهای چرب اشبع نشده (TUSFA) و همچنین ظرفیت آنتی اکسیدانی ویتامین E و حضور اسفنگنولیپیدها در بادام می باشد (چن و همکاران، ۲۰۰۶؛ ماگوری و همکاران، ۲۰۰۴).

در حال حاضر گونه های زراعی کمی از قبیل سویا، کلزا و آفتابگردان به عنوان دانه های روغنی غالب در بازار مصرف کننده وجود دارد. هرچند که با افزایش فرزاینده جمعیت انسانی تقاضا برای دانه های روغنی با کیفیت بالا همچنان رو به فزونی می باشد.از این رو این تقاضا نه تنها در زمینه افزایش تولید محصولات عمده دانه روغنی می باشد بلکه در زمینه تنوع در زمینه این منابع روغن همچنان وجود دارد. اگرچه مطالعات متعددی در زمینه خصوصیات روغن و دیگر اجزا گونه های وحشی بادام صورت گرفته است (فرهوش و توکلی، ۲۰۰۸؛ کیانی و همکاران، ۲۰۱۵). ارزیابی های

جامعی از ترکیبات شیمیایی گونه های وحشی بادام در حال حاضر وجود ندارد. سازگاری وسیع گونه های وحشی بادام آنها را به عنوان پتانسیل بالقوه مقاومت به تنش های زیستی و غیرزیستی به ویژه خصوصیات بسیار مفید خشکباری آن معرفی نموده است.

کیانی و همکاران (۲۰۱۵) با مطالعه بر روی خصوصیات اسیدهای چربی بر روی گونه های وحشی بادام آنها را به عنوان پتانسیل بسیار ارزشمندی از این نظر معرفی نموده است. علی رغم پراکنش وسیع گونه های وحشی بادام و ارزش غذایی بسیار بالای آنها ولی به طور وسیع به منظور مصارف صنعتی مورد استفاده قرار نگرفته اند. بنابراین ارزیابی ترکیبات شیمیایی روغن استحصالی از گونه های وحشی بادام می تواند به طور معنی داری در جهت فراهم نمودن اطلاعات در زمینه پتانسیل بالقوه این ژرم پلاسم غنی به منظوز استفاده از آنها در صنعت غذایی فراهم آورد.

گونه وحشی *Prunus scoparia* یکی ار مهمترین گونه های وحشی بادام به حساب می آیدو از نظر تاکسونومی متعلق به بخش Spartioides و به عنوان یکی از دانه های روغنی در سرتاسر ایران به ویژه استان چهارمحال وبختیاری پراکنده می باشد. این گونه وحشی به عنوان یکی از دانه های روغنی و به منظور مصارف دارویی، خوراکی و همچنین به عنوان سبری به صورت نارس استفاده می شود (کیانی و همکاران، ۲۰۱۵). این دانه روغنی جهت مصارف صنعتی متعددی استفاده می شود از قبیل صابون، رنگرزی و بیودیزل. علاوه بر آن، این گونه وحشی از نظر پروتئین به عنوان یک منبع غنی به حساب می آید و سهم مهمی از نظر رژیم پرتئین انسانی می تواند داشته باشد. این گونه وحشی در مقایسه با سایر گونه های وحشی بادام طعم تلخی کمتری دارد، همیشه سبز، فتوسنتز بالا و دارای عملکرد بالای بذر و روغن می باشد. از طرفی متاسفانه تا کنون برنامه به نژادی خاصی از این نظر بر رویاین قبیل گونه های وحشی بادام صورت نگرفته است (سرخه و همکاران، ۲۰۰۹).

از این رو هدف این مطالعه ارزیابی سطوح تنوع در محتوای روغن، ترکیب اسیدهای چرب در میان افراد گونه های وحشی بادام به منظور شناسایی کیفیت روغن جهت مصارف غذایی، صنعتی و تولید بیوذیزل می باشد. این اطلاعات می تواند به منظور افرایش محتوای روغن و تنوع در کیفیت روغن مورد استفاده قرار گیرد.

فصل دوم:
مطالعات قبلی انجام شده

مطالعات قبلی انجام شده

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb, Syn. *P. amygdalus* متعلق به خانوادهٔ Rosacese و از زیر خانوادهٔ Prunoidae می‌باشد. چون اکثر درختان بادام خودناسازگار هستند، بنابراین، نتاج آن‌ها بسیار غیریکنواخت بوده و طبقه‌بندی آنها را مشکل نموده است (ایمانی، ۱۳۷۹). این گیاه دارای ۱۶ کروموزوم (x=۸) و دیپلوئید می‌باشد ولی در بین هیبریدهای هلو و بادام ارقام تری‌پلوئید و تتراپلوئید نیز دیده می‌شود (سرخه، ۱۳۸۴؛ سرخه، ۱۳۹۰).

بادام دارای تنوع وسیعی از نظر شکل و فرم ریخت‌شناسی و جغرافیایی می‌باشد. فرم وحشی آن در سراسر جنوب غربی و مرکز آسیا در ایران، ترکیه، سوریه، روسیه، دشت‌های تیان‌شان و هندوکش و افغانستان گسترش دارد. بیش از ۳۰ گونه وحشی آن توسط گیاه‌شناسان، شناسایی و توصیف شده است ولی به علت وجود طبقات جغرافیایی ممکن است در بین آنها زیرگونه‌ها و اکوتیپ‌هایی (Ecotypes) وجود داشته باشد (سرخه، ۱۳۸۴). از بین ۳۰ گونه بادام شناسایی شده تنها گونه *Prunus dulcis* L. از نظر تولید محصول تجارتی و اقتصادی دارای اهمیت می‌باشد؛ زیرا اکثر ارقام تجارتی بادام از این گونه مشتق شده‌اند. از سایر گونه‌ها بیشتر به عنوان درختچه یا درخت حفاظت کننده خاک، پایه، درختچه‌های زینتی و یا برای انتقال ژن‌های مقاومت در برنامه‌های اصلاحی استفاده می‌شود. در ارتباط با گونه‌های

وحشی، تحقیقات اندکی انجام شده است ولی در مورد مسائل مختلف ارقام بادام تجارتی حاصل از گونه *Prunus dulcis* L. تحقیقات زیادی روی گرده‌افشانی، تولید ارقام مقاوم به سرمای بهاره، پایه، شناسایی ارقام محلی، تولید ارقام پوست نازک و غیره در کشورهای تولیده کننده بادام، صورت گرفته است (ایمانی، ۱۳۷۹؛ سرخه، ۱۳۹۰).

کشت بادام در کلیه مناطق مستعدی که بین عرض‌های ۵۵-۳۰ درجه شمالی واقع شده‌اند، صورت می‌گیرد. سطح زیر کشت بادام در سال ۲۰۱۱ در ایران ۱۷۰۰۰۰ هکتار و عملکرد ۹۲۹۷ تن در هکتار گزارش شده است. از نظر صادرات بادام، کشور ایران از زمان‌های گذشته یکی از صادرکنندگان عمده‌ی این محصول در جهان محسوب می‌شده است. هم اکنون نیز هر ساله مقداری مغز بادام و بادام به خارج از کشور صادر می‌شود (مرکز آمار FAO، ۲۰۱۱).

بادام برای اولین بار حدود ۳۵۰ سال قبل از میلاد به یونان توسط اسکندر مقدونی معرفی شد و از طریق بازرگانان به کشورهای مدیترانه‌ای راه یافت (کستر و آسی، ۱۹۷۵؛ گراسلی و کروسا - راینائود، ۱۹۸۰ و کستر و همکاران، ۱۹۹۱). اعراب، بادام را به شمال آفریقا و شبه جزیره الجزایر در طی قرن ششم و هفتم بعد از میلاد معرفی نمودند. معرفی بادام به آمریکا، استرالیا و آفریقای جنوبی بین سال‌های ۱۸۵۰ و ۱۹۰۰ صورت گرفته است (کستر و همکاران، ۱۹۹۱). توسعه و گسترش ژرم‌پلاسم بادام در کالیفرنیا به عنوان سلیکسیون تکمیلی با موادی گیاهی شروع شده که منشأ آن از خزانه ژنی اکوتیپ‌های بادام فرانسوی است و بعد از گزینش ارقام از این خزانه تکمیلی، صنعت بادام‌کاری کالیفرنیا بر اساس ارقام نان‌پاریل (Nonpareil)، تگزاس (Texas) و ارقام دیگر بنا گردید (کستر و همکاران، ۱۹۹۱).

