۱ــ۸ــ۴ــموترونیک(M-Motro): موترونیک ــ ام یک سیستم مدیریت موتور برای تزریق در مانی‌فولد موتورهای بنزینی است. این حقیقت، که هوای مورد نیاز از میان دریچه‌ی هوای ورودی عبور می‌کند، اساس شکل‌گیری این سیستم شده است. پدال گاز به‌وسیله‌ی یک کابل به دریچه‌ی ورودی هوا متصل می‌شود. محل قرارگیری پدال گاز نشان دهنده‌ی میزان باز بودن دریچه‌ی هوای ورودی است. این سیستم حجم هوای عبور کرده از دریچه‌ی هوای ورودی به سیلندرها را کنترل می‌کند. هم‌چنین، اجازه می‌دهد، در صورت نیاز، مقداری ازحجم هوای عبوری به دریچه‌ی ورودی بازگردد. در نتیجه با اضافه کردن هوامی‌توان سرعت موتور را در یک جو ثابت نگه داشت. برای مثال، زمانی که به کاهش قدرت (کنترل سرعت ایده‌ال) نیاز است، برای تحقق آن، باید ای‌سی‌یوی (ECU) موتور کنترل شود تا سبب بازشدن مقطع عرضی کانال کناری گردد.

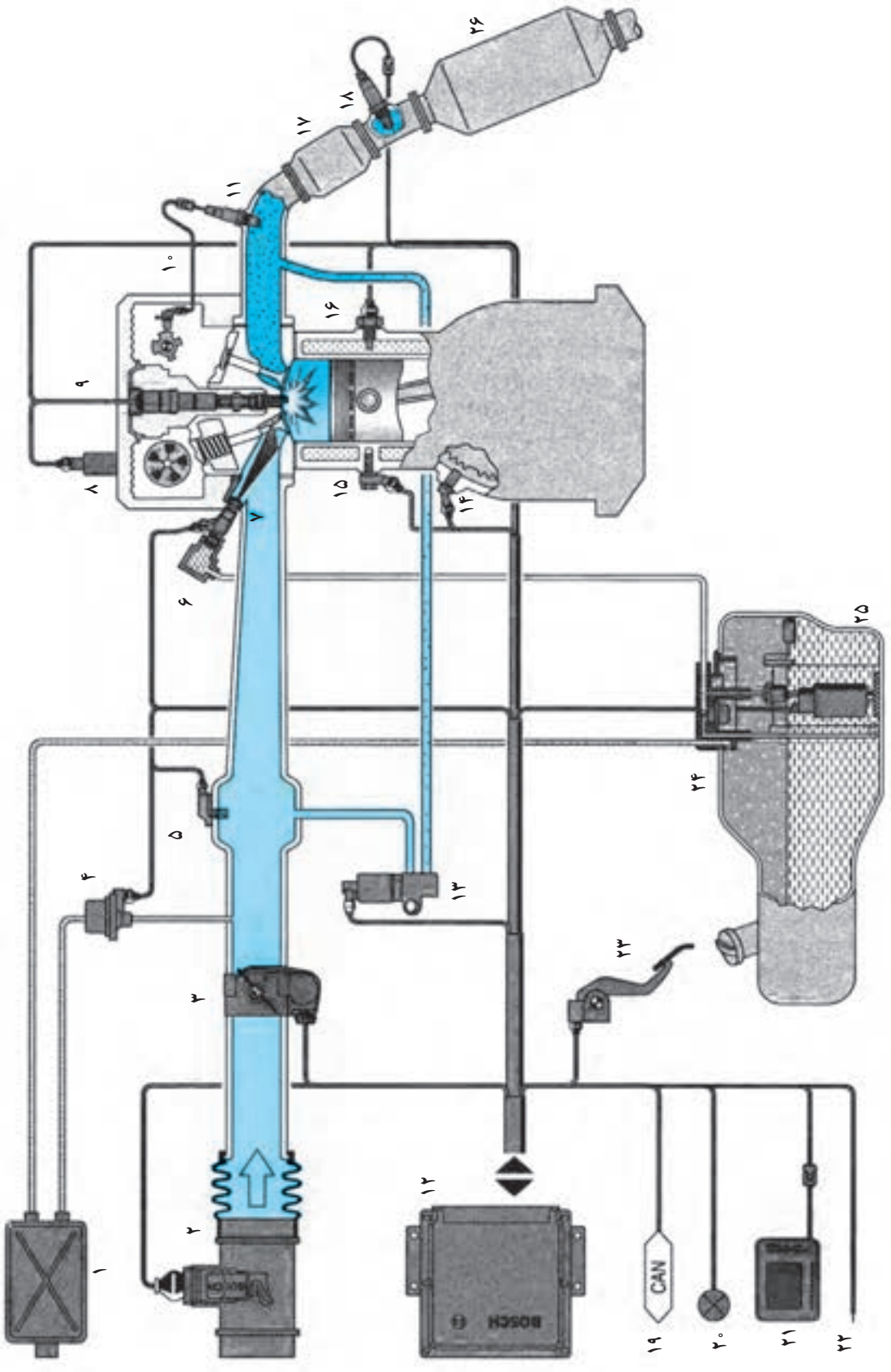
این سیستم، در گسترش و توسعه‌ی جدید بازار اروپا و امریکا زیاد مطرح نبود. لذا طرح کامل شده‌ی موترونیک ام ای (ME-Motronic) جانشین آن شد.

۲ــ۸ــ۴ــ موترونیک ام ای (ME-Motronic): سیستم موترونیک ــ ام ای به‌وسیله‌ی کنترل الکترونیکی قدرت موتور توصیف می‌شود. در این سیستم، بین پدال گاز و دریچه‌ی هوای ورودی اتصال مکانیکی (کابل سیمی) وجود ندارد. محل قرارگیری پدال گاز براساس خواسته‌ی راننده در حین راندن، به‌وسیله‌ی یک پتانسیومتر نصب شده روی پدال گاز (شماره‌ی ۲۳ درشکل دیاگرام سیستم موترونیک ــ ام‌ای) به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) اعلام می‌شود. واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیگنال ولتاژ آنالوگ ارسال شده از پتانسیومتر را بررسی می‌کند. در پاسخ واحد کنترل الکترونیکی سیگنال خروجی را تولید می‌کند و با به حرکت درآوردن الکتروموتور دریچه‌ی هوای ورودی به اندازه‌ی لازم باز می‌شود. در نتیجه موتور قدرت و گشتاور موردنظر را تولید می‌کند.

سیستمی، که دارای قدرت موتور منظم در یک مسیر باشد، اولین بار توسط شرکت بوش در سال ۱۹۸۰ معرفی شد. این سیستم، علاوه بر واحد کنترل الکترونیکی (ECU) موتور، دارای سیستم جدایش بین واحد کنترل الکترونیکی برای کنترل قدرت موتور نیز هست.

افزون بر این، دانسیته‌ی موجود در آن، جهت هدایت سیستم‌های الکترونیکی، به ترکیب عملکرد موترونیک و کنترل قدرت موتور در یک واحد کنترل الکترونیکی (ECU) اجازه می‌دهد.

با وجود این، عملکردهای باقی ماند، بین دو میکروکنترلر تقسیم می‌شود. قدم بعدی در سال ۱۹۹۸ با ایجاد نسل جدیدی از موترونیک (ME7) برداشته شد، به‌طوری که همه‌ی عملکردهای مدیریتی موتور در یک میکروکنترلر انجام می‌شود. این پیشرفت در اثر افزایش ظرفیت برد سپسینگ میکروکنترلرها امکان‌پذیر شد.



شکل ۱۰ــ۴ــ دیاگرام سیستم مورداستفاده در کنترل حلقه‌ی باز و بسته‌ی الکترونیکی موترونیک ــ ام‌ای (ME - Motronic)

۳ــ۸ــ۴ــ سیستم تزریق مستقیم موترونیک دی‌آی (DI-Motronic): طراحی این سیستم و استفاده از آن، به‌عنوان سیستم سوخت‌رسانی تزریق مستقیم موترونیک در موتورهای بنزینی، موجب کنترل دقیق‌تر اجزا و آسان‌سازی مراحل سوخت‌رسانی و جرقه گردید.

سوخت‌رسانی در اثر تحریک تزریق‌کننده‌ی سوخت (انژکتور) و پاشش مستقیم، سبب تولید مخلوط همگن می‌گردد و این مخلوط در محفظه‌ی احتراق پخش می‌شود.

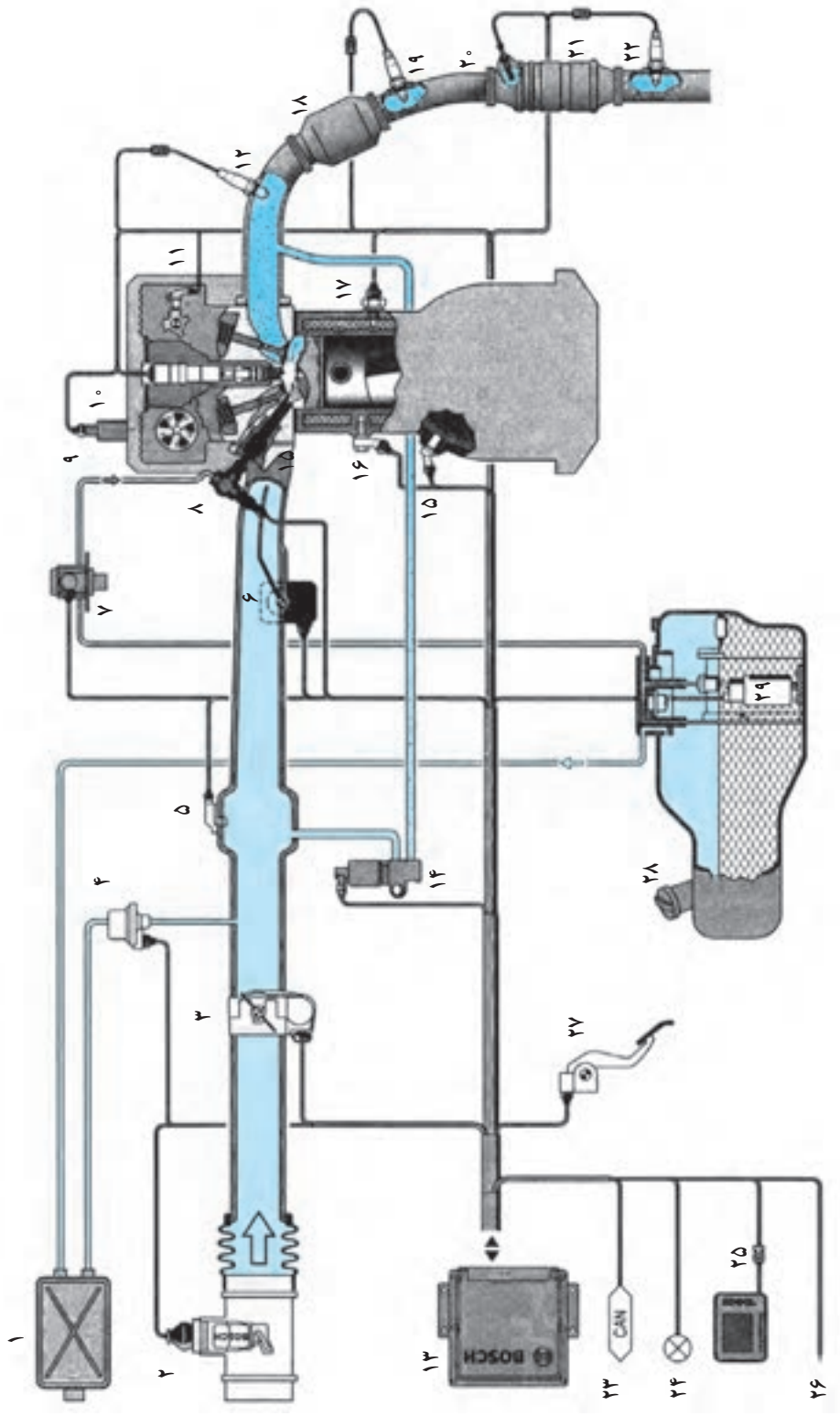
هوای سیلندر در این سیستم، در مدت زمان پاشش سوخت برای تأمین مخلوط کامل و قدرت بیش‌تر، به گردش درمی‌آید. در سیستم جرقه‌زنی (اشتعال)، فرآیند تأخیر تزریق (ریتارد) تا زمان تراکم کامل (کمی قبل از اشتعال) برای ایجاد مخلوط در مکان محدود وجود دارد و همین اختلاط موضعی را در محل نصب شمع کامل می‌کند. به‌علاوه، این سیستم (DI-Motronic) هماهنگ‌سازی مرحله‌ی جرقه‌زنی و سوخت‌رسانی مخلوط را کاملاً همگن می‌کند تا موتور به‌طور هماهنگ و منظم ($\lambda = ۱$) در یک محدوده‌ی کاملاً عملی کار کند.

