A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

ویژگی‌های مختلف وسایل نقلیه برای طراحی روسازی

- ✓ تعداد محورهای وسیله نقلیه
- ✓ پیکربندی محورهای وسیله نقلیه
- ✓ وزن هر یک از محورهای وسیله نقلیه
- ✓ تعداد عبور هر وسیله نقلیه

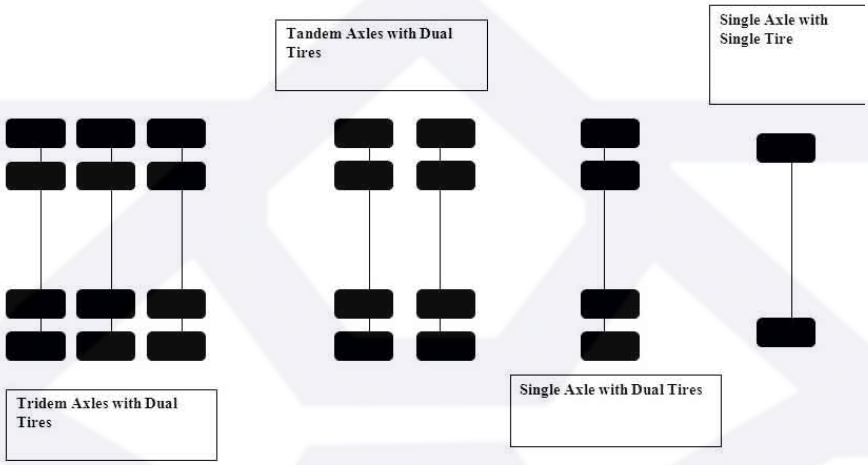
انواع وسایل نقلیه برای طراحی روسازی در ایران

نوع وسیله نقلیه	تعداد محور	آرایش چرخ‌ها	محور جلو		محور وسط		محور عقب		وزن کل (تن)
			نوع	وزن (تن)	نوع	وزن (تن)	نوع	وزن (تن)	
سواری	۲		ساده	۱			ساده	۱	۲
وانت	۲		ساده	۱			ساده	۲	۳
مینی بوس	۲		ساده	۲			ساده	۴	۶
اتوبوس	۲		ساده	۳			ساده	۶	۹
کامیون دو محور سبک	۲		ساده	۶			ساده	۹	۱۵
کامیون دو محور سنگین	۲		ساده	۶			ساده	۱۳	۱۹
کامیون سه محور	۳		ساده	۶			مرکب	۲۰	۲۶
تریلی ٤ محور	۴		ساده	۶	ساده	۱۰	ساده	۱۰+۱۰	۳۶
					ساده	۱۰	مرکب*	۱۶	۳۲
تریلی پنج محور	۵		ساده	۶	مرکب	۱۶	مرکب	۱۸	۴۰
تریلی پنج محور	۵		ساده	۶	ساده	۱۰	مرکب	۲۴	۴۰

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

پیکره‌بندی محورها

پیکره‌بندی محورها



اگر فاصله محورهای وسط یا عقب کمتر از ۲ متر باشد، محور مرکب در نظر گرفته می‌شوند.

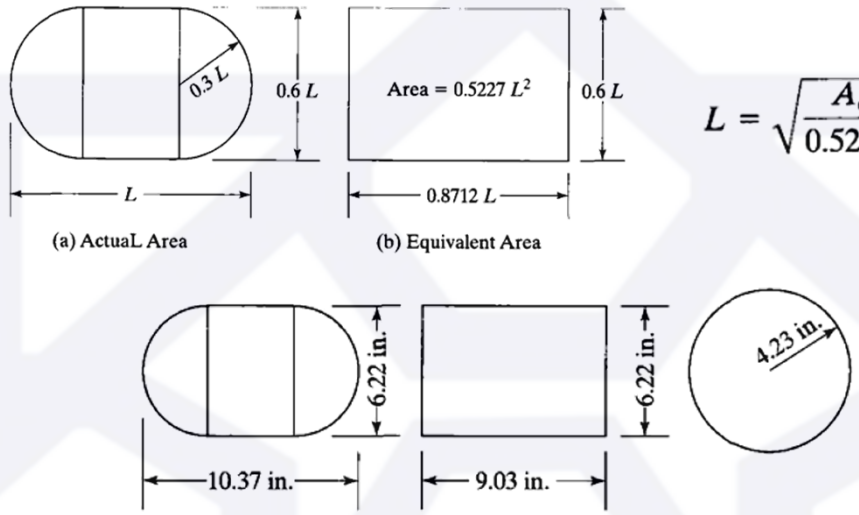
A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

سایر پارامترهای ترافیکی موثر در طراحی روسازی

- ✓ زمانی از روز و فصلی از سال که محور از روی راه عبور می‌کند
- ✓ سرعت محور عبوری (سرعت وسیله نقلیه)
- ✓ فاصله جانبی بین چرخ‌های محورهای عبوری
- ✓ فشار باد چرخ وسیله نقلیه

وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه صنعتی سیرجان

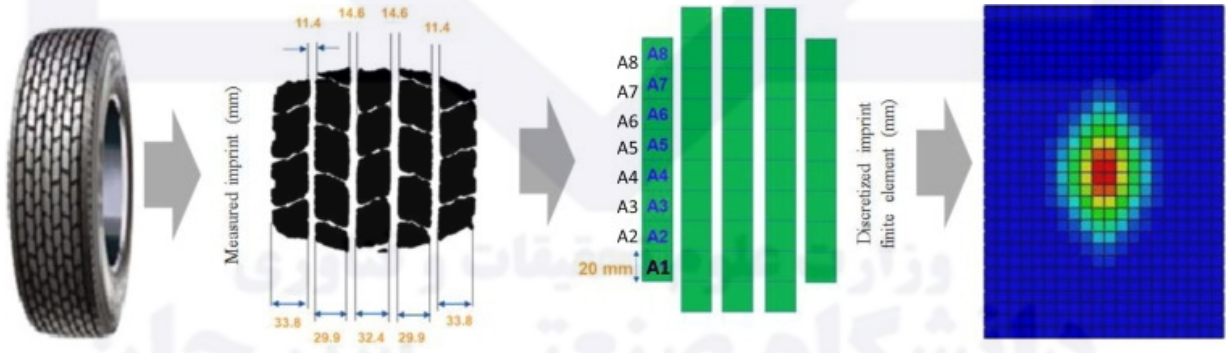
سطح تماس چرخ با سطح روسازی



دانشگاه صنعتی سیرجان | تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته | ۷

