

تاریخچه سیستم سوخت رسانی خودرو



قسمت اول

تاریخچه موتورهای احتراق داخلی، به سال ۱۸۷۵ بازمی گردد، که "نیکولاس اتو" (۱۸۹۱-۱۸۳۲) اولین موتور اشتعال- جرقه ای را ساخت. این موتور در ابتدا مطابق سیکل ویژه ای کار می کرد و با بازدهی حداکثر ۱۱٪، دارای وزن زیادی بود. اتو با ارائه سیکل عملکرد ۴ زمانه، بازده را به ۱۴٪ افزایش، و در کنار کاهش حجم موتور، وزن آن را نیز به کمتر از $\frac{1}{3}$ حالت قبل کاهش داد. در سال ۱۸۸۴، امتیاز ثبت شده یک شخص فرانسوی به نام "آلفونس بیودی روشاس" (۱۸۹۳-۱۸۱۵) مربوط به سال ۱۸۶۲ منتشر شد، که معلوم ساخت، او قبل از اتو، اصول سیکل ۴ زمانه را شرح داده است. البته چون روشاس نتوانسته بود ایده های خود را عملی سازد، در نتیجه امروزه اتو به عنوان مخترع موتور شناخته می شود.

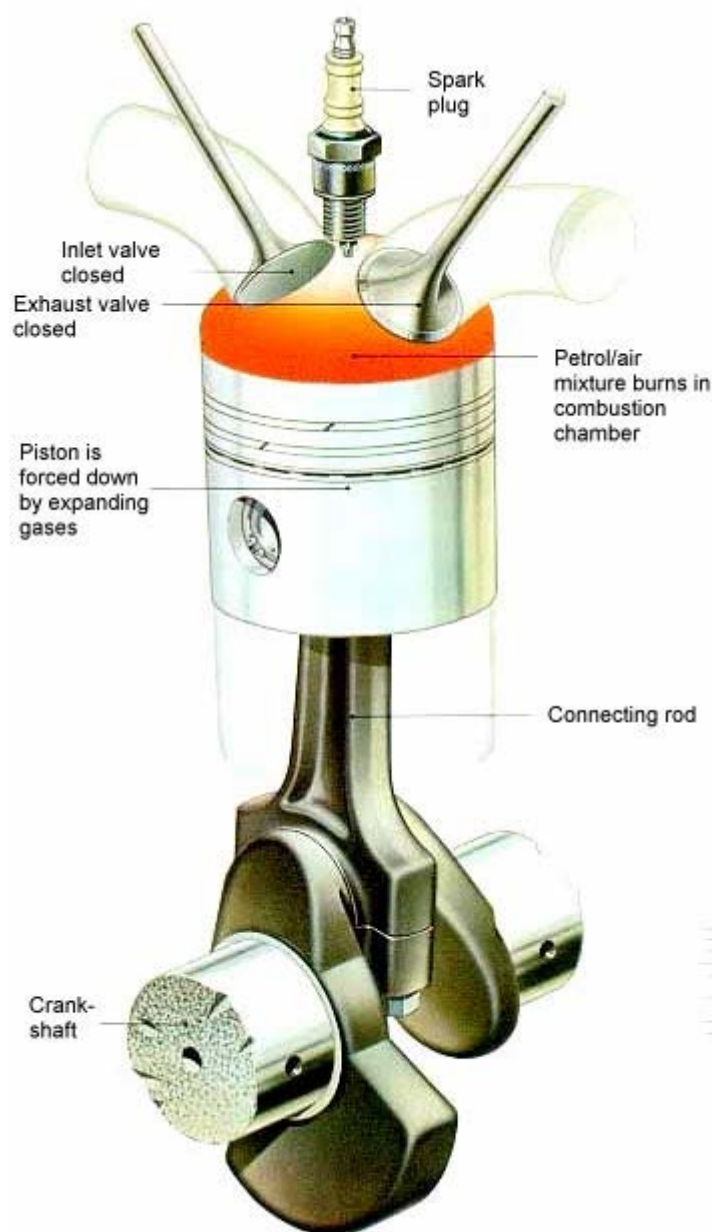
از آن پس اشخاص بسیاری در اواخر قرن نوزدهم دست به ابداع موتورهای دیگری زدند، و جملگی به این نتیجه رسیدند که نسبت تراکم تأثیر مستقیمی بر روی بازده موتور دارد. ولی

به دلیل مشکل ضربه، مقدار آن به کمتر از ۴ محدود شده بود. در دهه ۱۸۸۰، با توسعه کاربراتور و سیستم جرقه، سرعت موتور ها افزایش یافت، و امکان استفاده از موتور در اتومبیلها فراهم شد. در سال ۱۸۹۲، یک مهندس آلمانی به نام "رودلف دیزل" (۱۸۵۸-۱۹۱۳)، نوع جدیدی از موتور را به ثبت رساند. در طرح وی، در مرحله تراکم، فقط هوا تراکم شده و در انتهای این مرحله سوخت مایع به داخل هوای داغ پاشیده می شد. از آنجایی که در این طرح، هوا دچار کوبش نمی شود، لذا وی توانست نسبت تراکم را بالا ببرد، و بازده موتور را دو برابر کند. یکی از دیگر طرحهای موتور، موتور دورانی است، که اولین آنها توسط "فلیکس وانکل"، در سال ۱۹۵۷ به نتایج رضایت بخشی رسید.

سوختها نیز تأثیر فراوانی در توسعه موتور ها داشته اند. اولین موتور ها با سوختن گاز، توان مکانیکی تولید می کردند. بنزین در اواخر قرن نوزدهم، برای استفاده در کاربراتور ها مورد استفاده قرار گرفت. بنزینهای اولیه کاملاً فرار بودند و در نتیجه، امکان افزایش نسبت تراکم به بیش از ۴ نبود، ولی در عوض راه اندازی موتور (استارت زدن) راحت بود. "ویلیام برتون" (۱۸۶۵-۱۹۵۴) توانست با کراکینگ (cracking) حرارتی نفتهای سنگین، بنزینی تولید کند تا بتوان به تقاضاهای روز افزون بنزین پاسخ داد. البته به دلیل بالا بودن نقطه جوش، استارت حالت سرد موتور مشکلتر بود، که این مشکل نیز با اختراع استارت برقی در سال ۱۹۱۲ حل شد. تأثیر ضد ضربه تتراتیل سرب، در سال ۱۹۲۳ توسط شرکت جنرال موتورز کشف شد، و در دهه ۱۹۳۰ استفاده از کاتالیزور فعال به جای کراکینگ حرارتی، باعث تولید بنزینهای با کیفیت بالاتر شد.

در سال ۱۹۵۲، کشف شد که مشکل مه دود (smog)، از واکنش مابین اکسیدهای نیتروژن و

ترکیبات هیدروکربنی در مجاورت نور خورشید ایجاد می شود، که موتور ها از عوامل اصلی آن هستند. لذا برای حفظ محیط زیست، در کشورهای پیشرفته، استانداردهایی در زمینه محدود ساختن آلاینده های خروجی موتور ارائه شد. همچنین با استفاده از مبدل های کاتالیزوری در مسیر گاز های خروجی موتور، بهبود ترکیبات سوخت و حذف سرب آن سعی شده است تا مشکل زیست محیطی آلاینده های خروجی خودرو کاهش یابد.



