



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## دانش فنی تخصصی

رشته حمل و نقل

گروه خدمات

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



**نام کتاب:** دانش فنی تخصصی (رشته حمل و نقل) - ۲۱۲۳۲۳  
**پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
**مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش  
**شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** مصطفی آدرسی، سید محمود برآبادی، ارسطو کریمی، افشین شهپر افراشته، رقیه متحیر پسند، عباس محمودآبادی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)  
**مدیریت آماده‌سازی هنری:** حسن بهادری یکتا، حسین داوری، حامد روح الامینی، مریم زینی، افشین شهپر افراشته، ارسطو کریمی، رقیه متحیر پسند (اعضای گروه تألیف)  
**شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی  
**نشانی سازمان:** مجید ذاکری (مدیر هنری) - فاطمه رئوف پی (صفحه‌آرا) - صبا کاظمی دوانی (طراح جلد)  
**ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وب سایت: www.chap.sch.ir  
**چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ / صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵  
**سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص» چاپ دوم ۱۳۹۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین  
برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و  
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ)

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| ۹   | پودمان ۱: تهیه طرح مخلوط بتن و آسفالت  |
| ۳۹  | پودمان ۲: فناوری پایدارسازی بار        |
| ۸۹  | پودمان ۳: محاسبات ترافیکی در حمل و نقل |
| ۱۱۵ | پودمان ۴: تحلیل اقتصاد در حمل و نقل    |
| ۱۳۷ | پودمان ۵: کسب اطلاعات فنی              |

## سخنی با هنرآموزان عزیز

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته حمل و نقل بازطراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب و درس از خوشه دروس شایستگی های فنی می باشد که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است. و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان است. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی های رشته را تشکیل نمی دهد بلکه پیش نیازی برای شایستگی های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه ای - تحصیلی می باشد. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان های این کتاب با عنوان "کسب اطلاعات فنی" با هدف یادگیری مادام العمر و توسعه شایستگی های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون فنی غیر فارسی و جداول و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی های حرفه ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می گیرد.

به مانند سایر دروس هنرآموزان گرامی برای هر پودمان يك نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می شود. این کتاب مانند سایر کتاب ها جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ برخی از فعالیت های یادگیری و تمرین ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. در هنگام ارزشیابی، استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی می باشند.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان هایی به شرح زیر است:

پودمان اول: تهیه طرح مخلوط بتن و آسفالت

پودمان دوم: فناوری پایدار سازی بار

پودمان سوم: محاسبات ترافیکی در حمل و نقل

پودمان چهارم: تحلیل اقتصادی در حمل و نقل

پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی

هنرآموزان گرامی در هنگام یادگیری و ارزشیابی، هنرجویان بایستی کتاب همراه هنر جو را با خود داشته باشند.

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی باز طراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌های درسی تغییر رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار در محیط واقعی بر اساس استاندارد عملکرد تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند محاسبات وزن مصالح مصرفی، نیروهای وارده به بارها، شاخص‌های ترافیکی، هزینه‌های عملیاتی یک شرکت حمل و نقل

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوری و مصرف بهینه انرژی

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای هر یک از کتاب‌های درسی در هر رشته است.

درس دانش فنی تخصصی، از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که ویژه رشته حمل و نقل برای پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های فنی و غیر فنی این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و توسعه آن بر اساس جدول توسعه حرفه‌ای بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

این کتاب نیز شامل پنج پودمان است. هنرجویان عزیز پس از طی فرآیند یاددهی- یادگیری هر پودمان می‌توانند شایستگی‌های مربوط به آن را کسب کنند. در پودمان "کسب اطلاعات فنی" هدف توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای شما بعد از اتمام دوره تحصیلی در مقطع کنونی است تا بتوانید با درک مطالب از منابع غیر فارسی در راستای یادگیری در تمام طول عمر گام بردارید. و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری اطلاعات خود را به روزرسانی کنید. هنرآموز محترم شما مانند سایر دروس این خوشه برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. در کارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود و چنانچه در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است در همان پودمان مورد ارزشیابی قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما

تأثیر می‌گذارد.

همچنین در کتاب همراه هنرجو واژگان پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما آورده شده است. کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام یادگیری، آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید. در این درس نیز مانند سایر دروس اجزایی دیگر از بسته آموزشی در نظر گرفته شده است و شما می‌توانید با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) از عناوین آنها مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی، طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش





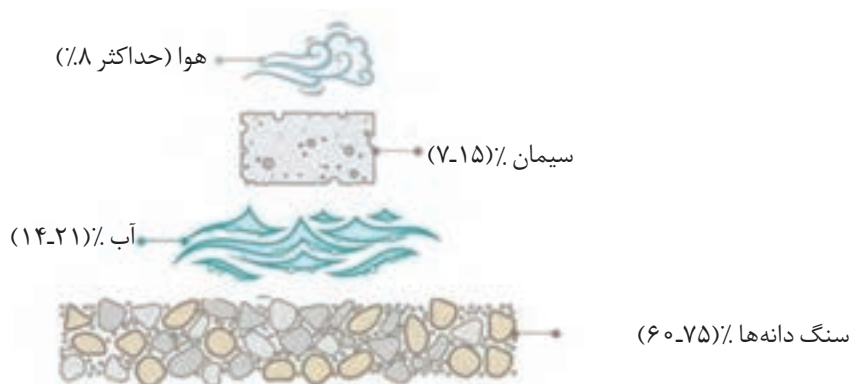
پودمان ۱

## تهیه طرح مخلوط بتن و آسفالت



## اجزاء بتن

امروزه بتن بدلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود مانند مقاومت فشاری خوب، حالت خمیری بتن قبل از گیرش، در دسترس بودن مصالح آن و مقاومت در برابر آتش‌سوزی کاربرد زیادی در مهندسی عمران و ساخت‌وساز ساختمان، پل، روسازی و ... دارد. یک مخلوط بتنی متشکل از سنگ دانه، سیمان، آب و هوا است که سهم تقریبی هر کدام در شکل نشان داده شده است. در این فصل به شرایط لازم برای ساخت یک مخلوط بتنی مناسب و استفاده از آن پرداخته می‌شود.



شکل ۱- سهم حجمی اجزاء تشکیل‌دهنده بتن

## ۱- سیمان

به ماده چسباننده مصالح سنگی در بتن، سیمان گویند. رایج‌ترین و پرکاربردترین نوع آن سیمان‌های پرتلند هستند که در واکنش شیمیایی با آب دچار گیرش شده و سخت می‌گردند. انواع سیمان‌های پرتلند را می‌توان به ۵ نوع به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود:

**نوع (تیپ) ۱- سیمان پرتلند معمولی:** سیمان پرتلند نوع ۱ سیمان معمولی است و برای تمامی کاربردهایی مناسب است که به خصوصیات ویژه انواع دیگر احتیاجی نیست. موارد استفاده این سیمان در بتن شامل روسازی راه، ساختمان‌های بتن مسلح، مخزن، منبع، لوله، بلوک‌های بنایی و محصولات پیش‌ساخته بتنی است.



شکل ۲- نمونه موارد استفاده از سیمان‌های معمولی یا عمومی شامل روسازی راه، دال کف، پل و ساختمان

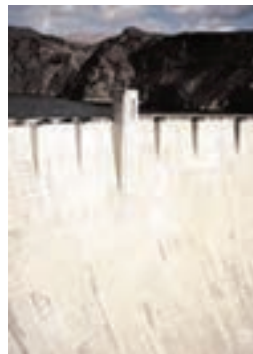
**نوع (تیپ) ۲- سیمان پرتلند اصلاح شده:** این سیمان از نظر خواص متوسط است و تا حدی دیرگیر است. از این سیمان در سازه‌های معمولی یا اعضایی که در تماس با خاک یا آب زیرزمینی است، استفاده می‌گردد.

**نوع (تیپ) ۳- سیمان پرتلند زودگیر:** سیمان پرتلند نوع ۳ در مدت کوتاه معمولاً در طول یک هفته یا حتی کمتر مقاومت بالایی کسب می‌کند. از این سیمان زمانی استفاده می‌شود که قالب‌ها را باید هر چه سریع‌تر باز کرد یا هوا سرد است.



شکل ۳- سیمان‌های زودگیر، موارد استفاده (چپ به راست): بتن‌ریزی در هوای سرد، بهره‌برداری سریع از روسازی راه جهت به حداقل رسیدن ترافیک و باز کردن سریع قالب‌ها

**نوع (تیپ) ۴- سیمان پرتلند کندگیر:** این سیمان کندگیر بوده و دیر سفت می‌شود. از سیمان نوع ۴ در ساخت بناهای حجیم بتنی نظیر سدها یا در شرایط هوای خیلی گرم استفاده می‌شود.



شکل ۴- استفاده از سیمان نوع ۴ در سد سازی

**نوع (تیپ) ۵ سیمان پرتلند:** از سیمان پرتلند نوع ۵ در ساخت بتن‌هایی استفاده می‌شود که در معرض آب‌های زیرزمینی و یا آب دریا قرار دارند.

برای ساختن بتن‌های معمولی غالباً از سیمان پرتلند نوع ۱ یا ۲ استفاده می‌شود. سیمان به دو صورت فله‌ای و پاکتی در بازار موجود است. برای انبار کردن سیمان باید توجه داشت که محیط کاملاً خشک باشد زیرا رطوبت باعث سفت شدن سیمان قبل از استفاده می‌شود.

## ۲- سنگ دانه‌ها

سنگ دانه‌های مصرفی در بتن شامل سنگ دانه درشت (شن) و سنگ دانه ریز (ماسه) شناخته می‌شوند. نوع و کیفیت سنگ دانه‌های مورد استفاده در ساخت مخلوط‌های بتنی از اهمیت زیادی برخوردار است. سنگ دانه‌های ریز و درشت معمولاً ۶۰٪ تا ۷۵٪ حجم بتن (۷۰ تا ۸۵ درصد جرم بتن) را به خود اختصاص می‌دهند و بسیار روی مشخصات بتن تازه و سخت شده، خصوصیات مخلوط و هزینه‌های مخلوط تأثیر گذارند. دانه‌بندی و شکل سنگ دانه‌ها از پارامترهای تأثیرگذار بر روی مشخصات بتن است که شرح آن در ادامه آورده شده است. یک سنگ دانه مناسب برای بتن باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- ۱- سنگ دانه‌ها باید سختی بالایی داشته باشند. یعنی در اثر بار و فشار به راحتی خرد نشوند.
- ۲- شکل سنگ دانه‌ها عامل مهمی در مقاومت و دوام بتن می‌باشد. سنگ دانه‌ها به چهار شکل گرد، گوشه‌دار شکل ۵، پولکی شکل (تخت یا ورقه‌ای) و سوزنی شکل ۶ دسته‌بندی می‌شوند. استفاده از سنگ دانه‌های پولکی و سوزنی برای ساخت بتن مناسب نمی‌باشد. این سنگ دانه‌ها به کارایی بتن لطمه جدی می‌زنند و از نظر تأمین مقاومت فشاری و دوام بتن نیز نامناسب هستند.



شکل ۵- سنگ دانه درشت، شن گرد (چپ) و شن گوشه‌دار (راست)



شکل ۶- انواع سنگ دانه‌ها از لحاظ شکل ظاهری

۳- سنگ دانه‌ها باید کاملاً تمیز و عاری از گل‌ولای، مواد شیمیایی و مواد آلی مانند برگ درختان باشد.

## ۳- آب مصرفی

تقریباً هر آب طبیعی که قابل آشامیدن باشد (فاقد طعم و بوی مشخصی)، می‌تواند به عنوان آب در ساخت بتن مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که آب حاوی مواد ناخالص مانند گل، خزه و نمک (آب دریا) باشد ممکن است بر روی زمان گیرش، مقاومت بتن، خوردگی میلگردها و دوام بتن تأثیر بگذارد. بنابراین باید در انتخاب آب مصرفی بتن دقت کرد.

## ۴- مواد افزودنی بتن

مواد شیمیایی هستند که جهت بهبود مشخصات بتن مورد استفاده قرار می‌گیرند. که مهم‌ترین آنها شامل موارد زیر است:

زودگیر کننده‌ها: این مواد، سبب می‌شوند تا سیمان سریع‌تر مقاومت خود را کسب کند و بتن زودتر سفت شود.

کندگیر کننده‌ها: این مواد، برعکس زودگیر کننده‌ها عمل کرده و باعث تأخیر در زمان سفت شدن بتن می‌شود.

روان کننده‌ها: استفاده از این مواد باعث کاهش میزان آب مصرفی و افزایش روانی بتن می‌شود. از این مواد می‌توان برای تولید بتن فوق روان (خود تراکم) استفاده نمود.

ضد یخ: از این مواد برای ساخت بتن در شرایط هوای سرد و یخبندان استفاده می‌شود.

## دانه‌بندی مصالح سنگی

دانه‌بندی یعنی نحوه توزیع سنگ دانه‌ها از نظر ابعاد که با استفاده از منحنی دانه‌بندی نشان داده می‌شود. برای استفاده از ابعاد مختلف دانه‌بندی سنگ دانه‌ها در بتن معمولاً از مصالح موجود در بستر رودخانه یا مصالح کوهی که توسط سنگ‌شکن‌ها شکسته و ریز شده (شکل ۷) استفاده می‌شود.



شکل ۷- نحوه تولید سنگ کوهی شکسته

از نظر ابعاد (مطابق شکل) سنگ دانه‌ها به پنج دسته (به ترتیب از بزرگ به کوچک) تقسیم می‌شوند: لاشه سنگ، قلوه سنگ، شن، ماسه و فیلر (ذرات رد شده از الک ۲۰۰). در بتن از سه نوع شن، ماسه و فیلر استفاده می‌شود. برای دانه‌بندی سنگ دانه‌ها ابتدا باید حداکثر اندازه سنگ دانه‌ها را انتخاب کرد. حداکثر اندازه سنگ دانه‌ها معمولاً با توجه به طول، عرض و ضخامت بتن و فاصله میلگردها انتخاب می‌شود که این مقدار معمولاً کمتر از ۲۵ میلی‌متر است.

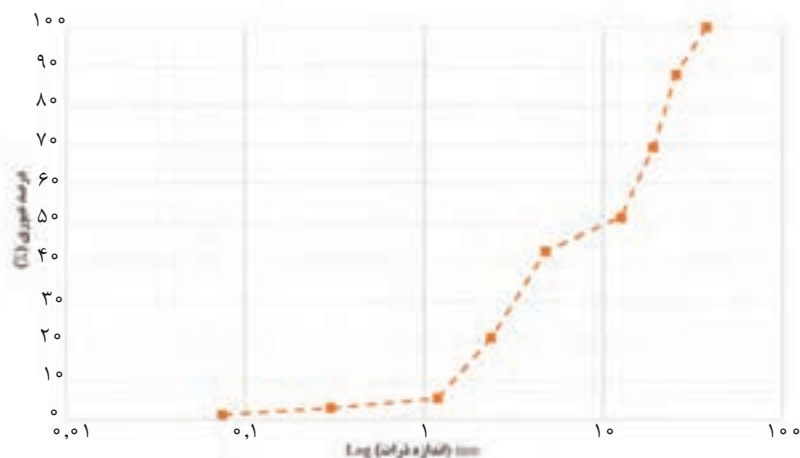
سنگ دانه‌های ریز معمولاً از ماسه طبیعی یا سنگ شکسته تشکیل شده‌اند که اندازه اکثر ذرات آنها از ۵ میلی‌متر کمتر است. سنگ دانه‌های درشت از ترکیب شن درشت (شن بادومی) با محدوده دانه‌بندی ۱۲-۲۵ میلی‌متر و شن ریز (شن نخودی) با محدوده دانه‌بندی ۴-۱۲ میلی‌متر تشکیل شده‌اند.

حدود دانه‌بندی معمولاً به صورت مصالح عبوری از هر الک بیان می‌شود. در شکل صفحه بعد این حدود برای انواع سنگ دانه‌ها نشان داده شده است.



| شماره الک     | اندازه مش الک (mm) | وزن مصالح | درصد مانده هر الک | درصد تجمعی عبوری  |
|---------------|--------------------|-----------|-------------------|-------------------|
| ۱ ۱/۲         | ۳۷/۵               | ۰         | ۰                 | ۱۰۰               |
| ۱             | ۲۵/۴               | ۲۹۵       | ۱۱/۹۹             | ۱۰۰-۱۱/۹۹=۸۸/۰۱   |
| $\frac{۳}{۴}$ | ۱۹                 | ۴۶۰       | ۱۸/۶۹             | ۸۸/۰۱-۱۸/۶۹=۶۹/۳۲ |
| $\frac{۳}{۸}$ | ۱۲/۵               | ۴۴۲       | ۱۷/۹۶             | ۶۹/۳۲-۱۷/۹۶=۵۱/۳۶ |
| ۴             | ۴/۷۵               | ۲۰۵       | ۸/۳۳              | ۵۱/۳۶-۸/۳۳=۴۳/۰۳  |
| ۸             | ۲/۳۶               | ۵۴۴       | ۲۲/۱۰             | ۴۳/۰۳-۲۲/۱۰=۲۰/۹۳ |
| ۱۶            | ۱/۱۹               | ۳۸۳       | ۱۵/۵۶             | ۲۰/۹۳-۱۵/۵۶=۵/۳۷  |
| ۵۰            | ۰/۳                | ۵۹        | ۲/۴۰              | ۵/۳۷-۲/۴۰=۲/۹۷    |
| ۲۰۰           | ۰/۰۷۵              | ۴۳        | ۱/۷۵              | ۲/۹۷-۱/۷۵=۱/۲۲    |
| ظرف           |                    | ۳۰        | ۱/۲۲              | ۱/۲۲-۱/۲۲=۰       |
| مجموع         |                    | ۲۴۶۱      | ۱۰۰               |                   |

با توجه به ستون آخر این جدول (درصد تجمعی عبوری از هر الک)، منحنی دانه‌بندی خاک مورد نظر با دقت در فرم لگاریتمی ترسیم می‌شود.

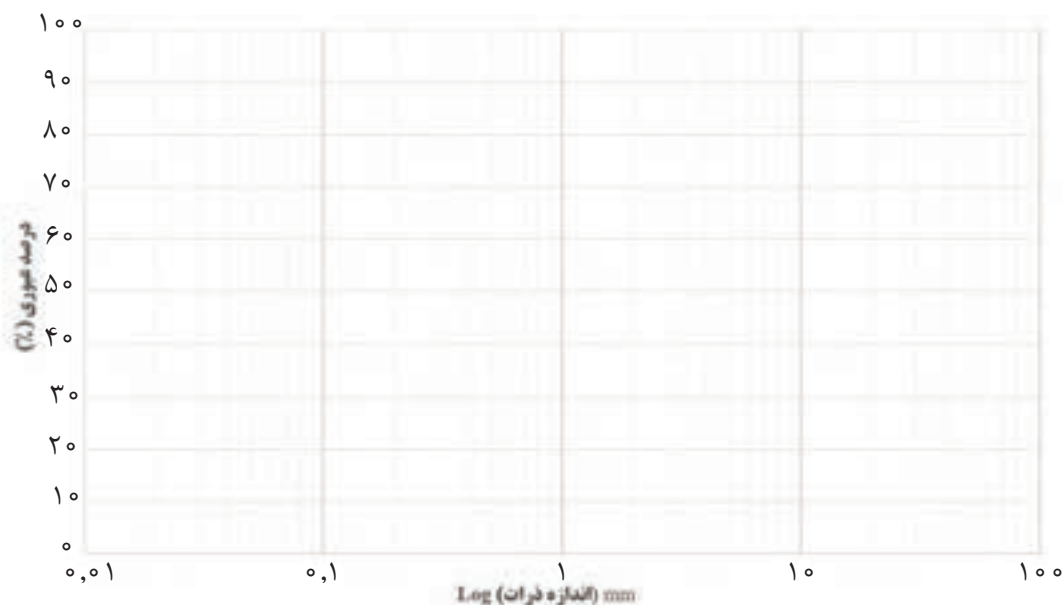


در منحنی دانه‌بندی، هرچه نمودار به شکل خطی نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده پیوسته‌تر بودن اندازه ذرات بوده که برای طرح مخلوط بتن مناسب‌تر است.



برای یک نوع مصالح، دانه‌بندی در جدول زیر مشخص گردیده است. پس از کامل کردن جدول دانه‌بندی و رسم منحنی دانه‌بندی در شکل زیر، منحنی دانه‌بندی را با استفاده از نرم افزار اکسل رسم کنید.

| شماره الک     | اندازه مش الک (mm) | وزن مصالح | درصد مانده هر الک | درصد تجمعی عبوری |
|---------------|--------------------|-----------|-------------------|------------------|
| ۱ ۱/۲         | ۳۷/۵               | ۰         |                   |                  |
| ۱             | ۲۵/۴               | ۱۱۲       |                   |                  |
| $\frac{۳}{۴}$ | ۱۹                 | ۳۰۳       |                   |                  |
| $\frac{۳}{۸}$ | ۱۲/۵               | ۴۰۰۰      |                   |                  |
| ۴             | ۴/۷۵               | ۳۲۴       |                   |                  |
| ۸             | ۲/۳۶               | ۴۵۷       |                   |                  |
| ۱۶            | ۱/۱۹               | ۲۱۶       |                   |                  |
| ۵۰            | ۰/۳                | ۱۰۱       |                   |                  |
| ۲۰۰           | ۰/۰۷۵              | ۵۷        |                   |                  |
|               |                    | ۴۴        |                   |                  |
|               |                    |           |                   | ظرف              |
|               |                    |           |                   | مجموع            |





## طرح اختلاط بتن

**گام اول: تعیین نسبت آب به سیمان:** میزان آب در بتن معمولاً با نسبت وزنی آب به سیمان ( $\frac{W}{C}$ ) نشان داده می‌شود که  $W$  وزن آب و  $C$  وزن سیمان است.

### محاسن استفاده از نسبت آب به سیمان کمتر

- ۱- افزایش مقاومت فشاری بتن
- ۲- کاهش تخلخل و فضای خالی در بتن
- ۳- کاهش امکان جدا شدن سنگ دانه‌ها
- ۴- کاهش امکان آب انداختن بتن
- ۵- امکان ترک خوردگی خمیر سیمان بتن در اثر انقباض

### مزیت استفاده از نسبت آب به سیمان بیشتر

۱- افزایش روانی و کارایی بتن  
بنابراین افزایش  $\frac{W}{C}$  تنها حسنی که دارد افزایش روانی جهت آسان تر شدن اجرای بتن است. در حالی که اگر نسبت  $\frac{W}{C}$  زیاد انتخاب شود مشکلات زیادی را برای بتن مطابق شکل ۹ ایجاد می‌کند. در هر حال، کار کردن با بتن با  $\frac{W}{C}$  کمتر از ۰٫۴ امکان‌پذیر نیست.



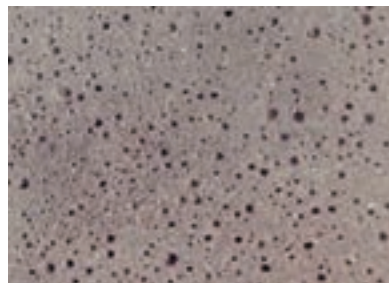
آب انداختن بتن



جدا شدن سنگ دانه‌ها



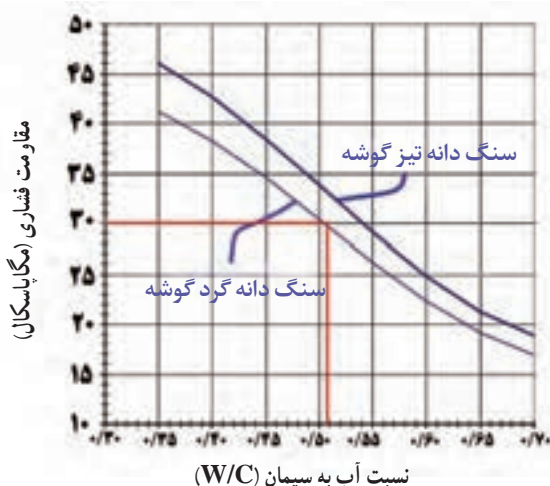
ترک خوردگی انقباضی بتن



افزایش تخلخل بتن

شکل ۹- مشکلات ناشی از مصرف زیاد آب در بتن

نسبت وزنی آب به سیمان با توجه به مقاومت فشاری استوانه ای ۲۸ روزه شکل سنگ دانه درشت (گردگوشه یا تیزگوشه بودن شن) محاسبه می گردد. به طور مثال در صورتی که مقاومت فشاری ۳۰ مگاپاسکال برای سنگ دانه گردگوشه مد نظر باشد. نسبت آب به سیمان مصرفی از روی نمودار ۰/۵۱ به دست می آید.



شکل ۱۰- تعیین نسبت آب به سیمان بر اساس مقاومت فشاری مورد نیاز

نسبت آب به سیمان مورد نیاز به منظور دستیابی به مقاومت فشاری ۳۵ مگاپاسکال برای حالت های زیر محاسبه نموده و نتیجه به دست آمده را با یکدیگر مقایسه نمایید.

الف) سنگ دانه تیز گوشه  
ب) سنگ دانه گرد گوشه

فعالیت  
کارگاهی



**گام دوم: تعیین وزن سیمان، آب و سنگ دانه در هر متر مکعب:** میزان سیمان مصرفی در بتن بر اساس وزن سیمان در متر مکعب با نام عیار سیمان مشخص می شود. به طور مثال، در صورتی که بخواهیم از عیار سیمان ۳۰۰ استفاده کنیم و وزن مخصوص بتن ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد بنابراین میزان آب مورد نیاز در هر متر مکعب به صورت زیر به دست می آید:

$$۱۵۳ = ۰/۵۱ \times ۳۰۰ = \text{عیار سیمان} \times \text{نسبت آب به سیمان} = \text{میزان آب مورد نیاز در متر مکعب}$$

بنابراین میزان آب مورد نیاز در هر متر مکعب ۱۵۳ کیلوگرم خواهد بود. وزن سنگ دانه های مصرفی نیز به صورت زیر به دست می آید:

$$۱۹۴۷ = ۲۴۰۰ - ۳۰۰ - ۱۵۳ = \text{وزن آب مصرفی} - \text{عیار سیمان} - \text{وزن مخصوص بتن} = \text{وزن سنگ دانه های مصرفی در متر مکعب}$$

**گام سوم: محاسبه وزن مصالح مصرفی در حجم مورد نظر:** پس از مشخص شدن وزن مصالح در متر مکعب، وزن مصالح برای بتن ریزی مورد نظر مشخص می شود. به طور مثال در صورتی که بخواهیم کف یک اتاق به ابعاد ۴×۳ متر مربع را به ضخامت ۳۰ سانتی متر بتن ریزی کنیم براساس نتایج محاسبات قبلی میزان سیمان، آب و سنگ دانه مصرفی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\text{(متر مکعب)} = ۳/۶ = ۳ \times ۴ \times ۰/۳ = \text{ابعاد اتاق} \times \text{ضخامت بتن ریزی} = \text{حجم بتن ریزی}$$

سرانجام وزن هر یک از مصالح مصرفی به صورت حاصل ضرب حجم بتن ریزی در سهم هر یک از مصالح در متر مکعب به دست می آید:

$$\text{(کیلوگرم)} = ۱۰۸۰ = ۳/۶ \times ۳۰۰ = \text{عیار سیمان} \times \text{حجم بتن ریزی} = \text{وزن سیمان}$$

$$\text{(کیلوگرم)} = ۵۵۰/۸ = ۳/۶ \times ۱۵۳ = \text{وزن آب در هر متر مکعب} \times \text{حجم بتن ریزی} = \text{وزن آب مصرفی}$$

$$\text{(کیلوگرم)} = ۷۰۰۹/۲ = ۳/۶ \times ۱۹۴۷ = \text{وزن سنگ دانه های مصرفی در هر متر مکعب} \times \text{حجم بتن ریزی} = \text{وزن سنگ دانه ها}$$

در انتخاب میزان آب مورد نیاز بتن باید دقت داشت در صورتی که شن و ماسه مصرفی مرطوب باشد باید میزان آب موجود در ماسه و شن را از میزان آب محاسبه شده کم کرد.

در صورتی که بخواهیم یک ستون به ابعاد ۴۰×۳۰ سانتی متر و ارتفاع سه متر را بتن ریزی کنیم، وزن هر یک از مصالح مصرفی را محاسبه نمایید.

(عیار سیمان = ۳۰۰،  $\frac{W}{C} = ۰/۵$ ) نسبت آب به سیمان، (کیلوگرم بر متر مکعب) = ۲۴۰۰ = وزن مخصوص بتن

فعالیت  
کارگاهی



### طرح اختلاط بتن به صورت حجمی

معمولاً برای بتن ریزی در حجم کم و ساخت بتن در محل اجرای بتن می توان از طرح اختلاط حجمی و سریع بتن استفاده کرد. بدین منظور بایستی نسبت ترکیب وزنی مصالح و چگالی هر یک از مصالح را داشته باشیم. در ادامه یک مثال در ارتباط با طرح اختلاط حجمی محاسبه می شود.

مطلوب است با فرض داشتن طرح اختلاط بتن مطابق جدول زیر، محاسبه حجم مصالح در یک متر مکعب بتن:

مثال

| آب  | سیمان | ماسه | شن نخودی | شن بادومی | وزن مصرفی در متر مکعب |
|-----|-------|------|----------|-----------|-----------------------|
| ۱۷۵ | ۳۵۰   | ۹۰۰  | ۵۰۰      | ۴۰۰       |                       |
| ۱   | ۳/۱   | ۲/۶  | ۲/۵      | ۲/۴       | چگالی                 |



با توجه به چگالی هر یک از مصالح و نسبت وزنی ارائه شده می توان از حاصل ضرب وزن در چگالی، حجم هر یک از مصالح مصرفی بتن را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{پیمانہ} = ۲/۴ \times ۴۰۰ = ۹۶۰ = \text{حجم شن بادومی}$$

$$\text{پیمانہ} = ۲/۵ \times ۵۰۰ = ۱۲۵۰ = \text{حجم شن نخودی}$$

$$\text{پیمانہ} = ۲/۶ \times ۹۰۰ = ۲۳۴۰ = \text{حجم ماسه}$$

$$\text{پیمانہ} = ۳/۱ \times ۳۵۰ = ۱۰۸۵ = \text{حجم سیمان}$$

$$\text{پیمانہ} = ۱ \times ۱۷۵ = ۱۷۵ = \text{حجم آب}$$

با راهنمایی هنرآموز خود، و با استفاده از نسبت‌های ارائه شده در مثال قبل یک مخلوط بتنی را در محیط کارگاه تهیه نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



## اختلاط بتن

بتن باید به نحوی مخلوط شود، تا ظاهری یکنواخت داشته باشد و کلیه مواد تشکیل دهنده آن به صورت یکنواخت در مخلوط کن پخش شود. انواع روش‌های اختلاط بتن در شکل ۱۱ نشان داده شده است. معمولاً مخلوط کردن بتن، با وسایل مکانیکی انجام می‌شود، اختلاط بتن را می‌توان به صورت دستی برای حجم کم یا با استفاده از مخلوط کن مکانیکی برای تولید حجم زیاد بتن انجام داد. عواملی همچون مقدار یا حجم بتن، نوع مخلوط بتن و شرایط و وضعیت مخلوط کردن بتن بر مدت زمان اختلاط بتن تأثیرگذار است. معمولاً ترتیب اختلاط مصالح در دستگاه مخلوط کن بدین صورت است که ابتدا سنگ‌دانه‌ها با یکدیگر ترکیب شده و سیمان و مقداری آب به آن اضافه می‌گردد. در حین عملیات اختلاط آب باقی مانده به مخلوط بتنی اضافه می‌شود تا بتن نهایی آماده گردد.



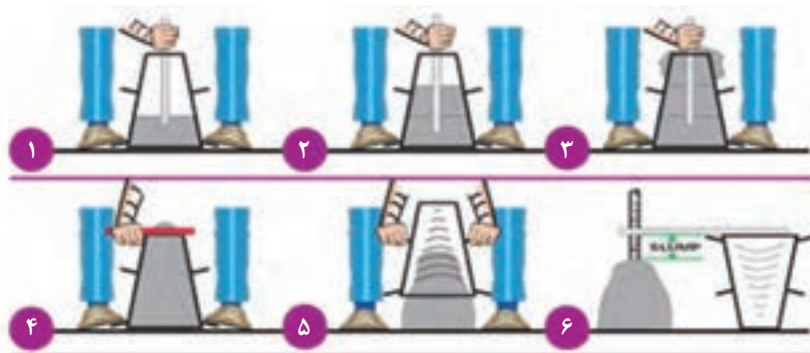
شکل ۱۱- انواع روش‌های اختلاط بتن

## کارایی بتن

بتن تازه بتنی است که مدت زمان زیادی از ساخت آن نمی‌گذرد و دارای روانی و کارایی زیاد است. کارایی مخلوط بتن را می‌توان میزان سهولت در مخلوط کردن، جابه‌جایی، ریختن و تراکم بتن در محل نهایی خود، بدون جداسدگی و ایجاد غیر یکنواختی بتن دانست. میزان سیمان، دانه‌بندی و مقدار ماسه و همچنین مقدار آب مخلوط مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر روی کارایی و روانی بتن است. به‌طور معمول افزایش مقدار سیمان، ماسه و آب باعث افزایش کارایی و روانی می‌گردد. باید توجه داشت که این افزایش باعث غیر اقتصادی شدن و در برخی موارد، کاهش دوام و عمر مفید بتن می‌شود. لذا در یک طرح مخلوط مناسب باید ضمن دستیابی به کارایی مناسب، به پارامترهای مقاومت فشاری و هزینه‌ها دقت کرد.

جهت ارزیابی کارایی بتن تازه، از آزمون اسلامپ استفاده می‌شود. در این آزمون از یک مخروط ناقص فلزی جهت اندازه‌گیری اسلامپ بتن مطابق شکل استفاده می‌گردد.

مراحل اندازه‌گیری اسلامپ بتن را مطابق با شکل زیر شرح دهید.



- گام اول: ..... گام دوم: .....
- گام سوم: ..... گام چهارم: .....
- گام پنجم: ..... گام ششم: .....

طبقه‌بندی روانی بتن بر اساس آزمون اسلامپ مطابق جدول ۱ و شکل ۱۲ می‌باشد. برای انتخاب میزان روانی بتن باید به شرایط و نحوه استفاده بتن توجه شود. به‌طور مثال همان‌طور که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، روستازی بتنی به دو صورت قالب‌بندی و یا با استفاده از دستگاه پخش بتن اجرا می‌شود. در صورتی که بخواهیم از قالب‌بندی استفاده کنیم باید روانی بتن مطابق جدول ۱ نیمه سفت باشد. اما اگر از دستگاه پخش بتن استفاده شود آنگاه روانی بتن بایستی سفت باشد.

فعالیت  
کارگاهی



### جدول ۱- طبقه‌بندی روانی بتن براساس آزمایش اسلامپ

| میزان اسلامپ (mm) | طبقه‌بندی روانی |
|-------------------|-----------------|
| ۴۰ تا ۱۰          | سفت             |
| ۹۰ تا ۵۰          | نیمه سفت        |
| ۱۵۰ تا ۱۰۰        | شل              |
| بیشتر از ۱۶۰      | روان            |



شکل ۱۲- طبقه‌بندی روانی بتن براساس آزمایش اسلامپ



اجرای روسازی بتنی با استفاده از دستگاه

اجرای روسازی بتنی با استفاده از قالب‌بندی

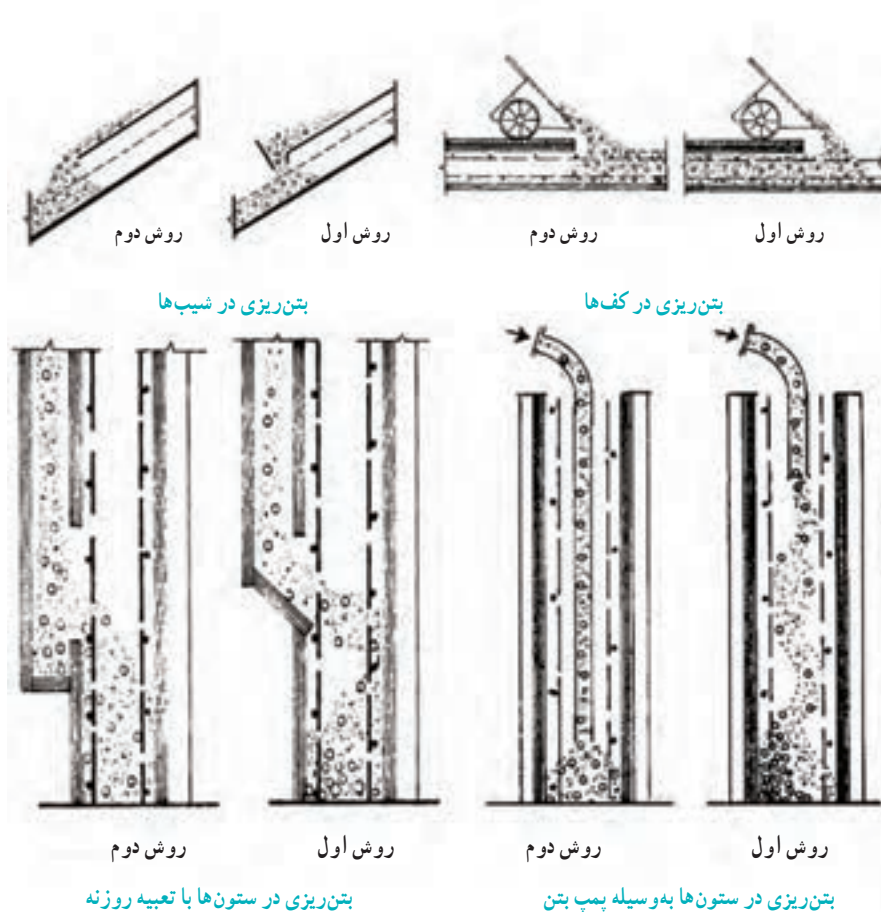
شکل ۱۳- انواع روش‌های اجرای روسازی بتنی

## بتن‌ریزی

مرحله بعد از حمل، ریختن و جای دادن بتن در قالب است. مهم‌ترین مسئله در ریختن بتن جلوگیری از جدا شدن سنگ دانه‌ها و ملات بتن در هنگام بتن‌ریزی است. بنابراین فاصله قرارگیری بتن از محل سرریز شدن بتن نباید زیاد باشد.



با تشکیل گروه‌های چند نفره در مورد شیوه صحیح اجرای هر یک از موارد زیر بحث نموده و روش صحیح را انتخاب نمایید.

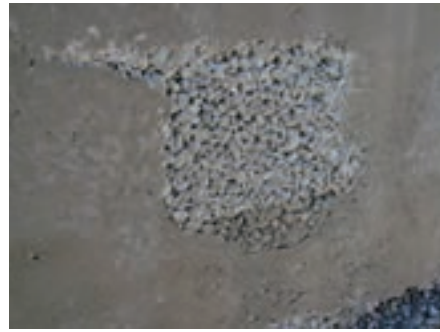


## تراکم بتن تازه

تراکم بتن یعنی به حرکت درآوردن ذرات بتن، کم کردن اصطکاک بین آنها و خارج کردن حباب‌های هوا از بتن از طریق ایجاد لرزش. معمولاً برای متراکم کردن بتن تازه از دستگاه ویبره استفاده می‌شود. ویبره کردن بتن به خصوص برای بتن با روانی کم از الزامات یک بتن‌ریزی مناسب و دستیابی به مقاومت کافی است. در صورت عدم انجام عملیات تراکم ممکن است میزان فضای خالی بتن زیاد گردد.



تراکم بتن تازه با دستگاه و بیره



افزایش فضای خالی بتن در اثر و بیره نکردن

شکل ۱۴ - تراکم بتن و تأثیرگذاری آن بر کیفیت بتن تولیدی

## عمل آوری بتن

پس از ریختن بتن، با گذشت زمان بتن تازه به بتن سخت شده تبدیل می‌شود. از زمان ریختن تا مرحله سخت شدن بتن، باید از آن نگهداری و مراقبت شود. در مراقبت از بتن (عمل آوری) باید به دو نکته توجه داشت:

۱- رطوبت کافی ۲- درجه حرارت مناسب

بنابراین رطوبت بتن حداقل برای مدت زمان ۷ روز باید در حد مناسب تأمین گردد و همچنین نبایستی اجازه داد دمای بتن خیلی کم (نزدیک صفر درجه) گردد. مطابق شکل ۱۵ می‌توان با پاشیدن مواد نگهدارنده رطوبت یا مرطوب کردن و پوشش دادن سطح بتن با پلاستیک عملیات عمل آوری بتن را به صورت مناسب انجام داد.



مرطوب کردن بتن و پوشش بانوار پلاستیکی



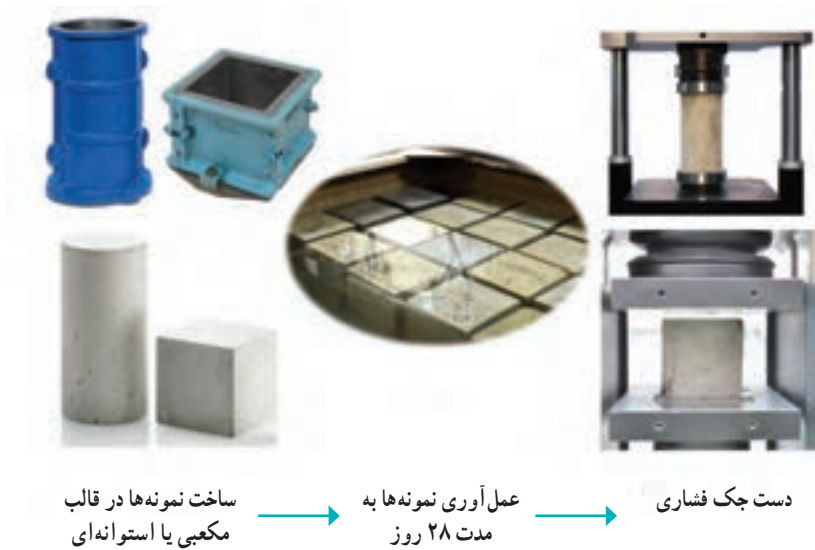
پاشیدن مواد نگهدارنده رطوبت بر سطح بتن

شکل ۱۵ - روش‌های مناسب عمل آوری بتن



## مقاومت بتن سخت شده

به منظور اطمینان از مقاومت بتن معمولاً از آزمایش مقاومت فشاری بتن استفاده می‌شود. برای انجام این آزمایش مطابق شکل ۱۶، از بتن در قالب‌های مخصوص نمونه‌گیری می‌شود و سپس در حوضچه آب یا در حمام آب به مدت ۲۸ روز نگهداری می‌گردد. پس از آن نمونه بتن با استفاده از جک فشاری تحت فشار قرار گرفته و مقاومت فشاری آن بر حسب مگاپاسکال یا کیلوگرم بر متر مکعب اندازه‌گیری می‌شود.

