دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی حمل و نقل

طرح هندسی پیشرفته

فصل سوم: المان های طراحی

قوس افقی، یک بری

مدرس: محمد تمنایی

پاییز ۱۳۹۵

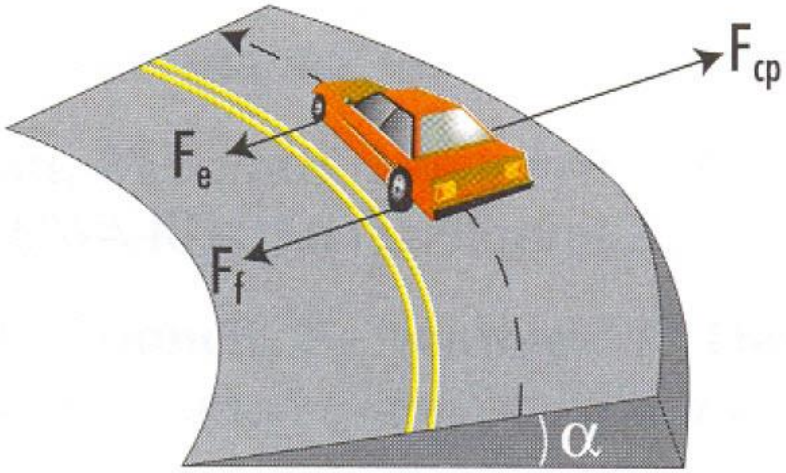
المان های طراحی

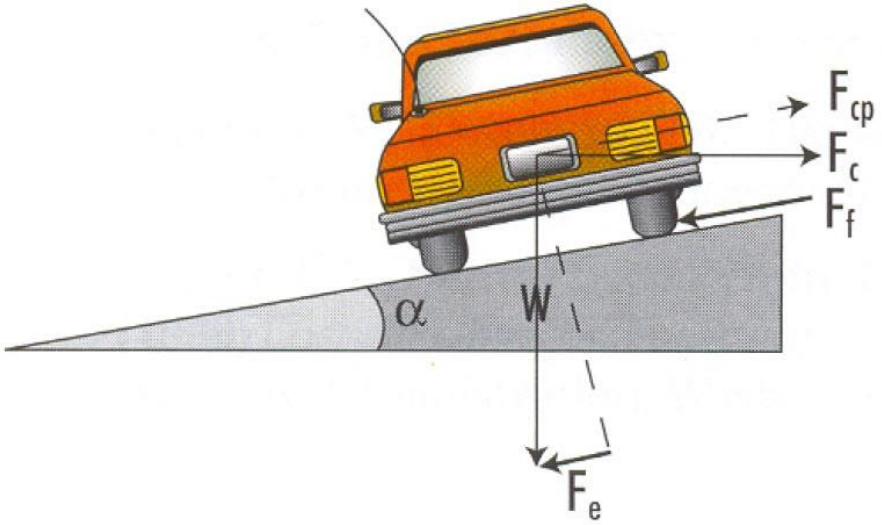
اجزای پلان مسیر:

بخش های مستقیم

قوس ها

محل ارتباط بخشهای مستقیم و قوس ها





$$F_{cp} = Ff + Fe$$

$$\frac{Wv^2}{gR}\cos\alpha = W\cos\alpha\, f + W\sin\alpha$$

$$v^2 = (3.62 \times g)R(f+e) = 127R(f+e)$$

$$R = \frac{v^2}{127(e+f)}$$

محمد تمنایی

المان های طراحی

- ✓ جبران نیروی جانبی گریز از مرکز؟
- ✓ چرا جبران، بطور کامل بر عهده یک بری نباشد؟
- ✓ چرا جبران، بطور کامل بر عهده اصطکاک نباشد؟

