



دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده مهندسی حمل و نقل

## طرح هندسی پیشرفته

معیارها و کنترل‌های طرح  
(فصل ۲ آیین نامه آشتو)

مدرس: محمد تمنایی

پاییز ۱۳۹۵

## فصل دوم معیارها و کنترل‌های طرح:

خودروی طرح؟

کدام وسیله نقلیه به عنوان خودروی طرح؟

دسته بندی خودروها در روسازی، چرا؟

دسته بندی خودروها در طرح هندسی، چرا؟



دسته بندی خودروها

آیین نامه آشتو:

۱- خودروی سواری (Passenger Car)

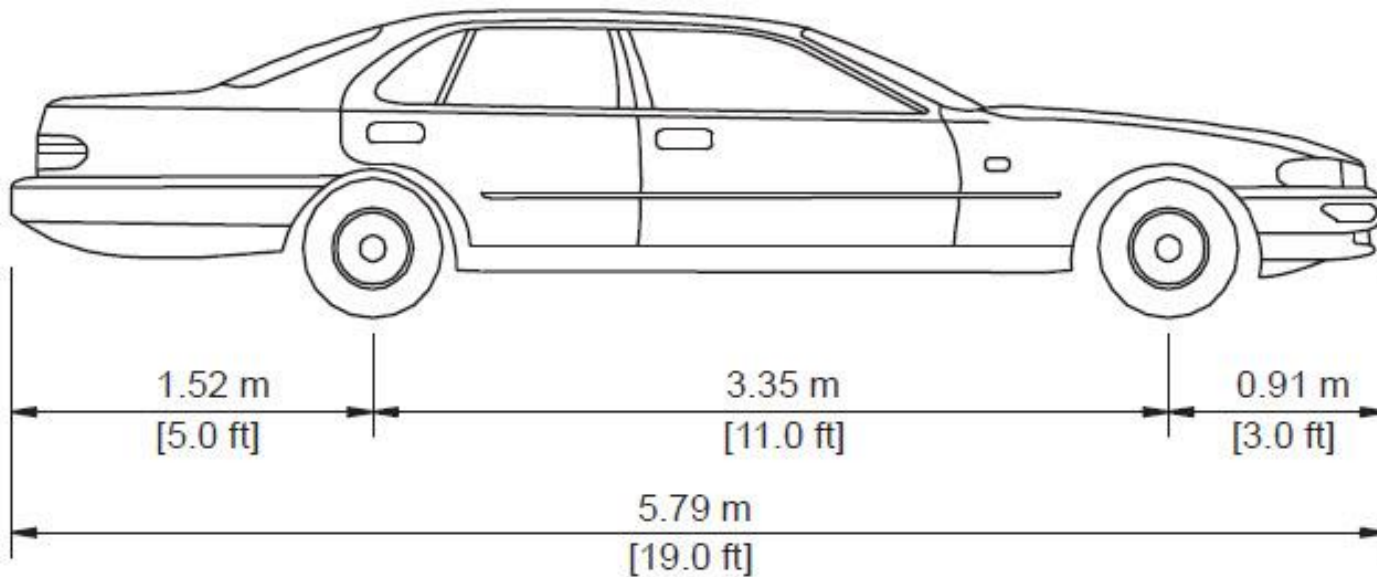
۲- اتوبوس (Bus)

۳- کامیون و تریلی (Truck)

۴- وسایل نقلیه تفریحی (Recreational)



آیین نامه  
آشتو



Passenger Car

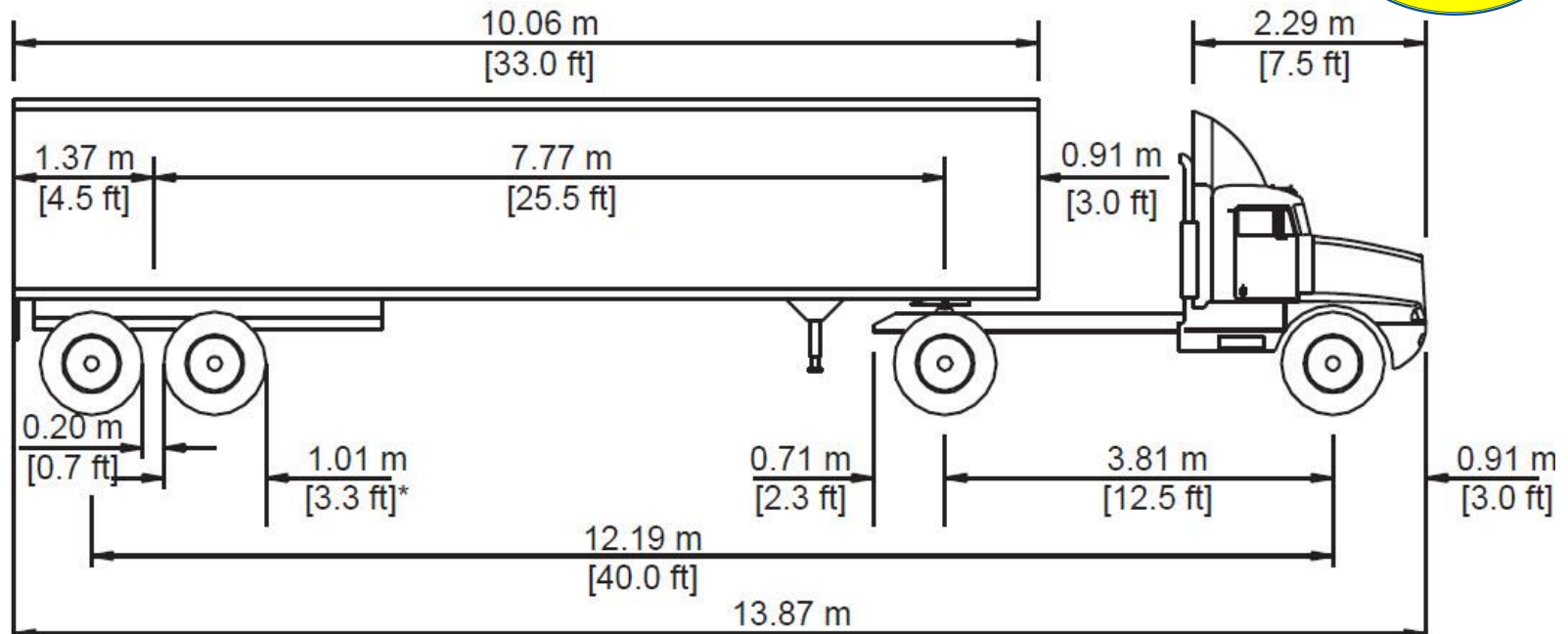
(خودروی سواری)