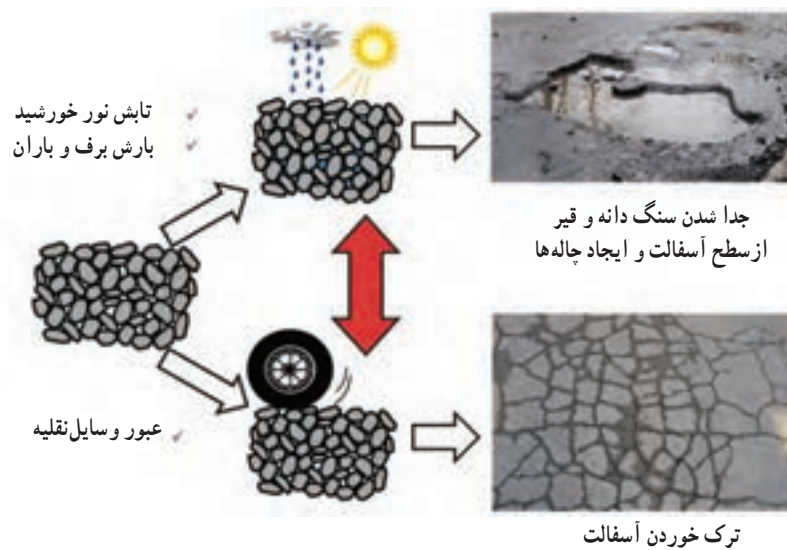


شکل ۱۶ - آزمایش مقاومت فشاری بتن

## طرح مخلوط‌های آسفالتی

### مخلوط آسفالتی

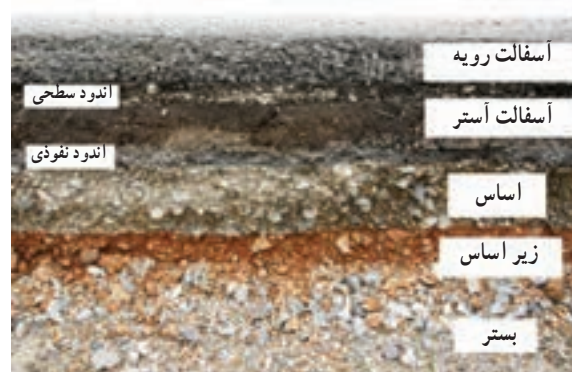
آسفالت ماده‌ای ترکیبی است که از مخلوط کردن شن، ماسه و قیر ساخته می‌شود و در ساخت جاده، باند فرودگاه و پشت بام ساختمان‌ها به کار گرفته می‌شود. برای ساخت یک مخلوط آسفالتی مناسب باید از مصالح سنگی مناسب و سازگار با قیر و قیر مناسب استفاده نمود. در صورتی که از مصالح مناسب برای ساخت مخلوط آسفالتی استفاده نشود در اثر بارش و تابش خورشید آسفالت دچار خرابی می‌شود. همچنین اگر مقاومت آسفالت کافی نباشد آسفالت در اثر عبور وسایل نقلیه دچار ترک خوردگی و ایجاد خرابی می‌شود. بنابراین انتخاب قیر و سنگ دانه با نسبت ترکیبی مناسب می‌تواند از خرابی زودرس روسازی جلوگیری کند.



شکل ۱۷ - اثر عوامل مختلف بر خرابی آسفالت

### لایه‌های تشکیل دهنده یک روسازی آسفالتی

مطابق شکل یک روسازی آسفالتی از پنج لایه بستر، زیراساس، اساس، آسفالت آستر، آسفالت توپکا تشکیل شده است. که نقش و جنس هر کدام از این لایه‌ها در ادامه شرح داده شده است. در انتخاب مصالح مناسب برای این لایه‌ها باید توجه شود که هر چه لایه مورد استفاده به سطح جاده نزدیک‌تر باشد کیفیت و مقاومت لایه نیز بایستی بیشتر باشد.



شکل ۱۸ - لایه‌های مختلف یک روسازی آسفالتی

**لایه‌های خاکی:** لایه بستر، زیراساس و اساس سه لایه خاکی هستند که در زیر لایه‌های آسفالتی قرار دارند که به تحمل بار وسایل نقلیه توسط آسفالت کمک می‌کنند. بین این لایه‌ها لایه اساس نقش بیشتری در تحمل بارها دارد. بنابراین کیفیت مصالح سنگی مورد استفاده در این لایه بایستی مناسب‌تر از لایه زیر اساس و بستر باشد.

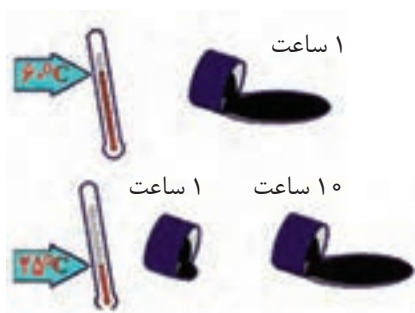
**لایه آسفالت آستر (بیندر):** این لایه آسفالتی بین آسفالت رویه و لایه اساس قرار گرفته است که به لایه رویه آسفالتی جهت تحمل بار چرخ وسایل نقلیه کمک می کند.

**لایه آسفالت رویه (توپکا):** آسفالت رویه، آخرین لایه روسازی آسفالتی است که به طور مستقیم در تماس با لاستیک وسایل نقلیه و بارش برف و باران است. بنابراین باید طوری طراحی و اجرا شود که در مقابل اثرات زیان بار آب، یخبندان و تغییرات دما از مقاومت لازم برخوردار باشد. لایه آسفالت رویه نسبت به لایه آستر ریزدانه تر بوده و درصد قیر مصرفی در این لایه مقداری بیشتر از لایه آستر است.

## اجزای تشکیل دهنده یک مخلوط آسفالتی

### الف) قیر

قیر ماده چسبنده قهوه‌ای تیره متمایل به سیاه است که در جریان پالایش نفت حاصل می‌گردد. قیر به عنوان ماده‌ای چسبنده به‌ویژه در راه‌سازی با ارزش است زیرا چسبنده‌ای سریع، نفوذناپذیر، سفت و مقاوم است. روانی قیر وابسته به دمای آن است و در درجه حرارت‌های بالا روانی آن بیشتر است. کربن و هیدروژن دو عنصر اصلی قیر به‌شمار می‌رود که وجود این عناصر در کنار یکدیگر باعث ایجاد رفتار چسبندگی، باربری و روانی قیر می‌شود. مطابق شکل ۱۹ قیرها در دماهای پایین به حالت جامد هستند و با افزایش دما به تدریج به حالت مایع تغییر شکل می‌دهند.



شکل ۱۹- اثر دما بر روی روانی قیر

ویژگی‌هایی از قیر که در راه‌سازی اهمیت دارد شامل موارد زیر است:

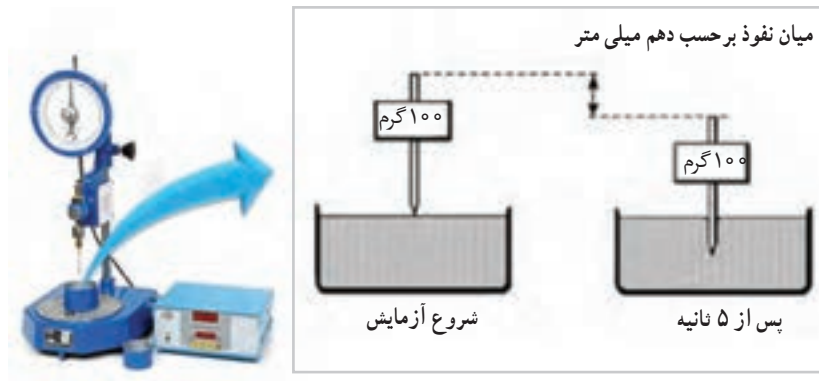
الف) مقاومت در برابر بارهای ترافیکی

ب) مقاومت در برابر ترک خوردگی در اثر سرما

ج) میزان روانی قیر در دماهای بالا جهت اختلاط با سنگ دانه‌ها

امروزه در راه‌سازی از انواع مختلف قیر استفاده می‌شود که از لحاظ شرایط تولید به سه دسته تقسیم می‌شوند:

**۱- قیر خالص:** این نوع قیر از پالایش نفت خام در پالایشگاه به‌دست می‌آید. در ایران قیر خالص براساس آزمایش درجه نفوذ قیر دسته‌بندی می‌شود. درجه نفوذ قیر، میزان نفوذ سوزن بر حسب دهم میلی‌متر، تحت اثر وزنه ۱۰۰ گرمی در مدت زمان ۵ ثانیه در قیر است. هرچه یک قیر شل‌تر و روان‌تر باشد میزان درجه نفوذ به‌دست آمده بیشتر خواهد بود. قیر خالص را با علامت AC نام‌گذاری می‌کنند. دو نوع قیر خالص پرکاربرد در راه‌سازی قیر ۶۰/۷۰ AC و ۸۵-۱۰۰ AC می‌باشد.



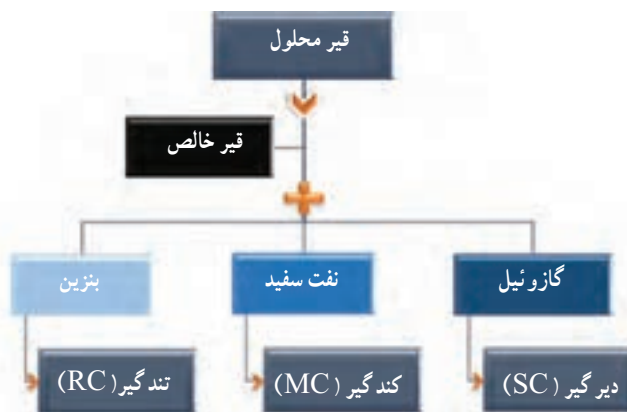
شکل ۲۰- آزمایش درجه نفوذ

هنرآموز گرمای در مورد دلیل استفاده از قیر ۶۰-۷۰ AC برای مناطق گرمسیر و قیر ۱۰۰-۸۵ AC برای مناطق سردسیر بحث و تبادل نظر کنید.

فعالیت  
کارگاهی

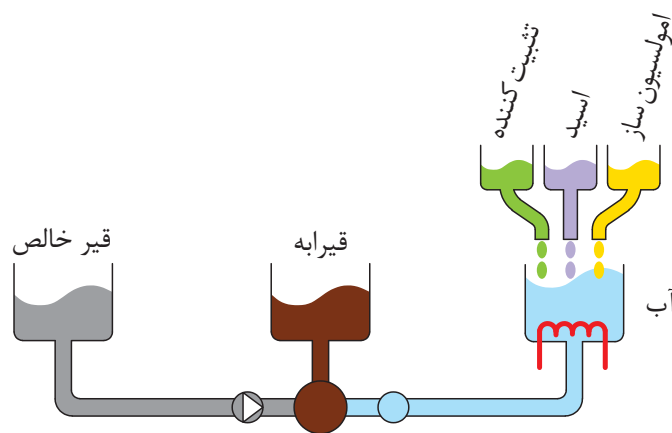


**۲- قیر محلول:** قیرهای محلول از حل کردن قیرهای خالص در حلال‌های نفتی به دست می‌آید. نوع و کیفیت قیرهای محلول به کیفیت قیرهای خالص اصلی، نوع و مقدار حلال بستگی دارد. هر اندازه مقدار حلال‌های نفتی در قیر محلول زیادتر باشد، روانی آن بیشتر است. معمولاً درصد حلال مصرفی در قیرهای محلول از ۲۰ تا ۵۰ درصد تغییر می‌کند. با توجه به حلال نفتی مصرفی، قیر محلول به سه دسته تندگیر، کندگیر و دیرگیر دسته‌بندی می‌شود که ملاک این دسته‌بندی مدت زمان لازم برای تبخیر حلال نفتی و گیرش (کسب مقاومت) قیر محلول می‌باشد. باید توجه شود که شعله و آتش نباید به هیچ وجه به این قیرها نزدیک شود، ضمن آنکه برای گرم کردن این نوع قیر باید از وسایل قابل کنترل و مطمئن استفاده کرد. ماشین قیرپاشی که برای حمل و پخش این قیرها استفاده می‌گردد باید بدون استثناء به کپسول‌های آتش‌نشانی و وسایل ضد حریق مجهز باشد.

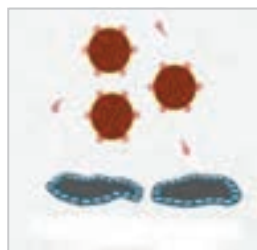


شکل ۲۱- انواع مختلف قیر محلول

**۳- قیرآبه:** از مخلوط کردن قیر و آب با یک ماده امولسیون ساز، قیرآبه (قیر امولسیون) به دست می آید. در این مخلوط قیر با ابعاد کوچک، در آب شناور می گردد. برای تولید این نوع قیر با توجه به نوع ماده امولسیون ساز مصرفی، قیر دارای بار الکتریکی (مثبت یا منفی) در سطح ذرات خود می شود و نیروی دافعه ناشی از بار هم نام، مانع به هم پیوستن ذرات قیر در فضای آب می گردد. بنابراین از لحاظ بار سطحی، قیرآبه به دو دسته کاتیونی (مثبت) و آنیونی دسته بندی می شود. پس از ساخت قیرآبه، هنگامی که قیرآبه با سنگ دانه ها ترکیب گردد اصطلاحاً شکستن قیر اتفاق می افتد که مراحل آن در شکل نشان داده شده است. از لحاظ زمان شکستن، قیرآبه به ترتیب سرعت شکستن به سه دسته تندشکن، دیرشکن و کندشکن دسته بندی می گردد. در حالت عادی از قیرآبه برای تهیه انواع مخلوط های آسفالتی، اندودهای قیری، درزگیری و لکه گیری آسفالت و غبار نشانی می توان استفاده کرد. برای مصرف قیرآبه ها معمولاً نیازی به حرارت دادن آنها نیست، بنابراین از نظر اقتصادی و ایمنی مناسب هستند. از دیگر ویژگی های قیرآبه ها قابلیت استفاده آنها با سنگ دانه های مرطوب است.



شکل ۲۲- نحوه ی تولید قیرآبه



تماس قیرآبه با سنگ دانه ها



جذب ذرات قیر به سطح سنگ دانه ها



چسبیدن قیر به سنگ دانه پس از شکستن قیرآبه و تبخیر آب



پوشش سطح سنگ دانه ها توسط قیر و تبخیر آب

شکل ۲۳- فرایند شکستن قیرآبه در زمان اختلاط با سنگ دانه ها

**اندودها:** به منظور چسباندن لایه‌ها به یکدیگر از اندود (یک لایه نازک قیری) استفاده می‌شود. پخش یک لایه قیر روی سطح شنی راه، اندود نفوذی و روی سطح آسفالتی راه، اندود سطحی نامیده می‌شود. برای اندودهای سطحی و نفوذی می‌توان از قیرهای محلول و قیرابه‌ها استفاده کرد. در هنگام اجرای اندودها باید به نکات زیر توجه شود.

الف) قبل از پخش قیر سطح آماده شده راه را باید از مواد زاید و گرد و غبار با جاروی مکانیکی و هوای فشرده تمیز کرد.

ب) قیر باید به وسیله ماشین قیرپاش به طور یکنواخت پخش شود تا سطوح کم قیر و پرقیر در سطح راه به وجود نیاید.

پ) اندودها باید هنگامی انجام شوند که هوا بارانی و یا مه‌آلوده نبوده و سطح راه در صورت مصرف قیرهای محلول کاملاً خشک باشد.

ت) چنانچه از قیرابه استفاده می‌شود، سطح راه می‌تواند رطوبت جزئی داشته باشد.

ج) بهتر است اجرای اندود زمانی انجام شود که درجه حرارت هوا بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است.

چ) باید در میزان قیر مصرفی دقت لازم را نمود، میزان قیر مصرفی در اندود نفوذی بیشتر از اندود سطحی است.



اندود سطحی



اندود نفوذی

شکل ۲۴- انواع اندودهای مورد استفاده در روسازی راه

### ب) سنگ دانه‌ها

برای ساخت مخلوط‌های آسفالتی از ترکیب شن، ماسه و فیلر استفاده می‌شود. سنگ دانه‌ها بایستی تمیز و عاری از گل‌ولای باشد. شکل ظاهری سنگ دانه‌ها مانند شرایط لازم برای مخلوط بتنی نباید از نوع سوزنی و پولکی باشد. هر چه سنگ دانه‌ها تیز گوشه‌تر باشند مخلوط آسفالتی ساخته شده نیز مقاومت بیشتری خواهد داشت. نمودار دانه‌بندی این سنگ دانه‌ها باید در یک محدوده مجاز باشد تا مقاومت در حد لازم در مخلوط آسفالتی به دست آید. حداکثر اندازه سنگ دانه‌ها در آسفالت آستر ۱۹ میلی‌متر و در آسفالت رویه ۱۲/۵ میلی‌متر است.

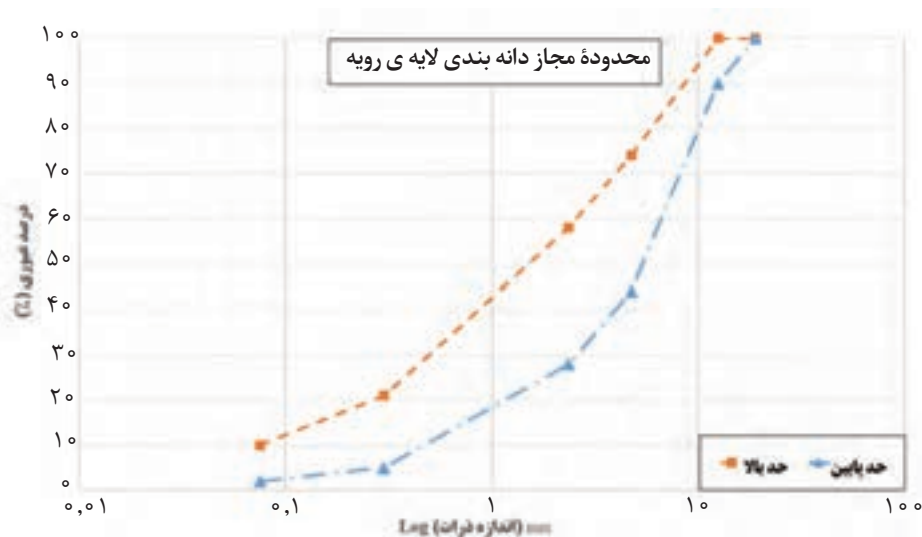


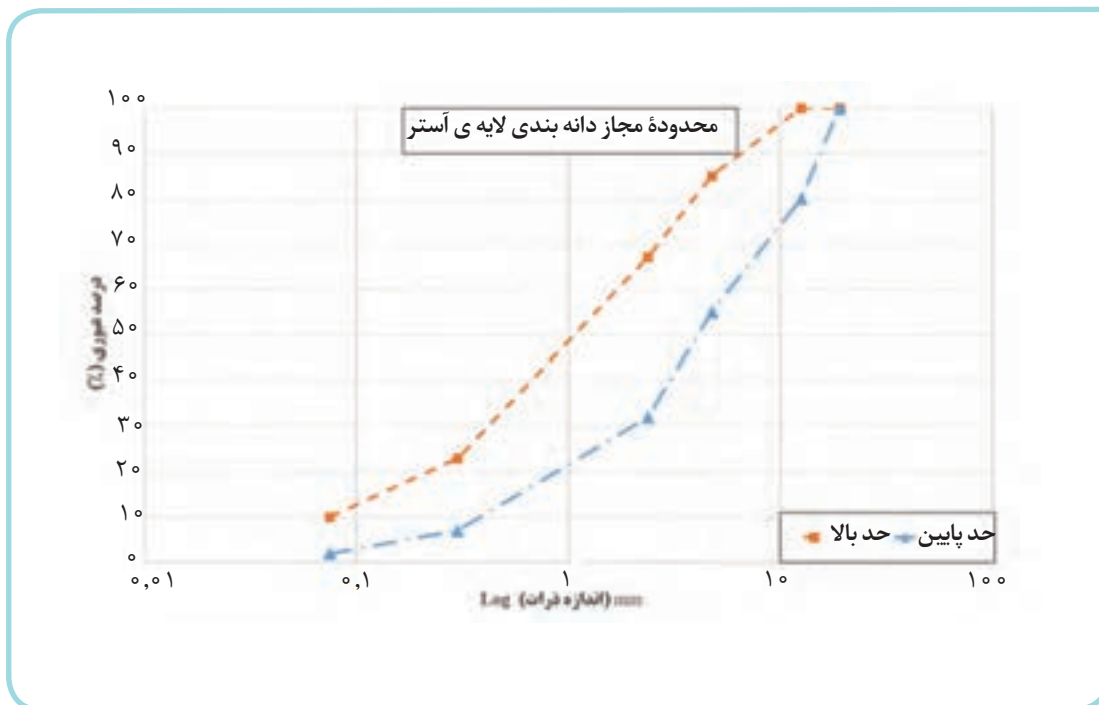
شکل زیر، وزن مصالح الک شده یک دانه بندی آسفالتی را نشان می دهد. هنر جویان پس از تکمیل جدول دانه بندی، نمودار دانه بندی را در دو شکل محدوده مجاز دانه بندی لایه آستر و رویه ترسیم نموده و در مورد نمودار به دست آمده بحث و تبادل نظر نمایند.



| شماره الک | وزن مصالح باقی مانده روی الک |
|-----------|------------------------------|
| ۳/۴ #     | ۰                            |
| ۳/۸ #     | ۸۸                           |
| ۴ #       | ۱۰۴/۵                        |
| ۸ #       | ۱۳۷/۵                        |
| ۵۰ #      | ۱۳۷/۵                        |
| ۲۰۰ #     | ۵۵                           |
| ظرف       | ۲۷/۵                         |

| شماره الک | اندازه مش الک (mm) | وزن مصالح | درصد مانده هر الک | درصد تجمعی مانده |
|-----------|--------------------|-----------|-------------------|------------------|
| ۳/۴       | ۱۹                 |           |                   |                  |
| ۳/۸       | ۱۲/۵               |           |                   |                  |
| ۴         | ۴/۷۵               |           |                   |                  |
| ۸         | ۲/۳۶               |           |                   |                  |
| ۵۰        | ۰/۳                |           |                   |                  |
| ۲۰۰       | ۰/۰۷۵              |           |                   |                  |
| ظرف       |                    |           |                   |                  |
| مجموع     |                    |           |                   |                  |





## انواع مخلوط های آسفالتی

با توجه به دمای سنگ دانه ها و قیر در هنگام ساخت مخلوط آسفالتی، مخلوط های آسفالتی را می توان به سه دسته آسفالت گرم، نیمه گرم و آسفالت سرد تقسیم کرد.



شکل ۲۵- دسته بندی آسفالت بر اساس دمای تولید آسفالت



## آسفالت گرم

برای اینکه بتوان از قیر جهت پوشش دادن سطح سنگ دانه‌ها و چسباندن آنها به یکدیگر استفاده کرد، بایستی که قیر در دماهای بالا (تقریباً ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد) حرارت داده شود. پس از گرم کردن سنگ دانه‌ها تا میزان دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد قیر گرم شده را به آن اضافه نموده و سپس از طریق دستگاه همزن یا با استفاده از کاردک، مخلوط آسفالتی تهیه می‌شود. عدم رعایت دقیق دمای اختلاط آسفالت باعث ایجاد ترک و خرابی در روسازی آسفالتی می‌گردد. همچنین می‌توان با افزودن مواد شیمیایی دمای اختلاط را تا حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد کاهش داد که به این نوع مخلوط تولید شده آسفالت نیمه گرم گفته می‌شود که غالباً در ایران از این نوع آسفالت استفاده چندانی نمی‌شود.

## آسفالت سرد

آسفالت سرد از اختلاط سنگ دانه‌ها با قیرهای محلول یا قیرابه‌ها در دمای محیط تهیه و در همین دما پخش و متراکم می‌شود. سنگ دانه‌ها در زمان اختلاط با قیرابه می‌تواند مرطوب باشد ولی با قیرهای محلول، در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت باید خشک شده باشند. آسفالت سرد را می‌توان در کارخانه و یا در محل پروژه راه‌سازی مخلوط کرد. همچنین از این نوع آسفالت برای عملیات تعمیر و نگهداری استفاده می‌شود.



شکل ۲۶- آسفالت سرد تولید شده

## ساخت آسفالت

**۱- ساخت در آزمایشگاه:** جهت تولید یک مخلوط آسفالتی در آزمایشگاه مطابق روند توضیح داده شده در شکل صفحه بعد عمل می‌گردد. مراحل ساخت یک نمونه آسفالت گرم به شرح زیر است:

(الف) انتخاب مصالح سنگی مناسب و دانه‌بندی آنها به صورتی که در محدوده مجاز آیین‌نامه قرار گیرد.

(ب) گرم کردن سنگ دانه‌ها تا دمای ۱۷۵ و قیر تا دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد در گرم کن.

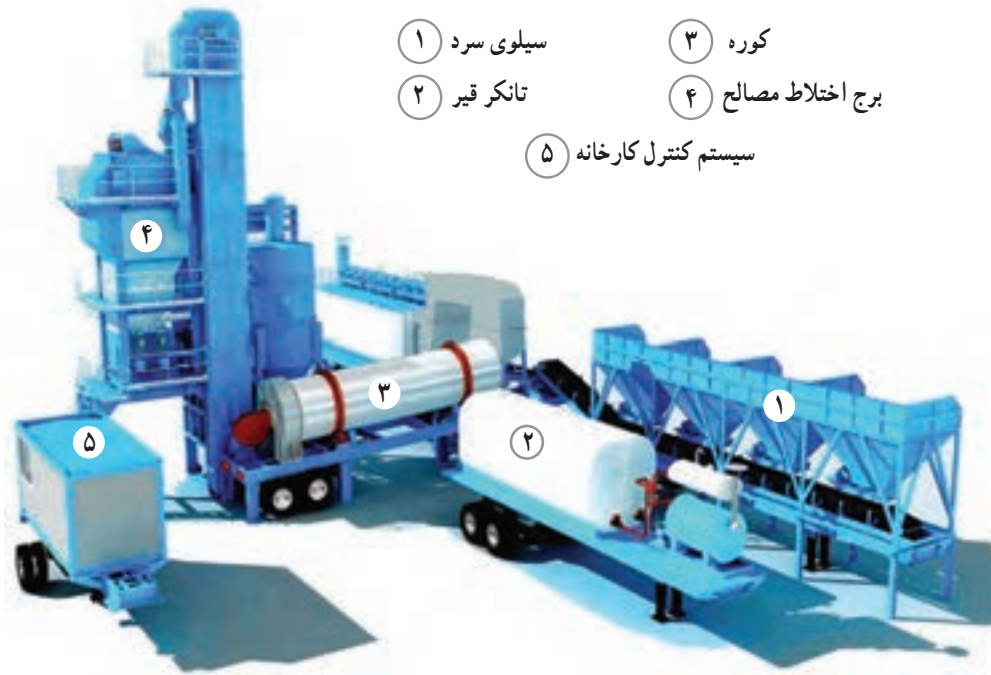
(ج) مخلوط کردن سنگ دانه‌ها و قیر توسط مخلوط کن مکانیکی و یا با استفاده از کاردک.

(د) در انتها مخلوط ساخته شده را در قالب مارشال ریخته و توسط چکش مارشال متراکم می‌کنند. برای متراکم کردن نمونه‌ها توسط چکش مارشال از یک وزنه استفاده کرده که از یک ارتفاع مشخص روی سطح نمونه رها می‌شود؛ که به هر بار رها شدن وزنه روی سطح نمونه ضربه اطلاق می‌شود. برای ساخت هر نمونه مارشال ۷۵ ضربه به دو طرف قالب اعمال می‌گردد.



شکل ۲۷- فرایند تولید آسفالت در آزمایشگاه

**۲- اختلاط در کارخانه آسفالت:** مطابق شکل ۲۸ کارخانه آسفالت معمولاً مجهز به سیلوهای سرد، کوره گرم سنگ دانه ها و برج اختلاط قیر و سنگ دانه می باشد تا بتواند مخلوط آسفالتی مناسب با پوشش قیری یکنواخت بر روی سنگ دانه ها تولید کند. سیستم کنترل کارخانه، دانه بندی و دمای اختلاط مصالح را کنترل می کند. مهم ترین نکته در دستیابی به یک آسفالت با مقاومت مناسب رعایت مشخصات فنی و دمای اختلاط مصالح می باشد.



شکل ۲۸- اجزای تشکیل‌دهنده یک کارخانه آسفالت

### حمل آسفالت

حمل آسفالت از محل کارخانه تا محل پخش به وسیله کامیون انجام می‌گیرد. به منظور پیشگیری از چسبیدن آسفالت به کف و دیواره‌های اتاق کامیون، باید قبل از ریختن آسفالت، اتاق کامیون را در محل شست‌وشو داده و تمیز کرد. بهتر است برای مسافت حمل طولانی از کامیون‌های مخصوص حمل آسفالت یا از یک پوشش برزنتی بر روی کامیون استفاده شود تا آسفالت سرد نشده و گرمای آسفالت درون اتاق کامیون از دست نرود.



تانکر حمل قیر

کامیون با پوشش برزنتی

کامیون مخصوص حمل آسفالت

شکل ۲۹- تجهیزات حمل آسفالت

## پخش و تراکم آسفالت

پس از انتقال مخلوط آسفالتی به محل پروژه، کامیون بار خود را در داخل جام دستگاه فینیشر خالی می‌کند. سپس، پخش آسفالت توسط دستگاه فینیشر انجام می‌گردد. در هنگام پخش آسفالت توسط دستگاه فینیشر، اتوی موجود در انتهای دستگاه فینیشر سطح آسفالت پخش شده را صاف می‌نماید. پس از پخش آسفالت، سطح آسفالت با استفاده از غلتک چرخ فلزی متراکم می‌شود. کوبیدن نهایی لایه آسفالتی توسط غلتک چرخ لاستیکی تا رسیدن به میزان تراکم لازم انجام می‌شود.



شکل ۳۰- تجهیزات پخش و تراکم آسفالت

## کنترل کیفیت آسفالت

پس از ساخت و تراکم آسفالت برای آنکه بدانیم آسفالت ساخته شده از کیفیت مناسب برخوردار است دو پارامتر مقاومت و فضای خالی آسفالت بررسی می‌شود. برای مشخص کردن مقاومت آسفالت معمولاً از دستگاه مارشال استفاده می‌گردد. پس از ساخت نمونه‌های مارشال در آزمایشگاه یا مغزه‌گیری از آسفالت اجرا شده در محل پروژه، نمونه‌ها در حمام آب با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شده و پس از آن با دستگاه مارشال مقاومت آنها به دست می‌آید که این مقاومت، استحکام مارشال نام دارد. میزان استحکام مارشال برای استفاده در لایه رویه و آستر نباید از ۸۰۰ کیلوگرم کمتر باشد.



دستگاه آزمایش مارشال



مغزگیری از سطح جاده



نمونه‌های مارشال

### شکل ۳۱- نمونه‌گیری و انجام آزمایش مارشال

علاوه بر مقاومت آسفالت، درصد فضای خالی آسفالت نیز از پارامترهای مهمی می‌باشد که باید بعد از ساخت و تراکم نمونه محاسبه گردد. درصد فضای خالی آسفالت باید بین ۳-۵ درصد باشد و زیاد شدن فضای خالی آسفالت باعث کاهش عمر آسفالت و خرابی می‌شود. برای به دست آوردن فضای خالی آسفالت نمونه مارشال ساخته شده در آزمایشگاه یا نمونه آسفالت مغزه‌گیری شده را وزن کشی کرده و با توجه به حجم نمونه، فضای خالی آن به دست می‌آید.

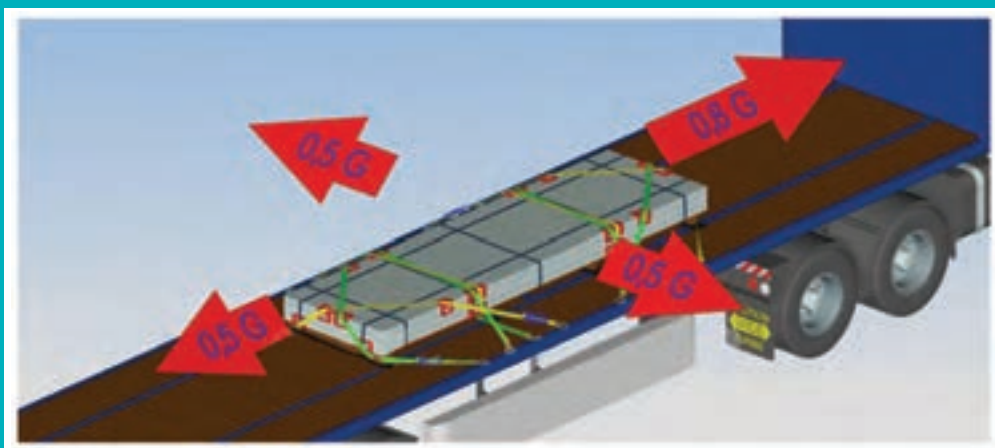
### ارزشیابی پایانی

| نمره                     | استاندارد<br>(شاخص ها، داوری، نمره دهی)                          | نتایج                    | استاندارد عملکرد<br>(کیفیت)                                                         | تکالیف عملکردی<br>(شایستگی ها) | عنوان پودمان<br>فصل                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| ۳                        | ۱- تعیین و تحلیل نمودار دانه بندی                                | بالا تر از حد<br>انتظار  | تهیه طرح<br>مخلوط آسفالت<br>و بتن براساس<br>نشریه ۲۳۴ و<br>روش ملی طرح<br>مخلوط بتن | تهیه طرح<br>مخلوط بتنی         | تهیه طرح<br>مخلوط های<br>بتن و<br>آسفالت |
|                          | ۲- ترسیم نمودار دانه بندی به صورت دستی و با استفاده از نرم افزار |                          |                                                                                     |                                |                                          |
|                          | ۳- تعیین نوع قیر و سیمان مناسب                                   |                          |                                                                                     |                                |                                          |
| ۲                        | ۴- تعیین نسبت آب به سیمان بتن                                    | در حد انتظار             |                                                                                     | تهیه طرح<br>مخلوط آسفالت       |                                          |
|                          | ۵- تعیین مراحل تولید و اجرای مخلوط آسفالتی و بتن                 |                          |                                                                                     |                                |                                          |
| ۱                        | ۱- انتخاب قیر و سیمان<br>۲- انتخاب سنگ دانه و دسته بندی آن       | پایین تر از حد<br>انتظار |                                                                                     |                                |                                          |
| نمره مستمر از ۵          |                                                                  |                          |                                                                                     |                                |                                          |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ |                                                                  |                          |                                                                                     |                                |                                          |
| نمره پودمان از ۲۰        |                                                                  |                          |                                                                                     |                                |                                          |

## پودمان ۲

# فناوری پایدارسازی بار

واحد شایستگی ۱: تعیین یراق آلات مهار بار



## مقدمه

سال گذشته و در درس حمل بارهای عادی با انواع بارها و چگونگی بارگیری آن‌ها آشنا شدید. باید توجه داشت تأمین ایمنی حمل و نقل بار، به ویژه وقتی صحبت از وسایل نقلیه بزرگ حمل بار به میان می‌آید، از اهمیت خاصی برخوردار است. اگر بار به طور مناسب بسته‌بندی و مهار نشود، در طول مسیر در اثر ترمزهای شدید و حرکت در پیچ‌ها امکان سقوط بار وجود خواهد داشت. در تصادفاتی که به دلیل سقوط بار اتفاق می‌افتد، علاوه بر صدمات جانی و خسارات مالی خود وسیله نقلیه، در بسیاری از مواقع افتادن بار باعث بروز تعداد زیادی تصادفات پیرامونی نیز می‌گردد.

در موارد متعددی دیده شده است، که عدم مهار بار، باعث حرکت بار گردیده و همین امر منجر به واژگونی وسیله نقلیه شده است. در چنین مواردی بیشترین خطر متوجه خود راننده خواهد بود. گاهی مشاهده گردیده، در هنگام ترمزهای شدید و یا مانورهای اجباری راننده، به دلیل مهار نامناسب، بار از روی بارگیر جدا شده و وارد اتاق راننده شده است. بنابراین مهار بار باید به گونه‌ای باشد که در چنین شرایطی کم‌ترین تهدید را برای راننده وسیله نقلیه و همچنین سایر رانندگانی که در محل حضور دارند، ایجاد نماید. در ادامه در خصوص انواع تجهیزات مهار، نحوه به کارگیری و محاسبات مربوط به آنها بحث و گفت‌وگو خواهد شد.

## تجهیزات مهار و نحوه استفاده از آنها

تجهیزات مهار به ابزاری گفته می‌شود که جهت بستن و نگه داشتن بار روی وسیله نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ادوات باید متناسب با نوع بار و وسیله نقلیه باشند. تجهیزات مهار بار عبارت است از:

- بندها
  - قیدها
  - لابه‌های افزایشده اصطکاک
  - محافظ لبه‌ای
  - ابزارهای کشش
  - ستون‌ها و جا ستون‌ها
  - تخته سر و تیغه محافظ
  - پوشش بار
- حال به توضیح هر یک از این موارد خواهیم پرداخت.

■ **بندها:** بند به ابزاری گفته می‌شود که بارها توسط آن بسته می‌شوند و به محل‌های اتصال وسیله نقلیه متصل می‌شوند. انواع بندها عبارت است از: زنجیرها، تسمه‌ها، سیم بکسل و طناب. استفاده از هر بند خاص به نوع بار مورد نظر بستگی دارد.

در خصوص شرایط بندها هنگام استفاده در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.





**طناب‌ها:** طناب‌ها در حقیقت ساده‌ترین بند جهت مهار به‌شمار می‌آیند و جهت مهار محمولات سنگین نمی‌توان از آنها استفاده کرد (شکل ۱). به‌دلیل مقاومت کم طناب‌ها، استفاده از آنها در بستن بارها توصیه نمی‌شود. اصولاً طناب‌های تهیه شده از الیاف طبیعی نیز نسبت به طناب‌های ترکیبی از مقاومت کمتری برخوردارند. با توجه به تنوع طناب‌ها، استفاده از طناب مناسب هر بار (بارهای سبک) به‌طوری که بتواند به خوبی بار را مهار نماید لازم و ضروری است.



شکل ۱- نمونه‌ای از طناب‌ها

در خصوص عدم استفاده از طناب‌ها برای مهار بارهای سنگین در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

فعالیت  
کلاسی



ظرفیت تحمل نیروی هر طناب پلی‌پروپیلن، پلی‌استر، نایلونی و نایلونی بافته بسته به قطر آنها از جدول ۱ به‌دست می‌آید. منظور از ظرفیت تحمل نیروی طناب، میزان نیرویی است که هر طناب در زمان بسته شدن روی بار می‌تواند تحمل کند.

جدول ۱- ظرفیت تحمل نیرو برای طناب بر حسب قطر

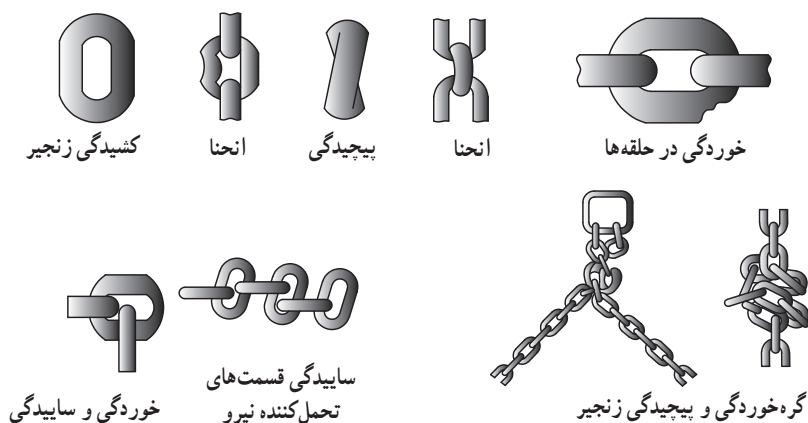
| ظرفیت عملی تحمل نیرو<br>(کیلوگرم) | قطر (میلی‌متر) |
|-----------------------------------|----------------|
| ۱۸۵                               | ۱۰             |
| ۲۴۰                               | ۱۱             |
| ۲۸۵                               | ۱۳             |
| ۴۲۰                               | ۱۶             |
| ۵۸۰                               | ۲۰             |
| ۹۵۰                               | ۲۵             |

**زنجیرها:** زنجیر در واقع محکم‌ترین و مناسب‌ترین وسیله جهت مهار بار می‌باشد. ظرفیت عملی تحمل نیرو به قطر زنجیرها بستگی دارد. جدول ۲ نشان‌دهنده ارتباط بین قطر مفتول زنجیر و ظرفیت تحمل نیرو در زنجیرها است.

جدول ۲- ظرفیت تحمل نیرو برای زنجیر بر حسب قطر

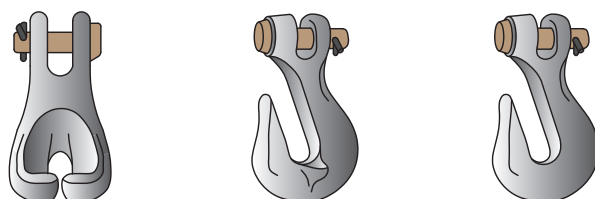
| ظرفیت عملی تحمل نیرو<br>(کیلوگرم) | قطر (میلی متر) |
|-----------------------------------|----------------|
| ۵۹۰                               | ۷              |
| ۸۶۰                               | ۸              |
| ۱۲۰۰                              | ۱۰             |
| ۱۵۹۰                              | ۱۱             |
| ۲۰۴۰                              | ۱۳             |
| ۳۱۳۰                              | ۱۶             |

زنجیرها نباید به طور مستقیم به بارگیر وصل شوند بلکه برای اتصال آنها باید از قلاب بهره گرفت. در صورت استفاده از زنجیر به عنوان ابزار مهار باید به این موارد دقت کرد:  
 الف) در صورتی که هر یک از موارد نشان داده شده در شکل ۲ در زنجیری مشاهده شوند باید نسبت به تعویض زنجیر اقدام نمود. حلقه های شکسته، خراشیدگی، فرسودگی و یا خمیدگی زنجیرها همگی از مواردی هستند که احتمال خطر را افزایش می دهند.



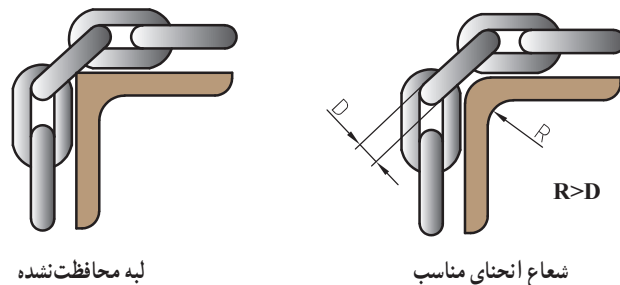
شکل ۲- مواردی که باید نسبت به تعویض زنجیر اقدام نمود

ب) جهت اتصال زنجیرها به بارگیر تنها از قلاب می توان استفاده کرد و نباید آنها را توسط پیچ به بارگیر متصل نمود. نمونه هایی از قلاب در شکل ۳ وجود دارد.



شکل ۳- نمونه هایی از قلاب

ج) مطابق شکل ۴ ضخامت زنجیر باید کمتر از شعاع انحنای گوشه بار باشد.



شکل ۴- ضخامت زنجیر باید کمتر از شعاع انحنای گوشه بار باشد

در خصوص اینکه چرا باید شعاع انحنای گوشه بار از ضخامت زنجیر کمتر باشد در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

فعالیت  
کلاسی



د) هنگام کشیدن زنجیر توسط جک لوی، باید طول اضافی زنجیر حداقل برابر با بیشترین بازشدگی دهانه جک لوی باشد. اگر طول اضافی زنجیر کمتر از این مقدار باشد منجر به کشیدگی بیش از حد و صدمه دیدن زنجیر یا بسته نشدن زنجیر خواهد شد (شکل ۵).



شکل ۵- طول اضافی زنجیر برابر با بیشترین بازشدگی دهانه جک لوی

ه) نمی‌توان از زنجیری که برای بکسل کردن وسایل نقلیه، بلند کردن و یا تخلیه کردن کالا استفاده می‌شود، جهت مهاربار نیز استفاده نمود.

**تسمه‌ها:** تسمه‌ها در دو نوع بافته شده و فولادی ساخته می‌شود. تسمه بافته شده اغلب جهت بستن کیسه‌ها و عدل‌ها استفاده می‌شوند. چرا که با توجه به ظاهر فیزیکی آن، به خوبی می‌تواند بار را مهار نماید (شکل ۶). در این تسمه‌ها می‌توان توسط دست یا کشنده‌های دستی، کشش ایجاد کرد. ظرفیت عملی تحمل نیرو به نسبت پهنای این تسمه در جدول ۳ آورده شده است. تسمه فولادی که نسبت به نوع بافته شده آن از مقاومت بیشتری برخوردار است، جهت بستن بارهای سنگین و معمولاتی که نیاز به کشش زیاد دارند استفاده می‌شود. در مورد تسمه فولادی نیز ظرفیت عملی تحمل نیرو به ضخامت آن بستگی دارد که در جدول ۴ به آن اشاره شده است.