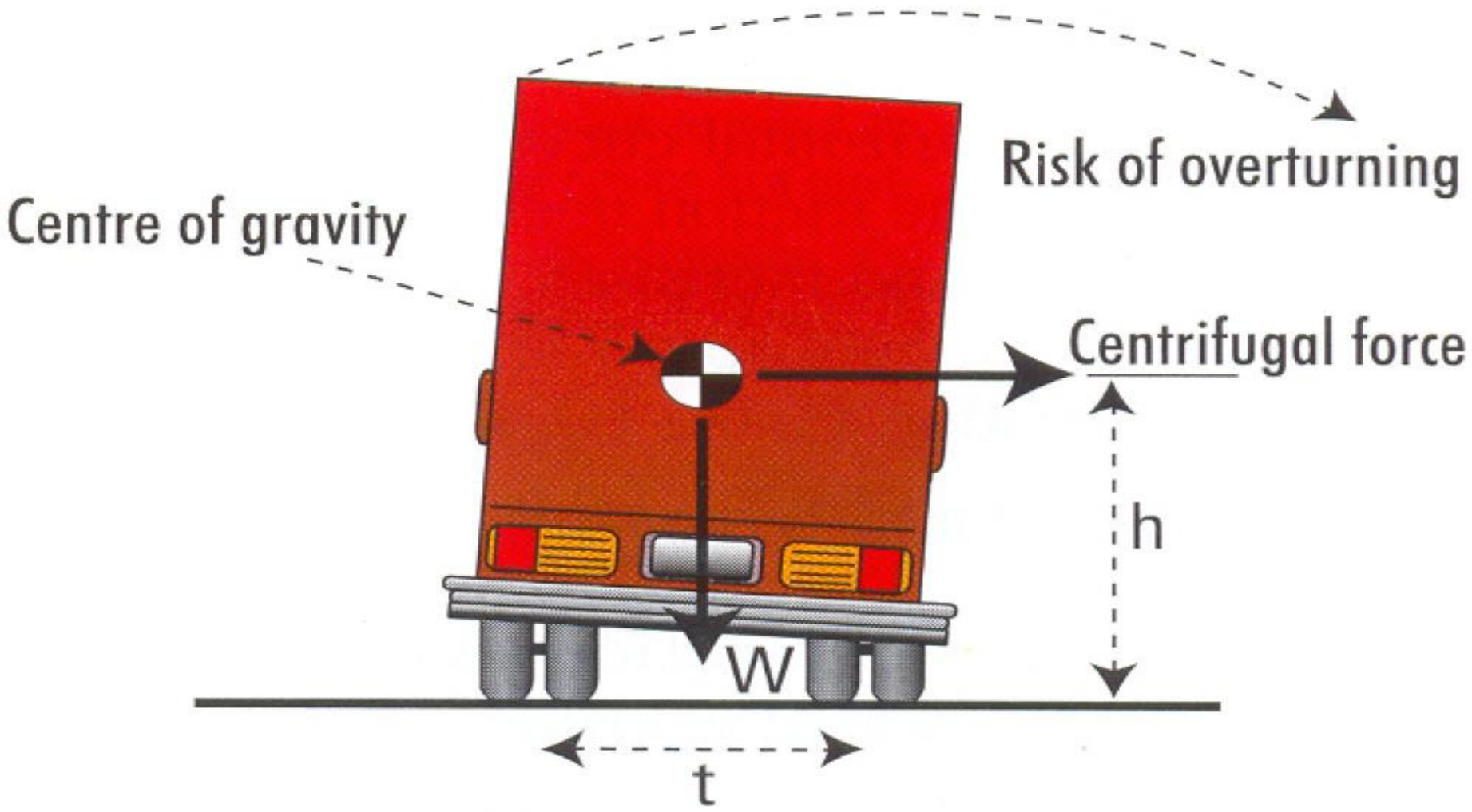
المان های طراحی

یک بری در منطقه یخ بندان

در قوسها امکان واژگونی خودروهای مرتفع (که مرکز ثقل آنها بالاست) وجود دارد.

تمرین: برای حفظ تعادل و عدم واژگونی خودروهای سنگین در قوس (داخل و خارج)، چه روابطی باید بین ابعاد خودرو و ضریب اصطکاک و دور برقرار باشد؟

Figure HA-14 Overturning



قوس افقی

المان های طراحی

عوامل موثر بر حداکثر یک بری e_{max}:

شرایط آب و هوایی

وضعیت پستی و بلندی (دشت، تپه ماهور، کوهستان)

نوع منطقه (شهری یا برونشهری): در سرعت ثابت، در کدامیک یک بری باید بیشتر باشد؟ چرا؟

کثرت وسایل نقلیه سنگین در انتخاب میزان حداکثر یک بری مهم هستند (سرعت و ارتفاع).

در مناطقی که وسایل نقلیه سنگین با درصد بالا وجود دارند، طراح باید به سمت قوسهای باز حرکت نماید (کاهش نیاز به یکبری)

تفاوت شیب عرضی با یک بری؟

در نوسازی و طراحی، بیش از ۸٪ توصیه نمی شود.

در آزادراه ها و بزرگراه ها، ۱۰ درصد

(برونشهری ۸٪ و درونشهری ۶٪)

حداکثر مقدار یک بری در سرعتهای کم

Table 3-19. Limiting Superelevation Rates

Metric	
Design Speed (km/h)	Limiting Superelevation Rate (%)
20	8
30	8
40	10
50	11
60	11
70	12

AASHTO
Table 3.19

روند محاسبه شعاع حداقل و یک بری در مسیریابی:

۱- انتخاب e_{max} بر اساس منطقه

۲-تعیین R_{min} :

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

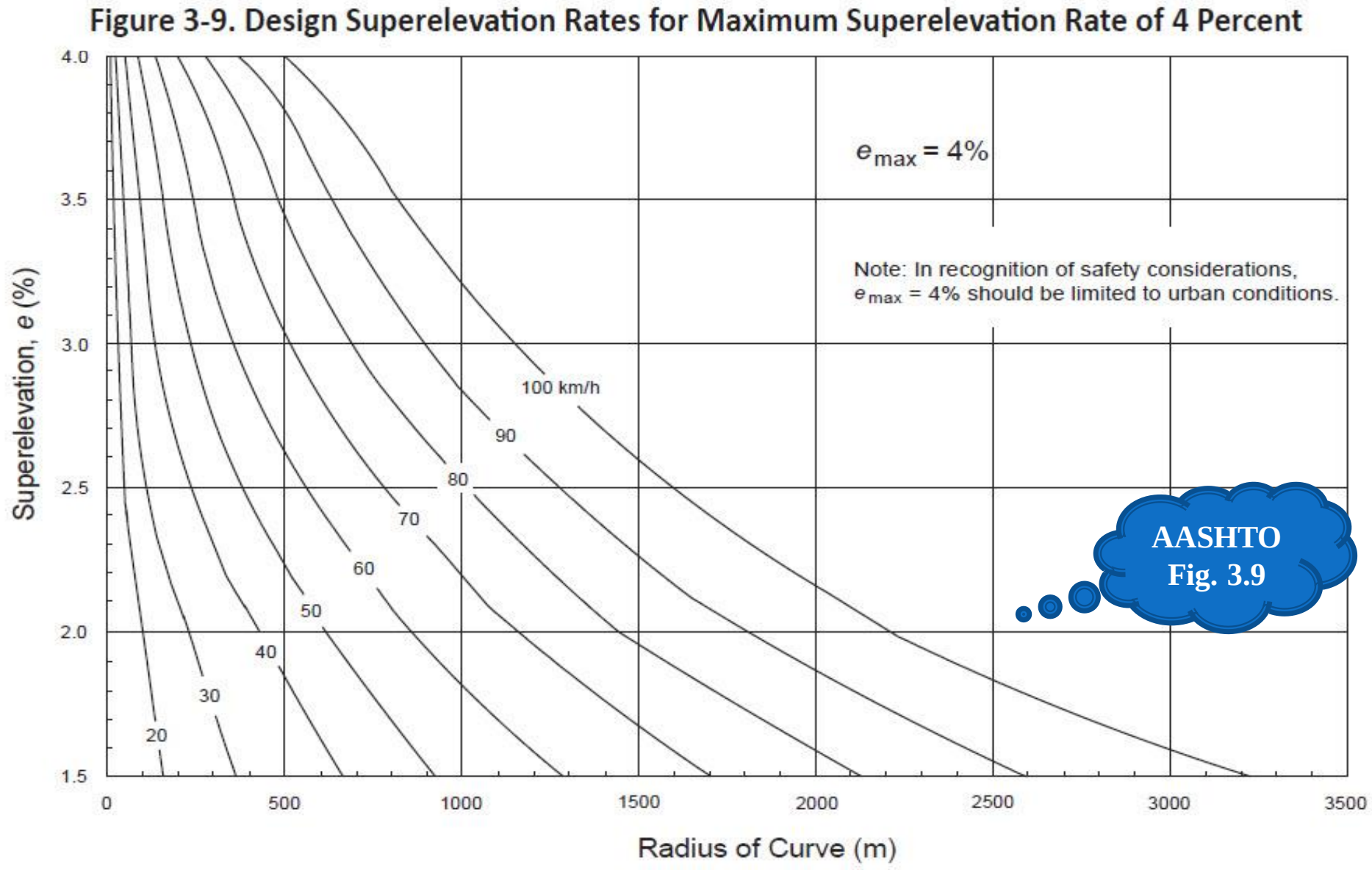
۳-تعیین R_d

۴-تعیین یک بری طرح e_d :