شکل ۱- موتور احتراق داخلی اشتعال- جرقه ای

تلاش بسیاری نیز درباره سوختهای جایگزین بنزین و گازوئیل صورت گرفته، که از بین آنها می توان به گاز طبیعی، متانول و اتانول اشاره کرد. هیدروژن، بنزین و گازوئیل مصنوعی حاصل از سنگهای نفتی و زغال سنگ، نیز جایگزینهایی بلند مدت محسوب می شوند. بعد از گذشت بیش از يك قرن، ممکن است به نظر برسد که موتورهای به حداکثر توسعه خود رسیده اند، ولی در عمل موتورهای همچنان به توان و بازده بالاتر و آلودگی کمتری می رسند.

قسمت دوم

رودلف کریستین کارل دیزل در سال ۱۸۵۸ میلادی در خانواده ای فقیر چشم به جهان گشود، چنانکه کودکی خویش را در نهایت تنگدستی سپری کرد. اما با تلاش وجدیت فراوان موفق شد تحصیلات خود را در دانشکده صنعتی مونیخ با نمرات عالی به پایان برساند. یکی از معلمان وی پایه گذار علم مهندسی تبرید، بنام "کارل فون لیند"، رودلف دیزل را در فراگیری تئوریهای لازم برای محاسبات موتورهای احتراقی یاری نمود.

رودلف دیزل در این اندیشه بود که موتوری طراحی کند تا نسبت به موتورهای بنزینی و بخاری آن زمان، بازده بیشتری داشته باشد. با این فکر، در صدد طرح موتوری برآمد که بتواند هوای خالص را در زمان تراکم، تحت فشار زیاد قرار داده، از گرمای هوای متراکم شده برای احتراق خودبخود استفاده نماید. لازمه این تئوری آن بود که فشار زیادی در انتهای زمان تراکم حاصل گردد که بواسطه این فشار، گرمای زیادی در محفظه احتراق حاصل شده، تا با تزریق سوخت در لحظه مناسب، احتراق خودبخود ایجاد گردد.

در واقع این طرح که ایده جدیدی نسبت به موتورهای موجود آن زمان بود، توانست تحوّل در

صنعت پدید آورد. تا آن زمان تولید قدرت به روش موتورهای بنزینی یا موتورهای بخار رایج بود. در موتورهای بنزینی، بنزین قبل از ورود به سیلندر با هوا مخلوط شده، سپس تا اندازه ای که به خودسوزی نیفتد، تحت فشار تراکم قرار می گیرد، که در نهایت با جرقه شمعی که در داخل سیلندر زده می شود، عمل احتراق تکمیل می گردد. ولی در موتور دیزل فقط هوا در مرحله تراکم تحت فشار قرار گرفته تا دمای آن به حدی برسد که با تزریق سوخت اتمیزه شده به داخل آن، عمل احتراق خودبخود صورت پذیرد.

رودلف دیزل اولین موتور دیزل خود را در سال ۱۸۹۲ میلادی در برلین به ثبت رساند. لازم است بدانیم که اولین موتور ساخته شده اوباگرد زغال سنگ کار می کرد. تا آنکه بعداً توانست سوخت مایع را جایگزین آن نماید.

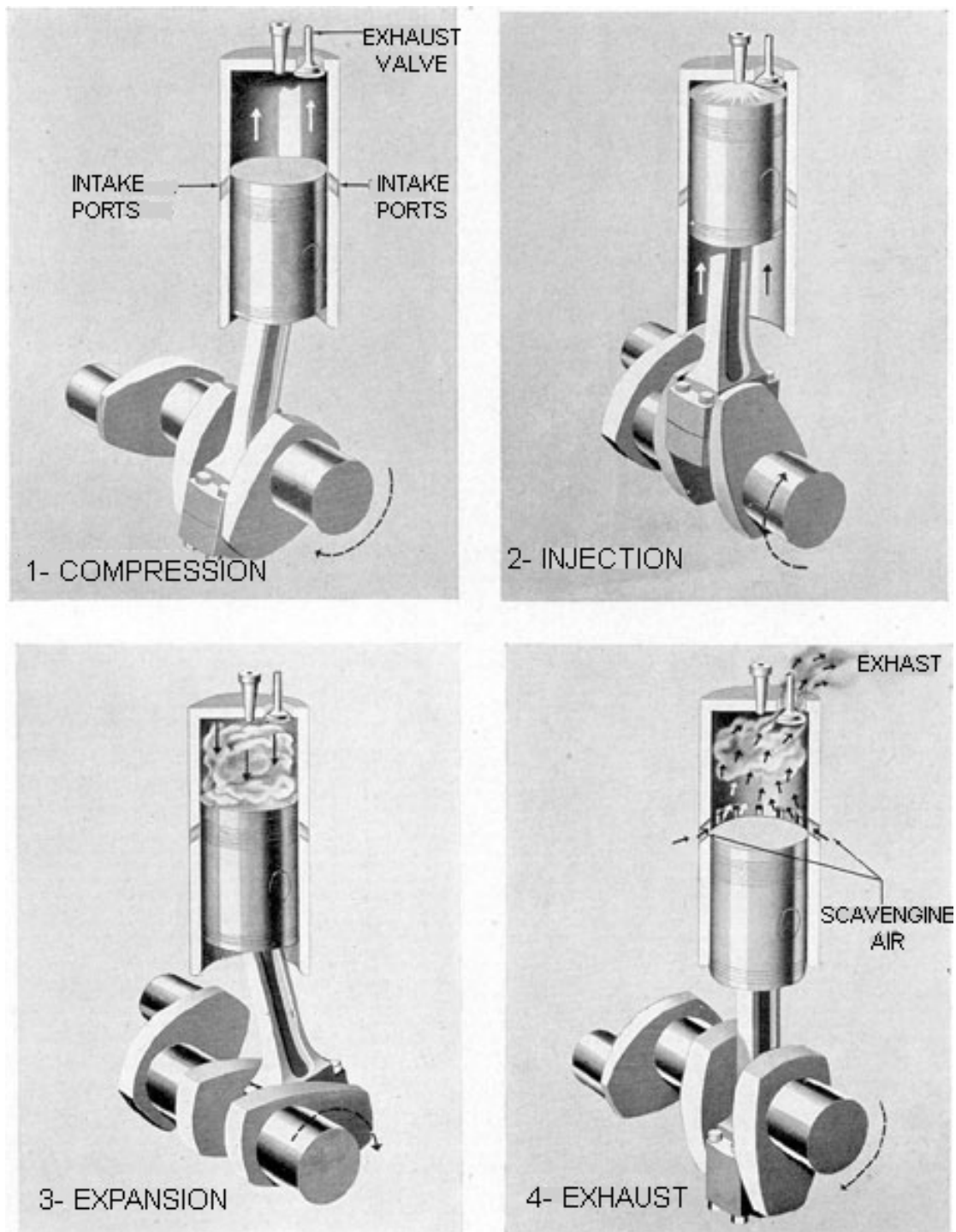
رودلف دیزل با اختراع موتور دیزل خود توانست به سود سرشاری دست یابد. او در سال ۱۹۱۳ میلادی هنگامی که به عنوان مشاور علمی نیروی دریایی انگلیس با کشتی در دریای شمال عازم انگلستان بود، با غرق شدن کشتی درگذشت.