شکل ۶- نمونه‌ای از تسمه‌های بافته شده

جدول ۳- ظرفیت عملی تحمل نیرو در تسمه‌های بافته شده

| ظرفیت عملی تحمل نیرو (کیلوگرم - نیرو) | پهنای (میلی‌متر) |
|---------------------------------------|------------------|
| ۷۹۰                                   | ۴۵               |
| ۹۱۰                                   | ۵۰               |
| ۱۳۶۰                                  | ۷۵               |
| ۱۸۱۰                                  | ۱۰۰              |

در هنگام کار با تسمه‌ها باید به موارد زیر توجه کرد:

الف) در هنگام کشیدن تسمه‌ها باید دقت نمود که نیروی کششی تسمه نباید از نصف حداقل مقاومت بار یا اندازه‌ای که سازنده آن معین ساخته بیشتر باشد.

ب) تسمه فولادی جهت بستن بارهایی به کار می‌رود که سطوح لغزنده دارد.

ج) از اتصال تسمه‌ها به ریل کناری بارگیر باید خودداری نمود.

د) تسمه‌ها همانند زنجیرها نباید توسط گره به کفی متصل شوند. همچنین باید از تماس تسمه‌های بافته شده با مواد شیمیایی و همچنین قرار گرفتن در دمای بالا جلوگیری کرد مگر آنکه توسط سازنده آن، بلامانع باشد.

ظرفیت عملی تحمل نیروی تسمه‌های فولادی در جدول ۴ به دست می‌آید.

جدول ۴- ظرفیت عملی تحمل نیرو در تسمه‌های فولادی

| ظرفیت عملی تحمل نیرو (کیلوگرم) | عرض - ضخامت (میلی‌متر) |
|--------------------------------|------------------------|
| ۵۴۰                            | ۶ تا ۰/۷۴-۲۵           |
| ۵۴۰                            | ۶ تا ۰/۷۹-۲۵           |
| ۵۴۰                            | ۶ تا ۰/۸۹-۲۵           |
| ۷۷۰                            | ۶ تا ۱/۱۲-۲۵           |
| ۷۷۰                            | ۶ تا ۱/۲۷-۲۵           |
| ۷۸۰                            | ۶ تا ۱/۴۵-۲۵           |
| ۱۲۰۰                           | ۱/۱۲-۵۰                |
| ۱۲۰۰                           | ۱/۲۷-۵۰                |

در خصوص علت عدم استفاده از تسمه‌های فولادی روی سطوح غیر لغزنده در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

فعالیت  
کلاسی



**سیم بکسل:** این ابزار جهت بستن بارهایی که به صورت عرضی روی وسیله نقلیه قرار می‌گیرند استفاده می‌شود. سیم بکسل دارای قدرت کششی بیشتر از زنجیر است اما خم نشدن آن در نزدیکی بست‌ها و رابط‌ها از معایب آن محسوب می‌شود. ظرفیت عملی تحمل نیرو در سیم بکسل‌ها به نسبت قطر آن در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- ظرفیت عملی تحمل نیرو در سیم بکسل بر حسب قطر

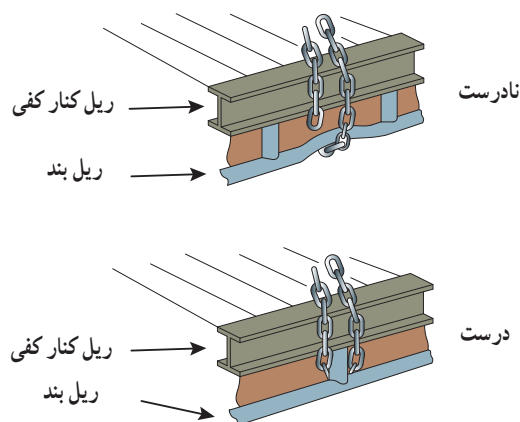
| ظرفیت عملی تحمل نیرو (کیلوگرم) | قطر (میلی‌متر) |
|--------------------------------|----------------|
| ۶۴۰                            | ۷              |
| ۹۵۰                            | ۸              |
| ۱۳۶۰                           | ۱۰             |
| ۱۸۶۰                           | ۱۱             |
| ۲۴۰۰                           | ۱۳             |
| ۳۷۷۰                           | ۱۶             |
| ۴۹۴۰                           | ۲۰             |
| ۷۳۰۰                           | ۲۲             |
| ۹۴۸۰                           | ۲۵             |



در خصوص سیم بکسل‌ها نیز بر رعایت موارد زیر تاکید شده است:  
الف) پیش‌تر نیز اشاره کردیم که سیم بکسل نباید نزدیک بست‌ها و رابط‌ها خم شود. نزدیک‌ترین محل خمیدگی باید سه برابر قطر سیم از بست‌ها و رابط‌ها فاصله داشته باشد.  
ب) جهت کشیدگی در سیم بکسل‌ها باید از تنگ چپ و راست استفاده نمود (شکل ۱۸). همچنین ظرفیت تحمل بار اتصالات و گره‌ها باید با ظرفیت تحمل بار برابر باشند.

از طریق تحقیق اینترنتی در خصوص نحوه خمیدگی سیم بکسل در نزدیک بست‌ها و رابط‌ها گزارشی تهیه نموده و در کلاس ارائه نمایید.

**ملاحظات:** علاوه بر موارد گفته شده در مورد بندها رعایت موارد زیر در مورد کلیه بندها الزامی است.  
● در هنگام اتصال بندها باید توجه کرد که بندها به ستون‌های نگهدارنده ریل متصل شوند. از اتصال بندها به ریل بندها باید جداً خودداری نمود. اتصال صحیح بندها در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷- اتصال صحیح بند

در خصوص بستن بندها به ریل کناری (مانند وینچ در شکل ۸) رعایت موارد زیر توصیه می‌شود:  
الف) حداقل ظرفیت قابل تحمل نقاط اتصال ابزار مهار باید مطابق با جدول زیر باشد.

جدول ۶- حداقل ظرفیت قابل تحمل نقاط اتصال ابزار مهار

| وزن خالص وسیله نقلیه | حداقل ظرفیت نقاط مهار بار |
|----------------------|---------------------------|
| ۱ تن و کمتر          | ۲۵۰ کیلوگرم               |
| ۳/۵ - ۱ تن           | ۵۰۰ کیلوگرم               |
| ۱۲ - ۳/۵ تن          | ۲ تن                      |
| بیشتر از ۱۲ تن       | ۴ تن                      |

ب) ظرفیت نقاط مهار باید بر روی بارگیر به صورت واضح و مشخص نوشته شود.



شکل ۸- نمونه ای از وینچ برای کشیدن بند

ج) کلیه ابزاری که به کنار بارگیر متصل می شود اعم از وینچ های دستی، بست های انتهایی و ... نباید به ریل کناری فشار وارد نمایند چرا که ممکن است دچار خمیدگی شوند.

در صورت مشاهده هر یک از موارد زیر باید نسبت به تعویض بند اقدام شود:

الف) در صورتی که بند بافته شده در اثر تماس با سطوح تخت و زبر، ظاهری کرکین داشته باشد.

ب) بندهایی که در اثر یک یا تعدادی از عوامل زیر مقاومت خود را از دست داده باشند:

- آسیب دیدگی بند که ناشی از فشار زیاد بار، خم شدگی، گره خوردگی و شکنندگی باشد.

- تماس با مواد شیمیایی

- تابش آفتاب به مدت طولانی

- دمای بالا و گرمای زیاد

- آسیب دیدگی ناشی از زنگ زدگی و پوسیدگی

ج) چنانچه بندی توسط جوشکاری ترمیم یا تعمیر شده باشد و یا این که با سیم، پیچ و ... متصل شده باشد.

همچنین درهای بارگیر باید هنگام حرکت وسیله نقلیه کاملاً بسته بوده و دارای حرکت آونگی نباشند. ضمناً

در خصوص ظرفیت مهاربار درهای کناری و چادرها، میزان انحراف از بغل هر یک از بخش ها باید به ۱۰

سانتی متر محدود شود.

■ **قیدها:** قیدها ابزاری هستند که در کنار بار قرار می گیرند و از حرکت و چرخش آنها جلوگیری می کنند.

قیدها باید در مقابل آسیب های وارده به آنها مقاومت کافی داشته باشند. انواع قیدها عبارت است از: قید

اتصال، قید گهواره ای، گوه، جداکننده و ضربه گیر.

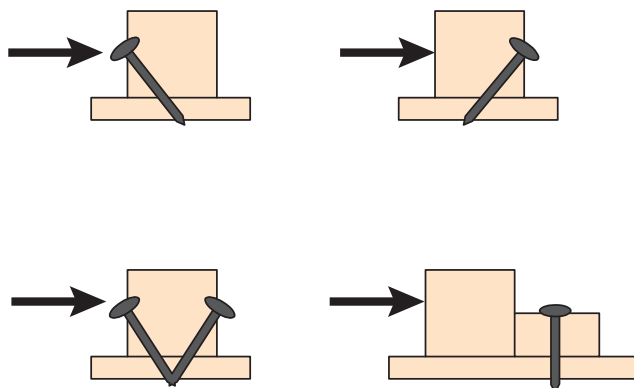
**قید اتصال (بلاکینگ):** قید افقی یا بلاکینگ ابزاری است که از حرکت بار ممانعت می کند. این ابزار در کنار

بار قرار گرفته و گاهی توسط میخ به بارگیر نیز متصل می شود. در شکل های ۹ و ۱۰ نمونه هایی از این نوع قید

به همراه اتصال آنها به بارگیر نمایش داده شده است.



شکل ۹- نمونه‌هایی از قید افقی و گوه



شکل ۱۰- نحوه اتصال قیدها توسط میخ به بدک

**قید گهواره‌ای:** به قیدهایی اطلاق می‌شود که علاوه بر حرکت بار از چرخش بار نیز جلوگیری می‌کند. این ابزار با توجه به مقطع مقعری که دارد در تماس با بار قرار گرفته و حرکت آن را مانع می‌شود. از این قیدها جهت ثابت کردن بارهای گرد و استوانه‌ای استفاده می‌شود. نوع خاصی از این قیدها وجود دارد که به آنها زین می‌گویند. زین کلیه توانایی‌های گفته شده با این تفاوت را داراست که برای مهار بارهای گرد و استوانه‌ای بزرگ نظیر لوله‌های انتقال گاز از آنها استفاده می‌شود و علاوه بر قرار گرفتن در کنار بار، زیر بار را هم کاملاً پوشش می‌دهد و از دو طرف در تماس با بار قرار می‌گیرد. در شکل ۱۱ این قید نمایش داده شده است.



شکل ۱۱- نمونه‌ای از قید گهواره‌ای (زین)



**گوه:** گوه نوعی قید گهواره‌ای است که با قرار گرفتن در کنار بار از چرخش بار استوانه‌ای جلوگیری می‌کند. گوه‌ها معمولاً از مواد سختی ساخته می‌شوند که توانایی جلوگیری از حرکت بار را دارا باشند. اصطلاح رایج این وسیله در بین رانندگان دنده ۵ می‌باشد. در شکل ۱۲ نمونه‌ای از گوه را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۲- نمونه‌ای از گوه

در خصوص جنس انواع قیدها در شرایط به کارگیری آن در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

فعالیت  
کلاسی



**ضربه‌گیر:** بالشک‌هایی هستند که از هوا پر شده و بین لایه‌های بار قرار می‌گیرند تا از ضربه زدن و صدمه زدن بارها به یکدیگر جلوگیری کنند. در این خصوص می‌توان از ادواتی مانند لاستیک‌های فرسوده، تخته، چوب و ... به عنوان ضربه‌گیر استفاده کرد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- نمونه‌ای از ضربه‌گیر

■ **لایه‌های افزاینده اصطکاک:** قبل از آنکه به بحث لایه‌های افزاینده اصطکاک بپردازیم لازم است واژه اصطکاک را بیشتر مورد بررسی قرار دهیم. اصطکاک بین دو سطح در حقیقت بیان‌کننده درگیری دو سطح خواهد بود. هر چقدر دو سطح درگیر باشند اصطکاک بین آنها نیز بیشتر خواهد شد. به عنوان مثال در مواقعی که هوا برفی و بارانی است، درگیری بین لاستیک خودرو با جاده به نسبت مواقعی که هوا آفتابی است، کمتر است. در واقع هر قدر که اصطکاک بیشتر باشد ایمنی و امنیت حرکت خودرو در جاده نیز بیشتر خواهد بود. در همین راستا اصطکاک بین سطح بارگیر و بار نیز باید حتی‌الامکان زیاد باشد. هر چقدر این اصطکاک یا درگیری بین بار و بارگیر بیشتر باشد امنیت و پایداری بار روی بارگیر نیز افزایش خواهد یافت.

اگر به هر دلیلی اعم از ریزش برف و باران و یاریختن روغن و ... سطح درگیر بین بار و بارگیر دارای اصطکاک کمی شود می توان توسط لایه های افزاینده اصطکاک که بین عرشه و بار قرار می گیرد، اصطکاک را افزایش داد (شکل ۱۴).



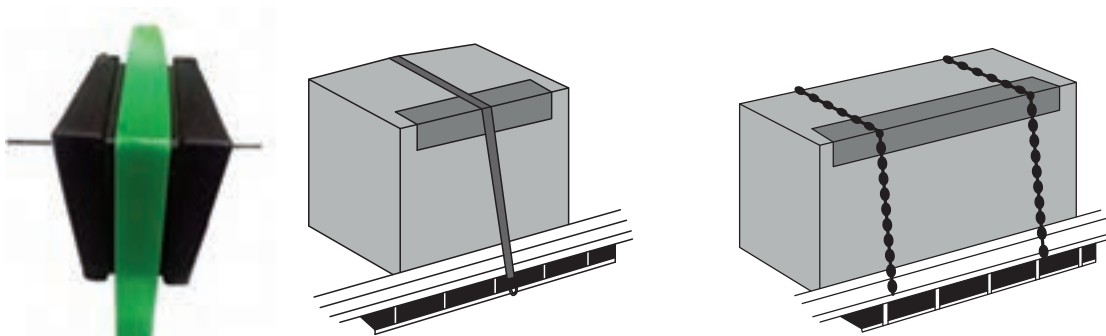
شکل ۱۴- نمونه ای از لایه های افزاینده اصطکاک

در خصوص روش های افزایش اصطکاک بین بار و بارگیر در کلاس بحث و گفت و گو کنید.

فعالیت  
کلاسی



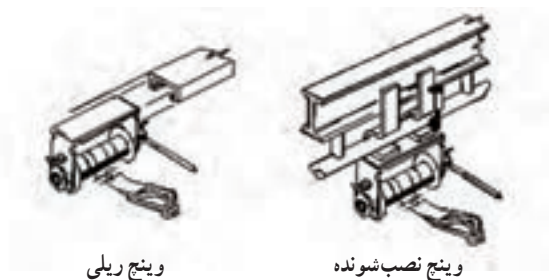
**محافظ لبه ای:** اگر در بندهایی که روی بارهای کیسه ای مانند سیمان کشیده می شوند بیش از حد کشش ایجاد کنیم احتمال صدمه رساندن بند به بار وجود دارد. این احتمال نیز وجود دارد که بارها به بندهای کشیده شده روی آنها لطمه وارد کنند. برای جلوگیری از صدمه زدن بار به بند و همچنین بند به بار می توان از ابزارهایی استفاده کرد که از صدمه زدن آنها به یکدیگر جلوگیری نماید. این ابزار در شکل ۱۵ نمایش داده شده است. به این ابزارها محافظ لبه ای گفته می شود. البته محافظ های لبه ای علاوه بر موارد یاد شده می توانند موجب سهولت در کشیدگی بند شوند.



شکل ۱۵- استفاده صحیح از محافظ لبه ای

■ **ابزارهای کشش:** در قسمت‌های پیشین به بندها اشاره شد. همان‌گونه که قبلاً نیز مشاهده گردید بندها شامل زنجیر، تسمه، طناب و سیم بکسل می‌شوند. کلیه بندهای ذکر شده به استثناء طناب جهت کشش نیازمند ابزار مکانیکی خاصی هستند که توسط این ابزار می‌توان کشش لازم را در بندها ایجاد کرد. در واقع نیروی انسان تنها قادر خواهد بود که در طناب‌ها کشش ایجاد نماید و فقط این ابزار را می‌توان با دست کشید. ضمناً جهت اتصال بندها به بارگیر نمی‌توان از گره استفاده کرد و فقط طناب‌ها را می‌توان توسط گره به بارگیر وصل کرد. انواع کشنده‌ها عبارت‌اند از: وینچ، بست دو طرفه، کشنده تسمه و جک لوی.

**وینچ‌ها:** وینچ‌ها ابزاری برای کشیدن بندها هستند. این ابزار دارای چرخ دنده‌هایی است که توسط یک اهرم چرخانده می‌شود. این اهرم در یک جهت در بند کشش ایجاد نموده و در جهت مخالف کششی ایجاد نمی‌کند. پس از آنکه این چرخ دنده‌ها در حالت کشش قرار گرفتند دندانه‌های وینچ قفل شده و با این کار مانع از باز شدن بندها می‌شود. میزان کشش ایجاد شده توسط این ابزار به طول بازوی آچار و قطر محور وینچ بستگی دارد. از این وسیله می‌توان جهت کشش در طناب، سیم بکسل و تسمه بافته شده استفاده کرد. وینچ به دو صورت ریلی و نصب شونده، وجود دارد (شکل ۱۶). نمونه ریلی در داخل ریل قرار گرفته و در کنار بارگیر می‌تواند حرکت کند. پس از قرار گرفتن در زیر بار توسط اهرم مخصوصی قفل می‌شود و سپس می‌توان اقدام به کشیدن بند نمود. در نمونه نصب شونده، این ابزار در هر نقطه دلخواه در کنار بارگیر قرار می‌گیرد و پس از محکم شدن می‌توان بند را توسط آن کشید. متأسفانه در کشور ما از این ابزار به صورت ثابت در کنار بارگیر استفاده می‌شود. ثابت کردن وینچ‌ها دو مشکل را پدید خواهد آورد. اول آنکه به دلیل عدم حرکت وینچ نمی‌توان آن را در زیر همه بارهای قرار گرفته روی بارگیر قرار داد و ثانیاً پس از تخلیه کالا نمی‌توان آن را از بارگیر جدا نمود و این امر باعث خواهد شد که وینچ در برابر عواملی مثل باران، برف و آفتاب آسیب ببیند. شایان ذکر است که اصطلاح رایج وینچ در بین رانندگان در داخل کشور جفجغه است.



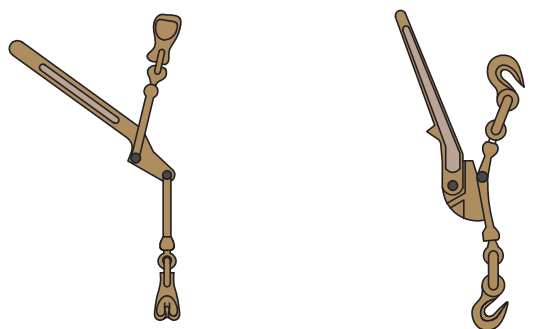
شکل ۱۶- وینچ‌های ریلی و متحرک متصل شونده به بارگیر

در خصوص شرایط به کارگیری وینچ بر روی بارگیرهای کفی در کشور در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

فعالیت  
کلاسی



**جک لوی:** کشنده ای است که شامل دو قلاب و یک اهرم بوده و با چرخش اهرم دو قلاب به یکدیگر نزدیک می شوند. در صورتی که دو قلاب به زنجیر متصل باشند با نزدیک شدن قلاب ها زنجیر نیز کشیده خواهد شد. از جک لوی تنها جهت کشش در زنجیرها می توان استفاده کرد. استفاده از جک لوی نیاز به مهارت و تجربه زیادی دارد چرا که در صورت در رفتن حلقه های زنجیر از قلاب، جک لوی پس خواهد زد که می تواند به کاربر آسیب وارد نماید. نکته مهم در استفاده از جک لوی آن است که همواره باید طول اضافی زنجیر حداقل برابر با بیشترین باز شدگی دهانه جک لوی باشد. نمونه ای از جک لوی های چرخنده و ثابت در شکل ۱۷ نشان داده شده است.

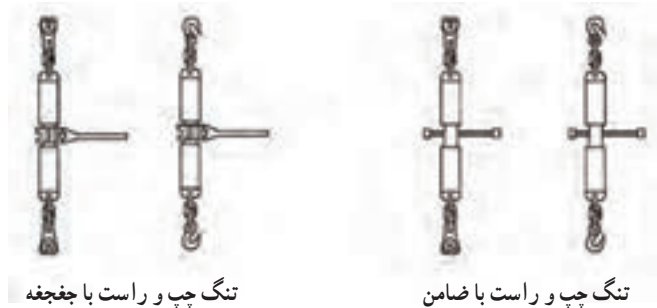


جک لوی ثابت

جک لوی چرخنده

شکل ۱۷- نمونه ای از جک لوی ثابت و چرخنده

**بست دو طرفه (تنگ چپ و راست):** بست دو طرفه یا تنگ چپ و راست دارای دو قلاب بوده که توسط یک بدنه گردان به یکدیگر متصل شده اند. با چرخش بدنه، قلاب ها نیز در دو جهت مخالف چرخیده و به یکدیگر نزدیک می شوند. در صورتی که این قلاب ها به زنجیر یا سیم بکسل متصل شوند می توان جهت کشش در آنها از این ابزار استفاده کرد. تنگ ها برخلاف جک لوی پس نمی زنند و از این حیث می توان گفت دارای خطر کمتری نسبت به جک لوی می باشند. ضمناً اگر زنجیر کوتاه هم باشد می توان توسط تنگ چپ و راست در آنها تا حدود زیادی کشش ایجاد کرد (شکل ۱۸).



تنگ چپ و راست با جفجغه

تنگ چپ و راست با ضامن

شکل ۱۸- تنگ چپ و راست با ضامن و با جفجغه

**کشنده تسمه:** از این ابزار جهت ایجاد کشش در تسمه‌ها مانند شکل ۱۹ می‌توان استفاده کرد.

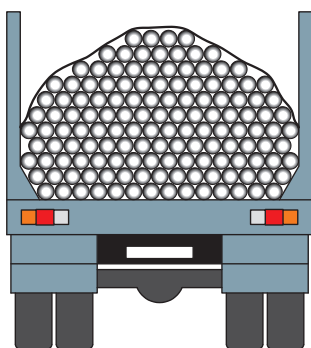


شکل ۱۹- تسمه همراه کشنده

■ **ستون‌ها و جاستون‌ها:** جهت حمل بارهای استوانه‌ای شکل مثل لوله‌ها و همچنین الوارها نیاز است که از حرکت بار به طرفین جلوگیری کنیم. برای این کار در دو طرف بارگیر کفی ستون‌هایی قرار می‌گیرند. این ستون در داخل مادگی‌هایی که کنار بارگیر وجود دارد قرار گرفته و در محل خود محکم می‌شود (شکل ۲۰). ستون‌ها باید به گونه‌ای باشند که توانایی جلوگیری از حرکت بار را داشته باشند. همچنین در چنین حالتی بارها باید توسط دو بند که از هر طرف بارگیر به طرف دیگر عبور می‌کنند، بسته شوند. به مجموعه ستون، جاستون و بند عبور کرده از روی بار «بونک» گفته می‌شود.



شکل ۲۰- قرار گرفتن ستون‌ها در جاستون‌ها روی کفی



شکل ۲۱- مجموعه ستون و جاستون به همراه بند برای بستن بار (بونک)



در خصوص انواع بارهایی که می‌تواند توسط بونک مهار شود در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

■ **تخته سر و تیغه محافظ:** تیغه محافظ صفحه‌ای است فلزی ما بین کفی و کابین که وظیفه اصلی آن محافظت از جان راننده و کابین می‌باشد. این ابزار با توجه به مقاومت خود می‌تواند تا حد زیادی خطرات احتمالی ناشی از جابه‌جایی بار به جلو را مرتفع نماید. این وسیله در بین رانندگان کشور ما به سینی یا سینی جلو شهرت دارد (شکل ۲۲).



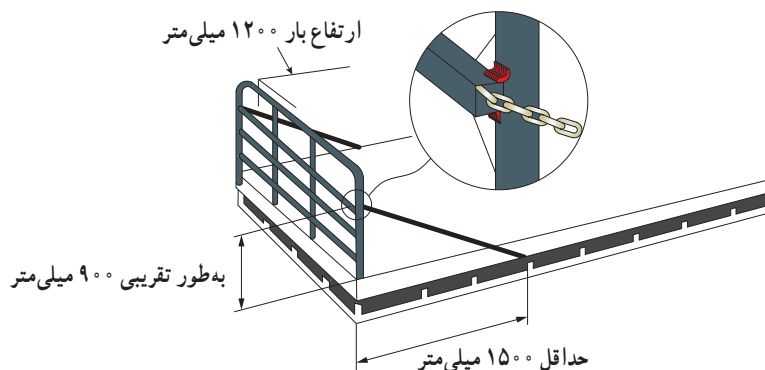
شکل ۲۲- محل نصب سینی جلو در پشت کابین راننده

همچنین اگر احتمال حرکت و جابه‌جایی بار در طول بارگیر وجود داشته باشد باید حرکت و جابه‌جایی بار را از بین برد. تخته سرها ابزاری هستند که به صورت عمودی بر روی بارگیر مستقر می‌شوند و طول بارگیر را به چند قسمت تقسیم می‌کنند. در صورتی که بار حمل شده احتمال حرکت و جابه‌جایی دارد، با قرار گرفتن در فضای محدود ایجاد شده توسط تخته سر می‌تواند احتمال ایجاد خطر را کاهش دهد (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- نمونه‌ای از تخته سر جلوی کفی

اگر تخته سر از مقاومت کافی برخوردار نباشد می توان توسط دو زنجیر که به فاصله دوسوم ارتفاع تخته سر بسته شده اند، مقاومت تخته سر را بالا برد. در این خصوص زاویه زنجیرها با بارگیر حداکثر ۳۰ درجه می باشد. این روش بستن در شکل بعدی نمایش داده شده است (شکل ۲۴).

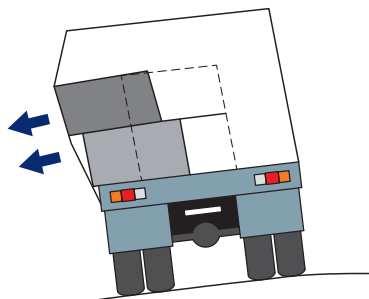


شکل ۲۴- نحوه مقاوم کردن تخته سر

■ پوشش بار: هدف از پوشش بار، محافظت بار در برابر عوامل طبیعی مثل باران، برف، آفتاب و ... است. علاوه بر این موارد، پوشش می تواند از ریختن و پخش شدن بار در طول مسیر نیز جلوگیری نماید. یک پوشش خوب آن است که بتواند به خوبی همه نکات فوق را فراهم نماید. بارها توسط دو پوشش چادر و توری پوشیده می شوند. چادرها نیز انواعی دارند که عبارت اند از چادرهای برزنتی و چادرهای نایلونی.

هنگام استفاده از چادرها رعایت موارد زیر ضروری است:

- الف) چادرها نباید به تنهایی به عنوان ابزار مهار استفاده شوند، مگر آنکه بدین منظور طراحی و ساخته شده باشند. از چادر می توان برای مهار بارهای سبکی که کاملاً درون وسیله نقلیه جاسازی شده اند استفاده کرد.
- ب) در مورد حمل و نقل بارهای فله ای مانند مصالح و زباله های ساختمانی، وسایل منزل، بطری، قوطی و موارد مشابه که احتمال پراکنده شدن آن وجود دارد، چادر به عنوان ابزار ثانویه مهار به کار می رود.
- ج) در مقابل شرایط جوی از قبیل باد، باران و گرد و خاک که احتمال آسیب دیدن بار را افزایش می دهند، باید برای حفاظت بار از چادر استفاده نمود. در این حالت استفاده از چادرهای برزنتی مناسب تر است.
- د) بیرون زدگی چادر در اثر فشار بار داخل مجاز نمی باشد و بیرون زدگی باید به ۱۰ سانتی متر از طرفین محدود شود.



شکل ۲۵- تغییر شکل و کشیدگی چادر به واسطه حرکت بار

ه) لایه‌های چادر باید با هم همپوشانی داشته باشند تا از نفوذ باران یا باد به داخل بارگیر جلوگیری کنند. (و) هنگام بستن چادر نباید هیچ یک از چراغ‌ها، پلاک‌ها و علائم هشداردهنده وسیله نقلیه در زیر چادر پنهان شوند.



در خصوص علت عدم توانایی چادر به عنوان ابزار مهار بار در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

### نکات کلی

الف) کلیه ابزارهای مهار همچون ضربه‌گیرهای چوبی، جداکننده، بندها و ابزار مکانیکی ایجاد کشش باید روی وسیله نقلیه مهار شوند و در صورتی که از آنها استفاده نمی‌شود باید درون جعبه‌های مناسب قرار گیرند. این جعبه‌ها باید به گونه‌ای باشند که پس از قرارگیری وسایل در داخل آنها، فضای خالی وجود داشته باشد که از ضربه زدن و وارد آمدن فشار به ابزار مورد نظر جلوگیری شود.

ب) تجهیزات و اتصالات مهار نصب شده بر روی وسیله نقلیه، نباید ساختار وسیله نقلیه را ضعیف کنند. جوش دادن و سوراخ کردن اتصالات بدون تأیید سازنده وسیله نقلیه ممنوع است.

ج) کلیه ابزار و وسایل مهار باید به صورت منظم و مداوم مورد بازبینی قرار گیرد و در صورت لزوم، نسبت به تعمیر و یا تعویض آنها اقدام شود. ضمناً در صورتی که عمر مفید وسایل نقلیه پایان یابد، نباید از آنها استفاده نمود.

### سیستم مهار بار

در بخش‌های گذشته، ابزار و ادوات مورد نیاز جهت مهار بار و نکات ضروری استفاده از آنها مورد بررسی قرار گرفت. مشخص است که هدف کلیه موارد ذکر شده، مهار مناسب و ایمن بار می‌باشد. این بخش قصد دارد به مفاهیم سیستم‌های مختلف مهار بار بپردازد و مبانی محاسباتی مهار بارهای تخت را مورد بررسی قرار دهد.



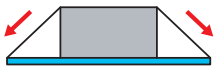


قبل از پرداختن به موضوع، موارد کلی مهار بارهای مختلف را بیان می‌کنیم.

الف) کلیه قطعات بار، هر قدر هم که کوچک باشند، باید به طور مناسب مهار شوند. درباره قطعات کوچک بار ذکر این نکته شایان توجه است که با توجه به کوچک بودن ابعاد بار احتمال افت کشش بندها زیاد است. بنابراین باید به طور منظم در طول سفر بندها را کنترل نمود.

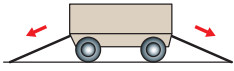
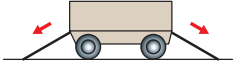
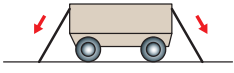
ب) زاویه بندها با بارگیر از اهمیت بسزایی برخوردار است. در مورد مهار بارهایی که مسئله ایجاد اصطکاک ملاک اصلی مهار است (بارهای تخت یا بدون چرخ) هر قدر که این زاویه به عمود نزدیک‌تر باشد کارکرد بند در مهار بار بیشتر خواهد بود. البته در خصوص زاویه بند با بارگیر در مورد بارهایی که دارای چرخ لاستیکی هستند هر چقدر این زاویه به صفر نزدیک‌تر باشد کارایی و استفاده از بند بیشتر خواهد بود. این دو موضوع در جداول صفحه بعد نمایش داده شده‌اند.



جدول ۷- تأثیر زاویه در مورد بارهای تخت

| درصد تأثیر زاویه بند (%) | زاویه (درجه) | تصویر                                                                              |
|--------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۰۰                      | ۹۰           |  |
| ۸۵                       | ۶۰           |  |
| ۷۰                       | ۴۵           |  |
| ۵۰                       | ۳۰           |  |
| ۲۵                       | ۱۵           |  |

جدول ۸- تأثیر زاویه در مورد بارهای چرخ‌دار

| درصد تأثیر زاویه بند (%) | زاویه (درجه) | تصویر                                                                                |
|--------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ۹۰                       | ۲۵           |  |
| ۸۶                       | ۳۰           |  |
| ۷۰                       | ۴۵           |  |
| ۵۰                       | ۶۰           |  |

در ادامه اشاره‌ای کوتاه به نیروهای مؤثر در مهاربار و روش‌های مهاربار خواهیم داشت.

در خصوص نحوه عملکرد بند و زاویه آن در بارهای تخت و چرخ‌دار در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید.

فعالیت  
کلاسی



**روش‌های مهار بار:** به‌طور کلی می‌توان بارها را به دو طریق مهار کرد. مهار افقی و مهار قائم که در زیر به اختصار شرح داده می‌شود.

**مهار افقی:** در مهار افقی به‌وسیله بستن بار به وسیله نقلیه، بلاکینگ و جاسازی آن از حرکت و جابه‌جایی بار جلوگیری می‌کنند. در بلاکینگ باید بار به بار بندها یا دیواره کناری تکیه داده شود. در جاسازی نیز با استقرار بار در داخل بارگیرهای دیواره دار می‌توان مهار افقی را انجام داد. از روش مهار افقی می‌توان برای جلوگیری از حرکت بار به همه جهات استفاده کرد.

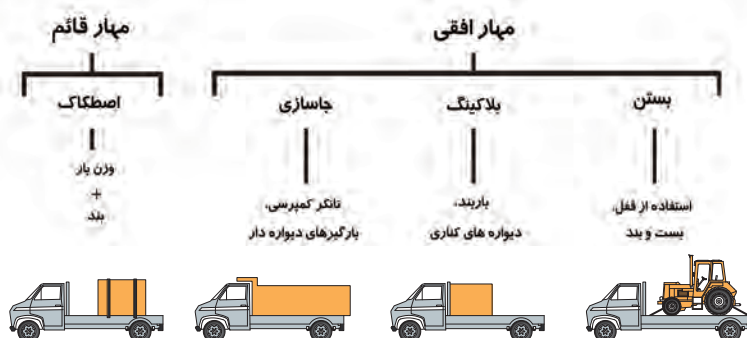
**مهار قائم:** مهار قائم از متداول‌ترین روش‌های مهار است. در این روش با افزایش اصطکاک بین بار و بارگیر از حرکت بار جلوگیری می‌کنند. همان‌گونه که قبلاً نیز گفته شد، اصطکاک به دو عامل بستگی دارد.

الف) وزن بار

ب) فشار ناشی از بستن بندهای عمودی

اصطکاک عبارت است از مقدار درگیری بین سطوح. هر چقدر این درگیری افزایش یابد، اصطکاک نیز افزایش خواهد یافت و بالعکس. پس می‌توان گفت اصطکاک مقدار مقاومت در برابر حرکت می‌باشد. مقدار اصطکاک توسط ضریب اصطکاک بین سطوح تعریف می‌شود و مقدار آن تنها به نوع سطوح و نیروی بین آنها بستگی دارد.

وجود اصطکاک در مورد سطوحی که دارای ضریب اصطکاک پائینی هستند از اهمیت بالاتری برخوردار است. در مورد این سطوح می‌توان توسط زیراندازهای لاستیکی یا چوبی اصطکاک را تا حد امکان افزایش داد. بندهایی که به صورت عمودی از روی بار عبور می‌کنند مانند گیره‌ای که بار را به روی بارگیر محکم می‌کند، عمل خواهد کرد. این بندها با افزایش سطح تماس و درگیری بین بار و بارگیر، اصطکاک بین آنها را افزایش می‌دهند. درخصوص سطوح لغزنده استفاده از بند، کار صحیحی نیست زیرا که برای مهار اصولی باید از تعداد بسیار زیاد بند استفاده کرد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد بندهای عمودی که از روی بار عبور می‌کنند، برای مهار بارهایی که اصطکاک نقش اصلی مهار را بازی می‌کند مفید خواهند بود. اگر باری توسط بند مهار نشده باشد، اصطکاک را نمی‌توان به‌عنوان بخشی از مهار دانست. شکل ۲۶ روش‌های قائم و افقی مهار بار را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶- روش‌های قائم و افقی مهار بار

## مبانی طراحی سیستم‌های مهار بار

تاکنون با انواع سیستم‌های مهار بار برای بارهای مختلف آشنا شده‌اید. اما برای تعیین سیستم مهار برای یک بار مشخص باید مبانی طراحی آن را آموخت. در این قسمت سعی بر آن است تا با تشریح ساده روابط فیزیکی، به مبانی سیستم‌های مهار بار پرداخته و در انتها شما می‌توانید برای هر بار تعداد و مشخصات فنی بندها را تعیین نمایید.

بار در پشت یک کامیون تحت تأثیر نیروهای مختلف قرار می‌گیرد. نیروهایی به سمت جلو، عقب، طرفین و حتی بالای کامیون. به‌طور مثال وقتی کامیون ترمز می‌گیرد، نیرویی به سمت جلو به بار وارد می‌شود. وقتی کامیون شتاب می‌گیرد، نیرویی به سمت عقب، در پیچ‌ها نیروهایی به طرفین (مخالف جهت پیچ) و در دست‌اندازها نیرویی به سمت بالا به بار وارد می‌شود. اما اندازه نیروهایی که به بار وارد می‌شود در جهت‌های مختلف یکسان نیست. به‌طور مثال در راستای جلو که مهم‌ترین نیروی وارده به بار است، آزمایشات نشان داده است تا ۸۰ درصد وزن بار به آن نیرو وارد می‌شود و سعی در جلوگیری از رانندگی بار دارد. این اتفاق در هنگام ترمزهای ناگهانی و شدید رخ می‌دهد. در جهت عقب و کنار، نیروی وارده به بار حداکثر ۵۰ درصد برابر وزن بار است. نیروی به سمت عقب در زمان شتاب‌گیری وسیله و نیروی کنارها در زمان پیچ‌ها به بار وارد می‌شود. نیروی به سمت بالا که حداکثر به اندازه ۲۰ درصد وزن بار است در دست‌اندازها و ناهمواری‌های راه به بار وارد می‌شود (شکل ۲۷).

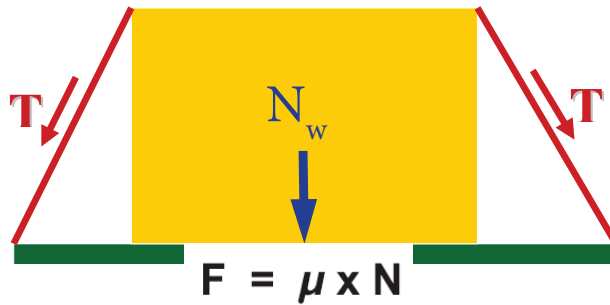


شکل ۲۷- میزان نیروهای وارده به بار در پشت کامیون

برای مهار این حرکت‌ها، در سیستم‌هایی که از مهار عمودی استفاده می‌کنند، از یک یا چند بند استفاده می‌شود. اما چگونه، بستن بند باعث کنترل حرکت‌های بار می‌شود؟ در حقیقت آن چیزی که جلوی حرکت بار را می‌گیرد، بند نیست بلکه نیروی اصطکاکی است که بین بار و سطح کامیون وجود دارد. بند تنها با فشار آوردن به بار باعث افزایش نیروی اصطکاک و در نتیجه جلوگیری از حرکت بار می‌شود.

می‌دانیم که نیروی اصطکاک به دو عامل اساسی بستگی دارد. ضریب اصطکاک و نیروی عمود بر سطح. ضریب اصطکاک عاملی است تا میزان مقاومت اجسام در برابر حرکت را نشان دهد. این ضریب در حالتی که جسم ثابت است با حالتی که جسم در حال حرکت است متفاوت است. معمولاً ضریب اصطکاک در حالت ثابت ۲۰ تا ۳۰ درصد بیشتر از این ضریب در حال حرکت است.

برای آنکه نیروی اصطکاک بیشتر شود و در نتیجه در برابر نیروهای وارد بر بار مقاومت کند، می‌بایست یکی از این دو عامل را افزایش داد. ضریب اصطکاک با ابزارهایی نظیر زیراندازهای لاستیکی و افزایش نیروی عمود بر سطح با بستن بند افزایش می‌یابد.



شکل ۲۸- نیروهای وارد بر باد

که در رابطه بالا  $\mu$  ضریب اصطکاک و  $N$  نیروی عمود بر سطح است. نیروی عمود بر سطح نیز از مجموع وزن و نیروی وارد شده توسط بند تشکیل می‌شود.

$$N = N_w + N_L$$

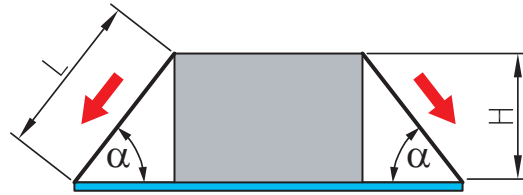
در رابطه بالا  $N_w$  همان نیروی وزن و  $N_L$  نیروی ناشی از بندهاست. بنابراین با افزایش  $N$  و  $\mu$  می‌توان نیروی اصطکاک را افزایش داد و این نیرو نیز در برابر نیروهای وارد بر بار در جهت‌های مختلف مقاومت می‌کند. هرچه سطح بارگیر و یا بار صاف‌تر باشد، ضریب اصطکاک کاهش می‌یابد. جدول ۹ میزان ضریب اصطکاک را در سطوح مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۹- میزان ضریب اصطکاک در سطوح مختلف

| ضریب اصطکاک | سطح تماس                                  |
|-------------|-------------------------------------------|
| ۰/۱ - ۰/۱   | فلز روغنی یا خیس بر روی فلز               |
| ۰/۱ - ۰/۲   | فلز صیقل خورده بر روی فلز صیقل خورده      |
| ۰/۲ - ۰/۴   | فلز صیقل خورده بر روی فلز زنگ زده         |
| ۰/۳ - ۰/۴   | فلز صیقل خورده بر روی چوب                 |
| ۰/۳ - ۰/۴   | فلز صیقل خورده بر روی نوار نقاله          |
| ۰/۶ - ۰/۷   | فلز صیقلی بر روی لایه های افزایشده اصطکاک |
| ۰/۴ - ۰/۷   | فلز زنگ خورده بر روی فلز زنگ خورده        |
| ۰/۶ - ۰/۷   | فلز زنگ خورده بر روی چوب                  |

اگر بر روی باری که روی بارگیر قرار دارد، بند بکشیم، به آن نیرویی عمودی وارد کرده ایم اما این نیرو به زاویه‌ای که بند از روی بار عبور کرده است بستگی دارد. هرچه این زاویه به راستای قائم نزدیک‌تر باشد، نیرویی که به بار وارد می‌شود بیشتر است (جدول ۷). به عبارت دیگر تأثیر بند را می‌توان به صورت رابطه زیر نشان داد:

$$\text{تأثیر زاویه} = \frac{\text{ارتفاع بار}}{\text{طول بند}}$$



شکل ۲۹- نیروهای وارد بر باد

در خصوص نیروی وارده به بار چرخ دار و عملکرد بندها در کلاس بحث و گفت‌وگو کنید و میزان این نیروها را بر روی شکل نشان دهید.

فعالیت  
کلاسی



حال سؤال این است که برای بستن یک بار با وزن مشخص بر روی بارگیری که ضریب اصطکاک آن نیز مشخص است چه تعداد بند از چه نوعی مورد نیاز است؟ برای درک بهتر این موضوع، این مسئله را با یک مثال نشان می‌دهیم:

**مثال ۱:** فرض کنید باری به وزن ۸ تن و به ارتفاع ۱/۲ متر بر روی بارگیر قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک بین بار و بارگیر برابر  $\mu = 0/4$  و طول بند بین مرتفع‌ترین قسمت بار و محل اتصال برابر ۱/۶ متر باشد، محاسبه کنید برای مهار این بار چه تعداد بند مورد نیاز است. فرض کنید که جلوی بار بلاک شده است (یعنی به تخته سر تکیه داده شده) و امکان حرکت بار به سمت جلو وجود ندارد.

