

عزراة



دانشگاه فنی و حرفه‌ای مازندران

گروه مکانیک خودرو

عنوان درس:

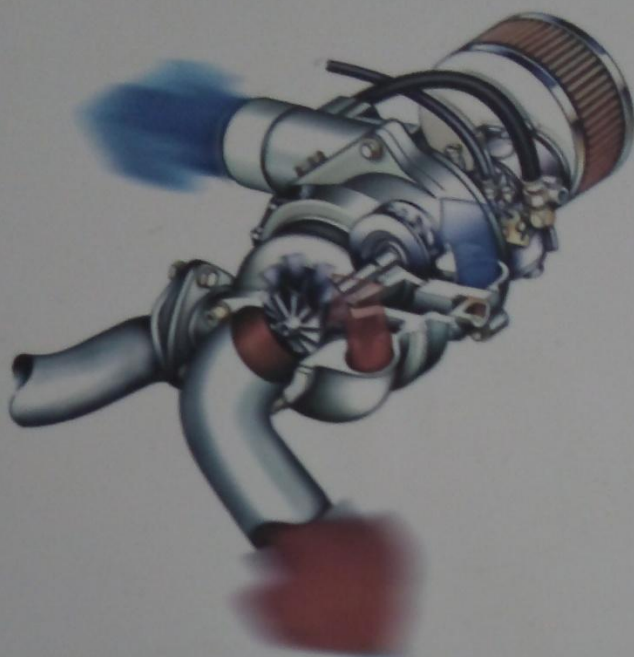
سوخت رسانی خودرو

مدرس:

علی اصغر الیاسی

زمستان ۱۳۹۸

چاپ پنجم
ویرایش دوم



۳

تکنولوژی خودرو



سوخت رسانی خودرو

تالیف: مهندس مهدی خرازان

همراه با مسایل تشریحی و تست

فصل اول

سوخت

Fuel

۱-۱- مقدمه: (Introduction)

✓ به منظور ایجاد قدرت درون موتور، لازم است که درون سیلندرها، ماده‌ای محترق گردد و در اثر این احتراق، مقداری انرژی آزاد شود. به ماده‌ای که درون سیلندرها محترق می‌گردد، سوخت (Fuel) گفته می‌شود.

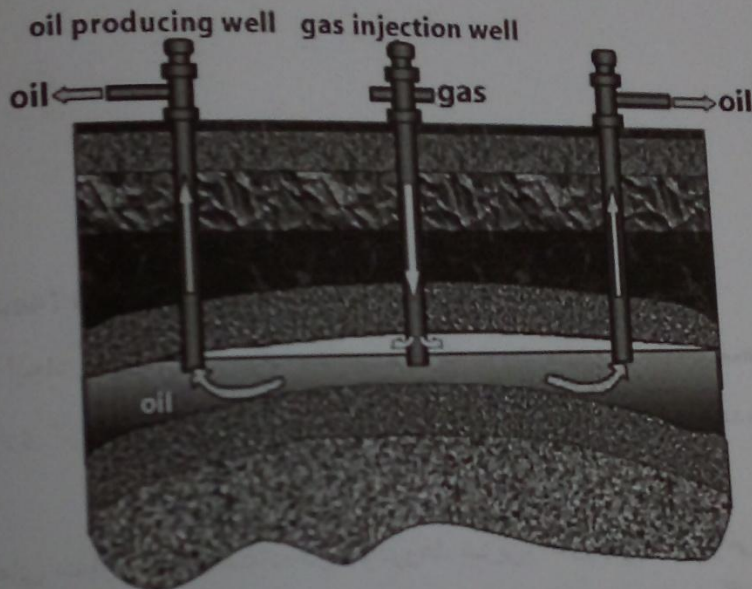
✓ سوخت‌های متداول مورد استفاده در خودروها، بنزین، گازوئیل و گاز می‌باشند. البته در برخی از موارد نیز ممکن است از سوخت‌های دیگری همچون الکل و زغال سنگ استفاده شود. کلیه این سوخت‌ها، به سوخت‌های فسیلی شهرت دارند.

✓ امروزه در مراکز تحقیقاتی به دنبال یافتن سوخت‌های جدید دیگری هستند که قابلیت جایگزینی با سوخت‌های فسیلی را داشته باشند. یکی از این سوخت‌های جدید، هیدروژن می‌باشد که در موتورهای هیبریدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



