فصل دهم

تایر

هدف‌های رفتاری : از هنرجو انتظار می‌رود که پس از مطالعهٔ این فصل بتواند :

۱ــ وظایف تایر را بیان کند.

۲ــ انواع تایر را از لحاظ چیدمان نخ بدنه دسته‌بندی کند.

۳ــ انواع تایر را با یکدیگر مقایسه نماید.

۴ــ اجزای تایر را نام ببرد.

۵ــ نحوهٔ خواندن کدهای تایر را بیان کند.

۶ــ انواع رینگ تایر را دسته‌بندی کند.

۷ــ انواع نابالانسی تایر و چرخ را دسته‌بندی نماید.

۸ــ عیوب تایر را بیان کند.

مقدمه

تایر یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین اجزای خودرو محسوب می‌شود. به طوری که در ایمنی و پایداری خودرو، مانورپذیری، ترمزگیری، شتاب‌گیری، راحتی سرنشین و مصرف سوخت بسیار تأثیرگذار است. وظایف تایر را می‌توان به‌صورت ذیل بیان نمود :

۱ــ تحمل بار و نیروهای عمودی، مانند وزن خودرو و سرنشینان؛

۲ــ تولید و تحمل نیروهای جانبی برای کنترل و پایداری خودرو، هنگام طی مسیر پیچ جاده؛

۳ــ تولید و تحمل نیروهای طولی برای کنترل و پایداری بهتر خودرو، هنگام ترمزگیری و شتاب‌گیری؛

۴ــ جذب و مستهلک کردن مقداری از ضربات و ارتعاشات ناشی از حرکت خودرو در جاده‌های ناهموار.

تایرها از لحاظ ساختار بدنه به دو نوع، تایر مورّب (بایاس)[۱] و تایر رادیال[۲] تقسیم می‌شوند.

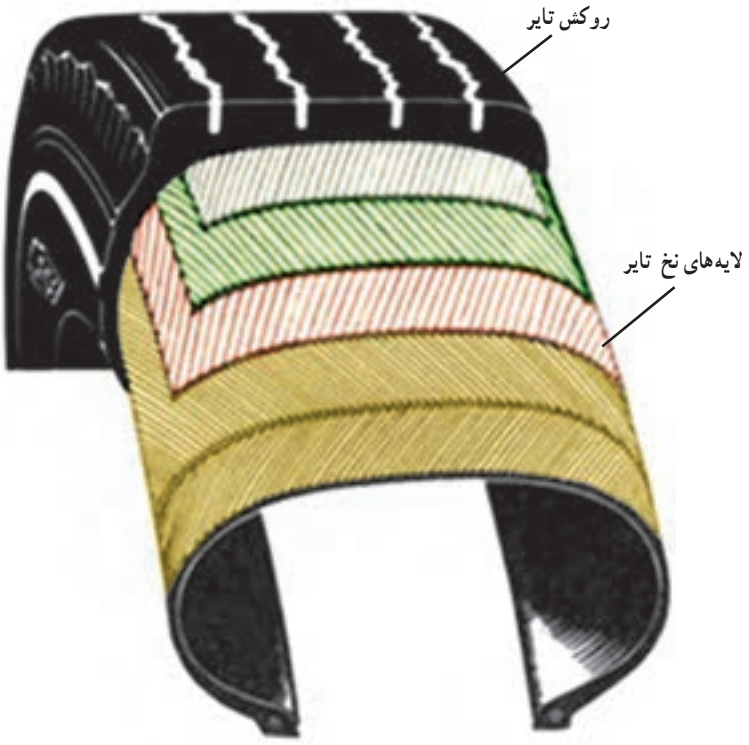
۱ــ۱۰ــ تایر مورب (بایاس)

شکل ۱ــ۱۰، نحوهٔ چیدمان نخ‌های هر لایه نسبت به لایه بعدی را در تایر نوع بایاس نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۱ــ۱۰، در این نوع تایر، نخ‌های هر لایه به‌صورت یک در میان موازی هم‌اند. امتداد نخ در هر لایه، نسبت به خط محیطی تایر، به صورت مورّب و دارای زاویهٔ ۳۰ تا ۴۰ درجه‌ای‌ست.

۱ــ Bias

۲ــ Radial



شکل ۱ــ۱۰ــ وضعیت چیدمان مجموعهٔ بدنهٔ تایر و زاویهٔ چیدمان نخ‌های هر لایه، نسبت به خط مرکزی تایر

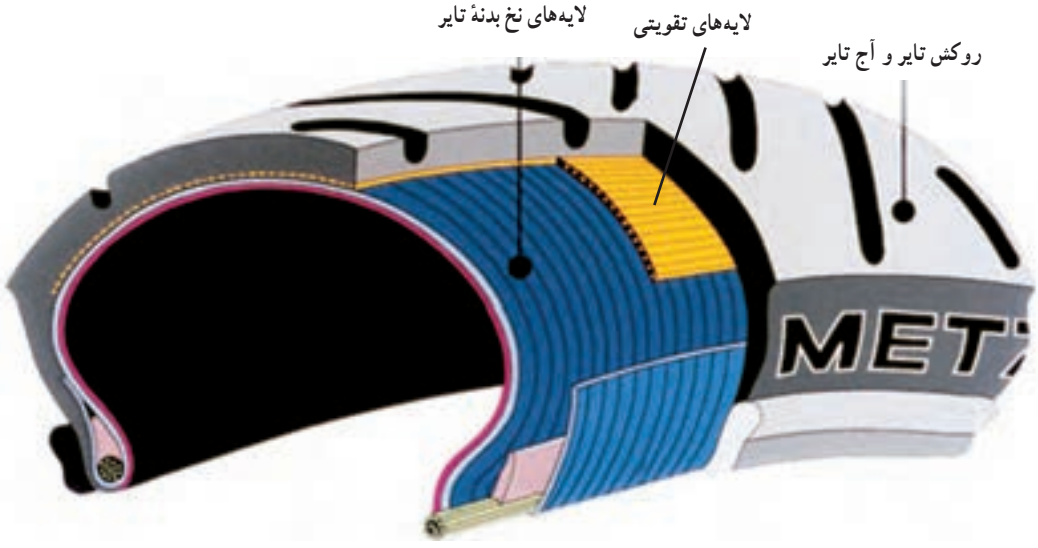
نحوهٔ چیدمان و مورّب بودن لایه‌های نخ باعث می‌شود که تایر بایاس دیوارهٔ سفت‌تری نسبت به نوع رادیال داشته و نیروهای عمودی را بهتر تحمل نماید. جنس نخ‌های لایه از ابریشم مصنوعی یا نایلون است.

با توجه به خواص نامطلوب این نوع تایر، امروزه از آن در خودروهای سواری استفاده نمی‌شود.

۲ــ۱۰ــ تایر رادیال

شکل ۲ــ۱۰؛ این نوع تایر، وضعیت چیدمان نخ لایه‌های بدنه و لایه‌های تقویتی را نسبت به خط محیطی تایر نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۲ــ۱۰ تایر رادیال نیز از چند لایه تشکیل شده است. لایه‌های زیرین را لایه‌های بدنه و لایه‌های بالاتر را



شکل ۲ــ۱۰ــ تایر رادیال، وضعیت چیدمان مجموعهٔ لایه‌های بدنه و تقویتی، نسبت به خط محیطی تایر

لایه‌های تقویتی می‌نامند. نخ‌های لایه‌های بدنه، نسبت به خط محیطی تایر، دارای زاویهٔ ۸۸ تا ۹۰ درجه است و نخ‌های لایه‌های تقویتی، نسبت به خط محیطی تایر، زاویهٔ ۱۵ تا ۲۵ درجه را تشکیل می‌دهند. جنس لایه‌های بدنه از ابریشم مصنوعی یا پلی‌استر و جنس لایه‌های تقویتی از ابریشم مصنوعی، پلی‌استر یا سیم فولادی‌ست.

با توجه به ویژگی‌های مناسب تایرهای رادیال، امروزه در اکثر خودروهای سواری از این نوع تایر استفاده می‌شود.

۳ــ۱۰ــ مقایسهٔ ویژگی‌های تایر بایاس و رادیال

این دو نوع تایر از جهات زیر مقایسه می‌شوند :

۱ــ راحتی در رانندگی (جذب ارتعاشات)؛

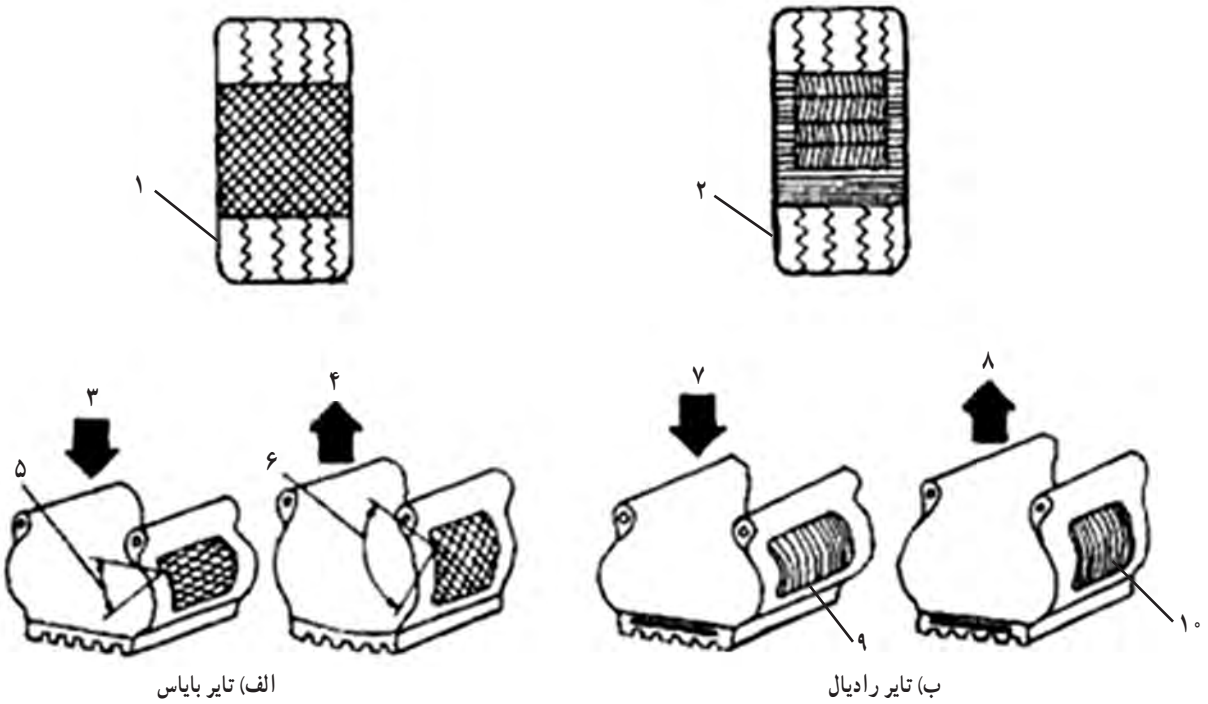
۲ــ کنترل و پایداری خودرو؛

۳ــ شتاب‌گیری و ترمزگیری (تحمل نیروهای طولی)؛

۴ــ عمر تایر؛

۵ــ مصرف سوخت.

۱ــ راحتی در رانندگی : شکل ۳ــ۱۰، مقایسهٔ عکس‌العمل تایرهای بایاس و رادیال را هنگام عبور از جاده‌های ناهموار و ارتباطش با راحتی سرنشینان را نشان می‌دهد.



الف) تایر بایاس ب) تایر رادیال

شکل ۳ــ۱۰ــ مقایسهٔ عکس‌العمل تایرهای بایاس و رادیال هنگام عبور از جاده‌های ناهموار

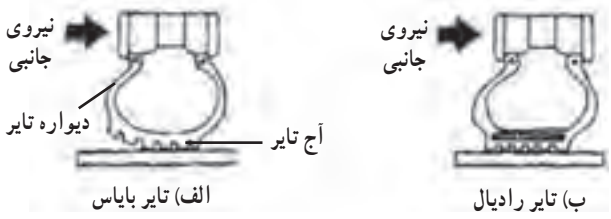
۱ــ تایر بایاس ۲ــ تایر رادیال ۳ــ نیروی عمودی اعمالی به تایر بایاس ۴ــ نیروی عکس‌العمل تایر بایاس ۵ــ کاهش زاویهٔ نخ‌های تایر بایاس به هنگام اعمال نیرو به آن ۶ــ افزایش زاویه نخ‌های تایر بایاس به هنگام برگشت تایر به حالت اولیه ۷ــ نیروی عمودی اعمالی به تایر رادیال ۸ــ نیروی عکس‌العمل تایر رادیال ۹ و ۱۰ــ امتداد نخ‌های دیواره جانبی تایر رادیال در جهت شعاع تایر

با توجه به شکل ۳ــ۱۰، با توجه به سخت‌تر بودن دیوارهٔ جانبی تایر بایاس (به دلیل زاویهٔ نخ لایه‌ها با خط محیطی تایر) که موجب انعطاف‌ناپذیری مناسب تایر می‌گردد، ارتعاشات ناشی از ناهمواری‌های جاده کمتر جذب می‌شود و راحتی سرنشین کاهش می‌یابد.

در تایر رادیال (۲)، نخ‌های دیوارهٔ جانبی کشش را تحمل می‌کنند، اما قادر به تحمل فشار نیستند و از آنجایی که امتداد نخ‌های دیوارهٔ جانبی تایر (۹ و ۱۰) در جهت شعاع تایر است، تغییر شکل

و انعطاف آنها در اثر نیروی فشاری اِعمالی به آنها بیشتر است. از این‌رو این تایرها نرمی و راحتی بیشتری نسبت به تایر بایاس دارند و نیروهای وارد از طرف جاده به تایر را بهتر مستهلک می‌نمایند.

۲ــ پایداری خودرو (تحمل نیروی جانبی) : شکل ۴ــ۱۰، وضعیت پایداری خودرو را هنگام طی کردن مسیر پیچ جاده با دو نوع تایر بایاس و رادیال نشان می‌دهد.



شکل ۴ــ۱۰ــ مقایسه وضعیت پایداری خودرو در هنگام طی کردن مسیر پیچ با دو نوع تایر بایاس و رادیال

مطابق شکل ۴ــ۱۰، با توجه به سخت‌تر بودن دیوارهٔ تایر بایاس هنگام حرکت خودرو در پیچ جاده، بخشی از آج تایر از سطح جاده جدا می‌شود و باعث می‌گردد سطح تماس تایر با زمین کمتر شود. لذا تایر نیروی جانبی کمتری را تحمل می‌کند (باعث کم شدن پایداری خودرومی شود). در تایر رادیال، به دلیل نرم و انعطاف‌پذیر بودن دیوارهٔ جانبی تایر هنگام طی کردن پیچ جاده، سطح تماس آج تایر با زمین ثابت می ماند. از این‌رو نیروی جانبی بیشتری را تحمل می‌کند. بنابراین حفظ مسیر و پایداری خودروی مجهز به تایر رادیال مناسب‌تر است.

۳ــ شتاب‌گیری و ترمزگیری : شکل ۵ــ۱۰، مقایسهٔ وضعیت شتاب‌گیری و ترمزگیری خودرو با دو نوع تایر بایاس و رادیال را نشان می‌دهد.

شکل ۵ــ۱۰ــ مقایسهٔ وضعیت شتاب‌گیری و ترمزگیری خودرو با دو نوع تایر بایاس و رادیال

مطابق شکل ۵ــ۱۰ و باتوجه به سخت‌تر و مستحکم‌تربودن دیوارهٔ جانبی تایر بایاس، نسبت به تایر رادیال در هنگام حرکت خودرو، سطح تماس تایر بایاس با جاده از سطح تماس تایر رادیال با جاده کمتر است و باعث می‌شود که تایر بایاس بیشتر دچار لغزش شود. بنابراین هنگام شتاب‌گیری و ترمزگیری با تایر بایاس لغزش بیشتری بین تایر وجاده ایجاد خواهد شد.

۴ــ عمر تایر : از آنجایی که سطح تماس تایر بایاس با جاده، به دلیل سخت‌تر بودن دیوارهٔ جانبی آن، کم است، لغزش بیشتری ایجاد می‌شود. بنابراین آج تایر سریع‌تر از بین می‌رود و عمرش کمتر است. اما در تایر رادیال، به دلیل بیشتر بودن سطح تماس تایر با جاده، سایش آج تایر کمتر است (به دلیل لغزش کمتر) و عمر آن افزایش می یابد، به‌طوری‌که عمر تایرهای رادیال در مقایسه با تایرهای بایاس ۸۰٪ بیشتر است.

۵ــ مصرف سوخت : انعطاف‌پذیری بیشتر تایر رادیال، نسبت به تایر بایاس و مقاومت غلتشی کمتر آن، باعث می‌شود که مصرف سوخت خودروی مجهز به تایر رادیال تقریبا ۵٪ از خودروی مجهز به تایر بایاس کمتر باشد.

نکته : برای صرفه‌جویی در مصرف سوخت باید از تایر مناسب استفاده شود و همچنین میزان باد آن تنظیم باشد.

۴ــ۱۰ــ ساختمان و اجزای تایر

با توجه به شکل‌های ۶ــ۱۰ و ۷ــ۱۰، که به ترتیب ساختمان و اجزای تایرهای بایاس و رادیال را نشان می‌دهند. اجزای تشکیل دهندهٔ تایر به شرح زیرند :

۱ــ مجموعهٔ بدنهٔ تایر[۱] : مجموعهٔ بدنهٔ تایر، که درواقع چهارچوب اصلی تایر است در شکل‌های ۶ــ۱۰ و ۷ــ۱۰ با شمارهٔ یک نشان داده شده است. بدنهٔ تایر شامل مجموعهٔ لایه‌های نخ‌دار تایر است، که به آن «منجید» نیز گفته می‌شود.

