



فصلنامه علمی
سال یازدهم، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۴، بهار ۱۴۰۵
Vol. 11, No. 1 Issue No. 41
Autumn 2025, Quarterly
صفحه ۳۸-۲۷

Iran Polymer Technology;
Research and Development

واژه‌های کلیدی:

گیاهان کائوچویی،
کائوچوی طبیعی،
درخت هوا،
گونه‌های مناسب ایران

مهم‌ترین گیاهان کائوچویی در دنیا و گونه‌های کائوچوی مناسب برای ایران

مهری ندیری نیری

اردبیل، شهرک صنعتی شماره ۲، شرکت طنین پیک سبلان (تولیدکننده توپ‌های بتا)، واحد آزمایشگاه،

چکیده ...

هدف از این پژوهش، معرفی مهم‌ترین گیاهان کائوچویی دنیا، اعم از درختی، درختچه‌ای، بوته‌ای یا علفی است. همچنین به شرایط مناسب کشت، داشت و برداشت و گونه‌های مناسب ایران نیز پرداخته شده است. در این پژوهش، اطلاعات مقدماتی در رابطه با مهم‌ترین گیاهان حاوی کائوچو ارائه شده است و از آوردن اطلاعات تفصیلی درباره گیاهان معرفی شده خودداری شده است. در پژوهش حاضر نام کائوچوی طبیعی فقط به کائوچوی حاصل از شیرابه درخت هوا اطلاق نمی‌شود، بلکه کائوچوی طبیعی در معنی وسیع آن به کار گرفته شده و گاه به سایر انواع آن با فرمول‌ها و درصد مختلف محتوای کائوچویی آن‌ها نیز اطلاق شده است. بررسی‌های به عمل آمده حاکی از این است که امکان تولید برخی از گونه‌های کائوچوی طبیعی در ایران کاملاً میسر بوده و تولید این ماده در ایران در اندازه‌های اقتصادی و بازرگانی عملی است. بدیهی است با بررسی و مطالعه روشمند و کافی و انتخاب صحیح گیاه کائوچوی مناسب هر منطقه و رفع مشکلات آگروتکنیک و آگرونومیک آن‌ها، رسیدن به مرزهای واردات فعلی کائوچوی طبیعی دور از دسترس نخواهد بود. بعد از اینکه نوع گیاه مناسب برای کشور انتخاب شد، باید برای تبدیل شیرابه به کائوچوهای جامد، فناوری مناسبی اخذ یا در داخل کشور طراحی شود تا اینکه بتوان از طریق آن، گونه‌های مختلف کائوچوی طبیعی جامد را در مقیاس انبوه تولید کرد.

*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات:

mnadiriniri@yahoo.com

۱ مقدمه

نخستین بار کریستف کلمب در سفرنامه خویش طی سفر دومش به دنیای جدید در سال ۱۴۹۶، درباره بومیان سرزمین هائیتی و توپی که از صمغ نوعی درخت ساخته بودند داستانی بازگو می‌کند. بومیان آن مناطق، این توپ‌ها را که از جهندگی بالائی نیز برخوردار بودند، از خشک کردن شیر حاصل از تیغ‌زنی درختان ویژه‌ای به دست می‌آوردند. سرخپوستان آمریکای جنوبی این درختان را «Heve» یا «Cauchuc» که به معنی «اشک درخت یا اشک چوب» است، می‌نامیدند. امروزه از این دو اسم، نام‌های «هوا» (Hevea) و «کائوچو» (Caoutchouc) مشتق شده است که اولی نام «جنس» (Genus, Genre) معروفی از درختان حاوی شیرابه و دومی نامی فرانسوی برای واژه «لاستیک» (Rubber) است. علاوه بر توپ، بومیان از شیر این درختان برای ساخت کفش، بطری و نیز ضد آب کردن پارچه‌ها نیز استفاده می‌کردند. اسپانیایی‌ها و پرتغالی‌ها اولین کسانی بودند که نمونه‌ای از این ماده عجیب را به اروپا آوردند، اما کشف آن، تأثیری روی تمدن آن زمان اروپا نگذاشت و قرن‌ها گذشت تا استفاده از این ماده در این قاره معمول شد [۱].

در سال ۱۸۷۶ «هنری ویک هام» دانه‌های درخت هوا را از سواحل رودخانه «Tapajos» برزیل جمع‌آوری و به «باغ‌های کیو» (Kew Gardens) انگلستان آورد و سپس نهال‌های آن‌ها را از انگلستان به مالزی و سیلان فرستاد. از ۲۰۰۰ نهال فرستاده شده، حدود ۵۰ نهال به ثمر رسید که ۲۲ عدد از آن‌ها در مالزی بود. از همین چند درخت، امروزه میلیون‌ها هکتار از زمین‌های زراعتی جهان زیر کشت درخت کائوچوی هوا قرار دارد. واقعیت این است که گیاهان گوناگونی در سطح جهان وجود دارند که حاوی کائوچوی طبیعی هستند و استفاده از بهترین و مناسب‌ترین آن‌ها برای تولید کائوچو به میزان کافی، کاملاً امکان‌پذیر است [۱].

طبق مطالعات به عمل آمده، تعداد گیاهان حاوی کائوچوی طبیعی در جهان، چه آن‌ها که به علت دارا بودن مقادیر قابل ملاحظه کائوچو به عنوان منابع بالقوه تولید این ماده شناخته شده‌اند و چه آن‌ها که میزان کائوچویشان فقط در حد اندازه‌گیری است، تا سال ۱۹۶۱ میلادی بالغ بر ۱۱۱۷ گونه-متعلق به ۳۹۳ جنس و ۹۷ خانواده بوده است. باید توجه داشت که تعداد واقعی گیاهان کائوچویی جهان، بسیار بیشتر از این مقدار است، زیرا قسمت اعظم این آمار مربوط به قاره آمریکا به ویژه آمریکای شمالی و نیز قسمت‌هایی از روسیه است که بررسی گیاهان از نظر دربرداشتن کائوچو در این دو کشور گسترده‌تر بوده است و گیاهان کائوچویی سایر نقاط جهان هنوز به طور کامل مورد

بررسی قرار نگرفته و بنابراین جزو ارقام فوق منظور نشده‌اند [۱]. در ادامه پژوهش حاضر به معرفی تعدادی از مهم‌ترین گیاهان کائوچویی دنیا به ترتیب الفبای لاتین پرداخته شده است. سپس گیاهان قابل توصیه برای کشور مورد بحث قرار گرفته و امکانات کشت آن‌ها در ایران بررسی شده است.

۲ مهم‌ترین گیاهان کائوچویی در دنیا

۲-۱ آسکله پیاس (Asclepias)

این جنس با نام انگلیسی میلک ویدز «Milkweeds» متعلق به خانواده آسکله پیاداسه (Asclepiadaceae) است و مبدأ اصلی گونه‌های آن آمریکا و آفریقا است. اما امروزه تقریباً در سراسر نواحی معتدل جهان پراکنده است و اغلب در دشت‌ها، مرغزارها، مراتع و نیز در شرایط نیمه‌صحرائی خشک و گرم می‌روید. گیاهان این جنس به دلیل وجود مقدار چشمگیری شیرابه در اعضایشان، مدت‌ها به عنوان منابع احتمالی تهیه کائوچوی طبیعی مورد توجه بوده‌اند. در طول قرون هیجده و نوزده میلادی، اشخاصی در روسیه و آمریکا سعی فراوان کردند که از این گیاهان، کائوچوی طبیعی در حد تجارتي و اقتصادی به دست آورند. متأسفانه مشکلات فراوان در کشت وسیع این گیاهان و نازل بودن کیفیت و کمیت کائوچوی استحصالی ثابت کرده است که این گیاهان نمی‌توانند منبع بازرگانی مناسبی برای تهیه کائوچوی طبیعی باشند. از گیاهان این جنس همچنین می‌توان الیاف سلولز برای تهیه کاغذ و روغن به دست آورد. از بین گونه‌های متعدد این جنس دو گونه آسکله پیاس اروزا (A. erosa Torr) و آسکله پیاس سوب لوتا (A. subluta De-caisne) دارای اهمیت هستند. هر دو گونه اشاره شده از نظر تولید کائوچو، فاقد اهمیت بازرگانی و اقتصادی هستند. میزان کائوچوی موجود در آن‌ها کم و کیفیت آن نامطلوب است و علاوه بر آن، پرورش و کشت هر دو گونه فوق در سطح وسیع با مشکلات بسیار همراه است و استحصال کائوچوی آن دشوار بوده و نیازمند عملیات پرهزینه است [۱].

