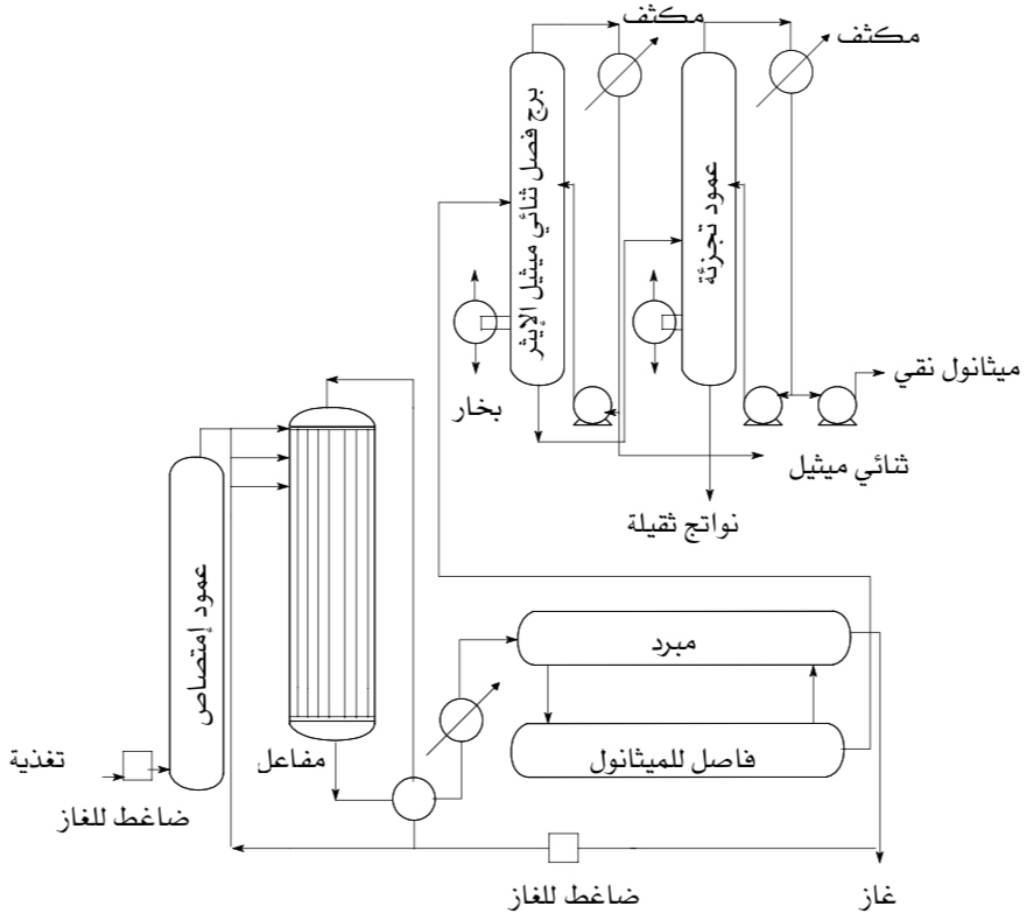
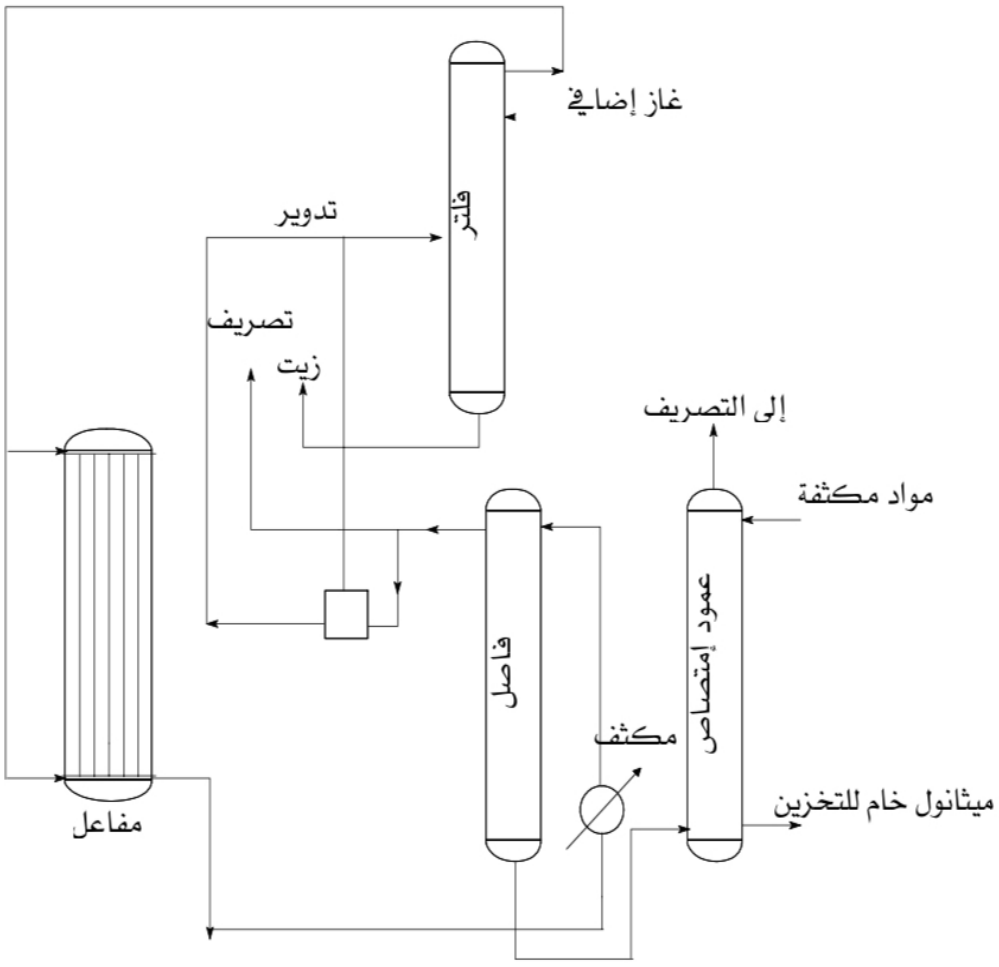
وأكسيد الكروم ($ZnO-Cr_2O_3$) وزمن تلامس قصير جدا (١- ٢ ثانية) لمنع حدوث تفاعلات جانبية، ثم تبرد الغازات الناتجة عن التفاعل وتكثف لفصل الميثانول.