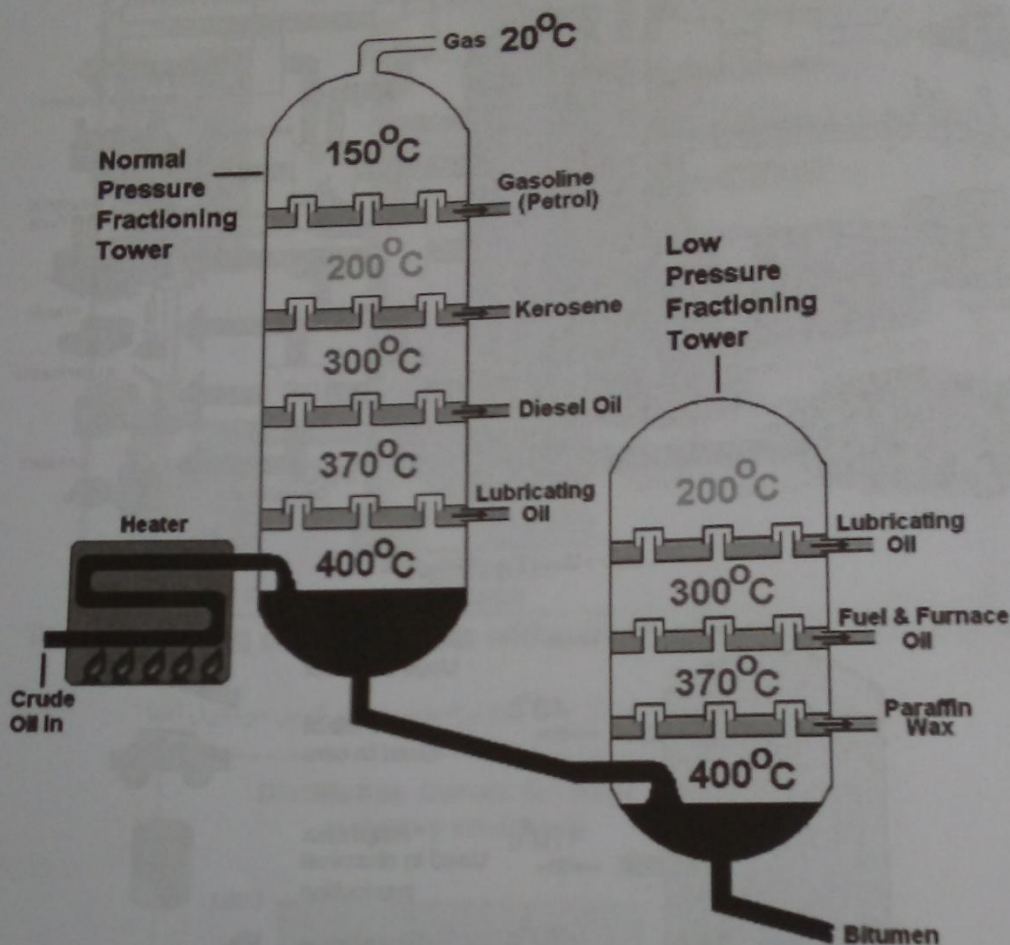
۱-۲- استخراج و پالایش نفت خام: (Oil Refining)

اکثر سوخت‌های مورد استفاده در خودروها، جزء مشتقات نفت خام می‌باشند. نفت خام از طریق حفاری و از زیرزمین استخراج می‌گردد. البته لازم به ذکر است که در هنگام حفاری، علاوه بر نفت، مواد دیگری همچون گاز طبیعی، آب، سنگ و مواد ناخالصی دیگر نیز به همراه آن از چاه نفت خارج می‌شوند. ولی اگر در انتخاب محل حفر چاه دقت کافی صورت پذیرد و چاه نفت در محلی احداث گردد که غنی‌ترین بسترهای نفتی در زیر زمین وجود دارد، درصد مواد ناخالصی دیگر کمتر خواهد بود.



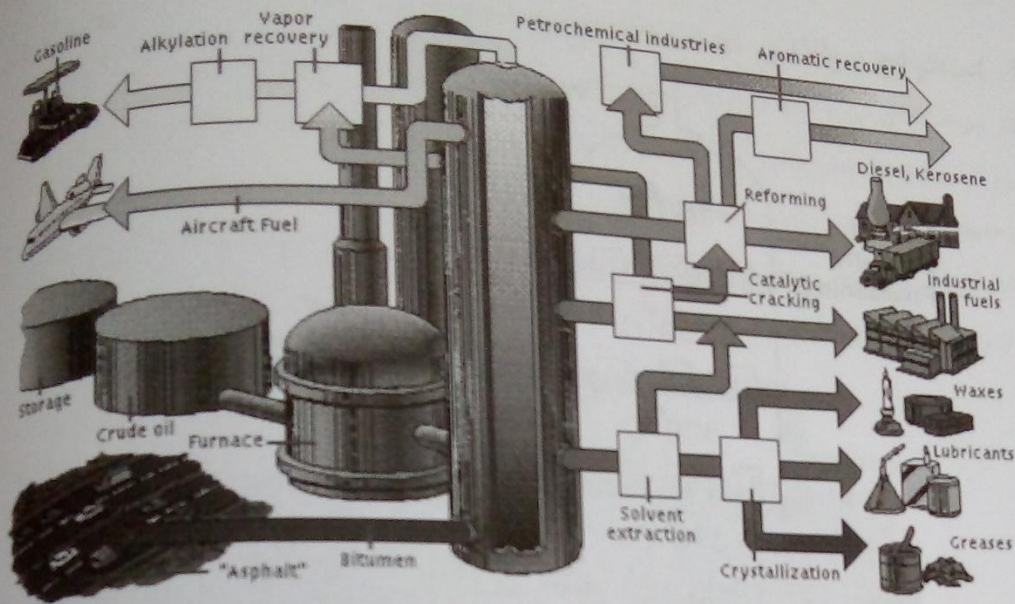
شکل ۱-۲- انتخاب محل مناسب برای حفاری چاه نفت

✓ در اغلب اوقات در هنگام استخراج نفت خام، گاز طبیعی نیز به همراه آن از چاه خارج می‌شود. معمولاً گاز طبیعی خارج شده از چاه، در مسیری جداگانه هدایت می‌گردد. ولی نفت خامی که از چاه نفت استخراج شده است، نیاز به پالایش دارد. در اولین مرحله استخراج، با عبور نفت خام از یک فیلتر جدا کننده، مواد ناخالص آن جدا می‌گردد. سپس در مرحله بعد، نفت خام به سوی برج تقطیر هدایت می‌گردد. در آستانه ورود نفت خام به برج تقطیر، ابتدا آنقدر به نفت خام حرارت می‌دهند تا همه مواد موجود در آن به نقطه جوش رسیده و به صورت گاز در آیند. نفت خام گازی شکل پس از ورود به درون برج تقطیر، به تدریج حرارت خود را از دست داده و مجدداً به مایع تبدیل می‌شود. به این فرآیند میعان پایینی برج تقطیر به مایع تبدیل شده و از برج خارج می‌گردند. ولی موادی که نقطه جوش آنها پایین‌تر است، در طبقات پایینی بصورت گاز باقی‌مانده و به سوی طبقات بالاتر حرکت می‌نمایند و در آنجا به مایع

