|  |
| --- |
| سوخت‌هاي جايگزين مورد استفاده در خودروها |
|  |
| نويسنده : مهدي نگهدار جوزاني |
| |  | | --- | | [[C:\Documents and Settings\Dear-User\Desktop\Article.aspx_files\CrThumb_019.jpg](javascript:;)](javascript:;) |   از آنجا كه بخش حمل و نقل سهم عمده‌اي را در مصرف انرژي و آلودگي محيط‌زيست به خود اختصاص داده است. بنابراين بيش از پيش لزوم استفاده از سوخت‌هاي جايگزين ارزان اما با آلايندگي پايين احساس مي‌شود.  عمده‌ترين سوخت‌هاي جايگزين عبارتند از: 1. گاز مايع نفتي (LPG)[[1]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn1" \o ") 2. گاز طبيعي (NG)[[2]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn2" \o ") 3. متانول (الكل) 4. اتانول 5. بيوديزل 6. هيدروژن 7. DME[[3]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn3" \o "). هر كدام از اين سوخت‌ها داراي محاسن و معايبي به شرح ذيل مي‌باشند كه بايد تواماً مدنظر قرار گيرند.  **گاز مايع نفتي (LPG)**  **الف- محاسن:** عدد اكتان بالا (نسبت تراكم بالا و بالطبع راندمان حرارتي بالا)، مصرف پايين انرژي از چاه تا چرخ[[4]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn4" \o ") (نسبت به بنزين)، انتشار بسيار پايين ذرات معلق و ديگر مواد آلاينده نسبت به بنزين (به جز اكسيدهاي نيتروژن).   |  | | --- | | [[C:\Documents and Settings\Dear-User\Desktop\Article.aspx_files\CrThumb_016.jpg](javascript:;)](javascript:;) |   **ب- معايب:** مخزن سوخت (باك) سنگين و حجيم‌تر نسبت به بنزين، ايمني كمتر نسبت به بنزين و گازوئيل، افت توان در موتورهاي دوگانه‌سوز و هزينه بالاي جايگاه‌هاي سوخت‌گيري و تجهيزات گازسوز كردن خودرو.  **گاز طبيعي (NG)**  **الف- محاسن:** عدد اكتان بالا (راندمان حرارتي بالا)، ميزان مصرف انرژي چاه تا چرخ كمتر از بنزين و گازوئيل، انتشار هيدرو كربن‌هاي غيرمتان كمتر از بنزين و انتشار بسيار كم ذرات معلق، منواكسيد و دي اكسيد كربن.  **ب- معايب:** هزينه‌هاي بالاي جايگاه‌هاي سوخت‌گيري و تجهيزات گازسوز كردن خودرو، افت توان در موتورهاي دوگانه‌سوز و سنگين و حجيم بودن مخازن سوخت.  **متانول**  **الف- محاسن:** عدد اكتان بالاتر از بنزين، قابليت تبديل به هيدروژن مورد استفاده در خودروهاي پيل سوختي، انتشار دي اكسيد كربن كم و انتشارات تبخيري پايين‌تر نسبت به بنزين.  **ب- معايب:** چگالي انرژي كمتر از بنزين، بهاي بالاتر از بنزين، عدد ستان پايين، سنگين و حجيم بودن مخزن سوخت نسبت به مخزن بنزين، دارا بودن اثر خورندگي بر تجهيزات سوخت‌رساني و سمي بودن بخارات سوخت.  **اتانول:** ويژگي‌هاي اين سوخت بسيار شبيه متانول است، اما در مقايسه با آن داراي عدد اكتان كمتر و نيز بخارات غيرسمي مي‌باشد.  **بيوديزل**  **الف- محاسن:** ميزان مصرف انرژي چاه تا چرخ كمتر از بنزين، انتشار كمتر دي اكسيد كربن و هيدروكربن‌هاي نسوخته نسبت به گازوئيل، خطر بهداشتي كمتر نسبت به گازوئيل.  **ب- معايب:** نسبت به گازوئيل داراي مصرف بالاتر انرژي چاه تا چرخ، انتشار بيشتر اكسيدهاي نيتروژن و ذرات معلق و مخزن سنگين و حجيم‌تر مي‌باشد.  **هيدروژن**  **الف- محاسن:** عدد اكتان بالا (سه برابر بنزين) و بسيار پايين بودن تمامي آلاينده‌ها به جز اكسيدهاي نيتروژن.  **ب- معايب:** هزينه بالاي تجهيزات، مخزن بسيار حجيم سوخت و ايمني بسيار پايين.  **DME (دي متيل اتر)**  **الف- محاسن:** عدد ستان بالا (در حد گازوئيل)، مصرف انرژي چاه تا چرخ كمتر از بنزين و انتشار آلاينده‌هاي كم (منواكسيد كربن و هيدروكربن‌هاي نسوخته در حد گازوئيل- اكسيدهاي نيتروژن و ذرات معلق در حق بنزين).  **ب- معايب:**بهاي بسيار بالاتر از بنزين و مخزن سنگين و حجيم سوخت.  **مقدمه**  امروزه جهان در زمينه انرژي با دو بحران محدود بودن منابع سوخت‌هاي فسيلي و آلودگي محيط‌زيست روبه‌رو مي‌باشد. در اين ميان بخش حمل و نقل، سهم عمده‌اي را در مصرف انرژي و آلودگي محيط‌زيست به خود اختصاص داده است لذا در طول نيم قرن گذشته تحقيقات زيادي براي جايگزيني انواع انرژي در بخش حمل و نقل انجام شده و هنوز هم در حال انجام است.  اين تحقيقات بيشتر در زمينه خودروهاي برقي، پيل سوختي، هيدروژني، گازسوز (LPG, NG) و همچنين خودروهايي با سوخت DME، اتانول و انرژي خورشيدي مي‌باشد.  به لحاظ مواردي چون راندمان حرارتي، شتاب، حداكثر سرعت و برد (پيمايش) خودرو، آلايندگي، مصرف انرژي از چاه تا چرخ، هزينه‌هاي تعمير و نگهداري، در دسترس بودن سوخت (انرژي)، ذخيره‌سازي سوخت در خودرو و هزينه‌هاي مربوط به ايستگاه‌هاي سوخت‌گيري هر كدام از سوخت (انرژي‌)هاي مذكور داراي محاسن و معايبي است كه در بحث جايگزيني سوخت تواماً مد نظر قرار مي‌گيرند. براي مثال خودروهاي برقي با وجود مزاياي آلايندگي پايين (در حد صفر) كاركرد آرام و بي‌سروصدا، راه‌اندازي سريع و آسان، رانندگي راحت و قابل اطمينان و عدم نياز به كلاچ و جعبه‌دنده داراي معايبي نظير بالا بودن هزينه اوليه خودرو، محدود بودن سرعت خودرو (حدود 130 كيلومتر بر ساعت)، پايين بودن شتاب حركت، طولاني بودن زمان شارژ باطري و عدم امكان شارژ مجدد در جاده مي‌باشند.  