$$e_d = \frac{V^2}{127(R_d)} - f_{\max}$$

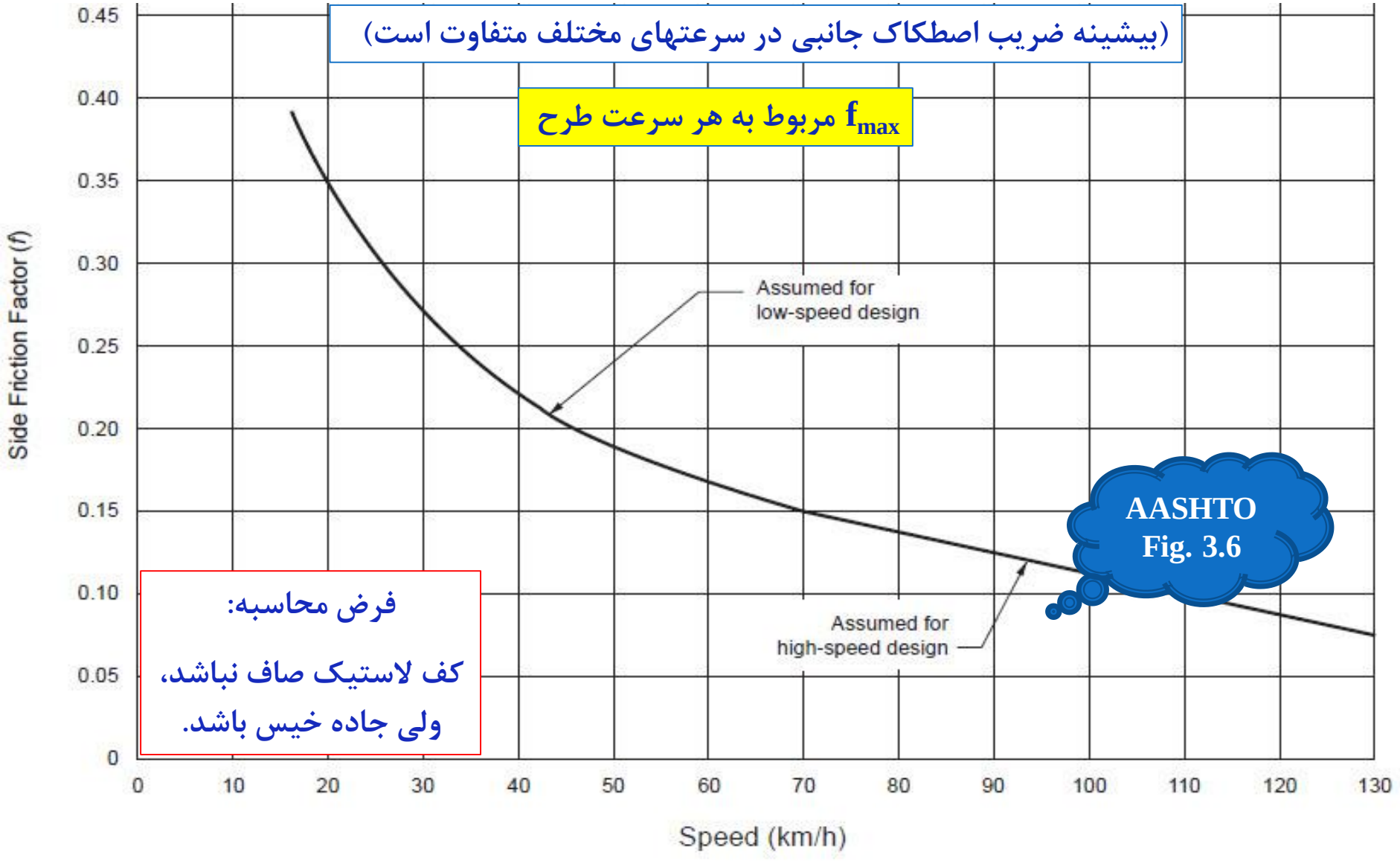
تعیین یکبری طراحی e_d

(به ازای هر یک از دسته های ۵گانه e_{max} نموداری مجزا وجود دارد)