AASHTO  
Fig. 2.1



طرح هندسی

آیین نامه  
آشتو

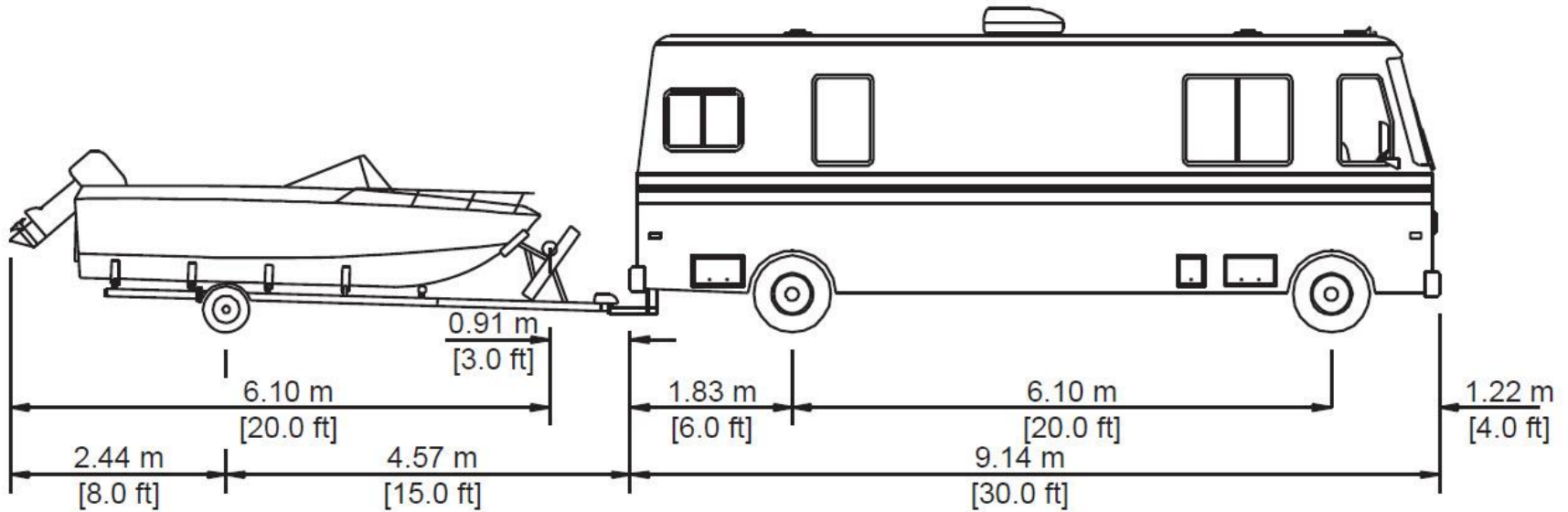


WB-12



طرح هندسی

آیین نامه  
آشتو



MH/B  
(Recreational)



حداقل شعاع گردش موردنیاز برای وسیله نقلیه سواری (گردش با سرعت 15 km/h بعنوان حداقل سرعت حرکت):  
شعاع گردش وسط محور جلو ۶.۴ متر است.

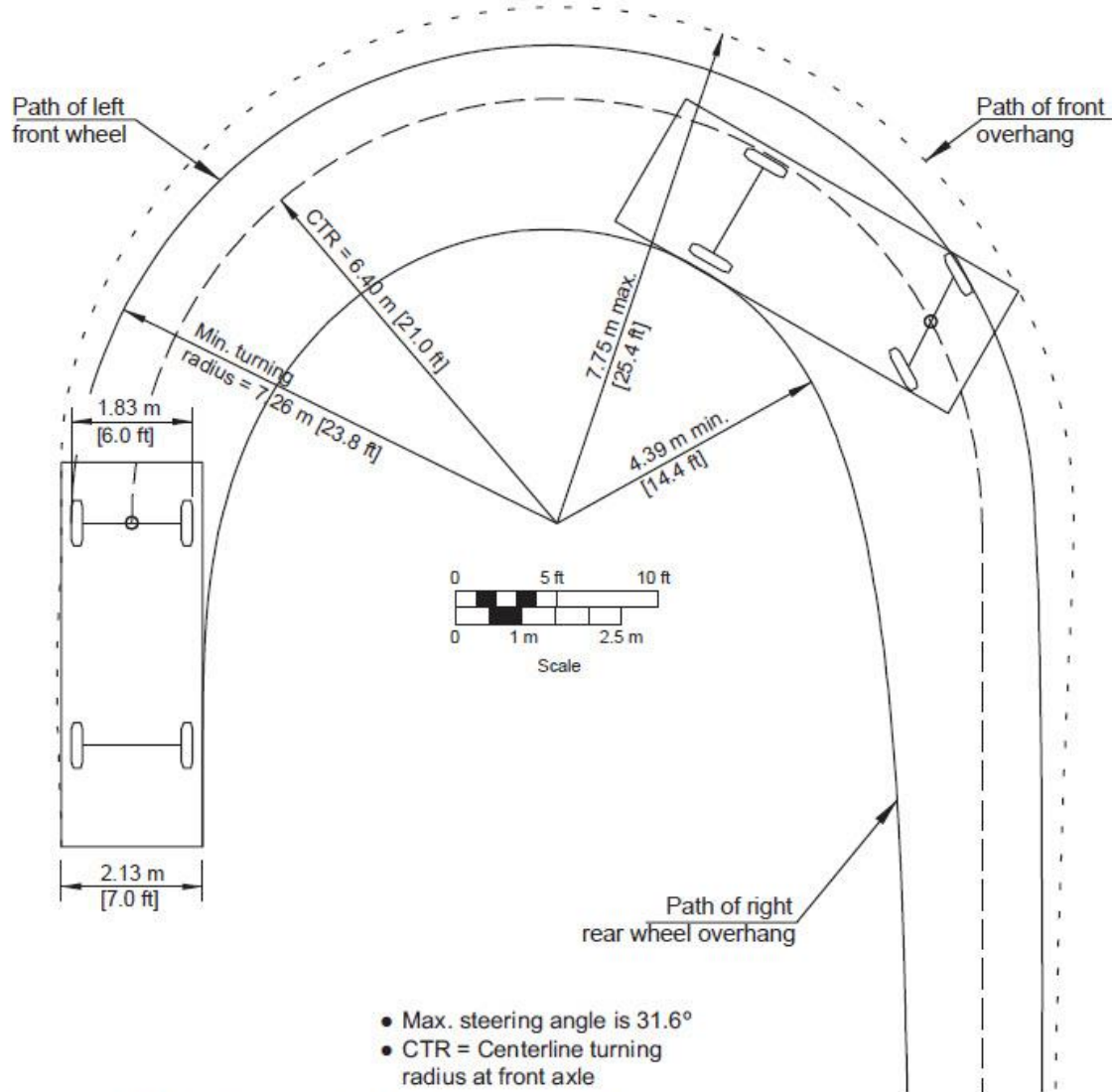


Figure 2-1. Minimum Turning Path for Passenger Car (P) Design Vehicle

Table 2-2a. Minimum Turning Radii of Design Vehicles (SI Units)

Design Vehicle Type	Pas-senger Car	Single-Unit Truck	Single-Unit Truck (Three Axle)	Intercity Bus (Motor Coach)		City Transit Bus	Conven-tional School Bus (65 pass.)	Large <sup>a</sup> School Bus (84 pass.)	Articu-lated Bus	Inter-mediate Semi-trailer
				BUS-12	BUS-14					
Symbol	P	SU-9	SU-12	BUS-12	BUS-14	CITY-BUS	S-BUS11	S-BUS12	A-BUS	WB-12
Minimum Design Turning Radius (m)	7.26	12.73	15.60	12.70	13.40	12.80	11.75	11.92	12.00	12.16
Center-line <sup>b</sup> Turning Radius (CTR) (m)	6.40	11.58	14.46	11.53	12.25	11.52	10.64	10.79	10.82	10.97
Minimum Inside Radius (m)	4.39	8.64	11.09	7.41	7.54	7.45	7.25	7.71	6.49	5.88
Design Vehicle Type	Interstate Semi-trailer		"Double Bottom" Combination	Rocky Mtn Double	Triple Semi-trailer/trailers	Turnpike Double Semi-trailer/trailer	Motor Home	Car and Camper Trailer	Car and Boat Trailer	Motor Home and Boat Trailer
Symbol	WB-19*	WB-20**	WB-20D	WB-28D	WB-30T	WB-33D*	MH	P/T	P/B	MH/B
Minimum Design Turning Radius (m)	13.66	13.66	13.67	24.98	13.67	18.25	12.11	10.03	7.26	15.19
Center-line <sup>b</sup> Turning Radius (CTR) (m)	12.50	12.50	12.47	23.77	12.47	17.04	10.97	9.14	6.40	14.02
Minimum Inside Radius (m)	2.25	0.59	5.83	16.94	2.96	4.19	7.92	5.58	2.44	10.67



