# الباب الثاني
# البترول الخام

# البـــاب الثـــاني

## البترول الخـــــام

البترول الخام عبارة عن مزيج من مجموعة كبيرة مـــن المركبـــات الهيدروكربونية ويتواجد في الطبيعة متجمعاً في باطن الأرض وعلى أعماق مختلفة . وقد تكون منـــذ أمـــد بعيـــد نتيجـــة تحلـــل المخلفـــات الحيوانيـــة والنباتية بفعل الضغط والحرارة .

والهيدروكربونات مركبـــات كيميائيـــة تحتـــوي علـــى عنـــصري الهيدروجين والكربون فقط ، وقـــد تكـــون ســـوائل أو غـــازات أو جوامـــد في درجة الحرارة والضغط العادية وفقـــاً لمـــا يكـــون تركيـــب جزيئاتهـــا من تعقيد .

وكذلك التجمعات الطبيعية قد تكون في حالـــة غازيـــة أو ســـائلة أو جامدة حسب التناسب بين مختلف المواد الهيدروكربونية الموجودة في هـــذا المزيج أو ذاك .

وتطلـــق كلمـــة البتـــرول عنـــد اســـتعمالها فـــي أوســـع معانيهـــا على جميع الهيدروكربونات التي تتكون في باطن الأرض بصورة طبيعيـــة ولكن الكلمة بمعناها التجاري الضيق تقتصر عادة على التجمعات الـــسائلة ، أي البترول الخام .

بينما يطلق علـــى التجمعـــات الغازيـــة اســـم " الغـــاز الطبيعـــي " وعلـــى التجمعـــات الجامـــدة اســـم " الأســـفلت " أو " الـــشمع " حـــسب طبيعة تركيبها .

وتحتوي معظم أنواع البترول الخام السائل على هيدروكربونات غازية أو صلبة ذائبة في السائل . وتتحرر الغازات من المحلول السائل عند تقليل الضغط في عمليات استخراج البترول الخام أو خلال المراحل الأولى من التكرير .

حيث تمثل جزءاً من مجموع إنتاج الغاز الطبيعي . وأما الجوامد فإن بعضها يستخلص خلال عمليات التكرير بشكل أسفلت أو شمع ، ويبقى البعض الآخر محلولاً في منتجات البترول السائلة .

ولقد عرف البترول الخام منذ قديم الزمان . فقد استعمل منذ القدم للتدفئة والإضاءة ورصف الطرق والبناء بصورة بدائية ، وكان زيت الإضاءة المستعمل في العالم وحتى منتصف القرن التاسع عشر يستخلص من مصادر حيوانية أو نباتية .

وكانت الآلات في أول عهدها تزيت بزيت الخروع أو زيت الحوت . ثم استخلص زيت المصابيح ( **Lamp Oil** ) من تقطير الفحم لاستخدامه في المصابيح . ثم عثر على البترول الخام في ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية على عمق 21.11 متر . وقد اعتبر ذلك التاريخ بصورة عامة بداية صناعة البترول الحديثة .

وفي الأيام الأولى لهذه الصناعة كان الكيروسين ( البترول الأبيض ) بوصفه زيت الإضاءة أهم منتجات البترول . وكان الهدف الرئيسي من التكرير هو أن يستخرج من البترول الخام أكثر ما يمكن من الكيروسين .

وكذلك مواد التزييت والتشحيم وبعض زيوت الوقود الناتجة من التكرير . أما الجازولين ( البنزين ) فكان يحرق باعتباره شيئاً لا قيمة له كما كان الأسفلت يعتبر شيئاً لا نفع منه .

ثم توسعت صناعة البترول وأصبح ينتج في أقطار مختلفة . وعند اختراع محرك الاحتراق الداخلي لتسيير السيارات أصبح الجازولين من المنتجات الرئيسية .

ثم زاد وتنوع الطلب على المنتجات البترولية نتيجة للتقدم الصناعي والتكنولوجي ، وظل الطلب يتزايد على البترول الخام حتى يومنا هذا .

**أنواع البترول الخام :**

تختلف أنواع البترول الخام من حيث خواصها الطبيعية كالمظهر ( **Appearance** ) والتماسك ( **Consistincy** ) باختلاف مصدرها . فتتفاوت من سوائل رجراجة ( **Mobile** ) ذات لون بني . يميل إلى الصفوة إلى سوائل سوداء مرتفعة اللزوجة وشبه صلبة .

ويرجع هذا الاختلاف إلى نسب مكونات البترول من الهيدروكربونات المختلفة خاصة نسبة البارافينات والنفثينات ، وسواء كان البترول محتوياً على بارافينات بنسبة عالية أو نفثينات بنسبة عالية .