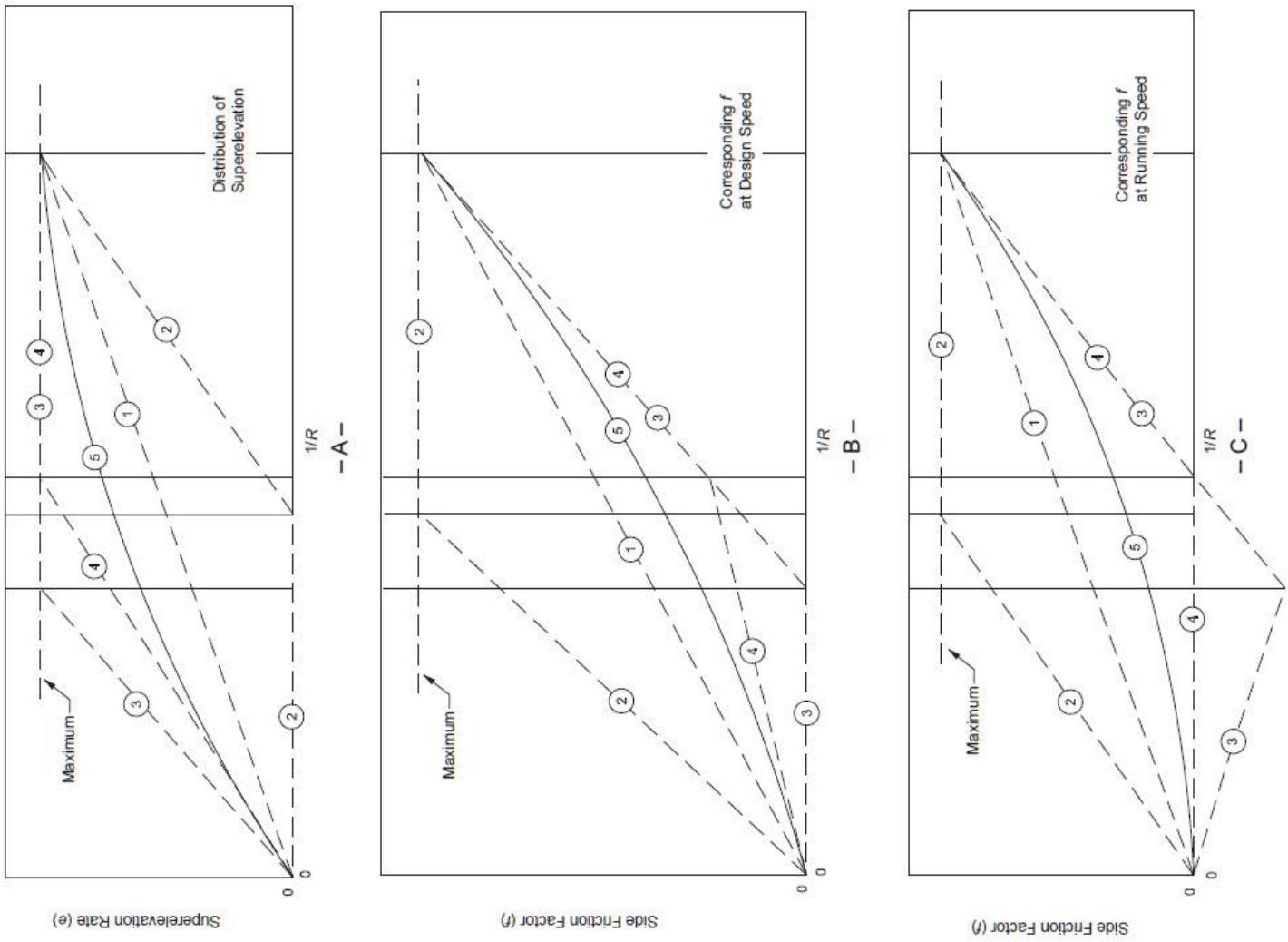


با افزایش سرعت، ضریب اصطکاک جانبی تغییر می کند؟ چگونه؟ چرا؟

تغییرات ضریب اصطکاک جانبی راه f_{max}

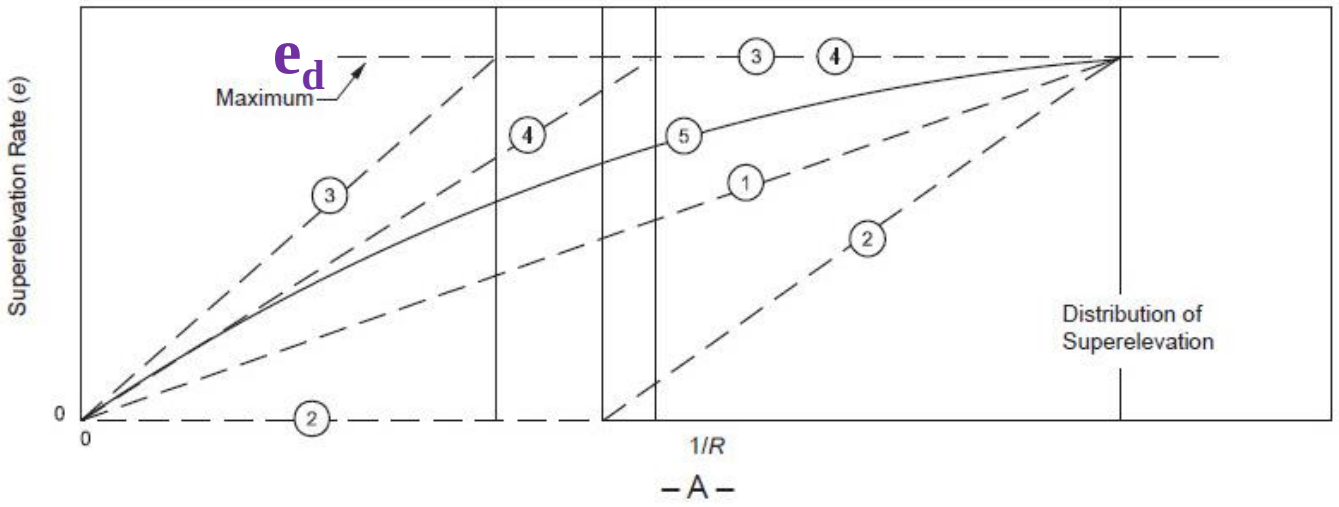


(نمودارهای توزیع یک بری- اصطکاک بطور کامل مربوط به ناحیه Transition و منحنی کلوتوئید هستند نه قوس دایره ای)