**راه حل:** ابتدا باید محاسبه کرد که این بار در جهت‌های مختلف چه میزان نیرو وارد می‌کند. با توجه به اینکه بار از سمت جلو بلاک شده است بنابراین نیروی  $0/8$  وزن بار توسط تخته سر مهار شده است و باید سایر نیروها مورد بررسی قرار گیرد. بار برای حرکت به طرفین و عقب وسیله تا  $5^\circ$  درصد وزن خود نیرو وارد می‌کند. پس نیروی اصطکاک برای مقابله با این نیرو باید حداقل برابر این میزان باشد. در نتیجه داریم:

$$F = 0/5 \times 8000 = 4000 \text{ کیلوگرم نیرو}$$

$$F = \mu \times (N_w + N_L)$$

$$4000 = 0/4 \times (8000 + N_L)$$

$$N_L = 2000 \text{ kg}$$

رابطه بالا بیان گر این است که نیرویی معادل ۲۰۰۰ کیلوگرم می‌بایست به بار وارد کنیم.

حال میزان کشش بند را محاسبه کنیم. نیروی عمود وارد بر بار دو برابر نیروی کشش بند ضرب در ضریب تأثیر بند است. بنابراین:



$$E = 2T \times 0/75 = 1/5 T$$

$$2000 = 1/5 T$$

$$T = 10000 \text{ کیلوگرم}$$

رابطه بالا بیان گر این است که می‌بایست بندی به کار برد که بتوان به آن حداقل ۱۰۰۰۰ کیلوگرم نیرو وارد کرد. برای انتخاب نوع بند و این که چه میزان می‌توان آنها را کشید می‌بایست به جدول ظرفیت بندها مراجعه نمود. جدول ۱۰ میزان کشش هر یک از بندها را نشان می‌دهد:

جدول ۱۰- حداکثر کشش بندهای مختلف برحسب کیلوگرم نیرو

| نوع بند                             | قطر (mm)   | نوع کشنده      | میزان کشش (kgf) |
|-------------------------------------|------------|----------------|-----------------|
| طناب<br>تسمه بافته                  | ۱۰         | گره تکی        | ۵۰              |
|                                     | ۱۲         | گره دوپل       | ۱۰۰             |
| زنجیر<br>طناب<br>تسمه بافته<br>طناب | ۲۵         | آچار جفجغه     | ۱۰۰             |
|                                     | ۳۵         | آچار جفجغه     | ۲۵۰             |
|                                     | ۵۰         | وینچ           | ۳۰۰             |
|                                     |            | آچار جفجغه     | ۳۰۰             |
|                                     |            | آچار جفجغه     | ۶۰۰             |
| تسمه بافته                          | ۷ و بزرگتر | جک لوی         | ۷۵۰             |
|                                     |            | بست قورباغه‌ای | ۱۰۰۰            |

حال با داشتن میزان کشش مورد نیاز (کیلوگرم  $T = 1333$ ) و ظرفیت هر بند، تعداد آن محاسبه می‌شود که نتایج این محاسبه در جدول ۱۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اگر طناب با گره تک استفاده شود، ۲۷ بند مورد نیاز است! اگر از تسمه بافته شده استفاده شود تعداد ۵ تسمه و اگر زنجیر استفاده شود، تعداد زنجیر مورد نیاز ۲ عدد خواهد بود.

جدول ۱۱- محاسبه تعداد بندهای مورد نیاز برای مهار بار

| نوع بند         | کشش مجاز بند (T) | محاسبات         | تعداد بند |
|-----------------|------------------|-----------------|-----------|
| طناب - بست تکی  | ۵۰               | $1333 \div 50$  | ۲۷        |
| طناب - بست دوپل | ۱۰۰              | $1333 \div 100$ | ۱۴        |
| تسمه بافته      | ۳۰۰              | $1333 \div 300$ | ۵         |
| زنجیر           | ۷۵۰              | $1333 \div 750$ | ۲         |

باید مطمئن شد که این سیستم می‌تواند در جهت عمود نیز در برابر فشار بار مقاومت نماید. همان‌طور که گفته شد، نیروی بار در جهت عمود، ۲۰ درصد وزن بار است. پس نیروی عمود وارد بر بار توسط بند حداقل باید به اندازه ۲۰ درصد وزن بار باشد. در این مثال داریم:

$$N_L = 2000 \div 8000 = 0.25 \text{ یا } 25\%$$

که بزرگ‌تر از ۲۰٪ است.

اما روش دیگری نیز برای تعیین تعداد بندهای مجاز وجود دارد و آن استفاده از جداولی است که برای این منظور تهیه شده‌اند. همین محاسبات برای ضریب اصطکاک‌های متفاوت، بندهای متفاوت و سایر شرایط متغیر، انجام شده و نتایج آن به صورت جداولی ارائه شده است. جداول ۱۲ تا ۱۶ این موضوع را نشان می‌دهند.

جدول ۱۲- ماکزیمم وزن بار برای زاویه ۹۰ درجه

|  ماکزیمم وزن بار (kg) - تأثیر زاویه = ۱/۰ |             |             |             |                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|
| بلاک شده                                                                                                                   |             | بلاک نشده   |             | بلاکینگ جلوی بار                             |
| زیاد                                                                                                                       | متوسط       | زیاد        | متوسط       | مقدار اصطکاک                                 |
| $\mu = 0/6$                                                                                                                | $\mu = 0/4$ | $\mu = 0/6$ | $\mu = 0/4$ |                                              |
| ۵۰۰                                                                                                                        | ۴۰۰         | ۳۰۰         | ۱۰۰         | طناب - گره تکی<br>میانگین کشش = ۵۰ کیلوگرم   |
| ۱۰۰۰                                                                                                                       | ۸۰۰         | ۶۰۰         | ۲۰۰         | طناب - گره دوپل<br>میانگین کشش = ۱۰۰ کیلوگرم |
| ۳۰۰۰                                                                                                                       | ۲۴۰۰        | ۱۸۰۰        | ۶۰۰         | تسمه بافته<br>میانگین کشش = ۳۰۰ کیلوگرم      |
| ۷۵۰۰                                                                                                                       | ۶۰۰۰        | ۴۵۰۰        | ۱۵۰۰        | زنجیر<br>میانگین کشش = ۷۵۰ کیلوگرم           |

جدول ۱۳- ماکزیمم وزن بار برای زاویه ۶۰ تا ۹۰ درجه

|  ماکزیمم وزن بار (kg) - تأثیر زاویه = ۰/۸۵ تا ۱/۰ |             |             |             |                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|
| بلاک شده                                                                                                                             |             | بلاک نشده   |             | بلاکینگ جلوی بار                             |
| زیاد                                                                                                                                 | متوسط       | زیاد        | متوسط       | مقدار اصطکاک                                 |
| $\mu = 0/6$                                                                                                                          | $\mu = 0/4$ | $\mu = 0/6$ | $\mu = 0/4$ |                                              |
| ۴۲۵                                                                                                                                  | ۳۴۰         | ۲۵۵         | ۸۵          | طناب - گره تکی<br>میانگین کشش = ۵۰ کیلوگرم   |
| ۸۵۰                                                                                                                                  | ۶۸۰         | ۵۱۰         | ۱۷۰         | طناب - گره دوپل<br>میانگین کشش = ۱۰۰ کیلوگرم |
| ۲۵۵۰                                                                                                                                 | ۲۰۴۰        | ۱۵۳۰        | ۵۱۰         | تسمه بافته<br>میانگین کشش = ۳۰۰ کیلوگرم      |
| ۶۳۷۵                                                                                                                                 | ۵۱۰۰        | ۳۸۲۵        | ۱۲۷۵        | زنجیر<br>میانگین کشش = ۷۵۰ کیلوگرم           |

جدول ۱۴- ماکزیمم وزن بار برای زاویه ۴۵ تا ۶۰ درجه

ماکزیمم وزن بار (kg) - تأثیر زاویه = ۰/۷۰ تا ۰/۸۴



| بلاک شده            |                      | بلاک نشده           |                      | بلاکینگ جلوی بار                             |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| زیاد<br>$\mu = ۰/۶$ | متوسط<br>$\mu = ۰/۴$ | زیاد<br>$\mu = ۰/۶$ | متوسط<br>$\mu = ۰/۴$ | مقدار اصطکاک                                 |
| ۳۵۰                 | ۲۸۰                  | ۲۱۰                 | ۷۰                   | طناب = گره تکی<br>میانگین کشش = ۵۰ کیلوگرم   |
| ۷۰۰                 | ۵۶۰                  | ۴۲۰                 | ۱۴۰                  | طناب = گره دوبر<br>میانگین کشش = ۱۰۰ کیلوگرم |
| ۲۱۰۰                | ۱۶۸۰                 | ۱۲۶۰                | ۴۲۰                  | تسمه بافته<br>میانگین کشش = ۳۰۰ کیلوگرم      |
| ۵۲۵۰                | ۴۲۰۰                 | ۳۱۵۰                | ۱۰۵۰                 | زنجیر<br>میانگین کشش = ۷۵۰ کیلوگرم           |

جدول ۱۵- ماکزیمم وزن بار برای زاویه ۳۰ تا ۴۵ درجه

ماکزیمم وزن بار (kg) - تأثیر زاویه = ۰/۵۰ تا ۰/۶۹



| بلاک شده            |                      | بلاک نشده           |                      | بلاکینگ جلوی بار                             |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| زیاد<br>$\mu = ۰/۶$ | متوسط<br>$\mu = ۰/۴$ | زیاد<br>$\mu = ۰/۶$ | متوسط<br>$\mu = ۰/۴$ | مقدار اصطکاک                                 |
| ۲۵۰                 | ۲۰۰                  | ۱۵۰                 | ۵۰                   | طناب = گره تکی<br>میانگین کشش = ۵۰ کیلوگرم   |
| ۵۰۰                 | ۴۰۰                  | ۳۰۰                 | ۱۰۰                  | طناب = گره دوبر<br>میانگین کشش = ۱۰۰ کیلوگرم |
| ۱۵۰۰                | ۱۲۰۰                 | ۹۰۰                 | ۳۰۰                  | تسمه بافته<br>میانگین کشش = ۳۰۰ کیلوگرم      |
| ۳۷۵۰                | ۳۰۰۰                 | ۲۲۵۰                | ۷۵۰                  | زنجیر<br>میانگین کشش = ۷۵۰ کیلوگرم           |



جدول ۱۶- ماکزیمم وزن بار برای زاویه ۱۵ تا ۳۰ درجه

|  ماکزیمم وزن بار (kg) - تأثیر زاویه = ۰/۲۵ تا ۰/۴۹ |             |             |             |                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|
| بلاک شده                                                                                                                            |             | بلاک نشده   |             | بلاکینگ جلوی بار                             |
| زیاد                                                                                                                                | متوسط       | زیاد        | متوسط       | مقدار اصطکاک                                 |
| $\mu = 0/6$                                                                                                                         | $\mu = 0/4$ | $\mu = 0/6$ | $\mu = 0/4$ |                                              |
| ۲۵۰                                                                                                                                 | ۲۰۰         | ۱۵۰         | ۵۰          | طناب = گره تکی<br>میانگین کشش = ۵۰ کیلوگرم   |
| ۵۰۰                                                                                                                                 | ۴۰۰         | ۳۰۰         | ۱۰۰         | طناب = گره دوپل<br>میانگین کشش = ۱۰۰ کیلوگرم |
| ۱۵۰۰                                                                                                                                | ۱۲۰۰        | ۹۰۰         | ۳۰۰         | تسمه بافته<br>میانگین کشش = ۳۰۰ کیلوگرم      |
| ۳۷۵۰                                                                                                                                | ۳۰۰۰        | ۲۲۵۰        | ۷۵۰         | زنجیر<br>میانگین کشش = ۷۵۰ کیلوگرم           |

اگر بخواهیم همان مسئله را با استفاده از جدول حل کنیم، می‌بایست به روش زیر عمل نمائیم. چون ضریب تأثیر بند برابر ۰/۷۵ است، می‌بایست از جدول ۱۴ استفاده کرد. چون جلوی بار بلاک شده است، اعداد ستون سوم باید استفاده شوند. این اعداد بیان‌گر این مطلب هستند که اگر در چنین شرایطی ( $E = 0/75$  و  $\mu = 0/4$ ) برای مهار بار از یک طناب با گره تک استفاده کنیم، حداکثر وزن بار باید ۲۸۰ کیلوگرم باشد و مثلاً اگر از یک زنجیر استفاده می‌کنیم، حداکثر وزن بار می‌بایست ۴۲۰۰ کیلوگرم باشد. حال با داشتن وزن بار و اعداد این ستون می‌توان تعداد بند را به شرح جدول ۱۷ محاسبه کرد.

جدول ۱۷- روش محاسبه تعداد بند با استفاده از جدول

| تعداد بند | محاسبه           | وزن مجاز بار | نوع بند         |
|-----------|------------------|--------------|-----------------|
| ۲۹        | $8000 \div 280$  | ۲۸۰          | طناب - گره تکی  |
| ۱۵        | $8000 \div 560$  | ۵۶۰          | طناب - گره دوپل |
| ۵         | $8000 \div 1680$ | ۱۶۸۰         | تسمه بافته      |
| ۲         | $8000 \div 4200$ | ۴۲۰۰         | زنجیر           |

مشاهده می‌شود که نتایج به دست آمده با نتایج به دست آمده از روش اول تقریباً یکسان است.

### جدول ارزشیابی شایستگی تعیین یراق آلات مهار بار

| نمره                     | استاندارد<br>(شاخص ها، دآوری، نمره دهی)                            | نتایج                   | استاندارد عملکرد<br>(کیفیت)                                                            | تکالیف عملکردی<br>(شایستگی ها) | عنوان پودمان<br>فصل      |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| ۳                        | طراحی یک سیستم مهار<br>بار عمودی با در نظر گرفتن<br>موانع حرکت بار | بالتر از حد<br>انتظار   | طراحی<br>سیستم مهار بار<br>براساس<br>آیین نامه<br>مهار بار با<br>استفاده از<br>محاسبات | تعیین<br>یراق آلات مهار<br>بار | فناوری<br>پایدارسازی بار |
| ۲                        | طراحی سیستم مهار بار<br>عمودی بدون موانع حرکت                      | در حد انتظار            |                                                                                        |                                |                          |
| ۱                        | تعیین یراق آلات مهار بار<br>بدون ظرفیت باربری                      | پایین تر از<br>حدانتظار |                                                                                        |                                |                          |
| نمره مستمر از ۵          |                                                                    |                         |                                                                                        |                                |                          |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ |                                                                    |                         |                                                                                        |                                |                          |
| نمره پودمان از ۲۰        |                                                                    |                         |                                                                                        |                                |                          |

## پودمان ۲

# فناوری پایدارسازی بار

واحد شایستگی ۲: ارزیابی وضعیت ایمنی وسایل نقلیه



## بررسی مقاومت کششی وسایل نقلیه در جاده‌های مختلف

### مقاومت غلتشی

مقاومت غلتشی عبارت از مقاومتی است که یک وسیله نقلیه در اثر حرکت روی سطح جاده با آن مواجه می‌شود. این مقاومت با نوع وضعیت سطحی که وسیله نقلیه روی آن حرکت می‌کند متغیر است. خاک نرم دارای مقاومت زیادتر از سطوح سخت جاده (جاده‌های بتنی) می‌باشد. همچنین مقاومت غلتشی با اندازه، فشار و طرح لاستیک وسیله نقلیه نیز متغیر می‌باشد.



شکل ۱- جهت غلتش تیر و مقاومت غلتشی

اگر یک وسیله نقلیه از جاده سخت بتنی خارج شده و وارد جاده نرم خاکی گردد مقاومت در مقابل حرکت وسیله نقلیه افزایش می‌یابد. به عنوان مثال اگر یک فرغون با چرخ لاستیکی کاملاً پر باد دارای بار باشد، خیلی راحت‌تر می‌توان آن را نسبت به موقعی که لاستیک کم باد و صاف است در پیاده روی بتنی به حرکت در آورد. این اختلاف بستگی به تغییرات در مقاومت غلتشی دارد. یک تایر باریک با فشار بار زیاد مقاومت غلتشی کمتری نسبت به یک تایر با فشار بار کم روی جاده سخت ایجاد می‌کند. این پدیده در نتیجه سطح تماس کم بین تایر و جاده می‌باشد. بنابراین اگر سطح جاده نرم باشد و تایر در خاک فرو رود یک تایر پهن کم باد مقاومت غلتشی کمتری را نسبت به یک تایر باریک‌تر پر باد تولید می‌کند. به عبارت دیگر در خاک نرم تایر باریک‌تر نسبت به تایر پهن بیشتر فرو می‌رود. بنابراین نوع و اندازه تایر برای وسایل نقلیه باید متناسب با نوع و وضعیت جاده انتخاب شود.

محاسبه دقیق مقاومت غلتشی برای راه‌ها و تیره‌های مختلف امکان‌پذیر نیست، لیکن می‌توان از رابطه تجربی و کارگاهی برای محاسبات استفاده کرد. همچنین می‌توان از وسایلی نظیر داینامومتر برای تعیین میزان نیروی کششی حاصل از غلتش بهره برد.

میزان مقاومت غلتشی برای یک وسیله نقلیه با تایر لاستیکی بر روی یک سطح تراز صاف و سخت حدود ۲۰ کیلوگرم در هر تن از وزن وسیله نقلیه (Kg/ton) و برای چرخ‌های لاستیکی رادیال (سطح تماس بیشتر با زمین) حدود ۱۵ کیلوگرم در هر تن از وزن وسیله نقلیه است.

همچنین به ازای هر یک سانتی متر نفوذ لاستیک وسیله نقلیه در سطح زمین ۶ کیلوگرم در هر تن از وزن ماشین بر مقاومت غلتشی افزوده می شود. مطالب فوق را می توان به صورت رابطه زیر (برای چرخ های لاستیکی) خلاصه کرد:

$$\text{مقدار نفوذ لاستیک در سطح زمین بر حسب سانتی متر} \times ۶ + ۲۰ = \text{مقاومت غلتشی (Kg/ton)}$$

و به زبان ساده تر:

$$\text{وزن وسیله نقلیه} \times \text{ضریب مقاومت غلتشی} = \text{مقاومت غلتشی}$$

#### جدول ۱- ضریب مقاومت غلتشی مربوط به جاده های مختلف بر حسب گیلوگرم بر تن

| چرخ های لاستیکی با یاتاقان بدون اصطکاک |               | نوع جاده      |
|----------------------------------------|---------------|---------------|
| فشار باد کم                            | فشار باد زیاد |               |
| ۲۲/۵                                   | ۱۷/۵          | بتن مسطح      |
| ۳۰-۲۵                                  | ۳۲/۵۲۰        | آسفالت خوب    |
| ۳۵-۲۵                                  | ۳۵۲۰          | خاکی متراکم   |
| ۱۴۰۱۷۰                                 | ۱۵۰۲۰۰        | خاکی گلی      |
| ۱۱۰۱۳۰                                 | ۱۴۵۱۳۰        | شن و ماسه سست |

پایین نگهداشتن مقاومت غلتشی جاده ها یکی از بهترین روش های کاهش مصرف سوخت در خودروها می باشد.

لازم به ذکر است برای جاده های سخت بتنی و آسفالتی، تایلر با باد زیاد مقاومت غلتشی کمتری را ایجاد می نماید و در مقابل برای سطوح نرم و سست استفاده از تایلرهای کم باد مقاومت غلتشی کمتری را ایجاد می کند.

### ضریب اصطکاک کششی

اصطکاک از جنبه های زیادی در زندگی روزانه اهمیت دارد، روغن در موتور خودرو اصطکاک بین قطعات متحرک را کمینه می کند ولی بدون اصطکاک بین تایلرها و جاده کسی قادر به راندن و یا دور زدن خودرو نخواهد بود.



شکل ۲- کاهش اصطکاک بین تایلر و برف موجب بکسواد تایلر می گردد

یک وسیله نقلیه زمانی می تواند از کل قدرت موتور خود در جهت حمل بار یا مسافر استفاده کند که اصطکاک کششی کافی بین چرخ ها و جهت انتقال نیرو به زمین به وجود آید به عبارت دیگر چرخ ها بر روی زمین بکسواد نکنند و می توان گفت:

کل بار بر روی چرخ ها  $\times$  ضریب اصطکاک کششی = حداکثر نیروی کششی ممکن بین چرخ ها و زمین  
 ضریب اصطکاک کششی بین چرخ های لاستیکی و سطح جاده با نوع آج لاستیک و همچنین نوع سطح جاده متغیر خواهد بود.

در جدول زیر مقادیر مختلف ضریب اصطکاک کششی برای شرایط مختلف جاده داده شده است.

جدول ۲- مقادیر مختلف ضریب اصطکاک کششی برای شرایط مختلف جاده

| ضریب       | نوع جاده      |
|------------|---------------|
| ۰/۸ تا ۱   | بتن و آسفالت  |
| ۰/۷ تا ۰/۵ | خاکی خشک      |
| ۰/۵ تا ۰/۴ | خاکی تر       |
| ۰/۴ تا ۰/۳ | شن و ماسه خیس |
| ۰/۳ تا ۰/۲ | شن خشک سست    |
| ۰/۲        | برف خشک       |
| ۰/۱        | یخ            |

در خصوص میزان مقاومت غلتشی تایرهای وسایل نقلیه در جاده های آسفالت، شنی و خاکی و همچنین ضریب اصطکاک آنها بر روی سطوح جاده های مختلف بحث شود.

فعالیت  
کلاسی



## تایر

### انواع ساختار تایر

**تایرهای بایاس:** در این دسته از تایرها امتداد نخ های لایه با خط مرکزی تایر زاویه مورب می سازد و قرارگیری لایه ها روی یکدیگر به صورت ضربدری می باشد. جنس نخ لایه ها از نایلون است و در بدنه تایر، به جز در ناحیه طوقه ها، از سیم فولادی استفاده نمی شود.

**تایرهای رادیال:** در تایر رادیال امتداد نخ های لایه با خط مرکزی تایر زاویه ای در حدود ۹۰ درجه می سازد و به عبارت دیگر امتداد نخ ها در جهت شعاعی قرار گرفته است. جنس نخ لایه ها عموماً از ریون یا پلی استال است.

**ویژگی مهم تایرهای رادیال:** مصرف سوخت کم، پایداری حرکتی خوب، رانندگی راحت، دوام و طول عمر زیاد، شتاب گیری و ترمزگیری سریع و مطمئن، فرمان پذیری مناسب، مقاومت در مقابل پنچری.



لایه‌های مورب تایر

شکل ۴- ساختمان تایر بایاس



لایه‌های شعاعی تایر

شکل ۳- ساختمان تایر رادیال

## نقش گل یا طرح آج

برای افزایش کارایی رویه تایر، علاوه بر استفاده از مواد تشکیل دهنده خاص معمولاً آن را با طرح‌های خاصی شیاردار و منقوش می‌سازند. این نقوش را کلاً نقش گل یا پترن (Patern) می‌نامند. طرح گل علاوه بر زیبا کردن ظاهر تایر، در کارکرد بهینه آن از نظر چنگ‌زنی، ترمزگیری، راندن آب سطح جاده به طرفین مسیر حرکت تایر و همچنین خنک کردن تایر بسیار مؤثر است. در مجموع انواع گل‌های تایر را با توجه به کاربردها و کاربردهای آن می‌توان به چند دسته تقسیم کرد.



شکل ۵- آج پترن

**۱- طرح نیم دنده (K-LUG):** این طرح گل مخصوص محور عقب خودروهای کامیونی و وانتی، مطابق شکل دارای شیارهای عرضی در سرتاسر محیط تایر است. طرح نیم‌دنده، راندن و پیش بردن خودرو را به خوبی انجام داده و قدرت چنگ‌زنی و ترمزگیری بسیار خوبی دارد ولی در سرعت‌های بالا صدای زیادی تولید کرده و در صورت استفاده در محور جلو موجب سفت شدن فرمان و سایش پله‌ای تایر می‌شود.



شکل ۶- آج تایر با طرح چهار خط

**۲- طرح چهار خط (Power Highway):** در اینجا منظور از خط، شیارهایی است که به طور محیطی در سرتاسر تایر دیده می‌شود. تعداد این شیارها عموماً ۳ یا ۴ شیار است ولی در بازار این طرح را چهار خط می‌نامند. با توجه به فرمان‌پذیری مناسب و پایداری حرکتی خوب و همچنین قدرت ترمزگیری مناسب عموماً از طرح چهار خط در محور جلو استفاده می‌شود.



شکل ۷- آج تایر با  
طرح دو خط

**۳- طرح دو خط (Traction Popper):** این طرح ترکیبی از نیم‌دنده و چهار خط است و دارای شیار محیطی در مرکز تایر و شیارهای عرضی دورتادور تایر می‌باشد. از این طرح نیز به خاطر فرمان‌گیری خوب و ترمزگیری مناسب در محور جلوی خودروهای کامیونی و وانتی استفاده می‌شود.



شکل ۸- آج تایر با  
طرح مرکب

**۴- طرح مرکب (Elegance):** این طرح عموماً روی تایرهای رادیال به خصوص رادیال سواری مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرایط حرکتی و ابعاد خودروهای سواری به گونه‌ای است که در محورهای جلو و عقب از طرح گل یکسان استفاده می‌شود. طرح گل تایر خودروهای سواری بسیار متنوع بوده و به گونه‌ای است که علاوه بر تأمین ویژگی‌هایی نظیر مقاومت غلتشی کم (مصرف سوخت کمتر)، چنگ‌زنی و ترمزگیری خوب، قابلیت بیرون راندن آب هنگام تماس با جاده، فرمان‌گیری مناسب و حرکت نرم و راحت، از ظاهری زیبا نیز برخوردار است.



شکل ۹- آج تایر با  
طرح جهت‌دار

**۵- طرح جهت دار (Falcon):** این طرح در تایر خودروهای سواری کاربرد دارد، علاوه بر پایداری مناسب هنگام حرکت در جاده‌های خیس، در سرعت‌های بالا دارای استحکام و دوام بسیار خوبی است. طرح جهت‌دار دارای شیارهای جانبی در دو طرف خط مرکزی تایر و در یک جهت می‌باشد، لذا هنگام نصب تایر روی رینگ باید دقت نمود که جهت شیارها با جهت حرکت رو به جلوی خودرو هم‌سو و هماهنگ باشد. بر روی دیواره‌های تایر جهت‌دار، جهت صحیح نصب تایر با شکلی شبیه فلش و عبارت Rotation مشخص شده است.

## شاخص بار

هر تایر با توجه به ساختار و تعداد لایه‌های به کار رفته در آن توان تحمل میزان بار مشخصی را دارد. به عنوان مثال مجموع وزنی که چهار حلقه تایر یک خودروی سواری تحمل می‌کند، شامل مجموع وزن خودرو با باک بنزین پر و وزن سرنشینان به علاوه چند درصد اضافه بار می‌باشد. بنابراین تیرسازان با توجه به اندازه تایر و مشخصات خودروی مربوطه و با استناد به استانداردهای موجود برای تایرهای مختلف حداکثر تحمل میزان بار را معین می‌کنند. به عنوان مثال تائیری که دارای شاخص بار ۸۴LI است می‌تواند تا ۵۰۰ کیلوگرم بار را تحمل کند سازندگان تایر جدول شاخص بار برای محصولات خود ارائه می‌کنند. (LI مخفف Load Index می‌باشد).



## شاخص سرعت

جدول شماره ۳- شاخص سرعت

| شاخص | میزان سرعت | شاخص | میزان سرعت |
|------|------------|------|------------|
| سرعت | km/h       | سرعت | km/h       |
| A۱   | ۵          | J    | ۱۰۰        |
| A۲   | ۱۰         | K    | ۱۱۰        |
| A۳   | ۱۵         | L    | ۱۲۰        |
| A۴   | ۲۰         | M    | ۱۳۰        |
| A۵   | ۲۵         | N    | ۱۴۰        |
| A۶   | ۳۰         | P    | ۱۵۰        |
| A۷   | ۳۵         | O    | ۱۶۰        |
| A۸   | ۴۰         | R    | ۱۷۰        |
| B    | ۵۰         | S    | ۱۸۰        |
| C    | ۶۰         | T    | ۱۹۰        |
| D    | ۶۵         | U    | ۲۰۰        |
| E    | ۷۰         | H    | ۲۱۰        |
| F    | ۸۰         | V    | ۲۴۰        |
| G    | ۹۰         | Y    | ۲۷۰        |

حداکثر سرعتی که تایر می‌تواند همزمان با میزان بار مجاز تحمل کند، شاخص سرعت نامیده می‌شود. در استانداردهای تایر شاخص سرعت تایر را با استفاده از حروف الفبای لاتین نشان می‌دهند. این حروف روی دیواره تایر درج می‌شوند. به عنوان مثال تائیری که دارای شاخص سرعت T است در شرایط بار مجاز قابلیت تحمل سرعت تا ۱۹۰ کیلومتر در ساعت، در جاده استاندارد را دارد.

## میزان باد مجاز (Inflation Pressure)

باد فشرده داخل تایر در حقیقت حمل‌کننده اصلی بار خودرو است و سنگینی مجموعه وزن خودرو را تحمل می‌کند. لذا نقش باد در عملکرد تایر بسیار حساس و تعیین‌کننده است. در صورتی که باد تایر از حد مجاز کمتر باشد سرعت استهلاک تایر به شدت افزایش می‌یابد، در مقابل افزایش باد بیش از حد مجاز منجر به مشکلات متعددی شده و بر عمر و ایمنی تایر اثرات نامطلوبی دارد. معمولاً میزان باد مجاز هر تایر توسط سازنده خودرو مشخص می‌گردد. حداکثر باد مجاز هر تایر در شرایط خنک نیز توسط سازنده تایر پس از عبارت Max Inflation Pressure بر روی دیواره تایر درج می‌گردد. باد تایر را باید هنگامی که تایرخنک است تنظیم کرد.

## نسبت منظر

نسبت منظر یک تایر عبارت است نسبت ارتفاع مقطع تایر به عرض مقطع آن. برای مثال سری ۷۰، یعنی اینکه ارتفاع مقطع تایر ۷۰ درصد عرض مقطع آن می‌باشد. بنابراین در تایرهایی با سری نسبت منظر کمتر، ارتفاع دیواره کوتاه‌تر است.

عرض مقطع



شکل ۱۰- نسبت منظر تایر

## اندازه نویسی تایرهای رادیال

۱۹۵/۶۵R۱۵ ۹۱H: در این روش که رایج‌ترین شیوه برای اندازه‌نویسی تایرهای رادیال سواری است، ۱۹۵ نشان‌دهنده عرض مقطع تایر برحسب میلی‌متر، ۶۵ نسبت منظر برحسب درصد، R معرف ساختار رادیال و عدد ۱۵ قطررینگ برحسب اینچ می‌باشد. همچنین در مثال فوق عدد ۹۱ نشان‌دهنده شاخص بار و H نشان‌دهنده شاخص سرعت تایر است.



شکل ۱۱- مندرجات روی تایر

## باد تایر و عیوب ناشی از کم بادی و فشار باد زیاد

برای افزایش عمر مفید تایر و ایمنی در حرکت، همواره به نقش تعیین‌کننده باد مناسب تایر توجه نمایید. اگر باد تایر کمتر از حد مجاز باشد، فشار هوای کم باعث تولید حرارت بیشتر در تایر می‌گردد. نتیجه افزایش حرارت تایر در حرکت، جدایی نخ‌های تایر است که در نهایت به بریده شدن نخ‌ها و پنچری تایر می‌انجامد. اگر باد تایر بیش از حد مجاز باشد، فرمان‌پذیری چرخ ضعیف می‌شود و امکان ترکیدگی تایر هنگام برخورد با مانع وجود خواهد داشت، از این رو فشار باد باید حداقل ماهی دوبار کنترل شود. میزان فشار باد مجاز با توصیه کارخانه سازنده خودرو و یا براساس میزان بار و یا براساس میزان بار و توصیه شرکت سازنده تایر مشخص می‌شود. کنترل فشار باد حتماً باید هنگامی انجام شود که تایرها کاملاً خنک و در شرایط عادی باشند. فشار باد کم موجب خمش زیاد تایر شده و در اثر تغییر شکل مداوم تایر کم باد در حین حرکت روی جاده، حرارت زیادی در بدنه تایر تولید شده و منجر به تخریب بدنه تایر می‌گردد. علاوه بر آن در اثر فشار باد کم، سایش ناحیه شانه افزایش یافته و فرمان‌پذیری مشکل و ضعیف می‌گردد. در مقابل فشار باد زیاد توانایی تایر را برای جذب لرزش‌های ناشی از جاده کاهش داده و در نتیجه راننده احساس می‌کند که فرمان می‌کوبد. از طرف دیگر فشار باد بیش از حد باعث می‌شود تا مرکز تایر بیشتر از بقیه سطح رویه آن با جاده در تماس باشد و لذا منجر به صدمه رسیدن به بدنه و سایش سریع مرکز سطح آج تایر می‌گردد.



شکل ۱۲- نمایش تایر (باد کافی، پر باد، کم باد)

### فشار باد تایر در مواقع خاص

**جاده گلی:** در شرایط کاملاً گلی، کم کردن فشار باد باعث افزایش اندازه سطح تماس تایر با جاده شده و قابلیت حرکتی تایر را بالا می‌برد.

**جاده برفی:** در جاده برفی فشار باد معمولی تایر را تغییر ندهید. فقط در صورتی که ناهمواری جاده برفی زیاد باشد کاهش فشار باد به جلو بردن و غلتیدن تایر کمک می‌کند.

**جاده سنگلاخی:** در مسیر سنگلاخی فشار باد معمولی را نباید تغییر داد. کاهش فشار باد موجب صدمه دیدن تایر و حتی ترکیدن آن می‌گردد.

**جاده ماسه‌ای:** کاهش فشار باد تایر به غلتیدن و جلو بردن تایر و خودرو در جاده شنی و ماسه‌ای کمک می‌کند.

### تنظیم سیستم فرمان و جلوبندی وسیله نقلیه

تنظیم نبودن زوایای فرمان و جلوبندی وسیله نقلیه، به خصوص موازی نبودن چرخ‌ها علاوه بر تأثیر نامطلوب در کارکرد خودرو، تایرها را به شدت دچار فرسایش می‌کند. لذا در صورت بروز سایش غیرمعمول در تایر، پس از کنترل میزان فشار باد تایر، باید برای اطمینان از تنظیم بودن زوایای فرمان و سیستم جلوبندی، وسیله نقلیه را به تعمیرگاه منتقل نمود.

از روی کالانما (کاتالوگ) تایرهای وسایل نقلیه جاده‌ای، در خصوص مفاهیم اعداد و مشخصات مندرج بر روی تایرهایی با اندازه و آج‌های مختلف بحث نمایید.

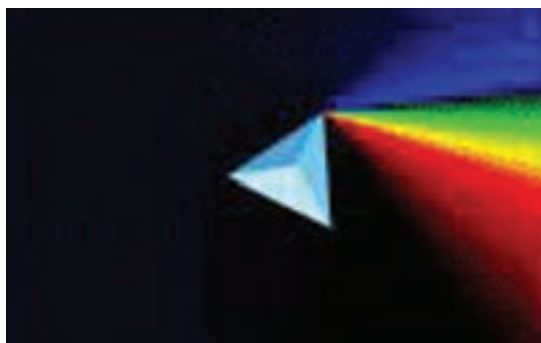
فعالیت  
کلاسی



### سیستم نور خودرو

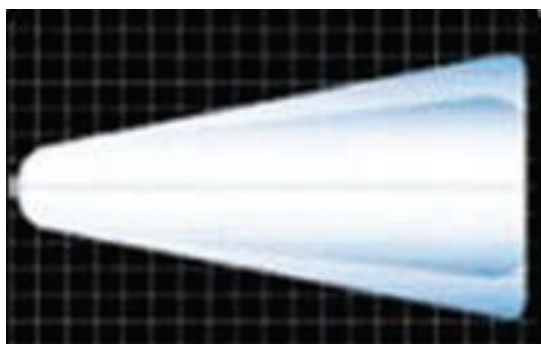
#### سیستم نورپردازی خودرو چیست؟

قسمتی از خودرو که شامل نور و سیستم هشدار دهنده است و در قسمت جلو، بغل و عقب خودرو قرار دارند. هدف سیستم نورپردازی این است که نور کافی را برای راننده در هنگام تاریکی ایجاد کند تا بتواند دید خودرو را افزایش داده و اطلاعاتی در رابطه با موقعیت خودرو از نظر اندازه، مکان قرارگیری، جهت حرکت و قصد راننده برای تغییر مسیر و سرعت حرکت نشان دهد.



شکل ۱۳- رنگ‌های تجزیه شده نور از چراغ خودروها

**رنگ نور ساطع شده:** نوع و میزان رنگ نور ساطع شده از چراغ خودرو، توسط مرکز راهنمایی و رانندگی مجمع سازمان ملل به صورت کلی مشخص شد؛ که چراغ‌های عقب، رنگ قرمز، چراغ‌های بغل و هشداردهنده، رنگ زرد یا نارنجی، چراغ‌های جلو، رنگ سفید یا رنگ انتخابی زرد، ساطع کنند و به استثناء رنگ چراغ خودروهای اورژانسی هیچ رنگ دیگری نباید استفاده شود.



شکل ۱۴- رنگ نور چراغ جلو خودروها

**نور جلوی خودرو:** نور جلوی خودرو توسط چراغ جلو که متشکل از نور بالا و پایین می‌باشد تأمین می‌شود، چراغ‌های مه شکن و چراغ راهنما نیز این مجموعه را کامل می‌کند.



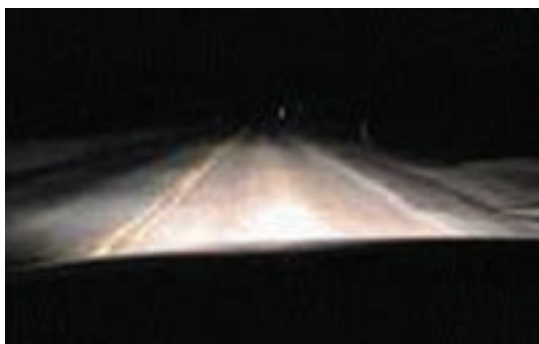
شکل ۱۵- چراغ جلو خودروها

**چراغ جلو:** این چراغ در قسمت جلوی خودرو قرار گرفته و هدف آن روشن کردن مسیر جلوی خودرو در هنگام تاریکی و یا بارش باران و برف می‌باشد.



شکل ۱۶- چراغ عقب خودروها

**چراغ عقب:** در هنگام تاریکی شب، نمای عقب خودرو توسط چراغ عقب خودرو نمایان می‌شود، به چراغ عقب، چراغ خطر و نور عقب نیز می‌گویند. چراغ‌های عقب می‌بایست نور قرمز ساطع کنند و طوری ساخته شده باشند که در زمانی که چراغ جلو خودرو روشن است، آنها نیز روشن شوند. چراغ ترمز ممکن است در داخل چراغ عقب تعبیه شود و یا به صورت مجزا در عقب خودرو قرار بگیرد. در حالت اول، چراغ ترمز نور کم‌رنگ‌تر و چراغ عقب نور قرمز تیره‌تری از خود ساطع می‌کنند. چراغ‌های ترمز و عقب ممکن است به صورت جداگانه عمل کنند و یا نور ساطع شده از آنها توسط یک لامپ با دو شدت تأمین شود.



شکل ۱۷- نور پایین چراغ جلو خودروها

**نور پایین:** چراغ نور پایین (نور کم یا نور عبور)، نور کافی برای دید جلو و اطراف خودرو را فراهم می‌کند، بدون اینکه با نور خیره شونده، مانع دید راننده مقابل شود. کاربرد این نور، روشن کردن مسیر جاده در زمانیست که سایر وسایل نقلیه در مقابل شما قرار دارند.



شکل ۱۸- نور رانندگی، نور بالا یا نور کامل

**نور اصلی:** چراغ نور اصلی (نور رانندگی یا نور بالا یا نور کامل) نوری شدید و بسیار خیره کننده می‌باشد. از همین رو، این نور تنها در زمانی استفاده می‌شود که خودرو به تنهایی در جاده در حال حرکت است، زیرا این نور در چشم راننده مقابل خیره شده و او دید کافی نخواهد داشت.

**چراغ مه‌شکن:** چراغ مه‌شکن جلو، نوری گسترده و میله‌ای شکل ساطع کرده و می‌تواند سفید و یا زرد باشد. این چراغ باید زمانی استفاده شود که خودرو با سرعت کم در حال حرکت است و شرایط جوی باران، برف، مه و گرد و غبار وجود دارد تا نور هدایت شده به سمت سطح جاده را افزایش دهد. از همین رو، این چراغ‌ها اغلب به جای چراغ جلو استفاده می‌شوند، زیرا نور ساطع شده از مه و برف را کاهش می‌دهند، به طور کلی استفاده چراغ مه‌شکن بدون چراغ نور پایین ممنوع است. زمانی که دید راننده به اندازه زیادی پایین نباشد، استفاده از چراغ مه‌شکن ممنوع است، (برای مثال در انگلستان)، زیرا نور خیره کننده به چشم راننده مقابل برخورد می‌کند و همچنین در شرایطی که جاده خیس باشد، دید خود راننده نیز به علت نور بیش از حد کاهش می‌یابد. در اکثر کشورها، به دلیل نبود شرایط جوی مه‌آلود، اجباری برای استفاده از این چراغ وجود ندارد در نتیجه روشن کردن این چراغ تنها جنبه ظاهری داشته و اغلب به عنوان چراغی جایگزین و یا برای زیبایی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱۹- چراغ مه‌شکن

**چراغ راهنما:** در خودروها، چراغ راهنما، برای نشان دادن تغییر مسیر خودرو و خارج شدن از پارک است.



شکل ۲۰- چراغ راهنما

**چراغ موقعیت جلو:** نمای ظاهر شده از یک خودروی ایستاده در هنگام شب توسط چراغ موقعیت جلو مشخص می‌شود. اکنون در بیشتر کشورها استفاده از این چراغ در هنگام رانندگی ممنوع است مگر در صورتی که چراغ جلو نیز روشن باشد.



شکل ۲۱- چراغ موقعیت جلو

**چراغ رانندگی:** واژه «چراغ رانندگی» از زمانی شکل گرفت که اولین خودروها در هنگام شب به حرکت درآمدند، در آن زمان به ندرت پیش می‌آمد که خودرویی در مقابل وجود داشته باشد. تنها زمانی که دو خودرو از مقابل هم عبور می‌کردند واژه «نور عبور» و یا «نور پایین» استفاده می‌شد. واژه نور کامل به‌عنوان نور رانندگی شناخته می‌شود.



شکل ۲۲- چراغ رانندگی



در ارتباط با دلایل انتخاب رنگ نور چراغ‌های: عقب، راهنما و جلو مورد استفاده در وسایل نقلیه بحث شود.

## آینه‌های خودرو

آینه وسیله‌ای است که به علت صافی و بازتاب نور، تصویر اجسام را نشان می‌دهد. بیشتر آینه‌ها با افزودن روکش بازتابنده به یک صفحه مناسب مانند شیشه ساخته می‌شوند.

روکش بازتابنده معمولاً از جنس نقره و یا آلومینیوم به همراه مجموعه‌ای از دیگر روکش‌ها ساخته می‌شود و این لایه به پشت آینه افزوده می‌شود تا از فرسایش و آسیب‌های ناگهانی در امان باشد. آینه‌ها معمولاً به سه گونه مختلف تولید می‌شوند: تخت، محدب، مقعر که به عملکرد آنها اشاره می‌کنیم.

**آینه تخت:** آینه‌ای است که سطح بازتابنده آن صاف است و به همین دلیل تصویری که در آن مشاهده می‌شود واقعی است و پهنای دید کمی به راننده نشان می‌دهد. موضوع در آینه بغل خودرو و دید راننده باعث مشکل می‌شود.

**آینه محدب:** آینه‌ای کروی است که سطح بازتابنده و صیقل یافته آن رو به بیرون است و سطح درونی آن روکش شده است. این گونه آینه‌ها نور را به بیرون متصاعد می‌کنند در نتیجه نمی‌توان انتظار داشت تصویر واقعی ایجاد کنند. تصویری که در این گونه آینه‌ها نشان داده می‌شود، کوچک‌تر از تصاویر واقعی است، در نتیجه پهنای بیشتری از فضای بیرون در آینه جا می‌شود و به همین دلیل از آینه محدب در ساخت آینه بغل خودرو استفاده می‌شود.

**آینه مقعر:** آینه‌ای کروی است که سطح بیرونی آن روکش شده و سطح درونی نیز صیقلی و بازتابنده نور است. این گونه آینه‌ها بر خلاف آینه‌های محدب، بسته به جایگاه جسم نسبت به آینه می‌توانند چندین تصویر متفاوت تولید کنند، به همین دلیل از این گونه آینه‌ها در ساخت آینه بغل استفاده نمی‌شود.

