

# بررسی رویکرد خودروسازان جهان در ارائه محصولات سازگار با سوخت تجدیدپذیر بیواتانول



برات قبادیان، هادی رحیمی، امید شاکری و امید جلالی

## مقدمه:

امروزه صنعت خودروسازی جهان به سوخت‌های فسیلی وابسته است. موتورها و منابع قدرت وسائل نقلیه به صورت عمده منابع انرژی خود را از سوخت‌های فسیلی

تأمین می‌نمایند. با توجه به وضعیت تولید وسائل نقلیه در دنیا پیش‌بینی می‌شود که تا سال‌های زیادی موتورهای بنزینی و دیزلی جایگاه ویژه خود را در صنعت وسائل حمل‌ونقل و موتوری حفظ خواهند کرد. یکی از روش‌های مناسب جهت کاهش آلاینده‌های ناشی از صنعت حمل‌ونقل و صنایع وابسته به تجهیزات موتوری، استفاده از سوخت‌های جایگزین می‌باشد. در سال‌های اخیر سوخت‌های گیاهی و به ویژه بیواتانول به عنوان یکی از منابع انرژی جایگزین از استقبال بیشتری در جایگزینی با سوخت‌های فسیلی بخش حمل و نقل برخوردار بوده‌اند.

سوزاندن بنزین، اتانول و گاز طبیعی بودند. در حال حاضر، نزدیک به ۹۰ درصد از خودروهای سواری فروخته شده، خودروی با سوخت منعطف می‌باشند.

به کارگیری بیواتانول فقط محدود به خودروهای سبک نبوده است. شرکت اسکانیا تنها خودروسازی است که اقدام به تولید اتوبوس‌های اتانول‌سوز نموده است. در پایان سال ۲۰۰۶ حدود ۴۹۰ دستگاه از این اتوبوس‌ها در سوئد به کار گرفته شده‌اند. اتوبوس‌های اتانول‌سوز همچنین در ایتالیا، اسپانیا و لهستان نیز موجود می‌باشند. در حال حاضر حدود ۱۰ میلیون خودروی با سوخت منعطف و اتانول خالص‌سوز در جهان موجود می‌باشند که حدود ۱/۳ درصد از کل خودروهای موجود در جهان را تشکیل می‌دهد.

با توجه به تحقیقات پیشین در سایر کشورهای دنیا، مشخص شده است که در حال حاضر استفاده از مخلوط‌های حاوی اتانول در هواپیماها و تجهیزات دریایی توصیه نمی‌شود و نیازمند بسترسازی مناسب‌تری است. با توجه به شرایط کاری هواپیماها از نظر دما و شرایط محیطی، سوخت‌های حاوی اتانول دارای مشکلات بخصوصی است که اکنون استفاده از این سوخت‌ها در این صنایع با چالش مواجه است. تأثیر اتانول بر تجهیزات دریایی نیز مورد بررسی جدی واقع نشده است. یکی از مشکلات بالقوه در این صنایع، امکان وارد شدن آب به درون سوخت می‌باشد که می‌تواند مشکلاتی را در سامانه سوخت‌رسانی و عملکرد موتورهای

بیواتانول‌سوز یکی از بیشترین بخش خودروهای با سوخت جایگزین در جهان می‌باشند. فقط در آمریکا بیش از ۶ میلیون خودروی با سوخت منعطف FFVs که با سوخت ۸۵ درصد اتانول و ۱۵ درصد بنزین (E۸۵) کار می‌کنند موجود است. در سال ۲۰۰۷ در کشور آمریکا، بیش از ۲۹ مدل مختلف خودروی با سوخت منعطف معرفی شدند و در همین سال، فقط یک خودروی جدید گاز طبیعی سوز ارائه شد.

