استحصال کائوچوی طبیعی از گیاهان جدید

آیا بالاخره در ایران امکان تولید کائوچوی طبیعی و لاتکس وجود خواهد داشت ؟

Natural rubber from new plants

Will there finally be a possibility of producing natural rubber and latex in Iran?

چکیده:

تقریباً تمامی لاتکس و کائوچوی طبیعی دنیا در حال حاضر از درخت هوآ به دست می‌آید. متأسفانه این درخت بومی مناطق استوایی بوده و با وجود فعالیت‌های مختلفی که از اوایل این قرن در کشورمان شد نهایتاً امکان کشت پیدا نکرد. حال ، با تکمیل فعالیت‌های مختلف ، امید می‌رود که به زودی انحصار تولید لاتکس و کائوچوی طبیعی به درخت هوآ و درنتیجه محدودیت تولید آن‌ها در کشورهای استوایی شکسته شود. مطمئناً در کشورمان نیز از نتایج این فعالیت‌ها امکان استفاده وجود دارد. به خصوص این‌که گیاهان جدید در زمین‌های بایر و نیمه بایر و نیز اقلیم‌های سخت نیز قابل کشت و استحصال می‌باشند. امیدواریم روزي ، در کشورمان نیز شاهد تولید کائوچو به این روش باشیم.

واژه‌های کلیدی: کائوچوي طبیعي، درخت هوآ، لاتکس، قاصدك روسي.

نوع مقاله: پژوهشی

مجید امانعلی‌خانی
مشاور مواد اولیه و آمیزه‌های قطعات لاستیکی و تایر، تهران،ایران

***عهده‌دار مکاتبات:**
m.amani@hotmail.com

مقدمه

از زمان‌های دور استفاده از لاتکس درخت کائوچو یا هوآ (Hevea brasiliensis) در امریکای جنوبی رایج بود ،ازجمله برای ساخت توپ و لباس‌های ضد آب. تا اینکه در سال ۶-۱۸۷۵ ، یک انگلیسی به نام هنری ویکهام ، حدود ۷۰ هزار دانه‌ی این درخت را از برزیل به باغ‌های سلطنتی لندن انتقال داد. با آنکه بسیاری از آن‌ها در طول راه خراب شدند اما با نهال ۲۴۰۰ دانه‌ای که جوانه زد ، انگلستان توانست در مستعمره‌های خود در سیلان (سریلانکای فعلی)، مالایا (مالزی فعلی) و اندونزی ، کشت هوآ را راه بیندازد و بدین ترتیب سلطه‌ی برزیل بر تولید کائوچوی طبیعی پایان یافت.

هرچند که بعدها ، خود این امر ، باعث تکقطبی شدن تولید کائوچوی طبیعی در مناطق استوایی و به خصوص آسیای جنوب شرقی شد. امروزه سهم چین ، هند ، مالزی ، اندونزی ، تایلند ، فیلیپین و ویتنام در تولید کائوچوی طبیعی به ۹۲٪ می‌رسد. مصرف سالانه‌ی کائوچوی طبیعی در حال حاضر به بیش از ۱۳ میلیون تن رسیده است. و اما نیازمندی‌های درخت هوآ :

۱- بارندگی منظم سالانه و بیش از ۲۵۰۰ میلی‌متر ، بدون فصل خشک و حداقل ۱۰۰ روز بارندگی.

۲- دمای بین ۲۰ تا ۳۴ درجه‌ی سانتی گراد و میانگین ماهانه‌ی ۲۵ تا ۲۸.

۳- رطوبت جوی حدود ۸۰٪.

۴- حدود ۲۰۰۰ ساعت آفتاب در طول سال.

۵- بدون بادهای شدید.

کائوچوی طبیعی ، با ماده‌ی اصلی سیس ۱ ، ۴ - پلی ایزوپرن ، به سبب خواص ویژه ، یکی از مهم‌ترین پلیمرهای صنعت لاستیک هست. ازجمله جهندگی ، کشسانی ، مقاومت سایشی ، تجمع حرارت و مقاومت ضربه‌ای. مجموع این خواص به‌گونه‌ای است که هنوز هیچ جایگزین مصنوعی برای آن وجود ندارد ، حتی پلیمر مصنوعی سیس ۱، ۴ - پلی ایزوپرن (IR). این کائوچو در شمار پرمصرف‌ترین گونه‌هاي پلمیر در صنعت لاستیك هست که با آن بیش از ۵۰ هزار قطعه‌ی گوناگون لاستیکی تولید می‌شود.

