



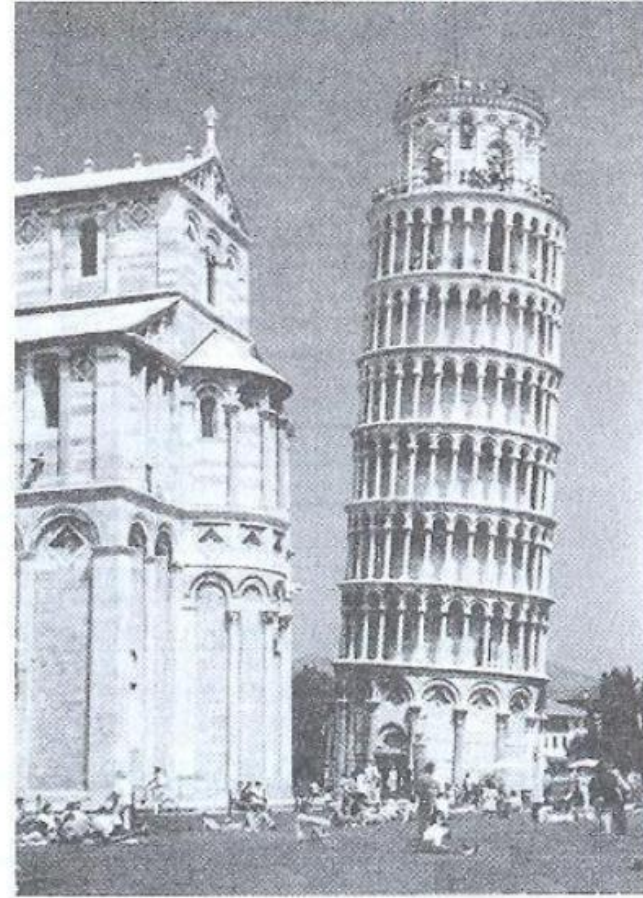
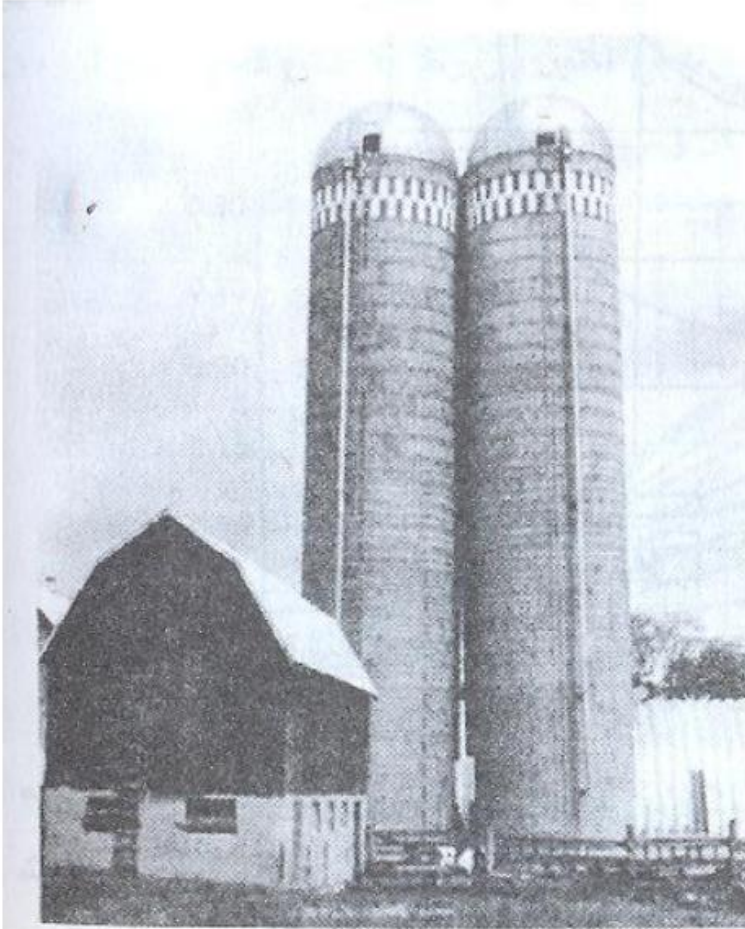
رابطی مقدم