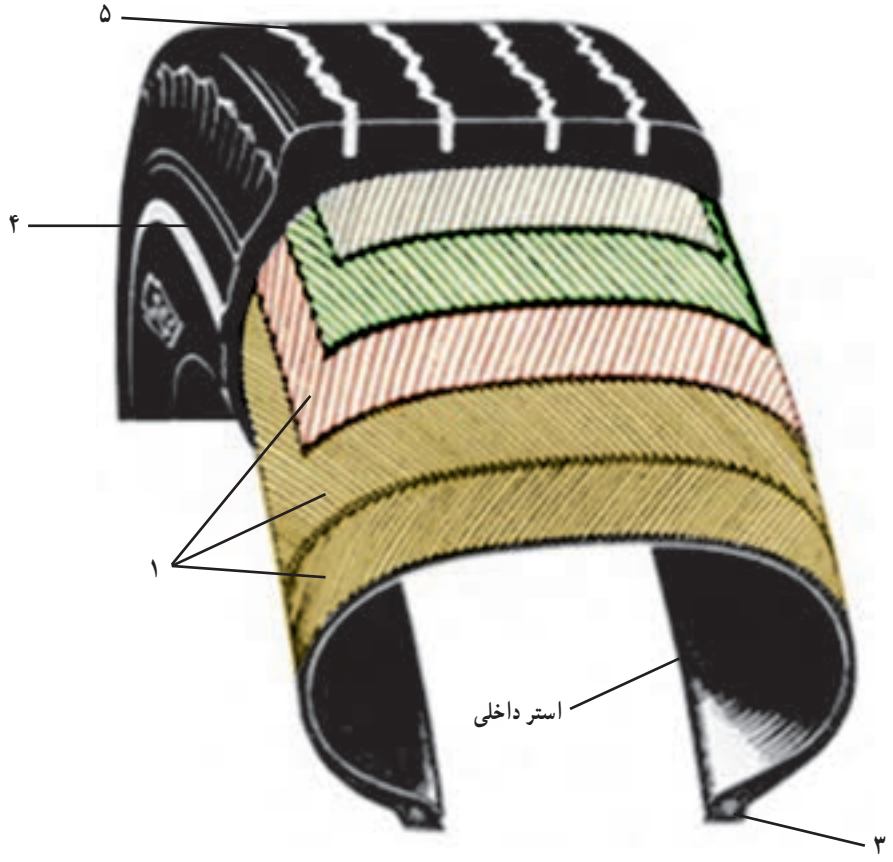
۲ــ طوقه[۲] : مطابق شکل‌های ۶ــ۱۰ و ۷ــ۱۰ «طوقه» از چند رشته سیم فولادی با مقاومت بالا تشکیل شده است و در قسمت داخلی تایر (۳) قرار می‌گیرد. وظیفهٔ اصلی طوقه موقعیت‌دادن و هم مرکز کردن رینگ و تایر است.

۳ــ دیواره تایر[۳] : مطابق شکل‌های ۶ــ۱۰ و ۷ــ۱۰، قسمت لاستیکی (۴) را که به‌صورت سراسری دورتا دور تایر کشیده شده و طوقهٔ تایر را به روکش لاستیکی تایر متصل می‌کند، «دیوارهٔ تایر» می‌نامند.

۴ــ رویه یا روکش تایر[۴] : با توجه به شکل‌های ۶ــ۱۰ و ۷ــ۱۰، بخش لاستیکی بیرونی تایر (۵) را، که در هنگام دَوَران تایر با سطح جاده در تماس است، «رویه» یا «روکش تایر» گویند. بر روی رویه یا روکش، آج تایر تعبیه می‌شود که وظایف زیر را برعهده دارد :

الف) هدایت آب موجود بر روی سطح جاده و جلوگیری از لغزیدن تایر بر روی آب؛

ب) به جریان درآوردن هوای اطراف تایر و نهایتاً خنک کاری تایر؛



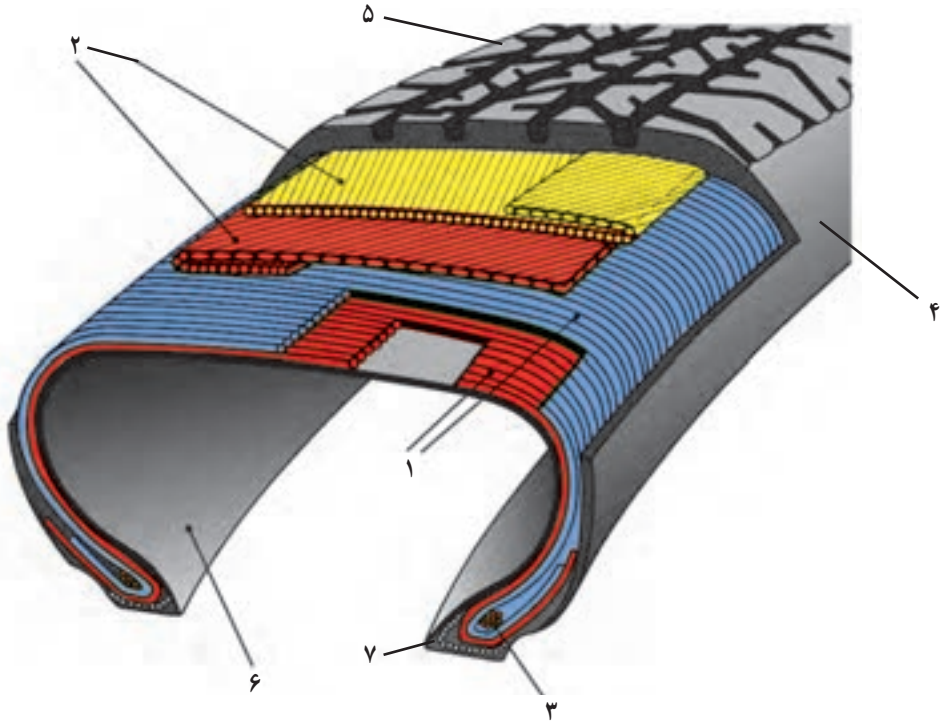
شکل ۶ــ۱۰ــ ساختمان و اجزای تایر بایاس

۱ــ Tire body
۲ــ Bead
۳ــ Side wall
۴ــ Tread

ج) افزایش ضریب اصطکاک تایر در سطوح خیس، برفی و یخ زده.

۵ــ فلیپر[1] : مطابق شکل ۷ــ۱۰، در تایرهای رادیال برای ایجاد استحکام بیشتر در محل تماس رینگ و طوقه و نیز برای این‌که سختی رینگ به تایر آسیبی نرساند از «فلیپر» (۷) استفاده می‌کنند.

۶ــ آستر داخلی تایر[2] : به لایهٔ لاستیکی نازکی که سطح داخلی تایر را پوشش می‌دهد «آستر داخلی تایر»(۶) گویند. این لایه از تماس مستقیم نخ‌های منجید با تیوپ (در تایرهای تیوبدار) جلوگیری می‌کند تا از ساییده‌شدن تیوب جلوگیری کند. در تایرهای تیوبلس آستر داخلی وظیفه نگهداری هوای داخل تایر را برعهده دارد.



شکل ۷ــ۱۰ــ ساختمان و اجزای تایر رادیال

۱ــ لایه‌های بدنهٔ تایر که نخ های آن، با خط محیطی تایر دارای زاویهٔ ۸۸ تا ۹۰ درجه‌اند. ۲ــ لایه‌های تقویتی که نخ‌های آن نسبت به خط محیطی زاویهٔ ۱۵ تا ۳۵ درجه را می‌سازند. ۳ــ طوقه ۴ــ دیوارهٔ تایر ۵ــ رویه یا روکش تایر و آج ۶ــ آستر داخلی

۵ــ۱۰ــ تایر بدون تیوپ (تیوبلس)

با توجه به این نکته که در هنگام رانندگی با سرعت زیاد اصطکاک بین دیوارهٔ تایر و تیوب باعث گرم شدن تایر می‌شود، نوع دیگری از تایرها که فاقد تیوب‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تایرها بدون تیوب‌اند و در جدار داخلی آنها لایهٔ لاستیکی مخصوصی به‌منزلهٔ پوشش آب‌بندی وجود دارد، به‌طوری‌که هوای تحت فشار بین این جداره و محفظه رینگ قرار می‌گیرد.

شکل ۸ــ۱۰. تایر تیوب‌دار و بدون تیوب را نشان می‌دهد.

مزایای تایر بدون تیوب نسبت به تایر تیوب‌دار عبارت‌اند از :

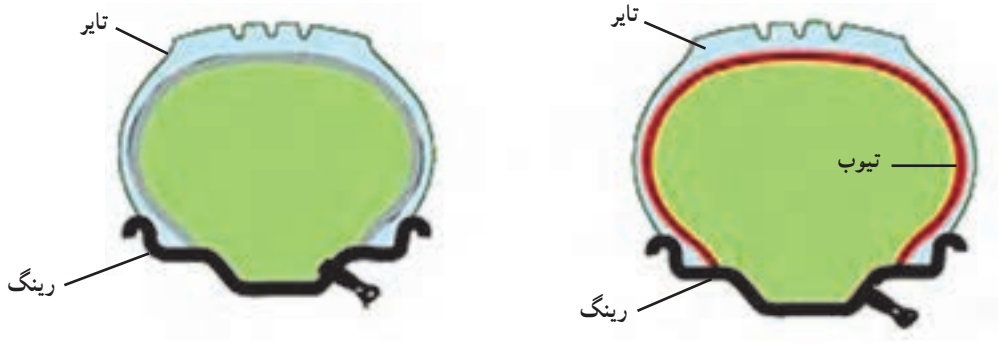
۱ــ نگهداری بهتر و مطلوب‌تر هوای تحت فشار؛

۲ــ خروج تدریجی هوای تحت فشار از تایر به هنگام پنچرشدن (این مزیّت، ایمنی خودرو را در سرعت‌های زیاد افزایش می‌دهد)؛

۳ــ بهبود خنک کاری تایر به سبب اینکه هوای داخل تایر

۱ــ Flipper

۲ــ Tubeless tyre



الف) تایر تیوب‌دار ب) تایر تیوبلس

شکل ۸ــ۱۰ــ دو نوع تایر تیوبلس و تیوب‌دار

به صورت مستقیم با رینگ در تماس است و حرارت تایر را به سرعت به رینگ، که در مجاورت هوای آزاد است، منتقل می‌کند؛

۴ــ سهولت در پنچرگیری.

۶ــ۱۰ــ سیستم کدگذاری مشخصات تایر

حروف و اعدادی به‌صورت کد بر روی دیوارهٔ تایر درج شده که دارای مفاهیم خاصی‌ست. در این بخش به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

۱ــ۶ــ۱۰ــ شاخص حداکثر سرعت مجاز قابل تحمل تایر

: این شاخص بیانگر این نکته است که تایر خودرو با حداکثر سرعت مجاز، نشان داده شده در جدول ۱ــ۱۰، قادر است به مدت ده دقیقه بدون خطر حرکت کند.

جدول ۱ــ۱۰ــ شاخص حداکثر سرعت مجاز قابل تحمل تایر

کد	مایل در ساعت	کیلومتر در ساعت	کد	مایل در ساعت	کیلومتر در ساعت
A1	۳	۵	L	۷۵	۱۲۰
A3	۹	۱۵	N	۸۷	۱۴۰
A4	۱۲	۲۰	P	۹۴	۱۵۰
A5	۱۶	۲۵	Q	۱۰۰	۱۶۰
A6	۱۹	۳۰	R	۱۰۶	۱۷۰
A7	۲۲	۳۵	S	۱۱۲	۱۸۰
A8	۲۵	۴۰	T	۱۱۸	۱۹۰
B	۳۱	۵۰	U	۱۲۴	۲۰۰
C	۳۷	۶۰	H	۱۳۰	۲۱۰
D	۴۰	۶۵	V	۱۴۹	۲۴۰
E	۴۳	۷۰	Z	بیشتر از ۱۴۹	بیشتر از ۲۴۰
F	۵۰	۸۰	W	۱۶۸	۲۷۰

G	۵۶	۹۰	(W)	بیشتر از ۱۶۸	بیشتر از ۲۷۰
J	۶۲	۱۰۰	Y	۱۸۶	۳۰۰
K	۶۸	۱۱۰	(Y)	بیشتر از ۱۸۶	بیشتر از ۳۰۰

۲ــ۶ــ۱۰ــ شاخص بار : این شاخص، میزان حداکثر بار قابل تحمل توسط تایر را، که در خودروهای سواری دارای یک کد عددی دو یا سه رقمی هستند، نشان می‌دهد. جدول ۲ــ۱۰، حداکثر بار قابل تحمل تایر خودروی سواری را با فشار باد تایر ۱/۵ بار تا ۲/۵ (bar) و با حداکثر سرعت مجاز ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت، نشان می‌دهد.

جدول ۲ــ۱۰ــ حداکثر بار قابل تحمل توسط تایر خودروی سواری با فشار باد تایر بین ۱/۵ (bar) تا ۲/۵ (bar) و حداکثر سرعت ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت

شاخص وزن	پوند	کیلوگرم	شاخص وزن	پوند	کیلوگرم	شاخص وزن	پوند	کیلوگرم	شاخص وزن	پوند	کیلوگرم
60	۵۵۱	۲۵۰	80	۹۹۲	۴۵۰	100	۱۷۶۴	۸۰۰	120	۳۰۸۷	۱۴۰۰
61	۵۶۷	۲۵۷	81	۱۰۱۹	۴۶۲	101	۱۸۱۹	۸۲۵	121	۳۱۹۷	۱۴۵۰
62	۵۸۴	۲۶۵	82	۱۰۴۷	۴۷۵	102	۱۸۷۴	۸۵۰	122	۳۳۰۶	۱۵۰۰
63	۶۰۰	۲۷۲	83	۱۰۷۴	۴۸۷	103	۱۹۲۹	۸۷۵	123	۳۴۱۸	۱۵۵۰
64	۶۱۷	۲۸۰	84	۱۱۰۲	۵۰۰	104	۱۹۸۴	۹۰۰	124	۳۵۲۸	۱۶۰۰
65	۶۴۰	۲۹۰	85	۱۱۳۵	۵۱۵	105	۲۰۳۹	۹۲۵	125	۳۶۳۸	۱۶۵۰
66	۶۶۱	۳۰۰	86	۱۱۶۸	۵۳۰	106	۲۰۹۴	۹۵۰			
67	۶۷۷	۳۰۷	87	۱۲۰۱	۵۴۵	107	۲۱۴۹	۹۷۵			
68	۶۹۵	۳۱۵	88	۱۲۳۵	۵۶۰	108	۲۲۰۵	۱۰۰۰			
69	۷۱۷	۳۲۵	89	۱۲۷۹	۵۸۰	109	۲۲۷۱	۱۰۳۰			
70	۷۳۸	۳۳۵	90	۱۳۲۳	۶۰۰	110	۲۳۳۷	۱۰۶۰			
71	۷۶۱	۳۴۵	91	۱۳۵۶	۶۱۵	111	۲۴۰۳	۱۰۹۰			
72	۷۸۳	۳۵۵	92	۱۳۸۹	۶۳۰	112	۲۴۷۰	۱۱۲۰			
73	۸۰۵	۳۶۵	93	۱۴۳۳	۶۵۰	113	۲۵۳۶	۱۱۵۰			
74	۸۲۷	۳۷۵	94	۱۴۷۷	۶۷۰	114	۲۶۰۱	۱۱۸۰			
75	۸۵۳	۳۸۷	95	۱۵۲۱	۶۹۰	115	۲۶۷۹	۱۲۱۵			
76	۸۸۲	۴۰۰	96	۱۵۶۵	۷۱۰	116	۲۷۵۶	۱۲۵۰			
77	۹۰۸	۴۱۲	97	۱۶۰۹	۷۳۰	117	۲۸۳۳	۱۲۸۵			
78	۹۳۷	۴۲۵	98	۱۶۵۳	۷۵۰	118	۲۹۱۰	۱۳۲۰			
79	۹۶۳	۴۳۷	99	۱۷۰۹	۷۷۵	119	۲۹۹۹	۱۳۶۰			

۳ــ۶ــ۱۰ــ ابعاد تایر : اندازهٔ تایرها معمولاً برحسب میلی‌متر، اینچ یا ترکیبی از این دو واحد نوشته و مشخص می‌شود. در رایج‌ترین روش، ابعاد تایرهای رادیال شامل پهنای تایر، نسبت منظر و قطر رینگ تایر در نظر گرفته می‌شود. قبل از اندازهٔ تایرهای سواری بعضاً حرف «P[1]» به معنای خودروی سواری و در انتهای اندازهٔ تایر خودروهای باری سبک، حرف «LT[2]» به معنای خودروی باری سبک درج می‌گردد.

مثـال : بـر روی نـوعی تایـر، مشخصات ذیل درج شده است :

P175/65 R14 82 H

P : تایر خودروی سواری

۱۷۵ : پهنای تایر نو بر حسب میلی‌متر

۶۵ : نسبت منظر ۰/۶۵ است، به‌عبارت دیگر، نسبت ارتفاع تایر به پهنای تایر ۰/۶۵ است.

$$\text{نسبت منظر} = \frac{\text{ارتفاع تایر}}{\text{پهنای تایر}} = \frac{H}{W} = ۰/۶۵ \quad (۱ــ۱۰)$$

R : تایر نوع رادیال

۱۴ : قطر رینگ بر حسب اینچ

۸۲ : شاخص بار، که طبق جدول ۲ــ۱۰، معادل ۴۷۵ کیلوگرم با فشار ۲/۵ (bar) در حداکثر سرعت ۱۶۰ km/h

H : شاخص سرعت، که طبق جدول ۱ــ۱۰، حداکثر سرعت قابل تحمل این تایر معادل ۲۱۰km/h خواهد بود.