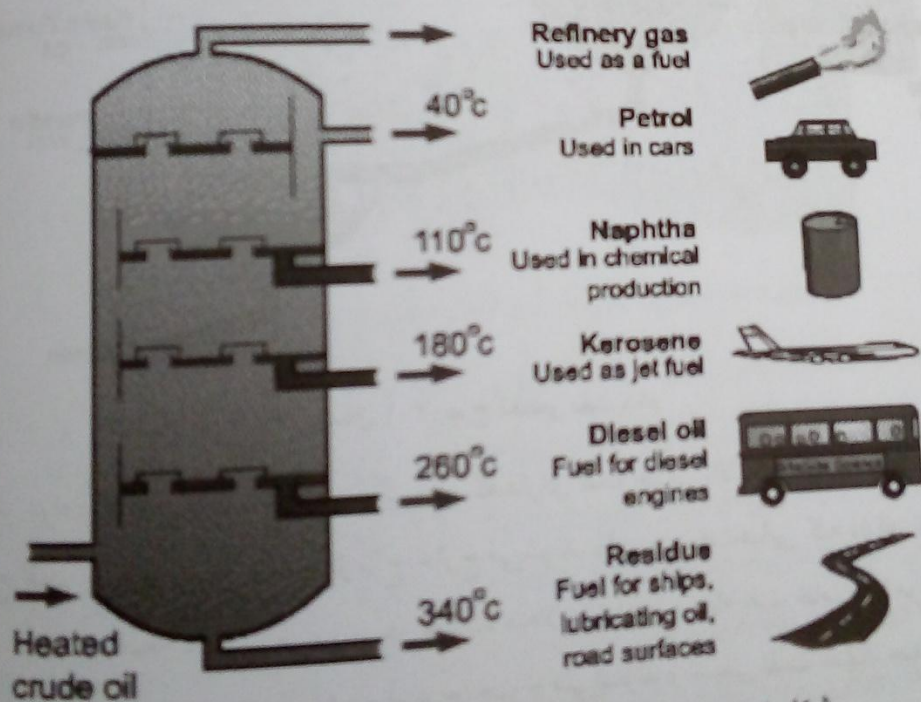


شکل ۱-۳- برج تقطیر نفت خام

✓ بنابراین موادی همچون قیر، پارافین و گیریس که دارای نقطه جوش بالاتری هستند، در همان طبقات پایینی برج تقطیر به مایع تبدیل شده و از برج خارج می شوند. ولی سوخت هایی که دارای نقطه جوش پایین تری هستند، به طبقات بالاتر می روند. در فرآیند میعان مرحله به مرحله نفت خام، ابتدا موادی همچون نفت کوره و گازوئیل به مایع تبدیل شده و از برج خارج می شوند و سپس نفت سفید جدا می گردد. سوخت هایی همچون بنزین که بسیار سبک هستند نیز در طبقات بالایی برج تقطیر به مایع تبدیل می شوند و به خارج از برج هدایت می گردند. بالاخره در آخرین طبقه برج تقطیر، گاز مایع که کمترین نقطه جوش است، از برج خارج می گردند.



