فرآوری و بهره‌برداری از میوه، کلادود (پد) و هسته کاکتوس آپونتیا

کارمن سائنز
دانشکده علوم زراعی و تولید نوشیدنی، دانشگاه شیلی، سانتیاگو، شیلی

ترجمه
روابط عمومی شرکت کشت و صنعت امید خوزی

فـرآوری و بهره‌بـرداری از میـوه، کلادود(پد)وهسته

مقدمه

یک نویسنده سیسیلی زمانی انجیر تیغی را "گنجینه ای زیر خارها" نامید، به دلیل فواید بی‌شمار آن، برخی از آنها که تا به امروز کمتر شناخته شده بودند.
در بسیاری از کشورها - آرژانتین، شیلی، پرو، بولیوی، آفریقای جنوبی، مصر، ترکیه، اتیوپی، اریتره و سایر کشورها در آمریکای جنوبی و حوضه مدیترانه - معمولاً میوه کاکتوس (انجیر تیغی) مصرف می‌شود. در مکزیک، علاوه بر میوه، کلادودهای تازه (نپالیتوس) نیز مصرف می‌شوند. با این حال، هم میوه‌ها و هم نپالیتوس بعد از چند ماه قابل فساد هستند و نیاز به فناوری‌های فرآوری دارند تا عمر مفید آنها افزایش یابد. علاوه بر این، هم میوه ها و هم کلادودها حاوی ترکیبات بیواکتیو زیادی هستند که باید در طول فرآوری حفظ شوند تا مصرف‌کنندگان بتوانند از تمامی مزایای آنها بهره مند شوند. انجیر تیغی یک میوه چند منظوره است و طیف گسترده‌ای از محصولات و محصولات جانبی می‌تواند از آن استخراج شود. همین موضوع برای کلادودها نیز صدق می‌کند.
Sáenz و همکاران (ویراستاران، ۲۰۰۶، ۲۰۱۳) گزینه های متعددی برای فرآوری میوه‌ها و کلادودها ارائه کرده‌اند. پیشرفت‌های اخیر در این زمینه در این نوشتار ارائه شده است.

ترکیب شیمیایی و ترکیبات بیواکتیو کاکتوس آپونتیا

قبل از فرآوری هر ماده خام، ضروری است که ترکیب شیمیایی و فیتوشیمیایی آن و همچنین ویژگی‌های فناوری مرتبط با فرآیند صنعتی آن را بشناسیم. برای انجیر تیغی، اطلاعاتی درباره ترکیب شیمیایی میوه‌ها، دانه‌ها و کلادودها مورد نیاز است. علاوه بر این، درک کاملی از ترکیبات بیواکتیو این بخش‌های کاکتوس، فعالیت‌های آنها و فواید نسبی بهداشتی آنها ضروری است.
تحقیقات زیادی در مورد ترکیب شیمیایی قسمت های خوراکی میوه از گیاهانی که در نقاط مختلف جهان از جمله مصر، عربستان سعودی، مکزیک، شیلی و آرژانتین رشد کرده‌اند، انجام شده است. اطلاعات گسترده‌ای در مورد ترکیب و کاربردهای بذرها به عنوان منبعی از روغن، فیبر و پروتئین موجود است، به‌ویژه تحلیل‌های دقیق سائنز و همکاران (ویراستاران، ۲۰۰۶).
این فصل جدیدترین اطلاعات در این زمینه را ارائه می‌دهد.
Opuntia، گونه‌های متفاوتی دارد، از جمله Engelmannii ، Compressa ، ficus-indica و انواع دیگر است که با میوه‌های شیرین و آبدار و پالپ با رنگ‌های مختلف: سفید،سبز، زرد، نارنجی، قرمز یا بنفش دیده می‌شوند. نسبت پالپ در میوه متفاوت است و پوست آن به طور کلی نازک است. اکوتیپ های رنگی **(شکل1)** دو کاربرد دارند: تولید رنگ‌های طبیعی (بتالین‌ها) و فراهم آوردن مزایای سلامتی به لطف خواص آنتی‌اکسیدانی آنها.
(Butera و همکاران، 2002؛ Galati و همکاران، 2003a؛ Kuti، 2004؛ Tesoriere و همکاران، 2005a؛ Stinzing و همکاران، 2005؛ Azeredo، 2009؛ Fernández López و همکاران، 2010).
سایر ترکیبات بیواکتیو موجود در میوه‌ها شامل ویتامین C، کاروتنوئیدها و فیبر غذایی هستند (Morales و همکاران، 2009؛ Sáenz و همکاران، 2009، 2012a). کلادودهای کاکتوس دارای محتوای بالای آب، فیبر غذایی و مواد معدنی هستند (Pimienta Barrios، 1990؛ Sáenz و همکاران، ویراستاران، 2006). دانه‌ها سرشار از اسیدهای چرب ضروری غیراشباع مانند اسید لینولئیک هستند (Ennouri و همکاران، 2005؛ Özcan و Al Juhaimi، 2011).
در ترکیب شیمیایی میوه‌های انجیر تیغی رنگی تفاوت‌های جزئی وجود دارد؛ تفاوت‌های عمده به

شکل1
میوه‌های انجیر تیغی (اکوتیپ‌های رنگی)

جدول ۱ ویژگی‌های شیمیایی و فناوری پالپ انجیر تیغی وابسته به رنگ میوه‌ها

پارامترها	انجیر تیغی سبز	انجیر تیغی بنفش	انجیر تیغی زرد-نارنجی
pH	5.3–7.1	5.9–6.2	6.2–6.3
اسیدیته (٪ اسید سیتریک)	0.01–0.18	0.03–0.04	0.55–0.57
جامدات محلول (°Brix)	12–17	12.8–13.2	13.5–14.5
ویتامین C (mg 100 g^{-1})	4.6–41.0	20.0–31.5	24.1–28.0
کاروتن-β (mg 100 g^{-1})	0.53	–	0.85–2.28
لوتئین (µg g^{-1})	26.0	0.15	0.04
بتاسیانین‌ها (mg kg^{-1})	0.1–0.8	111.0–431.0	2.4–11.0
بتاکسانتین‌ها (mg kg^{-1})	0.4–3.1	89.4–195.8	16.0–76.3

منبع: Askar و El Samahy، 1981؛ Pimienta Barrios، 1990؛ Sawaya و همکاران، 1983؛ Sepúlveda و Sáenz، 1990؛ Sáenz و Sepúlveda، 2001a؛ Sáenz و همکاران، ویراستاران، 2006؛ Stintzing و همکاران، 2005؛ Hernández Perez و همکاران، 2009b؛ Morales و همکاران، 2009؛ El Gharras و همکاران، 2006؛ Coria Cayupan و همکاران، 2011؛ Sáenz و Fabry (اطلاعات منتشر نشده).

محتوای رنگدانه‌ها مرتبط است.

جدول ۱ محدوده‌های برخی از ترکیبات شیمیایی و ویژگی های فناوری را خلاصه می‌کند.

بر اساس مقادیر گزارش شده توسط چندین نویسنده، انجیر تیغی‌های قرمز، بنفش و زرد-نارنجی حاوی بتالین‌ها هستند، در حالی که انجیر تیغی‌های قرمز و بنفش حاوی بتاسیانین‌ها و انجیر تیغی‌های زرد-نارنجی حاوی بتاکسانتین‌ها می‌باشند (Stintzing و همکاران، 2005؛ Sáenz و همکاران، 2012b).

ترکیب شیمیایی می‌تواند بسته به عوامل مختلف متفاوت باشد:

- منشاء گیاهان (به عنوان مثال، اقلیمی که در آن کشت می‌شوند).
- عوامل زراعی مانند کشت، کوددهی و آبیاری.
- تفاوت‌های ژنتیکی (Muñoz de Chavez و همکاران، 1995؛ Ochoa، 2008).

انجیر تیغی غنی از کلسیم است، اگرچه McConn و Nakata (2004) گزارش می‌دهند که قابلیت دسترسی زیستی کلسیم ممکن است پایین باشد زیرا به صورت اگزالات کلسیم موجود است که جذب نمی‌شود. محتوای بالای پتاسیم و محتوای پایین سدیم مزایای تغذیه‌ای روشنی برای افرادی با مشکلات کلیوی و فشار خون بالا ارائه می‌دهد.

ویژگی‌های فناورانه

میوه

علاوه بر ترکیب شیمیایی و ترکیبات بیواکتیو، ویژگی‌های دیگری نیز در هنگام فرآوری باید در نظر گرفته شوند. به طور کلی، میوه‌های انجیر تیغی دارای pH بالا (5.3-7.1) هستند و به همین دلیل به عنوان غذاهای کم‌اسید طبقه‌بندی می‌شوند ($pH \geq 4.5$). O. xoconostle (گونه ای آپونتیا) یک استثنا است که اسیدیته بالاتری دارد ($pH > 3.5$) (Mayorga و همکاران، 1990). به خوبی شناخته شده است که دمای عملیات حرارتی به pH وابسته است (Casp و Abril، 1999). به همین دلیل، هنگامی که غذاهای غیر اسیدی پاستوریزه یا کنسرو می‌شوند، مگر اینکه pH کاهش یابد (مثلاً با افزودن اسید سیتریک)، برای کاهش شمارش میکروبی به سطح ایمنی در مقایسه با فرآوری غذاهای اسیدی ($pH \leq 4.5$)، دمای بالاتری لازم است. دماهای بالا (عموماً بیش از 121 درجه سانتی‌گراد) می‌تواند ویژگی هایی مانند طعم، رنگ و عطر را به طور منفی تحت تأثیر قرار دهد. pH و محتوای بالای جامدات محلول پالپ رشد میکروارگانیسم‌ها را تسهیل می‌کند (Sáenz و Sepúlveda، 1999؛ Sáenz، 2000). بنابراین، کنترل عملیات حرارتی در فرآیندهای نگهداری بسیار مهم است.

از نظر حسی، میوه‌های سبز در برخی کشورها (مثلاً شیلی) بافت، طعم (شیرین‌تر) و عطر بهتری نسبت به اکوتیپ های بنفش و نارنجی دارند که تمایل دارند آردی باشند. با این وجود، میوه‌های بنفش، قرمز و نارنجی پتانسیل بسیار خوبی برای فرآوری دارند، زیرا بتالین‌های موجود در اکوتیپ‌های رنگی نسبت به کلروفیل‌ها از نظر pH و حرارت پایدارتر هستند (Merin و همکاران، 1987؛ Montefiori، 1990؛ Castellar و همکاران، 2003؛ Sáenz و Sepúlveda، 2001a؛ Sáenz و همکاران، 2012b).

کلادودها (پد-نوپال)

حضور موسیلاژ (نوعی ماده ژلاتینی) و پکتین (عامل غلظت دهنده در مواد غذایی) در کلادودها بر ویسکوزیته برخی محصولات تأثیر می‌گذارد، مانند آماده‌سازی‌های پودری که قبل از مصرف با آب یا آب‌میوه مخلوط می‌شوند. هر دو ترکیب جزئی از فیبر غذایی هستند و به عنوان هیدروکلوئیدها شناخته می‌شوند، که به دلیل توانایی خود در جذب و حفظ آب شناخته شده‌اند. آن‌ها همچنین می‌توانند استخراج شده و به عنوان غلظت‌دهنده در مواد غذایی استفاده شوند (Sáenz و همکاران، 2003، 2004؛ Sepúlveda و همکاران، 2007، 2003a).