در این سیستم عملیات موردنیاز در هر مرحله تغییر می‌کند و مرحله‌ی بعدی، با توجه به هماهنگ‌سازی و کنترل و هدایت سیستم اشتعال و سوخت‌رسانی، برنامه‌ریزی می‌شود.

سوخت‌پاش در زمان دریافت پاشش موردنظر اولین کمیت سوخت را برای تولید قدرت و گشتاور موردنیاز در محفظه احتراق تزریق می‌کند و سیستم جرقه با توجه به شرایط معین شده شمع را آماده‌ی جرقه‌زدن می‌نماید. شمع در این زمان به‌وسیله‌ی مخلوط همگن منتشر شده در تمام اتاق احتراق احاطه شده است. مد عملکرد مجدد (برای مثال گرم کردن کاتالیست کنورتور) با اطلاعات دریافتی از حسگرها باعث ریتارد کردن زمان پاشش سوخت و تعیین زمان دقیق جرقه زدن می‌گردد تا فرایند گرم کردن کاتالیست انجام شود. سیستم پاشش مستقیم سوخت موترونیک به یک عملگر هم‌پایه‌کننده احتیاج دارد تا مرحله‌ی تغییر از حالتی به حالت دیگر را فراهم کند.

این سیستم به مد عملگرهای مختلف دیگری نیز احتیاج دارد. از آن جمله انتخاب کردن حسگر مپ (MAP) است که عملکرد آن برخلاف سرعت و گشتاور موتوراست.

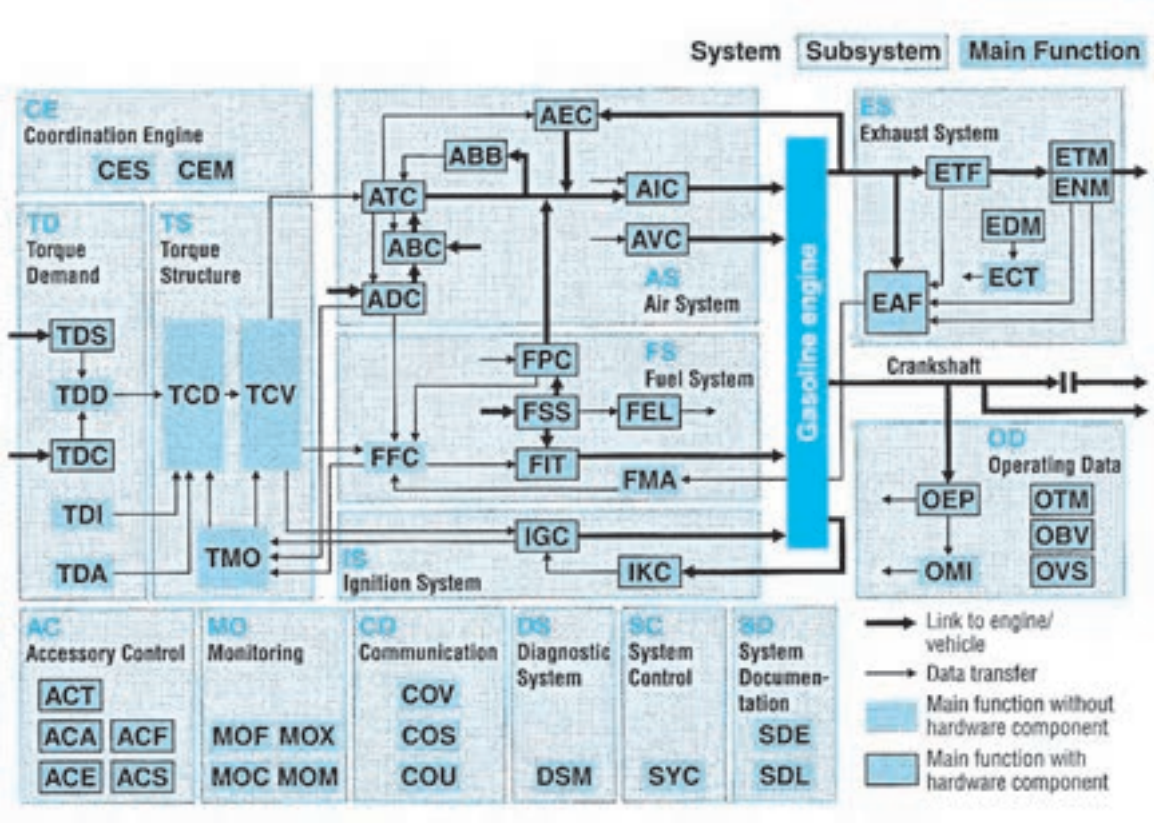
اولین بار سیستم سوخت‌رسانی تزریق مستقیم موترونیک (DI-Motronic) در سال ۲۰۰۰ میلادی روی موتور یکی از خودروهای شرکت فولکس واگن نصب شده است. برای آشنایی بیش‌تر با این سیستم و اجزای آن به شکل ۱۱ــ۴ مراجعه کنید.



۱ــ کنیستر
۲ــ حسگر فیلم داغ جریان هوا
۳ــ کنترلگر الکترونیکی دریچه‌ی گازی
۴ــ شیربرقی کنیستر
۵ــ حسگر فشار مانی‌فولد
۶ــ سوپاپ کنترل
۷ــ پمپ فشارقوی
۸ــ ریل سوخت و سوخت‌پاش
۹ــ تنظیم‌کننده‌ی میل سوپاپ
۱۰ــ کویل
۱۱ــ حسگر میل‌سوپاپ
۱۲ــ حسگر لامبدا
۱۳ــ ECU
۱۴ــ EGR
۱۵ــ حسگر دور موتور
۱۶ــ حسگر کوبش
۱۷ــ حسگر دمای موتور
۱۸ــ کاتالیست کنورتور اولیه
۱۹ــ حسگر لامبدا
۲۰ــ حسگر دمای اگزوز
۲۱ــ عملگرNOX (کاتالیست کنورتور)
۲۲ــ حسگر لامبدا
۲۳ــ شبکه‌ی CAN
۲۴ــ چراغ عیب‌یاب
۲۵ــ سوکت عیب‌یاب
۲۶ــ شبکه‌ی سیستم ضدسرقت ECU
۲۷ــ مدول پدال گاز
۲۸ــ مخزن سوخت
۲۹ــ پمپ بنزین

شکل ۱۱ــ۴ــ سیستم تزریق مستقیم موتورونیک دی‌آی

در شکل ۱۲ــ۴ سیستم‌ها و زیرسیستم‌ها نشان داده شده و در آن وظایف سیستم مدیریت موتور موترونیک درخصوص ترتیب عملکرد هر نقطه بیان گردیده است. این سیستم (ECU) شامل نرم‌افزار و سخت‌افزار و ترکیب‌کننده‌ی خارجی (حسگر تحریک‌کننده و ترکیب‌کننده‌ی ماشین) است که می‌تواند سیستم‌های الکترونیکی را به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) متصل کنند. تقسیم‌بندی ساختار این سیستم مکاترونیک، معیار تعیین وظیفه برای ۱۴ زیرسیستم (سیستم هوا و سیستم سوخت) است که در حدود ۵۲ وظیفه معین را دربرمی‌گیرد.



شکل ۱۲ــ۴ــ سیستم‌ها و زیرسیستم‌های موترونیک

فصل ۵

سیستم‌های ایمنی و حفاظتی خودرو

سیستم‌های ایمنی و حفاظتی در خودرو، جهت جلوگیری از بروز سوانح و ایجاد امنیت سرنشینان و خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد و به دو گروه الف) سیستم ایمنی فعال، ب) سیستم ایمنی غیرفعال تقسیم می‌گردد.

جدول ۱ــ۵

مثال‌هایی از سیستم‌های ایمنی ــ حفاظتی	
فعال	غیرفعال
ABS و TCS و ESP	AirBag کمربند صندلی با پیش‌کشنده

۱ــ۵ــ سیستم ترمز ABS

سیستم ترمز ABS که امروزه در اکثر خودروهای سواری و حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرد ابتدا بر روی هواپیما نصب می‌شد و مورد بهره‌برداری قرارمی‌گرفت. سپس، در اواخر دهه‌ی ۶۰ و اوایل دهه‌ی ۷۰ توسط شرکت‌های خودروسازی روی چرخ‌های عقب خودروها نصب شد و بعد از رفع مشکلات فنی آن برای ترمز تمام چرخ‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

هر طرح جدید در صنعت خودروسازی باید از سه دیدگاه مورد بررسی قرارگیرد. این سه عامل عبارت‌اند از : ۱ــ خودرو ۲ــ راننده ۳ــ شرایط محیطی . یک طراح موظف است طرح خود را براساس این عوامل پایه‌ریزی کند. شرایط دینامیکی خودرو، بار و وزن وارد بر آن، سرعت عکس‌العمل، مهارت راننده، چگونگی سطح جاده و ... نیز بایستی درنظر گرفته شود، و طرحی ارائه گردد که بتواند با این پارامترها و شرایط تطبیق پیدا کند. این اصل کلی در مورد سیستم ABS نیز صدق می‌کند و سیستم باید بتواند با تغییراتی، که در کسری از ثانیه در شرایط جاده به‌وجود می‌آید، هماهنگ گردد.

درقسمت زیر، شرایط و پارامترهای مورد لزوم تشریح و سپس انواع سیستم ABS و چگونگی عملکرد آن بیان شده است.

در شرایط عادی با اصلاح طراحی اجزای مکانیکی، هیدرولیکی و یا پنوماتیکی (در سیستم‌های ترمز فاقد مدیریت الکترونیکی) امکان ترمز سریع و مؤثر برای خودرو وجود دارد، ولی در شرایط نامطلوبی مانند :

ــ لغزنده بودن سطح جاده (رطوبت، یخ‌زدگی)؛

ــ عکس‌العمل ناگهانی راننده (مانع پیش‌بینی نشده)؛

ــ ارتکاب اشتباه توسط رانندگان دیگر یا عابر پیاده؛

ممکن است به ترمز همراه با قفل شدن یک یا چند چرخ منتهی شود و کاهش اصطکاک چرخ (اصطکاک لغزشی) سرخوردن خودرو و ازدست رفتن هدایت آن را در پی داشته باشد که با فعالیت سیستم کنترل ترمز ABS می‌توان از قفل شدن چرخ جلوگیری کرد و تعادل و هدایت خودرو را در یک فرآیند ویژه تنظیم و با راندمان مناسب ترمز نمود.

شرایط، محدوده و توانایی تحت پوشش عملکرد سیستم کنترل ترمز : ادامه دادن عمل هدایت و تعادل خودرو در تمام مواقع و بدون توجه به شرایط جاده (امتداد خشکی، سطوح لغزنده).