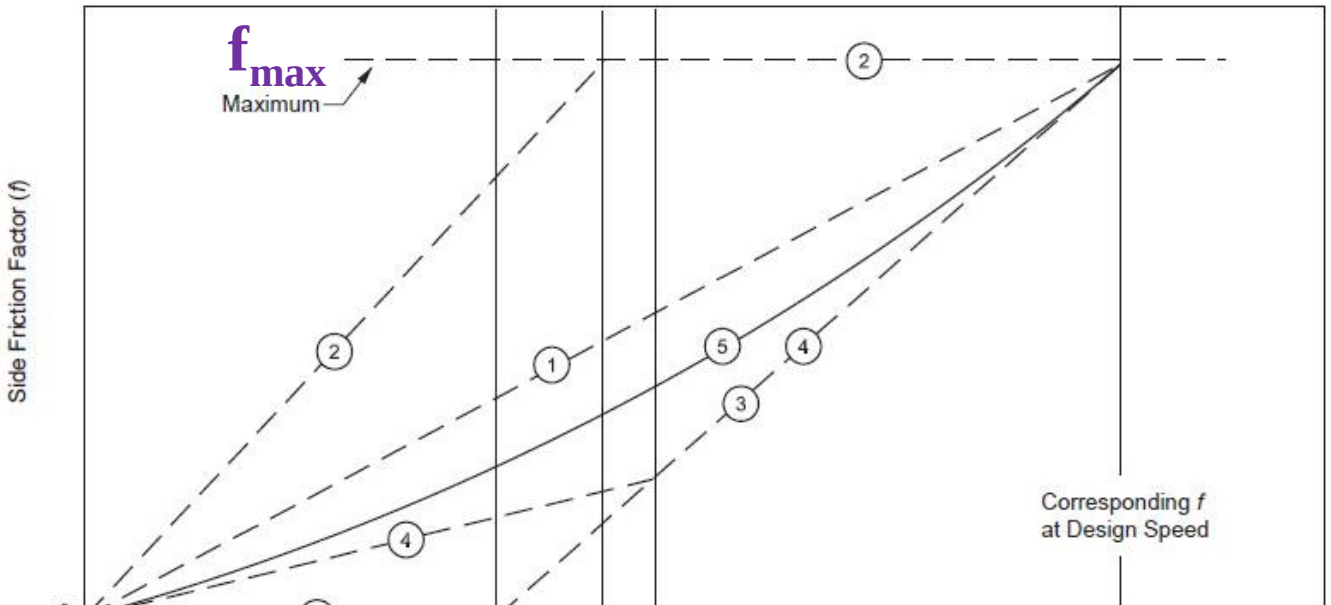


توزیع یک بری و اصطکاک در قوس افقی

روش اول: یک بری و ضریب اصطکاک جانبی، هر دو با نسبت عکس شعاع (1 /R) نسبت مستقیم خطی دارند.



– A –



– B –

Method 1

با کاهش شعاع، یک بری به طور خطی افزایش یابد.

با کاهش شعاع، ضریب اصطکاک جانبی هم به طور خطی افزایش می یابد (عکس العملی)

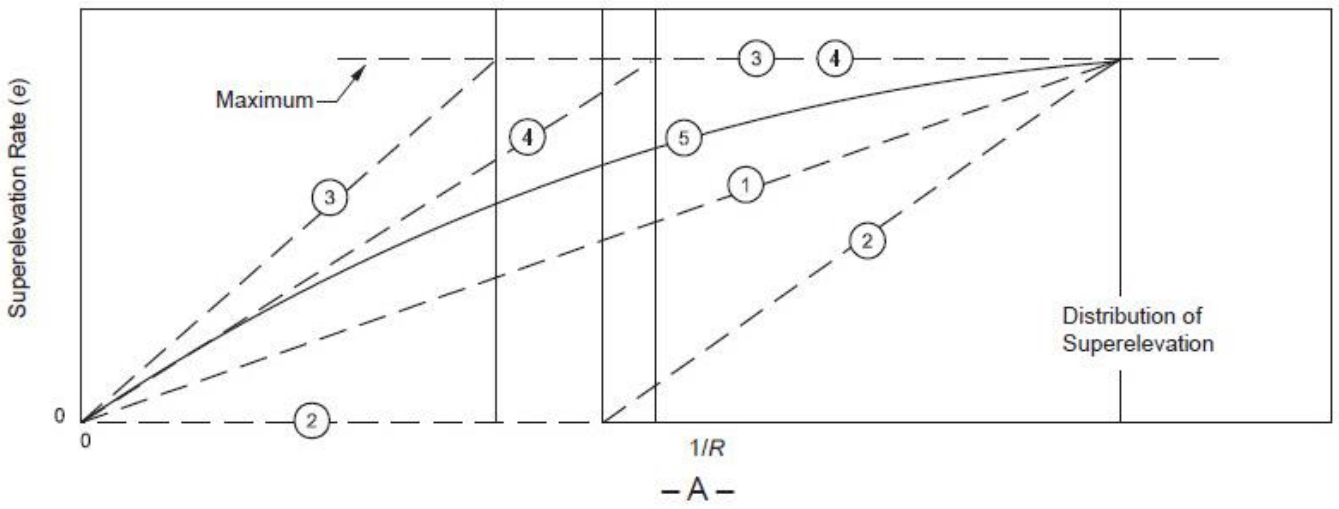
در جبران نیروی گریز از مرکز در طول ناحیه انتقالی، هم یکبری و هم اصطکاک به طور خطی سهیم هستند.