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

توزیع تنش زیر چرخ



دانشگاه صنعتی سیرجان | تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته | ۸

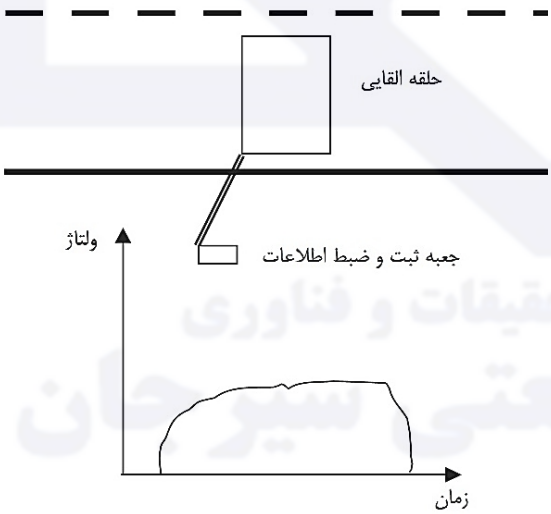
فناوری‌های جمع آوری اطلاعات ترافیکی

- سیستم‌های ثبت خودکار ترافیک[1]،
- سیستم‌های طبقه‌بندی خودکار وسایل نقلیه[2]
- سیستم‌های سنجش وزن در حال حرکت [3]

[1] Automatic Traffic Recorders (ATR)
[2] Automated Vehicle Classifiers (AVC)
[3] Weigh-In-Motion (WIM)

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

سیستم‌های ثبت خودکار ترافیک (ATR)



- این سیستم تنها جهت شمارش وسایل نقلیه عبوری کارایی دارد و اطلاعاتی در خصوص نوع و تعداد محورها نمی‌دهد.
- این سیستم از علاوه بر حلقه‌های القایی می‌توانند از فناوری لوله باد یا رادار نیز استفاده نمایند.

سیستم‌های طبقه‌بندی خودکار وسایل نقلیه (AVC)

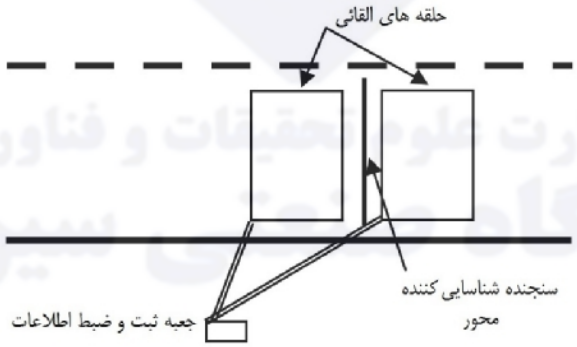
طبقه‌بندی وسایل نقلیه بر اساس اداره راه فدرال (FHWA 2001c).

کد خودرو	شکل کلی	توصیف
۱		موتورسیکلت
۲		خودروی شخصی
۳		وانت ۲ محور سبک
۴		اتوبوس دو محور
۵		کامیونت ۲ محور شش چرخ
۶		کامیونت ۳ محور
۷		کامیونت ۴ محور و بیشتر
۸		کانتینر ۴ محور
۹		کانتینر ۵ محور
۱۰		کانتینر با ۶ محور و یا بیشتر
۱۱		کامیونت ۵ محور دوبخشی
۱۲		کامیونت ۶ محور دوبخشی
۱۳		کامیونت ۷ محور و بیشتر دوبخشی

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

سیستم‌های طبقه‌بندی خودکار وسایل نقلیه (AVC)

- سیستم‌های AVC با شمارش تعداد محورهای هر وسیله نقلیه و تعیین فاصله بین محورهای آن‌ها می‌توانند نوع وسیله نقلیه را مشخص کنند.
- متداول‌ترین سیستم AVC از دو حلقه القایی و یک سنجنده تشخیص‌دهنده محور تشکیل شده است.



سیستم‌های طبقه‌بندی خودکار وسایل نقلیه (AVC)

- باید در نظر داشت که تمامی سنجنده‌های تولیدشده توانایی تشخیص محورهای تک چرخ و دو چرخ را ندارند و به همین علت برخی از سیستم‌های AVC توانایی تشخیص خودروهای نوع ۳ و نوع ۵ را ندارند و نیز نمی‌توانند محورهای تک چرخ ثابت (به جز محور جلو) را شناسایی کنند.
- دیگر عاملی که سبب بروز خطا در طبقه‌بندی وسایل نقلیه می‌شود، اختلاف سرعت در وسایل نقلیه‌ای است که از روی سیستم AVC عبور می‌کنند. ازآنجایی‌که امکان جلوگیری از چنین مسئله‌ای خصوصاً هنگامی‌که ترافیک شدیدی بر جاده حاکم است (سطح سرویس D یا E) امکان‌پذیر نیست، لذا طبقه‌بندی وسایل نقلیه عبوری با استفاده از سیستم‌های AVC متداول در چنین شرایطی می‌تواند نامطمئن باشد.
- امروزه استفاده از سیستم‌های پردازش تصویر برای شناسایی نوع وسیله نقلیه رو به گسترش است.