۲-۲ بلیک رود آتونکی نی سیس (Bleekrodea tonkinensis Dub. & Eber)

درختی از خانواده توت (Moraceae) است که اولین بار در سال ۱۹۰۷ در تونکین (Tonkin) و شمال ویتنام کشف شد و در این نواحی به نام Teo-nong خوانده می‌شود. درختی سریع‌الرشد به بلندی ۱۲ تا ۲۰ متر با انشعاب‌ها و شاخه‌های فراوان، پوست تقریباً سفید و چوب سفید است. ریشه‌های آن دارای گره‌های غده‌ای است که در آن‌ها آب ذخیره می‌شود. وجود این

و تعدادی از ریشه‌های جانبی افقی نیز بسیار نزدیک به سطح زمین قرار دارند و گاه از روی خاک به طول ۲۰ تا ۳۰ متر قابل رؤیت هستند. شکل تنه درخت در گونه‌های مختلف این جنس متنوع است و بسته به گونه درخت، میزان نور و وضعیت اقلیمی تفاوت می‌کند. ارتفاع درخت تا ۵۰ متر و قطر تنه به ۱/۷۲ متر می‌رسد. شاخه‌های بزرگ روی تنه اصلی گاه تا ۱۵ متر درازا دارند و برگ‌های همه گونه‌های این جنس در زمستان می‌ریزند. شکل برگ کاملاً رشد یافته، از تخم‌مرغی تا بیضی کشیده و نیزه‌ای شکل متغیر است. درختان جنس کاستیلا یک پایه هستند، به‌طوری که گل‌های نر و ماده روی یک خوشه گل یک درخت وجود دارند. ازدیاد درخت در درجه اول با کشت دانه آن و در درجه دوم با قلمه صورت می‌گیرد. از بین ۱۰ گونه مختلف این جنس، مهم‌ترین آن‌ها نوع کاستیلا الاستیکا (*Castilla Elastica Cervantes*) است. استحصال شیرابه از این گونه با ایجاد شکاف در پوست آن یا تیغ زدن انجام می‌شود و معمولاً اولین بهره‌برداری زمانی که درخت ۸ تا ۱۰ ساله است انجام می‌گیرد. درختان کاملاً رشد یافته و کامل از این گونه تا ۲۳ کیلوگرم شیرابه تولید می‌کنند. این درخت در هر بار شیرابه‌گیری، شیرابه بیشتری نسبت به هوآ تولید می‌کند ولی شیرابه آن به غلظت شیرابه هوآ نیست و از طرفی نمی‌توان این گونه را در سال‌های اولیه شیرابه‌گیری کرد، در حالی که درخت هوآ خیلی زودتر مورد شیرابه‌گیری قرار می‌گیرد. شیرابه درخت کاستیلا از شیرابه هوآ پیچیدگی شیمیایی بیشتری دارد و میزان رزین آن زیاد است؛ به‌ویژه در درختان دو ساله تا ۴۲ درصد رزین در شیرابه آن‌ها یافت می‌شود که با بالا رفتن سن درخت، این مقدار تنزل می‌یابد. میزان مواد پروتئینی شیرابه این درخت بسیار بیشتر از شیرابه هوآ است و همین موضوع موجب بروز مشکلاتی در انعقاد شیرابه آن می‌شود. رنگ شیرابه این درخت بر خلاف درخت هوآ یکدست سفید است و تغییرات رنگ در آن دیده نمی‌شود، اما رنگ سفید شیرابه در مجاورت هوا تیره می‌شود. شیرابه کاستیلا از جهاتی بر شیرابه هوآ برتری دارد که از آن جمله می‌توان قابلیت حمل و نگهداری آن برای مدت نسبتاً طولانی را بدون نیاز به عملیات منعقدسازی نام برد. در حالی که شیرابه هوآ را باید قبل از نگهداری برای مدت طولانی یا حمل به نقاط دوردست حتماً منعقد کرد. عقیده عمومی بر این است که شیرابه کاستیلا تا یک ماه بدون هیچ تغییر اساسی قابل نگهداری است. درختان جنس کاستیلا پس از هوآ مهم‌ترین درخت تولیدکننده کائوچوی طبیعی است و همانند هوآ گیاهی کاملاً گرمسیری بوده و فقط در نواحی مرطوب، پر باران و گرم مناطق استوایی می‌روید [۲].

گره‌ها به درخت امکان می‌دهد که دوره‌های طولانی خشکی و کم آبی را به‌خوبی تحمل کند. این درخت در شمال ویتنام و لائوس در اجتماع نسبتاً انبوه طبیعی به‌ویژه در شیب زیاد دامنه کوه‌ها که آب باران نمی‌تواند ذخیره شود، دیده می‌شود و بهترین رشد و نمو درخت در همین شیب‌ها صورت می‌پذیرد. این درخت مقاوم به شرایط نامساعد محیطی بوده و معمولاً خاک‌های آهکی را ترجیح می‌دهد. هر درخت شیرابه فراوانی تولید می‌کند و رنگ شیرابه آن زرد مایل به قهوه‌ای و در اصطلاح به رنگ شیر قهوه است. میزان کائوچوی شیرابه تا ۴۲ درصد می‌رسد. شیرابه تازه سریعاً منعقد شده و کائوچویی به رنگ قهوه‌ای مایل به خاکستری به دست می‌دهد. هر چند شیرابه خودبه‌خود و سریعاً منعقد می‌شود، اما افزودن محلول یک درصد اسیدسولفوریک به آن برای انعقاد و تشکیل دلمه (*Coagulum*) موجب می‌شود که کائوچویی با کیفیت بسیار عالی به دست آید. هر واحد اسیدسولفوریک می‌تواند حدود شش واحد شیرابه را منعقد کند و باید در موقع افزودن اسید به شیرابه، عمل هم زدن انجام شود تا کائوچوی حاصله همگن و یکدست باشد. انعقاد شیرابه با اسیداستیک مطلوب نیست و کائوچوی حاصل فاقد کیفیت مناسب است. انعقاد با اسیدهیدروکلریک، کائوچویی با کشسانی کمتر از محصول به‌دست‌آمده از انعقاد خودبه‌خود یا انعقاد با اسیدسولفوریک تولید می‌کند. گزارش شده است که کائوچوی این درخت از بهترین کائوچوی حاصل از هوآ غیرقابل تشخیص است [۲].

۲-۳ کاستیلا (*Castilla*)

جنس کاستیلا متعلق به خانواده توت بوده و تاکنون ۱۰ گونه از آن شناسایی شده است که همگی در آمریکای مرکزی و جنوبی در نواحی گرمسیری (حاره) از جنوب مکزیک تا بولیوی و برزیل (دره آمازون) می‌رویند. درختان این جنس در حالت رشد کامل تنومند و بلند بوده و همگی حاوی شیرابه هستند. تنوع بسیاری در کمیت و کیفیت کائوچو و صمغ حاصل از شیرابه آن‌ها در بین گونه‌ها دیده می‌شود. گونه‌های این جنس به ندرت تشکیل جنگل به معنای واقعی آن را می‌دهند، اما هیچگاه در دشت‌های پوشیده از علف و فاقد درخت دیده نمی‌شوند. رویشگاه طبیعی آن‌ها در بخش‌های باز و نقاط کم درخت جنگل‌های بکر و دست‌نخورده است. در این نقاط معمولاً با درختان جنس سرکوپیا (*Cercopia*) مخلوط هستند یا در زمین‌های آبرفتی مسطح کم درخت و حاصلخیز اعماق دره‌ها وجود دارند. سامانه ریشه درختان این جنس مرکب از ریشه‌ی اصلی و قطوری است که مستقیماً در زمین فرو می‌رود

دنیا وجود دارند. علت انتشار وسیع و سریع این گیاهان در نقاط مختلف جهان، وجود کائوچوی با کیفیت عالی در آن‌ها و نیز استفاده از آن‌ها به‌عنوان گیاه زینتی بوده است [۳].