در آن زمان سیستم دیزل در موتورهای با دور سریع متداول نبود، اما در سایر موارد به سرعت کاربرد پیدا نمود، با این حال نیاز به استفاده از موتور دیزل در سواری ها و موتورهای کوچک به شدت احساس می شد. بزرگترین مشکل برای دستیابی به این امر، مسئله سوخت مایع ونحوه تزریق سوخت در داخل سیلندر بود، تا آنکه در اواخر سال ۱۹۲۲ روبرت بوش تصمیم گرفت این مشکل را حل نماید. روبرت بوش به همراه گروه خود در سال ۱۹۲۳ توانست چندین پمپ انژکتور بسازد و در اواسط همان سال آزمایشهای لازم را بر روی موتور دیزل با پمپ انژکتور انجام دهد. پمپهای اختراعی او توانست مسئله سرعت زیاد موتورهای دیزلی را برطرف نماید

و اختراع رودلف دیزل را تکامل بخشد.

موتورهای دیزلی دامنه کاربرد وسیعی دارند، بطوریکه بر روی خودروهای سواری، کامیونها، لوکوموتیوها، کشتی ها و نیروگاههای حرارتی با ظرفیتهای مختلف نصب شده اند. با توجه به اینکه ماهیت اشتعال و شروع احتراق در موتورهای دیزلی به صورت خود اشتعالی و انتشار شعله تدریجی و آرام است، این موتورها کم دوراند ولی چون فشار احتراق بالایی دارند، در همین سرعتهای کم، گشتاور بالایی تولید می کنند. این مشخصه موتورهای دیزلی باعث کاربرد وسیع آنها در وسایل نقلیه سنگین مانند: کامیونها، اتوبوسها، ماشینهای راه سازی و کشتی ها شده است. از طرف دیگر فرآیند احتراق در موتورهای اشتعال-جرقه ای (SI) با جرقه شمع و به صورت ناگهانی شروع می شود و به سرعت انتشار می یابد. به همین خاطر این موتورها دارای دورهای بالایی بوده و چون نسبت تراکم کمتری نسبت به موتورهای دیزلی دارند، فشارهای احتراق پایین و باطبع، گشتاورهای متوسط و کمتری تولید می کنند. این مشخصه در موتورهای اشتعال-جرقه ای سبب کاربرد وسیع آنها در میان خودروهای سواری شده است.

موتورهای دیزلی بخاطر دارا بودن نسبت تراکم بالا و نبودن مانعی در مقابل جریان هوای ورودی موتور (نداشتن ونتوری و دریچه گاز کاربراتور)، دارای بازده حرارتی و حجمی بالاتری نسبت به موتورهای اشتعال-جرقه ای معمولی هستند و در نتیجه مصرف سوخت پایین و آلایندگی کمتری دارند.



شکل ۲- موتور احتراق داخلی اشتعال- تراکمی

قسمت سوم

رودولف دیزل در پاریس از پدر و مادری آلمانی متولد شد. آنها در طول دوران اقامت خود در پاریس مدام از يك آپارتمان کهنه و محقر به آپارتمان دیگر نقل مکان می کردند. با شروع

جنگ بین فرانسه و پروس در ۱۸۷۰، مقامات فرانسوی اعضای این خانواده را عناصر نامطلوب سیاسی تشخیص دادند و آنها را وادار به مهاجرت به انگلستان کردند. در انگلستان یافتن کار غیر ممکن بود و والدین رودولف از فرط استیصال او را به آگسبورگ فرستادند تا نزد عمویش زندگی کند. در آگسبورگ رودولف در مدرسه ای ثبت نام کرد.

دیزل در ریاضیات و مکانیک استعداد خدادادی داشت. وقتی مدرسه را به پایان برد شاگرد اول بود و براساس توصیه های آموزگارانش و در پی مصاحبه ای که مدیرآموزش و پرورش ایالت باواریا با او انجام داد موفق شد با بورس تحصیلی به پلی تکنیک مونیخ که دانشگاهی معتبر و صاحب نام بود راه پیدا کند.

استاد او در درس مهندسی نظری پروفسور کارل فون لیند معروف بود که ماشین تبرید آمونیاک را ساخت و نخستین روش عملی مایع کردن هوار ابداع کرد. لیند در ترمودینامیک و پدیده های تراکم بالا صاحب نظر بود. او در طی یکی از درسهایش خاطر نشان کرد که بازده گرمایی ماشین بخار در حدود ۶ تا ۱۰ درصد است. یعنی $\frac{1}{10}$ یا مقداری کمتر، از انرژی گرمایی سوختی که این ماشین مصرف می کند، صرف به چرخش در آوردن میل لنگ می شود و بقیه آن به هدر می رود.

دیزل در امتحانات نهایی پلی تکنیک نمره های ممتازی گرفت که کسی تا آن زمان نگرفته بود. پروفسور لیند برای این مهندس جوان کاری در پاریس دست و پا کرد و دیزل در طی چند ماه به مقام مدیر نخستین کارخانه یخ سازی پاریس ارتقا یافت و چیزی نگذشت که او پخش ماشین آلات لیند در جنوب اروپا را در دست گرفت.

در این ایام دیزل ۳۰ ساله بود، ازدواج کرده بود و ۳ فرزند داشت و جامعه علمی اروپا او را

به عنوان یکی از با استعداد ترین مهندسان دوران می شناخت. او در نمایشگاه جهانی ۱۸۸۹ پاریس مقاله‌ای ارائه کرد و تنها فرد آلمانی بود که به این افتخار نائل آمد. وقتی نخستین تقدیرنامه خود را از يك دانشگاه آلمانی دریافت می کرد، در ضمن سخنرانی از سر مطایبه اعلام کرد که «من یخ فروشم...».

او شخصی شوخ طبع، محبوب، منتقد و واقع نگر بود. وقتی با بی کفایتی دیگران روبه‌رو می شد از کوره در می رفت و بستگانش او را مغرور و صاف می کردند. در عین حال به کارگزارانش علاقه‌مند بود. او چندین طرح در مورد تولید نوعی یخ شفاف ثبت کرده بود. این نوع یخ که به یخ طبیعی شباهت داشت مطبوع طبع افراد طبقه بالا بود. پروفیسور لیند چنین افکار بچه‌گانه‌ای را تأیید نمی کرد و دیزل را واداشت که به موضوعهای جدیدتری بپردازد. دیزل سالها در پاریس روی موتور آمونیاکی کار کرد. اما ماهیت خورنده این گاز در فشار و دمای بالا او را شکست داد. اساس نظری تحقیقات او مقاله‌ای به نام کارنو بود که در ۱۸۲۴ انتشار یافته بود. کارنو مسئله جالبی را مطرح کرده بود؛ او می خواست تعیین کند که يك موتور گرمایی با چرخه موسوم به کارنو چقدر می تواند کار انجام دهد.