بنابراين بايد با توجه به سطح فناوري، نوع سوخت در دسترس، نيازهاي روز جامعه و موارد متعدد ديگر سوختي را انتخاب كرد كه نسبت به ديگر سوخت‌ها امتيازات بيشتري داشته باشد.  **1. تعريف اصطلاحات**  پيش از هر چيز لازم است به‌طور خلاصه تعريف چند اصطلاح مهم كه در بحث تشريح و مقايسه سوخت‌ها از اهميت فراوان برخوردارند، ذكر شود.  **چاه تا چرخ:** درك نادرست عمومي موجب شده تا در بحث سوخت و آلاينده‌هاي ناشي از آن بيشتر توجه مردم معطوف به زماني باشد كه آن سوخت سوزانده يا در موتور خودروها استفاده مي‌شود. در مورد هزينه و ايمني سوخت نيز چنين درك نادرستي وجود دارد. اين امر موجب شده است تا توجه اندكي به فناوري‌ها و زيرساخت‌هايي كه در توليد سوخت و رساندن آن به باك خودروها نقش دارند، معطوف شود.  در يك مقايسه دقيق و مناسب ميان سوخت‌هاي مورد استفاده در خودرو بايد تاريخچه و ميسر گذر هر سوخت از مرحله استخراج مواد اوليه تا مرحله توليد انرژي مدنظر قرار گيرد. براي مثال سوخت‌هايي كه هنگام مصرف در خودرو آلاينده‌هاي بسيار كمي توليد مي‌كنند ممكن است در مراحل توليد داراي انتشار بسيار زيادي باشند؛ يا سوخت‌هايي كه براي موتورهاي احتراقي مناسبند ممكن است حمل و نقل دشوار و پرهزينه‌اي داشته باشند. در حقيقت تاريخچه هر سوخت در زنجيره كامل چاه تا چرخ (مصرف در خودرو) آن نهفته است. اين زنجيره داراي 5 مرحله ذيل است:   1. استحصال و استخراج مواد خام (مواد اوليه)[[5]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn5" \o ") 2. حمل و نقل مواد خام 3. توليد سوخت 4. توزيع سوخت 5. استفاده در خودرو   در بررسي يك سوخت بايد با نگرشي يكسان تمامي مراحل اين زنجيره، همه جنبه‌هاي توليد و مصرف شامل استحصال مواد اوليه، مصرف انرژي، انتشار آلاينده‌ها، ايمني، فناوري، هزينه‌ها و زيرساخت‌ها مورد توجه قرار گيرد.  **محتواي انرژي****[[6]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn6" \o "):** محتواي انرژي عبارت است از ارزش گرمازايي يا گرمايي پايين كه مبين انرژي حاصل از احتراق يك سوخت بوده و به عنوان مبنايي براي محاسبه بازده حرارتي موتوري كه اين سوخت را مصرف مي‌كند مي‌باشد. معمولاً محتواي انرژي بر حسب مگاژول بر كيلوگرم (MJ/Kg) يا مگاژول بر ليتر (MJ/Lit) بيان مي‌شود.  **عدد اكتان****[[7]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn7" \o "):** عدد اكتان از جمله ويژگي‌هاي مهم سوخت‌هايي است كه در موتورهاي اشتعال جرقه‌اي (SI)[[8]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn8" \o ") به كار مي‌روند و نشان‌دهنده مقاومت آن در برابر كوبش مي‌باشد. استفاده از يك سوخت با عدد اكتان خيلي پايين موجب مي‌شود كه موتور در شرايط بار زياد دچار كوبش شود. لازم به ذكر است كه پديده كوبش موتور همان اشتعال خودبه‌خود و كنترل نشده مخلوط هوا و سوخت مي‌باشد كه منجر به ايجاد امواج پرفشار و در نتيجه صدمات شديد به موتور مي‌شود. عدد اكتان معمولاً به‌صورت عدد اكتان تحقيقي (RON)[[9]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn9" \o ") و يا عدد اكتان حقيقي (MON)[[10]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn10" \o ") بيان مي‌شود.  **عدد ستان****[[11]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn11" \o "):** از جمله ويژگي‌هاي مهم سوخت‌هايي است كه در موتورهاي اشتعال تراكمي (CI)[[12]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn12" \o ") به كار مي‌روند و عبارت است از ميزان آمادگي سوخت براي اشتعال خودبخود تحت شرايط دما و فشار داخل محفظه احتراق موتور.  سوخت تزريق شده به درون سيلندر بايد درست پيش از رسيدن به حداكثر تراكم و در محدوده زماني چند هزارم ثانيه‌اي مشتعل شود. در واقع عدد ستان بيانگر تمايل طبيعي سوخت به اشتعال است. به اين معني كه عدد ستان بالاتر موجب روشن شدن (استارت) بهتر و زمان (مرحله)، تأخير اشتعال[[13]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn13" \o ") كوتاه‌تر (فاصله زماني ميان تزريق و اشتعال) و در نهايت احتراق يكنواخت و آرام‌تر مي‌شود.  **2. سوخت‌هاي متعارف و جايگزين و ويژگي‌هاي آنها**  سوخت‌هاي متعارف و جايگزيني كه در اين نوشتار به آنها اشاره شده است عبارتند از:  1. بنزين[[14]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn14" \o ") 2. سوخت ديزل (گازوئيل) 3. گاز مايع نفتي (LPG) 4. گاز طبيعي (NG) 5. متانول 6. اتانول 7. بيوديزل 8. هيدروژن 9. DME  لازم به ذكر است كه بنزين، گازوئيل و LPG همگي از پالايش نفت خام به دست مي‌آيند.  **بنزين**  در طول يك قرن گذشته بنزين با دارا بودن بيشترين ميزان توليد و زيرساخت‌هاي توزيع، بزرگ‌ترين سهم مصرف را در ميان سوخت‌هاي بخش حمل و نقل جاده‌اي داشته است. استفاده گسترده از اين سوخت، موجب پايين آمدن هزينه و توسعه و پيشرفت تجهيزات اختصاصي آن مانند پالايشگاه‌ها، موتورهاي اشتعال جرقه‌اي، كاتاليست‌ها و زيرساخت‌هاي خدمات رساني شده است. ميزان نسبتاً بالاي محتوي انرژي بنزين، اين سوخت را براي موتورهاي SI بسيار مناسب كرده، اما پايين‌تر بودن عدد اكتان آن نسبت به ديگر سوخت‌هاي مورد مصرف در موتورهاي SI موجب شده است تا به ناچار نسبت‌هاي تراكم پائين‌تري مورد استفاده قرار گيرد.  بنزين در مقايسه با ديگر سوخت‌ها از لحاظ ميزان مصرف انرژي از چاه تا چرخ براي خودروهاي سبك (LDV)[[15]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn15" \o ") در وضعيت متوسط قرار دارد. ميزان انتشار NOX خودروهاي بنزيني در مرحله چاه تا چرخ نسبتاً پايين بوده در حالي كه ميزان انتشار خروجي آنها نسبتاً بالا مي‌باشد.  كاهش ميزان انتشارات خروجي و تبخيري انگيزه مهمي براي بهينه‌سازي بنزين و توليد بنزين با فرمولاسيون جديد بوده است. معمولاً فرايند فرمولاسيون جديد حداقل همراه با اضافه نمودن تركيبات اكسيژنه (مانند MTBE[[16]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn16" \o ") و ETBE[[17]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn17" \o "))، كاهش مواد آروماتيك بنزين و اولفين و نيز پايين آوردن دماهاي تبخير مي‌باشد.  به لحاظ ايمني مي‌توان بنزين و گازوئيل را سوخت‌هايي ايمن (البته نه بدون خطر) در نظر گرفت. از جمله معايب اين دو سوخت مي‌توان به مواردي چون سخت تجزيه شدن آنها در محيط (عدم زيست تجزيه‌پذير بودن) و نفوذ در آب و خاك و بالطبع آلوده كردن آنها اشاره كرد.  خودروهاي سواري بنزيني در صورتي مي‌توانند از مخازن سوخت (باك) فلزي يا پلاستيكي استفاده كنند به مواد تشكيل‌دهنده آن با بنزين سازگاري داشته باشد. بنزين مي‌تواند بعضي از مواد پلاستيكي و فلزي را در خود حل كرده يا موجب زنگ‌زدگي آن شود. به خصوص وقتي كه در آن الكل وجود داشته باشد.  **سوخت ديزل (گازوئيل)**  سوخت ديزل پس از بنزين، دومين سوخت پرمصرف در حمل و نقل جاده‌اي به‌خصوص در خودروهاي سنگين است. از آنجا كه خودروهاي سنگين (HDV)[[18]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn18" \o ") داراي موتورهايي با وزن زياد مي‌باشند لذا بايد سوختي را مصرف كنند كه داراي بازدهي انرژي بيشتري بوده و به اين دليل سوخت ديزل مناسب‌ترين گزينه براي آنهاست. مخزن سوخت گازوئيل در مقايسه با بنزين به دليل داشتن محتواي انرژي بيشتر در هر ليتر و بازدهي موتور بالاتر مي‌تواند اندكي كوچك‌تر باشد. گازوئيل علاوه‌بر آنكه همانند بنزين ارزان است داراي همان مزاياي استفاده گسترده بوده و حتي داراي انرژي بيشتري نيز مي‌باشد.  گازوئيل در مقايسه با ديگر سوخت‌هاي قابل استفاده در موتورهاي اشتعال تراكمي داراي عدد ستان پايين‌تر، مصرف انرژي چاه تا چرخ كمتر و ميزان انتشارات CO و HC نسبتاً پاييني مي‌باشد، اما ميزان انتشار NOX و ذرات معلق (PM) چاه تا چرخ آن بالاست كه اين معايب نيز قابل رفع هستند. براي مثال كاهش ميزان گوگرد گازوئيل نه تنها موجب كاهش SO2 منتشره از خودرو مي‌شود، بلكه ميزان ذرات معلق منتشره را نيز كاهش مي‌دهد.  **گاز مايع نفتي (LPG)**  LPG يا همان گاز مايع نفتي سوختي جايگزين براي موتورهاي SI مي‌باشد كه تاكنون نقش اندكي در تأمين انرژي حمل و نقل جاده‌اي دنيا ايفا كرده است، اما در بعضي كشورها اين سوخت، سهم قابل ملاحظه‌اي در بخش حمل و نقل دارد. براي مثال در كشور هلند 12 درصد از سهم انرژي مورد مصرف در خودروهاي سواري را سوخت LPG تشكيل مي‌دهد. عدد اكتان بالاي LPG (به‌خصوص نوع پروپان آن)، موجب شده است تا موتورهاي LPGسوز داراي نسبت تراكم بالاتري در مقايسه با موتورهاي بنزين‌سوز بوده و در نتيجه از راندمان حرارتي بالاتري نيز برخوردار باشند. از آنجا كه اغلب خودروهاي سبك LPGسوز، خودروهاي بنزيني مجهز به سيستم گازسوز هستند از اين مزيت برخوردار نبوده و داراي بازدهي پائين‌تري از حد بهينه‌اي كه مي‌توانند داشته باشند مي‌باشد. نسبت تراكم موتورهاي سنگين LPGسوز پايين‌تر از موتورهاي ديزل سنگين مي‌باشند.  ميزان مصرف انرژي چاه تا چرخ LPG كمتر از بنزين و بيشتر از گازوئيل است. همچنين در خودروهاي سبك ميزان انتشارات NOX چاه تا چرخ LPG تقريباً معادل بنزين بوده، اما ديگر مواد آلاينده و منتشره پايين‌تر مي‌باشند. در خودروهاي سنگين LPGسوز ميزان انتشار پايين ذرات معلق قابل توجه است.  LPG در فشار و دماي محيط به شكل گاز بوده و در مخزن سوخت تحت فشار متوسط 6 تا 8 بار به صورت مايع ذخيره مي‌شود. با در نظر گرفتن ميزاني از انرژي يكسان، مخزن سوخت LPG در مقايسه با مخزن بنزين داراي حجمي معادل دو برابر و وزني بيش از 5/1 برابر مي‌باشد.  شير اطمينان فشار مخزن LPG در فشار بالاتر از 20 بار عمل مي‌كند. اين در حالي است كه انفجار مخزن در فشارهاي بالاتر از 100 بار امكان‌پذير خواهد بود.  