ــ بهره‌مندی از ضریب اصطکاک بین تایر و سطح جاده (اصطکاک غلتشی) برای ایجاد حداکثر توان ترمز، بدون قفل شدن چرخ‌ها برای ادامه‌ی عمل هدایت و به حداقل رساندن مسافت متوقف ساختن، بدون اعمال نیروی ناگهانی و فقط با افزایش تدریجی به پدال توسط راننده (بعد از قفل شدن

چرخ تا زمان توقف نهایی، به‌وجود آمدن عاملی خطرناک بعید نیست).

ــ قابل استفاده بودن سیستم کنترل ترمز در سرتاسر دامنه‌ی سرعت خودرو (به عبارت دیگر، این سیستم باید اثر کاهنده‌ی خود را در هر سرعتی از خودرو اعمال کند).

ــ داشتن توانایی تطابق با تغییرات در سطح اصطکاکی چرخ. برای مثال در جاده‌های خشک، که لکه‌های یخی پراکنده دارد، هر چرخی که قفل شود باید در کوتاه‌ترین زمان آزاد گردد و به‌طور هم‌زمان، از چسبندگی چرخ روی بخش‌های خشک جاده (برای حداکثر تأثیرگذاری) بهره‌برداری شود تا توانایی حفظ تعادل و عمل هدایت در خودرو از بین نرود.

ــ ایجاد نیروی چرخشی به منظور چرخش خودرو و متعادل ساختن آن. توضیح این که وقتی راننده‌ی خودرو در جاده‌ای که دارای سطوح اصطکاکی متفاوت در دوطرف وسیله‌ی نقلیه است، ترمز می‌گیرد (برای مثال چرخ سمت راست روی یخ و چرخ سمت چپ روی آسفالت خشک و دو سمت خودرو دارای ضریب اصطکاک (μ) متفاوت) نیروی چرخشی حول محور عمودی خودرو ایجاد می‌شود و عامل چرخش خودرو می‌گردد، که باید اثر این انحراف اجتناب‌ناپذیر متعادل شود و به حداقل مقدار برسد.

ــ حفظ تعادل هدایت خودرو و توقف آن در کوتاه‌ترین مسافت ممکن (در گردش همراه با ترمز)

ــ توانایی شناسایی و پاسخ‌گویی به تعادل خودرو در روی یک جاده‌ی ناهموار (بدون تأثیرگرفتن از شدت ترمز اعمال شده).

ــ داشتن آمادگی تطبیق سریع با تغییرات در مولد و انتقال قدرت در خودرو.

ــ تأثیر نکردن در عمل ترمز هنگام بروز عیب در سیستم کنترل و اعلام اخطار لازم (برگشت به ترمز بدون ABS)

ــ سیستم کنترل باید با تمامی تایرهایی که برای خودرو معین شده است (حتی با زاپاس‌های با قطر کم‌تر) درست عمل کند.

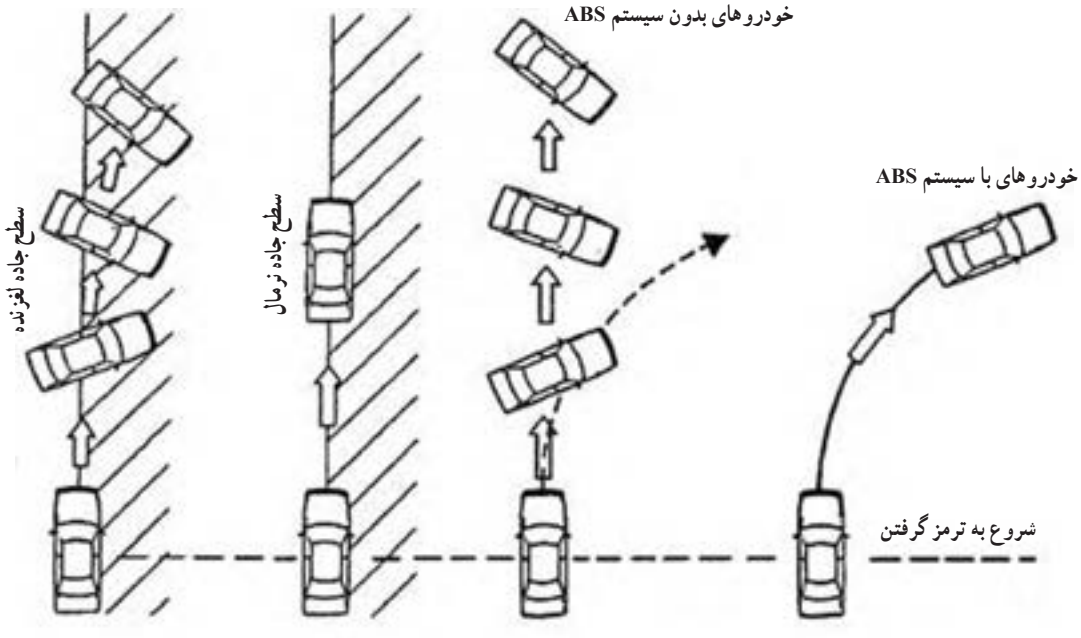
تأثیر سیستم ترمز ضد قفل در خودرو ABS

در زمان گردش

زمان رانندگی در جاده‌های مستقیم

خودروهای با سیستم ABS

خودروهای بدون سیستم ABS



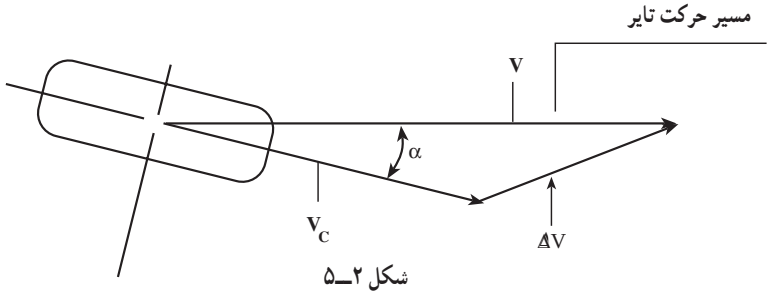
شکل ۱ــ۵

۲ــ۵ــ نسبت لغزش تایر

نقش مشخصات لاستیک و ویژگی های تایر آن در ترمزگیری و هدایت خودرو بسیار مهم است. در وسایل نقلیه‌ی مجهز به ABS کارایی و عملکرد تایر موضوعی اساسی و با اهمیت است. تمام نیروهای ترمزگیری و هدایت فرمان باید در سطح مقطع کوچک اتصال یا برخورد تایر با جاده ایجاد گردد. نیروی کششی تایر مثل نیروهای در راستای طول یا نیروهای ترمزگیری یا نیروی جانبی فقط هنگامی می‌تواند تولید شود که اختلافی بین سرعت محیطی چرخ و سرعت وسیله‌ی نقلیه، نسبت به سطح جاده اختلاف وجود داشته باشد.

اطلاعات نیروی ترمزگیری تایر به لغزش ترمزگیری تایر ارتباط دارد و به صورت نسبی برابر است با تفاضل سرعت محیطی سطح تماس تایر با زمین از سرعت مطلق تایر (سرعت وسیله‌ی نقلیه) تقسیم بر سرعت مطلق.

همان‌طوری که در شکل ۲ــ۵ نشان داده شده است، مقطع برخورد تایر با جاده در خلاف جهت اعمال نیروی ترمزگیری در راستای زاویه‌ی α حرکت می‌کند. زاویه‌ی α[1]، از زاویه‌ی مابین خط حرکت مقطع در تماس تایر با جاده و راستای سرعت محیطی تایر تشکیل شده است، که «زاویه‌ی لغزش» نامیده می‌شود. هم‌چنین نیروی جانبی تایر با زاویه‌ی ۹۰° نسبت به راستای α اعمال می‌شود.



شکل ۲ــ۵

لغزش مقطع ترمزگیری λ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\lambda = \frac{V - V_c}{V} \cdot ۱۰۰٪$$

v : سرعت مطلق تماس تایر

V_C : سرعت محیطی محل برخورد تایر (زمانی که چرخ قفل کامل باشد $\lambda = ۱۰۰$ و زمانی که بدون لغزش باشد $\lambda = ۰$ است)

ΔV: اختلاف سرعت

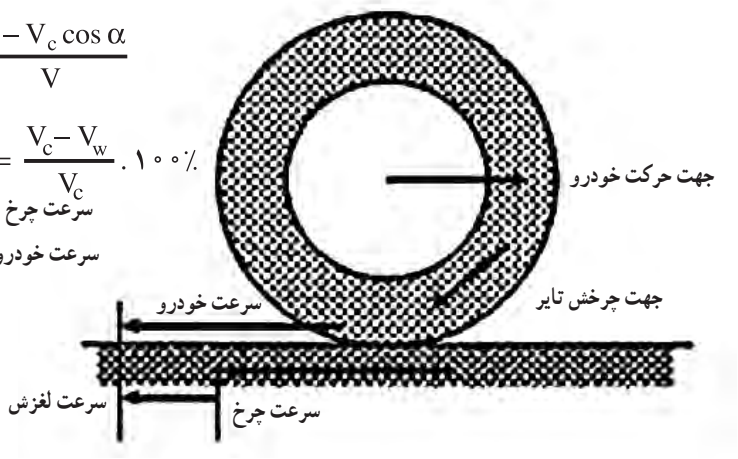
لغزش ترمزگیری در راستای حرکت وسیله‌ی نقلیه :

$$\lambda_x = \frac{V - V_c \cos\alpha}{V}$$

$$\text{نسبت لغزش} = \frac{V_c - V_w}{V_c} \cdot ۱۰۰٪$$

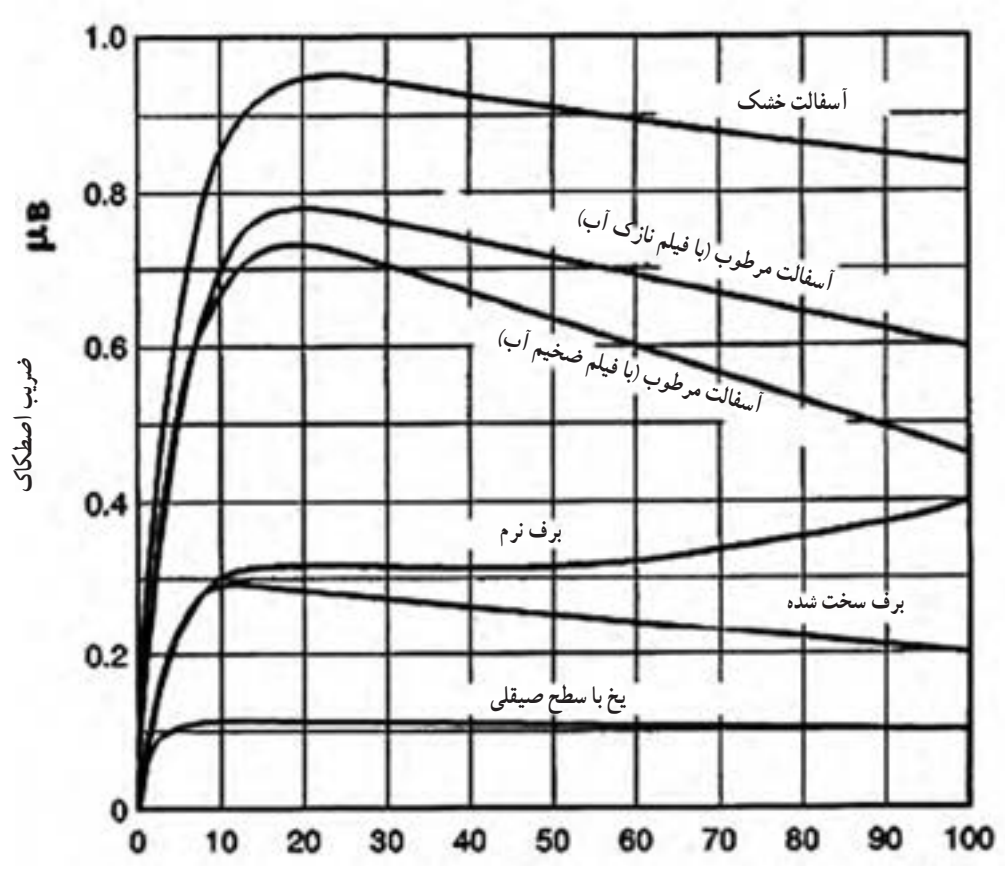
سرعت چرخ Vw:(km/h)