۲-۷ استبرق: کالوتریس پرسرا (Ai-) *Calotropis procera* (ton) R. Br. 1811

استبرق یکی از گیاهان کائوچویی ایران است و متعلق به خانواده آسکله پیاداسه است. اسامی رایج گیاه در نواحی مختلف جنوب ایران عبارتند از: استبرق در فارس، غلبلب در شوشتر و دزفول، عوشر و عشر در اهواز و غیره. این گیاه در نواحی گرمسیری کشور از خوزستان تا بلوچستان گسترش دارد و در مناطقی که ارتفاع آن‌ها از سطح دریا تا ۱۱۰۰ متر است، یافت می‌شود. استبرق درختچه‌ای است به بلندی ۲ تا ۴ متر، با تنه پوشیده از پوسته چوب پنبه‌ای چاکدار، شاخه‌های آن قطور و شاخ و برگش گوشتی و حاوی شیرابه سفید رنگ است. استبرق در مناطق گرم و خشک آسیا به‌ویژه هندوستان، پاکستان، ایران تا سواحل شرقی دریای مدیترانه و در مناطق گرمسیری و نیز شمال آفریقا انتشار دارد. همچنین آن را به استرالیا و شمال شرق برزیل برده و کشت کرده‌اند. اطلاعات اکولوژیک در مورد استبرق ناچیز و اندک است، ولی با توجه به شرایط رویش آن در نواحی جنوبی ایران، می‌توان گفت که استبرق مخصوص نواحی گرم و خشک بوده و در هر خاکی از جمله خاک‌های فرسایش یافته و نیز روی تپه‌های شنی و در ریگزارها می‌روید و رشد کافی دارد. به‌طور کلی در شرایط خشکی زیاد، خیلی مقاوم است. معمولاً در مناطقی که سالانه بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر باران دارند، رویش مناسبی دارد. ظاهراً تکثیر استبرق هم توسط بذر و هم پاجوش صورت می‌گیرد. استبرق در مناطق مختلف موارد استفاده گوناگونی دارد و از شیرابه آن نوعی کائوچوی غیرکشسان مانند گاتا پرچا (Gut-ta Percha) به‌دست می‌آید. در هر حال به‌دلیل سمی بودن این شیرابه و واکنش‌های حساسیتی که در پوست بدن ایجاد می‌کند، مثل سایر گیاهان کائوچویی رواج چندانی نیافته است [۴].

۲-۸ افوریا (*Euphorbia*)

نام فارسی این گیاه فرفیون است. این گیاه دارای بیش از ۲۰۰ گونه شناخته شده است که عده‌ای از آن‌ها یکساله و علفی و بعضی‌ها چند ساله و به صورت درختچه یا درخت هستند. برخی از گونه‌های مهم فرفیون عبارتند از: افوریا آبی سی نیکا، افوریا آنتی کوئوروم، افوریا بالسامی فرا، افوریا کاندل باروم، افوریا کالی کولاتا، افوریا این تی زی و افوریا لاریکا. در بین این گونه‌ها حتی گونه‌های گوشتی دیده می‌شود که

۲-۴ کن دریل لا (*Chondrilla*)

این جنس متعلق به خانواده کمپوزیته (*Compositae*) است و دو گونه آن حاوی کائوچو است. این دو گونه عبارتند از: کن دریل لا پاوسی فلورا (*C. pauciflora* Lbd.) و کن دریل لا آمبی گوآ (*C. ambigua* Fisch.). این دو گیاه دارای مقدار قابل‌ملاحظه‌ای کائوچو در پوست ساقه‌ها و شاخه‌ها و به همان اندازه در ریشه‌هاست. ویژگی این گیاهان که در گیاهان دیگر دیده نمی‌شود، تراوش زیرزمینی شیرابه از ریشه‌های آن‌ها در اثر حمله نوعی حشره است که در اثر این تراوش مقداری کائوچو در خاک اطراف ریشه‌ها جمع می‌شود. میزان کائوچوی موجود در شاخه‌های این گیاهان ۱ تا ۱/۵ درصد و رزین آن‌ها ۹/۵ تا ۱۰ درصد است. استخراج کائوچو از گیاه با جدا کردن پوست از چوب صورت می‌گیرد. تولید کائوچو در این دو گیاه از جهات مختلف اصولاً قابل‌توجه نیست [۳].

۲-۵ کلی تاندرا (*Clitandra*)

چندین گونه از این جنس متعلق به خانواده آپوسی ناسه (*Apocynaceae*) بوده و در کشورهای آفریقایی مانند کنگو، سیرالئون، آنگولا، ساحل عاج، لیبیا، نیجریه، اوگاندا و جنوب زامبیا برای تهیه کائوچو مورد بهره‌برداری محلی قرار می‌گیرند. از جمله گونه‌های این جنس می‌توان کلی تاندرا الاستیکا (*C. elastica* A. Chev.) را نام برد که گیاهی علفی و بالا رونده است. با وجود کیفیت خوب کائوچوی گونه‌های این جنس، هیچکدام قابل کشت نیستند [۳].

۲-۶ کریپتواستگیا (*Cryptostegia*)

این جنس در خانواده آسکله پیاداسه (*Asclepiadaceae*) جای دارد و دارای دو گونه مهم است که کائوچویی با کیفیت بسیار عالی تولید می‌کنند. برخی از گونه‌های مهم این جنس عبارتند از: کریپتواستگیا گراندی فلورا *Cryptostegia grandiflora* R.Br. ((Roxb.) و کریپتواستگیا ماداگاسکارنسیس (*Cryp-tostegia madagascarensis* Boj) هر دو گونه نامبرده شده احتمالاً بومی ماداگاسکار بوده و از آن جا به نقاط دیگر جهان راه یافته‌اند. پخش و انتشار این دو گونه در نقاط دیگر دنیا در قرون نوزدهم و بیستم به‌سرعت انجام گرفت و هم اکنون در نقاط و کشورهای زیادی از جمله مصر، موزامبیک، زامبیا، ماداگاسکار، هند، سریلانکا، مالزی، ویتنام، کامبوج، تایلند، بنگلادش، اندونزی، مکزیک، ایالات متحده آمریکا، پاناما، ونزوئلا، برزیل، کلمبیا، هائیتی، کوبا و غیره وجود دارند. این گیاهان تقریباً در سراسر قسمت‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری

۲-۱۰ فون تومی یا (Funtumia)

این جنس شامل تعدادی گونه‌های درختی افریقایی متعلق به جنس آپوسی ناسه است. مهم‌ترین گونه کائوچویی آن، فون تومی یا الاستیکا است که در گذشته به‌عنوان مولد کائوچو مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفته است. در مقام مقایسه با هوا، این درخت در نواحی بسیار خشک‌تر از آنچه هوا نیاز دارد، می‌تواند زنده بماند و رشد کند و کمتر از هوا مورد هجوم حشرات قرار می‌گیرد. علاوه بر آن، به یک تا دو بار تیغ زدن در سال بیشتر نیاز ندارد و شیرابه آن به آسانی در اثر جوشاندن منعقد می‌شود. اما حدود بیست سال زمان لازم دارد تا به حداکثر رشد خود از نظر تولید برسد و حتی در این موقع نیز میزان شیرابه حاصله در مقایسه با هوا به صورت چشمگیری پایین‌تر است. از این نظر این درخت نمی‌تواند اقتصادی تلقی شود؛ مگر آنکه قیمت کائوچوی طبیعی گران‌تر از قیمت آن در حال حاضر بشود. این گیاه در حال حاضر برای ایران قابل توصیه نیست، اما کشت آزمایشی آن در نواحی جنوبی که قابل کاشت هوا نیست، می‌تواند مد نظر قرار گیرد [۴].