۴ــ۱۰ــ رینگ و مشخصات آن

پارامترهای مهم در انتخاب رینگ برای خودرو به شرح زیر است :

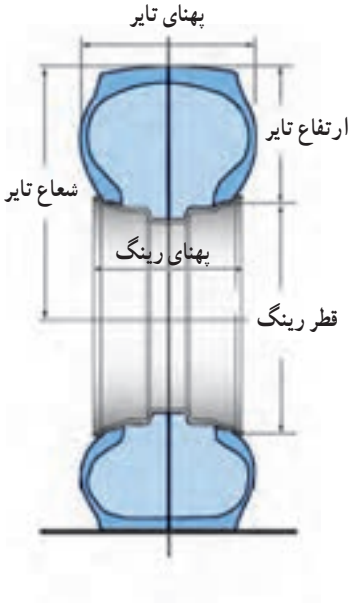
۱ــ سبکی

۲ــ سرعت انتقال حرارت مناسب

۳ــ ابعاد مناسب رینگ

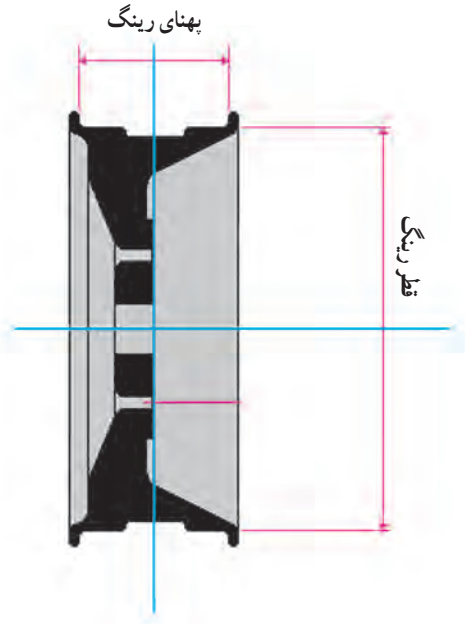
۴ــ زیبایی رینگ

شکل (۹ــ۱۰) قسمت‌های مختلف رینگ و تایر را نشان می‌دهد.



شکل ۹ــ۱۰ــ قسمت‌های مختلف رینگ و تایر

۱ــ ۴ــ۱۰ــ مشخصات رینگ : شکل ۱۰ــ۱۰، مشخصات ابعادی رینگ و شکل فلانچ رینگ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰ــ۱۰ــ رینگ و مشخصات ابعادی آن

۱ــ Passenger car

۲ــ Light Track

مشخصات رینگ به صورت یک عبارت مشخص می‌شود به‌طور مثال :

$$۴\frac{۱}{۲} - j \times ۱۳$$

قطر رینگ بر حسب اینچ — شکل فلانچ رینگ — پهنای رینگ بر حسب اینچ

در این مثال پهنای رینگ ۴/۵ اینچ، شکل فلانچ رینگ به صورت j و قطر رینگ ۱۳ اینچ است.

نکته : معمولاً از رینگ‌های دوپارچه و چند پارچه در خودروهای سنگین و نیمه سنگین استفاده می‌شود و خودروهای سواری معمولاً دارای رینگ‌های یکپارچه‌اند.

۵ــ۱۰ــ انواع رینگ

با توجه به شکل ۱۱ــ۱۰، رینگ خودرو می‌تواند به‌صورت یکپارچه، دو پارچه و چند پارچه ساخته شود.

در دسته‌بندی دیگری، می‌توان رینگ خودرو را به‌صورت زیر به چهار دسته تقسیم نمود :

۱ــ رینگ فولادی پرس شده؛

۲ــ رینگ با پره‌های سیمی؛

۳ــ رینگ ریخته‌گری شده با آلیاژ آلومینیوم یا فلزات سبک؛

۴ــ رینگ فورج یا آهنگری شده.

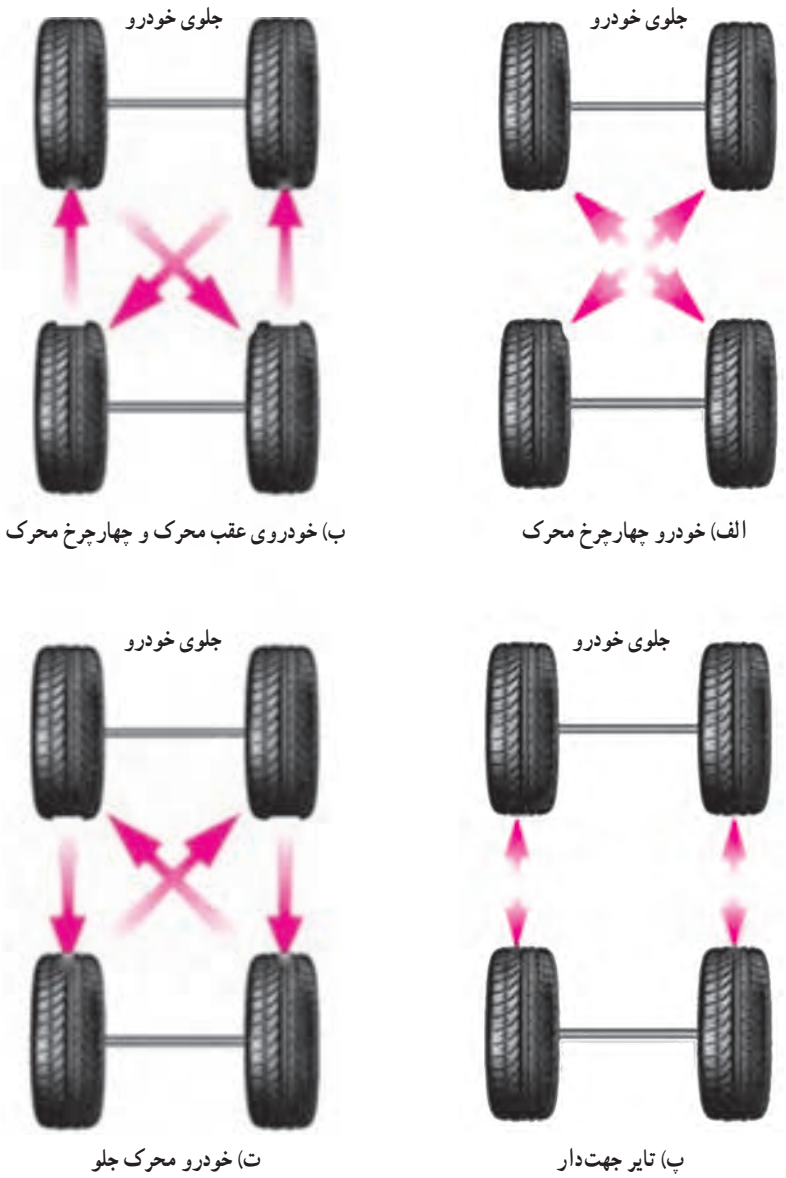
الف) رینگ یکپارچه — ب) رینگ دوپارچه — پ) رینگ چندپارچه

شکل ۱۱ــ۱۰ــ انواع رینگ یکپارچه، دوپارچه و چند پارچه

۶ــ۱۰ــ جابه‌جایی دوره‌ای تایر

به منظور طولانی‌تر شدن عمر تایر، توصیه می شود که به‌ازای پیمایش هر ۸ الی ۱۰ هزار کیلومتر، تایرها مطابق شکل ۱۲ــ۱۰ و با در نظر گرفتن محور محرک خودرو و نیز نوع تایر، به‌صورت دوره‌ای جابه‌جا گردد.

نکته : طرح آج برخی از تایرها دارای جهت مشخصی‌ست. در هنگام نصب و جابه‌جایی دوره‌ای این نوع تایرها، باید به این نکته دقت نمود که تایر در جهت مشخص شده با فلش روی دیوارهٔ آن بر روی رینگ و خودرو نصب شود. نصب اشتباهی این نوع تایرها به ایجاد صدا در حین حرکت خودرو و همچنین به فرسایش زود هنگام تایر منجر می‌شود.



الف) خودرو چهارچرخ محرک

ب) خودروی عقب محرک و چهارچرخ محرک

پ) تایر جهت‌دار

ت) خودرو محرک جلو

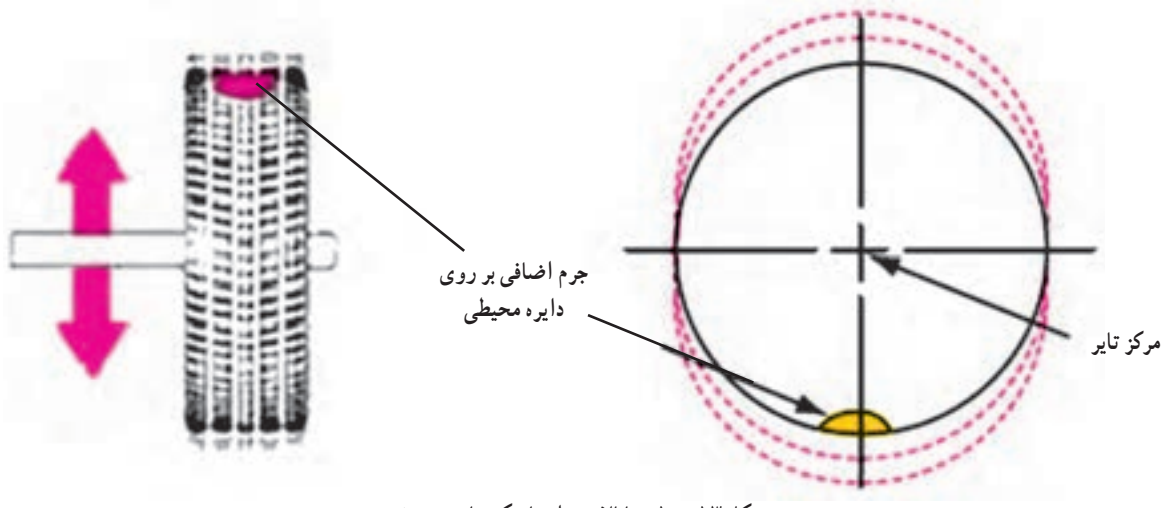
شکل ۱۲ــ۱۰ــ الگوی جابه‌جایی تایر خودرو

۷ــ۱۰ــ بالانس‌نبودن چرخ و تایر خودرو

از آنجایی که مجموعهٔ چرخ در حال دَوَران است، چنانچه دچار نابالانسی جرمی یا هندسی گردد، ارتعاش تولید می‌کند. این ارتعاشات، علاوه بر کاهش راحتی سرنشین و پایداری خودرو، باعث افزایش استهلاک سایر قطعات سیستم‌های مرتبط با چرخ خودرو نیز می‌شود. چرخ خودرو دارای دو نوع نابالانسی استاتیکی و دینامیکی‌ست که متعاقباً تشریح خواهند شد.

۱ــ۷ــ۱۰ــ نابالانسی استاتیکی: شکل ۱۳ــ۱۰، چرخ خودرو را در دو حالت بالانس و نابالانسی استاتیکی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ملاحظه می شود، نابالانسی استاتیکی از توزیع نامناسب جرم بر روی دایرهٔ محیطی واقع در صفحهٔ مرکزی تایر ناشی می‌شود.

وجود جرم اضافی بر روی دایرهٔ محیطی واقع در صفحهٔ مرکزی تایر، باعث نابالانسی استاتیکی می‌شود. نابالانسی استاتیکی باعث حرکت چرخ در راستای شعاع می‌شود، ولی چرخ به سمت چپ و راست حرکت دَوَرانی نخواهد داشت.



شکل ۱۳ــ۱۰ــ نابالانسی استاتیکی تایر و چرخ خودرو

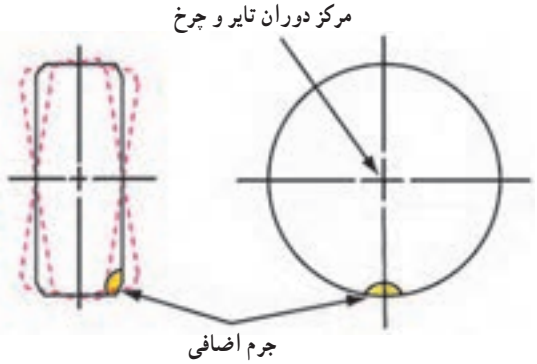
نکته : صفحهٔ مرکزی تایر به صفحهٔ قائمی گفته می‌شود که در نمای روبه‌روی خودرو از وسط تایر عبور می‌کند.

مطابق شکل۱۳ــ۱۰ وجود جرم اضافی در دایرهٔ محیطی، که از مرکز تایر عبور می‌کند، باعث می‌شود که نیروی جانب مرکز در راستای شعاع تایر تولید گردد. از آنجایی که تایر در حال دَوَران است، بنابراین جهت اِعمال نیرو نیز متغیر خواهد بود. به‌طور مثال اگر جرم اضافی در بالای تایر باشد، نیرو به سمت بالا و اگر در پایین تایر باشد، نیرو به سمت پایین خواهد شد. بنابراین با تغییر جهت این نیرو، با توجه به دَوَران تایر، ارتعاشی به تایر و از طریق سیستم تعلیق به بخش‌های مختلف خودرو منتقل می‌گردد. این نیرو باعث حرکت چرخ در راستای شعاع می‌شود، ولی باعث دَوَران چرخ به سمت چپ و راست نخواهد شد.

۲ــ۷ــ۱۰ــ نابالانسی دینامیکی : شکل ۱۴ــ۱۰، وجود نابالانسی دینامیکی بر روی چرخ را نشان می‌دهد.

مطابق شکل۱۴ــ۱۰، وجود جرم اضافی بر روی دایرهٔ محیطی را که در صفحهٔ مرکزی تایر واقع نشده باشد «نابالانسی دینامیکی» گویند. این نوع نابالانسی باعث حرکت شعاعی چرخ نمی‌گردد، بلکه باعث نوسان چرخ به سمت چپ و راست می‌شود.

البته در شرایط واقعی ترکیبی از نابالانس استاتیکی و دینامیکی وجود خواهدداشت.



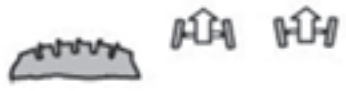
شکل ۱۴ــ۱۰ــ نابالانسی دینامیکی و نصب وزنهٔ بالانس برای بالانس کردن آن

۸ــ۱۰ــ عیوب تایر و شناسایی آنها

از عیوب رایج تایر می‌توان به سایش غیرعادی و غیریکنواخت آن، نامناسب‌بودن فشار باد تایر، تنظیم اشتباهی زوایای چرخ، بالانس‌نشدن چرخ و تایر خودرو و غیره اشاره نمود. البته موارد فوق باعث بروز برخی عیوب در رفتار خودرو، از قبیل انحراف

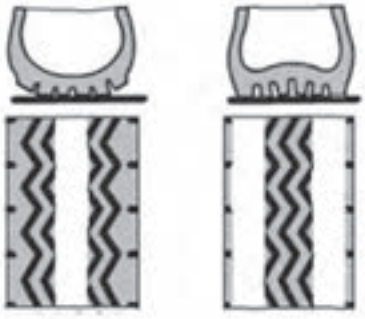
خودرو به یک سمت، لرزش غربیلک فرمان و بدنهٔ خودرو در برخی سرعت‌ها و بعضاً حین ترمزگیری، می‌شود. شکل ۱۵ــ۱۰ برخی از این عیوب را نشان می‌دهد.

سایش تایر دراثرسرجمعی و سربازی نامناسب



تنظیم اشتباه زاویه کمبر

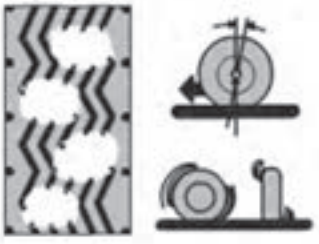
سایش تایر دراثر تنظیم نامناسب فشار باد تایر



تایر کم‌باد

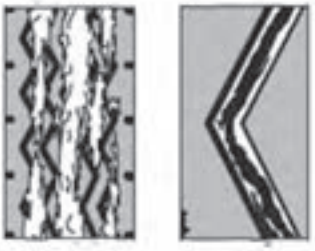
تایر با باد اضافی

سایش تایر دراثر نابالانسی تایر و زاویه کستر نامناسب



سایش نقطه‌ای دراثر ترمز شدید و قفل‌شدن چرخ‌ها

آسیب دراثر دور زدن با دوران کامل فرمان و شروع حرکت با شتاب زیاد



شروع حرکت با شتاب زیاد

شکل ۱۵ــ۱۰ــ انواع سایش غیریکنواخت تایر و دلایل آنها

آزمون پایانی

۱ــ وظایف تایر را بیان کنید.

۲ــ تایر بایاس یا مورب را توضیح دهید.

۳ــ تایرهای بایاس و رادیال را از نظر پایداری خودرو (تحمل نیروی جانبی) با هم مقایسه کنید.

۴ــ اجزای تشکیل‌دهنده تایر را نام ببرید.

۵ــ وظایف آج تایر را نام ببرید.

۶ــ مزایای تایر بدون تیوپ (تیوپلس) را توضیح دهید.

۷ــ بر روی نوعی تایر، مشخصات زیر درج شده است :

P175/65 R14 82H

مفهوم هرکدام از عبارات بالا را توضیح دهید.

۸ــ در انتخاب یک رینگ مناسب چه پارامترهایی را باید مدنظر قرار داد؟

۹ــ انواع رینگ‌ها را نام ببرید.

۱۰ــ نابالانسی استاتیکی را شرح دهید.

فصل یازدهم

سیستم‌های ایمنی خودرو

هدف‌های رفتاری : از هنرجو انتظار می‌رود که پس از مطالعه این فصل بتواند :

۱ــ انواع سیستم های ایمنی خودرو را نام ببرد.
۲ــ انواع ایمنی غیر فعال را دسته بندی کند.
۳ــ عملکرد کمربند ایمنی را بیان کند.
۴ــ عملکرد کیسهٔ هوای ایمنی را شرح دهد.
۵ــ عملکرد پیش‌کشندهٔ کمربند ایمنی را شرح دهد.
۶ــ اهداف سیستم ترمز ضد قفل(ABS) را بیان کند.
۷ــ اجزای سیستم ترمز ضد قفل را نام ببرد.
۸ــ مراحل عملکرد سیستم ترمز ضد قفل را بیان کند.
۹ــ عملکرد سیستم توزیع الکترونیکی نیروی ترمز (EBD) را شرح دهد.
۱۰ــ اهداف سیستم کنترل پایداری (ESP) را بیان کند.
۱۱ــ اجزای سیستم کنترل پایداری(ESP) را نام ببرد.
۱۲ــ عملکرد سیستم کنترل پایداری (ESP) را شرح دهد.