در سالهای ۱۸۹۲ و ۱۸۹۳ دیزل مشخصات فنی نوع جدیدی از موتور گرمایی را نزد دولت آلمان ثبت کرد. گام بعدی ساختن نمونه‌ای از این موتور بود. او بر اثر اصرار همسرش، افکار خود را در مورد این موتور در جزوه‌ای منتشر کرد و توانست نظر ماشین سازان برجسته آگسبورگ را به این موضوع جلب کند.

موتوری که در این جزوه شرح داده شده و مشخصات فنی آن به ثبت رسیده بود مشخصه‌هایی به شرح زیر داشت:

- تراکم هوا پیش از رسیدن سوخت، تراکم بی دررو (آدیاباتیک) بود؛ یعنی در طی این مرحله گرما از طریق کف پیستون یا سر سیلندر تلف نمی‌شد.

- سوخت رسانی دقیق، به طوری که بر اثر گرمای احتراق فشار تراکم افزایش نیابد. این موتور با چرخه فشار – ثابت کار می‌کرد. انبساط گازها دقیقاً با پایین آمدن پیستون همگام بود. این یکی از مشخصه‌های برجسته چرخه ایده آل کارنوبود و برای رفع نقیصه چرخه اتوابع شده بود. در چرخه اتو، در هنگام جرقه زدن و ایجاد اشتعال، فشار احتراق چنان به سرعت افزایش می‌یابد که باید موتور او را موتور حجم – ثابت تلقی کرد.
- انبساط بی دررو.

- تخلیه لحظه‌ای دود با حجم ثابت.

چند هفته بعد شرکت کرویپ، باب مذاکره را با دیزل باز کرد. دیزل، براساس افکار جهانی نگرانه خود قرارداد دیگری با شرکت سوئیسی برادران سولزر بست.

بدیهی است که دیزل انتظار نداشت موتوری عملاً بتواند این مشخصات فنی را داشته باشد. طبق تعریف، بی دررو بودن تراکم و تخلیه امکانپذیر نیست، مگر فلز موتور در دمای احتراق باشد. به همین ترتیب، سنجش سوخت هم نمی‌تواند به اندازه‌ای دقیق باشد که فشار احتراق را به فشار ناشی از تراکم محدود کند. هیچ سیلندری را هم نمی‌توان به طور لحظه‌ای تخلیه کرد. اما این مشخصات فنی از آن رو اهمیت دارند که مسیر منتهی به اختراع را نشان می‌دهند. منطق ابداع موتور دیزل صرفه جویی در مصرف سوخت و هرچه نزدیکتر شدن به چرخه کارنو، تا جایی که مواد اجازه دهد، بود. ماشین بخار، یا چرخه رانکین از این نظر کارآمد نبود و موتور چهارزمانه اتو که با جرقه حاصل از لوله داغ سوخت را مشتعل می‌کرد فقط

اندکی از آن بهتر بود.

این شیوه کار، یعنی تبیین اساس ریاضی اختراع و سپس تحقق عملی آن درست نقطه‌مقابل طرز فکر مخترعانی بود که از مکتب ادیسون، وستینگ‌هاوس و کترینگ پیروی می‌کردند. وقتی دیزل سال ۱۹۱۲ از آمریکا بازدید می‌کرد، توماس ادیسون برای مخترع جوان توضیح داد که این مردان به روش استقرایی و بالهام از تکنولوژی موجود کار می‌کردند، نه به روش استنتاجی و بر اساس مدل یا ایده. در نظر دیزل این طرز کار، در بهترین حالت به تصادف وابسته بود، هر چند نتایجی که ادیسون و سایر مخترعان پیرو مکتب استقرایی بدست آورده بودند، آشکارا در زمره مهمترین نتایج بود. دیزل عقیده داشت که بهره‌وری را باید با معیاری کاملاً عملی و مطلق سنجید.

نخستین موتور دیزل يك موتور تك سيلندر چهار زمانه بود که با بخار بنزین کار می‌کرد. در این موتور، وقتی پیستون به نقطه مرگ بالایی می‌رسید، بخار بنزین به وسیله کمپرسور هوا به داخل سیلندر پاشیده می‌شد. این موتور در سال ۱۸۹۳ به کار افتاد. اما معلوم شد که بر اثر اشتباه خواندن نقشه، محفظه احتراق بزرگتر ساخته شده است. با استفاده از پیستونی جدید این نقیصه را برطرف کردند و موتور را به يك فشار سنج متصل کردند. فشار سنج پیش از ترکیدن، فشاری معادل ۸۰ اتمسفر را نشان داد.

خروجی این موتور، که دیزل آنرا بانوی سیاه نامید، در بهترین حالت اندکی از ۲ اسب بخار بیشتر بود که برای غلبه بر تلفات ناشی از اصطكاك و تراکم کفایت نمی‌کرد. در نتیجه موتور را از نو طراحی کرد.

مدل دوم در پایان سال ۱۸۹۴ مورد آزمایش قرار گرفت. برای سوخت رسانی به این موتور از

پمپی با جابجایی متغیر استفاده شد تا جوابگوی دور و بار موتور باشد. در فوریه سال بعد مکانیکی بنام لیندر از پیشرفت چشمگیری خبر داد. موتور پت پت کنان کار می کرد و به وسیله تسمه از موتورخانه مرکزی کارگاه نیرو می گرفت؛ ناگهان لیندر متوجه شد که سمت محرك تسمه شل شده است؛ در واقع موتور دیزل به موتورخانه توان منتقل می کرد. برای نخستین بار موتور دیزل روی پای خود ایستاده بود.

آزمایشات دقیق نشان داد که عمل احتراق منظم انجام نمی شود. ماههای بعد به طراحی مجدد نازل و سیستم سوخت رسانی صرف شد. اما نتیجه ای حاصل نشد و دیزل در عین ناامیدی از رابرت بوش يك دستگاه جرعه زنی مگنتی درخواست کرد. بوش شخصاً یکی از این دستگاههای کم ولتاژ را روی موتور دیزل نصب کرد، اما دستگاه اثر ناچیزی بر فرآیند احتراق داشت. با تغییر در مقدار هوایی که همراه سوخت پاشیده می شد، پیشرفتهایی حاصل شد. در آن زمان سوخت مصرفی نفت سفید یا بنزین بود.