فقد تكون نسبة الهيدروكربونات الخفيفة مرتفعة ويكون البترول عندئذ رجراجاً أو محتوياً على مقدار كبير من الغازات الذائبة فيه . كما قد تكون المركبات الهيدروكربونية التي يتألف منها هي مركبات ثقيلة ويكون البترول عندئذ مرتفع اللزوجة وخالي من الغازات الذائبة أو محتوياً على كمية ضئيلة منها .

وتتحكم طبيعة البترول الخام إلى حد ما في نوع المنتجات المستخلصة منه وملائمتها للاستعمال في مجالات معينة . فالبترول الخام النفثيني هو أنسب من غيره لإنتاج الأسفلت ، والبترول الخام البارافيني أنسب لإنتاج الشمع .

كذلك البترول الخام النفثيني ، خصوصاً إذا كان عطرياً ، يؤدي إلى إنتاج زيوت تزييت ( **Lubricating Oils** ) تكون لزوجتها شديدة التأثر الحرارة . غير أن طرق التكرير الحديثة تحقق قدراً كبيراً من المرونة في استخدام مختلف أنواع البترول الخام لصنع أي نوع مرغوب فيه من المنتجات .

تصنف أنواع البترول الخام عادة إلى ثلاثة أصناف حسب مكوناته من الهيدروكربونات التي تحتوي عليها .

1- **بترول برافيني الأصل** : يتألف هذا النوع بصورة رئيسية من هيدروكربونات برافينية . ويحتوي على شمع البارافين وهو خالي أو يكاد يكون خالياً من المواد الأسفلتية . ويعطي هذا النوع من البترول عادة إنتاجاً حسناً من شمع البرافين وزيوت التزييت الممتازة .

2- **بترول نفثيني الأصل** : يتألف هذا النوع بصورة رئيسية من النفثينات . ويحتوي على كمية قليلة من شمع البارافين أو يكون خالياً منه ، إلا أنه يحتوي على نسبة عالية من المواد الأسفلتية .

ويعطي زيوت تزييت ذات لزوجة أكثر تأثراً بالحرارة من زيوت التزييت المنتجة من البترول البارافيني ، ولكن يمكن تحسين زيوت التزييت هذه وجعلها مماثلة لتلك المنتجة من أنواع البترول البارافينية بعمليات تكرير خاصة . ويسمى هذا النوع من البترول الخام أيضاً البترول الخام الأسفلتي الأصل .

3- **بترول مختلط الأصل** : ويتألف هذا النوع بصورة رئيسية من البترول من مزيج من البرافينات والنفثينات ونسب قليلة من العطريات . ويحتوي على مقادير وافية من كل من شمع البرافين والمواد الأسفلتية .

ومن الجدير بالذكر أن هناك تداخلاً بين هذه الأصناف من أنواع البترول الخام ، ولكن الغالبية العظمى من أنواع البترول الطبيعية هي من نوع البترول المختلط الأصل .

**احتياطي البترول الخام : ( Crude Oil Reserves ) :**

تعتمد كمية البترول المستخلصة من المكمن الصخري على طبيعة البترول والمكمن . واستخلاص أكبر كمية ممكنة من البترول الخام من صخر المكمن هو مسألة اقتصادية هامة في استغلال حقل البترول . مثلاً يمكن استخلاص 30 بالمائة من البترول الموجود في مكمن اعتيادي .

وفي حالة كون البترول قليل اللزوجة والمكمن من الرمل الشديد النفاذية ( **Highly Permeable** ) فيمكن استخلاص ما يقرب من 80 بالمائة بعملية الدفع بالماء ( **Water Drive** ) .

بينما لا يمكن استخلاص أكثر من 10% من مكمن حجر رملي ( **andstone** ) دقيق الحبيبات خاصة إذا كان البترول لزجاً . ويعرف معامل الاستخلاص ( **Recovery Factor** ) بأنه نسبة البترول التي يمكن الحصول عليها من المكمن وهذا العامل له أهمية خاصة في تقدير احتياطي البترول .

ويمكن زيادته بطرق الاستخلاص الثانوية ( **Secondary Recovery** ) كحقن المكمن بالماء أو الغاز أو إتباع طرق حرارية في حالات البترول الخام الثقيل ذات اللزوجة العالية .

والاحتياطي الثابت وجوده ( **Proven Resrvery** ) هو كمية البترول التي ثبت وجودها فعلاً في المكمن وبالإمكان استخلاصها تجارياً بالأساليب

الفنية التقليدية . ويتغير الاحتياطي الثابت وجوده في منطقة ما من فترة إلى أخرى بتغير الإنتاج واكتشاف مكامن جديدة .

