



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی حمل و نقل

طرح هندسی پیشرفته

فصل سوم: اجزای طراحی
پروفیل طولی

مدرس: محمد تمنایی

پاییز ۱۳۹۵

خودروی طرح در شیبها؟

شیب بحرانی سرازیری و سربالایی خودروهای سنگین؟

حداکثر شیب؟



Table 5-2. Maximum Grades for Local Rural Roads

Type of Terrain	Metric								
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Level	9	8	7	7	7	7	6	6	5
Rolling	12	11	11	10	10	9	8	7	6
Mountainous	17	16	15	14	13	12	10	10	—



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

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



Table 5-8. Maximum Grades for Recreational Roads

Type of Terrain	Metric				
	Maximum Grade (%) for a Specified Design Speed (km/h)				
	20	30	40	50	60
Level	8	8	7	7	7
Rolling	12	11	10	10	9
Mountainous	18	16	15	14	12



Table 6-2. Maximum Grades for Rural Collectors

Type of Terrain	Metric							
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Level	7	7	7	7	7	6	6	5
Rolling	10	10	9	8	8	7	7	6
Mountainous	12	11	10	10	10	9	9	8

Table 6-8. Maximum Grades for Urban Collectors

Type of Terrain	Metric							
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Level	9	9	9	9	8	7	7	6
Rolling	12	12	11	10	9	8	8	7
Mountainous	14	13	12	12	11	10	10	9



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



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

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



جدول ۵-۲۱- حداکثر شیب طولی برای آزادراهها، بزرگراهها و راههای اصلی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)						نوع منطقه
۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	
حداکثر شیب طولی						
۳	۳	۳	۴	۴	۴	هموار*
-	۴	۴	۵	۵	۵	تپه ماهور*
-	-	۵	۶	۶	۶	کوهستانی**

* چنانچه نیمرخ دو طرف مستقل از هم باشند، می توان در سرازیری یک درصد به حداکثرهای داده شده اضافه کرد مشروط بر اینکه در آزادراهها و بزرگراهها و نقاط سردسیر، مقدار شیب از ۶ درصد تجاوز نکند.

** در صورتی که راه در منطقه های گرمسیر و بدون احتمال یخبندان قرار گیرد، می توان برای سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت، حداکثر شیب طولی را تا ۷ درصد افزایش داد.

جدول ۵-۲۲- حداکثر شیب طولی برای راههای فرعی درجه یک و دو

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)								نوع منطقه
۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	
حداکثر شیب طولی								
۵	۶	۶	۷	۷	۷	۷	۷	هموار
۶	۷	۷	۸	۸	۹	۱۰	۱۰	تپه ماهور
۸	۹	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	کوهستانی

برای طولهای کوتاه شیبدار در مناطق برون شهری (طولهای کمتر از ۱۵۰ متر) و سرازیریهای یک طرفه مقدار شیب را می توان ۲ درصد نسبت به مقادیر جدول افزایش داد.