ترکیب شیمیایی نوپالیتوس (پدهای کاکتوس) توسط Pimienta Barrios (1990) و Maki Díaz و همکاران (2015) گزارش شده است. همانند سایر سبزیجات، محتوای آب و فیبر بالایی دارند. پلی‌فنل‌ها (ترکیبات شیمیایی گیاهی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی) در آن‌ها وجود دارند و در رژیم غذایی مهم هستند. با این حال، در طی نگهداری می‌توانند به دلیل اکسیداسیون (فرآیند شیمیایی که منجر به تغییر رنگ و قهوه‌ای شدن می‌شود) باعث تغییر

رنگ شوند (Rodríguez Felix، 2002).
علاوه بر این، اسیدیته نوپالیتوس در طول روز تغییر می‌کند - که نتیجه متابولیسم اسیدی کراسولاسه‌ای (CAM) (Cantwell و همکاران، 1992) است - و زمان بهینه برداشت باید بسته به فرآیند مورد نظر انتخاب شود.

هسته

هسته‌های انجیر تیغی حدود 15% از بخش خوراکی میوه را تشکیل می‌دهند و دارای محتوای متغیر روغن هستند (به طور متوسط، 9.8 گرم در هر 100 گرم هسته) (Ramadan و Mörsel، 2003a). روغن هسته غنی از اسیدهای چرب غیراشباع است (Sepúlveda و Sáenz، 1988؛ Ennouri و همکاران، 2005؛ Ghazi و همکاران، 2013)؛ بنابراین، برای صنایع داروسازی و آرایشی بسیار جذاب و پرکاربرد است، به عنوان مثال در مراکش و تونس.
با توجه به بازده پایین روغن از هسته، به عنوان روغن خوراکی ،به هیچ عنوان اقتصادی نیست. وجود توکوفرول ها (آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی) در بازه 3.9 تا 50 درصد متغیر است. Matthäus و (2011) Özcan و Özcan و Al Juhaimi (2011) گزارش کرده‌اند که فیبر و مواد معدنی نیز اجزای مهمی در هسته‌ها هستند، با 12.5 درصد فیبر خام و مقادیر بالایی از کلسیم، پتاسیم و فسفر، و همچنین سایر مواد معدنی. محتوای نسبتاً بالای پروتئین (تقریباً 6%) به این معنی است که هسته انجیر تیغی منبع پروتئین برای مصرف انسانی است (Tlili و همکاران، 2011).

فناوری‌های فرآوری

مجموعه گسترده‌ای از فناوری‌های سنتی نگهداری می‌تواند برای میوه انجیر تیغی، کلادودها (پدهای کاکتوس) و هسته‌ها به کار رود. برخی از این فناوری‌ها توسط Sáenz و همکاران (2006) توصیف شده‌اند. در اینجا به برخی از نوآورانه‌ترین فناوری‌ها اشاره می‌شود:

محصولات خشک شده

فعالیت آب (aw) معیاری برای اندازه‌گیری میزان "آب قابل دسترس" در یک ماده غذایی است. دسترسی به آب در بافت های گیاهی متغیر است و تمایزی بین "آب آزاد" و "آب پیوسته" وجود دارد. نسبت‌های آب آزاد و آب پیوسته عمدتاً به ترکیب غذایی بستگی دارد، زیرا ترکیباتی مانند هیدروکلوئیدها دارای ظرفیت نگهداری آب بالاتری هستند. موسیلاژ موجود در پدهای کاکتوس (Opuntia) و میوه های آن مثالی از یک هیدروکلوئید است.

رشد میکروبی را می‌توان با کاهش aw کنترل کرد. حداقل aw برای رشد میکروبی متغیر است. بر اساس تحقیقی از Roos (2007)، این مقدار برای باکتری‌ها بیشتر از 0.90، برای مخمرها 0.87-0.90، برای کپک‌ها 0.80-0.87 و برای مخمرهای اسموفیل 0.60-0.65 است.

فناوری‌هایی که برای کاهش aw به منظور نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شوند شامل خشک کردن، تغلیظ و خشک کردن با انجماد (خشک کردن در شرایط یخ‌زده) هستند؛ روش آخر با ترکیب سرما و کاهش aw رشد میکروارگانیسم‌ها را کنترل می‌کند.

محصولات خشک شده انجیر تیغی

خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین فرآیندهای نگهداری مواد غذایی است. این فرآیند می‌تواند به صورت طبیعی خشک کردن با استفاده از نور خورشید - یا با استفاده از تجهیزات مانند تونل‌های خشک‌کن، غلتک‌ها، خشک کن‌های صنعتی و خشک‌کن‌های اسپری انجام شود. فرآیندهای بسیار کنترل شده‌ای اخیراً توسعه یافته‌اند تا محصولات خشک با کیفیت بالاتر و همگن‌تر تولید کنند.
در مورد انجیر تیغی، مطالعات مختلفی درباره خشک کردن لایه‌های نازک پالپ برای تهیه محصولات جویدنی و طبیعی انجام شده است. این محصولات به نام‌های "برگه میوه" (fruit sheets)، "لواشک میوه" (fruit leather)، "نوارهای میوه" (fruit bars) یا "رول‌های میوه‌ای" (fruit rolls) شناخته می‌شوند و در ضخامت و محتوای رطوبت متفاوت هستند. برگه‌ها نازک‌تر و دارای رطوبت کمتری هستند، در حالی که نوارها دارای محتوای رطوبت بالاتری (≥ 20%) هستند. دانشگاه شیلی فرآیندی را توسعه داده که در آن ترکیبی از پالپ انجیر تیغی و پالپ به یا سیب برای تهیه رول‌های میوه‌ای استفاده می‌شود. اکوتیپ‌های رنگی نیز برای تولید محصولاتی با طعم و بافت دلپذیر و ظاهر جذاب استفاده می‌شوند (Sepúlveda و همکاران، 2000، 2003b). این محصولات علاوه بر داشتن طعم خوب، ظاهر زیبایی نیز دارند. در **شکل 3** می‌توان نمونه‌ای از این محصولات را مشاهده کرد. **جدول 2** ویژگی‌های برخی از این محصولات را نشان می‌دهد. ترکیبات شامل:

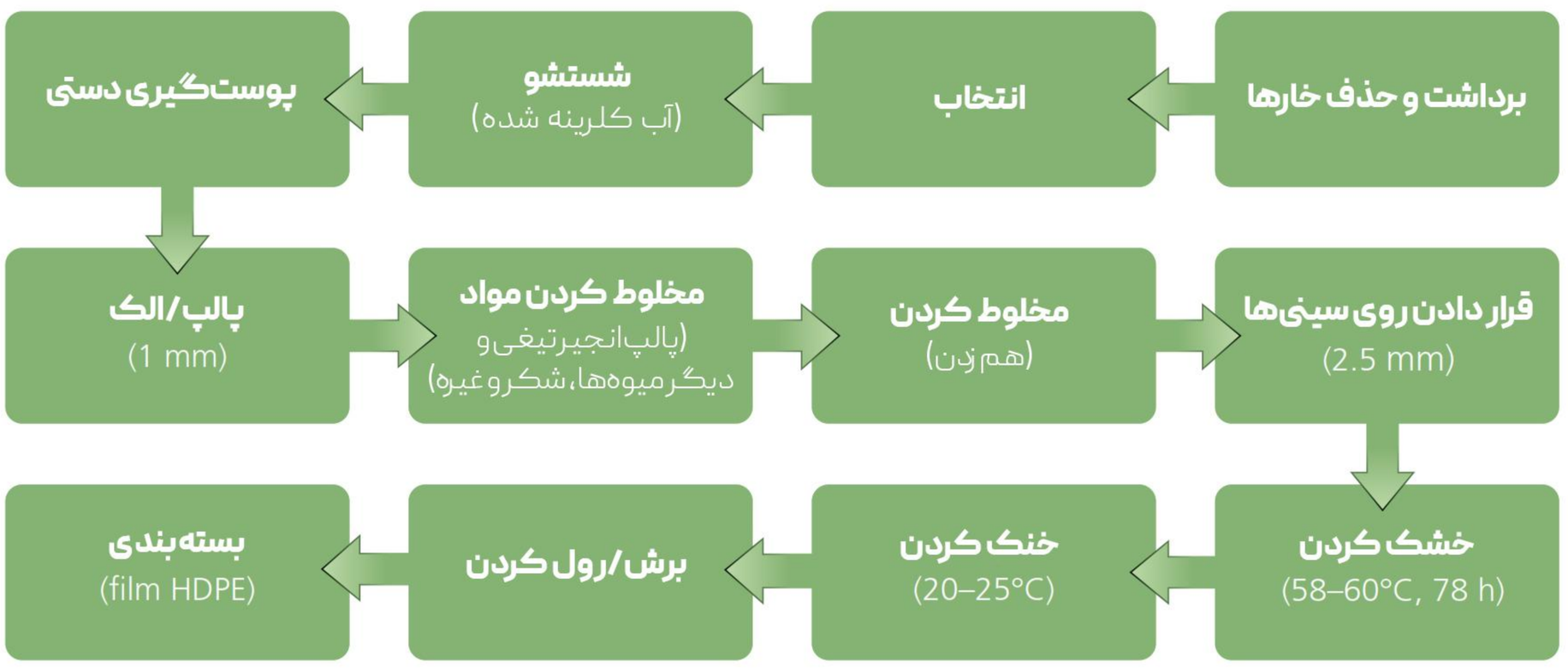
- 75% پالپ انجیر تیغی
- 25% پالپ سیب
- مقادیر متفاوتی از ساکارز (T1 و 6%=T2 ساکارز و 0%=T3 ساکارز و 0.01% سوکرالوز)
- مقادیر متفاوتی از بذر کتان (0%=T1 و T2 و 1% =T3)

مجموع محتوای فیبر غذایی در این ترکیبات بین 14.1% تا 43.9% متغیر است؛ اکوتیپ بنفش دارای محتوای فیبر بالایی است به دلیل محتوای بالای پالپ آن، و به جای شکر، سوکرالوز به آن اضافه شده است.
در **شکل 2** نمودار جریان مراحل مختلف تولید برگه‌های انجیر تیغی نمایش داده شده است و **شکل 3** پالپ‌های انجیر تیغی و سیب، و همچنین یک اجاق برای خشک کردن برگه‌ها را نشان می‌دهد.
El Sahamy و همکاران (2007a) برگه‌های انجیر تیغی نارنجی-زرد رنگ تهیه کردند. آن‌ها دماهای مختلف خشک کردن (60 و 70 درجه سانتی‌گراد) و نسبت‌های مختلف ساکارز (0، 1، 2، 3، 4، 5 و 10%) را آزمایش کردند. پالپ‌های تهیه شده به ضخامت 10 میلی‌متر پخش شده و در یک اجاق همرفت هوا به مدت 44 ساعت خشک شدند. برگه های مورد ترجیح شامل آن‌هایی بودند که با 2 و 3 درصد ساکارز تهیه شده بودند.
محصولات خشک شده معمولاً حاوی افزودنی‌ها نیستند؛ بنابراین، به عنوان "محصولات طبیعی" تلقی می‌شوند و توسط مصرف‌کنندگان پذیرفته می‌شوند.
این فناوری ساده، تا جایی که نویسنده می‌داند، در سطح تجاری استفاده نشده است. در حالی که شرکت‌هایی وجود دارند که رول‌های سیب، توت‌فرنگی، گیلاس و زردآلو ارائه می‌دهند، این محصولات معمولاً 100% طبیعی نیستند و معمولاً از پوره متمرکز گلابی و طعم‌دهنده‌ها و رنگ‌های مصنوعی ساخته می‌شوند.