مقدمه

به‌طور کلی سیستم‌های ایمنی در خودرو به دو دستهٔ ایمنی فعال[۱] و ایمنی غیرفعال[۲] تقسیم می‌شوند. سیستم‌های ایمنی فعال به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که از بروز تصادف جلوگیری می‌کنند. نمونهٔ بارز این نوع سیستم ایمنی سیستم ترمز ضدقفل است. از دیگر سیستم‌های ایمنی فعال می‌توان به سیستم کنترل پایداری (ESP)[۳]، سیستم توزیع الکترونیکی نیروی ترمزی (EBD) و غیر آنها اشاره نمود.

سیستم‌های ایمنی غیرفعال، سیستم‌هایی هستند که پس از بروز تصادف وارد عمل می‌شوند و از آسیب دیدن بیش از حد راننده و سرنشینان خودرو جلوگیری می‌کنند. برخی سیستم‌ها همچون کیسهٔ هوا[۴]، کمربند ایمنی و پیش‌کشنده کمربند ایمنی جزء سیستم‌های ایمنی غیرفعال‌اند، در ذیل به بررسی برخی از انواع سیستم‌های ایمنی غیرفعال و فعال پرداخته می‌شود.

۱ــ Active safety
۲ــ Passive safety
۳ــ Electronic stability program
۴ــ Air Bag

۱ــ۱۱ــ ایمنی غیرفعال

از دیرباز موضوع ایمنی خودرو از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. استفاده از روش‌هایی همچون بدنهٔ تقویت شده و شیشه‌های مرکب خودرو، از جمله قدیمی‌ترین روش‌های ایمنی غیرفعال بوده است. هنگام بروز تصادف، تقویت نمودن بدنهٔ خودرو مانع از تغییر شکل بیش از حد بدنهٔ خودرو می‌شود و استفاده از شیشه‌های مرکب نیز از جدا شدن ذرات شیشه و برخورد به راننده و سرنشین جلوگیری می‌کند.

از طرفی استفاده از مواد نرم و انعطاف‌پذیر در بخش‌های داخلی خودرو همچون داشبورد، پوشش ستون‌های بدنه و غیر آنها نیز باعث افزایش ایمنی راننده و سرنشین می‌گردد. مهار کردن سرنشین و راننده به‌وسیلهٔ کمربند ایمنی نیز کمک شایانی در ممانعت از پرتاب شدن سرنشینان خودرو و برخورد آنها با قسمت‌های سخت بدنهٔ خودرو (هنگام بروز تصادف) به عمل می‌آورد. دو عامل مهمی که هنگام بروز تصادف، منشأ آسیب دیدن سرنشینان خودرو می‌شود به شرح زیر است :

۱ــ تغییر شکل بیش از حد محفظهٔ سرنشین و نفوذ اجزای مکانیکی به داخل آن؛

۲ــ شتاب منفی‌ای که به صورت مستقیم به سرنشینان منتقل می‌گردد.

برای کاهش اثرات دو عامل فوق با استفاده از ایمنی‌های غیرفعال اقدامات زیر صورت می‌پذیرد :

۱ــ ایجاد قابلیت تغییر شکل و انعطاف‌پذیری مناسب در بدنهٔ خودرو که موجب جذب مقداری از انرژی تصادف شده و مانع از انتقال آن به سرنشین خودرو می‌شود. این درحالی‌ست که اتاق سرنشین باید دارای استحکام کافی باشد تا حین تصادف دچار تغییر شکل زیاد نشود. بدین منظور، مطابق شکل ۱ــ۱۱، سعی می‌شود که محفظهٔ موتور و صندوق عقب خودرو به صورتی طراحی شود که نسبت به محفظهٔ سرنشین انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشد و هنگام بروز تصادف، با لهیده شدن قسمت جلو یا عقب خودرو، مقدار زیادی از انرژی تصادف جذب گردد. از طرفی محفظه سرنشین نیز باید استحکام کافی داشته باشد تا از بروز جراحات زیاد برای سرنشین خودرو جلوگیری به عمل آورد.

۲ــ کاهش جراحات در اثر شتاب منفی با استفاده از کمربند ایمنی، پیش کشنده و کیسهٔ هوا

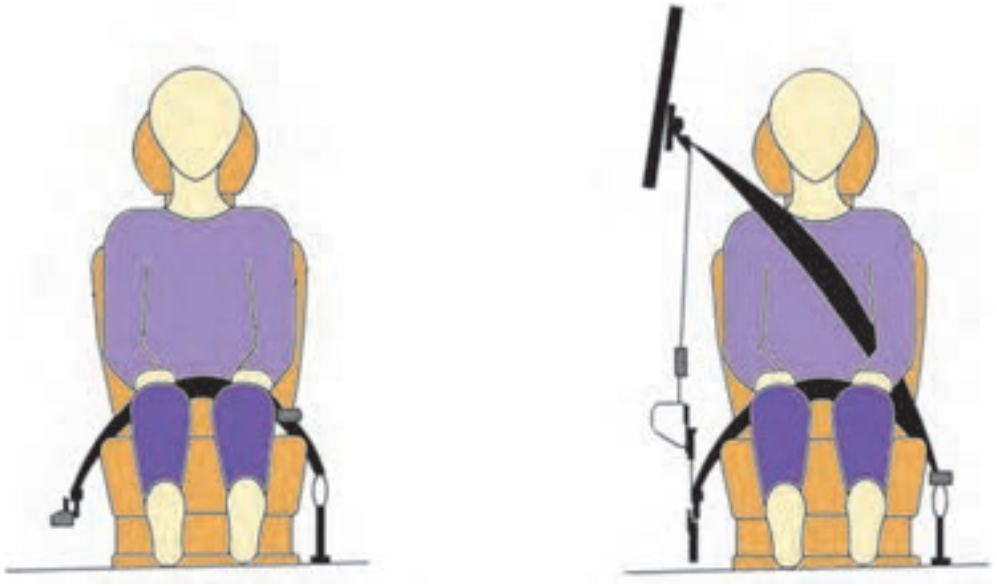
۱ــ ۱ــ۱۱ــ کمربند ایمنی : کمربند ایمنی یکی از تجهیزات سیستم ایمنی غیرفعال است که هنگام تصادف یا ترمزگیری شدید، از حرکت ناخواسته و پرتاب سرنشین و راننده جلوگیری می‌کند و مانع از برخورد افراد به بخش‌های مختلف خودرو می‌شود و درنتیجه مقداری از جراحات و آسیب‌های احتمالی تصادف

شکل ۱ــ۱۱ــ استفاده از ورق‌هایی با قابلیت انعطاف در قسمت جلو و عقب خودرو و نیز ورق‌هایی با استحکام بالا در اطراف محفظهٔ سرنشین

کاهش می‌یابد. شکل ۲ــ۱۱، انواع مختلف کمربند ایمنی خودرو را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۲ــ۱۱، کمربند ایمنی دو نقطه‌ای به منظور مهار کردن قسمت پایینی بدن سرنشین به کار گرفته می‌شود ولی از حرکت رو به جلوی نیم تنهٔ بالایی سرنشین، به هنگام تصادف یا ترمزگیری شدید، جلوگیری نمی‌نماید. به همین دلیل دارای سطح ایمنی پایین‌تری‌ست.

مطابق شکل۲ــ۱۱، نوع مناسب‌تر کمربند ایمنی، که از آن به منظور مهار حرکت نواحی سینه و شانه نیز استفاده می‌شود کمربند سه نقطه‌ای‌ست که از نظر سطح ایمنی بسیار مناسب‌تر از نوع کمربند دو نقطه‌ای‌ست و هنگام تصادف و ترمزگیری شدید، حرکت بدن سرنشین را به سمت جلو مهار می‌نماید.



الف) کمربند ایمنی سه‌نقطه

ب) کمربند ایمنی دو نقطه‌ای

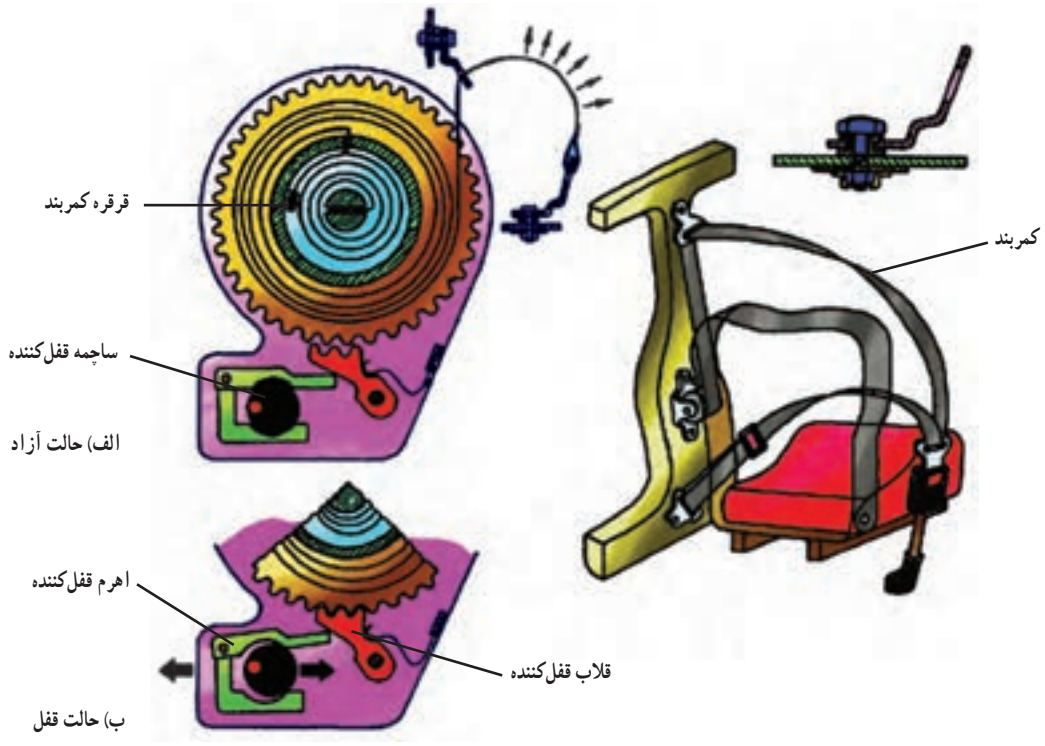
شکل ۲ــ۱۱ــ انواع کمربند ایمنی

با پیشرفت ساخت کمربندهای ایمنی به منظور افزایش ایمنی، از مکانیزم‌های قفل اضطراری در کمربندهای ایمنی استفاده می‌شود. شکل ۳ــ۱۱، نمونه‌ای از مکانیزم‌های قفل اضطراری استفاده شده در کمربند را نشان می‌دهد.

این قفل، تنها هنگام حرکت سریع بدن سرنشین رو به جلو و کشیده شدن کمربند، قفل می‌شود تا مانع از پرتاب شدن سرنشین به سمت جلو گردد و از باز شدن بیش از حد کمربند جلوگیری می‌کند، ولی در حالت عادی به سرنشین اجازهٔ حرکت آزادانه می‌دهد.

نکته : قفل شدن کمربند ایمنی تابع سرعت حرکت کمربند است. به عبارت دیگر، اگر سرعت حرکت کمربند ایمنی کم باشد، کمربند به راحتی باز می‌شود ولی اگر سرعت باز شدن آن زیاد باشد کمربند قفل می‌گردد.

مطابق شکل ۳ــ۱۱، در حالت عادی قلاب قفل‌کننده آزاد است و قرقرهٔ کمربند آزادانه دَوَران می‌نماید تا اجازهٔ کوتاه و بلند شدن طول را به کمربند بدهد. در حین حرکت سریع بدن سرنشین روبه جلو، ساچمه قفل‌کن به سمت جلو حرکت می‌کند و با اعمال نیرو به اهرم قفل کننده باعث درگیر شدن قلاب با چرخ دنده دور قرقره می‌شود. در نتیجه قرقره در محل خود ثابت می‌ماند و از کشیده شدن کمربند جلوگیری می‌نماید.



شکل ۳ــ۱۱ــ مکانیزم قفل اضطراری کمربند ایمنی

نکته : بیایید برای حفظ جان خویش همیشه از بستن کمربند غافل نشویم و اهمیت این امر را به دیگران نیز انتقال دهیم.

۲ــ۱ــ۱۱ــ کیسهٔ هوا و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی :

از آنجایی که تصادف خودرو و نحوهٔ تصادف، غیرقابل پیش‌بینی و بسیار سریع است، واکنش صحیح انسان در مقابل آن بسیار سخت و حتی غیرممکن است. از این‌رو، هنگام بروز تصادف به منظور جلوگیری از پرتاب شدن سرنشینان خودرو و برخورد آنها به قسمت‌های مختلف خودرو علاوه بر کمربند ایمنی از سیستم کیسهٔ هوا و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی استفاده می‌گردد. به عبارت دیگر، با استفاده از این سیستم‌ها بدن انسان، حین تصادف، در موقعیت صحیح خود مهار می‌شود و مانع از حرکت بی‌مورد و برخورد با اجزای خودرو می‌گردد.

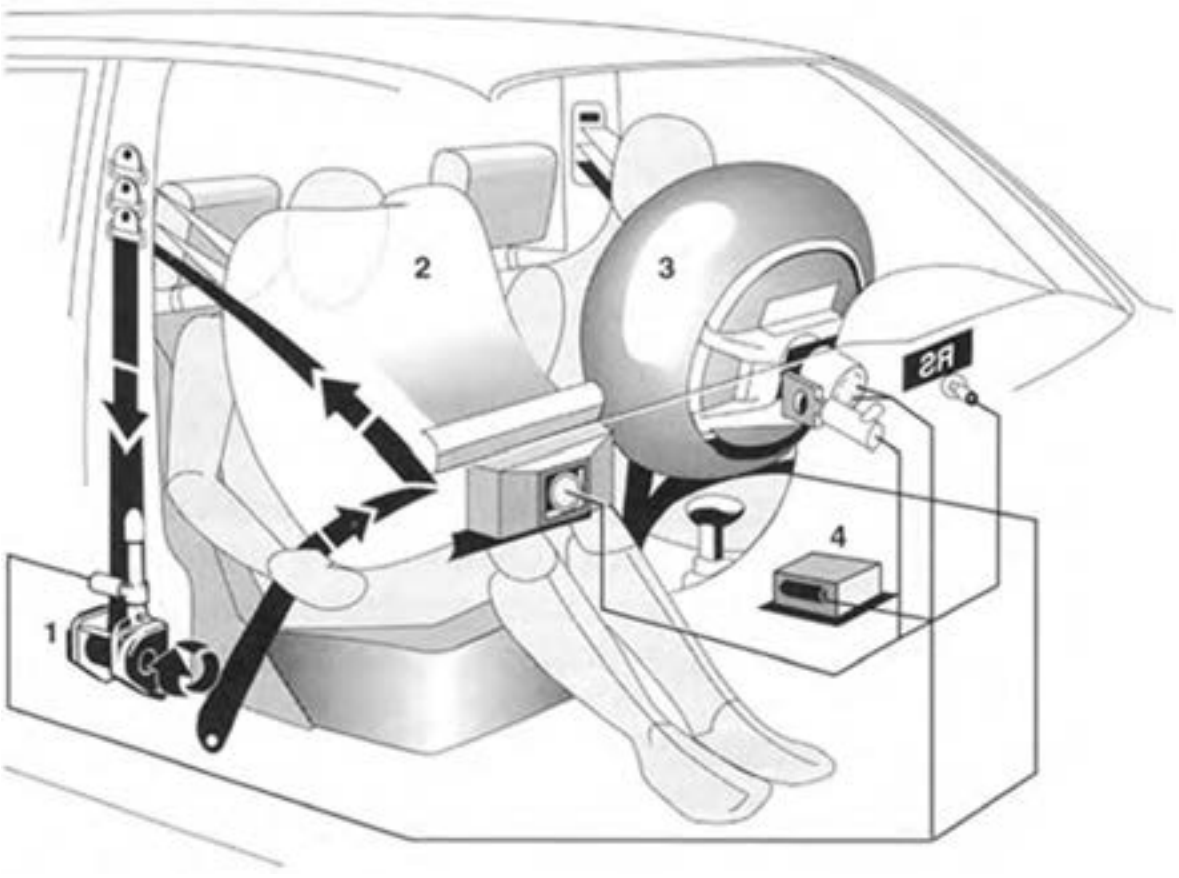
نکته : کمربند ایمنی را سیستم مهارکنندهٔ اولیه[۱] (PRS) و کیسهٔ هوا را سیستم مهارکنندهٔ مکمل یا ثانویه[۲](SRS) می‌گویند. بنابراین هنگام رانندگی باید حتماً از کمربند ایمنی استفاده نمود تا با وجود کیسهٔ هوا از آسیب‌های شدید هنگام بروز تصادف جلوگیری شود.

شکل ۴ــ۱۱، شمای کلی کیسهٔ هوای راننده، سرنشین جلو و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی را نشان می‌دهد.

شکل ۵ــ۱۱، مراحل عملکرد کیسهٔ هوای ایمنی را نشان می‌دهد.