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

سیستم‌های توزین در حال حرکت (WIM)

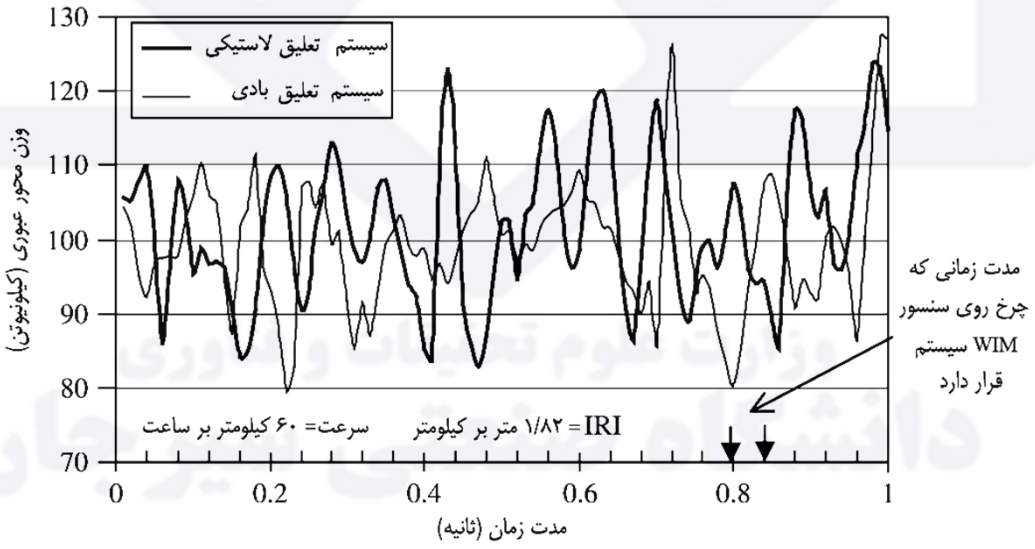
- سیستم‌های توزین در حال حرکت معمولاً ترکیبی از حلقه‌های القایی برای تعیین سرعت وسایل نقلیه و یک یا چند سنجنده برای تعیین وزن محورهای عبوری هستند.
- سیستم‌های WIM وزن دینامیکی محورهای عبوری را اندازه‌گیری می کنند.

وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه صنعتی سیرجان

سیستم‌های توزین در حال حرکت (WIM)

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

سیستم‌های طبقه‌بندی خودکار وسایل نقلیه (AVC)



انواع سیستم‌های WIM

- نوع ۱ و ۲: قابلیت تعیین وزن محور عبوری را در بازه سرعتی بین ۱۶ تا ۱۱۳ کیلومتر بر ساعت دارند.
- نوع ۳: امکان دسته‌بندی ترافیک عبوری را دارد و محدوده عملکردی آن بین سرعت ۲۴ تا ۱۱۳ کیلومتر بر ساعت است. این نوع از سیستم‌های WIM در شیب‌راه‌های دسترسی به باسکول‌ها قرار داده می‌شوند تا بتوان کامیون‌هایی که بیشتر از حد مجاز بار حمل می‌کنند را شناسایی کرد.
- نوع ۴: مواقعی که وسیله نقلیه با سرعت کمتر از ۱۶ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کنند، کاربرد دارد.

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

انواع سیستم‌های WIM

ضریب بار هم‌ارز محوری

ضریب بار هم‌ارز محوری بیانگر میزان خرابی حاصل از یک بار عبور محور مورد نظر نسبت به خرابی حاصل از یک بار عبور محور استاندارد است. مفهوم محور استاندارد ابتدا در آزمایش بزرگ اشتو در سال ۱۹۵۰ مطرح شد.

$$ELF_x = \frac{Damage_x}{Damage_{8.2}}$$

محور استاندارد محوری تکی با چرخ زوج در هر طرف بود که وزنی معادل ۸۰ کیلو نیوتن به آن اعمال می‌شود و فشاری معادل با ۵۸۶ کیلو پاسکال را به روسازی منتقل می‌کند.

$$ELF_x \approx \left[\frac{weight_x \text{ in tons}}{8.2}\right]^4$$

قانون توان چهارم اشتو

$$ELF_{16.4} \approx \left[\frac{16.4}{8.2}\right]^4 = 16$$

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

عوامل موثر بر ضریب بار هم‌ارز محوری در روسازی‌های آسفالتی

- ✓ عدد سازه‌ای روسازی
- ✓ نشانه خدمت‌دهی نهایی روسازی
- ✓ وزن محور
- ✓ نوع محور (منفرد، دوگانه یا سه‌گانه)

عوامل موثر بر ضریب بار هم‌ارز محوری در روسازی‌های آسفالتی

عدد سازه‌ای روسازی

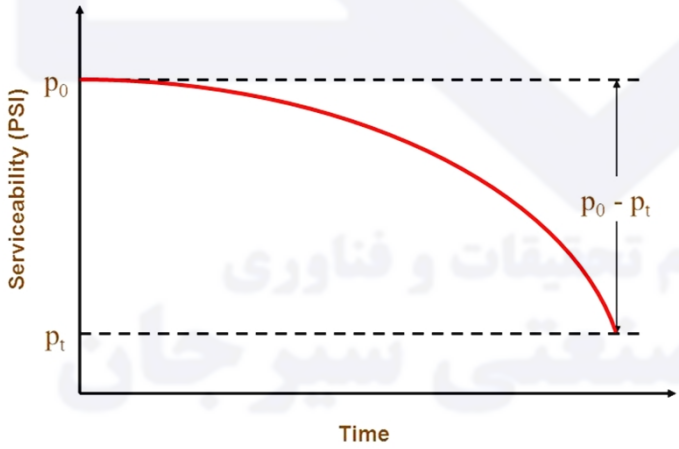
$$SN = \frac{1}{2.5}\left(a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3\right)$$

- در این رابطه D_1، D_2 و D_3 به ترتیب ضخامت لایه‌های آسفالتی، اساس و زیراساس برحسب سانتی‌متر، و a_1، a_2 و a_3 به ترتیب ضریب قشر لایه‌های آسفالتی، اساس و زیراساس و m_1 و m_2 به ترتیب ضرایب زهکشی لایه‌های اساس و زیراساس هستند.
- ضریب قشر برای رویه‌های آسفالتی جدید برابر با ۰/۴۴، برای اساس سنگ‌دانه‌ای برابر با ۰/۱۴ و برای زیراساس سنگ‌دانه‌ای برابر با ۰/۱۱ در نظر گرفته می‌شود.
- ضریب زهکشی عددی بین ۰/۴ تا ۱/۴۴ است و نشان دهنده کیفیت زهکشی مصالح می‌باشد. هر چه کیفیت زهکشی مصالح بهتر باشد این عدد بیشتر خواهد بود.

