فصل ۴

نصب تجهیزات ایمنی

واحد یادگیری ۱
نصب ضربه‌گیر

بودجه‌بندی قسمت ضربه‌گیر

جلسه	موضوع تدریس	صفحه تدریس	فعالیت عملی	فعالیت کلاسی
۱	انواع ضربه‌گیر آشنایی با عملکرد ضربه‌گیرها	۱۴ـ ۱	دارد	دارد
۲	ضربه‌گیر بشکه ماسه‌ای و محل قرارگیری آن	۲۶ـ ۱۵	دارد	دارد
۳	ضربه‌گیر بشکه‌ای ریلی و اجرا	۳۹ ـ ۲۷	دارد	دارد

در این بخش مقدمه به آشنایی با ضربه‌گیرها و انواع آن پرداخته خواهد شد و در ادامه اصول عملکرد هر نوع از ضربه‌گیرها تشریح خواهد شد.
به منظور آشنایی بیشتر هنرآموز موارد تکمیلی در این بخش اضافه می‌گردد، برای این منظور در ابتدا به تعریف ضربه، تکانه، قانون نیوتن و میراگرها پرداخته می‌شود و در ادامه با تعریف انواع ضربه‌گیر عملکرد هر مورد براساس اصول تعریف شده اثبات می‌گردد.

مفهوم ضربه

ضربه (نماد I یا J)، در مکانیک کلاسیک به‌صورت انتگرال نیرو نسبت به زمان تعریف می‌شود که بیان‌کننده میزان تغییر تکانه (اندازه حرکت) جسم در اثر نیروی وارده است. نیروی وارده به یک جسم، به آن تغییر سرعت (شتاب) می‌دهد. هر چه نیرو به مدت بیشتری به جسم اعمال شود، تغییر تکانه جسم بیشتر خواهد بود.
یکای ضربه در دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) ، (N.s) نیوتن ثانیه است. در حالتی که نیرو در طول زمان ثابت باشد، ضربه را می‌توان با فرمول زیر بیان کرد:

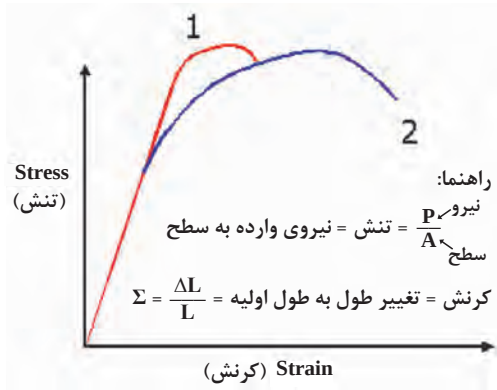
ضربه = $F\ \Delta t$

در حالت کلی، می‌توان ضربه ایجاد شده توسط نیروی F بین زمان‌های t_1 و t_2 را به‌صورت زیر نوشت:

$$J = \int_{t_1}^{t_2} F dt$$

مفهوم صنعت ضربه

یکی از مسائل مهم در صنعت که باعث خسارات زیادی می‌شود، شکستن قطعات ضربه‌گیر بر اثر تردی جنس آنها می‌باشد. آزمایش‌های کشش و فشار با همه اهمیت خود نمی‌توانند رفتار فلزات را در اثر بارهای ضربه‌ای در لحظه تصادف تعیین کنند. بنابراین برای پی بردن به قابلیت جذب انرژی فلزات در دماهای مختلف از آزمایش ضربه استفاده می‌کنند. هر چه انرژی لازم برای شکستن فلز زیادتر باشد فلز نرم‌تر (چقرمه‌تر)، و برعکس هر چه انرژی لازم کمتر باشد، فلز تردتر است. در نمودار زیر می‌توانید رابطه بین انرژی شکست و نرمی یا تردی فلزات را مشاهده نمایید. نمودار ۱ برای مواد با تنش تسلیم بالا ولی نرمی پایین می‌باشد و نمودار ۲ برای مواد با تنش تسلیم پایین ولی نرمی بالا می‌باشد. سطح زیر نمودار تنش ـ کرنش تا نقطه شکست، نشان‌دهنده انرژی شکست است.



شکل ۱ـ مقایسه رفتار فلز نرم و ترد تا لحظه شکست

تئوری آزمایش ضربه

اساس کار یک دستگاه ضربه بر این است که چکشی با وزن معلوم، از یک ارتفاع مشخص به‌صورت پاندولی به نمونه آزمایشی اصابت می‌کند و بعد از شکستن نمونه تا یک ارتفاع دیگر بالا می‌رود. انرژی جذب شده توسط نمونه، برابر است با حاصل‌ضرب وزن پاندول در اختلاف ارتفاع مرکز ثقل پاندول که در صفحه بعد

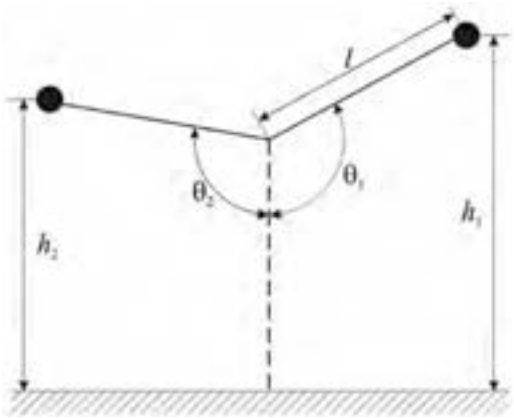
نشان داده شده است.

$E = E_1 - E_2 = Mg(h_2 - h_1)$.

که در این رابطه M برحسب (kg) جرم پاندول، g شتاب گرانش برحسب (m/s^2) و h برحسب (متر) فاصله مرکز جرم پاندول تا پایین‌ترین وضعیت پاندول (حالت افقی) می‌باشد. در عمل به جای اندازه‌گیری ارتفاع، همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، زوایای اولیه و ثانویه اندازه‌گیری می‌شود. در این صورت انرژی ضربه از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$E = E_1 - E_2 = Mgl\ (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

که در آن θ۱ و θ۲ زوایای اولیه و ثانویه و l بر حسب (متر) فاصله مرکز جرم پاندول تا محور آن است.



شکل ۲ــ آزمایش پاندول برای تعیین میزان ضربه وارده

اندازه حرکت (تکانه، Momentum)

در فیزیک اندازه حرکت یا مقدار حرکت کمیتی برداری است. حاصل‌ضرب جرم شیء در سرعت آن در هر لحظه، تکانه شیء در آن لحظه است؛ یعنی:

$P=mv$

که در آن، m جرم، v سرعت و p تکانه است. در دستگاه SI، تکانه برحسب واحد kg.m/s اندازه‌گیری می‌شود. تکانه کمیتی برداری است پس هم دارای اندازه و هم دارای جهت است. در تعریف بالا فقط حرکت انتقالی مد نظر است؛ از این‌رو، می‌توان از ابعاد شیء صرف‌نظر کرده و آن را به عنوان یک ذره به حساب آورد. در ضمن، تکانه کمیتی موضعی است، بدین معنا که در هر نقطه از مسیر حرکت

یا در هر لحظه مقدار دارد. از آنجا که در مطالعه حرکت دورانی با مفهوم مشابهی موسوم به تکانه زاویه‌ای روبه‌رو می‌شویم، بهتر است به جای تکانه از عبارت تکانه خطی استفاده کنیم.

تکانه خطی ذره

نیوتن در کتاب اصول، قانون دوم حرکت خود را براساس مفهوم تکانه خطی بیان کرده است: برآیند همه نیروهای وارد شده بر یک ذره با نرخ تغییرات زمانی تکانه خطی ذره برابر است. بنابراین:

$$F = \frac{dp}{dt}$$

که در آن، F نشان‌دهنده برآیند همه نیروهاست. بدیهی است که اگر هیچ نیرویی به ذره وارد نشود یا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، تکانه خطی و به تبع آن، سرعت ذره با گذشت زمان ثابت خواهند ماند. سرعت کمیتی برداریست و ثابت ماندن آن بدین معناست که هم اندازه و هم جهت آن ثابت می‌ماند؛ در نتیجه، ثابت ماندن سرعت معادل با انجام حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت است؛ بنابراین، اگر $F=0$ باشد حرکت ذره مستقیم‌الخط یکنواخت خواهد بود.

قانون پایستگی تکانه خطی

اگر هیچ نیروی خارجی بر سیستم اثر نکند یا برآیند نیروهای خارجی وارد بر سیستم صفر باشد، تکانه خطی سیستم با گذشت زمان ثابت می‌ماند. به زبان ریاضی:

$$F_{ext} = 0 \Rightarrow \frac{dP}{dt} = 0 \Rightarrow P = Const.$$ (نیروهای بیرونی)

نتیجه حاصل به قانون پایستگی تکانه خطی معروف است. هم نیرو و هم تکانه خطی کمیت‌هایی برداری‌اند، بنابراین در هر جهتی که مؤلفه نیروی برآیند صفر باشد مؤلفه تکانه خطی در آن جهت با گذشت زمان پایسته می‌ماند (مستقل از اینکه در جهات دیگر پایسته است یا نه).

به عنوان مثال، نیروی پیشرانهٔ حاصل از موتور جت و پدیده پس‌زنی تفنگ یا برخورد یک خودرو با ضربه‌گیر نمونه‌هایی از اثر قانون پایستگی تکانه خطی می‌باشند. در هر یک از این مثال‌ها، جزئی از سیستم، به بهای پرتاب جزء دیگر در یک جهت، در جهت مخالف پس زده می‌شود؛ بدین معنی که با برخورد خودرو به ضربه‌گیر چون ضربه‌گیر به سمت جلو پرتاب می‌شود پس خودرو نیز به سمت عقب پس‌زده می‌شود لذا از سرعتش کاسته شده و متوقف می‌گردد.

در لحظه تصادف، که خودرو به ضربه‌گیر اصابت نموده است و در حال توقف است و ضربه‌گیر به دلیل ضربه وارده در حال شتاب‌گیری است؛ اگر جرم خودرو

و ضربه‌گیر را، به ترتیب با (M) و (m) و سرعت‌های آن دو بعد از تصادف را به ترتیب با (V) و(v) نشان دهیم؛ به دلیل عدم ورود نیروی خارجی به این سیستم (ترکیب خودرو و ضربه‌گیر) اصل پایستگی اندازه حرکت به قرار زیر نوشته می‌شود.

$$0 = mv + MV \Rightarrow V = -\frac{m}{M}v$$

پس، در اثر برخورد خودرو به ضربه‌گیر، به خودرو نیرویی در خلاف جهت برخورد وارد می‌شود و همچنین به ضربه‌گیر در جهت برخورد نیرو وارد شده که منجر به افزایش سرعتش از صفر می‌شود. مشخص است که تغییرات کاهشی سرعت خودرو در هر لحظه متناسب است با نسبت جرم ضربه‌گیر به جرم خودرو در تغییرات افزایشی سرعت ضربه‌گیر. لذا فرمول اندازه حرکت به شکل زیر بازنویسی می‌شود.

$$\Delta V = -\frac{m}{M}\Delta v$$

قانون سوم نیوتن

سومین قانون حرکت نیوتون به این صورت بیان می‌شود که «هر عملی را عکس‌العملی است؛ مساوی آن و در جهت خلاف آن». این قانون به قانون کنش و واکنش هم معروف می‌باشد؛ یعنی که هرگاه جسمی‌به جسم دیگر نیرو وارد کند جسم دوم نیز نیرویی به همان بزرگی ولی در خلاف جهت بر جسم اوّل وارد می‌کند.