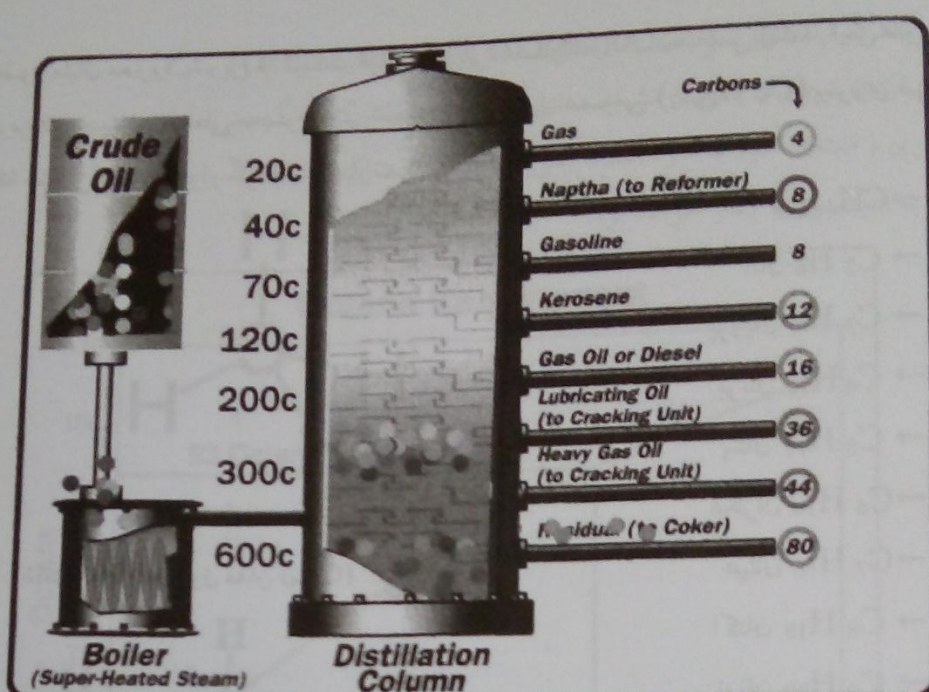
شکل ۱-۴- پالایشگاه نفت



شکل ۱-۵- محصولات برج تقطیر نفت خام و مورد مصرف آنها

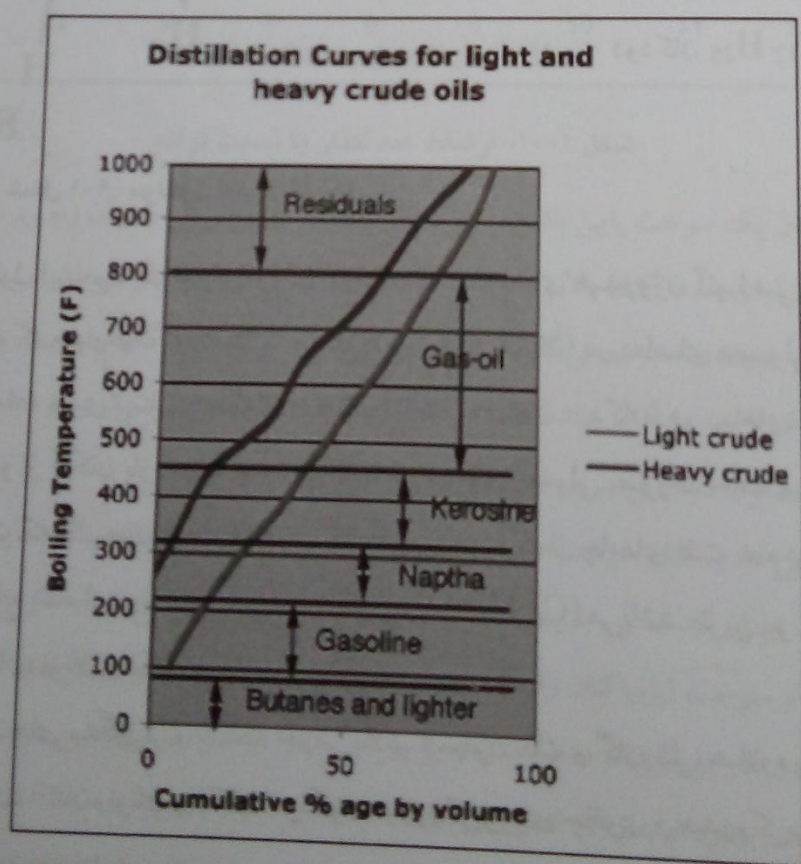
۳-۱- مواد تشکیل دهنده نفت خام: (Elements of Crude Oil)

✓ اغلب سوخت‌های حاصل از نفت خام، به صورت ترکیبات هیدروکربنی می‌باشند. یعنی مولکول آنها از اتم‌های هیدروژن و کربن تشکیل گردیده است.



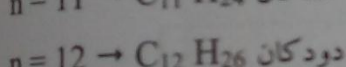
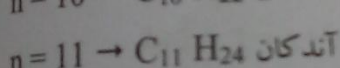
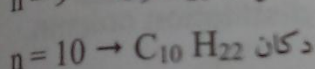
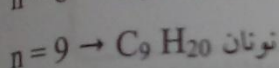
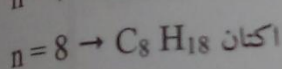
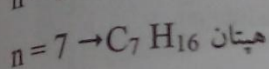
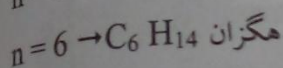
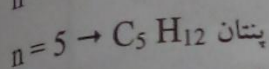
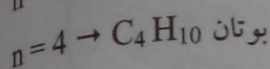
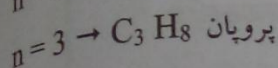
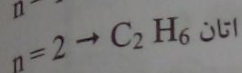
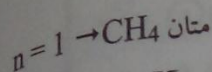
The oil refining process starts with a fractional distillation column.

شکل ۱-۶- سوختهای حاصل از نفت خام براساس تعداد کربن مولکول آنها

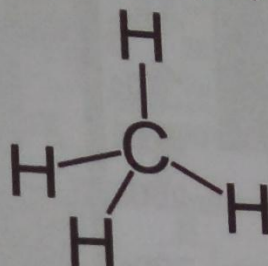


شکل ۱-۷- نقطه جوش سوختهای حاصل از نفت خام

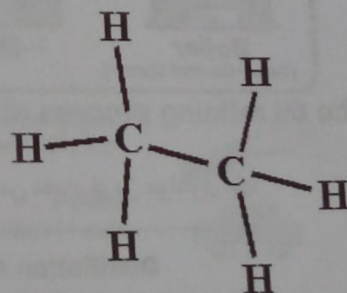
به طور مثال معروف ترین ترکیبات هیدروکربنی، خانواده آلکان ها می باشند. این مواد جزء هیدروکربن های سیر شده خطی محسوب می شوند و از فرمول عمومی $(C_n H_{2n+2})$ پیروی می کنند. موادی که جز این خانواده قرار گرفته اند، عبارتند از:



....



