



## ما هو المطاط الطبيعي ولماذا نبحث عن مصادر جديدة له؟

**Marina Arias\* and Peter J. van Dijk**

Vegetable Crop Research Unit, KeyGene, Wageningen, Netherlands

### المراجعون الصغار:

**SIYAN**

العمر: 14



**YUSONG**

العمر: 13



**ZHUOCAN**

العمر: 13



### البوليمر

(POLYMER)

مركب كيميائي يحتوي على جزيئات كبيرة تتكون من العديد من الجزيئات الأصغر من نفس النوع. وتُنتج بعض أنواع البوليمر بشكل طبيعي وتُصنع بعضها في المختبرات والمصانع.

ما هو المطاط وما مصدره؟ المطاط هو منتج طبيعي تنتجه النباتات ويوجد في العديد من السلع المستخدمة في حياتنا اليومية. وقد لعب المطاط دورًا مهمًا في تاريخ البشرية، طوال مراحل تطور الحضارات البشرية. وما زال يؤدي دورًا مهمًا، ولهذا السبب يتعين علينا البحث عن مصادر جديدة للمطاط. في الوقت الحاضر، يتم استخراج 99% من المطاط الطبيعي الذي نستخدمه من شجرة يُطلق عليها اسم *Hevea brasiliensis* (شجرة المطاط البرازيلية). نعرض في هذا المقال بعض التفاصيل حول أفضل المصادر البديلة للمطاط المتوفرة في الوقت الحالي.

### ما هو المطاط الطبيعي؟

يُنتج المطاط الطبيعي من النباتات ويُصنّف على أنه بوليمر. البوليمر هو مركب كيميائي يحتوي على جزيئات كبيرة تتكون من العديد من الجزيئات الأصغر من نفس النوع. وتُنتج بعض أنواع البوليمر بشكل طبيعي وتُصنع بعضها في المختبرات والمصانع.

يُعد المطاط الطبيعي من أهم أنواع البوليمرات بالنسبة للمجتمع البشري. فهو مادة خام أساسية مستخدمة في صناعة أكثر من 40 ألف منتج؛ حيث يُستخدم في صناعة الأجهزة الطبية، والقفازات

### اللاتكس/العصارة اللبئية (LATEX)

سائل لبني مائل إلى البياض يحتوي على بروتينات ونشاء ومركبات شبيهة قلووية وغيرها، وتنتج العديد من النباتات. وفي بعض النباتات يحتوي هذا السائل أيضًا على المطاط.

الجراحية، وإطارات الطائرات والسيارات، ولهايات الأطفال، والملابس والألعاب، وغيرها. ويتم الحصول على المطاط الطبيعي من اللاتكس (أو العصارة اللبئية)، وهو سائل لبني يوجد إما في أوعية العصارة اللبئية (القنوات) أو في خلايا النباتات المنتجة للمطاط. ينتج حوالي 20 ألف نوع من النباتات مادة اللاتكس، ولكن عُثر على المطاط في مادة اللاتكس في 2500 نوع فقط من هذه النباتات. الوظيفة الحيوية للمطاط في النباتات غير معروفة بشكل تام. ومع ذلك، فقد ثبت أن المطاط يمكنه مساعدة النباتات على التعافي بعد تعرضها للضرر من خلال تغطية الجروح وإيقاف النزف، ويحول هذا دون دخول البكتيريا والفيروسات الضارة إلى النباتات.

تتضمن خصائص المطاط القوة العالية والقدرة على التمدد عدة مرات دون حدوث قطع. كما تتميز المركبات المطاطية الطبيعية بأنها مواد عازلة جيدًا للكهرباء ومرنة بشكل استثنائي، كما أنها مقاومة للعديد من المواد المسببة للتآكل [1].

يمكن إنتاج المطاط الصناعي (من صنع الإنسان) من خلال العمليات الكيميائية، ولكن لم يتمكن البشر من إنتاج مطاط صناعي يتميز بجميع خصائص المطاط الطبيعي. لذا، لا يمكن استبدال المطاط الطبيعي بالمطاط الصناعي في معظم استخداماته. وهذا سبب أهمية المطاط الطبيعي المستمرة والمتزايدة للمجتمع البشري [2].