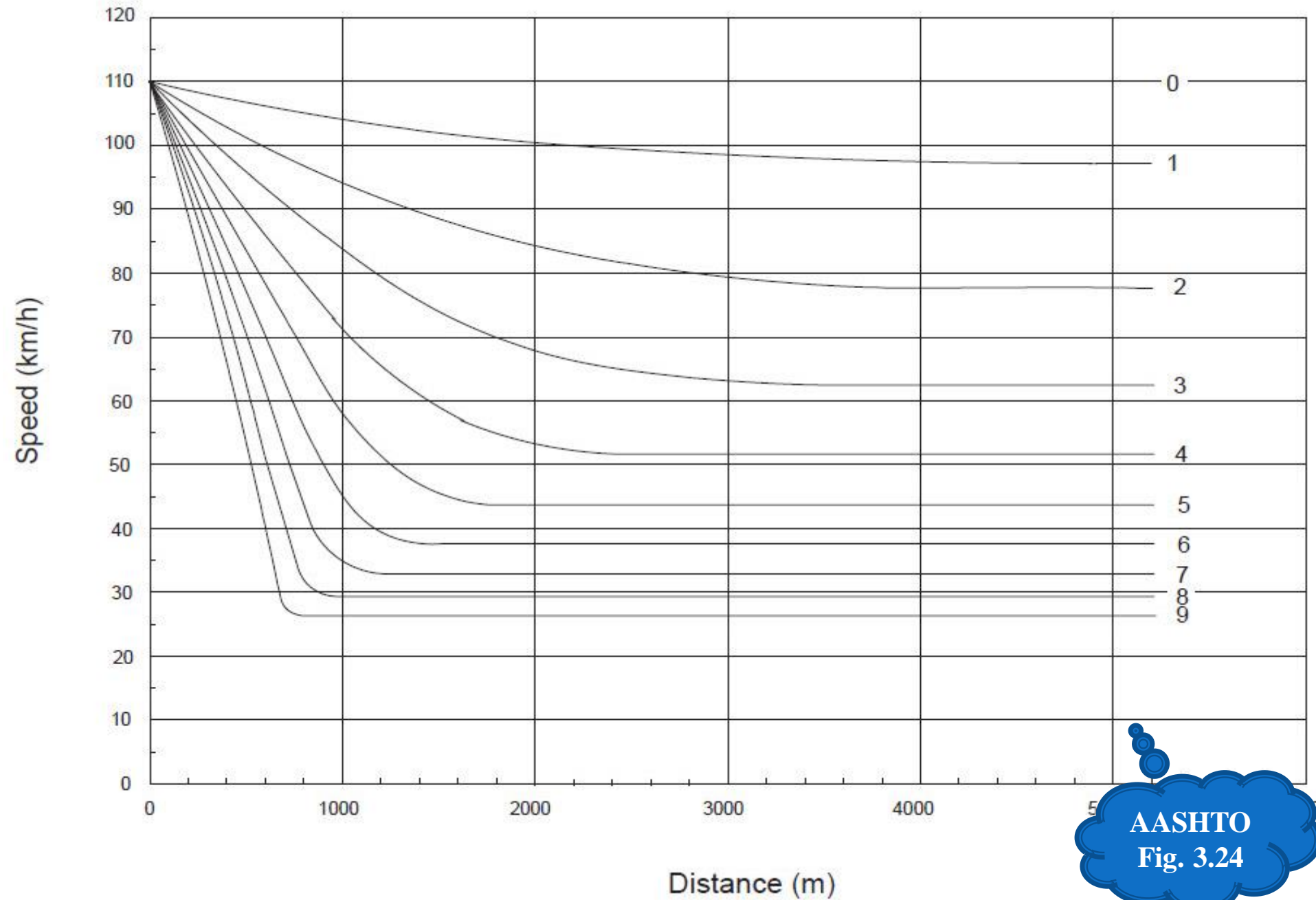


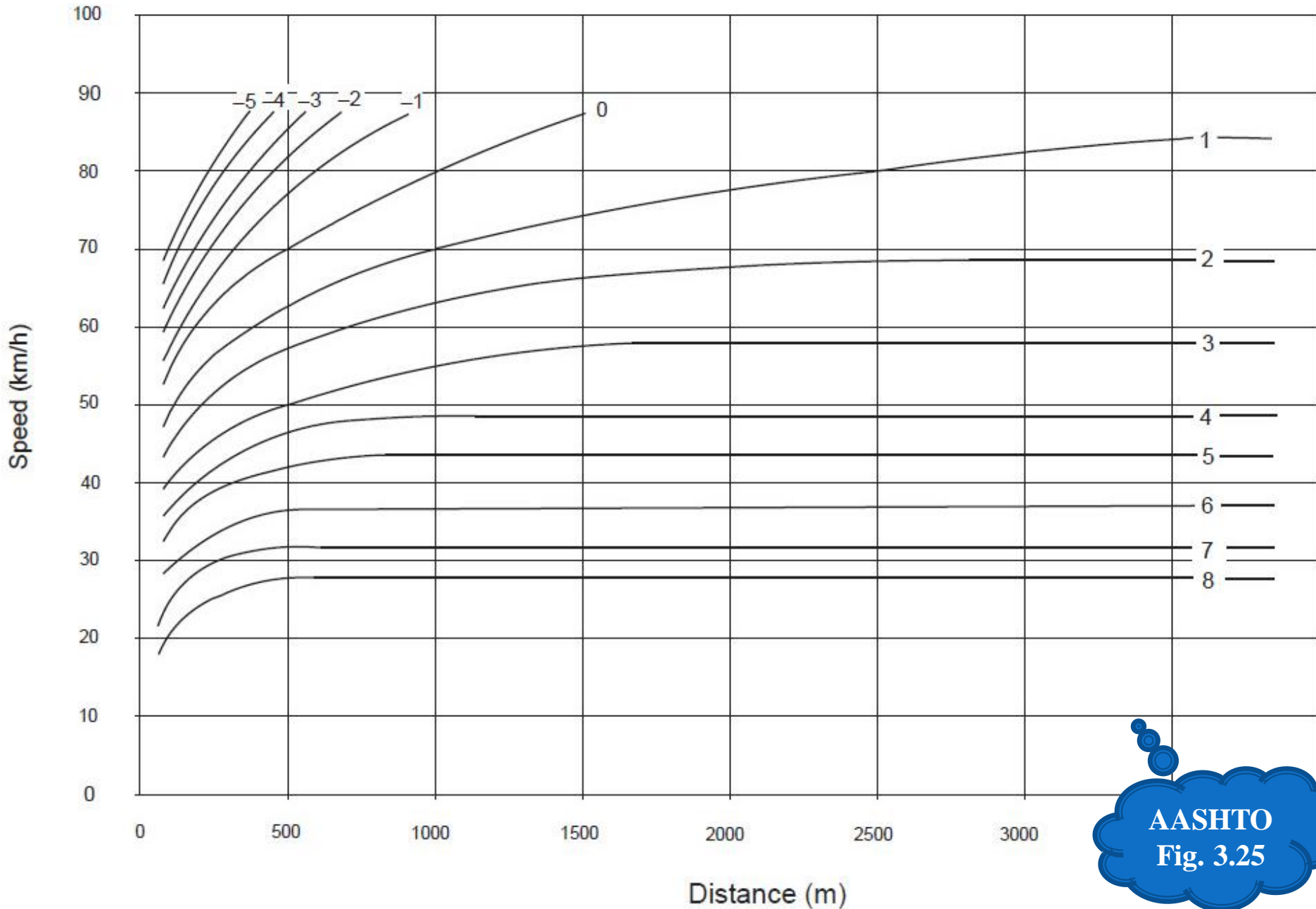
طول بحرانی شیب، فرض: کل ترافیک سواری

در سربالایی، سرعت قابل حصول؟

وسیله نقلیه طرح در آمریکا

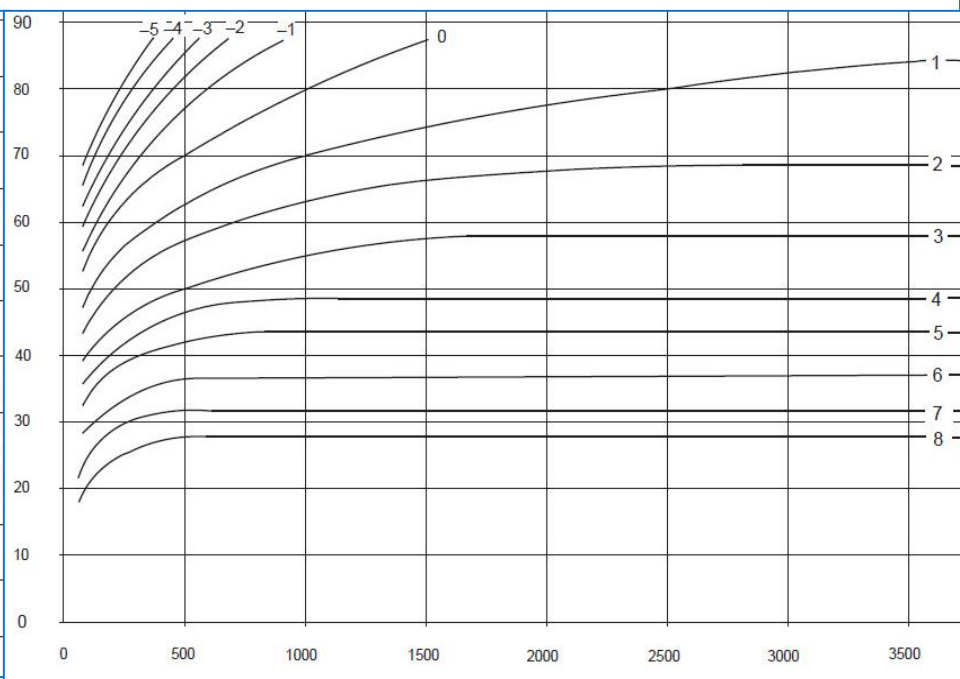
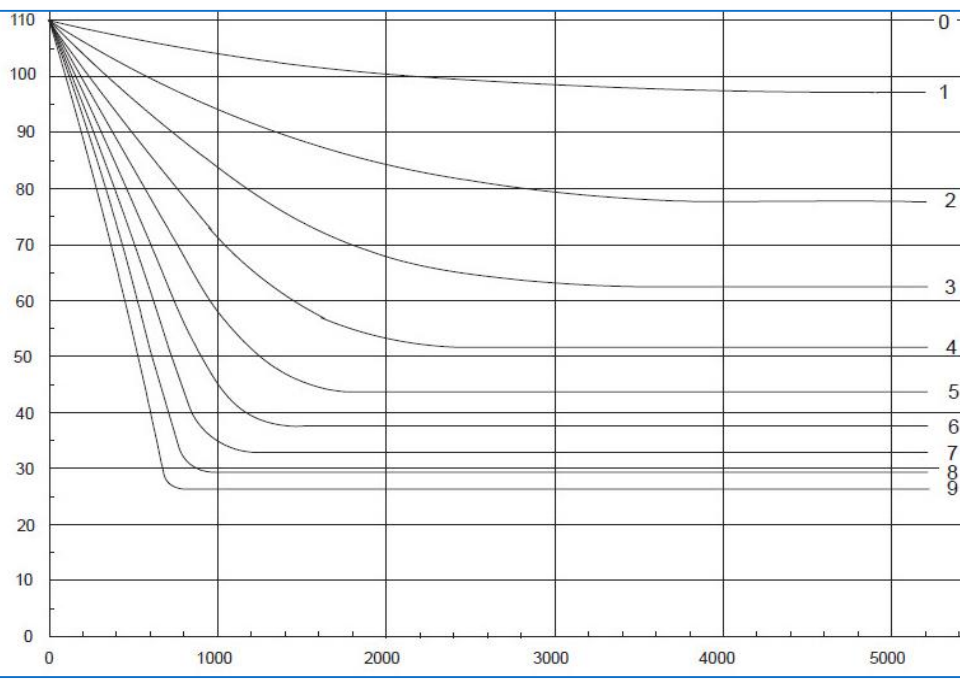
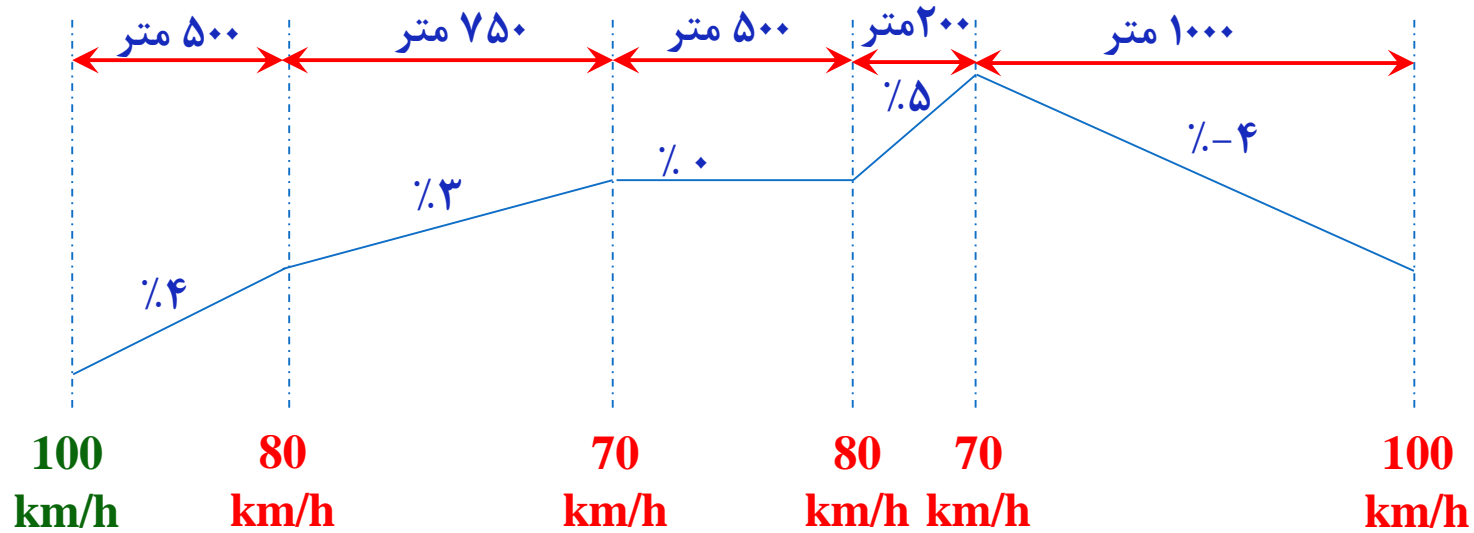