این گونه در شرایط خشک و درّه‌ای و مناطق پست بیابانی به ویژه در ایران و شمال غربی افغانستان سازگار و پراکنده هستند. گیاهان این گونه ۳ تا ۴ متر رشد نموده و شاخه‌ها در روی درخت به صورت زاویه‌دار، مستقیم، استوانه‌ای و غیره یافت می‌شود. برگ‌ها کوچک و سبز روشن بوده و روی شاخه‌هایی قرار دارند که زود هنگام (اوایل تابستان) ریزش می-کنند. میوه‌ها کوچک و صاف بوده و دارای مزوکارپ (میان‌بر) گوشتی ولی نازک است که در خرداد ماه، شکاف برمی-دارد. پوست چوبی میوه نازک، صاف و خیلی سخت است. مغز میوه کوچک، قهوه‌ای مایل به سیاه، صاف و تلخ است (ایمانی، ۱۳۷۹؛ سرخه، ۱۳۹۰).

در حال حاضر گونه های زراعی کمی از قبیل سویا، کلزا و آفتابگردان به عنوان دانه های روغنی غالب در بازار مصرف کننده وجود دارد. هرچند که با افزایش فرزاینده جمعیت انسانی تقاضا برای دانه های روغنی با کیفیت بالا همچنان رو به فزونی می باشد.از این رو این تقاضا نه تنها در زمینه افزایش تولید محصولات عمده دانه روغنی می باشد بلکه در زمینه تنوع در زمینه این منابع روغن همچنان وجود دارد. اگرچه مطالعات متعددی در زمینه خصوصیات روغن و دیگر اجزا گونه های وحشی بادام صورت گرفته است (فرهوش و توکلی، ۲۰۰۸؛ کیانی و همکاران، ۲۰۱۵). ارزیابی های جامعی از ترکیبات شیمیایی گونه های وحشی بادام در حال حاضر وجود ندارد. سازگاری وسیع گونه های وحشی بادام آنها را به عنوان پتانسیل بالقوه مقاومت به تنش های زیستی و غیرزیستی به ویژه خصوصیات بسیار مفید خشکباری آن معرفی نموده است.

کیانی و همکاران (۲۰۱۵) با مطالعه بر روی خصوصیات اسیدهای چربی بر روی گونه های وحشی بادام آنها را به عنوان پتانسیل بسیار ارزشمندی از این نظر معرفی نموده است. علی رغم پراکنش وسیع گونه های وحشی بادام و ارزش غذایی بسیار بالای آنها ولی به طور وسیع به منظور مصارف صنعتی مورد استفاده قرار نگرفته اند. بنابراین ارزیابی ترکیبات شیمیایی روغن استحصالی از گونه های وحشی بادام می تواند به طور معنی داری در جهت فراهم نمودن اطلاعات در زمینه پتانسیل بالقوه این ژرم پلاسم غنی به منظوز استفاده از آنها در صنعت غذایی فراهم آورد.

گونه وحشی Prunus scoparia یکی ار مهمترین گونه های وحشی بادام به حساب می آیدو از نظر تاکسونومی متعلق به بخش Spartioides و به عنوان یکی از دانه های روغنی در سرتاسر ایران به ویژه استان چهارمحال وبختیاری پراکنده می باشد. این گونه وحشی به عنوان یکی از دانه های روغنی و به منظور مصارف دارویی، خوراکی و همچنین به عنوان سبری به صورت نارس استفاده می شود (کیانی و همکاران، ۲۰۱۵). این دانه روغنی جهت مصارف صنعتی متعددی استفاده می شود از قبیل صابون، رنگرزی و بیودیزل. علاوه بر آن، این گونه وحشی از نظر پروتئین به عنوان یک منبع غنی به حساب می آید و سهم مهمی از نظر رژیم پرتئین انسانی می تواند داشته باشد. این گونه وحشی در مقایسه با سایر گونه های وحشی بادام طعم تلخی کمتری دارد، همیشه سبز، فتوسنتز بالا و دارای عملکرد بالای بذر و روغن می باشد. از طرفی متاسفانه تا کنون برنامه به نژادی خاصی از این نظر بر رویاین قبیل گونه های وحشی بادام صورت نگرفته است (سرخه و همکاران، ۲۰۰۹).

فصل سوم

روش تحقیق

روش تحقیق

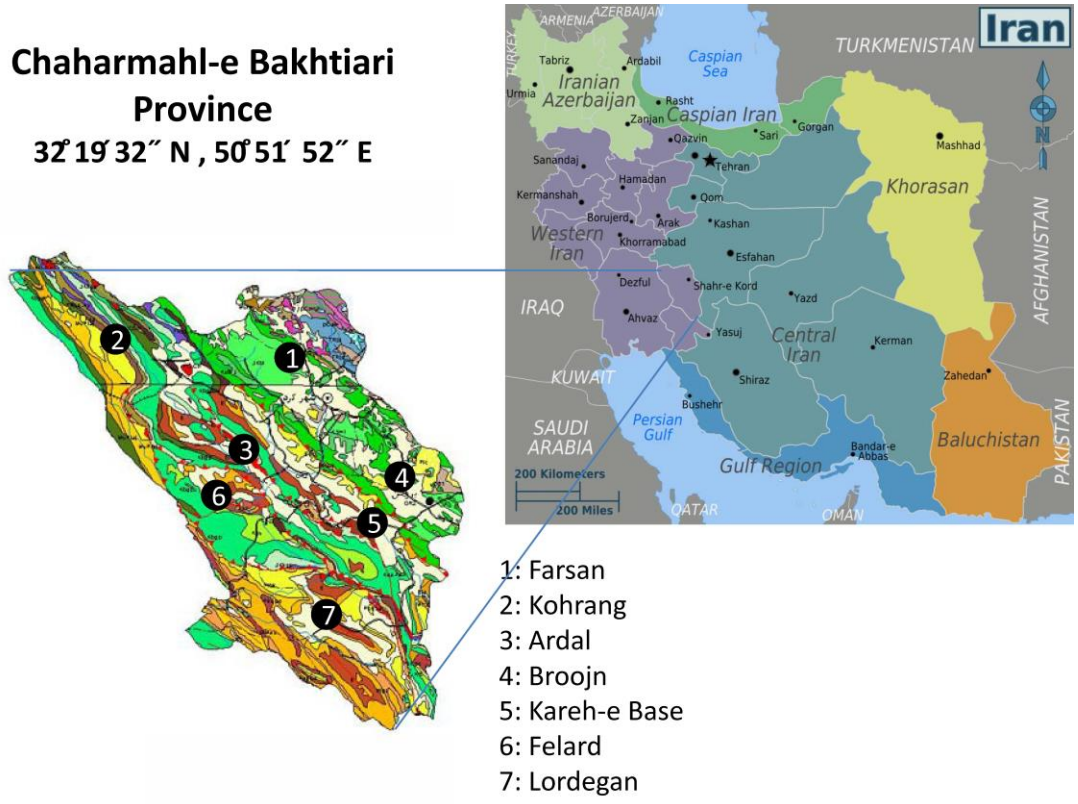
مواد و روش‌ها

مواد گیاهی، نواحی جمع آوری و طرح آزمایشی

در این مطالعه از ۴۰ فرد از هر جمعیت گونه های وحشی بادام *Prunus scoparia* که از ۷ بخش مختلف از استان چهار محال بختیاری جمع آوری گردید و برای دو سال پی در پی در مطالعه استفاده گردید. عملیات صحرایی و جمع آوری نمونه ها براساس مطالعه انجام شده توسط سرخه و همکاران (۲۰۰۹) صورت گردید (شکل ۱).