**التقطير : ( Distillation ) :**

تعتبر عملية فصل مكونات البترول الخام الرئيسية بالتقطير الخطوة الأولى في مجال الصناعات البترولية . وهذه أهم عمليات التكرير إذ إنها بالإضافة إلى الفصل تلعب دوراً مهماً في تكرير المنتجات البترولية وفقاً للمواصفات التسويقية .

ومن الصفات المميزة الرئيسية لمختلف المنتجات البترولية قابليتها للتطاير أو التبخر ، وتتوقف هذه القابلية على الحجم الجزيئي . ففي المركبات المتشابهة النوع تنخفض قابلية التبخر كلما كبر الحجم الجزيئي . فالجازولين سائل يتبخر بسهولة في الظروف الاعتيادية لدرجة الحرارة والضغط .

أما الكيروسين وزيت الوقود فيلزم لتبخرهما حرارة أعلى . والمنتجات الجامدة في الأحوال العادية ، كشمع البارافين مثلاً ، يتطلب تسخينها إلى درجات حرارة أعلى لتسييلها والى درجات حرارة أكثر ارتفاعاً لتبخرها .

وترتبط قابلية التطاير بدرجة الغليان ، فالسائل الذي درجة غليانه منخفضة يكون أكثر تطايراً من السائل الذي درجة غليانه مرتفعة . وعند تسخين سائل ما تزداد طاقة جزيئاته ويصبح في مقدور عدد كبير منها تخطي سطح السائل إلى الفضاء .

أي أن عدداً كبيراً من الجزيئات يتحول إلى حالة بخار . وعندما يعادل ضغط البخار الضغط الجوي يغلي السائل . وتشكل درجة الحرارة التي يغلي عندها السائل النقي درجة غليانه .

وتبقى هذه الدرجة ثابتة إلى أن يتبخر جميع السائل . وهذه إحدى الصفات المهمة التي تتميز بها المواد النقية . وتتغير درجة الغليان بتغير الضغط . فالماء النقي يغلي مثلاً في الضغط الجوي العادي 1.013 بار عند درجة حرارة 373 كلفن .

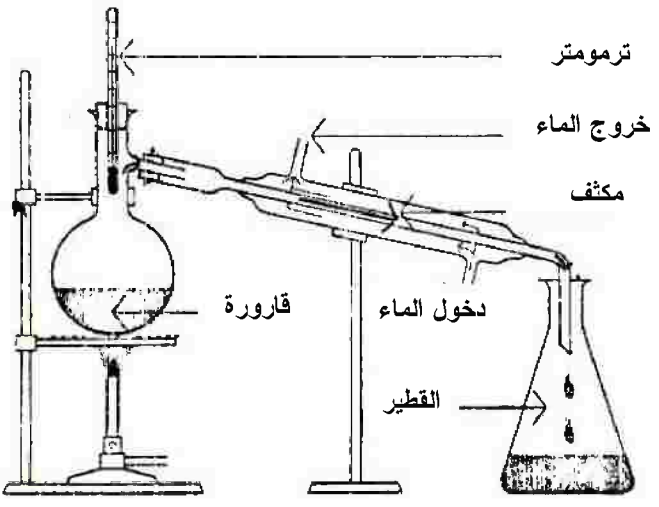
وكذلك تتميز كل من الهيدروكربونات الموجودة في البترول الخام بدرجة غليان خاصة . وتنخفض درجة الغليان بانخفاض الضغط وترتفع بارتفاعه .

**التقطير المعملي البسيط :**

التقطير عبارة عن عملية فيزيائية لفصل سائل أو أكثر من مزيج متجانس . وتنجز عملية التقطير من خلال تبخير السائل بالتسخين وإعادة تكثيفه . تعتمد عملية فصل السوائل بالتقطير على الفرق في درجات غليان مكونات المزيج .

وتتم عملية التقطير في أبسط صورها في جهاز بسيط للتقطير في المختبر ومبين في الشكل التالي حيث يغلي السائل في دورق ( **Flask** ) ويكثف البخار في أنبوب أو مكثف **(Condenser)** يحيط به ماء بارد وجاري ويجمع المستقطر ( **Distillate** ) في دورق الاستقبال .

وفي حالة مزيج متجانس من عدة مركبات سائلة تختلف في درجات غليانها ، ويتميز كل مركب منها بضغطه البخاري الخاص ، والضغط البخاري الكلي للمزيج السائل يساوي مجموع الضغوط البخارية لهذه المركبات . ويغلي المزيج هذا عندما يعادل الضغط البخاري الكلي الضغط الخارجي فوق السائل .