سرعت خودرو Vc:(km/h)

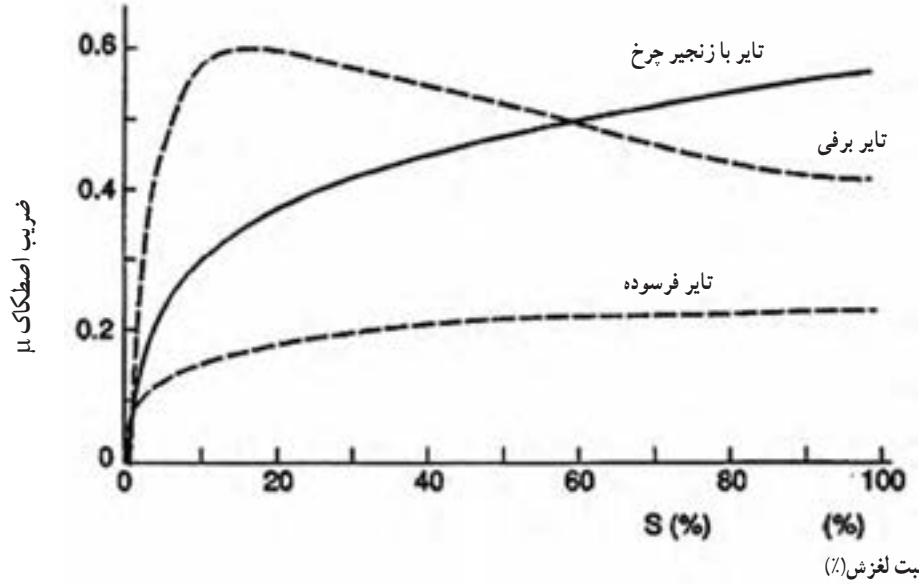


شکل ۳ــ۵

۱ــ α : زاویه‌ی لغزش



شکل ۴ــ۵



شکل ۵ــ۵

۳ــ۵ــ نیروهای دینامیکی چرخ در اثر ترمز

شکل‌های ۶ــ۵ و ۷ــ۵ نسبت‌های فیزیکی تعریف شده در فرآیند ترمزگیری با ABS را نشان داده و محدوده‌های کنترل حلقه‌ی بسته ABS توسط سطح هاشور خورده مشخص گردیده است. نمودارهای شکل ۶ــ۵ شامل چهارمنحنی، به ترتیب سطح خشک (۱)، سطح مرطوب (۲)، سطح برفی (۳) و سطح مرطوب با یخ شفاف (۴) است، که نشان‌دهنده‌ی کوتاه بودن فاصله‌ی ترمزگیری با استفاده از ABS در وضعیت ترمز ناگهانی همراه با قفل شدن چرخ‌ها (لغزش ترمز $\lambda = ۱۰۰\%$) است. در منحنی (۳) تجمع گوه‌ای شکل برف در زیر لاستیک، افزایش نیروی ترمزی را در چرخ‌های قفل شده مشخص می‌کند. تحت این شرایط محیطی، اصلی‌ترین استفاده از ABS در ناحیه‌ی پایداری خودرو و فرمان‌پذیری آن است.

شکل ۶ــ۵ دامنه‌ی عملکرد ABS را برای تایر در شرایط مختلف سطح جاده مشخص می‌کند. ضریب نیروی ترمزی μ_{HF} [۱] تابعی از ضریب لغزش ترمز λ

۱ــ تایرهای رادیال روی سطح بتون خشک :

۲ــ تایرهای زمستانی بایاس روی سطح آسفالت مرطوب؛

۳ــ تایرهای رادیال روی سطح برف؛

۴ــ تایرهای رادیال روی سطح مرطوب همراه با یخ شفاف

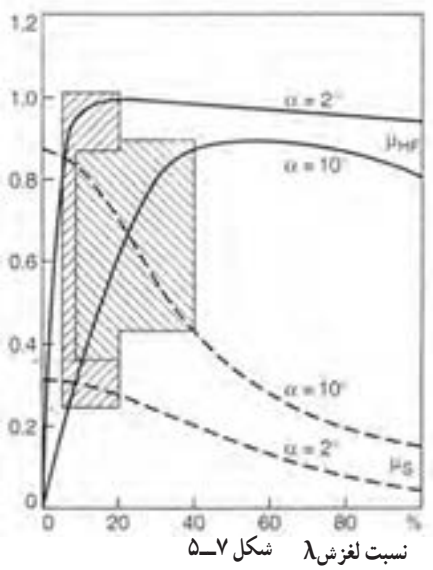
سطح‌های هاشورخورده دامنه‌ی کنترل ABS

در نمودارهای شکل ۷ــ۵ منحنی‌های ضریب نیروی ترمزی μ_{HF} و ضریب نیروی جانبی تایر μ_s برای دامنه‌ی کنترل ABS، که از زاویه‌ی لغزش ترمز $\alpha = ۲^\circ$ تا زاویه‌ی لغزش ترمز $\alpha = ۱۰^\circ$ افزایش می‌یابد، به نمایش درآمده است.

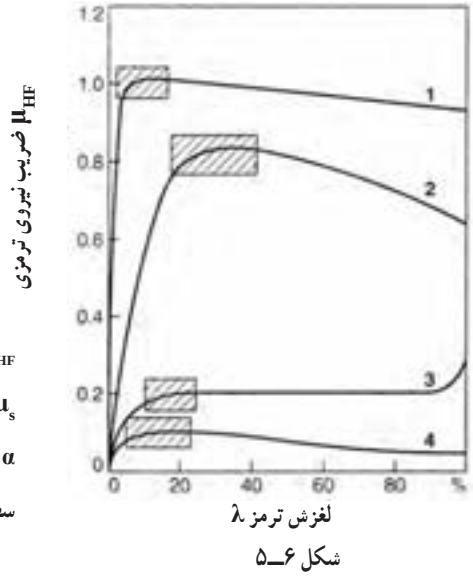
در زمان دور زدن خودرو با بیش‌ترین شتاب جانبی و اعمال حداکثر نیروی ترمزی، ABS با پاسخ سریع نسبت به آن واکنش نشان می‌دهد (برای مثال در لغزش ترمز ۱۰٪). در $\alpha = ۱۰^\circ$ مقدار ابتدایی ضریب نیروی ترمزی در حد $\mu_{HF} = ۰/۳۵$ محدود می‌گردد در صورتی که ضریب نیروی جانبی درحداکثر مقدار خود، یعنی تقریباً $\mu_s = ۰/۸۰$ باقی می‌ماند و با ادامه‌ی ترمزگیری خودرو، منحنی مقدار لغزش به وسیله‌ی ABS، متناسب با معکوس سرعت چرخشی و شتاب جانبی افزایش می‌یابد.

حاصل کاهش شتاب جانبی، ضریب نیروی جانبی کم‌تر است که با سطح بالایی از افت شتاب همراه است. بنابراین، وقتی ترمز درمدت گردش خودرو اعمال می‌شود، نیروهای ترمزی سریعاً افزایش می‌یابند، به‌طوری که کل مسافت ترمزگیری (فقط اندکی بیش‌تر از مسافت ترمزگیری در حالت مستقیم) دارای شرایط محیطی مشابهی می‌شود.

شکل ۷ــ۵ دامنه‌ی عملکرد ABS را در شرایط گردش خودرو همراه با ترمز مشخص می‌کند.



شکل ۷ــ۵



μ_{HF} ضریب نیروی ترمزی

μ_s ضریب نیروی جانبی تابع نسبت لغزش λ

α زاویه‌ی لغزش

سطوح هاشورخورده : دامنه‌ی عملکرد ABS

شکل ۶ــ۵

۱ــ μ_{HF} : ضریب نیروی ترمز یا ضریب اصطکاک یا چسبندگی مثبت است. این ضریب خصوصیات و مشخصه‌های مواد تشکیل‌دهنده‌ی جاده و تایر را نشان می‌دهد. ضریب نیروی ترمزی را می‌توان به‌صورت یک شاخص برای مقدار یا میزان نیروی ترمزگیری به‌کار برد.

۴ــ۵ــ حلقه‌ی کنترل ABS

با توجه به شکل می‌توان حلقه‌ی کنترل ABS را به موارد زیر تقسیم‌بندی کرد :

ــ **سیستم کنترل** : خودرو با ترمزهای چرخ، چرخ‌ها و اصطکاک بین تایرها و سطح جاده

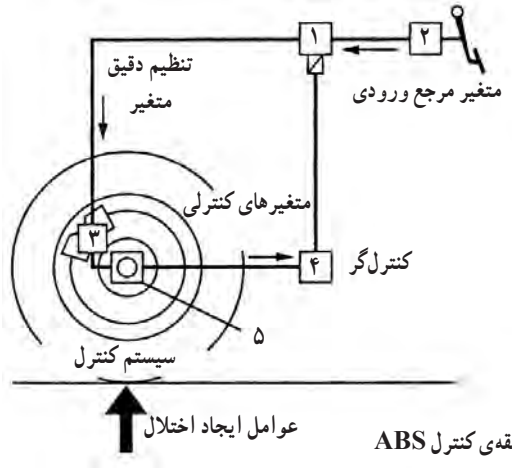
ــ **متغیرهای کنترلی** : سرعت چرخ و اطلاعات استنتاجی از آن، جهت شتاب کاهنده‌ی تایر، سرعت چرخ، لغزش ترمز

ــ **کنترل‌گر** : واحد کنترل الکترونیکی ABS و حسگرها

ــ **عوامل ایجاد اختلال** : شرایط سطح جاده، شرایط ترمز، بار خودرو، لاستیک‌ها (آج، فشار باد)، نامیزان بودن لاستیک

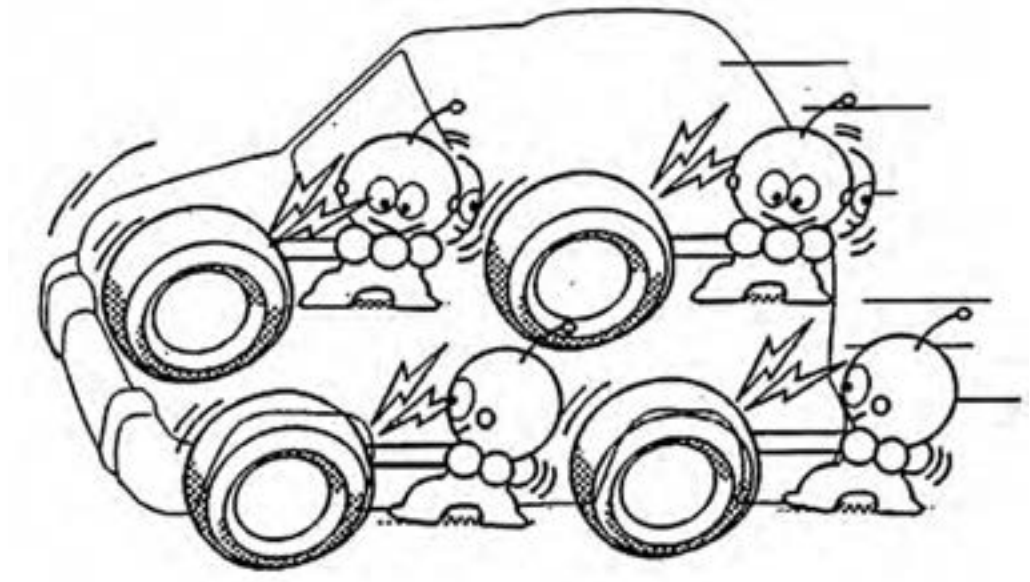
ــ **متغیر مرجع ورودی** : فشار اعمال شده بر پدال ترمز (توسط راننده)