دسته بندی خودروها

**آیین نامه ۴۱۵:**

۱- خودروی سواری

۲- اتوبوس نوع اول

۳- اتوبوس نوع دوم

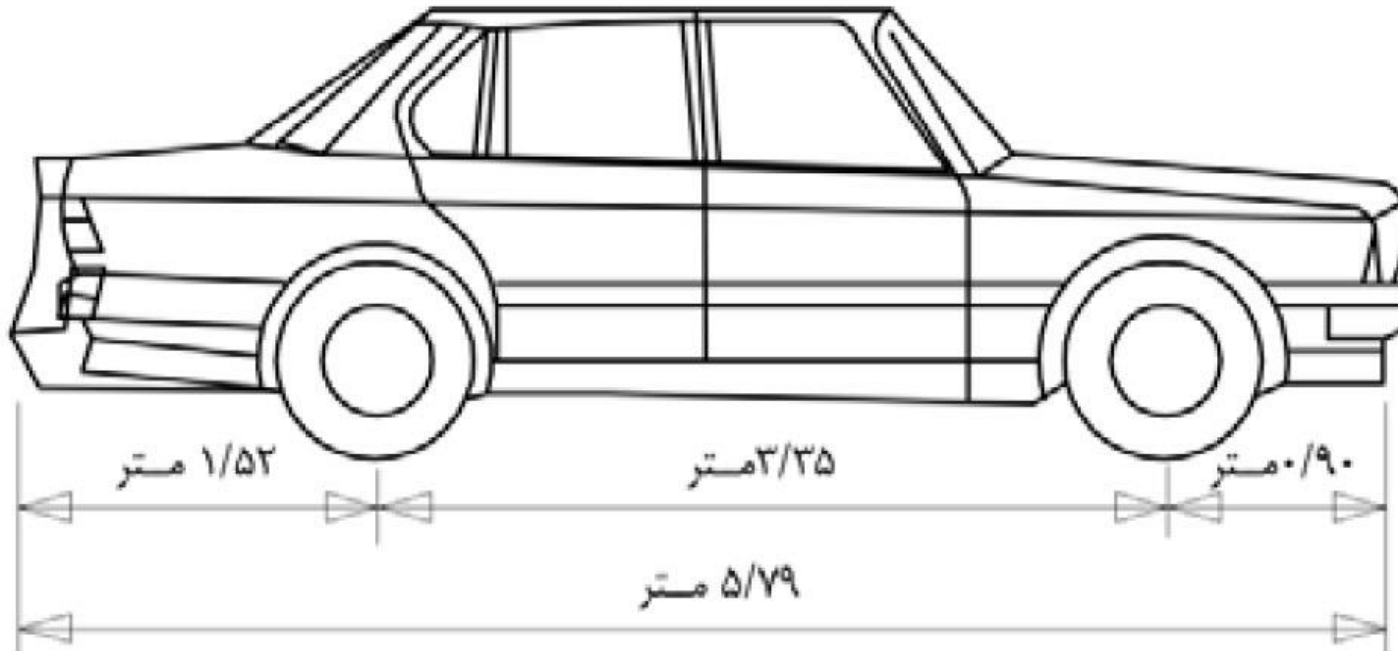
۴- کامیون نوع اول

۵- کامیون نوع دوم



طرح هندسی

آیین نامه  
۴۱۵

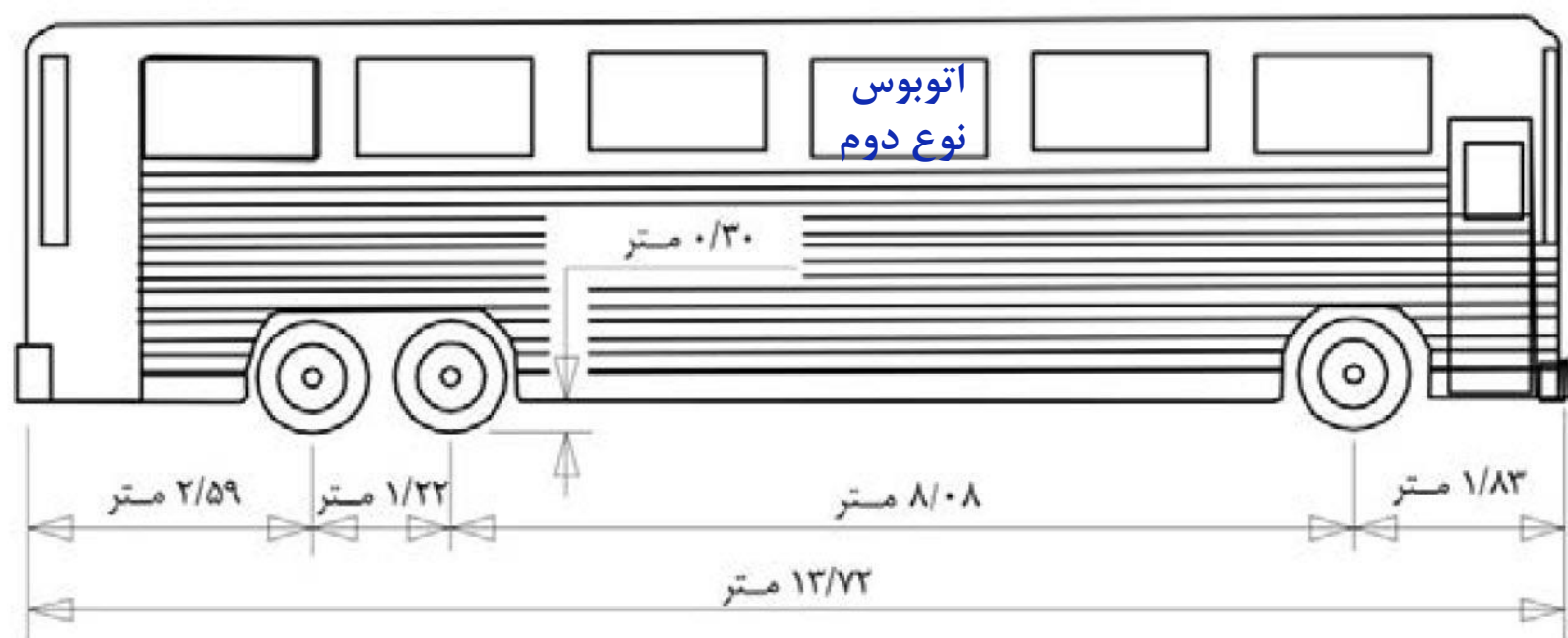
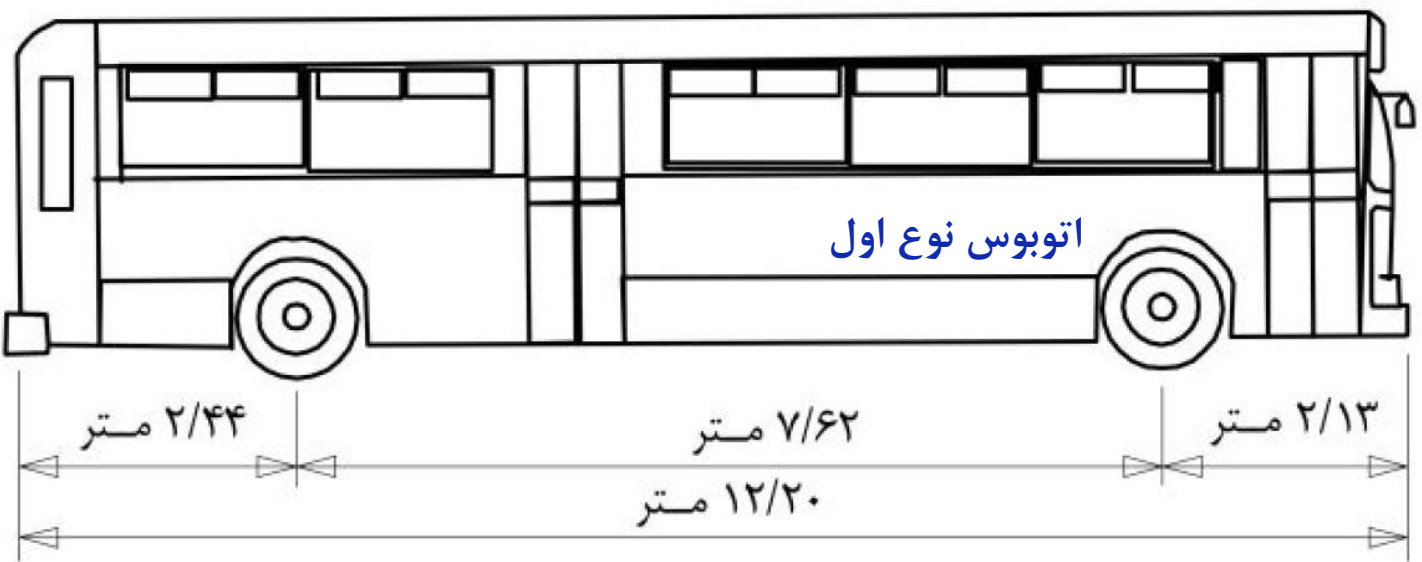