### تاريخ المطاط الطبيعي

قبل 1600 عام قبل الميلاد، كانت شعوب أمريكا الوسطى في المكسيك وغيرها من المناطق في أمريكا الوسطى تستخدم المطاط السائل في الأدوية والشعائر الطقسية والرسم. ولم يتعرف العالم الغربي على المطاط واستخداماته إلا بعد غزو أمريكا، ويرجع الفضل إلى Christopher Columbus في العثور على المطاط في أوائل تسعينيات القرن الخامس عشر. والجدير بالذكر أن السكان الأصليين في هايتي كانوا يلعبون كرة القدم بكرة مصنوعة من المطاط، وكتب الراهب Juan de Torquemada، في وقت لاحق في عام 1615، عن السكان الأصليين والمستوطنين الإسبان في أمريكا الجنوبية الذين يرتدون أحذية وملابس وقبعات مُصنعة عن طريق غمس القماش في اللاتكس الذي يجعلها أقوى ومقاومة للماء. لكن كانت توجد بعض المشكلات في المطاط: فقد كان يصبح لزجًا عند تعرضه للطقس الدافئ ويصبح متصلبًا ومتشققًا في الطقس البارد.

وبعد قرن واحد، في عام 1734، ذهب Charles Marie de la Condamine في رحلة إلى أمريكا الجنوبية، ووجد هناك شجرتين مختلفتين تحتويان على مادة اللاتكس: **شجرة المطاط البرازيلية** (شكل 1B) وشجرة Castilla elastica [3]، ولكن كان الاهتمام من نصيب الشجرة الأولى فقط باعتبارها مصدرًا للمطاط الطبيعي. ويرجع السبب وراء تفوق هذه الشجرة على الأخرى إلى الطريقة التي تنتقل بها مادة اللاتكس بداخلها على طول الجذع. إذ تمتلك شجرة المطاط البرازيلية أنابيب لاتكس متصلة ببعضها بعضًا (شكل 1A) مكونة شبكة داخلية، في حين أن الشجرة الأخرى لا تمتلك نظامًا داخليًا متصلًا. وبفضل نظام اللاتكس المتصل في هذه الشجرة، تُفرز الشجرة مادة اللاتكس عند إجراء شق مخصص في جذعها (شكل 2). على الجانب الآخر، لا تفرز شجرة Castilla elastica مادة اللاتكس نتيجة افتقارها لوصلات أنابيب اللاتكس، وهو ما يصعب من عملية جمع المطاط منها.

### شجرة المطاط البرازيلية (HEVEA BRASILIENSIS)

هي شجرة موطنها الأصلي في الأمازون، وهي مهمة للغاية من الناحية الاقتصادية لأن مادة اللاتكس التي يتم جمعها من هذه الشجرة هي المصدر الرئيسي للمطاط الطبيعي.

### تقسية المطاط

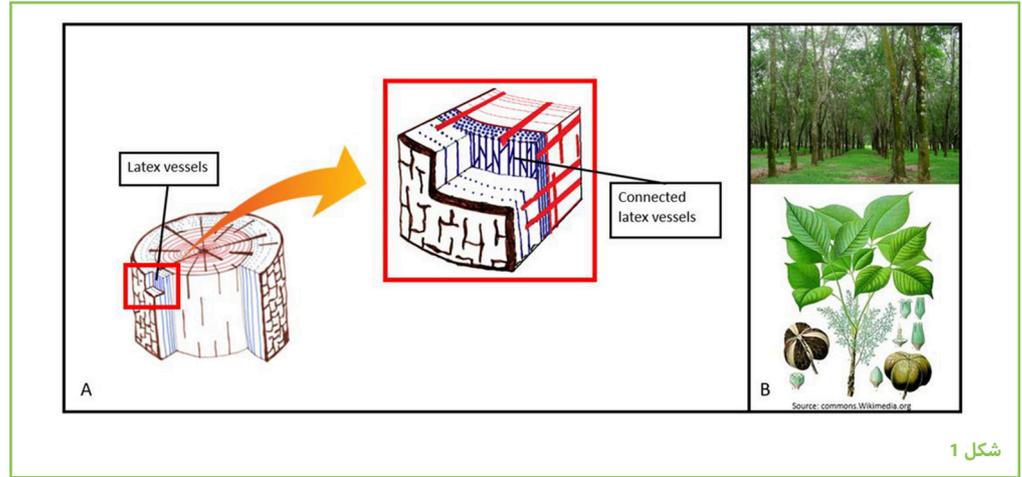
#### (VULCANIZATION)