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

عوامل موثر بر ضریب بار هم‌ارز محوری در روسازی‌های آسفالتی

نشانه خدمت‌دهی نهایی



راه فرعی برابر با ۲

راه اصلی برابر با ۲/۵

آزادراه و بزرگراه برابر با ۳

عوامل موثر بر ضریب بار هم‌ارز محوری در روسازی‌های آسفالتی

وزن محور (کیلو نیوتن)	عدد سازه‌ای روسازی					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	محور منفرد با ۲- Pt					
۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲
۱۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
۲۷	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹
۳۶	۰/۰۳	۰/۰۳۵	۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۰۳۱	۰/۰۲۹
۴۴	۰/۰۷۵	۰/۰۸۵	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۷۹	۰/۰۷۶
۵۳	۰/۱۶۵	۰/۱۷۷	۰/۱۸۹	۰/۱۸۳	۰/۱۷۴	۰/۱۶۸
۶۲	۰/۳۲۵	۰/۳۳۸	۰/۳۵۴	۰/۳۵	۰/۳۳۸	۰/۳۳۱
۷۱	۰/۵۸۹	۰/۵۹۸	۰/۶۱۳	۰/۶۱۲	۰/۶۰۳	۰/۵۹۶
۸۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸۹	۱/۶۱	۱/۵۹	۱/۵۶	۱/۵۵	۱/۵۷	۱/۵۹
۹۸	۲/۴۹	۲/۴۴	۲/۳۵	۲/۳۱	۲/۳۵	۲/۴۱
۱۰۷	۳/۷۱	۳/۶۲	۳/۴۳	۳/۳۳	۳/۴	۳/۵۱
۱۱۶	۵/۳۶	۵/۲۱	۴/۸۸	۴/۶۸	۴/۷۷	۴/۹۶
۱۲۴	۷/۵۴	۷/۳۱	۶/۷۸	۶/۴۲	۶/۵۲	۶/۸۳
۱۳۳	۱۰/۴	۱۰	۹/۲	۸/۶	۸/۷	۹/۲
۱۴۲	۱۴	۱۳/۵	۱۲/۴	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۲/۱

نمونه‌ای از جداول مربوط به تعیین ضریب بار هم‌ارز محوری برای روسازی‌های آسفالتی (محور منفرد)

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

عوامل موثر بر ضریب بار هم‌ارز محوری در روسازی‌های بتنی

- ضخامت دال بتنی
- نشانه خدمت‌دهی نهایی روسازی
- وزن محور
- نوع محور (منفرد، دوگانه یا سه‌گانه)

عوامل موثر بر ضریب بار هم‌ارز محوری در روسازی‌های بتنی

وزن محور (کیلو نیوتن)	ضخامت دال بتنی (میلی‌متر)								
	۱۵۲	۱۷۸	۲۰۳	۲۲۹	۲۵۴	۲۷۹	۳۰۵	۳۳۰	۳۵۶
	محور منفرد با P_t=۲								
۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲
۱۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
۲۷	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۳۶	۰/۰۳۵	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲
۴۴	۰/۰۸۷	۰/۰۸۴	۰/۰۸۲	۰/۰۸۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
۵۳	۰/۱۸۶	۰/۱۸	۰/۱۷۶	۰/۱۷۵	۰/۱۷۴	۰/۱۷۴	۰/۱۷۳	۰/۱۷۳	۰/۱۷۳
۶۲	۰/۳۵۳	۰/۳۴۶	۰/۳۴۱	۰/۳۳۸	۰/۳۳۷	۰/۳۳۶	۰/۳۳۶	۰/۳۳۶	۰/۳۳۶
۷۱	۰/۶۱۴	۰/۶۰۹	۰/۶۰۴	۰/۶۰۱	۰/۵۹۹	۰/۵۹۹	۰/۵۹۸	۰/۵۹۸	۰/۵۹۸
۸۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸۹	۱/۵۵	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۸	۱/۵۸	۱/۵۹	۱/۵۹	۱/۵۹	۱/۵۹
۹۸	۲/۳۲	۲/۳۲	۲/۳۵	۲/۳۸	۲/۴	۲/۴۱	۲/۴۱	۲/۴۱	۲/۴۲
۱۰۷	۳/۳۷	۳/۳۴	۳/۴	۳/۴۷	۳/۵۱	۳/۵۳	۳/۵۴	۳/۵۵	۳/۵۵
۱۱۶	۴/۷۶	۴/۶۹	۴/۷۷	۴/۸۸	۴/۹۷	۵/۰۲	۵/۰۴	۵/۰۶	۵/۰۶
۱۲۴	۶/۵۸	۶/۴۴	۶/۵۲	۶/۷	۶/۸۵	۶/۹۴	۷	۷/۰۲	۷/۰۴
۱۳۳	۸/۹۲	۸/۶۸	۸/۷۴	۸/۹۸	۹/۲۳	۹/۳۹	۹/۴۸	۹/۵۴	۹/۵۶
۱۴۲	۱۱/۹	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۱/۸	۱۲/۲	۱۲/۴	۱۲/۶	۱۲/۷	۱۲/۷

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

عوامل موثر بر ضریب بار هم‌ارز محوری در روسازی‌های بتنی

- این مقادیر برای محورهای با دو چرخ در هر طرف هستند، مسلماً این ضریب برای محورهایی که در هر سمت یک چرخ داشته باشند، بیشتر است.
- یک فرض متداول در خصوص ضریب بار هم‌ارز محوری این است که میزان خرابی ناشی از عبور محور با دو چرخ در هر طرف زمانی با میزان خرابی ناشی از عبور محور با چرخ تکی یکسان خواهد بود که بار محور با چرخ تکی معادل با ۹۰٪ بار روی محور با دو چرخ در هر طرف باشد. بر همین اساس، ضریب ESAL محورهای با چرخ منفرد را می‌توان پس از ضرب نمودن ضریب بار هم‌ارز محوری به دست آمده از جدول در عدد ۱/۱ به دست آورد (Papagiannakis and Haas 1987).
- در نهایت می‌توان تعداد عبورهای محور هم‌ارز استاندارد را برای طراحی روسازی به دست آورد.