سوال: در نمودار 25-3 چرا شیب سربالایی باعث افزایش سرعت شده است؟
تغییر سرعت، اجباری یا اختیاری؟





خزش کامیون در سربالایی

راهکارها؟

خط کمکی سربالایی: جلوگیری از کاهش بیش از حد سرعت و سطح سرویس

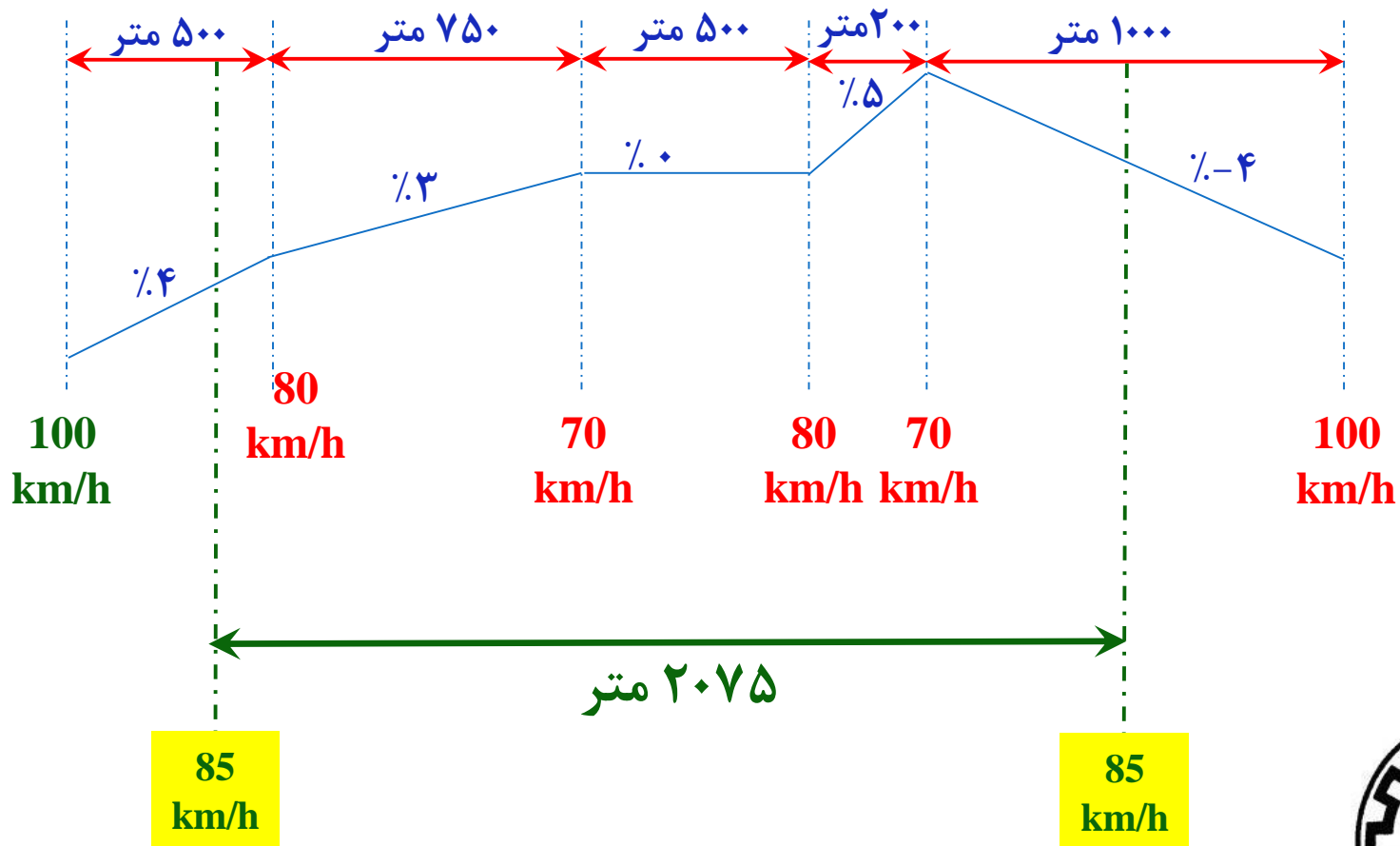
آشتو قبل و بعد از ۲۰۰۴





Figure 7-1. Climbing Lane on Two-Lane Rural Arterial

Source: Oregon DOT



نقطه انتهایی
(بر اساس معیار ۱)