هي عملية معالجة المطاط باستخدام الكبريت والحرارة لكي يصبح أكثر صلابة مع الحفاظ على مرونته.

في عام 1839، اخترع Charles Goodyear عملية تقسية المطاط وحل العديد من المشكلات المرتبطة بالمطاط. تقسية المطاط هي عملية معالجة المطاط باستخدام الكبريت والحرارة لكي يصبح

## شكل 1

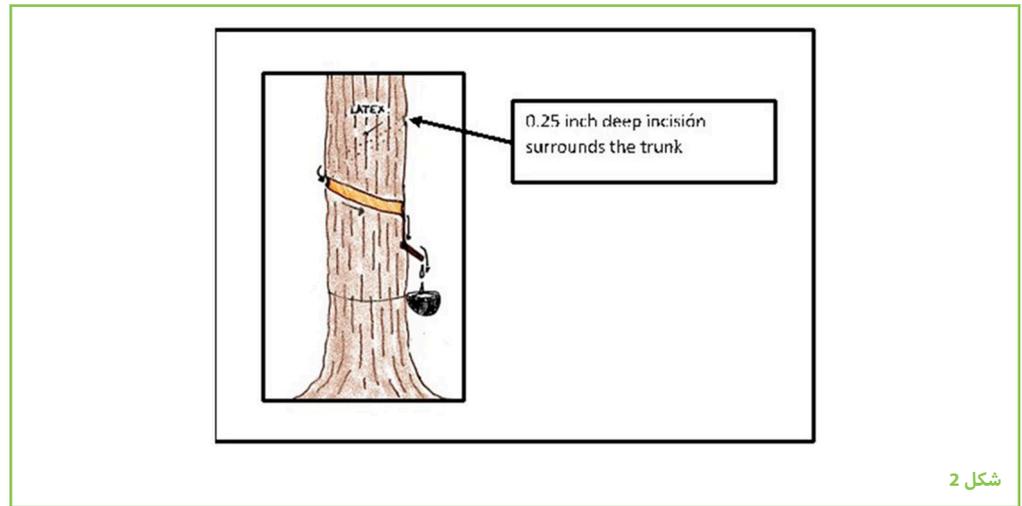
(A) مقطع من جذع شجرة *Hevea brasiliensis* بصورة مكبرة لمقطع طولي من الأنايب المتصلة ببعضها بعضًا. (B) مزرعة لأشجار *Hevea brasiliensis* ورسم توضيحية لأوراق هذا النبات وأزهاره وثماره.



شكل 1

## شكل 2

شجرة *Hevea brasiliensis* مع شق مخصص لاستخراج مادة اللاتكس.