۲-۱۱ هوا (Hevea)

گونه‌های جنس هوا (از خانواده افوربیاسه) درختانی بومی جنگل‌های استوایی آمریکای جنوبی و مرکزی هستند. مهم‌ترین گونه این درخت که منبع اصلی برای تولید بازرگانی کائوچوی طبیعی است، هوا برزیلین سیس (Hevea Brasiliensis) نام دارد و بومی جنگل‌های بارانی آمریکای جنوبی و آمازون است. این درخت در حالت خودرو و وحشی تا ۳۶ متر بلندی دارد ولی بلندی درختان کاشته‌شده و اهلی از ۲۴ متر تجاوز نمی‌کند. درخت هوا شیرابه فراوانی تولید می‌کند و کیفیت کائوچوی آن که پارا رابر (Para Rubber) نام دارد، عالی است. همچنین شیرابه‌گیری از این درخت آسان است. همه این عوامل موجب شده است که کوشش‌های گیاه‌شناسان و متخصصان اصلاح نباتات و آگرونومیست‌ها و دیگر دانشمندان، عمدتاً به این درخت صرف شود. درخت هوا برزیلین سیس گیاه ویژه نواحی گرمسیری تروپیکال است. این درخت در انواع خاک‌ها می‌روید و مناسب‌ترین نواحی کشت آن، مناطق واقع بین خط استوا و عرض ده درجه شمالی و جنوبی است. برای کشت موفق هوا، وجود بهارهای مرطوب و به ویژه بارندگی منظم سالانه به میزان ۲۵۰۰ میلی‌متر، ضرورت اساسی و حیاتی دارد. این درخت در برابر سرما بسیار حساس است، به‌طوری‌که کشت آن در نواحی نیمه گرمسیر نیز معمولاً ناموفق است. در ایران نیز به‌علت محدودیت‌های این درخت امکان کشت آن مطلقاً وجود ندارد [۵].

شباهت به کاکتوس‌ها دارند. همگی آن‌ها در برابر خشکی مقاوم بوده و در نواحی خشک و نیمه‌خشک یافت می‌شوند. کلیه گونه‌های فریون دارای شیرابه سفید رنگ هستند که در موقع قطع برگ‌ها یا ساقه‌ها بیرون می‌ریزند و شامل موادی از نوع استرهای چهار حلقه‌ای دی ترپن نظیر فوربول (Phorbol)، اینگنول (Ingenol) و ترکیب‌های وابسته به آن‌ها هستند که تحریک‌کننده‌های شدید پوستی و مخاطی بوده و التهاب‌های شدید به‌ویژه در چشم و تاول روی پوست ایجاد می‌کنند. وجود این مواد و خواص نامطلوب آن‌ها عامل بزرگی در محدود کردن کاربرد این گونه‌ها به‌عنوان گیاهان مولد کائوچو، صمغ و غیره است [۴].

۲-۹ فیکوس (Ficus)

این جنس بزرگ متعلق به خانواده توت است و دارای گونه‌های بسیار بوده و در سطح وسیعی از مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا انتشار دارد. فقط گونه مهم حاوی کائوچوی طبیعی آن به نام فیکوس الاستیکا در گذشته در سطوح وسیع کشت می‌شده است که در رقابت با هوا به تدریج از میزان کشت آن کاسته شده و در حال حاضر جای خود را به‌طور کامل به گیاه اخیر داده است. این گونه یکی از قدیمی‌ترین گیاهان کائوچویی شناخته شده است و احتمالاً اولین گیاه بومی شرق است که ارزش بازرگانی از جهت تولید کائوچو داشته است. این درخت بزرگ از جهات مختلف از جمله قابلیت تولید کائوچو و روش‌های بهره‌برداری به کاستیلا شباهت دارد. شیرابه آن بسیار پایدار بوده و به‌مدت طولانی به‌صورت مایع باقی می‌ماند و منعقد نمی‌شود و برعکس شیرابه هوا، نیاز به ماده محافظ جهت جلوگیری از فساد ندارد. این درخت، مخصوص نواحی گرمسیری پر باران و جنگل‌های مناطق حاره است. معمولاً امروزه از آن به‌عنوان گیاه زینتی در منازل و گلخانه‌ها استفاده می‌شود. از جنس فیکوس دو گونه دیگر در ایران یافت می‌شود که حاوی شیرابه کائوچویی هستند، یکی درخت لول یا لور یا مکرزن است که تک درختانی از آن در نواحی جنوبی کشور از آبادان تا چابهار (باغ طیس) دیده می‌شود. شرایط آب و هوایی جنوب برای کشت وسیع آن مساعد نیست و میزان شیرابه به دست آمده و کیفیت آن در حد اقتصادی نیست؛ از این رو برای ازدیاد و توسعه کشت توصیه نمی‌شود. گونه دیگر، انجیر معابد است که آن هم چون درخت مکرزن فاقد مشخصات گیاه کائوچویی اقتصادی است و توسعه کشت آن نیز به‌خاطر محدودیت‌های اقلیمی در جنوب کشور میسر نیست [۴].

۲-۱۲ لان دولفیا (Landolphia)

اکثریت قریب به اتفاق گیاهان این جنس متعلق به خانواده آپوسی ناسه هستند و به صورت درختچه‌های پیچنده و بالارونده بوده و از منابع مهم تولید کائوچوی طبیعی در همه نقاط گرمسیری افریقا به شمار می‌روند. تعداد گونه‌های حاوی کائوچوی این جنس در افریقا پنجاه‌ویک گونه برآورد شده که از این تعداد متجاوز از بیست گونه در روزگار رونق بازار کائوچوی طبیعی حاصل از گیاهان وحشی و خودرو، مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. مهم‌ترین گونه تولیدکننده کائوچوی این جنس در افریقا که گسترده‌ترین سطح انتشار را در این قاره دارد، لاندولفیا اووارین سیس (L. owariensis Beauv.) است و بیشترین میزان کائوچوی طبیعی از گیاهان وحشی را در افریقا تولید می‌کند. این درختچه در آنگولا، کنگو (زئیر)، داهومی، غنا، ساحل عاج، لیبیا، نیجریه، زامبیا، سیرالئون و توگو انتشار دارد و در سراسر این کشورها، گونه غالب را در بین گیاهان این جنس تشکیل می‌دهد، هر چند در نقاط دیگر افریقا گونه‌های دیگر لاندولفیا غلبه دارند. طبق بررسی‌های به‌عمل‌آمده در اوایل قرن بیستم، شیرابه این گیاهان دارای مقادیر متفاوتی کائوچو، از ۴ تا ۲۵ درصد وزن شیرابه تازه هستند. روش‌های استحصال و انعقاد شیرابه، بسیار متنوع است و از این رو کائوچوی به‌دست‌آمده نیز دارای کیفیت گوناگونی است. در هوای مرطوب و در فصل باران معمولاً جمع‌آوری شیرابه با تیغ‌زدن یا ایجاد شکاف در تنه این درختچه‌ها انجام می‌گیرد و شیرابه که در این حالت روان است در ظروف جمع‌آوری تعبیه شده در پایین هر شکاف می‌ریزد. ولی در فصل خشک، شیرابه مدت زمان کمی پس از جریان، منعقد و خشک می‌شود در این حالت استفاده از ظروف جمع‌آوری زاید است و تنها کافی است که شیرابه خشک شده از سطح تنه، کنده شده و جمع‌آوری شود. کیفیت کائوچوی این گیاهان خوب و میزان رزین شیرابه نسبتاً کم است [۵].

۲-۱۳ مانی هوت (Manihot)

جنس کوچکی از درختان آمریکای جنوبی از خانواده افوربیاسه است. درختان این جنس اغلب بومی نواحی خشک برزیل هستند و کشت آن‌ها در مناطقی که برای پرورش هوا خلی خشک است، انجام می‌شود. تعدادی از گونه‌های این جنس، تولیدکننده نشاسته محسوب شده و بعضی از آن‌ها نیز شیرابه حاوی کائوچو دارند. مهم‌ترین گونه‌های مولد کائوچوی این جنس عبارتند از: مانی هوت گلازیوی ئی (Manihot glazioi) و مانی هوت دیکوتوما (Manihot dichotoma) (vii Mull-Arg Ule) [۵].