✓ نقطه انتهایی خط کمکی سربالایی:

معیار ۱

معیار ۲

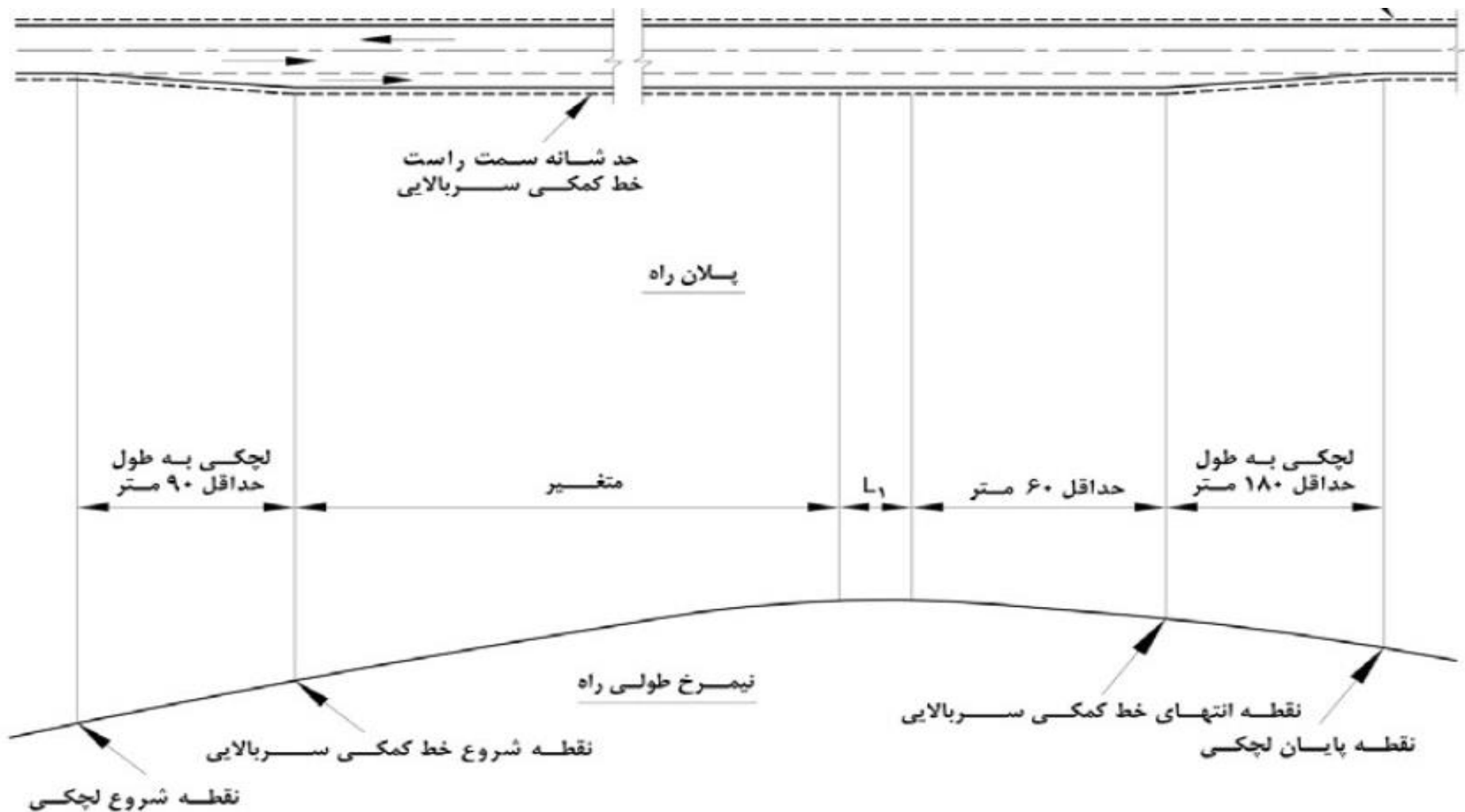
معیار ۳

✓ چرا فاصله دید سبقت اهمیت یافته است؟

✓ عرض خط کمکی سربالایی

✓ شیب عرضی؟





آیین نامه

۴۱۵

L_1 : مسافت پیموده شده پس از قله که بعد از آن فاصله دید کافی برای سبقت وجود دارد.