کشور برزیل از نظر به کارگیری خودروهای بیواتانول‌سوز با سایر نقاط جهان متفاوت است. برنامه توسعه خودروهای بیواتانول‌سوز برزیل از سال ۱۹۷۵ شروع شد. قوانین برزیل به صورتی است که کل بنزین فروخته شده در این کشور باید دارای ۲۰ تا ۲۵ درصد اتانول باشد. خودروهای با سوخت الکل خالص در سال ۱۹۸۰ در برزیل وارد بازار شدند. از سال ۲۰۰۳ نیز خودروهای با سوخت منعطف در برزیل معرفی گشت. برزیل که در ماه مارس ۲۰۰۳ فروش خودروهای با سوخت منعطف را آغاز کرد در همان سال ۴۹۰۰۰ دستگاه از این خودروها را وارد بازار نمود. در نوامبر ۲۰۰۵ تعداد خودروهای با سوخت منعطف به ۱ میلیون دستگاه، در اوت سال ۲۰۰۶ به ۲ میلیون دستگاه و در مارس ۲۰۰۷ به ۳ میلیون دستگاه رسید. در سال ۲۰۰۶ هشت خودروساز در برزیل ۴۳ مدل مختلف خودروی با سوخت منعطف معرفی کردند. حتی بعضی از خودروسازان خودروهای را به بازار برزیل معرفی کردند که قادر به

اتانول یکی از انواع الکل‌ها است که به آن اسم‌های گوناگونی نظیر الکل اتیلیک، الکل نوع دوم، الکل غلات و... نسبت داده شده است. جهت تهیه اتانول دو روش معمول وجود دارد که شامل روش سنتزی و روش تخمیر است. در روش سنتزی از مواد نفتی و یا منابع فسیلی اتانول تولید می‌شود. این نوع اتانول به عنوان اتانول فسیلی شناخته می‌شود. روش دیگر تولید اتانول، تولید از مواد گیاهی است. به این نوع اتانول، بیواتانول گفته می‌شود. بیواتانول می‌تواند از منابع مختلفی تولید شود. به همین دلیل دارای تفاوت‌های زیادی در کیفیت محصول می‌باشد. تولیدکنندگان بیواتانول سوختی موظفند که محصول خود را مطابق با این استاندارد روانه بازار نمایند. اتانول سوختی در استاندارد ASTM D۴۸۰۶-۹ تعریف شده است. اتانول به دلیل برخورداری از قابلیت احتراق دارای انرژی درونی‌ای است که می‌توان آن را از طریق فرآیند احتراق آزاد نمود. محتوای حرارتی پائینی اتانول ۲۶۹۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم است و محتوای حرارتی پائینی بنزین ۴۴۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم می‌باشد. علت پائین‌تر بودن محتوای حرارتی اتانول وجود اکسیژن در ساختار مولکولی این ماده است. البته باید خاطر نشان کرد که وجود اکسیژن در ساختار مولکولی اتانول باعث شده تا این سوخت را تبدیل به یک سوخت اکسیژن دار کند.

## تولید خودروهای اتانول‌سوز

خودروهای الکل‌سوز و در حقیقت



سوخت تأکید دارد و بنزین باید دارای حدود استاندارد آمریکایی ASTM D۴۸۱۴ و کانادایی ۳،۵-CGSB - M۹۳ باشد. این شرکت همچنین خصوصیات سوخت را براساس توافق‌نامه بین ایالات متحده آمریکا، اروپا و ژاپن با نام World Wide Fuel Charter (WWFC) پذیرفته است. این شرکت استفاده از حداکثر ۱۰ درصد اتانول و ۱۵ درصد متیل ترشیری بوتیل اتر را بی‌ضرر می‌داند.

شرکت خودروسازی فورد همه خودروهای مدل ۲،۰L، Courier، Capri، ۲،۶L & همه مدل‌های Econovan تا قبل از سال ۲۰۰۲، همه مدل‌های Festiva، همه مدل‌های Laser ۱،۶L، ۱،۵L و ۱،۳L همه مدل‌های Raider و همه مدل‌های Telstar را مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ نمی‌داند. همچنین این شرکت خودروهای مدل Focus تولید شده در فاصله سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴، مدل‌های F-Series تولید شده در فاصله سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۲، همه مدل‌های Ka، همه مدل‌های Maverick همه مدل‌های Mondeo و مدل‌های Transit که در فاصله سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۴ تولید شده‌اند را فقط مناسب سوخت E۵ و یا درصد‌های کمتر از ۵ درصد اتانول معرفی می‌نماید. غیر از موارد ذکر شده، تمام خودروهای تولید شده در شرکت فورد که بعد از سال ۱۹۸۶ به بازار آمده‌اند، با سوخت‌های E۵ و E۱۰ سازگار می‌باشند.