دیزل سوّمین موتور خود را با نسبت کورس به قطر سیلندر کوچکتری ساخت و دوانژکتور برای آن تعبیه کرد. یکی از انژکتورها سوخت مایع و دیگری مخلوطی از هوا- سوخت می پاشید. این طرح دیزل موفقیت آمیز بود و توان ۲۵ اسب بخار در سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه حاصل کار او بود. این موتور بسیار کارآمدتر از موتور اولیه بود. با انجام تغییرات بیشتری در سوخت پاش، پیستون و سیستم روغنکاری، این موتور در پایان سال ۱۸۹۶ برای تولید آماده شد.

از آن پس دیزل بیشتر اوقات خود را صرف خانواده اش، موسیقی و عکاسی می کرد. پول زیادی از بابت حق امتیازها و کنسرسیونهای جدیدی که برای ساخت موتور دیزل در فرانسه، انگلستان و روسیه تشکیل شده بود، عاید او شد. يك کارخانه آجوسازی امریکایی نخستین موتور تجاری

دیزل را، شبیه موتوری که اکنون در کارخانه بودوایزر در سنت لوئیس، به معرض نمایش گذاشته شده است، خریداری کرد. مالک این کارخانه با پرداخت يك میلیون مارك، معادل ۲۵۰ هزار دلار، حق امتیاز این موتور را در امریکا بدست آورد. این مبلغ بیشتر از آن بود که دیزل فکرش را می کرد.

در مراحل بعدی تکمیل موتور دیزل، بر روی مصرف سوختهای مختلف آزمایشاتی انجام شد. به زودی مشخص شد که این موتور می تواند تقریباً هر نوع سوخت هیدروکربنی، از بنزین تا روغن بادام زمینی را مصرف کند. دیزل در جستجوی یافتن بهترین سوخت، گرد زغال سنگ را امتحان کرد. ذخیره سازی این سوخت کاری خطرناک بود، اما دیزل توانست آن را در يك موتور آزمایشی مصرف کند.

با پیدایش موانع و مشکلات، انجام آزمایشات متوقف شد. همه کسانی که امتیاز ساخت این موتور را خریده بودند، در انجام آزمایشها موفق نشدند. دست کم در يك مورد مجبور شدند همه موتورهای تولیدی را پس بگیرند. با کمبود تکنسین ماهر، مشکلات حادثتر شد. با بروز مشکلی کوچک، موتور هفته ها از کار می افتاد و همین باعث می شد که صبر مشتری به پایان برسد و موتور را به کارخانه پس بفرستد. در پی بروز مشکلات، این فکر قوت گرفت که شاید به این موتور بیش از حد بها داده شده است. بعضیها معتقد بودند که می بایست این موتور را، پیش از ارائه به بازار، کاملتر می کردند. دیزل اطمینان داشت که آنچه او اختراع کرده است، هرگاه طبق مشخصات فنی، ساخته، تعمیر و نگهداری شود، درست کار خواهد کرد. او با گنجاندن تبصره ای در قراردادها، که خواستار يك کاسه شدن تحقیقات بود، سازندگان را به تکمیل هر چه بیشتر این موتور تشویق کرد. طبق این تبصره سازندگان طرف قرارداد ملزم بودند که نتایج تحقیقات خود بر روی موتور

دیزل را در اختیار دیگران قرار دهند.

موفقیت دیزل از دو جهت بسیار متزلزل بود. از طرفی دعاوی زیادی بر علیه او اقامه می شد و از طرف دیگر دیزل نقطه ضعف دیگری داشت و آن سرمایه گذاریهای مخاطره آمیز بود. این نقطه ضعف، همراه با تمایل به داشتن زندگی اشرافی، میلیونها مارک برای دیزل هزینه در بر داشت. رابرت نیشکه و چارلز مورو و یلسون، آمریکاییهایی که زندگی نامه دیزل را نوشته اند، تخمین می زنند که خانه مجللی که دیزل در آغاز قرن بیستم در مونیخ ساخت يك میلیون مارک هزینه در برداشته است.

موتور دیزل اولین موتوری نبود که در آن از اصل اشتعال- تراکمی (CI) استفاده می شد. اکروید استوارت در سال ۱۸۹۰ طرحی را به ثبت رسانده بود که از لحاظ ظاهری بسیار شبیه طرح دیزل بود.

موتورهای دیزل در کاربردهای زمینی و دریایی پیشرو بودند، اما ساخت آنها پر هزینه بود و تعمیر آنها به تخصص ویژه ای نیاز داشت که همین عوامل باعث می شد تولید انبوه این موتور مطرح نباشد.

دیزل دوباره دست به کار شد. او پس از کار کردن بر روی چندین طرح که بعضی از آنها آینده نگر بود، تصمیم به ساخت موتور اتومبیل گرفت. دیزل دو موتور اتومبیل ساخت.

مدل کوچکتر را که توانی معادل ۵ اسب بخار داشت به تولید رساند، اما فروش خوبی نداشت. این موتور به دلیل نسبت تراکمش، سنگین بود و اندازه های کوچکتر این موتور به سختی روشن می شد. مشکل دیگر نیاز به هوای فشرده برای رساندن سوخت به داخل محفظه احتراق بود. به این مشکلات ماشینکاری دقیق را نیز اضافه کنید تا به این نتیجه برسید که ساخت موتور دیزل

برای اتومبیل عملی نیست.

مرسدس بنز در سال ۱۹۳۶ يك اتومبیل سواری با موتور دیزل به بازار عرضه کرد. پس از آن آستین، لندروور و مدتها پس از آن پژو نیز اتومبیلهایی با موتور دیزل به بازار عرضه کردند. اما در این زمان هم امتیاز موتورهای دیزل مصرف سوخت کمتر و عمر بیشتر آنها بود، و گر نه نمی توانستند با اتومبیلهای بنزینی رقابت کنند.

لکوموتیوی که شرکت سوئیسی برادران سولزر ساخته بود، چندین ماه با موتور دیزل کار کرد. آزمونهای اولیه ناامید کننده بود، اما در سال ۱۹۱۴ راه آهن پروس و راه آهن ایالت ساکسون در خدمات روزانه خود از لکوموتیوهای دیزل استفاده می کردند. شایان ذکر است که امروزه بیشتر لکوموتیوهای جهان دیزلی اند.



شکل ۳- لکوموتیو دیزلی

استفاده از موتور دیزل در دریا به سال ۱۹۰۲ بازمی گردد. شرکت نوبل، موتور بعضی از کشتیهای خود را با موتور دیزل عوض کرد و در سال ۱۹۰۵ ناوگان فرانسه در زیر دریاییهای خود از این موتور استفاده می کرد. ویژگی اصلی این موتور ها برای کشتی، نیاز به فضای کم مورد نیاز

موتور بود که باعث می شد ظرفیت باربری کشتی افزایش یابد.