۲-۱۴ پارتینوم آرژنتاتوم (Parthenium Argentatum)

نام رایج انگلیسی این گیاه گویول (Guayule) بوده و از خانواده آستراسه است. گویول درختچه کوچک بوته ماندنی است به بلندی ۰/۶ تا ۱/۵ متر، با ریشه‌ای قوی و گسترده و برگ‌های کوچک سبز مایل به نقره‌ای و گل‌های زرد تا زرد تیره. ریشه گویول گاه تا عمق ۶ متر در زمین نفوذ می‌کند و گسترش آن به اطراف قابل توجه و چشمگیر است. این گیاه عمری طولانی دارد و معمولاً بیش از ۳۰ سال و گاه تا ۵۰ سال زندگی می‌کند. گویول، بومی نواحی نیمه‌خشک و کویری مکزیک و تگزاس و به‌ویژه صحرای چی هواهوان واقع در شمال کشور مکزیک و جنوب غربی ایالت تگزاس ایالت متحده آمریکا است. در صد سال گذشته به علت اهمیت گیاه از نظر تهیه کائوچوی طبیعی، گویول به خارج از ناحیه رویشگاه طبیعی‌اش برده شده و امروزه در بعضی کشورها مانند ایالت متحده آمریکا، استرالیا، اسرائیل، افریقای جنوبی، هندوستان، آرژانتین، ایتالیا و شوروی در قطعات کوچک آزمایشی زیر کشت است و امکان زراعت وسیع آن برای تولید کائوچو، صمغ و محصولات دیگر، مورد بررسی است. گویول در رویشگاه طبیعی‌اش در مکزیک و تگزاس در ارتفاع ۶۰۰ تا ۲۱۰۰ متری سطح دریا می‌روید. خاک محل رویش آن آهکی است، هر چند برای کشت گویول وجود مقادیر زیاد آهک در خاک ضرورت ندارد. این گیاه نمی‌تواند در خاک‌های اسیدی رشد کند، از این رو کشت گویول به خاک‌های غیر اسیدی با قابلیت نفوذ خوب منحصر می‌شود. گویول به ۲۵۰ تا ۳۸۰ میلیمتر باران سالانه نیاز دارد تا محصول رضایت‌بخش تولید کند. اگر بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر باشد، برای حصول عملکرد کافی، آبیاری ضرورت می‌یابد و در شرایط بارندگی بیش از ۶۴۰ سانتی‌متر، رشد رویشی ناخواسته موجب نقصان شدید محصول می‌شود. گویول به یخبندان مقاوم است، در رویشگاه طبیعی آن در تگزاس، سرمای تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد زیر صفر را تحمل کرده و خشک نمی‌شود، اما سرمای ده درجه زیر صفر حداقل قابل تحمل برای گیاهان رشد یافته در شرایط زراعی است و دمای کمتر از این حد، صدمه شدید به زراعت گویول وارد می‌کند.

ازدیاد گویول با بذر صورت می‌گیرد، بذر گیاه قبل از کشت باید در محلول هیپوکلریت کلسیم قرار گیرد تا اثر عوامل بازدارنده جوانه‌زدن زدوده شود. بذر را می‌توان مستقیماً در مزرعه کاشت یا ابتدا در خزانه عمل آورد و سپس نهال‌های جوان را در مزرعه نشاء کرد. طریق اول اقتصادی‌تر و روش دوم مطمئن‌تر است. زراعت گویول به وجین نیاز دارد تا علف‌های هرز موجود در مزرعه که به آسانی زراعت را پوشانده و گویول را خفه می‌کند، از بین بروند.

۲-۱۵ اسکورزونرا (Scorzonera)

گونه‌هایی از این جنس در آسیای مرکزی می‌رویند و در این گونه‌های آسیایی، تنوع گسترده‌ای در شکل برگ‌ها، روش و طرز رشد و نمو و میزان رویش سالانه دیده می‌شود. مهم‌ترین گونه‌های مولد کائوچوی این جنس در درجه اول، تائو سقز (Tau-Saghyz) با نام علمی اسکورزونرا تائو-سقز و در درجه دوم، تکه سقز (Teke-Saghyz) با نام علمی اسکورزونرا آکاتوکلادا هستند. گونه‌های این جنس در کوهستان‌ها و دشت‌های مرتفع آسیای مرکزی تا شمال شرقی ایران، می‌رویند. کائوچوی موجود در این گیاهان، دارای کیفیت بسیار خوبی است و از طرفی هیچ گروه گیاهی نمی‌تواند به اندازه گونه‌های این جنس، کائوچو در خود ذخیره کند؛ به‌طوری که گونه‌های این جنس همگی دارای مقادیر زیادی کائوچوی طبیعی در اندام‌های خود و به‌ویژه در ریشه‌ها هستند. کلمه سقز در گونه‌های نامبرده شده به معنی همان ماده جویدنی شبیه آدامس است [۶].

۲-۱۶ تاراکساکوم (Taraxacum)

نام فارسی گیاهان این جنس گل قاصدک یا قاصدک است و در انگلیسی به آن‌ها داندلیون (Dandelion) گفته می‌شود. گیاهان جنس گل قاصد در سراسر اروپا، آسیا و آمریکای شمالی یافت می‌شوند. در بین گونه‌های این جنس از لحاظ تولید کائوچو، دو گونه مهم وجود دارد که به‌علت استفاده روس‌ها از آن‌ها برای تولید کائوچو، به نام قاصدک‌های روسی معروفند. این دو گونه شباهت بسیار به یکدیگر و همچنین به سایر انواع گل قاصد دارند، اما از نظر تکثیر و ازدیاد، مکان رویش طبیعی و همچنین نیازهای زراعی و پرورشی کاملاً متفاوت هستند. گونه کوک سقز گل قاصد تند رشد است و در طبیعت، در نواحی کوهستانی مرتفع که دارای سرمای سخت زمستانی و برف سنگین و نیز دارای تابستانی کوتاه است، یافت می‌شود. در حالی که گونه دیگر به نام کریم (Krim) سقز، گیاهی کندرشد با قابلیت انطباق خیلی زیادتر از گونه قبلی به زمستان‌های گرم‌تر (و حتی بیش از گل قاصد معمولی) است.

نام‌های روسی این دو گونه، مرکب از دو واژه است. کوک (Kok) که در زبان ازبکی به معنای ریشه است و سقز که یک کلمه فارسی (شاید از اصل ترکی) است و "کوک سقز" به معنای سقز حاصل از ریشه است. نام روسی گونه دیگر یعنی کریم سقز، به معنای سقز کریمه است و واژه کریم مصغر نام ناحیه کریمه، شبه‌جزیره معروف شمال دریای سیاه است [۷].

گواپول دارای شیرابه‌ای کائوچویی است که در باخته‌های پارانشیم ریشه و ساقه به‌صورت ذرات ریز (به اندازه ذرات شیرابه هوا) پراکنده است. این گیاه بر عکس هوا که با عمل تیغ‌زدن، شیرابه آن جمع‌آوری می‌شود، باید کل گیاه جمع‌آوری شده و طی مراحل کائوچوی آن استخراج شود. میزان کائوچوی تولیدی گواپول به‌طور معمول تقریباً ۱۰ درصد وزن خشک گیاه است، اما در رقم‌های اصلاح‌شده، عملکرد تا ۲۵ درصد نیز دیده می‌شود و اگر از مواد محرک شیمیایی ویژه‌ای استفاده شود، میزان کائوچوی استحصالی در مراحل اولیه رشد گیاه تا ۳۰ درصد وزن خشک گواپول، افزایش می‌یابد. کائوچوی گواپول، با اعمال روش‌های جدید تصفیه و حذف صمغ، کیفیتی عالی دارد و برای مصارف گوناگون از کائوچوی مصنوعی بهتر است و با کائوچوی طبیعی حاصل از هوا نیز رقابت می‌کند. میزان برداشت و استحصال کائوچو از هر هکتار ۱/۳ تا ۱/۷ تن در سال ثبت و رکوردگیری شده است. این میزان محصول کائوچو از مزارعی به دست آمده که آبیاری نیز در آن انجام شده است. گواپول زراعتی چندساله است و معمولاً بهترین زمان برداشت گواپول را ۳ تا ۵ سال پس از کاشت می‌دانند، اما بعضی منابع، برداشت را پس از ۷ سال توصیه می‌کنند. به نظر می‌رسد که از جهات مختلف به‌ویژه از نظر اقتصادی، برداشت محصول پس از ۳ و حداکثر ۵ سال، بهترین زمان است. نکته جالب این است که کائوچو به تدریج و با آهنگی کند در گیاه ذخیره می‌شود و نقصان و افت در کمیت و کیفیت آن حتی اگر بوته‌ها چندین سال در زمین بمانند و برداشت نشوند، ایجاد نمی‌شود. عملیات استخراج کائوچو از گواپول ساده و آسان است. ابتدا گیاهان برداشت‌شده را در آب داغ غوطه‌ور می‌کنند تا کائوچوی موجود در آن‌ها منعقد شود و نیز برگ‌ها و خاک‌های چسبیده به ریشه جدا شوند. سپس آن‌ها را آسیاب کرده و به‌صورت تفاله در می‌آورند و با کمک محلول سود سوزآور که تفاله یا گیاه آسیاب‌شده در آن غوطه‌ور است، کائوچو شروع به جدا شدن کرده و به سطح محلول می‌آید. پس از جمع‌آوری و شستشو به‌علت وجود صمغ زیاد (۲۰ تا ۲۵ درصد کائوچوی حاصل) محصول کائوچوی استحصالی را از ستون گرم عبور می‌دهند تا صمغ آن جدا شود. سپس آن را از پرس مارپیچی و متعاقباً از خشک‌کن (هوای داغ) عبور می‌دهند تا محصول مطلوب و خالص به‌دست آید. کائوچویی که به این ترتیب به دست می‌آید کیفیتی عالی دارد و از جهات گوناگون با بهترین کائوچوی حاصله از درخت هوا برابری می‌کند [۶].