گرچه حدود ۲۰۰۰ گونه‌ی گیاهی کائوچوی طبیعی تولید می‌کنند اما از این بین ، فعلاً فقط درخت هوآ ارزش اقتصادی دارد. سایر گونه‌ها هر کدام حداقل یک مشکل داند. مثلاً کشت تعدادی از آن‌ها هنوز به صورت تجاری امکان‌پذیر نیست و یا این‌که در تعدادی ، میزان لاتکس چندان قابل‌توجه نیست ، یا فرمولاسیون آن‌ها با سیس پلی ایزوپرن فرق دارد یا این‌که میزان این پلیمر در لاتکس کم است.

اکنون از این گیاهان جایگزین بالقوه می‌توان اسم برد :

1. The rubber fig (Ficus elastica),
2. Panama rubber tree (Castilla elastica)
3. Various spurges (Euphorbia spp.)
4. lettuce (Lactuca species)
5. The related Scorzonera tau-saghyz
6. Various Taraxacum species, including common dandelion (Taraxacum officinale) and Russian dandelion (Taraxacum kok-saghyz)
7. Guayule (Parthenium argentatum)

انحصار تولید کائوچوی طبیعی به مناطق استوایی جنوب شرقی آسیا ، غرب افریقا و مناطقی از قاره‌ی امریکا ، بیماری درختان مناطق استوایی به خصوص زنگزدگی برگ ، افزایش روزافزون مصرف ، سرمایه‌ای شدن کائوچوی طبیعی در تجارت جهانی و به طبع آن احتمال ذخیره‌ی آن ، شرایط نامساعد جوی در مناطق استوایی در سالیان اخیر و (ازجمله در سال ۲۰۱۱ در تایلند) و دلایل مشابه از دغدغه‌هاي همیشگي صنعت لاستیک بوده است. در سالیان اخیر ، چندین گروه پژوهشي در کشورهاي غربي ، عمدتاً با همکاري تایر سازان رده اول دنیا ، با الهام گرفتن از سوابق تاریخی و با استفاده از دو گیاه گوایول (Guayule (Parthenium argentatum Gray)) و قاصدک روسی (Russian Dendelion , Taraxacum kok-saghyz (TK)) و با تمرکز بر روی دست‌کاری‌های ژنی و نیز به زراعی گیاه ، قصد شکستن سد تک منبعی بودن کائوچوی طبیعی را داشته‌اند.

گوایول

گوایول گیاهی بوته‌ای و همیشه سبز ، چندساله و بومی

مناطق بایر یا نیمه بایر مکزیک و جنوب ایالات‌متحده بوده که از سال دوم به بلوغ رسیده و در هر سال دو بار قابل استحصال هست. امروزه با اصلاح نژاد ، امکان کشت در سایر اقلیم‌ها (به خصوص مناطق مناسب کشت پنبه) را نیز پیداکرده است ، مثلاً جنوب اروپا. از این گیاه قبلاً در امریکا ، کائوچوی طبیعی و لاتکس استخراج‌شده است ، ازجمله تولید ۱۴۰۰ تن کائوچو در دهه‌ی ۱۹۲۰ میلادی به دلیل بیماری زنگزدگی برگ درختان کائوچو در برزیل و نیز تولید لاتکس از این گیاه در ایالت‌های کالیفرنیا و آریزونا در جنگ جهانی دوم به دلیل قطع صادرات مالزی. همچنین تولیدات آزمایشی لاتکس و کائوچو در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۲ به علت بحران نفت خام (گران شدن کائوچوهای مصنوعی و به‌تبع آن کائوچوی طبیعی). بر روی این گیاه ، شرکت‌هایی نظیر بریجستون ، کوپر ، وای یو لی (تلفظ Yulex) ، دانشگاه ایالتی آریزونا و دانشگاه کورنل همچنان در حال کار هستند. زنجیره‌های کائوچو در این گیاه بسیار شبیه درخت هوآ بوده و وزن مولکولی یکسان با هوآ دارند. پروتئین‌ها در لاتکس گوایول بسیار کمتر از لاتکس هوآ بوده و لذا حساسیت (آلرژی) بسیار کمتری به وجود می‌آورند. کشت ، داشت و برداشت گوایول برخلاف درخت هوآ - که کاملاً وابسته به نیروی انسانی است - به‌طور کاملاً مکانیزه قابل انجام هست.