ــ **تنظیم دقیق متغیرها** : فشار ترمز

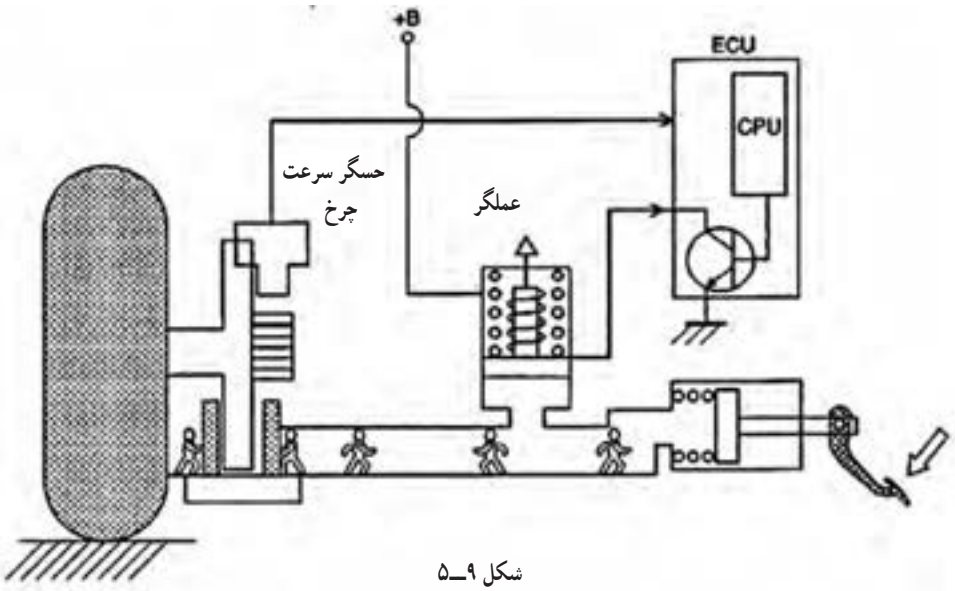


۱ــ مدولاتور هیدرولیکی با سوپاپ‌های سولونوئیدی
۲ــ سیلندر اصلی ترمز
۳ــ سیلندر ترمز چرخ
۴ــ ECU
۵ــحسگر سرعت چرخ

شکل ۸ــ۵ــ حلقه‌ی کنترل ABS



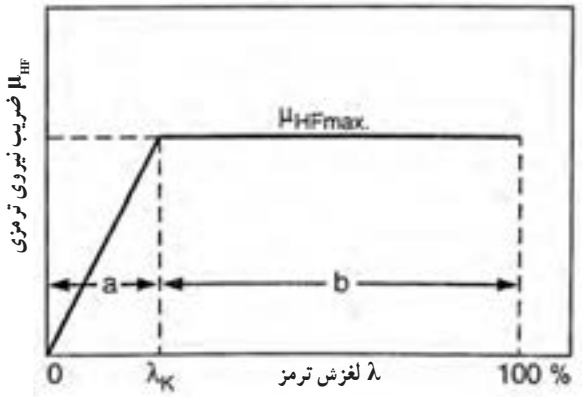
کنترل همزمان دوچرخ عقب



شکل ۹ــ۵

۵ــ۵ــ سیستم کنترل

پردازش اطلاعات در واحد کنترل ABS برمبنای سیستم کنترلی ساده ای بنا شده است. این سیستم شامل یک چرخ غیر محرک، یک چهارم وزن خودرو (که به این چرخ اعمال می‌شود) ترمز چرخ‌ها و کوپلینگ اصطکاکی بین تایر و سطح جاده است. در شکل ۱۰ــ۵، منحنی تئوریک بین ضریب اصطکاک و نسبت لغزش λ مشخص گردیده و نمودار به دو بخش تقسیم شده است. دامنه‌ی پایدار نمودار به‌وسیله‌ی افزایش خطی و دامنه‌ی غیرپایدار آن با یک پاسخ خطی ثابت ($\mu_{HF}\,max$) توصیف گردیده است. در عین حال، برای عمل ترمزکردن در راستای خط مستقیم، همانند ترمز ناگهانی، پردازش ساده‌ی دیگری به وقوع می‌پیوندد.



a) بخش پایدار
b) بخش ناپایدار
λ_k) لغزش بهینه‌ی ترمز
$\mu_{HF}\,max$ ضریب نیروی ترمزی حداکثر

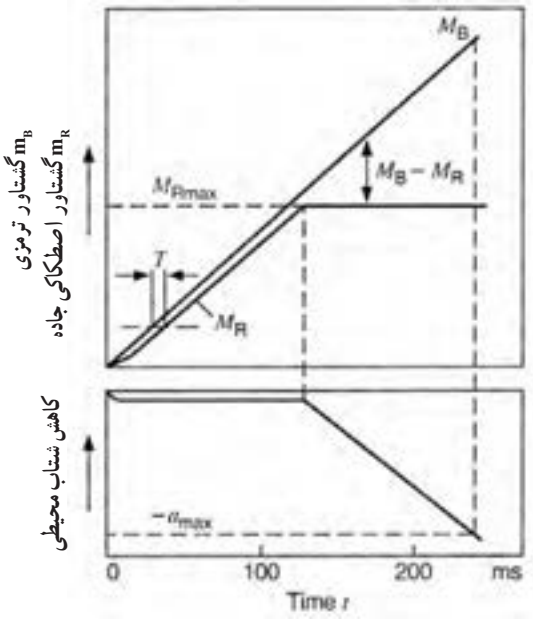
شکل ۱۰ــ۵

در شکل ۱۰ــ۵ نسبت مابین گشتاور ترمز M_B، یعنی نیروی اعمالی ترمز به تایر و گشتاور اصطکاکی جاده MR، یعنی نیروی اِعمالی از سطح جاده به چرخ یا کوپلینگ اصطکاکی تایر و زمان نمایش داده شده است. هم‌چنین، نسبت مابین کاهش شتاب محیطی چرخ (a –) و زمان (t) را مشخص می کند. گشتاور ترمزی نمایشگر افزایش خطی در واحد زمان است. گشتاور اصطکاکی سطح جاده (MR) با یک تأخیر زمانی (T)، تا زمانی که فرآیند ترمزگیری در داخل دامنه‌ی پایداری منحنی ضریب نیروی ترمزی/لغزش باقی بماند از گشتاور ترمزی (MB) پیروی می‌نماید و بعد از حدود ۱۳۰ میلی‌ثانیه نمودار فوق‌الذکر به حداکثر سطح خود ($\mu_{HF}\,max$) می‌رسد، که ازاین نقطه وارد دامنه‌ی ناپایدار نمودار ضریب ترمزی/لغزش می‌گردد.

همان‌طوری که در نمودار نشان داده شده است گشتاور ترمزی MB به طور پیوسته افزایش می‌یابد در حالی که گشتاور

اصطکاکی سطح جاده MR نمی‌تواند بیش‌تر افزایش پیدا کند و ثابت باقی می‌ماند. در پریود زمانی مابین ۱۳۰ تا ۲۴۰ میلی‌ثانیه (در چرخ قفل شده) اختلاف MB – MR که درکم‌ترین محدوده، ثابت باقی مانده است، سریعاً با تناسب بیش تری افزایش می‌یابد. این اختلاف گشتاور، شاخص دقیقی از کاهش شتاب محیطی (a –) در چرخ ترمزگرفته را محقق می‌کند (قسمت پایین شکل ۱۰ــ۵).

کاهش شتاب محیطی چرخ به سطح پایین دامنه‌ی پایدار محدود می‌شود و بعد از انتقال به دامنه‌ی ناپایدار سریعاً افزایش می‌یابد. در نتیجه‌ی انتقال یک واکنش معکوس در الگو، برای دامنه‌های پایداری و ناپایداری روی نمودار ضریب نیروی ترمزی/لغزش ایجاد می‌شود و ABS از واکنش مخالف بهره‌برداری می‌کند.



(a-) کاهش شتاب محیطی چرخ
(a max-) حداکثرکاهش شتاب محیطی چرخ
m_B گشتاور ترمزی
m_R گشتاور اصطکاکی بین جاده و تایر
m_{Rmax} حداکثر گشتاور اصطکاکی بین جاده و تایر
T تأخیر زمانی

شکل ۱۱ــ۵ــ فرآیند ساده‌ی ترمزگیری

۱ــ۵ــ۵ــ متغیرهای کنترلی : انتخاب مناسب متغیرها برای کنترل، عامل اصلی در محاسبه‌ی اثر کنترلی ABS است. سیگنال هایی که از حسگرهای سرعت چرخ به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) ارسال می‌شوند و در آن‌جا برای محاسبه‌ی کاهش و افزایش شتاب محیطی چرخ، لغزش ترمز، سرعت مرجع و شتاب منفی خودرو به‌کار می‌روند.

کاهش یا افزایش شتاب محیطی و لغزش ترمز هیچ یک به تنهایی برای متغیر کنترلی مناسب نیست و عکس‌العملی که چرخ محرک در قبال ترمزگیری از خود نشان می‌دهد با عکس‌العمل یک چرخ غیرمحرک، بسیار فرق دارد.

این متغیرها می‌توانند برای رسیدن به نتایج مطلوب و نسبت‌های منطقی ترکیب شوند و مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

لغزش ترمز به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست. بنابراین، ECU براساس سرعت مرجع مشابه با مشخصات سرعت برای شرایط مطلوب ترمزگیری (لغزش ترمز بهینه)، یک شکل معادل را برآورد می کند.

جریان دائمی سیگنال های سرعت، که توسط حسگر سرعت چرخ ارسال شده مبنای تصمیم‌گیری ECU است. این سیگنال ها به صورت قطری انتخاب می‌شوند (برای مثال چرخ راست جلو و چپ عقب) و برای سرعت مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شرایط ترمزگیری متوسط، سرعت مرجع همیشه برمبنای چرخی که دارای سرعت بیش‌تر است، تعیین می‌شود. ولی در زمان ترمزگیری ناگهانی و با کنترل ABS فعال، سرعت چرخ‌ها با سرعت خودرو اختلاف پیدا می‌کنند و برای محاسبه‌ی سرعت مرجع فاکتور مناسبی نخواهد بود.

در مدت فاز کنترل، ECU سرعت مرجع را بر پایه‌ی مقیاسی از سرعت در شروع سیکل کنترل، تولید می‌کند. از طریق پردازش منطقی سیگنال‌ها و ارزیابی آن‌ها، زاویه‌ی دقیق شیب

محاسبه می‌گردد.

کنترل حلقه بسته ی پردازش ترمز زمانی به خوبی رخ می‌دهد که برای تنظیم کاهش شتاب در پردازش منطقی ECU از اطلاعات لغزش ترمز و میزان کاهش یا افزایش شتاب در محیط چرخ، به صورت اطلاعات تکمیلی، استفاده شود.

۲ــ۵ــ۵ــ متغیرهای کنترلی در چرخ‌های غیرمحرک : مقادیر افزایش یا کاهش شتاب در محیط چرخ غیرمحرک متغیرهای کنترل‌گری هستند که مورد استفاده قرار می‌گیرند و هم‌چنین در چرخ‌های محرک، آزاد شدن کلاچ را (هنگام ترمز کردن توسط راننده) مشخص می‌کنند.

برای واکنش متقابل سیستم کنترل در دامنه‌ی پایدار و یا غیرپایدار ضریب نیروی ترمزی/لغزش ترمز شرایطی به شرح زیر وجود دارد :

الف ــ مقدارکاهش شتاب محیطی موجود، درحد دامنه‌ی پایداری است. یعنی وقتی راننده نیروی زیادی به پدال اعمال می‌کند، واکنش خودرو کاهش شتاب بیش‌تری بدون قفل شدن چرخ است.