مثال

در شکل زیر وزن محورهای یک وسیله نقلیه نوع ۹ در حالت خالی و پر نشان داده شده است. مقدار ضریب بار هم‌ارز استاندارد معادل این وسیله را به ازای یک‌بار عبور محاسبه کنید و سپس با تقسیم بار عبوری در حالت پر، بر ضریب بار هم‌ارز استاندارد محاسبه‌شده، کارایی مرتبط با روسازی وسیله نقلیه را برحسب کیلو نیوتن محاسبه کنید. منظور از کارایی مرتبط با روسازی در یک وسیله نقلیه، مقدار باری است که به ازای خرابی ناشی از عبور یک محور استاندارد از راه جابه‌جا می‌شود. (مقدار عدد سازه‌ای را برابر با ۴ و شاخص سرویس‌دهی نهایی روسازی را برابر با ۲ فرض کنید.)

وزن خالی (kN):	۴۴/۵	۵۳/۴
وزن پر (kN):	۵۳/۴	۱۵۱/۳

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

مثال

محور	خالی	پر
محور جلو کشنده (از جدول ۲-۸)	۰/۱۴	۰/۲۳
محور عقب دوگانه کشنده (از جدول ۲-۹)	۰/۰۱۴	۱/۰۸
محور تریلر (از جدول ۲-۹)	۰/۰۱۴	۱/۰۸
مجموع	۰/۱۶۸	۲/۳۹

(۱۵۱/۳+۱۵۱/۳+۵۳/۴)-(۵۳/۴+۵۳/۴+۴۴/۵)=۲۰۴/۷

کیلو نیوتن بر محور استاندارد هم‌ارز ۸۵/۶= ۲/۳۹ :۲۰۴/۷

این پارامتر شاخص خوبی برای تعیین میزان بار جابه‌جا شده برای کامیون‌های با وزن و پیکربندی مختلف به ازای وقوع مقدار ثابتی خرابی است.

محاسبه ترافیک طراحی به روش NCHRP 1-37A

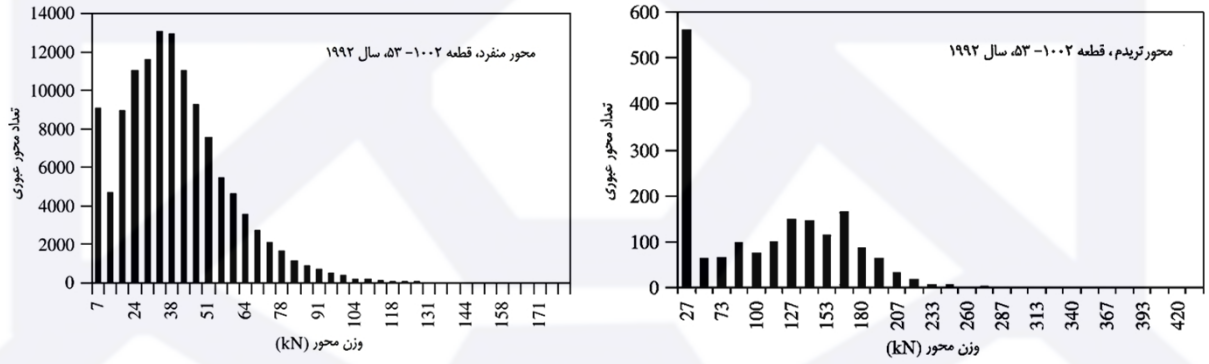
- ✓**اطلاعات سطح ۱:** این اطلاعات شامل حجم، طبقه‌بندی و پیکربندی بار عبوری برای یک خط عبور پروژه است که با استفاده از سیستم WIM در محل می‌تواند برداشت شود.
- ✓**اطلاعات سطح ۲:** این اطلاعات شامل حجم و طبقه‌بندی انواع وسایل نقلیه عبوری و اطلاعات مربوط به وزن محورهای عبوری است که با جایگذاری یک سیستم AVC در کنار یک سیستم WIM می‌توان به آن دست یافت.
- ✓**اطلاعات سطح ۳:** این اطلاعات شامل حجم ترافیک و همچنین درصد کامیون‌ها است. جمع‌آوری این اطلاعات با استفاده از سیستم‌های ATR یا مشاهده و شمارش چشمی تعداد کامیون‌های عبوری در کنار استفاده از بخشی از اطلاعات به‌دست‌آمده از سیستم‌های AVC و WIM امکان‌پذیر است.
- ✓**اطلاعات سطح ۴:** اطلاعات این سطح مشابه با اطلاعات سطح ۳ است، با این تفاوت که به‌جای استفاده از بخشی از اطلاعات محلی به‌دست‌آمده از سیستم‌های AVC و WIM، از اطلاعات به‌دست‌آمده در سطح ملی به‌عنوان پیش‌فرض استفاده خواهد شد.

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

محاسبه ترافیک طراحی به روش NCHRP 1-37A

متغیرهای لازم به‌عنوان ورودی	سطح ورود اطلاعات			
	۱	۲	۳	۴
اطلاعات سیستم WIM در حد یک پروژه یا بخش بخصوص	✓			
اطلاعات سیستم WIM در حد یک برداشت محلی از اطلاعات محورهای عبوری		✓	✓	
اطلاعات سیستم AVC در حد یک پروژه یا بخش بخصوص	✓	✓		
اطلاعات سیستم AVC در حد یک برداشت محلی از اطلاعات ترافیک کامیون‌ها			✓	
استفاده از سیستم ATR در حد یک پروژه			✓	✓

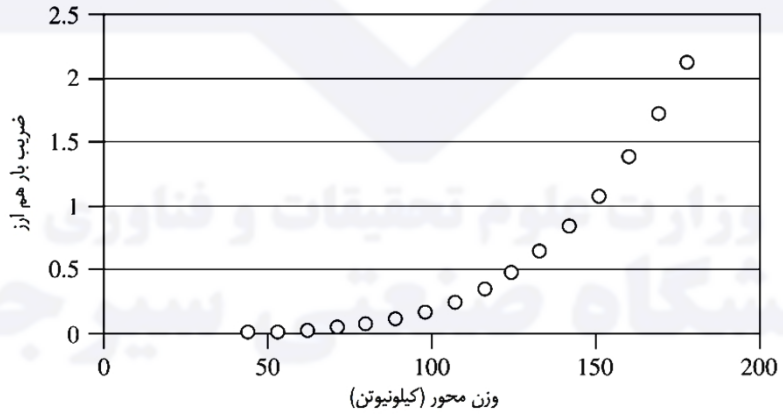
محاسبه ترافیک طراحی به روش NCHRP 1-37A



A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

محدودیت اعمال بار به روسازی

علاوه بر این شواهد تجربی، نتایج غیرقابل‌انکار مکانیستیک نیز نشان می‌دهد که روند رشد خرابی با افزایش وزن محور رابطه‌ای کاملاً غیرخطی دارد.