اما یکی از مشکلات کار با گوایول ، تجمع لاتکس در سلول‌هاست (برخلاف لاتکس درخت هوآ که با تیغ زدن جاری می‌شود) لذا برای استحصال لاتکس گوایول نیاز به فشردن سلول‌ها ، سانتریفیوژ و یا استخراج با حلال هست.

در سالیان اخیر ، در کشورهایی همچون مراکش ، یونان ، آرژانتین ، افریقای جنوبی و استرالیا به صورت آزمایشی یا تجاری بر روی گوایول کارشده است اما بی‌شک قطب تجاری‌سازی این فعالیت‌ها فعلاً ایالت آریزونای امریکاست. دو شرکت معتبر بریجستون و کوپر ، با کائوچوی این گیاه تایرهایی‌ساخته‌اند.

در شرکت آمریکایی وای یو لی ، ابتدا بذر گوایول را از نقاط مختلف دنیا جمع‌آوری نمودند. سپس ظرف مدت دو سال ، از آن‌ها در گلخانه‌های جنوب کالیفرنیا ، حدود ۱۲۰۰ رقم مختلف به دست آوردند. بعداً ، بهترین رقم‌ها را برای کشت در فضای باز به زمین‌های آریزونا انتقال دادند و اکنون بهترین رقم‌ها از ۴۰۰ کیلوگرم تا حدود دو و نیم تن گوایل در هر هکتار تولید می‌کنند. (در مجموع ، با مجموع اقداماتی که در سالیان اخیر شده استحصال لاستیک از گوایول نسبت به دهه‌ی ۱۹۵۰ به بیش از ۲۵۰ درصد رسیده است).

قاصدک روسی

قاصدک روسی درواقع گیاهی خودرو با رشد سریع بوده و شیرابه‌ای مشابه لاتکس درخت هوآ دارد. هرچند که در رقم‌های بومی ، مقدار شیرابه کم بوده و ترکیب آن نیز متغیر است.

در اوایل دهه‌ی۱۹۲۰ استالین دستور داد تا بر روی جایگزینی کائوچوی طبیعی کار شود تا وابستگی اتحاد جماهیر شوروی به مستعمرات انگلستان برطرف شود. تا این‌که در سال ۱۹۳۱ ، متخصصان این کشور به گیاه قاصدک در قزاقستان و ازبکستان دست یافتند. مجموع این فعالیت‌ها با اتمام جنگ جهانی دوم بدون نتیجه‌ی تجاری قابل‌توجهی به تاریخ سپرده شد.

از طرف دیگر ، در جنگ جهانی دوم ، آلمان نازی سعی کرد از این گیاه در مقیاس تجاری برای تولید کائوچوی طبیعی استفاده کند که توفیقی به دست نیاورد.

آمریکایی‌ها هم در این زمان بیکار ننشستند. آن‌ها هم در ۲۸ ایالت فعالیت‌های گسترده‌ای انجام دادند اما باز هم نتیجه‌ی مناسب تجاری به دست نیامد.

از حدود ۱۳ سال پيش ، بخش بوم‌شناسي كاربردي و زيست‌شناسي مولكولي موسسه‌ي فرانهوفر در آخن آلمان (IME) توانست با مهار یک آنزیم اصلی - که انعقاد شیرابه در کنترل دارد - و نیز استفاده از روش‌های مدرن ، ارقام اصلاح‌شده‌ای از گیاه تولید کند و بعدازآن ، با همراهي شركت كنتيننتال آلمان ، رسماً پروژه مشتركي را آغاز كرده‌اند كه در طي آن قرار است امكان استحصال كائوچوي طبيعي از اين گياه در حد انبوه فراهم شود. درواقع ، محققان دو طرف در تلاش‌اند تا ميزان كائوچوي حاصل از قاصدك را تا حدي افزايش دهند كه بتوان با آن تاير ساخت. اگر چنين شود براي اروپايی كه هميشه در حسرت توليد كائوچوي طبيعي بوده قدم بزرگي برداشته خواهد شد.

