

## تایر

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

- ۱- وظایف تایر را بیان کند.
- ۲- انواع تایر را از لحاظ چیدمان نخ بدنه دسته‌بندی کند.
- ۳- انواع تایر را با یکدیگر مقایسه نماید.
- ۴- اجزای تایر را نام ببرد.
- ۵- نحوه خواندن کدهای تایر را بیان کند.
- ۶- انواع رینگ تایر را دسته‌بندی کند.
- ۷- انواع نابالانسی تایر و چرخ را دسته‌بندی نماید.
- ۸- 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 به صورت ذیل بیان نمود:

- ۱- تحمل بار و نیروهای عمودی، مانند وزن خودرو و سرنشینان؛
  - ۲- تولید و تحمل نیروهای جانبی برای کنترل و پایداری خودرو، هنگام طی مسیر پیچ جاده؛
  - ۳- تولید و تحمل نیروهای طولی برای کنترل و پایداری بهتر خودرو، هنگام ترمزگیری و شتاب‌گیری؛
  - ۴- 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 مورب (بایاس)<sup>۱</sup> و تایر رادیال<sup>۲</sup> تقسیم می‌شوند.

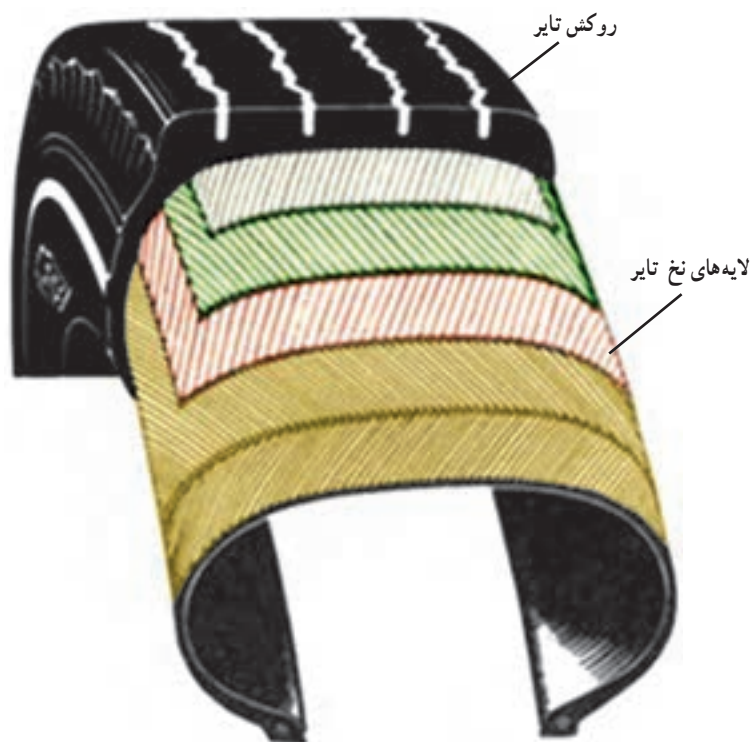
### ۱-۱- تایر مورب (بایاس)

مطابق شکل ۱-۱، در این نوع تایر، نخ‌های هر لایه به صورت

یک در میان موازی هم‌اند. امتداد نخ در هر لایه، نسبت به خط محیطی تایر، به صورت مورب و دارای زاویه ۳° تا ۴° درجه‌ای است.

شکل ۱-۱، نحوه چیدمان نخ‌های هر لایه نسبت به لایه

بعدی را در تایر نوع بایاس نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- وضعیت چیدمان مجموعه بدنه تایر و زاویه چیدمان نخ‌های هر لایه، نسبت به خط مرکزی تایر

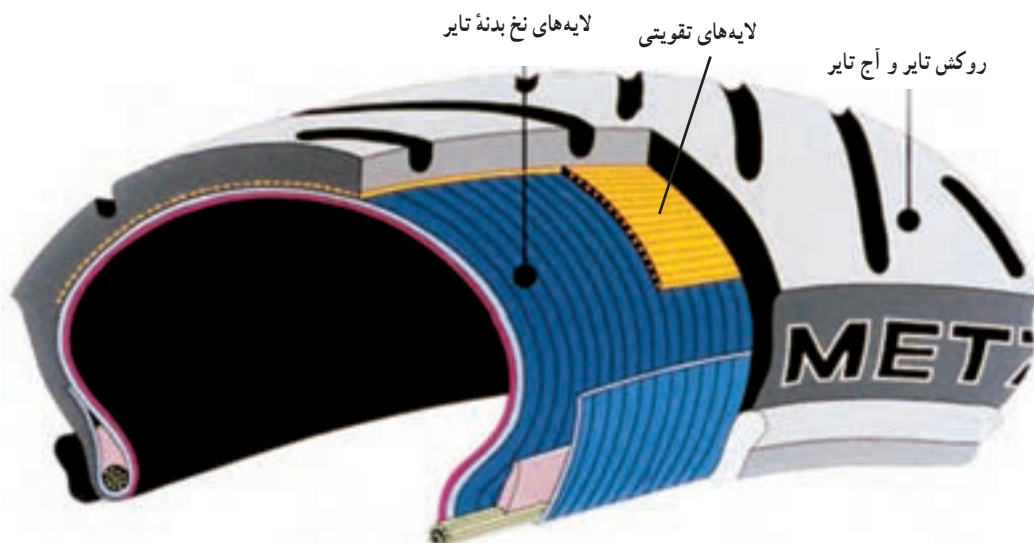
## ۲-۱- تایر رادیال

شکل ۲-۱؛ این نوع تایر، وضعیت چیدمان نخ لایه‌های بدنه و لایه‌های تقویتی را نسبت به خط محیطی تایر نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۲-۱ تایر رادیال نیز از چند لایه تشکیل شده است. لایه‌های زیرین را لایه‌های بدنه و لایه‌های بالاتر را

نحوه چیدمان و مورب بودن لایه‌های نخ باعث می‌شود که تایر بایاس دیواره 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.



شکل ۲-۱- تایر رادیال، وضعیت چیدمان مجموعه لایه‌های بدنه و تقویتی، نسبت به خط محیطی تایر

### ۳-۱۰- مقایسه ویژگی‌های تایر بایاس و رادیال

این دو نوع تایر از جهات زیر مقایسه می‌شوند:

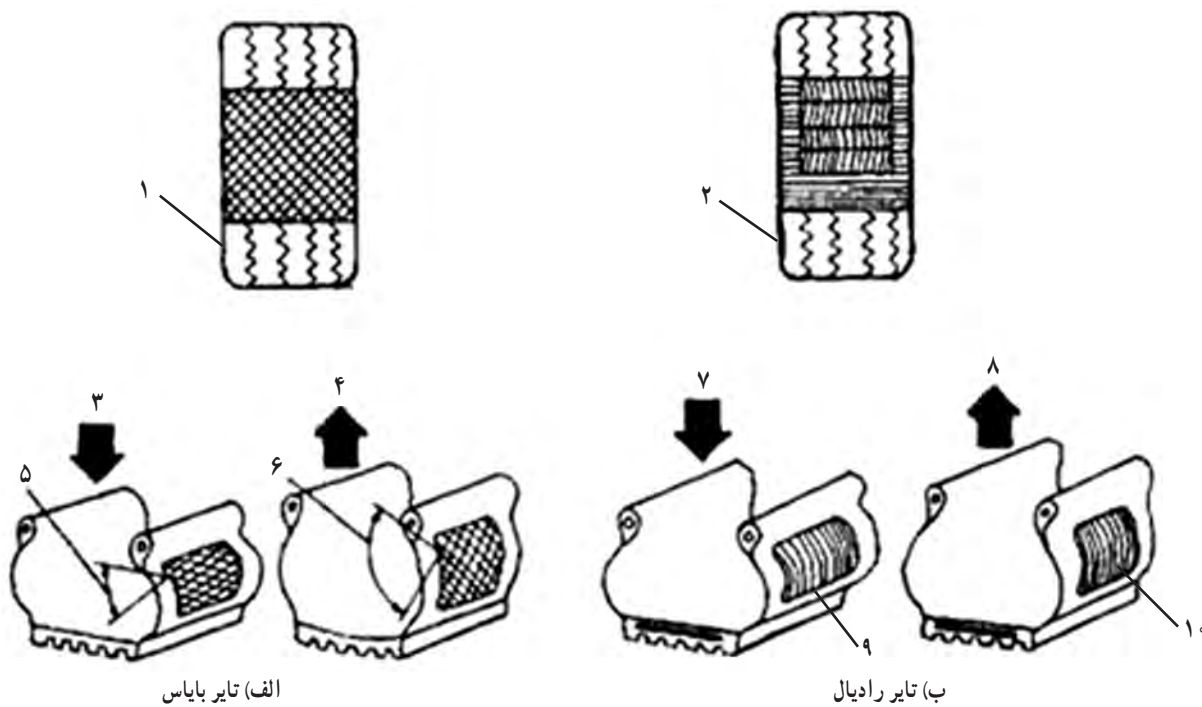
- ۱- راحتی در رانندگی (جذب ارتعاشات)؛
- ۲- کنترل و پایداری خودرو؛
- ۳- شتاب‌گیری و ترمزگیری (تحمل نیروهای طولی)؛
- ۴- عمر تایر؛
- ۵- مصرف سوخت.

۱- راحتی در رانندگی: شکل ۳-۱۰، مقایسه عکس‌العمل

تایرهای بایاس و رادیال را هنگام عبور از جاده‌های ناهموار و ارتباطش با راحتی سرنشینان را نشان می‌دهد.

لایه‌های تقویتی می‌نامند. نخ‌های لایه‌های بدنه، نسبت به خط محیطی تایر، دارای زاویه ۸۸ تا ۹۰ درجه است و نخ‌های لایه‌های تقویتی، نسبت به خط محیطی تایر، زاویه 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 فولادی است.

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



شکل ۳-۱۰- مقایسه عکس‌العمل تایرهای بایاس و رادیال هنگام عبور از جاده‌های ناهموار

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

سرنشین کاهش می‌یابد.

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

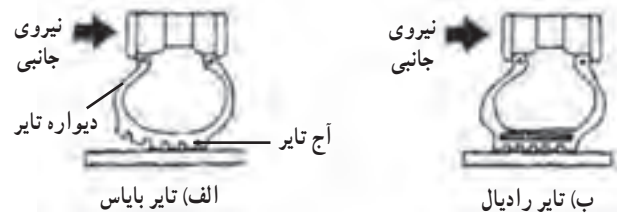
با توجه به شکل ۳-۱۰، با توجه به سخت‌تر بودن دیواره جانبی تایر بایاس (به دلیل زاویه نخ لایه‌ها با خط محیطی تایر) که موجب انعطاف‌ناپذیری مناسب تایر می‌گردد، ارتعاشات ناشی از ناهمواری‌های جاده کمتر جذب می‌شود و راحتی

مطابق شکل ۴-۱، با توجه به سخت‌تر بودن دیوارهٔ تایر بایاس هنگام حرکت خودرو در پیچ جاده، بخشی از آج تایر از سطح تماس تایر با 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 خودرو می‌شود). در تایر رادیال، به دلیل نرم و انعطاف‌پذیر بودن دیوارهٔ جانبی تایر هنگام طی کردن پیچ جاده، سطح تماس آج تایر با زمین ثابت می‌ماند. از این رو نیروی جانبی بیشتری را تحمل می‌کند. بنابراین حفظ مسیر و پایداری خودروی مجهز به تایر رادیال مناسب‌تر است.

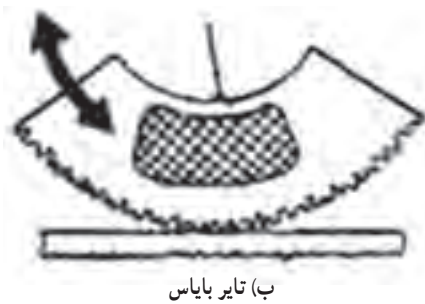
۳- شتاب‌گیری و ترمزگیری: شکل ۵-۱، مقایسهٔ وضعیت شتاب‌گیری و ترمزگیری خودرو با دو نوع تایر بایاس و رادیال را نشان می‌دهد.

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

۲- پایداری خودرو (تحمل نیروی جانبی): شکل ۴-۱، وضعیت پایداری خودرو را هنگام طی کردن مسیر پیچ جاده با دو نوع تایر بایاس و رادیال نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱- مقایسه وضعیت پایداری خودرو در هنگام طی کردن مسیر پیچ با دو نوع تایر بایاس و رادیال



(ب) تایر بایاس



(الف) تایر رادیال

شکل ۵-۱- مقایسهٔ وضعیت شتاب‌گیری و ترمزگیری خودرو با دو نوع تایر بایاس و رادیال

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 می‌یابد، به طوری که عمر تایرهای رادیال در مقایسه با تایرهای بایاس ۸۰٪ بیشتر است.

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

مطابق شکل ۵-۱ و با توجه به سخت‌تر و مستحکم‌تر بودن 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 و جاده ایجاد خواهد شد.

۴- 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

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

#### ۴-۱۰-۱- ساختمان و اجزای تایر

با توجه به شکل‌های ۱۰-۶ و ۱۰-۷، که به ترتیب ساختمان و اجزای تایرهای بایاس و رادیال را نشان می‌دهند. اجزای تشکیل دهنده تایر به شرح زیرند:

۱- مجموعه بدنه تایر<sup>۱</sup>: مجموعه بدنه تایر، که در واقع چهارچوب اصلی تایر است در شکل‌های ۱۰-۶ و ۱۰-۷ با شماره یک نشان داده شده است. بدنه تایر شامل مجموعه لایه‌های نخ‌دار تایر است، که به آن «منجید» نیز گفته می‌شود.