محدودیت اعمال بار به روسازی

- مسئله محدودیت وزن محورها نه‌فقط برای روسازی‌ها بلکه برای پل‌ها نیز اهمیت دارد.
- در راه‌های بین‌شهری حداکثر وزن محور مجاز توسط وزارت راه و ترابری آن کشور تعیین می‌شود.
- برای مثال این مقدار برای محورهای منفرد، دوگانه و وزن کل وسیله نقلیه در کشور ایالات‌متحده به ترتیب برابر با ۸۹ کیلو نیوتن (۲۰۰۰۰ پوند)، ۱۵۱ کیلو نیوتن (۳۴۰۰۰ پوند) و ۳۵۶ کیلو نیوتن (۸۰۰۰۰ پوند) است.
- در کشور آمریکا علاوه بر مقادیر مذکور، بار مجاز بر روی N محور متوالی عبارت است از:

$$W = 2.224\left(\frac{0.3048 \times LN}{N-1} + 12N + 36\right)$$

- در این رابطه، L، بیشترین فاصله بین محورهای یک مجموعه چرخ N محوری است. با استفاده از این رابطه می‌توان فاصله مجاز بین محورهای یک وسیله نقلیه سنگین را تعیین کرد. این رابطه برای محدود کردن تعداد محورهای سنگینی که به‌صورت هم‌زمان می‌توانند بر روی یک پل قرار گیرند نیز کاربرد دارد.

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

اصلاحیه مقررات حمل بار مصوب ۱۳۸۹/۱۲/۱

- محور جلو (یک چرخ در هر طرف) ۸ تن
- محور منفرد (۲ چرخ در هر طرف) ۱۳ تن
- محور زوج (۴ چرخ در هر طرف) ۲۲ تن

در خصوص کامیونها، وزن کل وسیله نقلیه همراه با بار آن نباید از مقادیر زیر بیشتر شود.

- کامیون ۲ محور (۶ چرخ) ۲۰ تن
- کامیون ۳ محور (۱۰ چرخ) ۲۸ تن

همچنین در خصوص وسایل نقلیه مفصل‌دار، وزن کل کشنده همراه با بار تریلی آن نباید از مقادیر زیر بیشتر شود.

- تریلی ۴ محور (۱۴ چرخ) ۳۴ تن (فاصله بین ۲ محور عقب تریلر کمتر از ۲ متر)
- تریلی ۴ محور (۱۴ چرخ) ۳۸ تن (فاصله بین ۲ محور عقب تریلر بیشتر از ۲ متر)
- تریلی ۵ محور (۱۲ چرخ) ۴۲ تن
- تریلی ۵ محور (۱۸ چرخ) ۴۴ تن
- تریلی ۶ محور (۱۶ چرخ) ۴۴ تن

تعیین ترافیک طراحی روسازی مطابق نشریه ۲۳۴

پارامترهای ضروری برای تعیین ترافیک طراحی روسازی

- حجم ترافیک عبوری در سال اول بهره‌برداری
- نوع وسایل نقلیه، نوع محور و وزن آن‌ها
- نرخ رشد سالانه انواع وسایل نقلیه
- ضرایب هم‌ارز برای تبدیل انواع محورها با وزن‌های مختلف به محور استاندارد
- ضریب توزیع جهتی ترافیک
- ضریب توزیع ترافیک در خط طرح.

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

تعیین حجم ترافیک

حجم ترافیک

- مهم‌ترین عوامل در آمارگیری، مکان، زمان و بازه آن است.
- مکان شمارش وسایل نقلیه یا ایستگاه‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که نتایج شمارش، گویای ترافیک عبوری از قطعه موردنظر بوده و غیرواقعی نباشد.
- زمان و بازه شمارش نیز باید به‌گونه‌ای باشد که بر اساس نتایج شمارش بتوان به برآورد واقعی تعداد ترافیک در طول سال دست‌یافت.
- برای تعیین حجم ترافیک در راه‌های موجود از نتایج آمارگیری‌های ارائه‌شده توسط سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استفاده می‌شود.
- در صورت فقدان آمار برای راه موردنظر، طراح در حداقل ۷ روزی که شرایط اجتماعی و محیطی خاص بر ترافیک محور تأثیر نداشته باشد، نسبت به آمارگیری اقدام نموده و آن را در طراحی لحاظ خواهد نمود..

تعیین نوع وسایل نقلیه عبوری

نوع وسیله نقلیه

نوع وسیله نقلیه	تعداد محور	آرایش چرخها	محور جلو		محور وسط		محور عقب		وزن کل (تن)
			نوع	وزن (تن)	نوع	وزن (تن)	نوع	وزن (تن)	
سواری	۲		ساده	۱	–	–	ساده	۱	۲
وانت	۲		ساده	۱	–	–	ساده	۲	۳
مینی‌بوس	۲		ساده	۳	–	–	ساده	۳	۶
اتوبوس	۲		ساده	۳	–	–	ساده	۶	۹
کامیون دو محور سبک	۲		ساده	۶	–	–	ساده	۹	۱۵
کامیون دو محور سنگین	۲		ساده	۶	–	–	ساده	۱۳	۱۹
کامیون سه محور	۳		ساده	۶	–	–	مرکب	۲۰	۲۶
تریلی ۴ محور	۴		ساده	۶	ساده	۱۰	ساده	۱۰	۳۶
					ساده	۱۰	مرکب	۱۶	۳۲
تریلی پنج محور	۵		ساده	۶	مرکب	۱۶	مرکب	۱۸	۴۰
تریلی پنج محور	۵		ساده	۶	ساده	۱۰	مرکب	۲۴	۴۰