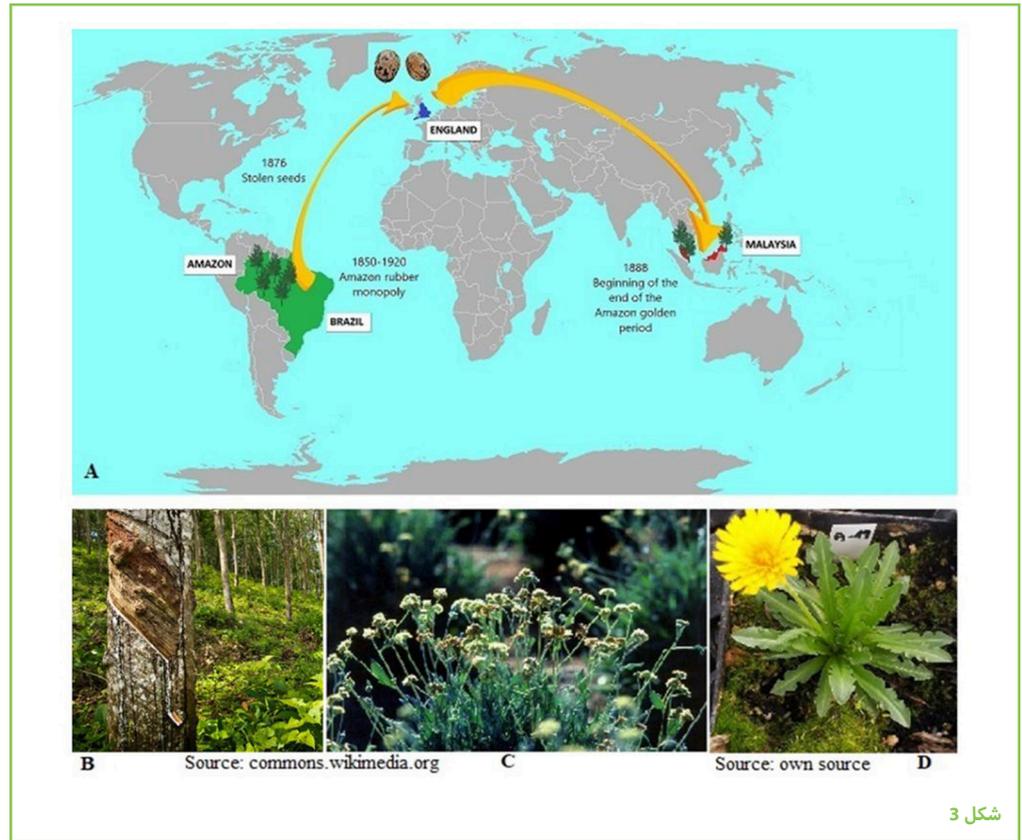
شكل 2

أكثر صلابة مع الحفاظ على مرونته. إذ تعمل هذه العملية على منع ذوبان المطاط في فصل الصيف ومنعه من التشقق في فصل الشتاء. وبعد سنوات قليلة من هذا الاكتشاف المهم، اخترعت شركة دنلوب (Dunlop)، في عام 1888، الإطار المطاطي المملوء بالهواء، وهو الأمر الذي جعل من المطاط مادة خام بالغة الأهمية في مختلف أنحاء العالم، وأصبح إحدى المواد الأساسية في الثورة الصناعية.

ففي الفترة من عام 1850 إلى عام 1920، أعتاد رجال الأعمال تشجيع أصحاب المشاريع والتجار على زيادة كمية المطاط المستخرج من الأشجار الأمازونية. وخلال هذه الفترة، كانت منطقة الأمازون البرازيلية هي المصدر الوحيد للحصول على المطاط، وكانت تتحكم في الأسعار، وهو الأمر الذي جعل المطاط باهظ التكلفة. وفي الوقت نفسه، ومع تزايد تطور قطاع الصناعة في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية، ظهر المزيد من الاستخدامات للمطاط [4]. كان المطاط من المواد المهمة بالنسبة للبرازيليين لدرجة أنهم حظروا تصدير بذور المطاط أو شتلاتها. ومع ذلك، ففي عام 1876، تمكن H. A. Wickham من تهريب 70000 بذرة من بذور شجرة المطاط، مخبأة في أوراق الموز، وإحضارها إلى بريطانيا، ولم ينح من هذه البذور سوى 1900 شتلة وأُرسلت إلى ماليزيا لبدء أول مزارع لأشجار المطاط في آسيا. وكان هذا بمثابة بداية النهاية بالنسبة للبرازيل باعتبارها البلد الرئيسي المنتج للمطاط على مستوى العالم. وبعد مرور 12 عامًا، أصبح المطاط الذي تنتجه المزارع الجديدة في ماليزيا قادرًا على المنافسة تمامًا مثل مطاط المزارع الموجودة في الأمازون وسرعان ما أصبحت هذه المزارع المورد الرئيسي للمطاط الطبيعي في العالم (الشكل 3).