مهندسی پی



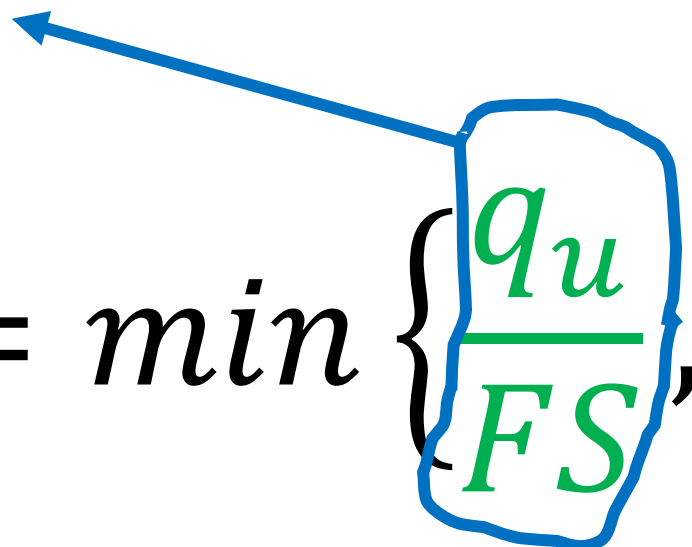
# نشست پی های سطحی

## Settlement of Shallow Foundations



## نشست (Settlement)

فصل سوم

$$q_{max} \leq q_a = \min \left\{ \frac{q_u}{FS}, q_s \right\}$$


## نشست مجاز یکنواخت و غیر یکنواخت شالوده ساختمان ها

محاسبات نشست نقش مهمی در محاسبات شالوده ها ایفا می کنند، نشست زیاد باعث ایجاد صدمه و یا ایجاد اختلال در برنامه بهره برداری سازه می گردد. از جمله می توان موارد زیر را برشمرد:

- (۱) اختلاف ارتفاع در طبقات دو ساختمان جدید و قدیم که به همدیگر مرتبط هستند
- (۲) اختلال در خطوط ارتباطی آب و فاضلاب و شریانهای حیاتی
- (۳) مشکل در دسترسی وسایل نقلیه به طبقه همکف نشست کرده و زهکشی آبهای اطراف به آن
- (۴) وقوع ترک و نشست در دیوارها و اسکلت
- (۵) تحمیل تنشهای اضافی و ثانویه به روسازه
- (۶) عدم کارایی مناسب درها و پنجره ها
- (۷) خسارت به نمای ساختمان

## نشست مجاز یکنواخت و غیر یکنواخت شالوده ساختمان ها

نشست حتی به صورت یکنواخت و به مقدار زیاد ممکن است مسائل عدیده ای را عمدتاً به لحاظ سرویس دهی به همراه داشته باشد. اما معضل در رابطه با نشستها، وقوع **نشست غیر یکنواخت**، یا نشست نسبی بین دو نقطه است که بر اثر عوامل زیر بروز می کند:

الف) تنوع در پروفیل زمین در زیر بنای واحد

ب) تفاوت در بارهای وارده بر قسمتهای مختلف مجموعه پی

ج) غالب بودن معیار توان باربری بر معیار نشست در طراحی برخی پی ها

د) تنوع در استفاده از انواع فونداسیون برای یک سازه اعم از عمیق، نیمه عمیق و یا سطحی

ه) تفاوت در صلبیت روسازه در بخشهای مختلف

و) ساخت و ساز و کاربری ها در آتی

# مهندسی پی: نشست پی های سطحی



ترکهای ناشی از نشست ساختمان در  
اثر گودبرداری در ساختمان همسایه



## مقادیر نشست مجاز در مبحث ۷

۱-۴-۴-۷ مقادیر مجاز اولیه برای نشست یکنواخت و غیر یکنواخت در جدول ۲-۴-۷ و مقادیر مجاز اولیه برای چرخش در جدول ۳-۴-۷ ارائه شده است.

جدول ۲-۴-۷ مقادیر اولیه نشست مجاز تحت بار گذاری استاتیکی

نشست مجاز (میلی متر)		نوع پی	خاک
یکنواخت	غیر یکنواخت		
۲۵	۲۰	منفرد و نواری	ماسه
۵۰	۲۰	شبکه ای و گسترده	
۶۵	۲۵	منفرد و نواری	رس
۶۵-۱۰۰	۲۵	شبکه ای و گسترده	

## نشست (Settlement)

$$S_t = S_e + S_c + S_s$$

Total

Elastic

Consolidation

Secondary



## نشست (Settlement)

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E_s} (1 - \mu_s^2) \cdot I_1$$

$$S_e = \frac{qB'}{E_s} (1 - \mu^2) \cdot m \cdot I_s \cdot I_F$$

## نشست (Settlement)

$$S = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p_{ave}}{p_0} \right)$$

رس عادی تحکیم یافته

$$\begin{cases} \text{if } P_o + \Delta P \leq P_c & \Rightarrow S = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p_{ave}}{p_0} \right) \\ \text{if } P_o + \Delta P > P_c & \Rightarrow S = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \frac{P_c}{P_0} + \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_o + \Delta p_{ave}}{P_c} \right) \end{cases}$$

رس پیش تحکیم یافته

## نشست (Settlement)

**نشست** سازه ها بر اثر **تغییر شکل و جابجایی زمین، تغییر حجم خاک بستر** و یا زیرسازه تحت تنش های حاصل از بارگذاری و باربرداری بوقوع می پیوندد. تغییر شکل تحت تنش موثر ثابت، **خزش** نامیده می شود در حالی که تغییر شکل تحت افزایش تنش را جابجایی و یا فشردگی می نامند. مجموعه تغییر شکل های فوق در نتیجه **تغییر حجم الاستیکی و پلاستیکی دانه ها، تغییر حجم توده خاک در نتیجه خروج آب و هوا از منافذ و جابجایی کلی برشی ذرات و یا توده خاک** رخ می دهد.

$$S_t = S_e + S_c + S_s$$

$$\Delta H = \Delta H_i + \Delta H_c + \Delta H_s$$



## نشست (Settlement)

عمدتاً در طراحی پی های سطحی، نشست عامل کنترل کننده در تعیین قابلیت باربری مجاز است. مضافاً اینکه در تعیین ظرفیت باربری مجاز، عوامل هندسه پی، مقاومت و سختی خاک زیر پی و ملاحظات سرویس پذیری روسازه به دلیل تحمل تغییرشکل ها مطرح بوده است.