باید توجّه داشت که این دو نیروِ به دو جسم مختلف وارد می‌گردند و نباید آنها را با هم برآیندگیری کرد؛ مثلاً هنگامی‌که خودرویی به یک ضربه‌گیر برخورد می‌کند به آن نیرویی وارد می‌کند که ضربه‌گیر هم همان مقدار نیرو را به خودرو وارد می‌کند.

مطالب بالا به منظور درک بهتر رفتار اجسام هنگام برخورد به یکدیگر آورده شد. در ادامه مطالب موجود در کتاب و فعالیت‌های کلاسی شرح داده شده است.

همان‌طور که در کتاب آمده است ضربه‌گیرها از نظر نحوه اثرگذاری بر خودرو به دو دسته هدایت‌کننده و غیر هدایت‌کننده تقسیم‌بندی می‌شوند که در صورت برخورد روبه‌رو کارایی بیشتری دارند. در فعالیت کلاسی علت این موضوع بررسی می‌شود.

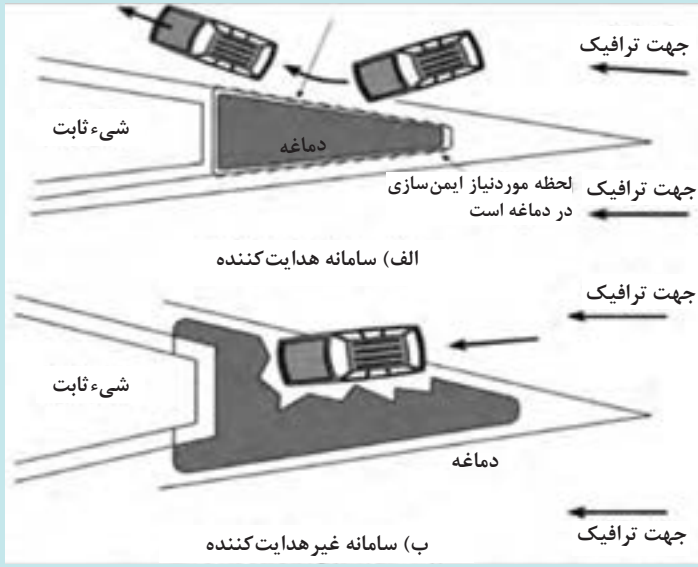
پاسخ فعالیت کلاسی

با هم‌کلاسی‌های خود بحث کنید که چرا ضربه‌گیرهای هدایت‌شونده در صورت برخورد روبه‌رو بیشترین کارایی را دارند.

نکته: با بررسی انواع حالات برخورد با ضربه‌گیر، گزینه‌های مختلف را با هم از نظر عمق تأثیر مورد بررسی قرار دهید.

پاسخ: در صورت برخورد رو به رو انرژی برخورد بیشتر مستهلک می‌شود.

از آنجا که انرژی برخورد وابسته به زاویه برخورد و تکانه می‌باشد که کمیتی برداری است، در صورتی که برخورد رو در رو باشد عکس‌العمل ضربه‌گیر نیز دقیقاً در راستای نیروی برخورد و در خلاف جهت آن خواهد بود و کارایی بیشتری در کاهش شدت برخورد خواهد داشت.
می‌توان با رسم شکل و نشان دادن جهات مختلف، نیروی ناشی از برخورد و عکس‌العمل آن در زوایای مختلف این موضوع را بررسی کرد.
در حالت غیرهدایت‌شونده نیز این مسئله صادق است، بدین صورت که با برخورد از روبه‌روی راستای قرارگیری ضربه‌گیر، نسبت به حالتی که برخورد با زاویه صورت بگیرد احتمال برخورد به بشکه‌های بیشتری فراهم می‌شود و لذا امکان استهلاک بیشتر انرژی نیز وجود دارد.



عملکرد ضربه‌گیر در تجهیزات هدایت‌کننده و غیر هدایت‌کننده

ضربه‌گیرها براساس اینکه پس از برخورد خودرو به آنها قابل استفاده هستند یا خیر، به دو دسته با قابلیت استفاده مجدد و آسیب‌پذیر تقسیم‌بندی می‌شوند.
از انواع ضربه‌گیر با قابلیت استفاده مجدد می‌توان به ضربه‌گیر کوادگارد[۱] اشاره کرد که باید به زمین متصل شوند. در فعالیت کلاسی به علت این موضوع پرداخته می‌شود.

۱ـ Quadguard

پاسخ فعالیت کلاسی

۱ به نظر شما و با توجه به شکل فوق چرا ضربه‌گیرهای کوادگارد می‌بایست به زمین مهار شوند. دلایل خود را در کلاس با دیگر دانش‌آموزان به اشتراک بگذارید.

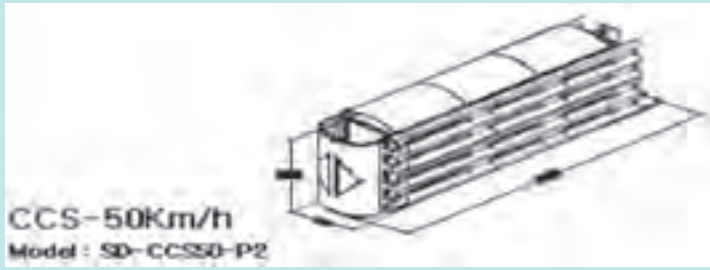
۲ با جست‌وجو در اینترنت اطلاعات بیشتری درخصوص اجزای این نوع ضربه‌گیرها و طریقه نصب آنها را استخراج کنید و با دیگر هنرجویان در این خصوص بحث کنید.

پاسخ: ۱ـ همان‌طور که مشخص است این نوع از ضربه‌گیرها در لحظه برخورد ضربه خودرو را جذب می‌کنند و آن را به زمین منتقل می‌کنند. برخلاف ضربه‌گیرهای وزنی که نباید به زمین متصل باشند، این نوع از ضربه‌گیرها باید توسط چهارچوب فلزی به زمین مهار شوند تا میراگرها بتوانند حتی‌المقدور در جای خود قرار داشته و وظیفه خود را انجام دهند.

اجزای ضربه‌گیر کوادگارد با قابلیت استفاده مجدد

جواب ۲ـ برای نمونه اجزا و طریقه نصب ضربه‌گیر موازی SHINDO تشریح می‌گردد.

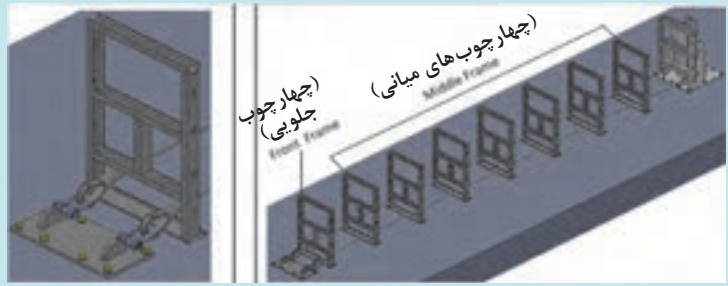
شکل ضربه‌گیر:



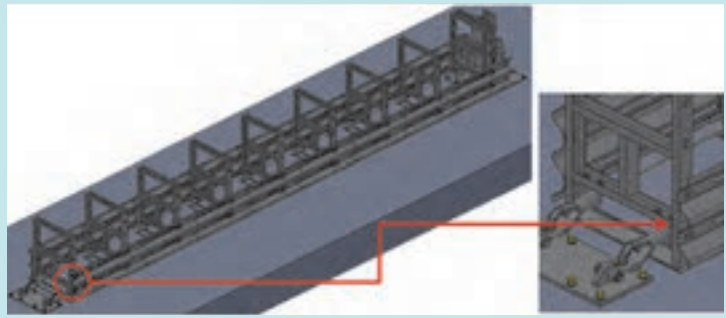
اجزا و مراحل نصب:

نصب پایه‌های اصلی:

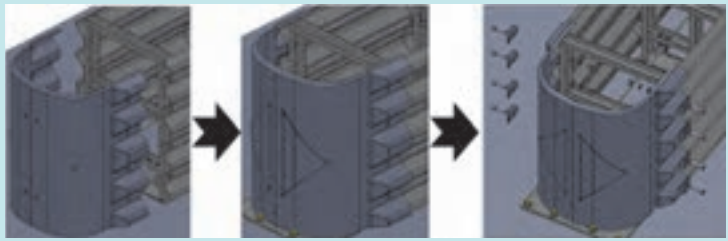
نصب پایه‌های میانی و کابل نگه دارنده:



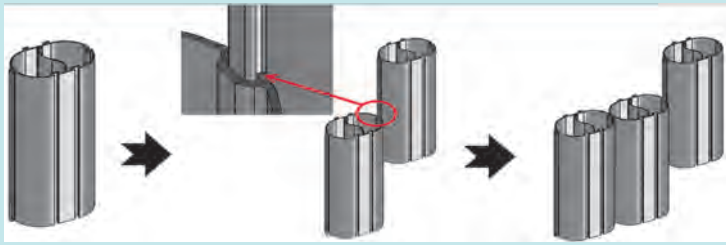
نصب حفاظ‌های کناری:



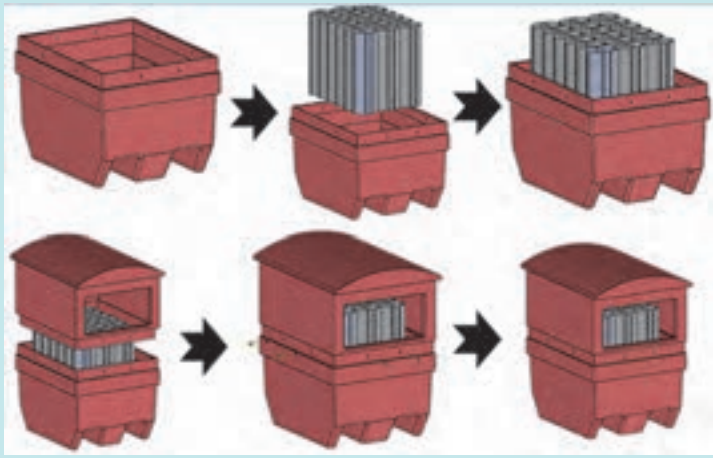
نصب صفحه جلویی:



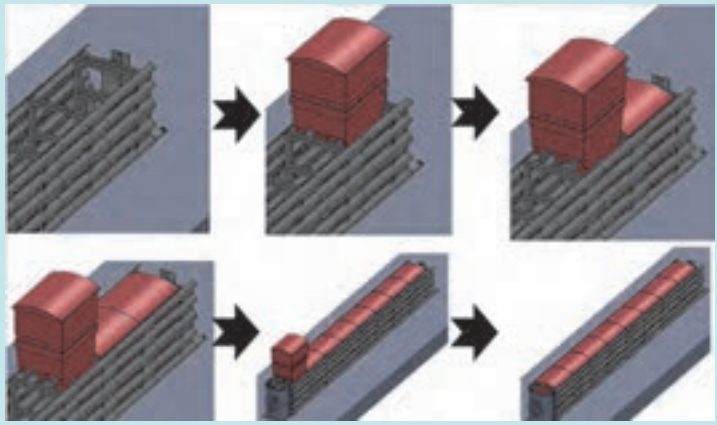
نصب میراگرها:



قراردهی میراگرها درون محفظه:



قراردهی محفظه‌ها درون ضربه‌گیرها:



قابل توجه: موارد فوق تنها بخشی از چندین مدل ضربه‌گیر می‌باشد و تنوع در این بخش بسیار زیاد است.

میراگر(Damper)

میراگر وسیله‌ای به منظور استهلاک انرژی وارد شده به جسم است. خواص میرایی، انرژی ناشی از ضربه وارده به جسم را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش دامنه نوسان می‌شود.

استفاده از مصالح انعطاف‌پذیر مانند ماسه و آب در ضربه‌گیرها شبیه به یک میراگر عمل کرده و باعث کاهش انرژی برخورد و همچنین شدت ضربه وارد شده به خودرو می‌شود.

همان‌طور که در کتاب گفته شد ضربه‌گیرها به صورت‌های ذیل با کاهش انرژی برخورد از شدت تصادف می‌کاهند و ایمنی را بهبود می‌بخشند:

- با تغییر شکل، شکسته‌شدن یا خم شدن انرژی جنبشی را تلف کرده از شدت آن می‌کاهند.
- با هدایت و تغییر مسیر وسیله نقلیه باعث کاهش انرژی جنبشی می‌شوند.
- ترکیبی از عملکردهای فوق

با توجه به مطالب گفته شده جواب فعالیت کلاسی زیر بدین صورت خواهد بود.

پاسخ فعالیت کلاسی

۱ به نظر شما هر چه جنس ضربه‌گیرها سخت‌تر باشد خودرو با خسارت کمتری متوقف می‌شود یا شدت خسارات وارده به خودرو زیادتر می‌شود؟ علت چیست؟ چه جنسی را برای ساخت ضربه‌گیر وزنی پیشنهاد می‌کنید؟

پاسخ: هرچه جنس ضربه‌گیر سخت‌تر باشد نیروی عکس‌العمل وارد شده به خودرو در اثر برخورد بیشتر بوده و خودرو بیشتر خسارت خواهد دید. در حالی که در صورت استفاده از مصالح انعطاف‌پذیر خاصیت میرایی مواد موجب می‌شود انرژی برخورد کاهش یافته و خودرو کمتر خسارت ببیند. مصالحی برای ساخت ضربه‌گیر وزنی پیشنهاد می‌شود که علاوه بر تأمین وزن مورد نیاز انعطاف‌پذیری لازم را داشته باشند و با برخورد خودرو به ضربه‌گیر از پوسته ضربه‌گیر بیرون ریخته و تا حد امکان انرژی برخورد را مستهلک نمایند. لذا مصالح باید دانه‌ای باشند تا بعد از برخورد به سادگی از هم بپاشند و ذرات ریز چسباننده که می‌توانند ذرات دیگر را به هم بچسبانند مانند لای و رس را به همراه نداشته باشند.

در ادامه در کتاب در مورد مزایا و معایب ماسه و آب که به عنوان ماده پرکننده در ضربه‌گیر وزنی مورد استفاده قرار می‌گیرد صحبت شده است. با انجام فعالیت کلاسی بعدی مواد دیگر قابل استفاده در ضربه‌گیرهای وزنی بررسی می‌شود.

پاسخ فعالیت کلاسی

۱ تحقیق کنید آیا می‌توان از ماده دیگری در ضربه‌گیر وزنی استفاده کرد که معایب ماسه و آب را نداشته باشد و در عین حال در دسترس و ارزان‌قیمت باشد؟

پاسخ: از مصالح طبیعی ماسه ریزدانه فاقد لای و رس به همراه با ذرات نمک بهترین نوع مواد پرکننده است. ولی درصورتی که از موادی همچون پوکه صنعتی، سنگ‌دانه‌های آتشفشانی نیز استفاده کنیم با توجه به وزن نسبتاً کم، سختی بالا، تردی اولیه در لحظه برخورد به نظر می‌رسد عملکرد مطلوب‌تری داشته باشند.

می‌توان از هنرجویان خواست تا براساس آزمایش پاندول (تست ضربه) مواد جدید را آزمایش نموده و نتایج را گزارش کنند.

در ادامه به بررسی مفاهیم مختلف به بررسی ضربه‌گیر از دیدگاه آیین‌نامه ایران پرداخته می‌شود.

مقدمه

ضربه‌گیرها سیستم‌هایی هستند که از برخورد وسایل نقلیه به اشیای ثابت جلوگیری می‌کنند. این کار به دو صورت انجام می‌گیرد:
کاهش‌دادن سرعت وسیله نقلیه تا متوقف‌کردن آن وقتی که برخورد از مقابل صورت می‌گیرد.
تغییر دادن جهت حرکت وسیله نقلیه وقتی برخورد از کنار صورت می‌پذیرد.
توجه: باتوجه به تعریف تکانه این دو مورد فوق توجیه می‌شوند.
ضربه‌گیرها برای موانعی به‌کار می‌روند که داخل ناحیه عاری از مانع قرار دارند و امکان از بین بردن، جابه‌جایی به بیرون از محدوده و یا طراحی آنها به‌صورتی که قابل شکستن نباشند وجود ندارد. ضربه‌گیرها به دو نوع وزنی و جذبی تقسیم می‌شوند. اگر ضربه‌گیری براساس اصل انتقال، انرژی جنبشی وسایل نقلیه منحرف شده از مسیر را بگیرد، ضربه‌گیر وزنی[۱] نامیده می‌شود و اگر ضربه‌گیری انرژی جنبشی وسایل نقلیه را جذب نماید آن را ضربه‌گیر جذبی[۲] می‌نامند.

کاربردهای ضربه‌گیر

ضربه‌گیرها برای حفاظت در برابر موانع منفرد مناسب مانند پایه‌های پل می‌باشند. در جاده‌های با سرعت و حجم بالای ترافیک که انتظار وقوع تعداد زیادی تصادف شدید وجود دارد، استفاده از ضربه‌گیرها بسیار مفید و مؤثر است. ضربه‌گیرها در جاده‌های محلی کمتر استفاده می‌شوند چرا که به‌طور معمول سرعت حرکت در این‌گونه راه‌ها پایین است. برخی اوقات به دلیل باریک بودن کنارهٔ راه لازم شده تا شیء در فاصله کمی‌از راه قرار داده شود که در این موارد از ضربه‌گیر، جهت کاهش صدمه ناشی از برخورد استفاده می‌شود. کاربردهای دیگر این تجهیزات عبارت‌اند از قرارگیری در انتهای خیابان بن‌بست و یا تقاطع‌هایT شکل، برای حفاظت از کارگران مشغول به‌کار و ابزارآلات متحرک تعمیرات، که از ضربه‌گیرهای متحرک استفاده می‌شود.

انتخاب نوع ضربه‌گیر

به‌طور کلی ۳ نوع ضربه‌گیر متداول در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد:
ضربه‌گیر متشکل از مواد خرد شونده Crushers Material
ضربه‌گیر متشکل از سلول‌های پر از ماسه Throwers Sand
ضربه‌گیر متشکل از سلول‌های پر از آب Throwers Water
در انتخاب نوع ضربه‌گیر مسائل اقتصادی و نیز امکانات در دسترس نقش اساسی را

۱_ Non-redirective
۲_ Redirective

بازی می‌کند. میزان اقتصادی بودن ضربه‌گیر مورد استفاده در طول زمان نصب آن، به تعداد ضربه‌هایی که انتظار می‌رود تحمل داشته باشد بستگی دارد. برای جاده‌های محلی که حجم ترافیک پایین بوده و انتظار نمی‌رود که تصادفات زیادی رخ دهد نصب ضربه‌گیر مدرن مقرون به صرفه نیست. در این‌گونه موارد استفاده از بشکه‌های پلاستیکی پر از ماسه معمولی مناسب‌تر است که در واقع یک نوع ضربه‌گیر وزنی است و در برخوردها براساس قانون اندازه حرکت کار می‌کند. در ایران نظر به امکانات مالی موجود از ضربه‌گیرهای بشکه ماسه‌ای بیشتر استفاده می‌شود که با توجه به سادگی نسبی چیدمان و تهیه و ساخت آنها و نیز وسیع بودن دامنهٔ عملکرد (پوشش طیف وسیعی از برخوردها)، به سایر انواع ضربه‌گیر موجود ترجیح داده می‌شوند.
در ادامه به منظور محک‌زدن مطالب آموخته شده هنرجویان فعالیت کلاسی زیر آورده شده است.

پاسخ فعالیت کلاسی

تعیین کنید کدام یک از ضربه‌گیرهای زیر وزنی یا جذبی هستند. همچنین بررسی کنید کدام یک از ضربه‌گیرهای مختلف با عملکرد هدایت‌شونده یا غیرهدایت‌شونده سرعت خودرو را کاهش می‌دهند.

جذبی ☐ هدایت‌کننده ☐
وزنی ■ غیر هدایت‌کننده ■

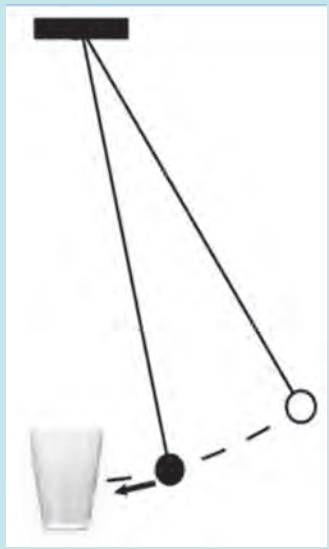
جذبی ■ هدایت‌کننده ■
وزنی ☐ غیر هدایت‌کننده ☐

جذبی ☐ هدایت‌کننده ☐
وزنی ■ غیر هدایت‌کننده ■

جذبی ■ هدایت‌کننده ■
وزنی ☐ غیر هدایت‌کننده ☐

به منظور درک بهتر خاصیت میرایی فعالیت‌های کلاسی زیر تعریف شده است.