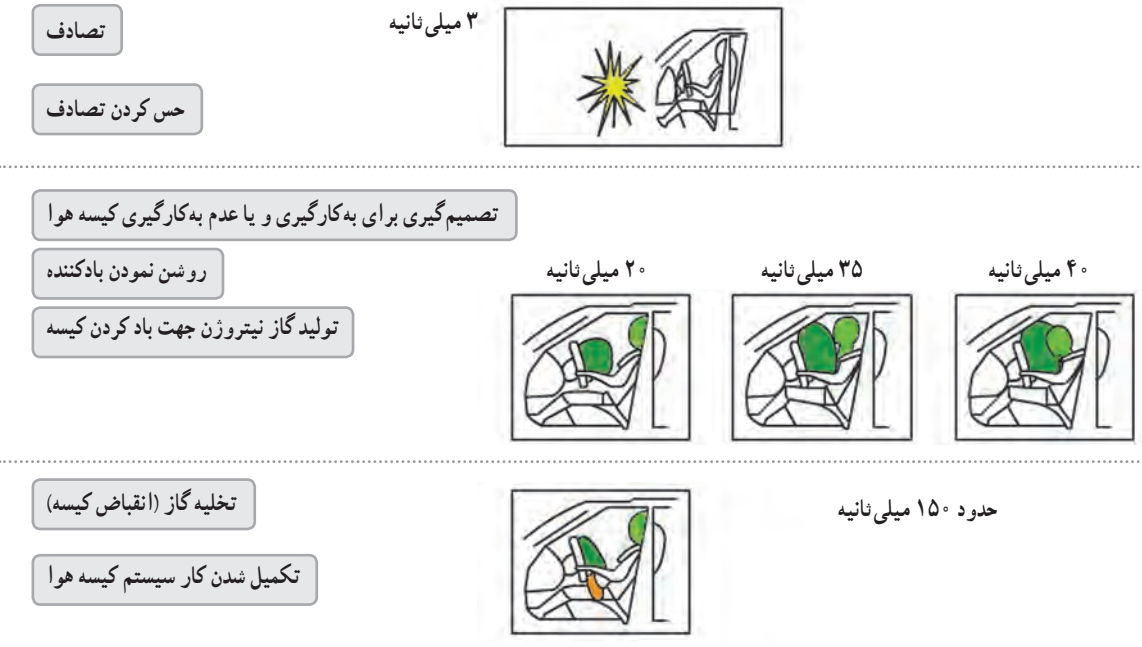
۱ ــ Primary Restraint system

۲ ــ Supplementary Restrain system



شکل ۴ــ۱۱ــ نمای کلی کیسهٔ هوا و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی

۱ــ پیش کشندهٔ کمربند ایمنی ۲ــ کیسهٔ هوای سرنشین جلو ۳ــ کیسهٔ هوای راننده ۴ــ واحد کنترل کیسه هوا



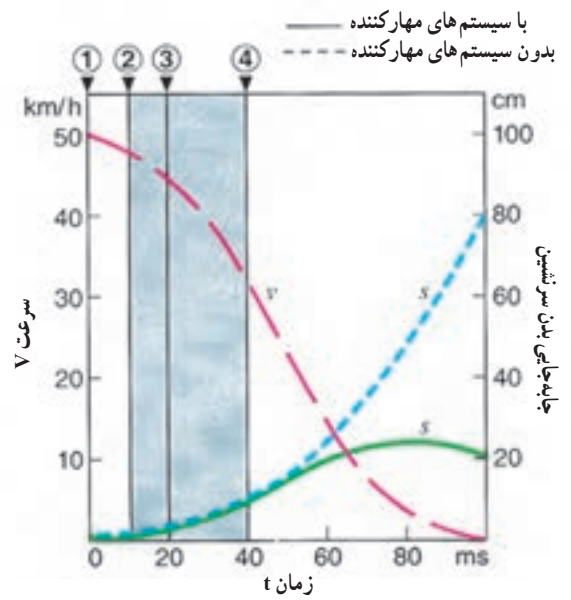
شکل ۵ــ۱۱ــ مراحل عملکرد کیسهٔ هوای ایمنی

با توجه به شکل ۵ــ۱۱، هنگام بروز تصادف، کاهش ناگهانی سرعت خودرو یا به عبارت دیگر، شتاب منفی خودرو توسط حسگرهای موجود در واحد کنترل (ECU) احساس می‌شود. در صورتی که این شتاب منفی از حد مجاز بیشتر شود واحد کنترل، جریان برق متناوب ذخیره شده در خازن خود را به واحد عملگر کیسهٔ هوا ارسال می کند. این جریان برق ضعیف به ایجاد جرقهٔ ضعیف یا ذوب شدن المنتی در واحد عملگر کیسهٔ هوا منجر می‌گردد و درنتیجه سوخت جامد موجود در عملگر منفجر می‌شود. سوخت جامد، معمولاً از نوع نیترات پتاسیم بورن یا نیترات سدیم است. در جریان این انفجار، حجم زیادی بین ۵۰ تا ۲۰۰ دسی متر مکعب گاز نیتروژن تولید می شود که پس از عبور از فیلترهای متعدد، دما و صدای آن تا حدودی کاهش می‌یابد و وارد کیسهٔ هوا می شود. در این وضعیت کیسهٔ هوا بین سرنشین و اجزای خودرو قرار می‌گیرد و از پرتاب شدن و برخورد بدن سرنشین با قسمت های مختلف خودرو جلوگیری می کند.

یکی از مشکلاتی که در هنگام بروز تصادف و قبل از عملکرد کیسهٔ هوا وجود دارد، تأخیر عملکرد کمربند ایمنی و درنتیجه حرکت بدن سرنشین به سمت اجزای خودرو است. برای حل این مشکل لازم است از پیش کشندهٔ کمربند ایمنی استفاده شود. شکل ۶ــ۱۱، نحوهٔ عملکرد کیسهٔ هوا، پیش کشندهٔ کمربند ایمنی و میزان جابه‌جایی سرنشین جلو را برای خودرویی که با سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است و از روبه‌رو با جسم ثابتی برخورد می‌کند نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۶ــ۱۱، حدود ده میلی ثانیه پس از بروز تصادف (۲) جرقه در عملگر کیسهٔ هوا و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی ایجاد می‌شود و پس از حدود بیست میلی ثانیه بعد از تصادف (۳) کمربند ایمنی کشیده و کاملاً محکم می‌شود. در حدود چهل میلی ثانیه پس از تصادف نیز کیسهٔ هوا فعال می‌گردد.

حال با توجه به موارد فوق و دو منحنی (۴) که بیانگر جابه‌جایی سرنشین است. ملاحظه می شود اگر سرنشین از کمربند ایمنی با پیش کشنده استفاده نکند و کیسهٔ هوا نیز وجود



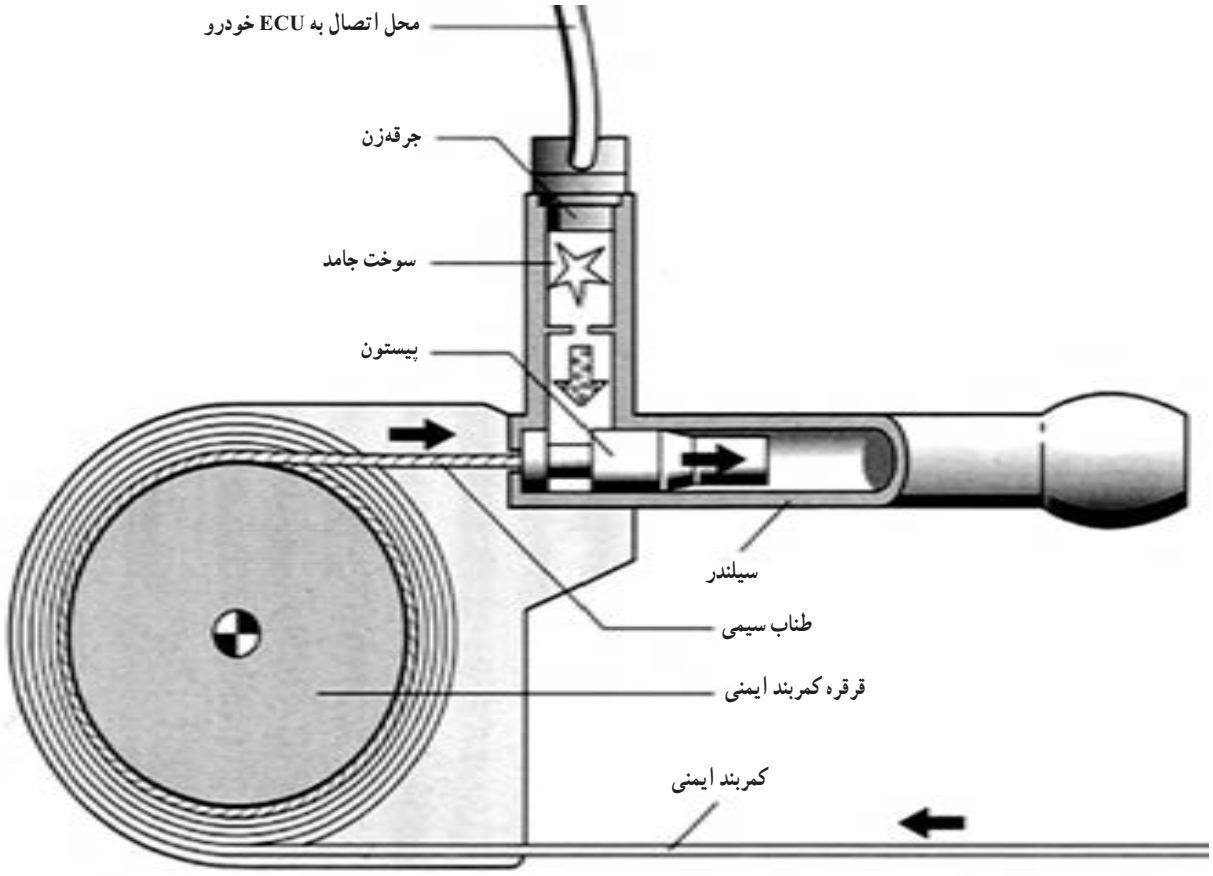
شکل ۶ــ۱۱ــ عملکرد کیسهٔ هوا و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی و جابه‌جایی سرنشین

۱ــ شروع تصادف ۲ــ جرقه زدن عملگر کیسهٔ هوا و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی
۳ــ کشیده شدن و محکم شدن کمربند ایمنی ۴ــ عمل کردن کیسهٔ هوا

نداشته باشد، جابه‌جایی سرنشین در حدود صد میلی ثانیه پس از وقوع تصادف (توقف کامل خودرو) حدود هشتاد سانتی‌متر است. در حالی‌که چنانچه سرنشین از کمربند ایمنی با پیش کشنده و کیسهٔ هوا استفاده کند، بعد از صد میلی ثانیه پس از بروز تصادف جابه‌جایی سرنشین فقط بیست سانتی‌متر خواهد بود که باعث جلوگیری از برخورد سرنشین با اجزای خودرو می‌گردد.

شکل ۷ــ۱۱، نحوهٔ عملکرد پیش کشندهٔ کمربند ایمنی و محکم شدن آن‌را هنگام تصادف نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۷ــ۱۱، هنگام بروز تصادف و صدور دستور انفجار از طرف ECU کیسهٔ هوا و پیش کشندهٔ کمربند ایمنی، سوخت جامد منفجر می‌شود و با اعمال فشار به قسمت زیرین پیستون، باعث می‌شود پیستون به سمت بالا حرکت کند. با حرکت پیستون به سمت بالا، طناب سیمی نیز که به آن متصل است به سمت بالا حرکت می‌کند و باعث دوران قرقرهٔ کمربند ایمنی و سفت کردن آن می‌شود. در نتیجه مانع حرکت سرنشین به سمت جلو می‌شود.



شکل ۷ــ۱۱ــ نحوهٔ عملکرد پیش کشندهٔ کمربند ایمنی

۲ــ۱۱ــ ایمنی فعال

همان‌گونه که پیشتر اشاره شد، ایمنی فعال در خودرو به سیستم‌هایی گفته می‌شود که از بروز تصادف جلوگیری می‌کند. برخی از مهم‌ترین سیستم‌های ایمنی فعال عبارت‌اند از : EBD، ABS و ESP که اجمالاً در زیر بررسی می‌شوند :

۱ــ۲ــ۱۱ــ سیستم ترمز ضد قفل (ABS) : با توجه به مطالب ارائه شده در بخش راندمان ترمزی (فصل ۹) در ترمز ایده‌آل گشتاور اصطکاکی ترمز با گشتاور اصطکاکی تایر با جاده برابر است، زیرا در این صورت کمترین مسافت ترمزی ایجاد می‌گردد.

در سیستم‌های ترمز معمولی (فاقد ABS) هنگام ترمزگیری شدید، به خصوص در سطوح لغزنده، گشتاور اصطکاکی ترمز از گشتاور اصطکاکی تایر با سطح جاده بیشتر می‌گردد که باعث قفل شدن چرخ‌ها و لغزش آن بر روی سطح جاده می‌شود. قفل شدن چرخ‌ها حین ترمزگیری، که معمولاً به‌دلیل کاهش ضریب اصطکاک تایر با جاده است، باعث بروز مشکلاتی به شرح ذیل می‌گردد :

۱ــ فرمان‌پذیر نبودن چرخ‌ها حین ترمزگیری و کاهش پایداری خودرو؛

۲ــ افزایش مسافت ترمزی؛

۳ــ سایش غیرعادی تایر و کاهش طول عمر آن؛

۴ــ افزایش خطرات جانی و مالی.

با توجه به پیشرفت شاخه‌های مختلف علم، سیستم‌های الکترونیکی متعددی به منظور پایداری مناسب‌تر خودرو به‌کار گرفته شده است. از جمله سیستم ترمز ضد قفل (ABS) با هدف کاهش مسافت ترمزی و افزایش فرمان‌پذیری حین ترمزگیری ابداع شده و مورد استفاده قرار گرفته است. هدف این سیستم استفاده از حداکثر نیروی ترمزی متناسب با ضریب اصطکاک تایر با جاده و جلوگیری از قفل شدن چرخ‌هاست و به ایجاد مزایای زیر برای

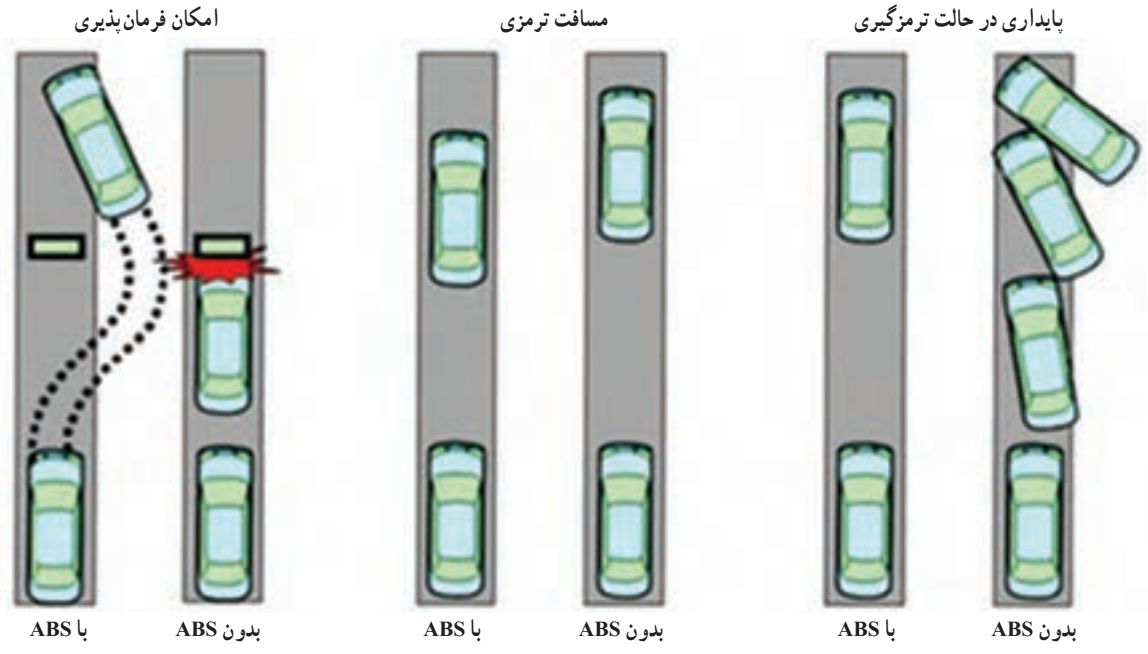
سیستم ترمز منجر می‌گردد :

۱ــ افزایش راندمان ترمز؛

۲ــ افزایش فرمان‌پذیری و پایداری خودرو حین ترمزگیری؛

۳ــ کاهش معمولی مسافت ترمزی؛ ولی این موضوع برای تمامی انواع شرایط جاده صادق نیست.

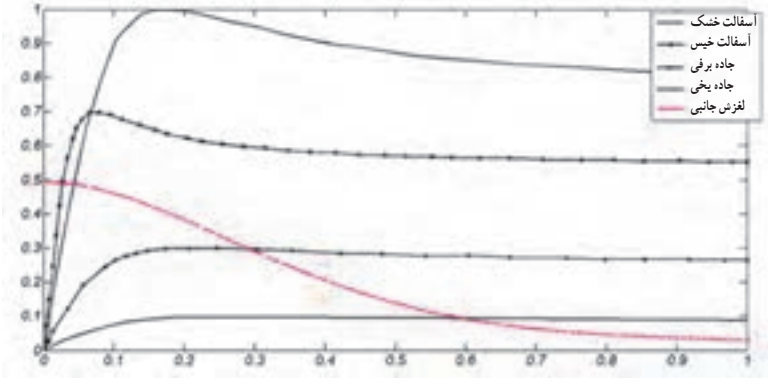
شکل ۸ــ۱۱، عملکرد دو خودرو را حین ترمزگیری، که یکی دارای سیستم ترمز ضد قفل (ABS) و دیگری فاقد آن است، نشان می‌دهد.