**جهاز معملي للتقطير البسيط**

وعند تقطير مزيج كهذا تتبخر جزيئات كل مركب ، ويتوقف تركيب البخار الناتج على الضغوط البخارية وعلى تركيز المركبات في المزيج السائلي . يتناسب الضغط البخاري للمركبات السائلة عكسياً مع درجة غليانها . فيزداد الضغط البخاري مع انخفاض درجة الغليان وبالعكس .

لذلك فإن المستقطر يكون غنياً بالمركبات الأكثر تطايراً بينما السائل المتبقي في القارورة غنياً بالمركبات الأقل تطايراً . وباستمرار التقطير يتغير تركيب كل من المواد المستقطرة والمتخلفة تدريجياً ، إلى أن يتبخر السائل بكامله ويتقطر في وعاء الاستقبال .

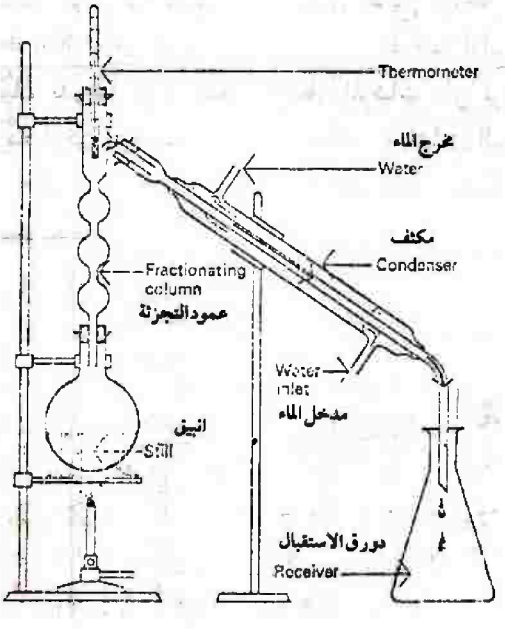
ويبدأ الغليان عند درجة حرارة تكون ضمن حدود درجات غليان مركبات المزيج ، وتعتمد على نسبة وجود المركبات في المزيج ودرجة الغليان الأولية ( **Initial Boiling point** ) هي درجة الحرارة التي تسقط فيها أول قطرة .

وتزداد درجات الغليان تدريجياً أثناء التقطير فتتقطر المركبات التي ترتفع فيها قابلية التطاير ، ويزداد تركيز المركبات التي ترتفع درجات غليانها في السائل المتبقي إلى أن تتبخر آخر قطرة من السائل عند أعلى درجة حرارة هي درجة الغليان النهائية .

## التقطير التجزيئي المعملي :

تبين أنه لا يمكن فصل المركبات لمزيج ما بصورة نقية في عملية تقطير واحدة باستعمال جهاز تقطير بسيط . وينتج عند إعادة تقطير المستقطر مستقطر أغنى بالمركبات الأكثر تطايراً ، ولكن الكمية المنتجة تكون قليلة إذ أن قسماً من المركبات يبقى دائماً في القارورة .

ومن الضروري لفصل العناصر فصلاً جيداً وبصورة نقية أن تكرر عملية التبخير والتكثيف لعدة مرات وبصفة مستمرة ، ويمكن انجاز ذلك باستعمال عمود تجزئة بين القارورة والمكثف كما هو مبين في الشكل التالي :



وبهذه الطريقة يتكثف بعض البخار المتصاعد من السائل المغلي في كل بصلة من بصلات العمود . وبتكثف المزيد من البخار المتصاعد من القارورة تنتج الحرارة التي تعمل على إعادة تبخير مركبات السائل الخفيفة ذات درجات الغليان المنخفضة في البصلات .

وهذه المركبات تتكثف في البصلة التالية ، وهكذا تستمر عملية التكثيف والتبخير من بصلة إلى أخرى حتى نهاية العمود . من خلال هذه العملية تتكثف المركبات الثقيلة الأقل تطايراً وتجري عائدة إلى القارورة .

وهكذا يتولد تياران عكسيان ( **Counter Currents** ) للبخار والسائل . فيتصاعد بخار المواد الأكثر تطايراً في العمود وينحدر السائل المكثف في العمود عائداً إلى القارورة حيث تزداد درجة غليانه تدريجياً نتيجة انخفاض نسبة المكونات المتطايرة .