۲- طوقه<sup>۲</sup>: مطابق شکل‌های ۱۰-۶ و ۱۰-۷ «طوقه» از چند رشته سیم فولادی با مقاومت بالا تشکیل شده است و در قسمت داخلی تایر (۳) قرار می‌گیرد. وظیفه اصلی طوقه موقعیت دادن و هم مرکز کردن رینگ و تایر است.

۳- دیواره تایر<sup>۳</sup>: مطابق شکل‌های ۱۰-۶ و ۱۰-۷،

قسمت لاستیکی (۴) را که به صورت سراسری دور تا دور تایر کشیده شده و طوقه تایر را به روکش لاستیکی تایر متصل می‌کند، «دیواره تایر» می‌نامند.

۴- رویه یا روکش تایر<sup>۴</sup>: با توجه به شکل‌های ۱۰-۶ و

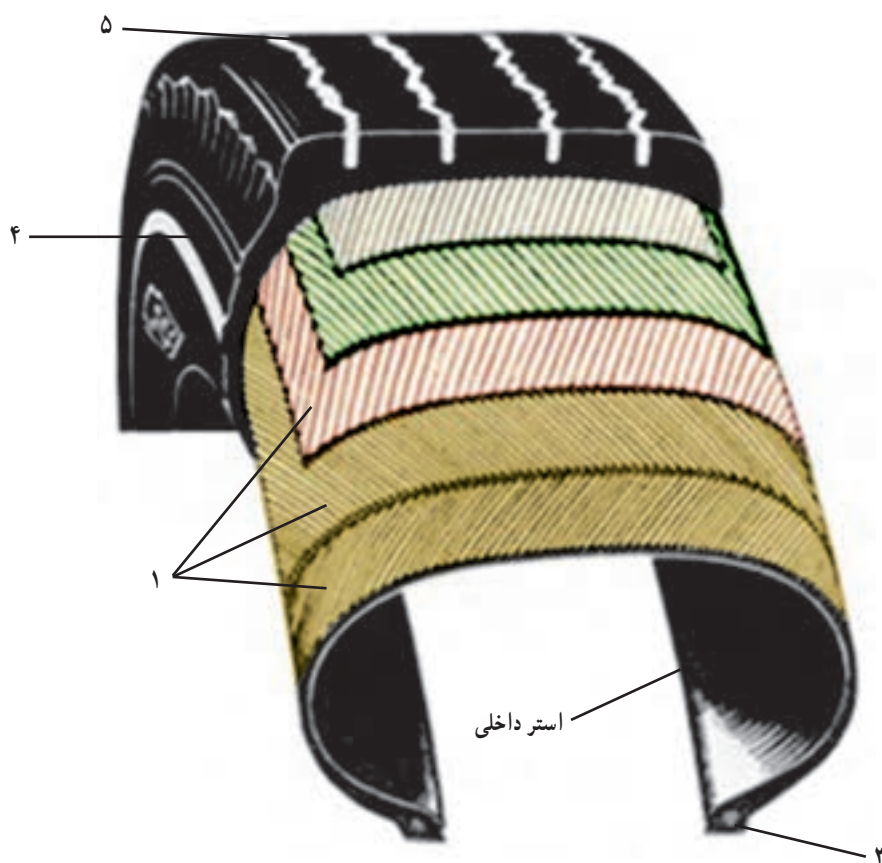
۱۰-۷، بخش لاستیکی بیرونی تایر (۵) را، که در هنگام دوران تایر با سطح جاده در تماس است، «رویه» یا «روکش تایر» گویند. بر روی رویه یا روکش، آج تایر تعبیه می‌شود که وظایف زیر را برعهده دارد:

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 ۱۰-۶-۱- ساختمان و اجزای تایر بایاس

۱- Tire body

۲- Bead

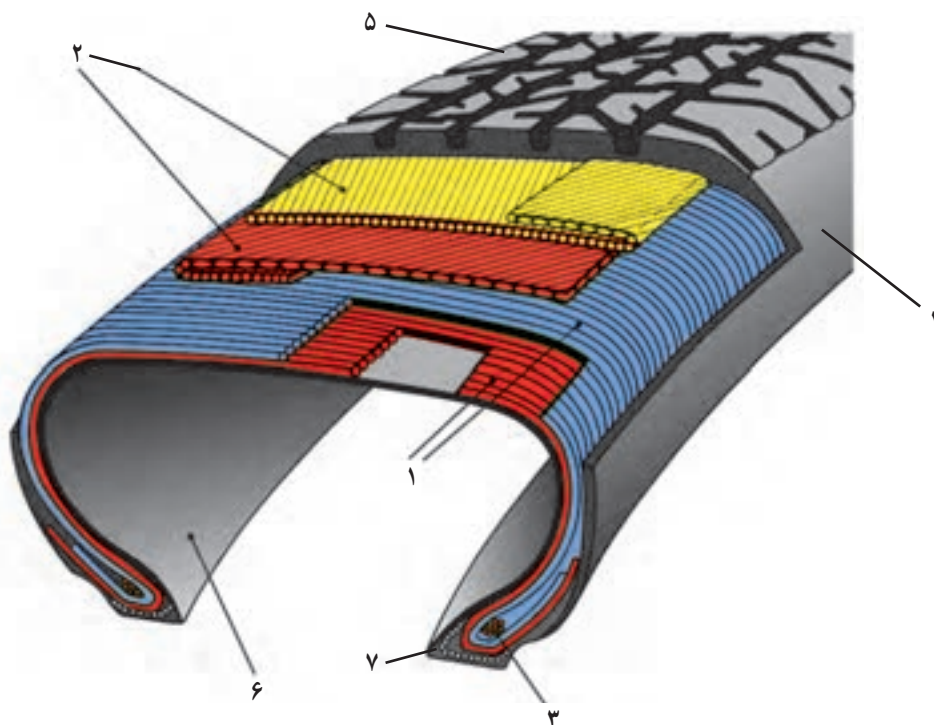
۳- Side wall

۴- Tread

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

۵- فلیپر<sup>۱</sup>: مطابق شکل ۷-۱، در تایرهای رادیال برای ایجاد استحکام بیشتر در محل تماس رینگ و طوقه و نیز برای این که سختی رینگ به تایر آسیبی نرساند از «فلیپر» (۷) استفاده می کنند.

۶- آستر داخلی تایر<sup>۲</sup>: به لایه لاستیکی نازکی که سطح داخلی تایر را پوشش می دهد «آستر داخلی تایر» (۶) گویند. این لایه از تماس مستقیم نخ های منجد با تیوب (در تایرهای تیوبدار) جلوگیری می کند تا از ساییده شدن تیوب جلوگیری کند. در تایرهای تیوبلس آستر داخلی وظیفه نگهداری هوای داخل تایر را برعهده دارد.



شکل ۷-۱- ساختمان و اجزای تایر رادیال

۱- لایه های بدنه تایر که نخ های آن، با خط محیطی تایر دارای زاویه ۸۸ تا ۹۰ درجه اند. ۲- لایه های تقویتی که نخ های آن نسبت به خط محیطی زاویه ۱۵ تا ۳۵ درجه را می سازند. ۳- طوقه ۴- دیواره تایر ۵- رویه یا روکش تایر و آج ۶- آستر داخلی

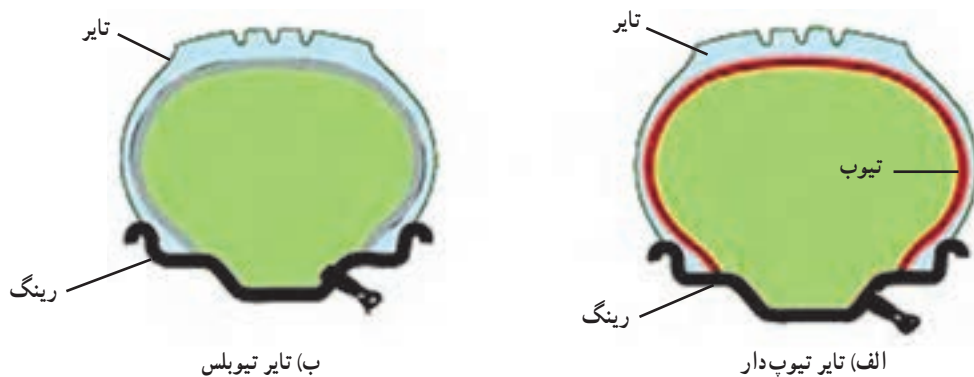
## ۵-۱- تایر بدون تیوب (تیوبلس)

با توجه به این نکته که در هنگام رانندگی با سرعت زیاد اصطکاک بین دیواره تایر و تیوب باعث گرم شدن تایر می شود، نوع دیگری از تایرها که فاقد تیوب اند مورد استفاده قرار می گیرد. این تایرها بدون تیوب اند و در جدار داخلی آنها لایه لاستیکی مخصوصی به منزله پوشش آب بندی وجود دارد، به طوری که هوای تحت فشار بین این جداره و محفظه رینگ قرار می گیرد.

شکل ۸-۱. تایر تیوب دار و بدون تیوب را نشان می دهد.

مزایای تایر بدون تیوب نسبت به تایر تیوب دار عبارت اند از:

- ۱- نگهداری بهتر و مطلوب تر هوای تحت فشار؛
- ۲- خروج تدریجی هوای تحت فشار از تایر به هنگام پنچر شدن (این مزیت، ایمنی خودرو را در سرعت های زیاد افزایش می دهد)؛
- ۳- بهبود خنک کاری تایر به سبب اینکه هوای داخل تایر



شکل ۸-۱- دو نوع تایر تیوبلس و تیوب دار

شده که دارای مفاهیم خاصی است. در این بخش به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

#### ۱-۶-۱- 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 ۱-۱، قادر است به مدت ده دقیقه بدون خطر حرکت کند.

به صورت مستقیم با رینگ در تماس است و حرارت تایر را به سرعت به رینگ، که در مجاورت هوای آزاد است، منتقل می‌کند؛ ۴- سهولت در پنچرگیری.

#### ۱-۶-۱- سیستم کدگذاری مشخصات تایر

حروف و اعدادی به صورت کد بر روی دیواره تایر درج

جدول ۱-۱- شاخص حداکثر سرعت مجاز قابل تحمل تایر

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

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

۲-۶-۱۰ شاخص بار: این شاخص، میزان 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

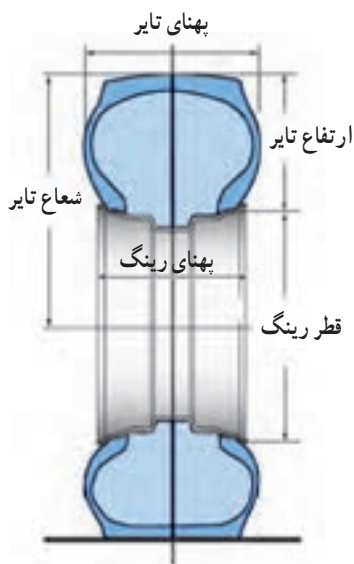
جدول ۲-۱۰ حداکثر بار قابل تحمل توسط تایر خودروی سواری با فشار باد تایر بین ۱/۵ (bar) تا ۲/۵ (bar) و حداکثر سرعت ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت

| شاخص وزن | پوند | کیلوگرم | شاخص وزن | پوند | کیلوگرم | شاخص وزن | پوند | کیلوگرم | شاخص وزن | پوند | کیلوگرم |
|----------|------|---------|----------|------|---------|----------|------|---------|----------|------|---------|
| 60       | 551  | 250     | 80       | 992  | 450     | 100      | 1764 | 800     | 120      | 3087 | 1400    |
| 61       | 567  | 257     | 81       | 1019 | 462     | 101      | 1819 | 825     | 121      | 3197 | 1450    |
| 62       | 584  | 265     | 82       | 1047 | 475     | 102      | 1874 | 850     | 122      | 3306 | 1500    |
| 63       | 600  | 272     | 83       | 1074 | 487     | 103      | 1929 | 875     | 123      | 3418 | 1550    |
| 64       | 617  | 280     | 84       | 1102 | 500     | 104      | 1984 | 900     | 124      | 3528 | 1600    |
| 65       | 640  | 290     | 85       | 1135 | 515     | 105      | 2039 | 925     | 125      | 3638 | 1650    |
| 66       | 661  | 300     | 86       | 1168 | 530     | 106      | 2094 | 950     |          |      |         |
| 67       | 677  | 307     | 87       | 1201 | 545     | 107      | 2149 | 975     |          |      |         |
| 68       | 695  | 315     | 88       | 1235 | 560     | 108      | 2205 | 1000    |          |      |         |
| 69       | 717  | 325     | 89       | 1279 | 580     | 109      | 2271 | 1030    |          |      |         |
| 70       | 738  | 335     | 90       | 1323 | 600     | 110      | 2337 | 1060    |          |      |         |
| 71       | 761  | 345     | 91       | 1356 | 615     | 111      | 2403 | 1090    |          |      |         |
| 72       | 783  | 355     | 92       | 1389 | 630     | 112      | 2470 | 1120    |          |      |         |
| 73       | 805  | 365     | 93       | 1433 | 650     | 113      | 2536 | 1150    |          |      |         |
| 74       | 827  | 375     | 94       | 1477 | 670     | 114      | 2601 | 1180    |          |      |         |
| 75       | 853  | 387     | 95       | 1521 | 690     | 115      | 2679 | 1215    |          |      |         |
| 76       | 882  | 400     | 96       | 1565 | 710     | 116      | 2756 | 1250    |          |      |         |
| 77       | 908  | 412     | 97       | 1609 | 730     | 117      | 2833 | 1285    |          |      |         |
| 78       | 937  | 425     | 98       | 1653 | 750     | 118      | 2910 | 1320    |          |      |         |
| 79       | 963  | 437     | 99       | 1709 | 775     | 119      | 2999 | 1360    |          |      |         |



شکل (۹-۱) قسمت‌های مختلف رینگ و تایر را نشان

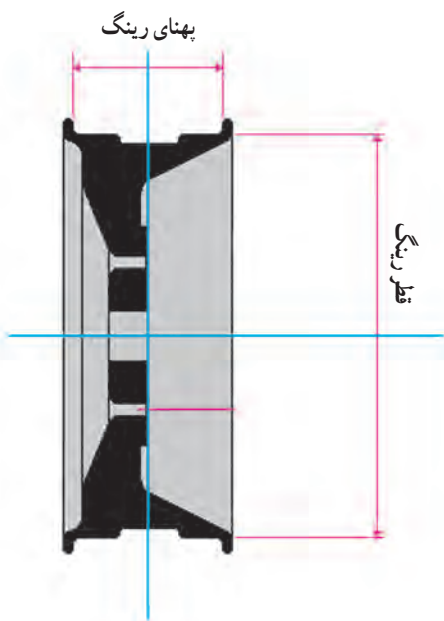
می‌دهد.