شکل ۸-۱- مولکول متان (CH_4)



Ethane

شکل ۹-۱- مولکول اتان (C_2H_6)

تنها تفاوت مولکول این مواد در تعداد اتم های کربن و تعداد اتم های هیدروژن آنها می باشد. در ضمن توجه داشته باشید که چهار ماده اول (متان - اتان - پروپان - بوتان) در دماهای معمولی بصورت گاز می باشند و شش ماده بعدی (پنتان - هگزان - هپتان - اکتان - نونان - دکان) در دماهای معمولی بصورت مایع وجود دارند و از آلکان یازدهم به بعد (آندکان) در دماهای معمولی بصورت جامد هستند. قابل ذکر است که گاز متان (CH_4) همان گاز طبیعی است که از چاه های نفت خام استخراج می شود و گاز مایع استخراج شده از برج تقطیر نیز همان گاز پروپان ($C_3 H_8$) می باشد. بنزین نیز ترکیبی از پنتان، هگزان، هپتان، اکتان، نونان و دکان می باشد.

ولی در سوخت های سنگین تر و با نقطه جوش بالاتر همچون نفت و گازوئیل، علاوه بر مولکول های پنتان، هگزان، هپتان، اکتان، نونان و دکان، مولکول هیدروکربن های حلقوی و هیدروکربن های زنجیره ای بزرگ و حجیم نیز وجود دارد.

۱-۴- عدد

✓ عدد اکتان

خودسوزی و

سوخت به خود

✓ اگر

✓ سوخت ها

✓ بالا به

راه های

افزودن

✓ به

بطوریکه

در نظر

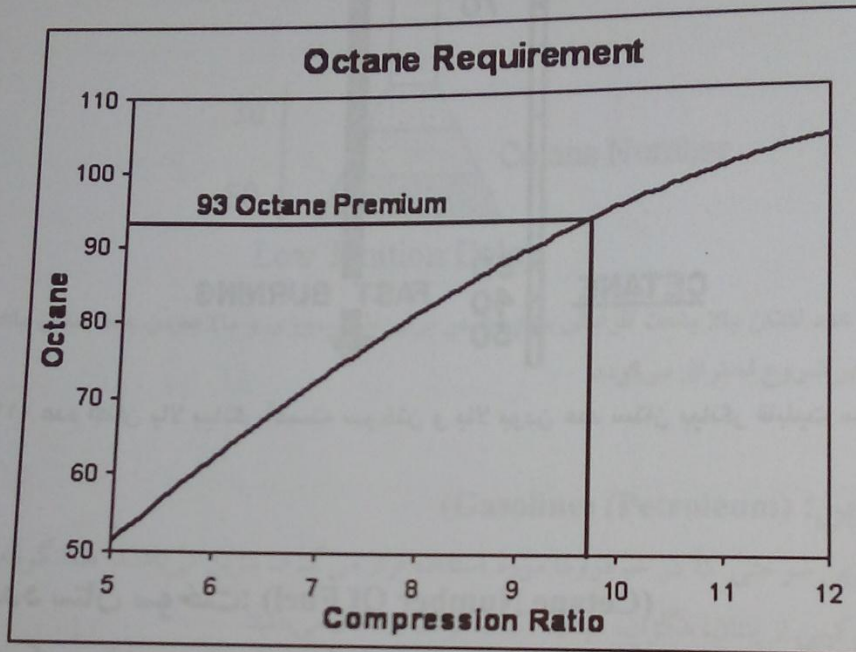
عدد اک

میزان

تو

۱-۴- عدد اکتان سوخت: (Octane Number Of Fuel)

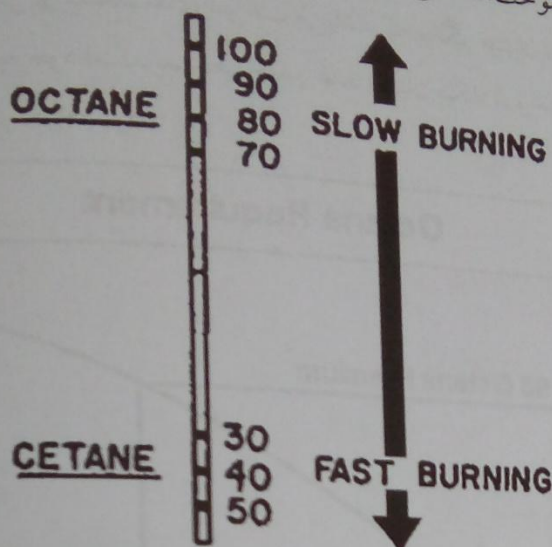
✓ عدد اکتان به عنوان یکی از مشخصه‌های سوخت می‌باشد که بیانگر میزان مقاومت سوخت در برابر خودسوزی و اشتعال خود به خود است. یعنی هر چقدر عدد اکتان یک سوخت بالاتر باشد، تمایل آن سوخت به خودسوزی کمتر خواهد بود.



شکل ۱-۱۰- ارتباط عدد اکتان با نسبت تراکم

- ✓ اگر عدد اکتان یک سوخت پایین باشد، امکان متراکم نمودن بیش از حد آن وجود ندارد و برعکس
- ✓ سوخت‌هایی که دارای عدد اکتان بالاتری هستند، قابلیت تراکم بیشتری را دارا می‌باشند. بنابراین عدد اکتان
- ✓ بالا به عنوان یک مزیت محسوب می‌گردد. طراحان موتور و تولیدکنندگان سوخت، همواره به دنبال راه‌هایی هستند که تا حد ممکن، عدد اکتان سوخت را افزایش دهند. در بسیاری از اوقات، این کار با افزودن موادی همچون تترا اتیل سرب امکان‌پذیر است.
- ✓ به منظور تعیین عدد اکتان سوخت‌ها، دو سوخت هپتان نرمال و ایزواکتان، مبنای مقایسه قرار گرفته‌اند.
- ✓ بطوریکه سوخت هپتان که تمایل شدیدی به خودسوزی و اشتعال خود به خود دارد، را با عدد اکتان صفر در نظر گرفته‌اند و سوخت ایزواکتان را که در برابر خودسوزی از خود مقاومت زیادی نشان می‌دهد را با عدد اکتان ۱۰۰ در نظر می‌گیرند. عدد اکتان سایر سوخت‌ها را نیز در مقایسه با این دو سوخت و براساس میزان مقاومتشان در برابر خودسوزی تعیین می‌نمایند.
- توجه داشته باشید که عدد اکتان بسیاری از سوخت‌ها در بین صفر تا ۱۰۰ می‌باشد. هر چند که مقاومت

در برابر اشتعال بعضی از سوخت‌ها، حتی بیشتر از ایزواکتان بوده و عدد اکتان آنها بالاتر از ۱۰۰ می‌باشد.