شکل ۴- نمونه ای از کشتی و زیردریایی با موتور دیزل

دیزل در سخنانیهای مکرر، مزایای این اختراع را جمع بندی کرد. نخستین مزیت بازده موتور بود که به نفع مالک موتور و در مقیاس کلان به سود اقتصاد جامعه بود. در میان مدت افزایش بازده، منجر به صرفه جویی در هزینه ها و در بلندمدت منجر به افزایش عمر ذخایر انرژی می شد. مزیت دیگر موتور اشتعال- تراکمی قابلیت ساخت آن در اندازه های مختلف، از کمتر از یک اسب بخار تا ۲۴۰۰ اسب بخار بود، که موتور اخیر را شرکت ایتالین توسی در سال ۱۹۱۲ ساخت. موتور دیزل در مقایسه با ماشین بخار، جمع و جور و پاکیزه بود.



شکل ۵- ایده اولیه استفاده از بخار برای حرکت

در این دوران دیزل دوباره توجه خود را معطوف مسئله‌ای کرد که معاصرانش آن را مسئله اجتماعی می‌نامیدند. او فقیر بود و آثار صنعتی شدن را شخصاً در فرانسه، انگلستان و آلمان به چشم دیده بود. بدیهی بود که ماشین انسان را آزاد نمی‌ساخت، یا دست کم توده‌های مردان و زنانی را که ناگزیر بودند زندگی خود را با نظام کارخانه وفق دهند به بند کشیده بود. معضلی که در همراهی افزایش تولید کالا با تشدید فقر مادی و معنوی مشاهده می‌شد، نظر کارل ماکس را نیز به خود جلب کرد و او این مسئله را تضاد اصلی سیستم سرمایه داری می‌دانست. دیزل از روی غریزه به مارکس اعتماد نداشت، زیرا به خشونت نهفته در مفهوم سوسیالیسم علمی بدگمان بود. او نمی‌توانست این نظریه تاریخی را که نظریه پرداز آن مدعی بود بر اصول مطلق ریاضی مبتنی است جدی بگیرد.

او تأملات خود در باب این موضوع را تحت عنوان **مکتب همبستگی** در سال ۱۹۰۳ منتشر کرد. اساس فکر او این بود که ملتها بیشتر از آنکه باهم اختلاف داشته باشند به هم شباهت دارند. تقسیم بندی‌هایی که مشخصه جامعه مدرن اند تا حدی ساختگی اند که منطق اقتصادی ندارند. توده‌های انسانی، برای دستیابی به اتفاق نظر و همبستگی باید در منابع تولید شریک شوند. فرمول او این بود که هر کارگر روزانه يك پنی پس انداز کند. سرانجام این پنیها زیاد می‌شود و می‌تواند به سهام یا بخشی از سهام بنگاههای اقتصادی تبدیل شود. توزیع دوباره ثروت و مهمتر از آن، احساس حاکمیت بر سر نوشت خود، بدون دست زدن به خشونت یا اقدامات بغض آلود، صرفاً در پرتو آثار سرمایه انباشته کارگران امکانپذیر است.

دیزل کتاب دیگری نوشت که استقبال بهتری از آن شد و این کتاب با عنوان **پیدایش موتور دیزل** تاریخچه اختراع او بود و در آخرین سال عمرش انتشار یافت.

دیزل سالها سردرد میگری داشت و در آخرین دهه عمرش به نقرس هم مبتلا شد؛ دردی که سرانجام او را وادار کرد دمپاییهای گشاد مخصوصی بپوشد. به این بیماریها خستگی هم اضافه شد؛ او احساس می کرد که بخشی از کارش ناتمام مانده و کسی نیست که آنرا ادامه دهد. هیچ يك از دوپسرش علاقه ای به موتور نشان نمی دادند و خود او نیز به نظر می رسید که تمرکز فکری سالهای اولیه را، زمانی که به کمتر از ۲۰ ساعت کار در روز نمی اندیشید، از دست داده است. قبول پست مشاور نیروی دریایی انگلیس، چیزی که در دوران جوانی آرزویش را داشت، فقط می توانست سر نوشت محتوم او را به تاخیر بیندازد.

در آنتورپ به همراهی سه تن از دوستانش سوار کشتی ای شد که عازم وارویک بود. آنها صمیمانه با هم شام خوردند و سپس به کابینهای خود رفتند. صبح روز بعد رودلف دیزل گم شد. یکی از خدمه پالتوی او را یافت که مرتب تاشده و زیر یکی از نرده های عرشه قرار داشت. ناخدا کشتی را متوقف کرد، اما از جنازه اثری نیافتند. چند روز بعد يك قایق جنازه ای را در کانال کشف کرد. در جیبهای او فقط يك کیف پول خرد و يك جعبه عینک پیدا شد. ملوانان جنازه را در آب به حال خود رها کردند. زیر ادریانوردان از گرفتن جنازه در دریا هراس داشتند. خانواده دیزل اشیای یادشده را با اطمینان شناسایی کردند. آنها مرگ او را خودکشی تلقی کردند، اما روزنامه های انگلیسی جاسوسان خارجی را در این کار دخیل می دانستند. آنها علت را در این می دانستند که خارجیها نمی خواهند زیر دریاییهای انگلیس به موتور دیزل مجهز شود.

قسمت چهارم

ساختمان موتورهای احتراقی پیستونی به شکلی است که حرکت متناوب پیستونها را تبدیل به حرکت دورانی محور موتور (میل لنگ) می نماید. در این موتور ها قطعات رابط یا همین مکانیسم

تبدیل حرکت خطی پیستون به حرکت دورانی میل لنگ و سیستم سوپاپهای ورودی و خروجی سبب بالا رفتن وزن موتور و کار اضافی می شود. در ضمن در موتورهای دوزمانه، که ورود هوا و خروج دود با شیرهای مخصوص جانبی سیلندر صورت می گیرد، این ایده را مطرح می کند که در ساختمان موتور وجود سوپاپهای ورودی و خروجی لازم نبوده و می توان از آنها صرف نظر کرد. مانند موتورهای بدون سوپاپ با حرکت يك عضو متحرك موتور، مجاری ورود هوا و خروج دود را باز و بسته نمود.

از نظریات فوق این ایده مطرح می شود که آیا می توان موتور احتراقی چهارزمانه ای طراحی کرد که بدون سوپاپ بوده و يك حرکت دورانی مستقیم را پدید آورد.

اگرچه مخترعین با مشاهده توربین بخار توانستند موتورهایی بنام توربین گاز بسازند و دامنه طراحی ساختمان آنها توسعه داده در کلیه قسمتهای صنعت بکار برند و حتی امروزه در وسایل نقلیه زمینی، دریایی و هوایی از آن بهره ببرند، ولی این موتورها با موتور چهارضربه ای تفاوت کلی دارند و قسمتهای مختلف آن در جریان سیال دخالت دارند. مانند توربین گاز پر دور و قدرت، که بر روی هواپیماها بنام موتورهای جت مورد استفاده قرار می گیرد.

در این موتورها، سیال، چهار کورس را در يك فضای معین به انجام نمی رساند. لذا این مسئله مخترعین را به این فکر واداشت که موتورهای جدیدی بسازند که اولاً عمل چهارضربه در آنها مثل موتورهای چهارضربه ای پیستونی باشد و ثانیاً در آنها سوپاپها حذف گردیده و مثل موتورهای دو زمانه، ورود سیال و خروج دود، با حرکت جسم متحرك انجام پذیرد. با این طراحی، موتور بسیار ساده گشته، بسیاری از قطعات آن حذف شده و تنظیم آن ساده تر می گردد.