مخزن سوخت خودرو را نبايد بيشتر از 80 تا 85 درصد گنجايش پر كرد تا فضاي كافي براي انبساط سوخت وجود داشته باشد.  گاز LPG سنگين‌تر از هوا بوده و در صورت ريزش يا نشت بخارات آن در سطح زمين باقي مانده و ممكن است توسط يك عامل اشتعال‌زا منفجر شود. به اين دليل بايد از پارك كردن اين خودروها در پاركينگ‌هاي زيرزميني پيشگيري كرد.  LPG در هوا بسيار سهل‌تر از بنزين و گازوئيل مشتعل مي‌شود، اما از آنجا كه سعي مي‌شود مخازن سوخت LPG به‌گونه‌اي ساخته شوند كه ايمني و استحكام لازم را داشته باشند لذا احتمال نشت سوخت در هنگام تصادفات و خطرات احتمالي آن نسبت به مخازن بنزين و گازوئيل كمتر است. در مجموع LPG را مي‌توان سوختي ايمن در نظر گرفت.  **گاز طبيعي(NG)**  گاز طبيعي (CH4) كه از پوسته زمين استخراج مي‌شود، تنها سوختي است كه تقريباً نيازمند انجام هيچ فرايندي براي قابل استفاده شدن در خودرو نيست و تنها لازم است تا خشك شده و سولفيد هيدروژن (H2S) آن (از گاز ترش) جدا شود. گاز طبيعي تبديل شده به گاز تركيبي[[19]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn19" \o ") به عنوان منبع توليد متانول، DME و هيدروژن به كار گرفته مي‌شود.  در كشورهايي همچون ايتاليا، آرژانتين، روسيه و امريكا، خودروهاي NGسوز فراواني وجود دارد در كشور ايران نيز به‌تازگي استفاده از گاز طبيعي فشرده (CNG)[[20]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn20" \o ") مورد توجه قرار گرفته و سعي شده است تا در بخش نتيجه‌گيري به آن پرداخته شود. در حال حاضر اين سوخت به عنوان سوختي مهم براي استفاده در خودروهاي سراسر دنيا مطرح نمي‌باشد و تنها كشورهايي كه داراي شبكه توزيع كافي گاز طبيعي باشند مي‌توانند اين سوخت را به عنوان سوخت خودروهاي خود برگزينند و كشورهاي فاقد چنين زيرساخت‌هايي قطعاًَ چنين كاري را پرهزينه خواهند يافت. سوخت NG همانند LPG داراي عدد اكتان بالا بوده و در نتيجه با استفاده از آن مي‌توان به نسبت‌هاي تراكم بالاتري دست يافت. به اين لحاظ است كه بازدهي حرارتي يك موتور صد در صد NGسوز در حدود 10 درصد بيشتر از موتورهاي بنزيني است. البته بايد توجه داشت كه بازدهي موتور NGسوز در حدود 15 تا 20 درصد كمتر از موتورهاي سنگين گازوئيل‌سوز است.  ميزان مصرف انرژي چاه تا چرخ آن قابل قياس با LPG است (يعني كمتر از بنزين و گازوئيل). همچنين گاز طبيعي به غير از هيدروكربن‌ها داراي انتشارات چاه تا چرخ كمتري مي‌باشد.  گاز طبيعي كه سبك‌تر از هوا بوده و دماي اشتعال بالايي دارد، در مقايسه با LPG داراي خصوصيات و ويژگي‌هاي ايمني مناسب‌تري است. NG درشرايط محيطي داراي محتواي انرژي پاييني مي‌باشد، اما زماني كه به شكل مايع تبديل گردد قابل مقايسه با LPG خواهد بود. مخازن سوخت نصب شده بر روي خودرو معمولاً داراي فشار بالا بوده (مانند مخازن CNG) و گاهي اوقات داراي دماهاي پايين مي‌باشند (مانند گاز طبيعي مايع LNG[[21]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn21" \o ")). معمولاً گاز CNG درون مخازن فولادي، كامپوزيتي و يا آلومينيمي تحت فشار 240-200 بار قرار دارد. اين مخازن براي دست يافتن به همان برد رانندگي خودروهاي بنزيني به وزني معادل پنج برابر و حجمي معادل 4 برابر نياز دارند. مخازن سوخت كامپوزيتي يا آلومينيمي داراي وزني معادل 50 درصد مخازن فولادي هستند، اما بهاي آنها نسبتاً گران است.  گاز LNG در مخازن نصب شده روي خودرو تحت فشار 2 تا 6 بار و دماي 161- درجه سلسيوس قرار دارد. يك مخزن LNG با در نظرگيري محتواي انرژي يكسان با مخزن گازوئيل داراي فضايي معادل دو برابر و وزني معادل 40 درصد بيشتر خواهد بود.  روش ANG[[22]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn22" \o ") يا همان گاز طبيعي جذب شده روش ديگر استفاده از اين سوخت است كه همچنان در مرحله تحقيق مي‌باشد. در اين روش گاز متان در يك ساختار كربني متخلخل جذب مولكول‌هاي كربن شده و 12 درصد از حجم موجود را در برمي‌گيرد. با توجه به فشار آزمايشي 35 باري كه براي اين سوخت در نظر گرفته شده، جرم سوخت و مخزن آن در شرايط بينابيني سوخت‌هاي بنزين، گازوئيل و CNG قرار گرفته است. مخزن ANG نسبتاً ارزان و ايمن بوده و به خاطر فشار پايين آن و در نتيجه عدم نياز به استفاده از كمپرسورهاي گران‌قيمت، براي ايستگاه‌هاي سوخت‌گيري خانگي بسيار مناسب است.  **متانول**  سوخت مايع متانول (CH3OH) الكلي است كه معمولاً از گاز طبيعي ساخته مي‌شود. به اين صورت كه ابتدا با استفاده از بخار آب، گاز طبيعي به گاز تركيبي تبديل شده و سپس با تغيير نسبت CO/H2 بر روي اين گاز تغييراتي انجام مي‌شود.  CO + H2O ? CO2 + H2 و CH4 + H2O ? CO + 3H2  در مرحله بعد پس از خروج ناخالصي‌ها، اكسيدهاي كربن و هيدروژن با يكديگر واكنش داده و متانول ايجاد مي‌شود.  