ويتألف البخار الذي يتجاوز قمة العمود إلى المكثف في البداية من المركبات التي درجة غليانها منخفضة ثم تتقطر المركبات التي درجات غليانها أعلى . وبتغير دورق الاستقبال بين حين وآخر يمكن الحصول على مركبات مختلفة بصورة نقية .

ويتألف الجزء المفصول بهذه الطريقة من مركب نقي نسبياً من مزيج بسيط أو من عدد من المركبات من مزيج معقد . ويعتمد ذلك على تركيب المزيج المراد تقطيره وعلى نوع جهاز التقطير . وتسمى هذه العملية بعملية التقطير الجزيئي .

**<u>تقطير البترول الخام :</u>**

يفصل البترول الخام بعملية التقطير التجزيئي إلى مجموعة من المستقطرات والى متخلف ( **Residue** ) يتكون من مركبات درجات غليانها

عالية . ويتكون كل مستقطر من مجموعة معقدة من المركبات الهيدروكربونية تتميز بدرجات غليان خاصة في حدود معينة اعتماداً على طبيعة ونسب مكوناته .

وقد تكون حدود الغليان لمستقطر معين هي الحدود اللازمة لناتج معين من المنتجات كالجازولين مثلاً . ويمكن بدلاً من ذلك تحضير ناتج معين بموالفة ( **Blending** ) عدد من المستقطرات بحيث يكون للمزيج المتوالف حدود الغليان اللازمة .

والفصل الصحيح للبترول الخام إلى منتجاته مهم لتلافي تداخل ناتج ما بالناتج الذي يليه . فيجب مثلاً أن لا يحتوي الكيروسين على المركبات الأكثر تطايراً والتي تدخل ضمن ناتج الجازولين حيث تؤدي إلى انخفاض درجة الغليان الأولى ونقطة الوميض .

وهي أدنى درجة حرارة تلتهب عندها الأبخرة لدى اختلاطها بالهواء في ظروف مناسبة . ومن جهة أخرى يجب أن لا يحتوي ناتج الجازولين على مركبات الكيروسين التي من شأنها رفع درجة غليان الجازولين مما يؤثر تأثيراً معاكساً في مفعوله كوقود للمحركات .

وكانت القارورة في أيام التكرير الأولى يتكون من صهريج أسطواني يملأ بالبترول الخام ، حيث يسخن البترول ويتكثف البخار دون استعمال معدات التقطير التجريئي .

وكان زيت الإنارة ( الكيروسين ) هو الناتج الرئيسي . وكانت عملية التكرير تجري بصورة متقطعة ، فيرفع ما يتخلف من البترول الخام في القارورة ويحل محله بترول جديد . وبعد اكتشاف المحرك ذي الاحتراق

الداخلي دعت الحاجة إلى تحسين التجزئة والى استعمال عمود تجزئة بسيط . ولم تعد طريقة التجزئة المتقطعة البسيطة تستعمل في المصافي .

ونجد أن الطلب في يومنا هذا لكميات كبيرة من المنتجات البترولية ولدرجات مرتفعة من الجودة ، يتطلب أجهزة قادرة على العمل المستمر والتجزئة الفعالة . فيسخن البترول الخام إلى درجة الحرارة العالية اللازمة لتبخر جميع المركبات الأكثر تطايراً والتي تدخل عمود التجزئة مع المركبات الأقل تطايراً حيث يحدث التكثيف وإعادة التبخر بتصاعد الأبخرة في العمود .

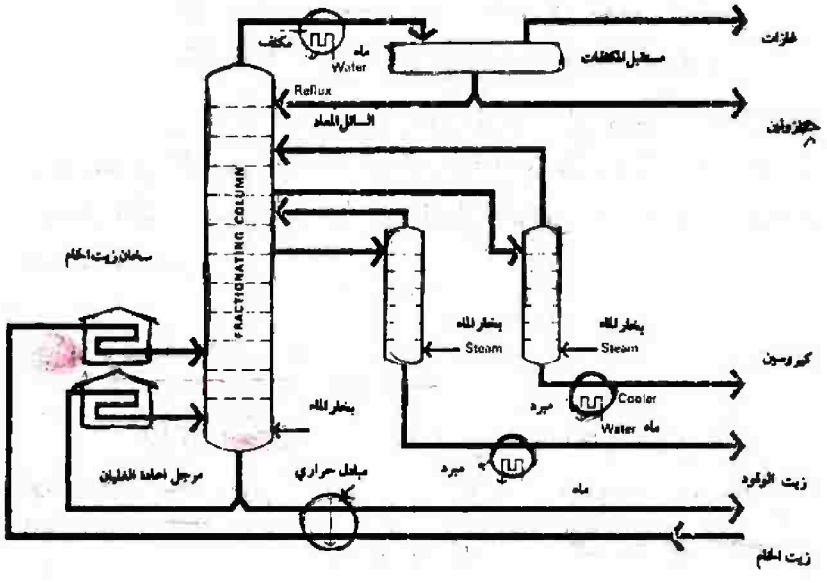
وتسحب الأجزاء التي تتميز بحدود الغليان المطلوبة من نقاط مناسبة من العمود بصورة مستمرة ، كل حسب خفته ابتداء من القمة حيث يسحب الأكثر خفة والأكثر تطايراً ونزولاً تدريجياً إلى الأثقل والأقل تطايراً عند أدنى المستويات .