خودروی سبک سواری

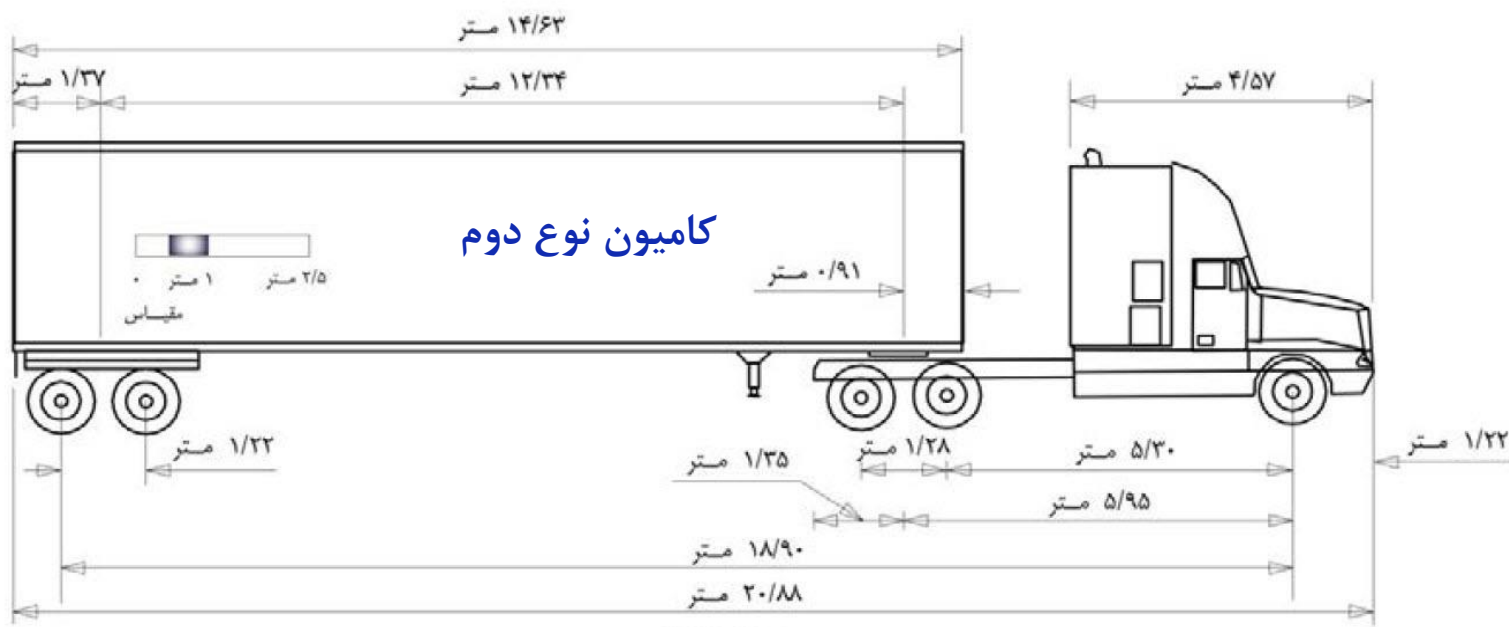
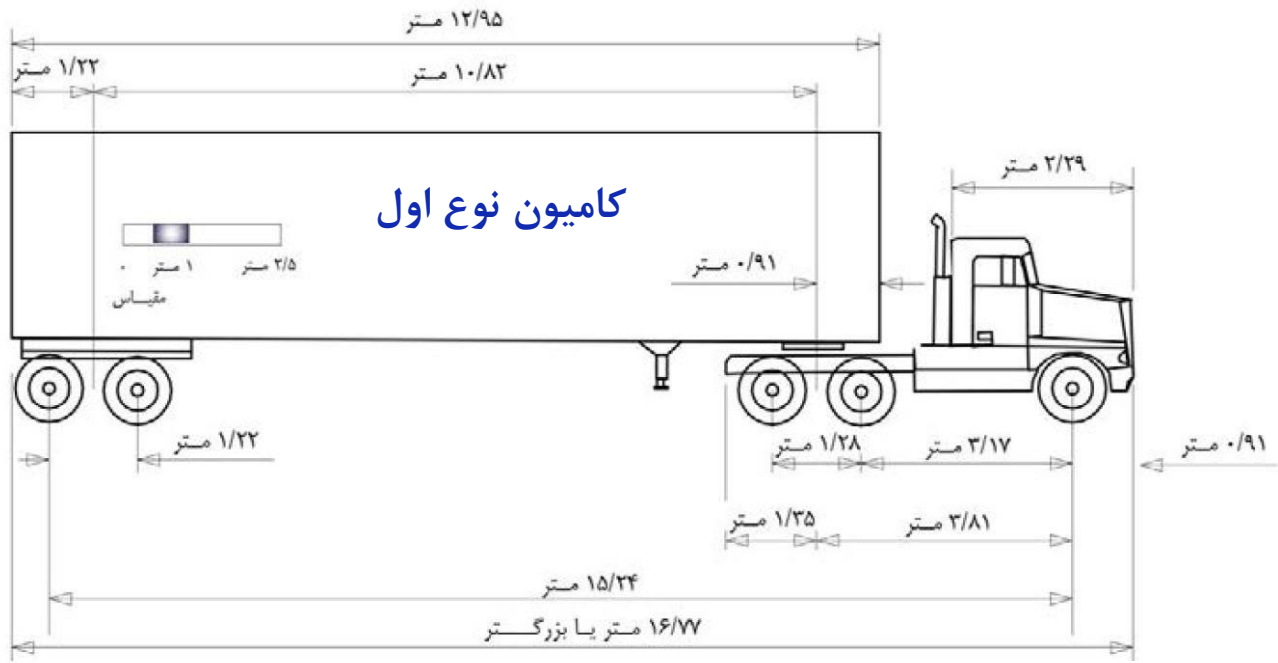


طرح هندسی

آیین نامه  
۴۱۵



آیین نامه  
۴۱۵



خودرو با فراوانی بیشتر یا با فراوانی کمتر؟ کدام خودرو طرح محسوب شود؟

مثال: ترکیب ترافیک مسیر شامل خودرو سواری ۷۰٪، اتوبوس ۲۰٪ و کامیون و تریلی ۱۰٪

مثال: ترکیب ترافیک مسیر شامل خودرو سواری ۹۵٪، اتوبوس ۳٪ و کامیون و تریلی ۲٪



خودروی طرح: خودروی غالب ترافیک مسیر محسوب می شود (نه لزوماً بحرانی ترین خصوصیت را دارد).

خودروی اتفاقی: خودروی دارای بحرانی ترین وضعیت

مثال: قوس ورود از یک خیابان به یک گذر فرعی

شعاع گردش یا عرض قوس برای خودرو طرح؟

تسهیلات مورد طراحی (مثلاً عرض مسیر) برای خودروی طرح طراحی می شود و برای خودروی اتفاقی کنترل می گردد.

بحرانی ترین وسیله نقلیه که بیش از ۵٪ ترافیک استفاده کننده از مورد طراحی را به خود اختصاص دهد، خودروی طرح محسوب می شود.

اگر بحرانی ترین وسیله نقلیه کمتر از ۵٪ ترافیک استفاده کننده از مورد طراحی را شامل شود، به عنوان خودروی اتفاقی محسوب می شود.

میزان تجاوز خودروی اتفاقی از لبه سوار رو به کنار آن تا چه میزان می تواند باشد؟

فرض: خودروی طرح سواری است و خودروی اتفاقی کامیون است.