از ۱۰ درصد اتانول می‌داند و استفاده از این سوخت‌ها را نیز توصیه می‌نماید. شرکت جنرال موتورز استفاده از سوخت‌های حاوی کمتر از ۱۰ درصد اتانول را در صورتی توصیه می‌نماید که مطابق با استانداردهای ASTM D۴۸۱۴ انجمن مواد و آزمون آمریکا و یا ۳،۵-CGSB/ CAN کانادا باشد. جنرال موتورز در ارائه خودروهای منعطف دیرتر از دایملر کرایسلر شروع کرد. این شرکت از سال ۲۰۰۰، دو مدل خودروی منعطف را روانه بازار کرد. در سال ۲۰۰۸ تعداد خودروهای ارائه شده توسط شرکت جنرال موتور به ۲۰ مدل افزایش یافت.

شرکت تویوتا کلیه مدل‌های خودروی Camry کاربراتوری خود را که قبل از سال ۱۹۸۹ تولید شده است را با ۵ و ۱۰ درصد اتانول سازگار نمی‌داند. خودروی Corrola قبل از ۱۹۹۴ نیز سازگار با این سوخت‌ها نمی‌باشد. خودروی Supra قبل از ماه می ۱۹۹۳، Land Cruiser قبل از آگوست ۱۹۹۲، Coaster قبل از ژانویه ۱۹۹۳، Dyna قبل از می ۱۹۹۵، Tarage قبل از اکتبر ۱۹۹۶، Hilux، Hiace و Runner قبل از آگوست ۱۹۹۷ و Townace قبل از دسامبر ۱۹۹۸ سازگار با استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ نمی‌باشند. سایر خودروهای ساخت شرکت تویوتا که در این محدوده مشخص شده نباشند، قابلیت استفاده از سوخت‌های حاوی اتانول کمتر از ۱۰ درصد را دارا می‌باشند. شرکت تویوتا نیز بر استاندارد بودن

هوایما و کشتی‌ها ایجاد نماید. بسیاری از شرکت‌های موتورسازی در دنیا استفاده از ۱۰ درصد اتانول را در محصولات خود پذیرفته‌اند. در آمریکا حتی استفاده از مخلوط‌های حاوی اتانول در تجهیزات دریایی نیز در بعضی از ایالت‌ها توصیه شده است. در هر حال، در دنیا مخلوط‌های مختلفی از سوخت حاوی اتانول ارائه شده است. استفاده از ۳ درصد بیواتانول در بنزین (E۳) در اروپا، ایالات متحده آمریکا، استرالیا و ژاپن مجاز می‌باشد. هیچ‌گونه مشکلی در خصوص استفاده از E۳ در خودروها و سایر تجهیزات موتوری مشاهده نشده است. استفاده از E۳ در موتورهای قدیمی و با طول عمر زیاد، در مواردی باعث گرفتگی فیلتر سوخت شده است اما یادآوری می‌شود که این مشکل زیاد جدی نبوده و با تعویض فیلتر و تعدادی از قطعات قدیمی و جایگزینی انواع نو، این مشکلات برطرف شده و در کل همه قطعات سامانه سوخت‌رسانی نیز تمیز شده و رسوبات بعد از مدتی از سامانه حذف می‌گردد.

## رویکرد سازندگان در ارائه خودروهای اتانول سوز

شرکت‌های خودروسازی استفاده از اتانول را در نسبت‌های کمتر از ۱۰ درصد به عنوان افزودنی تلقی می‌کنند. خودروهایی که با سوخت‌های حاوی کمتر از ۱۰ درصد سازگار می‌باشند به عنوان خودروهای اتانول‌سوز شناخته نمی‌شوند. خودروسازان مختلف سعی بر این داشته‌اند که خودروهای تولیدی آن‌ها با سوخت‌های حاوی اتانول با نسبت‌های کمتر از ۱۰ درصد سازگار باشند.