موقعیت های جمع آوری شده براساس اطلاعات محلی و منابع حاضر در این زمینه انتخاب گردید. مکان های جمع آوری گونه های وحشی *Prunus scoparia* از رویشگاه های وحشی و کشت شده در مراحل مختلف فیزیولوژی استفاده گردید. جزئیات روش نمونه برداری در مطالعه سرخه و همکاران (۲۰۰۹) قابل دسترسی می باشد (جدول ۱).

گیاهان مورد مطالعه در حالت بلوغ رسیدگی و ارتفاع ۲۰-۱۵ سانتی متر برش داده شده و در درون کیسه های پلاستیکی جمع آوری و به آزمایشگاه برده شدند. اکثریت نمونه های مورد مطالعه حاضر از نظر صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و ژنتیکی در مطالعات قبلی مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت همه نمونه ها در دمای ۴ درجه سانتی گراد در یخچال نگهداری شده اند.



شکل ۱. محل جمع آوری گونه های وحشی بادام Prunus scoparia و نواحی جغرافیایی مورد نمونه برداری

جدول ۱. تمونه های گونههای وحشی مورد مطالعه، کد و حصوصویات مکان های نمونه برداری شده

Code	Number of accessions	Collection site	Latitude N	Longitude E	Elevation (m)	Annual rainfall (mm)
PSA	7	Ardal	32.01	49.50	1850.0	320.2
PSB	8	Broojen	31.57	51.18	2197.0	254.3
PSFA	6	Farsan	32.15	50.35	2250.0	275.4
PSFE	4	Felard	31.17	51.22	1970.0	456.8
PSKB	4	Kareh-e-Base	31.30	45.54	2700.0	283.2
PSKO	5	Kohreng	32.26	50.70	2285.0	1441.8
PSLO	6	Lordegan	31.30	50.59	2085.0	280.3

استخراج روغن

بذور گونه های وحشی به طور دستی از سایر بقایای گیاهی جدا و از سایر ضایعات دیگر پاکسازی گردید. بذور در آون حرارتی در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک و سپس تا زمان شروع آنالیزها در دسیکاتور نگهداری شدند.

بذور گونه های وحشی توسط آسیاب به ذراتی به اندازه کمتر از ۲۰۰ میکرومتر پودر گردید. رطوبت محتوای بذور قبل از استخراج روغن از طریق توزین ۵ گرم از بذور تازه پودر شده و قرار دادن آن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد و سپس توزین آن می باشد. استخراج روغن با استفاده از روش سوکسوله انجام گردید. برای این منظور حدود ۲۰ گرم از بذر پودر شده و محلول هگزان براساس روش ارایه شده توسط ژنگ و همکاران (۲۰۰۹) انجام گردید. در ادامه محلول نورد نظر با قرار دادن در اون خلاء در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد نبخیر گردید. به طوری که درصد بازیابی همه نمونه ۸۵–۸۰ درصد می باشد.

استوانه های حاوی روغن استخراج شده در درون آون حرارتی در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ دقیقه قرار داده شد و سپس بعد از خنک شدن وزن گردید در نهایت محتوای روغن با استفاده از معادله زیر تعیین گردید.

$$\text{Oil content} = [(P_1 - P_2)/P]100$$

در معادله فوق p عبارت است از وزن خشک بذر؛ p1 وزن استوانه حاوی روغن و p2 وزن خالی استوانه می باشد.

روغن خالص شده در درون یک استوانه شیشه ای کوچک انتقال داده شده و سپس در دمای ۲۰– درجه سانتی گراد تا زمان آنالیز عدد یدی (IV)، عدد صابونی (SN) و عدد ستونی (CN) به صورت ذیل محاسبه گردید. عدد یدی و صابونی مطابق با روش تجزیه و تحلیل بین المللی منتشر شده در سال ۲۰۰۵ به شماره ۹۲۰/۱۵۸ و ۹۲۰/۹۶۰ انجام گردید. عدد ستونی نیز مطابق با روش کریسناگورا (۱۹۸۶) انجام شد.

تجزیه و تحلیل FAME توسط کروماتوگرافی گاز مایع

مغز بادام گونه های وحشی توسط آسیاب دستی پودر و سپس جهت استخراج روغن ۴۰ میلی گرم توزین شده و سپس با ۱۰ میلی لیتر محلول شامل کلروفر: هگزان: متانول به نسبت حجمی ۸:۵:۲ عصاره استخراج شده در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد در گاز نیتروژن برای مدت ۳۰ دقیقه خشک گردید. متیل استر نمونه های روغن طبق روش سارین و همکاران (۲۰۰۹) فراهم گردید. عصاره رقیق شده هگزان (۱ میلی لیتر) در درون ستون کاپیلاری تزریق گردید.

کروماتوگرافی گاز مایع توس دستگاه FID انجام گردید. دمای انجکتور و شناساگر ۲۶۰ و ۲۷۵ سانتی گراد می باشد. دمای آون ۱۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ دقیقه و سپس ۲۱۰ درجه سانتی گراد و به ازای هر ۱۵ درجه سانتی گراد در هر دقیقه و به دنبال آن ۲۵۰ درجه سانتی گراد در هر ۵ درجه سانتی گراد در هر دقیقه و در نهایت به مدت ۱۲ دقیقه در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد.

شاخص های اندازه گیری روغن

شاخص پایداری عبارت است از از نسبت اولیک اسید به لینولیک اسید (O/L) می باشد. ضریب همبستگی برای صفات متفاوتی اندازه گیری گردید (یاداو و همکاران، ۲۰۱۰). درجه غیراشباع بودن (DU) در میان نمونه های روغن استحصال شده از طریق محاسبه میزان اسیدهای چرب غیراشباع خطی و اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه مشخص و تعیین گردید (راموس و همکاران، ۲۰۰۹).

تجزیه و تحلیل های آماری

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی انجام گردید. داده های بدست آمده میانگین دو سال زراعی (۲۰۱۳ و ۲۰۱۲) بوده است. برای هر سال زراعی ۵ نمونه بادام گونه وحشی برای هر فرد (شامل ۵۰ فرد) در نظر گرفته شد. داده های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹,۲ تجزیه و تحلیل گردیدند. آنالیز واریانس بااستفاده از رویه PROCGLM نرم افزار SAS جهت برازش مدل خطی و بااستفاده از حداقل مربعات محاسبه گردید. رویه PROCGLM قادر اسن با تخصیص هر درجه آزادی از اثرات متقابل و آشیانه ای می باشد. آنالیز همبستگی به منظور تعیین روابط ما بین صفات بااستفاد ه از رویه CORR انجام گردید. ضریب همبستگی پیرسون به عنوان یک معیار پارامتری روابط خطی ما بین متغیرها را اندازه گیری می کند. اختلاف معنی دار ما بین میانگین صفات اندازه گیری شده در سطح P<۰/۰۰۱ و P<۰/۰۱ با استفاده از روش آزمون LSD-Fisher انجام گردید.

فصل چهارم:
نتایج و بحث تحقیق

نتایج و بحث

آنالیز واریانس برای اکثریت خصوصیات مورد مطالعه شده نمونه های بادام وحشی اختلاف معنی داری را نشان می دهد (جدول ۲) بخصوص نمونه های مورد مطالعه از نظر میزان روغن و اسیدهای چرب پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید و لینولئیک اسید اختلاف معنی داری را نشان می دهد.

آنالیز واریانس

تجزیه داده های حاصل از مطالعه ژنوتیپ های مختلف از نظر محتوای رطوبتی و محتوای روغن در جدول ۳ نشان داده شده است. از نظر میانگین محتوای رطوبتی PSA، PSB، PSFA، PSFE، PSFB، PSKO و PSLO به ترتیب ۶۹/۴، ۸۱/۳، ۷۹/۴، ۷۳/۴، ۸۶، ۸۸/۶ و ۸۵/۵ گرم در کیلوگرم بوده و از نظر آماری بین گونه های وحشی مورد مطالعه اختلاف معنی داری نشان داده نشد (جدول ۳).