مثال: در قوس ورود به فرعی، سواری در خط خود گردش می‌کند و کامیون با تعرض به خط مقابل گردش می‌کند.  
تریلی، قادر به دور زدن نیست. طراحی اشکال دارد؟



سوال: خودروی طرح برای همه بخشهای راه یکسان است؟  
گاهی خودروی طرح، تعیین کننده است و گاهی خودروی اتفافی و گاهی هردو.

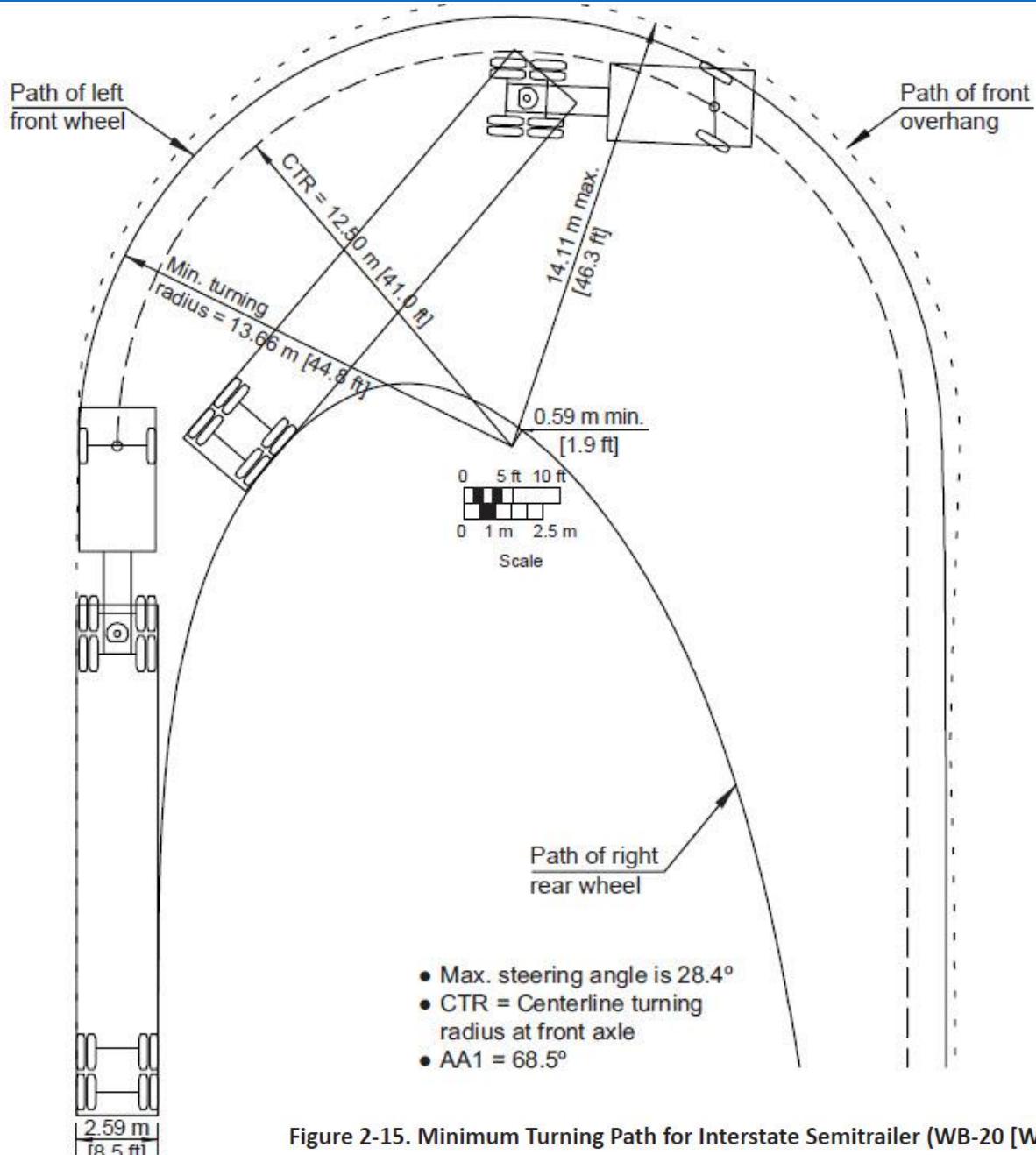
برای طراحی عرض قوس

برای طراحی یکبری

برای طراحی خطوط کمکی سربالایی، خط سبقت، رمپ خروجی اضطراری

برای طراحی گاباری های تونل یا ارتفاع روگذر و...





بر اساس سرعت ۱۵ کیلومتر بر ساعت، (کمترین سرعت طراحی گردش در راه‌های درون‌شهری):

عرض اشغالی در ابتدای قوس: ۲.۵۹ متر

عرض اشغالی در وسط قوس: ۱۴.۱۱ متر



Figure 2-15. Minimum Turning Path for Interstate Semitrailer (WB-20 [WB-67]) Design Vehicle

خصوصیت بحرانی خودروی طرح برای تعیین شعاع گردش چیست؟

برای تعیین شعاع گردش، اتوبوس (بدون لولا) بعنوان خودروی طرح باشد یا تریلی (اسب و یدک، به صورت لولا)؟

در سرعت‌های بالاتر از ۲۵ کیلومتر بر ساعت

در سرعت‌های کمتر از ۲۵ کیلومتر بر ساعت

طراحی بخش‌های مختلف راه، حالت طرح و کنترل همزمان دارد.

## آلودگی وسایل نقلیه:

آلودگی صوتی وسایل نقلیه سبک بیشتر است یا وسایل نقلیه سنگین؟

با افزایش سرعت؟ با افزایش شیب؟

ارتباط آلودگی صوتی خودروها با طرح هندسی؟



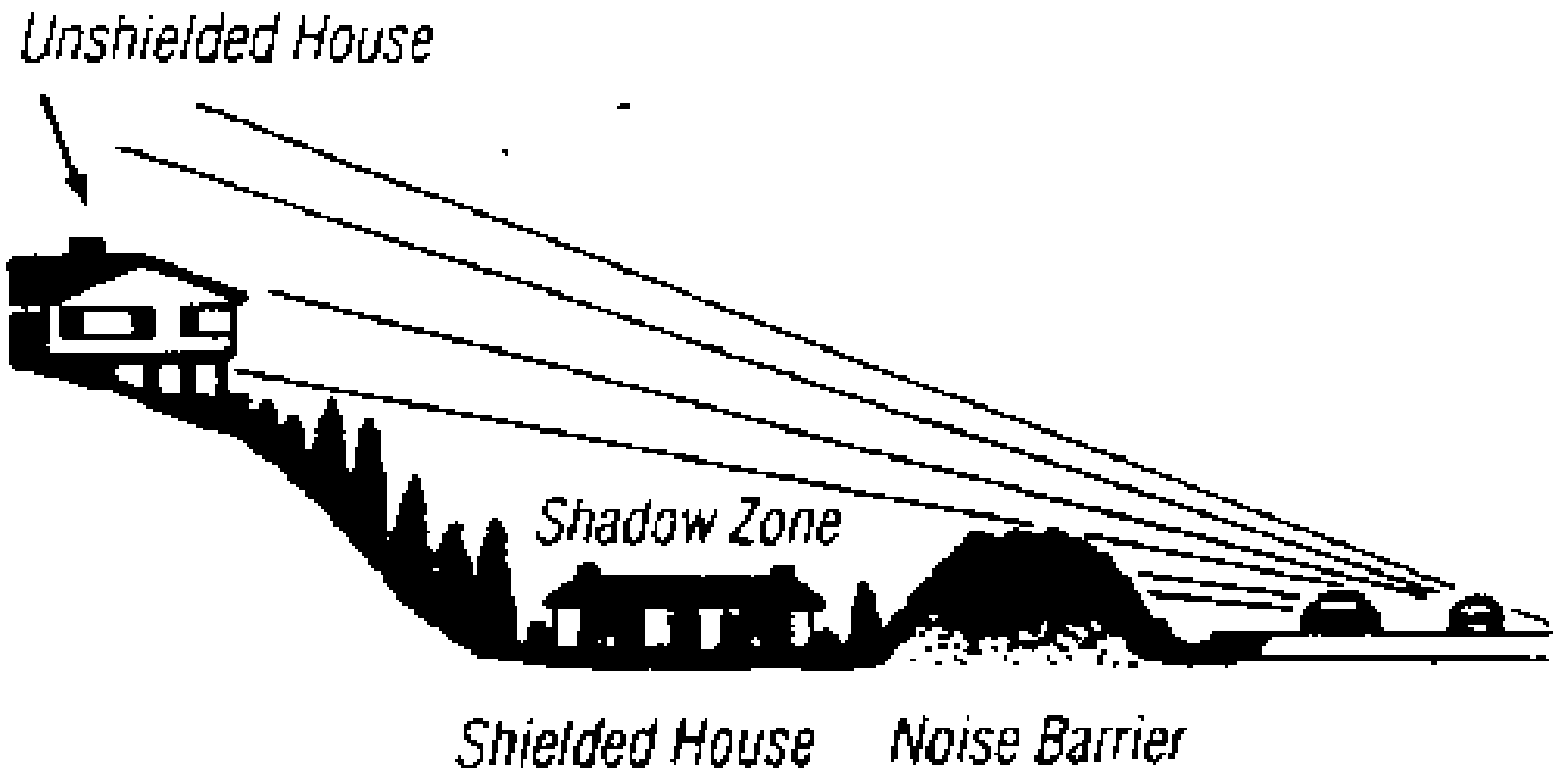
کنترل صدا (Noise Control)