شرکت‌های خودروسازی آمریکایی و به خصوص جنرال موتورز از ابتدای دهه ۱۹۷۰ با کاربرد اتانول در نسبت‌های کمتر از ۱۰ درصد به خوبی آشنا هستند. شرکت جنرال موتورز همه خودروهای تولیدی خود را سازگار با سوخت‌های حاوی کمتر





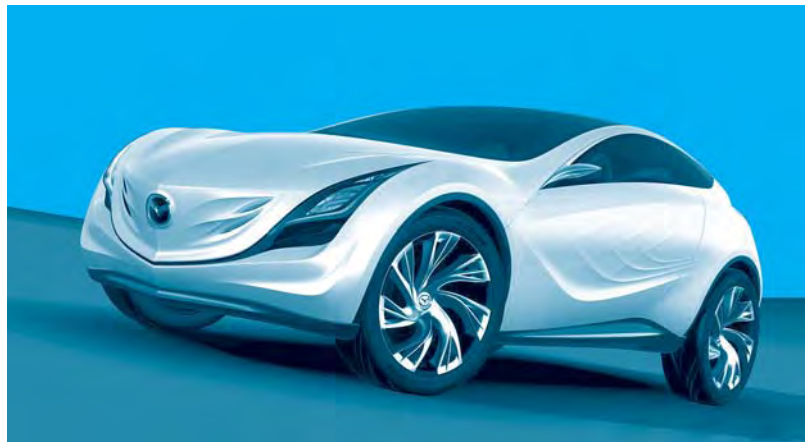
خودرو وارد عرصه تولید خودروهای با سوخت منعطف شده است.

شرکت مزدا استفاده از سوخت‌های E5 و E10 را در تعدادی از مدل‌های خودروهای خود توصیه نموده است. خودروهای مزدا با مدل‌های Mazda ۲ که از ماه می سال ۲۰۰۵ به بعد ساخته شده‌اند، مدل‌های Mazda ۳، MX۵ و ۸-RX، Mazda ۶ که از جولای ۲۰۰۵ ساخته شده‌اند، مدل‌های Tribute که از ماه آوریل سال ۲۰۰۶ ساخته شده‌اند، مدل‌های CX-۷ و مدل‌های CX-۹ را مناسب استفاده از سوخت‌های E5 و E10 معرفی کرده است. این شرکت سایر خودروهای خود را مناسب استفاده از سوخت‌های E5 و E10 نمی‌داند. شرکت مزدا نیز کمیته شاخص ضدکوبش سوخت را ۸۷ عنوان نموده است.

شرکت مزدا از سال ۱۹۹۹ اقدام به ارائه خودروی سوخت منعطف مدل B3۰۰۰ pickup نموده است و در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ نیز این خودرو را روانه بازار نموده است.

شرکت‌های مرسدس بنز، ولوو، بی‌ام‌و، میتسوبیshi کیا، لندرور، جگوار و فولکس واگن از سال ۱۹۸۶ تمام محصولات خود را مناسب استفاده از E5 و E10 روانه بازار کرده است. این شرکت‌ها استفاده از بنزین را در صورتی مجاز می‌دانند که دارای شاخص ضدکوبش بالاتر از ۸۷ باشند. در صورت استفاده از اتانول نباید درصد اتانول بیش از ۱۰ درصد باشد.

شرکت مرسدس بنز دیرتر از سایر شرکت‌ها وارد عرصه خودروهای سوخت منعطف شد به گونه‌ای که اولین سوخت منعطف تولید این شرکت از سال ۲۰۰۳ وارد بازار شد و در سال ۲۰۰۸ نیز تعداد مدل‌های خودروهای سوخت منعطف خود را به چهار رساند. شرکت مرسدس بنز از سال ۲۰۰۳ با ارائه یک مدل خودروی سوخت منعطف (sedan، sport sedan) (c3۲۰) & wagon وارد عرصه تولید خودروهای سوخت منعطف شد. این شرکت در سال



از E5 و E10 می‌داند. شرکت سیتروئن نیز از گروه خودروساز پی‌اس‌آ کلیه محصولات خود را که بعد از سال ۱۹۹۸ تولید شده‌اند را مناسب استفاده از E5 و E10 معرفی کرده است.