۲-۱۶-۱ تاراکساکوم کوک ساقیز (Taraxacum Kok - saghyz Rodin)

در اثنای جنگ جهانی دوم که بحران کائوچو به علت تصرف نهالستان‌های هوآی جنوب شرقی آسیا توسط نیروهای ژاپن به وجود آمد، ایالات متحده و شوروی کوشیدند با کشت گیاهان جانشین، به استحصال کائوچو پردازند و نیازهای خود را تأمین کنند. در آمریکا، آزمایش‌هایی بر روی گویول و کوک سقز آغاز شد و شوروی با کشت کوک سقز به مقابله با کمبود کائوچوی طبیعی برخاست. پس از پایان جنگ و ارزانی و فراوانی مجدد کائوچوی طبیعی، کشت این گیاهان متوقف شد و بیشتر اطلاعات موجود درباره این گیاهان از آن زمان باقی مانده است. در شوروی و آمریکا و سایر کشورهای جهان، مجدداً آزمایش‌هایی روی کشت این جنس آغاز شده است. کوک سقز گیاهی است چند ساله، ریشه آن عمودی و غالباً پیچ خورده و در شرایط کاشته شده بسیار منشعب است (در این حالت انشعاب‌های اصلی ریشه باز هم عمودی است). ریشه اصلی آن ۷۰ تا ۷۵ سانتی‌متر درازا دارد. هر گیاه معمولاً دارای ۳ تا ۸ ساقه گل‌دهنده است. حداکثر کائوچوی تولیدی گیاه در ریشه‌های آن متمرکز است و حد متوسط کائوچوی ریشه‌ها ۶ درصد است که با مطالعات انجام‌شده و انتخاب گونه‌های بهتر زراعی، این مقدار قابل افزایش بوده و رسیدن به مقادیر ۱۵ تا ۲۵ درصد محتمل دانسته شده است. در آزمایش‌های انجام‌شده در سوئد و اسپانیا روی انواع پرمحصول، ۱۵۰ کیلوگرم کائوچو در هر هکتار به دست آمده است. کوک سقز را به‌عنوان زراعت زمستانی در مناطق مساعد می‌توان کشت کرد. بدین ترتیب علاوه بر کشت بهاره، در مناطقی امکان کشت پاییزه گیاه نیز وجود دارد. زراعت کوک سقز زراعتی یک ساله است، یعنی کاشت تا برداشت در طول سال اول صورت می‌پذیرد. کشاندن زراعت به سال دوم معمولاً برای تهیه بذر و یا برداشت میزان بیشتری کائوچو در واحد سطح انجام می‌شود که معمولاً با مشکلات فراوانی همراه است. کوک سقز در خاک‌های غنی از هوموس محصول عالی تولید می‌کند. معمولاً خاک مناسب این گیاه، باید از جهت مواد آلی، ازت و اسیدفسفریک غنی باشد. بهترین pH خاک برای کوک سقز، معمولاً بین ۸ تا ۸/۵ است ولی گیاه در pH حدود ۵/۵ تا ۸/۵ رشد رضایت‌بخشی نشان می‌دهد. افزودن میزان معینی آهک به خاک و قلیایی کردن آن حتی تا pH معادل ۹/۳ نیز توصیه شده است. میزان مواد آلی (خاک برگ تا کود پوسیده دامی) در موفقیت کشت مهم است. هر چند این گیاه در محدوده گسترده‌ای از مواد آلی از ۲ تا ۹۰ درصد، می‌تواند رشد کند ولی معمولاً حد معقولی از مواد آلی (حداقل ۸ درصد) برای موفقیت

کشت لازم است.

آماده‌سازی زمین برای کشت بذر و رشد رضایتبخش ریشه‌ها، اهمیت بسیار دارد. شخم پاییزه برای کشت گیاه در بهار، توصیه شده است. از آن جا که بذر این گیاه خیلی ریز است و در هر کیلو از آن حدود سه میلیون بذر وجود دارد، برای کشت آن در مزرعه باید آماده‌سازی زمین و نرم کردن خاک، به نحو احسن صورت پذیرد. معمولاً بذر این گیاه، یک دوره استراحت و خواب دارد و قبل از کشت باید این دوره شکسته شود. یکی از روش‌های آماده‌سازی بذر برای کشت و شکستن خواب زمستانی آن، قرار دادن بذر در سرما، به مدت ۱۰ تا ۱۵ روز است.

از نظر تعداد بوته در هکتار و فاصله کاشت (فاصله ردیف‌ها و فاصله بوته‌ها با یکدیگر روی هر ردیف) دو روش وجود دارد: بوته زیاد در واحد سطح به‌میزان ۱۰۰ تا ۱۴۰ گیاه در متر مربع و تعداد بوته کم به‌میزان ۱۰ تا ۱۴ بوته در متر مربع. در حالت دوم ریشه‌ها بزرگ‌تر و حجیم‌تر می‌شوند، ولی آزمایش‌ها نشان داده است که تراکم زیاد بوته در واحد سطح در مقام مقایسه، مقدار بیشتری ریشه از نظر وزنی تولید می‌کند. کوک سقز در نقاطی که متوسط حرارت روزانه خیلی زیاد نباشد و گرمای شدید روزها برای مدت طولانی ادامه نداشته باشد و شب‌هایی نسبتاً خنک داشته باشد، نتیجه بسیار خوبی می‌دهد [۷].

۳ گونه‌های کائوچوی مناسب برای ایران

از بین گیاهانی که در بخش مهم‌ترین گیاهان کائوچویی دنیا مورد بحث قرار گرفت و معرفی شدند، چند گیاه برای کشت وسیع و استحصال انبوه کائوچو در ایران مناسب هستند و عده‌ای نیاز به بررسی‌های دقیق و برنامه‌ریزی شده دارند تا تناسب آن‌ها با شرایط کشور مشخص شود. عده‌ای از گیاهان معرفی شده نیز به علل مختلف قابل کشت و بهره‌برداری نیستند. برای سهولت بحث درباره گیاهان کائوچویی مناسب یا بالقوه مناسب برای ایران، آن‌ها را به دو گروه درختچه‌ای (مناسب برای نواحی نیمه گرمسیری جنوب کشور) و بوته‌ای یا علفی (مناسب کشت در اکثر نقاط ایران) تقسیم می‌کنیم [۸].

۳-۱ گیاهان مناسب برای نواحی جنوب ایران

گیاهانی که در خلال این پژوهش برای مناطق نیمه گرمسیری و معتدل جنوب و جنوب شرقی ایران مناسب تشخیص داده شده‌اند، همگی درختانی بزرگ یا حداقل به‌صورت درختچه بوده، به غیر از چند گونه که در همین نواحی به‌طور طبیعی می‌رویند یا از زمان‌های قدیم وارد شده و سازش یافته‌اند، بقیه بومی مناطق مختلف گرمسیر و نیمه‌گرمسیر جهان هستند [۸].