شکل ۸ــ۱۱ــ مقایسهٔ دو خودروی دارای ABS و فاقد آن حین ترمزگیری

به‌منظور دستیابی به شرایط مناسب کاهش مسافت ترمزی و افزایش فرمان‌پذیری حین ترمزگیری، با استفاده از سیستم ترمز ضدقفل (ABS) تلاش می‌شود که ضریب اصطکاک تایر با جاده در محدودهٔ مناسبی حفظ شود. در این صورت نیروی اصطکاک بین تایر و زمین افزایش خواهد یافت و به افزایش گشتاور اصطکاکی بین تایر و زمین منجر خواهد شد و از قفل شدن چرخ‌ها جلوگیری می‌شود.

از آنجایی که اندازه‌گیری مستقیم ضریب اصطکاک بین تایر و جاده در مدت زمان ترمزگیری، که بسیار کوتاه نیز هست، بسیار دشوار و چه بسا غیرممکن است، ولی با اندازه‌گیری سرعت چرخ در مدت زمان ترمزگیری پارامتری را به نام لغزش بین تایر و زمین توسط واحد کنترل الکترونیکی سیستم ترمز اندازه‌گیری می‌شود. با اندازه‌گیری مقدار لغزش می‌توان میزان ضریب اصطکاک طولی و جانبی بین تایر و زمین را از طریق شکل ۹ــ۱۱ به‌دست آورد.



شکل ۹ــ۱۱ــ تأثیر لغزش بین تایر و زمین بر ضریب اصطکاک طولی و جانبی بین تایر و زمین

با توجه به شکل ۹ــ۱۱، ملاحظه می‌گردد که چنانچه لغزش طولی بین چرخ و زمین در محدوده ۸ تا ۳۰ درصد قرار گیرد، ضریب اصطکاک طولی بین تایر و زمین در شرایط مختلف محیطی (جاده‌های مختلف) حداکثر است. ضمن اینکه در این محدوده ضریب اصطکاک جانبی بین تایر و زمین (فرمانپذیری خودرو) نیز مطلوب است.

با توجه به مطالب فوق، چنانچه سیستم ترمز ضد قفل (ABS) حین ترمزگیری بتواند لغزش طولی بین تایر و زمین را به‌دست آورد و آن را در محدوده ۸ تا ۳۰ درصد حفظ نماید، ضریب اصطکاک طولی و جانبی تایر و زمین در محدودهٔ مناسب قرار می‌گیرد و درنتیجه، علاوه بر اینکه فرمان‌پذیری خودرو حین ترمزگیری افزایش می‌یابد، معمولاً از مسافت ترمزی نیز کاسته می‌شود.

سیستم ترمز ضد قفل (ABS) برای محاسبهٔ لغزش طولی بین تایر و زمین از رابطهٔ (۱ــ۱۱) استفاده می‌نماید.

(۱ــ۱۱)

$$\text{درصد لغزش} = \frac{\text{سرعت خطی تایر} - \text{سرعت خطی خودرو}}{\text{سرعت خطی خودرو}} \times ۱۰۰ = \frac{V - R\omega}{V} \times ۱۰۰$$

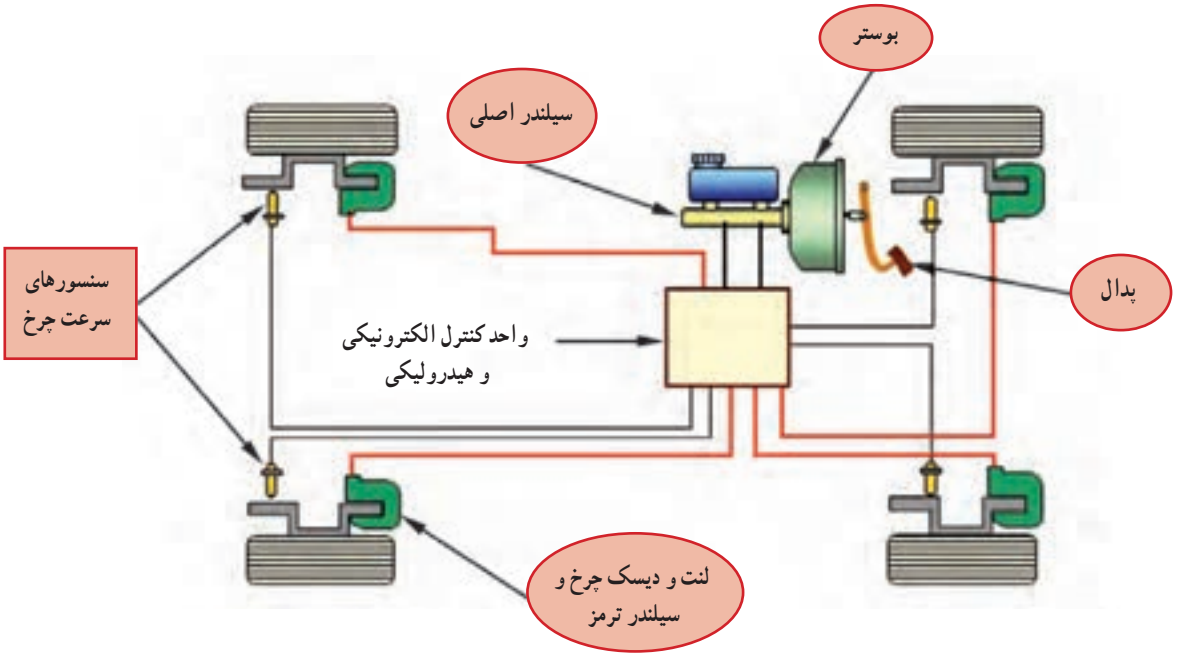
V : سرعت خطی خودرو برحسب متر بر ثانیه (m/s)

R : شعاع تایر بر حسب (m)

ω : سرعت زاویه‌ای تایر بر حسب رادیان بر ثانیه (rad/s)

R.ω : سرعت خطی تایر بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

این سیستم برای عملکرد خود نیازمند اجزای مختلفی ست که در شکل ۱۰ــ۱۱ ملاحظه می‌شود.



شکل ۱۰ــ۱۱ــ اجزای سیستم ترمز ضد قفل (ABS)

۱ــ حسگر چرخ : وظیفه این حسگرها اندازه‌گیری و ارسال سرعت دورانی چرخ به واحد کنترل الکترونیکی سیستم ترمز ضدقفل (ABS) است. مطابق شکل ۱۰ــ۱۱، برای اندازه‌گیری سرعت دورانی تایر از چهار عدد حسگر اندازه‌گیری دوران چرخ (VSS) استفاده می‌شود که با مشخص بودن شعاع تایر، مطابق رابطهٔ ۲ــ۱۱، سرعت خطی تایر محاسبه می‌گردد.

$$V_w = R.\omega \qquad (۲ــ۱۱)$$

V_w : سرعت خطی تایر (m/s)

R : شعاع تایر (m)

ω : سرعت زاویه‌ای تایر (Rad/s)

در این صورت با مشخص شدن سرعت خطی تایر و سرعت خطی خودرو، میزان لغزش چرخ ها از رابطهٔ (۱ـ۱۱) محاسبه می‌گردد.

۲ـ میکروسوییچ پدال ترمز : با استفاده از این میکروسوییچ با آغاز ترمزگیری، علاوه بر روشن شدن چراغ‌های ترمز عقب خودرو، سیستم ضد قفل (ABS) نیز می‌تواند از شروع فرایند ترمزگیری اطمینان حاصل نماید.

۳ـ واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل (ABS) : واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل (ABS) با در اختیار داشتن سرعت دورانی چرخ‌ها که از حسگرهای سرعت چرخ (VSS) دریافت نموده است و همچنین با مشخص بودن شعاع تایر، مقدار سرعت خطی چرخ‌ها را محاسبه می‌نماید. با در اختیار داشتن سرعت خطی خودرو، میزان لغزش طولی بین تایر و زمین از طریق رابطهٔ ۱ـ۱۱ توسط واحد کنترل الکترونیکی محاسبه می‌گردد.

پس از محاسبهٔ میزان لغزش طولی بین تایر و زمین، مطابق شکل (۹ـ۱۱)، با توجه به مراحل ذیل سعی در حفظ محدودهٔ لغزش طولی بین تایر و زمین می‌کند، به‌طوری‌که در این محدودهٔ لغزش طولی، مقدار ضریب اصطکاک طولی و جانبی بین تایر و زمین، مقدار مناسب باشد :

الف) مرحلهٔ افزایش فشار : چنانچه مقدار لغزش طولی بین تایر و زمین کمتر از ۸ درصد باشد، سیستم ترمز ضد قفل (ABS) اجازه می‌دهد فشار مایع هیدرولیک ارسالی به سیلندر ترمز چرخ‌ها افزایش یابد.

ب) مرحلهٔ تثبیت فشار : چنانچه میزان لغزش طولی بین تایر و زمین بین ۸ تا ۳۰ درصد باشد، سیستم ترمز ضد قفل (ABS) اجازه نمی‌دهد فشار مایع هیدرولیک ارسالی به سیلندر ترمز چرخ‌ها افزایش یا کاهش یابد. بنابراین در این محدودهٔ لغزش، فشار مایع هیدرولیک درون سیلندر ترمز چرخ‌ها ثابت باقی می‌ماند.

پ) مرحلهٔ کاهش فشار : چنانچه میزان لغزش طولی بین تایر و زمین از ۳۰ درصد تجاوز کند، سیستم ترمز ضد قفل (ABS)، فشار مایع هیدرولیک درون سیلندر چرخ‌ها را کاهش می‌دهد تا ضمن جلوگیری از قفل شدن چرخ‌ها مقدار لغزش طولی بین تایر و زمین به محدوده‌ای باز گردد که در آن محدوده، ضریب اصطکاک طولی و جانبی تایر و زمین مطلوب باشد.

۴ـ چراغ اخطار سیستم ترمز ضد قفل : این چراغ در محل نشانگرهای روی صفحه نشان‌دهنده به منظور اعلام وضعیت سیستم ترمز ضد قفل (ABS) نصب می‌گردد تا در صورت وجود عیب و خطا در سیستم ترمز ضد قفل (ABS) توسط واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل (ABS) روشن گردد.

۵ـ بلوک هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل (ABS) : شکل ۱۱ـ۱۱، اجزای بلوک هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل (ABS) را نشان می‌دهد.

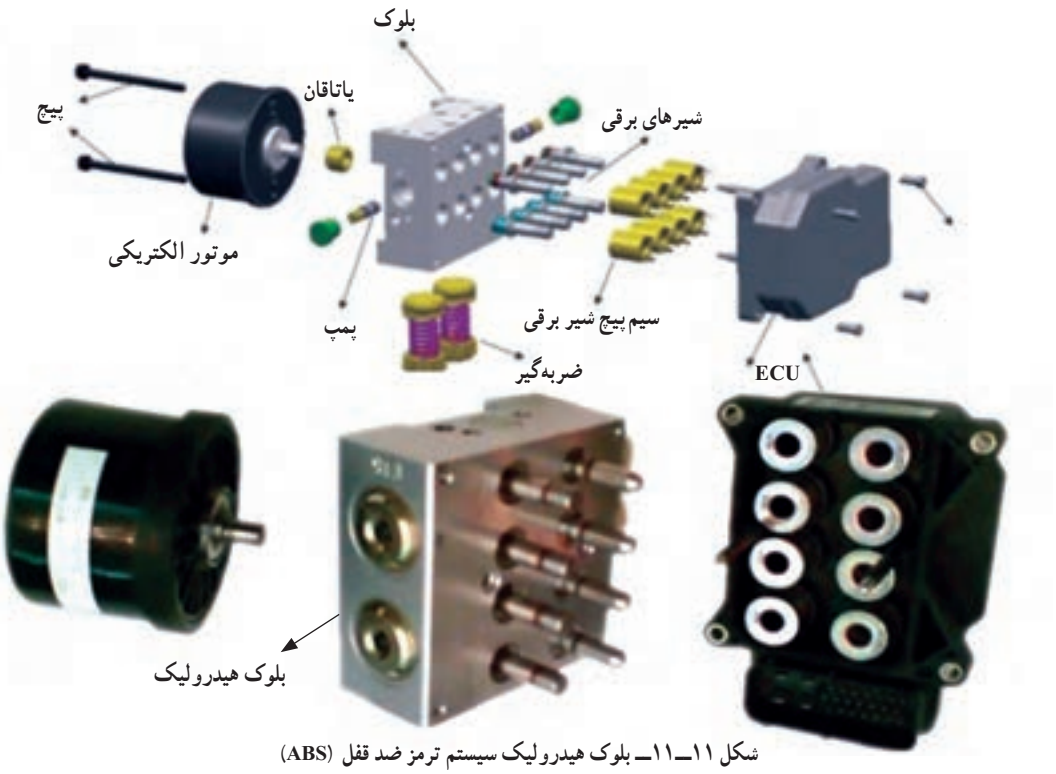
با توجه به شکل ۱۱ـ۱۱، این بلوک دارای ۸ عدد شیر برقی‌ست که توسط واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل (ABS) کنترل می‌شوند.

در این بلوک هیدرولیک که توسط موتور الکتریکی فعال می‌شود، به منظور تأمین فشار مایع هیدرولیک ترمز حین عملکرد سیستم ترمز ضد قفل (ABS)، از یک پمپ هیدرولیک استفاده می‌شود. شرح وظایف و نحوهٔ عملکرد اجزای بلوک هیدرولیک در ادامه و همراه با بررسی حالت‌های مختلف عملکرد سیستم ترمز ضد قفل (ABS) تشریح می‌گردد.

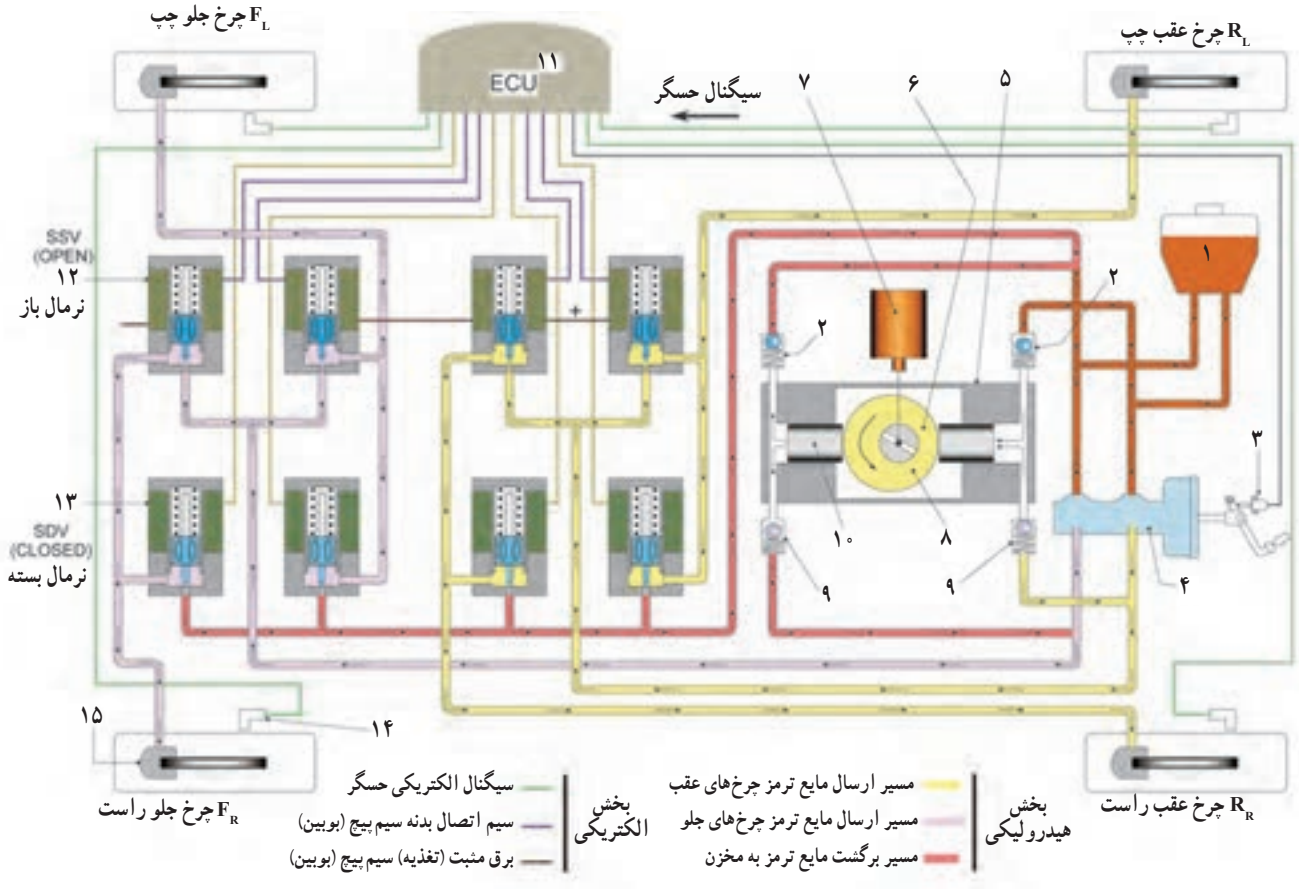
مراحل عملکرد سیستم ترمز ضد قفل به شرح زیر است :

۱ـ مرحلهٔ افزایش فشار مایع هیدرولیک ترمز : شکل ۱۲ـ۱۱، عملکرد سیستم ترمز ضد قفل (ABS) را در مرحلهٔ افزایش فشار نشان می‌دهد.

نکته : شیر ۲/۲ به شیری گفته می‌شود که دارای دو مرحلهٔ عملکرد باز و بسته و دو مجرای ورودی و خروجی‌ست.