شكل ٢: إنتاج الميثانول بطريقة الضغط المرتفع

طريقة الضغط المتوسط

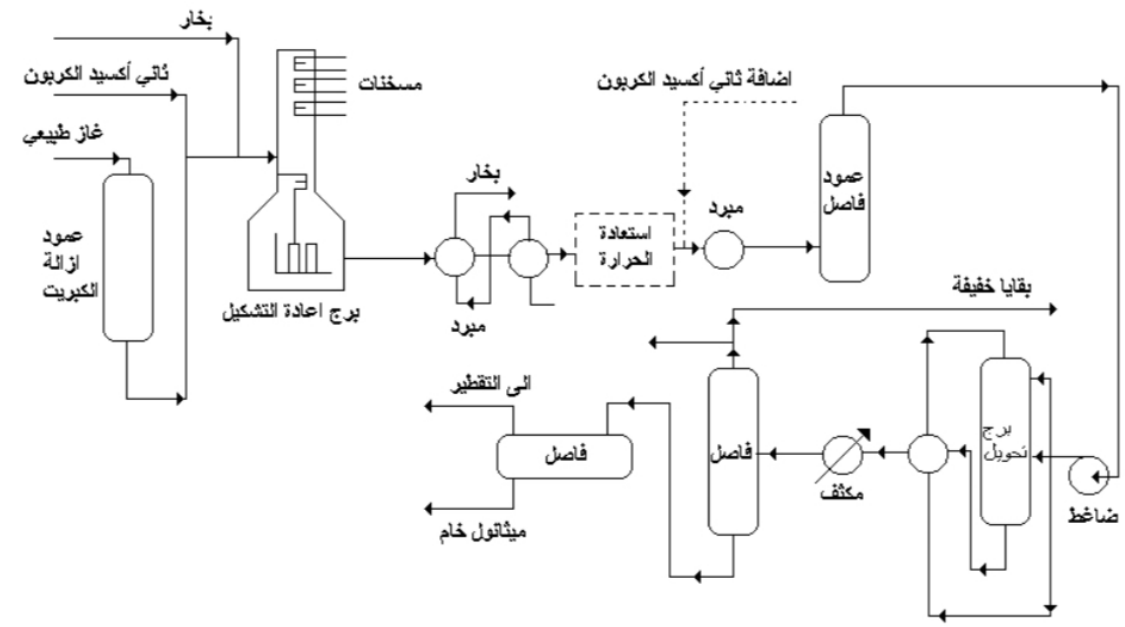
يبين شكل ٢ الطريقة الصناعية لإنتاج الميثانول تحت ضغط متوسط، حيث يتم إجراء التفاعل عند درجة حرارة 350^oC وتحت ضغط يتراوح بين 100-250 atm ، وفي وجد عامل حفاز من أكسيد الكروم وأكسيد الزنك. والميثانول المنتج بهذه الطريقة ذو نقاوة عالية.