CO2 + 2H2 ? CH3OH و CO2 + 3H2 ? CH3OH + H2O  همچنين توليد متانول از بيومس (مواد سلولزي، نشاسته‌اي و چوب) به لحاظ فني امكان‌پذير بوده، اما هنوز از ديد اقتصادي مقرون به صرفه نيست. در اين فرايند ابتدا بيومس به گاز تركيبي تبديل و سپس متانول توليد مي‌شود.  متانول نسبت به بنزين، داراي چگالي انرژي كمتر و عدد اكتان بيشتر مي‌باشد. همچنين بهاي آن از بنزين گران‌تر است. كاربرد متداول متانول در موتورهاي احتراق جرقه‌اي اغلب به صورت مخلوط با بنزين مي‌باشد، اما مي‌توان از آن در موتورهاي احتراق تراكمي به صورت خالص استفاده كرد. البته با توجه به پايين بودن عدد ستان آن بايد جهت ايجاد تطابق از تجهيزات كمك اشتعال يا افزودني‌ها استفاده كرد.  با توجه به پايين بودن چگالي انرژي متانول نسبت به بنزين بايد براي دستيابي به برد يكسان از مخزن سوختي با گنجايش 75 درصد بزرگ‌تر و تقريباً دو برابر وزن بيشتر استفاده كرد. از طرفي سيستم سوخت‌رساني اين نوع خودروها بايد از موادي ساخته شود كه در مقابل خوردگي و اثرات شيميايي الكل مقاوم باشد.  متانول به عنوان متداول‌ترين سوخت مورد مصرف براي خودروهاي پيل‌سوختي به‌كار مي‌رود به اين صورت كه متانول به هيدروژن تبديل شده و هيدروژن به عنوان سوخت استفاده مي‌شود. از جمله كاربردهاي ديگر متانول، تركيب آن با ايزوبوتان و توليد MTBE است كه به عنوان ماده افزودني ضدكوبش به بنزين افزوده مي‌شود و جايگزين افزودني‌هاي سرب‌دار است.  ميزان مصرف انرژي چاه تا چرخ متانول به‌خصوص زماني كه از بيومس تهيه مي‌شود بسيار بالا مي‌باشد. همچنين ميزان انتشار هيدروكربني چاه تا چرخ اين سوخت به‌خصوص در مورد متانول به دست آمده از گاز طبيعي بالا بوده و ميزان انتشار دي‌اكسيد كربن زماني كه اين سوخت از بيومس تهيه مي‌شود بسيار اندك مي‌باشد. سرعت تبخير متانول پايين است در نتيجه داراي انتشارات تبخيري كمتري نسبت به بنزين خواهد بود.  **اتانول**  اين سوخت به لحاظ خصوصيات و ويژگي‌ها بسيار شبيه متانول است، اما تنها از بيومس تهيه مي‌شود. براي تهيه اتانول ابتدا محصولات گياهي كوبيده و فشرده مي‌شوند سپس به كمك مخمرها و انجام عمل هيدروليز اتانول استخراج مي‌شود. بسته به نوع گياه از روش‌هاي هيدروليز گوناگون استفاده مي‌شود. اگر گياه حاوي مواد قندي زياد باشد هيدروليز ضعيف[[23]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn23" \o ") بر روي آن انجام مي‌شود. در صورتي كه گياه داراي نشاسته زياد باشد از روش هيدروليز آنزيمي و اگر مواد سلولزي وجود داشته باشد از شيوه هيدروليز اسيدي استفاده مي‌شود. هزينه تهيه اتانول 3 تا 5 برابر بنزين است و عمدتاً مربوط به هزينه‌هاي مواد اوليه آن دارد. هر دو نوع موتور CI و SI قابليت استفاده از اين سوخت را داشته و همانند متانول مي‌توان از اين سوخت به صورت مخلوط با بنزين و يا پس از تبديل آن به ETBE به عنوان ماده افزودني ضدكوبش استفاده كرد. امروزه با توجه به تجزيه‌پذير بودن ماده اوليه اتانول (بيومس)، جايگزيني ETBE به جاي MTBE مورد توجه قرار گرفته است. مخزن سوخت اتانول بر روي خودرو مانند متانول است.  اين سوخت براي به دست آوردن انرژي معادل با بنزين نياز به مخزني دارد كه 50درصد سنگين‌تر از مخزن بنزين داشته باشد. اگرچه چگالي انرژي اتانول از متانول بيشتر است، اما هنوز قابل مقايسه با بنزين و گازوئيل نيست. از آنجا كه عدد اكتان اتانول نسبت به متانول كمتر است بازده انرژي كمتري نيز نسبت به آن دارد. ميزان مصرف انرژي چاه تا چرخ اتانول به‌خصوص وقتي كه از مواد سلولزي تهيه مي‌شود زياد است، اما ميزان انتشارات CO2 چاه تا چرخ آن با توجه به تهيه آن از بيومس، در مقايسه با بنزين و گازوئيل پايين‌تر مي‌باشد. اتانول در مقايسه با خودروهاي سبك بنزيني انتشارات CO و HC كمتر و در مقايسه با خودروهاي سنگين گازوئيلي انتشارات CO و HC بيشتري دارد.  به لحاظ ايمني چون سوخت‌هاي الكلي سرعت تبخير پاييني دارند لذا در هنگام تصادفات خطر كمتري نسبت به بنزين خواهند داشت. متانول در صورت مصرف شدن يا تنفس ايجاد مسموميت مي‌كند، اما اتانول اين‌گونه نيست. بايد توجه داشت كه متانول و اتانول هر دو قابل تجزيه بيولوژيك هستند.  **بيوديزل**  به گروهي از روغن‌هاي گياهي استري شده گفته مي‌شود كه از محصولات حاوي روغن به دست مي‌آيد. اين محصولات دامنه وسيعي از گياهان را شامل مي‌شود و مهم‌ترين آنها عبارتند از: دانه‌هاي روغني، سويا، آفتاب‌گردان و درخت نخل. براي توليد سوخت بيوديزل ابتدا گياه مورد نظر تحت فشار قرار گرفته و مايع روغني آن جدا مي‌شود.  در اين مرحله محصولي فرعي به نام كيك روغني توليد مي‌شود كه در دامداري‌ها مصرف دارد. سپس بعد از صاف نمودن مايع روغني، به كمك عمل استريفيكاسيون ساختار مولكولي پرانشعاب و پيچيده روغن‌ها به انشعابات كوچك‌تر با ساختار مولكولي راست زنجيره تبديل مي‌شود. در طول فرايند استريفيكاسيون الكل تك ظرفيتي (معمولاً متانول) جايگزين گليسيرين الكل سه ظرفيتي شده و متيل استر توليد و گليسيرين به عنوان دومين محصول فرعي آزاد مي‌شود كه از آن مي‌توان در صنايع آرايشي و دارويي استفاده كرد. ميزان مصرف انرژي چاه تا چرخ بيوديزل بيشتر از گازوئيل (ديزل فسيلي) و كمتر از بنزين است. ميزان انتشارات چاه تا چرخ بيوديزل بسيار نزديك به انتشارات گازوئيل، ميزان انتشارات NOX­ و ذرات معلق آن بيشتر اما CO و هيدروكربن‌هاي آن كمتر مي‌باشد. ميزان CO2 بيوديزل همچنان پايين است زيرا اين سوخت از بيوديزل تهيه مي‌شود. براي كسب برد رانندگي يكسان با گازوئيل، خودرويي با سوخت بيوديزل به 15 درصد وزن سوخت بيشتر و مخزني با 9 درصد حجم بيشتر نياز دارد.  