ظرفیت باربری و نشست زیر پی در اندرکنش بوده و نمی توان به صورت مجزا به آن ها پرداخت.

## نشست (Settlement)

خاک ها در **محدوده کوچکی از تغییر شکل ها** به صورت **الاستیک** عمل می کنند و در مجموع خاک مصالحی همگن و ایزوتروپ نبوده و عواملی چون **تاریخچه تنش**، **وجود آب و هوا در خاک**، تاثیرگذاری بارهای دینامیکی در رفتار دانه های تشکیل دهنده خاک، پیچیدگی در تعریف مناسب و دقیق شرایط مرزی باعث می شود که **نتوان** همانند دیگر مصالح سازه ای تغییرشکل ها و جابجایی های خاک را **به سهولت** و با روابط ساده، تعیین و محاسبه نمود.

تعیین خصوصیات الاستیکی خاک یعنی مدول الاستیسیته و ضریب پواسون ( $E, \nu$ ) نیز با مشکلات و ابهاماتی همراه است.

## نشست (Settlement)

نشست پی در **خاک های ریزدانه** با دقت کمتری نسبت به ظرفیت باربری آن ها به دست می آید زیرا **تخمین نشست در آن ها به عوامل متعددی وابسته است** که توجیه رفتار آن ها نیازمند به قضاوت مناسب مهندسی است. از مهمترین عوامل در این مورد، شرایط مرزی و **درجه اشباع و تخمین میزان فشار پیش تحکیمی** بوده که مربوط به حداکثر فشاری است که تا به حال به خاک وارد شده است. در مجموع بنا به دلایل عنوان شده، مقدار نشست حاصل در محاسبات ممکن است تا ۱۰۰٪ توأم با خطا باشد.



## نشست (Settlement)

نشست سازه مستقر بر **خاک های درشت دانه** عموماً با **فرمول های تجربی** به دست می آید. نشست ها در این خاک ها اغلب **به سرعت** و **در حین ساخت (نشست آنی)** پس از اعمال حداکثر بار اتفاق می افتد.

نشست های **دراز مدت** در مورد این خاکها قابل **صرف نظر کردن** هستند.

## نشست (Settlement)

برای **خاک های ریزدانه** اعم از لای و رس نزدیک به اشباع و یا اشباع، **ضریب نفوذپذیری کم** می باشد. وقوع نشست در آن ها به علت **کندی** محو اضافه فشار آب منفذی مربوط به بارگذاری و متعاقب آن کاهش تخلخل نیازمند زمان نسبتاً طولانی بوده و در نتیجه پیش بینی مقدار نشست و زمان لازم در محاسبات، از اهمیت زیادی برخوردار است.

## عوامل موثر در بروز نشست

۱- بارگذاری و فشردگی خاک بر اثر تنش های فشاری که نسبتاً سریع و به صورت

مجموع تغییر شکل های الاستیکی (ارتجاعی) و پلاستیکی (خمیری) می باشد.

۲- بارگذاری و جابجایی ذرات خاک بر اثر اعمال نیروهای برشی، که مثلاً در ماسه های

سست موجب کاهش حجم و در ماسه های متراکم موجب افزایش حجم (اتساع) می گردد.



## عوامل موثر در بروز نشست

۳- **تحکیم خاک یا تحکیم اولیه**، بر اثر **اعمال بار** و متعاقب **افزایش فشار آب منفذی** در ساختمان خاک اشباع به مرور بخشی از آب داخل منافذ خاک در نتیجه اختلاف فشار، **زهکشی** و خارج شده، نتیجتاً ذرات خاک جابجا شده تا بخشی از تخلخل به جا مانده از خروج آب را پر نماید.

برای خاک های ریزدانه با نفوذپذیری پایین مثل رس ها، پدیده تحکیم کند و ممکن است سالها و حتی تا پایان عمر مفید سازه به طول انجامد (برای مثال، برج پیزا در ایتالیا: بعد از ۷۰۰ سال ادامه دارد).

## عوامل موثر در بروز نشست

۴- **خزش یا تحکیم ثانویه:** پس از اتمام پدیده تحکیم اولیه ممکن است **تغییرات حجمی در خاک** تحت اثر **تنش موثر ثابت** ادامه یافته که اصطلاحاً تحکیم ثانویه و یا خزش نامیده می شود. وقوع آن را به **خروج آب از منافذ میکروسکوپی** و یا **تغییر شکل لزجی** نسبت داد.

میزان خزش در **خاک های پیش تحکیم یافته** عموماً **ناچیز** بوده، در حالی که برای خاک های **عادی تحکیم** می تواند **جدی** باشد. به علاوه مقدار این تغییر شکل برای **خاک های آلی** و یا خاک ها با قابلیت فشردگی زیاد در مقایسه با نشست تحکیمی اولیه، **قابل توجه** است.