جدول ۱ فیبر غذایی و ترکیبات فنولیک کل در رول‌های انجیر تیغی رنگی مخلوط با پالپ سیب و بذر کتان

ترکیب / پارامتر		رول‌های پالپ انجیر تیغی زرد-نارنجی		
		T1	T2	T3
فیبر غذایی کل	(g 100 g^{-1})	14.1 a	24.3 b	38.8 c
فنولیک کل	(mg GAE kg^{-1})	1 445.3 a	1 365.0 a	1 640.1 b
		رول‌های پالپ انجیر تیغی بنفش		
		T1	T2	T3
فیبر غذایی کل	(g 100 g^{-1})	20.2 a	28.9 b	43.9 c
فنولیک کل	(mg GAE kg^{-1})	1 404.7 a	1 438.0 b	1 846.0 b

GAE = معادل اسید گالیک.
حروف مختلف در سطح $P < 0.05$ اختلاف معنی‌داری دارند.
منبع: Sáenz و همکاران، داده‌های منتشر نشده.



شکل ۱
تهیه رول‌های میوه‌ای انجیر تیغی (اقتباس از Sáenz و همکاران، ویرایش)

شکل ۲
پالپ‌های انجیر تیغی و سیب؛ خشک‌کن الکتریکی سینی‌دار؛ رول های اکوتیپ رنگی (عکس‌ها از: C. Sáenz و A.M. Fabry

کیفیت چنین محصولاتی را می‌توان به راحتی با استفاده از پالپ انجیر تیغی رنگی بهبود بخشید تا محصولی طبیعی‌تر و سالم‌تر تهیه شود.

محصولات کلادودهای خشک شده

گزینه‌های خشک کردن کلادودها با میوه‌های انجیر تیغی متفاوت است. کلادودها به طور مستقیم برای مصرف خشک نمی‌شوند بلکه به پودرهایی با محتوای بالای فیبر غذایی تبدیل می شوند (Sáenz و همکاران، ۲۰۱۰). این پودر می‌تواند برای تهیه کوکی‌ها (مخلوط با آرد گندم)، پودینگ ها و - در برخی کشورها، به ویژه مکزیک - غلات صبحانه یا تورتیلاها استفاده شود. همچنین می‌توان از آن در تولید مکمل‌های غذایی (کپسول‌ها، قرص ها و غیره) استفاده کرد.

Rodríguez García و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که در طول رشد کلادودهای جوان، فیبر نامحلول افزایش یافته (از ۲۹.۸۷٪ در کلادود ۶۰ گرمی تا ۴۱.۶۵٪ در کلادود ۲۰۰ گرمی)، در حالی که فیبر محلول کاهش می‌یابد (از ۲۵.۲۲٪ به ۱۴.۹۱٪).

Ayadi و همکاران (۲۰۰۹) پودری با استفاده از کلادودهای کاکتوس ۲-۳ ساله تهیه کردند؛ کل فیبر غذایی آن ۵۱.۲۴٪ بود که ۳۴.۵۸٪ فیبر نامحلول و ۱۲.۹۸٪ فیبر محلول داشت. این پودر می تواند با افزایش مصرف فیبر غذایی روزانه، به چندین محصول غذایی کمک تغذیه‌ای کند. با این حال، گنجاندن پودر در غذاها به چالش‌های فناورانه‌ای نیاز دارد، زیرا برخی از جنبه‌های طعم و بافت نیاز به بهبود دارند (Sáenz و همکاران، ۲۰۰۲b، c؛ Ayadi و همکاران، ۲۰۰۹). به عنوان مثال، درمان‌های حرارتی باعث ایجاد بوی علفی و طعم می‌شوند و موسیلاژ موجود در کلادودها باعث ایجاد نقص‌های بافتی می‌شود (Sáenz و همکاران، ۲۰۱۲a).

تحقیقات Sáenz و همکاران (۲۰۱۲a) منجر به فیبر غذایی طبیعی خالص شده با بیش از ۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم فیبر غذایی کل و ۲۰-۲۲ گرم در ۱۰۰ گرم فیبر غذایی محلول شده است که یکی از نادرترین نوع فیبرهای موجود در سبزیجات است. تصفیه منجر به افزایش فیبر غذایی کل، کاهش رنگ سبز پودر و کاهش ترکیبات فنولیک کل، به ویژه زمانی که کلادودها در دماهای بالا شسته می‌شوند، می‌شود. این فرآیند تصفیه امیدوارکننده است و می‌تواند منجر به استفاده گسترده‌تر از پودر کلادود کاکتوس به عنوان افزودنی غذایی شود، به ویژه در بازارهایی که مصرف‌کنندگان با طعم علفی کلادودهای کاکتوس آشنا نیستند و بنابراین کمتر پذیرفته می‌شوند.

تحقیقات بیشتری برای به دست آوردن پودری غنی از فیبر غذایی، با طعم و رنگ کم و با ظرفیت آنتی اکسیدانی بالا برای استفاده به عنوان یک ماده در فرمولاسیون‌های جدید غذایی مورد نیاز است.

کنسانتره گلابی خاردار

محصولات مختلفی از میوه گلابی خاردار تولید می‌شود که شامل شربت‌ها، مرباها و آبمیوه‌های کنسانتره می‌شود (Sáenz، 2000). مورالز و همکاران (2009) سس‌های دسر رنگی (تاپینگ‌ها) را از اکوتیپ‌های رنگی با نتایج عالی تولید کردند که رنگ جذاب و ترکیبات عملکردی خود را حفظ کرده اند. برای این کار از کنسانتره وکیوم مخلوطی از پالپ گلابی خاردار با شکر (22.0-30.25%)، شربت فروکتوز (13.75-22.0%)، گلوکز (11.0-19.25%)، اسید سیتریک (0.14%) و نشاسته اصلاح‌شده (1.5%) استفاده شد. این محصولات جذاب ممکن است در انواع غذاهای مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

محصولات غذایی مختلفی از گلابی خاردار تولید می‌شود (Sáenz و همکاران، 2006). شرکت‌ها از اینترنت برای تبلیغ روش‌های مختلف مصرف و لذت بردن از محصولات میوه گلابی خاردار استفاده می کنند. این محصولات کنسانتره شامل مرباها، شربت ها و آب‌نبات‌ها می‌شود. اطلاعات موجود آنلاین نشان می‌دهد که این محصولات عمدتاً توسط شرکت‌های کوچک و هنری تولید می‌شوند. ژله های شیرین گلابی خاردار نیز از جمله این محصولات

شکل ۴ تاپینگ‌های رنگی گلابی خاردار روی دسر شیری

جدول ۳ زیست‌فعال موجود در تاپینگ‌های رنگی گلابی خاردار

ترکیب زیست‌فعال	تاپینگ گلابی خاردار بنفش	تاپینگ گلابی خاردار زرد - نارنجی
کاروتنوئیدها ($\mu g\ g^{-1}$)	0.186 ± 0.001	0.021 ± 0.001
فنولیک‌های کل (mg GAE $litre^{-1}$)[a]	350.50 ± 15.25	131.48 ± 5.72
بتالین‌ها	81.06 ± 1.83	63.80 ± 1.86
بتاسیانین‌ها (BE mg kg^{-1})[b]	66.09 ± 1.03	0.92 ± 0.00
بتاکسانتین‌ها (IE mg kg^{-1})[c]	14.97 ± 1.53	62.88 ± 1.86

GAE به معنای معادل اسید گالیک است؛ BE به معنای معادل بتانین است؛ IE به معنای معادل ایندیکسانتین است (مورالز و همکاران، 2009).

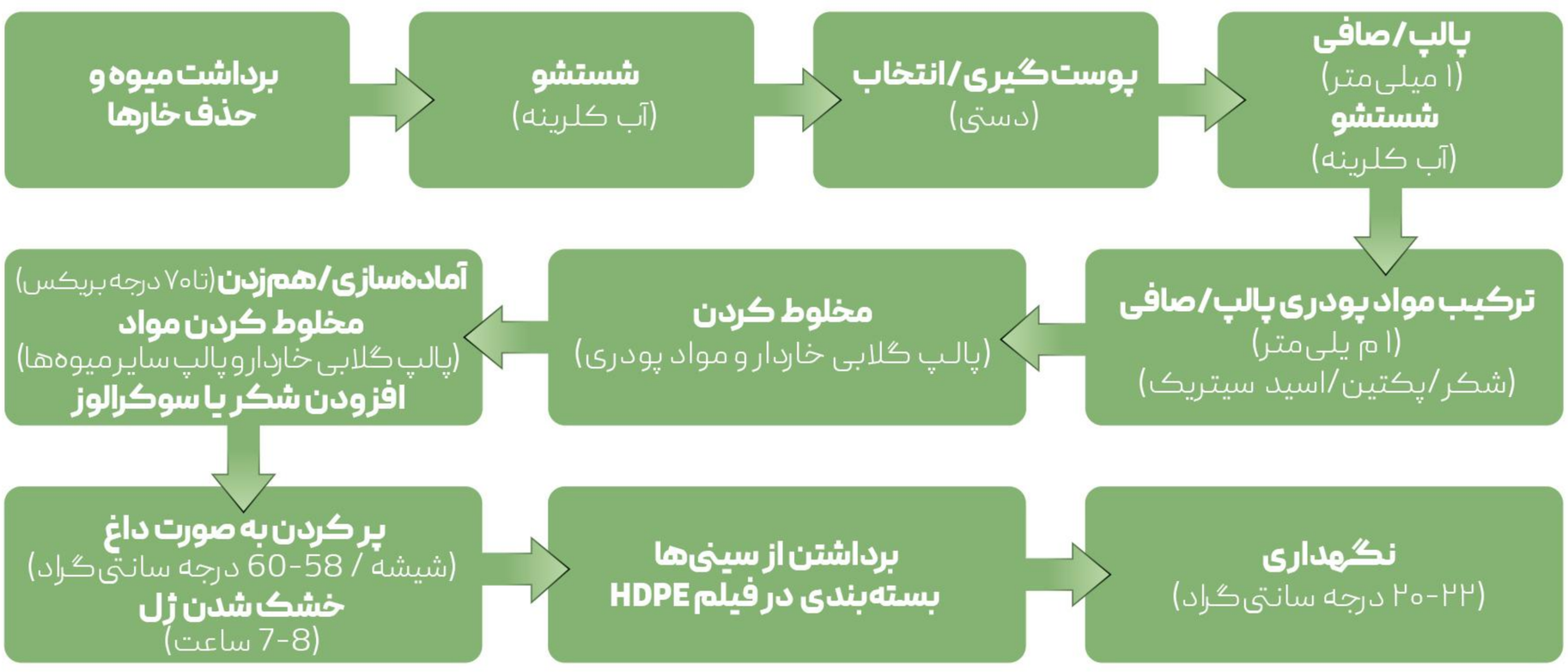
جذاب هستند.
گروه تحقیقاتی نویسنده در دانشگاه شیلی اخیراً به توسعه ژل‌های شیرین گلابی خاردار با استفاده از پالپ اکوتیپ‌های رنگی مختلف پرداخته است تا از رنگدانه‌های جذاب این میوه بهره‌برداری کند (Sáenz و Fabry، داده‌های منتشر نشده).
این محصولات، که از طریق تبخیر پالپ و افزودن عوامل ژل‌کننده مانند پکتین تهیه می‌شوند، در میان کشاورزان کوچک مناطق خشک شیلی که کمبود آب و برق دارند، بسیار محبوب شده‌اند. این ژل‌های شیرین با استفاده از تکنولوژی‌های موجود تهیه می‌شوند و به کشاورزان کوچک کمک می کنند تا ارزش افزوده‌ای به تولید گلابی خاردار خود اضافه کنند.