شکل ۹-۱- قسمت‌های مختلف رینگ و تایر

۱-۴-۱- مشخصات رینگ: شکل ۱-۱۰،

مشخصات ابعادی رینگ و شکل فلانچ رینگ را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۰- رینگ و مشخصات ابعادی آن

۳-۶-۱- ابعاد تایر: اندازه تایرها معمولاً بر حسب

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 اندازه تایرهای سواری بعضاً حرف «P» به معنای خودروی سواری و در انتهای اندازه تایر خودروهای باری سبک، حرف «LT» به معنای خودروی باری سبک درج می‌گردد.

مثال: بر روی نوعی تایر، مشخصات ذیل درج شده

است:

P175/65 R14 82 H

P: تایر خودروی سواری

۱۷۵: پهنای تایر نو بر حسب میلی‌متر

۶۵: نسبت منظر ۶۵٪ است، به عبارت دیگر، نسبت

ارتفاع تایر به پهنای تایر ۶۵٪ است.

$$\text{نسبت منظر} = \frac{\text{ارتفاع تایر}}{\text{پهنای تایر}} = \frac{H}{W} = 0.65 \text{ (۱-۱۰)}$$

R: تایر نوع رادیال

۱۴: قطر رینگ بر حسب اینچ

۸۲: شاخص بار، که طبق جدول ۲-۱۰، معادل ۴۷۵

کیلوگرم با فشار ۲/۵ (bar) در حداکثر سرعت ۱۶۰ km/h

H: شاخص سرعت، که طبق جدول ۱-۱۰، حداکثر

سرعت قابل تحمل این تایر معادل ۲۱۰ km/h خواهد بود.

## ۴-۱-۰- رینگ و مشخصات آن

پارامترهای مهم در انتخاب رینگ برای خودرو به شرح

زیر است:

۱- سبکی

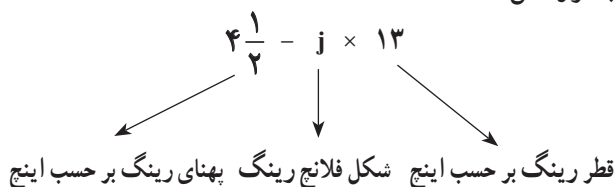
۲- سرعت انتقال حرارت مناسب

۳- ابعاد مناسب رینگ

۴- زیبایی رینگ

در این مثال پهناى رینگ ۴/۵ اینچ، شکل فلانچ رینگ به صورت زو قطر رینگ ۱۳ اینچ است.

مشخصات رینگ به صورت یک عبارت مشخص می شود به طور مثال :



نکته : معمولاً از رینگ های دو پارچه و چند پارچه در خودروهای سنگین و نیمه سنگین استفاده می شود و خودروهای سواری معمولاً دارای رینگ های یکپارچه اند.

## ۵-۱۰- انواع رینگ

با توجه به شکل ۱۱-۱، رینگ خودرو می تواند به صورت یکپارچه، دو پارچه و چند پارچه ساخته شود. در دسته بندی دیگری، می توان رینگ خودرو را به صورت زیر به چهار دسته تقسیم نمود :

- ۱- رینگ فولادی پرس شده؛
- ۲- رینگ با پره های سیمی؛
- ۳- رینگ ریخته گری شده با آلیاژ آلومینیوم یا فلزات سبک؛
- ۴- رینگ فورج یا آهنگری شده.



الف) رینگ یکپارچه



ب) رینگ دو پارچه



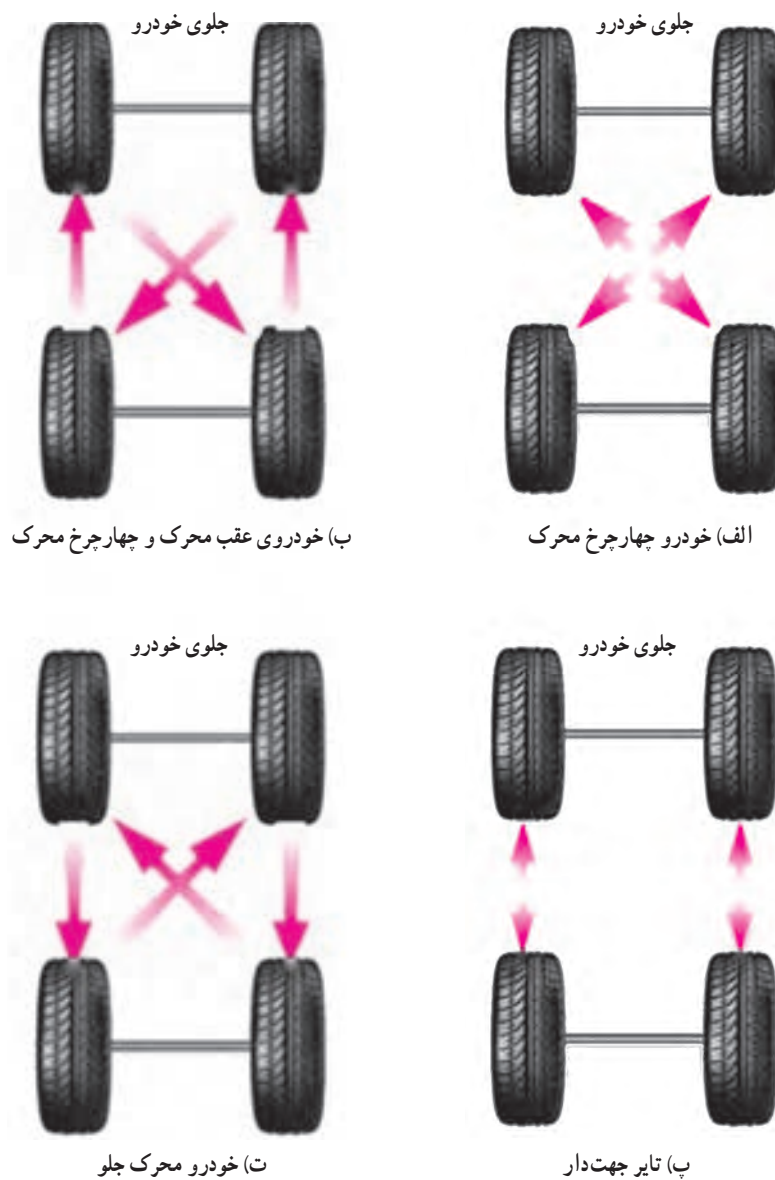
ب) رینگ چند پارچه

شکل ۱۱-۱- انواع رینگ یکپارچه، دو پارچه و چند پارچه

## ۶-۱۰- جابه جایی دوره ای تایر

۱۲-۱۰ و با در نظر گرفتن محور محرک خودرو و نیز نوع تایر، به صورت دوره ای جابه جا گردد. به منظور طولانی تر شدن عمر تایر، توصیه می شود که به ازای پیمایش هر ۸ الی ۱۰ هزار کیلومتر، تایرها مطابق شکل

نکته : طرح آج برخی از تایرها دارای جهت مشخصی است. در هنگام نصب و جابه جایی دوره ای این نوع تایرها، باید به این نکته دقت نمود که تایر در جهت مشخص شده با فلش روی دیواره 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 می شود.



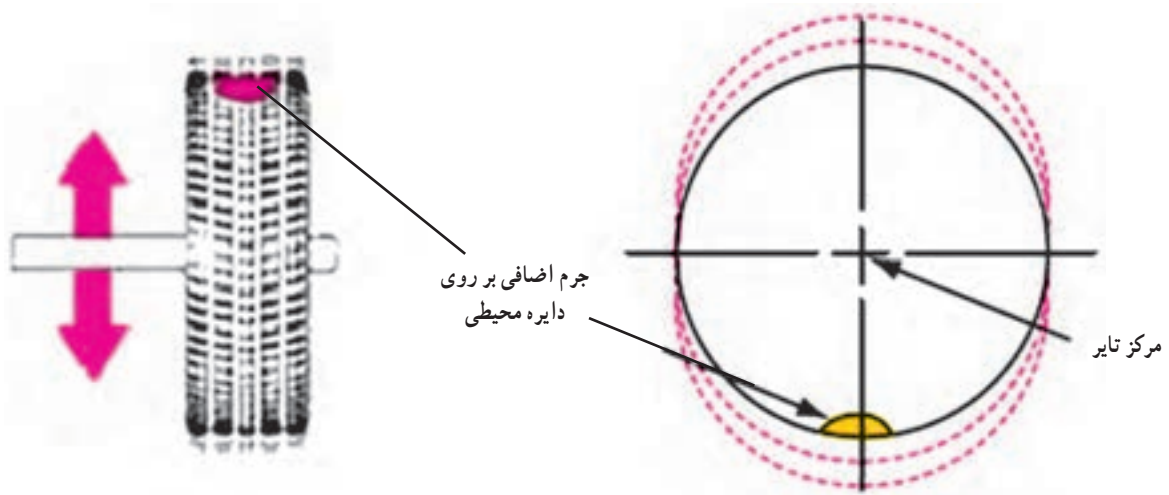
شکل ۱۲-۱۰- الگوی جابه‌جایی تایر خودرو

چرخ خودرو را در دو حالت بالانس و نابالانسی استاتیکی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ملاحظه می‌شود، نابالانسی استاتیکی از توزیع نامناسب جرم بر روی دایره محیطی واقع در صفحه مرکزی تایر ناشی می‌شود. وجود جرم اضافی بر روی دایره محیطی واقع در صفحه مرکزی تایر، باعث نابالانسی استاتیکی می‌شود. نابالانسی استاتیکی باعث حرکت چرخ در راستای شعاع می‌شود، ولی چرخ به سمت چپ و راست حرکت دورانی نخواهد داشت.

## ۷-۱۰- بالانس نبودن چرخ و تایر خودرو

از آنجایی که مجموعه چرخ در حال دوران 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 دینامیکی است که متعاقباً تشریح خواهند شد.

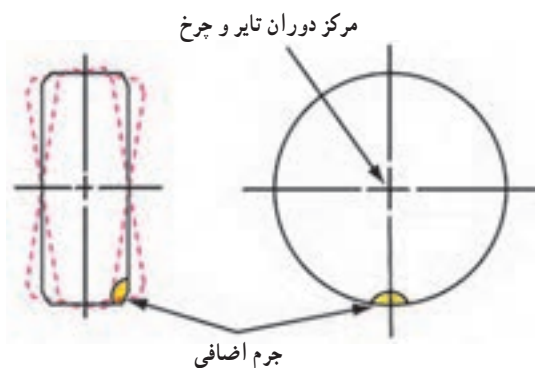
۱-۷-۱۰- نابالانسی استاتیکی : شکل ۱۳-۱۰،



شکل ۱۳-۱۰- نابالانسی استاتیکی تایر و چرخ خودرو

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

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



شکل ۱۴-۱۰- نابالانسی دینامیکی و نصب وزنه بالانس برای بالانس کردن آن

مطابق شکل ۱۳-۱۰ وجود جرم اضافی در دایره 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 دوران است، بنابراین جهت اعمال نیرو نیز متغیر خواهد بود. به طور 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 دوران 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 دوران چرخ به سمت چپ و راست نخواهد شد.

۲-۷-۱۰- نابالانسی دینامیکی: شکل ۱۴-۱۰،

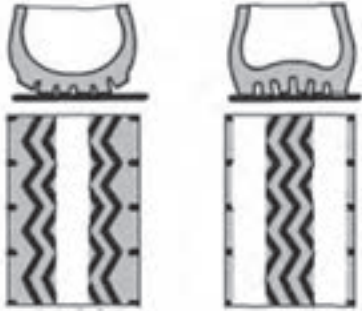



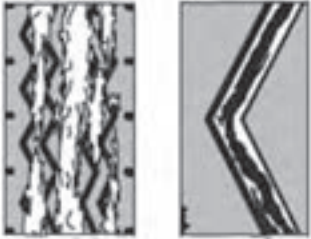


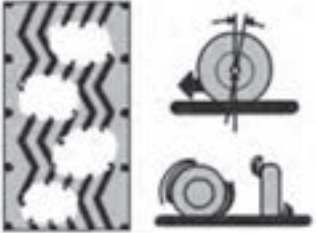
وجود نابالانسی دینامیکی بر روی چرخ را نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۱۴-۱۰، وجود جرم اضافی بر روی دایره محیطی را که در صفحه 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.

