# المنتجات البتروكيميائية للآيزوبرين

د . ابراهيم محمود النجار

**الآيزوبرين ( ٢ ـ ميثيل ـ ١,٣ ـ بوتادايئين) مركب هيدروكربوني أوليفيني ثنائي الرابطة المضاعفة يتكون من خمس ذرات كربون وثمان ذرات هيدروجين($C_5H_8$) ، وهو مركب شديد الفعالية الكيميائية بسبب وجود الرابطتين المضاعفتين .**

تم تحضير الآيزوبرين لأول مرة عام ١٨٦٠م من تحطيم المطاط الطبيعي ، ويتم إنتاجه حالياً بعدة طرق صناعية منها طريقة تفاعل الأسيتون مع الأسيتلين ، وتفاعل الآيزوبوتن مع الميثانول ، ونزع الهيدروجين من الآيزوبنتان أو من ٢ـ ميثيل ـ٢ بوتن ، وبلمرة ثنائية للبروبلين تليها عمليات تماكب وتكسير ، ( أنظر مقال « المركبات الأليفاتية الأساس »، ص ١٤ من العدد ٢٨ مجلة العلوم والتقنية ) .

يستفاد من الآيزوبرين في صناعة العديد من المنتجات البتروكيميائية منها : مطاط الآيزوبرين الصناعي ، والمطاط البيوتيلي ، بالإضافة إلى العديد من الراتنجات ، والبوليمرات الأخرى .

## مطاط الآيزوبرين الصناعي

تم اكتشاف تفاعل بلمرة الآيزوبرين لتحويله إلى مطاط صناعي ليشبه ، أو ليضاهي المطاط الطبيعي عام ١٩٥٤م باستخدام محفز زيجلر ($TiCl_4 + Al(OH)_3$) مع ألكيل الليثيوم ، وقد حضر الآيزوبرين مخبرياً لاول مرة من التكسير الحراري لزيت التربنتين ، وثنائي البنتن ، وأصبح ذا أهمية عندما بدأ الحصول عليه من مصادر بتروكيميائية حيث حضر منه المطاط الصناعي (بولي مقرون ـ ١ ، ٤ ـ آيزوبرين ) .

يمكن للآيزوبرين أن يتبلمر بعضه مع بعض بتفاعلات الإضافة (Addition Reactions) في الرابطة الثنائية ، إما في الوضع المقرون (cis) أي في نفس الجهة ، وإما في المفروق ( trans ) أي في جهتين مختلفتين .

## المطاط الطبيعي والصناعي

يعود اكتشاف المطاط الطبيعي إلى القرن الحادي عشر عندما تم استخدامه لطلاء الملابس لمنعها من البلل ، وتعود تسميته الحالية إلى قدرته على مسح ( Rub out ) أثار كتابة قلم الرصاص ، وهكذا يتضح أن الإسم مشتق من الكلمة الانجليزية (Rub ) التي تعني مسح .

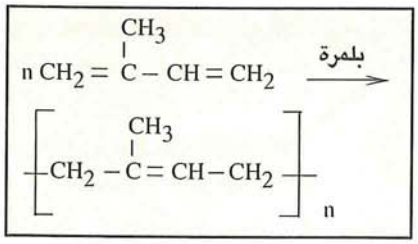
يستخرج المطاط الطبيعي – كعصارة حليبية تتصلب عند تخثرها – من بعض الاشجار الإستوائية من أهمها أنواع وُجدت أول مرة في البرازيل يسمى (*Hevea Brasiliensis*) كإشارة إلى أن البرازيل هي الموطن الأول للمطاط . وتعد ماليزيا في الوقت الحاضر الأكثر إنتاجاً له في العالم .

أشارت التحاليل الكيميائية الفراغية للمطاط الطبيعي إلى أنه عبارة عن بوليمر آيزوبرين مقرون وأن بوليمر أيزوبرين المفروق هو مطاط شبيه بالمطاط الطبيعي يطلق عليه مطاط غوتا برشا ( Gutta - Percha ) . ويوضح شكل (١) الصيغ البنائية لكل من المطاط الطبيعي والمطاط شبه الطبيعي .

يعد المطاط شبه الطبيعي ( مطاط بولي آيزوبرين المفروق ) عديم الفائدة في الصناعات المطاطية غير أنه يستعمل بصورة رئيسة في : صناعة كرات الغولف ، وكمادة عازلة للكابلات وغيرها من الصناعات الأخرى ، وعليه يعد المطاط بولي آيزوبرين المقرون هو الأكثر أهمية واستعمالاً في الكثير من المجالات الصناعية .