سوخت رسانی خودرو

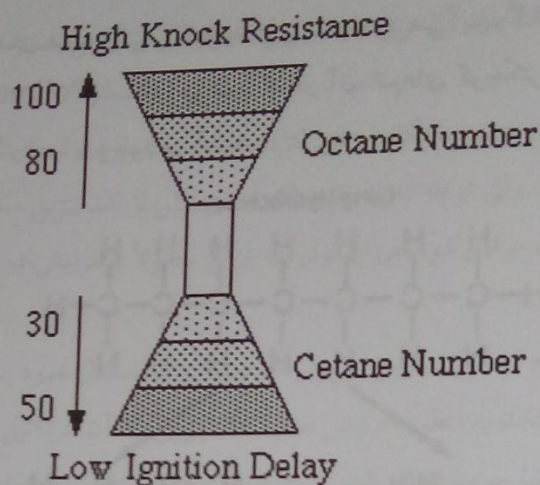
شکل ۱-۱۱- عدد اکتان بالا بیانگر آهسته سوختن و بالا بودن عدد ستان بیانگر قابلیت سریع سوختن می‌باشد.

۱-۵- عدد ستان سوخت: (Cetane Number Of Fuel)

✓ همانطور که می‌دانید در موتورهای دیزل، ابتدا هوا به تنهایی متراکم گردیده و سپس سوخت توسط انژکتور بر روی آن پاشیده می‌شود. از آنجایی که این سوخت به صورت ذرات ریز مایع می‌باشد، سرعت تبخیر گردیده و محترق می‌گردد. زمان بین پاشش سوخت و شروع احتراق را زمان تأخیر احتراق گویند. عدد ستان بیانگر میزان این تأخیر است.

✓ هر چقدر عدد ستان بیشتر باشد، زمان تأخیر در شروع احتراق کمتر بوده و احتراق سریع‌تر رخ خواهد داد. قابلیت سریع سوختن در موتورهای دیزل یک مزیت محسوب می‌شود. بنابراین بالا بودن عدد ستان سوخت در موتورهای دیزل مطلوب‌تر است. ولی برعکس اگر عدد ستان سوخت کم باشد، زمان تأخیر در شروع احتراق بیشتر بوده و اشتعال سوخت دیرتر انجام می‌گردد که اصلاً مطلوب نیست. زمان تأخیر در اشتعال معمولاً در حدود هزارم‌های ثانیه می‌باشد.

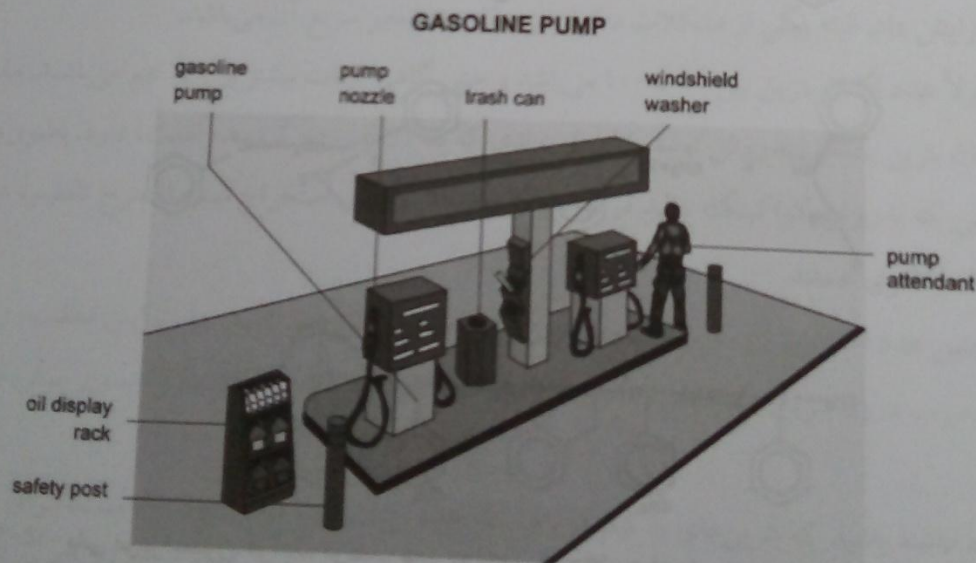
مبنای مقایسه عدد ستان، آلفا متیل نفتالین ($C_{11}H_{10}$) و هیدروکربن ستان می‌باشد. آلفا متیل نفتالین دارای عدد ستان صفر بوده و هیدروکربن ستان به عنوان یک سوخت ایده‌آل، دارای عدد ستان ۱۰۰ می‌باشد. سایر سوخت‌ها نیز نسبت به این دو سوخت سنجیده می‌شوند.