جدول ۲. آنالیز واریانس پارامترهای شیمیایی گونه های وحشی بادام Prunus scoparia

	Moisture	Oil content	Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Unsaturated/saturated	Linoleic/oleic
	(g/kg)	(g/kg DM)	(g/kg oil)				(%)	
Genotype effect								
Minimum value	69.4	180.6	106.2	194.3	232.4	190.7	1.44	0.82
Maximum value	90.2	271.5	266.3	276.5	359.6	348.8	1.26	0.97
CV (%)	6.01	12.7	20.8	19.4	29.6	38.4	2.59	1.5
P	ns	*	*	**	**	*	**	**

Means from 2012 CE 2013 experiments ($n = 10$). CV = coefficient of variation.
* Significant difference at $P < 0.01$.
** Significant difference at $P < 0.001$.

محتوای روغن

میانگین محتوای روغن PSA، PSB، PSFA، PSFE، PSFB، PSKO و PSLO به ترتیب ۲۰۵/۶، ۱۸۳/۴، ۲۳۵/۵، ۲۱۰/۱، ۲۷۰/۱، ۲۰۳/۸ و ۲۱۴/۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک می باشد.

بالاترین میزان محتوای روغن در نمونه های مورد مطالعه شده در افراد PSKB2 و PSKB3 به ترتیب ۲۷۱/۵ و ۲۷۰/۶ گرم بر کیلوگرم ماده خشک می باشد. در حالی که نمونه PSB6 کمترین مقدار را از این نظر نشان می دهد (۱۸۰/۶ گرم بر کیلوگرم ماده خشک).
۶ جمعیت مورد مطالعه از قبیل PSA، PSFA، PSFE، PSFB، PSKO و PSLO از نظر محتوای روغن مقادیر بالاتر از ۲۰۰ گرم بر کیلوگرم ماده خشک نشان دادند .

جدول ۳. محتوای رطوبتی و محتوای روغن گونه های وحشی Prunus scoparia. اعداد نشان دهنده میانگین دو سال پی در پی آزمایش در سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳

Table 3
Moisture content and oil content of *Prunus scoparia* accessions. Values represent means ($n = 10$) ± SD. Means from 2012 CE 2013 experiments.

Code	Moisture content (g/kg)	Oil content (g/kg DM)
PSA1	80.3 ± 9.2	205.8 ± 21.3
PSA2	78.6 ± 8.1	204.9 ± 32.2
PSA3	77.6 ± 8.2	204.8 ± 23.5
PSA4	80.2 ± 8.9	206.7 ± 11.6
PSA5	79.6 ± 5.0	207.8 ± 32.3
PSA6	80.3 ± 11.3	203.8 ± 27.4
PSA7	78.9 ± 20.4	206.5 ± 19.1
Mean	*79.3*	*205.7*
PSB1	82.9 ± 20.1	184.5 ± 27.4
PSB2	83.1 ± 10.3	183.7 ± 18.2
PSB3	79.8 ± 9.7	182.6 ± 28.6
PSB4	78.6 ± 12.5	185.0 ± 22.8
PSB5	80.2 ± 11.3	186.3 ± 15.3
PSB6	81.3 ± 11.2	180.6 ± 10.9
PSB7	82.6 ± 7.1	182.7 ± 15.2
PSB8	82.1 ± 5.3	181.9 ± 15.3
Mean	*81.3*	*183.4*
PSFA1	79.6 ± 12.0	253.4 ± 21.6
PSFA2	78.4 ± 11.3	254.0 ± 22.1
PSFA3	77.6 ± 15.7	254.9 ± 22.1
PSFA4	78.5 ± 15.3	253.8 ± 22.2
PSFA5	77.2 ± 6.2	250.4 ± 18.2
PSFA6	79.2 ± 12.2	252.6 ± 19.3
Mean	*78.4*	*235.1*
PSFE1	73.6 ± 10.9	209.8 ± 14.6
PSFE2	72.8 ± 9.5	210.4 ± 11.2
PSFE3	72.6 ± 7.5	211.7 ± 21.3
PSFE4	74.5 ± 3.9	208.6 ± 15.2
Mean	*73.4*	*210.1*
PSKB1	87.2 ± 17.1	269.8 ± 19.2
PSKB2	87.0 ± 13.4	271.5 ± 26.1
PSKB3	85.6 ± 12.1	270.6 ± 16.6
PSKB4	84.3 ± 21.2	268.6 ± 16.5
Mean	*86.0*	*270.1*
PSKO1	89.9 ± 10.7	202.6 ± 24.3
PSKO2	90.2 ± 21.5	204.7 ± 19.7
PSKO3	88.6 ± 14.6	203.1 ± 15.6
PSKO4	87.4 ± 13.5	202.9 ± 18.8
PSKO5	86.9 ± 11.2	205.7 ± 28.7
Mean	*88.6*	*203.8*
PSLO1	85.6 ± 12.58	215.9 ± 12.6
PSLO2	86.1 ± 11.30	214.2 ± 19.2
PSLO3	84.5 ± 7.85	215.2 ± 10.1
PSLO4	85.4 ± 10.92	216.8 ± 25.6
PSLO5	84.9 ± 10.30	213.8 ± 15.3
PSLO6	86.4 ± 15.34	211.4 ± 17.4
Mean	*85.4*	*214.5*

بذور گیاهی منابع روغن مهمی از نظر غذایی، صنعتی و پزشکی اهمیت دارند. هیچ روغنی از یک منبع منفرد که برای اهداف زیادی سودمند باشد در حال حاضر یافت نشده است. زیرا روغن ها از منابع مختلف از نظر ترکیبات اسیدهای چرب با هم متفاوت می باشد (دوغان، ۱۹۷۵). از این رو نیاز برای این است که برای یک منبع جدید روغن جستجو گردد. روغن استحصالی از گونه وحشی *Prunus scoparia* خوراکی بوده و همچنین می تواند در صنعت صابون سازی و رنگرزی مورد استفاده قرار گیرد. در آزمایش حاضر محتوای روغن نمونه های گونه وجشی *Prunus scoparia* متوع بوده و در حدود ۱۸۰/۶ تا ۲۷۱/۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک می باشد (جدول ۴).

جدول ۴. دامنه پارامترهای روغنی گونه های وحشی بادام Prunus scoparia. اعداد نشان دهنده میانگین دو سال پی در پی ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ می باشند.

Parameter	Range		Average ± SD
	Min	Max	
Oil content (g/kgDM)	180.6	271.5	226.1 ± 21.4
Palmitic acid (g/kg oil)	106.2	266.3	186.3 ± 14.3
Stearic acid (g/kg oil)	194.3	276.5	235.4 ± 12.8
Oleic acid (g/kg oil)	232.4	359.6	296.2 ± 19.2
Linoleic acid (g/kg oil)	190.7	348.8	269.8 ± 17.4
Stability index	0.42	1.71	0.79 ± 0.07
TSFA (g/kg oil)	318.5	542.8	430.6 ± 10.5
TUSFA (g/kg oil)	457.2	681.5	569.4 ± 16.2
Saturation ratio	0.54	0.96	0.78 ± 0.08
Saponification number	199.2	202.1	200.3 ± 28.1
Iodine value (kgI_2/kg)	104.8	125.7	113.6 ± 19.7
Cetane number	43.8	48.8	47.7 ± 7.2
Degree of unsaturation	116.1	139.1	129.5 ± 10.3

الگوی اسید چرب

کیفیت و قابلیت استفاده دانه های روغنی به طور عمده توسط ترکیب اسیدهای چرب تعیین می گردد (هارنیگتون، ۱۹۸۶). میانگین ترکیب اسیدهای چرب همراه با صفات محتوای روغن و صفات بیودیزل در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج ترکیب اسیدهای چرب نشان می دهد که محتوای روغن به طور عمده شامل اسیدهای چرب پالمیتیک (PA)، استئاریک (SA)، اولیک (OL) و لینولیک اسید (LA) می باشد. روغن های گیاهی با درصد بالای اسیدهای چرب اشباع شده برای صنعت غذایی مناسب می باشد. بخصوص این که به دلیل عدم نیاز به فرایندهای هیدروژناسیون و تراساستراسیون در تولید مارگارین و فراوردهای مرتبط بسیار حایز اهمیت می باشند. علاوه بر آن، در حال حاضر برنامه های به نژادی در جهت تولید و بهبود ارقامی با اسیدهای چرب اشباع شده در دانه های روغنی می باشند (هارتمن و همکاران، ۱۹۹۶).