## ۸-۱۰- عیوب تایر و شناسایی آنها

از عیوب رایج تایر می‌توان به سایش غیرعادی و غیریکنواخت آن، نامناسب بودن فشار باد تایر، تنظیم اشتباهی زوایای چرخ، بالانس نشدن 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 غریبک فرمان و بدنه خودرو در برخی این عیوب را نشان می‌دهد. سرعت‌ها و بعضاً حین ترمزگیری، می‌شود. شکل ۱۵-۱۰ برخی از

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>سایش تایر در اثر تنظیم نامناسب فشار باد تایر</p>  <p>تایر کم باد</p> <p>تایر با باد اضافی</p>            | <p>تنظیم اشتباه زاویه کمبر</p>                           | <p>سایش تایر در اثر سرجمعی و سربازی نامناسب</p>                |
| <p>آسیب در اثر دور زدن با دوران کامل فرمان و شروع حرکت با شتاب زیاد</p>   <p>شروع حرکت با شتاب زیاد</p> | <p>سایش نقطه‌ای در اثر ترمز شدید و قفل شدن چرخ‌ها</p>  | <p>سایش تایر در اثر نابالانسی تایر و زاویه کستر نامناسب</p>  |

شکل ۱۵-۱۰ انواع سایش غیریکنواخت تایر و دلایل آنها

- ۱- وظایف تایر را بیان کنید.
- ۲- تایر بایاس یا مورب را توضیح دهید.
- ۳- تایرهای بایاس و رادیال را از نظر پایداری خودرو (تحمل نیروی جانبی) با هم مقایسه کنید.
- ۴- اجزای تشکیل دهنده تایر را نام ببرید.
- ۵- وظایف آج تایر را نام ببرید.
- ۶- مزایای تایر بدون تیوپ (تیوپلس) را توضیح دهید.
- ۷- بر روی نوعی تایر، مشخصات زیر درج شده است:

P175/65 R14 82H

- مفهوم هرکدام از عبارات بالا را توضیح دهید.
- ۸- در انتخاب یک رینگ مناسب چه پارامترهایی را باید مدنظر قرار داد؟
  - ۹- انواع رینگ‌ها را نام ببرید.
  - ۱۰- نابالانسی استاتیکی را شرح دهید.

## سیستم‌های ایمنی خودرو

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

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

### مقدمه

به‌طور کلی سیستم‌های ایمنی در خودرو به دو دسته ایمنی فعال<sup>۱</sup> و ایمنی غیر فعال<sup>۲</sup> تقسیم می‌شوند. سیستم‌های ایمنی فعال به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که از بروز تصادف جلوگیری می‌کنند. نمونه بارز این نوع سیستم ایمنی سیستم ترمز ضد قفل است. از دیگر سیستم‌های ایمنی فعال می‌توان به سیستم کنترل پایداری (ESP)<sup>۳</sup>، سیستم توزیع الکترونیکی نیروی ترمزی (EBD) و غیر آنها اشاره نمود.

سیستم‌های ایمنی غیر فعال، 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 کیسه هوا<sup>۴</sup>، کمربند ایمنی و پیش‌کشنده کمربند ایمنی جزء سیستم‌های ایمنی غیر فعال اند، در ذیل به بررسی برخی از انواع سیستم‌های ایمنی غیر فعال و فعال پرداخته می‌شود.

۱ - Active safety

۲ - Passive safety

۳ - Electronic stability program

۴ - Air Bag

## ۱۱-۱- ایمنی غیر فعال

برای کاهش اثرات دو عامل فوق با استفاده از ایمنی‌های

غیرفعال اقدامات زیر صورت می‌پذیرد:

۱- ایجاد قابلیت تغییر شکل و انعطاف‌پذیری مناسب در بدنه 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 ۱-۱۱، سعی می‌شود که محفظه موتور و صندوق عقب خودرو به صورتی طراحی شود که نسبت به محفظه 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.

۲- کاهش جراحات در اثر شتاب منفی با استفاده از

کمربند ایمنی، پیش‌کشنده و کیسه هوا

۱-۱-۱- 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 در نتیجه مقداری از جراحات و آسیب‌های احتمالی تصادف

از دیرباز موضوع ایمنی خودرو از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. استفاده از روش‌هایی همچون بدنه تقویت شده و شیشه‌های مرکب خودرو، از جمله قدیمی‌ترین روش‌های ایمنی غیرفعال بوده است. هنگام بروز تصادف، تقویت نمودن بدنه خودرو مانع از تغییر شکل بیش از حد بدنه 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 به وسیله کمربند ایمنی نیز کمک شایانی در ممانعت از پرتاب شدن سرنشینان خودرو و برخورد آنها با قسمت‌های سخت بدنه خودرو (هنگام بروز تصادف) به عمل می‌آورد. دو عامل مهمی که هنگام بروز تصادف، منشأ آسیب دیدن سرنشینان خودرو می‌شود به شرح زیر است:

۱- تغییر شکل بیش از حد محفظه سرنشین و نفوذ اجزای

مکانیکی به داخل آن؛

۲- شتاب منفی‌ای که به صورت مستقیم به سرنشینان منتقل

می‌گردد.



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



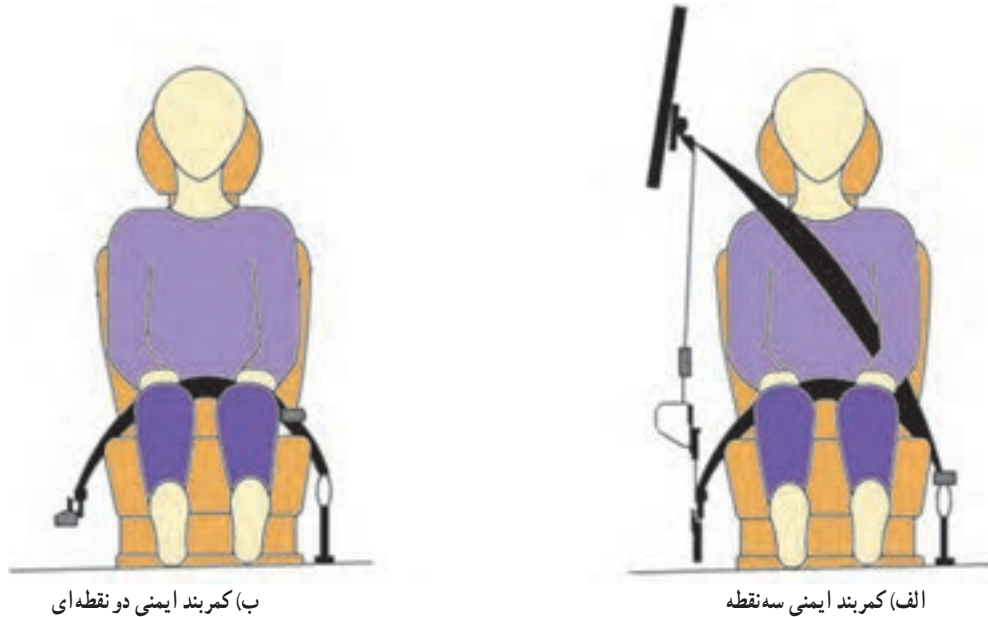
کاهش می‌یابد. شکل ۲-۱۱، انواع مختلف کمربند ایمنی خودرو

را نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۲-۱۱، نوع مناسب‌تر کمربند ایمنی، که از

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

با توجه به شکل ۲-۱۱، کمربند ایمنی دو نقطه‌ای به منظور مهار کردن قسمت پایینی بدن سرنشین به کار گرفته می‌شود ولی از حرکت رو به جلوی نیم تنه بالایی سرنشین، به هنگام تصادف یا ترمزگیری شدید، جلوگیری نمی‌نماید. به همین دلیل دارای سطح



شکل ۲-۱۱- انواع کمربند ایمنی

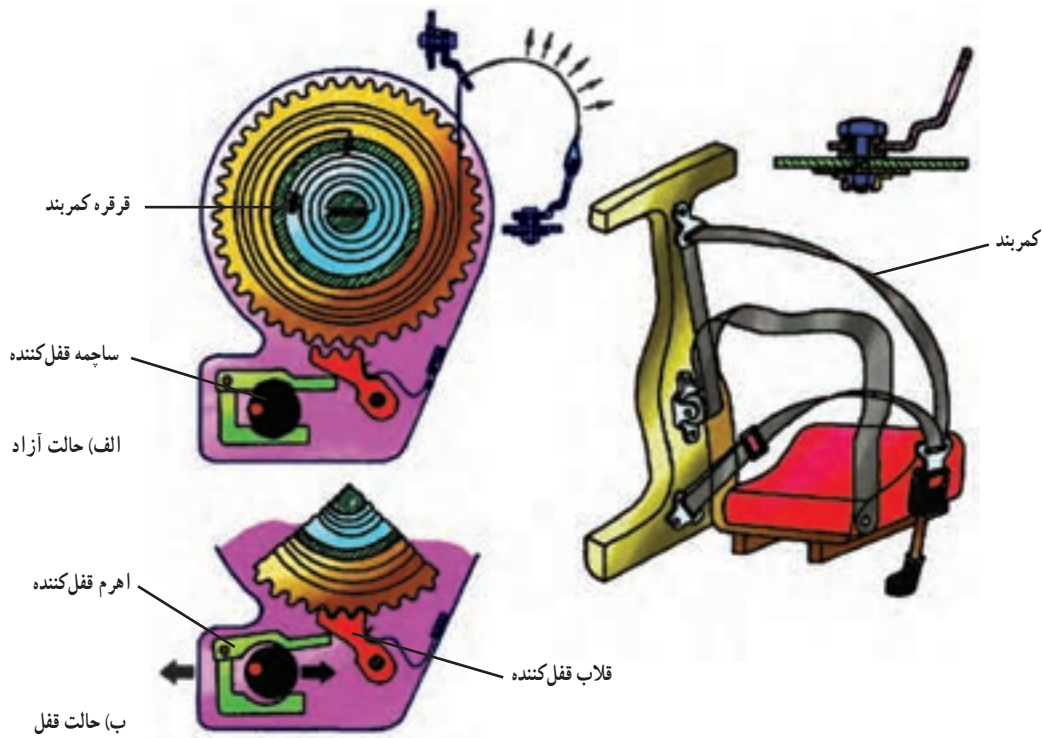
این قفل، تنها هنگام حرکت سریع بدن سرنشین رو به جلو و کشیده شدن کمربند، قفل می‌شود تا مانع از پرتاب شدن سرنشین به سمت جلو گردد و از باز شدن بیش از حد کمربند جلوگیری می‌کند، ولی در حالت عادی به سرنشین اجازه حرکت آزادانه می‌دهد.

با پیشرفت ساخت کمربندهای ایمنی به منظور افزایش ایمنی، از مکانیزم‌های قفل اضطراری در کمربندهای ایمنی استفاده می‌شود. شکل ۳-۱۱، نمونه‌ای از مکانیزم‌های قفل اضطراری استفاده شده در کمربند را نشان 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.

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.

مطابق شکل ۳-۱۱، در حالت عادی قلاب قفل کننده آزاد است و قرقره کمربند آزادانه دور آن می‌نماید تا اجازه کوتاه و بلند شدن طول را به کمربند بدهد. در حین حرکت سریع بدن سرنشین روبرو به جلو، ساچمه قفل کن به سمت جلو حرکت می‌کند و با اعمال



شکل ۳-۱۱- مکانیزم قفل اضطراری کمر بند ایمنی

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

۲-۱-۱۱- کیسه هوا و پیش‌کشنده کمر بند ایمنی: به قسمت‌های مختلف خودرو علاوه بر کمر بند ایمنی از سیستم کیسه هوا و پیش‌کشنده کمر بند 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.

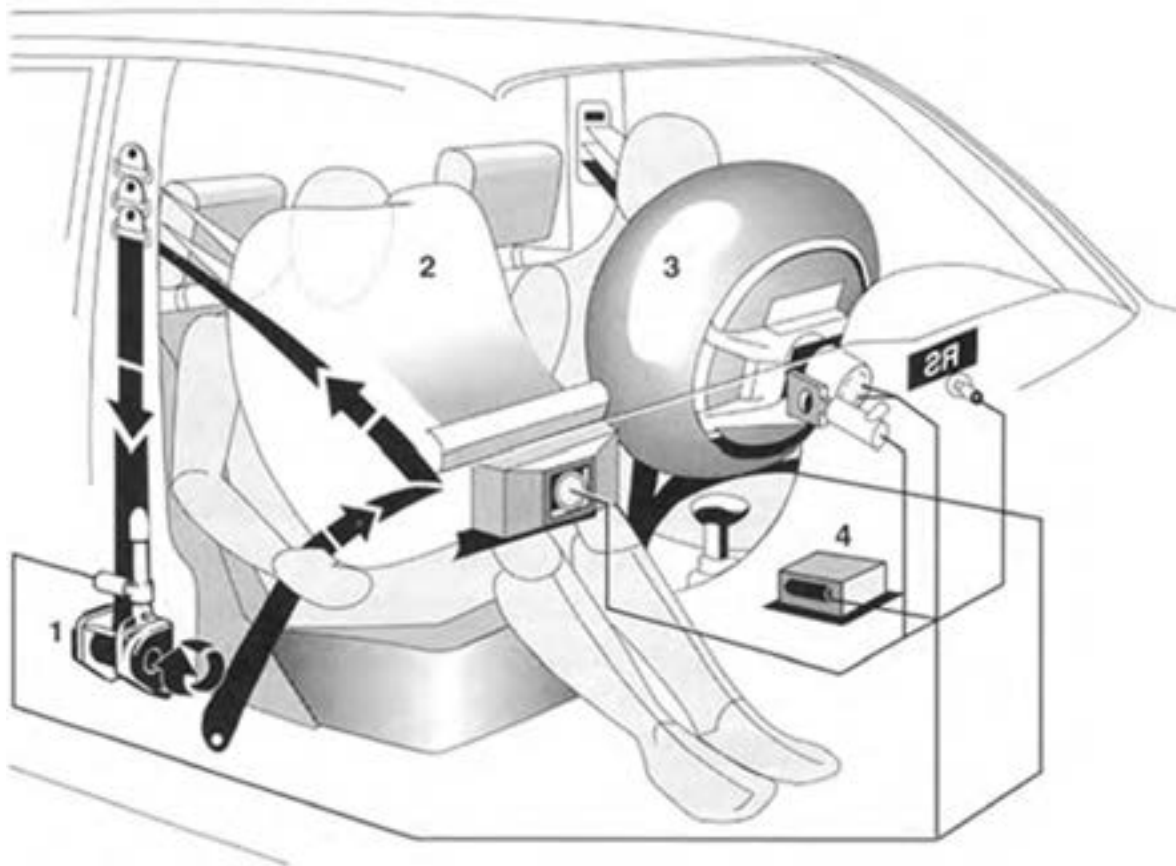
نکته: کمر بند ایمنی را سیستم مهارکننده اولیه<sup>۱</sup> (PRS) و کیسه هوا را سیستم مهارکننده مکمل یا ثانویه<sup>۲</sup> (SRS) می‌گویند. بنابراین هنگام رانندگی باید حتماً از کمر بند ایمنی استفاده نمود تا با وجود کیسه هوا از آسیب‌های شدید هنگام بروز تصادف جلوگیری شود.