## تنظیم صحیح آینه‌های خودرو

آینه یکی از مهم‌ترین ابزارهای ایمنی در خودرو است. آینه به راننده اجازه می‌دهد نقاطی را مشاهده کند که در حالت عادی در زاویه دید او قرار ندارند و نقاط کور محسوب می‌شوند. استفاده درست از آینه می‌تواند خطر تصادف و حادثه را تا حد زیادی کاهش دهد و البته، از نظر ظاهری هم خودروی شما را جذاب‌تر کند. آینه‌ها می‌توانند دستی یا برقی باشند و در اندازه‌های متفاوتی موجود هستند.





شکل ۲۳- آینه بغل چپ

## آینه‌های بغل

آینه‌های بغل در خارج از درهای خودرو در دو طرف واقع شده‌اند و هدفشان این است که یک دید بهتر از محیط اطراف را به راننده بدهند و به او اجازه دهند با امنیت خاطر جهت خود را عوض کند. طراحی دو آینه بغل خودرو با یکدیگر متفاوت است. آینه‌ای که در سمت راننده قرار گرفته یک طراحی استاندارد دارد، اما آینه‌ای که در طرف مسافر است از یک شیشه محدب استفاده می‌کند یعنی سطح

آن به خارج انحنای دارد. این آینه محدب به راننده یک تصویر واضح‌تر و کامل‌تر از طرف دیگر خودرو نشان می‌دهد. اما این تصویر با یک هشدار همراه است که با حروف درشت روی آینه نوشته شده است «اشیا از آنچه به نظر می‌رسد به شما نزدیک‌ترند.»

بسیاری از ما، زمان زیادی را به رانندگی با خودروی شخصی خود اختصاص می‌دهیم بدون اینکه با تمام مهارت‌ها و قوانین رانندگی آشنا باشیم. یکی از مهم‌ترین مهارت‌ها آشنایی با تنظیمات صحیح و استاندارد آینه‌ها در خودروست که متأسفانه حداقل در کشور ما بسیار مورد توجه قرار نمی‌گیرد. بر اساس آمار جهانی تنظیم صحیح آینه‌های داخل خودرو می‌تواند از هزاران تصادف کوچک و بزرگ جلوگیری کند. بر این اساس در زیر به بررسی نحوه صحیح تنظیم کردن آینه‌های خودرو می‌پردازیم.

قبل از شروع به آموزش و تنظیم کردن آینه‌ها اجازه دهید یک مثال بزنیم تا ببینید چه اندازه شما این کار را اشتباه انجام می‌دادید. همین الان داخل خودرو خود قرار بگیرید و به آینه‌های بغل خود نگاه کنید، اگر شما در آینه‌های بغل قسمتی از بدنه خودروی خود را می‌بینید (که احتمالاً ۹۰ درصد از ما همچنین شرایطی داریم) پس باید بگوییم که شما آینه‌ها را درست تنظیم نکرده‌اید.

## مراحل تنظیم آینه‌های بغل

**۱- تنظیم آینه بغل چپ:** برای این منظور داخل خودرو خود نشسته و سپس صندلی و ارتفاع صندلی و... را همانند زمانی که رانندگی می‌کنید و کاملاً مسلط هستید تنظیم کنید. سپس به همان صورت که نشسته‌اید کم کم بدن و سر خود را به سمت چپ کج کنید تا سر شما به شیشه سمت چپ برسد و آن را لمس کند. حال زمان تنظیم کردن آینه است و باید آنقدر آینه بغل سمت چپ را، به سمت چپ کج کنید تا تنها در آینه قسمت گوشه کوچک انتهایی پنجره عقب خودرو را ببینید و یا حتی برخی گفته‌اند آنقدر آینه را بچرخانید تا در این حالت بدنه خودرو از داخل آینه خارج شود.



شکل ۲۴- تنظیم آینه سمت چپ



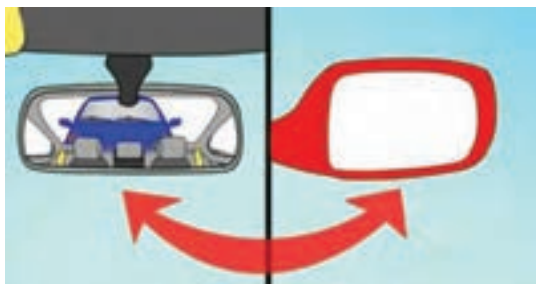
شکل ۲۵- تنظیم آینه سمت راست

**۲- تنظیم آینه سمت راست:** مجدداً مانند حالت قبل داخل خودرو و پشت فرمان قرار بگیرید و این بار برای تنظیم آینه سمت راست، بدن و سر خود را آن قدر به سمت راست خم کنید تا به مرکز خودرو یا وسط دو صندلی جلو برسید. (مانند شکل ۲۵). حال آینه را آن قدر بچرخانید تا در این حالت قسمت انتهایی گوشه پنجره عقب خودرو یا قسمت انتهایی خودرو را ببینید.



شکل ۲۶- تنظیم آینه وسط خودرو

**۳- تنظیم آینه وسط:** برای تنظیم آینه وسط کار راحت است به همان حالت قبلی، راحت پشت فرمان نشسته و آینه را طوری تنظیم کنید که به راحتی شیشه پشتی و متعاقباً خودروهای پشت سر را به راحتی ببینید.



شکل ۲۷- تنظیم آینه وسط خودرو

زمانی که شما آینه‌ها را به روش بالا تنظیم کردید حال باید شرایط به گونه‌ای باشد خودرویی که از پشت به شما نزدیک می‌شود، ابتدا به راحتی در آینه وسط ببینید و زمانی که به طرفین حرکت می‌کند تا سبقت بگیرد، به محض اینکه از آینه وسط تصویرش خارج شد شما در آینه‌های بغل تصویرش را داشته باشید. به این صورت شما دیگر نقطه کور نخواهید داشت.

در این حالت تنظیم آینه‌های خودرو، تا زمانی که خودرویی در حال سبقت از شماست در آینه‌های بغل می‌توانید مشاهده کنید و زمانی که از آینه خارج شد با چشمان خود در سمتی که سبقت می‌گیرد از پنجره کناری، خودروی در حال سبقت را می‌توانید مشاهده کنید. بنابراین کاملاً به خودروی در حال سبقت چه با آینه و چه با چشم خود مسلط هستید.

به نظر شما چرا در آینه‌های بغل وسایل نقلیه، اشیا از آنچه به نظر می‌رسد به ما نزدیک‌تر هستند؟



## دود وسایل نقلیه جاده‌ای و میزان تأثیر گذاری در آلودگی محیط زیست

یکی از مهم‌ترین موتورها در صنعت که دریا و خشکی را در سیطره خود دارد موتورهای دیزلی است. این موتورها به دلیل عملکرد و توان بالا که ناشی از آن احتراق با فشار بالا است، همواره در صنایع مورد بهره برداری و تولید و نوآوری قرار می‌گیرند. در این موتورها ابتدا هوای خالص به داخل موتور کشیده می‌شود سپس تحت تراکم قرار می‌گیرد. هوای متراکم در سیلندر آن قدر گرم و پر فشار است که به محض پاشیدن سوخت مشتعل می‌شود. تراکم در این موتورها هر چه بیشتر باشد، احتراق سریع‌تر آغاز می‌شود. به دلیل اشتعال تراکمی بودن این موتورها از نظر تئوری، کمترین میزان آلاینده‌گی در زمان احتراق را دارند. زیرا به دلیل این که هر چه پیستون به سمت پایین حرکت کند احتراق کامل‌تر شده و مخلوط سوخت و هوا بیشتر مشتعل می‌شود. در موتورهای دیزلی آلاینده‌گی کمتری نسبت به موتورهای بنزینی تولید می‌کنند اما به دلیل کیفیت سوخت گازوئیل میزان ذرات معلق در این موتورها بیشتر است. در سال‌های اخیر برای کاهش میزان ذرات معلق تولید شده دو سیستم مهم را ابداع و طراحی کرده‌اند که عبارت است از:

### ۱- سیستم کاتالیست کاهش دهنده آلاینده‌گی: SCR (Selective Catalytic Reduction)

از مهم‌ترین سیستم‌هایی که در کاهش آلاینده‌گی خودروهای دیزلی موثر هستند سیستم SCR است. این سیستم از جدیدترین تکنولوژی‌هایی است که کمپانی بنز برای رسیدن به استاندارد یورو ۵ طراحی کرده است. گاهی این سیستم را با نام تکنولوژی آبی یا پاک نیز می‌شناسند. این سیستم مانند سایر سیستم‌های دیگر روی محصول احتراق (دودها) کاتالیز انجام می‌دهد. در این سیستم پاشش آمونیاک روی دودهای حاصل از احتراق، آنها را به گازهای بی‌خطر تبدیل می‌کند. این سیستم در کاهش (اکسیدازت) که خطرناک‌ترین گاز آلاینده است بسیار مؤثر بوده و آن را تا ۸۰ درصد کاهش می‌دهد. در این سیستم سنسور اکسیژنی روی منیفولد دود نصب شده است که مقدار اکسیژن موجود در دود را آنالیز می‌کند و کیفیت احتراق و گازهای آن را بررسی می‌کند. علاوه بر سنسور اکسیژن سنسور NOx نیز در تکنولوژی استفاده شده است تا مقدار گاز NOx در دود را اندازه‌گیری کند. سپس اطلاعات به دست آمده به واحد کنترل الکترونیکی ECU خودرو ارسال می‌شود و با توجه به اطلاعات احتراق و شرایط کاری موتور، ECU به انژکتور دستور پاشش را می‌دهد. عملکرد این سیستم طوری است که در تمامی لحظات به اندازه نیاز محلول آمونیاک روی گازهای خروجی پاشش می‌شود. محلول آمونیاک با نام مایع پاک کننده یا همان AD Blue نیز شناخته می‌شود. مصرف این مایع به ازای هر ۲۵ لیتر گازوئیل تقریباً ۱ لیتر است. سیستم SCR به گونه‌ای تنظیم شده است که هر زمان مقدار NOx افزایش پیدا کند مطابق دستور کامپیوتر خودرو، میزان آمونیاک مجاز روی دودها پاشیده می‌شود. از آنجا که این محلول توسط انژکتور به پودر تبدیل می‌شود می‌تواند بهتر با محصولات احتراق ادغام شود. این سیستم می‌تواند گازهای خطرناکی مانند NOx، HC، CO را به گازهای بی‌خطری مانند بخار آب و نیتروژن و دی‌اکسیدکربن تبدیل کند.



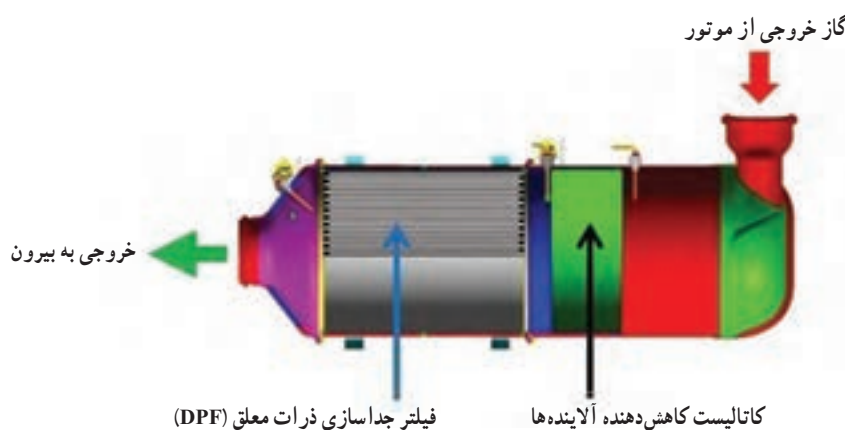
شکل ۲۸- سیستم کاتالیست کاهش دهنده آلاینده‌ها (SCR)

## ۲- فیلتر جداسازی ذرات معلق: (Diesel Particulate Filter) DPF

استانداردهای یورو برای گازهای خروجی از موتورهای دیزلی حد مجاز را دارد و استانداردهایی برای ذرات معلق آن دارند و از سویی محصول احتراق این موتورها دارای ذرات معلق زیادی است. مهم‌ترین نوآوری در موتورهای دیزلی کاهش میزان ذرات معلق است. استاندارد یورو ۴ یکی از راه‌های رسیدن به میزان حداقل ذرات تولیدی موتورهای دیزلی است. برای کاهش میزان این ذرات از فیلتری به نام DPF استفاده می‌شود. این فیلتر طوری طراحی شده است که ذرات معلق در گازهای خروجی را جدا و از بین می‌برد. وسایل نقلیه جاده‌ای جدید تولید شده همگی مجهز به این فیلتر هستند و علاوه بر مبدل کاتالیست دارای فیلتر نیز می‌باشند. این فیلتر می‌تواند تا ۹۵ درصد از ذرات معلق را کاهش دهد. بدنه این فیلتر از کاربید سیلیکون ساخته و توسط ماده پلاتینیوم و اکسید آلومینیوم پوشش داده شده است. داخل این فیلتر مجراهایی وجود دارد که انتهای آن مسدود است و مانند تله‌ای سبب به دام افتادن ذرات معلق می‌شود. این فیلتر به همراه کاتالیست گازهای  $NO_x$  و کربن را به  $CO_2$  تبدیل می‌کنند همچنین سبب از بین رفتن ذرات معلق می‌شود. این فیلتر مداوم نیاز به نگهداری و سرویس دارد در هر ۲۰۰ هزار کیلومتر کثیف و مجراهای آن مسدود شده نیاز به تعویض دارد. این فیلتر برای استفاده در خودروهای شهری مناسب نیست زیرا به سرعت کثیف شده و باید به طور مرتب سرویس شود. این مکانیزم مانند سایر سیستم‌های دیگر معایبی دارد، در کشورهایی که سوخت آنها میزان سولفور غنی دارند تأثیر چندانی در کاهش ذرات نخواهد داشت. سیستم‌های تولید شده فعلی که برای کاهش آلاینده‌ها به کار می‌رود می‌توان گفت تأثیر ۷۰ درصدی دارد، گاهی شرایط جوی و سوختی و نوع کاربری سبب می‌شود این سیستم‌ها درست عمل نکنند.

بنابراین موتورهای دیزلی نسبت به موتورهای بنزینی آلاینده‌گی زیست‌محیطی کمتری دارند اما ذرات معلق زیادی تولید می‌کنند. این موتورها با توجه به طراحی خاصشان و قدرت تولیدشان در صنعت حمل و نقل بسیار مهم هستند. اخیراً اعلام شده که در چند کشور استفاده از موتورهای دیزلی ممنوع است یکی از دلایل آن نوع گازهای تولیدی حاصل از احتراق است. در حال حاضر بزرگ‌ترین شرکت‌های خودروسازی، سیستم‌هایی را برای کاهش آلاینده‌گی نصب کرده‌اند، که مؤثر نبوده و مهم‌ترین مشکل این موتورها کیفیت

سوخت مصرفی است. گازوئیل موجود در داخل یا حتی خارج از کشور حاوی گوگرد فراوان است. گاهی این سوخت به درستی تصفیه نمی‌شود زیرا هزینه تولید افزایش می‌یابد که مقرون به صرفه نیست. تقریباً سه دهه بعد از تولید موتورهای دیزلی، زمان آن رسیده که اصلاحاتی در سوخت و مکانیزم این موتورها صورت گیرد. امید است که سیستم کاهش آلاینده‌ها که توسط شرکت‌های سازنده خودرو بر روی محصولاتش نصب خواهد کرد بتواند مشکل آلاینده‌ها را حل کند.



شکل ۲۹- سیستم فیلتراسیون DPF

### اثرات کلی حمل و نقل بر محیط زیست عبارت است از:

- \* اثر بر منابع طبیعی
- \* اثر بر کیفیت هوای شهری
- \* سایر آثار وارده بر محیط‌زیست شهری مانند آلودگی هوا، آلودگی - صوتی و آلودگی آب‌های زیرزمینی و...
- آلودگی هوا:** آلودگی هوا در اثر آزاد شدن سوخت‌های فسیلی موتور وسایل نقلیه به هوا می‌باشد و غلظت و اختلاط این مواد آلاینده بستگی به سرعت، شتاب و یا درجا کار کردن وسایل نقلیه دارد. مواد آلاینده که عامل آلودگی هوای شهرها می‌باشند، عبارت است از:
- \* **مونوکسید کربن:** که این گاز در غلظت‌های پایین نیز سمی است و می‌تواند باعث تهوع، سردرد و سرگیجه شود.

\* **اکسیدهای نیتروژن**

\* **هیدروکربن‌ها**

\* **ازن**

\* **ذرات معلق:** که شامل گرد و غبار معلق است. امروزه برنامه‌های مدیریتی برای کنترل و کاهش آلودگی هوا، از مهم‌ترین راهکارها محسوب می‌شوند و این امر جز از طریق در دست داشتن یک منبع اطلاعاتی صحیح و دقیق از وضعیت هوای محیط امکان‌پذیر نخواهد بود. یکی از مهم‌ترین منابع برای تأمین اطلاعات فوق، ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا هستند.

البته این نکته را نیز باید در نظر داشت فضای شهرها ظرفیت لازم برای پاکسازی و تصفیه هوای خود را دارند بدین ترتیب که هوای گرم حاوی منابع آلاینده، به دلیل سبکی بالا رفته و هوای خنک و تمیز اطراف شهر، جای آن را می‌گیرد. در بعضی از شهرها که موقعیت جغرافیایی ویژه‌ای دارند و اطراف آن را کوهستان احاطه کرده و یا محل احداث شهر دارای ارتفاع است، ممکن است در بعضی از فصول سال به خصوص در فصل زمستان، هوای گرم ناشی از آلاینده‌ها در سطح نزدیک به زمین، به سرعت حرارت خود را از دست دهد و تبدیل به یک هوای سنگین و سرد شود و این مساله موجب شده هوای گرم و سرد، نتواند جریان یابد و در آن شهر وارونگی رخ می‌دهد که بسیار خطرناک است.

### راه‌های مقابله با آلودگی هوا ناشی از حمل و نقل شهری

- \* استفاده از بنزین بدون سرب
- \* گازسوز کردن وسایل نقلیه موتوری
- \* اهمیت دادن به توسعه فضای سبز شهری (کاشت درختان و گیاهان در محدوده فضای شهری و در کنار جاده‌ها با حفظ حریم جاده)
- \* استفاده از وسایل نقلیه عمومی مانند اتوبوس‌ها به شرطی که وسایل نقلیه عمومی گازسوز بوده و مستعمل نباشند.

**آلودگی صوتی:** پیامدهای زیان‌بار آلودگی صوتی بر انسان به صورت مستقیم و در کوتاه مدت پدیدار نمی‌شود بلکه در درازمدت مستقیماً در دستگاه عصبی اثر گذاشته و پیامدهای منفی آن بروز می‌کند. بهترین راه‌های مقابله با آلودگی صوتی ناشی از حمل و نقل شهری و جاده‌ای عبارت است از:

- \* ایجاد منطقه حایل به گونه‌ای که فاصله مناطق مسکونی از راه‌های حمل و نقلی زیاد و در حد استاندارد باشد.
- \* استفاده از گیاهان به عنوان سدهای طبیعی در مقابل صوت که می‌توان با کاشت درختان در کناره خیابان‌ها و بزرگراه‌ها و جاده‌های دسترسی به شهرها، آلودگی ناشی از صدا را کاهش داد.
- \* احداث خاک‌ریز سبز که این خاک‌ریزها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که به طرف خیابان و بزرگراه متمایل هستند و نقش مهمی را در کاهش آلودگی صوتی ایفا می‌کنند.
- \* ایزوله کردن ساختمان‌ها.
- \* از رده خارج کردن وسایل نقلیه پر سر و صدا و مستعمل که عامل اصلی آلودگی صدا در شهرها هستند.
- \* اولویت در ساخت و استفاده از مترو در شهرهای بزرگ و پر سر و صدا.
- \* جلوگیری از تردد وسایل نقلیه در مرکز شهرها و جایگزینی آن با اتوبوس و مترو.
- \* کاهش صدای وسایل نقلیه پر سر و صدا با استفاده از انواع پلاستیک‌های ضد صوت که در اطراف موتور اتومبیل‌ها به کار گرفته می‌شوند.
- \* کاهش مزاحمت‌های صوتی از طریق تشکیل موانعی بین وسایل نقلیه و شنونده که می‌توان از فضای باز منازل مانند باغچه‌ها و یا نصب شیشه‌های دوجداره و بهبود سیستم تهویه در آپارتمان‌ها استفاده کرد.



**عوارض دیگر حمل و نقل بر محیط زیست:** در طراحی هندسی راه پس از اینکه تصمیم گیری شد که یک جاده از الف به ب احداث گردد، باید عوامل اکولوژیکی و زیست محیطی منطقه مورد احداث، در انتخاب بهترین مسیر مدنظر قرار گیرد. در این مواقع راه های زیادی بین الف تا ب مورد بررسی قرار می گیرند و هر راهی که حداقل هزینه برای احداث و حداقل صدمه را برای محیط زیست وارد می کند، مورد توجه قرار گرفته و اجرا می شود. این نوع نتیجه گیری و مطالعه از ارزش زیادی برخوردار است زیرا نه تنها به طرح کمک می کند تا تصمیم نهایی را اتخاذ نماید، بلکه به افکار عمومی نیز نشان می دهد حداکثر بررسی های ممکن، انجام گرفته و جایی برای شک و تردید در مورد بهترین انتخاب باقی نمانده است.

در خصوص روش ها و سیستم های نوین کاهش آلاینده های ناوگان حمل و نقل جاده ای بحث شود.

## تجهیزات ایمنی استاندارد وسایل نقلیه جاده ای



شکل ۳۰ - مخزن سوخت وسیله نقلیه



شکل ۳۱ - حفاظ عرضی عقب



شکل ۳۲ - حفاظ عرضی جلو

تجهیزات ایمنی استاندارد وسایل نقلیه شامل تجهیزاتی است که به منظور ممانعت از بروز سانحه و یا کاهش صدمات سرنشینان وسایل نقلیه پس از بروز سانحه در وسایل نقلیه تعبیه می گردند. در ادامه به برخی از این تجهیزات اشاره می گردد.

- مخازن سوخت مایع و الزامات نصب آن بر روی وسیله نقلیه و تأیید آن از نظر جلوگیری از وقوع آتش سوزی در هنگام تصادف می باشد.

- تجهیزات حفاظ عرضی عقب (RUPD) بر روی وسایل نقلیه جاده ای به منظور پیشگیری از رفتن خودروهای سبک به زیر وسیله نقلیه جاده ای در برخورد از عقب مورد استفاده قرار می گیرد.

- تجهیزات حفاظ عرضی جلو (FUPD) وسایل نقلیه جاده ای جهت جلوگیری از زیرگرفتن خودروهای سبک در برخورد از روبه رو مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ۳۳- حفاظ جانبی

- وسایل حفاظ جانبی (LPD) و نصب آن بر روی وسایل نقلیه جاده‌ای و تریلرها برای جلوگیری از رفتن خودروهای سبک به زیر وسیله نقلیه جاده‌ای در برخورد جانبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در خصوص تفاوت و تشابه تجهیزات ایمنی استاندارد وسایل نقلیه جاده‌ای حمل بار و وسایل نقلیه جاده‌ای حمل مسافر بحث شود.

فعالیت  
کلاسی



### ارزشیابی پایانی

| عنوان پودمان<br>فصل      | تکالیف عملکردی<br>(شایستگی‌ها)        | استاندارد عملکرد<br>(کیفیت)                                                                                                    | نتایج                    | استاندارد<br>(شاخص‌ها، داور، نمره‌دهی)                                                                                                             | نمره |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| فناوری<br>پایدارسازی بار | ارزیابی<br>وضعیت ایمنی<br>وسيله نقلیه | ارزیابی<br>کیفیت ایمنی<br>وسيله نقلیه<br>براساس<br>استانداردهای<br>کارخانه سازنده<br>با استفاده<br>از جداول و<br>دستورالعمل‌ها | بالاتر از حد<br>انتظار   | مقایسه کیفیت ایمنی یک<br>وسيله نقلیه مشابه با برندهای<br>مختلف (از نظر رعایت<br>استانداردهای مربوطه و ارائه<br>ایده‌هایی جهت کسب رضایت<br>مشتریان) | ۳    |
|                          |                                       |                                                                                                                                | در حد انتظار             | محاسبه کیفیت ایمنی یک<br>وسيله نقلیه با برند خاص (از<br>نظر رعایت استانداردهای<br>کارخانه سازنده)                                                  | ۲    |
|                          |                                       |                                                                                                                                | پایین تر از<br>حد انتظار | محاسبه کیفیت ایمنی<br>وسيله نقلیه با برند خاص با<br>توان بررسی ۵۰ درصد از<br>اجزای وسيله نقلیه                                                     | ۱    |
| نمره مستمر از ۵          |                                       |                                                                                                                                |                          |                                                                                                                                                    |      |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ |                                       |                                                                                                                                |                          |                                                                                                                                                    |      |
| نمره پودمان از ۲۰        |                                       |                                                                                                                                |                          |                                                                                                                                                    |      |



## پودمان ۳

# محاسبات ترافیکی در حمل و نقل



ترافیک به مجموعه عبور و مرور وسایل نقلیه، عابران پیاده و حیوانات در راه‌ها اطلاق می‌شود. مهندسی ترافیک با استفاده از اصول مهندسی سعی در دستیابی به جابه‌جایی ایمن و کارآمد مسافر و کالاها در راه‌ها دارد. مهندسی ترافیک بر خلاف بسیاری از شاخه‌های مهندسی با مسایلی درگیر است که نه فقط به عوامل فیزیکی (طرح هندسی راه، محیط اطراف راه و...)، بلکه اغلب به عوامل و رفتارهای انسانی راننده و عابر و ارتباط آنها با پیچیدگی‌های محیطی نیز بستگی دارد. بنابراین شناخت این عوامل و رفتارها از اهمیت خاصی برخوردار است. در این فصل سعی در شناخت جریان ترافیک و پارامترهای آن است.



شکل ۱- جریان ترافیک وسایل نقلیه

## پارامترهای جریان ترافیک

جریان ترافیک ترکیبی از وسایل نقلیه با رانندگانی است که رفتار آنها یکنواخت نیست. بنابراین جریان ترافیک عبوری از یک راه با ویژگی‌های مشخص می‌تواند با تغییر رفتار رانندگان متفاوت باشد. مهندسی ترافیک برای اهداف برنامه‌ریزی و طراحی فرض می‌کند که این تغییرات با گستره مشخصی قابل پیش‌بینی است. بنابراین برای جریان ترافیک نیاز به پارامترهایی است تا بتوان ویژگی‌های آن را پیش‌بینی کرد که به آن‌ها اصطلاحاً پارامترهای جریان ترافیک گفته می‌شود. سه پارامتر اصلی جریان ترافیک عبارت است از حجم، سرعت و چگالی، که در ادامه به تشریح آنها پرداخته می‌شود.

### حجم ترافیک

حجم ترافیک<sup>۱</sup> عبارت است از تعداد واقعی وسایل نقلیه که در فاصله زمانی معینی از مقطع مشخصی از راه می‌گذرند. این فاصله زمانی می‌تواند از مقداری به کوچکی ۱۵ دقیقه تا بزرگی یک سال باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات حجم ترافیک روش‌های فراوانی وجود دارد. ساده‌ترین روش، مشاهده توسط ناظر میدانی است که فرد مشاهده‌کننده تعداد وسایل نقلیه عبوری را شمارش می‌کند. با پیشرفت تکنولوژی روش‌های

۱ - Traffic volume

متنوعی برای این منظور ارائه شده است. یکی از روش‌های پرکاربرد استفاده از ترددشمارهای نصب شده در سطح راه می‌باشد که متداول‌ترین نوع آن استفاده از حلقه‌های مغناطیسی است، که وسیله نقلیه با عبور از روی آن تشخیص داده شده و زمان عبور آن ثبت می‌شود. علاوه بر شمارش تعداد وسایل نقلیه عبوری می‌توانند سرعت وسایل نقلیه را نیز به دست آورند.



شکل ۲- نمونه نصب شده از حلقه‌های مغناطیسی

در فایل اکسل با عنوان Traffic 1. xlsx اطلاعات ثبت شده برای هر وسیله نقلیه توسط ترددشمار برای یکی از راه‌های کشور از ساعت ۸ الی ۹ صبح ثبت شده است که نمونه‌ای از آن در شکل زیر نشان داده شده است. با توجه به این اطلاعات حجم ترافیک را در بازه‌های خواسته شده در جدول زیر تعیین کنید.

فعالیت  
کلاسی



| دوره زمانی  | حجم ترافیک (وسایل نقلیه) |
|-------------|--------------------------|
| ۸:۰۰ - ۸:۱۵ |                          |
| ۸:۱۵ - ۸:۳۰ |                          |
| ۸:۳۰ - ۹:۰۰ |                          |
| مجموع       |                          |

| ردیف | تاریخ و ساعت        | زمان [ثانیه و کسره] |
|------|---------------------|---------------------|
| 1    |                     |                     |
| 2    | 2015/12/22 08:00:00 | 00:00.4             |
| 3    | 2015/12/22 08:00:01 | 00:01.8             |
| 4    | 2015/12/22 08:00:01 | 00:01.3             |
| 5    | 2015/12/22 08:00:05 | 00:05.1             |
| 6    | 2015/12/22 08:00:09 | 00:09.4             |
| 7    | 2015/12/22 08:00:09 | 00:09.4             |
| 8    | 2015/12/22 08:00:11 | 00:11.4             |
| 9    | 2015/12/22 08:00:12 | 00:12.6             |
| 10   | 2015/12/22 08:00:14 | 00:14.4             |



هم اکنون برای بسیاری از راه‌های کشور سامانه‌های ترددشمار نصب می‌باشد و آمار وسایل نقلیه عبوری به مراکز مدیریت راه‌ها ارسال می‌شود. سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای این اطلاعات را به تفکیک حجم ترافیک روزانه و ساعتی در وبسایت مرکز مدیریت راه‌های کشور به آدرس <http://www.141.ir> قرار می‌دهد. برای دسترسی به این اطلاعات، از قسمت **آمار و اطلاعات**، گزینه **دریافت اطلاعات تردد** را انتخاب نمایید. در صفحه باز شده اطلاعات حجم وسایل نقلیه که با روش‌ها مختلف به دست آمده است ارائه شده است.



با مراجعه به سایت مرکز مدیریت راه‌ها حجم ترافیک برای محورهای خواسته شده را در تاریخ مورد نظر به دست آورید.



| تاریخ      | استان   | نام محور            | حجم ترافیک<br>روزانه | حجم ترافیک ساعتی در<br>بازه زمانی ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۰ |
|------------|---------|---------------------|----------------------|--------------------------------------------------|
| ۱۳۹۶/۰۱/۰۱ | کرمان   | جیرفت - ماهان       |                      |                                                  |
| ۱۳۹۶/۰۱/۰۱ | کرمان   | ماهان - جیرفت       |                      |                                                  |
| ۱۳۹۵/۰۶/۱۵ | هرمزگان | بندرعباس - دشت امام |                      |                                                  |
| ۱۳۹۵/۰۶/۱۵ | هرمزگان | دشت امام - بندرعباس |                      |                                                  |

## متوسط حجم ترافیک روزانه

در فعالیت کلاسی دوم حجم ترافیک روزانه را برای روزهای مشخص به دست آورید. در صورتی که حجم ترافیک در بازه ای بزرگتر از یک روز برداشت شود و بر تعداد روزهای برداشت شده تقسیم گردد، **متوسط حجم ترافیک روزانه** (ADT) به دست می آید. متوسط حجم ترافیک روزانه در صورتی که بازه زمانی برداشت داده های ترافیک یک سال باشد با عنوان **متوسط سالیانه حجم ترافیک روزانه** (AADT) بیان می شود. متوسط سالیانه حجم ترافیک روزانه (AADT) یکی از پارامترهای مهم در مهندسی ترافیک است. AADT با تقسیم مجموع کلی حجم وسایل نقلیه یک راه در طول یک سال بر ۳۶۵ حاصل می شود.

با مراجعه به سایت مرکز مدیریت راه ها مقدار AADT را برای یکی از محورهای استان خود برای سال ۱۳۹۶ به دست آورید.

راهنمایی: برای انجام فعالیت می توانید فایل حجم های روزانه را برای هر ماه از سال ۱۳۹۶ را دانلود کرده و سپس با جمع کردن آنها حجم ماهانه عبوری به دست می آید. پس از آن با جمع حجم های ماهانه، حجم سالانه وسایل نقلیه عبوری حاصل می شود.

فعالیت  
کلاسی



## آهنگ جریان ترافیک

آهنگ جریان ترافیک<sup>۳</sup>، تعداد وسایل نقلیه عبوری از یک مقطع راه در فاصله زمانی کمتر از ۱ ساعت است که به صورت آهنگ ساعتی معادل بیان می شود. فرض کنید حجم ترافیک عبوری در دوره زمانی ۱۰ دقیقه برابر با ۲۰۰ وسیله نقلیه باشد. بنابراین آهنگ جریان عبوری برابر با  $1200 = (200 \times 60) / 10$  وسیله نقلیه در ساعت (veh/hr) است. این بدان معنی نمی باشد که در ساعتی که شمارش وسایل نقلیه انجام شده است ۱۲۰۰ وسیله نقلیه از آن مقطع از راه عبور کرده است بلکه بیان می کند که وسایل نقلیه به مدت ۱۰ دقیقه با آهنگ جریان ۱۲۰۰ veh/hr از آن مقطع راه عبور کرده اند.

در فعالیت کلاسی اول، حجم ترافیک وسایل نقلیه به دست آمد، ضمن نوشتن مجدد این حجم ها در جدول زیر، آهنگ جریان ترافیک را برای هر یک از دوره های زمانی ذکر شده به دست آورید.

| دوره زمانی  | حجم ترافیک (وسایل نقلیه) | آهنگ جریان ترافیک<br>(وسيله نقلیه در ساعت veh/hr) |
|-------------|--------------------------|---------------------------------------------------|
| ۸:۰۰ - ۸:۱۵ |                          |                                                   |
| ۸:۱۵ - ۸:۳۰ |                          |                                                   |
| ۸:۳۰ - ۹:۰۰ |                          |                                                   |

فعالیت  
کلاسی



۱- Average Daily Traffic

۲- Annual Average Daily Traffic (AADT)

۳- Traffic Flow Rate

## آهنگ جریان معادل سواری

در بخش قبل، نحوه محاسبه آهنگ جریان وسایل نقلیه ارائه شد. در یک جریان ترافیک انواع وسایل نقلیه اعم از وسیله نقلیه شخصی (سواری)، کامیون، تریلی، اتوبوس، موتورسیکلت وجود دارد. به نظر شما آیا اثری که تمامی این وسایل نقلیه در ترافیک می گذارند یکسان است؟ آیا نوع راه در میزان اثری که هر یک از وسایل نقلیه در ترافیک دارند مؤثر است؟

وسایل نقلیه با توجه به اینکه دارای اندازه، قدرت موتور به وزن متفاوت بوده و همچنین عملکرد آنها به شرایط توپوگرافی وابسته است، در جریان ترافیک اثر متفاوتی دارند. بنابراین نیاز است آهنگ جریان به تفکیک وسایل نقلیه بیان شود. راه حل دیگر برای بیان آهنگ جریان بر حسب وسیله نقلیه سواری و در نظر گرفتن معادل وسیله نقلیه سواری برای سایر وسایل نقلیه است. برای این منظور بایستی حجم وسایل نقلیه را در ضریب هم سنگ سواری ضرب نمود تا معادل وسیله نقلیه سواری به دست آید که با یکی نمادهای PCU، PCE یا PC نشان داده می شود. برای قطعات عمومی آزادراه و بزرگراه ضریب هم سنگ کامیون و اتوبوس از جدول به دست می آید. منظور از قطعه عمومی آزادراه و بزرگراه، قسمتی از آزادراه است که از تعدادی سربالایی و سرازیری تشکیل شده است به طوری که تمامی این سربالایی و سرازیری ها یکی از سه شرایط زیر را داشته باشند قطعه عمومی نامیده می شوند:

\* شیب کمتر از ۲ درصد،

\* طول کوچکتر از ۰/۴ کیلومتر باشد،

\* در صورتی که شیب بین ۲ تا ۳ درصد طول از ۰/۸ کیلومتر بیشتر نباشد.

در صورتی قطعه مورد نظر قطعه عمومی نباشد بایستی از جداول دیگر استفاده گردد که در این کتاب مطرح نشده است و در صورت نیاز می توان به آیین نامه ظرفیت بزرگراه ها (HCM) مراجعه نمود.

جدول ۱- ضرایب هم سنگ وسایل نقلیه برای قطعات عمومی آزادراه و بزرگراه

| نوع توپوگرافی | ضریب هم سنگ سواری برای کامیون و اتوبوس |
|---------------|----------------------------------------|
| دشت           | ۱/۵                                    |
| تپه ماهور     | ۲/۵                                    |
| کوهستان       | ۴/۵                                    |

برای به دست آوردن آهنگ جریان معادل می توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$v = \frac{V}{f_{HV}}$$

که در آن  $V$  حجم وسایل نقلیه و  $f_{HV}$  ضریب اصلاحی برای وسایل نقلیه سنگین (کامیون و اتوبوس) که از رابطه زیر به دست می آید:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)}$$

در فرمول بالا  $P_T$  درصد کامیون ها و اتوبوس ها در جریان ترافیک و  $E_T$  برابر ضریب هم سنگ سواری کامیون و اتوبوس که از جدول ۱ به دست می آید.



در فعالیت کلاسی چهارم، با فرض اینکه ۱۵ درصد ترافیک را کامیون و اتوبوس تشکیل دهد، آهنگ جریان معادل را با استفاده از ضرایب جدول ۱ با فرض اینکه راه در یک منطقه تپه ماهور قرار دارد و قطعه عمومی از بزرگراه است، به دست آورید.

| دوره زمانی  | حجم ترافیک<br>(وسایل نقلیه) | آهنگ جریان ترافیک<br>(وسيله نقلیه در ساعت<br>veh/hr) | آهنگ جریان معادل<br>سواری (سواری در ساعت<br>pc/h) |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ۸:۰۰ - ۸:۱۵ |                             |                                                      |                                                   |
| ۸:۱۵ - ۸:۳۰ |                             |                                                      |                                                   |
| ۸:۳۰ - ۹:۰۰ |                             |                                                      |                                                   |

### سرعت:

به طور کلی سرعت به عنوان آهنگ حرکت و مسافت پیموده شده در واحد زمان بر حسب کیلومتر در ساعت (km/hr) تعریف می شود. سرعت مورد استفاده در محاسبات مربوط به جریان ترافیک میانگین سرعت سفر است. بنابراین اگر  $n$  وسیله نقلیه دارای زمان های سفر  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  در قطعه ای از راه به طول  $L$  باشد، میانگین سرعت سفر که به آن سرعت متوسط مکانی نیز گفته می شود مطابق با رابطه زیر به دست می آید:

$$V_s = \frac{\text{طول قطعه}}{\frac{\text{مجموع زمان های سفر}}{\text{تعداد وسایل نقلیه}}} = \frac{\text{طول قطعه}}{\text{میانگین زمان های سفر}} = \frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}}$$

سه وسیله نقلیه در حال عبور از یک قطعه ۲ کیلومتری از راهی هستند، مدت زمانی که وسایل نقلیه این قطعه را پیموده اند مطابق جدول زیر است. سرعت متوسط مکانی وسایل نقلیه چقدر است؟

مثال



| شماره وسیله نقلیه | مدت زمان (دقیقه) |
|-------------------|------------------|
| ۱                 | ۱/۱              |
| ۲                 | ۱/۲              |
| ۳                 | ۱/۴              |

از آنجایی که زمان ها بر حسب دقیقه است با تقسیم زمان ها به ۶۰، آنها به ساعت تبدیل می شود.

| شماره وسیله نقلیه | مدت زمان (ساعت) |
|-------------------|-----------------|
| ۱                 | ۰/۰۱۸           |
| ۲                 | ۰/۰۲۰           |
| ۳                 | ۰/۰۲۳           |

$$\text{میانگین زمان سفر} = \frac{0/018 + 0/020 + 0/023}{3} = 0/020$$

$$V_s = \frac{\text{طول قطعه}}{\text{میانگین زمان های سفر}} = \frac{2}{0/020} = 100 \text{ km/hr}$$

روش دیگر برای تعریف میانگین سرعت، استفاده از سرعت متوسط زمانی ( $V_t$ ) است. سرعت متوسط زمانی، میانگین حسابی سرعت های اندازه گیری شده کل وسایل نقلیه در مقطع مشخصی از جاده می باشد. به سرعت های اندازه گیری شده هر یک از وسایل نقلیه در این مقطع، سرعت نقطه ای گفته می شود. بنابراین سرعت متوسط زمانی از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$V_t = \frac{\text{مجموع سرعت وسایل نقلیه}}{\text{تعداد وسایل نقلیه}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

پلیس راهنمایی و رانندگی در نقطه ای از جاده سرعت های چهار وسیله نقلیه عبوری از آن نقطه را به ترتیب ۱۱۰، ۹۶، ۸۲ و ۸۹ کیلومتر بر ساعت ثبت کرده است. سرعت متوسط زمانی این چهار وسیله نقلیه چه مقدار است.

مثال



$$V_t = \frac{\text{مجموع سرعت وسایل نقلیه}}{\text{تعداد وسایل نقلیه}} = \frac{110 + 96 + 82 + 89}{4} = 94/25 \text{ km/hr}$$

سرعت متوسط زمانی همواره بزرگتر از سرعت متوسط مکانی است. تنها در صورتی این دو سرعت برابر می شوند که همه وسایل نقلیه با سرعت یکسان حرکت کنند. رابطه تقریبی دو سرعت متوسط مکانی و زمانی را به صورت زیر می توان نشان داد:

$$V_s = V_t - \frac{\sigma_t^2}{V_t}$$

که در آن  $\sigma_t^2$  واریانس سرعت های متوسط زمانی است که از رابطه زیر به دست می آید.

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum (V_i - V_t)^2}{n}$$

رابطه بالا بدین معنی است که ابتدا تمامی سرعت های نقطه ای را از سرعت میانگین زمانی کم کرده، سپس تمامی جواب ها را به توان ۲ رسانده و در انتها همگی با یکدیگر جمع می شوند. در انتها نتیجه بر تعداد وسایل نقلیه تقسیم می شود که مقدار به دست آمده برابر با واریانس سرعت های متوسط زمانی می شود.



سرعت متوسط زمانی را برای مثال ۲ به دست آورید.  
از مثال قبل سرعت متوسط زمانی  $V_t = 94/25$  km/hr به دست آمد. در جدول زیر واریانس سرعت‌های متوسط زمانی به دست آمده است.



| شماره وسیله نقلیه (i)  | سرعت نقطه‌ای وسایل نقلیه ( $V_i$ ) | $V_i - V_t$ | $(V_i - V_t)^2$ |
|------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------|
| ۱                      | ۱۱۰                                | ۱۵/۷۵       | ۲۴۸/۰۶          |
| ۲                      | ۹۶                                 | ۱/۷۵        | ۳/۰۶            |
| ۳                      | ۸۲                                 | -۱۲/۲۵      | ۱۵۰/۰۶          |
| ۴                      | ۸۹                                 | -۵/۲۵       | ۲۷/۵۶           |
| $\sum (V_i - V_t)^2 =$ |                                    |             | ۴۲۸/۷۴          |

بنابراین واریانس سرعت‌های متوسط زمانی با توجه به جدول فوق و رابطه زیر، برابر است با:

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum (V_i - V_t)^2}{n} = \frac{428/74}{4} = 107/185$$

سرعت متوسط زمانی برابر است با:

$$V_s = V_t - \frac{\sigma_t^2}{V_t} = 94/25 - \frac{107/185}{94/25} = 93/11 \text{ km/hr}$$

در فایل اکسل با عنوان x Traffic۲.xls علاوه بر اطلاعات مربوط به فعالیت کلاسی اول که اطلاعات زمان عبور وسایل نقلیه از روی تردد شمار بود، اطلاعات مربوط به سرعت نقطه‌ای هر یک از وسایل عبوری نیز وجود دارد. سرعت متوسط زمانی و سرعت متوسط مکانی را برای وسایل نقلیه در بازه زمانی ۸:۰۰ تا ۹:۰۰ به دست آورید.