اسیدهای چرب اشباع شده در رژیم های غذایی پرچرب، گوشت و برخی از روغن های گیاهی از قبیل نخل، دانه خرما و نارگیل می باشند. پالمیتیک و استئاریک اسید تشکیل دهنده تمام اسیدهای چرب اشباع شده (TSFA) می باشند. در میان افراد مورد مطالعه گونه های وحشی بادام پالمیتیک و اسئاریک اسید در حدود ۱۰۶/۲ تا ۲۰۶/۳ گرم بر کیلوگرم روغن و ۱۹۴/۳ تا ۲۷۶/۵ گرم بر کیلوگرم روغن به ترتیب می باشد (جدول ۴). اولیک اسید به عنوان یک اسید چرب غیراشباغ منفرد (MUFA) در ترکیب اسیدهای چرب حاضر در

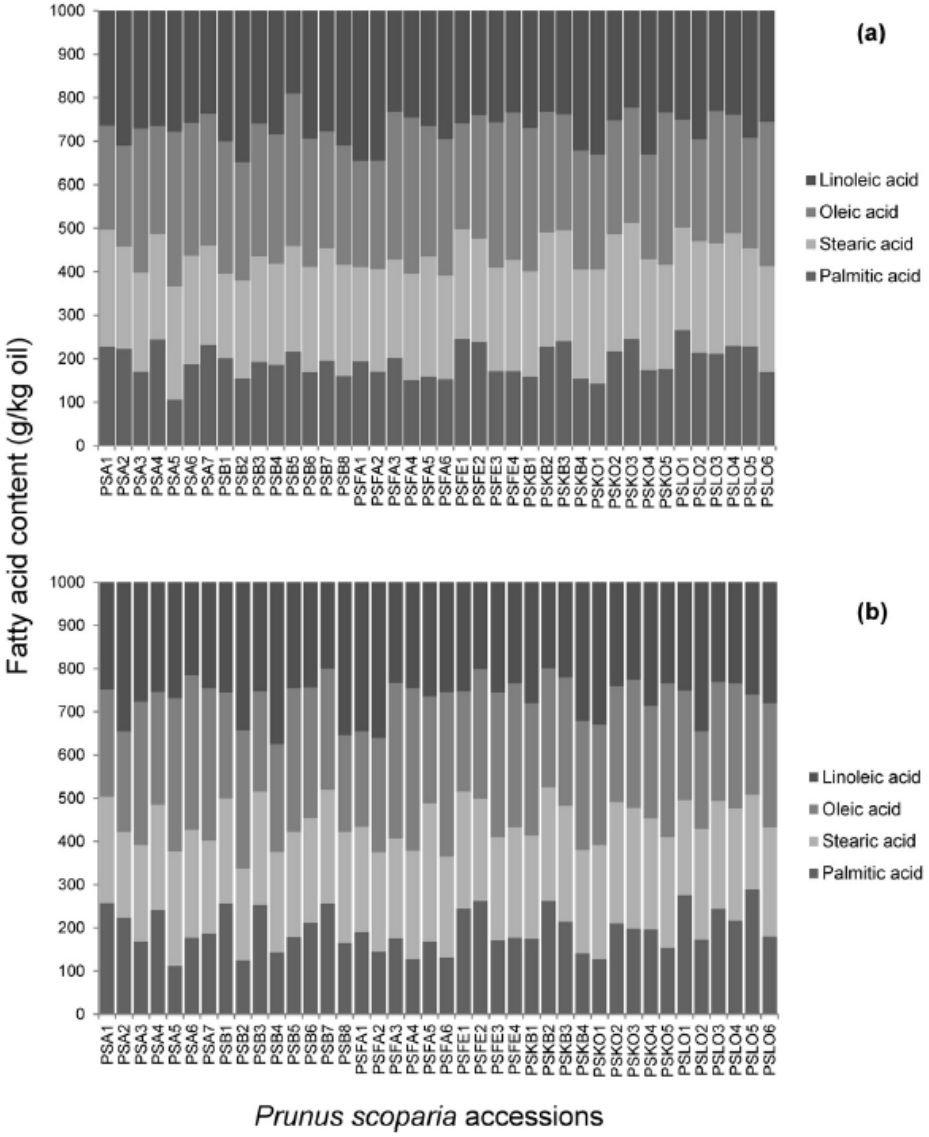
روغن گونه های وحشی بدام مورد مطالعه گزارش شده و در حدود ۲۳۴/۴ تا ۳۵۹/۹ گرم بر کیلوگرم روغن می باشد (جدول ۴). نمونه های PLSO2 و PSKB1 حداقل تنوع را از نظر محتوای اولیک اسید در خلال دو سال مطالعه حاضر از خود نشان داد. ژرم پلاسم بادان های ایرانی به طور میانگین وزنی ۶۶/۷ تا ۶۹/۷ درصد محتوای روغن را اولیک اسید تشکیل می دهند (کیانی و همکاران، ۲۰۱۵). اما میزان بدست آمده در این مطالعه بسیار بالاتر می باشد. در مقایسه با سایر دانه های روغنی ار قبیل کلزا، کنجد و آفتابگردان، گونه وحشی *Prunus scoparia* محتوای اسید اولیک و لینولیک قابل ملاحظه ای داشته است (جدول ضمیمه ۱). بنابراین افراد می توانند در برنامه های اصلاحی به منظور افزایش محتوای اولیک اسید مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر آن روغن های گیاهی با محتوای C18:1 بالا برای هر دو کاربرد غذایی و صنعتی به دلیل اثرات هیپوکلسترومیک و پایداری اکسیداتیو بیشتر نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه بسیار مرو توجه هستند. علاوه بر آن روغن هایی که دارای اولیک اسید بالا باشند می توانند برای پخت و پز و شیرینی پذیری به دلیل مقاومت در برابر دمای های بالا مورد استفاده قرار گیرند (ارسلان، ۲۰۰۷).

لینولیک اسید یک اسید چرب غیراشباغ چندگانه بوده و از نظر تغذیه ای به جزء اصلی و مهم بوده که تنها از طریق رژیم غذایی انسان فراهم گردد. لینولیک اسید در ژرم پلاسم گونه های وحشی *Prunus scoparia* در حدود ۱۹۰/۷ تا ۳۴۸/۸ گرم بر کیلوگرم روغن با میانگین ۲۶۹/۸ گرم بر کیلوگرم روغن می باشد. علاوه بر آن لینولیک اسید در بادام های وحشی بیشتر از کتان و در مقایسه با روغن کنجد و آفتابگردان می باشد (جدول ضمیه ۱).

روغن های بادام زراعی با میزان لینولیک بالا می تواند جهت تولید فراورده های پزشکی با هدف با هدف کاهش احتمال بیماریهای کرونیک از قبیل سرطان، بیماریهای قلب و عروق مورد استفاده قرار گیرند.علاوه بر آن بسیاری از محققین خصوصیات آنتی اکسیدان، ضدسرطان، ضد استرس، ضد پیری و ضد میکروبی را برای لینولیک اسید بادام گزارش داده اند (ارسلان، ۲۰۰۷؛ چن و همکاران، ۲۰۰۶؛ ماگوری و همکاران، ۲۰۰۴).

نهایتاً ژرم پلاسم با لینولیک و الیک اسید بالا به منظور مصلرف صنعتی و خوراکی مورد استفاده قرار می گیرند. به طورکلی افراد گونه های وحشی بادام تنوع ناچیزی را از نظر محتوای اولیک و لینولیک اسید از خود در دو سال ازمایش پی در گی از خود نشان دادند (شکل ۱).