شکل ۱۱ــ۱۱ــ بلوک هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل (ABS)



شکل ۱۲ــ۱۱ــ سیستم ترمز ضد قفل (ABS) با استفاده از ۸ عدد شیر ۲/۲ در مرحلهٔ افزایش فشار

۱ــ مخزن مایع هیدرولیک ترمز ۲ــ سوپاپ ورودی ۳ــ میکروسوییچ پدال ترمز ۴ــ سیلندر اصلی ترمز ۵ــ پمپ دو مداری ۶ــ کوپلینگ بین موتور الکتریکی و پمپ مایع هیدرولیک ترمز ۷ــ موتور الکتریکی ۸ــ بادامک خارج از مرکز ۹ــ سوپاپ خروجی ۱۰ــ پلانجر یا پیستون ۱۱ــ ECU ۱۲ــ شیرهای برقی تغذیه (SSV[1]) ۱۳ــ شیرهای برقی تخلیه (SDV[2]) ۱۴ــ حسگر سرعت چرخ ۱۵ــ کالیپر و دیسک ترمز

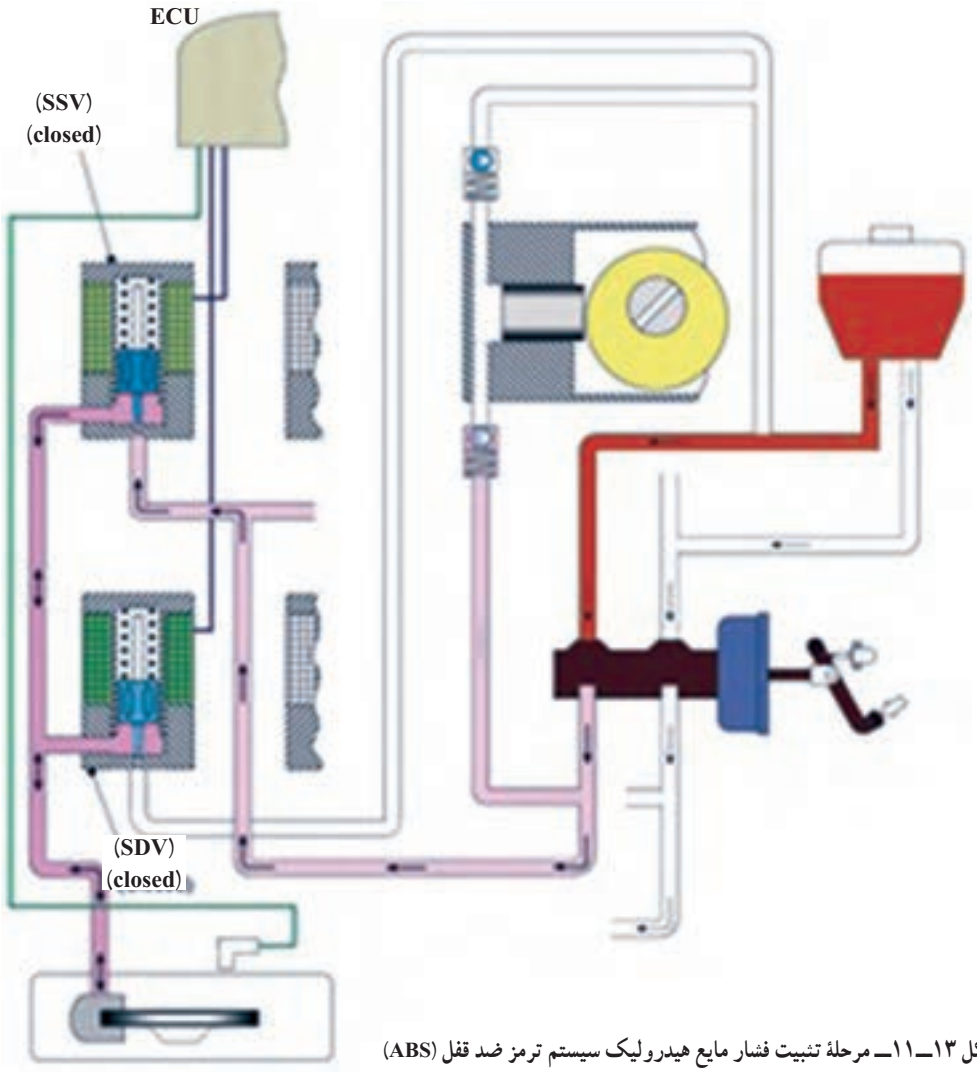
۱ــ Solenoid supply valves

۲ــ Solenoid Discharge Valves

با توجه به شکل ۱۲ــ۱۱، در حالت عادی تمامی شیرهای برقی تغذیه (SSV) باز و تمامی شیرهای برقی تخلیه (SDV) بسته است. در این حالت به محض آنکه راننده پدال ترمز را فشار دهد اطلاعات حسگرهای سرعت محیطی چرخ ها به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل ارسال می‌گردد.

واحد کنترل الکترونیکی نیز سرعت خطی اولیه خودرو را با توجه به سرعت خطی چرخ در لحظه اولیه ترمزگیری محاسبه می‌کند و با به‌دست آوردن شتاب کاهندهٔ چرخ‌ها در لحظات بعدی، شیب کاهش سرعت خطی خودرو به‌دست می‌آید و تغییرات سرعت خطی خودرو به صورت نموداری برحسب زمان معلوم می‌شود. بنابراین (ECU) با به‌دست آوردن سرعت چرخ در هر لحظه و تفاضل آن از سرعت خطی خودرو درصد لغزش تایر را به‌صورت لحظه‌ای محاسبه کرده و اگر مقدار آن کمتر از ۱۰ درصد باشد مایع ترمز ارسالی از طریق سیلندر اصلی پس از عبور از شیرهای برقی تغذیه (SSV) به سیلندر ترمز چرخ‌ها می‌رسد و عمل ترمزگیری شروع می‌شود.

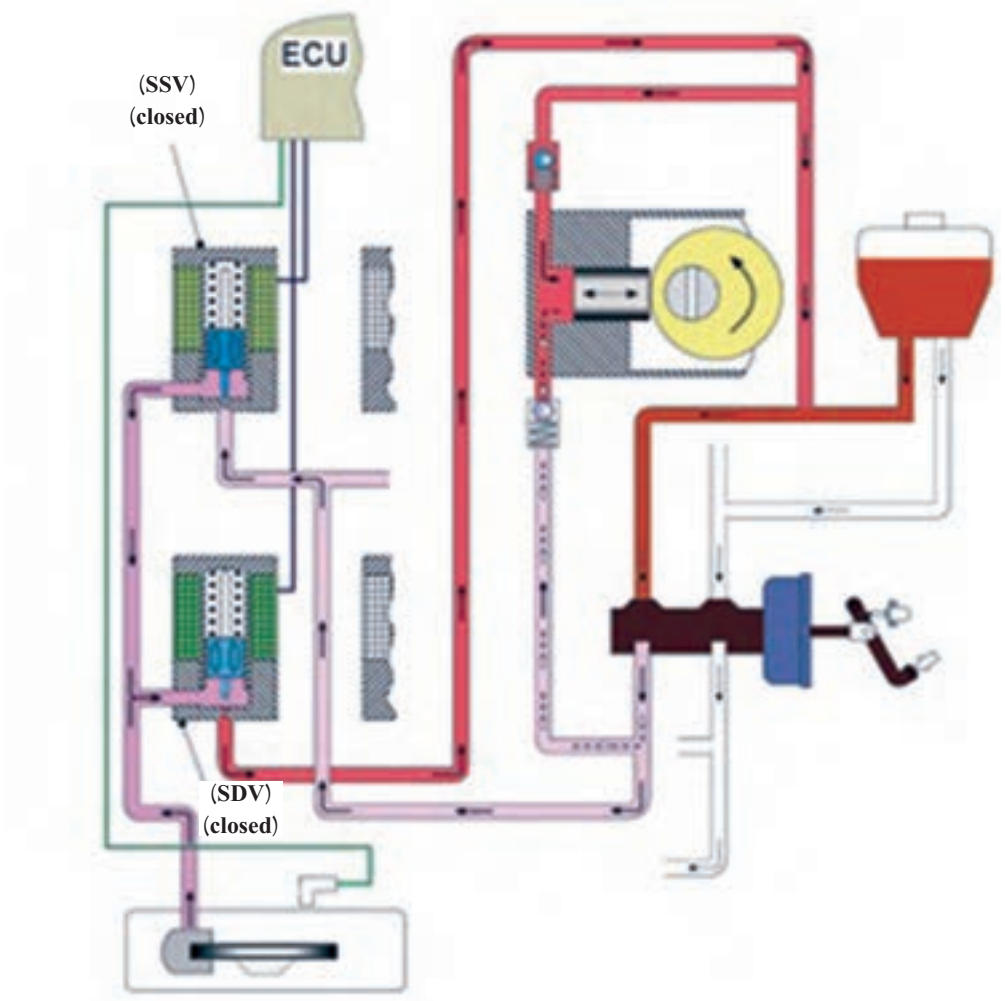
۲ــ مرحلهٔ تثبیت فشار مایع هیدرولیک ترمز : در این مرحله با داشتن سرعت خطی خودرو و سرعت محیطی چرخ، میزان لغزش طولی بین تایر و زمین توسط واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل محاسبه می‌گردد. چنانچه لغزش طولی بین تایر و زمین در محدودهٔ ۸ تا ۳۰ درصد قرار گیرد، مطابق شکل ۱۳ــ۱۱، واحد کنترل الکترونیکی (ECU) با ارسال دستور به شیرهای تغذیه (SSV) فرمان بسته شدن آنها را صادر می‌نماید. در این حالت تمامی شیرهای تغذیه (SSV) بسته می‌شود و شیرهای برقی تخلیه (SDV) نیز در حالت عادی بسته هستند همچنان بسته می‌مانند. بنابراین هیچ مقدار مایع هیدرولیک ترمز به سیلندر ترمز چرخ‌ها وارد و یا از آنها



شکل ۱۳ــ۱۱ــ مرحلهٔ تثبیت فشار مایع هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل (ABS)

خارج نمی‌گردد. از این‌رو فشار مایع هیدرولیک ترمز در سیلندر ترمز چرخ‌ها ثابت می‌ماند و عمل ترمزگیری با فشار ثابت انجام می‌شود.

۳ــ مرحلهٔ کاهش فشار مایع هیدرولیک ترمز: چنانچه میزان لغزش طولی بین تایر و زمین از ۳۰ درصد بیشتر شود، مطابق شکل ۱۴ــ۱۱، واحد کنترل الکترونیکی (ECU) به شیرهای برقی تغذیه (SSV) فرمان بسته شدن و به شیرهای برقی تخلیه (SDV) فرمان باز شدن می‌دهد. بنابراین شیرهای تخلیه (SDV) باز می‌شوند و مقداری از مایع هیدرولیک ترمز ارسالی به سیلندر ترمز چرخ‌ها به مجرای ورودی پمپ الکتریکی یا مخزن مایع هیدرولیک ترمز و یا در بعضی از سیستم‌ها به آکومولاتور باز می‌گردد. درنتیجه فشار مایع هیدرولیک ترمز درون سیلندر چرخ‌ها کاهش می‌یابد و از نیروی عمودی اعمالی به لنت‌ها نیز کاسته می‌شود تا از قفل شدن چرخ‌ها جلوگیری شود.



شکل ۱۴ــ۱۱ــ مرحلهٔ کاهش فشار مایع هیدرولیک ترمز سیستم ترمز ضد قفل

در این حالت چنانچه لغزش طولی بین تایر و زمین کمتر از ۸ درصد شود، سیکل عملکرد اصلی سیستم ترمز ضد قفل (ABS) شروع می‌شود (در این حالت فرض بر آن است که پای راننده تقریباً روی پدال ترمز ثابت باشد). در این وضعیت واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل به شیرهای تغذیه (SSV) دستور باز شدن، به شیرهای تخلیه (SDV) فرمان بسته شدن و به موتور الکتریکی پمپ مایع هیدرولیک ترمز، دستور روشن شدن را صادر می‌کند. بنابراین فشار در مدار سریع بالا رفته (بالاتر از فشار پمپ اصلی) و مایع هیدرولیک ترمز توسط پمپ الکتریکی پمپ می‌شود و پس از عبور از شیرهای تغذیه (SSV) به سیلندر ترمز

چرخ‌ها می‌رسد تا دوباره سیکل افزایش فشار سریع تکرار گردد. بنابراین عکس‌العمل ترمز سریع‌تر می‌شود. سیکل‌های تثبت فشار و کاهش فشار مایع هیدرولیک ترمز نیز، با توجه به میزان لغزش طولی بین تایر و زمین، تکرار می‌گردد.

شیرهای برقی تغذیه و تخلیه در هر ثانیه بین ۴ تا ۱۰ بار باز و بسته می‌شوند و مراحل افزایش، تثبت و کاهش فشار مایع ترمز را ایجاد می‌کنند تا لغزش طولی بین تایر و زمین در محدودهٔ مناسب قرار گیرد و به افزایش فرمان‌پذیری و معمولاً کاهش مسافت ترمزی منجر گردد.

۲ــ ۲ــ۱۱ــ سیستم توزیع الکترونیکی نیروی ترمزی (EBD) : برای دستیابی به عملکرد ترمزی مناسب برای خودرو، باید نیروی ترمزی هر چرخ متناسب با نیروی وزن وارد بر آن باشد. در مرحلهٔ طراحی، سیستم ترمز خودرو به گونه‌ای طراحی می‌شود که نیروی ترمزی چرخ‌های عقب با وزن وارد بر محور عقب خودرو متناسب و نیروی ترمزی چرخ‌های جلو نیز با وزن وارد بر محور جلوی خودرو متناسب باشد.

اما از آنجایی که در شرایط واقعی نیروی وزن محور جلو و عقب خودرو به علت متغیر بودن تعداد سرنشینان، بار خودرو و حالت کله زنی خودرو حین ترمزگیری، مطابق شکل ۱۵ــ۱۱، متغیر است، لذا برای دستیابی به عملکرد مناسب ترمز خودرو، باید نیروی ترمزی هر چرخ به طور مداوم کنترل شود تا نیروی ترمزی متناسب با نیروی وزن وارد بر چرخ‌ها تولید شود.

در سیستم توزیع الکترونیکی نیروی ترمزی، نیروی ترمز چرخ‌های عقب به طور مداوم کنترل می‌شود تا از قفل شدن چرخ‌های عقب خودرو حین ترمزگیری (به دلیل کاهش نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های عقب) جلوگیری شود.

یادآوری می‌شود کنترل نیروی ترمزی از طریق کنترل فشار هیدرولیک مدار ترمز و به‌وسیلهٔ شیرهای برقی سیستم ترمز ضد قفل (ABS) صورت می‌پذیرد.

شکل ۱۵ــ۱۱ــ نحوهٔ عملکرد سیستم EBD و مقایسهٔ حالت‌های مختلف ترمزگیری

۱ــ خودرو با نیروی وزن کم اعمالی به چرخ‌های عقب که دارای سیستم EBD است. ۲ــ خودرو با نیروی وزن زیاد اعمالی به چرخ‌های عقب که دارای EBD است.
۳ــ خودرو با نیروی وزن زیاد اعمالی به چرخ‌های عقب بدون سیستم EBD، که منجر به افزایش مسافت ترمزی و ناپایداری خودرو می‌شود.

نکته : سیستم توزیع الکترونیکی نیروی ترمزی، از عملگرهای سیستم ترمز ضدقفل استفاده می‌کند و دارای عملگر جداگانه نیست. این سیستم برای تأمین هدف خود، تنها شیرهای تغذیه (SSV) و تخلیهٔ (SDV) چرخ‌های عقب را کنترل می‌نماید. لذا این سیستم، واحد کنترل جداگانه ندارد و تنها به صورت یک برنامهٔ کنترلی برای واحد کنترل سیستم ترمز ضد قفل (ABS) تعریف می‌شود.

۳ــ۲ــ۱۱ــ سیستم کنترل پایداری (ESP) : با توجه به شکل ۱۶ــ۱۱، هدف از به‌کارگیری این سیستم، حفظ پایداری سویی و ارتقای قابلیت فرمان‌پذیری خودرو در سه حالت زیر است :

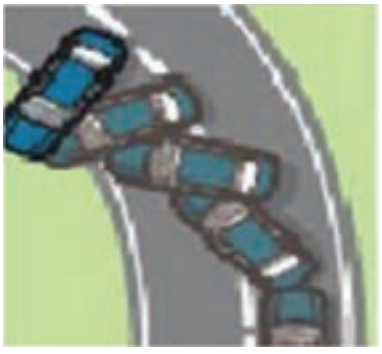
۱ــ کم فرمانی بیش از حد خودرو هنگام طی مسیر پیچ جاده، که موجب می‌شود خودرو از مسیر خود خارج گردد و جلوی خودرو به سمت بیرون پیچ جاده منحرف شود.

۲ــ بیش فرمانی خودرو هنگام طی مسیر پیچ جاده که موجب می‌شود خودرو از مسیر خود خارج گردد و جلوی آن به سمت داخل پیچ منحرف شود.

۳ــ وجود مانع به صورت ناگهانی در مسیر حرکت خودرو.

این وضعیت ترکیبی از دو وضعیت کم فرمانی و بیش فرمانی‌ست. در این حالت ابتدا خودرو برای عبور از مانع و در مرحلهٔ اول چرخش غربیلک فرمان تمایل به کم فرمانی دارد و در مرحلهٔ دوم، که راننده غربیلک فرمان را در جهت عکس مرحلهٔ اول می‌چرخاند تا خودرو به مسیر اصلی خود باز گردد، خودرو دچار بیش فرمانی می‌شود.