## شكل 3

(A) يعود أصل شجرة Hevea brasiliensis إلى الأمازون وشقت طريقها إلى ماليزيا، وهي النبات الرئيسي المنتج للمطاط الطبيعي.  
 (B) Hevea brasiliensis (C) مصدر بديل للمطاط، شجرة الغيولة (Parthenium argentatum).  
 (D) مصدر بديل للمطاط، طرخشقون كازاك (Taraxacum koksaghyz).



شكل 3

كان Henry Nicolas Ridley عالماً ثم أصبح مديرًا لحدائق سنغافورة النباتية في عام 1888. وأثناء عمله هناك، وجد أول 11 شجرة مطاط زُرعت في ماليزيا وبدأ في التشجيع على إنشاء مزارع شجر المطاط، وطور فيما بعد طريقة مبتكرة لجمع مادة اللاتكس من شجرة المطاط البرازيلية وذلك من خلال البزل المستمر، ويُقصد بعملية البزل جمع اللاتكس من الشجرة. ولقد سمح هذا الاكتشاف بتحقيق عائد أعلى بكثير من مادة اللاتكس، وأصبح المطاط من المواد الأساسية المساهمة في تنمية سنغافورة. تمتعت هذه المزارع الجديدة بقدرة تنافسية أعلى من حيث الأسعار، لذا فمنذ نهاية القرن التاسع عشر وحتى الحرب العالمية الأولى، تراجعت عملية جمع المطاط من المصادر البرية في أمريكا الاستوائية بشكل كبير. ولكن أثناء الحرب قُطعت إمدادات المطاط، وشرعت الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا وروسيا في البحث عن مصادر بديلة للمطاط، سواء كانت طبيعية أو صناعية، نتيجة لعدم تمكن أشجار الأمازون من سد احتياجاتهم من المطاط [3]، وبالفعل بدأت العديد من البرامج البحثية في هذه البلدان في البحث عن مصادر بديلة، ولكن بعد الحرب، عادت إمدادات المطاط من المزارع الماليزية إلى العمل مرة أخرى، واختفت تقريبًا الجهود المبذولة للبحث عن مصادر جديدة للمطاط.

في الوقت الحاضر، يتم إنتاج نحو 90% من المطاط الطبيعي في آسيا، حيث تُعد تايلاند وإندونيسيا من أهم موردي المطاط (حيث يوفران أكثر من 60% من المطاط الطبيعي على مستوى العالم).

## لماذا نبحث عن مصادر جديدة للمطاط؟

في السنوات الأخيرة، انطلق البحث مجددًا عن مصادر بديلة للمطاط. وهناك ثلاثة أسباب رئيسية لذلك:

## 1- المخاطر التي تهدد شجرة *Hevea brasiliensis* وإنتاجها من المطاط

أولاً، تتعرض أشجار المطاط للإصابة بالعديد من الأمراض وبما أن مزارع المطاط الآسيوية بدأت من حفنة من البذور فقط، فإن جميع الأشجار متماثلة للغاية جينياً. وانخفاض التباين الجيني يعني انخفاض القدرة على مقاومة الأمراض التي تصيب النبات، فعند إصابة شجرة واحدة بالمرض، قد ينتشر المرض بشكل سريع إلى المزرعة بأكملها. في الوقت الحاضر، يُطلق على المرض الأكثر أهمية وخطورة والذي يصيب هذا النوع من الأشجار مرض لفحة الأوراق الجنوب أمريكي حيث يمكن أن يتسبب هذا المرض في تدمير مزرعة بأكملها. لا يزال المرض محصوراً في المناطق الأمريكية الاستوائية، ولكن إذا وصل إلى آسيا، فقد يعني ذلك نهاية مزارع المطاط. عادةً ما تنمو أشجار المطاط في الظروف الطبيعية في ظل وجود مساحة كبيرة بين كل شجرة والأخرى. وبحكم طبيعتها، فإنه من غير المعتاد أن يلحق ضرر جسيم بإحدي هذه الأشجار نتيجة لإصابتها بمرض لفحة الأوراق الجنوب أمريكي، وذلك نظراً إلى أن الأنواع الأخرى من الأشجار التي تنمو بين أشجار المطاط ليست عرضة للإصابة بالمرض وتعمل بمثابة حواجز، ولكنه قد يصبح فتاكاً في المزارع التي تنمو فيها أشجار المطاط بالقرب من بعضها.