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

تعیین نوع وسایل نقلیه عبوری

- اگر فاصله محورهای وسط یا عقب کمتر از ۲ متر باشد، محور مرکب در نظر گرفته می‌شوند.
- از آنجا که در آمار منتشره توسط سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، تعداد کامیون‌های دو محور و سه محور، مجموعاً داده شده است، مهندسین مشاور باید با بررسی‌های محلی، درصد هر یک از این کامیون‌ها را تعیین کند

تعیین نوع وسایل نقلیه عبوری

- اگر فاصله محورهای وسط یا عقب کمتر از ۲ متر باشد، محور مرکب در نظر گرفته می‌شوند.
- از آنجا که در آمار منتشره توسط سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، تعداد کامیون‌های دو محور و سه محور، مجموعاً داده شده است، مهندسین مشاور باید با بررسی‌های محلی، درصد هر یک از این کامیون‌ها را تعیین کند.
- در پروژه‌های بهسازی، نسبت پر و خالی بودن کامیون‌ها بر اساس آمارهای سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و یا از طریق آمارگیری و بررسی‌های محلی تعیین می‌شود.
- در طرح‌های نوسازی نیز این نسبت بر اساس تجزیه‌وتحلیل آمار ترافیک عبوری و شرایط محلی محاسبه می‌شود. درهرحال، نسبت کامیون‌های خالی در محاسبات روسازی، نباید بیش از ۲۵ درصد کل کامیون‌ها منظور گردد.

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

ضرایب بار هم‌ارز محوری

جدول ۲-۱۸: ضریب بار هم ارزی برای محور منفرد و P_t=۲/۵ (آیین نامه روسازی راههای ایران ۱۳۹۰).

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	۰/۰۰۰۶۶	۰/۰۰۰۷۶	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸
۲	۰/۰۰۴۶۴	۰/۰۰۶۶۶	۰/۰۰۶۶۶	۰/۰۰۵۰۵	۰/۰۰۳۶۴	۰/۰۰۳۴۳
۳	۰/۰۱۷۴	۰/۰۲۶۲	۰/۰۲۷۴	۰/۰۲۱۶	۰/۰۱۷۳۸	۰/۰۱۵۷
۴	۰/۰۵	۰/۰۶۹۵	۰/۰۷۸۴	۰/۰۶۶	۰/۰۵۶۱	۰/۰۵۱۰۹
۵	۰/۱۲۳۹	۰/۱۵۰۹۶	۰/۱۷۴	۰/۱۵۸	۰/۱۳۹۵	۰/۱۲۸۹
۶	۰/۲۶۷۲	۰/۲۹۷۲	۰/۳۳۴۴	۰/۳۲۱۵	۰/۲۹۵	۰/۲۷۸۹
۷	۰/۵۱۶۷	۰/۵۴۰۹	۰/۵۷۶۲	۰/۵۷۲۳	۰/۵۴۸۷	۰/۵۳۱۴
۸	۰/۹۲۶۳	۰/۹۳۰۳	۰/۹۳۶۲	۰/۹۳۶۱	۰/۹۳۲۱	۰/۹۲۹۰
۹	۱/۵۶۲۷	۱/۵۲۵۸	۱/۴۵۲	۱/۴۳۳۵	۱/۴۷	۱/۵۰۷۳
۱۰	۲/۵۱	۲/۴۰۷	۲/۱۹۳	۲/۱۱	۲/۲۰۱	۲/۳۲۴
۱۱	۳/۸۹۹	۳/۶۸۱	۳/۲۴۵	۳/۰۲	۳/۱۶۵	۳/۴۲۴
۱۲	۵/۸۲	۵/۴۴۷۷	۴/۶۷	۴/۲۰۹	۴/۳۸۹	۴/۸۲۵
۱۳	۸/۴۲	۷/۸۱	۶/۵۶۵	۵/۷۳۸	۵/۹۲۵	۶/۵۸۵

ضرایب بار هم‌ارز محوری

جدول ۲-۱۹: ضریب بار هم ارزی برای محور تاندم و P_t=۲/۵ (آیین نامه روسازی راههای ایران ۱۳۹۰).

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱۰	۰/۱۶۱۷	۰/۱۹۹۸	۰/۲۳۱۱	۰/۲۰۹۱	۰/۱۸۲	۰/۱۶۷۹
۱۲	۰/۳۵۵۵	۰/۳۹۸۲۹	۰/۴۴۹۴	۰/۴۳۱۵	۰/۳۹۴۱	۰/۳۷۱۴۴
۱۴	۰/۶۹۸۸	۰/۷۳۲۸	۰/۷۸۳	۰/۷۷۸۵	۰/۷۴۴۵	۰/۷۲۰۴
۱۶	۱/۲۶۴	۱/۲۷۲	۱/۲۸۲۸	۱/۲۸۲۸	۱/۲۷۵۶	۱/۲۷۲
۱۸	۲/۱۳۸	۲/۰۹	۲/۰۰۲	۱/۹۷۵	۲/۰۲۱۱	۲/۰۷
۲۰	۳/۴۴۸	۳/۳۰۵۵	۳/۰۱	۲/۹۰۶	۳/۰۲	۳/۱۹۱۵
۲۲	۵/۳۸	۵/۰۴	۴/۴۴۸۹	۴/۱۴	۴/۳۴۵	۴/۶۹۱

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

ضرایب بار هم‌ارز محوری

جدول ۲-۲۰: ضریب بار هم ارزی برای محور تریدم و P_t=۲/۵ (آیین نامه روسازی راههای ایران ۱۳۹۰).

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۲۰	۰/۶۷۳۲	۰/۷۲۱	۰/۷۸۷۸	۰/۷۷۶۱	۰/۷۳۰۲	۰/۶۹۹۳
۲۲	۱/۰۲۷۷	۱/۰۶۲۱	۱/۱۱۴۸	۱/۱۱۵۱	۱/۰۸۰۶	۱/۰۵۴۷
۲۴	۱/۵۱۹۶	۱/۵۲۵	۱/۵۴۱۲	۱/۵۴۱۲	۱/۵۳۳۸	۱/۵۲۵
۲۶	۲/۱۷۶۱	۲/۱۴۲۸	۲/۰۷۹	۲/۰۷۲۹	۲/۱۰۲	۲/۱۳۶

محاسبه ضریب رشد و ترافیک در طول عمر روسازی

$$\text{ضریب رشد ترافیک} = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \qquad (۱۰-۲)$$

که در آن، r نرخ رشد سالیانه ترافیک و n دوره طرح برحسب سال می‌باشد.