ب ــ دامنه‌ی غیرپایدار نمایشگر الگوی متفاوتی است. یعنی کوچک‌ترین افزایش فشار به پدال ترمز برای قفل شدن بلافاصله‌ی چرخ‌ها کافی است. این الگوی واکنش می‌تواند بارها برای تعیین کاهش یا افزایش شتاب محیطی چرخ و مقدار لغزش بهینه در ترمز مورد استفاده قرارگیرد. با فرض فعال بودن کنترل ABS، برای تعیین حد آستانه‌ی کاهش شتاب محیطی چرخ، هیچ مقداری بیش‌تر از حداکثر پتانسیل ذاتی خودرو اعلام نشده است و از آن تجاوز نخواهد کرد.

تعیین حد آستانه‌ای برای ترمزگیری، با شدت زیاد و در نتیجه‌ی اِعمال ابتدایی و کم نیرو روی پدال ترمز اهمیت ویژه‌ای دارد. وجود یک حد آستانه‌ای بالا قبل از واکنش ABS به ناپایداری اولیه، تمایل چرخ را به سمت محدوده ی ناپایدار نمودار ضریب نیروی ترمزی/لغزش امکان‌پذیر می‌کند. در هنگام ترمز ناگهانی و تا رسیدن یک چرخ به حد آستانه‌ی کاهش شتاب محیطی، سیستم به کاهش اتوماتیک فشار ترمز در این چرخ واکنش نشان نمی‌دهد.

درفاصله‌ی ترمزگیری، استفاده از تایرهای مدرن روی سطوح با اصطکاک بالا مؤثر است و در ابتدای ترمزگیری با سرعت زیاد، فاکتوری با اهمیت ویژه تلقی می‌شود.

۳ــ۵ــ۵ــ متغیرهای کنترلی در چرخ‌های محرک : اگر خودرو، هنگام حرکت، با دنده‌ی ۱ یا ۲ ترمز کند، موتور روی چرخ‌های محرک تأثیر می‌گذارد. بازتاب این تأثیر موجب افزایش قابل توجهی در ممان اینرسی چرخ می‌شود و چرخ‌ها بیش‌تر از وزن واقعی خود واکنش نشان خواهند داد.

نتیجه ی نهایی این عمل کاهش متناسب میزان افت شتاب محیطی چرخ در واکنش به تغییرات گشتاور ترمزی و در محدوده‌ی دامنه‌ی ناپایدار، نمودار ضریب نیروی ترمزی/ لغزش خواهد بود. چرخ های غیرمحرک الگویی با واکنش متفاوت و وابسته به دامنه‌ی پایدار یا غیرپایدار، نمودار ضریب نیروی ترمزی/ لغزش از خود نشان می‌دهند.

اثر شرح داده شده در بالا، مقدار اختلاف درکاهش شتاب محیطی چرخ (متغیر کنترلی) را خنثا می‌کند و به عنوان شاخصی جهت تعیین لغزش ترمزگیری با بزرگ‌ترین اصطکاک موجود به کار می‌رود.

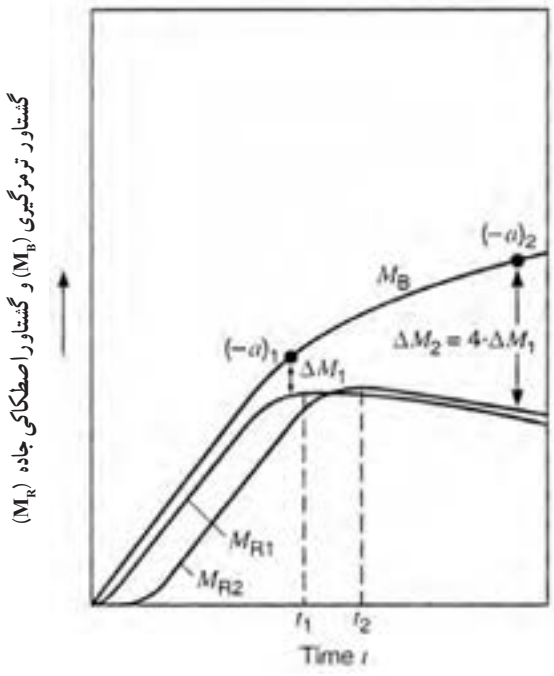
با بروز این حالت لازم است از متغیر مکملی مانند لغزش ترمز (که به صورت ترکیبی با مقدار کاهش شتاب محیطی است)، استفاده کرد.

شکل ۱۲ــ ۵، مقایسه‌ی یک فرآیند ترمزگیری را، برای چرخ غیرمحرک و چرخ محرکی که به موتور متصل‌اند، به نمایش می‌گذارد. در این مثال، اینرسی موتور گشتاور مؤثر، اینرسی جرمی چرخ را چهار برابر می‌کند. چرخ غیرمحرک پس از گذر ازآستانه‌ی معین شده‌ی کاهش شتاب محیطی (a_1 –) فوراً از محدوده‌ی دامنه‌ی پایداری منحنی نیروی ترمزی/ لغزش خارج خواهد شد.

به علت این که اینرسی در چرخ محرک در فاکتور چهار ضرب می‌شود باید اختلاف گشتاور اینرسی قبل از گذر کردن از آستانه‌ی a_2 (–)، چهاربرابر گردد.

$$\Delta m_2 = 4\Delta m_1$$

در این نقطه، چرخ محرک در داخل دامنه‌ی ناپایدار منحنی ضریب نیروی ترمزی/ لغزش قراردارد، که نتیجه‌ی آن



شاخص ۱ : چرخ غیرمحرک
شاخص ۲ : چرخ محرک
(-a) : آستانه‌ی کاهش شتاب
ΔM : اختلاف گشتاور $M_B - M_R$

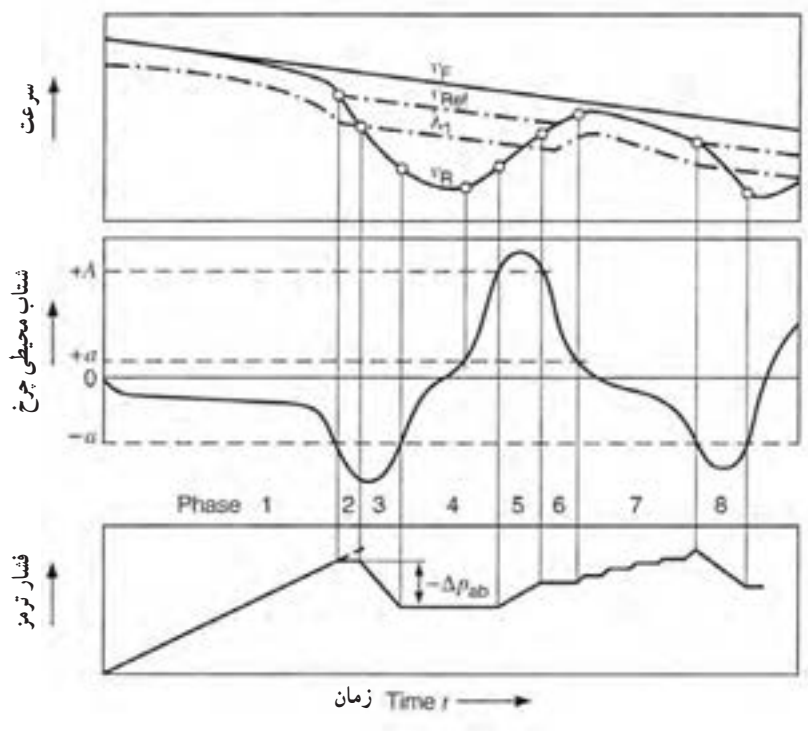
شکل ۱۲ــ۵ــ فرآیند اولیه‌ی ترمزگیری برای چرخ‌های غیرمحرک و چرخ‌های محرک متصل به موتور

متناسب با پایداری خودرو است.

۴ــ۵ــ۵ــ نموداری از سیکل‌های کنترل

کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ترمزگیری روی سطوح با اصطکاک بالا (ضریب نیروی ترمزی بالا): وقتی کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ABS فرآیند ترمزگیریِ روی سطوح، با اصطکاک بالا فعال می‌گردد روش جلوگیری از رزونانس سیستم تعلیق و خط تولید و انتقال قدرت به‌وجود می‌آید و آن افزایش تدریجی فشار (به‌وسیله‌ی فاکتور پنج‌تایی) در مقایسه با فاز ترمزگیری اولیه است.

منحنی‌های شکل ۱۳ــ۵ نمایانگر جزء به جزء عملکرد



V_F سرعت خودرو
V_{Ref} سرعت مرجع
V_R سرعت محیطی چرخ
λ_1 آستانه‌ی سوئیچینگ لغزش
a + و A + حد آستانه‌ای شتاب محیطی چرخ
a - حد آستانه‌ی کاهش محیطی چرخ
$-\Delta pab$ کاهش فشار ترمز

شکل ۱۳ــ۵ــ کنترل ترمزگیری برای ضریب نیروی بالا

کنترل ترمزگیری تحت شرایط ضریب نیروی ترمزی بالاست. هدف در این کنترلر، کاهش VF است به شرطی که VR به VF نزدیک باشد (یعنی بالاترین ضریب اصطکاک).

در شروع فاز (۱) فشار ترمز متناسب با نیروی اعمالی توسط راننده افزایش می‌یابد و به همراه آن شتاب محیطی چرخ منفی می‌شود و کاهش می‌یابد و در انتهای فاز (۱) کاهش شتاب چرخ به سمت حد آستانه‌ای (a –) حرکت می‌کند و از آن می‌گذرد و سوپاپ سلونوئیدی به سمت موقعیت «نگهداری فشار» انتقال می‌یابد (فشار ثابت).

هنوز به شروع کاهش فشار ترمز باقی مانده است و حد آستانه‌ی (a –) نمی‌تواند در داخل دامنه‌ی پایدار ورودی منحنی نیروی ترمزگیری/لغزش افزایش یابد و فاصله‌ی ارزشمند ترمزگیری به‌هدر می‌رود.

سرعت مرجع (V_{Ref}) همزمان و مطابق با یک شیب معین کاهش می‌یابد و این سرعت، که مبنای تعیین سوئیچینگ آستانه‌ای لغزش (λ_1) تلقی می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در انتهای فاز (۲) سرعت محیطی چرخ (V_R) به زیر حد آستانه‌ای (λ_1) می‌رسد و سوپاپ سلونوئیدی با انتقال به حالت «تخلیه‌ی فشار» در مقابل آن واکنش نشان می‌دهد.

فشار ترمز، تا زمان برگشت کاهش شتاب محیطی چرخ به بالاتر ازحد آستانه‌ای (a –)، پیوسته افت خواهد کرد.

در انتهای فاز (۳) تنزل کاهش شتاب به پایین‌تر از حد آستانه‌ای (a –) می‌رسد. این عمل به‌وسیله‌ی ثابت نگه داشتن فشار تخلیه‌ی فاز درمدت زمان معین صورت می‌گیرد. با شروع فاز (۴) شتاب محیطی چرخ افزایش می‌یابد و در مدت این فاز شتاب محیطی چرخ به بالاتر از حد آستانه‌ی (a +) می‌رسد و فشار مدار ترمز به صورت ثابت باقی می‌ماند.