ثانياً، يشكل سوق زيت النخيل ومنتجاته الفرعية الذي يتمتع بقدر كبير من التنافسية وسرعة النمو تهديداً كبيراً لسوق المطاط الطبيعي. فهناك طلب متزايد على كل من المطاط وزيت النخيل، وبالرغم من أن المساحة التي تزرع فيها أشجار المطاط البرازيلية في ماليزيا لا تتناقص، فإن المساحة المخصصة لزراعة النخيل المنتج للزيت أخذت في الازدياد. وفي حال عدم توقف النمو المستمر لمزارع النخيل المنتج للزيت، فسيتعين علينا تقليص حجم الغابات الطبيعية أو مزارع أشجار النخيل لإفساح المجال للمحاصيل الجديدة من النخيل المنتج للزيت.

وأخيراً وليس آخراً، فإن عملية **بزل المطاط** ليست عملاً مجزياً كما أنه عمل صعب، حيث يميل الشباب إلى اختيار فرص عمل ذات مميزات أكثر، وهو ما قد يؤدي إلى نقص عدد جامعي المطاط المهرة.

## 2- إمكانية تسبب المطاط المستخرج من أشجار *Hevea brasiliensis* في الإصابة بحساسية خطيرة

يمكن أن تتسبب بروتينات اللاتكس الموجودة في المطاط المستخرج من أشجار المطاط البرازيلية في حساسية شديدة لدى بعض الأشخاص، حتى عند تعرضهم لكميات صغيرة للغاية منها. إذ يصعب فصل بروتينات اللاتكس عن المطاط في عملية التنقية. ونظراً لأن هذه الحساسية يمكن أن تكون خطيرة للغاية، فإن اكتشاف بديل للمطاط لا يحتوي على بروتينات اللاتكس سيكون مفيداً ومجدياً للغاية.

## 3- تزرع أشجار *Hevea brasiliensis* في منطقة واحدة فقط

تتطلب زراعة أشجار المطاط هذه ظروفًا بعينها ولا تتوافر هذه الظروف إلا في مناطق معينة من العالم. يتم إنتاج معظم المطاط الطبيعي في منطقة صغيرة من آسيا، وهو الأمر الذي قد يؤثر على عملية الإمداد حيث إنه إذا لم تتمكن المزارع الآسيوية من إنتاج القدر الكافي من المطاط، فقد لا يكون مخزون المطاط كافيًا لتلبية احتياجات العالم. وسيكون من المفيد التمكن من العثور على نباتات أخرى تنتج المطاط ويمكن زراعتها في مناطق أخرى من العالم.

### بزل المطاط

#### (RUBBER TAPPING)

عملية جمع اللاتكس من شجر المطاط. في هذه العملية يتم عمل تجويف للجمع في لحاء الشجرة قبل شروق الشمس ويتم جمع اللاتكس في وقت متأخر من الظهيرة.

## هل توجد أي مصادر بديلة للمطاط؟

لا تنتج جميع النباتات التي تحتوي على المطاط مطاطًا عالي الجودة. وتعتبر شجرة الغيولة، والطرخشقون الروسي، ونبات فرش الأرنب المطاطي، وعصا الذهب، وعباد الشمس، وشجرة التين، والخس من النباتات التي تم اعتبارها مصادر بديلة للمطاط. ويبدو أن اثنين من هذه النباتات هما أفضل البدائل لشجرة المطاط البرازيلية (*Hevea brasiliensis*): وهما شجرة الغيولة والطرخشقون الروسي.