شکل ۱-۱۲- عدد اکتان بالا باعث افزایش مقاومت در برابر خودسوزی و بالا بودن عدد ستان باعث کاهش زمان تأخیر در شروع احتراق می‌گردد.

۱-۶- بنزین: (Gasoline) (Petroleum)

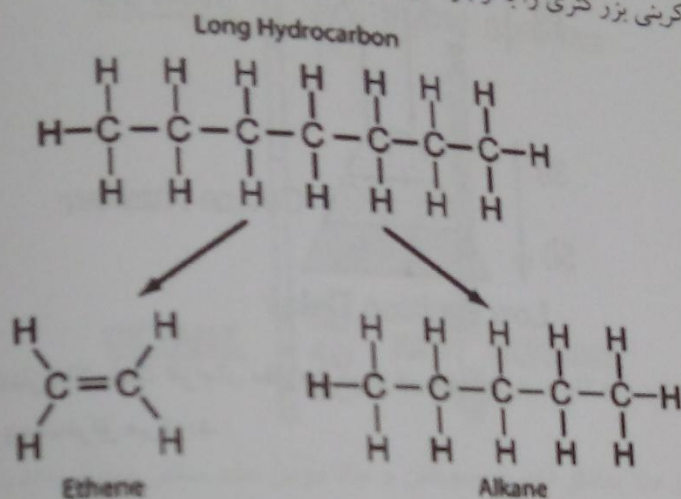
✓ متداول‌ترین سوختی که در خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد، بنزین می‌باشد. همانگونه که گفته شد، بنزین ترکیبی از پنتان، هگزان، هپتان، اکتان، نونان و دکان می‌باشد.



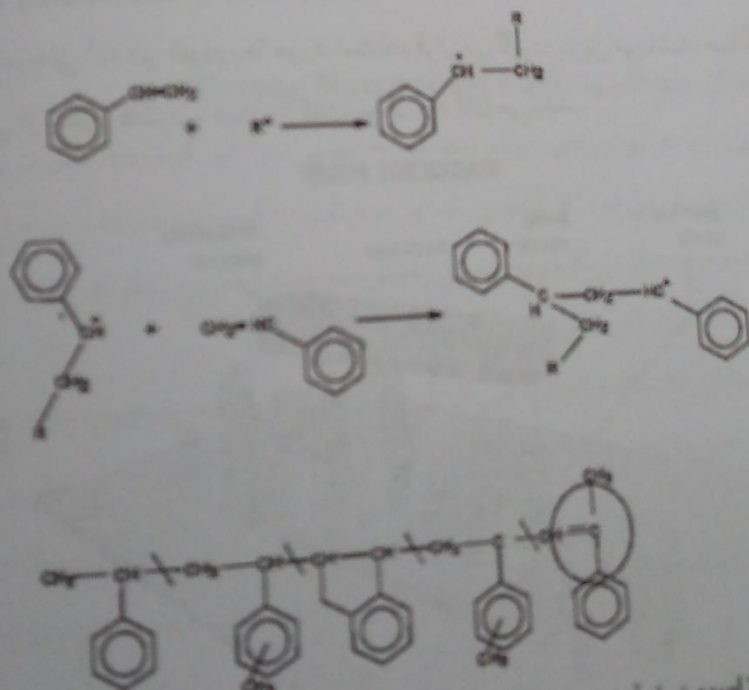
شکل ۱-۱۳- جایگاه پمپ بنزین

✓ بنزین هم از طریق پالایش نفت خام در طبقات بالایی برج تقطیر بدست می‌آید و هم از روش کراکینگ (Cracking) بدست می‌آید. در روش کراکینگ، با شکستن مولکول هیدروکربن‌های

سنگین و بزرگ، مولکول‌های هیدروکربنی کوچکتری به وجود می‌آید. گاهی اوقات نیز از روش پلی‌مریزاسیون (Polimerisation) استفاده می‌شود که در آن، اتم‌های کوچکتر با یکدیگر ترکیب شده و اتم‌های هیدروکربنی بزرگتری را به وجود می‌آورند.



شکل ۱-۱۲- کراکینگ، فرآیند تجزیه یک مولکول بزرگتر به چند مولکول کوچکتر است.



شکل ۱-۱۵- پلی‌مریزاسیون، فرآیند ترکیب چند مولکول کوچکتر و ایجاد یک مولکول بزرگتر می‌باشد.

با توجه به اینکه سبک‌ترین ماده موجود در بنزین، پنتان با نقطه جوش 37°C درجه سانتیگراد می‌باشد تبخیر بنزین در دماهای بالاتر از 37°C درجه شروع می‌شود. بنابراین فرارپذیری بنزین و قابلیت تبخیر شدن آن

جزء یکی از خصوصیات بارز آن می باشد. آخرین ماده ای که از بنزین تبخیر می شود، دکان با نقطه جوش 204°C می باشد.

✓ خاصیت فراریت بنزین، در هنگام روشن کردن موتور یک مزیت محسوب می شود که به روشن شدن موتور کمک می نماید. ولی توجه داشته باشید که تبخیر بیش از حد بنزین مخصوصاً در هوای گرم، ممکن است باعث خفه کردن موتور شود. میزان فراریت بنزین معمولاً با افزایش درجه حرارت، بیشتر و با افزایش فشار، کاهش می یابد.