شکل ۵-۱۱، مراحل عملکرد کیسه هوای ایمنی را نشان

می‌دهد.

شکل ۴-۱۱، نمای کلی کیسه هوای راننده، سر نشین جلو

و پیش‌کشنده کمر بند ایمنی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۴- نمای کلی کیسه هوا و پیش کشنده کمربند ایمنی

۱- پیش کشنده کمربند ایمنی ۲- کیسه هوای سرنشین جلو ۳- کیسه هوای راننده ۴- واحد کنترل کیسه هوا

تصادف

۳ میلی ثانیه



حس کردن تصادف

تصمیم گیری برای به کارگیری و یا عدم به کارگیری کیسه هوا

روشن نمودن بادکننده

تولید گاز نیتروژن جهت باد کردن کیسه

۲۰ میلی ثانیه



۳۵ میلی ثانیه



۴۰ میلی ثانیه



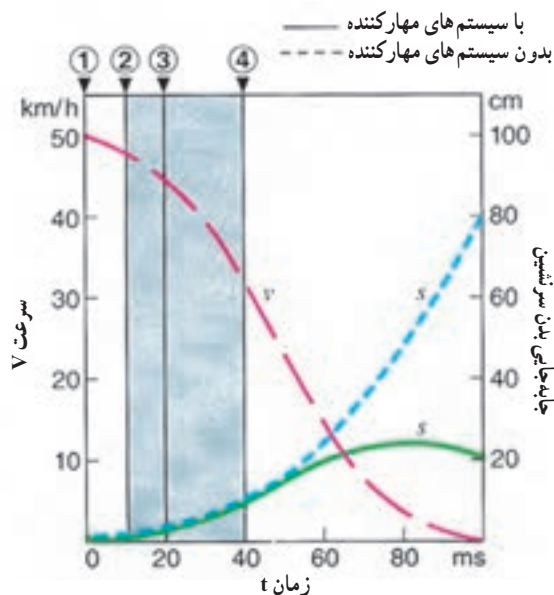
تخلیه گاز (انقباض کیسه)

تکمیل شدن کار سیستم کیسه هوا



حدود ۱۵۰ میلی ثانیه

شکل ۱۱-۵- مراحل عملکرد کیسه هوای ایمنی



شکل ۱۱-۶- عملکرد کیسه هوا و پیش‌کشنده کمر بند ایمنی و جابه‌جایی سرنشین

- ۱- شروع تصادف
- ۲- جرقه زدن عملگر کیسه هوا و پیش‌کشنده کمر بند ایمنی
- ۳- کشیده شدن و محکم شدن کمر بند ایمنی
- ۴- عمل کردن کیسه هوا

نداشته باشد، جابه‌جایی سرنشین در حدود صد میلی ثانیه پس از وقوع تصادف (توقف کامل خودرو) حدود هشتاد سانتی‌متر است. در حالی که چنانچه سرنشین از کمر بند ایمنی با پیش‌کشنده و کیسه 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 ۱۱-۷، نحوه عملکرد پیش‌کشنده کمر بند ایمنی و محکم شدن آن را هنگام تصادف نشان می‌دهد.

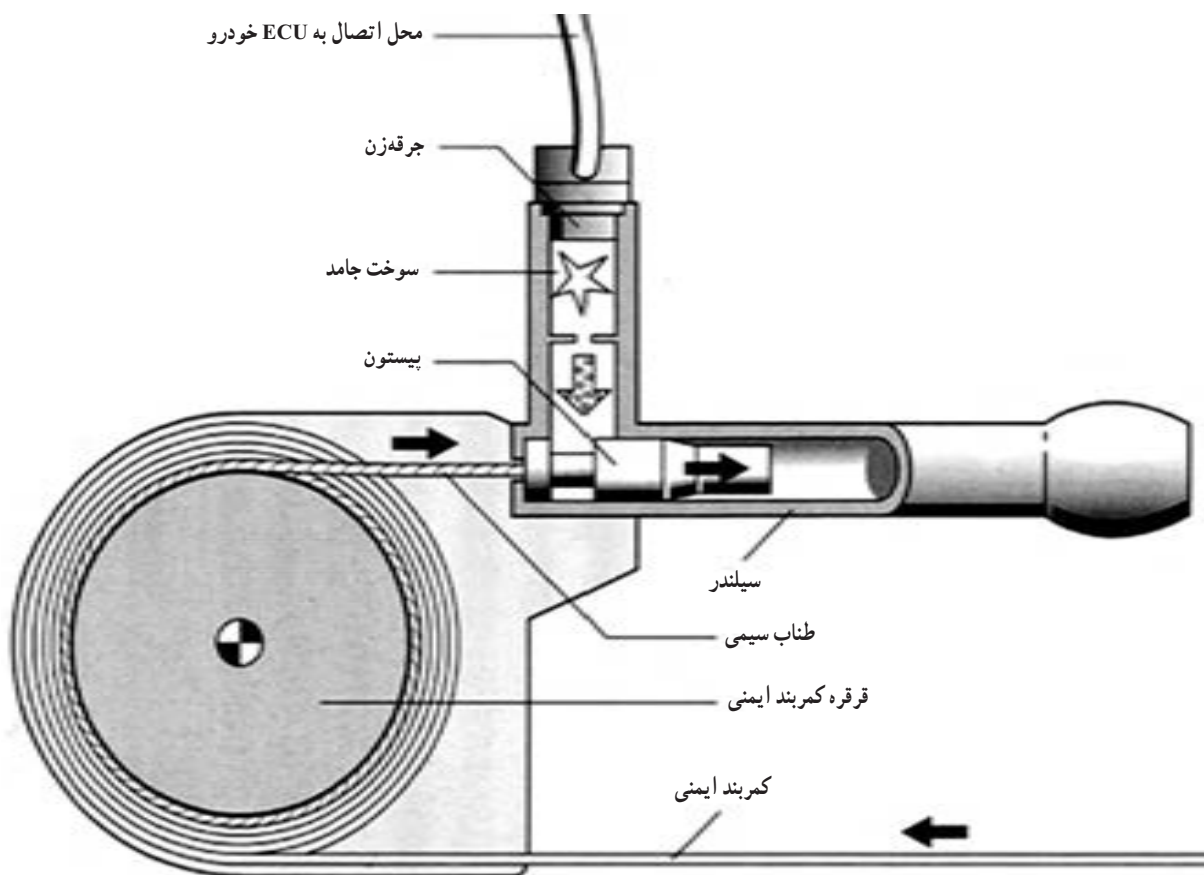
با توجه به شکل ۱۱-۷، هنگام بروز تصادف و صدور دستور انفجار از طرف ECU کیسه هوا و پیش‌کشنده کمر بند ایمنی، سوخت جامد منفجر می‌شود و با اعمال فشار به قسمت زیرین پیستون، باعث می‌شود پیستون به سمت بالا حرکت کند. با حرکت پیستون به سمت بالا، طناب سیمی نیز که به آن متصل است به سمت بالا حرکت می‌کند و باعث دوران قرقره کمر بند ایمنی و سفت کردن آن می‌شود. در نتیجه مانع حرکت سرنشین به سمت جلو می‌شود.

با توجه به شکل ۱۱-۵، 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 کیسه هوا ارسال می‌کند. این جریان برق ضعیف به ایجاد جرقه ضعیف یا ذوب شدن المنتی در واحد عملگر کیسه هوا منجر می‌گردد و در نتیجه 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 می‌شود که پس از عبور از فیلترهای متعدد، دما و صدای آن تا حدودی کاهش می‌یابد و وارد کیسه هوا می‌شود. در این وضعیت کیسه هوا بین سرنشین و اجزای خودرو قرار می‌گیرد و از پرتاب شدن و برخورد بدن سرنشین با قسمت‌های مختلف خودرو جلوگیری می‌کند.

یکی از مشکلاتی که در هنگام بروز تصادف و قبل از عملکرد کیسه هوا وجود دارد، تأخیر عملکرد کمر بند ایمنی و در نتیجه حرکت بدن سرنشین به سمت اجزای خودرو است. برای حل این مشکل لازم است از پیش‌کشنده کمر بند ایمنی استفاده شود. شکل ۱۱-۶، نحوه عملکرد کیسه هوا، پیش‌کشنده کمر بند ایمنی و میزان جابه‌جایی سرنشین جلو را برای خودرویی که با سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است و از روبرو با جسم ثابتی برخورد می‌کند نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۱۱-۶، حدود ده میلی ثانیه پس از بروز تصادف (۲) جرقه در عملگر کیسه هوا و پیش‌کشنده کمر بند ایمنی ایجاد می‌شود و پس از حدود بیست میلی ثانیه بعد از تصادف (۳) کمر بند ایمنی کشیده و کاملاً محکم می‌شود. در حدود چهل میلی ثانیه پس از تصادف نیز کیسه هوا فعال می‌گردد.

حال با توجه به موارد فوق و دو منحنی (۴) که بیانگر جابه‌جایی سرنشین است. ملاحظه می‌شود اگر سرنشین از کمر بند ایمنی با پیش‌کشنده استفاده نکند و کیسه هوا نیز وجود



شکل ۱۱-۷- نحوه عملکرد پیش کنشنده کمر بند ایمنی

## ۱۱-۲- ایمنی فعال

همان گونه 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:

۱-۱۱-۲-۱ سیستم ترمز ضد قفل (ABS): با توجه به مطالب ارائه شده در بخش رانندمان 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 به دلیل کاهش ضریب اصطکاک تایر با جاده است، باعث بروز مشکلاتی به شرح ذیل می‌گردد:

۱- فرمان پذیر نبودن چرخ‌ها حین ترمزگیری و کاهش پایداری خودرو؛

۲- افزایش مسافت ترمزی؛

۳- سایش غیرعادی تایر و کاهش طول عمر آن؛

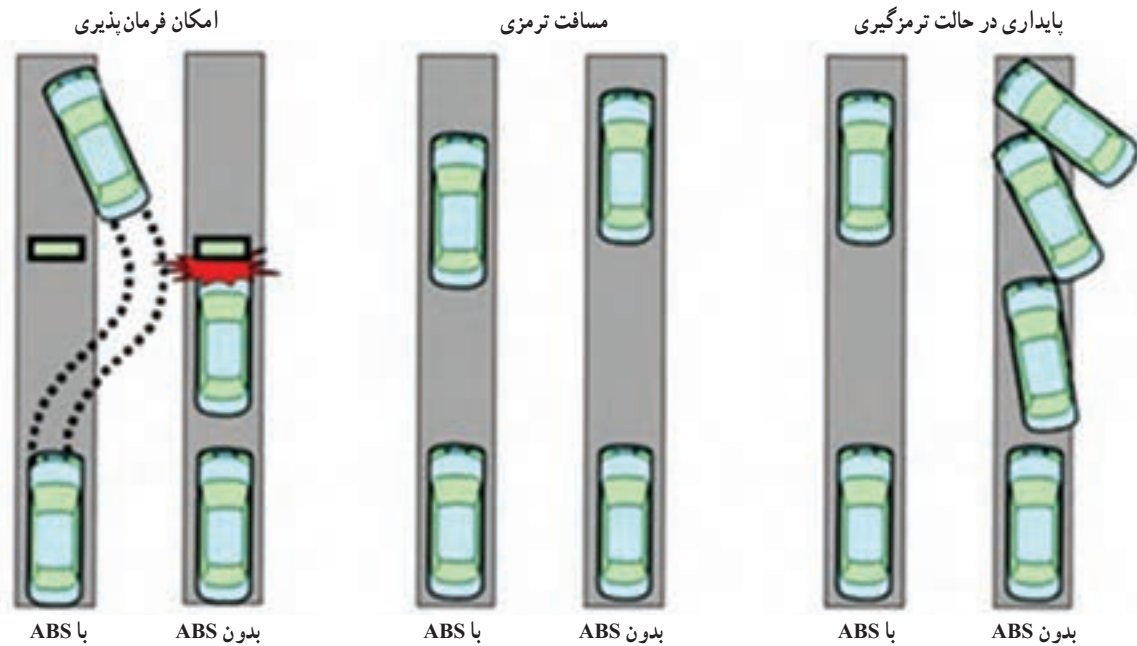
۴- افزایش خطرات جانی و مالی.

با توجه به پیشرفت شاخه‌های مختلف علم، سیستم‌های الکترونیکی متعددی به منظور پایداری مناسب تر خودرو به کار گرفته شده است. از جمله سیستم ترمز ضد قفل (ABS) با هدف کاهش مسافت ترمزی و افزایش فرمان پذیری 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 :

تمامی انواع شرایط جاده صادق نیست.