توزیع یک بری و اصطکاک در قوس افقی

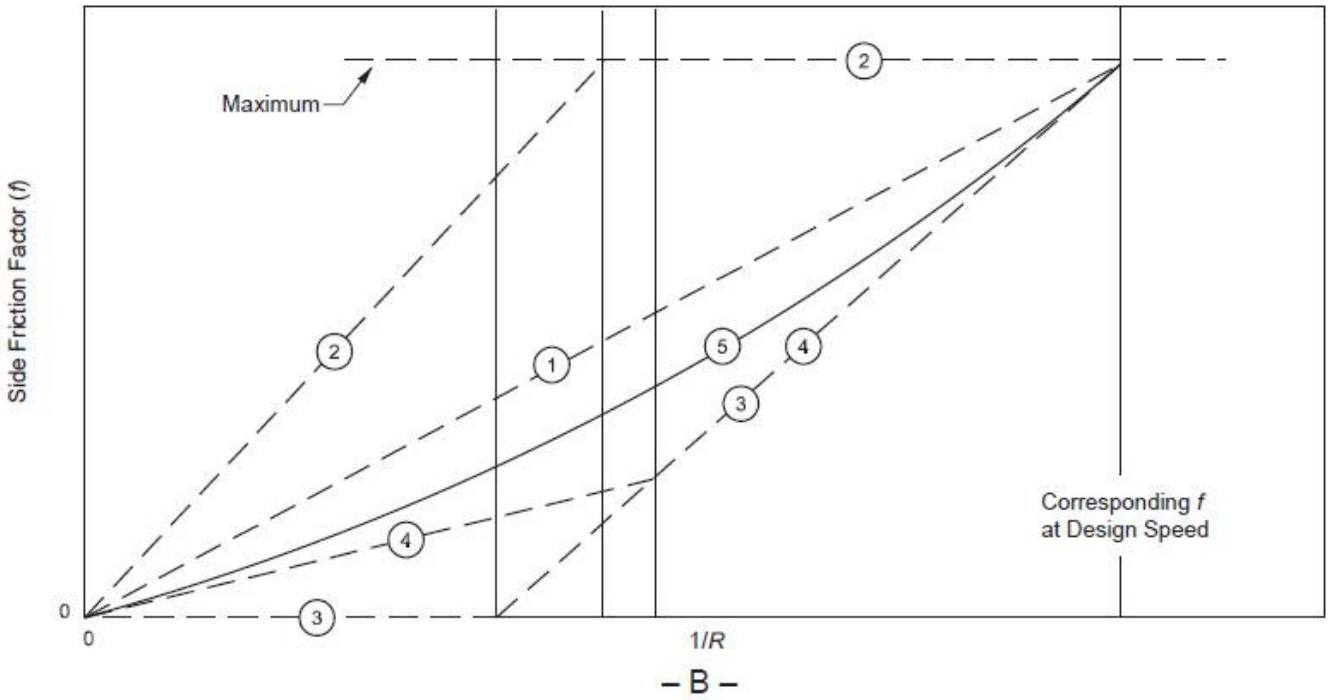
روش دوم: یک بری ابتدایی صفر

Method 2

بخش اول: بدون اعمال یک بری (ادامه شیب عرضی مسیر مستقیم)
بخش دوم: شروع به افزایش یک بری تا مقدار بیشینه



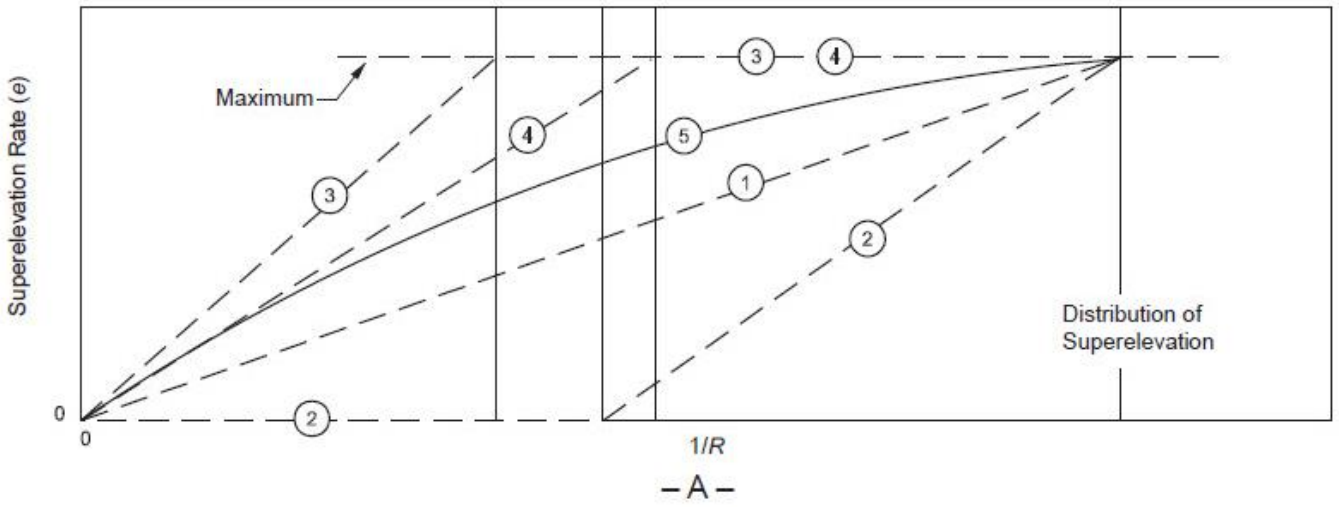
بخش اول: جبران نیروی گریز از مرکز صرفاً با ضریب اصطکاک تا حد بیشینه
بخش دوم: استفاده کامل از ضریب اصطکاک بیشینه

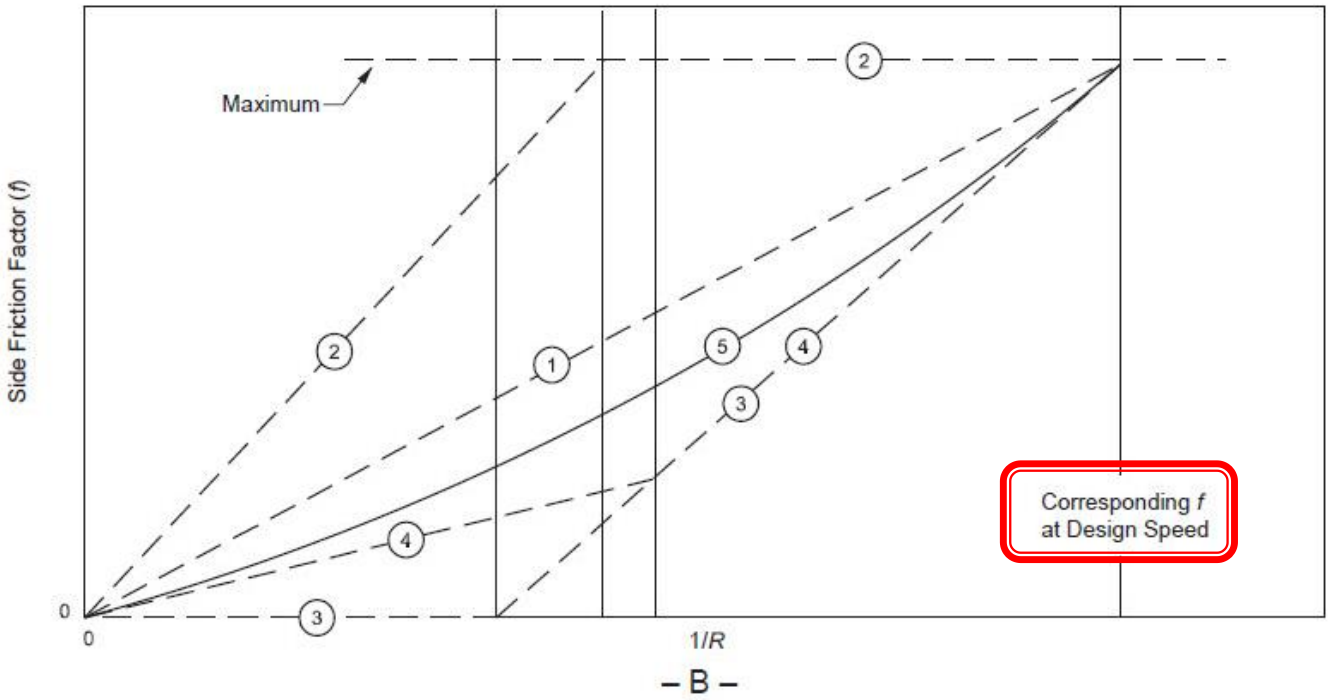


طرح هندسی

توزیع یک بری و اصطکاک در قوس افقی

روش سوم: عدم استفاده از اصطکاک در ابتدا (هنگام رانندگی با سرعت طرح)