شكل٣: إنتاج الميثانول بطريقة الضغط المتوسط

طريقة الضغط المنخفض

تتميز هذه الطريقة بتكلفتها المنخفضة، وبمرونتها في التشغيل. وتبدأ خطوات هذه الطريقة كما في الشكل ٣ بإزالة الكبريت من الغاز الطبيعي، ثم دفعه مع مزيج من البخار وغاز ثاني إكسيد الكربون إلى برج إعادة التشكيل. بعدها يجرى التفاعل عند درجة حرارة 240-260^{o}C وتحت ضغط 50-100 atm ضغط جوي وفي وجود عامل حفاز من أكاسيد النحاس (CuO) وإكسيد الزنك (ZnO) وإكسيد الألومنيوم (Al_2O_3).



شكل ٤: إنتاج الميثانول بطريقة الضغط المنخفض

الأوليفينات

وهي مركبات هيدروكربونية مفتوحة غير مشبعة تحتوي على رابطة كربون ـ كربون مضاعفة مكونة من رابطة سيجما (σ) ورابطة باي (π).

تتمركز الخواص الكيميائية للأوليفينات حول الرابطة المضاعفة، نظرا للوجود كثافة الكترونية كبيرة بين ذرتي الكربون المرتبطتين بهذه الرابطة. لذا فإن الكثير من التفاعلات الكيميائية تحدث الأوليفينات æ التي من أهمها تفاعلات الإضافة، الأكسدة، البلمرة، الألكلة، الهلجنة ..إلخ.

ويمكن تقسم الاوليفينات إلى نوعين: (١) الاوليفينات وحيدة الرابطة و (٢) الاوليفينات ثنائية الرابطة المضاعفة.