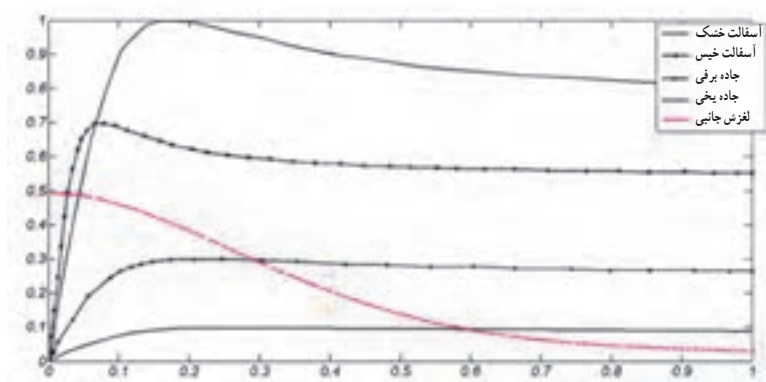
- ۱- افزایش راندمان ترمز؛
- ۲- افزایش فرمان‌پذیری و پایداری خودرو حین ترمزگیری؛
- ۳- کاهش معمولی مسافت ترمزی؛ ولی این موضوع برای نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱۱- مقایسه دو خودروی دارای ABS و فاقد آن حین ترمزگیری

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 ۹-۱۱ به دست آورد.

به منظور دستیابی به شرایط مناسب کاهش مسافت ترمزی و افزایش فرمان‌پذیری حین ترمزگیری، با استفاده از سیستم ترمز ضد قفل (ABS) تلاش می‌شود که ضریب اصطکاک تایر با جاده در محدوده 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



شکل ۹-۱۱- تأثیر لغزش بین تایر و زمین بر ضریب اصطکاک طولی و جانبی بین تایر و زمین

بین تایر و زمین از رابطه (۱۱-۱) استفاده می نماید.  
(۱۱-۱)

$$\text{سرعت خطی تایر - سرعت خطی خودرو} \\ \text{درصد لغزش} = \frac{\text{سرعت خطی خودرو}}{\text{سرعت خطی تایر}} \times 100$$

$$= \frac{V - R\omega}{V} \times 100$$

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

R : شعاع تایر بر حسب (m)

$\omega$  : سرعت زاویه ای تایر بر حسب رادیان بر ثانیه (rad/s)

$R \cdot \omega$  : سرعت خطی تایر بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

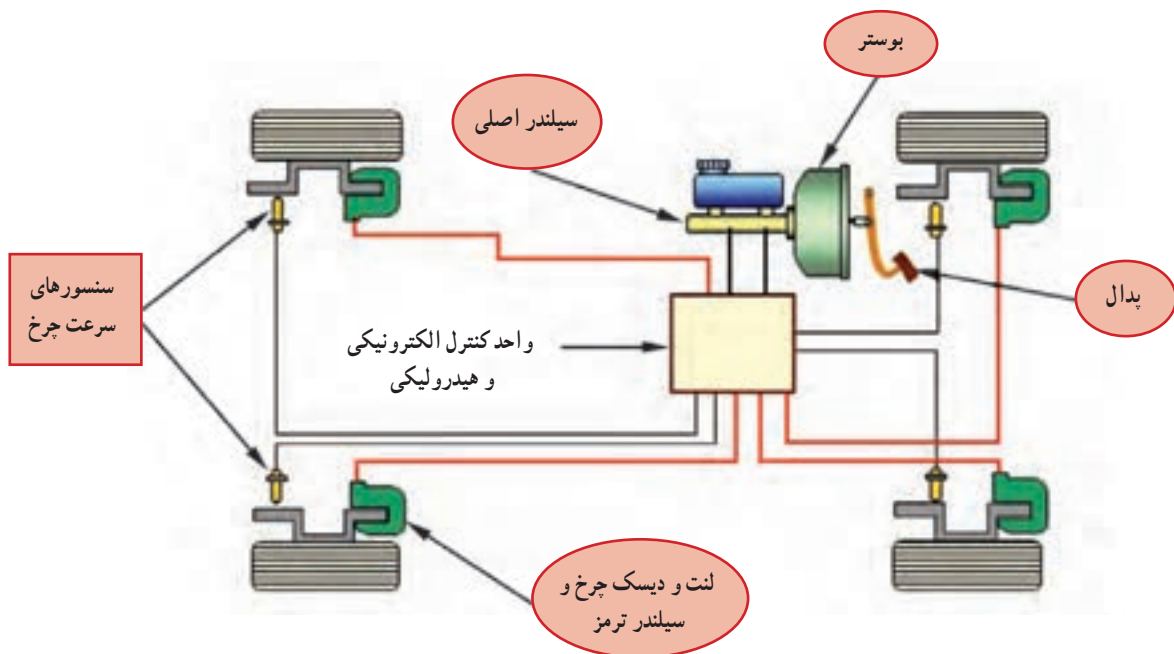
این سیستم برای عملکرد خود نیازمند اجزای مختلفی است

که در شکل ۱۱-۱۰ ملاحظه می شود.

با توجه به شکل ۹-۱۱، ملاحظه می گردد 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 (جاده های مختلف) حداکثر است. ضمن اینکه در این محدوده ضریب اصطکاک جانبی بین تایر و زمین (فرمان پذیری 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 به دست آورد و آن را در محدوده ۸ تا ۳۰ درصد حفظ نماید، ضریب اصطکاک طولی و جانبی تایر و زمین در محدوده مناسب قرار می گیرد و در نتیجه، علاوه بر اینکه فرمان پذیری خودرو حین ترمزگیری افزایش می یابد، معمولاً از مسافت ترمزی نیز کاسته می شود.

سیستم ترمز ضد قفل (ABS) برای محاسبه لغزش طولی



شکل ۱۰-۱۱- اجزای سیستم ترمز ضد قفل (ABS)

چرخ (VSS) استفاده می شود که با مشخص بودن شعاع تایر، مطابق رابطه ۲-۱۱، سرعت خطی تایر محاسبه می گردد.

$$V_w = R \cdot \omega \quad (11-2)$$

$V_w$  : سرعت خطی تایر (m/s)

۱- حسگر چرخ : وظیفه این حسگرها اندازه گیری و ارسال سرعت دورانی چرخ به واحد کنترل الکترونیکی سیستم ترمز ضد قفل (ABS) است. مطابق شکل ۱۰-۱۱، برای اندازه گیری سرعت دورانی تایر از چهار عدد حسگر اندازه گیری دوران

R : شعاع تایلر (m)

$\omega$  : سرعت زاویه‌ای تایلر (Rad/s)

در این صورت با مشخص شدن سرعت خطی تایلر و سرعت خطی خودرو، میزان لغزش چرخ‌ها از رابطه (۱۱-۱) محاسبه می‌گردد.

**۲- 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.

**۳- 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 تایلر، مقدار سرعت خطی چرخ‌ها را محاسبه می‌نماید. با در اختیار داشتن سرعت خطی خودرو، میزان لغزش طولی بین تایلر و زمین از طریق رابطه ۱-۱۱ توسط واحد کنترل الکترونیکی محاسبه می‌گردد.

پس از محاسبه میزان لغزش طولی بین تایلر و زمین، مطابق شکل (۹-۱۱)، با توجه به مراحل ذیل سعی در حفظ محدوده لغزش طولی بین تایلر و زمین می‌کند، به طوری که در این محدوده لغزش طولی، مقدار ضریب اصطکاک طولی و جانبی بین تایلر و زمین، مقدار مناسب باشد :

**الف) مرحله افزایش فشار :** چنانچه مقدار لغزش طولی بین تایلر 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) مرحله تثبیت فشار :** چنانچه میزان لغزش طولی بین تایلر 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 محدوده لغزش، فشار مایع هیدرولیک درون سیلندر ترمز چرخ‌ها ثابت باقی می‌ماند.

**پ) مرحله کاهش فشار :** چنانچه میزان لغزش طولی بین تایلر 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 تایلر و زمین به محدوده‌ای باز گردد که در آن محدوده، ضریب اصطکاک طولی و جانبی تایلر و زمین مطلوب باشد.

**۴- 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.

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

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

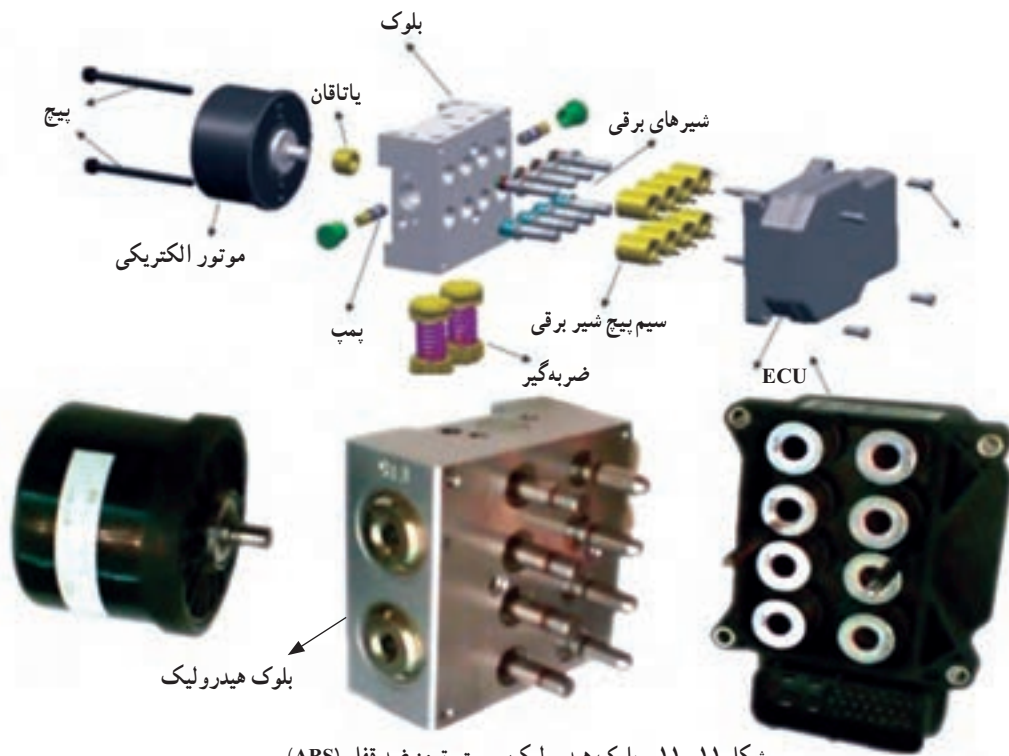
در این بلوک هیدرولیک که توسط موتور الکتریکی فعال می‌شود، به منظور تأمین فشار مایع هیدرولیک ترمز حین عملکرد سیستم ترمز ضد قفل (ABS)، از یک پمپ هیدرولیک استفاده می‌شود. شرح وظایف و نحوه عملکرد اجزای بلوک هیدرولیک در ادامه و همراه با بررسی حالت‌های مختلف عملکرد سیستم ترمز ضد قفل (ABS) تشریح می‌گردد.

مراحل عملکرد سیستم ترمز ضد قفل به شرح زیر است :

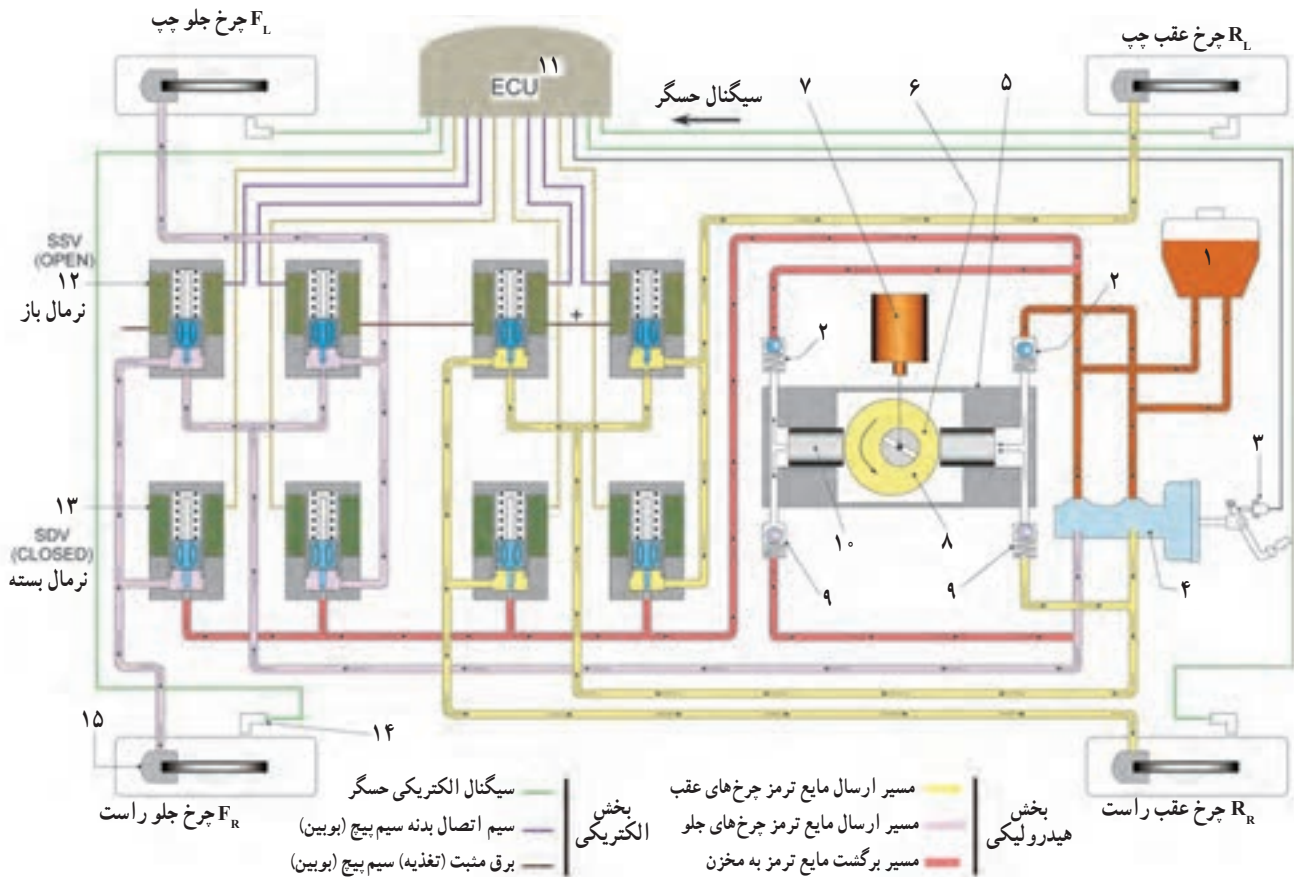
**۱- مرحله افزایش فشار مایع هیدرولیک ترمز :** شکل ۱۲-۱۱، عملکرد سیستم ترمز ضد قفل (ABS) را در مرحله افزایش فشار نشان می‌دهد.