شکل ۵-۱۲ - خط کمکی سربالایی برای وسایل نقلیه سنگین

نحوه ورود و خروج خط کمکی سربالایی

لچکی ورود و لچکی خروج؟

چرا طول لچکی خروج < طول لچکی ورود؟

1:50

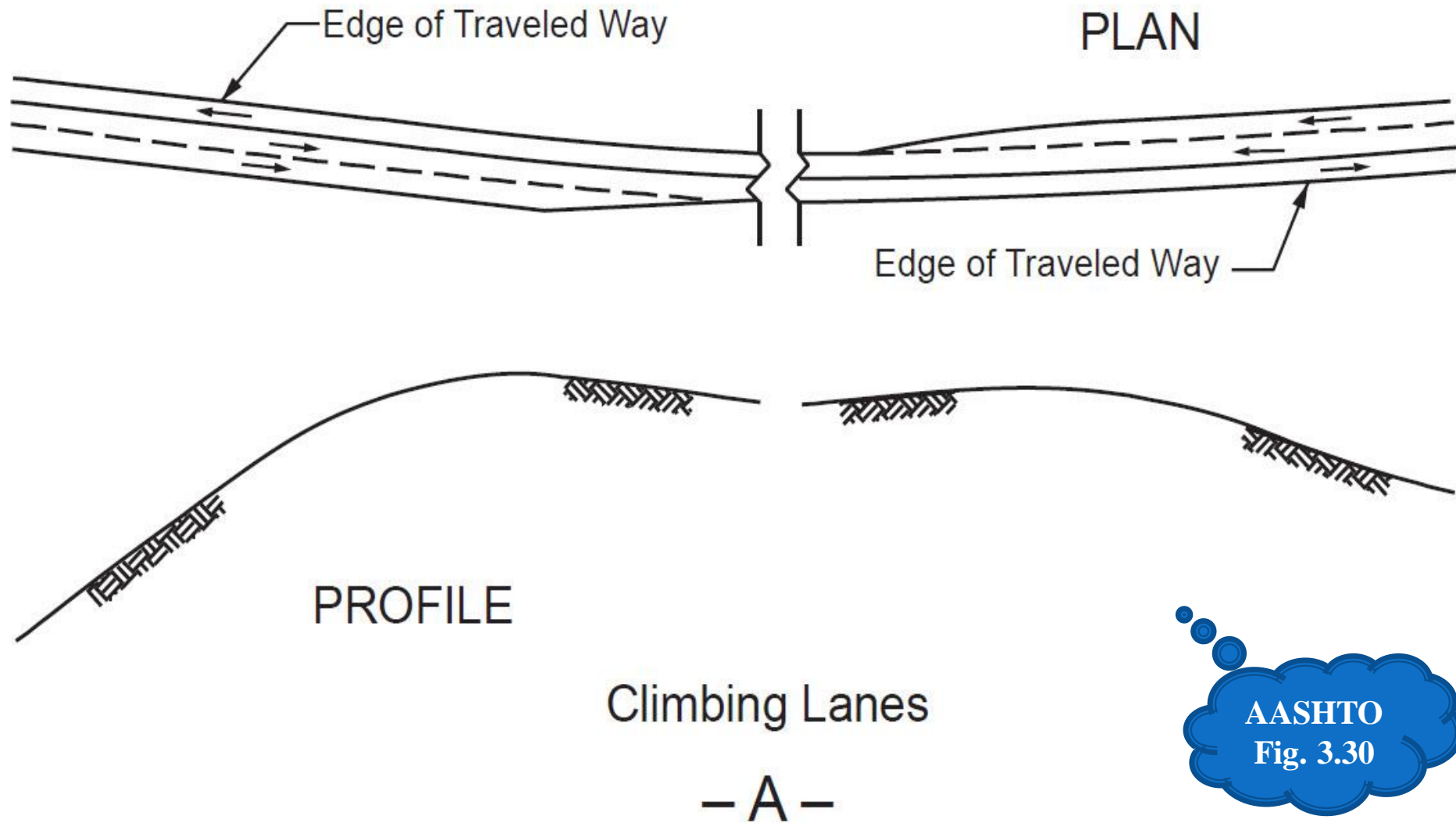
نقطه انتهایی

1:25

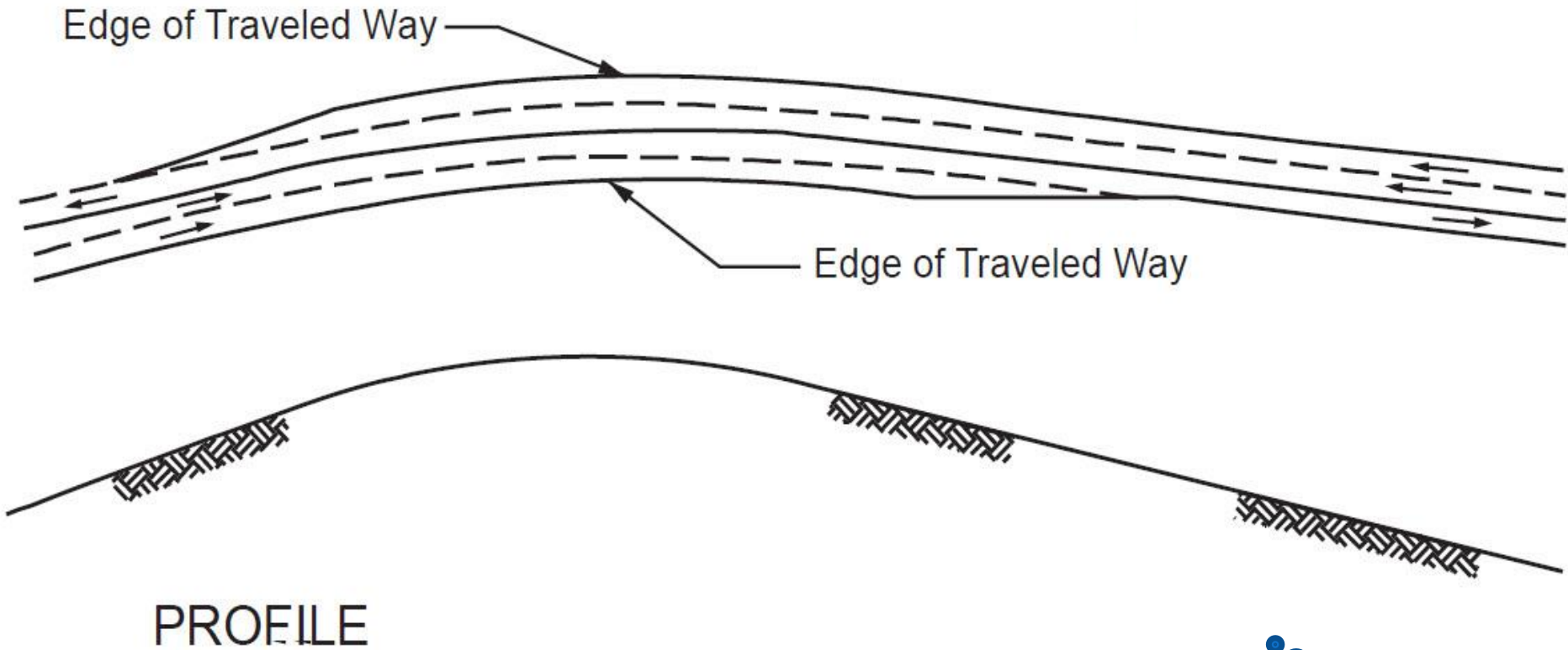
نقطه ابتدایی



خط کمکی سربالایی در راههای دوطرفه دوخطه



AASHTO
Fig. 3.30



Climbing Lanes Overlapping on Crest

— B —

AASHTO
Fig. 3.30

خط کمکی سربالایی مستقل از ترافیک است؟

شروط حداقلی:

(۱) بیش از ۲۰۰ veh/hr

(۲) بیش از ۲۰ خودروی سنگین

(۳) حداقل یکی از سه مورد:

❖ کاهش سرعت ۱۵ کیلومتر بر ساعت یا

❖ کاهش به LOS E یا

❖ دو رتبه کاهش LOS

مثال:

1 000 veh/hr

7% Truck

Speed Reduction 13 km/h

خط کمکی سربالایی در راههای چندخطه و آزادراهها؟

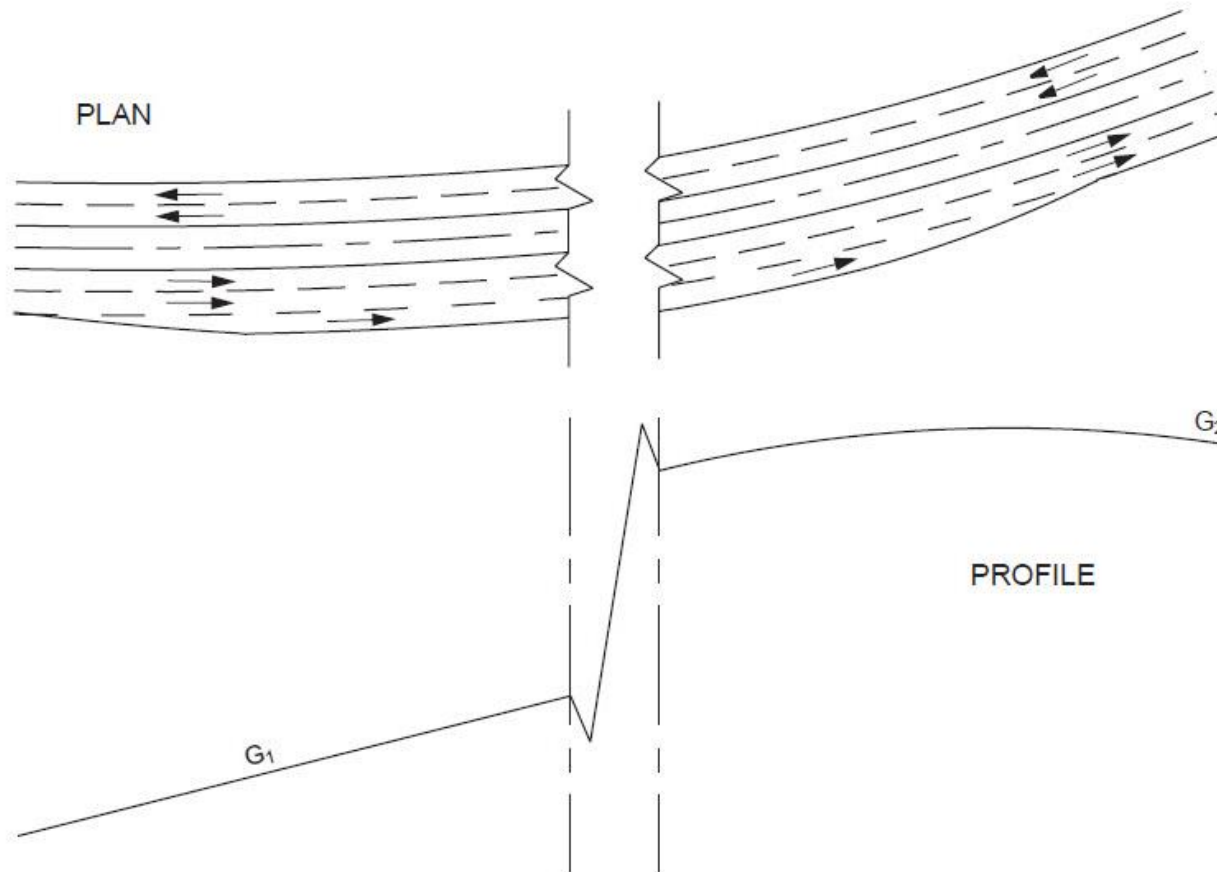


Figure 3-31. Climbing Lane on Freeways and Multilane Highways



افزایش فرصت های سبقت، چرا؟

۱- خط سبقت

۲- پهلوگیرها در شانه

۳- شانه تثبیت شده



ایجاد خطوط سبقت (Passing Lanes)

هدف: بهبود عملکرد ترافیک در قطعات با ظرفیت پایین.

ملاک: کاهش سطح سرویس (به دلایل مختلف از جمله شیب).

سبقت از سمت راست؟

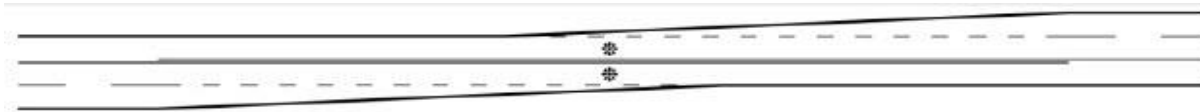
تفاوت خط کمکی سربالایی و خط سبقت؟

طول خط سبقت؟ لچکی؟

Table 3-31. Optimal Passing Lane Lengths for Traffic

Metric	
One-Way Flow Rate (veh/h)	Passing Lane Length (km)
100–200	0.8
201–400	0.8–1.2
401–700	1.2–1.6
701–1200	1.6–3.2





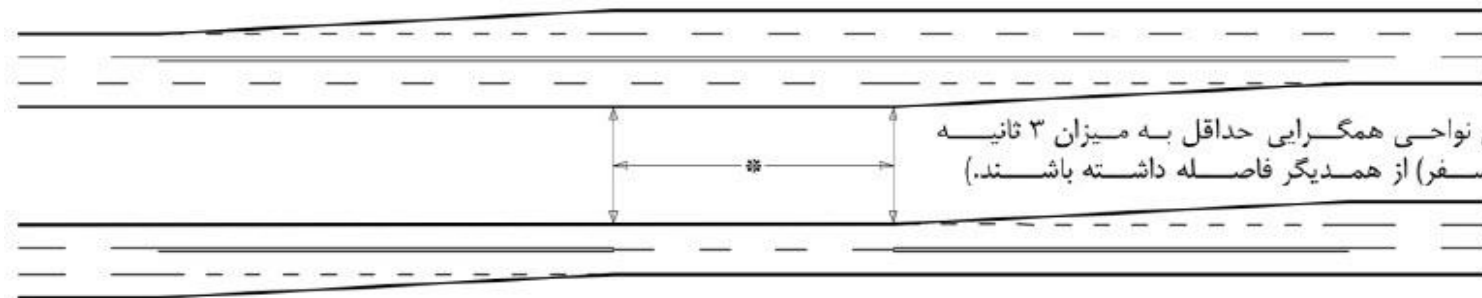
* غیر قابل قبول
(همپوشانی ناحیه همگرایی)



* نامطلوب
(اتمام همگرایی در یک مقطع)

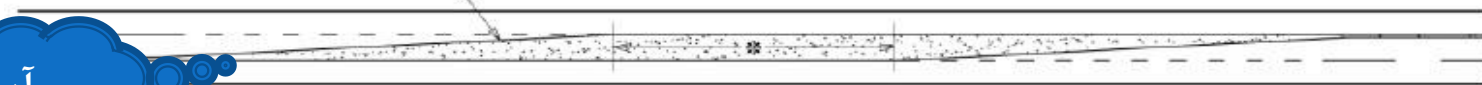


* قابل قبول
(شروع همگرایی از یک مقطع)



* مطلوب
(شروع یا پایان نواحی همگرایی حداقل به میزان ۳ ثانیه
(بر حسب زمان سفر) از همدیگر فاصله داشته باشند.)

میان خط کشی شده برای ناحیه واگرایی



* مطلوب
(عدم همپوشانی شروع واگرایی)

آیین نامه
۴۱۵

جدول ۷-۱ - سطح کیفیت ترافیک سال طرح برای انواع راهها

نوع راه / منطقه	حومه شهر	کوهستانی	تپه ماهور	دشت
راه شریانی (آزادراه و بزرگراه)	۳	۳	۲	۲
راه اصلی درجه یک و دو	۳	۳	۲	۲
راه فرعی درجه یک و دو	۴	۴	۳	۳
راه فرعی درجه سه	۴	۴	۴	۴



پهلوگیرهای رانندگی در شانه (Turnouts)

محوطه های شانه عریض شده و بدون مانع

پهلوگیر، در چه مواقعی؟

طول محدود، چرا؟

طول لچکی ورود یا خروج: بین ۱۵ تا ۳۰ متر.

عرض: حداقل ۳.۶ متر و مطلوب ۵ متر.



پهلوگیرهای رانندگی در شانه (Turnouts)

پهلوگیر مربوط به سربالایی و سرازیری باید شیب طولی کمتر از ۳٪ داشته باشند (شیب طولی پهلوگیر ممکن است کمتر از شیب طولی مسیر باشد) تا ایمنی توقف خودروی سنگین در پهلوگیر افزایش یابد.



پهلوگیرهای رانندگی در شانه (Turnouts)



Table 3-32. Recommended Lengths of Turnouts Including Taper

Metric	
Approach Speed (km/h)	Minimum Length (m) ^a
30	60
40	60
50	65
60	85
70	105
80	135
90	170
100	185

^a Maximum length should be 185 m (600 ft) to avoid use of the turnout as a passing lane.