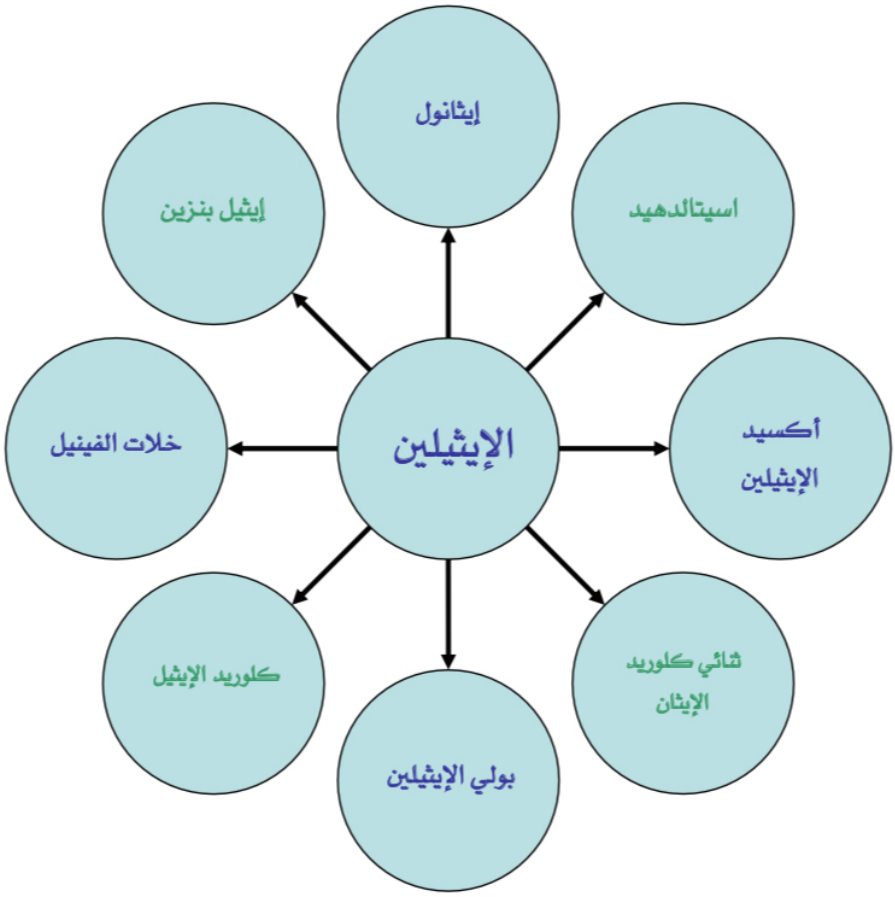
وتنقسم الاوليفينات وحيدة الرابطة المضاعفة إلى الاوليفينات تحتوي على ذرتين (C_2) إلى خمس ذرات كربون (C_5) وذات درجات غليان منخفضة (الاوليفينات الغازية)، حيث يمكن تحويلها إلى سوائل تحت ضغوط مرتفعة ودرجات حرارة منخفضة، و الاوليفينات تحتوي على ست (C_6) إلى خمس عشرة ذرة كربون (C_{15}) وذات درجات الغليان المرتفعة (الاوليفينات العليا السائلة).

ومن أهم الاوليفينات الغازية:

الإيثيلين (C_2H_4)

حيث يعتبر الإيثيلين أهم مادة بترو كيميائية تنتج اليوم وأكبرها حجما وذلك لدخوله في كثير من الصناعات البتروكيميائية. و الإيثيلين ($CH_2=CH_2$) مركب هيدروكربوني أوليفيني بسيط، غير مشبع، ترتبط ذرتا الكربون فيه برابطة مضاعفة ($C=C$) تتسبب في شدة فعاليته مع مواد الكتروفيلية مما يجعله يدخل في كثير من التفاعلات الكيميائية مثل تفاعلات الإضافة، الأكسدة، البلمرة، الألكلة، الهلجنة، وغيرها.

وينتج من الإيثيلين الكثير من المركبات الكيميائية والوسيطة كما في الشكل ٥.



شكل ٥: أهم المنتجات الصناعية من الإيثيلين

ويتم الحصول على الإيثيلين في الوقت الحاضر من ثلاثة مصادر رئيسية:

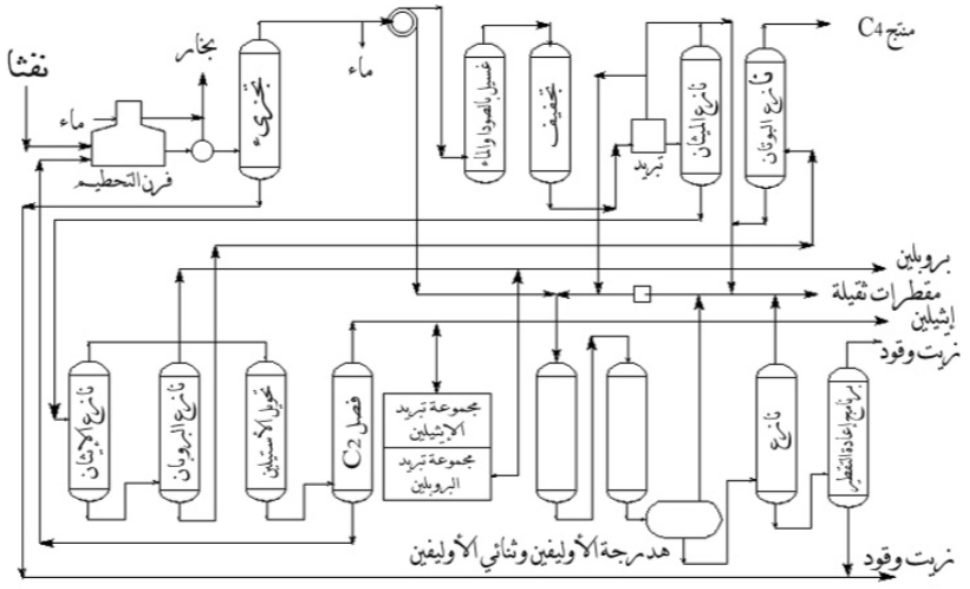
١. الإيثان والبروبان أو تغذية مكون من عدة مكونات مثل سوائل الغاز الطبيعي (NGL) تبلغ نسبة الإيثيلين المنتج من هذا المصدر حوالي 62%.
٢. غازات المصافي (تشتمل على الإيثان والبروبان) ونتج حوالي 25% إيثيلين.
٣. النفثا بأنواعها الثلاثة (الخفيفة، المتوسطة، الثقيلة) وزيت الغاز والجازولين الطبيعي وتعطي اقل نسبة إيثيلين والتي تبلغ حوالي 13%.

ويعتمد استخدام أحد المصادر أعلاه على مدى توفرها في البلد المصنع. فعلى سبيل المثال الدول التي تفتقر إلى الغاز الطبيعي تستخدم النفثا بأنواعها المختلفة والناتجة عن تقطير البترول الخام.

تتضمن صناعة الإيثيلين ثلاث خطوات:

١. التكسير.
٢. الانضغاط.
٣. التنقية.

وكل خطوة من هذه الخطوات تعتمد على ماهية المادة الخام المستخدمة كتغذية. ويبين الشكل ٦ مخطط مبسط لإنتاج الإيثيلين من النفثا.



الشكل ٦: مخطط مبسط لإنتاج الإيثيلين من النفثا.

وأثناء عملية التكسير تكون بالإضافة إلى الإيثيلين منتجات الميثان والإيثان و الهيدروجين و الأوليفينات من ٢C - ٥C.

البروبلين (C_3H_6)

البروبلين ($CH_3CH=CH_2$) مركب هيدروكربوني، أوليفيني، وحيد الرابطة المضاعفة، يأتي بعد الإيثيلين والبنزين من حيث أهميته في الصناعات البتروكيميائية.
ويأتي في المرتبة الثالثة بعد الإيثيلين والبنزين من حيث الأهمية في الصناعات البتروكيميائية. ويتم إنتاج البروبلين أثناء أنتاج الإيثيلين و صناعة الجازولين.

المركبات العطرية في الصناعات البتروكيميائية

المركبات العطرية (مركبات البنزين- Benzen- والتلوين- Tolune- والزايلينات- Xylene- أو **BTX**). وهي عبارة عن مجموعة من المركبات الهيدروكربونية التي لها رائحة عطرية (Aroma) والتي ترتبط فيها ذرات الكربون بعضها مع بعض على شكل حلقة. وتتكون من حلقة واحدة بسيطة أو عدة حلقات متكافئة. وقد ترتبط بالحلقة أو الحلقات مجموعا وظيفية (Functional groups) مثل النيتيرو (NO_3) والكاربوكسيل (COOH) والأمين (NH_2) والهيدروكسيل (OH) أو ذرات هالوجينية (F, Cl, Br, I) أو سلاسل هيدروكربونية جانبية مشبعة أو غير مشبعة.