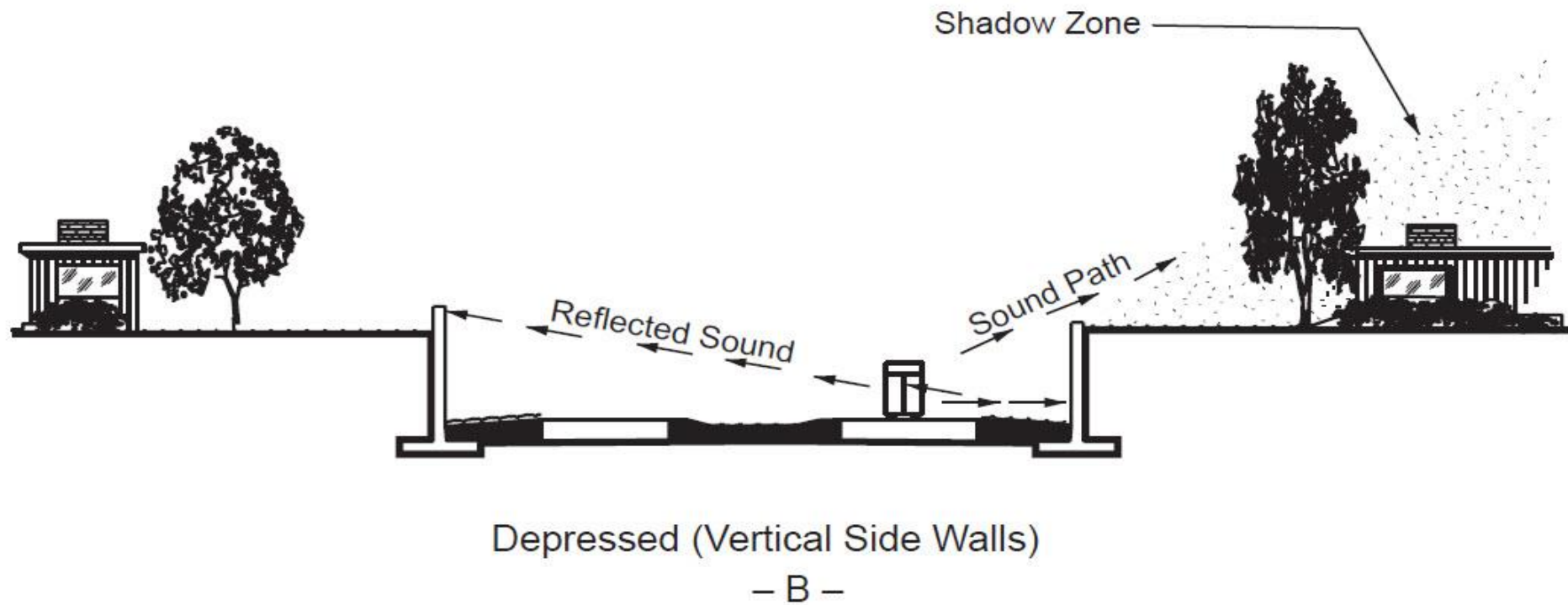
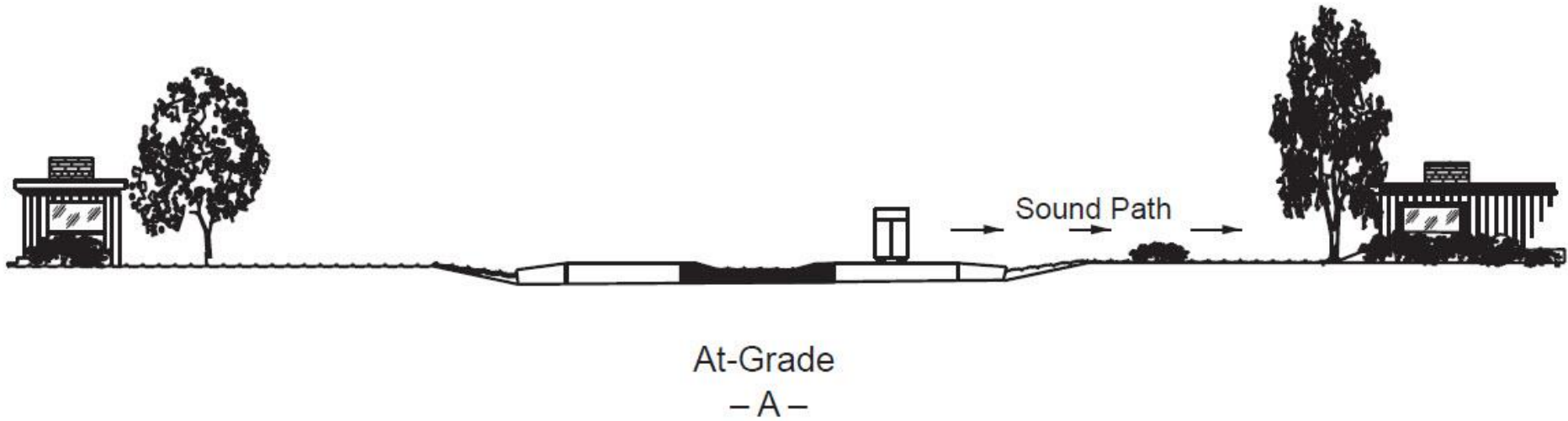
منابع تولید صدا