نمودار جریان در **شکل ۵** مراحل مختلف تولید ژل های شیرین از گلابی خاردار را نشان می‌دهد.

این ژل‌های شیرین گلابی خاردار با استفاده از مواد زیر تهیه می‌شوند:

- پالپ بدون دانه گلابی خاردار (۱۰۰۰ گرم)
- شکر (۷۶۰ گرم)
- پکتین (۵۲ گرم) - یا استفاده از عوامل ژل‌کننده دیگر مانند کربوکسی‌متیل سلولز (CMC) یا مخلوطی از پالپ‌های میوه‌های غنی از پکتین (مانند به)
- اسید سیتریک (۱۶ گرم) - یا استفاده از آب لیمو به جای آن

شکل ۶ ژل‌های شیرین گلابی خاردار ساخته شده توسط کشاورزان کوچک در روستای کودپا (آریکا و پاریناکوتا، شیلی) را در یک کارگاه به رهبری گروه تحقیقاتی ما نشان می‌دهد. این روستا در کامارونس، در وسط بیابان تاراپاکا در شمال شیلی قرار دارد - منطقه‌ای که با محدودیت‌های آبی و انرژی الکتریکی مواجه است و گلابی خاردار به



شکل ۵
تهیه ژل‌های شیرین گلابی خاردار

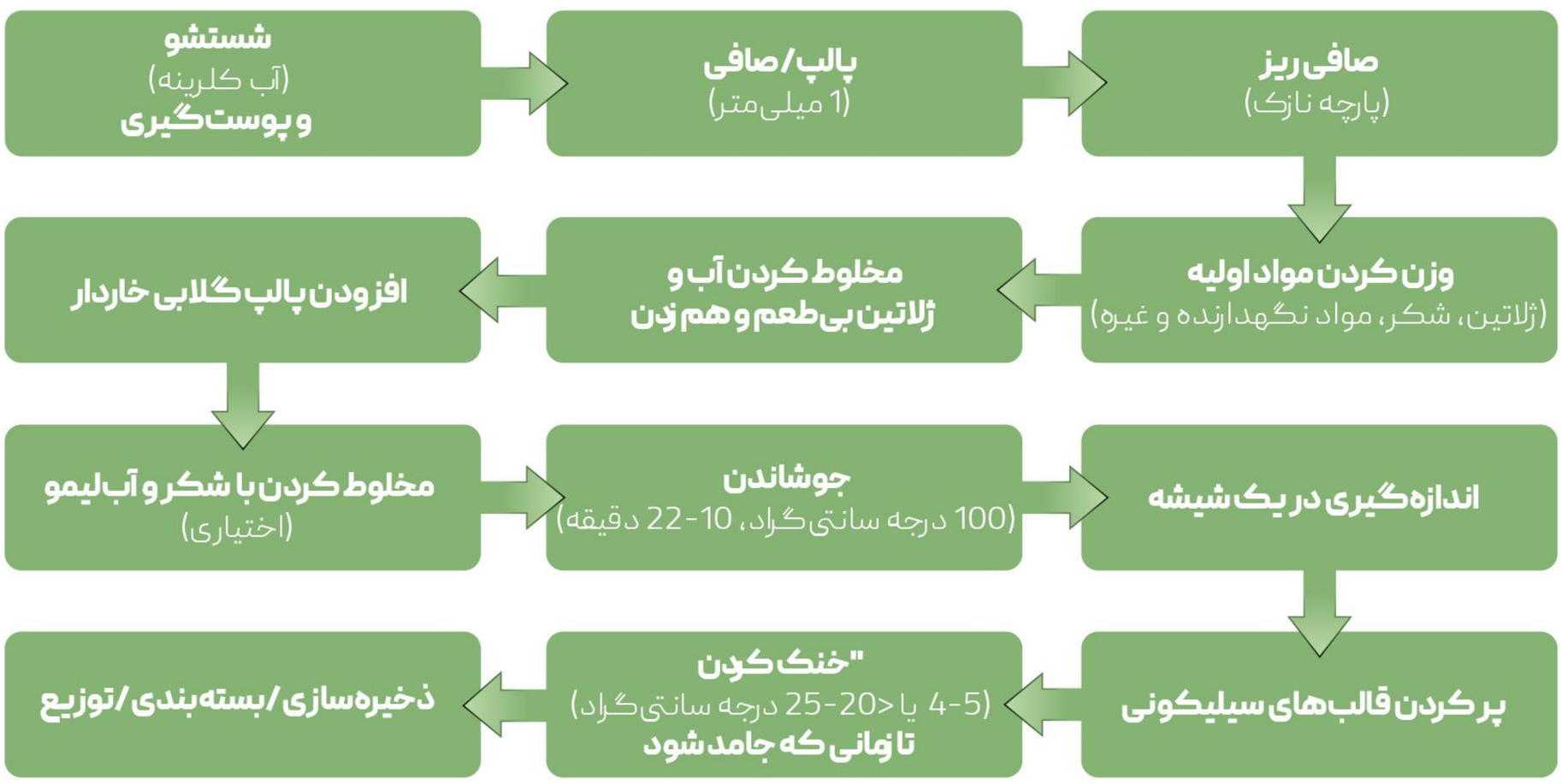
شکل ۶
شیرینی‌های رنگی گلابی خاردار تهیه‌شده در یک کارگاه در شمال شیلی (عکس‌ها: C. Sáenz و A.M. Fabry)

عنوان یک محصول جایگزین در آن رشد می‌کند.
در تحقیقات اخیر، Sáenz و Fabry (داده‌های منتشر نشده) به توسعه آب‌نبات‌های ژله‌ای گلابی خاردار پرداخته‌اند که با مخلوط کردن پالپ صاف‌شده (2.5 لیتر) با ژلاتین بی‌طعم (0.45 کیلوگرم)، آب (2 لیتر) و شکر (1.5 کیلوگرم) تهیه شده‌اند (**شکل ۷**).

محصول نهایی دارای ظاهری درخشان و جذاب است (**شکل ۸**) و از نظر حسی بسیار مورد پذیرش قرار گرفته است.
پارامترهای رنگی آب‌نبات‌های ژله‌ای بنفش شامل: L=5.6، a=30.0، b=9.0، C×=31.3 و hab=16.6 می‌باشد که نشان‌دهنده رنگ بنفش تیره است.
با وجود محتوای مواد جامد محلول 56.5° Brix، محصول دارای aw بالا (0.92) است. بنابراین، برای اطمینان از ماندگاری خوب، استفاده از مواد نگهدارنده مانند بنزوات سدیم و سوربات پتاسیم توصیه می‌شود.

مرباهای ناپال

تهیه مرباها شامل ترکیب گرما با کاهش aw (و گاهی اوقات همچنین کاهش pH برای امکان‌پذیر ساختن درمان حرارتی کمتر شدید) است.
مرباها و شربت‌های مختلفی در بازارهای مختلف کشورهای گوناگون موجود است (Sáenz و همکاران، 2006).
یکی از محصولات نوآورانه که اخیراً تکنولوژی آن به کشاورزان کوچک در شمال شیلی منتقل شده است،

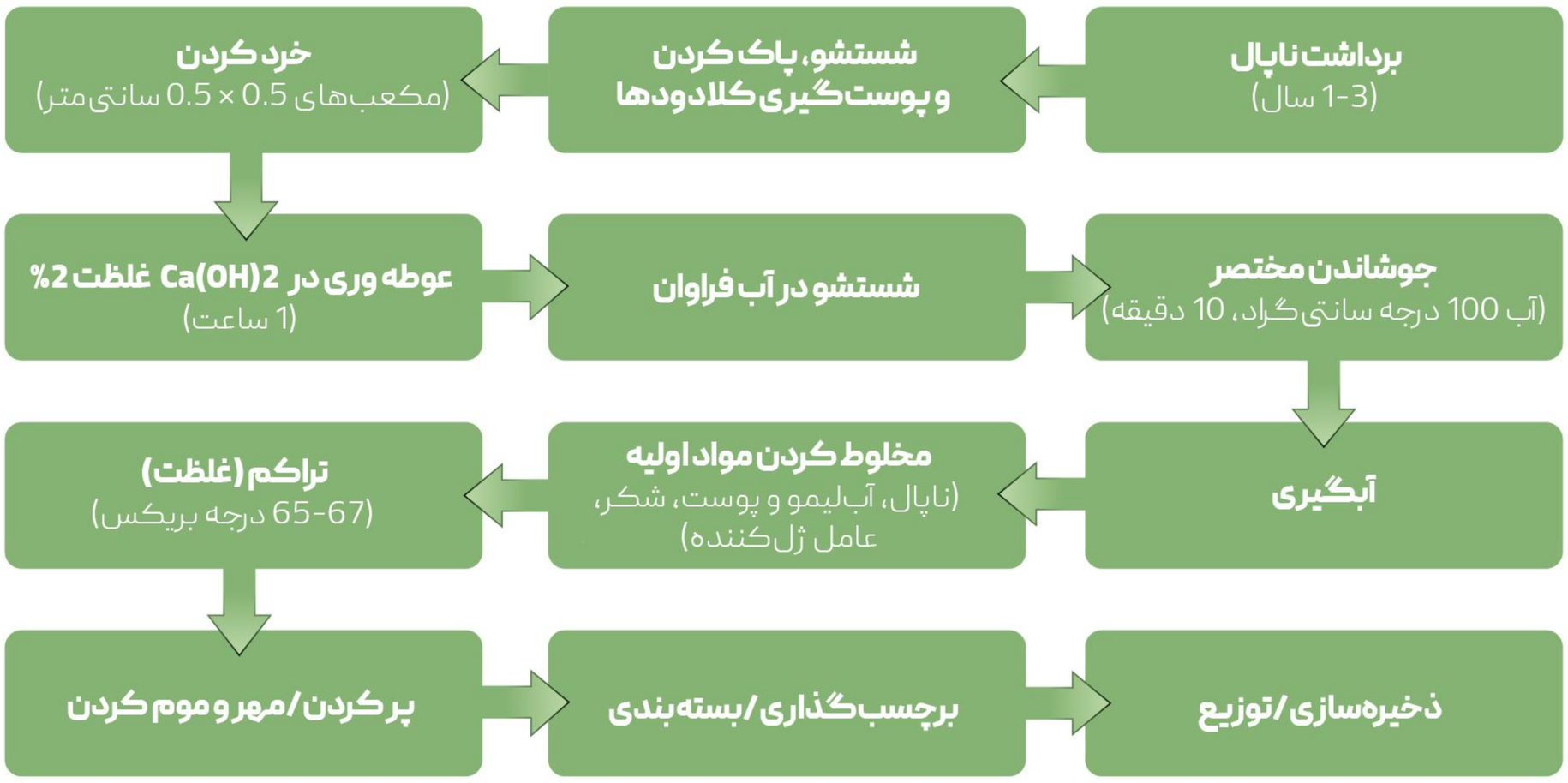


شکل ۷
تهیه آب‌نبات‌های ژله‌ای گلابی خاردار

شکل ۸
آب‌نبات‌های ژله‌ای ساخته شده از گلابی خاردار بنفش، گلابی خاردار زرد-نارنجی و ترکیبی از هر دو (عکس: C. Sáenz و A.M. Fabry)