البنزين (C_6H_6)

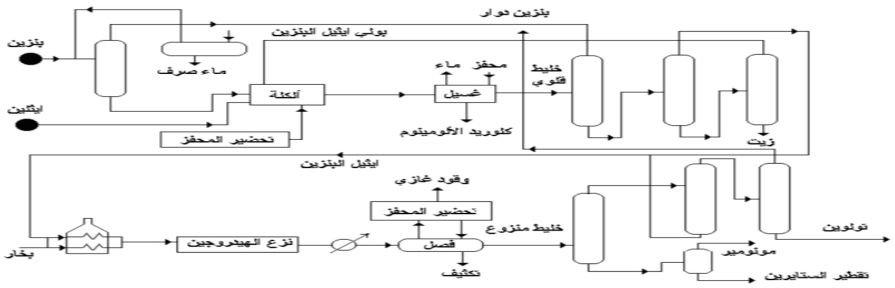
يعد البنزين أهم وأبسط المركبات العطرية في الصناعات البتروكيميائية ويتكون من ست ذرات كربون وست ذرات هيدروجين تشكل فيما بينها حلقة سداسية تحتوى ثلاثة روابط كربون –كربون مضاعفة (C=C) وثلاثة روابط كربون أحادية (C-C) وستة روابط أحادية من الكربون والهيدروجين (C-H).

والبنزين سائل متطاير عديم اللون وذو رائحة عطرية وهو قابل للاشتعال وعديم الذوبان في الماء ولكنه قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية. ويتم إنتاج البنزين بواسطة إعادة التشكيل الحفزي للنفثا أو التحول الحراري للجازولين.
الجدول ١ يوضح نسب كل من البنزين و التلوين و الزايلينات المنتجة بواسطة اعادة التشكيل الحفزي للنفثا و التحلل الحراري للجازولين.

جدول١ : نسب كل من البنزين والتلوين والزايلينات المنتجة بواسطة إعادة التشكيل الحفزي للنفثا والتحلل الحراري للجازولين.

المركب	إعادة التشكيل الحفزي (%)	التحلل الحراري(%)
بنزين	١٦	٥٣
تولوين	٤٧	٣٠
زايلينات	٣٧	١٧

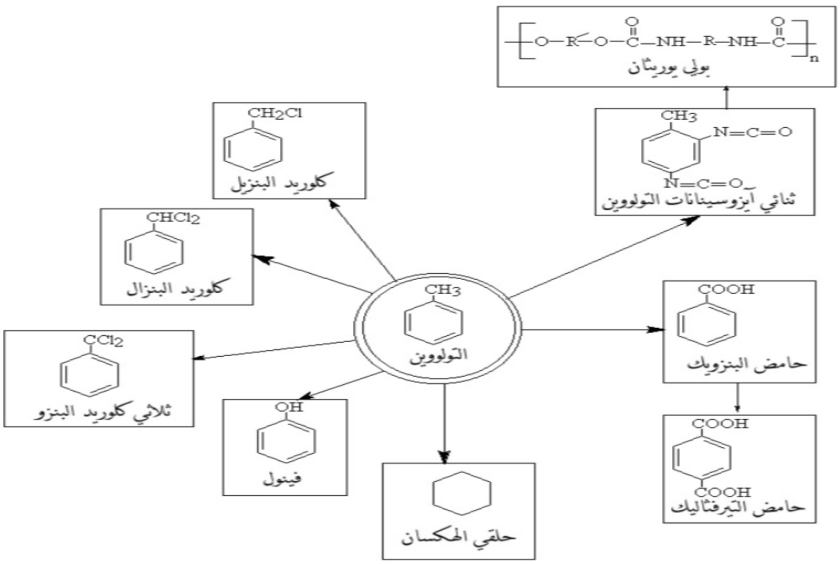
ويستخدم البنزين في إنتاج العديد من المركبات الوسيطة مثل إيثيل البنزين، الكيومين، كلورو البنزين، نيتروبينزين. والشكل ٧ يوضح طريقة انتاج ايثيل البنزين من البنزين.



شكل ٧: إنتاج إيثيل البنزين من البنزين.