✓ از سوی دیگر لازم است که بنزین در برابر خودسوزی و اشتعال خود به خود دارای مقاومت کافی باشد. در بسیاری از اوقات به منظور افزایش عدد اکتان بنزین، به آن تترا اتیل سرب $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$ اضافه می نمایند. مقدار تترا اتیل سرب اضافه شده کمتر از یک هزارم حجم بنزین است. با این کار مقاومت بنزین در مقابل خودسوزی افزایش یافته و می توان از نسبت تراکم های بالاتری در سیلندر استفاده نمود. البته توجه داشته باشید که این ماده به شدت باعث آلودگی محیط زیست گردیده و برای انسان بسیار مضر است. زیرا در این حالت با سوختن بنزین، ترکیبات آروماتیک تولید می شود. هر چقدر مقدار این ترکیبات آروماتیک در بنزین بیشتر باشد، چگالی (دانسته) آن نیز افزایش خواهد یافت.

✓ یکی دیگر از موادی که به منظور افزایش عدد اکتان بنزین مورد استفاده قرار می گیرد، متانول (CH_3OH) می باشد. با افزودن ۱۰ درصد متانول به بنزین، می توان عدد اکتان بنزین را در حدود سه درجه افزایش داد. البته یکی از مشکلات متانول نیز، مقاومت تبخیر سریع آن می باشد.

✓ معمولاً عدد اکتان بنزین بین ۹۰ تا ۱۰۰ می باشد و حتی گاهی اوقات بیشتر از ۱۰۰ هم می باشد. مقدار عدد اکتان بنزین بستگی به روش تولید بنزین و موادی که به آن افزوده گردیده است، دارد. بطور مثال بنزین هایی که با روش کراکینگ تولید می شوند، نسبت به بنزین های استخراج شده از برج تقطیر، دارای عدد اکتان بالاتری هستند.

✓ همچنین عدد اکتان بنزین سوپر نسبت به بنزین های معمولی بالاتر می باشد. علت این مطلب، وجود تترا اتیل سرب درون بنزین سوپر است. بطوریکه در اغلب اوقات عدد اکتان بنزین سوپر بیش از ۱۰۰ می باشد.

توجه داشته باشید که بنزین های با کیفیت پایین که عدد اکتان آنها در حدود ۹۰ است، برای نسبت تراکم های پایین تر مثل نسبت ۷:۱ مناسب است. ولی بنزین های با کیفیت بالاتر که عدد اکتان آنها در حدود ۱۰۰ و یا بالاتر است، می توانند برای نسبت تراکم های بالاتر تا حدود ۱۲:۱ نیز مورد استفاده قرار گیرند.

✓ از مشخصه های دیگر بنزین، می توان به ارزش حرارتی آن که ۳۲۳۰۰ کیلوژول بر لیتر است، اشاره

نمود. این عدد بدین معناست که با سوختن یک لیتر بنزین، می توان به اندازه ۳۲۳۰۰ کیلوژول انرژی تولید نمود. (این مقدار معادل ۱۰۵۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم می باشد).

✓ همچنین با توجه به اینکه بنزین همواره با قطعات سیستم سوخت رسانی در تماس است، لازم است که به آن موادی اضافه شود تا هم قابلیت پاک کنندگی و رسوب زدائی بنزین افزایش یابد و هم از زنگ زدگی و خوردگی قطعات جلوگیری نماید. مثلاً برای جلوگیری از رسوب نمودن سرب در کناره های شمع و سوپاپ ها، اتیلن دی برومید به بنزین اضافه می کنند.

۷-۱- گازوئیل: (Gas Oil)

✓ گازوئیل نیز همچون بنزین از پالایش نفت خام در برج تقطیر بدست می آید. ولی با توجه به بالاتر بودن نقطه جوش گازوئیل نسبت به بنزین، فرآیند تقطیر آن در طبقات پایین تر انجام می پذیرد و زودتر به مایع تبدیل می شود.

✓ گازوئیل نیز ترکیبی از هیدروکربن های مختلف می باشد که تبخیر آن از دمای 204°C شروع شده و آخرین ماده آن در دمای 342°C تبخیر می شود. در گازوئیل علاوه بر هیدروکربن های خطی مثل پنتان، هگزان، هپتان، اکتان، نونان و دکان، هیدروکربن های حلقوی و هیدروکربن های زنجیره ای با ابعاد بزرگ و حجیم نیز وجود دارد.

✓ برخلاف بنزین که بسیار فرار بود و تمایل زیادی به تبخیر داشت، گازوئیل به دلیل داشتن نقطه جوش بالا، تمایلی به تبخیر سریع ندارد. از سویی دیگر قابلیت خودسوزی گازوئیل زیاد بوده و در اثر تراکم به سرعت مشتعل می گردد. به عبارت دیگر می توان گفت که عدد اکتان آن پایین است. بنابراین امکان تراکم نمودن بیش از حد مخلوط هوا و گازوئیل وجود ندارد. به همین دلایل گازوئیل سوخت مناسبی برای موتورهای احتراق داخلی از نوع اشتعال - جرقه ای نمی باشد.

✓ ولی چون در فشارها و دماهای بالا، به سرعت محترق می گردد و زمان تأخیر اشتعال آن کم است، دارای عدد ستان بالایی بوده و به عنوان یک سوخت مناسب برای موتورهای دیزل مطرح می باشد. عدد ستان گازوئیل در حدود ۴۰ الی ۵۰ می باشد که نسبت به بسیاری از سوخت های دیگر بالاتر است. ✓ همچنین قابل ذکر است که ارزش حرارتی گازوئیل مقداری کمتر از بنزین و در حدود ۱۰۰۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم می باشد.

۸-۱- گاز مایع: (LPG) (Liquefied Petroleum Gases)

✓ این سوخت نیز جزء محصولات برج تقطیر نفت خام محسوب می گردد. گاز مایع ترکیبی از گاز بوتان