الف) حالت کم‌فرمانی

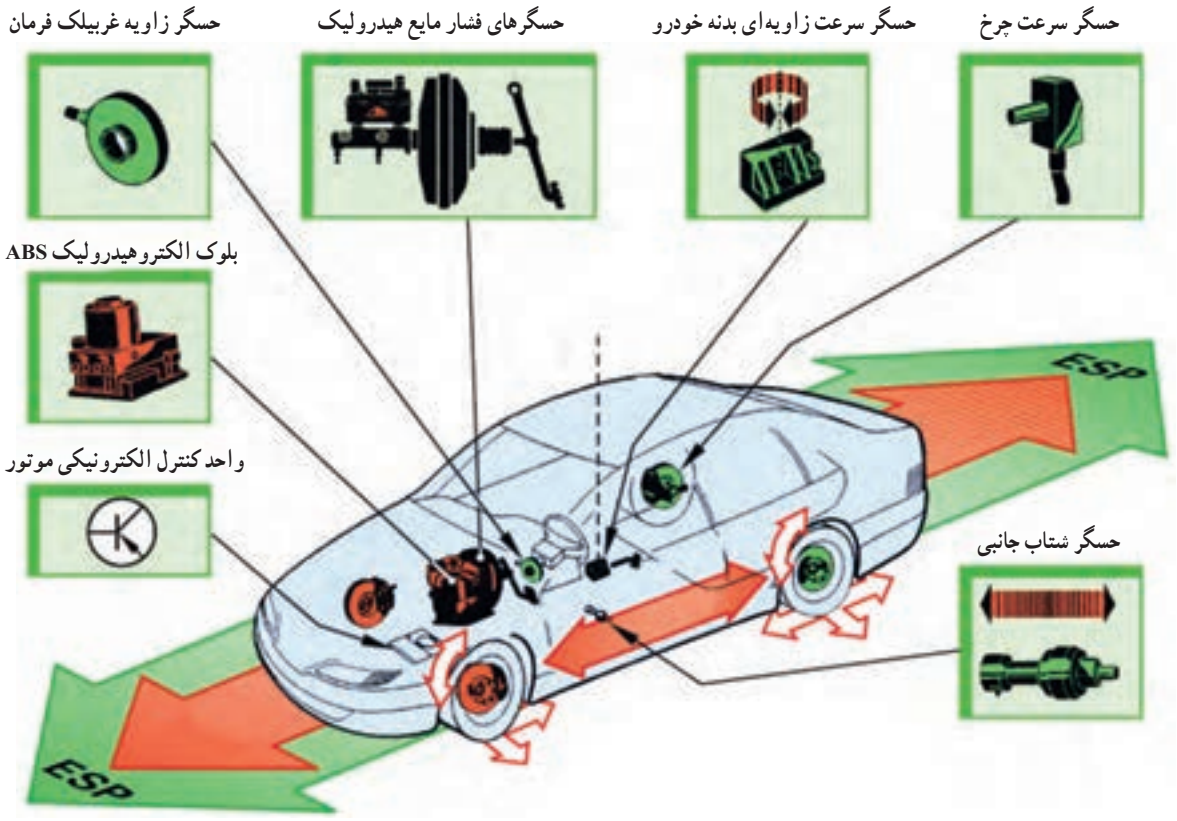


ب) حالت بیش‌فرمانی

پ) وجود مانع به‌صورت ناگهانی در مسیر حرکت خودرو

شکل ۱۶ــ۱۱ــ حالت‌های مختلف عملکرد خودرو فاقد سیستم ESP در طی مسیر پیچ جاده و عبور از مانع ناگهانی

سیستم ESP یک سیستم کنترلی حلقهٔ بسته است که درخواست راننده را با رفتار خودرو مقایسه می‌کند و در صورت نیاز، با استفاده از عملگرهای سیستم ترمز ضدقفل به صورت نامتقارن، سعی می‌کند رفتار خودرو را به شرایط مورد درخواست راننده تغییر و پایداری خودرو را افزایش دهد. این سیستم برای رسیدن به اهداف خود، که معمولاً سه مورد ذکر شدهٔ فوق است، نیازمند حسگرها و عملگرهای مختلف است، که در شکل ۱۷ــ۱۱ قابل ملاحظه‌اند.



شکل ۱۷ــ۱۱ــ اجزای تشکیل دهندهٔ سیستم کنترل پایداری (ESP)

اجزای سیستم پایداری به شرح زیر است :

۱ــ حسگر زاویهٔ غربیلک فرمان : یکی از پارامترهای مورد نیاز این سیستم که درخواست راننده نیز به آن مرتبط است، میزان زاویهٔ غربیلک فرمان است. برای اندازه‌گیری زاویهٔ دَوَران غربیلک در سیستم کنترل پایداری (ESP) از حسگر زاویهٔ فرمان استفاده می‌شود.

۲ــ حسگر فشار هیدرولیک سیستم ترمز : واحد کنترل الکترونیکی سیستم پایداری خودرو برای پیاده سازی روند کنترلی مناسب، به منظور فعال یا غیرفعال کردن نامتقارن ترمز چرخ‌ها، به اطلاعات این حسگر نیازمند است، تا قادر باشد میزان فعال بودن سیستم ترمز را توسط راننده تعیین کند و بر اساس وضعیت اولیهٔ ایجاد شده، میزان فعالیت غیرمتقارن مورد نیاز را مشخص نماید و از این طریق جهت کنترل مناسب مسیر حرکت اقدام کند.

۳ــ اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای بدنهٔ خودرو حول محور عمودی (یاو)(yaw) : با استفاده از این حسگر، که معمولاً در نزدیکی مرکز ثقل خودرو نصب می‌گردد، میزان دوران بدنهٔ خودرو حول محور عمودی اندازه‌گیری شده به واحد کنترل الکترونیکی ارسال می‌شود. با اطلاعات این حسگر، واحد کنترل الکترونیکی سیستم کنترل پایداری، میزان واقعی دوران بدنهٔ خودرو

حول محور عمودی (yaw) را اندازه‌گیری می‌کند.

با مقایسه اطلاعات این حسگر و اطلاعات حسگر زاویهٔ غربیلک فرمان واحد کنترل الکترونیکی، این سیستم قادر خواهد بود تا به مقدار انحراف خودرو پی ببرد.

به‌طور مثال چنانچه زاویهٔ غربیلک فرمان ۱۰ درجه باشد ولی بدنهٔ خودرو ۱۵ درجه در همان جهت دوران کرده باشد، نشانگر بیش فرمانی خودرو در آن شرایط است. در حالی‌که اگر زاویهٔ غربیلک فرمان ۱۰ درجه باشد ولی بدنهٔ خودرو ۵ درجه در همان جهت دوران کرده باشد بیانگر کم فرمانی خودرو است.

۴ــ حسگر شتاب جانبی خودرو: با استفاده از این حسگر، می‌توان مقدار شتاب بدنهٔ خودرو را در جهت جانبی اندازه‌گیری کرد. با اندازه‌گیری این شتاب و با توجه به این موضوع که سرعت خطی خودرو نیز توسط سیستم ترمز ضد قفل (ABS) مشخص شده است. بنابراین از طریق رابطهٔ ۳ــ۱۱ می‌توان شعاع انحنای مسیر را نیز اندازه‌گیری نمود.

$$a_y = \frac{V^2}{R} \qquad (۱۱ــ۳)$$

a_y : شتاب جانبی خودرو (m/s^2)

V : سرعت خودرو (m/s)

R : شعاع انتهای مسیر حرکت خودرو (m)

با مشخص شدن مقدار شعاع انحنای مسیر حرکت خودرو، واحد کنترل الکترونیکی سیستم کنترل پایداری، با توجه به پارامترهای دیگری از جمله سرعت خودرو، زاویهٔ غربیلک و غیره آنها قادر خواهد بود تا تخمین دقیق‌تری از نحوهٔ فعالیت غیرمتقارن ترمز چرخ‌ها داشته باشد و بنابراین کنترل مسیر حرکت خودرو با دقت بالاتری صورت می‌پذیرد.

از طرف دیگر، با مشخص شدن مقدار شتاب جانبی خودرو، با توجه به رابطهٔ (۴ــ۱۱)، سیستم کنترل پایداری قادر خواهد بود تا میزان ضریب اصطکاک جانبی بین تایر و زمین را نیز به‌دست آورده و به عبارت دیگر، شرایط سطح تماس تایر با جاده را تعیین نماید و با توجه به شرایط جاده، نحوهٔ فعالیت ترمز نامتقارن چرخ‌ها را نیز تعیین کند.

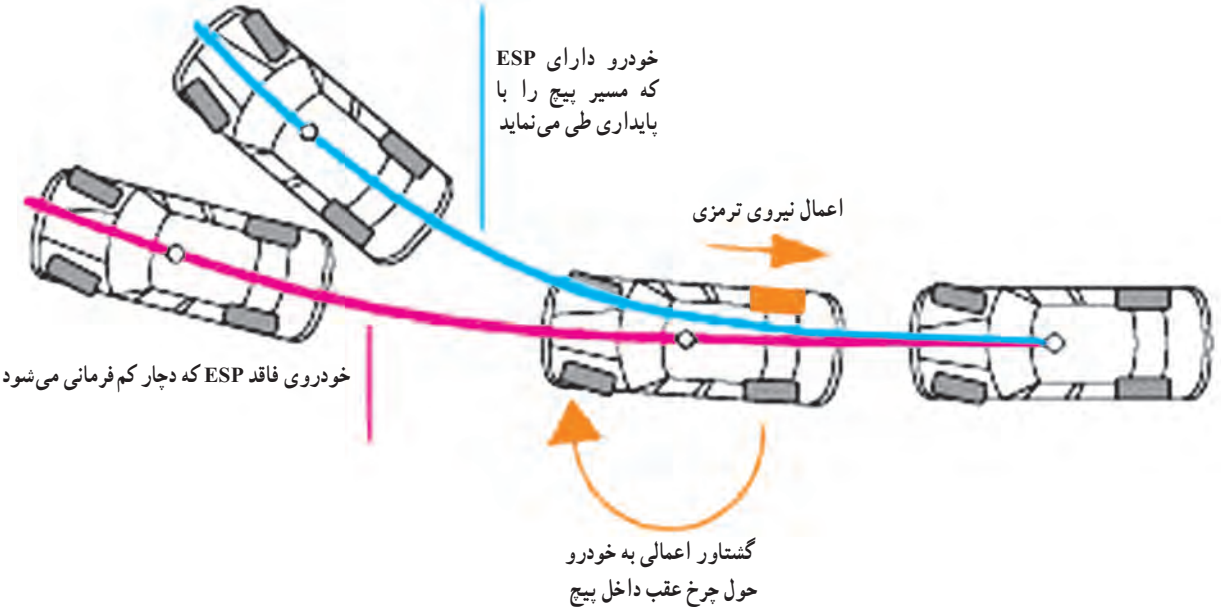
$$a_y = \mu_y . g \qquad (۱۱ــ۴)$$

نکته : معمولاً حسگر شتاب جانبی خودرو و حسگر سرعت زاویه‌ای خودرو حول محور عمودی در یک مجموعه قرار داده می‌شود.

۵ــ عملگرهای سیستم کنترل پایداری: در سیستم کنترل پایداری، معمولاً برای انجام عملیات کنترلی و اعمال نیروی نامتقارن ترمز به چرخ‌ها از عملگرهای سیستم ترمز ضد قفل (ABS) استفاده می‌شود.

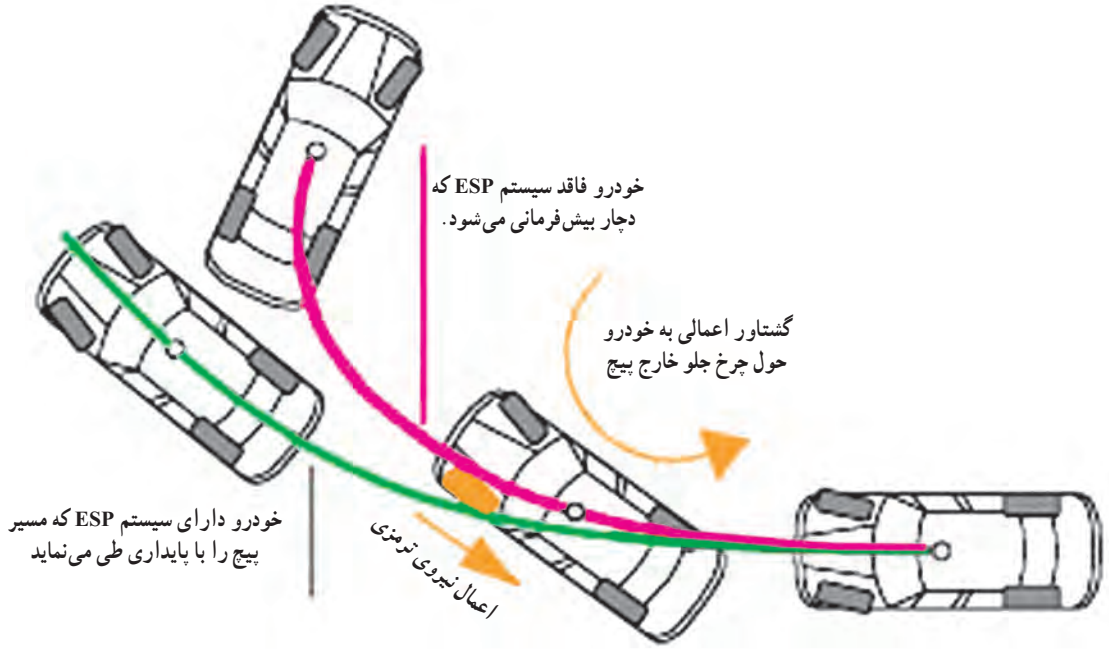
سیستم کنترل پایداری، با توجه به حسگرهای زاویهٔ غربیلک فرمان، فشار هیدرولیک سیستم ترمز و شتاب جانبی خودرو، شرایط اولیهٔ سیستم ترمز، درخواست راننده از سیستم فرمان، وضعیت شعاع پیچ جاده و همچنین مقدار ضریب اصطکاک بین چرخ و زمین در راستای جانبی را تعیین می‌نماید. سپس با توجه به خروجی حسگر yaw، پاسخ خودرو را دریافت می‌کند. سیستم کنترل پایداری با مقایسهٔ اطلاعات مربوط به حسگر زاویهٔ غربیلک فرمان و خروجی حسگر yaw به میزان انحراف خودرو از مسیر درخواستی راننده پی می‌برد و در این صورت با فعال کردن نامتقارن ترمز چرخ‌ها، جهت اصلاح مسیر حرکت خودرو اقدام می‌کند.

به‌طور مثال با توجه به شکل (۱۸ــ۱۱)، در صورتی که خودرو در طی مسیر پیچ جاده دچار حالت کم فرمانی شود، سیستم کنترل پایداری، ترمز چرخ عقب داخل پیچ را فعال می‌نماید. از این‌رو بدنهٔ خودرو حول این چرخ و به سمت داخل پیچ دَوَران می‌کند تا خودرو مسیر پیچ جاده را با ایمنی بالاتری طی نماید.



شکل ۱۸ــ۱۱ــ عملکرد سیستم کنترل پایداری در حالت کم فرمانی خودرو

همچنین مطابق شکل ۱۹ــ۱۱، در صورتی که خودرو طی مسیر پیچ جاده دچار بیش فرمانی شود، سیستم کنترل پایداری ترمز، چرخ عقب خارجی پیچ (یا در بعضی از انواع ترمز، چرخ جلوی داخل پیچ) را فعال می‌کند. از این‌رو بدنهٔ خودرو حول این چرخ و به سمت خارج پیچ دوران می‌کند تا خودرو مسیر پیچ جاده را با ایمنی بالاتر طی نماید.



شکل ۱۹ــ۱۱ــ عملکرد سیستم کنترل پایداری در حالت بیش فرمانی خودرو

آزمون پایانی

۱ــ سیستم‌های ایمنی فعال و غیرفعال را تعریف کند.
۲ــ عملکرد کمربند ایمنی را توضیح دهید.
۳ــ مزایای سیستم ترمز ضدقفل (ABS) را شرح دهید.
۴ــ وظیفه واحد کنترل الکترونیکی سیستم ترمز ضدقفل را بیان کنید.
۵ــ مراحل عملکرد سیستم ترمز ضدقفل را به اختصار شرح دهید.
۶ــ سیستم توزیع الکترونیکی نیروی ترمزی (EBD) را توضیح دهید.
۷ــ هدف از به‌کارگیری سیستم کنترل پایداری (ESP) چیست؟

فهرست منابع

منابع بخش انتقال قدرت

1– Heinz, “Advanced Vehicle Technology”, 2nd Edition, Elsevier pub., 2002

2– Harald Naunheimer, Brend Bertsche, Joachim Ryborz, Wolfgang Novak, “Automotive Transmissions – Fundamentals, Selection, Design and Application”, 2nd Edition, Springer pub.,2011

3– Jack Erjavec, “Automotive Technology – A Systems Approach”, 5th Edition, Delmar Cengage Learning pub., 2010

4– James D.Halderman, “Automotive Technology – Principles, Diagnosis, and Service”, 4th Edition, Pearson Pub., 2012

5– Allan Bonnick, Derek Nowbold, “A Practical Approach to Motor Vehicle Engineering and Maintenance”, 3rd Edition, Elsevier Pub., 2011

6– David A. Crolla, “Automotive Engineering– Powertrain, Chassis System and Vehicle Body”, Elsevier Pub. 2009

منابع بخش شاسی و تعلیق

1– Heinz, “Advanced Vehicle Technology”, 2nd Edition, Elsevier pub., 2002

2– Jack Erjavec, “Automotive Technology”, 5th Edition, Delmar Cengage Learning Pub., 2010

3– Jornsen Reimpell, Helmut Stoll, Jurgen W.Betzler, “The Automotive Chassis”, 2nd Edition, Pub., 2001

4– Reza N.Jazar, “Vehicle Dynamics”, Springer Pub., 2008

5– Giancarlo Genta, Lorenzo Morello, “The Automotive Chassis”, Vol 1, Springer Pub., 2009

۶ــ صیاد نصیری، ناصر سینا، جعفر رضایی دشت ارژنه، «کاربرد الکترونیک و تکنولوژی پیشرفته در خودرو»، انتشارات مهاد صنعت شرق، چاپ اول ۱۳۹۱

۷ــ صیاد نصیری، «تعمیر کار برق خودرو»، انتشارات پارتیان، چاپ هفتم ۱۳۹۱

۸ــ صیاد نصیری، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، ۱۳۸۱

۹ــ مستندات فنی شرکت برین ساز

۱۰ــ مستندات فنی شرکت‌های خودروسازی