نتایج نشان می دهند که محوای روغن گونه های وحشی بادام *Prunus scoparia* از نظر TUSF بسیار بالا بوده و در حدود ۴۵۷/۲ تا ۶۸۱/۵ گرم بر کیلوگرم روغن می باشد. چربی های اشباع شده در مقایسه با سایر دانه های روغنی در غلظت های بالایی وجود دارد. میانگین اولیک و لینولیک اسید درمجموع در بین ۴۰ نمونه از گونه های وحشی بادام به عنوان TUSF در حدود ۵۶۹/۴ گرم بر کیلوگرم روغن می باشد. سطح بالای غیراشباع بودن در روغن ارزش غذایی روغن را برای مصارف تغذیه ای بالا می برد (کیانی و همکاران، ۲۰۱۵). شاخص پایداری به عنوان یک معیار تشخیص پایداری روغن بین ۰/۴ تا ۱/۷ (جدول ۴). پایداری روغن به طور عمده به لینولیک اسید بستگی دارد همبستگی مثبتی با اولیک اسید دارد. به همین دلیل فرد PSA6 با شاخص پایداری بالا ۱/۷۱ می تواند برای تولید روغن جهت مصارف پخت و پز مورد استفاده قرار گیرد. نسبت اسیدهای چرب اشباع شده به اسیدهای چرب اشباع نشده منفرد به اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (SFA/MUFA/PUFA) جهت ارزیابی کیفیت روغن به ویژه برای بهره برداری غذایی بسیار حایز اهمیت می باشد. نسبت پیشنهادی مورد نظر در حدود ۱/۱ تا ۳/۱ می باشد (کال، ۲۰۰۷). بنابراین PUFA در گونه های وحشی بادام (در این حالت لینولیک اسید) در سطح بسیار مناسبی کاهش یابد تا روغن مورد استفاده جهت پخت و پز بسیار پایدار و جهت مصارف خوراکی در مقایسه با سایر دانه های روغنی مناسب گردد (ضمیمه شماره ۱)



شکل ۱. ترکیب اسیدهای چرب گونه های وحشی بادام Prunus scoparia (a) سال ۲۰۱۲ و (b) ۲۰۱۳

گونه های وحشی بادام به عنوان بیودیزل و یک گیاه صنعتی

اسید چرب متیل استر (FAMs) دانه های روغنی جهت استفاده به عنوان سوخت در موتورهای دیزلی مناسب شناخته شده است (هارنینگتون). علاوه بر آن FAMs به عنوان بیودزیرل یک سوخت زیستی بوده و از نظر محیطی به عنوان سوخت پاک، غیر سمی و در محیط به راحتی تجزیه می گردد. عدد صابونی (SV)، عدد یدی (IV) و عدد ستونی (CN) جهت تخمین قابلیت استفاده از روغن های استحصالی از گونه های وحشی بادام به عنوان بیودیزل مورد استفاده قرار می گیرند. SV عبارت است از مقدار KOH برحسب میلی گرم مورد نیاز جهت صابونی کردن ۱ گرم روغن می باشد و به عنوان میانگین وزن مولکولی همه اسیدهای چرب حاضر در روغن به حساب می آید. IV حجمی از ید بر حسب گرم جهت ۱۰۰ گرم روغن مورد استفاده قرار می گیرد، تعریف می گردد. این پارامتر جهت تعیین محتوای اسیدهای چرب اشباع نشده استفاده و مقدار بالای عدد یدی نشان دهند حضور باندهای دوگانه در روغن می باشد. این پارامتر

بستگی به درصد غلظت اسیدهای چرب اشباع نشده، وزن مولکولی و تعداد باندهای دوگانه حاضر در روغن می باشد. نهایتاً، CN به عنوان یک شاخص برای سرعت اشتعال سوخت به حساب می آید. به طور کلی موتورهای دیزلی با پارامترهایی که در فوق ذکر آنها آمد در معیارهای برای SV، IV و CN به ترتیب بین ۲۲۰-۱۹۰، ۱۶۰-۷ و ۵۵-۴۰ به خوبی عمل می کنند (اعظم و همکاران، ۲۰۰۵).

شاخص یدی بالا نشان دهنده غبراشباع بودن بالای چربی و روغن بوده و نشان دهنده این است که روغن پتانسیل پلی مریزه شدن را دارد. میانگین IV گونه های وحشی بادام بین ۱۲۵/۷ – ۱۰۴/۸ کیلوگرم I^2 در هر کیلوگرم می باشد (جدول ۴). روغن هایی با قبیل خصوصیات IV جزو روغن های گروه نیمه خشک به حساب می آید. IV گونه های وحشی بادام پیشنهاد می کند که این قبیل منابع می توانند در جهت تولید رزین الکین ، واکس کفش، لاک الکل مورد استفاده قرار گیرند.

عدد صابونی روغن های مورد مطالعه بین ۲۰۲/۱- ۱۹۹/۲ (جدول ۴). عدد صابونی بالا نشان دهنده این است که روغن مورد مطالعه می تواند جهت تولید صابون های مایع، شامپو بسیار سودمند باشد. قابل ذکر است که استانداردهای بیودیزل ایالات متحدده آمریکا (ASTM، ۲۰۱۶) عدد CN را ۴۷ که مقدار آن کمتر از محدوده IV که ۱۱۵ می باشد و توسط موسسه استاندارد BSEN معرفی کرده است.

جدول ضمیمه شماره ۱: مقایسه بین پارامترهای شیمیایی روغن گونه های وحشی بادام Prunus scoparia و روغن سایر دانه های روغنی.

Parameter	*P. scoparia*	Safflower[a]	Linseed[b]	Sesamum[c]	Sunflower[d]
Oil content (g/kg DM)	180.6-271.5	13-5	36-4	40.4-59.8	19.8-26.7
Myristic acid (g/kg oil)	nd	nd	0.5-0.2	0.5-1.8	nd
Palmitic acid (g/kg oil)	106.2-266.3	3.4-10.2	5.6-7.7	4.0-9.6	9.9-12.7
Stearic acid (g/kg oil)	194.3-276.5	0.8-9.9	3.1-4.4	3.9-9.6	3.2-5.1
Oleic acid (g/kg oil)	232.4-359.6	5.6-86.9	20.9-24.4	31.8-37.6	16.9-27.4
Linoleic acid (g/kg oil)	190.7-348.8	7.1-88.7	17.4-19.2	42.2-51.6	56.2-58.9
Linolenic acid (g/kg oil)	nd	nd	46.1-50.7	3.8-9.4	6.8-10.0

[a]Johnson, Bergman, &Flynn, 1999;Velasco & Fernandez, 2001; [b]El-Beltagi, Salama, &El-Hariri, 2007;
[c]Azeez&Morakinyo, 2009.; [d]Maestri, Labuckas, Guzman, &Giorda, 1998.

همبستگی بین صفات

همبستگی ما بین روغن مختلف استحصالی از گونه وحشی بادام *Prunus scoparia* در جدول ۵ نشان داده شده است. محتوای روغن افراد مورد مطالعه با هیچ یک از صفات مورد مطالعه همبستگی معنی داری را نشان نداد، باستثناء TUSFA همبستگی معنی داری را در سطح یک درصد نشان داد. سایر جزییات مربوط به همبستگی صفات در جدول به خوبی نشان داده شده است. این قبیل ارتباطات با صفات مورد مطالعه نیز در سایر دانه های روغنی از قبیل سویا (ریبتزکه و همکاران، ۱۹۹۶)؛ بادام زمینی (آندرسون و گوربت، ۲۰۰۲)؛ کلزای زمستانه (مولر و شرهولت، ۲۰۰۲)و کنجد (ور و همکاران، ۲۰۰۶) گزارش شده است.