## نشست کل

نشست فونداسیون می تواند سه مؤلفه داشته باشد:

الف) نشست الاستیک یا آنی،  $S_e$  یا  $S_i$

ب) نشست تحکیمی اولیه،  $S_c$

ج) نشست تحکیمی ثانویه،  $S_s$

بنابراین نشست کل  $S_t$  برابر خواهد بود با:

$$S_t = S_e + S_c + S_s$$

در هر فونداسیون، تعدادی از این مؤلفه ها می تواند صفر و یا قابل چشم پوشی باشد.



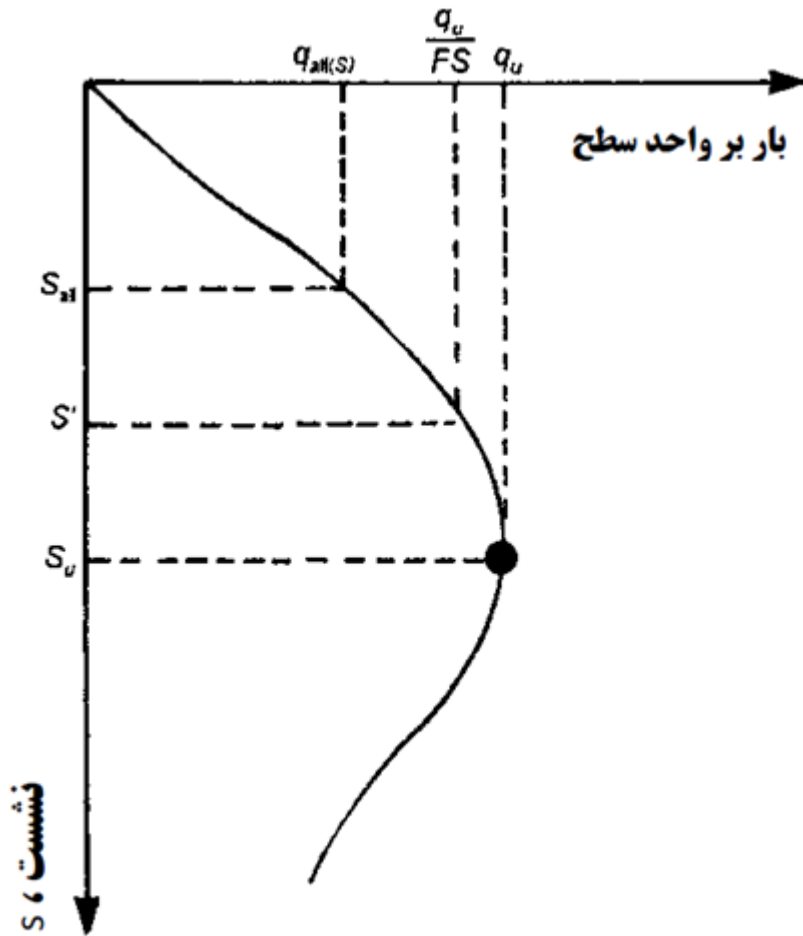
## نشست و ظرفیت باربری مجاز

در فصول قبل، نظریه های متعددی در رابطه با ظرفیت باربری نهایی فونداسیون های سطحی ارائه نمودیم. در طراحی هر فونداسیونی، گسیختگی ظرفیت باربری به همراه نشست باید مد نظر قرار گیرد. لیکن در طراحی اکثر فونداسیون ها رواداری هایی برای میزان نشست های مجاز وجود دارد.

عمدتاً:

برای فونداسیون های کوچک:  $S_{all} > S'$

برای فونداسیون های بزرگ:  $S_{all} < S'$



منحنی بار - نشست فونداسیون سطحی

## توزیع تنش در خاک در اثر اعمال بار فونداسیون

تمام انواع نشست ها توابعی از اضافه تنش اعمالی در روی خاک توسط فونداسیون می باشند. بنابراین آشنایی با روابط محاسبه توزیع تنش در خاک در اثر اعمال بار فونداسیون دارای اهمیت خاصی است.