مربای ناپال (کلادود و لیمو) است.
برای حذف مخاط اضافی که روی بافت تاثیر می‌گذارد، کلادودها با Ca(OH)2 پیش‌درمان می‌شوند. این پیش‌درمان ممکن است اگر کلادودها دارای محتوای مخاط کمتری باشند، نادیده گرفته شود.
نمودار جریان در **شکل ۹** مراحل مختلف تهیه مربای ناپال را نشان می‌دهد.

مربای ناپال نمایانگر یک گزینه جدید برای فرآوری کلادودها است. این مربا را می‌توان با کراکرها و محصولات پخته‌شده، یا همراه با گوشت و سایر غذاها مصرف کرد (**شکل ۱۰**).



شکل ۹
تهیه مربا ناپال (کلادود و لیمو) (اصلاح شده از سائنز و همکاران، 2006)

شکل ۱۰
"مربای کلادود و لیمو (عکس‌ها: C. Sáenz و A.M. Fabry)

آبمیوه‌های گلابی خاردار

پاستوریزاسیون آبمیوه گلابی خاردار تهیه شده از میوه سبز نتایج غیرقابل قبولی داشته است، به دلیل تغییرات ناخوشایند در رنگ و عطر که در طول فرآیند رخ می‌دهد.
از سوی دیگر، آبمیوه گلابی خاردار بنفش که با آبمیوه‌های دیگر (مثلاً آناناس) مخلوط شده است ممکن است جایگزین جالبی باشد (Sáenz و Sepúlveda، 2001a).
با این حال، اسیدیته ممکن است یک مسئله بالقوه باشد: افزودن اسید آلی به منظور افزایش اسیدیته فرآیند گرم کردن را تسهیل می‌کند، اما می‌تواند طعم را تغییر دهد، در حالی که مصرف‌کنندگان معمولاً آبمیوه گلابی خاردار را با اسیدیته اصلی میوه، مشابه میوه تازه، ترجیح می‌دهند (Sáenz و Sepúlveda، 1999).
El Samahy و همکاران (2007a) تولید آبمیوه‌های پاستوریزه و استریلیزه گلابی خاردار را مورد مطالعه قرار دادند و pH را تنظیم کرده و در برخی نمونه‌ها نگهدارنده‌هایی مانند سدیم بنزوات اضافه کردند. تغییرات رنگ در دماهای بالا مشاهده شد، اما پایداری میکروبیولوژیکی در تمامی نمونه‌ها حاصل شد.
Baccouche و همکاران (2013) فرمولاسیون‌های مختلفی از نوشیدنی گلابی خاردار با آب پنیر تولید کردند؛ این نوشیدنی در دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 20 دقیقه پاستوریزه شد و پایداری فیزیکی آن پس از 40 روز در دمای 5 درجه سانتی‌گراد ارزیابی شد. نویسندگان افزایش رسوب و کدورت (واحد توربیدی نفلومتریک - NTU) را در طول ذخیره‌سازی مشاهده کردند، و کاهش رنگ، احتمالاً به دلیل واکنش میلارد رخ می دهد.
De Wit و همکاران (2014) آبمیوه‌هایی از هشت رقم گلابی خاردار با رنگ‌های مختلف تهیه کردند: یک رقم O. robusta (به نام 'Robusta'، بنفش) و هفت رقم O. ficus-indica (به نام‌های 'Mexican' × 'Berg'، صورتی؛ 'Fusicaulis'، سبز-سفید؛ 'Meyers'، قرمز؛ 'Algerian'، قرمز؛ 'Santa Rosa'، نارنجی؛ 'Skinners Court'، سبز-سفید؛ 'Morado'، سفید). آبمیوه‌ها در دمای 60 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه پاستوریزه شدند. نویسندگان گزارش دادند که فرآیند حرارتی تأثیر نامطلوبی بر طعم آبمیوه داشته و برای برخی از ارقام (مثلاً 'Santa Rosa') طعم گلابی خاردار و خربزه تازه را تلخ و قابض کرده است.
یک مثال از محصول تجاری، نوشیدنی ساخته شده از کنسانتره گلابی خاردار رنگی، آب و طعم‌دهنده طبیعی است که در بازار ایالات متحده موجود است و در بسته‌بندی تترا پک یک لیتری به قیمت تقریباً 6 دلار برای هر لیتر فروخته می‌شود.

آبمیوه‌ها و نکتارهای کلادود

رودریگز (1999) فرمولاسیون‌های مختلفی از نوشیدنی ساخته شده از کلادودهای جوان گزارش کرد که در دمای 95 درجه سانتی‌گراد بلانچ شده، مایع‌سازی و فیلتر شدند. برای بهترین نتایج، مایع با 30% آب رقیق شد، pH با استفاده از اسید سیتریک به 3.5 تنظیم شد و آسپارتام به عنوان شیرین‌کننده استفاده شد (1 گرم به 335 میلی‌لیتر). محصول در دمای 76 درجه سانتی‌گراد به مدت 15.2 دقیقه پاستوریزه شد که به از دست رفتن ملایم مواد مغذی حساس به حرارت و سایر ترکیبات منجر شد.

در سال‌های اخیر، عرضه آبمیوه‌ها و نکتارهای کلادود، عمدتاً در مکزیک، افزایش یافته است.

فرایند به دست آوردن آب کلادود به این صورت است:

- حذف خارها از کلادودها.
- برش دادن به قطعات کوچک.
- خرد کردن با استفاده از تجهیزات صنعتی یا خانگی (مخلوط‌کن).
- افزودن آب برای تسهیل فرایند.
- فیلتر کردن مایع برای جدا کردن مواد جامد.

آب کلادود توسط چندین شرکت در مکزیک تولید می‌شود و آبمیوه‌های مخلوط نیز تولید می‌شوند که کلادودها را با پرتقال، آناناس، گواوا یا کرفس مخلوط می‌کنند؛ این آبمیوه‌ها در بازار داخلی و صادراتی موجود هستند.

محصول مشابهی که در بازار مکزیک فروخته می‌شود، "آب ناپال" است، نوشیدنی که از آب کلادودهای کاکتوس و شکر ساخته شده و معمولاً در مقیاس کوچک تولید می‌شود. محصولات دیگری شامل شربت‌های کلادود است که از شربت ساکاروز (55-75 درجه بریکس) با افزودن آب کلادود ساخته می‌شود.

در تگزاس (ایالات متحده آمریکا)، یک شرکت شربت های بلک‌بری و بلوبری با افزودن موسیلاژ کاکتوس تولید می‌کند.

ناپالیتوهای کنسروی (کلادودهای تازه)

فناوری‌های کنسرو و پاستوریزاسیون به طور گسترده در تولید محصولات مختلفی که از ناپالیتوها ساخته شده‌اند، به کار گرفته می‌شوند. در مکزیک، برای مثال، کلادودهای تازه شور یا ترشی (ناپالیتوها) سال‌هاست که در بازار موجود هستند (Corrales García و Flores Valdez، 2003).

توضیحات دقیق در مورد تهیه ناپالیتوهای ترشی و ناپالیتوهای در آب‌نمک و موارد دیگر در (Sáenz et al., eds.، 2006) آمده است.

محصولات منجمد

انجماد به طور گسترده برای نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شود. انجماد بیشتر از هر روش دیگری اجازه می‌دهد تا طعم، بافت و ویژگی‌های تغذیه‌ای و عملکردی حفظ شود. تکنیک‌هایی مانند تونل های هوای سرد (-40 درجه سانتی‌گراد) یا پاشش نیتروژن مایع (-196 درجه سانتی‌گراد) به طور گسترده در صنعت غذایی برای بهبود کیفیت محصول نهایی استفاده می‌شود. هرچه انجماد سریع‌تر باشد، کریستال‌های یخی کوچکتری تشکیل می‌شود و کیفیت محصول بهتر است. انجماد اثرات دمای پایین (که باعث جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها، کاهش واکنش‌های شیمیایی و تأخیر در واکنش‌های متابولیکی سلولی می‌شود) را با کاهش فعالیت آب (aw) ترکیب می‌کند (Casp و Abril، 1999؛ Vieira، 1996 و Delgado، Sun، 2000).

با این حال، آزمایش‌ها بر روی گلابی خاردار هنوز نتایج خوبی به همراه نداشته‌اند (Sáenz و همکاران، 2006). چندین مطالعه نشان می‌دهند که فناوری های انجماد می‌توانند نتایج بهتری با پالپ‌های گلابی خاردار به‌جای میوه‌های کامل، نصف شده یا تکه‌شده، به دست آورند. ذوب شدن - بدون توجه به نوع برش (کامل، نصف یا تکه‌شده) - مشکلاتی را به همراه دارد، با قطرات زیاد موسیلاژ پس از ذوب، که منجر به ظاهر ناخوشایند می‌شود. این مشکل حتی زمانی که فناوری‌های انجماد سریع (IQF) استفاده می‌شود و دماهای نزدیک به -40 درجه سانتی‌گراد است، نیز رخ می‌دهد.

بستنی‌های ساخته شده از پالپ‌های رنگی گلابی خاردار در تعداد کمی از کشورها یافت می‌شوند و می‌توانند جایگزین جالبی برای استفاده از پالپ‌ها یا کنسانتره‌ها باشند. El Samahy و همکاران (2009) بستنی‌های ساخته شده با افزودن کنسانتره پالپ گلابی خاردار قرمز (30 درجه بریکس) را بررسی کردند؛ افزودن 5% پالپ به عنوان قابل قبول‌ترین میزان شناخته شد. گروه تحقیقاتی نویسنده در حال حاضر در حال انجام آزمایش‌هایی با این محصول جذاب هستند.