شرکت دایملرکرایسلر همه خودروهای ساخت این شرکت را که از سال ۱۹۸۶ ساخته شده‌اند مناسب استفاده از سوخت‌های E5 و E10 روانه بازار کرده است. دایملرکرایسلر کمترین میزان شاخص ضد کوبش را ۸۷ عنوان کرده است. شرکت دایملر کرایسلر در کمتر از دو دهه، نزدیک به دو میلیون خودروی سوخت منعطف تولید نموده است. این میزان بالغ بر ده درصد تولید خودروی شرکت دایملرکرایسلر در این برهه از زمان است. این شرکت حدود یک چهارم از تولید خود را در سال ۲۰۰۸ که بالغ بر ۵۰۰۰۰۰ خودروی سوخت منعطف است به منظور صادرات به آمریکای جنوبی در نظر گرفته است. در سال ۲۰۱۲ نصف خودروهای تولیدی این قابلیت استفاده از سوخت‌های بیواتانول و بیواتانول E۸۵ را دارا خواهند بود. شرکت دایملرکرایسلر هدف خود را از این برنامه کمک به قطع وابستگی کشور آمریکا به سوخت و واردات سوخت می‌داند.

شرکت دایملرکرایسلر یکی از شرکت‌های قدیمی و مطرح در ارائه خودروهای با سوخت منعطف محسوب می‌شود. این شرکت از سال ۱۹۹۸ با سه

این شرکت از سال ۱۹۹۹ با دو مدل خودرو سوخت منعطف، کار خود را آغاز نمود و در سال ۲۰۰۸ تعداد آن‌ها به ۱۸ مدل رسید. شرکت‌های دایملرکرایسلر، جنرال موتورز و فورد پیشنهاد ارائه خودروهای منعطف می‌باشند.

شرکت هوندا تعدادی از خودروهای خود را مناسب استفاده از سوخت‌های E5 و E10 معرفی نموده است. خودروی Insight بعد از سال ۲۰۰۴، خودروی Civic range که شامل خودروی Civic hybrid نیز می‌باشد از سال ۲۰۰۴ به بعد، خودروهای s2۰۰۰ CRV از سال ۲۰۰۴ به بعد، خودروهای MD-X از سال ۲۰۰۳ به بعد، خودروهای Accord از سال ۲۰۰۳ به بعد، خودروهای Euro، Accord از سال ۲۰۰۳، خودروهای Integra از سال ۲۰۰۲ به بعد، خودروهای Jazz از سال ۲۰۰۴ به بعد، خودروهای Legend از سال ۲۰۰۶ به بعد قابلیت استفاده از E5 و E10 را دارا می‌باشند. این شرکت همچنین اعلام نموده است که تمام موتورسیکلت‌های تولیدش مناسب استفاده از سوخت‌های E5 و E10 نمی‌باشند.

شرکت پژو از گروه خودروسازی پی‌اس‌آ خودروی پژو مدل ۳۰۶ با موتور XU را مناسب استفاده از سوخت‌های E5 و E10 نمی‌داند. این شرکت تمام مدل‌های خودروی تولیدی خود را بعد از جولای ۱۹۹۷ بجز خودرو ذکر شده مناسب استفاده



بین سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ ساخته شده‌اند، مدل‌های Subaru Liberty GT که در فواصل سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶ به بازار آمده‌اند و مدل‌های Impreza WRX STI که در فواصل سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۵ به بازار آمده‌اند را مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ نمی‌داند. غیر از مدل‌های ذکر شده، تمام خودروهای ساخت شرکت سوپارو که بعد از ماه می سال ۱۹۹۰ تولید شده‌اند مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ می‌باشند.



شرکت فراری اعلام نموده است که بهترین مواد را در سامانه سوخت‌رسانی خودروهای خود استفاده نموده است ولی هیچگونه آزمایشی در خصوص سازگار یا ناسازگار بودن خودروهای خود در مواجهه با سوخت‌های حاوی اتانول انجام نداده است.