فصل سوم:

نتیجه گیری وپیشنهاد

نتیجه گیری وپیشنهادات:

این مطالعه کمیت و کیفیت روغن گونه وحشی بادام *Prunus scoparia* را در مقایسه با سایر گیاهان روغنی از قبیل آفتابگردان، گلرنگ و کتان مورد مطالعه قرار گرفت. روغن استحصالی از گونه وحشی *Prunus scoparia* از نظر اولیک و لینولیک اسید غنی بوده هرچند که تنوع وسیعی از نظر ترکیب اسیدهای چرب در بین افراد مورد مطالعه گونه وحشی بادام *Prunus scoparia* مشاهده شده است. اولیک اسید بالا افراد مورد مطالعه گونه وحشی بادام باعث می شود که روغن استحصالی از گونه های وحشی بادام جهت مصارف پخت و پز مناسب بوده در حالی که محتوای اینولیک اسید بالای روغن گونه وحشب بادام *Prunus scoparia* از نظر تغذیه ای نیز آنها را ارزشمند نموده است. گونه وحشی *Prunus scoparia* می تواند به عنوان یک منبع جدید روغن های خوراکی در نظر گرفته شود. همچنین به دلیل داشتن پتانسیل استفاده مصارف صنعتی، صابون سازی می تواند به عنوان یک سوخت بیودیزل نیز به حساب آید.

گونه وحشی *Prunus scoparia* نه تنها از نظر ارزش های غذایی حایز اهمیت بوده بلکه مصارف صنعتی آن نیز می تواند بسیار حایز اهمیت باشد. بنابراین استفاده از این منبع و ژرم پلاسم غنی از گونه های وحشی بادام در آینده بسیار حایز اهمیت است و می توان از این موهبت الهی در جهت حفظ سلامت مصرف کننده از جنبه خوراکی بودن و همچنین به عنوان یک سوخت پاک در حفظ محیط زیست کوشا بود.

منابع

منابع فارسی و انگلیسی

ایمانی ع .۱۳۷۹. اصلاح بادام. نشر آموزش کشاورزی.

ایمانی ع. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر برخی از صفات بیولوژی و فیزیولوژی بر روی عملکرد ارقام بادام انتخابی. رساله دکتری باغبانی دانشکده کشاورزی تربیت مدرس.

ایمانی ع. قاسمی ا. مرادی ح. مظفری م. عدلی م. وظیفه‌شناس م. دولتی‌بانه ح. ۱۳۸۵. گزارش نهایی طح تحقیقاتی شناسایی، جمع-آوری و ارزیابی ارقام و گونه‌های بادام به منظور حفاظت و بهره‌برداری. نشریه شماره ۲۵۰/۶۳. ۸۵ صفحه/

جوادی خ. ۱۳۴۴. بررسی بادام ایران. رساله کارشناسی ارشد باغبانی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

خواجه پور م. ر. ۱۳۸۳. تولید نباتات صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان.

سرخه ک. ۱۳۸۴. بررسی تنوع ژنتیکی گونه‌های وحشی و ژنوتیپ‌های کاشته شده بادام با استفاده از نشانگر مولکولی AFLP و برخی از صفات مورفولوژیکی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

سرخه ک. امینی ف. ۱۳۸۸. اصول و روش‌های تجزیه و تحلیل‌های آماری چند متغیره. انتشارات دانش پرور تهران.

سرخه، ک. ۱۳۹۰. بررسی فیزیو-بیوشیمیایی و مولکولی مهمترین گونه‌های وحشی و ژنوتیپ‌های اهلی بادام ایران. رساله دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

Andersen, C. A., & Gorbet, D. W. (2002). Influence of year and planting date on fatty acid chemistry of high oleic acid and normal peanut genotypes. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 50, 1298–1305.

AOAC International (2005). Official methods of analysis of AOAC international. Gaithersburg: AOAC International.

Arslan, B. (2007). The determination of oil content and fatty acid composition of domestic and exotic safflower genotypes and their interaction. Journal of Agronomy, 6, 415–420.

ASTM International (2016). Standard specification for biodiesel fuel (B100) blend stock for distillate fuels. Patent number D6751-15a. <http://www.astm.org/ Standards/D6751.htm>.

Azam, M. M., Waris, A., & Nahar, N. M. (2005). Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. Biomass and Bioenergy, 29, 293–302.

Bernhard R. 1949. The peach, almond and its utilization. Rev Horticole 121:97–101

Brar, G. S. (1982). Variations and correlations in oil content and fatty acid composition of sesame. Indian Journal of Agricultural Science, 52, 434–439.

Browicz K. 1969. *Amygdalus* L. In: Rechinger KH (ed). Flora Iranica 66:166–168

Browicz, K. (1969). Amygdalus L.. In K. H. Rechinger (Ed.). Flora Iranica (Vol. 66, pp. 166–168). .

Browicz, K. and Zohary, D., The Genus *Amygdalus* L. (Rosaceae): Species Relationships, Distribution and Evolution under Domestication, Genet. Res. Crop Evol., 1996, vol. 43, pp. 229–247.

BSi (2014). Liquid petroleum products. Fatty acid methyl esters (FAME) for use in diesel engines and heating applications. Requirements and test methods. . http:// infostore.saiglobal.com/EMEA/Details.aspx?ProductID=1731104.

Chen, C. Y., Lapsley, K., & Blumberg, J. (2006). A nutrition and health perspective on almonds. Journal of Science and Food Agriculture, 86, 2245–2250.
content and fatty acid composition in East African sesame (Sesamum indicum L.) accessions evaluated over 3 years. Field Crop Research, 97, 254–260.
Denisov V.P. 1988. Almond Genetic Resources in the USSR and their use in production and breeding. Acta Hortic 224:299–306
Evreinoff V.A. 1952. Quelques observations biologiques sur l'amandier. Rev Int Bot App Agr Trop 32: 442–459
FAO STAT (2013). Data sources 2004. . http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E.
FAOSTAT. 2011. http://faostat.org/economic/ess
Farhoosh, R., & Tavakoli, J. (2008). Physicochemical properties of kernel oil from Amygdalus scoparia growing wild in Iran. Journal of Food Lipids, 15, 433–443.
Fernandez-Martinez, J., Rio, M. D., & Haro, A. D. (1993). Survey of safflower (Carthamus tinctorius L.) germplasm for variants in fatty acid composition and other seed characters. Euphytica, 69, 115–122.
Gradziel T.M. 1997. "Almond" In: The books and Olmo register of fruit and nut varieties. 3rd ed. ASHS Press. Alexandria Va. 112
Grasselly C. 1976. "Origine at evolution de Pamendier cultivar Options Mediterraneennes" 32: 45-49
Grasselly C. 1976. Origine et evolution de l'amandier cultive. Options Mediterr 32:45–49
Grasselly C. CrossaRaynaud P. 1980. L'amandier. Maisonneuve et Larose Paris p. 446p.
Grigorian V. 1976. Description de la situation de l'amandier en Iran.Options Mediterraneenes 60: 77-79
Harrington, K. J. (1986). Chemical and physical properties of vegetable oil esters and their effect on diesel fuel performance. Biomass, 9, 1–17.
Hartmann, R. B., Fehr, W. R., Weike, G. A., Hammond, E. G., Duvick, D. N., & Cianzio, R. (1996). Association of elevated palmitate content with agronomic and seed traits of soybean. Crop Science, 36, 1466–1470.
Kale, V. (2007). National seminar on changing vegetable oil scenario: Issues and challenges before India (pp. 81–86). Hyderabad, India: Indian Society of oilseeds Research, Directorate of oil seeds research.
Kester D.E. and Assay R. 1975. "Almond" In: Advance in fruit breeding (ed. Janick J. and J. N. Moore) Purdu Univ. Press West Lafayette Indiana 387-419
Kester D.E. Gradziel T.M. 1996. Almonds. In: Janick J Moore JN (eds) Fruit breeding. Wiley New York USA pp 1–97
Kester D.E. Gradziel T.M. Grasselly Ch. 1991. Almonds (*Prunus*). In: Moore JM Ballington JR (eds) Genetic resources of temperate fruit and nut crops published by the internat. Society for Horticultural Science Wageningen pp 701–758
Kiani, S., Rajabpoor, S. H., Sorkheh, K., & Ercisli, S. (2015). Evaluation of seed quality and oil parameters in native Iranian almond (Prunus L. spp.) species. Journal of Forestry Research, 26, 115–122.
Knowles, P. E., & Hill, A. B. (1964). Inheritance of fatty acid content in the seed oil of a safflower introduction from Iran. Crop Science, 4, 406–409.
Krisnangkura, K. (1986). A simple method for estimation of cetane index of vegetable oil methyl esters. Journal American Oil Chemistry Society, 63, 552–553.