سایر تکنولوژی ها

تخمیر

تخمیر یکی از قدیمی‌ترین تکنیک‌های نگهداری مواد غذایی است و برای تولید محصولات مختلفی از گلابی خاردار استفاده شده است. O. streptacantha (گلابی خاردار 'Cardona') از دوران پیشاهیسپانیک برای تولید نوشیدنی‌های الکلی در مکزیک استفاده می‌شده است؛ سنتی‌ترین نوشیدنی‌ای که با آب این گونه تهیه می‌شود، کلونچه (Corrales García و Flores Valdez، 2003؛ Diaz، 2003) است.

Flores (1992) با استفاده از O. streptacantha و O. robusta برای تولید شراب و الکل مقطر آزمایشاتی انجام داد. از غلظت آبمیوه (20 درجه بریکس) با استفاده از O. streptacantha، شرابی با غلظت الکل 11.6 GL° تهیه شد؛ الکل مقطر به غلظت 56.2 GL° رسید. این دو گونه، O. streptacantha و O. robusta، الکلی با ویژگی‌های مشابه و عطر میوه‌ای خوشایند تولید کردند.

محصول دیگری با پتانسیل جالب، سرکه است و برخی تجربیات تولید آن قابل توجه است. Pérez و

همکاران (1999) سرکه‌ای از گلابی خاردار نارنجی با استفاده از دو نوع بستر برای تخمیر استیکی تهیه کردند: نخست با استفاده از فرایند تخمیر الکلی (13.5 درجه GL) و دوم با استفاده از آبمیوه گلابی خاردار با افزودن شکر (22 درجه بریکس). Acetobacter pasteurianus در حالت اول و Acetobacter xylinum در حالت دوم استفاده شدند. هر دو سرکه بدست‌آمده رنگ زرد-کهربایی شدیدی داشتند و بوی تازه و اسیدی عالی داشتند.
Prieto و همکاران (2009) مطالعه‌ای روی تولید سرکه های بالزامیک از آبمیوه‌های رنگی گلابی خاردار انجام دادند؛ محصولات بدست‌آمده رنگ جذاب، عطر خوشایند و مقبولیت حسی خوبی داشتند (**شکل 12**).

فناوری‌های غشایی

فناوری‌های جداسازی غشایی در 25 سال گذشته به طور فزاینده‌ای در صنعت غذایی استفاده شده‌اند. امروزه استفاده از این فناوری‌ها گسترده شده و برای اهداف مختلفی از جمله پاستوریزاسیون سرد، شفاف سازی آبمیوه‌ها و تغلیظ ترکیبات زیست‌فعال به‌کار می‌روند (Cissé و همکاران، 2011؛ Rai و همکاران، 2006؛ Todisco و همکاران، 2002).

فناوری‌های غشایی نسبت به سایر فناوری‌های جداسازی (فیلتراسیون و تغلیظ سنتی) مزایایی دارند:
- عملیات در دماهای پایین (15-35 درجه سانتی‌گراد): به همین دلیل مقرون به صرفه هستند (مصرف انرژی پایین) و از تخریب ترکیبات حساس به حرارت جلوگیری می‌شود.
- عدم استفاده از مواد شیمیایی (مواد کمکی فیلتر یا آنزیم‌ها): برخلاف فیلتراسیون یا جداسازی سنتی (Cassano و همکاران، 2010).

در فناوری‌های جداسازی غشایی، غشا (سرامیک یا پلیمر) به‌عنوان یک مانع عمل می‌کند: تنها به برخی از اجزا در یک مخلوط اجازه عبور می‌دهد و سایر اجزا را نگه می‌دارد. جریان این مواد با نیروهای مختلفی مانند فشار، غلظت و پتانسیل الکتریکی تعیین می‌شود. این انتخاب‌پذیری به این معناست که می‌توان یک جریان را با یک یا چند ماده موجود در تغذیه غنی کرد. دو جریان از تغذیه خارج می شوند: تراوش (یا فیلتر) و تغلیظ (یا کنسانتره).

تغلیظ شامل موادی است که از غشا عبور نمی‌کنند، در حالی که تراوش غنی از موادی است که از غشا عبور می‌کنند (Ravents، 2005). انتخاب‌پذیری به اندازه منافذ غشا و تمایل شیمیایی بین غشا و مواد بستگی دارد (Ravents، 2005؛ Cheryan، 1998).

فرآیندهای فناوری غشایی که در صنعت غذا استفاده می‌شوند شامل: میکروفیلتراسیون (MF)، اولترافیلتراسیون (UF)، نانوفیلتراسیون (NF) و اسمز معکوس (RO) هستند. RO به دلیل کارایی آن در نمک‌زدایی آب دریا شناخته شده است. تحقیقات اولیه بر روی آبمیوه گلابی خاردار بر کاربرد MF و UF متمرکز بوده‌اند - روش‌هایی که معمولاً در شفاف سازی آبمیوه‌ها استفاده می‌شوند. Cassano و همکاران (2007) بر روی گلابی خاردار 'Gialla' cv. (زرد-نارنجی) آزمایش کردند و فناوری‌های غشایی را با تغلیظ از طریق تقطیر اسمزی (OD) ترکیب کردند؛ آنها از دماهای پایین استفاده کردند و ویژگی‌های ارگانولپتیک، تغذیه‌ای و حسی آبمیوه گلابی خاردار را حفظ کردند. فرآیند تغلیظ (OD) به 61 درجه بریکس و تعادل خوبی از بتالاین‌ها منجر شد.

شکل ۱۲
سرکه‌های بالزامیک تهیه شده از آبمیوه‌های رنگی گلابی خاردار (عکس: C. Sáenz)

Cassano و همکاران (2010) عملکرد میکروفیلتراسیون(MF) و اولترافیلتراسیون (UF) را در ترکیب فیزیکوشیمیایی آبمیوه گلابی خاردار زرد مقایسه کردند. در هر دو فرآیند، جامدات معلق در آبمیوه تازه به طور کامل حذف شده و آبمیوه‌ای شفاف به دست آمد و بتاسیانین ها حفظ شدند. این تغلیظ بتالاین‌ها می‌تواند پاستوریزه شده و به کنسانتره آبمیوه اضافه شود تا به عنوان مثال، آبمیوه‌های پالپی، بستنی، ژله یا فرمول شیرخواران تهیه شود (Cassano و همکاران، 2010).

گروه تحقیقاتی نویسندگان این فصل به تازگی از این فناوری برای جداسازی یا تغلیظ بتالاین‌ها از گلابی خاردار بنفش با استفاده از میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون و نانوفیلتراسیون استفاده کردند (Robert، Cancino و Sáenz، اطلاعات منتشر نشده). به دلیل اجتناب از دماهای بالا، تخریب رنگدانه‌ها رخ نداد و عصاره‌های بتالاین به دست‌آمده عاری از موسیلاژ و دارای محتوای کاهش‌یافته قندهای مولکولی پایین بودند.

جدول 4 ویژگی‌های پالپ گلابی خاردار بنفش را نشان می‌دهد: رقیق‌شده اولیه (P)، اولترافیلتر شده (UF) و نانوفیلتر شده (NF). همانطور که انتظار می رفت، عصاره‌های اولترافیلتر و نانوفیلتر شده، محلول های کاملاً شفاف (NTU 0) بودند، در مقایسه با پالپ رقیق‌شده اولیه (NTU 453 2) که حاوی موسیلاژ بود. در اولترافیلتراسیون، محتوای بتاسیانین (247.9 میلی گرم BE در لیتر) مشابه P بود؛ با این حال، در نانوفیلتراسیون، مقادیر بتاسیانین (216.3 میلی‌گرم BE در لیتر) کمتر از P و UF بود، با در نظر گرفتن این که پالپ (خوراک) رقیق شده است.

Cassano و همکاران (2010) بالاترین مقادیر بتالاین را با UF (32.8 میلی‌گرم BE در لیتر) به دست آوردند. محتوای پلی‌فنول‌ها در هر دو فرآیند غشایی (UF و NF) تغلیظ شد. Cassano و همکاران (2010) - با استفاده از UF بر روی گلابی خاردار 'Gialla' cv. و استفاده از غشاها و شرایط فرآیندی دیگر - مقادیر

جدول ۴ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پالپ رقیق‌شده اولیه، عصاره اولترافیلتر و نانوفیلتر شده از گلابی خاردار بنفش

پارامترها	P	UF	NF
کل قندها (%)	13.2 ± 0.0 b	9.2 ± 0.3 c	17.5 ± 0.1 a
کدورت (NTU)	2453 ± 64 a	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b
بتاسیانین‌ها (mg BE litre^{-1})	254.0 ± 0.2 a	247.9 ± 4.3 a	216.3 ± 7.0 b
بتاگزانتین‌ها (mg IB litre^{-1})	85.4 ± 0.1 b	88.6 ± 1.2 a	79.1 ± 2.6 c
کل ترکیبات فنولیک (mg GAE litre^{-1})	534.8 ± 4.4 b	659.7 ± 5.0 a	673.5 ± 13.5 a
رنگ			
L (نمایانگر روشنایی)	12.5 ± 0.9 c	17.8 ± 0.1 b	19.3 ± 0.03 a
C* (نمایانگر شدت رنگ)	48.0 ± 1.7 c	59.3 ± 0.1 b	62.4 ± 0.1 a
H_{ab} (نمایانگر زاویه رنگ)	25.9 ± 1.0 c	30.3 ± 0.1 b	31.4 ± 0.1 a

P = پالپ؛ UF = پالپ اولترافیلتر شده؛ NF = پالپ نانوفیلتر شده؛ BE = معادل بتانین؛ IE = معادل ایندیکسانتین؛ GAE = معادل اسید گالیک.
حروف مختلف در ردیف‌ها: نشان‌دهنده تفاوت‌های آماری (آزمون توکی $p < 0.05$) است.
منبع: Cancino، Robert و Sáenz (اطلاعات منتشر نشده).

کمتری از کل پلی‌فنول‌ها (552.17 میلی‌گرم GAE در لیتر) گزارش کردند. نتایج به دست آمده برای عصاره‌های مختلف (P، UF و NF) به اندازه منافذ غشا و تمایل شیمیایی بین غشا و ترکیب‌ها و تعامل بین ترکیب‌های مختلف و غشا بستگی دارد.
این نوع محصولات امکانات جدیدی برای تولید رنگ ها از گلابی خاردار باز می‌کنند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای بهبود غلظت رنگدانه‌ها و سایر ویژگی‌های عصاره‌ها نیاز است.