ایجاد شانه تثبیت شده (Stabilized Shoulder)



رمپ خروجی اضطراری (Emergency Escape Ramps)

ترمز وسایل نقلیه سنگین

ایجاد اصطکاک زیاد

مکانیابی؟

عدم کنترل به کرات

انتهای سرازیری ها (به ویژه قبل از مراکز جمعیتی)





주정차 절대 금지

긴급 제동 시설
Emerg Escape Ramp

긴급 제동 시설

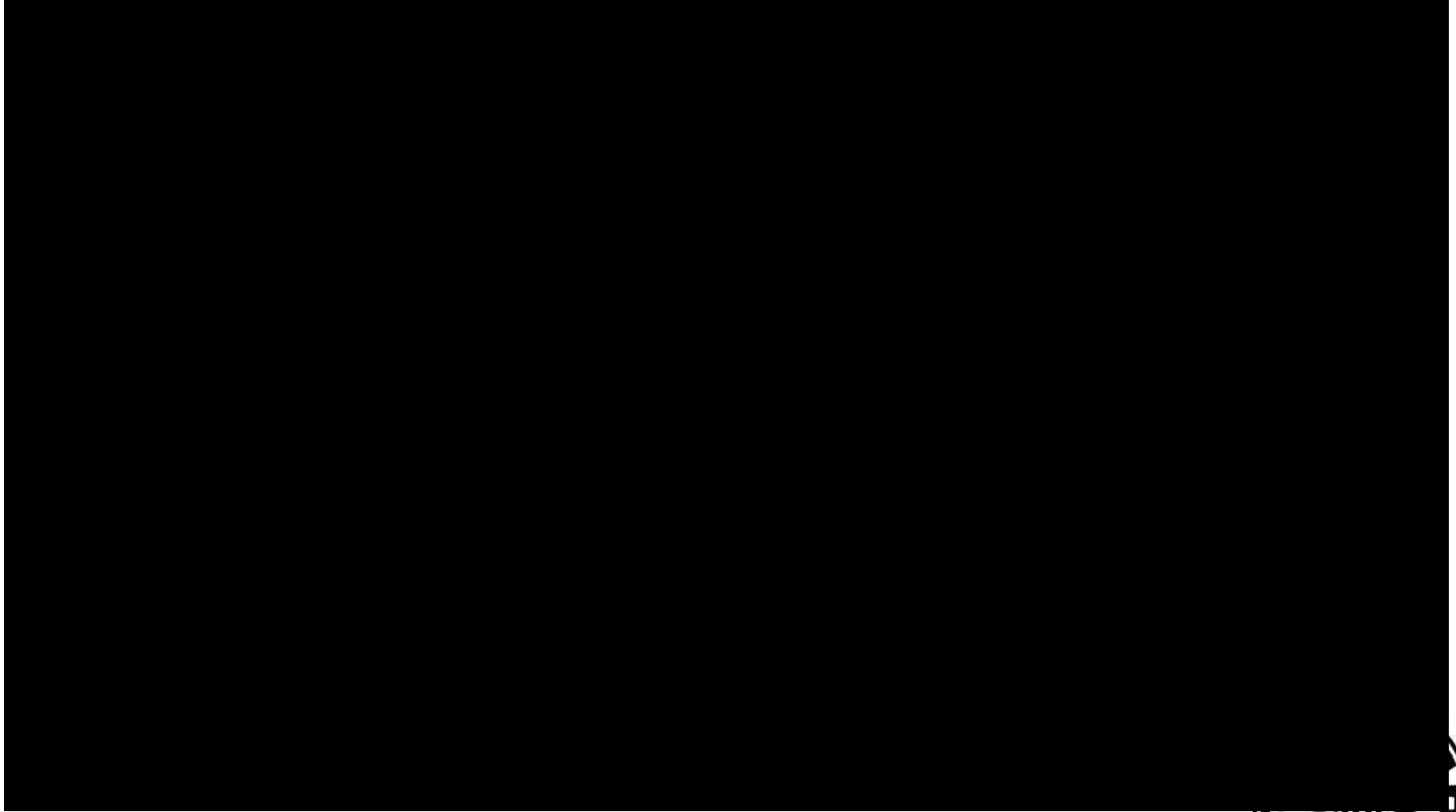


**RUNAWAY
VEHICLES ONLY**

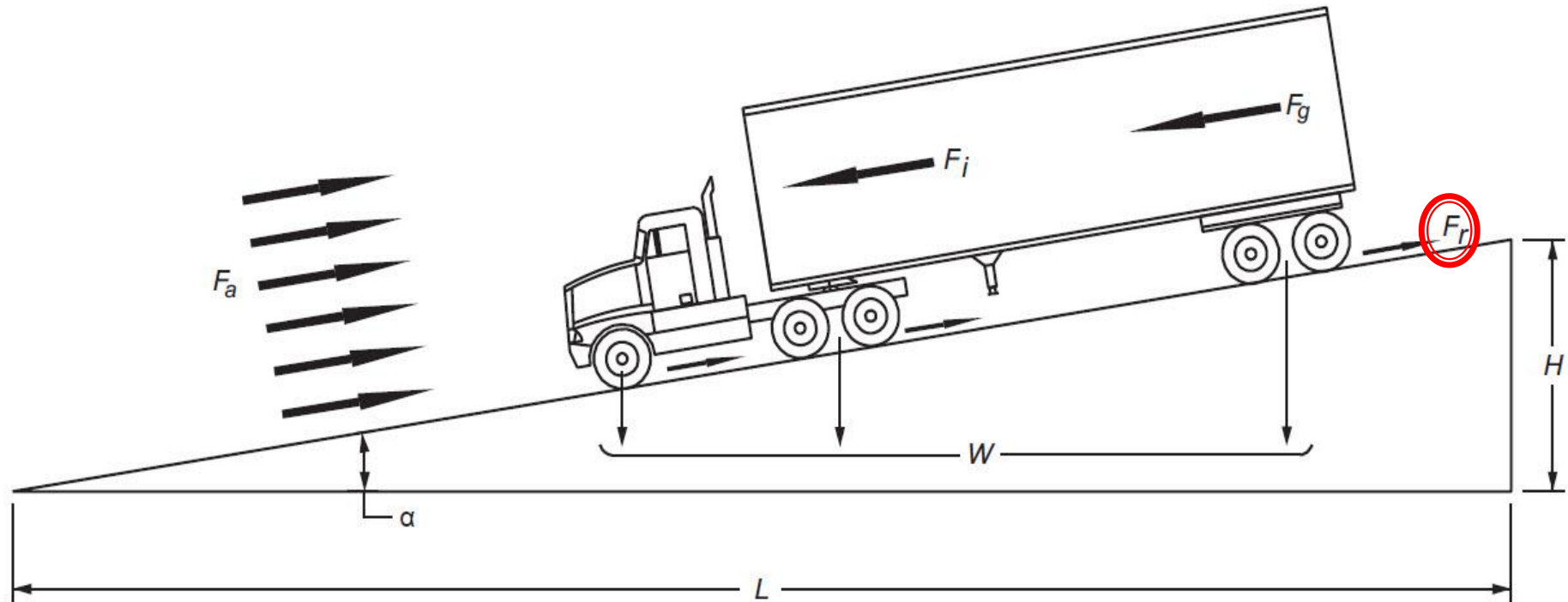
**EMERGENCY
ESCAPE RAMP**







مقاومت غلتش در خروجی اضطراری



F_a = Air resistance
 F_i = Inertial resistance
 F_g = Gradient resistance
 F_r = Rolling resistance