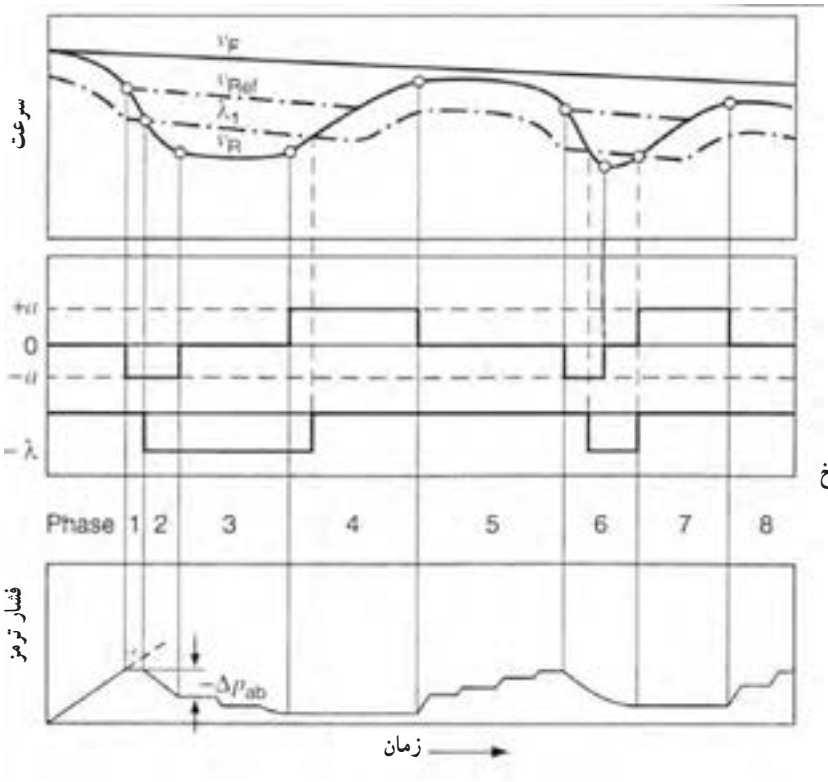
در انتهای فاز (۴) شتاب محیطی چرخ به صورت متناسبی به بالاتر از حد آستانه‌ای (A +) می‌رسد و تا زمانی که شتاب بالاتر از حد آستانه‌ای (A +) باقی بماند فشار ترمز پیوسته افزایش می‌یابد (فاز ۵).

درفاز (۶) برای واکنش به بالاتر رفتن از حد آستانه‌ای (a +) فشار ترمز ثابت نگه‌داشته می‌شود. این حالت نشان‌دهنده‌ی ورود چرخ به دامنه‌ی پایدار در منحنی ضریب نیروی ترمزی/ لغزش است و تحت نیروی ترمزی کمی قرار دارد.

در ابتدای فاز (۷)، فشار مورد نیاز برای ترمزگیری به‌وجود می‌آید و تا زمانی که کاهش شتاب محیطی دوباره به بالاتر از حد آستانه‌ای (a –)، یعنی انتهای فاز (۷) برسد در یک فرآیند پیوسته‌ی ایجاد فشار ادامه پیدا می‌کند و بعد از این فاز، فشار ترمزگیری بدون تولید سیگنال λ_1 سریعاً کاهش می‌یابد.

۵ــ۵ــ۵ــ کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ترمزگیری روی سطح جاده‌ی لغزنده : برخلاف الگوی رفتاری ترمز روی سطح جاده با اصطکاک بالا، در سطح جاده‌ی لغزنده حتی با اعمال فشار اندکی روی پدال ترمز کافی است تا چرخ وادار به قفل شدن گردد. هم‌چنین چرخ‌ها، اساساً، برای خارج شدن از یک پریود لغزش بالا و شتاب‌گیری مجدد به زمان بیش‌تری نیاز دارند. مدار منطقی در واحد ECU با تشخیص شرایط جاده مشخصه‌های واکنش ABS را با آن‌ها سازگار می‌کند. هدف در این کنترل نیز کاهش VF و رساندن VR به VF در هر لحظه است.

شکل ۱۴ــ۵ نشان‌دهنده‌ی یک نمونه از الگوی ترمزگیری برای ضریب پایین نیروی ترمزی است. در فازهای ۱ و ۲ فرآیند کنترل ترمزگیری همانند عملکرد روی سطوح با اصطکاک بالا است.



V_F سرعت خودرو

V_{Ret} سرعت مرجع

V_R سرعت محیطی چرخ

λ_1 آستانه‌ی سوئیچینگ لغزش

سیگنال‌های سوئیچینگ

a + حد آستانه‌ی شتاب محیطی چرخ

a - حد آستانه‌ی کاهش شتاب محیطی چرخ

λ- لغزش

Δpab- کاهش فشار ترمز

سیگنال‌های سوئیچینگ: شتاب محیطی چرخ، لغزش

شکل ۱۴ــ۵ــ کنترل ترمزگیری برای ضریب نیروی ترمزی پایین

فاز ۳ با دستور ثابت نگه‌داشتن فشار شروع می‌شود و به‌وسیله‌ی مقایسه‌ی سریع مابین سرعت چرخ و سوئیچینگ آستانه‌ای لغزش λ_1 ادامه می‌یابد.

سرعت محیطی چرخ پایین‌تر از مقدار لازم برای سوئیچینگ آستانه‌ی لغزش است، بنابراین، فشار ترمزگیری برای یک پریود کوتاه و معین کاهش می‌یابد.

فاز ۴ دومین مرحله‌ی نگه‌داری فشار به‌صورت ثابت است در اثر تخلیه‌ی فشار یک پریود کوتاه و معین، سیستم سرعت محیطی، چرخ و سوئیچینگ آستانه‌ی لغزش را دوباره مقایسه می‌کند. بعد از فاز ثابت نگه‌داشتن فشار شتاب، چرخ دوباره به نقطه‌ای، که در آن‌جا شتاب محیطی بالاتر از حد آستانه‌ی (a +) قرار می‌گیرد، می‌رسد. این آغاز یک پریود مجدد جهت نگه‌داری فشار است و تا زمانی که سرعت محیطی، دوباره به پایین‌تر از حد آستانه‌ای (a +) برگشت کند، ادامه دارد. (انتهای فاز ۴).

فاز ۵ دارای مشخصه‌ی تغییر فشار با افزایش تدریجی، همانند بخش قبلی، است. در انتها فاز ۶ قرار دارد که در آن فشار تخلیه می‌گردد و سپس، یک سیکل کنترل جدید آغاز می‌شود. در سیکل فوق‌الذکر، عوامل مورد لزوم برای تشخیص کنترل منطقی، دو عملکرد کاهش فشار مکمل یکدیگرند. در این روش کاهش شتاب، چرخ از کاهش شتاب ابتدایی که به‌وسیله‌ی سیگنال (a –) ایجاد می‌شود، پیروی می‌کند. چرخ در دامنه‌ی لغزش بالا و متناسب با پریود مشخص باقی می‌ماند و این حالت در پایداری و فرمان‌پذیری خودرو اثر منفی دارد.

سیستم، جهت بهبود این فاکتورها (پایداری و فرمان پذیری)، پیوسته سرعت محیطی چرخ و سوئیچینگ آستانه‌ی لغزش λ_1 را در سیکل‌های کنترل مونیتور (پایش) مورد مقایسه قرار می‌دهد. فاز۶، تا وقتی که سرعت محیطی چرخ به بالاتر ازحد آستانه‌ای (a +) در فاز ۷ برسد، توصیف‌کننده‌ی کاهش پیوسته‌ی فشار ترمز هم‌چنان است. به اقتضای کاهش پیوسته‌ی فشار، چرخ فقط برای مدت زمان کوتاهی در دامنه‌ی لغزش بالا قرار می‌گیرد که نتیجه‌ی آن به‌دست آمدن فرمان‌پذیری و پایداری خودرو در اولین سیکل کنترل است.

شکل ۱۵ــ۵ــ انواع گوناگون ترمز ABS

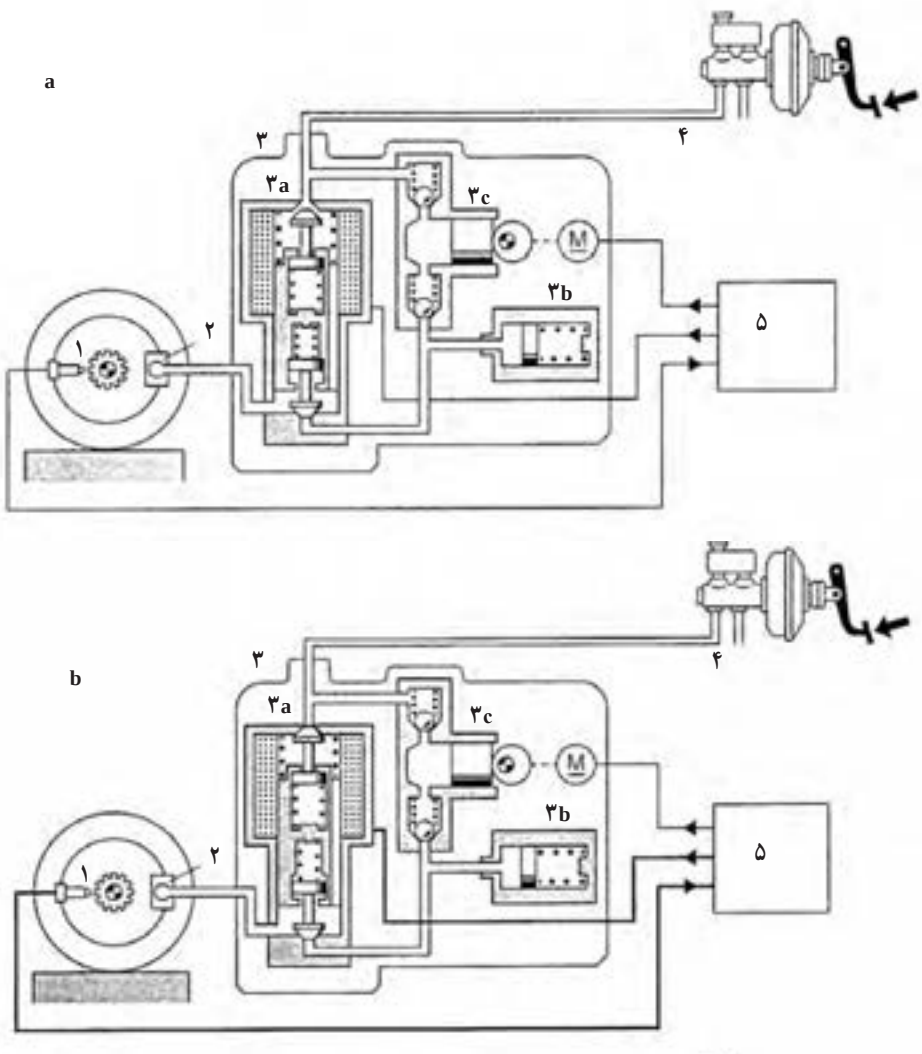
۶ــ۵ــ۵ــ چگونگی تعدیل فشار در سیستم ABS :

درشکل ۱۵ــ۵، انواع گوناگونی ازسیستم ABS به نمایش درآمده است و فشار، بنابر ساختار ارتباطی مدار هیدرولیکی بین چرخ ها و قرار گرفتن مدولاتور در آن، مطابق با اطلاعات ارسالی از حسگرهای چرخ به ECU، تعدیل می‌گردد. هم‌چنین حد آستانه‌ی قفل شدن چرخ تشخیص داده می‌شود. سپس، از طریق فعال کردن شیر سلونوئیدی فشار مدار متعادل می‌گردد و از قفل شدن چرخ جلوگیری به عمل می‌آید. در زیر، عملکرد نوعی مدولاتور، جهت تعدیل فشار به اختصار تشریح می‌گردد.