تعداد کل محور استاندارد عبوری در n سال دوره طرح از رابطه (۲-۱۱) تعیین می‌شود:

$$ESAL_n = EAL\frac{(1+r)^n - 1}{r} \qquad (۱۱-۲)$$

که در آن:

$ESAL_n$= تعداد کل ترافیک (یا محورهای همارز) در n سال دوره طرح

EAL= تعداد کل ترافیک (یا محور استاندارد) در سال اول طرح

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

محاسبه ترافیک طراحی روسازی

$$W_{8.2} = D_D \times D_L \times ESAL_n$$

در این رابطه:

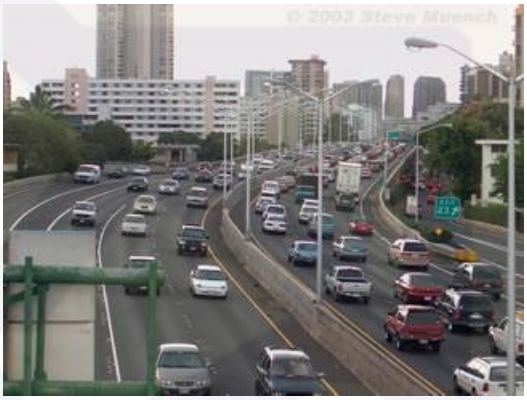
W= تعداد کل محورهای استاندارد که در دوره طرح از خط طرح عبور می‌کنند.

D_D= ضریب توزیع ترافیک در هر جهت.

D_L= ضریب توزیع ترافیک در خط طرح است

ضریب توزیع خطی ترافیک

تعداد خط در هر جهت	درصد عبوری از خط (D_L)
۱	۱۰۰
۲	۸۰-۱۰۰
۳	۶۰-۸۰
۴	۵۰-۷۵



A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

مراحل محاسبه ترافیک طراحی روسازی مطابق نشریه ۲۳۴

1. تعیین تعداد هر یک از انواع وسایل نقلیه، سواری، وانت، مینی‌بوس، اتوبوس، کامیون‌های دو محور، سه محور و چهار محور به بالا، نفت‌کش و غیره در سال اول طرح.
2. تعیین نرخ رشد سالیانه هر یک از وسایط نقلیه (وسایط نقلیه سبک و وسایط نقلیه سنگین).
3. محاسبه تعداد کل ترافیک هر یک از وسایط نقلیه در دوره طرح با استفاده از ضریب رشد ترافیک.
4. استخراج ضرایب بار هم‌ارز هر یک از وسایط نقلیه.
5. محاسبه تعداد محور استاندارد معادل هر یک از وسایط نقلیه از حاصل‌ضرب تعداد کل هر یک از وسایط نقلیه در ضریب بار هم‌ارز.
6. محاسبه جمع کل محورهای معادل استاندارد عبوری از مسیر در دوره طرح از طریق جمع ارقام ردیف پنجم.

مثال

متوسط ترافیک روزانه یک محور چهار خطه در سال اول طرح برابر ۲۰،۰۰۰ وسیله نقلیه در روز است که میزان هر یک از وسایط نقلیه در جدول (۲-۲۶) و در زیر نام آن‌ها قید شده است. اگر نرخ رشد سالانه برای گروه وسایط نقلیهٔ سواری و وانت برابر ۷٪ و برای سایر گروه‌های وسایط نقلیه برابر ۳٪ باشد، تعداد کل محورهای معادل برای دوره طرح ۲۰ ساله را مطابق با روند ذکر شده دربند (۲-۵) محاسبه نمائید.

نوع وسیله نقلیه	سواری	وانت	اتوبوس	انواع کامیون			
				۲ محور سنگین	۲ محور سبک	۳ محور	۴ محور (۳۲ تن)
حجم ترافیک در سال اول طرح	۱۸۲۵۰۰۰	۷۸۰۰۰	۱۰۹۵۰	۵۸۴۰۰۰	۲۱۹۰۰۰	۳۶۵۰۰۰	۲۱۹۰۰۰

A.R. Ghanizadeh, ghanizadeh@sirjantech.ac.ir

مثال

نوع وسیله نقلیه	سواری	وانت	اتوبوس	انواع کامیون			
				۲ محور سنگین	۲ محور سبک	۳ محور	۴ محور (۳۲ تن)
حجم ترافیک در سال اول طرح	۱۸۲۵۰۰۰	۷۸۰۰۰	۱۰۹۵۰	۵۸۴۰۰۰	۲۱۹۰۰۰	۳۶۵۰۰۰	۲۱۹۰۰۰
ضریب رشد ترافیک (دوره طرح ۲۰ ساله)	۴۰/۹۹	۴۰/۹۹	۲۶/۸۷	۲۶/۸۷	۲۶/۸۷	۲۶/۸۷	۲۶/۸۷
حجم ترافیک در مدت ۲۰ ساله طرح	۷۴۸۰۶۷۵۰	۳۱۹۷۲۲۰	۲۹۴۲۲۶	۱۵۶۹۲۰۸۰	۵۸۸۴۵۳۰	۹۸۰۷۵۵۰	۵۸۸۴۵۳۰
ضریب بار هم ارزی محور (p=2.5;SN=4)	۰/۰۰۰۹۶	۰/۰۰۵۵۳	۰/۳۴۳۱	۶/۰۵۹۵	۱/۷۵۵	۳/۲۲۷۵	۳/۷۱۴۳
جمع تعداد محور استاندارد در دوره طرح	۷۱۸۱۴	۱۷۶۸۰	۱۰۰۹۴۸	۹۵۰۸۶۱۵۸	۱۰۳۲۷۲۵۰	۳۱۶۵۳۸۶۷	۲۱۸۵۶۹۰۹
جمع کل تعداد محورهای استاندارد در دوره طرح	۱۵۹۱۱۴۷۲۶						
تعداد کل محورهای استاندارد در خط طرح ($D_D=۰/۵, D_L=۰/۹$)	۷۱۶۰۱۶۲۶						