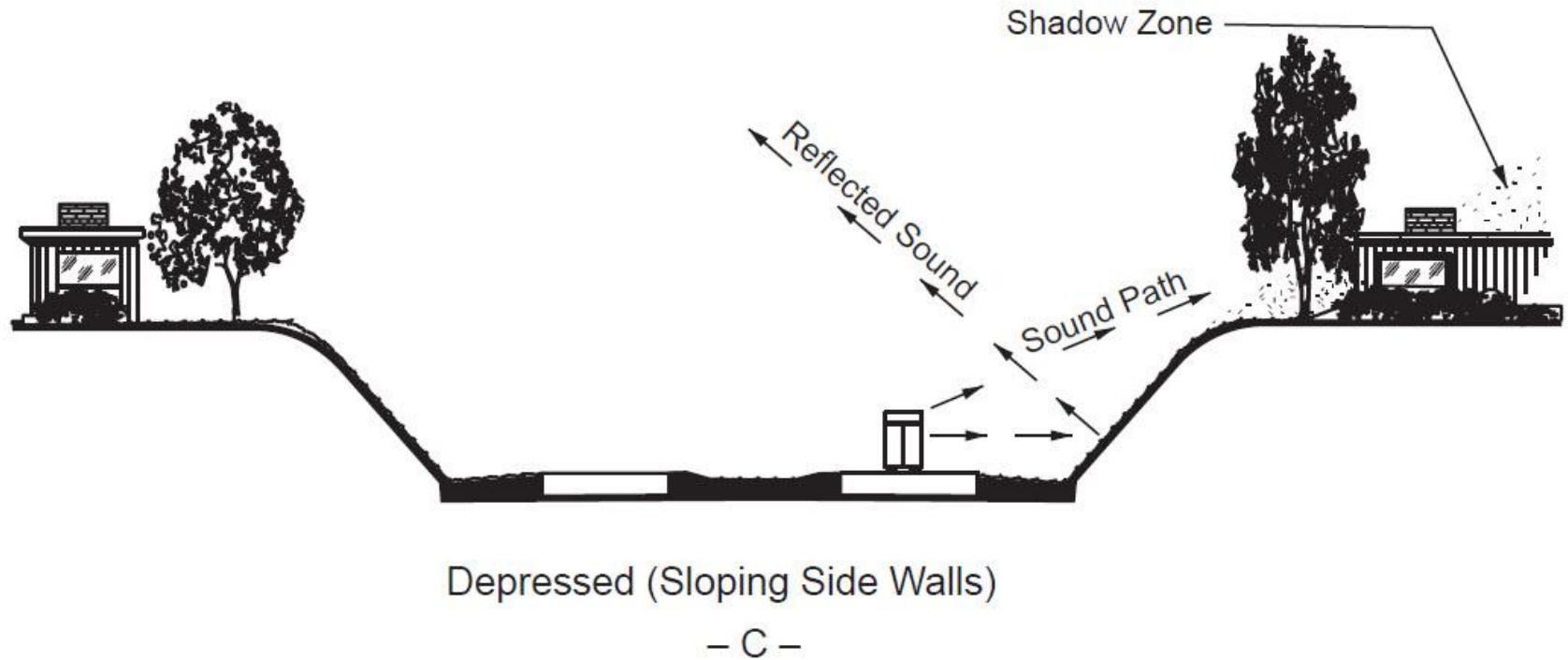
روشهای کاهش و کنترل صدا



طرح هندسی

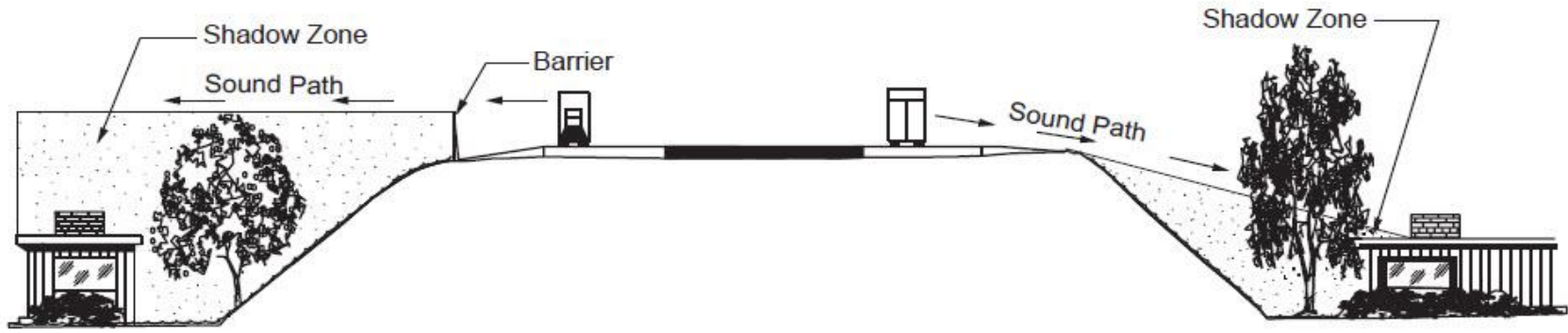




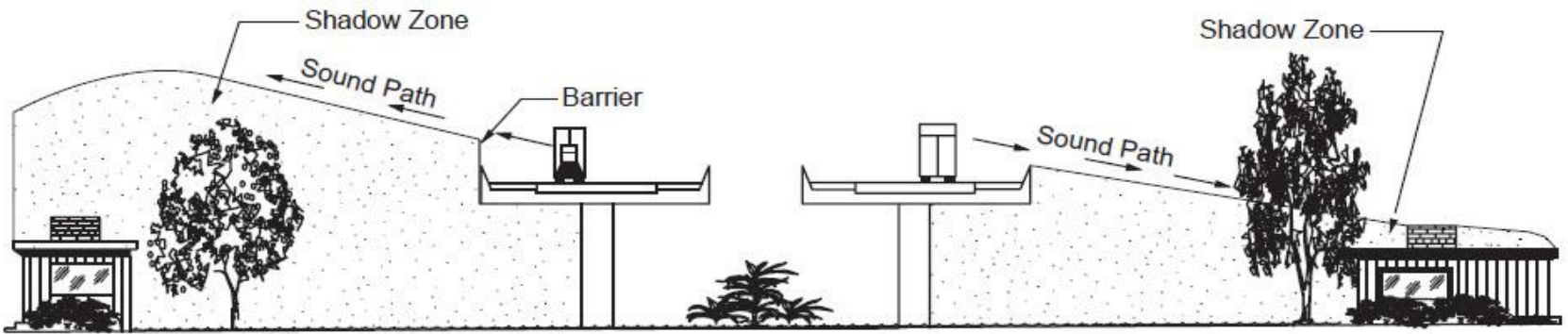


Note: *Shadow Zone*—Zone of reduced sound levels adjacent to a natural or man-made barrier

Figure 4-12. Effects of Depressing the Highway



Elevated on Embankment  
- B -



Elevated on Structure  
- C -

Note: *Shadow Zone*—Zone of reduced sound levels adjacent to a natural or man-made barrier