پیش‌بینی‌شده که ظرف چند سال آینده ، زیست‌شناسان مولكولي فرانهوفر به اتفاق محققان كنتيننتال ، در يك مجموعه‌ي آزمايشي در شهر مونستر آلمان بر روي استحصال كائوچوي طبيعي در مقياس تن كار كنند و به موازات آن ، در چندين هكتار ، گونه‌ي خاصي از قاصدك را ـ كه غني از شيرابه‌ي قابل‌تبديل به كائوچوست ـ كشت نمايند.

علاوه بر مقدار كائوچوي حاصل از اين روش ، كيفيت آن نيز مدنظر محققان اين پروژه هست به نحوی که از این حیث بتواند با كائوچوي طبيعي با منشأ درختي هماوردي كند.

گياه قاصدك ، برخلاف درخت كائوچو ، هزينه‌ي تمام‌شده‌ي كمتري خواهد داشت ضمن اين كه مي‌توان آن را در مناطق غير استوايی نيز كاشت. حتي گفته‌شده ، در زمين‌های که قبل از این لم‌یزرع بوده‌اند نیز کشت قاصدك دور از انتظار نيست

پروفسور راينر فيشر ، رئيس موسسه‌ي فرانهوفر ، مي‌گويد : " به كمك پيشرفته‌ترين روش‌های کشت و نیز فناوری‌های بهینه‌سازي ، ما موفق به توليد آزمايشگاهي كائوچوي باكيفيت از گياه قاصدك شده‌ايم. اكنون ، زمان انتقال اين تجربيات به مقياس صنعتي فرا رسيده است. ما يك همكار متخصص نيز در شركت كنتيننتال پيدا كرده‌ايم و قصد داريم با همراهي وي ، كائوچوي حاصل از اين روش را براي توليد تاير اصلاح كنيم".

از طرف ديگر ، نيكلاي ستزلر ، مدير شاخه‌ي تاير شركت كنتيننتال ، توضيح مي‌دهد :" ما در اين پروژه‌ي بسيار اميدوار كننده‌ي توليدي و نيز توسعه‌ي مواد ، سرمايه‌گذاري مي‌كنيم چرا كه اعتقاد داريم از اين راه ، توليدمان را به‌مرورزمان ، بهبود خواهيم داد. علت آن است كه كائوچويی كه از ريشه‌ي گياه قاصدك به دست مي‌آيد خيلي كمتر از كائوچوي با منشأ درختي تحت تأثير محيط قرار مي‌گيرد.

همچنين ، قاصدك به علت نيازهاي كم و نيز استقامت بالا ، كشت بی‌درد سري دارد به طوری که در مناطق نه‌چندان حاصل خيز نيز امكان كشت آن وجود دارد. با ميسر شدن كشت اين گياه در نزديكي كارخانه‌هاي توليد تاير ، هزينه‌هاي حمل‌ونقل كائوچو بسيار كم خواهد شد."

همچنين پروفسور ديرك پروفر ، سرپرست اين گروه تحقيقاتي در موسسه‌ي فرانهوفر ، مي‌گويد :" در طي چند سال گذشته ، ما تخصص فراواني دركشت گياه قاصدك به دست آورده‌ايم و اكنون با كمك نشانگرهاي DNA ، مي‌توانيم بگوييم هر ويژگي مولكولي آن ، وابسته به كدام ژن است لذا كشت پر محصول‌ترين گونه‌ي گياه قاصدكي كه درعين‌حال ، باكيفيت‌ترين نوع كائوچو را نيز توليد كند برايمان قابل انجام است."

دانشمندان موسسه‌ي فرانهوفر ، ثابت كرده‌اند كيفيت كائوچوي طبيعي حاصل از گياه قاصدك ، همسان كائوچوي با منشأ درختی است. همچنين اين محققان ، اطلاعات كاملي از گونه‌هاي مختلف اين گياه ، ميزان توليد شيرابه در هر كدام از اين گونه‌ها و نيز سازوكار توليد شيرابه در گياه

را جمع‌آوري نموده‌اند. با استفاده از همين اطلاعات بوده که رقم راحت‌تر و با ميزان توليد و کيفيت بالاتر شيرابه انتخاب‌شده است.