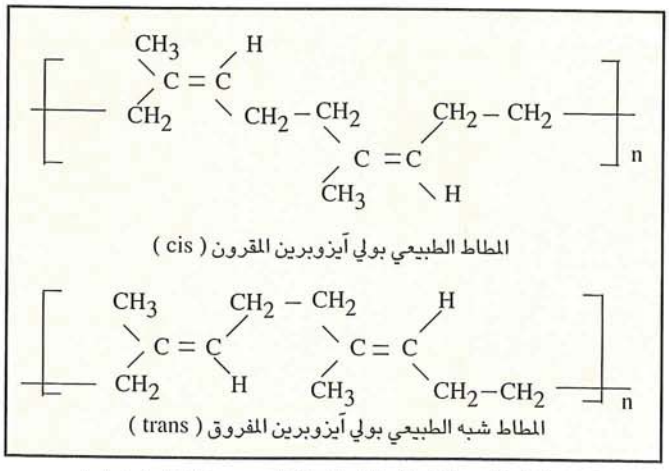
على الرغم من الاستخدامات العديدة للمطاط الطبيعي إلا أنه ـ بعد معرفة التركيب الكيميائي له ـ تمكن العلماء من صناعة مطاط تركيبي ( مطاط صناعي ) يمكن التحكم في درجة نقاوته ، وصفاته حيث توالت الاختراعات بتصنيع أنواع عديدة لتفي بالاستخدامات المختلفة للمطاط.

ينتج مطاط الآيزوبرين الصناعي ببلمرة الآيزوبرين مع نفسه بوجود مواد محفِزة وظروف صناعية يمكن التطرق إليها لاحقاً .




يختلف مطاط البولي آيزوبرين عن المطاط الطبيعي في كثير من الصفات رغم تشابه تركيبهما الكيميائي ، حيث يمتاز مطاط البولي آيزوبرين بأنه أكثر نقاوة ، وأخف لوناً ، ويمكن التحكم في صفاته العديدة من لزوجة ، ومتانة ، ولدانة ، وغيرها حسب دواعي الاستعمال .

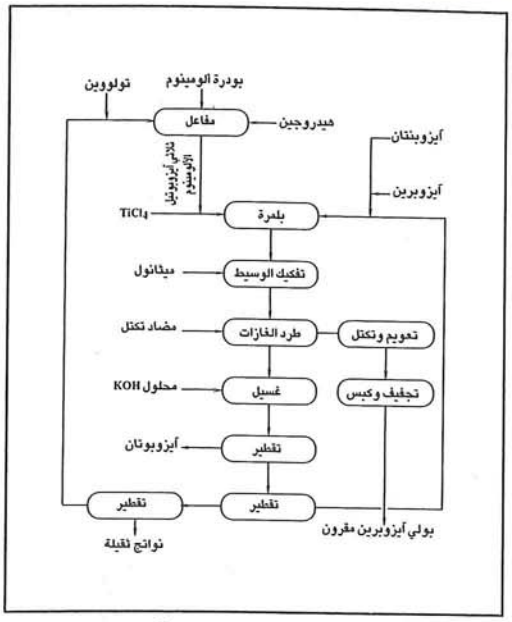
إضافة إلى ذلك ، فإنه أقل قساوة حيث يمكن تقسيته بالفلكنة (المعاملة بالكبريت) ، وأكثر قابلية للامتطاط من المطاط الطبيعي



المطاط الطبيعي بولي آيزوبرين المقرون ( cis )

المطاط شبه الطبيعي بولي آيزوبرين المفروق ( trans )

● شكل ( ١ ) الصيغ البنائية للمطاط الطبيعي والمطاط شبه الطبيعي .




● شكل (٢) مخطط الحصول على بولي آيزوبرين مقرون.

## ● مراحل صناعة مطاط الآيزوبرين

تتلخص صناعة مطاط البولي آيزوبرين المقرون ، شكل ( ٢ ) ، في المراحل الاتية :

### ❊ تحضير المحفز

يحضر المحفز من المواد التالية : ـ

**١ـ محلول ثلاثي آيزوبوتيل الألومينوم في التولووين :** ويتم تحضيره بتفاعل مسحوق الألومينوم المحتوي على التيتانيوم على شكل معلق في التولووين مع الآيزوبوتن في مفاعل يحتوي على هيدروجين تحت ضغط ٤٠ ضغط جوي ودرجة حرارة ١٢٠مْ حيث يتم في المرحلة الأولى تشكيل ثنائي آيزوبوتيل الألومينوم ، يليها تكوين ثلاثي آيزوبوتيل الألومينوم .

**٢ـ رباعي كلوريد التيتانيوم :** ويتم خلط محلول ثلاثي بوتيل الألومينوم مع رباعي كلوريد التيتانيوم المخفض بالتولووين إلى ١٨٪ بنسب مولية (molar) متساوية.