۳-۱-۱ بلیک رودا تونکی ن سیس

با وجود کم بودن اطلاعات درباره جوانب گوناگون این درخت بومی ویتنام و لائوس، مزایای چشمگیر آن، به‌ویژه کیفیت عالی کائوچو، مقاومت عالی درخت در برابر خشکی و کم‌آبی (به‌دلیل وجود گره‌های متورم روی ریشه‌ها به‌منظور ذخیره آب)، توانایی رویش مطلوب در خاک‌های آهکی و نیز در دامنه‌های با شیب زیاد، آن را برای کشت در بسیاری از نواحی جنوب مناسب و واجد ارزش معرفی می‌کند. به نظر می‌رسد این درخت می‌تواند در مناطقی نظیر نواحی کوهستانی بلوچستان (تنگ‌سرحه، بزمان، جنوب جازموریان، بشاگرد، دامنه‌های گوهرکوه و غیره)، جیرفت، اسفندقه، رودان، شیب‌های جنوبی جبال بارز و نظایر آن‌ها در هرمزگان، کرمان، جنوب فارس، کهکیلویه و بویر احمد و شمای خوزستان به‌عنوان درختی با ارزش از جهت تولید کائوچو، تثبیت خاک، ایجاد پوشش سبز و ممانعت از فرسایش و تولید چوب، به‌صورت جنگل‌های دست‌کاشت مورد توجه قرار گیرد، به شرطی که قبل از اقدام به کشت وسیع، اطلاعات کافی در مورد میزان تحمل درخت در برابر سرما، شیوه ازدیاد، میزان سازش با محیط، بهترین روش شیرابه‌گیری و غیره به‌دست آید [۹].

۳-۱-۲ مانی هوت

مانی هوت گلازیووی و مانی هوت ماداگاسکارنسیس، هر دو گونه این جنس به‌دلیل مقاومت خوب در برابر خشکی طولانی محیط و کیفیت خوب کائوچوی تولیدی و نیز خوراکی بودن ریشه‌های متورم آن‌ها که حاوی نشاسته هستند و همچنین امکان تولید مقادیر کافی روغن «سکاتیف» از دانه‌های این درختان، برای کشت در استان‌های جنوبی کشور، مناسب به نظر می‌آیند [۹].

۳-۱-۳ کریپتواستگیا

دو گونه این جنس یعنی کریپتواستگیاگراندی فلورا و کریپتواستگیا ماداگاسکارنسیس، هم‌اکنون در بسیاری از نقاط گرمسیر، نیمه‌گرمسیر و معتدل جهان به‌عنوان گیاه زینتی و گاهی به‌عنوان گیاه روغنی کشت می‌شوند. از مهم‌ترین مزایای این درختان، توان مطلوب رویش آن‌ها در شرایط گوناگون اقلیمی از صحرای خشک تا نواحی گرم و پر باران است. با توجه به حصول بیشترین رشد در نواحی واجد شرایط ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر باران سالانه و امکان آبیاری گیاه در نواحی خشک‌تر، مقاومت نسبی در برابر سرما (در ۸ درجه زیر صفر ریشه‌ها سالم می‌مانند اما بخش‌های هوایی گیاه می‌میرند) و تحمل فراوان در حرارت زیاد، برای کشت در مناطقی از جنوب کشور که

آب کافی دارند، قابل توصیه می‌کند. از جمله میناب، نواحی اطراف رودخانه باهو کلات، اطراف رودخانه‌های موند (قره‌آج) در جنوب فارس، کهکیلویه و بویر احمد و به‌ویژه نواحی مختلف خوزستان (به‌علت وجود آب فراوان) تا حدود دالکی و شبانکاره و دیلم و گناوه و مناطقی نظیر آن‌ها و نیز از غرب مازندران تا گیلان [۱۰].

۳-۱-۴ لاندولفیا

از بین گونه‌های این جنس، تنها گونه *Landolphia Heudelotia* می‌تواند در شرایط خشکی و کمی آب، رشدی رضایت‌بخش داشته باشد. میزان شیرابه آن زیاد است و برای نواحی خشک بلوچستان، بم و نرماشیر، جیرفت، جازموریان، جنوب فارس و خوزستان می‌توان این گیاه را توصیه کرد و به توسعه و تعمیم آن در مناطق یادشده امیدوار بود [۱۰].

۳-۱-۵ افوریا

مهم‌ترین مشکل گونه‌های این جنس، وجود شیرابه سوزان و تاول‌زای آن‌هاست که به‌صورت عاملی بازدارنده مانع از توسعه کشت آن شده است. بهترین گونه مولد کائوچوی این جنس، *E. intisy* است که کیفیت کائوچوی به‌دست‌آمده از آن عالی و میزان تولید شیرابه آن نیز چشمگیر است. ازدیاد این درخت با بذر به سهولت انجام می‌شود که این نیز از مزایای گیاه است. این گیاه به احتمال زیاد با شرایط جنوب کشور سازگاری خواهد داشت [۱۱].

۳-۱-۶ سایبوم

از این جنس تنها دو گونه ممکن است با شرایط ایران سازگار باشد. گونه *S. verum* به‌علت تولید شیرابه زیاد و رویش در ارتفاعات، می‌تواند برای نواحی کوهستانی جنوب که دارای آب کافی هستند، نظیر شمال میناب، رودان، جیرفت، ارتفاعات و دامنه‌های راسک، سرباز و غیره توصیه می‌شود. گونه دیگر این جنس، *S. stylare* نیز می‌تواند همراه با گونه قبلی وارد شده، مورد آزمایش قرار گیرد. علاوه بر گیاهان اشاره شده، تعدادی درخت و درختچه در جنوب کشور می‌رویند که مورد بررسی قرار گرفته‌اند و از بین آنان برای مناطق گرمسیر جنوب (مناطق خرماخیز) گونه‌های زیر به‌ترتیب اهمیت توصیه شده‌اند [۱۱]:
پرخ یا پره (*Euphorbia larica*)، لباشیر (*Pergularia tomento*)،
سا، بیدار (*Euphorbia tirucalli*)، استبرق یا کرک (*Calotropis procera*).

۳-۲ گیاهان مناسب برای نواحی معتدل و سردسیر ایران

گیاهان مناسب این نواحی، همگی علفی و یک ساله یا چند ساله هستند و به صورت زراعت‌های یک تا پنج ساله کشت می‌شوند. در بین این گیاهان دو گونه گویول و کوک سقز قابلیت کشت در بسیاری از استان‌های کشور را دارند و توان بالقوه تولید کائوچوی آن‌ها، می‌تواند نیازهای کائوچوی کشور را با رعایت شرایطی، مرتفع سازد. این گیاهان می‌توانند به مقدار فراوان، کائوچوی با کیفیت عالی در اندام‌های خود ذخیره کنند، اما استخراج کائوچوی آن‌ها بر خلاف هوأ با تیغ‌زدن امکان پذیر نیست؛ بلکه باید کلیه اندام‌های گیاه را درو و برداشت کرد و با انجام سلسله عملیاتی، کائوچوی آن‌ها را استخراج کرد. متخصصان کشاورزی کشور بر این باورند که با کشت دو گیاه گویول و کوک سقز در سطوح وسیع، تولید کائوچو در اندازه‌های خودکفایی به شرط رعایت اصول علمی و عملی زراعی کاملاً ممکن و میسر است [۱۲].

۳-۲-۱ پارتینوم آرژنتاتوم یا گویول

در سال‌های قبل از جنگ جهانی دوم، مقداری بذر گویول توسط وزارت کشاورزی از مکزیک تهیه شد و در نواحی شمال و جنوب کشور به صورت آزمایشی کشت شد و نتایج حاصل رضایت‌بخش اعلام شد. با شروع جنگ و اشغال ایران، این مزارع آزمایشی نیز معدوم شدند. گویول گیاه بسیار با ارزشی است و کشت آن از جهات مختلف در ایران می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد. کشت گویول تقریباً در تمام نقاط شمال، شمال شرق، شمال غرب، غرب، جنوب غربی، مرکزی، کرمان، شمال فارس و خلاصه هر کجا که آب کافی برای آبیاری و خاک مناسب وجود داشته باشد امکان‌پذیر است. کشت گویول از نظر اقتصادی نیز کاملاً توجیه‌پذیر است [۱۲].