پروفسور پروفر مي‌افزايد : "در کار ما ، بزرگ‌ترين دغدغه اين بوده که اين گياه خودرو ، به يك گياه کاشتني مفيد تبديل شود و به موازات آن رقم‌های مناسب آن کشت شود. در اثناي کار معلوم شد که فقط تعداد انگشت‌شماري از گونه‌ها ، ميزان محسوسي شيرابه دارند که اکنون با روش‌های خاص تکثير ، قصد داريم اين ميزان را بالاتر هم ببريم."

در مقياس توليدي ، فقط قاصدك رقم روسي مناسب است چرا که ميزان کافي شيرابه را توليد مي‌کند. همچنين گياه قاصدك ، در مقايسه با درخت کائوچو ، سه مزيت عمده دارد : ۱- دوره‌ي رشد و نموي يکساله دارد نه چندساله. ۲- در مقابل آفات مقاوم‌تر است. ۳- در مناطق غير استوايی نيز قابل کاشت هست.

در کنار کار آلمانی‌ها ، دانشگاه ايالتی اوهايو در امريکا نيز بر روی اين گياه در حال کار است ، البته از راه روش‌های قديمی اصلاح نژاد. به جز کنتيننتال ، شرکت نکسين کره نيز از کائوچوی اين گياه تايرهايی ساخته است IRM

مراجع

1. Guayule genomics, breeding and agronomydr. EN (Robert) van Loo , Wageningen University and reaserch.
2. Dennis T. Ray , Terry A. Coffelt , David A. DierigBreeding ; guayule for commercial production , Article in Industrial Crops and Products 22(1):15-25 • July2005
3. https://u.osu.edu/penra/natural-rubber-history/
4. Jump up to:a b c Heinz-Hermann Greve "Rubber, 2. Natural" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2000, Wiley-VCH, Weinheim. doi:10.1002/14356007.a23_225
5. Heim, Susanne (2002). Autarkie und Ostexpansion: Pflanzenzucht und Agrarforschung im Nationalsozialismus. Wallstein Verlag. ISBN 978-3-89244-496-1.
6. "Making Rubber from Dandelion Juice". Science Daily. 28 October 2013. Retrieved 22 November 2013.
7. Emory Dean Keoke, Kay Marie Porterfield. 2009. Encyclopedia of American Indian Contributions to the World: 15,000 Years of Inventions and Innovations. Infobase Publishing
8. Tully, John (2011). The Devil's Milk: A Social History of Rubber. NYU Press. ISBN 9781583672600.
9. Jump up to:a b "Charles Marie de la Condamine". bouncing-balls.com.
10. Koyama, Tanetoshi; Steinbüchel, Alexander, eds. (June 2011). "Biosynthesis of Natural Rubber and Other Natural Polyisoprenoids". Polyisoprenoids. Biopolymers. 2. Wiley-Blackwell. pp. 73–81. ISBN 978-3-527-30221-5.
11. Paterson-Jones, J.C.; Gilliland, M.G.; Van Staden, J. (June 1990). "The Biosynthesis of Natural Rubber". Journal of Plant Physiology. 136(3): 257–263. doi:10.1016/S0176-1617(11)80047-7. ISSN 0176-1617.
12. Schulze Gronover, Christian; Wahler, Daniela; Prufer, Dirk (5 July 2011). "4. Natural Rubber Biosynthesis and Physic-Chemical Studies on Plant Derived Latex". In Magdy, Elnashar (ed.). Biotechnology of Biopolymers. ISBN 978-953-307-179-4.
13. Xie, W.; McMahan, C.M.; Distefano, A.J. DeGraw, M.D.; et al. (2008). "Initiation of rubber synthesis: In vitro comparisons of benzophenone-modified diphosphate analogues in three rubber producing species". Phytochemistry. 69 (14): 2539–2545.

doi:10.1016/j.phytochem.2008.07.011. PMID 18799172.