### ❊ البلمرة

تتم البلمرة بإمرار الآيزوبرين بنقاوة ٩٩,٧٪ ، بعد إذابته في الآيزوبنتان ، وتجفيفه بوساطة أكسيد الألومينوم الفعَّال عبر سلسلة من مفاعلات البلمرة التي تحوي بداخلها المحفز المذكور أعلاه عند درجة ٧مْ ، ويستمر تفاعل البلمرة لمدة معينة حسب المواصفات المطلوبة للمنتج (الوزن الجزيئي ، واللزوجة ، والمتانة ، اللدانة وغيرها ) ، بعدها يتم تثبيط التفاعل بإضافة الميثانول إلى مزيج البلمرة .

### ❊ فصل البوليمر

تتم عملية فصل البوليمر بغسل نواتج تفكك المحفِز من المحلول بالماء ، ثم إضافة مواد مثبتة ، ومقاومة لتأكسد البوليمر في المراحل اللاحقة للفصل ، بعدها يتم التخلص من الغازات غير المتفاعلة بإمرارها عبر برج تحرير الغازات ، ومن ثم تضاف للبوليمر الناتج مادة لمنع تكتل جزيئاته مثل ستيرات الخارصين (Zinc Stearate ) ، يمرر بعدها عبر ضاغط حلزوني لتخفيض مستوى الرطوبة فيه ، وتجفيفه عند درجة ١٨٠مْ ، وأخيراً تبريده وحفظه وتعبئته .

### ❊ إستعادة المذيب

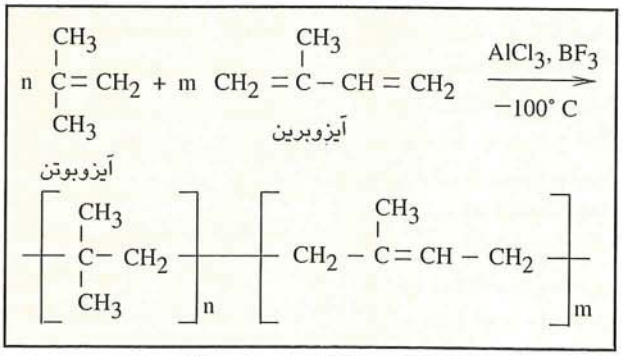
يتم استعادة المذيب المحتوي على التولووين والآيزوبرين غير المتفاعل بغسله بمحلول هيدروكسيد البوتاس الذي يبلغ تركيزه ٢٠٪ في الماء ، تفصل بعدها الطبقة الهيدروكربونيه عن الطبقة المائية بالتركيد ( Settling down ) تم تقطير الطبقة الهيدروكربونية على عدة مراحل لفصل الآيزوبتنات والآيزوبرين والتولووين ليعاد تدويرهما لعملية البلمرة ، وتحضير المحفز مرة أخرى.

## المطاط البيوتيلي

المطاط البيوتيلي ( Butyl Rubber ) عبارة عن مبلمر مزدوج ناتج عن عملية بلمرة الآيزوبوتن (٩٦ ـ ٩٩٪ ) والآيزوبرين ( ١ ـ ٤٪ ) بوساطة البلمرة الكاتيونية .

تجرى البلمرة في درجة حرارة منخفضة (ـ ١٠٠مْ ) باستعمال وسيط حامض لويس ، شكل (٣) .

يحضر الآيزوبوتن بصورة رئيسة من غازات التكسير الحراري للنافثا ، ومن الآيزوبوتان . أما الآيزوبرين فإنه يحضر من الهيدروكربونات الطبيعية الناتجة عن التكسير الحراري أو طرق أخرى سبق ذكرها في صناعة مطاط الآيزوبرين الصناعي .




● شكل (٣) بلمرة الآيزوبرين مع الآيزوبوتن.

## إستخدامات مختلفة للآيزوبرين

يدخل الآيزوبرين في صناعات بتروكيميائية أخرى من أهمها مايلي : ـ

**١ـ تصنيع بوليمر مشترك من الستايرين ـ آيزوبرين ـ ستايرين :** ويلزم في عملية البلمرة ٠,٧٩ ـ ٠,٨٨ طن من الآيزوبرين لكل طن من البوليمر ، ويستخدم هذا البوليمر كلدائن حرارية لدنة . وكمجس للضغط ( حساس للضغط ) ولاصق بلاستيكي .

**٢ـ الراتنجات الهيدروكربونية ( الراتنج البترولي ) :** وذلك عن طريق بلمرة للآيزوبرين المنتج من بلمرة السايكلوبنتادايئين مع محتويات القطفة المكونة من خمس ذرات كربون بالإضافة إلى مركبات أخرى غير مشبعة ناتجة من عملية تكسير النافثا .

**٣ـ بوليمر مشترك من الآيزوبرين والأستيلين :** وذلك لتكوين مادة التيربين (Terpene) ، ومن أهم النواتج في هذا المجال مواد المينثول (Menthol) ، والنيرول ( Nerol ) ، واللينالول ( Linalool ) ، والسيترونيلال (Citronellal) والجيرانيول ـ نيرول ( Geraniol nerol ) وغيرها .