الغيولة (*Parthenium argentatum*) هي شجيرة موطنها منطقة الهضبة الشمالية بالمكسيك، والتي تنمو عادةً في تربة الأحجار الجيرية في المناطق منخفضة الأمطار للغاية (شكل 3C). تنمو شجيرات الغيولة بشكل أفضل عند درجات حرارة تتراوح بين درجتين 18- و49.5 درجة مئوية وفي ظل هذه الظروف، يمكن أن تعيش لمدة تتراوح بين 30 و40 عامًا. يوجد المطاط في سيقان الغيولة وجذورها، ويوجد أيضًا في الخلايا الفردية للنبات، بدلًا من أن يكون في أوعية اللاتكس وأنايبه. يزداد محتوى الغيولة من المطاط على مدار عدة سنوات، والجدير بالذكر أن أقل من 1% من المطاط المستخرج على مستوى العالم يأتي من الغيولة. علاوةً على ذلك، تتم دراسة المطاط المستخرج من هذا النبات من أجل تطبيقات الطب الحيوي، لأنه لا يتسبب في الإصابة بالحساسية. لاستخراج المطاط من هذا النبات، يجب تليين نسيج الغيولة وطحنه بالكامل لتحرير جزيئات المطاط الموجودة في الخلايا الفردية. ولكن جودة المطاط المستخرج من الغيولة ليست جيدة بما فيه الكفاية لتناسب جميع الاستخدامات، وذلك لاحتوائها على شوائب أكثر من تلك الموجودة في المطاط المستخرج من أشجار المطاط البرازيلية.

أما الخيار الجيد الآخر للحصول على المطاط، فهو الطرخشقون الروسي أو طرخشقون كازاك (*Taraxacum koksaghyz*)، وهو نبات سريع النمو يحتوي على مطاط عالي الجودة واكتشف في عام 1931 في كازاخستان (شكل 3D). ينمو نبات طرخشقون كازاك على مسافة قريبة للغاية من الأرض، ويمكن زراعته في مناطق ذات درجات حرارة معتدلة، ويزهر رؤوس أزهار صفراء (تشبه الزهرة، لكنها مجموعة كثيفة من الأزهار الصغيرة بدون ساق). يحتوي نبات طرخشقون كازاك على المطاط في الأوراق والأزهار والجذور، ولكن المطاط الموجود في الجذور فقط هو المناسب للاستخراج نظرًا لجودته العالية وكميته الوفيرة. **ولاستخراج المطاط**، يجب الضغط على الطرخشقون الروسي أو خلطه [5]. علاوةً على ذلك، تتمتع نباتات طرخشقون كازاك بميزة أخرى، فهي تنتج أيضًا كربوهيدرات يُطلق عليها اسم إنولين، وهي مادة يمكن استخدامها في الأطعمة فضلًا عن إنتاج الأدوية المحاربة للسرطان أو الوقود الحيوي أو حتى البلاستيك الحيوي (البلاستيك المصنوع من المنتجات الطبيعية). وحتى هذه اللحظة، لا يزال من المكلف للغاية استخراج المطاط من نبات طرخشقون كازاك. ومن خلال البحث، نأمل أن ينمو نبات يحتوي على جذور أكبر ومحتوى أعلى من المطاط.

## الخلاصة

على الرغم من أن شجرة المطاط هي المصدر الأفضل للمطاط المتوفر اليوم لدينا، فإنها تواجه بعض التهديدات الكبيرة. إذ لا يتم استخراج المطاط إلا من النباتات التي تنمو في بعض المناطق المميزة، ومن أجل توسيع مصادر المطاط الطبيعي وتجنب مخاطر محدودية الإنتاج، وتحسين المصادر المعروفة لنا بالفعل، يجب البحث عن نباتات جديدة تحتوي على المطاط وذلك لمحاولة جعلها قادرة على المنافسة اقتصاديًا.

### استخراج المطاط

#### (RUBBER EXTRACTION)

عملية الحصول على المطاط أو فصله عن النسيج الجذري.

## شكر وتقدير

نود شكر Natalia Carrero، و Laura Barker و Marcel Prins لإسهاماتهم في مراجعة النص. تلقى مشروع AIR تمويلًا من برنامج "هورايزون 2020" للبحوث والابتكار التابع للاتحاد الأوروبي بموجب اتفاقية منحة Marie Skłodowska-Curie رقم 52921.