Method 3

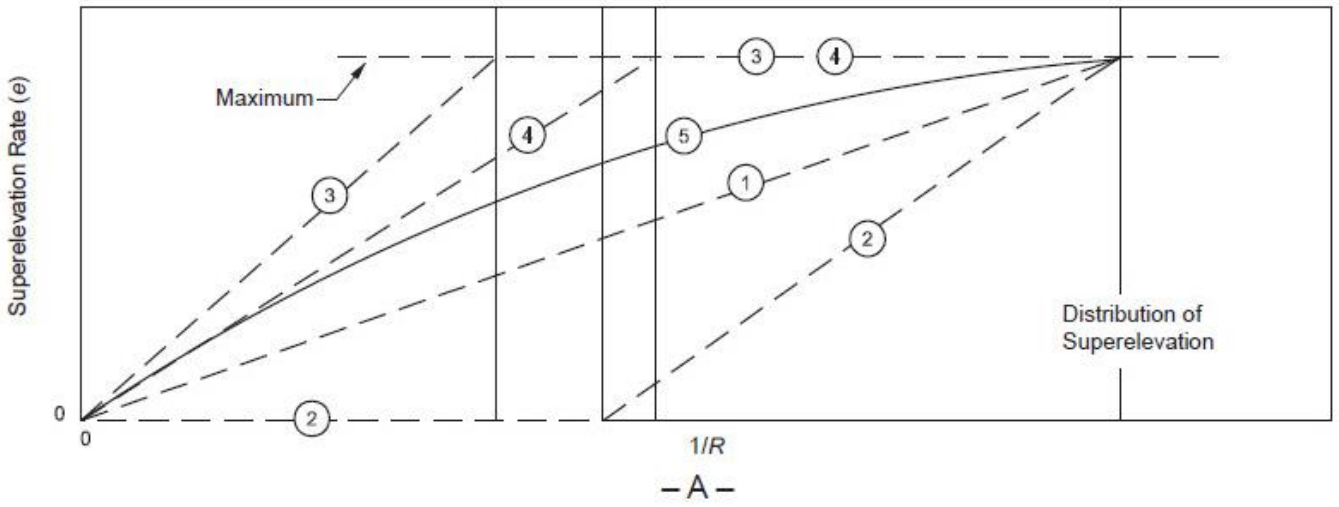
بخش اول: اعمال یک بری تا مقدار بیشینه
بخش دوم: استفاده کامل از یک بری بیشینه

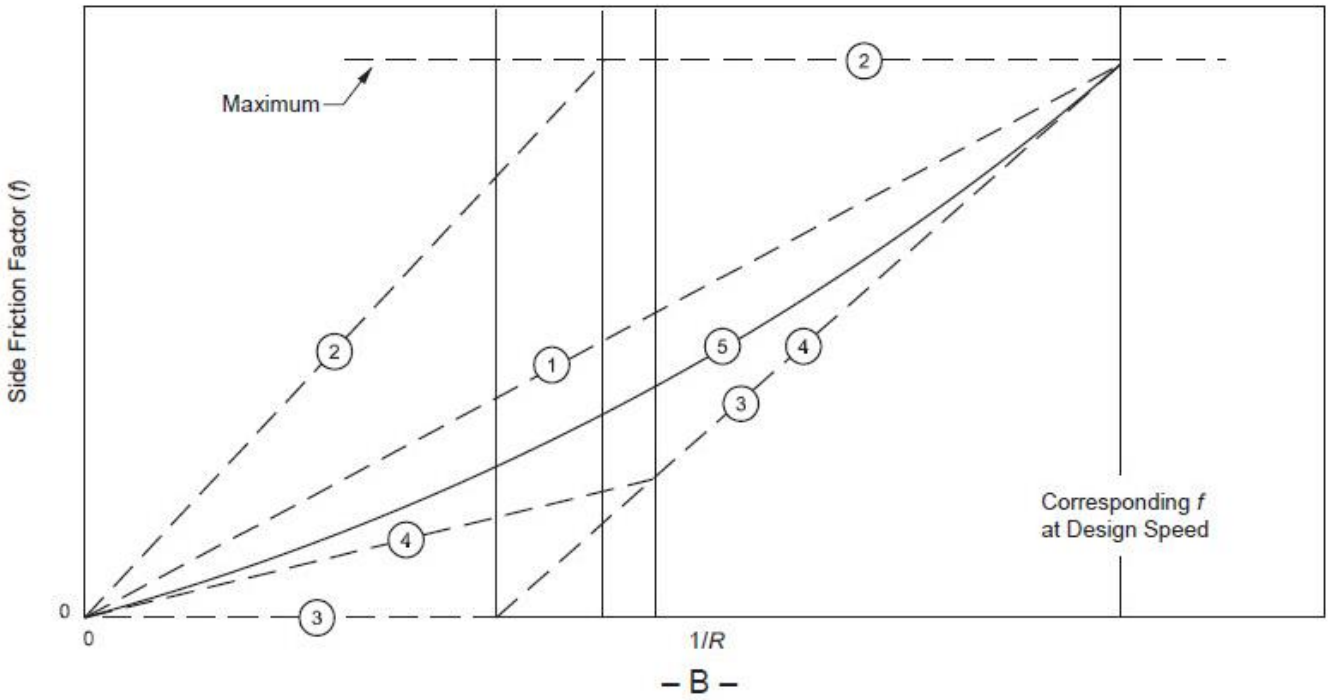
بخش اول: جبران نیروی گریز از مرکز بدون استفاده از اصطکاک جاده
بخش دوم: افزایش استفاده از اصطکاک تا حد بیشینه

روش سوم دقیقاً بر عکس روش دوم است.