راهنمایی: برای محاسبه میانگین از تابع AVERAGE() و برای محاسبه واریانس مطابق فرمول ارائه شده در متن کتاب از تابع VAR.P() در اکسل استفاده نمایید.



## چگالی:

چگالی به متوسط تعداد وسایل نقلیه‌ای که طول معینی (معمولاً یک کیلومتر) از خط عبور یا سواره‌رو جاده را اشغال می‌کنند، گفته می‌شود. بنابراین، معمولاً به صورت تعداد وسایل نقلیه در کیلومتر (Veh/km) بیان می‌شود. بنابراین چگالی بیان‌کننده نزدیکی وسایل نقلیه به یکدیگر در یک جریان ترافیکی است. اندازه‌گیری دقیق چگالی با استفاده از عکس برداری هوایی انجام می‌گیرد. اما اغلب در صورت معلوم بودن سرعت و آهنگ جریان، از رابطه زیر محاسبه می‌شود. باید توجه داشت که سرعت مورد استفاده در این رابطه، سرعت متوسط مکانی است.

$$v = S \times D$$

در رابطه فوق:

$v =$  آهنگ جریان (veh/hr)

$S =$  میانگین سرعت سفر (سرعت متوسط مکانی) (km/hr)

$D =$  میانگین چگالی (veh/km)

در قطعه راهی با آهنگ جریان ۱۱۰۰ veh/h و میانگین سرعت سفر ۸۰ km/hr، چگالی چه مقدار می‌باشد؟

$$v = 1120 \text{ veh/hr}, S = 80 \text{ km/hr}, k = ?$$

$$D \times S = v \longrightarrow 1120 = 80 \times D \longrightarrow D = 14 \text{ veh/hr}$$

$$v = D \times S$$

مثال



فعالیت  
کلاسی



در فعالیت کلاسی دوم آهنگ جریان برای سه بازه ۸:۰۰ - ۸:۱۵ - ۸:۳۰ - ۸:۴۵ و ۸:۳۰ - ۹:۰۰ محاسبه شد. با استفاده از فایل Traffic۲.xls x ضمن به دست آوردن سرعت متوسط زمانی و مکانی برای این سه بازه زمانی، چگالی مربوط به هر یک را محاسبه نمایید.

| دوره زمانی  | آهنگ جریان ترافیک | سرعت متوسط زمانی | سرعت متوسط مکانی | چگالی |
|-------------|-------------------|------------------|------------------|-------|
| ۸:۰۰ - ۸:۱۵ |                   |                  |                  |       |
| ۸:۱۵ - ۸:۳۰ |                   |                  |                  |       |
| ۸:۳۰ - ۹:۰۰ |                   |                  |                  |       |

## دسته‌بندی جریان ترافیکی

جریان وسایل نقلیه را به طور کلی می‌توان در دو دسته طبقه‌بندی کرد:

۱- جریان غیر منقطع: در صورتی که هیچ عامل خارجی مانند چراغ راهنمایی موجب قطع جریان وسایل نقلیه نشود و شرایط جریان ترافیک نتیجه تأثیر متقابل وسایل نقلیه با یکدیگر و با هندسه راه باشد، چنین جریانی را جریان غیر منقطع می‌نامند.



۲- جریان منقطع: اگر عوامل و عناصر ثابتی موجب انقطاع متناوب جریان ترافیک شوند، به چنین جریانی جریان منقطع گفته می‌شود. این عناصر شامل چراغ‌های راهنمایی، تابلوهای توقف و سایر کنترل‌کننده‌های ترافیکی می‌باشد که به طور متناوب موجب توقف (یا کاهش قابل ملاحظه سرعت) ترافیک می‌شوند.

با بحث و همفکری با سایر هنرجویان بیان کنید تسهیلات حمل‌ونقلی زیر دارای کدام نوع از جریان (منقطع یا غیرمنقطع) می‌باشند.

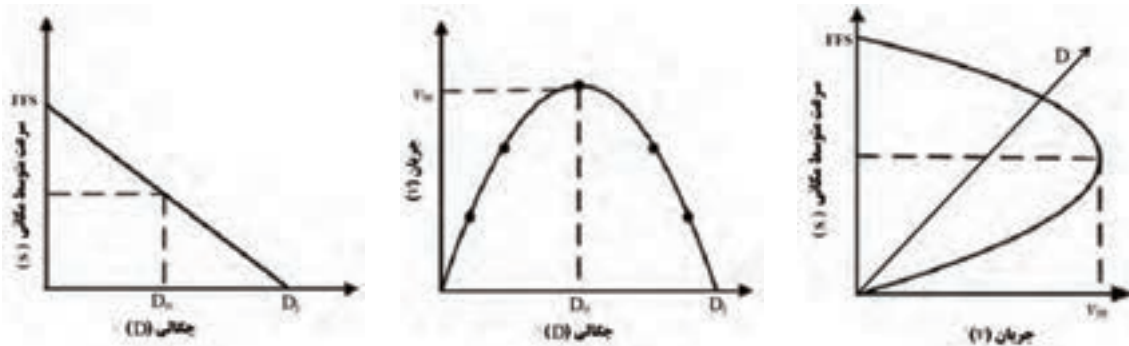
| نوع جریان (منقطع یا غیرمنقطع) | تسهیلات حمل‌ونقلی                   |
|-------------------------------|-------------------------------------|
|                               | آزادراه                             |
|                               | بزرگراه                             |
|                               | جاده‌های دوخطه                      |
|                               | خیابان‌های چراغ‌دار                 |
|                               | خیابان‌های بدون چراغ با تابلوی توقف |
|                               | پیاده‌روها                          |
|                               | مسیرهای عبور دوچرخه                 |

## روابط بین سرعت، جریان و چگالی

سرعت، چگالی و جریان با یکدیگر در ارتباط هستند که رابطه این سه پارامتر برای جریان غیرمنقطع با معادله  $v = S \times D$  در بخش قبل بیان گردید. این پارامترها به صورت دو به دو نیز با یکدیگر دارای ارتباط هستند. اگر رابطه بین چگالی و سرعت به صورتی خطی در نظر گرفته می‌شود روابط چگالی و جریان به صورت سهمی حاصل می‌شود.

در نمودار چگالی ( $D$ ) و جریان ( $v$ ) با افزایش جریان، چگالی نیز افزایش می‌یابد تا به حداکثر جریان ( $v_m$ ) (ظرفیت راه) برسد. نقطه حداکثر جریان مطابق با چگالی بهینه ( $D_0$ ) است. از چگالی بهینه به بعد با افزایش چگالی، جریان کاهش می‌یابد. در حداکثر چگالی ( $D_z$ ) که به چگالی راه‌بندان معروف است، جریان تقریباً صفر می‌شود. این نقطه را می‌توان به ترافیکی تشبیه کرد که متوقف است و خط عبور مانند محوطه توقفگاه به نظر می‌رسد.

رابطه بین سرعت و چگالی نیز به صورت خطی فرض شده است. مطابق نمودار چگالی - سرعت، در چگالی نزدیک به صفر، سرعت وسایل نقلیه برابر سرعت جریان آزاد (FFS) است. با افزایش چگالی، سرعت به صورت خطی کاهش می‌یابد تا در نهایت در چگالی راه‌بندان، سرعت برابر صفر می‌شود. در نمودار جریان - سرعت، شیب خطی که از مبدأ می‌گذرد نشان‌دهنده چگالی می‌باشد که در نمودار سرعت - جریان در شکل ۳ نشان داده شده است.

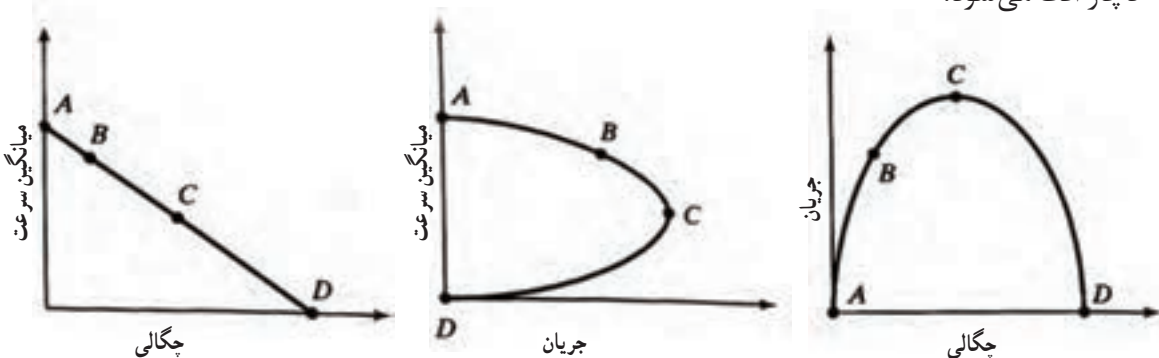


شکل ۳- منحنی‌های چگالی-سرعت، چگالی-جریان و جریان-سرعت

نمودارهای فرضی که میانگین سرعت، چگالی و جریان را همان طور که در شکل ۴ با استفاده از نقاط مشخص شده است با یکدیگر در ارتباط هستند که می‌توان برای هر نقطه مشخص شده در نمودار شرایط ترافیک در جاده را تشریح کرد که در ادامه به آن پرداخته می‌شود. در نقطه A، چگالی تقریباً برابر صفر است و تعداد بسیار اندکی وسیله نقلیه در راه تردد می‌کنند، جریان نیز نزدیک به صفر است. بنابراین این تعداد کم وسیله نقلیه دارای آزادی عمل بیشتری بوده و می‌توانند سرعت‌های مورد انتظار خود را انتخاب کنند (که به آن سرعت جریان آزاد گفته می‌شود) یا خط عبور خود را بدون محدودیت تغییر دهند.

در نقطه B تعداد وسایل نقلیه افزایش پیدا می‌کند و با نزدیک تر شدن به نقطه C، محدودیت‌ها (محدودیت در انتخاب سرعت و تغییر خط عبور) افزایش می‌یابد. اما شرایط جریان را می‌توان از نقطه B تا C عادی تلقی کرد و با افزایش چگالی، رانندگان آزادی خود را در مانور دادن وسیله نقلیه و رسیدن به سرعت و خط عبوری که مد نظرشان است از دست می‌دهند. در حدود نقطه C شرایط ترافیکی علایم ناپایداری از خود نشان می‌دهد. نقطه C، نقطه حداکثر جریان است و افزایش بیشتر در چگالی باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان جریان و همچنین سرعت وسایل نقلیه می‌شود. به چنین رفتاری، جریان تحمیلی گفته می‌شود و تقریباً در همه جا از نقطه C تا D حاکم است.

جریان با نزدیک شدن به نقطه C تا حدود صفر کاهش می‌یابد به طوری که وسایل نقلیه تقریباً سبب به سبب یکدیگر قرار می‌گیرند. نقطه D به چگالی راه‌بندان معروف است. رانندگان از نقطه A به B در شرایط رانندگی عالی و از B به C دارای شرایط رانندگی خوب می‌باشند. اما از C به D کیفیت رانندگی به صورت فزاینده‌ای دچار افت می‌شود.



شکل ۴- ارتباط نمودارهای سرعت، چگالی و جریان

## سایر تعاریف دیگر مرتبط با سرعت

به جز سرعت نقطه‌ای (سرعت لحظه‌ای)، متوسط سرعت زمانی و متوسط سرعت مکانی، تعاریفی دیگر مرتبط با سرعت نیز وجود دارد که در حوزه حمل‌ونقل مورد استفاده قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به سرعت جریان آزاد، سرعت طرح، سرعت عملکردی و سرعت مجاز اشاره کرد که در ادامه به تشریح این موارد پرداخته می‌شود. البته بایستی توجه شود سرعتی که در تحلیل جریان ترافیک مورد استفاده قرار می‌گیرد متوسط سرعت مکانی وسایل نقلیه می‌باشد.

### سرعت جریان آزاد

سرعت جریان آزاد، سرعت جریان ترافیک در حالتی است که چگالی به صفر نزدیک می‌شود. برای به دست آوردن این سرعت می‌توان سرعت وسایل نقلیه سواری را در جریان‌های کم تا متوسط به دست آورد که این جریان با توجه به نوع راه متفاوت است. برای مثال برای اندازه‌گیری میدانی سرعت جریان آزاد در یک آزادراه در جریان‌های کمتر از  $1000 \text{ pc/h/ln}$  (وسیله‌نقلیه سواری بر ساعت در هر خط عبور) و برای بزرگراه در جریان‌های کمتر از  $1400 \text{ pc/h/ln}$ ، نمونه‌ای منظم شامل حداقل  $100$  سواری در تمام خطوط عبور انتخاب و با به دست آوردن میانگین سرعت آنها، سرعت جریان آزاد برای قطعه مورد بررسی به دست می‌آید.

### سرعت عملکردی

سرعت یکی از مهم‌ترین عوامل در انتخاب مسیر یا شیوه حمل‌ونقلی است. سرعت عموماً در راه به ۶ عامل زیر بستگی دارد:

- ۱- توانایی راننده
- ۲- ویژگی‌های وسیله‌نقلیه مورد استفاده
- ۳- ویژگی‌های فیزیکی راه و کناره‌های آن (حاشیه راه)
- ۴- آب و هوا
- ۵- وجود سایر وسایل نقلیه (چگالی وسایل نقلیه در راه)
- ۶- محدودیت سرعت به واسطه مقررات یا وسایل کنترل سرعت

اثر تجمعی این شرایط سرعت قطعه راه را تعیین می‌کند.

سرعت عملکردی، سرعتی است که در شرایط آزاد جریان ترافیکی، رانندگان وسیله‌نقلیه این سرعت را انتخاب می‌کنند و برای هر یک از اجزای مسیر در شرایط آزاد جریان ترافیکی، برابر سرعتی است که ۸۵ درصد از رانندگان، سرعت معادل با آن و یا کمتر را انتخاب می‌کنند. بنابراین برای به دست آوردن سرعت عملکردی در شرایط آزاد جریان ترافیکی (برای مثال برای آزادراه جریان کمتر از  $1000 \text{ pc/h/ln}$ ) سرعت وسایل نقلیه را اندازه‌گیری کرده که ۸۵ امین درصد توزیع تجمعی وسایل نقلیه است.

در نقطه‌ای از مسیر سرعت ۲۰ وسیله نقلیه سواری در شرایط جریان آزاد برداشت شده است که به شرح جدول زیر است. سرعت عملکردی برای این مکان را به دست آورید.

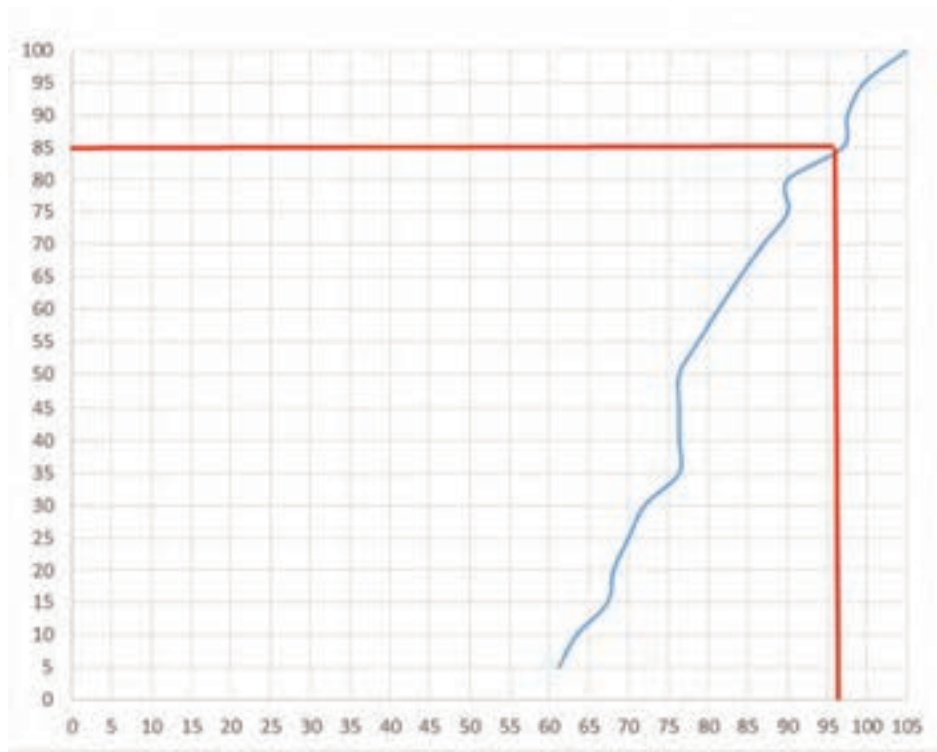


| شماره وسیله نقلیه | سرعت (کیلومتر بر ساعت) |
|-------------------|------------------------|
| ۱                 | ۹۶/۹۲                  |
| ۲                 | ۹۰                     |
| ۳                 | ۸۶/۸۹                  |
| ۴                 | ۶۸/۱                   |
| ۵                 | ۷۶/۳۶                  |
| ۶                 | ۱۰۵                    |
| ۷                 | ۶۳/۴۵                  |
| ۸                 | ۷۶/۳۶                  |
| ۹                 | ۶۱/۲۲                  |
| ۱۰                | ۷۸/۷۵                  |
| ۱۱                | ۹۰                     |
| ۱۲                | ۸۴                     |
| ۱۳                | ۸۱/۲۹                  |
| ۱۴                | ۷۶/۳۶                  |
| ۱۵                | ۷۶/۳۶                  |
| ۱۶                | ۷۰                     |
| ۱۷                | ۷۲                     |
| ۱۸                | ۹۷/۵۴                  |
| ۱۹                | ۶۷/۳۵                  |
| ۲۰                | ۹۹/۶۶                  |

برای به دست آوردن سرعت ۸۵ درصد (سرعت عملکردی) مطابق روند زیر عمل می‌شود. ابتدا سرعت‌های وسایل نقلیه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شود. سرعت‌های مرتب شده از عدد ۱ شماره گذاری می‌شوند. با تقسیم شماره سرعت بر تعداد کل وسایل نقلیه برداشت شده (در اینجا ۲۰ وسیله نقلیه) و ضرب کردن در ۱۰۰ (بیان بر حسب درصد) برای هر سرعت، درصد وسایل نقلیه‌ای که با آن سرعت یا کمتر از آن در حرکت هستند به دست می‌آید.

| ترتیب | سرعت (کیلومتر بر ساعت) | درصد وسایل نقلیه با سرعت برابر یا کمتر |
|-------|------------------------|----------------------------------------|
| ۱     | ۶۱٫۲۲                  | ۵                                      |
| ۲     | ۶۳٫۴۵                  | ۱۰                                     |
| ۳     | ۶۷٫۳۵                  | ۱۵                                     |
| ۴     | ۶۸٫۱                   | ۲۰                                     |
| ۵     | ۷۰                     | ۲۵                                     |
| ۶     | ۷۲                     | ۳۰                                     |
| ۷     | ۷۶٫۳۶                  | ۳۵                                     |
| ۸     | ۷۶٫۳۶                  | ۴۰                                     |
| ۹     | ۷۶٫۳۶                  | ۴۵                                     |
| ۱۰    | ۷۶٫۳۶                  | ۵۰                                     |
| ۱۱    | ۷۸٫۷۵                  | ۵۵                                     |
| ۱۲    | ۸۱٫۲۹                  | ۶۰                                     |
| ۱۳    | ۸۴                     | ۶۵                                     |
| ۱۴    | ۸۶٫۸۹                  | ۷۰                                     |
| ۱۵    | ۹۰                     | ۷۵                                     |
| ۱۶    | ۹۰                     | ۸۰                                     |
| ۱۷    | ۹۶٫۹۲                  | ۸۵                                     |
| ۱۸    | ۹۷٫۵۴                  | ۹۰                                     |
| ۱۹    | ۹۹٫۶۶                  | ۹۵                                     |
| ۲۰    | ۱۰۵                    | ۱۰۰                                    |

در جدول فوق ۸۵ امین درصد توزیع سرعت‌ها همان‌طور که با رنگ مشخص شده است برابر با ۹۶/۹۲ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. در صورتی که سرعت متناظر در جدول مشخص نبود می‌توان با رسم نمودار توزیع تجمعی که در واقع رسم دو ستون سرعت وسایل نقلیه و درصد وسایل نقلیه با سرعت برابر یا کمتر نسبت به یکدیگر می‌باشد، مطابق شکل ۵ سرعت متناظر با ۸۵ امین درصد را به دست آورد. بنابراین سرعت عملکردی برای مکان مورد نظر برابر با ۹۶/۹۲ کیلومتر بر ساعت است. البته بایستی توجه شود در اینجا به منظور بیان مثال آموزشی از تعداد اندکی از سرعت‌ها استفاده گردید و باید گستره بزرگتری از سرعت‌های وسایل نقلیه برای تخمین صحیح سرعت عملکردی راه استفاده گردد که معمولاً منتج به نمودار هموارتری برای تابع توزیع تجمعی نیز می‌شود.



شکل ۵- نمودار سرعت تجمعی وسایل نقلیه

در فایل اکسل با عنوان Traffic۳.xls x سرعت وسایل نقلیه عبوری از مقطعی از راهی در شرایط جریان آزاد برداشت شده است. سرعت عملکردی برای این مسیر را در اکسل به دست آورده و نمودار توزیع تجمعی سرعت‌ها را نیز رسم نمایید.

فعالیت  
کلاسی



### سرعت مجاز

سرعتی است که وسایل نقلیه، مجاز به حرکت با سرعتی برابر و یا کمتر از آن هستند. برای نشان دادن سرعت مجاز قطعات مختلف راه به راننده از تابلو محدودیت سرعت مجاز مطابق شکل ۶ استفاده می‌شود.



شکل ۶- نمونه‌ای از تابلو محدودیت سرعت (حداکثر سرعت مجاز ۱۱۰ کیلومتر در ساعت)



در صورتی که در قطعه‌ای از راه تابلوی محدودیت سرعت نصب نباشد باید سرعت مجاز براساس نوع راه رعایت شود که برای راه‌های برون‌شهری مطابق زیر است:

- \* در آزادراه‌ها حداقل سرعت ۷۰ کیلومتر در ساعت و حداکثر سرعت برای انواع سواری و وانت بارها ۱۲۰ کیلومتر در ساعت و برای انواع اتوبوس، مینی‌بوس، تریلر، کامیون و کامیونت ۱۱۰ کیلومتر در ساعت می‌باشد.
- \* در بزرگراه‌ها دارای خطوط رفت و برگشت جدا از هم حداکثر میزان سرعت انواع سواری و وانت بارها ۱۱۰ کیلومتر در ساعت و حداکثر میزان سرعت مجاز انواع اتوبوس، مینی‌بوس، کامیون و کامیونت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت می‌باشد.
- \* در جاده‌های اصلی حداکثر میزان سرعت مجاز برای انواع وسایل نقلیه در روز ۹۵ کیلومتر در ساعت و در شب ۸۵ کیلومتر در ساعت می‌باشد.
- \* در جاده‌های فرعی حداکثر میزان سرعت مجاز برای انواع وسایل نقلیه در روز ۸۵ کیلومتر در ساعت و در شب ۷۵ کیلومتر در ساعت می‌باشد.

## سرعت طرح

سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (قوس افقی، قوس قائم، شیب و...) قطعه مورد نظر راه انتخاب می‌شود. عوامل مختلفی در تعیین سرعت طرح یک راه می‌تواند دخیل باشد که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- \* وضعیت پستی و بلندی منطقه طرح،
- \* عملکرد مسیر،
- \* کاربری زمین‌های مجاور،
- \* نکات اقتصادی،
- \* انتظار و تمایلات رانندگان،
- \* نوع و حجم ترافیک،
- \* منظرآرایی مسیر،
- \* کاربران مسیر،

بسته به این عوامل، سرعت طرح می‌تواند از ۳۰ تا ۱۳۰ کیلومتر در ساعت باشد. از سرعت‌های طرح پایین‌تر برای مناطق کوهستانی و راه‌هایی با اهمیتی عملکردی کمتر و از سرعت‌های طرح بالاتر برای مناطق تپه ماهوری و دشت و راه‌هایی با اهمیتی عملکردی بیشتر استفاده می‌شود.

با در نظر گرفتن عوامل بالا، بیشترین سرعت ممکن به عنوان سرعت طرح انتخاب می‌شود، مگر آنکه موقعیت خاص راه مقادیر کمتری را ایجاب کند.

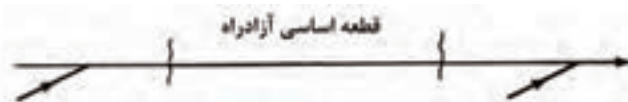
سرعت طرح باید به گونه‌ای انتخاب شود که پس از ساخت راه این سرعت با سرعت عملکردی تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشته باشد، در غیر این صورت می‌تواند مشکلات ایمنی و اقتصادی در پی داشته باشد. این سرعت همچنین باید از سرعت مجاز بیشتر باشد. برای نمونه سرعت طرح راه‌های شریانی و اصلی مطابق با آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- سرعت طرح برای راه‌های شریانی و اصلی

| راه‌های اصلی درجه یک و دو  |       |       | راه‌های اصلی درجه یک<br>جداشده |       |       | راه‌های شریانی<br>(از آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها) |       |       | نوع راه          |
|----------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------|-------|-------|------------------|
| سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) |       |       | سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)     |       |       | سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)                     |       |       | وضع پستی و بلندی |
| حداکثر                     | متوسط | حداقل | حداکثر                         | متوسط | حداقل | حداکثر                                         | متوسط | حداقل |                  |
| ۱۱۰                        | ۱۱۰   | ۱۱۰   | ۱۲۰                            | ۱۱۵   | ۱۱۰   | ۱۳۰                                            | ۱۲۰   | ۱۱۰   | دشت              |
| ۱۱۰                        | ۱۰۵   | ۱۰۰   | ۱۱۰                            | ۱۱۰   | ۱۱۰   | ۱۲۰                                            | ۱۱۵   | ۱۱۰   | تپه ماهور        |
| ۱۰۰                        | ۹۰    | ۸۰    | ۱۰۰                            | ۹۰    | ۸۰    | ۱۱۰                                            | ۹۵    | ۸۰    | کوهستانی         |

## سطح خدمت‌دهی

راه‌ها را بر اساس ظرفیت مطلق آنها برای ترافیک طراحی نمی‌کنند، زیرا کیفیت ترافیک در این حالت معمولاً قابل قبول نیست. اگر حجم ترافیک در حدود ظرفیت مطلق باشد، رانندگی موجب خستگی و وارد شدن فشارهای عصبی می‌شود و در نتیجه، ایمنی کاهش می‌یابد. چنانچه در مدت کوتاهی حجم ترافیک از ظرفیت مطلق تجاوز کند جریان ترافیک ناپایدار می‌شود و راه‌بندان‌های طولانی به وجود می‌آید. بنابراین ظرفیت طراحی را همیشه کمتر از ظرفیت مطلق می‌گیرند و مقدار آن را با اختیار کردن کیفیت مشخصی برای جریان ترافیک تعیین می‌کنند که به آن سطح خدمت‌دهی راه گفته می‌شود. برای سطح خدمت‌دهی ترافیک بزرگراه و قطعه اساسی آزادراه، شش وضعیت تعریف می‌شود که در ادامه تشریح شده‌اند. منظور از قطعه اساسی آزادراه قطعه‌ای است که در آن ورودی یا خروجی یا ناحیه تداخلی از آزادراه وجود نداشته باشد و تحت تأثیر آنها نباشد (شکل ۷).



شکل ۷- قطعه اساسی آزادراه

در زیر شش سطح خدمت‌دهی بزرگراه و قطعه اساسی آزادراه تشریح می‌شود.

### \* سطح خدمت‌دهی A:

عملکرد جریان، به صورت جریان آزاد است و سرعت جریان آزاد حاکم است. وسایل نقلیه کاملاً آزادند تا در جریان ترافیک حرکت کنند. میانگین فاصله وسایل نقلیه ۱۶۱ متر و آثار سوانح موضعی و حداقل است. شکل ۸، سطح خدمت‌دهی A را در یک آزادراه نشان می‌دهد.



شکل ۸- سطح خدمت دهی A

### \* سطح خدمت دهی B:

جریان نسبتاً آزاد و عموماً سرعت جریان آزاد می باشد. توانایی تحرک در جریان ترافیک کمی محدود شده است. متوسط فاصله بین وسایل نقلیه ۱۰۰ متر است. شکل ۹ سطح خدمت دهی B را در یک آزادراه نشان می دهد.



شکل ۹- سطح خدمت دهی B

### \* سطح خدمت دهی C:

جریان با سرعت های برابر یا نزدیک سرعت جریان آزاد است. آزادی تحرک در داخل جریان ترافیک به طور قابل ملاحظه ای محدود شده و تغییر خط برای وسایل نقلیه نیازمند احتیاط و مراقبت بیشتری به وسیله رانندگان می باشد. میانگین فاصله وسایل نقلیه ۷۶ متر است. افت موضعی ناشی از سوانح قابل ملاحظه است و ممکن است پشت هر راه بندان صفی تشکیل شود. شکل ۱۰ سطح خدمت دهی C را در یک آزادراه نشان می دهد.



شکل ۱۰- سطح خدمت دهی C

### \* سطح خدمت دهی D:

با افزایش جریان، سرعت‌ها اندکی کاهش می‌یابند، افزایش چگالی با آهنگ بیشتری روی می‌دهد و آزادی تحرک تا حد بیشتری محدود می‌شود. میانگین فاصله بین وسایل نقلیه ۵۰ متر است. حوادث جزئی می‌تواند باعث تشکیل صف شود. شکل ۱۱ سطح خدمت دهی D را در یک آزادراه نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- سطح خدمت دهی D

### \* سطح خدمت دهی E:

عملکرد جریان را در ظرفیت تشریح می‌کند. عملکردها در این سطح بسیار متغیر است زیرا فاصله‌های پایداری بین وسایل نقلیه در جریان ترافیک وجود ندارد و فضای کمی برای مانور در جریان ترافیک وجود دارد. انتظار می‌رود که هر سانحه‌ای سبب فروپاشی جدی و ایجاد صف‌های گسترده شود. شکل ۱۲ سطح خدمت دهی E را در یک آزادراه نشان می‌دهد.



شکل ۱۲- سطح خدمت دهی E

### سطح خدمت دهی F:

فروپاشی جریان وسایل نقلیه در نقاط تراکم خیزی مانند نقاط ورودی، خروجی یا کم شدن تعداد خطوط و همچنین در اثر سوانح ترافیکی می‌تواند روی دهد. شکل ۱۳ سطح خدمت دهی F را در یک آزادراه نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- سطح خدمت دهی F

## تعیین سطح خدمت‌دهی برای یک قطعه اساسی آزادراه یا بزرگراه

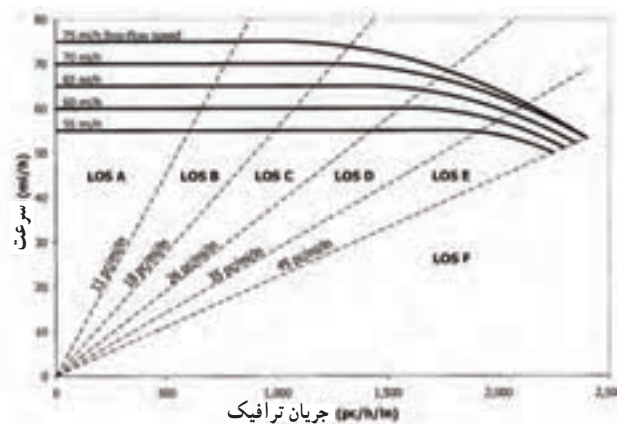
برای به دست آوردن سطح خدمت آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها بایستی گام‌های زیر را انجام داد.

- \* گام اول: تعیین سرعت جریان آزاد
- \* گام دوم: تعیین آهنگ جریان اصلاح شده
- \* گام سوم: تخمین سرعت و چگالی
- \* گام چهارم: تعیین سطح خدمت‌دهی

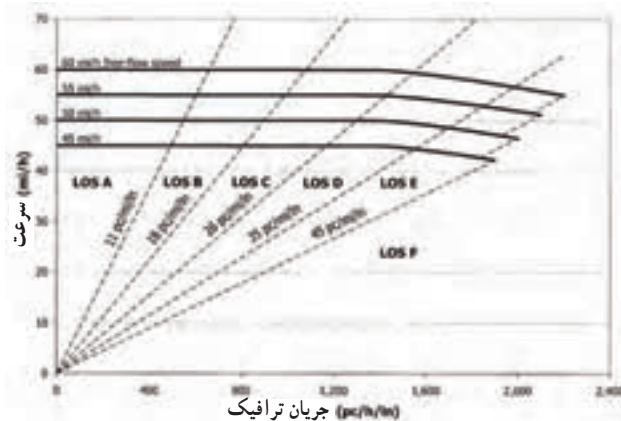
### گام اول (تعیین سرعت جریان آزاد)

در بخش قبل نحوه تعیین سرعت جریان آزاد برای آزادراه و بزرگراه‌ها با استفاده از برداشت میدانی (اندازه‌گیری سرعت و وسایل نقلیه در محل) شرح داده شد. برای به دست آوردن سرعت جریان آزاد می‌توان از روابطی نیز استفاده کرد که در آیین‌نامه HCM شرح داده شده است که در این کتاب بیان نشده‌اند. بعد از تعیین سرعت جریان آزاد بایستی یکی از نمودارهای جریان سرعت که در شکل ۱۴ و ۱۵ برای آزادراه و بزرگراه نشان داده شده‌اند انتخاب شود. برای تبدیل واحد سرعت از مایل بر ساعت به کیلومتر بر ساعت کافی است مقدار سرعت در عدد  $1/61$  ضرب گردد و در صورت تبدیل از کیلومتر بر ساعت به مایل بر ساعت بر این عدد تقسیم گردد. در صورتی که برای سرعت به دست آمده نمودار ترسیم شده‌ای وجود نداشته باشد به شکل زیر عمل می‌شود.

- $72.5 \leq FFS < 77.5$  : استفاده از  $FFS = 75 \text{ mi/h}$
- $67.5 \leq FFS < 72.5$  : استفاده از  $FFS = 70 \text{ mi/h}$
- $62.5 \leq FFS < 67.5$  : استفاده از  $FFS = 65 \text{ mi/h}$
- $57.5 \leq FFS < 62.5$  : استفاده از  $FFS = 60 \text{ mi/h}$
- $52.5 \leq FFS < 57.5$  : استفاده از  $FFS = 55 \text{ mi/h}$
- $47.5 \leq FFS < 52.5$  : استفاده از  $FFS = 50 \text{ mi/h}$
- $42.5 \leq FFS < 47.5$  : استفاده از  $FFS = 45 \text{ mi/h}$



شکل ۱۴ - نمودار سرعت جریان برای قطعه اساسی آزادراه



شکل ۱۵- نمودار سرعت جریان برای بزرگراه

### گام دوم (تعیین آهنگ جریان اصلاح شده) ■ آهنگ جریان حداکثر

تعیین سطح خدمت دهی یک راه موجود یا طراحی راه برای سطح خدمت دهی مورد نظر در ۱۵ دقیقه و در جهتی از آزادراه یا بزرگراه که بیشترین جریان ترافیک وجود دارد (۱۵ دقیقه بحرانی)، انجام می‌گیرد. بنابراین نیاز است که آهنگ جریان برای این ۱۵ دقیقه تعیین شود. اغلب حجم وسایل نقلیه برای بازه‌های یک ساعته گزارش می‌شود بنابراین می‌توان ساعت اوج (ساعتی که بیشترین حجم وسایل نقلیه از راه عبور می‌کند) را به دست آورد. اما تغییرات حجم وسایل نقلیه عبوری در طول یک ساعت نیز دارای تغییرات زیادی است، به مثال زیر دقت کنید.

حجم وسایل نقلیه عبوری در چهار بازه ۱۵ دقیقه‌ای در ساعت اوج در یکی از خطوط آزاد راهی مطابق جدول زیر است.

| بازه زمانی (دقیقه) | حجم وسایل نقلیه | آهنگ جریان وسایل نقلیه |
|--------------------|-----------------|------------------------|
| ۰ - ۱۵             | ۲۰۰             | ۸۰۰                    |
| ۱۵ - ۳۰            | ۲۴۰             | ۹۶۰                    |
| ۳۰ - ۴۵            | ۴۵۰             | ۱۸۰۰                   |
| ۴۵ - ۶۰            | ۳۰۰             | ۱۲۰۰                   |

همان طور که مشاهده می‌شود حجم ساعتی وسایل نقلیه در ساعت مورد مطالعه برابر با ۱۱۹۰ وسیله نقلیه بوده است. این در حالی است که آهنگ جریان در ۱۵ دقیقه بحرانی برابر ۱۸۰۰ وسیله نقلیه است. بنابراین برای اینکه نشان داده شود که تغییرات ترافیک در طول یک ساعت چه مقدار است، از ضریبی به نام ضریب ساعت اوج (PHF) استفاده می‌شود که با فرمول زیر به دست می‌آید.

$$PHF = \frac{\text{حجم ساعتی وسایل نقلیه}}{\text{آهنگ جریان حداکثر}} = \frac{V}{4 \times V_{15}}$$

$V_{15}$  حجم وسایل نقلیه در ۱۵ دقیقه بحرانی است.  
 که برای مثال بالا برابر است با:

$$PHF = \frac{\text{حجم ساعتی وسایل نقلیه}}{\text{آهنگ جریان حداکثر}} = \frac{1190}{1800}$$

بنابراین در صورتی که مقدار ضریب ساعت اوج در اختیار باشد می توان حجم وسایل نقلیه در ساعت اوج را به آهنگ جریان حداکثر (آهنگ جریان در ۱۵ دقیقه بحرانی) تبدیل کرد که مطابق فرمول زیر به دست می آید:

$$\text{آهنگ جریان حداکثر} = V = \frac{V}{PHF}$$

### اصلاح آهنگ جریان حداکثر برای نوع وسیله نقلیه، آشنایی رانندگان به مسیر و تعداد خطوط

برای محاسبه سطح خدمت دهی راه ها از معادل سواری آهنگ جریان استفاده می شود که نحوه محاسبه آن در بخش های قبل شرح داده شده است. همچنین آهنگ جریان راه با تقسیم بر تعداد خطوط در هر جهت بر حسب آهنگ جریان معادل سواری وسایل نقلیه در خط عبور (pc/h/ln) به دست می آید.  
 اگر رانندگانی که از راه استفاده می کنند آشنا به مسیر باشند نیاز به اصلاحی بر روی آهنگ جریان حداکثر نمی باشد، در غیر این صورت برای در نظر گرفتن عدم آشنایی رانندگان به مسیر از ضریبی استفاده می شود و آهنگ جریان حداکثر بر این ضریب ( $f_p$ ) تقسیم می شود. این ضریب برای رانندگان آشنا به راه برابر ۱ است و هر اندازه مسیر برای رانندگان مورد استفاده از آن ناآشنا تر باشد این ضریب به صفر نزدیک تر می شود.  
 بنابراین اگر تمام اصلاحاتی که باید بر روی حجم ترافیک ساعت اوج برای محاسبه سطح خدمت دهی انجام می شود را در قالب یک رابطه ارائه شود، رابطه به صورت زیر خواهد شد:

$$V_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_p}$$

که در این رابطه:

$V_p$ : آهنگ جریان اصلاح شده

$V$ : حجم وسایل نقلیه در ساعت اوج

$N$ : تعداد خطوط آزادراه یا بزرگراه در هر جهت

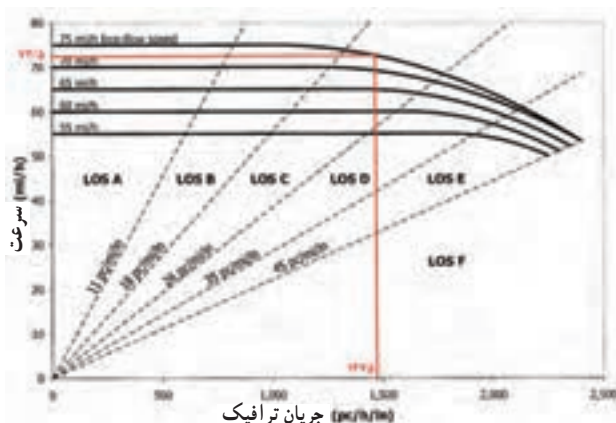
$f_{HV}$ : ضریب اصلاح وسایل نقلیه سنگین

$f_p$ : ضریب اصلاحی برای آشنایی رانندگان مسیر

### گام سوم: تخمین سرعت و چگالی

پس از تعیین نمودار سرعت آزاد (گام اول) و آهنگ جریان اصلاح شده (گام دوم)، با استفاده از این نمودار سرعت متناظر با آهنگ جریان به دست می آید.

برای مثال برای قطعه ای از آزادراه که سرعت جریان آزاد آن ۷۵ مایل بر ساعت و آهنگ جریان اصلاح شده آن برابر با ۱۴۷۵ pc/h/ln باشد سرعت جریان برابر با ۷۲/۵ مایل بر ساعت خواهد شد (مطابق شکل ۱۶)



شکل ۱۶- نحوه تعیین سرعت جریان

برای به دست آوردن چگالی از رابطه بین سرعت، چگالی و آهنگ جریان ( $v=S \times D$ ) استفاده می شود. بنابراین برای مثال فوق مقدار چگالی بر حسب تعداد وسایل نقلیه سواری بر مایل در هر خط عبور (pc/mil/ln) برابر است با:

$$D = \frac{V_p}{S} = \frac{1475}{72/5} = 20/34 \text{ pc / mil / ln}$$

### گام چهارم : (تعیین سطح خدمت دهی)

بعد از تعیین چگالی با استفاده از جدول ۳ و جدول ۴، سطح خدمت دهی برای قطعه اساسی آزادراه و بزرگراه به دست می آید. که برای مثال ذکر شده با توجه به اینکه چگالی برابر است، سطح خدمت دهی برای این قطعه آزادراه با توجه به مقادیر جدول ۳ برابر با سطح خدمت دهی C به دست می آید.

جدول ۳- تعیین سطح خدمت دهی با معیار چگالی برای قطعه اساسی آزادراه

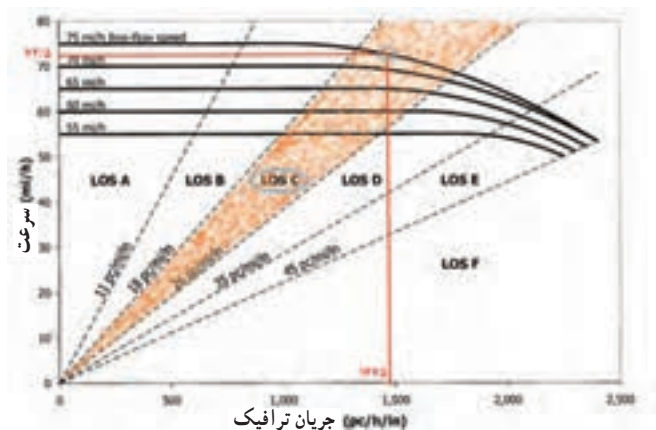
| چگالی (pc/mil/ln)  | سطح خدمت دهی |
|--------------------|--------------|
| کوچکتر یا مساوی ۱۱ | A            |
| ۱۱-۱۸              | B            |
| ۱۱-۲۶              | C            |
| ۲۶-۳۵              | D            |
| ۳۵-۴۵              | E            |
| بزرگتر از ۴۵       | F            |



جدول ۴- تعیین سطح خدمت‌دهی با معیار چگالی برای بزرگراه

| چگالی (pc/mil/ln)  | سرعت جریان آزاد (FFS)          | سطح خدمت‌دهی (LOS) |
|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| کوچکتر یا مساوی ۱۱ | برای تمامی سرعت‌های جریان آزاد | A                  |
| ۱۱-۱۸              | برای تمامی سرعت‌های جریان آزاد | B                  |
| ۱۱-۲۶              | برای تمامی سرعت‌های جریان آزاد | C                  |
| ۲۶-۳۵              | برای تمامی سرعت‌های جریان آزاد | D                  |
| ۴۰-۳۵              | ۶۰                             | E                  |
| ۳۵-۴۱              | ۵۵                             |                    |
| ۳۵-۴۳              | ۵۰                             |                    |
| ۳۵-۴۵              | ۴۵                             |                    |
| بزرگتر از ۴۰       | ۶۰                             | F                  |
| بزرگتر از ۴۱       | ۵۵                             |                    |
| بزرگتر از ۴۳       | ۵۰                             |                    |
| بزرگتر از ۴۵       | ۴۵                             |                    |

روش دیگر که می‌توان با استفاده از آن سطح خدمت‌دهی را به دست آورد مستقیماً از نمودارها می‌باشد و نیازی به محاسبه سرعت و چگالی نیز نمی‌باشد. روش کار به این صورت است که بعد از تعیین آهنگ جریان اصلاح شده، از این آهنگ جریان به نمودار سرعت جریان آزاد مربوطه وصل کرده، و محل تلاقی بین دو خط چین که از مبدأ می‌گذرد واقع خواهد شد که هر قطاع بیان‌کننده یک سطح سرویس است که بر روی شکل‌ها مشخص شده است. در مثال فوق محل تلاقی در قطاعی که در شکل زیر رنگ شده است قرار گرفته است که سطح خدمت‌دهی مربوطه برابر با C (LOS C) می‌باشد.