ويسحب من أسفل العمود ذلك الجزء من البترول الخام الذي لا يتبخر في القارورة . ويساعد استعمال بخار الماء على فصل المركبات الأكثر تطايراً . فعندما ينفخ بخار الماء بصورة مستمرة خلال البترول الساخن فإنه يساهم بضغطه الجزئي الخاص في تخفيض الضغط الجزئي ( **Partial Pressure** ) للبترول بحيث يغلي عند درجة حرارة أقل .

ويستعمل التقطير البخاري في تقطير المركبات التي درجات غليانها عالية تفادياً للتحلل الكيميائي الذي يحدث عند ارتفاع درجة حرارة التقطير . كذلك يستعمل التقطير بضغط منخفض أي التقطير الفراغي ( **Vacuum Distillation** ) للسبب نفسه .

## وحـــدة تقطيـــر البترول الخـــام :

يبين الشكل التالي وحدة بسيطة لتقطير البترول الخام . يسيل البترول الخام أولاً خلال مبادل حـــراري ( **Heat Exchanger** ) باتجـــاه معـــاكس للمتخلف من المنتجات الحارة السائلة إلى الخارج ( زيت الوقود ) التي تبرد قبل سحبها إلى التخزين .




**وحدة بسيطة لتقطير البترول الخام**

ثم يدخل البترول الخام الذي سبق تسخينه إلى الفـــرن حيـــث يـــسيل بصورة مستمرة داخل سلسلة أنابيب تشتعل حولها النيران . وترتفع درجـــة الحرارة إلى الدرجة اللازمة لتبخير جميع المركبات السريعة التطاير .

ويدخل المـــزيج الحـــار للبخـــار والـــسائل إلـــى عمـــود التجزئـــة بشكل رذاذ فيتصاعد البخار إلـــى أعلـــى وينحـــدر الـــسائل إلـــى أســـفل . وتأخذ عملية التكثف وإعادة التبخر مجراهـــا فـــي قـــسم التـــصفية بإعـــادة التقطير ( **Rectifying Section** ) .

ويسيل البترول الساخن إلى الطبقة السفلى من العمود ويدخل قسم الاستئصال أو التجريد أو التعرية ( **Stripping Section** ) حيث يتم التخلص من أي منتجات خفيفة بفعل بخار الماء .

يسحب المنتجان الأكثر تطايراً ، وهما الغاز والجازولين ، من قمة العمود . ويتكثف بخار الجازولين في المكثف ( **Condenser** ) بالماء البارد ، وتبقى الهيدروكربونات الغازية التي لا تتكثف في حالة بخار حيث تفصل بهذا الشكل .

وبإعادة جزء من السائل المكثف ويسمى السائل المعاد ( **Reflux** ) إلى الجزء الأعلى من العمود يتم الحصول على مجرى للسائل ينحدر إلى أسفل العمود بصورة مستمرة . وتضبط درجة الحرارة عند قمة العمود بتغيير كمية السائل المعاد .

وتسحب من العمود على ارتفاعات مختلفة منتجات التقطير الجانبية في حالة سائلة ، ويتم اختيار نقاط السحب بحيث تكون المنتجات ضمن حدود درجات غليان محدودة . ويبين الشكل السابق اثنين من المنتجات الجانبية هما الجازولين وزيت الغاز .

ولغرض الحصول على مستقطرات أنقى ولتفادي استعمال عمود رئيسي طويل وبالتالي أكثر كلفة ، يقطر كل سائل جانبي مرة أخرى في عمود تعرية ( **Stripping Column** ) جانبي ، والذي هو بالفعل عمود تقطير صغير تنجز فيه عملية تنقية المستقطر الجانبي من المركبات الأكثر تطايراً .

وذلك من تلك التي تدخل ضمن ذلك المستقطر بمساعدة بخار الماء الذي يدخل العمود من أسفله . وتعاد أبخرة المواد الأكثر تطايراً

إلى العمود الرئيسي ، وتبرد المنتجات المسحوبة من قاع عمود التعرية الجانبي قبل خزنها .