توزیع یک بری و اصطکاک در قوس افقی

روش چهارم: عدم استفاده از اصطکاک در ابتدا (هنگام رانندگی با سرعت عملکردی) = استفاده کم از اصطکاک در ابتدا (هنگام رانندگی با سرعت طرح)



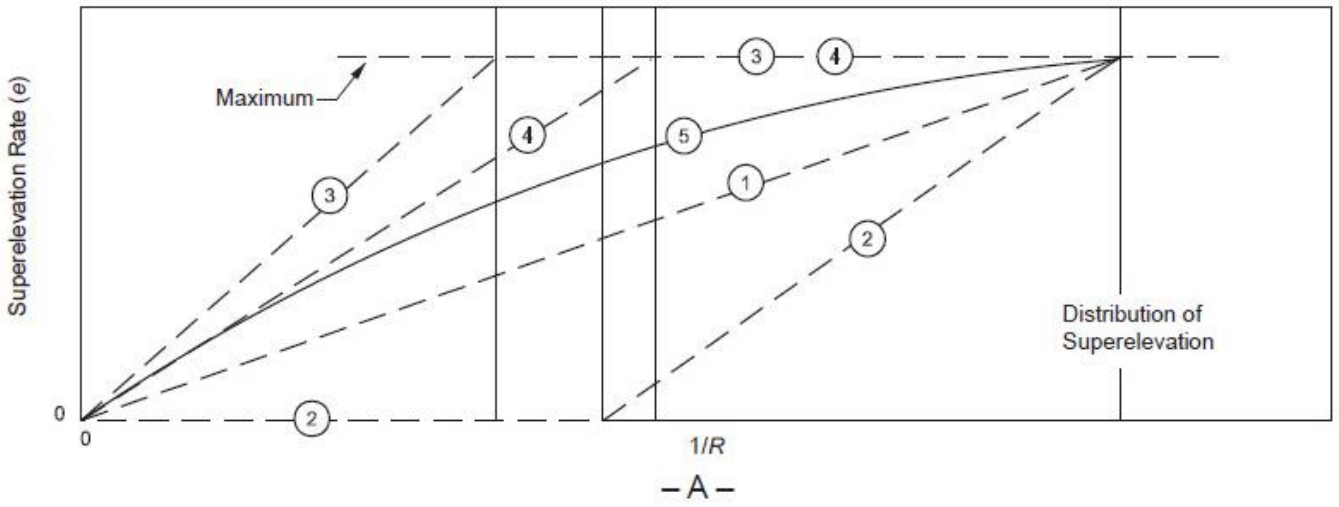


Method 4

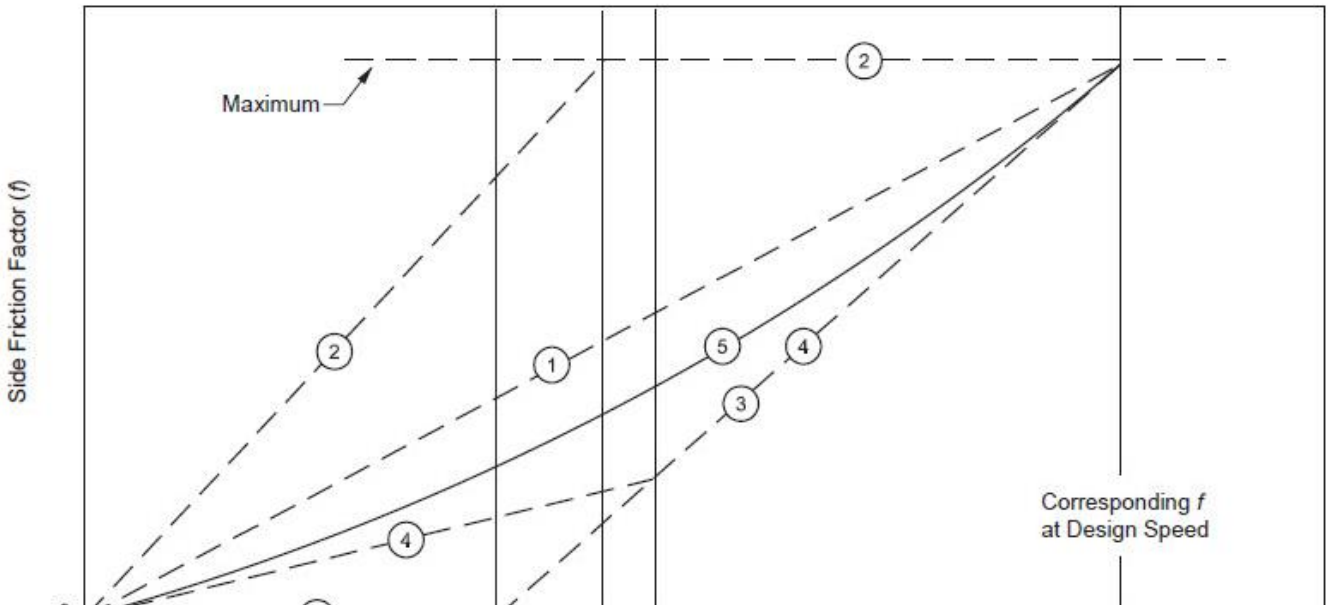
بخش اول: اعمال یک بری تا مقدار بیشینه (در طول بیشتر و با Δ کمتر از روش ۳)
بخش دوم: استفاده کامل از یک بری بیشینه

بخش اول: جبران نیروی گریز از مرکز بدون استفاده از اصطکاک جاده (در صورت سرعت عملکردی)
بخش دوم: افزایش استفاده از اصطکاک تا حد بیشینه

توزیع یک بری و اصطکاک در قوس افقی



– A –



– B –

تنها در نمودار روش ۳: نیروی یک بری برابر با کل نیروی گریز از مرکز (در سرعت طرح) است.
با فرض رانندگی در سرعت طرح، در نمودارهای ۱ و ۲ و ۴ و ۵، نیروی یک بری کمتر از نیروی گریز از مرکز است و از نیروی (عکس العملی) اصطکاک استفاده می شود.