شکل ۶- هواپیمای مجهز به موتور وانکل

مخترع آلمانی، فلیکس وانکل در کارگاه خود بجستجوی موتور احتراقی دوّار بدون پیستونهای معمولی بود، که سیّال در اطّاق آن عمل چهارضربه را متوالیاً انجام داده و قوای حاصله از احتراق سوخت، مستقیماً روی جسم متحرک تعبیه شده بر روی محور، اثر کرده سبب گردش دورانی محور آن گردد.

دربدو امر این موتور نواقص بسیاری داشت، تا آنکه در سال ۱۹۵۴ وانکل به کمک وزارت هواپیمایی و صاحبان صنایع سنگین آلمان اوّلین موتور خود را ساخت و به مورد آزمایش گذاشت و نتیجه کاملاً رضایت بخش بود.



شکل ۷- وانکل به همراه موتور اختراعی اش

قسمت پنجم

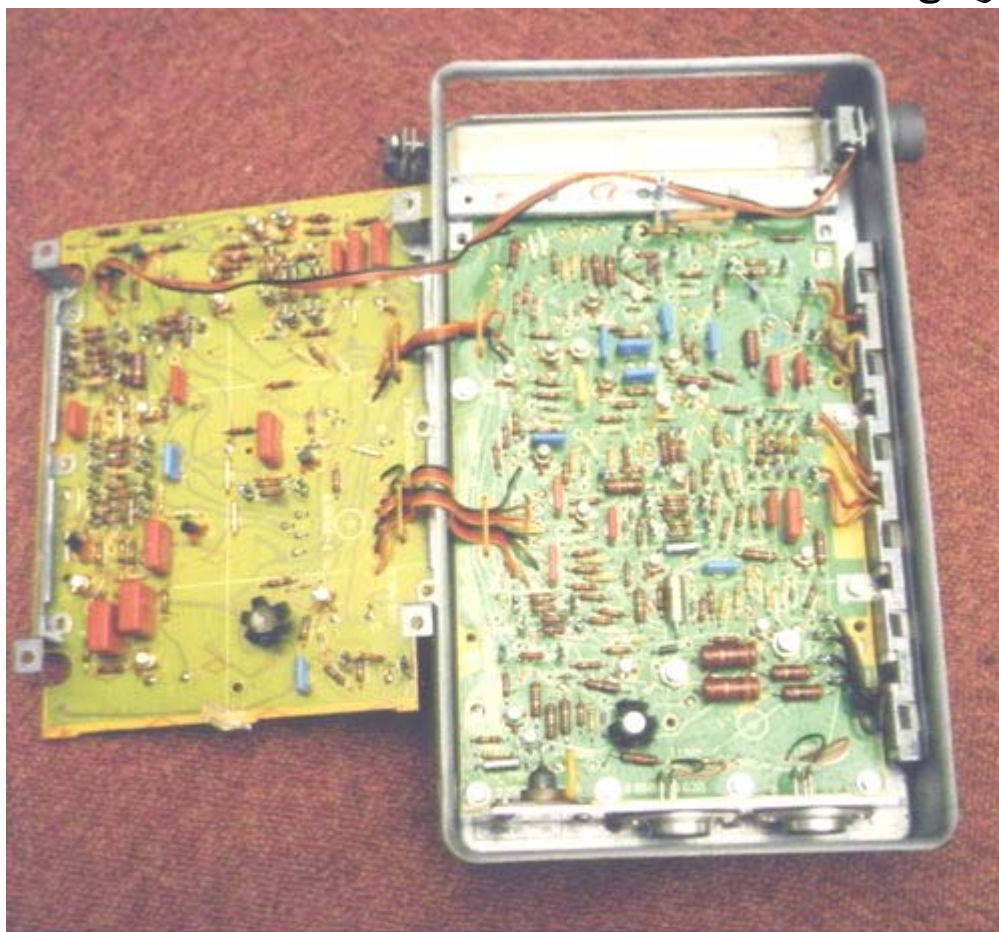
داستان تزریق سوخت به بیش از يك صدها سال پیش برمی گردد. در سال ۱۸۹۸ شرکت موتور سازی دویتز (deutz) پمپهای پلانجری را به منظور تزریق سوخت در سری محدودی از تولیدات خود بکار گرفت.

در سال ۱۹۱۲ کمپانی بوش تحقیقات خود را بر روی پمپهای تزریق بنزین آغاز کرد. تلاشهای مستمر این کمپانی موجب شد تا در سال ۱۹۳۷ تولید انبوه نخستین موتور هواپیمای مجهز به سیستم تزریق سوخت بوش آغاز شود. در آن سالها مشکلات ناشی از یخ زدن و نتوری کاربراتور موتور هواپیما و خطرات آتش سوزی، انگیزه اصلی برای توسعه سیستمهای تزریق بنزین در کاربردهای هوایی بود. تکمیل این سیستم سرآغازی برای سیستمهای تزریق بنزین بوش بود. اما هنوز راهی طولانی در مسیر توسعه سیستمهای تزریق سوخت مناسب برای خودروهای سواری باقی مانده بود.

در سال ۱۹۵۱ برای اولین بار يك واحد تزریق مستقیم بنزین به داخل سیلندر (GDI) که به عنوان بخشی از قطعات استاندارد يك خودروی كوچك طراحی شده بود، در معرض دید عموم قرار گرفت.

چند سال بعد کمپانی مرسدس بنز يك واحد تزریق سوخت رابر روی اتومبیل SL-300 نصب کرد.

در سال ۱۹۶۷ تکنولوژی تزریق سوخت گام بلند دیگری به جلو برداشت و اولین سیستم تزریق سوخت الکترونیکی بنام دی-جترونیک (D-jetronic) بر مبنای کنترل فشار هوای ورودی طراحی شد.