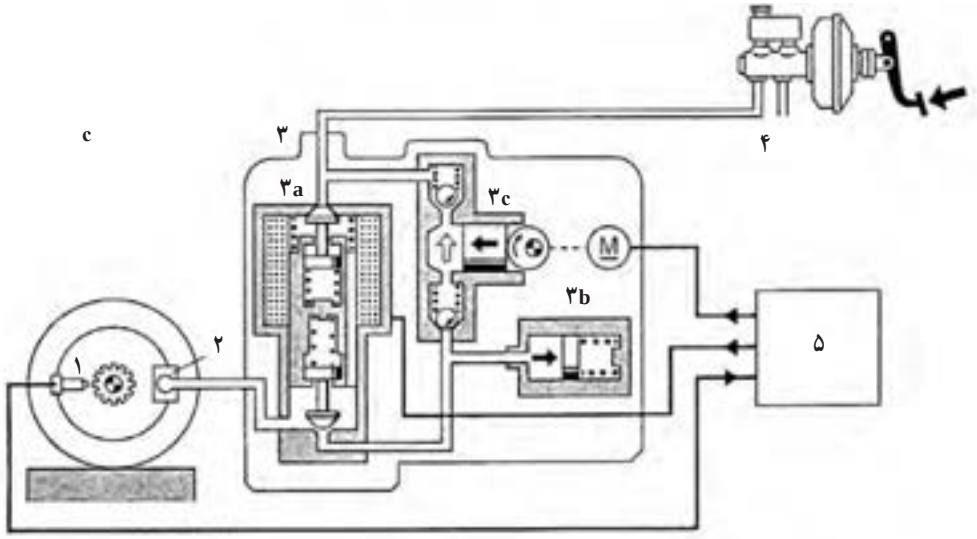
در شکل ۱۶ــ۵، وضعیت تولید فشارنشان داده می‌شود و در آن، سیلندر اصلی از طریق مدولاتور فشار، به سیلندر چرخ متصل می‌گردد. با این توضیح که سوپاپ سلونوئیدی به دلیل حد آستانه‌ای نرسیدن کاهش شتاب چرخ، فعال نمی‌شود.

در شکل ۱۶ــ۵، کاهش شتاب چرخ از حد آستانه‌ای (a –) عبور می‌کند و سوپاپ سلونوئیدی، با قطع ارتباط مدار مابین سیلندر اصلی و سیلندر ترمز چرخ، در موقعیت ثابت نگه‌داشتن فشار قرار می‌گیرد. در این حالت سلونوئید به‌وسیله‌ی ECU دارای ۵۰٪ انرژی است.

در شکل ۱۶ــ۵، سرعت محیطی چرخ (N_R) به زیر حد آستانه ای (λ_1) می‌رسد و ECU حداکثر جریان را به سوپاپ سلونوئیدی ارسال می‌کند و مسیر برگشت بین سیلندر اصلی و سیلندر ترمز از طریق پمپ برگشت برقرار می‌شود و امکان کاهش فشار ایجاد می‌گردد. باید توجه داشت که بنابه شرایط جاده، تعداد سیکل های کنترل و تعدیل فشار با پردازش سیگنال‌های ارسالی و پاسخ‌گویی به آن‌ها توسط ECU، مابین ۴ تا ۱۵ تغییر در ثانیه است.



a) تولید فشار
b) ثابت بودن فشار
c) کاهش فشار
۱ــ حسگر سرعت چرخ
۲ــ سیلندر ترمز چرخ
۳ــ مدولاتور فشار هیدرولیکی
۳ a سوپاپ سلونوئیدی
۳ b آکومالاتور
۳ c پمپ برگشت
۴ــ سیلندر اصلی
۵ــ ECU



شکل ۱۶ــ۵ــ تعدیل فشار ترمز

۷ــ۵ــ۵ــ فرآیند کنترل حلقه‌ی بسته : سیگنال‌های انتقالی از حسگرهای سرعت چرخ، به‌طور مجزا به‌وسیله‌ی هر میکروکنترلر (به صورت مبنا برای محاسبه‌ی تمام اطلاعات کنترلی) مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سرعت‌های چرخ محاسبه شده (برای استنتاج یک «نیمه از مقدار» تعریف لغزش) در تابع سرعت مرجع، استفاده می‌شود. درشرایط ایده‌آل، سرعت مرجع در نزدیکی مقدار لغزش با حداکثر اصطکاک تشخیص داده خواهد شد. در شرایط عملکرد استاندارد، سرعت سریع‌ترین تایر معمولاً، جهت فراهم کردن سرعت مرجع مورد انتخاب قرار می‌گیرد. این اطلاعات برای جبران عوامل زمانی و تأمین کردن یک شاخص برای مقدار کاهش شتاب خودرو فیلتر می‌گردد.

۸ــ۵ــ۵ــ پایش و ظایف : ECU با استفاده از دو میکروکنترلر در مونیتورینگ وضعیت کلیه‌ی دستگاه‌ها، مدارهای منطقی و نرم‌افزار پردازش می‌شوند. دو میکروکنترلر در مقابل سیگنال‌های ورودی، با تولید سیگنال‌های خروجی مشابه واکنش نشان می‌دهند. ABS، سیستم را در واکنش به تغییرات منطقی زیاد مابین سیگنال کنترل و فید ــ بک و با شناسایی خطا، غیرفعال می‌کند. از طریق این طرح، پردازش سیگنال و عملیات منطقی ۱۰۰٪ پایش خواهند شد. تمام اجزای مسیرهای زیر به طور پیوسته مونیتور می‌گردند :

ــ حسگرها

ــ سوپاپ‌های سلونوئیدی

ــ سوئیچ چراغ ترمز

هم‌چنین، ECU به پایش موارد زیر می‌پردازد :

ــ وضعیت‌های عملکردی موتور پمپ برگشت

ــ حالت ایست موتور پمپ در پمپ برگشت بر مبنای اندازه‌گیری ولتاژ

ــ سطح ولتاژ برای پیدا کردن قطعی در مدار

ــ سرعت‌های چرخ و مرجع در مدت شتاب‌گیری اولیه

ــ لغزش استاتیکی در مدت عملکرد طبیعی خودرو (به دلیل تغییر قطر تایر)

ــ زمان‌های فرمان برای سوپاپ‌های سلونوئیدی

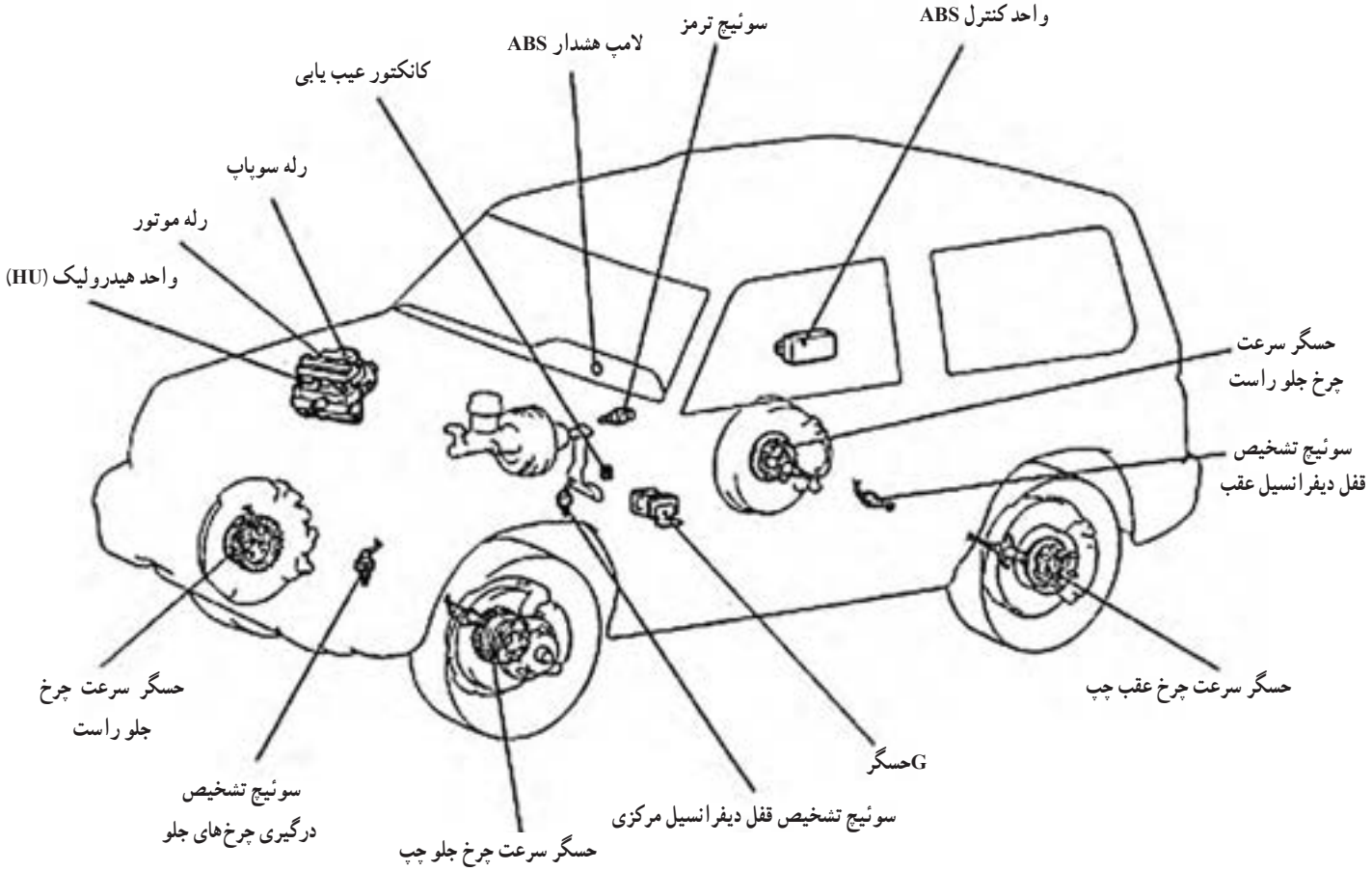
ــ پایش خطاهای قابل ردیابی از تداخل با منبع خطای تصادفی

در زمان روشن بودن خودرو، به محض رسیدن سرعت به بالاتر از ۶ km/h، کمی از جریان‌های الکتریکی به سوپاپ‌های سلونوئیدی و موتور پمپ انتقال می‌یابد. سپس، سیستم اطلاعات مراحل خروجی را آزمایش می‌کند. شناسایی یک کد خطا در مدت عملکرد فوق‌الذکر موجب غیرفعال شدن ABS و روشن شدن لامپ اخطار خواهد شد. خطای شناسایی شده در حافظه‌ی سیستم، قبل از خاموش شدن، ذخیره می‌شود و می‌توان آن را از طریق دستگاه‌های عیب‌یاب مورد بازیافت قرار داد.

۶ــ۵ــ سیستم ABS در خودروهای چهار چرخ محرک

مقدمه

سیستم ترمز ضد قفل، که هم اکنون در خودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل مورد استفاده قرار می‌گیرد، با حالت‌های چهارچرخ محرک نیز سازگاری دارند. سیستم ترمز ضد قفل نه تنها در خودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل بدون قفل دیفرانسیل مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بلکه در خودروهای دو دیفرانسیل با قفل دیفرانسیل غیر قابل استفاده‌اند. سیستم ترمز ضد قفل کنترل و نیروی ترمزگیری را بهبود می‌بخشد. در هر شرایط آب‌و هوایی، مانند جاده‌های لغزنده، سیستم ترمز ضد قفل به توازن وزن بهتر خودرو کمک می‌کند.



شکل ۱۷ــ۵ــ اجزا در یک خودرو چهارچرخ محرک با ترمز ضد قفل

ویژگی‌ها و مزایای ترمز ضد قفل درخودروهای دو دیفرانسیل

۱ــ قابل استفاده درخودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل (با قفل دیفرانسیل و بدون قفل دیفرانسیل.)

سیستم کنترل سه‌کاناله و چهار حسگره که به‌صورت مستقل چرخ‌های جلو (چپ و راست) را کنترل می‌نماید و به‌صورت همزمان چرخ‌های عقب را نیز کنترل می‌نماید. این سیستم کنترل مناسبی را برای حالت‌های مختلف رانندگی مهیا می‌سازد.

۲ــ لرزش را در خودروهای دو دیفرانسیل کم می‌نماید.

کنترل را برای جلوگیری از لرزش در خودروهای 4WD که به‌صورت مستقیم درگیر می‌شوند،اعمال می‌نماید.