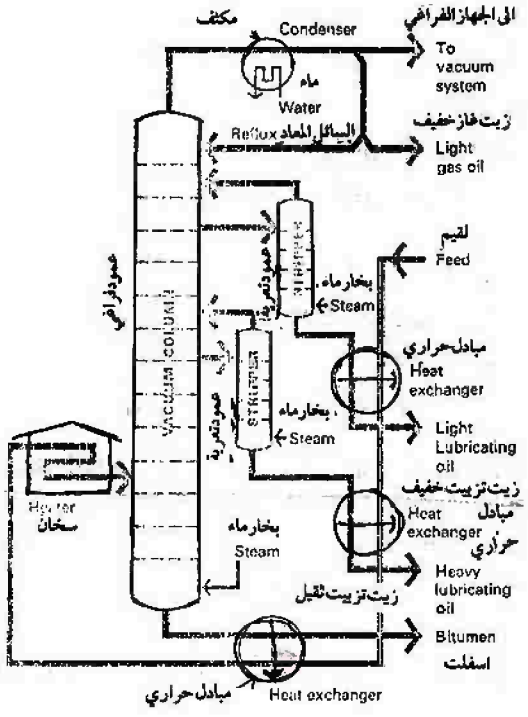
وللحفاظ على درجة الحرارة المناسبة في أسفل العمود ( وبالتالي درجات الحرارة على طول العمود ) تتم عملية تدوير لجزء من المتخلف ( **Residue** ) بواسطة سخان يسمى مرجل إعادة الغليان ( **Reboiler** ) وإعادته إلى العمود . هذا ويحافظ السائل المعاد ( **Reflux** ) على درجة الحرارة في قمة العمود .

**وحدة التقطير الفراغي ( Vacuum Distillation Unit ) :**

إن المتخلف في أسفل عمود البترول الخام في وحدة التقطير يمكن استعماله كزيت وقود ، أو يمكن إعادة تقطيره في وحدة التقطير الفراغي لإنتاج مستقطرات كزيت الغاز أو زيوت التزييت أو مادة تغذية ( **Feedstock** ) لعمليات الحل بفعل العامل المساعد ( **Catalytic Cracking** ) .

ويستعمل المتخلف من التقطير الفراغي كزيت وقود أو في صناعة الأسفلت ، كما إنه يصلح لصنع زيت ناصع ( **Bright Stock** ) أو للاستعمال كمادة تغذية لعمليات التكسير الحراري ( **Thermal Cracking** ).

ويبين الشكل التالي رسم تخطيطي لعملية التقطير الفراغي ، حيث يتم التفريغ الهوائي بواسطة قاذفة ( **Ejector** ) بخار الماء أو مضخة تفريغ ( **Vacuum Pump** ) وتزود جميع الوحدات بمبادلات حرارية لنقل الحرارة من الأبخرة والسوائل الخارجة إلى البترول الخام الداخل ، وبهذا يقلل من استهلاك الوقود في الأفران وماء التبريد في المكثفات .