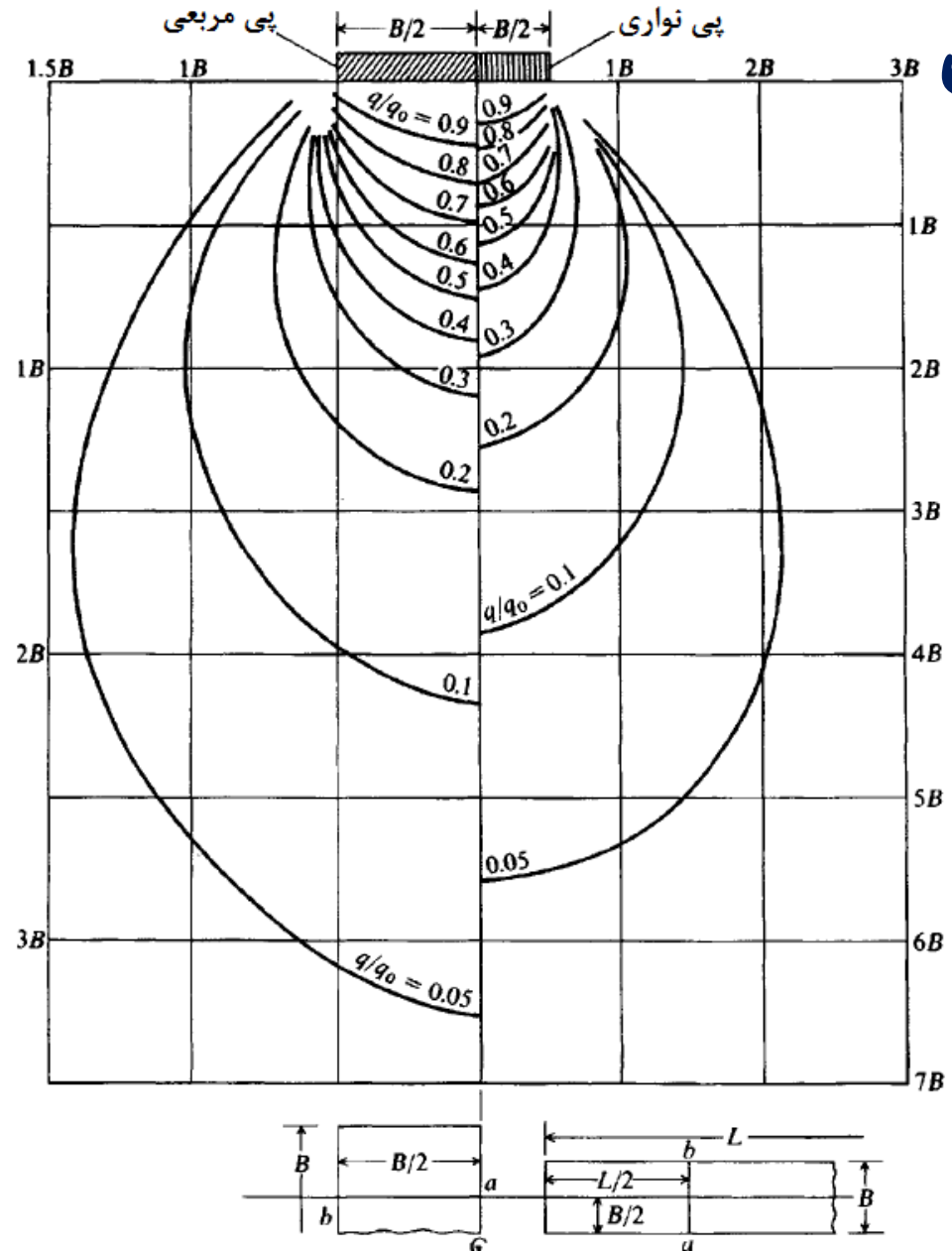
روابط متعددی برای یافتن وضعیت تنش ها در عمق بر اثر بارگذاری ارائه شده که معادلات **بوزینسک** و **وسترگارد** عمومیت بیشتری داشته که در کتب مکانیک خاک و یا سایر منابع ژئوتکنیک تشریح شده اند.

## توزیع تنش در خاک در اثر اعمال بار فونداسیون

نقاط هم تنش در عمق و در زیر پی های مربعی و نواری بر اساس روابط بوزینسک

با مشاهده حباب های هم تنش، این نکته مهم را می توان یافت که برای پی های مربعی در عمق حدود  $2B$  تا  $3B$  و فاصله افقی  $B$  از مرکز پی، مقدار تنش به ۱۰ درصد آن در کف پی رسیده که تنش های کمتر از آن در محاسبات نشست قابل صرف نظر کردن است.

مقادیر عمق و شعاع تاثیر مربوط به تنش قائم کمتر از ۱۰ درصد برای پی های نواری برابر با  $4B$  و  $1.5B$  از وسط پی است.



## توزیع تنش در خاک در اثر اعمال بار فونداسیون

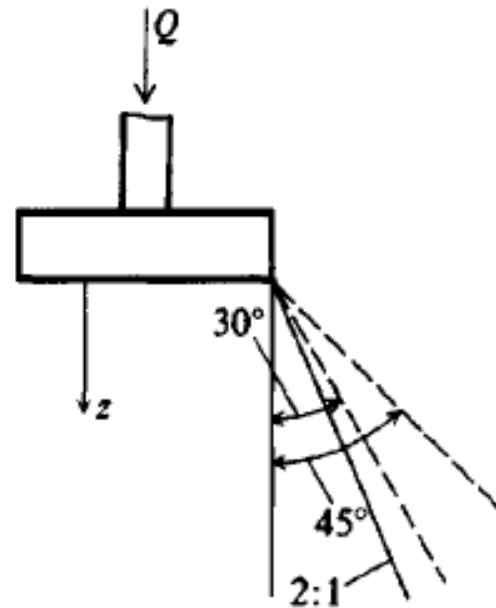
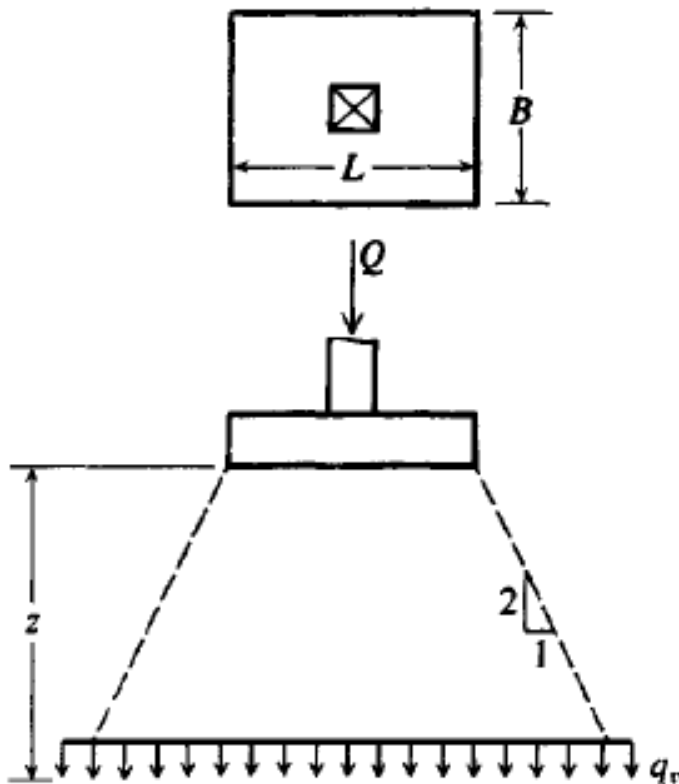
در محاسبات معمول و طراحی های اولیه می توان از روش تقریبی ۲ به ۱ توزیع تنش در عمق را در نظر گرفت که برای بارگذاری روی پی به ابعاد  $B.L$  در عمق  $z$  تنش ها در سطحی برابر  $(B+z) \times (L+z)$  توزیع شده و خواهیم داشت:

$$\Delta\sigma_z = \frac{P}{A} = \frac{q_o \times B \times L}{(B + z) \times (L + z)}$$

این رابطه از نتایج قابل قبولی برای  $z > B$  برخوردار است.

## توزیع تنش در خاک در اثر اعمال بار فونداسیون

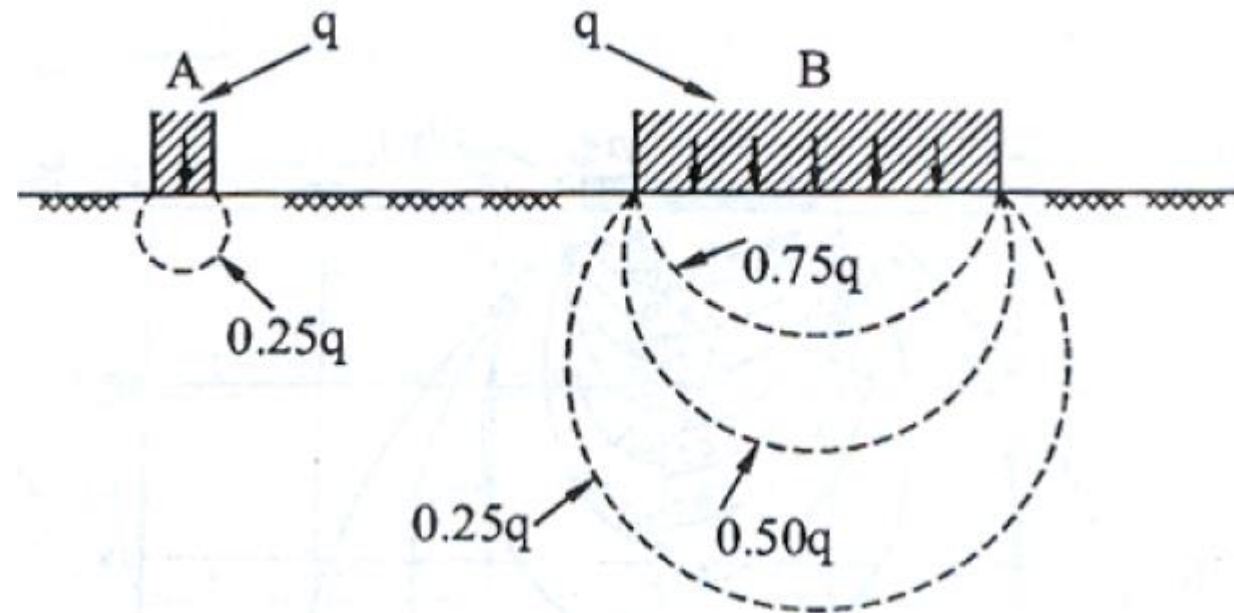
روش ۲ به ۱  
(۲ قائم: ۱ افقی)



$$\Delta\sigma_z = \frac{P}{A} = \frac{q_o \times B \times L}{(B + z) \times (L + z)}$$