14. Casey, P.J.; Seabra, M.C. (1996). "Protein Prenyltransferases". Journal of Biological Chemistry. 271 (10): 5289–5292. doi:10.1074/jbc.271.10.5289. PMID 8621375.
15. Kang, H.; Kang, M.Y.; Han, K.H. (2000). "Identification of Natural Rubber and Characterization of Biosynthetic Activity". Plant Physiol. 123 (3): 1133–1142. doi:10.1104/pp.123.3.1133. PMC 59076. PMID 10889262.
16. "Overview of the Causes of Natural Rubber Price Volatility". En.wlxrubber.com. 1 February 2010. Archived from the original on 26 May 2013. Retrieved 21 March 2013.
17. "Statistical Summary of World Rubber Situation" (PDF). International Rubber Study Group. December 2018. Archived (PDF)from the original on 5 February 2019. Retrieved 5 February 2019.
18. Dr. Aye Aye Khin. "The Impact of the Changes of the World Crude Oil Prices on the Natural Rubber Industry in Malaysia". World Applied Sciences Journal.
19. Listiyorini, Eko (16 December 2010). "Rubber Exports From Indonesia May Grow 6%–8% Next Year". bloomberg.com. Archived from the original on 4 November 2012. Retrieved 21 March 2013.
20. Keoke, Emory (2003). Encyclopedia of American Indian contributions to the world 15,000 years of inventions and innovations. Checkmark Books. p. 156.
21. This section has been copied almost verbatim from the public domainUN Food and Agriculture Organization (FAO), ecoport.com article: Cecil, John; Mitchell, Peter; Diemer, Per; Griffee, Peter (2013). "Processing of Natural Rubber, Manufacture of Latex-Grade Crepe Rubber". ecoport.org. FAO, Agricultural and Food Engineering Technologies Service. Retrieved 19 March 2013.
22. Basic Rubber Testing. ASTM International. pp. 6–. GGKEY:8BT2U3TQN7G.
23. Transportation of Natural Rubber - Industry Source
24. Horath, Larry (2017). Fundamentals of Materials Science for Technologists: Properties, Testing, and Laboratory Exercises, Second Edition. Waveland Press. ISBN 978-1-4786-3518-5.
25. "Rubber Faqs". Archived from the original on 13 September 2016.
26. Jump up to:a b "Premarket Notification [510(k)] Submissions for Testing for Skin Sensitization To Chemicals In Natural Rubber Products" (PDF). FDA. Retrieved 22 September 2013.
27. "New Type of Latex Glove Cleared".
28. American Latex Allergy Association. "Allergy Fact Sheet".
29. https://www.bridgestone.com/technology_innovation/natural_rubber/guayule/
30. http://coopertire.com/news/guayule-faq
31. https://www.moderntiredealer.com/news/724796/cooper-completes-research-proving-guayule-plant-is-viable-source-of-rubber-for-tires
32. https://www.rubbernews.com/article/20180220/NEWS/180229991/bridgestone-backs-guayule-as-natural-rubber-source
33. https://www.kgk-rubberpoint.de/en/14737/bridgestone-reveals-first-passenger-tires-made-from-guayule/
34. https://www.continentaltire.com/news/continental-constructing-tires-dandelions
35. https://www.yankodesign.com/2019/10/23/the-dandelion-is-an-all-terrain-tire-concept-that-has-72-legs-instead-of-an-air-filled-tube/

Natural rubber from new plants

Will there finally be a possibility of producing natural rubber and latex in Iran?

M. Aman_Alikhani

Consultant of raw materials and blends of rubber and tire components

∗**Corresponding author Email:** m.amani@hotmail.com

Abstract: Almost all of the world's natural latex and rubber are now derived from the Hua tree. Unfortunately, this tree is native to the tropics and despite various activities that took place in our country since the beginning of this century but it could not be cultivated.

Now, with the completion of various activities, it is hoped that the monopoly of latex and natural rubber production on the Hua tree will soon be broken and thus restricted in the tropics. Of course, in our country, the results of these activities are also available. In particular, new plants can also be grown and harvested in the desert and semi-arid lands as well as in harsh climates. Hopefully one day, in our country, we will also see rubber production in this way.

Keywords: Natural rubber, Hua tree, latex, Russian dandelion.