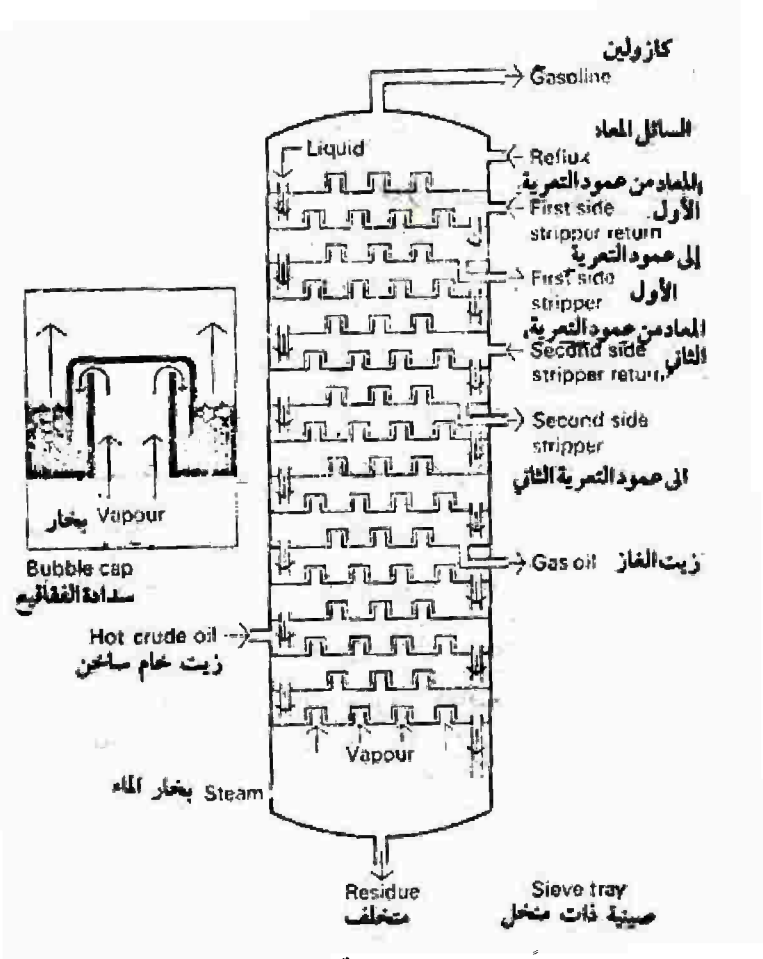

**وحدة تقطير فراغي**

وتستعمل في وحدة تقطير البترول الخام ووحدة التقطير الفراغي أجهزة السيطرة التلقائية ( **Automatic Control Instruments** ) على نطاق واسع والتي لا تقتصر مهمتها على تسجيل درجات الحرارة والضغوط بل تشغيل صمامات الضبط بصورة تلقائية .

وباستعمال هذه الأجهزة بهذا الشكل يمكن المحافظة على حالات تشغيل ثابتة ومن ثم على جودة الأصناف المنتجة .

## أعمدة التجزئة ( Fractionating Columns ) :

يتألف عمود التجزئة من أسطوانة فولاذية عمودية تثبت بها ألواح أفقية تسمى صواني ( **Trays** ) . ويبين الشكل التالي مقطعاً طولياً من عمود التجزئة وتركيب الصواني .




**مقطعاً من عمود التجزئة وتركيب الصواني**

ويتجمع السائل المكثف في الصواني حتى مستوى أنبوب تصريف الفائض **( Overflow Pipe )** الذي يرتفع عدة سنتيمترات عن مستوى الصينية وينحدر عبر هذا الأنبوب إلى الصينية التالية .

وتحوي الصواني عدداً كبيراً من الثقوب يتصاعد منها البخار القادم من الصواني السفلى إلى أعلى . ويعلو كل ثقب أنبوب قصير أو رافع **( Riser )** يعلوه غطاء **( Cap )** بحيث يدفع البخار من خلال شقوق **( Slots )** في محيط الغطاء إلى داخل السائل الذي تحويه الصينية .

ويسمى هذا الغطاء بالغطاء الفقـــاعي ( **Bubble Cap** ) وبمـــرور فقاقيع ( **Bubbles** ) البخار خلال السائل يحدث التماس بين البخار والسوائل بالقدر الذي يسمح بالتبادل الحراري بين الوسطين مما يـــؤدي إلـــى تبخـــر أية مركبات ذات درجات غليان منخفضة وتكثف أية مركبات ذات درجـــات غليان مرتفعة .

وهكذا تحدث عمليتا التكثف وإعادة التبخر في كل صينية وتتـــصاعد الأبخرة وتنحدر السوائل في العمود نتيجة لذلك . وتتجمع في كـــل صـــينية مركبات ذات درجات غليان أقل من تلك المركبات التي تتجمع في الـــصينية التي تليها من الأسفل .

وتسحب الأجزاء التي تختلف حدود درجات غليانها بصورة مستمرة من مستويات مختلفة من العمود .

أما حجم الأعمدة وعدد الصواني وعدد الغطاءات الفقاعية فتختلـــف باختلاف وظيفة العمود ، حيث يصمم العمود وفقاً للغرض المطلوب منـــه . وهناك عدة تصميمات أخرى من الصواني منها الـــشبكي ( **Grid Trays** ) ومنها المنخلي ( **Sieve Trays** ) وجميعها تعمل بنفس الأسس العلمية .

## " الأسئلـــــــة "

1- تكلم بالتفصيل عن الأنواع المختلفة للبترول الخام .

2- أكتب مذكرات علمية عن كل مما يأتي :

أ- احتياطي البترول الخام .

ب-التقطير .

ج- التقطير المعملي البسيط .

د- التقطير المعملي التجزيئي .

3- أكتب ما تعرفه مع الشرح والتحليل عن تقطير البترول الخام .

4- بين بالشرح والرسم وحدة تقطير البترول الخام .

5- وضح بالرسم والشرح وحدة التقطير الفراغي .

6- أكتب ما تعرفه بالتفصيل عن أعمدة التجزئة .