پاسخ فعالیت کلاسی

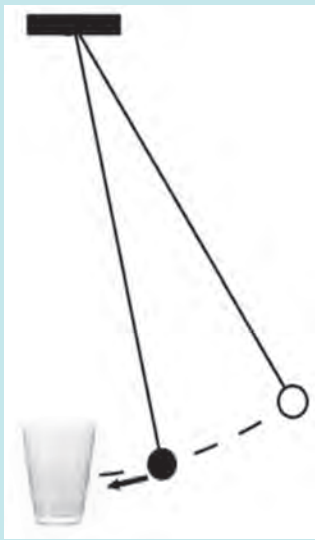


لیوان پلاستیک ضخیمی برداشته از ماسه پرکنید و یک وزنه را به‌صورت پاندولی به این لیوان بکوبید بعد میزان برگشت وزنه را اندازه بگیرید. در ادامه لیوان یک‌بار مصرفی را با همان مقدار شنی که لیوان اول را پر کرده‌اید، پر نمایید و مجدداً آزمایش را انجام دهید. میزان برگشت وزنه در حالت دوم را نیز اندازه بگیرید.
علت اینکه وزنه در دو آزمایش فوق دارای مقادیر برگشت متفاوتی بود چیست؟ در این رابطه بحث کنید.
اگر خودرو را وزنه و ضربه‌گیر را لیوان پر از ماسه تصور کنیم برای اینکه ضربه کمتری به خودرو وارد شود (پاندول کمتر به عقب برگردد) ضربه‌گیر باید چگونه باشد؟ بحث کنید.

پاسخ:

توجه: اساس آزمایش پاندول این است جسم بعد از برخورد به مسیر خود ادامه دهد ولی در بعضی مواقع ممکن است جسم بعد از برخورد برگشت نماید که در این صورت نیز میزان ارتفاع برگشت یا زاویه نهایی در هنگام برگشت را می‌توان محاسبه کرد و از فرمول‌های قبل استفاده کرد.
هدف از این تحقیق بررسی خصوصیات مصالح سنگی و ارتباط آن با میرایی است. اگر دقیق به میزان برگشت نگاه کنید ماسه تمیز چون ریزدانه و گردگوشه است سریع‌تر از سنگ‌دانه‌های شکسته بزرگ‌تر جابه‌جا می‌شود. این بدان معنی است که ماسه از اصطکاک درونی کمتری در مقابل سنگ‌دانه‌های درشت شکسته برخوردار است. لذا ماسه در مقابل ضربه وارده جابه‌جایی بیشتری داشته و ضربه را بیشتر میرا می‌کند. از این جهت وزنه در حالتی که به ظرف پر از ماسه برخورد می‌کند کمتر بر می‌گردد.

پاسخ فعالیت کلاسی



در آزمایش قبلی به جای استفاده از دو لیوان از یک لیوان و سه مصالح مختلف مانند آب و شن و در آخر ماسه استفاده کنید و میزان برگشت پاندول برای هر سه مصالح مختلف را یاداشت کنید. همچنین میزان بیرون ریختگی مصالح را نیز اندازه‌گیری کنید.

می‌توان مشاهده کرد که هرچه سختی مصالح مصرفی داخل لیوان کمتر باشد، برگشت پاندول نیز کمتر خواهد بود. در این حالت میزان بیرون ریختگی بیشتر بوده بنابراین تغییر شکل و فرورفتگی پاندول نیز بیشتر خواهد بود.

این آزمایش اهمیت انتخاب یک مصالح مناسب را گوشزد می‌کند.

پاسخ: آب بیشتر از ماسه و ماسه بیشتر از شن میرا است و می‌تواند ضربه وارده را با تغییر اندازه حرکت مستهلک نماید.

براساس مفاهیم مطرح شده، وقتی ماشین با ضربه‌گیر برخورد می‌کند به ضربه‌گیر ضربه می‌زند، برخورد فقط در کسر کوچکی از ثانیه صورت می‌گیرد. چون تغییر نیرو بزرگ و زمان برخورد کوچک است، و نیروهای دیگر در مقایسه با ضربه بسیار ناچیزند می‌توان اثبات کرد که تغییر کل تکانه دستگاه در اثر برخورد صفر است یعنی نیروهای ضربه‌ای که در برخورد وارد می‌شوند نیروهای داخلی هستند که اثری روی تکانه کل دستگاه ندارند. لذا از رابطه زیر می‌توان رابطه بین ضربه خودرو و اندازه حرکت ضربه‌گیر را تعریف کرد.

$$p = F\,\Delta t$$

مثالی دیگر برای درک بهتر این موضوع:

فرض کنید نیروی ۲۰ کیلوگرم را به آرامی بر قطعه بتنی که توسط دوستتان مهار شده است وارد می‌کنید، در این حالت دوستتان و قطعه بتنی به عقب رانده می‌شوند. حال اگر مانند

یک رزمی‌کار همان نیرو را در کسری از ثانیه وارد کنید می‌توان مشاهده کرد که ضربه باعث تغییر جابه‌جایی دوست شما نمی‌شود و با شکستن قطعه بتنی مستهلک می‌گردد. لذا می‌توان درک کرد که اعمال نیرو در زمان بسیار کم اندازه حرکت اجسام را تغییر نمی‌دهد.

پاسخ فعالیت کلاسی

۱ هرکدام از ضربه‌گیرهای وزنی و جذبی که در قسمت‌های قبل تشریح شد را از نظر پیچیدگی اجزا، هزینه نصب و نگهداری، هزینه تمام شده خود ضربه‌گیر، عملکرد در توقف سریع‌تر و کم هزینه‌تر خودرو، آماده‌سازی سطح جهت نصب، تجهیزات لازم برای نصب، اتصال به زمین را با هم مقایسه کنید.

۲ به‌نظر شما از بین ضربه‌گیرهای معرفی شده وزنی و جذبی کدام در مجموع از نظر اجرا و تعمیر و نگهداری راحت‌تر است؟

پاسخ:

	نوع ضربه‌گیر	
	وزنی	جذبی
اجرا و تعمیر و نگهداری راحت‌تر	راحت‌تر	سخت‌تر
اتصال به زمین	نمی‌خواهد	می‌خواهد
تجهیزات لازم برای نصب	ساده	پیچیده و زیاد
آماده‌سازی سطح جهت نصب	نمی‌خواهد	می‌خواهد
عملکرد در توقف سریع‌تر و کم هزینه‌تر	مناسب	خوب
هزینه تمام شده خود ضربه‌گیر	کم	زیاد
هزینه نصب و نگهداری	کم	زیاد
پیچیدگی اجزا	کم	زیاد
نوع ضربه‌گیر	وزنی	جذبی

پاسخ فعالیت کلاسی

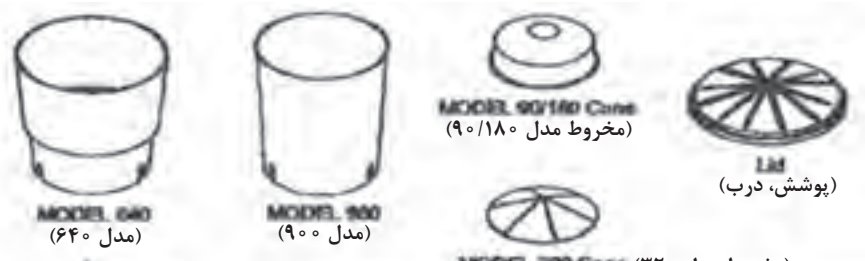
به رنگ و علائم شبرنگ نصب شده بر روی بشکه‌ها و ضربه‌گیرهای دیگر توجه کنید به‌نظر شما چرا می‌بایست این چنین رنگی انتخاب شده باشد؟ بررسی کنید به‌منظور پیش‌آگاهی راننده از محل نصب ضربه‌گیر چه گزینه‌های دیگری را می‌توان یافت. در شهر یا محل سکونت خود چقدر از

این موارد رعایت شده است. مواردی که با عدم رعایت مسائل ایمنی خطراتی را برای رانندگان به‌وجود می‌آورده است را نشان دهید.

پاسخ: ضربه‌گیرها هم به نوعی مانع به حساب می‌آیند و حتی‌المقدور نباید وسیله نقلیه به آنها برخورد کند. برای این منظور سعی می‌شود ضربه‌گیرها با شبرنگ‌ها یا رنگ‌های هشداردهنده (که در تمام طول روز قابل تشخیص باشند و در طی شب با بازتابش نور خودرو باعث تشخیص ضربه‌گیر شوند) پوشیده شده تا از برخورد خودرو به آنها جلوگیری شود. همچنین با پیش‌آگاهی به راننده از طریق استفاده از چشم‌گربه‌ای یا مخروط‌های ترافیکی می‌توان با آگاه‌سازی راننده احتمال برخورد ناخواسته خودرو به ضربه‌گیر را کاهش داد.

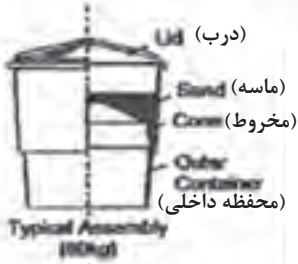
ضربه‌گیر بشکه ماسه‌ای

سیستم ضربه‌گیر بشکه ماسه‌ای از تعدادی محفظه پلاستیکی (بشکه) از جنس پلی‌اتیلن تشکیل شده است. داخل آن از ماسه پر شده و به‌صورت منظمی در مناطق خطر چیده می‌شود. هر محفظه شامل یک قطعه بشکه با یک درپوش و در بعضی مواقع یک پوشش مخروطی است. این پوشش مخروطی جهت تنظیم ارتفاع ماسه و وزن کلی بشکه به‌کار می‌رود. ارتفاع ماسه مورد نظر در بشکه در محل، در هر ردیف مشخص می‌شود. بشکه‌ها در وزن‌های ۹۰، ۱۸۰، ۳۲۰، ۶۴۰ و ۹۶۰ کیلوگرم در دسترس است که با توجه به وزن مخصوص ماسه وزن‌های مورد نظر آنها به‌دست می‌آید (معمولاً وزن مخصوص واقعی ماسه ۱۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد). در شکل صفحه بعد، قسمت‌های مختلف یک بشکه نشان داده شده است.