شکل ۱۷- مثالی از نحوه تعیین سطح خدمت‌دهی آزادراه



برای آزادراه گرمسار-قم با توجه به آمار ترافیک سال ۱۳۶۹، سطح خدمت‌دهی این آزادراه در قطعه عمومی که در منطقه تپه ماهور قرار دارد را به دست آورید. تعداد خطوط این آزادراه ۳ خط در هر جهت می‌باشد. فرض شود که مقدار ضریب ساعت اوج برابر با ۰/۹۱ و رانندگان آشنا به مسیر باشند و سرعت جریان آزاد در این قطعه برابر با ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت باشد.

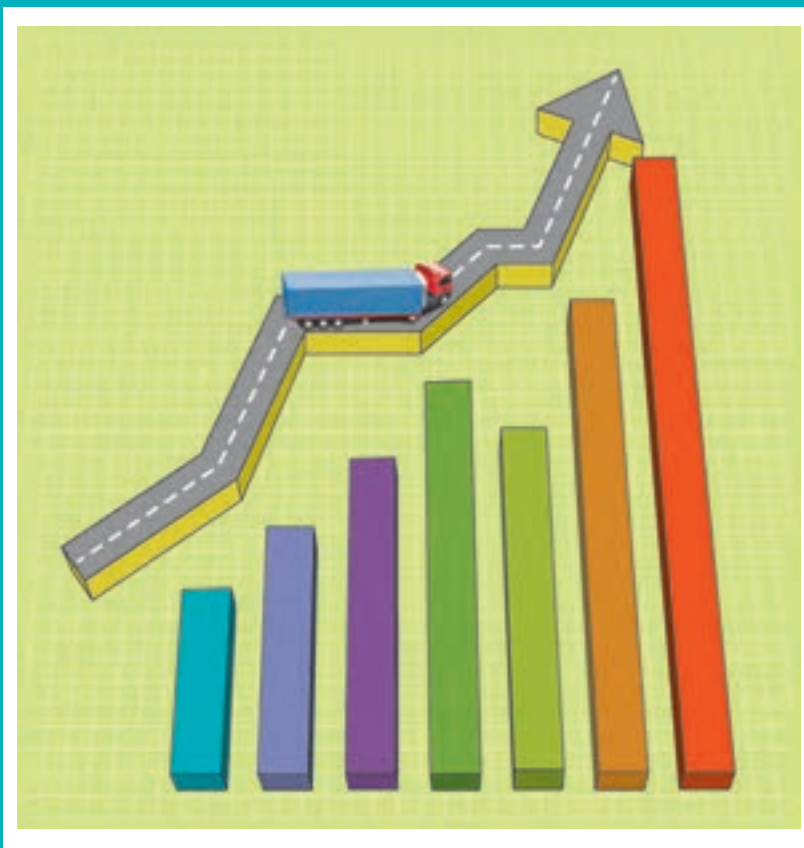
راهنمایی: برای کسب اطلاعات ترافیکی از اطلاعات ترددشمارهای سایت سازمان راهداری استفاده نمایید. در ابتدا برای سال ۱۳۶۹ حجم ترافیک ساعت اوج را به دست آورید. وسایل نقلیه کلاس ۳، ۴ و ۵ شامل کامیون‌ها و اتوبوس است، که برای ساعت اوج سهم این وسایل نقلیه را می‌توانید به دست آورید.

### ارزشیابی پایانی

| نمره                     | استاندارد<br>(شاخص‌ها، دآوری، نمره‌دهی) | نتایج                                                                                                                                                           | استاندارد<br>عملکرد<br>(کیفیت) | تکالیف<br>عملکردی<br>(شایستگی‌ها)                                | عنوان<br>پودمان<br>فصل  |                              |
|--------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
|                          | ۳                                       | تعیین متوسط حجم ترافیک روزانه در سال، تعیین نرخ جریان معادل، تعیین سرعت‌های مکانی و زمانی، تحلیل روابط بین نرخ، سرعت و چگالی، تعیین سطح سرویس آزادراه و بزرگراه | بالتر از حد انتظار             | تعیین پارامترهای با استفاده از جداول آماری بر اساس استاندارد HCM | برآورد شاخص‌های ترافیکی | محاسبات ترافیکی در حمل و نقل |
|                          | ۲                                       | تعیین متوسط حجم ترافیک روزانه در سال، تعیین نرخ جریان معادل، تعیین سرعت مکانی، تعیین سطح سرویس آزادراه و بزرگراه                                                | در حد انتظار                   |                                                                  |                         |                              |
|                          | ۱                                       | عدم تعیین حجم ترافیک روزانه در سال و نرخ جریان معادل                                                                                                            | پایین‌تر از حدانتظار           |                                                                  |                         |                              |
| نمره مستمر از ۵          |                                         |                                                                                                                                                                 |                                |                                                                  |                         |                              |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ |                                         |                                                                                                                                                                 |                                |                                                                  |                         |                              |
| نمره پودمان از ۲۰        |                                         |                                                                                                                                                                 |                                |                                                                  |                         |                              |

پودمان ۴

## تحلیل اقتصاد در حمل و نقل



آیا در جاده‌های بین شهری به وسایل نقلیه حمل بار توجه کرده‌اید؟ به نظر شما در چه حالتی نیاز است که کالاها به جاهای مختلف حمل شوند؟ برای حمل کالاها به نقاط مختلف کشور چه مشکلاتی وجود دارد؟ از آنجا که در همه نقاط کشور کالاهای مورد نیاز وجود نداشته و همچنین امکان تولید تمام کالاها در تمام مناطق وجود ندارد، نیاز است تا محصولات تولید شده به مناطق مختلف حمل شوند. این جابه‌جایی مشکلات و هزینه‌هایی را به همراه دارد و موجب می‌شود قیمت کالا در مقصد افزایش یابد.

شرکت‌هایی وجود دارند که وظیفه آنها حمل مواد و کالاها به نقاط مختلف کشور است. این شرکت‌ها با وسایل نقلیه مختلف از قبیل خودروهای سواری باربر مانند نیسان، کامیونت، کامیون یا قطار و ترکیبی از گزینه‌های مختلف، انواع بارها را به نقاط مختلف کشور حمل می‌کنند. در ادامه مطالبی مربوط به فعالیت‌های این شرکت‌ها و هزینه‌ها و درآمدهای آنها آورده شده است.

## فعالیت‌های لجستیک

لجستیک در معنای عام به معنای آمادگی و پشتیبانی است. این مفهوم در جنگ جهانی دوم و در زمان آماده‌سازی ابزار و ادوات جنگی شکل گرفت و از دنیای نظامی به تجارت و اقتصاد رسید. به طوری که لجستیک در کشورهای پیشرفته بسیار فراگیر شد و این مسئله سودهای فراوانی نیز برای کسب و کارها به همراه آورد.

لجستیک از نظر لغوی ریشه‌ای یونانی دارد و در موارد نظامی برای جابه‌جایی جنگ‌افزار، مهمات و جیره غذایی هنگام حرکت از مکان اصلی به سمت خط مقدم استفاده می‌شود. در روم باستان، نظامیانی وجود داشتند با نام LOGISTIKAS که وظیفه مسائل مالی، پشتیبانی و تقسیم مایحتاج بر عهده آنان بود.

لجستیک و زنجیره تأمین، واژه‌ای است که در چند سال اخیر و به ویژه این روزها در کشورمان تحت عنوان‌هایی نظیر «مدیریت زنجیره تأمین»، «شرکت‌های خدمات امور لجستیک» و... بسیار شنیده می‌شود.

لجستیک شامل یکپارچه‌سازی اطلاعات، حمل و نقل، موجودی کالا، انبارداری، جابه‌جایی کالا و بسته‌بندی و در مواردی شامل امنیت نیز می‌شود. به طور خلاصه می‌توان گفت که هدف از برنامه ریزی لجستیک، انبارداری و ذخیره‌سازی، حمل و نقل و مدیریت اطلاعات است.

در دنیای دیجیتالی امروز خیلی‌ها با لجستیک سر و کار دارند. لباسی که از یک فروشگاه اینترنتی می‌خرید، کفشی که بعد از یک تبلیغ تلویزیونی سفارش می‌دهید و یا وسیله آشپزخانه‌ای که از یک کانال فضای مجازی انتخاب می‌کنید، همه بعد از انتخاب و خرید شما به افراد فعال در حوزه لجستیک سپرده می‌شود و بعد به دست شما می‌رسد. نگهداری کالا، بسته‌بندی آن و در آخر ارسال برای شما، به معنای لجستیک است.



شکل ۱- لجستیک در دنیای دیجیتالی

این مقوله در تجارت آنلاین توانسته است کمک زیادی به کسب و کار کند و کنترل هزینه‌ها، منابع، انرژی و رضایت‌مندی مشتری را در پی داشته است. لجستیک یعنی رساندن کالاهای مناسب در مکان و زمان مناسب با هزینه مناسب، شرایط مناسب و با مراقبت و توجه به محیط. از جمله زیرسیستم‌های لجستیکی عبارت است از: حمل کردن، انبارداری، کنترل موجودی، سیستم‌های اطلاعاتی / ارتباطاتی، بسته‌بندی و مدیریت ساخت.



شکل ۲- حمل بار

## سهم حمل و نقل در فعالیت‌های لجستیکی

حمل و نقل یک بخش اصلی و مهم در به کارگیری لجستیک یا تدارکات است و بدون توسعه متناسب حمل و نقل، لجستیک قادر به اجرای اهداف خود نخواهد بود. به علاوه آن که یک سیستم حمل و نقل کارا در فعالیت‌های تدارکات منجر به تأثیرگذاری بیشتر لجستیک با کاهش هزینه‌های عملیات و توضیح کیفیت خدمات می‌گردد. حمل و نقل، انبار و مدیریت اطلاعات سه مؤلفه اصلی لجستیک را تشکیل می‌دهند.

در صورتی که شرکتهای لجستیکی وجود نداشته باشند، دسترسی به کالاهای مورد نیاز در نقاط مختلف دنیا سخت خواهد بود. در حالی که اگر یک شرکت حمل و نقل کالا با شرایط مناسب کالاهای مورد نیاز را به مناطق

مورد نظر ارسال کند، هر فردی در هر جای دنیا می‌تواند به راحتی به محصول مورد نیاز خود برسد و از مزایای آن بهره‌مند شود. به مثال زیر توجه کنید.



شکل ۳- دو چرخه لجستیکی

براساس مطالعات صورت گرفته در کشورهای مختلف و نیز (مطالعات بانک جهانی)، از کل هزینه‌های لجستیکی در هر کشور، به طور متوسط ۶۲ درصد آن متعلق به بخش حمل و نقل، ۳۴ درصد متعلق به بخش نگهداری و انبارداری و ۴ درصد مربوط به مدیریت و کنترل لجستیک است.



شکل ۴- نمایش هزینه‌های لجستیکی

از سویی دیگر، در حال حاضر ۶ تا ۷ درصد قیمت کالاها در جهان متأثر از هزینه‌های حمل و نقل است. این رقم در ایران در این مورد حدود ۱۹٪ است

## لزوم استفاده از شرکت‌های لجستیکی

مهران مشتاق دوچرخه است! او نه تنها پخش زنده تمام مسابقات را دنبال می‌کند، بلکه خودش هم دوچرخه‌سواری حرفه‌ای بوده و در بسیاری از مسابقات شرکت می‌کند. او سایت مجازی یک شرکت تولیدکننده دوچرخه‌های مسابقه‌ای معروف را دنبال کرده و محصولات آن شرکت را خیلی دوست دارد. او به تازگی متوجه می‌شود این کمپانی ارسال دوچرخه به ایران را آغاز کرده است، به همین دلیل به شدت خوشحال می‌شود! سریعاً به وبسایت آنها می‌رود تا دوچرخه‌ای را که می‌خواست سفارش دهد. او دوچرخه را به سبد خرید اضافه می‌کند اما همین که به مرحله پرداخت می‌رسد مردد می‌شود. کمپانی فقط به دو صورت کالا را ارسال می‌کند و مهران نمی‌داند کدام گزینه را انتخاب کند. به نظر شما کدام یک از گزینه‌های ارسال کالا برای مهران مناسب‌تر است؟

- ۱- هزینه ارسال فوری کالا، که تقریباً با قیمت دوچرخه برابری می کند را بپردازد.
- ۲- هزینه ارسال معمولی را که کمتر است بپردازد ولی دوچرخه ۵ ماه بعد به دست او می رسد.

همان طور که می بیند هیچ کدام از ۲ گزینه ارسال کالا مناسب نیستند. مهران دوست ندارد قیمت دوچرخه را برای ارسال آن هزینه کند و از طرفی فکر می کند ۵ ماه زمانی طولانی برای ارسال دوچرخه است. مهران ناامید شده و به علت عدم وجود شرایط مطلوب در ارسال، خرید دوچرخه از این سایت را کنسل می کند که به نظر تصمیمی کاملاً درست است.

به نظر شما در شرایطی که مهران از تصمیم خرید خود منصرف شد مقصر کیست؟  
در این ماجرا چه کسانی ضرر کردند؟  
به نظر شما آیا بهتر نبود شرکت تولیدکننده دوچرخه گزینه دیگری برای ارسال دوچرخه پیشنهاد می کرد؟

فعالیت  
کلاسی



### اهمیت مسائل لجستیکی

ورود به بازارهای جهانی به رشد تجارت کمک کرده و منجر به افزایش فروش می شود. اما مسائل لجستیکی این گسترش، می توانند بسیار چالش زا باشند. مشتریان دوست دارند کالاها را با هزینه ارسال کم و سریع دریافت کنند. آنها با وسواس نحوه ارسال را انتخاب می کنند تا کالا در شرایط عالی به دستشان برسد. (اگر دوچرخه در حالت آسیب دیده به دست مهران برسد دیگر قابل استفاده نیست! یا اینکه اگر با قیمت زیاد یا زمان طولانی به دستش برسد مطلوبیت خرید کاهش می یابد.)

حتی اگر مشتری محصول را از کشور خارجی هم سفارش دهد باز دوست دارد تا خدمات رسانی و روش های پرداخت بین المللی در بهترین شکل باشند. به همین دلیل باید برای سفارش های خارجی برنامه داشت و همیشه برای بازار، کالاهای با کیفیت عرضه کرد.

اهمیت لجستیک طی سال های اخیر موجب شده تا کم و بیش اقداماتی در جهت توسعه لجستیک در کشورها و شرکت های پیشروی دنیا صورت گیرد که از آن جمله می توان به پدید آمدن شرکت های لجستیکی طرف سوم (3PL) و گسترش استقبال عمومی از آنها اشاره کرد. بنا بر تعریف، شرکت های لجستیکی طرف سوم یا به اختصار (3PL) ها نامیده می شوند به شرکت هایی گفته می شوند که سازمان های تولیدی یا خدماتی، بخشی و یا کل امور لجستیک خود را به آنها برون سپاری می کنند. این شرکت ها معمولاً در حوزه های حمل و نقل و انبارداری متخصص هستند و قادرند خدمات خود را با انواع مختلف و متنوعی از محصولات منطبق سازند. کارکرد اصلی این شرکت ها، مبتنی بر توزیع فیزیکی کالا و خدمت است.

بنگاه های اقتصادی با برون سپاری بسیاری از خدمات عمومی خود، نیاز به سرمایه گذاری و ایجاد دارایی در سازمان را کاهش می دهند. به عنوان نمونه یک سازمان با برون سپاری بخش انبارداری به (3PL) ها نیازی به سرمایه گذاری کلان برای خدمات انبار داری و بسته بندی ندارد. (3PL) ها از خواب سرمایه یا خواب دارایی بنگاه که منجر به از دست رفتن بسیاری از صرفه های اقتصادی بنگاه می شود، جلوگیری می کنند. از مزیت های دیگر شرکت های طرف سوم لجستیک، ارائه خدمات به صورت یکپارچه است. سازمان ها برای برآورده شدن خدمات مورد نیاز خود گاهی مجبورند تا از چندین شرکت تأمین کننده استفاده کنند.

به عنوان مثال در بخش پتروشیمی، چنانچه حمل خوراک تا مجتمع، بسته‌بندی پس از تولید، انبارکردن، حمل داخلی، حمل ترانزیت، خدمات مرتبط با بندر و دریا در حالت‌های مختلف محصول (جامد، مایع و گاز) به یک شرکت طرف سوم لجستیک واگذار گردد، تنها دغدغه مدیران و کارشناسان متمرکز بر تولید و فروش مؤثر خواهد بود.

ورود به بازارهای جهانی یعنی مواجه شدن با قوانین گمرکی پیچیده و مالیات‌های مختلف؛ اینجاست که یک شرکت لجستیکی طرف سوم (3PL) می‌تواند کمک زیادی به ما بکند. شرکت‌های (3PL) می‌توانند به خوبی از پس پیچیدگی‌های ارسال محصول به دیگر کشورها مثل واردات و صادرات برآیند. فرض کنید مهران دوچرخه را از سایت سفارش داده است، بعد از ثبت سفارش شرکت لجستیکی طرف سوم دوچرخه را از کمپانی تحویل می‌گیرد. سپس شرکت تمام مراحل اداری ارسال دوچرخه (از جمله گمرک، حق الزحمه و مالیات) را انجام می‌دهد. در نهایت به کمک شرکت‌های رابط یا کارمندان دوچرخه را صحیح و سالم به دست مهران می‌رساند.

شرکت‌های لجستیکی طرف سوم پروسه ارسال کالا را آسان‌تر می‌کنند چرا که قوانین واردات یا صادرات و همچنین لیست کالاهای ممنوعه برای بعضی از کشورها را می‌دانند. حتی به کمک آنها می‌توان روند سفارش‌ها را اتوماتیک کرده و از اینکه محصولات به موقع و سالم به دست مشتری می‌رسد اطمینان حاصل کرد.

مزایای استفاده از شرکت‌های لجستیکی طرف سوم به قرار زیر خلاصه می‌شوند:

**هدر رفتن کمتر زمان و استرس کمتر:** این شرکت‌ها تمام امور مربوط به مالیات، گمرکات، تعرفه‌ها و دیگر کارهای زمان‌بر و لجستیکی را به سرعت انجام می‌دهند.

**صرفه جویی در هزینه‌های کلی:** هزینه‌های عملیاتی پایین آمده و زمان کمتری صرف ارسال کالا می‌شود.

**کاهش هزینه‌های ارسال:** آنها سر قیمت ارسال کالا مذاکره می‌کنند که این کار منجر به صرفه‌جویی در هزینه ارسال خواهد شد.

**گسترش سریع:** اگر تمرکز شما بر فروش‌های فصلی یا دوره‌ای است به کمک این شرکت‌ها می‌توانید فروش خود را افزایش دهید.

برای فهم بهتر نقش و اهمیت کلیدی شرکت‌های لجستیکی طرف سوم در توسعه یک کشور، با تحقیق در اینترنت هزینه و عملکرد زمانی این نوع از شرکت‌ها در بسته‌بندی، ارسال به بندر جهت بارگیری و صادرات به دیگر کشورها را در ایران و چین بررسی و مقایسه کنید.

### راهنمایی

برای جست‌وجو در اینترنت از کلید واژه هزینه‌های یک شرکت لجستیکی استفاده کنید.

فعالیت  
کلاسی





## نحوه انتخاب شرکت 3PL مناسب

می توانید از شرکت های لجستیکی طرف سوم داخل کشور و یا شرکت هایی که در دیگر کشورها مستقر هستند استفاده کنید. همه چیز بستگی به هدف شما در بازار جدید دارد. قبل از انتخاب شریک در مورد اعتبار و سابقه آنها تحقیق کنید. اما به غیر از این دو موضوع، باید نکات دیگری را هم در نظر بگیرید:

- \* محصولات از کدام کشور ارسال می شوند؟
- \* آیا در کشور مبدأ 3PL معتبر وجود دارد؟
- \* محصولات به کدام کشور ارسال می شوند؟
- \* آیا شرکتی وجود دارد که خدمات را سریع تر اما با قیمت پایین تر ارائه کند؟

سپس به قابلیت هایی که شریک لجستیک در اختیار قرار می دهد (از جمله بیمه و قابلیت رهگیری محصول) دقت کنید. ببینید سیستم رهگیری کالای آنها چگونه است و در صورت بروز مشکل در ارسال کالا چگونه کار مشتری را راه می اندازند. در این بین مشتریان را فراموش نکنید. مشتریان هم انتظارات خود را از ارسال کالا دارند، ببینید آیا شرکت مورد نظر می تواند نیازهای مشتریان را پاسخ بدهد یا نه. مهم ترین فاکتور در انتخاب شریک لجستیکی طرف سوم مناسب برای کسب و کار، مقایسه قابلیت های آنها در ازای پولی که دریافت می کنند است.

ببینید مشتری به طور متوسط چقدر برای یک سفارش هزینه کرده و شرکت طرف سوم در ازای ارسال آن چقدر پول می گیرد؟ این اطلاعات به شما کمک می کنند تا شریک مناسب را پیدا کنید و برای ارسال کالا به مشتریان تخفیف هم در نظر بگیرید.

فرض کنید کمپانی دوچرخه سازی به ازای ارسال کالا به کمک شرکت طرف سوم، ۱۰ هزار تومان هزینه ارسال می گیرد. بنابراین اگر مهران بخواهد دستکش مخصوص دوچرخه سواری که ۵۰ هزار تومان قیمت دارد سفارش بدهد نه برای او و نه برای کمپانی مقرون به صرفه است. اما کمپانی می تواند برای آنکه مهران را تشویق به خرید کند به او بگوید که در صورت سفارش بیش از ۱۰۰ هزار تومان محصولات را به طور رایگان ارسال می کند. در این حالت کمپانی باید ۱۰ هزار تومان هزینه ارسال را بپردازد اما در ازای آن، فروش خود را افزایش داده است. (اگر مهران هیچ کالایی سفارش نمی داد سودی عاید کمپانی نمی شد).

با رفتن به سایت یکی از شرکت های موفق در عرصه تجارت الکترونیک در ایران که از شرکت های 3PL معتبر به عنوان همکار لجستیکی برای ارسال محموله های خریداری شده به دست مشتریانش استفاده می کند، تخمین بزنید به ازای هر فروش به شما چه میزان عاید شرکت شده و چه مقدار سهم شرکت لجستیکی طرف سوم خواهد بود؟

همچنین ببینید وزن و سایز محصولات چه تأثیری بر قیمت های شرکت طرف سوم خواهند گذاشت؟ سیاست این شرکت برای کاهش هزینه های حمل و نقل کالا از انبار به دست مشتری چه بوده است؟

فعالیت  
کلاسی





با جست‌وجو در اینترنت و بحث آزاد در کلاس به سؤالات زیر پاسخ دهید:  
 آیا می‌توانید شرکت‌های معروف لجستیکی دیگری را در دنیا معرفی کنید؟  
 به نظر شما راز موفقیت آنها چه بوده است؟  
 اگر شما بخواهید چنین شرکت پرسودی را تأسیس کنید چالش‌های پیش روی شما چه خواهد بود؟

**راهنمایی**  
 برای جست‌وجو در اینترنت از کلید واژه: چالش‌ها، فرصت‌های شرکت‌های لجستیک استفاده کنید.



با استفاده از اینترنت به سایت یکی از شرکت‌های لجستیکی در ایران بروید و هزینه حمل‌موارد مختلف را به دست آورید.

## مفاهیم اقتصادی مرتبط با حمل و نقل

مفاهیم اقتصادی که در حمل‌ونقل مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت است از: درآمد کل، هزینه کل، سود کل، استهلاک، مالیات، درآمد خالص / ناخالص، نرخ مالیات، مالیات بردرآمد شرکت‌ها، ارزش افزوده حمل و نقل و نحوه اجرای مالیات بر ارزش افزوده که در ادامه هر یک از مفاهیم تعریف شده است.

**۱- درآمد کل:** عبارت است از کلیه وجوه دریافت شده برای فروش خدمات حمل و نقل کالا توسط شرکت لجستیکی در یک دوره مشخص. برای مثال درآمد کل یک شرکت لجستیکی در سال ۹۷ عبارت است از کلیه مبالغی که از افراد مختلف دریافت کرده تا کالایی را برای آنها ارسال کند.

**۲- هزینه کل:** عبارت است از کلیه هزینه‌های شرکت لجستیکی برای ارائه خدمات حمل و نقلی در یک دوره مشخص. شامل هزینه‌های عملیاتی و غیر عملیاتی که در صفحات بعد به طور کامل توضیح داده شده‌اند.

**۳- سود کل:** عبارت است از تفاضل درآمد کل و هزینه کل. سود همان عایدی از انجام یک فعالیت حمل و نقل است.

**۴- استهلاک:** کاهش ارزش یک دارایی یا به عبارتی اختلاف ارزش یک دارایی در دو زمان مختلف به هر دلیلی که این کاهش ارزش صورت گرفته باشد را استهلاک می‌گویند. برای مثال اتومبیلی که در سال ۹۶ به قیمت ۳۰۰ میلیون ریال بوده است، به علت فرسودگی و استفاده از آن در سال ۹۷ ارزان‌تر به فروش می‌رسد، این کاهش به علت استهلاک است.

**۵- مالیات (TAX):** مالیات عبارت است از وجوهی که دولت‌ها اشخاص حقیقی و حقوقی متناسب با میزان درآمد اشخاص حقیقی و حقوقی و طبق مقررات و قوانین مربوطه اخذ می‌کنند. مالیات انواع مختلفی دارد مانند تکلیفی، عملکرد، حقوق، ارزش افزوده.

**۶- درآمد ناخالص:** (درآمد ناخالص عبارت است از درآمد حاصل از فروش سالیانه شامل کالا، خدمات و...) بدون در نظر گرفتن هزینه‌ها.

**۷- درآمد خالص:** درآمد خالص عبارت است از درآمد ناخالص پس از کسر هزینه‌های عملیاتی، استهلاک و مالیات.

**۸- نرخ مالیات:** نرخی است که توسط دولت برای مالیات بر حسب مورد تعیین می‌گردد. این نرخ بر اساس

ماده ۱۰۴ قانون مالیات‌های مستقیم سازمان امور مالیاتی کشور به قرار زیر تعیین شده است.<sup>۱</sup>

**۹- مالیات بر درآمد شرکت‌ها (مالیات بر عملکرد):** زمانی که از مجموع عواید شرکت، مخارج و هزینه‌های

مختلف کسر می‌گردد، درآمدی باقی می‌ماند که مشمول مالیات قرار می‌گیرد. مالیات بر درآمد برابر ۲۵٪ مقدار

درآمد می‌باشد که در صورت پرداخت مالیات تکلیفی (۳ یا ۵ درصد) از این مبلغ پرداخت شده کسر و مابقی به

دارایی پرداخت می‌گردد. بر اساس اصلاحیه فوق لازم به حذف مالیات تکلیفی نیست.

مالیات تکلیفی همان ۳ درصد مالیاتی است که طبق قرارداد منعقد شده شرکت با کارفرما از مبلغ قرارداد

شرکت کسر و به حساب مالیات پرداخت می‌گردد.

**۱۰- ارزش افزوده حمل و نقل:** ارزش افزوده (Value added) به ارزشی که در فرایند تولید به ارزش کالاهای

واسطه‌ای افزوده می‌شود، گفته می‌شود. این مفهوم به فرایند تولید مربوط است و نه به کالای خاص. به عنوان

مثال یک بشکه نفت خام در حال حاضر در حدود ۷۰ دلار است. اگر این بشکه نفت خام در کارخانه به کالایی

تبدیل شود ارزش آن به مراتب بیشتر از قیمت ۷۰ دلار خواهد بود. به این ارزش که به واسطه تکنیک و تولید

یا ارائه خدمات به کالایی اضافه شده است، ارزش افزوده گویند. در مورد ارزش افزوده حمل و نقل می‌توان

به این موضوع اشاره کرد که با حمل یک ماده یا کالا از محلی به محلی که مورد نیاز است، کالا را می‌توان با

ارزش بیشتری فروخت. این ارزش اضافه شده به کالا که به واسطه حمل و نقل به ارزش اولیه کالا اضافه شده

را ارزش افزوده حمل و نقل می‌نامیم. مثلاً اگر در معدن سنگ ارزش یک تن سنگ یک واحد باشد و با انتقال

این سنگ، به محل کارخانه ۱۰ درصد به ارزش این سنگ، اضافه شود به این میزان افزایش، ارزش افزوده

می‌گویند.

**۱۱- نحوه اجرای مالیات بر ارزش افزوده:** در صنعت حمل و نقل جاده‌ای کالا به صورت زیر محاسبه می‌شود.

۱- حمل و نقل بار مشمول مالیات بر ارزش افزوده است. لیکن حمل و نقل مسافر معاف از مالیات بر ارزش

افزوده می‌باشد.

۲- مأخذ و نحوه محاسبه مالیات بر ارزش افزوده و عوارض مربوطه به شرح زیر خواهد بود:

\* در رابطه با جابه‌جایی کالاهایی که حمل آنها بر اساس قرارداد حمل توسط شرکت یا مؤسسه حمل و نقل

بار و یا توسط وسیله نقلیه حمل‌کننده متعلق به شرکت یا مؤسسه حمل و نقل صورت می‌گیرد، مأخذ مالیات و

عوارض ارزش افزوده، کل کرایه حمل کالا می‌باشد که میزان آن ۹٪ در سال ۱۳۹۷ تعیین شده است.

\* در رابطه با جابه‌جایی کالاهایی که مشمول بند فوق نمی‌گردند، کمیسیون (کارمزد) شرکت یا مؤسسه حمل

و نقل، مأخذ پرداخت مالیات و عوارض محسوب خواهد شد و مالیات و عوارض متعلقه از گیرنده خدمت (در

این مورد صاحب کامیون) وصول می‌گردد. همچنین در صورت صدور بارنامه برای بار، به جای اخذ مالیات بر

ارزش افزوده از روی صورت حساب، بارنامه‌های صادرشده مبنای اخذ مالیات قرار می‌گیرد.

۱- ماده ۱۰۴- وزارتخانه‌ها، مؤسسات دولتی، شهرداری‌ها، مؤسسات وابسته به دولت و شهرداری‌ها و کلیه اشخاص حقوقی اعم از انتفاعی و غیرانتفاعی و اشخاص موضوع بند (الف) ماده (۹۵) این قانون مکلف‌اند:

هرگونه حق الزحمه یا کارمزد ارائه خدمات نظیر قرارداد حمل و نقل را که به هر عنوان پرداخت می‌کنند، پنج درصد آن را به عنوان علی‌الحساب مالیات مؤدی (دریافت‌کنندگان وجوه) کسر و ظرف سی روز به حساب تعیین شده از طرف سازمان امور مالیاتی کشور واریز و رسید آن را به مؤدی تسلیم نمایند و همچنین ظرف همین مدت مشخصات دریافت‌کنندگان را با ذکر نام و نشانی آنها به اداره امور مالیاتی ذریب ارسال دارند. در غیر این صورت اگر قرارداد اجاره ماشین‌آلات بین شرکت و راننده بسته شود مالیات بر اساس قرارداد به صورت تکلیفی به میزان (۳٪) مبلغ کل قرارداد اخذ می‌شود. این قانون بر اساس اصلاحیه ۹۴/۴/۳۱ حذف شده است و دیگر ضرورت اجرایی ندارد.



با توجه به مطالب فوق، هزینه مالیات هر مورد از کالاهای زیر را با توجه به قیمت هرکدام به دست آورید:  
اگر محموله مورد نظر حمل مواد سوختی به ارزش ۲۰ میلیون تومان باشد و شرکت سوخت حق الزحمه راننده را یک میلیون تومان در نظر بگیرد:  
اگر بسته پستی به ارزش یک میلیون ریال به هزینه پستی ۱۹۶۱۶۰ ریال توسط یک شرکت حمل و نقلی به مقصد برده شود:

اگر یک محموله طی قراردادی فی مابین شرکت و راننده به ارزش ده میلیون ریال به مقصد حمل شود:  
روش محاسبه درآمد خالص یا فرایند مالی بعد از کسر مالیات:

۱- محاسبه فرایند مالی قبل از کسر مالیات

هزینه‌های عملیاتی - درآمد ناخالص = فرایندهای قبل از مالیات

۲- محاسبه استهلاک

۳- محاسبه درآمد مشمول مالیات

استهلاک - فرایند مالی قبل از مالیات = درآمد مشمول مالیات

۴- محاسبه مالیات

نرخ مالیات × درآمد مشمول مالیات = مالیات

۵- محاسبه درآمد خالص

مالیات فرایند مالی قبل از کسر مالیات = درآمد خالص



اگر درآمد ناخالص یک شرکت لجستیکی حمل و نقل کالا در سال ۲۰ میلیارد تومان باشد و هزینه عملیاتی این شرکت اعم از هزینه‌های نیروی انسانی، ماشین آلات، اقلام مصرفی و... در سال ۱۰ میلیارد تومان باشد و همچنین استهلاک دستگاه‌ها و ماشین آلات در حدود ۲ میلیارد تومان برآورد گردد. میزان مالیات و سود خالص شرکت به قرار زیر تعیین می‌شود:

توجه: شرکت طی قراردادهای خود با کارفرما مبلغ ۶۰۰ میلیون تومان بابت مالیات تکلیفی پرداخت کرده است.

میلیارد تومان  $10 = 20 - 10 =$  فرایندهای قبل از مالیات

میلیارد تومان  $8 = 10 - 2 =$  درآمد مشمول مالیات

میلیارد تومان  $2 = 8 \times 0.25 =$  مالیات

میلیارد تومان  $1/4 = 2 - 0.6 =$  مبلغ مالیات پرداختی

میلیارد تومان  $8/6 = 10 - 1/4 =$  درآمد خالص



**۱۳- حق بیمه پیمان‌های حمل و نقل برون شهری و درون شهری:** حق بیمه قراردادهایی که در اجرای آنها مصالح مصرفی به طور کلی به عهده پیمانکار است و یا موضوع قرارداد ارائه خدمات است و نوع کار ایجاب می‌کند که کلاً به صورت مکانیکی انجام شوند، به میزان ۷ درصد ناخالص کل کارکرد، به علاوه بیمه بیکاری است. به عبارت دیگر به میزان ۷ درصد ناخالص کل کارکرد می‌باشد به همراه ۱/۹ هفت درصد به عنوان بیمه بیکاری در مجموع ۷/۷۸٪ ناخالص کل کارکرد است.

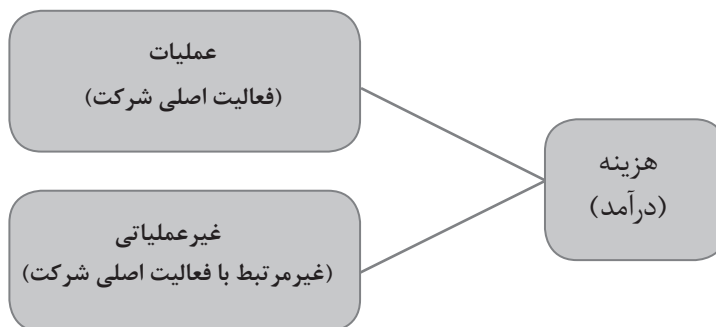
در مورد حمل بار بر اساس بارنامه، ۵٪ از مبلغ مندرج در بارنامه به موقع تسویه حساب قرارداد باید به تأمین اجتماعی پرداخت شود.

حق بیمه قراردادهای حمل و نقل مواد نفتی نیز ۴ درصد ناخالص کارکرد تعیین شده است.

در دو حالت زیر مبلغ حق بیمه را محاسبه کنید؟  
شرکت حمل و نقل، باری را با بارنامه به ارزش ۱۰ میلیون ریال منتقل می‌کند.  
شرکت حمل و نقل باری را با انعقاد قرارداد بین کارفرما و خود به ارزش ۱۰ میلیون ریال منتقل می‌کند.

## تعیین هزینه‌ها در حمل و نقل

هزینه‌ها و درآمدها در شرکت‌های حمل و نقل به دو دسته عملیاتی و غیرعملیاتی تقسیم می‌شوند.



شکل ۵- تقسیم‌بندی هزینه‌ها و درآمدها در شرکت‌های حمل و نقل

هزینه‌های عملیاتی به هزینه‌هایی گفته می‌شود که مرتبط با فعالیت اصلی شرکت باشد. برای مثال در یک شرکت حمل و نقلی، حمل بار و مسافر و ارائه خدمات جابه‌جایی از هزینه‌های عملیاتی است. همچنین درآمد ناشی از فروش بلیت به مسافران و حق الزحمه حمل بار از جمله درآمدهای عملیاتی است.

هزینه‌های غیرعملیاتی شامل هزینه‌های غیرمرتبط با فعالیت اصلی شرکت است. برای مثال در یک شرکت حمل و نقل، حقوق و دستمزد راننده، تهیه وعده غذایی برای کارمندان و رانندگان، تعمیرات وسایل نقلیه از جمله هزینه‌های غیرعملیاتی می‌باشد. از طرفی سود بانکی، فروش زمین یا ساختمان شرکت و یا فروش وسیله نقلیه متعلق به شرکت می‌تواند از درآمدهای غیرعملیاتی شرکت حمل و نقل باشد.

## هزینه‌های یک شرکت حمل و نقل

هزینه‌های لجستیک در یک شرکت حمل و نقل به گروه‌های زیر دسته‌بندی می‌شود. هزینه‌های حمل و نقل، هزینه‌های نگهداری موجودی، هزینه‌های انبارداری، هزینه‌های پردازش سفارش و اطلاعات و هزینه‌های جابه‌جایی. در ادامه هزینه‌های حمل و نقل به‌طور مختصر شرح داده شده است.

**هزینه‌های حمل و نقل:** هزینه‌های حمل و نقل در یک شرکت لجستیکی به چهار بخش تقسیم‌بندی می‌شود: هزینه تجهیزات حمل و نقل که مربوط به وسایل نقلیه مورد نیاز برای حمل کالا است. در صورتی که وسایل نقلیه متعلق به شرکت باشد، هزینه بیمه و سیله نقلیه و هزینه استهلاک آن به عهده شرکت می‌باشد. در صورتی که وسایل نقلیه متعلق به راننده باشد این هزینه‌ها به عهده راننده است.

هزینه‌های حمل و نقل شامل هزینه تجهیزات حمل و نقل مانند استهلاک تجهیزات است که در مالکیت سازمان است، هزینه‌های عملیاتی حمل و نقل و در صورت برون سپاری حمل و نقل تنها شامل هزینه‌های حمل و نقل می‌باشد. هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه‌های مستقیم همچون هزینه سوخت و حقوق پرسنل عملیاتی مستقیم بوده و هزینه‌های غیرمستقیم همچون حقوق مدیریت و نیروهای ستادی پشتیبانی، مخارج عملیاتی مورد نیاز، هزینه بازرسی سالانه، عوارض راهداری و بیمه حمل می‌باشد. هزینه اجاره بهای وسایل نقلیه، نگهداری و تعمیرات و هزینه مجوزها نیز جزء هزینه‌های حمل و نقل محسوب می‌شوند. هزینه‌های حمل و نقل در بخش‌های حمل و نقل جاده‌ای، ریلی، دریایی، هوایی و خط لوله‌ای<sup>۱</sup> که بیشتر برای جابه‌جایی گاز و محصولات نفتی استفاده می‌شود، قابل توجه است.

هزینه‌های گمرکی<sup>۲</sup> و جوهی است که گمرک در ازای خدماتی که به صاحبان کالا دریافت می‌کند، از صاحبان کالا اخذ می‌کند و شامل هزینه‌های ترخیص کالا از گمرک<sup>۳</sup>، پرداخت‌های حق‌العمل کاری به واسطه‌هایی<sup>۴</sup> که تشریفات گمرکی را انجام می‌دهند و هزینه‌های انبارداری، بارگیری و تخلیه در گمرک می‌باشد.

---

۱- Pipeline Transport  
۲- Customs Charges  
۳- Customs Clearance  
۴- Customs Brokerage

جدول ۱- هزینه های حمل و نقل

| هزینه های حمل و نقل            |                                                                                                                                                                               |                                      |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| هزینه های تجهیزات حمل و نقل    | هزینه مالکیت وسایل نقلیه                                                                                                                                                      | هزینه های استهلاک و بیمه شخص ثالث    |
| هزینه های عملیاتی حمل و نقل    | هزینه های مستقیم                                                                                                                                                              | هزینه سوخت مصرفی                     |
|                                |                                                                                                                                                                               | حقوق رانندگان                        |
|                                | هزینه های غیرمستقیم                                                                                                                                                           | حقوق مدیریت و نیروهای ستادی پشتیبانی |
|                                |                                                                                                                                                                               | هزینه های نگهداری و تعمیرات          |
| عوارض راهداری، بیمه و بارنامه  |                                                                                                                                                                               |                                      |
| هزینه های برون سپاری حمل و نقل | فقط هزینه های حمل و نقل                                                                                                                                                       |                                      |
| هزینه های گمرکی                | هزینه های ترخیص از گمرک، هزینه های خدمات انبار داری، تخلیه و بارگیری در گمرک، پرداخت های حق العمل کاری به واسطه هایی که تشریفات گمرکی را انجام می دهند و سایر هزینه های گمرکی |                                      |

هزینه های حمل و نقل در دو بخش هزینه های مستقیم و غیرمستقیم<sup>۱</sup> نیز تعریف می شوند. هزینه های حمل و نقل مستقیم، هزینه های عملیاتی و اداری تمام واحدها و مراکزی که به طور مستقیم با فعالیت های حمل و نقل در ارتباط اند، مانند هزینه سوخت مصرفی، هزینه رانندگان و ... را شامل می شود. هزینه های غیرمستقیم حمل و نقل، هزینه های اداری واحدها و مراکزی که به طور غیرمستقیم وابسته به فعالیت های حمل و نقل هستند، همچون واحدهای منابع انسانی، حسابداری، برنامه ریزی، فروش و مدیریت کل، را شامل می شوند.

### هزینه بالاسری یک شرکت حمل و نقل بار: این هزینه از نوع هزینه هایی است که نمی توان آنها را به کار

مشخصی مربوط کرد. مانند هزینه های درج شده در زیر:

- هزینه دستمزد نیروی انسانی دفتر مرکزی، شامل نیروی انسانی مدیریت شرکت، دفتر فنی، امور اداری و مالی، تدارکات و خدمات.
- هزینه بیمه های عمومی و حق بیمه کارکنان دفتر مرکزی (سهم کارفرما)، به انضمام هزینه بیمه بیکاری کارکنان دفتر مرکزی.
- هزینه وسایل نقلیه دفتر مرکزی و هزینه های ایاب و ذهاب که توسط کارمندان یا مدیران، با وسایل نقلیه عمومی انجام می شود.
- هزینه سرمایه گذاری یا اجاره محل دفتر مرکزی.
- هزینه نگهداری دفتر مرکزی.
- هزینه استهلاک وسایل دفتری دفتر مرکزی.
- هزینه آب، برق و سوخت دفتر مرکزی.
- هزینه مخابرات و پست دفتر مرکزی.