W = Gross vehicle mass [weight]
 H = Height
 L = Length
 α = Slope Angle

Figure 3-38. Forces Acting on a Vehicle in Motion

Table 3-33. Rolling Resistance of Roadway Surfacing Materials

Surfacing Material	Metric	
	Rolling Resistance (kg/1 000 kg GVM)	Equivalent Grade (%) ^a
Portland cement concrete	10	1.0
Asphalt concrete	12	1.2
Gravel, compacted	15	1.5
Earth, sandy, loose	37	3.7
Crushed aggregate, loose	50	5.0
Gravel, loose	100	10.0
Sand	150	15.0
Pea gravel	250	

شن غیرمتراکم

شن نخودی

^a Rolling resistance expressed as equivalent gradient.

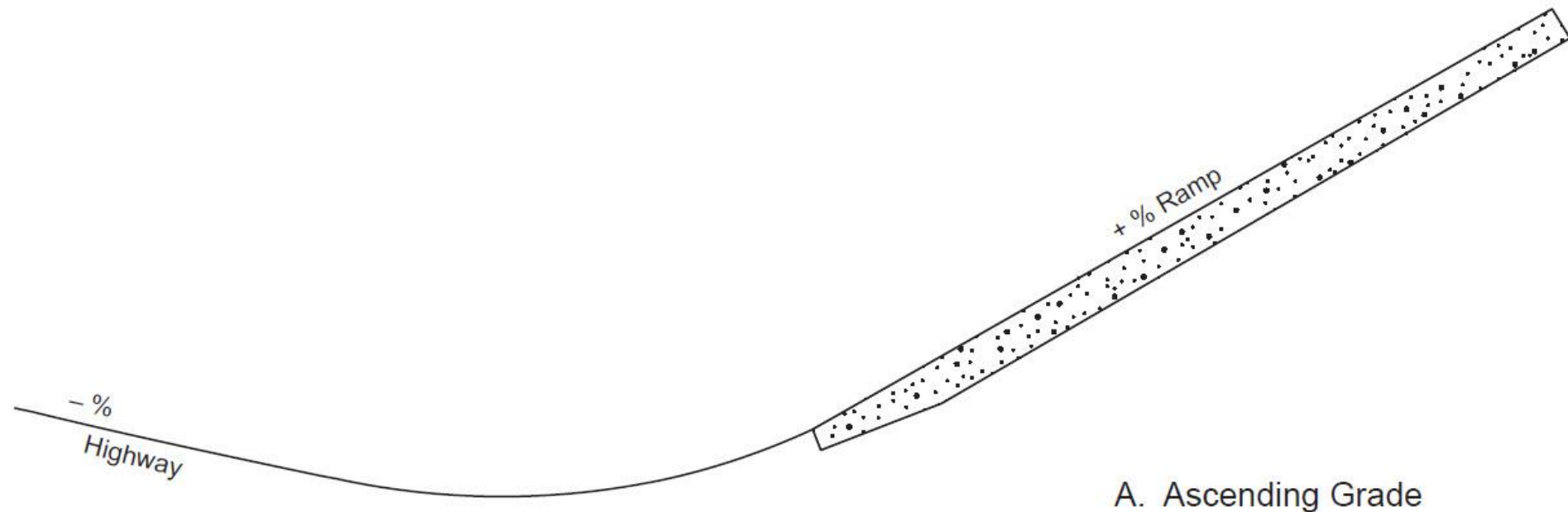
طرح هندسی

انواع رمپ خروجی اضطراری

رمپ ثقلی gravity

رمپ تپه ماسه ای sandpile

بستر توقف arrester bed



طراحی رمپ خروجی اضطراری

- ✓ سرعت طراحی
- ✓ ورود مستقیم یا با انحنای بسیار کم (حداقل دشواری کنترل خودرو).
- ✓ عرض: بین ۳.۶ متر تا ۱۲ متر
- ✓ ضخامت؟
- ✓ مصالح سنگی: گردگوشه، غیرشکسته، هم اندازه و عاری از ریزدانه، چرا؟



طراحی رمپ خروجی اضطراری

$$L = \frac{V^2}{254(R - G)}$$

where:

L = length of arrester bed, m

V = entering velocity, km/h

R = rolling resistance, expressed as equivalent percent gradient divided by 100 (see Table 3-33)

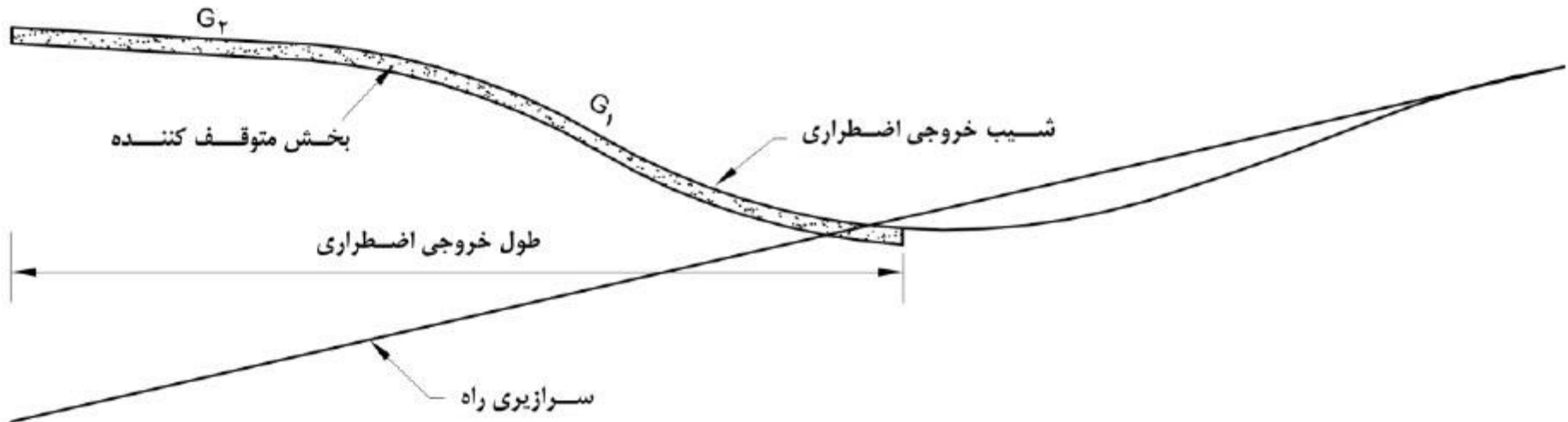
G = percent grade divided by 100

AASHTO
Eq. 3.39



طرح هندسی

طراحی رمپ خروجی اضطراری



شکل ۵-۲۱- نمونه پلان و نیمرخ طولی یک خروجی اضطراری



خط پهلوگیر در سرازیری

توقف وسایل نقلیه سنگین جهت خنک شدن ترمز.