شرکت ایسوزو استفاده از سوخت‌های اکسیژنه را که بیش از ۱۰ درصد اتانول نداشته باشد توصیه می‌نماید. این شرکت کاربران خودروهای ایسوزو را از استفاده از سوخت‌های حاوی متانول منع نموده است. علت این امر را نیز به ناسازگاری قطعات سامانه سوخت‌رسانی خودروهای خود با متانول ذکر کرده است. این شرکت همچنین استاندارد بودن سوخت را مطابق استانداردهای آمریکا و کانادا ضروری ذکر کرده است. شرکت ایسوزو تنها یک مدل خودروی سوخت منعطف (Humber pickup ۲WD) در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ روانه بازار کرده است.

شرکت بول، پولاریس و شرکت هارلی دیویدسون تمام موتورسیکلت‌های خود را که از سال ۱۹۸۶ روانه بازار شده‌اند مناسب سوخت‌های E۵ و E۱۰ معرفی کرده‌اند. شرکت کاوازاکی، پیاجیو و یاماها اعلام نموده‌اند که تمام موتورسیکلت‌های ساخت آنها مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ نمی‌باشند. ♦

منبع: مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی انرژی

خود را مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ روانه بازار کرده است.

شرکت پورشه تمام خودروهای ساخت خود را تا قبل از ماه می سال ۲۰۰۷ مناسب استفاده از سوخت E۵ می‌داند و استفاده از سوخت E۱۰ را در این خودروها مجاز نمی‌داند. این شرکت تمام محصولات خود را از ماه می ۲۰۰۷ مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ روانه بازار کرده است.

شرکت رور تمام خودروهای خود را مناسب استفاده از سوخت E۵ معرفی کرده است و این شرکت استفاده از سوخت E۱۰ را در خودروهای خود مجاز نمی‌داند.

شرکت رولزرویس نیز همه محصولات تولیدی خود را در فاصله سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۲ مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ روانه بازار کرده است. شرکت سآب نیز همه محصولات تولیدی خود را از سال ۱۹۸۶ مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ معرفی کرده است.

شرکت سانگ یانگ نیز چند محصول تولیدی خود را مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ معرفی کرده است. این مدل‌ها شامل Stavic ، Rexton و Chairman با موتور ۳/۲ لیتری بنزین سوز است.

شرکت سوپارو همه مدل‌های خودروهای تولیدی خود را که قبل از سال ۱۹۹۰ به بازار آمده‌اند، مدل‌های Subaru Liberty B۴ که

از سوخت‌های E۵ و E۱۰ معرفی کرده است. خودروی مدل IS۲۰۰ که تا قبل از ماه می سال ۲۰۰۲ تولید می‌شده است، مناسب استفاده از E۱۰ نمی‌باشد ولی این خودرو می‌تواند از E۵ بدون مشکل استفاده نماید.

شرکت لوتوس تعدادی از خودروهای خود را مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ نمی‌داند. این خودروها شامل مدل‌های Elan که بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۹ ساخته شده‌اند، Esprit ۴ CYL که در فاصله سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۹ ساخته شده است، Elise با موتور Rover که در فاصله سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۴ ساخته شده است، ۳۴۰R و Exige با موتور رور که در سال‌های ۲۰۰۱ ، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۴ ارائه شده است و مدل Europa که از سال ۲۰۰۶ وار بازار شده است می‌باشند. چند خودروی ساخت شرکت لوتوس مناسب استفاده از سوخت‌های E۵ و E۱۰ می‌باشند که شامل Esprit هشت سیلندر خورجینی که بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ تولید شده‌اند. خودروی Exige با موتور تویوتا و Elise با موتور تویوتا که از سال ۲۰۰۴ به بعد تولید شده‌اند می‌باشند.

شرکت ام جی تمام خودروهای خود را مناسب استفاده از سوخت E۵ معرفی کرده است و این شرکت استفاده از سوخت E۱۰ را در خودروهای خود مجاز نمی‌داند. شرکت مینی نیز همه محصولات تولیدی