بيوديزل در مقايسه با گازوئيل خطر بهداشتي كمتري براي انسان و حيوانات داشته و به خاطر تجزيه‌پذير بودن آن به محيط‌زيست، آسيب كمتري مي‌رساند.  **هيدروژن**  هيدروژن، سوختي است كه مي‌توان آن را از هر ماده اوليه داراي هيدروژن به دست آورد. روش‌هاي عمده تهيه آن عبارتند از: 1. الكتروليز آب 2. تبديل به گاز[[24]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn24" \o ") مواد خام حاوي هيدروژن. همچنين هيدروژني كه به عنوان محصول فرعي در صنايع شيميايي حاصل مي‌شود نيز به عنوان منبع سوم تأمين هيدروژن مطرح مي‌باشد. با انجام فرايند تبديل توسط بخار[[25]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn25" \o ") بر روي گاز طبيعي (به عنوان مهم‌ترين ماده اوليه)، LPG و يا نفتا مي‌توان هيدروژن توليد كرد.  با توجه به آنكه فرايند الكتروليز توسط جريان برق انجام مي‌شود بنابراين در اين روش بايد هزينه‌هاي استفاده از جريان برق و جنبه‌هاي زيست‌محيطي آن مدنظر قرار گيرند. استفاده از انرژي الكتريكي توليد شده توسط انرژي‌هاي قابل تجديدي مانند باد و نيروي آب براي الكتروليز آب منتج به انتشار آلاينده‌هاي كمتر مي‌شود، اما انرژي الكتريكي توليدي توسط نيروگاهي با سوخت زغال منتج به انتشار آلاينده‌هاي بيشتر مي‌شود. هيدروژن در مقايسه با ديگر سوخت‌ها داراي بالاترين مصرف انرژي چاه تا چرخ بويژه در مرحله توليد مي‌باشد. ميزان انتشارات چاه تا چرخ اين سوخت به شدت بسته به فرايند توليد آن است و انتشارات ناشي از خودرو به جز در مورد NOX منتشره از موتورهاي احتراقي، قابل چشم‌پوشي است. محتواي انرژي هيدروژن (برمبناي حجمي) نسبتاً پايين است بنابراين به استفاده از منبع سوخت بزرگي بر روي خودرو نياز خواهد بود، اما به هر جهت از آنجا كه هيدروژن داراي محتواي انرژي بالا در واحد جرمي بوده (تقريباً 3 برابر بنزين) و عدد اكتان بالا دارد لذا موتورهاي هيدروژن‌سوز داراي بازده حرارتي بهتر نسبت به همتاهاي بنزيني خود مي‌باشد. موتورهاي SI و پيل‌هاي سوختي مي‌توانند از هيدروژن استفاده كنند، اما اين نوع خودروها و سوخت‌ها نسبت به انواع متعارف خود بسيار گران‌قيمت هستند. ذخيره‌سازي هيدروژن به شكل هيدريد و هيدروژن مايع انجام مي‌شود. در شيوه ذخيره‌سازي به صورت هيدريد وزن مخزن سوخت 20 برابر وزن مخزن بنزين مي‌باشد و در شيوه ذخيره‌سازي به روش هيدروژن مايع وزني معادل 5/1 برابر و حجمي معادل چهار برابر مخزن بنزين را خواهد داشت.  هيدروژن نيازمند انرژي اشتعال بسيار پاييني است لذا مسئله ايمني آن به‌خصوص در فضاي بسته و ذخيره‌سازي آن روي خودرو بسيار مورد توجه مي‌باشد. از آنجا كه اين گاز در تركيب با هوا داراي قابليت اشتعال در دامنه مخلوط خيلي رقيق تا مخلوط خيلي غليظ مي‌باشد لذا حتي كوچك‌ترين جرقه‌اي (مانند زدن يك كليد برق) مي‌تواند آغازگر حادثه باشد.  **DME (دي متيل اتر)**   |  | | --- | | [[C:\Documents and Settings\Dear-User\Desktop\Article.aspx_files\CrThumb.jpg](javascript:;)](javascript:;) |   دير زماني نيست كه DME به عنوان سوخت مطرح شده است. نحوه توليد اين سوخت بسيار شبيه به متانول است كه در آن گاز طبيعي يا بيومس به گاز تركيبي تبديل شده و سپس در فرايند سنتز اكسيژنه[[26]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn26" \o ")، DME توليد مي‌گردد. حمل و نقل و اقدامات احتياطي اين سوخت مشابه LPG مي‌باشد. DME در شرايط محيطي به صورت گاز بوده و در فشاري متوسط (6 بار) مي‌توان آن را به صورت مايع ذخيره كرد.  DME در مقايسه با بنزين بسيار گران‌قيمت‌تر است و احتمالاً تا مدت‌ها به اين صورت باقي خواهد ماند. اين سوخت داراي چگالي انرژي معادل 50 درصد گازوئيل است لذا به مخازن سوخت بزرگ بر روي خودرو نياز دارد. عدد ستان بالاي DME نسبت به گازوئيل آن را براي موتورهاي CI بسيار مناسب ساخته و بازده موتور را قابل رقابت با موتورهاي CI گازوئيل‌سوز كرده است. ميزان مصرف انرژي مربوط به خودرو اين سوخت (خودروهاي سبك) كمتر از بنزين است. به‌طوري كلي داده‌هاي مربوط به انتشار آلاينده‌هاي خودروهاي با سوخت DME نشانگر مقادير بسيار پايين آنها نسبت به ديگر سوخت‌ها مي‌باشد. ميزان انتشار CO و HC آن معادل گازوئيل و ميزان NOX و ذرات معلق آن معادل بنزين است. ذخيره DME در خودرو مانند LPG و در فشار 9 بار مي‌باشد. مخزن اين سوخت داراي حجمي حدود 66 درصد و وزني حدود 47 درصد بيشتر از مخزن سوخت بنزين است.  