التلوين ($C_6H_6CH_3$)

وهو سائل متطاير عديم اللون وذو رائحة عطرية وهو قابل للاشتعال وعديم الذوبان في الماء ولكنه قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية. يتم إنتاج التلوين عن طريق إعادة التشكيل الحفزي للنفثا. بدأ استخدام التلوين خلال الحرب العالمية الأولى في تحضير مركب ثلاثي نيتروتولوين (TNT) المستخدم كمادة متفجرة. وحاليا يمكن استخدامه كمذيب في العديد من الصناعات الكيميائية وكذلك في إنتاج العديد من المركبات البتروكيميائية مثل تحضير ثنائي ايزوسيانات وكلوريد البنزين وحامض الترفثاليك وحامض البنزويك. ويبين الشكل ٨ أهم منتجات التلوين البتروكيميائية.

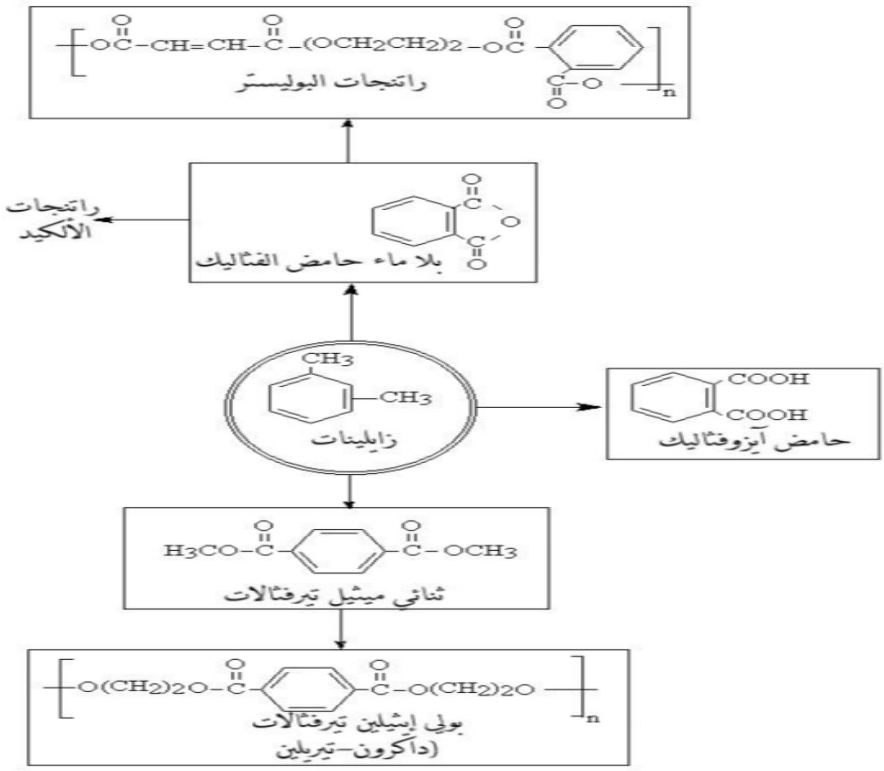


الشكل ٨: أهم منتجات التلوين البتروكيميائية

الزايلينات ($C_6H_6\ CH_3CH_3$)

وهي مركبات عطرية سائلة متطايرة وعديمة اللون وقابلة للاشتعال، توجد على شكل ثلاث مركبات حسب مواقع المجموعات الميثيلية (Methyl group). وتنتج هذه المركبات بنسب متنوعة حسب عمليات الفصل.

وتعتبر عملية فصل الزايلينات بعضها عن بعض عملية صعبة نوعا ما وذلك لتقارب درجات غليانها. ويمكن فصل الأورثوزايلين بالتقطير لامتلاكه درجة غليان أعلى من المركبات الأخرى. أما إثيل البنزين فيمكن فصله أيضا بالتقطير ولكن عملية الفصل هذه تعد مكلفة اقتصاديا لتقارب درجة غليانه من درجات غليان الميتا- زايلين - والبارا - زيلين. وتستخدم الزيلينات في إنتاج العديد من المركبات الكيميائية الهامة مثل أحماض الفثاليك والتي تدخل في كثير من الصناعات البتروكيميائية. ويبين الشكل ٩ أهم منتجات الزايلينات البتروكيميائية.



الشكل ٩: أهم منتجات الزايلينات البتروكيميائية