۱. Direct and Indirect Logistic costs

- هزینه پذیرایی و آبدارخانه دفتر مرکزی.
- هزینه لوازم التحریر و ملزومات دفتر مرکزی.
- هزینه فتوکپی و چاپ نقشه در دفتر مرکزی.
- هزینه تهیه اسناد، برای شرکت در مناقصه‌ها.
- هزینه ضمانت‌نامه شرکت در مناقصه.
- هزینه‌های متفرقه، شامل هزینه‌های حقوقی و قضایی، نشریات، عضویت در مجامع و مانند آنها.
- هزینه عوارض شهرداری برای دفتر مرکزی.
- هزینه سرمایه‌گذاری یا اجاره و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از انبار مرکزی.
- هزینه دستگاه‌ها و تجهیزات رایانه‌ای دفتر مرکزی.

مثال



اگر هزینه‌های یک شرکت حمل و نقلی در سال به قرار زیر باشد، هزینه کل شرکت حمل و نقلی را محاسبه کنید؟

با در نظر گرفتن درآمد شرکت، سود شرکت را محاسبه نمایید؟

استهلاک: ۵ میلیون

درآمد محقق شده طی قرار دادهای شرکت: ۲۰ میلیون

عوارض بین راهی، گمرکی، جرایم و ... : ۲ میلیون

درآمد محقق شده تعهدی شرکت با صدور بارنامه: ۳۰ میلیون

هزینه سوخت: ۴ میلیون

هزینه حقوق رانندگان: ۶ میلیون

هزینه‌های بالاسری شرکت: ۸ میلیون

**حل:**

هزینه‌های عملیاتی: (مجموع هزینه‌های بالاسری، سوخت، حقوق رانندگان، عوارض) = ۲۰ میلیون

هزینه استهلاک = ۴ میلیون

محاسبه سود درآمدهای حاصل از قراردادهای شرکت:

$$\text{میلیون } ۱۲ = \left(\frac{۲۰}{۵۰} \times ۲۰\right) - ۲۰ = \text{فرایندهای قبل از مالیات}$$

تفکیک هزینه‌های عملیاتی و استهلاک به نسبت درآمد حاصل از قراردادهای کل درآمد  $\left(\frac{۲۰}{۵۰}\right)$

$$\text{میلیون } ۱۰ = \left(\frac{۲۰}{۵۰} \times ۵\right) - ۱۲ = \text{درآمد مشمول مالیات}$$

$$\text{میلیون } ۰/۶ = ۰/۰۳ \times ۲۰ = ۳\% \text{ مالیات تکلیفی}$$

$$\text{میلیون } ۲/۵ = ۱۰ \times ۰/۲۵ = \text{مالیات عملکرد}$$

$$\text{میلیون } ۱/۹ = ۲/۵ - ۰/۶ = \text{مالیات عملکرد} - \text{مالیات تکلیفی} = \text{خالص مبلغ مالیات عملکرد قابل پرداخت}$$

$$۲/۵ - ۰ = ۲/۵ = \text{خالص مبلغ مالیات عملکرد قابل پرداخت}$$

$$\text{میلیون } ۱/۵۵۶ = ۰/۷۷۸ \times ۲۰ = \text{بیمه } ۷\% \text{ کل کارکرد}$$

$$\text{میلیون } ۷/۹۹۴ = ۱۲ - ۲/۵ - ۱/۵۵۶ = \text{کسورات قانونی (بیمه و مالیات)} - \text{درآمد ناخالص} = \text{درآمد خالص}$$



محاسبه سود درآمدهای حاصل از فعالیت‌های تعهدی شرکت با صدور بارنامه:

$$\begin{aligned} \text{میلیون تومان } 18 &= 30 - \left( \frac{30}{50} \times 20 \right) = \text{فرایندهای قبل از مالیات} \\ \text{تفکیک هزینه‌های عملیاتی و استهلاک به نسبت درآمد حاصل از تعهدات صدور بارنامه به کل درآمد } \left( \frac{30}{50} \right) \\ \text{میلیون تومان } 15 &= 18 - \left( \frac{30}{50} \times 5 \right) = \text{درآمد مشمول مالیات} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{میلیون تومان } 1 &= 20 \times 0.05 = 0.5\% \text{ مالیات تکلیفی قبل از اصلاح قانون} \\ \text{میلیون تومان } 3/75 &= 15 \times 0.25 = \text{مالیات عملکرد} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{میلیون تومان } 3/75 &= 3/75 = \text{مالیات تکلیفی} - \text{مالیات عملکرد} = \text{خالص مبلغ مالیات عملکرد قابل} \\ \text{پرداخت} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{میلیون تومان } 1 &= 20 \times 0.05 = \text{بیمه } 0.5\% \text{ کل کارکرد} \\ \text{میلیون تومان } 13/25 &= 18 - 3/75 - 1 = \text{کسورات قانونی (بیمه و مالیات) - درآمد ناخالص} = \text{درآمد} \\ \text{خالص} \end{aligned}$$

$$\text{میلیون تومان } 21/194 = 7/944 + 13/25 = \text{درآمد خالص کل}$$

## تعیین درآمدها در حمل و نقل

درآمد شرکت‌های حمل و نقل ناشی از دریافت هزینه برای حمل مواد از مبدأ به مقصد است. هزینه‌های حمل مواد براساس تعرفه‌های موجود برای کالاهای مختلف با وسایل نقلیه مختلف تعریف می‌شود. این درآمدهای ناشی از حمل مواد به دو صورت کلی محقق می‌شود، یا اینکه شرکت طی قراردادی با کارفرما شروع به حمل بار می‌کند و یا اینکه مطابق مصوبه شورای اقتصاد و شورای عالی هماهنگی ترابری کشور شرکت‌ها و مؤسسات مجاز حمل و نقل می‌توانند برای حمل محمولات از نرخ توافقی با صاحبان کالا استفاده کنند، لذا صاحبان کالا می‌توانند براساس توافقی بودن نرخ حمل و اصل رقابتی بودن آن با انعقاد قرارداد حمل با شرکت‌های مجاز حمل و نقل کالای جاده‌ای، نسبت به حمل محمولات خود اقدام کنند.

همچنین نرخ کارمزد (کمیسیون) برای مؤسسات و شرکت‌های حمل و نقل مستقر در داخل پایانه‌های عمومی بار ۸ درصد، برای مؤسسات و شرکت‌های حمل و نقل خارج از پایانه‌های عمومی بار ۱۰ درصد و برای محمولات سیمان، شرکت‌های حمل و نقل اعم از داخل و یا خارج پایانه‌های عمومی بار ۶ درصد و برای محمولات خرده بار ۱۵ درصد به اضافه ۴ درصد حق پایانه از کل کرایه حمل طبق بازنامه تعیین شده است. به عنوان مثال برای باری که اجرت حمل آن مبلغ ۱۰۰٫۰۰۰ تومان باشد، کل وصولی شرکت حمل و نقل به عنوان کمیسیون از راننده، مبلغ ۸٫۰۰۰ تومان می‌باشد.

## کرایه حمل و نقل بار

در حمل و نقل جاده‌ای کرایه حمل که مبنای محاسبه درآمد شرکت حمل و نقلی قرار می‌گیرد به دو شیوه تن کیلومتر یا بر اساس قیمت مقطوع بین مبدأ و مقصد تعیین می‌شود. در شیوه تن کیلومتر، قیمت بار به تناژ آن و فاصله حمل وابسته است و از فرمول زیر قابل محاسبه است.

وزن بار به تن  $\times$  مسافت حمل به کیلومتر  $\times$  نرخ حمل یک تن در یک کیلومتر = کرایه حمل کل مسیر

آیا از خود پرسیده‌اید کرایه مسیری به طول ۶۰۰ کیلومتر با کرایه مسیری به طول ۱۰۰۰ کیلومتر کدام سود بیشتری دارد؟ چگونه آن را محاسبه می‌کنید؟ یک راه ساده برای محاسبه وجود دارد. شما باید بدانید که برای هر یک تن در هر کیلومتر چقدر کرایه گرفته‌اید؟ مثلاً اگر کرایه یک مسیر ۱۲۰۰ کیلومتری برای هر تن ۹۶،۰۰۰ تومان باشد و کرایه یک مسیر ۸۴۵ کیلومتری برای هر تن برابر ۸۳/۵۰۰ تومان باشد آیا می‌توان فهمید کدام مسیر بهتر است؟ شما به عنوان یک راننده مایل هستید مسیری را انتخاب کنید که درآمد بیشتری دارد. جواب از تقسیم کرایه هر تن بر مسافت مسیر به دست می‌آید. عدد بزرگ‌تری که در جواب به دست آمده، نشان دهنده کرایه بهتر می‌باشد. مثلاً

$$\frac{۸۳۵۰۰}{۸۴۵} = ۹۸/۸ \quad \begin{array}{l} \text{تومان} \\ \text{کیلومتر} \end{array}$$

$$\frac{۹۶۰۰۰}{۱۲۰۰} = ۸۰ \quad \begin{array}{l} \text{تومان} \\ \text{کیلومتر} \end{array}$$

بنابراین کرایه هر تن ۸۳۵۰۰ تومان برای یک مسیر ۸۴۵ کیلومتری به مراتب بهتر از کرایه هر تن ۹۶،۰۰۰ تومان برای یک مسیر ۱۲۰۰ کیلومتری می‌باشد. از طرفی فاصله حمل کمتر، هزینه‌های خودرو از قبیل سوخت، لاستیک، استهلاک و ... کمتری دارد لذا مشاهده می‌شود که در این مثال، گزینه کوتاه‌تر از هر نظر دارای مزیت است.

در روش قیمت مقطوع بین مبدأ و مقصد، ادارات حمل و نقل سالانه بین مبدأ مشخص تا مقصدهای مختلف را بر حسب نوع وسیله نقلیه با توجه به نوع مسیر، فاصله، مبدأ مقصد و تاریخچه جابه‌جایی بار در آن مسیر و ... قیمت‌گذاری می‌کنند. در جدول زیر نمونه‌ای از این قیمت‌ها برای انواع خودروی تریلی ۱۸ چرخ یا کامیون ۶ چرخ (معروف به تک) یا ۱۰ چرخ (معروف به جفت) ارائه شده است.

جدول ۲- نرخ پایه کرایه حمل از مبدأ اصفهان و پایانه شرق  
خرداد ماه ۱۳۹۴

| ردیف | کد مقصد  | مقصد          | نوع بارگیر      | خرداد ۹۴  |
|------|----------|---------------|-----------------|-----------|
| ۱    | ۹۳۳۶۰۰۰۰ | ابرکوه (برقو) | کفی ۱۸ چرخ      | ۴/۰۰۰/۰۰۰ |
| ۲    | ۹۳۳۶۰۰۰۰ | ابرکوه (برقو) | اتاق دار ۶ چرخ  | ۲/۴۶۰/۰۰۰ |
| ۳    | ۹۳۳۶۰۰۰۰ | ابرکوه (برقو) | اتاق دار ۱۰ چرخ | ۳/۳۸۰/۰۰۰ |
| ۴    | ۲۱۳۸۱۰۲۳ | ابریشم        | کفی ۱۸ چرخ      | ۱/۶۶۰/۰۰۰ |
| ۵    | ۳۶۳۲۱۰۲۲ | ابوشانک       | اتاق دار ۱۰ چرخ | ۴/۷۰۰/۰۰۰ |
| ۶    | ۶۷۳۵۰۰۰۰ | ابهر          | کفی ۱۸ چرخ      | ۷/۰۵۰/۰۰۰ |
| ۷    | ۶۷۳۵۰۰۰۰ | ابهر          | اتاق دار ۶ چرخ  | ۴/۳۱۰/۰۰۰ |
| ۸    | ۶۷۳۵۰۰۰۰ | ابهر          | اتاق دار ۱۰ چرخ | ۵/۳۹۰/۰۰۰ |
| ۹    | ۵۱۳۱۰۰۰۰ | اراک          | کفی ۱۸ چرخ      | ۴/۹۳۰/۰۰۰ |
| ۱۰   | ۵۱۳۱۰۰۰۰ | اراک          | اتاق دار ۶ چرخ  | ۲/۵۹۰/۰۰۰ |
| ۱۱   | ۵۱۳۱۰۰۰۰ | اراک          | اتاق دار ۱۰ چرخ | ۴/۰۵۰/۰۰۰ |

توجه: در حال حاضر (در سال ۱۳۹۷) به قیمت‌های فوق ۲۰٪ اضافه شده است.

با جست‌وجو در اینترنت و منابع اطلاعاتی معتبر، دیگر روش‌های مختلف قیمت‌گذاری بر حمل و نقل کالا را بررسی کنید. این روش‌ها بر چه اساسی پایه‌ریزی شده‌اند؟

فعالیت  
کلاسی



## تأثیر حمل و نقل بر قیمت تمام شده کالا

فرض کنید یک کالا در نقطه A تولید شده است. قیمت این کالا در نقطه A ۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال است. حال شهر B به این کالا نیاز دارد. برای استفاده از این کالا در شهر B، باید با استفاده از حمل و نقل جاده‌ای این



با توجه به اینکه کاهش هزینه حمل تا چه اندازه می‌تواند به کاهش هزینه تمام شده کمک کند راه حل شما برای حل مشکل چیست؟

کالا به شهر B منتقل شود. اگر قیمت حمل و نقل جاده‌ای این کالا تا شهر B،  $1,000,000$  ریال باشد. این هزینه حمل، بر قیمت تمام شده کالا در شهر B تأثیرگذار بوده و موجب افزایش آن خواهد شد. حال تصور کنید فاصله مبدأ و مقصد زیاد بوده و برای رساندن کالا به مقصد نیاز به استفاده از هواپیما یا قطار باشد. مسلماً هزینه ناشی از حمل و نقل افزایش یافته که منجر به افزایش قیمت تمام شده کالا خواهد شد.

در گذشته تصور می‌شد تنها عاملی که باعث افزایش قیمت کالا در مقصد می‌شود، مواد مصرفی و هزینه‌های انجام شده برای تولید محصول است؛ در حالی که حمل و نقل که از فعالیت‌های خدماتی به شمار می‌رود از عوامل اصلی افزایش بهای تمام شده کالا می‌باشد.

در حال حاضر ۶ تا ۷ درصد قیمت کالاها در جهان متأثر از هزینه‌های حمل و نقل است، اما این شاخص در ایران، بنا بر محاسبات اتاق بازرگانی ایران، حدود ۱۲ درصد برآورد شده است. با مینا قرار دادن این آمار و نیز با توجه به این مهم که هزینه‌های حمل و نقل حدود ۶۲ درصد از کل هزینه‌های لجستیکی را تشکیل می‌دهد؛ با یک حساب سرانگشتی می‌توان نتیجه گرفت که متوسط سهم هزینه‌های لجستیکی از قیمت تمام شده محصولات در جهان بین ۹/۷ تا ۱۱/۳ درصد از قیمت تمام شده محصول و در ایران حدود ۱۹/۴ درصد از قیمت تمام شده است.

از این رو، مدیریت کارآمد فعالیت‌های لجستیکی، یک منبع کامل برای ایجاد مزایای رقابتی بوده و می‌تواند منجر به کاهش چشمگیری در هزینه‌ها گردد. بنابر محاسبات سرانگشتی صورت گرفته، در صورت مدیریت کارآمد فعالیت‌های لجستیکی اعم از حمل و نقل، ذخیره‌سازی و سایر فعالیت‌های لجستیکی در کشورمان، می‌توان کاهش ۸ تا ۱۰ درصدی سهم هزینه‌های لجستیکی از قیمت تمام شده را شاهد بود که به طبع آن و با ثابت فرض کردن سایر عوامل مؤثر در قیمت تمام شده، تنها با رساندن سهم هزینه‌های لجستیک به استاندارد و متوسط جهانی آن، می‌توان کاهش ۸ تا ۱۰ درصدی قیمت تمام شده محصولات ایرانی که به دست مصرف‌کنندگان می‌رسد را تضمین کرد.

## تجهیز و به روزرسانی در حمل و نقل

با توجه به مطالعات لجستیکی انجام شده، چالش‌های زیادی پیش روی صنعت لجستیک و حمل و نقل است. این چالش‌ها ممکن است نگرانی‌هایی برای صاحبان کسب و کارها به وجود آورد که رفع این نگرانی‌ها به تحقیق، بررسی و نوآوری احتیاج دارد. برنده، شرکتی است که با پیشرفت تکنولوژی پیشرفت کند و از راه‌حل‌های جدید و مقرون به صرفه استفاده کند.

صرف نظر از نیاز به تکنولوژی جدید، بهبود فرایند کسب و کار برای چرخه صنعت لجستیک در جهت پیشرفت‌های جدید در فرایندهای کسب و کار است. استفاده از فرصت‌های جدید به نظر تحسین برانگیز می‌رسد اما پذیرش و پیاده‌سازی آن خیلی کم اتفاق می‌افتد.

یکی از مهم‌ترین هزینه‌های شرکت‌های حمل و نقل، نوسازی وسایل نقلیه باربری است. این خودروها در صورت نوسازی نشدن با مصرف سوخت بیشتر و زمان بیشتر برای جابه‌جایی موجب هزینه بیشتر برای شرکت‌های حمل و نقل خواهند شد. لذا بر اساس تفاهم نامه‌ای میان سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای و شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، هر ساله مقرر می‌شود تا تعداد زیادی دستگاه کامیون و کشنده فرسوده نوسازی شود.



شکل ۶ - نمونه خودروی باربری



شکل ۷ - نمونه ای از خودروی باربری

هنوز بسیاری از شرکت‌ها به فناوری‌ها از جمله سیستم‌های کنترلی دسترسی ندارند و در مدیریت کسب و کار خود با مشکل مواجه می‌شوند. سیستم‌های کنترلی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای با بهره‌گیری از زیرساخت‌های الکترونیکی به روز، امکانات متعددی از قبیل کنترل بار، خودرو، راننده به جهت افزایش ایمنی، ارتقا فرایند مدیریت منابع انسانی و کالا و همچنین افزایش کارایی سیستم باربری را فراهم می‌کند و از این راه باعث افزایش بهره‌وری ناوگان حمل و نقل جاده‌ای می‌شود.



شکل ۸- به روز رسانی سیستم حمل و نقل

یکی از مهم‌ترین موضوعات در زمینه به‌روزرسانی در حمل و نقل، استفاده از سایت‌های فعال و به روز برای هر شرکت حمل و نقلی است. لازم است در هر صفحه مجازی مربوط به هر شرکت فعالیت‌های آن شرکت با جزئیات و همچنین روش‌های ارتباط با شرکت و هزینه‌های حمل و نقل مربوط به کالاهای مختلف با ابعاد و ویژگی‌های متفاوت آورده شود تا حدود هزینه لازم برای حمل و نقل مواد مختلف قابل درک باشد.

|          |                         |            |                           |                                          |                                      |                            |                           |
|----------|-------------------------|------------|---------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
|          |                         |            |                           |                                          |                                      |                            |                           |
| آرت هولد | محل مدیریت باغی<br>کاور | کلیه اجناس | مکانه فراتر باغی<br>و نقل | آرتن سیستم فراتر<br>حمل و نقل بین‌المللی | براهت الکترونیک<br>تولیدی کارخانه ها | مکانه پیرایه به<br>کارخانه | مکانه مدیریت لاج<br>هولدی |
| آرت هولد | محل مدیریت باغی<br>کاور | کلیه اجناس | مکانه فراتر باغی<br>و نقل | آرتن سیستم فراتر<br>حمل و نقل بین‌المللی | براهت الکترونیک<br>تولیدی کارخانه ها | مکانه پیرایه به<br>کارخانه | مکانه مدیریت لاج<br>هولدی |
| آرت هولد | محل مدیریت باغی<br>کاور | کلیه اجناس | مکانه فراتر باغی<br>و نقل | آرتن سیستم فراتر<br>حمل و نقل بین‌المللی | براهت الکترونیک<br>تولیدی کارخانه ها | مکانه پیرایه به<br>کارخانه | مکانه مدیریت لاج<br>هولدی |
| آرت هولد | محل مدیریت باغی<br>کاور | کلیه اجناس | مکانه فراتر باغی<br>و نقل | آرتن سیستم فراتر<br>حمل و نقل بین‌المللی | براهت الکترونیک<br>تولیدی کارخانه ها | مکانه پیرایه به<br>کارخانه | مکانه مدیریت لاج<br>هولدی |

شکل ۹- نمونه ای از سایت های شرکت های حمل و نقل

یکی دیگر از فناوری‌های قابل استفاده برای حمل و نقل کالاها در فواصل کوتاه، ربات‌ها هستند. امروزه ربات‌ها جایگاه خود را در حوزه‌های مختلف پیدا کرده و به عنوان بخش جدایی‌ناپذیری از سیستم‌های اتوماسیون صنعتی مدرن، به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از ربات‌ها سبب افزایش بهره‌وری، ایمنی، کارایی و سرعت در عملیات شده است. در صنعت لجستیک و به‌خصوص عملیات لجستیک مربوط به حوزه تجارت الکترونیک نیز شاهد این هستیم که شرکت‌های بزرگ فعال در این حوزه به سمت استفاده از ربات‌ها روی آورده و سرعت عملیات خود را بهبود بخشیده‌اند.



شکل ۱۰- جا به جایی کالا توسط انسان

نحوه انجام کارهای حمل و نقلی با ربات‌ها در این شرکت‌ها به این صورت است که نرم‌افزارهای طراحی شده برای ربات، یک ربات را به سمت یک قفسه که کالای مورد نظر در آن قرار دارد، هدایت می‌کند. یک نیروی انسانی که در آن ناحیه وجود دارد، به سمت ربات رفته و کالاهای مورد نظر را برداشته و در ربات قرار می‌دهد. در واقع در این نوع سیستم، ربات اکثر کارهای مربوط به حمل و نقل و انبارداری را انجام می‌دهد و نیروی انسانی مورد نظر فقط در یک محدوده خاص حضور دارد و نیازی به وجود افراد در مناطق بسیار زیاد نیست. امروزه شرکت‌های زیادی در حال فعالیت گسترده در این زمینه هستند و ربات‌های زیادی را در انبارهای خود جاگذاری کرده‌اند و بدین وسیله، استفاده از نیروی انسانی را تا حد زیادی کاهش داده‌اند. برای چندین دهه، روال کار به این صورت بوده است که کالاها توسط نیروی انسانی تماماً جابه‌جا می‌شده‌اند تا به دست خرده‌فروش برسند. اما اکنون هماهنگی و همکاری بین ربات‌ها و انسان‌ها به وجود آمده است و کارها را ساده‌تر کرده است. این همکاری به اصطلاح همکاری‌های رباتی نامیده می‌شود.



شکل ۱۱- جا به جایی کالا توسط ربات

در نهایت، باید به مزیت استفاده از ربات‌ها در انبارداری و حمل و نقل اشاره کرد که شرکت‌های حمل و نقل یا لجستیک، با کمبود منابع انسانی به خصوص در ساعات اوج سفارش‌های اینترنتی روبه‌رو هستند. کاربرد ربات‌ها به کاهش مشکلات این شرکت‌ها کمک زیادی کرده است و همچنین کارهای منابع انسانی را از سمت فیزیکی بودن و دشواری، بیشتر به سمت فکری بودن و با بار فیزیکی کمتر پیش برده است. افرادی که در قسمت برداشت کالا برای سفارش‌های مشتری کار می‌کنند، اغلب از تغییرات ناگهانی در میزان سفارش‌ها و در نتیجه کم و زیاد شدن حجم کاری در مواقع مختلف، شکایت دارند. ربات‌ها به کاهش این نوسانات حجم کاری و پیوسته‌تر کردن این جریان‌ها کمک زیادی کرده‌اند. به تازگی از پهپادها برای انتقال بسته‌ها از انبار به دست مصرف‌کنندگان استفاده می‌شود و با این روش تا حدود زیادی سرعت و ایمنی و رضایت‌مندی را افزایش داده‌اند. همچنین به کاهش ترافیک و آلودگی در محیط شهری کمک شده است.

### ارزشیابی پودمان

| نمره                     | استاندارد<br>(شاخص ها، داوری، نمره دهی)                                                                                                                                                                                                                     | نتایج<br>مورد انتظار    | استاندارد<br>عملکرد<br>(کیفیت)                                                                                                                        | تکالیف<br>عملکردی<br>(شایستگی ها) | عنوان<br>پودمان<br>فصل        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| ۳                        | <p>۱- تعیین هزینه های عملیاتی پروژه بدون مغایرت.</p> <p>۲- محاسبه سایر هزینه های احتمالی و پیش بینی نشده پروژه و اعمال آن در هزینه های تمام شده.</p> <p>۳- در نظر گرفتن هزینه های اداری و ستادی.</p> <p>۴- برآورد و محاسبه تقریبی میزان درآمد از پروژه.</p> | بالاتر از حد<br>انتظار  | تعیین، برآورد و محاسبه هزینه های عملیاتی پروژه حمل با استفاده از نرم افزار و براساس دستورالعمل ها و ضوابط مالی مورد تأیید وزارت امور اقتصادی و دارایی | تعیین هزینه های عملیاتی و درآمد   | تحلیل<br>اقتصادی<br>حمل و نقل |
|                          | <p>۱- تعیین هزینه های عملیاتی پروژه با حداقل مغایرت.</p> <p>۲- محاسبه سایر هزینه های احتمالی و پیش بینی نشده.</p> <p>۳- برآورد و محاسبه نسبی میزان درآمد از پروژه.</p>                                                                                      | در حد انتظار            |                                                                                                                                                       | تحلیل اثرات<br>اقتصادی            |                               |
|                          | <p>۱- تعیین هزینه های عملیاتی پروژه با حداقل مغایرت.</p>                                                                                                                                                                                                    | پایین تر از<br>حدانتظار |                                                                                                                                                       |                                   |                               |
| نمره مستمر از ۵          |                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                                                                                                                                                       |                                   |                               |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ |                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                                                                                                                                                       |                                   |                               |
| نمره پودمان از ۲۰        |                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                                                                                                                                                       |                                   |                               |



پودمان ۵

## کسب اطلاعات فنی

### ENGLISH FOR TRANSPORTATION





figure 1- Transportation

English for Transportation covers the language used whenever you are ‘at Sea, in the Air or on Land’, whether you are on a small boat or a huge ship, in your lorry or in an airplane, in any port, airport or railway station. It involves everything related to transportation and the way goods and people are organized when they get moving or are moved.

## 1- Modes of Transportation

۱- شیوه‌های حمل و نقل را مقابل هریک از آنها در جدول زیر به فارسی بنویسید.

| MODE                   | Persian Meaning |
|------------------------|-----------------|
| Road Transportation    |                 |
| Railway Transportation |                 |
| Water Transportation   |                 |
| Air Transportation     |                 |

۲- متن را بخوانید و سپس به سؤالات زیر پاسخ دهید :

The mode of transportation is an important issue when planning the **shipment** process. Besides the **cost**, the **urgency** of the shipment, the value of the **goods** being shipped as well as the size and weight of the goods need to be evaluated when **determining** the **form** of transportation. In fact, we want to know which mode is the best to transport our **cargo** and **freight**!

- \* What are the Persian meaning of the words in red?
- \* What factors should be evaluated to determine the mode of transportation?
- \* Find two synonyms in the passage for the word ‘load’.

۳- جمله‌های زیر با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر کامل کنید:



figure 2- Estimated Transit Times Asia-EU

- 1- It is the newest means of transportation; it was introduced in 1903 but developed into full means of transporting people and goods in 1930s: .....
- 2- It is the cheapest way of transporting bulky goods over a long distance: .....
- 3- It is used for conveying heavy and bulky goods; it is also cheap, safe and comfortable for passengers over a long distance. It was developed during the period of industrial revolution in the 19<sup>th</sup> century: .....

## 2- Means of Transportation

۱- برای هر شکل واژه مناسب را انتخاب کنید و زیر آن بنویسید.

train/ carriage/ truck/ ship/ plane/ bike/speedboat



figure 3

۲- جدول را با استفاده از واژگان بالا تکمیل کنید:

| Air | Road | Railway | Water |
|-----|------|---------|-------|
|     |      |         |       |

۳- ستون‌های جدول زیر را با استفاده از شکل زیر به یکدیگر وصل کنید:



|                                                       |                                            |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1- Lifting and moving materials over short distances, | a. to carry goods from one port to another |
| 2- Air cargo comprises                                | b. they use a lifttruck.                   |
| 3- We use a cargo ship                                | c. air freight, air express and airmail.   |
| 4 - The accident was clearly accured by               | d. the lorry's driver fault.               |
| 5- The car was pulling                                | e. a trailer with a motorcycle on it.      |

### 3- Useful Vocabulary: Subway and Train Station

۱- در جدول زیر ابتدا برای هریک از واژگان تعریف مناسب را انتخاب کنید، سپس معنی آن را به فارسی در ستون سوم بنویسید :

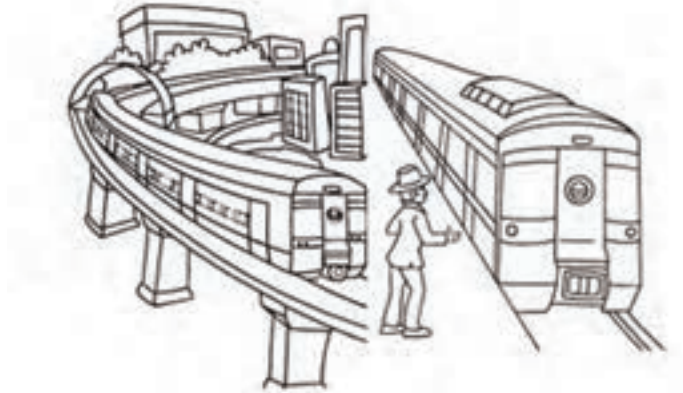


figure 4 -Subway and Train Station

| Vocabulary        | Definition                                                           | Meaning |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------|---------|
| 1- ticket office  | a) a person traveling or going to travel by a train.                 |         |
| 2- passanger      | b) the part of the station where you get on and off the train.       |         |
| 3- direct journey | c) the place where you buy tickets at a station.                     |         |
| 4- change train   | d) a journey that you don't need to change trains.                   |         |
| 5- platform       | e) any of the separate parts of a train in which the passangers sit. |         |
| 6- wagon          | f) get off one train and get on another.                             |         |

۲- جمله‌های زیر را با استفاده از واژگان بالا کامل کنید:

- \* He ran along the ..... to catch the train.
- \* The train stopped to let its ..... off.
- \* She is sitting in the non - smoking .....
- \* The ..... is located in the entrance hall of the station.

## 4 - Tickets

۱- چه اطلاعاتی را در بلیت زیر مشاهده می کنید؟



figure 5 - Ticket

۲- دوباره به شکل بالا نگاه کنید و سپس به سؤالات زیر پاسخ دهید :

- 1- How much does the train cost? .....
- 2- Where is the train destination? .....
- 3- Is it a single ticket or a return one? .....

۳- فرض کنید می خواهید از تهران به اصفهان سفر کنید. بلیت را بر اساس مشخصات فردی خود تکمیل کنید.



figure 6 - Air Ticket

## 5 - Asking for/ Giving Directions

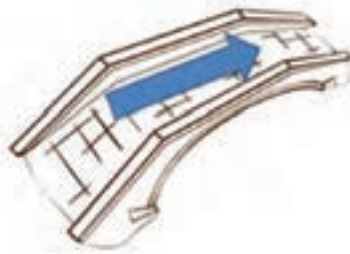
۱- جمله‌های زیر را با استفاده از عبارتهای داده شده تکمیل کنید

- Excuse me! How do I get to the \_\_\_\_\_?
- Excuse me! Where is the \_\_\_\_\_?
- Excuse me! Is there a \_\_\_\_\_ near here?
- Excuse me! Can you tell me the way to the \_\_\_\_\_?

### Giving directions:

- Go straight ahead.
- Go along the street.
- Turn left/ right.
- Take the first turning on the right/ left.
- Cross the street.
- Go past.
- Go through the park.
- Go across the bridge.
- Go as far as the roundabout/ square.

۲- عبارتهای مناسب شکل‌های زیر را از عبارتهای داده شده انتخاب کنید و زیر آن بنویسید :



## 6- Signs



figure 7- Signs

۱- جمله‌های زیر را با استفاده از لغات داده شده تکمیل کنید.

| information | direction | streets | highways |
|-------------|-----------|---------|----------|
|-------------|-----------|---------|----------|

- 1- Yellow and black signs are used for .....
- 2- Blue and white signs are used for .....
- 3- White-on-green signs are used on the .....

۲- در جمله‌های زیر دور واژه صحیح خط بکشید :

- Signs with red/green circles are mostly prohibitive.
- Signs with blue/ black circles but no red border mostly give positive instruction.
- Warning signs are mostly triangular/ rectangular.
- Direction/ warning signs are mostly rectangular.
- Signs on motorways have blue/red backgrounds.
- Signs on primary routes have green/blue backgrounds.
- Signs on non-primary and local routes have black/red borders.



۳- برای هر یک از علائم زیر، عبارت مناسب را انتخاب کنید و زیر آن بنویسید.

- trams crossing ahead
- T-junction with priority over vehicles from the right
- end of motorway sign
- hospital ahead with Accident and Emergency or Trauma facilities
- advisory route for lorries
- two-way traffic crosses one-way road
- picnic site
- dead end
- roundabout/ square



figure 8-Examples of Signs

۴- هریک از علائم زیر چه اطلاعاتی را نشان می دهد؟ آنها را بنویسید.

## Information signs

All rectangular



Entrance to controlled parking zone



Entrance to congestion charging zone



End of controlled parking zone



Advance warning of restriction or prohibition ahead



End of motorway



Start of motorway and point from which motorway regulations apply



Appropriate traffic lanes at junction ahead



Parking place for solo motorcycles



With-flow bus lane ahead which pedal cycles and taxis may also use



Lane designated for use by high occupancy vehicles (HOV) - see rule 142



Vehicles permitted to use an HOV lane ahead



Traffic on the main carriageway coming from right has priority over joining traffic



Additional traffic joining from left-ahead. Traffic on main carriageway has priority over joining traffic from right hand lane of slip road



Traffic in right hand lane of slip road joining the main carriageway has priority over left hand lane

figure 9 – information Signs

## 7- Roads and Traffic



figure 10 -Traffic

۱- دور واژه صحیح خط بکشید.

- traffic light/ park
- speed light/ camera
- petrol station/ jam
- pedestrian crossing/ park
- road sign/ camera
- traffic crossing/ jam

۲- با استفاده از عبارتهای بالا جمله‌های زیر کامل کنید.

- 1- We cannot go- the traffic ..... is red.
- 2- Can you read the road ..... ?
- 3- Drivers have to stop at a pedestrian .....
- 4- Be careful! There are speed ..... on the main road.
- 5- Where is the nearest petrol ..... ?

## 8- Addresses and Directions Abbreviations

۱- در جدول زیر ابتدا حروف اختصاری هریک از واژگان را مشخص کنید و سپس معنی واژه را به فارسی بنویسید.

|        |    |         |    |          |    |           |    |        |            |            |    |
|--------|----|---------|----|----------|----|-----------|----|--------|------------|------------|----|
| St     | Rd | Ave     | Ln | Dr       | Pl | Blvd      | Sq | Hwy    | <u>Pky</u> | <u>Tpk</u> | No |
| Road   |    | Lane    |    | Drive    |    | Boulevard |    | Square |            | Highway    |    |
| Number |    | Parkway |    | Turnpike |    | Street    |    | Place  |            | Avenue     |    |

۲- برای هریک از واژگان در ستون سمت راست جدول، حروف اختصاری مناسب را از ستون سمت چپ انتخاب کنید و معنی واژگان را به فارسی بنویسید.

|             |             |          |             |
|-------------|-------------|----------|-------------|
| N           | NW          | Lake     | West        |
| SW          | Lk          | North    | Library     |
| W           | E           | South    | Province    |
| S           | RR          | Mountain | Hospital    |
| <u>Sch</u>  | Lib         | Island   | Northwest   |
| <u>Isl</u>  | Mt          | School   | Rural Route |
| <u>Hosp</u> | <u>Prov</u> | East     | Southwest   |

۳- هریک از آدرس های زیر را به فارسی بنویسید.

|                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 4th floor, No 65<br>25 Laleh St,<br>Keshavarz blvd,<br>Tehran, Iran | Ground Floor, EVP Office,<br>Hatim Alvi Road, Clifton, Karachi. Ph: 111<br>20 20 20 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|



## 10 - Logistics

۱- شکل را مشاهده کنید و معنی واژگان را بنویسید.



figure 12-words of Logistics

۲- پیش از مطالعه متن، معنی واژگان را با استفاده از دیکشنری کنترل کنید.

- consumption
- requirement
- integration
- warehousing
- handling
- security

Logistics can be defined as the management of the flow of goods, information and other resources, energy and people between the point of origin and the point of consumption in order to meet the requirements of consumers. Logistics involves the integration of information, transportation, inventory, warehousing, material handling, packaging and security. Logistics may have an internal focus (inbound logistics), or external focus (outbound logistics).

۳- درست یا غلط بودن هر یک از جمله‌های زیر را مشخص کنید

- 1- Logistics involves the integration of information, transportation, inventory, warehousing, etc.
- 2- Logistics always has an external focus.
- 3- Logistics meets the producer's requirements.

۴- در جدول زیر ابتدا تعریف مناسب هر واژه را انتخاب کنید، سپس در ستون سوم نوع واژه (اسم، فعل، صفت، قید) را مشخص کنید و در ستون آخر معنی آن را بنویسید.

| word         | definition                                     | parts of speech<br>(N/ V/ Adj/ Adv) | meaning |
|--------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| logistic     | a) a person employed in the field of logistics |                                     |         |
| logistically | b) connected with, related to logistics        |                                     |         |
| logistician  | c) in terms of logistics; using logistics      |                                     |         |

۵- جمله‌های زیر را با استفاده از واژگان جدول بالا کامل کنید.

- 1- This matter is ..... important.
- 2- It's a ..... problem.
- 3- The company's ..... analyzes and coordinate an organization's supply chain.

### ارزشیابی پایانی

| عنوان پودمان فصل         | تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)                                                                                                   | استاندارد عملکرد (کیفیت)                                                                                                      | نتایج                 | استاندارد (شاخص‌ها، داور، نمره‌دهی)                                                             | نمره |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| کسب اطلاعات فنی          | کاربرد مفاهیم و اصطلاحات فنی به زبان اصلی در محیط کار بر اساس دستور العمل‌ها، آیین‌نامه‌ها و راهنماهای مصوب در حوزه حمل و نقل | کاربرد مفاهیم و اصطلاحات فنی به زبان اصلی در محیط کار بر اساس دستور العمل‌ها، آیین‌نامه‌ها و راهنماهای مصوب در حوزه حمل و نقل | بالاتر از حد انتظار   | نوشتن مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی فایل‌های صوتی و تصویری، ترجمه مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی | ۳    |
|                          |                                                                                                                               |                                                                                                                               | در حد انتظار          | ترجمه اصطلاحات فنی و تخصصی راهنماها و دستورالعمل‌ها در محیط کار                                 | ۲    |
|                          |                                                                                                                               |                                                                                                                               | پایین‌تر از حد انتظار | درک مفاهیم و اصطلاحات فنی در محیط کار                                                           | ۱    |
| نمره مستمر از ۵          |                                                                                                                               |                                                                                                                               |                       |                                                                                                 |      |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ |                                                                                                                               |                                                                                                                               |                       |                                                                                                 |      |
| نمره پودمان از ۲۰        |                                                                                                                               |                                                                                                                               |                       |                                                                                                 |      |



- ۱ سند برنامه درسی دانش فنی تخصصی، شورای برنامه‌ریزی رشته حمل‌ونقل، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۵.
- ۲ آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران، نشریه شماره ۲۳۴، وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۹۰.
- ۳ تکنولوژی و طرح اختلاط بتن، داوود مستوفی نژاد، دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ ششم، ۱۳۸۲.
- ۴ آیین‌نامه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار در وسایل نقلیه باری، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، تهران: انتشارات سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۸۴.
- ۵ روش ملی طرح مخلوط بتن، نشریه شماره: ض\_۴۷۹، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، چاپ دوم، ۱۳۸۸.
- ۶ دستورالعمل ساخت و اجرای بتن در کارگاه، نشریه شماره ۳۲۷، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۵.
- ۷ ماشین‌های ساختمانی و روش‌های اجرائی جلد اول، ترجمه حمید بهبهانی و علی منصورخاکی، چاپ مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۶.
- ۸ مقررات حمل‌ونقل بار در راه‌های کشور، وزارت راه و شهرسازی، تهران، ۱۳۷۵.
- ۹ وبگاه مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: [www.isiri.gov.ir/](http://www.isiri.gov.ir/)
- ۱۰ مجموعه دستورالعمل‌ها و قوانین و مقررات حمل‌ونقل بار و مسافر سازمان حمل‌ونقل جاده‌ای وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۹۶.
- ۱۱ وبگاه شرکت‌های سازنده ماشین‌های حمل‌ونقل بار و مسافر (بنز، ولوو، اسکانیا، ایران خودرو دیزل، سایپا دیزل)
- ۱۲ کنت لال، جوتین خیستی، ترجمه محمود صفارزاده، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۱.
- ۱۳ مرکز مدیریت راه‌های کشور، ۱۳۹۷، <http://www.141.ir>
- ۱۴ پایان‌نامه کارشناسی ارشد فهیمه کریمی نژاد با عنوان تحلیل هزینه‌های لجستیک شرکت‌های کوچک و متوسط با هدف طراحی یک مدل مفهومی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، ۱۳۹۱.
- ۱۵ تحلیل هزینه‌های لجستیک شرکت‌های کوچک و متوسط و بررسی تأثیر طرح هدفمندی یارانه‌ها بر آن. فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، فهیمه کریمی نژاد، فرزاد حقیقی راد، صدیق رئیسی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنان، سال هفتم، شماره ۲۱. پاییز ۱۳۹۱.
- ۱۶ پترو تألیف نشریه داخلی شرکت مهندسی حمل‌ونقل پتروشیمی، شماره سوم، ۱۳۹۴.
- ۱۷ نورالدین شریفی، جایگاه حمل‌ونقل و تأثیر آن بر دیگر بخش‌های اقتصاد کشور: یک تحلیل داده - ستانده فصلنامه علمی پژوهشی، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، سال دوم، شماره پنجم، زمستان ۱۳۹۰
- ۱۸ اهمیت و جایگاه صنعت حمل‌ونقل در ارتقا و شکوفایی اقتصاد کشور، یازدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور، عبدالرضا رضایی ارجمندی، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۸۳.
- ۱۹ دفتر سرمایه‌گذاری و نظارت، بهره‌برداری مراکز لجستیک. راهنمایی جهت استفاده بر مبنای گزارشی از EUROPLATFORMSEEIG، ۱۳۹۵.
- ۲۰ نقش حمل‌ونقل در زنجیره لجستیک، سهم حمل‌ونقل در هزینه‌های لجستیکی از قیمت تمام شده کالا،

محمد تیموری، علیرضا افخم.

- ۲۱ «اهمیت شرکت‌های لجستیکی طرف سوم در فروش خارجی» پیمان حسینی. سایت زرافه، ۱۳۹۶.
- ۲۲ بخشنامه: ۶۳۴۳۰، سازمان امور مالیاتی، دستورالعمل نحوه اجرای مالیات بر ارزش افزوده در صنعت حمل‌ونقل جاده‌ای کالا، ۱۳۸۸.
- ۲۳ بخشنامه: ۶۵۶، سازمان امور مالیاتی، معافیت از عوارض و مالیات برای آن بخش از درآمد شرکت‌های حمل‌ونقل بین‌المللی مربوط به حمل کالاهای صادراتی ۱۳۸۷.
- ۲۴ بخشنامه: ۱۹۸۲۳/۴۲۷۵/۲۱۱، سازمان امور مالیاتی، پرداختی به مالک وسائط نقلیه (اشخاص حقیقی) نیازی به کسر مالیات ندارد.
- ۲۵ سازمان تأمین اجتماعی، قانون تأمین اجتماعی و آیین‌نامه‌های آن، ۱۳۹۳
- ۲۶ آیین‌نامه تأسیس و فعالیت شرکت‌های حمل‌ونقل بین‌المللی کالا، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای.
- ۲۷ TRB, 2010. Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, DC.
- ۲۸ Roess, R.P, Prassas, E.S. and McShane, W.R., 2004. Traffic engineering. Pearson / Prentice Hall.
- ۲۹ Roess, R.P. and Prassas, E.S., 2014. The highway capacity manual: A conceptual and research history. New York: Springer.



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه

برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