DME هيچ‌گونه مسموميتي براي انسان ايجاد نمي‌كند، اما مي‌تواند موجب تحريك چشم‌ها و سيستم تنفسي شود.  **3. جدول مقايسه‌اي سوخت‌ها**  جدول 1: خاستگاه‌ها و ويژگي‌هاي سوخت‌هاي خودرو   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **روش‌هاي توليد و ويژگي‌هاي احتراق** | | | | | **سوخت**  **منبع توليد** | | **نسبت تراكم** | **عدد ستان** | **عدد اكتان** | **محتواي انرژي (MJ/L)** | **روش توليد يا استحصال** | | بالاتر از 11 | --- | (99-97)(95-90) | 2/31 | پالايش نفت خام | بنزين | | 18 تا 22 | 50-48 | --- | 7/35 | پاليش نفت خام | گازوئيل | | 11 تا 13 | --- | 5/107 | 2/24 | پاليش و خالص‌سازي (جداسازي از گاز طبيعي)، تفكيك و جدايش به LPG | LPG  ميدان نفتي | | 112 | 4/23 | محصول فرعي حاصل از پالايش نفت خام، تفكيك و جدايش به LPG | پالايشگاهي | | 11 تا 13 | --- | 120 | 3/23 | تغيير و تبديلي انجام نمي‌شود و تنها در صورت نياز خشك و خالص‌سازي مي شود | گاز طبيعي (NG) | | 9 تا 19 | 5 | 110 | 6/15 | فرايند تبديل توسط بخار بر روي گاز طبيعي، تبديل گاز تركيبي به متانول | متانول  گاز طبيعي | | تبديل مواد خام به گاز، تبديل گاز طبيعي به متانول | مواد سلولزي | | 9 تا 18 | 8 | 109 | 2/21 | هيدروليز بيومس به گلوكز، تخمير | اتانول | | 18 تا 22 | 58-51 | --- | 8/32 | استخراج روغن گياهي، استريفيكاسيون | بيوديزل | | 14 تا 17 | --- | 106 | 9/8 | الكتروليز آب | هيدروژن | | 18 تا 22 | 60-55 | --- | 3/19-2/18 | توليد گاز تركيبي از گاز طبيعي، سپس اكسيژنه كردن آن | DME |   **يادآوري**   1. اين مقدار براي LPG70/30 (70 درصد پروپان 30 درصد بوتان) مي‌باشد. 2. اين مقدار براي LPG پروپان مي‌باشد. 3. علامت خط تيره (-) نشان‌دهنده عدم كاربرد است. 4. براي گاز طبيعي مايع (LNG) 5. براي خودروهاي تك سوخته 6. براي خودروهاي با قابليت استفاده از سوخت‌هاي مختلف يا مخلوطي از چند سوخت (FFV)[[27]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn27" \o ")   جدول 2: مشخصات مخازن سوخت روي خودرو و موارد ايمني مربوطه   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **2ايمني** | | | | | | **1مخازن سوخت روي خودرو** | | | | **آلودگي هوا** | **آلودگي‌آب‌هاي سطحي** | **سميت** | **احتراق بخار** | | | **حجم** | **جرم** |  | | **در مخزن سوخت** | **در مناطق بسته** | **در هواي آزاد** | | \*\*\* | \*\* | \*\* | = | = | \* | L68 | Kg 46 | بنزين | | \*\*\* | \*\* | \* | = | = | = | 88 | 100 | گازوئيل | | \* | \* | \* | = | \*\* | \*\* | 154 | 180 | LPG | | \* | -- | -- | = | \*\* | = | 360 | 490-240 | گاز طبيعي (CNG) | | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 180 | 140 | گاز طبيعي (LNG) | | \*\* | \*\*\* | \*\*\* | \*\* | \* | = | 176 | 191 | متانول | | \*\* | \* | \* | \*\* | \* | = | 151 | 165 | اتانول | | = | = | \* | = | = | = | 100 | 117 | بيوديزل | | = | = | = | \*\*\* | \*\*\* | \*\*\* | 515-376 | 269-154 | هيدروژن مايع | | \* | \* | \* | = | \*\* | \*\* | 166 | 147 | DME |   **يادآوري**   1. در اين ستون‌ها مقايسه سيستم‌هاي ذخيره سوخت خودرو (از جمله مخزن سوخت) كه بايد انرژي معادل 55 ليتر بنزين را در خود جاي دهند موجود است. مقادير وزن و حجم مربوط به بنزين به ترتيب بر حسب كيلوگرم و ليتر مي‌باشد، اما مقادير مربوط به ديگر سوخت‌ها به صورت درصدي از مقادير مربوط به بنزين بيان شده است. 2. اين ستون‌ها نشانگر خطرات ايمني و بهداشتي سوخت‌هاي متعارف و جايگزين خودرو مي‌باشد.   علامت \* بيانگر ميزان خطر بوده كه تعداد بيشتر آن بيانگر خطر بيشتر است.  علامت = بيانگر عدم وجود خطر براي مورد مربوطه است.  علامت- بيانگر عدم كاربرد براي مورد مربوطه است.   1. در مورد سوخت DME، اين مقادير شامل جرم و حجم باك خودرو نمي‌باشند. البته بايد توجه داشت كه خودروهاي با سوخت DME با باك حجيم و سنگيني نياز دارند.   **بحث و نتيجه‌گيري**  ضرورت انجام اقداماتي حساب شده در جهت كاهش ميزان آلودگي ناشي از بخش حمل و نقل و هماهنگ شدن با فناوري‌هاي روز دنيا بر كسي پوشيده نيست. توجه به مسائل اقتصادي، فني و زيست محيطي در كنار لزوم استفاده از تجربه كشورهاي موفق و ناموفق در اين زمينه بايد جزء لاينفك اين اقدامات باشد.  امروزه در كشورهاي صنعتي بدون ايجاد محدوديت‌هاي تغيير نوع سوخت نظير تغيير و توسعه زيرساخت‌هاي سوخت‌رساني، تغيير سيستم احتراق موتور، ضرورت رفع مشكلات فني ايجاد شده در موتور، ضرورت آموزش عمومي در استفاده و تعمير و نگهداري اين سيستم‌ها؛ عوامل اصلي كاهش آلاينده‌ها مواردي چون طراحي بهينه موتورها و كاربرد سيستم‌هاي كاهش آلاينده اگزوز با راندمان بالا مي‌باشد.  