(مدل ۶۴۰) (مدل ۹۰۰) (مخروط مدل ۹۰/۱۸۰) (پوشش، درب)

(مخروط مدل ۳۲۰)



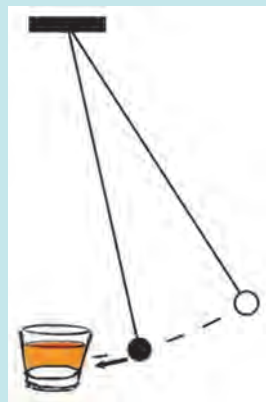
(درب) (ماسه) (مخروط) (محفظه داخلی)

(اجزا ضربه‌گیر ۹۰kg)

درپوش	مدل مخروطی	مدل قطعه بیرونی	وزن ماسه	
			پوند	کیلوگرم
×	۹۰/۱۸۰	۶۴۰	۲۰۰	۹۰
×	۹۰/۱۸۰	۶۴۰	۴۰۰	۱۸۰
×	۳۲۰	۶۴۰	۷۰۰	۳۲۰
×	-	۶۴۰	۱۴۰۰	۶۴۰
×	-	۹۶۰	۲۱۰۰	۹۶۰

شکل ۳ـ ضربه‌گیر بشکه ماسه‌ای

پاسخ فعالیت کلاسی

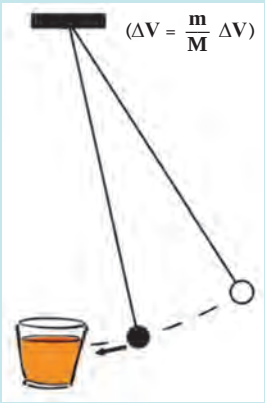


در آزمایش قبلی یک لیوان یک‌بار مصرف را از وسط دو نیم کرده و درون لیوان دیگر به‌صورت برعکس قرار دهید. لیوان را از ماسه پر کنید. چند لیوان را به همین ترتیب با اندازه‌های مختلف مخروط داخلی درست کنید و همگی را به گونه‌ای پر کنید تا وزن ضربه‌گیرهایی که درست کرده‌اید متغیر باشد. در این حالت با آزمایش پاندول بررسی کنید که عملکرد هر یک از گزینه‌ها چگونه خواهد بود؟

پاسخ:

هر چه وزن بیشترِ ماسه در برابر پاندول قرار گیرد، مقدار استهلاک انرژی بیشتر است چون براساس فرمول اندازه حرکت، در یک اندازه حرکت مشخص، با افزایش جرم، تغییرات کاهش سرعتی بیشتر می‌شود.

$$(\Delta V = \frac{m}{M}\Delta v)$$



اگر لیوان یک‌بارمصرفی را بدون قرار دادن مخروط از پایین تا بالا پر کنید، عملکرد پاندول چگونه خواهد شد؟
وجود مخروط چه تأثیری بر عملکرد ضربه‌گیر می‌گذارد؟ ارتفاع مناسب مخروط چقدر باید باشد؟

پاسخ:

مخروط داخل لیوان کمک می‌کند تا جرم ماسه در لیوان در محل مناسب (محل برخورد ضربه به لیوان) قرار گیرد. ماسه‌هایی که زیر محل برخورد قرار گرفته‌اند عملاً بی‌حرکت مانده و انرژی ناچیزی را مستهلک می‌کنند لذا وزن را زیاد کرده ولی به همان اندازه انرژی را مستهلک نمی‌کنند. در نتیجه براساس مفاهیم تشریح شده در قسمت تکانه (اندازه حرکت) اثر نامطلوبی را به همراه خواهند داشت. علاوه بر اینکه هزینه بیشتری نیز (برای پر کردن ضربه‌گیری با ماسه) باید پرداخت شود.

انتخاب نوع ضربه‌گیرها

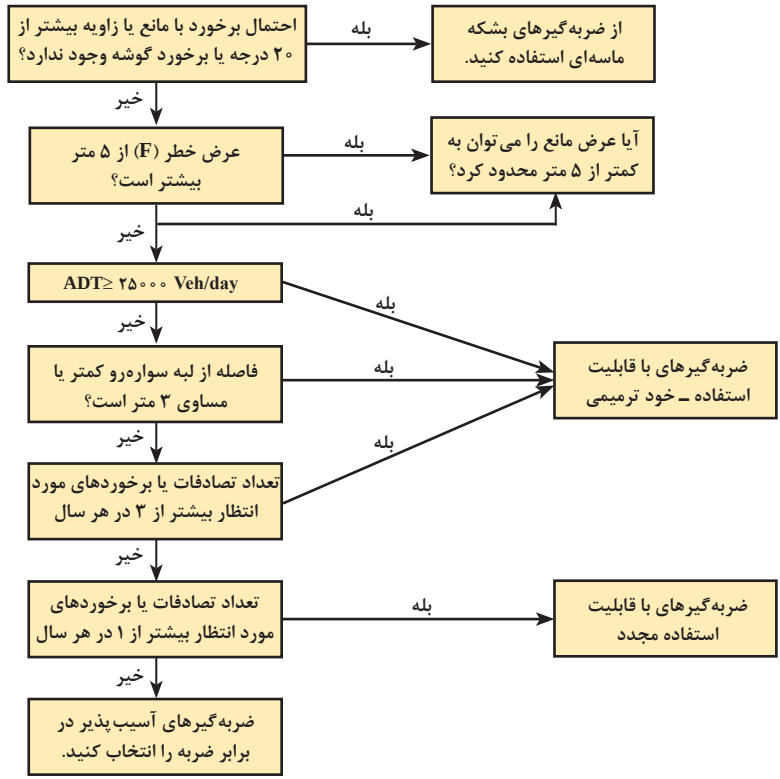
براساس نظر آیین‌نامه ضربه‌گیرها بر اساس متوسط ترافیک روزانه که از راه عبور می‌کنند، تاریخچه برخوردهایی که در محل مانع در یک سال بوقوع پیوسته است یا پیش‌بینی می‌شود به وقع بپیوندد و فاصله از محل سواره رو به قرار جدول زیر تعیین می‌شوند.

جدول ۱ـ گروه‌بندی ضربه‌گیرها

گروه‌بندی ضربه‌گیرها	خصوصیات راهی که ضربه‌گیر در آن استفاده می‌شود			
	ADT[1]	تعداد برخورد سالیانه	فاصله از لبه سواره‌رو	ملاحظات تعمیر و نگهداری
آسیب‌پذیر در برابر ضربه	<۲۵۰۰	۱ ـ ۰	>۳	نیاز به تعویض کل ضربه‌گیر در اثر برخورد ضربه است.
با قابلیت استفاده مجدد	<۲۵۰۰	۱ تا ۲	>۳	بسیاری از قطعات بعد از ضربه قابل استفاده هستند. زمان تعمیر نامحدود
با قابلیت استفاده مجدد خود ترمیم	≥۲۵۰۰۰	۳ و بیشتر	≤۳	در مکان‌هایی که فضا و زمان نگهداری با محدودیت روبه‌رو است: بعد از چندین برخورد نیاز به نگهداری دارند.

۱ـ Average Daily Traffic (ترافیک متوسط روزانه)
۲ـ منظور مکان‌هایی است که امکان تصادف بسیار ناچیز باشد.

بر این اساس فرایند کلی انتخاب نوع ضربه‌گیر در شکل زیر نشان داده شده است.

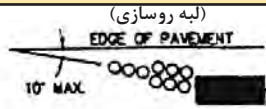
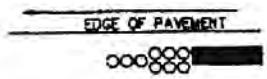
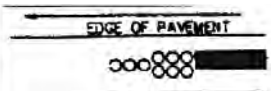
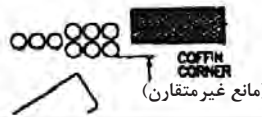
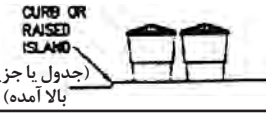
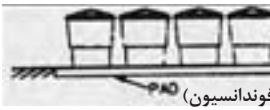
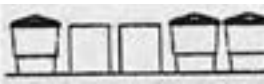


شکل ۴ـ فرایند کلی انتخاب نوع ضربه‌گیر

معیارهای طراحی

ضربه‌گیرها باید ضربه‌های وارده از طریق وسایل نقلیه مختلف را تحمل کنند و وسایل نقلیه را با شتاب (حداکثر ۸ برابر شتاب ثقل زمین) قابل تحمل برای انسان در یک فاصله کوتاه متوقف نمایند. اصولاً، معیارهای طراحی ضربه‌گیرها، وزن وسایل نقلیه و سرعت آنها می‌باشد. وزن وسایل نقلیه را از ۸۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در نظر می‌گیرند و سرعت با توجه به نوع معبر متفاوت است. در مورد انتخاب بشکه‌ها برای یک مکان، باید ابتدا وضعیت‌های آن مکان مورد توجه قرار گیرد. در جداول صفحه بعد پیشنهادات FHWA (اداره ایالتی بزرگراه‌های ایالات متحده آمریکا) در مورد نحوه قرارگیری ضربه‌گیرهای بشکه‌ای وزنی ارائه شده است.

جدول ۲ـ نحوه قرارگیری ضربه‌گیرهای بشکه‌ای وزنی

وضعیت انرژی	پیشنهادات سیستم FHWA	پیشنهادات سیستم جذب انرژی	نمونه
زاویه ردیف با خط مرکزی مانع	بیشتر از ۱۰ درجه توصیه نمی‌شود.	همان FHWA	
ترافیک دو طرفه (bidirection)	وسایل نقلیه‌ای که از مسیر منحرف می‌شوند به پشت بشکه برخورد نکنند.	همان FHWA	
فاصله بشکه‌ها: بشکه با بشکه بشکه با خطر	داده نشده ۳۰۰ تا ۶۱۰ متر	۱۵۰ میلی‌متر ۳۰۰ میلی‌متر	
فاصله ردیف عقب نسبت به لبه مانع (coffin corner)	۷۶۰ میلی‌متر خارج از محل خطر	همان FHWA	
شیب محل (افقی ـ طولی)	حداکثر ۵۰٪	همان FHWA	
جدول و دماغه جزیره	حداکثر ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ)	همه جداول و دماغه خروجی‌ها جابه‌جا شود	
فوندانسیون	سطح صاف بتون یا آسفالت	همان FHWA	
استفاده از بشکه مختلف با یکدیگر	مادامی که بشکه‌ها استاندارد می‌باشند ایرادی ندارد.	همان FHWA	
نگهداری	از زباله و برف تمیز شود.	همان FHWA	