Maestri, D. M., Labuckas, D. O., Guzman, C. A., & Giorda, L. M. (1998). Correlation between seed size, protein and oil contents, and fatty acid composition in soybean genotypes. Grasas y Aceites, 49, 450–453.

Maguire, L. S., O'Sullivan, S. M., Galvin, K., O'Connor, T. P., & O'Brien, N. M. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. International Journal of Food Science Nutrition, 55, 171–178.

Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., Dicenta, F., Howad, W., Arus, P., & Gradziel, M. (2007). Almonds. In C. R. Kole (Ed.). Genome mapping and molecular breeding. Fruits & Nuts (Vol. 4, pp. 229–242). Heidelberg, Berlin, New York, Tokyo: Springer.

Mollers, C., & Schierholt, A. (2002). Genetic variation of palmitate and oil content in a winter oilseed rape doubled haploid population segregating for oleate content. Crop Science, 42, 379–384.

Patil, A., Taware, S. P., Oak, M. D., Tamhankar, S. A., & Rao, V. S. (2007). Improvement of oil quality in soybean [Glycine max (L.) Merrill] by mutation breeding. Journal of American Oil Chemistry Society, 84, 1117–1124.

Ramos, M. J., Fernández, C. M., Casas, A., Rodríguez, L., & Pérez, A. (2009). Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. Bioresources Technology, 100, 261–268.

Rebetzke, G. J., Pantalone, V. R., Burton, J. W., Carver, B. F., & Wilson, R. F. (1996). Phenotypic variation for saturated fatty acid content in soybean. Euphytica, 91, 2892–2895.

Ruiz Sánchez, M.C., Domingo, R., Torrecillas, A., and Pérez_Pastor, A., Water Stress Preconditioning to Improve Drought Resistance in Young Apricot Plants, Plant Sci., 2000, vol. 156, pp. 245–251.

Sarin, R., Sharma, M., & Khan, A. (2009). Studies on Guizotia abyssinica L. oil, biodiesel synthesis and process optimization. Bioresources Technology, 100, 4187–4192.

Sathe, S. K., Teuber, S. S., Gradziel, T. M., & Roux, K. H. (2001). Electrophoretic and immunological analyses of almond (Prunus dulcis L.) genotypes and hybrids. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 49, 2043–2052.

Serafinov S. 1971. A spontaneous hybrid of *Amygdalus kuramica* Korsh. and *A. spinosissima* Bge. from Afghanistan. Compt Rend Acad Sci Agric Bulgaricae 4:349–351

Smirnoff N. 1995. Environmental and plant metabolism. In: Environment and Plant Metabolism: Felexibility and Acclimation. Bios. Scientific. Oxford. PP: 217-243.

Sorkheh K, Shiran B, Gradziel TM, Epperson NK, Martínez-Gómez P, Asadi E (2007) Amplified fragment length polymorphism as a tool for molecular characterization of almond germplasm: genetic diversity among cultivated genotypes and related wild species of almond, and relationships with agronomic traits. Euphytica 156:327–344

Sorkheh, K., B. Shiran, M. Khodambashi, H. Moradi, T.M. Gradziel, P. Martinez-Gomez (2010) Correlations between quantitative tree and fruit almond traits and their implications for breeding. Scientia Horticulture 125: 323-331.

Sorkheh, K., B. Shiran, M. Khodambashi, V. Rouhi, S. Mosavei, A. Sofo. (2011) Exogenous praline affect the antioxidant system of wild almond species (*Prunus* spp.) subjected to oxidative stress. Acta Botanica, accepted for publication.

Sorkheh, K., B. Shiran, V. Rouhi, M. khodambashi, A. Sofo. (2011) Regulation of the Ascorbate – Glutathione cycle in wild almond during drought stress. Russain Journal of Plant Physiology. 58 (1)76-84.

Sorkheh, K., B. Shiran, V. Rouhi, M. Khodambashi, A. Sofo. (2011). Salt stress induction of some key antioxidant enzymes and metabolites in eight Iranian wild species. Acta Physiol Plant, DOI 10.1007/s11738-011-0819-4.

Sorkheh, K., Shiran, B., Rouhi, V., Asadi, E., Jahanbazi, H., Moradi, H., Gradziel, T.M., and MartínezGómez, P., Phenotypic Diversity within Native Iranian Almond Species and Their Breeding Potential, Genet. Res. Crop Evol., 2009, vol. 56, pp. 947–961.

Sorkheh, K., Shiran, B., Rouhi, V., Asadi, E., Jahanbazi, H., Moradi, H., Gradziel, T.M., Martinez-Gomez, P. (2009) Phenotypic diversity within native Iranian almond (*Prunus* spp.) species and their breeding potential. Genet Resour Crop Evol, DOI 10.1007/s10722-009-9413-7

Sorkheh, K., Shiran, B., Rouhi, V., Asadi, E., Jahanbazi, H., Moradi, H., Gradziel, T. M., et al. (2009). Phenotypic diversity within native Iranian almond (Prunus spp.) species and their breeding potential. Genetic Resources & Crop Evolution, 56, 947–961.

SpiegelRoy P. and Weinbaum S.A. 1983. Increasing productivity in sweet almond using selected clones of bitter almond. Euphytica 34: 213-217

Stylianides D.C. 1977. New almond varieties created by breeding in Greece In: 3d Coll GREMPA CIHEAM Bari Italy, pp 140-149

Tewary P.K. Sharma A. Raghunath M.K. Sarkar A. 2000. In vitro response of promising mulberry (*Morus* sp.) genotypes for tolerance to salt and osmotic stresses. Plant Growth Regul 30:17–21

Uyenoyama M.K. Zhang Y. and Newbigin E. 2001. On the origin of self-incompatibility haplotypes: transition through self-compatible intermediates. Genetics 157: 1805–1817

Vaughan, J. G. (1970). The structure and utilization of oilseeds.London, United Kingdom: Chapman and Hall publishing.

Vavilov N.I. 1930. Wild progenitors of the fruit trees of Turkistan and Caucasus and the problem of the origin of fruit trees. In: IX International Horticultural Congress report and proceedings London 27: 1286- 1930

Vejovic-Jovanovic S.D. Pignocchi C. Noctor G. and Foyer C. H. 2001. Low ascorbic acid in the Vtcl mutant of Arabidopsis is associated with decreased growth and intracellular redistribution of the antioxidant system. Plant Physiology. 127: 426-435.

Vlasic A. 1977. *L'amygdalus webbi* Spach ed I suolsi ibridi col pesco com portaninnesto del mandorlo. 3d Colloque GREMPA Bari Italy. pp 80–81

Vranová, E., Inzé, D., and van Breusegem, F., Signal Transduction during Oxidative Stress, J. Exp. Bot.,2002, vol. 53, pp. 1227–1236.

Weinbaum S.A. 1985. Role of natural self-pollination in self-fruitfulness in almond. Sci Hortic (Amsterdam) 27:295–302

Were, B. A., Onkware, A. O., Gudu, S., Welander, M., & Carlsson, A. S. (2006). Seed oil

Wright L.N. Jordan G.L. 1970. Artificial selection for seedling drought tolerance in Boer Love grass (*Eragrostis curvula* Nees). Crop Sci 10:99–102

Yadav, S., Suneja, P., Hussain, Z., Chaudhary, R., Singh, O., & Mishra, S. K. (2010). Variability in oil content and fatty acid composition in selected walnut (Juglans regia) germplasm. Indian Journal of Agricultural Science, 80, 626–630.

Zhang Y. Donnelly D.J. 1997. In vitro bio-assays for salinity tolerance screening of potato. Potato Res 40:285–295

Zhao X. Tan H.J. Liu Y.B. Li X.R. Chen G.X. 2009. Effect of salt stress on growth and osmotic regulation in *Thellungiella and Arabidopsis* callus. Plant Cell Tiss Organ Cult 98:97–103

Zohary M. and SepagelRoy P. 1975. Beginning of fruit growing in the old word. Science 187:319-327