## المراجع

1. Vijayaram, T. R. 2009. A technical review on rubber. *Int. J. Des. Manuf. Tech.* 3:25–36.
2. van Beilen, J., and Poirier, Y. 200 . Guayule and Russian dandelion as alternative sources of natural rubber. *Crit. Rev. Biotech.* 2 :21 –31. doi: 10.1080/038855001592
3. Whaley, W. G. 1948. Rubber—the primary source for American production. *Econ. Bot.* 2:198–216. doi: 10.100/BF02859004
4. Ullán de la Rosa, F. J. 2004. La era del caucho en el Amazonas (18 0–1920): modelos de explotación y relaciones sociales de producción. *Anal. Mus. Am.* 12:183–204.
5. van Beilen, J., and Poirier, Y. 200 . Establishment of new crops for the production of natural rubber. *Trends Biotechnol.* 25:522–9. doi: 10.1016/j.tibtech.200.08.009

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 أغسطس 2021

حرره: Anna Regoutz, University College London, United Kingdom

الاقتباس: Arias M and van Dijk PJ (2021) ما هو المطاط الطبيعي ولماذا نبحث عن مصادر جديدة له؟ *Front. Young Minds* doi: 10.3389/frym.2019.00100-ar

مُترجم ومقتبس من: Arias M and van Dijk PJ (2019) What Is Natural Rubber and Why Are We Searching for New Sources? *Front. Young Minds* 7:100. doi: 10.3389/frym.2019.00100

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

هذا © 2019 © 2021 Arias and van Dijk. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيّدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

## المراجعون الصغار

### SIYAN، العمر: 14

أنا فتاة تحب التحدث والضحك، وأنا ماهرة في مادة اللغة الإنجليزية. لدي الكثير من الهوايات، مثل القرع على الطبول. وفي المستقبل أرغب في أن أصبح مخرجة، حتى أتمكن من جني الكثير من المال، وعندما يكون لدي المال، سيكون بوسعي فعل الكثير من الأمور المثيرة للاهتمام والمهمة.



### YUSONG، العمر: 13

أنا صبي أمتلك حس الدعابة، وأحب لعب كرة السلة والسباحة. أنا مهووس بالأطعمة اللذيذة لذلك أعاني من زيادة قليلة في الوزن. المادتان المفضلتان لدي هما الرياضيات واللغة الصينية. وفي وقت فراغي، أحب لعب ألعاب الفيديو.



### ZHUOCAN، العمر: 13

أنا من الصين وأتمتع بالذكاء. المادتان المفضلتان لدي هما الرياضيات والجغرافيا، وأحب لعب كرة القدم وكرة السلة.



## المؤلفون

### MARINA ARIAS

أدعى Marina Arias Royo وأنا من إسبانيا، ولكنني سافرت وأقمت في العديد من البلدان المختلفة وأعمل مع فرق بحثية مختلفة. أنا حاصلة على شهادة الدكتوراة في علم الأحياء وأجريت بعض الدراسات في علم الأحياء البحرية ولكنني عملت بشكل أساسي على النباتات. أعمل في الوقت الراهن كباحثة في مرحلة ما بعد الدكتوراة في شركة يُطلق عليها اسم KeyGene في هولندا، وأدرس كيفية الحصول على أكبر قدر ممكن من المطاط من جذور الطرخشقون، وأقوم بزراعتها بدون تربة من خلال الزراعة المائية. \*marina\_arias@hotmail.com.



### PETER J. VAN DIJK

أدعى Peter van Dijk وأنا عالم أحياء في شركة KeyGene، وهي شركة تقع في هولندا تعمل على تحسين النباتات عن طريق علم الوراثة. وأدرس الطرخشقون منذ ما يقرب من 25 عامًا. وبالإضافة إلى المطاط، فأنا مهتم للغاية بالطريقة التي ينتج بها الطرخشقون البذور. يُعد الطرخشقون أحد أنواع النباتات القليلة للغاية التي يمكنها إنتاج بذور عديمة الجنس، من خلال عملية تُسمى "التكاثر اللا تلاقحي"، والبذور اللا تلاقحية هي نسخ وراثية مطابقة من النبات الأصلي، وأنا أحاول فهم الطريقة التي يفعل بها الطرخشقون ذلك، إذ أن تطبيق التكاثر اللا تلاقحي قد يكون مفيدًا للغاية في المحاصيل.