ادامه جدول ۲ــ نحوه قرارگیری ضربه‌گیرهای بشکه‌ای وزنی

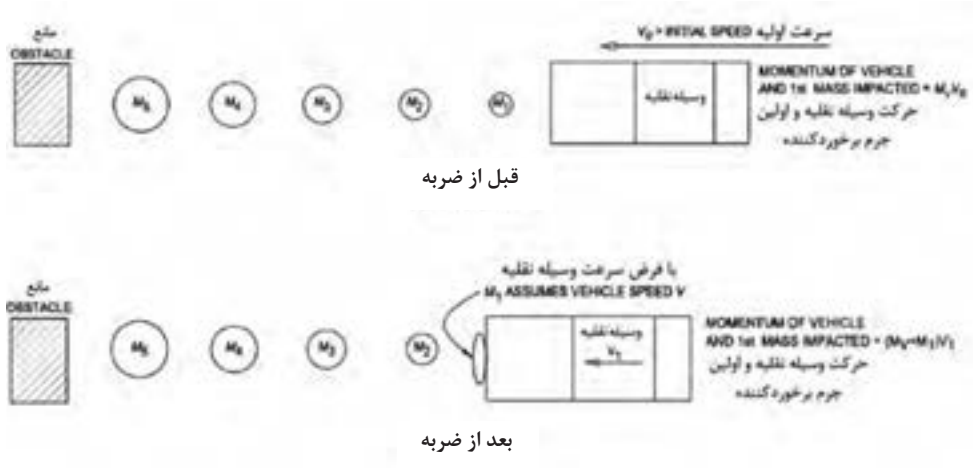
وزن مخصوص ماسه	۱۶۰۰ Kg/m^3	همان FHWA	
ردیف‌های تکی	پیشنهاد نمی‌شود	همان FHWA	
تخریب	خطر را دوره‌ای چک کنید	همان FHWA	(بشکه خسارت دیده)

محل قرارگیری بشکه‌ها

بشکه‌های پلاستیکی پرشده با ماسه که گاهی اوقات به آنها ضربه‌گیرهای اینرسی‌یابی نیز اطلاق می‌کنند، می‌توانند به عنوان تجهیزات ضربه‌گیر دائمی و موقتی برای محافظت از انتهای موانع طولی یا دیگر اشیا ثابت مورد استفاده قرار گیرند. سامانه‌های اینرسی با استفاده از اصل اندازهٔ حرکت طراحی شده‌اند. بشکه‌های پلاستیکی پرشده با ماسه، انرژی جنبشی وسایل نقلیه برخورد کرده را به‌وسیله اصل انتقال حرکت به جرم‌های مختلف شن در بشکه منتقل و مستهلک می‌کنند.

به‌طور کلی ضربه‌گیرها در مبادی ورودی و خروجی بزرگراه‌ها، جلوی پایه‌های پل و دیوارهای جانبی، در نقطهٔ شروع سرسپری نرده ایمنی کنار و میانه راه و در حین اجرای عملیات راه‌سازی نصب می‌شوند. طرز قرارگیری و چیدمان بشکه‌ها، با توجه به اینکه در میانه راه یا در کناره‌راه و یا در محل دوراهی‌ها قرار بگیرند متفاوت می‌باشد.

شکل ۵ نشان‌دهنده حفظ اصل اندازهٔ حرکت در ارتباط با برخورد یک وسیله نقلیه با مجموعه‌ای از پنج جرم یا بشکه‌های پرشده با ماسه را نشان می‌دهد. مجموع اندازه حرکت ایجاد شده ناشی از برخورد وسیله نقلیه در ماسه‌ها دقیقاً برابر با میزان اندازه حرکت وسیله نقلیه قبل از برخورد است. اندازه حرکت ایجاد شده برای یک جسم برابر با جرم یک جسم ضرب در سرعت خودِ همان جسم است؛ بنابراین می‌توان معادله ۱ را به شرح صفحه بعد ارائه کرد:



شکل ۵ـ شرح معادله ۱

معادله (۱) $M_V V_۰ = M_V V_۱ + M_۱ V_۱$

که در آن:

M_V جرم وسیله نقلیه برحسب kg؛

$V_۰$ سرعت ضربه اولیه برحسب m/s؛

$M_۱$ جرم ماسه در بشکه‌های اولیه برحسب kg ؛

$V_۱$ سرعت بعد از اولین برخورد برحسب m/s.

سرعت وسیله نقلیه پس از اولین برخورد با استفاده از اصل حرکت (طبق معادله ۲)، برابر است با:

معادله (۲) $$V_۱ = \frac{M_V V_۰}{(M_V + M_۱)}$$

این سرعت سپس به عنوان سرعت اولیه در زمانی که وسیله نقلیه با ردیف دوم بشکه‌های ماسه‌ای برخورد می‌کند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. سرعت نهایی پس از n امین برخورد (V_n) به‌صورت معادله ۳ خواهد بود:

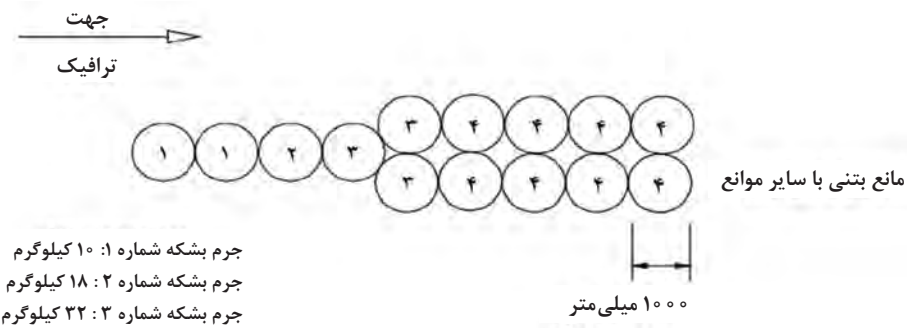
معادله (۳) $$V_n = \frac{M_V V_n - ۱}{(M_V + M_n)}$$

که در آن:

M_n جرم ماسه در n امین بشکه است.

از لحاظ تئوری، وسیله نقلیه با این اصل نمی‌تواند به‌طور کامل متوقف شود. به‌طور عملی، طراحی این نوع از ضربه‌گیرها به‌منظور کاهش سرعت وسیله نقلیه به محدوده ۱۶ کیلومتر بر ساعت بعد از برخورد با آخرین بشکه انجام می‌شود. مابقی انرژی از طریق ماسه و حرکت وسیله نقلیه بین بشکه‌ها مستهلک می‌شود. این امکان وجود

دارد که با قرار دادن یک ردیف اضافی از بشکه‌های سنگین در نقطه‌ای که سرعت وسایل نقلیه به کمتر از ۱۶ کیلومتر می‌رسد وسیله را از برخورد به مانع بازداشت.
در ادامه بر اساس فرمول‌های فوق نحوه طراحی یک سامانه بشکه ماسه‌ای تشریح می‌شود.



جرم بشکه شماره ۱: ۱۰ کیلوگرم
جرم بشکه شماره ۲ : ۱۸ کیلوگرم
جرم بشکه شماره ۳ : ۳۲ کیلوگرم
جرم بشکه شماره ۴ : ۶۴ کیلوگرم

M_1(kg)	وسیله نقلیه (۸۰۰ کیلوگرمی)				وسیله نقلیه (۲۰۰۰ کیلوگرمی)				روابط
	V_0 (m/s)	V_1 (m/s)	G	t(s)	V_0 (m/s)	V_1 (m/s)	G	t(s)	
۹۰	۲۷/۸	۲۵	۷/۴	۰/۰۳۸	۲۷/۸	۲۶/۶	۳/۳۱	۰/۰۳۷	$V_1 = \frac{M_V V_0}{(M_V + M_1)}$
۹۰	۲۵	۲۲/۶	۶/۰۱	۰/۰۴۲	۲۶/۶	۲۵/۴	۳/۰۴	۰/۰۳۸	
۱۸۰	۲۲/۶	۱۸/۵	۸/۵۰	۰/۰۴۹	۲۵/۴	۲۳/۳	۵/۲۲	۰/۰۴۱	$a = \frac{V_0^2 + V_1^2}{2D}$
۳۲۰	۱۸/۵	۱۳/۳	۸/۴۲	۰/۰۶۳	۲۳/۳	۲۰/۱	۷/۱۳	۰/۰۴۶	
۶۴۰	۱۳/۳	۷/۵	۶/۱۸	۰/۰۹۶	۲۰/۱	۱۵/۲	۸/۷۹	۰/۰۵۷	$G = \frac{a}{g}$
۱۲۸۰	۷/۵	۲/۹	۲/۴۱	۰/۱۹۲	۱۵/۲	۹/۳	۷/۴۴	۰/۰۸۲	
۱۲۸۰	-	-	-	-	۹/۳	۵/۷	۲/۷۷	۰/۱۳۴	$t = \frac{V_0 - V_1}{a}$
۱۲۸۰	-	-	-	-	۵/۷	۳/۵	۱/۰۳	۰/۲۱۹	

در این جدول پارامترها عبارت‌اند از:
D فاصله کاهش سرعت
a نرخ کاهش سرعت

G آهنگ کاهش سرعت
t زمان وقوع برحسب s
g شتاب زمین

شکل ۶ـ نحوه طراحی یک سامانه بشکه ماسه‌ای

در جداول ۳ تا ۶ بر اساس سرعت طراحی از ۷۰ تا ۱۱۰ km/h چند نوع آرایش که ردیف استاندارد نامیده می‌شود نشان داده شده است.