## توزیع تنش در خاک در اثر اعمال بار فونداسیون

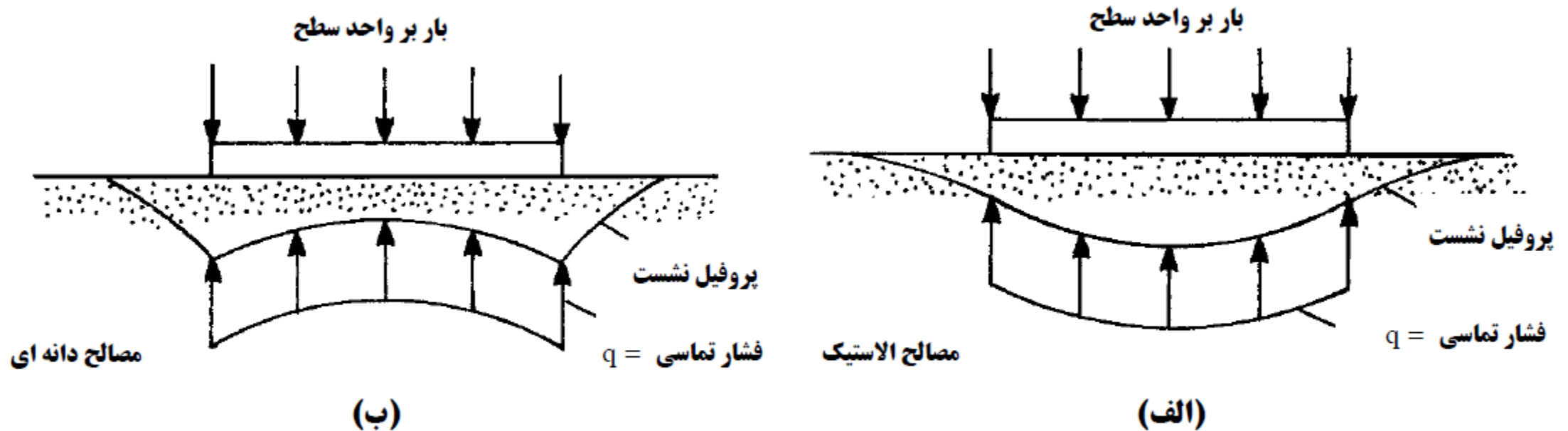
محدوده خاک بارگذاری شده در زیر پی بزرگ به مراتب حجیم تر از یک پی کوچک تحت همان شدت بار یا فشار می باشد. در نتیجه میزان نشست در زیر پی بزرگتر بیشتر از میزان نشست در زیر پی کوچک تحت فشار یکسان است. در مورد **پی های گسترده** علی رغم نکات مثبت در بهبود باربری و تخفیف تنش های غیر یکنواخت و رفع اشکالات موضعی نسبت به پی منفرد معمولی **نشست بیشتری** را به دنبال دارد.





## فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

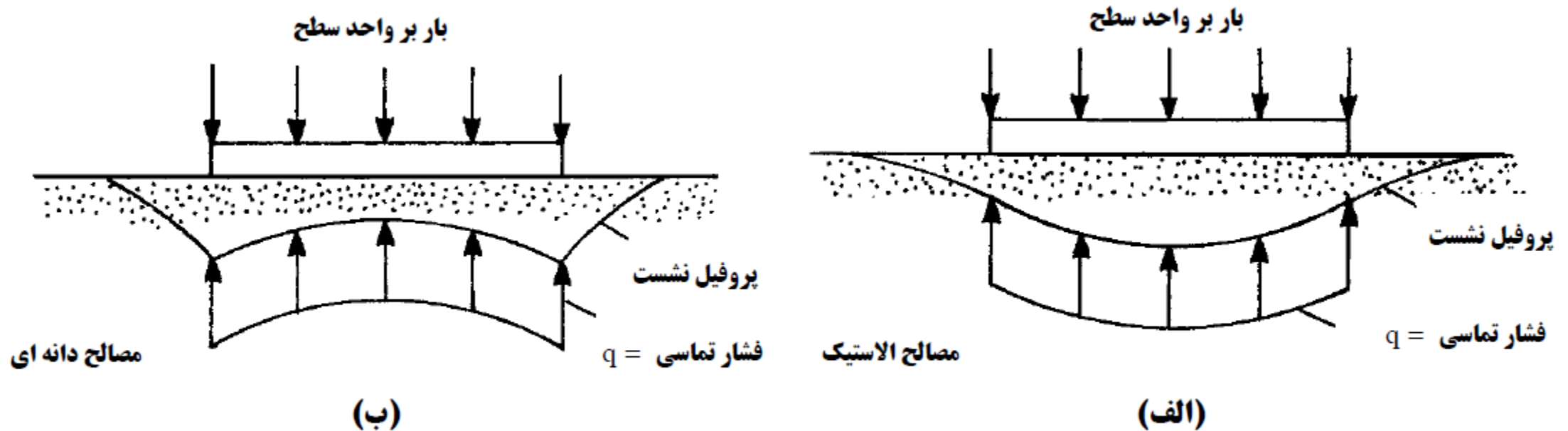
هنگامی که فونداسیونی انعطاف پذیر در روی محیط الاستیک در معرض باری با توزیع یکنواخت قرار گیرد، فشار تماسی یکنواخت خواهد بود. پروفیل نشست نیز نشان داده شده است.