نکته : شیر ۲/۲ به شیری گفته می‌شود که دارای دو مرحله عملکرد باز و بسته و دو مجرای ورودی و خروجی است.





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



شکل ۱۲-۱۱- سیستم ترمز ضد قفل (ABS) با استفاده از ۸ عدد شیر ۲/۲ در مرحله افزایش فشار

۱- مخزن مایع هیدرولیک ترمز ۲- سوپاپ ورودی ۳- میکروسوییچ بدال ترمز ۴- سیلندر اصلی ترمز ۵- پمپ دو مداری ۶- کویلینگ بین موتور الکتریکی و پمپ مایع هیدرولیک ترمز ۷- موتور الکتریکی ۸- بادامک خارج از مرکز ۹- سوپاپ خروجی ۱۰- پلانجر یا پیستون ۱۱- ECU ۱۲- شیرهای برقی تغذیه (SSV<sup>۱</sup>) ۱۳- شیرهای برقی تخلیه (SDV<sup>۱</sup>) ۱۴- حسگر سرعت چرخ ۱۵- کالیپر و دیسک ترمز

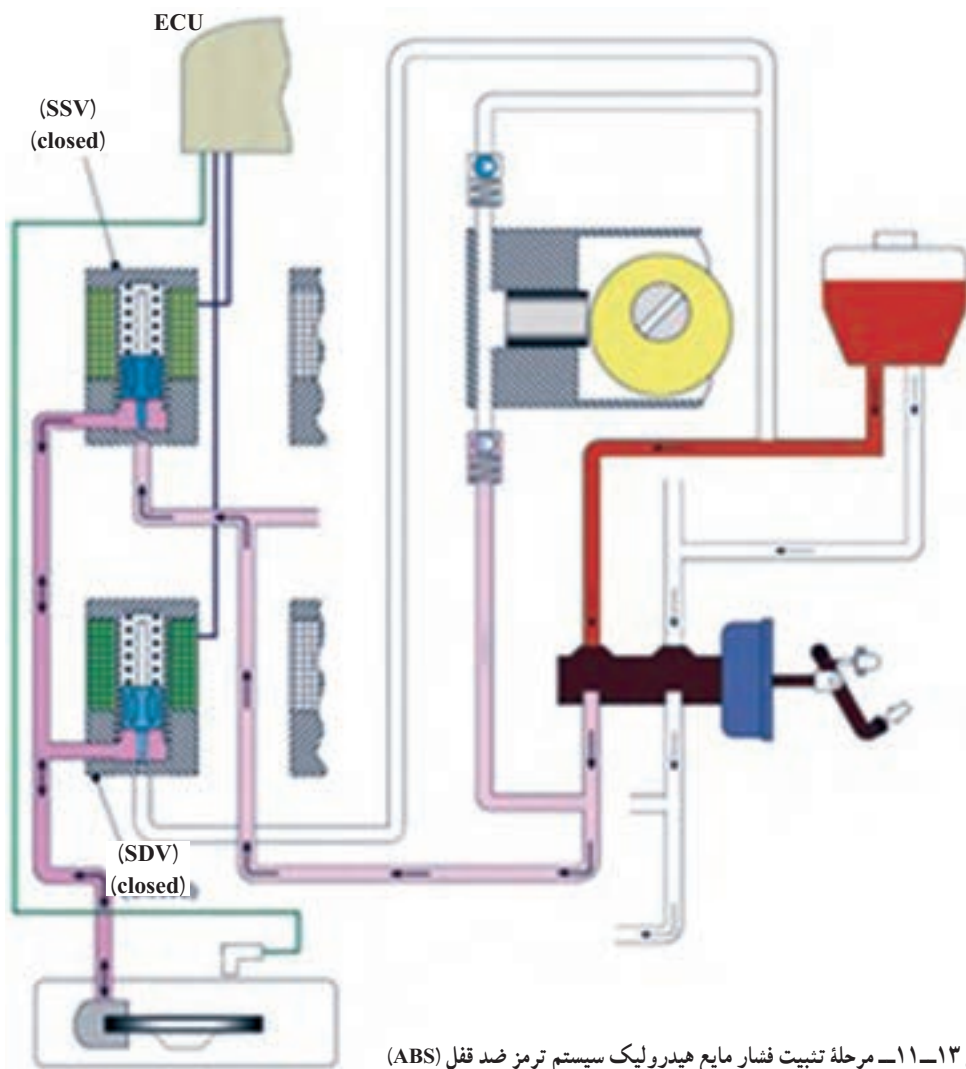
۱- Solenoid supply valves

۲- Solenoid Discharge Valves

ترمز ارسالی از طریق سیلندر اصلی پس از عبور از شیرهای برقی تغذیه (SSV) به سیلندر ترمز چرخ‌ها می‌رسد و عمل ترمزگیری شروع می‌شود.

۲- مرحله 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 محدوده ۸ تا ۳۰ درصد قرار گیرد، مطابق شکل ۱۱-۱۳، 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 با از آنها

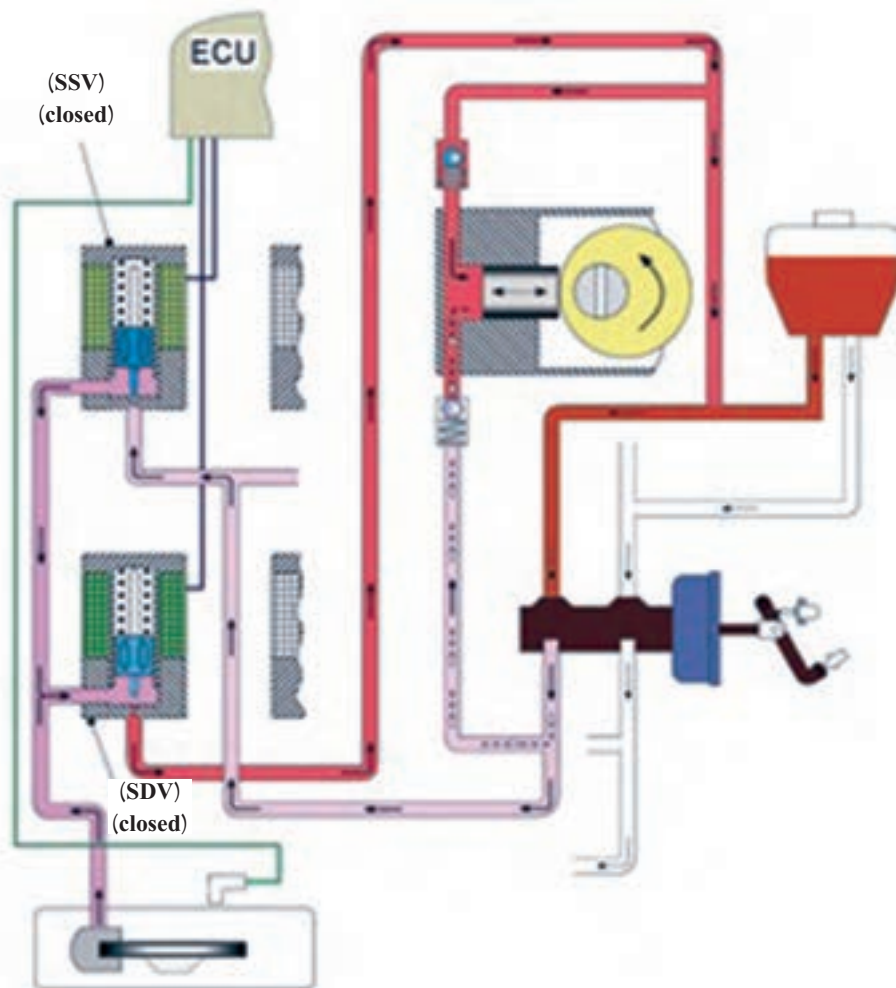
با توجه به شکل ۱۲-۱۱، در حالت عادی تمامی شیرهای برقی تغذیه (SSV) باز و تمامی شیرهای برقی تخلیه (SDV) بسته است. در این حالت به محض آنکه راننده پدال ترمز را فشار دهد اطلاعات حسگرهای سرعت محیطی چرخ‌ها به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیستم ترمز ضد قفل ارسال می‌گردد. واحد کنترل الکترونیکی نیز سرعت خطی اولیه خودرو را با توجه به سرعت خطی چرخ در لحظه اولیه ترمزگیری محاسبه می‌کند و با به دست آوردن شتاب کاهنده چرخ‌ها در لحظات بعدی، شیب کاهش سرعت خطی خودرو به دست می‌آید و تغییرات سرعت خطی خودرو به صورت نموداری برحسب زمان معلوم می‌شود. بنابراین (ECU) با به دست آوردن سرعت چرخ در هر لحظه و تفاضل آن از سرعت خطی خودرو درصد لغزش تایر را به صورت لحظه‌ای محاسبه کرده و اگر مقدار آن کمتر از ۱۰ درصد باشد مایع



شکل ۱۱-۱۳- مرحله تثبیت فشار مایع هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل (ABS)

(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 آکمولاتور باز می‌گردد. در نتیجه 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.

خارج نمی‌گردد. از این رو فشار مایع هیدرولیک ترمز در سیلندر ترمز چرخ‌ها ثابت می‌ماند و عمل ترمزگیری با فشار ثابت انجام می‌شود.  
**۳- مرحله کاهش فشار مایع هیدرولیک ترمز:**  
 چنانچه میزان لغزش طولی بین تایر و زمین از  $3^\circ$  درصد بیشتر شود، مطابق شکل ۱۴-۱۱، 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



شکل ۱۴-۱۱- مرحله کاهش فشار مایع هیدرولیک ترمز سیستم ترمز ضد قفل

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 (بالا تر از فشار پمپ اصلی) و مایع هیدرولیک ترمز توسط پمپ الکتریکی پمپ می‌شود و پس از عبور از شیرهای تغذیه (SSV) به سیلندر ترمز

در این حالت چنانچه لغزش طولی بین تایر و زمین کمتر از  $8^\circ$  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)

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 ۱۵-۱۱، 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 به وسیله شیرهای برقی سیستم ترمز ضد قفل (ABS) صورت می‌پذیرد.

چرخ‌ها می‌رسد تا دوباره سیکل افزایش فشار سریع تکرار گردد. بنابراین عکس‌العمل ترمز سریع ترمی شود. سیکل‌های تثبیت 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، تثبیت و کاهش فشار مایع ترمز را ایجاد می‌کنند تا لغزش طولی بین تایر و زمین در محدوده مناسب قرار گیرد و به افزایش فرمان‌پذیری و معمولاً کاهش مسافت ترمزی منجر گردد.

## ۲-۲-۱۱- 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 مرحله 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



شکل ۱۵-۱۱- نحوه عملکرد سیستم EBD و مقایسه حالت‌های مختلف ترمزگیری

- ۱- خودرو با نیروی وزن کم اعمالی به چرخ‌های عقب که دارای سیستم EBD است. ۲- خودرو با نیروی وزن زیاد اعمالی به چرخ‌های عقب که دارای EBD است.
- ۳- 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 تخلیه (SDV) چرخ‌های عقب را کنترل می‌نماید. لذا این سیستم، واحد کنترل جداگانه ندارد و تنها به صورت یک برنامه کنترل برای واحد کنترل سیستم ترمز ضد قفل (ABS) تعریف می‌شود.

موجب می‌شود خودرو از مسیر خود خارج گردد و جلوی آن به سمت داخل پیچ منحرف شود.

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

۳-۲-۱۱- سیستم کنترل پایداری (ESP): با توجه

به شکل ۱۶-۱۱، هدف از به‌کارگیری این سیستم، حفظ پایداری سویی و ارتقای قابلیت فرمان‌پذیری خودرو در سه حالت زیر است:

۱- 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.