جدول ۳ـ آرایش استاندارد بشکه‌ها برای سرعت طراحی ۷۰km/h

ردیف	وزن ماسه (کیلوگرم)	وسیله نقلیه ۸۲۰ کیلوگرمی			وسیله نقلیه ۲۰۰۰ کیلوگرمی		
		سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)	سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)
۰			۷۰/۰			۷۰/۰	
۱	۱۸۰	۵۷/۴	۶/۹	۰/۰۵	۶۴/۲	۳/۳	۰/۰۵
۲	۳۲۰	۴۱/۳	۶/۹	۰/۰۷	۵۵/۴	۴/۶	۰/۰۵
۳	۶۴۰	۲۳/۲	۵/۰	۰/۱۰	۴۱/۹	۵/۶	۰/۰۷
۴	۱۲۸۰	۹/۱	۲/۰	۰/۲۰	۲۵/۶	۴/۸	۰/۱۰
۵	۱۲۸۰	۳/۵	۰/۳	۰/۵۲	۱۵/۶	۱/۸	۰/۱۶
۶	۱۲۸۰	۱/۴	۰	۱/۳۴	۹/۵	۰/۷	۰/۲۶
۷	۱۹۲۰	۰/۴	۰	۳/۶۷	۴/۹	۰/۳	۰/۴۶

جدول ۴ـ آرایش استاندارد بشکه‌ها برای سرعت طراحی ۸۰km/h

ردیف	وزن ماسه (کیلوگرم)	وسیله نقلیه ۸۲۰ کیلوگرمی			وسیله نقلیه ۲۰۰۰ کیلوگرمی		
		سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)	سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)
۰			۸۰/۰			۸۰/۰	
۱	۹۰	۷۲/۱	۵/۲	۰/۰۴	۷۶/۶	۲/۳	۰/۰۴
۲	۱۸۰	۵۹/۱	۷/۳	۰/۰۵	۷۰/۲	۴/۰	۰/۰۴
۳	۳۲۰	۴۲/۵	۷/۳	۰/۰۶	۶۰/۵	۵/۵	۰/۰۵
۴	۶۴۰	۲۳/۹	۵/۳	۰/۱۰	۴۵/۹	۶/۷	۰/۰۶
۵	۱۲۸۰	۹/۳	۲/۱	۰/۲۰	۲۸/۰	۵/۷	۰/۰۹
۶	۱۲۸۰	۳/۶	۰/۳	۰/۵۱	۱۷/۱	۲/۱	۰/۱۵
۷	۱۲۸۰	۱/۴	۰	۱/۳۰	۱۰/۴	۰/۸	۰/۲۴
۸	۱۹۲۰	۰/۴	۰	۳/۵۶	۵/۳	۰/۳	۰/۴۲

جدول۵ــ آرایش استاندارد بشکه‌ها برای سرعت طراحی ۹۰km/h

ردیف	وزن ماسه (کیلوگرم)	وسیله نقلیه ۸۲۰ کیلوگرمی			وسیله نقلیه ۲۰۰۰ کیلوگرمی		
		سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)	سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)
۰		۹۰/۰			۹۰/۰		
۱	۹۰	۸۱/۱	۶/۶	۰/۰۴	۷۶/۱	۲/۹	۰/۰۴
۲	۹۰	۷۳/۱	۵/۳	۰/۰۴	۸۲/۴	۲/۷	۰/۰۴
۳	۱۸۰	۵۹/۹	۷/۵	۰/۰۵	۷۵/۶	۴/۶	۰/۰۴
۴	۳۲۰	۴۳/۱	۷/۵	۰/۰۶	۶۵/۲	۶/۳	۰/۰۵
۵	۶۴۰	۲۴/۲	۵/۵	۰/۱۰	۴۹/۴	۷/۸	۰/۰۶
۶	۱۲۸۰	۹/۵	۲/۱	۰/۲۰	۳۰/۱	۶/۶	۰/۰۸
۷	۱۲۸۰	۳/۷	۰/۳	۰/۵۰	۱۸/۴	۲/۵	۰/۱۴
۸	۱۲۸۰	۱/۴	۰	۱/۲۸	۱۱/۲	۰/۹	۰/۲۵
۹	۱۹۲۰	۰/۴۰	۰	۳/۵۱	۵/۷	۰/۴	۰/۳۹

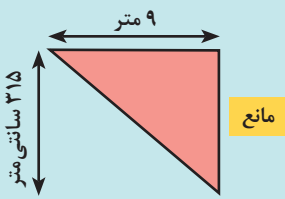
جدول ۶ــ آرایش استاندارد بشکه‌ها برای سرعت طراحی ۱۰۰km/h

ردیف	وزن ماسه (کیلوگرم)	وسیله نقلیه ۸۲۰ کیلوگرمی			وسیله نقلیه ۲۰۰۰ کیلوگرمی		
		سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)	سرعت خروجی km/h	متوسط شتاب GS برای ردیف	زمان برخورد (ثانیه)
۰		۱۰۰/۰			۱۰۰/۰		
۱	۹۰	۹۰/۱	۸/۱	۰/۰۳	۹۵/۷	۳/۶	۰/۰۳
۲	۹۰	۸۱/۲	۶/۶	۰/۰۴	۹۱/۶	۳/۳	۰۴
۳	۹۰	۷۳/۲	۵/۳	۰/۰۴	۸۷/۶	۳/۰	۰۴
۴	۱۸۰	۶۰/۰	۷/۶	۰/۰۵	۸۰/۴	۵/۲	۰۴
۵	۳۲۰	۴۳/۲	۷/۵	۰/۰۶	۶۹/۳	۷/۲	۰/۰۴
۶	۳۶۰	۳۰/۰	۴/۲	۰/۰۹	۵۸/۷	۵/۸	۰۵
۷	۶۴۰	۱۶/۸	۲/۷	۰/۱۴	۴۴/۵	۶/۲	۰/۰۶
۸	۱۲۸۰	۶/۶	۱/۰	۰/۲۸	۲۷/۱	۵/۴	۰/۰۹
۹	۱۲۸۰	۲/۶	۰/۲	۰/۷۲	۱۶/۵	۲/۰	۰/۱۵
۱۰	۱۲۸۰	۱/۰	۰	۱/۸۴	۱۰/۱	۰/۷	۰/۲۵
۱۱	۱۹۲۰	۰/۳	۰	۵/۰۵	۵/۱	۰/۳	۰/۴۳

پاسخ فعالیت کلاسی

۱ با محاسبه مشخص کنید اگر سرعت طرح مسیر در محل یک راه خروجی، ۹۰ کیلومتر بر ساعت باشد چه تعداد ضربه‌گیر وزنی بشکه‌ای می‌بایست نصب شود؟ همچنین ابعاد قرارگیری از قبیل F، N و L را محاسبه کنید.

۲ اگر محلی که در جلوی مانع برای قرارگیری ضربه‌گیر در اختیار داریم همانند شکل زیر باشد راه حل شما برای تغییر چیدمان بشکه‌ها، چه خواهد بود؟



نکته: ابعاد بشکه‌ها را ۹۵ سانتی‌متر بگیرید.

پاسخ: اگر سرعت طرح مسیر در محل یک راه خروجی ۹۰ کیلومتر بر ساعت باشد تعداد ضربه‌گیر وزنی بشکه‌ای که می‌بایست نصب شود مانند شکل زیر در محل دماغه قرار می‌گیرد.

اگر ابعاد بشکه‌ها را ۹۵ سانتی‌متر بگیریم و فاصله بین هر بشکه را ۱۵ سانتی‌متر در نظر بگیریم مقدار L قابل محاسبه است:

$L = (10\times0/95)+(9\times0/15) + 0/3=11/15$ متر

$N=2\times0/95+0/15=2/05$ متر

$F=$ مقدار حداقل ۹۰ سانتی‌متر

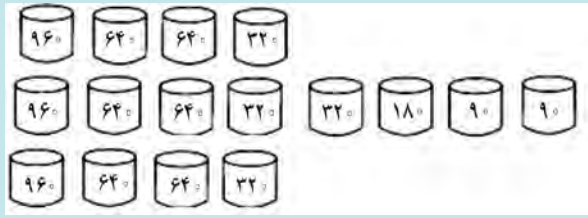
جواب قسمت دوم

اگر محدودیت فضای قرارگیری بشکه‌ها همانند شکل (مثلث ۹×۳/۱۵) باشد، مقادیر N و F محدودیت نخواهند داشت ولی مقدار L باید با تغییر چیدمان بشکه‌ها تغییر یابد.

$L=8\times0/95+7\times0/15+0/3=8/95<9$ متر (مناسب است)

$N=3\times0/95+0/15=3<3/15$ متر (مناسب است)

$F=$ مقدار حداقل ۶۰ سانتی‌متر



بر اساس آیین‌نامه:

مقادیر F، N و L از جدول صفحه بعد محاسبه می‌شوند.

سرعت طرح خط اصلی (کیلومتر بر ساعت)	ابعاد ضربه‌گیر (متر)						ناحیه بازیابی (متر)		
	حداقل						ترجیحاً		
	شرایط محدود شده			شرایط محدود نشده					
	N	L	F	N	L	F	N	L	F
۵۰	۱/۸	۲/۵	۰/۶	۲/۹	۳/۶	۰/۹	۳/۶	۵/۴	۱/۲
۶۰	۱/۸	۳/۳	۰/۶	۲/۹	۵/۰	۰/۹	۳/۶	۶/۹	۱/۲
۷۰	۱/۸	۴/۲	۰/۶	۲/۹	۶/۴	۰/۹	۳/۶	۸/۵	۱/۲
۸۰	۱/۸	۵/۲	۰/۶	۲/۹	۷/۶	۰/۹	۳/۶	۱۰/۰	۱/۲
۹۰	۱/۸	۶/۰	۰/۶	۲/۹	۹/۴	۰/۹	۳/۶	۱۲/۰	۱/۲
۱۰۰	۱/۸	۷/۳	۰/۶	۲/۹	۱۱/۳	۰/۹	۳/۶	۱۴/۰	۱/۲
۱۱۰	۱/۸	۸/۲	۰/۶	۲/۹	۱۳/۰	۰/۹	۳/۶	۱۶/۲	۱/۲
۱۲۰	۱/۸	۹/۴	۰/۶	۲/۹	۱۴/۹	۰/۹	۳/۶	۱۸/۷	۱/۲

پاسخ فعالیت کلاسی

با تحقیق در آیین‌نامه‌ها، اینترنت و بحث و گفت‌وگو با هم مشخص کنید چرا می‌بایست در اطراف محل قرارگیری ضربه‌گیرها از مخروط‌های ترافیکی استفاده شود؟

پاسخ:

گاهی اوقات عدم وجود دید کافی یا عدم تصمیم‌گیری در زمان مقرر در محل دماغه باعث می‌شود که راننده نتواند بین مسیر خروجی یا ادامه در مسیر پیشین یکی را انتخاب کند از این رو ممکن است به ضربه‌گیرها

برخورد کند. برای جلوگیری از این موضوع، با پیش‌آگاهی به راننده توسط مخروط ترافیکی، راننده متوجه احتمال برخورد می‌شود و سعی می‌کند تا از برخورد جلوگیری کند.
همچنین در مناطق شهری دیده شده است که بعضی از رانندگان در محل دماغه توقف کرده و مسافر خود را سوار یا پیاده می‌کنند. برای جلوگیری از توقف در این محل خطرناک استفاده از مخروط‌های ترافیکی مناسب است.
همچنین دیده شده است که بعضی از رانندگان در لحظه آخر با تغییر مسیر ناگهانی به خروجی باعث اغتشاش در روند جریان ترافیک شده و خطراتی را برای خود و دیگران ایجاد می‌کنند. وجود مخروط‌های ترافیکی در ناحیه دماغه مانع از تغییر جهت سریع می‌شود.