Figure 4-13. Effects of Elevating the Highway







اتوبان صدر، تهران

























### خصوصیات ترافیک

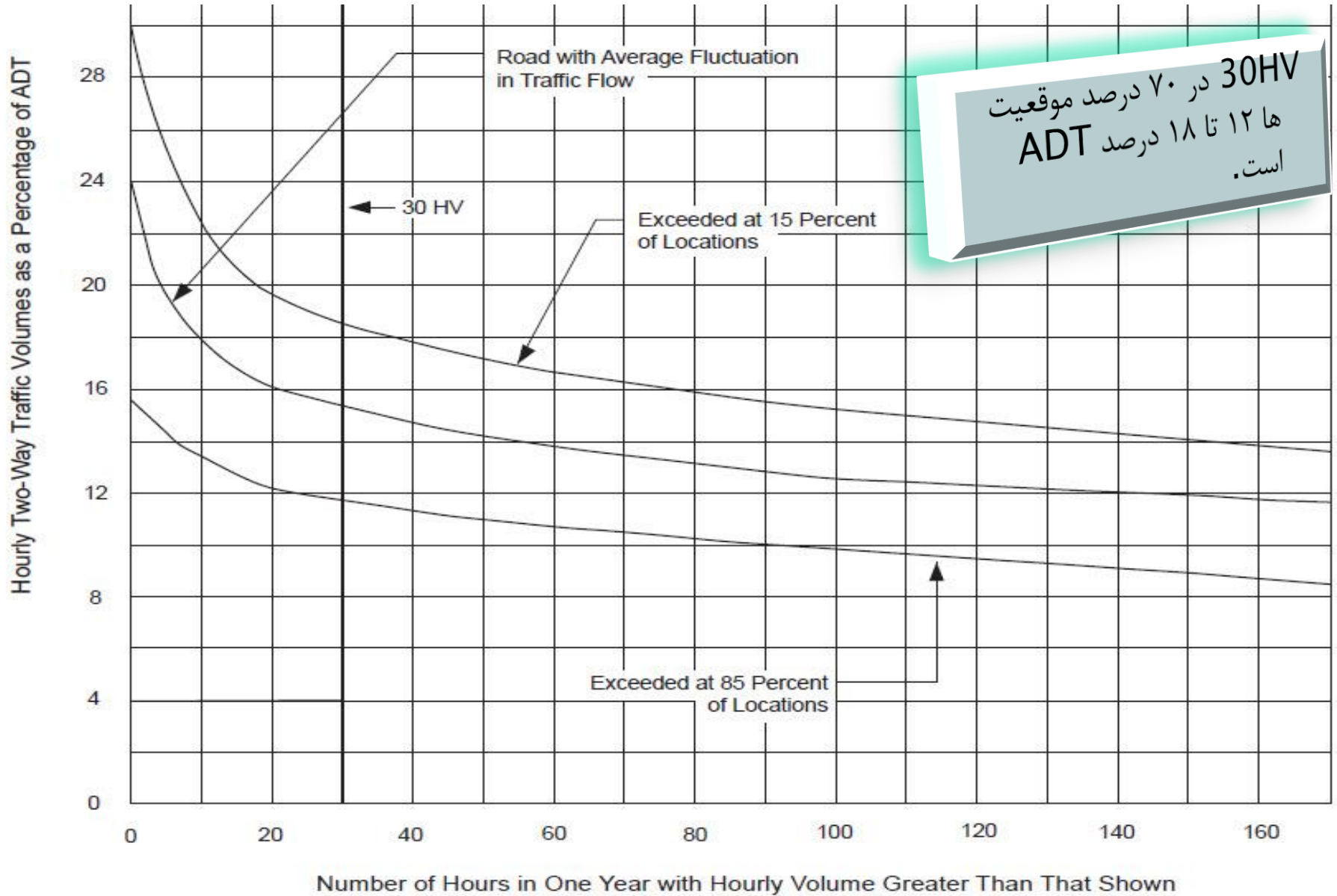
اهمیت حجم ترافیک؟

حجم ترافیک جهت طراحی خطوط چیست؟ ADT؟ AADT؟

30HV

چرا 30HV به عنوان حجم طراحی منظور می شود؟

در ۷۰٪ مسیرها، 30HV، حدود ۱۲ تا ۱۸٪ ADT است.



30HV در ۷۰ درصد موقعیت  
 ها ۱۲ تا ۱۸ درصد ADT  
 است.

Figure 2-28. Relation between Peak-Hour and Average Daily Traffic Volumes on Rural Arterials

DHV

DDHV

آماربرداری مسیرهای کاری

آماربرداری مسیرهای تفریحی



طرح هندسی

AASHTO  
Sec. 2.3.6

✓ سرعت نقطه ای یا سرعت متوسط زمانی (Time Mean Speed)

✓ سرعت سفر یا سرعت متوسط مکانی (Space Mean Speed)

HCM 2010  
Chapter 4

✓ سرعت حرکت (Running Speed)

✓ سرعت عملکردی (Operating Speed)

آیین نامه راههای  
شهری (۱)  
صفحه ۳۰

✓ سرعت مجاز یا محدودیت سرعت (Posted Speed Limit)

✓ سرعت آزاد (Free Flow Speed)

✓ سرعت طرح (Design Speed)



- ✓ سرعت مجاز: واقع بینانه
- ✓ صرفاً اعلام سرعت مجاز؟
- ✓ تشخیص: آیا سرعت مجاز واقع بینانه است؟





رابطه سرعت طرح و سرعت آزاد؟

رابطه سرعت طرح و سرعت مجاز؟

کاربردهای سرعت عملکردی؟



طبقه بندی راهها (بر اساس آشتو)

معیار با دسترسی محدود (Limited-access facilities)

معیار شریانی (Arterials)

معیار جمع کننده (Collectors)

خیابانهای محلی (Local streets)

AASHTO

Table 5-1. Minimum Design Speeds for Local Rural Roads

Type of Terrain	Metric						U.S. Customary					
	Design Speed (km/h) for Specified Design Volume (veh/day)						Design Speed (mph) for Specified Design Volume (veh/day)					
	under 50	50 to 250	250 to 400	400 to 1500	1500 to 2000	2000 and over	under 50	50 to 250	250 to 400	400 to 1500	1500 to 2000	2000 and over
Level	50	50	60	80	80	80	30	30	40	50	50	50
Rolling	30	50	50	60	60	60	20	30	30	40	40	40
Mountainous	30	30	30	50	50	50	20	20	20	30	30	30

طبقه بندی راهها (بر اساس آشتو)

معیار با دسترسی محدود (Limited-access facilities)

معیار شریانی (Arterials)

معیار جمع کننده (Collectors)

خیابانهای محلی (Local streets)

AASHTO

Table 6-1. Minimum Design Speeds for Rural Collectors

Type of Terrain	Metric			U.S. Customary		
	Design speed (km/h) for Specified Design Volume (veh/day)			Design speed (mph) for Specified Design Volume (veh/day)		
	0 to 400	400 to 2000	over 2000	0 to 400	400 to 2000	over 2000
Level	60	80	100	40	50	60
Rolling	50	60	80	30	40	50
Mountainous	30	50	60	20	30	40

AASHTO

طبقه بندی راهها (بر اساس آشتو)

معیار با دسترسی محدود (Limited-access facilities)

معیار شریانی (Arterials)

معیار جمع کننده (Collectors)

خیابانهای محلی (Local streets)

Table 7-2. Maximum Grades for Rural Arterials

Type of Terrain	Metric							
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)							
	60	70	80	90	100	110	120	130
Level	5	5	4	4	3	3	3	3
Rolling	6	6	5	5	4	4	4	4
Mountainous	8	7	7	6	6	5	5	5

Table 7-4. Maximum Grades for Urban Arterials

Type of Terrain	Metric					
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)					
	50	60	70	80	90	100
Level	8	7	6	6	5	5
Rolling	9	8	7	7	6	6
Mountainous	11	10	9	9	8	8



طبقه بندی راهها (بر اساس آشتو)

معیار با دسترسی محدود (Limited-access facilities)

معیار شریانی (Arterials)

معیار جمع کننده (Collectors)

خیابانهای محلی (Local streets)

AASHTO

Table 8-1. Maximum Grades for Rural and Urban Freeway

Type of Terrain	Metric					
	Design Speeds (km/h)					
	80	90	100	110	120	130
	Grades (%) <sup>a</sup>					
Level	4	4	3	3	3	3
Rolling	5	5	4	4	4	4
Mountainous	6	6	6	5	—	—



آیین نامه ۴۱۵

جدول ۴-۲- سرعت طرح برای راه‌های شریانی و اصلی

راه‌های اصلی درجه یک و دو			راه‌های اصلی درجه یک جداشده			راه‌های شریانی (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	تپه‌ماهور
۱۰۰	۹۰	۸۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۱۱۰	۹۵	۸۰	کوهستانی

جدول ۴-۳- سرعت طرح برای راه‌های فرعی

راه‌های فرعی درجه سه				راه‌های فرعی درجه یک و دو			نوع راه
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) برای حجم طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)							وضع پستی و بلندی
۴۰۰ به بالا	۴۰۰ تا ۲۵۰	۲۵۰ تا ۵۰	۵۰ تا ۰	۲۰۰۰ به بالا	۲۰۰۰ تا ۴۰۰	۴۰۰ تا ۰	
۸۰	۶۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	دشت
۶۰	۵۰	۵۰	۳۰	۸۰	۶۰	۵۰	تپه‌ماهور
۵۰	۳۰	۳۰	۳۰	۶۰	۵۰	۳۰	کوهستانی

جدول ۲ سرعت‌های مجاز و سرعت‌های طرح پیشنهادی برای انواع راه‌های شهری

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	سرعت مجاز (کیلومتر در ساعت)	طبقه‌بندی راه
۸۰ تا ۱۰۰	۷۰ تا ۹۰	راه‌های شریانی درجه ۱
۴۰ تا ۷۰	۳۰ تا ۶۰	رابطها
۵۰ تا ۷۰	۴۰ تا ۶۰	راه‌های شریانی درجه ۲ (خیابانهای شریانی)
۲۰ و کمتر	۲۰ و کمتر	خیابانهای محلی

آیین نامه طراحی  
راه‌های شهری (۱)  
صفحه ۳۳