۲- بیش فرمانی خودرو هنگام طی مسیر پیچ جاده که



(ب) حالت بیش فرمانی



(الف) حالت کم فرمانی

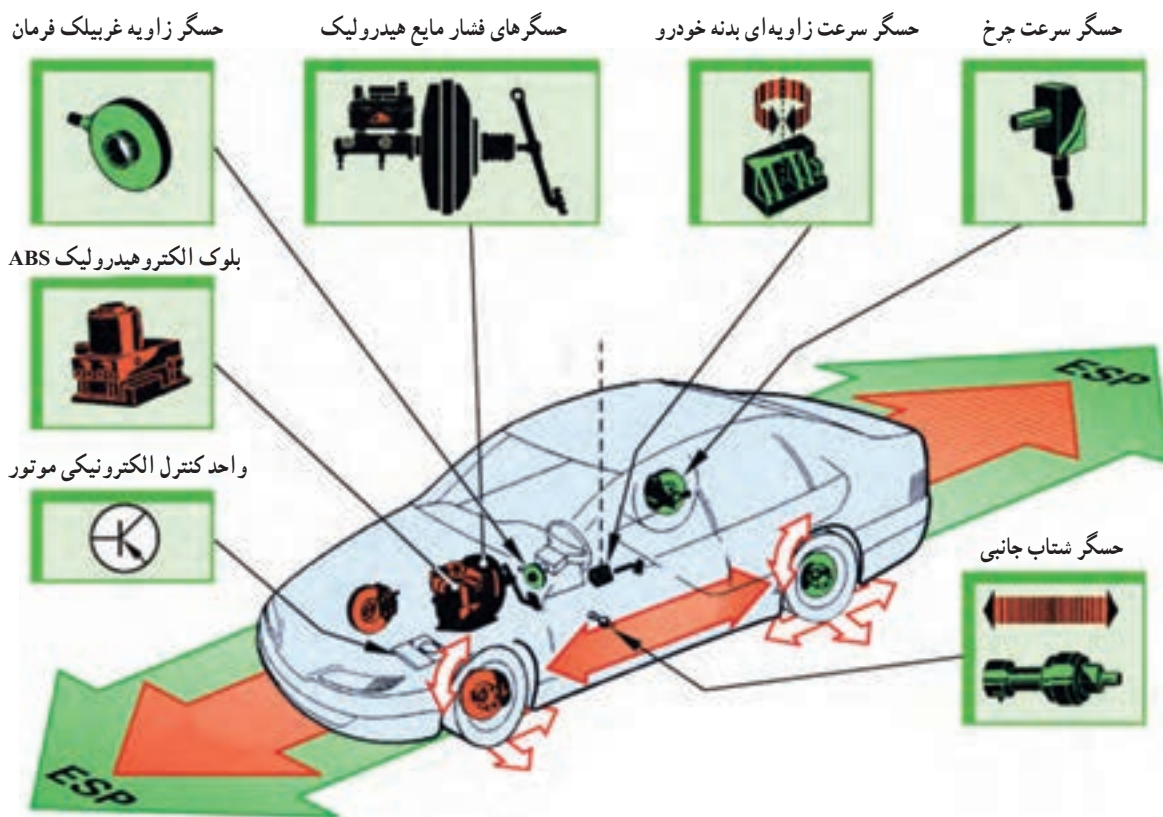


(ب) وجود مانع به صورت ناگهانی در مسیر حرکت خودرو

شکل ۱۶-۱۱- حالت‌های عملکرد خودرو فاقد سیستم ESP در طی مسیر پیچ جاده و عبور از مانع ناگهانی

درخواست راننده تغییر و پایداری خودرو را افزایش دهد. این سیستم برای رسیدن به اهداف خود، که معمولاً سه مورد ذکر شده فوق است، نیازمند حسگرها و عملگرهای مختلف است، که در شکل ۱۷-۱۱ قابل ملاحظه اند.

سیستم ESP یک سیستم کنترلی حلقه بسته است که درخواست راننده را با رفتار خودرو مقایسه می کند و در صورت نیاز، با استفاده از عملگرهای سیستم ترمز ضدقفل به صورت نامتقارن، سعی می کند رفتار خودرو را به شرایط مورد



شکل ۱۷-۱۱- اجزای تشکیل دهنده سیستم کنترل پایداری (ESP)

فعال بودن سیستم ترمز را توسط راننده تعیین کند و بر اساس وضعیت اولیه ایجاد شده، میزان فعالیت غیرمتقارن مورد نیاز را مشخص نماید و از این طریق جهت کنترل مناسب مسیر حرکت اقدام کند.

**۳- اندازه گیری سرعت زاویه ای بدنه خودرو حول محور عمودی (یاو) (yaw):** با استفاده از این حسگر، که معمولاً در نزدیکی مرکز ثقل خودرو نصب می گردد، میزان دوران بدنه خودرو حول محور عمودی اندازه گیری شده به واحد کنترل الکترونیکی ارسال می شود. با اطلاعات این حسگر، واحد کنترل الکترونیکی سیستم کنترل پایداری، میزان واقعی دوران بدنه خودرو

اجزای سیستم پایداری به شرح زیر است:

**۱- حسگر زاویه غربیلک فرمان:** یکی از پارامترهای مورد نیاز این سیستم که درخواست راننده نیز به آن مرتبط است، میزان زاویه غربیلک فرمان است. برای اندازه گیری زاویه دوران غربیلک در سیستم کنترل پایداری (ESP) از حسگر زاویه فرمان استفاده می شود.

**۲- 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 چرخ ها، به اطلاعات این حسگر نیازمند است، تا قادر باشد میزان

حول محور عمودی (yaw) را اندازه گیری می کند.

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

به طور مثال چنانچه زاویه غریبک فرمان  $10^\circ$  درجه باشد ولی بدنه خودرو  $15^\circ$  درجه در همان جهت دوران کرده باشد، نشانگر بیش فرمانی خودرو در آن شرایط است. در حالی که اگر زاویه غریبک فرمان  $10^\circ$  درجه باشد ولی بدنه خودرو  $5^\circ$  درجه در همان جهت دوران کرده باشد بیانگر کم فرمانی خودرو است.

**۴- حسگر شتاب جانبی خودرو:** با استفاده از این حسگر، می توان مقدار شتاب بدنه خودرو را در جهت جانبی اندازه گیری کرد. با اندازه گیری 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 رابطه  $3-11$  می توان شعاع انحنای مسیر را نیز اندازه گیری نمود.

$$a_y = \frac{V_r}{R} \quad (11-3)$$

$a_y$ : شتاب جانبی خودرو ( $m/s^2$ )

$V$ : سرعت خودرو ( $m/s$ )

$R$ : شعاع انتهایی 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، زاویه غریبک و غیره آنها قادر خواهد بود تا تخمین دقیقی از نحوه فعالیت غیرمتقارن ترمز چرخها داشته باشد و بنابراین کنترل مسیر حرکت خودرو با دقت بالاتری صورت می پذیرد.

از طرف دیگر، با مشخص شدن مقدار شتاب جانبی خودرو، با توجه به رابطه  $(4-11)$ ، سیستم کنترل پایداری قادر خواهد بود تا میزان ضربه اصطکاک جانبی بین تایر و زمین را نیز به دست آورده و به عبارت دیگر، شرایط سطح تماس تایر با جاده را تعیین نماید و با توجه به شرایط جاده، نحوه فعالیت ترمز نامتقارن چرخها را نیز تعیین کند.

$$a_y = \mu_y \cdot g \quad (11-4)$$

**نکته:** معمولاً حسگر شتاب جانبی خودرو و حسگر سرعت زاویه ای خودرو حول محور عمودی در یک

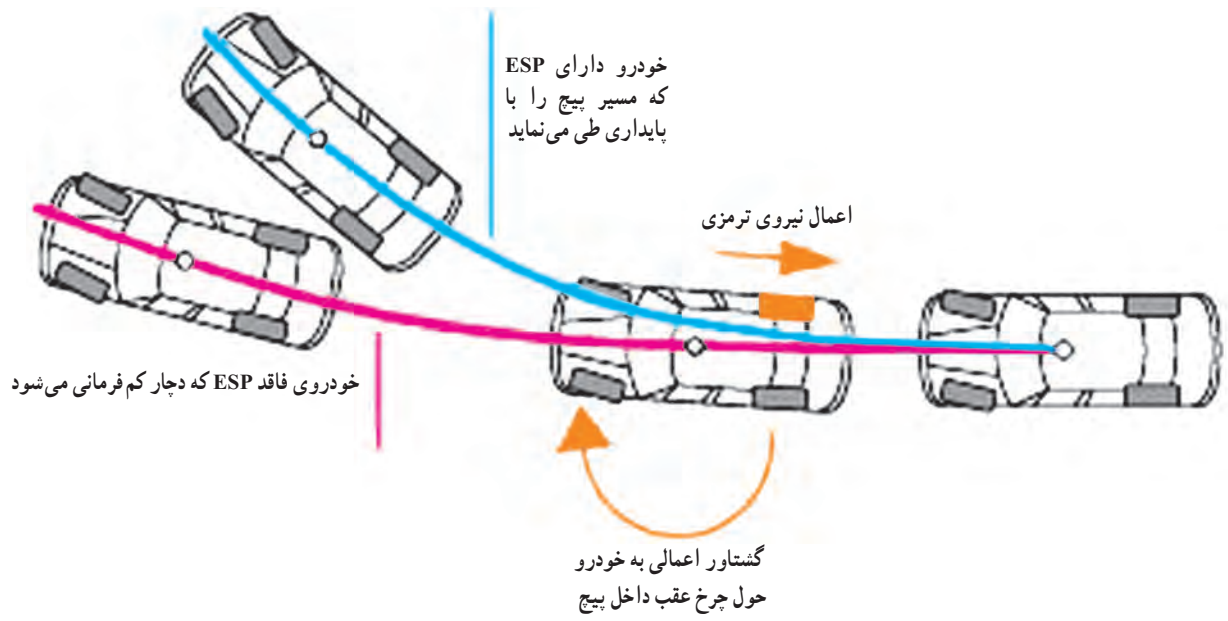
مجموعه قرار داده می شود.

حسگر زاویه غریبک فرمان و خروجی حسگر yaw به میزان انحراف خودرو از مسیر درخواستی راننده پی می برد و در این صورت با فعال کردن نامتقارن ترمز چرخها، جهت اصلاح مسیر حرکت خودرو اقدام می کند.

به طور مثال با توجه به شکل  $(18-11)$ ، در صورتی که خودرو در طی مسیر پیچ جاده دچار حالت کم فرمانی شود، سیستم کنترل پایداری، ترمز چرخ عقب داخل پیچ را فعال می نماید. از این رو بدنه خودرو حول این چرخ و به سمت داخل پیچ دوران می کند تا خودرو مسیر پیچ جاده را با ایمنی بالاتری طی نماید.

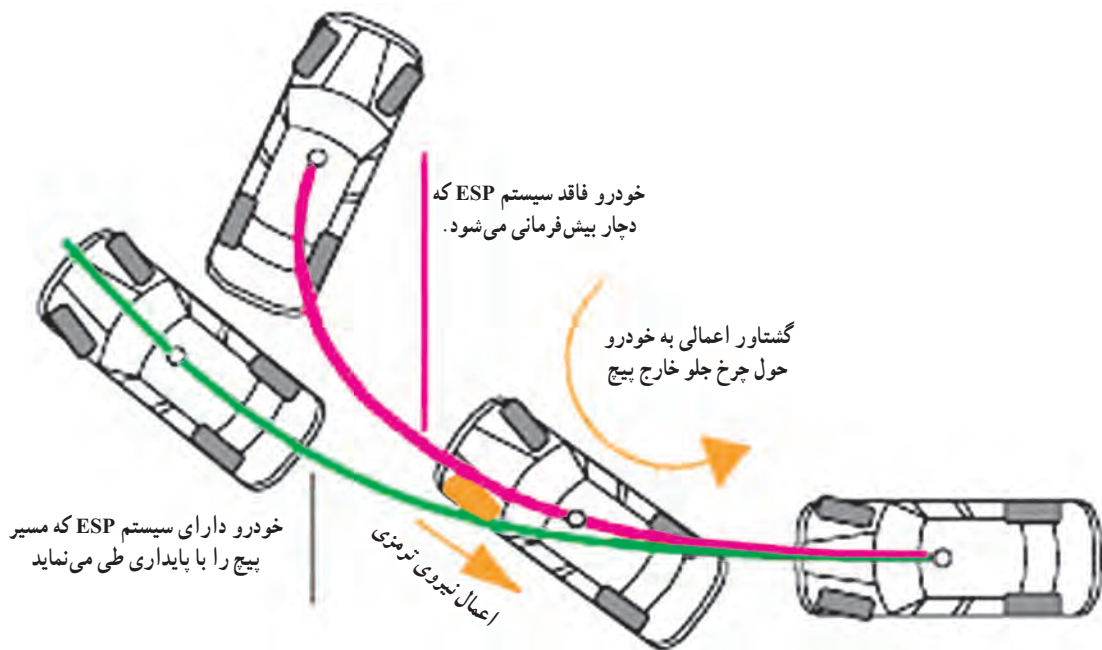
**۵- عملگرهای سیستم کنترل پایداری:** در سیستم کنترل پایداری، معمولاً برای انجام عملیات کنترلی و اعمال نیروی نامتقارن ترمز به چرخها از عملگرهای سیستم ترمز ضد قفل (ABS) استفاده می شود.

سیستم کنترل پایداری، با توجه به حسگرهای زاویه غریبک فرمان، فشار هیدرولیک سیستم ترمز و شتاب جانبی خودرو، شرایط اولیه سیستم ترمز، درخواست راننده از سیستم فرمان، وضعیت شعاع پیچ جاده و همچنین مقدار ضربه اصطکاک بین چرخ و زمین در راستای جانبی را تعیین می نماید. سپس با توجه به خروجی حسگر yaw، پاسخ خودرو را دریافت می کند. سیستم کنترل پایداری با مقایسه اطلاعات مربوط به



شکل ۱۸-۱۱- عملکرد سیستم کنترل پایداری در حالت کم فرمانی خودرو

همچنین مطابق شکل ۱۹-۱۱، 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 می کند. از این رو بدنه خودرو حول این چرخ و به سمت خارج پیچ دوران می کند تا خودرو مسیر پیچ جاده را با ایمنی بالاتر طی نماید.



شکل ۱۹-۱۱- عملکرد سیستم کنترل پایداری در حالت بیش فرمانی خودرو



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

۶- صیاد نصیری، ناصر سینا، جعفر رضایی دشت ارژنه، «کاربرد الکترونیک و تکنولوژی پیشرفته در خودرو»،

انتشارات مه‌اد صنعت شرق، چاپ اول ۱۳۹۱

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

۸- صیاد نصیری، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۱

۹- مستندات فنی شرکت برین ساز

۱۰- مستندات فنی شرکت‌های خودروسازی