سایر محصولات

رنگ‌دهنده‌های گلابی خاردار

رنگ‌های طبیعی - به ویژه قرمز و بنفش - به دلیل محدودیت‌های اعمال شده بر رنگ‌های مصنوعی قرمز در مواد غذایی توسط مقررات رسمی در اتحادیه اروپا و ایالات متحده آمریکا به دلیل اثرات بالقوه نامطلوب بر سلامت انسان، مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته‌اند (Tsuda و همکاران، 2001). بنابراین، علاقه به منابع جدید رنگ‌های طبیعی قرمز و کاربردهای احتمالی آن‌ها در مواد غذایی افزایش یافته است.
اکوتیپ‌های گلابی خاردار قرمز و بنفش دارای مقادیر متفاوتی از بتالاین در هر دو بخش پالپ و پوست هستند (Odoux و Domínگ1996، López uez؛ Sepúlveda و همکاران، 2003c). این رنگدانه به طور تجاری از چغندر قرمز به دست می‌آید و به طور گسترده در صنعت غذا استفاده می‌شود. استفاده از آن در مواد غذایی توسط مقررات ایالات متحده و اتحادیه اروپا مجاز است (Sáenz و همکاران، 2009).
عصاره چغندر قرمز (غنی از بتالاین‌ها) عمدتاً برای رنگ آمیزی مواد غذایی مانند محصولات لبنی، شیرینی‌ها، بستنی، دسرها، نوشیدنی‌ها و سوسیس‌ها استفاده می‌شود. با این حال، این رنگدانه دارای برخی معایب است: طعم خاکی، ناشی از ژئوسمین و 3-سک-بوتیل-2-متوکسی‌پیرازین، و سطوح بالای نیترات. بنابراین، گلابی خاردار قرمز یا بنفش به عنوان یک منبع جالب برای بتانین در تولید رنگ‌های غذایی مطرح است (Sáenz و همکاران، 2009؛ Castellar و همکاران، 2003) (**شکل 13**).
استفاده از آبمیوه کنسانتره شده گلابی خاردار بنفش به عنوان رنگ غذایی برای محصولات لبنی (مانند ماست) چند سال پیش مورد مطالعه قرار گرفت (Sáenz و همکاران، 2002d؛ Sepúlveda و همکاران، 2002، 2003c). موضوعاتی از جمله تصفیه و پایداری رنگدانه‌ها، که برای کاربرد در صنعت بسیار حائز اهمیت هستند، در حال حاضر مورد بررسی قرار می گیرند. Castellar و همکاران (2008) بتالاین‌های غلیظ شده‌ای را با تخمیر (Saccharomyces cerevisiae var. Bayanus AWRI 796) از آبمیوه O. stricta به دست آوردند. محصول نهایی حاوی 9.65 گرم بتانین در لیتر، با pH 3.41، 5.2 درجه بریکس و ویسکوزیته cP 52.5 بود.
مطالعات دیگر بر روی خشک کردن پالپ گلابی خاردار به وسیله خشک‌کردن با اسپری یا خشک کردن انجمادی برای تهیه پودرهای رنگی متمرکز بودند. Mosshammer و همکاران (2006) از لیوفیلیزاسیون و خشک‌کردن با اسپری با استفاده از مالتودکسترین به عنوان حامل (18-20 معادل دکستروز [DE]) برای خشک کردن آبمیوه O. ficus-indica cv. 'Gialla' استفاده کردند؛ آن‌ها گزارش دادند که برای هر دو نوع پودر، نگهداری بتالاین بالا (≥ 90%) بود. به طور مشابه، گونه‌های مختلف گلابی خاردار بنفش (O. stricta، O. streptacantha، O. lasiacantha) با استفاده از مالتودکسترین به عنوان حامل خشک‌کننده (10، 20 DE) خشک شده با اسپری شدند.
Diaz و همکاران (2006) مشاهده کردند که پس از 24 هفته در دمای 25 درجه سانتی‌گراد، پودر 86% از محتوای اولیه بتانین را حفظ کرد. Obón و همکاران (2009) از شربت گلوکز (29 DE) استفاده کردند و گزارش دادند که پس از 1 ماه نگهداری در دمای اتاق، پودر رنگی 98% را حفظ کرد.

شکل ۱۳
میوه‌های گلابی خاردار بنفش و میکروذرات (عکس میکروذرات: C. Sáenz)

Rodríguez Hernández و همکاران (2005) مشاهده کردند که پودر گلابی خاردار، هنگامی که بازسازی شد، رنگی کمی متفاوت از آبمیوه تازه داشت.
پایداری بتالاین تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد: pH، فعالیت آبی، قرار گرفتن در معرض نور، اکسیژن، فعالیت آنزیمی و به ویژه دما (Azeredo، 2009؛ Herbach و همکاران، 2006؛ Castellar ، 2003).
یکی از فناوری‌های موجود برای تثبیت رنگدانه‌ها، میکروکپسول‌سازی است (Sáenz و همکاران، 2009، 2012b؛ Gandía Herrero و همکاران، 2010؛ Vergara و همکاران، 2014؛ Robert و همکاران، 2015).
میکروکپسول‌سازی تکنیکی است که شامل معرفی ترکیبات زیست‌فعال (جامد، مایع یا گازی) به یک ماتریس پلیمری برای محافظت از آنها در برابر محیط، تعامل با سایر اجزای غذایی یا آزادسازی کنترل‌شده است (Yáñez Fernández ، 2002).
میکروکپسول‌سازی با خشک‌کردن اسپری رایج ترین تکنیک است: این تکنیک پودری با فعالیت آبی پایین به دست می‌دهد که حمل و نقل، مدیریت و نگهداری را آسان‌تر کرده و کیفیت میکروبیولوژیکی را تضمین می‌کند (Hayashi، 1989). Vergara و همکاران (2014) فناوری غشایی (برای جداسازی بتالاین‌ها) و میکروکپسول‌سازی (برای محافظت از آنها) را ترکیب کرده و رنگدانه‌ای سالم برای استفاده در صنعت غذا به دست آوردند.
Gomez (2013) پایداری بتالاین‌های میکروذره‌ای در نوشیدنی‌های نرم را بررسی کرد و میکروذرات حاصل از پالپ گلابی خاردار و عصاره‌های اولترافیلتر شده و نانوفیلتر شده را مقایسه کرد؛ او نتیجه گرفت که پایداری بتالاین‌ها هم به منبع آنها (پالپ یا عصاره) و هم به عامل میکروکپسول‌سازی استفاده‌شده بستگی دارد. بتالاین‌های حاصل از پالپ گلابی خاردار در نوشیدنی‌های نرم پایدارتر بودند که احتمالاً به دلیل وجود موسیلاژ است.
Alfaro (2014) از میکروذرات پالپ گلابی خاردار بنفش در ماست استفاده کرد و گزارش داد که پس از 45 روز نگهداری، 60% بتالاین‌ها حفظ شدند.
تحقیقات نسبتاً کمی در زمینه میکروکپسول‌سازی بتالاین‌ها از گلابی خاردار (O. ficus-indica) انجام شده است (Sáenz و همکاران، 2009؛ Vergara و همکاران، 2014؛ Pitalua و همکاران، 2010؛ Gandía Herrero و همکاران، 2010؛ Robert و همکاران، 2015؛ Otárola و همکاران، 2015). تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است.

محصولات اکسترود شده

پخت اکستروژن یک فناوری با دمای بالا و زمان کوتاه (high-temperature short-time - HTST) است. در حالی که مطالعه کمی در مورد گلابی خاردار و کلادودها انجام شده است، این فناوری به طور گسترده در فرآیندهای غذایی مانند غلات صبحانه، اسنک‌های شور و شیرین، غذای نوزادان و اسنک‌ها اعمال می‌شود. مواد غذایی در این فرآیند با ترکیب رطوبت، فشار، دما و برش پلاستیزه و پخته می شوند. عواملی که بر کیفیت محصول تأثیر می گذارند شامل نوع اکسترودر، پیکربندی پیچ، سرعت، دما و نرخ تغذیه، همچنین ترکیب مواد خام و نوع مواد غذایی مورد استفاده می‌شوند (Singh و همکاران، 2007؛ El Samahy و همکاران، 2007b).
El Samahy و همکاران (2007b) محصولات اکسترود شده بر پایه‌ی برنج و گلابی خاردار را بررسی کردند که یک گزینه نوآورانه برای تولید یک اسنک جدید با ارزش افزوده بر پایه‌ی کنسانتره‌های پالپ گلابی خاردار بود. در این مطالعه، پالپ‌های گلابی خاردار نارنجی-زرد و قرمز کنسانتره شدند (40 درجه بریکس)، به آرد برنج اضافه شدند و مخلوط در یک اکسترودر تک پیچ قرار گرفت. فرمولاسیون‌های مختلفی (با نسبت‌های مختلف آرد برنج و کنسانتره پالپ گلابی خاردار) آزمایش شدند. سطوح جایگزینی 5% و 10% کنسانتره‌های پالپ گلابی خاردار بهترین نتایج را برای محصولات اکسترود شده با ویژگی‌های عملکردی، تغذیه‌ای و حسی خوب داشتند. ویژگی های حسی ضعیف فرمول بدون پالپ گلابی خاردار به طور قابل‌توجهی با افزودن کنسانتره‌های گلابی خاردار بهبود یافت.
Sarkar و همکاران (2011) پالپ گلابی خاردار (نوع زرد) را با آرد برنج اکسترود کردند. نویسندگان نسبت‌های مختلف جامدات (جامدات آرد برنج: جامدات پوره - 6:1، 8:1 و 10:1) را آزمایش کردند. مخلوط‌ها در یک اکسترودر دو پیچ خشک شدند. نتایج نشان داد که برخی از ویژگی‌ها، مانند تخلخل، با افزایش سطح جامدات میوه کاهش یافت. پالپ گلابی خاردار پتانسیل تولید محصولات اکسترود شده را دارد؛ تحقیقات بیشتری برای درک بهتر رفتار پالپ گلابی خاردار در این فرآیند و بهبود ویژگی‌های محصولات به‌دست‌آمده مورد نیاز است.