۳-۲-۲ تاراکساکوم کوک ساقیز

کوک سقز یا قاصدک روسی مانند گویول در زمان جنگ جهانی دوم در سطح ۸۰۰۰۰۰ هکتار در شوروی و در سطحی بسیار کمتر در آمریکا زیر کشت رفت و مقادیر قابل‌ملاحظه‌ای کائوچو از آن به دست آمد. کوک سقز گیاه با ارزشی از نظر تولید کائوچوی با کیفیت عالی و نیز بازده اقتصادی است. این گونه از نواحی کوهستانی و دشت‌های مرتفع خراسان تا آذربایجان، کردستان، کرمانشاه، همدان، لرستان، بختیاری، کرمان و شمال فارس قابل کشت و بهره‌برداری است. این گیاه نیز در ایران سابقه کشت آزمایشی دارد و در سال‌های قبل از جنگ در کرج، لاهیجان، کلاردشت و گرگان به صورت آزمایشی کشت شده و

طبق گزارش‌ها نتیجه مطلوب داده است ولی بر اثر اشغال ایران توسط نیروهای بیگانه، دنباله کار رها شده است. کوک سقز زراعتی کم هزینه است و علاوه بر آن کشت دیم آن در بسیاری مناطق مانند دشت کالپوش، امکان‌پذیر است. کوک سقز نیز مانند گویول، محصولات جنبی با ارزشی می‌تواند تولید کند و در مجموع، کشت این گیاه در ایران در سطوح وسیع امکان‌پذیر است، به ویژه در نقاطی که گویول به علت شرایط نامساعد، نمی‌تواند چندان موفق باشد. از این رو به نظر کارشناسان، مطالعه جدی و وسیع درباره این گیاه و گونه دیگر این جنس (کوک سقز) و ایجاد مزارع آزمایشی از آن‌ها ضرورت دارد. درباره این گیاهان و نحوه کشت و زرع و استحصال کائوچو از آن‌ها اطلاعات بسیاری در اختیار کارشناسان کشاورزی قرار دارد [۱۲].

۳-۲-۳ اسکورزونرا تائو ساقیز

گیاه تائو سقز بیش از هر گیاهی در جهان، کائوچوی طبیعی در خود ذخیره می‌کند، به طوری که تا ۴۱/۶ درصد کائوچو نسبت به وزن خشک گیاه، گزارش شده است. این گیاه بسیار با ارزش است؛ اما هنوز اطلاعات کافی در مورد آن وجود ندارد. این گیاه در مناطقی که کوک سقز امکان رشد دارد، می‌تواند کشت شود. گزارش شده که تثبیت آن به عنوان گیاه زراعی از کوک سقز مشکل‌تر است و به علاوه برای ذخیره‌سازی حداکثر کائوچو در ریشه‌ها، به پنج سال زمان نیاز دارد. این گیاه به شرط بررسی کافی و رفع عیوب و محدودیت‌های آن، می‌تواند مهم‌ترین و بهترین گیاه کائوچویی برای مناطق مساعد در ایران باشد. نکته‌ای که در پایان باید مطرح شود، موضوع کشت هوأ و کاستیلا در ایران است. هر چند هوأ بهترین منبع تهیه کائوچو در دنیاست ولی به علت عدم وجود شرایط ویژه، رشد مطلوب آن که منحصراً در کمربند باریکی از خط استوا تا ۱۰ درجه و حداکثر ۱۵ درجه عرض جغرافیایی موجود است، در ایران وجود ندارد. همچنین امکان کشت کاستیلا نیز در ایران وجود ندارد و به طور قاطع، می‌توان گفت که هر گونه کوششی در این راه بی‌حاصل است. کارشناسان کشاورزی بعید نمی‌دانند که درخت هوأ یا کاستیلا بتواند در ایران کاشته شود و زنده بماند، اما کشت وسیع این درختان و استحصال کائوچو به میزان قابل توجه از آن‌ها مسلماً ممکن نخواهد بود. با توجه به عدم امکان کشت هوأ و کاستیلا و حتی فیکوس الاستیکا در کشور، باید تمام تلاش‌ها در راه تثبیت سایر درختان و درختچه‌های مناسب برای ایران از جمله کشت وسیع گویول و در درجه بعدی کوک سقز و تائو سقز به کار برده شود، که اگر موفقیتی

باشد از همین راه خواهد بود [۱۲].

نتیجه‌گیری

با توجه به امکان تولید انواعی از کائوچوی طبیعی در ایران از بین گیاهان معرفی شده، چند گیاه برای کشت وسیع و استحصال انبوه کائوچو در ایران مناسب بوده و برخی نیز به بررسی‌های دقیق‌تر و برنامه‌ریزی شده‌تری نیاز دارند تا تناسب آن‌ها با شرایط آب‌وهوایی کشور بیشتر مشخص شود. این گیاهان به دو گروه درختی و درختچه‌ای (مناسب برای نواحی نیمه‌گرمسیری جنوب کشور) و بوته‌ای یا علفی (مناسب کشت در اکثر نقاط ایران به‌ویژه نواحی شمالی کشور) تقسیم‌بندی شده‌اند. گیاهان مناسب نواحی جنوب ایران عبارتند از: بلیک رود آتونکی نن سیس، مانی هوت، کریپ تواستگیا، لاندولفیا هوی دلوتی، افوریا، فنتومیا الاستیکا و سایپوم. همچنین گیاهان مناسب نواحی

معتدل و سردسیر عبارتند از: گویول، تاراکساکوم کوک سقز یا قاصدک روسی و اسکورزونه راتائو سقز. بنابراین با توجه به تحقیقات انجام‌شده توسط گروه‌های تحقیقاتی و نیز توضیحات ارائه شده در این پژوهش، کشت و استحصال درخت هوآ که مرغوب‌ترین شیرابه و بالطبع مرغوب‌ترین کائوچوی طبیعی را به‌دست می‌دهد، در ایران امکان‌پذیر نبوده ولی گونه‌های دیگری که بی‌تردید می‌توانند بخشی از نیاز کشور را جابگو باشند در کشور قابل استحصال هستند.

قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی شرکت طنین پیک سبلان (تولیدکننده توپ‌های بتا) اردبیل به اجرا در آمده است. بدین وسیله از شرکت طنین پیک سبلان در راستای به ثمر رسیدن این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

1. Venkatachalam P., Geetha N., Sangeetha P., Thulaseedharan A., Natural Rubber Producing Plants: An Overview, *African Journal of Biotechnology*, 12, 1297-1310, **2013**.
2. Hurley P. E., History of Natural Rubber, *Journal of Macromolecular Science: Part A – Chemistry :Pure and Applied Chemistry*, 15, 1279- 1287, **1981**.
3. Hayashi Y., Production of Natural Rubber from Para Rubber Tree, *Plant Biotechnology*, 26, 67–70 **2009**.
4. Mooibroek H., Cornish K., Alternative Sources of Natural Rubber, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53, 355-365, **2000**.
5. Bhattacharjee A., Bhowmik M., Paul C., Chowdhury B. D., Debnath B., Rubber Tree Seed Utilization for Green Energy, Revenue Generation and Sustainable Development– A Comprehensive Review, *Industrial Crops and Products*, 174, 114186, **2021**.
6. Silva M. J., Evaluation of the Physicochemical Properties of Natural Rubber from Hevea Brasiliensis Clones, *Industrial Crops and Products*, 171, 113925, **2021**.
7. Suryanarayanan T. S., From Forest to Plantation: A Brief History of the Rubber Tree, *Indian Journal of History of Science*, 58, 74–78, **2023**.
8. زرگری، علی، گیاهان دارویی، جلد سوم، انتشارات دانشگاه تهران شماره ۳/۱۳۹۰، ۱۳۵۲.
9. ثابتی، حبیب الله، بررسی اقلیم حیاتی ایران. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۱۲۳۱. ۱۳۴۸.
10. ثابتی، حبیب الله، جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳۵۵.
11. طراز، منوچهر، : بررسی در اطراف مهم‌ترین گیاهان کائوچودهنده ایران. پایان نامه دانشکده داروسازی دانشگاه تهران، ۱۳۲۸.
12. شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک، : کائوچوی طبیعی؛ ساختمان، خواص و کاربردها، مرکز نشر سمر، ۱۳۷۶.