پاسخ فعالیت کلاسی

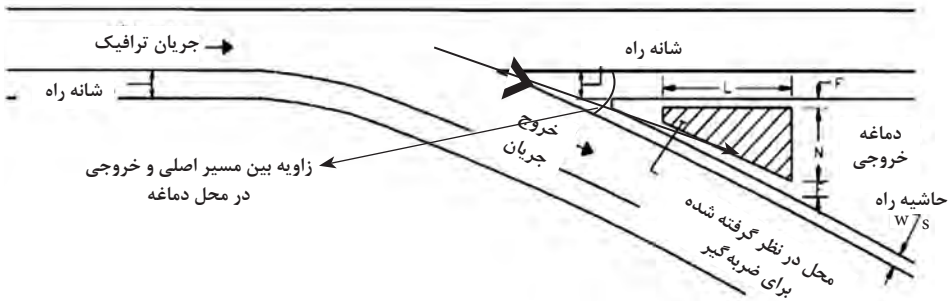
به‌نظر شما چرا می‌بایست اطراف ضربه‌گیر را با مخروط‌های ترافیکی ایمن‌سازی کرد و به‌نظر شما فاصله این مخروط‌ها تا ضربه‌گیر چقدر باید باشد؟ سعی کنید با هنرجویان در این زمینه بحث کنید و با جست‌وجو در اینترنت و دیگر منابع اطلاعاتی برای پاسخ‌های خود دلیل قانع‌کننده‌ای بیابید.
پاسخ: محل مخروط‌های ترافیکی نسبت به محل ضربه‌گیرها باید به گونه‌ای باشد تا راننده‌ای که به هر دلیل به محدوده بین مخروط ترافیکی و ضربه‌گیر وارد شده، بتواند با تغییر مسیر آرام یا ترمز نمودن قبل از برخورد با ضربه‌گیرها متوقف شود.

پاسخ فعالیت کلاسی

به نظر شما اگر جهت چیدمان ضربه‌گیرها به گونه‌ای بود که جرم بیشتر در صف اول برخورد بود چه اتفاقی می‌افتاد؟
براساس اصول اندازه حرکت که اشاره شد، در لحظه برخورد سرعت زیاد است و باید نیرو مقاوم کم‌کم و به تدریج به خودرو وارد شود تا خسارت وارده به خودرو کاهش یابد.
اگر در لحظه برخورد جرم سنگینی جلوی خودرو قرار گیرد به‌طوری که شتاب کاهنده از مقدار قابل تحمل انسان بیشتر شود، خطراتی را برای سلامتی راننده و سرنشینان به همراه خواهد داشت.

راهنمای ارزشیابی مرحله اول

هدف از ارزشیابی مرحله اول توانایی در نصب سرعت‌گیرها در محل فرضی دماغه با زاویه فرضی ۳۰ درجه بین راه اصلی و راه خروجی است. دانشجویان باید قادر باشند زاویه صحیح را اندازه‌گیری کنند، مصالح لازم را برآورد کنند، بشکه‌های ضربه‌گیر را برآورد کرده در محل مناسب قرار دهند و به‌طور صحیح پر کنند. در مرحله آخر با نصب شبرنگ بر روی آنها و نصب مخروط ترافیکی، ایمنی را بهبود بخشند.



ارزشیابی مرحله اول					
ردیف	مرحله	شرایط آزمون	نتایج مورد انتظار	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/ نمره‌دهی)	نمره
۱	نصب ضربه‌گیر وزنی بشکه‌ای با فرض زاویه ۳۰ درجه بین راه اصلی و راه خروجی	زمان آزمون:۲ ساعت - مصالح مصرفی (ماسه، سنگ‌نمک، ضربه‌گیر بشکه‌ای یا سطلی مشابه) در اختیار باشد. - لوازم اجرا (متر، بیل، پیچ‌پیچ‌گوشتی، ریسمان، اسپری رنگ و...) در اختیار باشد.	۱- تعیین میزان مصالح مورد نیاز برای هر بشکه، تعیین محل قرارگیری بشکه‌ها جلوی دماغه، پر نمودن بشکه‌ها، نصب شبرنگ، تعیین محل مخروط‌های ترافیکی ۲- تأمین نشدن همه موارد ذکر شده فوق	۳ تعیین میزان مصالح مورد نیاز برای هر بشکه، تعیین محل قرارگیری بشکه‌ها جلوی دماغه به‌صورت صحیح، پرنمودن بشکه‌ها تا ارتفاع مشخص به همراه نصب مخروط ترافیکی، نصب شبرنگ، تعیین محل مخروط‌های ترافیکی	
				۲ تعیین صحیح میزان مصالح مورد نیاز، نصب صحیح ضربه‌گیر بشکه‌ای	
				۱ عدم نصب صحیح ضربه‌گیر بشکه‌ای	

راهنمای ارزشیابی مرحله دوم

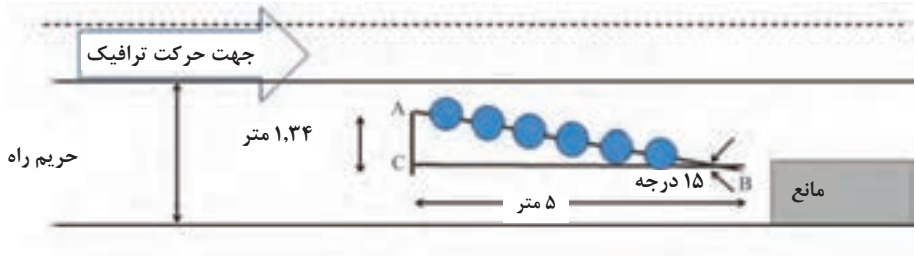
هدف از ارزشیابی مرحله دوم نصب ضربه‌گیر بشکه‌ای ریلی در محل فرضی دماغه با زاویه فرضی ۳۰ درجه بین راه اصلی و راه خروجی است. دانشجویان باید قادر باشند زاویه صحیح را اندازه‌گیری کنند، زمین را برای نصب ریل‌ها آماده کنند و

ریل‌ها را در راستای مناسب نصب کنند، بشکه‌ها را روی ریل‌ها سوار کرده و با برآورد صحیح مصالح، بشکه‌ها را پر کنند و در مرحله آخر با نصب شبرنگ بر روی آنها و نصب مخروط ترافیکی، ایمنی را بهبود بخشند. هنرآموز می‌بایست با توجه به میزان توانایی هنرجو در اجرای صحیح، به روند اجرای هنرجو با توجه به راهنمایی که در جدول زیر آورده شده، نمره مناسبی را اختصاص دهد.

ارزشیابی مرحله دوم						
ردیف	مرحله	شرایط آزمون	نتایج مورد انتظار	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/ نمره‌دهی)		نمره
۱	نصب ضربه‌گیر وزنی بشکه‌ای ریلی در محل دماغه یک بزرگراه با زاویه ۳۰ درجه	زمان آزمون: ۲ ساعت ـ مصالح مصرفی (ماسه، سنگ نمک، ضربه‌گیر بشکه‌ای ریلی) در اختیار باشد ـ لوازم اجرا (مته، چکش، دریل، متر، بیل، پیچ، پیچ گوشتی، ریسمان، اسپری رنگ و...) در اختیار باشد.	۱ـ تعیین میزان مصالح مورد نیاز برای هر بشکه، تعیین محل قرارگیری بشکه‌های ریلی و زاویه صحیح آن، نصب ریل‌ها، اضافه شدن بشکه‌های ریلی بر روی ریل، پر نمودن بشکه‌ها، نصب شبرنگ، تعیین محل مخروط‌های ترافیکی ۲ـ تأمین نشدن همه موارد ذکر شده فوق	تعیین میزان مصالح مورد نیاز برای هر بشکه، تعیین محل قرارگیری بشکه‌های ریلی و زاویه صحیح آن، نصب ریل، پر نمودن بشکه‌ها تا ارتفاع مشخص به همراه نصب مخروط ترافیکی، نصب شبرنگ، تعیین محل مخروط‌های ترافیکی	۳	
				تعیین صحیح زاویه نصب، نصب صحیح ضربه‌گیر بشکه‌ای ریلی	۲	
				عدم نصب صحیح ضربه‌گیر بشکه‌ای ریلی	۱	

راهنمای ارزشیابی مرحله سوم

هدف از ارزشیابی مرحله سوم نصب ضربه‌گیر وزنی بشکه‌ای به منظور ایمن‌سازی مانع موجود در حریم راه است. برای این منظور در حیاط یا بخشی از کارگاه هنرستان، مسیر را تصور کنید و مانعی را با فاصله مشخصی تعیین کنید. از هنرآموزان بخواهید بررسی کنند مانع در حریم راه است یا خیر؟ در مرحله بعد هنرآموزان باید بتوانند برای مانعی که در حریم راه قرار دارد با قراردادن ضربه‌گیرهای بشکه‌ای ایمن‌سازی مناسب همانند شکل صفحه بعد را اجرا کنند. شکل ضربه‌گیر بشکه‌ای براساس جداول استاندارد و براساس سرعت احتمالی برخورد تعیین شود. هنرجویان باید بتوانند زاویه ۱۵ درجه را در جلوی مانع و در جهت برخورد تعیین کنند، در ادامه با تخمین درست مصالح و تعداد بشکه‌ها، آنها را در جای خود قرار داده و با مقدار مناسب مصالح پر نمایند. در انتها با نصب شبرنگ بر روی آنها و نصب مخروط ترافیکی، ایمنی را بهبود بخشند.



ارزشیابی مرحله سوم					
ردیف	مرحله	شرایط آزمون	نتایج مورد انتظار	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/ نمره‌دهی)	نمره
۱	نصب ضربه‌گیر وزنی بشکه‌ای به منظور ایمن‌سازی مانع موجود در حریم راه	زمان آزمون: ۲ ساعت مصالح مصرفی: (ماسه، سنگ نمک، ضربه‌گیر بشکه‌ای) در اختیار باشد. لوازم اجرا: (متر، بیل، پیچ، پیچ گوشتی، ریسمان، اسپری رنگ و ...) در اختیار باشد.	۱ـ تعیین میزان مصالح مورد نیاز برای هر بشکه، تعیین زاویه مناسب به منظور ایمن‌سازی مانع کناره راه، قراردهی بشکه‌های ضربه‌گیر، پر نمودن بشکه‌ها، نصب شبرنگ، تعیین محل مخروط‌های ترافیکی ۲ـ تأمین نشدن همه موارد ذکر شده فوق	تعیین میزان مصالح مورد نیاز برای هر بشکه، تعیین محل قرارگیری و زاویه بشکه‌ها به صورت صحیح، نصب ریل، پر نمودن بشکه‌ها تا ارتفاع مشخص به همراه نصب مخروط ترافیکی، نصب شبرنگ، تعیین‌محل‌مخروط‌های ترافیکی	۳	
				تعیین صحیح زاویه نصب، نصب صحیح ضربه‌گیر بشکه‌ای ریلی	۲	
				عدم نصب صحیح ضربه‌گیر بشکه‌ای ریلی	۱	