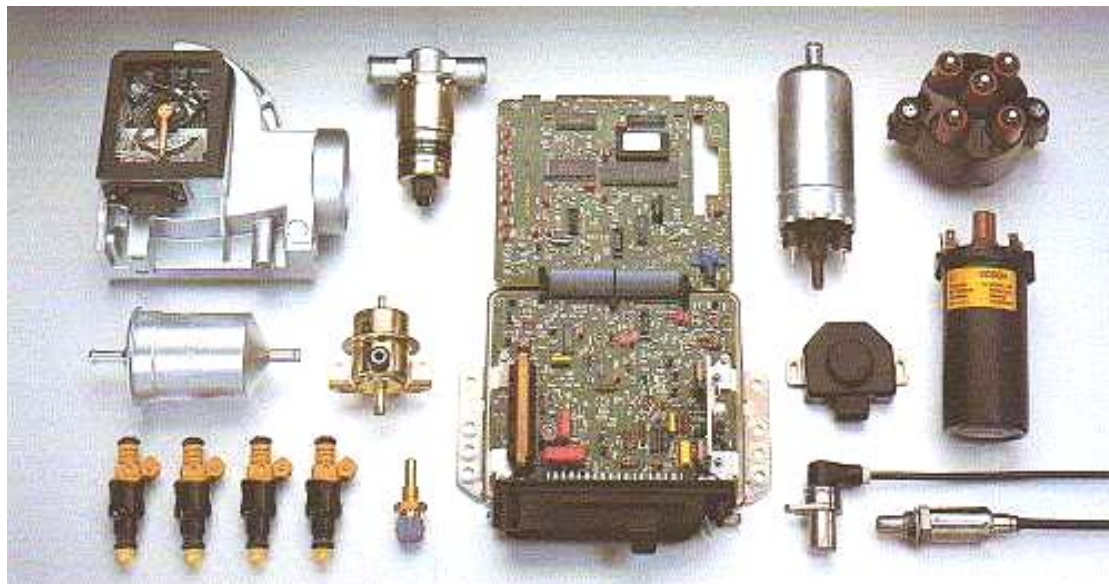


D Jetronic ECU

شکل ۸- واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم سوخت رسانی D-jetronic

در سال ۱۹۷۳ سیستم L-jetronic که بر مبنای کنترل جریان هوا کار می کرد به بازار عرضه شد.

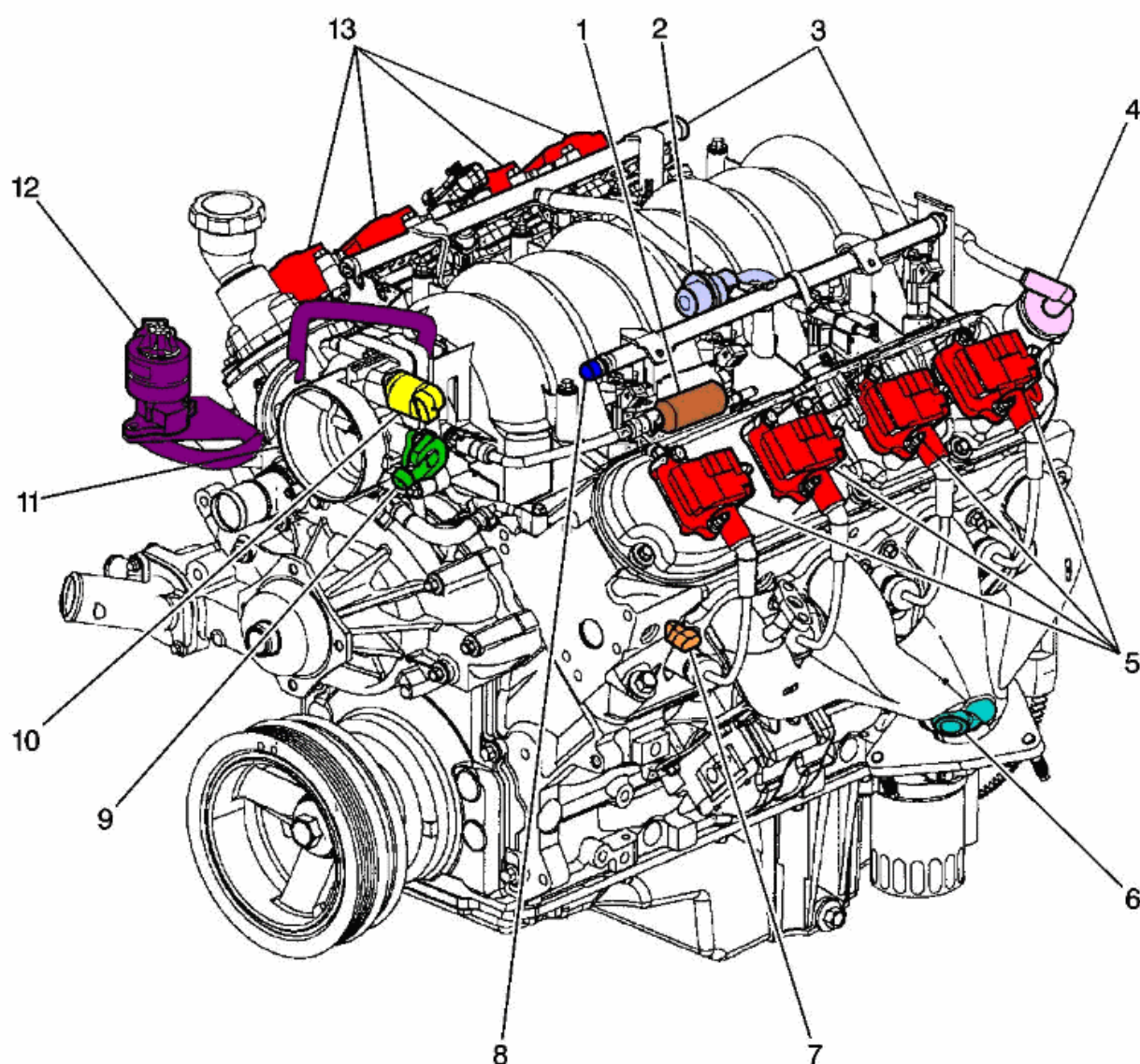
در همان زمان سیستم K-jetronic که به شکل هیدرولیکی- مکانیکی جریان هوا را کنترل می کرد و توانایی آن کمتر از سنسور مربوط به جریان هوا در L-jetronic نبود، طراحی شد. در سال ۱۹۷۹ يك سیستم جدید بنام Motronic عرضه شد. در این سیستم L-jetronic با يك برنامه الکترونیکی برای کنترل سیستم جرعه زنی ترکیب شده است که اولین ریزپردازنده طراحی شده برای خودرو است.



شکل ۹- قطعات سیستم سوخت رسانی موترونيك

در سال ۱۹۸۲ مدل K-jetronic با مدار کنترل حلقه بسته الکترونیکی و سنسور اکسیژن لاندا با نام KE-jetronic وارد بازار شد.

در سال ۱۹۸۳ مدل Mono-jetronic که سیستم تزریق سوخت تك نقطه ای کارآمدی بود عرضه شد.



شکل ۱۰- قطعات موتور مجهز به واحد کنترل الکترونیکی

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| ۱- سولنوئید کنیستر | ۸- کانکتور اتصال تست فشار سوخت |
| ۲- آکومولاتور | ۹- سنسور دریچه گاز |
| ۳- ریل سوخت رسانی وانژکتورها | ۱۰- کنترل هوای دور آرام |
| ۴- تهویه محفظه میل لنگ | ۱۱- بدنه دریچه گاز |
| ۵- کوئل‌های سیلندرهای سمت چپ موتور | ۱۲- سوپاپ بازخورانی گازهای خروجی |
| ۶- سنسور اکسیژن | ۱۳- کوئل‌های سیلندرهای سمت راست موتور |
| ۷- سنسور مایع خنک کننده موتور | |