هیدروکلوئیدها (موسیلاژها) از کلادودها

هیدروکلوئیدها پلی‌ساکاریدهایی با پیچیدگی متغیر هستند که به طور معمول در صنعت غذا به عنوان افزودنی‌هایی برای افزایش ویسکوزیته، به عنوان مثال،در نوشیدنی‌ها، پودینگ‌ها و سس‌های سالاد استفاده می‌شوند. این هیدروکلوئیدها شامل موسیلاژ کاکتوس می‌شوند، که یک پلی‌ساکارید نوع عربینوگالاکتان است و در هر دو قسمت پدهای کاکتوس و میوه‌های گلابی خاردار وجود دارد (Sáenz ، 2004؛ Matsuhiro ، 2006).
موسیلاژ در گونه‌های اوپونتیا نقش فیزیولوژیکی مهمی دارد، زیرا ظرفیت بالای نگهداری آب را دارا می‌باشد (Nobel ، 1992). این موسیلاژ می‌تواند از ماتریس (کلادودها یا پوست میوه) با استفاده از آب استخراج شده و با اتانول رسوب داده شود؛ یا از تکنیک‌های دیگر مانند پرس کردن استفاده شود (Sepúlveda و همکاران، 2007). به طور کلی، بازده استخراج کم است (کمتر از 2% وزن تازه)، اما با توجه به اینکه کلادودها معمولاً ضایعات هرس هستند و در طول سال در دسترس‌اند، این موضوع جالب توجه است.
روش‌های مختلفی برای استخراج موسیلاژ با استفاده از حلال های مختلف مانند اتانول، ایزوپروپیل الکل و استون گزارش شده است (Rodríguez González، 2014؛ Cai 2008؛ Sepúlveda ، 2007؛ Yahia ، 2009؛ Medina Torres ، 2000).
برخی مطالعات به کاربرد این هیدروکلوئید در نکتار میوه ها به جای سایر غلیظ کننده‌های معمول در صنعت غذا پرداخته‌اند (مانند CMC) (Sepúlveda و همکاران، 2003a، 2004). موسیلاژ همچنین به عنوان پوشش خوراکی برای حفاظت از میوه‌های تازه مورد آزمایش قرار گرفته است. Del Valle و همکاران (2005) از موسیلاژ به عنوان فیلم خوراکی برای افزایش عمر مفید توت‌فرنگی‌های نگهداری شده در دمای 5 درجه سانتی‌گراد استفاده کردند و گزارش دادند که میوه‌ها پس از 9 روز نگهداری، بافت و طعم خود را حفظ کرده و هیچ‌گونه تخریبی رخ نداده است. این فیلم خوراکی می‌تواند به عنوان جایگزینی برای حفظ میوه‌های تازه مختلف، مانند توت‌ها، باشد. با این حال، کاربرد آن برای محصولات مختلف یک چالش است، زیرا نرخ تنفسی هر نوع میوه باید در نظر گرفته شود. Aquino و همکاران (2009) از محلول موسیلاژ مخلوط با غلظت‌های مختلف اسید سیتریک و بی‌سولفیت سدیم برای جلوگیری از قهوه ای شدن برش‌های موز در طی فرآیند خشک کردن استفاده کردند. نویسندگان گزارش دادند که ترکیب 500 ppm بی‌سولفیت سدیم و اسید سیتریک (1%) پس از درمان در محلول موسیلاژ (35 mPas) از قهوه‌ای شدن جلوگیری کرده و برش‌های موز را براق‌تر کرده است.
اخیراً، Medina Torres و همکاران (2013) و Otárola و همکاران (2015) گزارش دادند که موسیلاژ می‌تواند به عنوان عامل کپسوله‌سازی برای ترکیبات زیست‌فعال مانند اسید گالیک و بتالاین‌ها استفاده شود؛ این موضوع به فرصت‌های جدیدی در بخش صنعتی اشاره دارد. Sáenz و همکاران (2009) نیز این رفتار را در مطالعه‌ای در زمینه کپسوله‌سازی بتالاین‌ها از میوه‌های گلابی خاردار بنفش گزارش کردند. Lira Ortiz و همکاران (2014) پکتین‌های کم‌متوکسیله را از پوست O. albicarpa Scheinvar استخراج کرده و پتانسیل استفاده از آن در صنعت غذا به عنوان عامل غلیظ‌کننده و ژله‌ای - که در حضور یون‌های کلسیم محقق می‌شود - را کشف کردند. نویسندگان بازده 98 گرم در کیلوگرم ماده خشک را به‌دست آوردند.

روغن دانه

میوه‌های گلابی خاردار دارای مقدار متغیری دانه هستند، اما معمولاً دانه‌ها در نسبت بالایی حضور دارند (10-15 گرم در 100 گرم). در بیشتر فرآیندهای مربوط به میوه‌های گلابی خاردار، دانه‌ها از پالپ جدا می‌شوند و منجر به مقادیر زیادی دانه‌های دور ریخته شده می‌شوند که به یک مشکل زیست محیطی تبدیل می‌شوند. به همین دلیل، در دهه‌های اخیر، محققان در کشورهای مختلف ترکیب دانه‌ها را بررسی کرده و به دنبال کاربردهای مختلف برای دانه‌ها بوده‌اند.
Sawaya و همکاران (1983) ترکیب دانه‌ها و استفاده‌های بالقوه آن‌ها در تغذیه حیوانات را بررسی کردند. آن‌ها 16.6% پروتئین، 17.2% چربی، 49.6% فیبر و 3.0% خاکستر گزارش کردند. محتوای معدنی دانه‌ها شامل سدیم (67.6 میلی گرم در 100 گرم)، پتاسیم (163.0 میلی‌گرم در 100 گرم) و فسفر (152.0 میلی‌گرم در 100 گرم) است.
روغن دانه‌های گلابی خاردار خوراکی است؛ می‌تواند به عنوان یک محصول مغذی و عملکردی دیگر برای صنعت غذا مورد توجه قرار گیرد، اما شاید برای مصرف مستقیم مناسب نباشد. این روغن معمولاً در تحقیقات با استفاده از حلال‌های آلی استخراج می‌شود (4.4-14.10%) (Sawaya و Khan، 1982؛ Sepúlveda و Sáenz، 1988؛ Ennouri و همکاران، 2005؛ Becerril، 1997؛ Tlili و همکاران، 2011؛ Ouerghemmi و همکاران، 2013؛ Chougui و همکاران، 2013) که بسته به عواملی مانند شرایط رشد، نوع و بلوغ میوه متغیر است (Özcan و Al Juhaimi، 2011). استفاده از روش پرس سرد برای استخراج روغن دانه تنها توسط Gharby و همکاران (2015) در مراکش گزارش شده است که با بازده 6-7% همراه بود. این نوع استخراج از نظر زیست محیطی بیشتر مناسب است زیرا از استفاده از حلال‌های آلی جلوگیری می‌کند.
بازده استخراج روغن‌های خوراکی بین 6-17% است که در مقایسه با سایر روغن‌های دانه‌ای معمولاً به نسبت مناسبی قرار می‌گیرد. تولید روغن دانه‌های گلابی خاردار به عنوان روغن خوراکی تنها با پردازش یکپارچه و استفاده از تمام بخش‌های گیاه مقرون به صرفه است (Sáenz و همکاران، 2006). روغن دانه‌های گلابی خاردار غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع است و دارای محتوای بالای اسید لینولئیک (57.7-73.4%) و محتوای پایین اسید لینولنیک است. جدول 5 درصدهای اسیدهای چرب اصلی روغن دانه ها را نشان می‌دهد.
این روغن دارای محتوای بالای اسیدهای چرب غیر اشباع و همچنین ترکیبات سالم دیگر مانند استرول‌ها، توکوفرول‌ها، ویتامین E، β-کاروتن و ویتامین K است (Ramadan و Mörsel، 2003a؛ Kouba و همکاران، 2015). ترکیبات فنلی توسط Tlili و همکاران (2011) و Chougui و همکاران (2013) گزارش شده است: به ترتیب، 61 میلی گرم GAE در 100 گرم و 268 میلی‌گرم در 100 گرم، به صورت معادل روتین. محققان در مکزیک و تایوان ارقام بالاتری گزارش کرده‌اند (Cardador Martínez و همکاران، 2011). تحقیقات بیشتری مورد نیاز است تا بتوان نتیجه گیری‌های قطعی گرفت. این و دیگر خواص فیزیکی و شیمیایی، از جمله شاخص‌های شکست، ید و صابونی، بر شباهت بین روغن دانه‌های گلابی خاردار و سایر روغن های گیاهی خوراکی، مانند روغن ذرت یا روغن دانه انگور، تأکید می‌کنند.

جدول ۵ درصد اسیدهای چرب در روغن دانه‌های گلابی خاردار از کشورهای مختلف

اسیدهای چرب	کشورها						
	Morocco [a]	Turkey [b]	South Africa [a]	Tunisia [a,c,g]	Germany [d]	Chile [e]	Algeria [f]
اسید پالمیتیک (C16 : 0)	11.9	10.6-12.8	13.7	12.2-12.7	23.1	16.2	13.1
اسید استئاریک (C18 : 0)	3.4	3.3-5.4	3.38	3.2-3.9	2.67	3.3	3.5
اسید اولئیک (C18 : 1w9)	21.3	13-23.5	15.7	16.4-22.3	24.1	19.9	16.3
اسیدواکسنیک (C18 : 1n-7)	–	5.1-6.3	–	4.8	–	–	5.3
اسیدلینولئیک (C18 : 2w6)	60.8	49.3-62.1	64.38	53.5-60.6	32.3	57.7	61.8

[a] Gharby *et al.* (2015); [b] Matthäus and Özcan (2011); [c] Tlili *et al.* (2011); [d] Ramadan and Mörsel (2003a); [e] Sepúlveda and Sáenz (1988); [f] Chougui *et al.* (2013); [g] Ouerghemmi *et al.*, 2013.

بازده استخراج روغن پایین‌تر از سایر روغن‌های دانه ای خوراکی معمول است؛ با این حال، روغن دانه های گلابی خاردار می‌تواند در صنعت غذا به عنوان جایگزین چربی در محصولات شیرینی خاص استفاده شود. با این حال، کاربردهای دارویی و آرایشی گزینه های بهتری ارائه می‌دهند. در این زمینه، دانه‌های گلابی خاردار نیز با اسانس‌های ضروری کمک می کنند، گروهی از ترکیبات که عمدتاً در زمینه دارویی استفاده می‌شوند. Ouerghemmi و همکاران (2013) گزارش دادند که اسانس‌های ضروری شامل ترپن ها، استرها و آلدئیدها می‌شوند و بازده برای دانه های گلابی خاردار نزدیک به 4% است.

در سال‌های اخیر، کاربردهای دیگری از روغن دانه گلابی خاردار به ویژه در صنعت آرایشی ظاهر شده اند. این صنعت از ویژگی‌های روغن (محتوای اسید چرب غیر اشباع، توکوفرول‌ها، استرول‌ها و ترکیبات فنولی) بهره‌برداری کرده و در کشورهایی مانند مراکش، صنعتی امیدوارکننده ظهور کرده است. چندین تعاونی و شرکت خصوصی وجود دارند که این روغن را برای مقاصد آرایشی استخراج می‌کنند و حداقل 20 تولیدکننده روغن کاکتوس وجود دارند (Abderrahman Ait Hamou، ANADEC، مراکش، ارتباط شخصی).

این صنعت روغن را با پرس سرد استخراج می‌کند - یک فرآیند دوستدار محیط زیست که از استفاده از حلال‌ها جلوگیری می‌کند (Berraaouan و همکاران، 2015؛ Gharby و همکاران، 2015).

قبل از اینکه روغن با پرس سرد استخراج شود، دانه ها باید با استفاده از یک دستگاه خاص جدا شوند **(شکل 14)**.

نتیجه‌گیری

راه‌های متعددی برای فرآوری میوه‌ها، کلادودها و دانه‌های گیاهان اپونتیا وجود دارد. به طور کلی، فناوری‌های مورد استفاده برای بسیاری از صنایع کوچک کشاورزی در دسترس است که می‌توانند از این ماده خام جدید برای تنوع‌بخشی به تولید خود بهره‌برداری کنند. در مقابل، اگر هدف ایجاد صنایع کشاورزی جدید برای فرآوری گلابی خاردار باشد، سرمایه‌گذاری لازم است و باید از سوی دولت‌ها، سازمان‌های غیر دولتی یا منابع دیگر تامین شود. در برخی کشورها، مدل تعاونی می‌تواند ترویج شود. تنوع عظیم محصولات و فرآورده‌های جانبی گلابی خاردار می‌تواند منافع بزرگی برای بسیاری از مردم، به ویژه کسانی که در مناطق خشک و نیمه خشک جهان زندگی می‌کنند، به ارمغان آورد.

شکل ۱۴
جداکننده بذر (a)