اما در كشور ما به دليل عدم دسترسي به دانش فني لازم و فناوري‌هاي خاص صنعت خودرو به دلايل اقتصادي و فني ذكر شده در متن مقاله به نظر مي‌رسد تنها گزينه منطقي در راستاي اين هدف استفاده از گاز طبيعي به طرق مختلف در خودروهاست؛ همچنان كه در كشور برزيل يا برخورداري از مزارع وسيع نيشكر، بهترين انتخاب سوخت اتانول بوده است.  گاز طبيعي مي‌تواند براي خودروهايي كه فاقد سيستم‌هاي پيچيده تصفيه خروجي اگزوز هستند، سوخت مناسبي تلقي شود. تا آنجا كه آژانس بين‌المللي انرژي (IEA)[[28]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn28" \o ") در اجلاس 1995 توكيو رسماً گاز طبيعي را به عنوان سوخت جايگزين در صنعت حمل و نقل معرفي و اعلام كرد كه از سال 2020، گاز طبيعي بهترين جايگزين براي صنعت حمل و نقل زميني در كشورهاي داراي اين ذخاير است. البته همان‌طور كه در متن مقاله اشاره شد استفاده از گاز طبيعي تنها به روش CNG ختم نمي‌شود بلكه به صورت‌هاي ANG، LNG، تبديل گاز طبيعي به سوخت‌هاي متعارف مايع اما با فرمولاسيون بهينه (تكنولوژي GTL[[29]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftn29" \o ")) و يا تبديل به هيدروژن و متانول استفاده مي‌شود. در پايان بايد گفت در بحث ورود گاز طبيعي به بخش حمل و نقل نبايد كوچك‌ترين شكي به خود راه داد، اما بايد در اين جايگزيني تمامي جوانب كار مدنظر قرار گرفته و به دور از هيجان در اين راه قدم برداريم.  **منابع**   1. International energy agency, 1999, "Automotive Fuels for the Future". 2. Degobert, P., 1995, "Automobiles and Pollution", Editions Technip, Paris. 3. Owen, K. and Coley, T., 1995, "Automotive Fuels Reference Book", Second ed. SAE, Warrandale, Pennsylvania, United States. 4. Poulton, M.L., 1994, "Alternative Fuels for Road vehicles". Computational Mechanics Publications, Southampton, UK.     [[1]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref1" \o "). Liquefied Petroleum  [[2]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref2" \o "). Natural Gas  [[3]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref3" \o "). Dimethyl Ethan  [[4]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref4" \o "). Well to weet  [[5]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref5" \o "). Feed Stock  [[6]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref6" \o "). Energy Content  [[7]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref7" \o "). Octan Number  [[8]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref8" \o "). Spark Ignition  [[9]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref9" \o "). Research Octan Number  [[10]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref10" \o "). Motor Octan Number  [[11]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref11" \o "). Cetan Number  [[12]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref12" \o "). Compression Ignition  [[13]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref13" \o "). Ignition Pelay  [[14]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref14" \o "). Petrol, Gasoline (inusa)  [[15]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref15" \o "). Light Duty Vehicle  [[16]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref16" \o "). Methyl Tertiary Butyl Ether  [[17]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref17" \o "). Ethyl Tertiary Butyl Ether  [[18]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref18" \o "). Heavy Duty Venicle  [[19]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref19" \o "). Synthsis Gas (syngas)  [[20]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref20" \o "). Compressed Natural Gas  [[21]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref21" \o "). Liquefied Natural Gas  [[22]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref22" \o "). Absorbed Natural Gas  [[23]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref23" \o "). Mild Hydrolysis  [[24]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref24" \o "). Gasification  [[25]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref25" \o "). Streem- ve- forming  [[26]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref26" \o "). Oxygenate synthesis  [[27]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref27" \o "). Flexible Funed Vehicle  [[28]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref28" \o "). International Energy Agency  [[29]](file:///C:\\Documents%20and%20Settings\\Dear-User\\Desktop\\Article.aspx.htm" \l "_ftnref29" \o "). Gas to liquid |