فشار تماسی و نشست فونداسیون انعطاف پذیر: (الف) مصلح الاستیک (ب) مصلح دانه ای

## فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

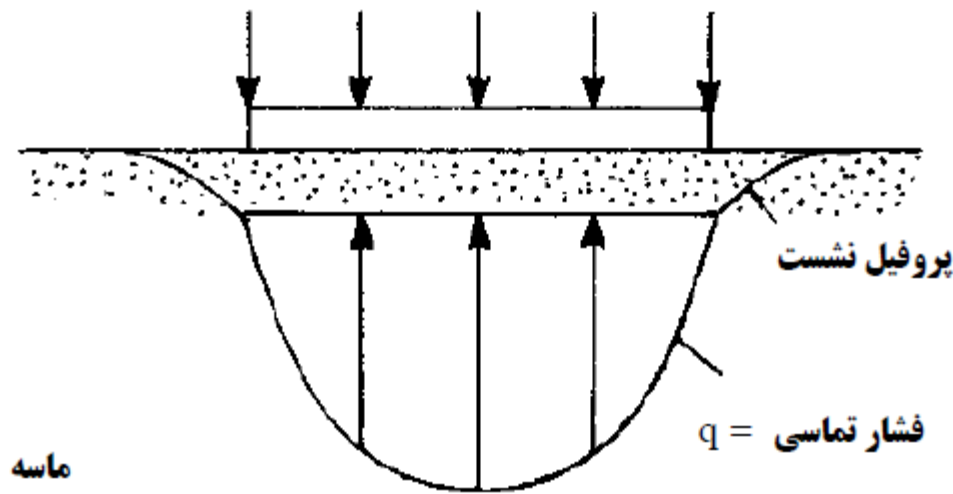
اگر فونداسیون مشابهی در روی خاک دانه ای قرار گیرد، دچار نشست های الاستیک بزرگتری در لبه ها نسبت به مرکز خواهد شد. ولی فشار تماسی هنوز یکنواخت خواهد بود. نشست های بزرگتر در لبه به خاطر فقدان محصور شدگی جانبی در خاک می باشد.



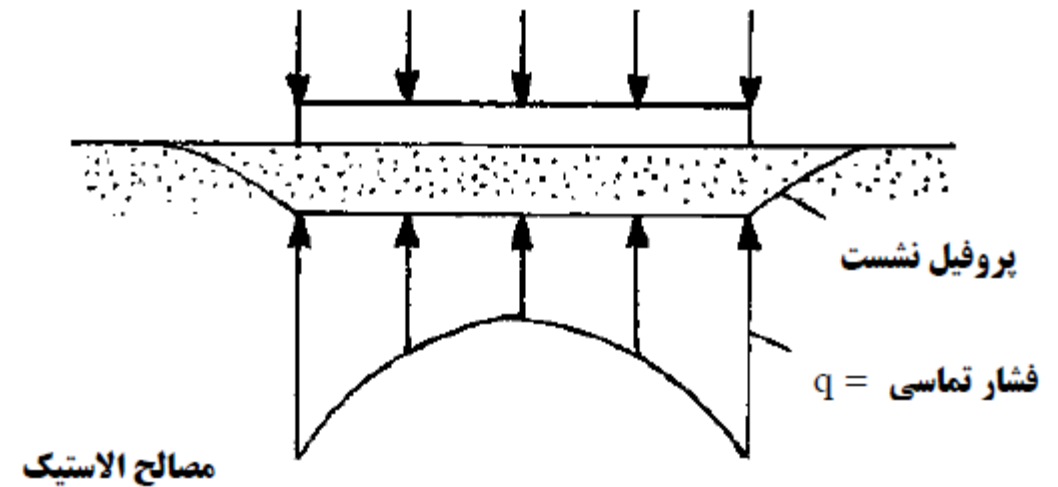
فشار تماسی و نشست فونداسیون انعطاف پذیر: (الف) مصلح الاستیک (ب) مصلح دانه ای

## فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

اگر فونداسیون صلبی در روی سطح یک محیط الاستیک قرار گیرد، نشست ها در تمام نقاط یکسان خواهند بود ولی توزیع فشار تماسی مطابق شکل الف خواهد بود.



(ب)

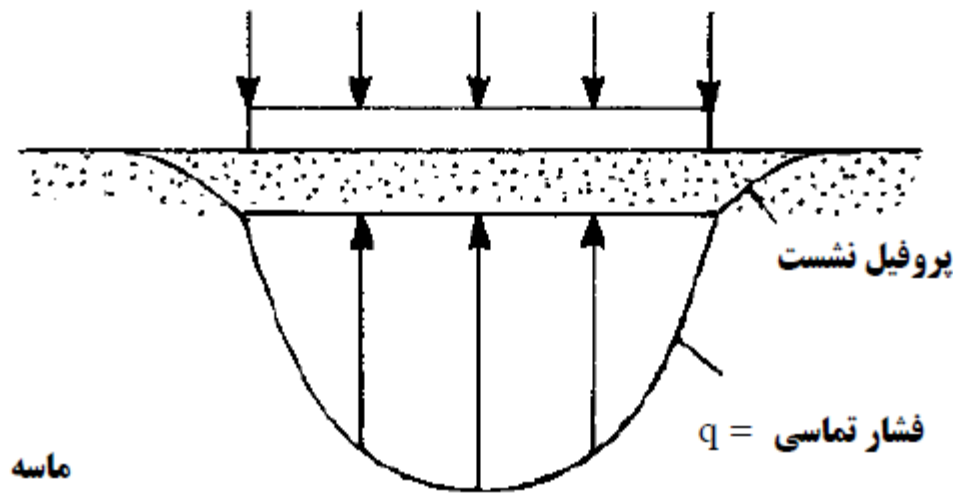


(الف)

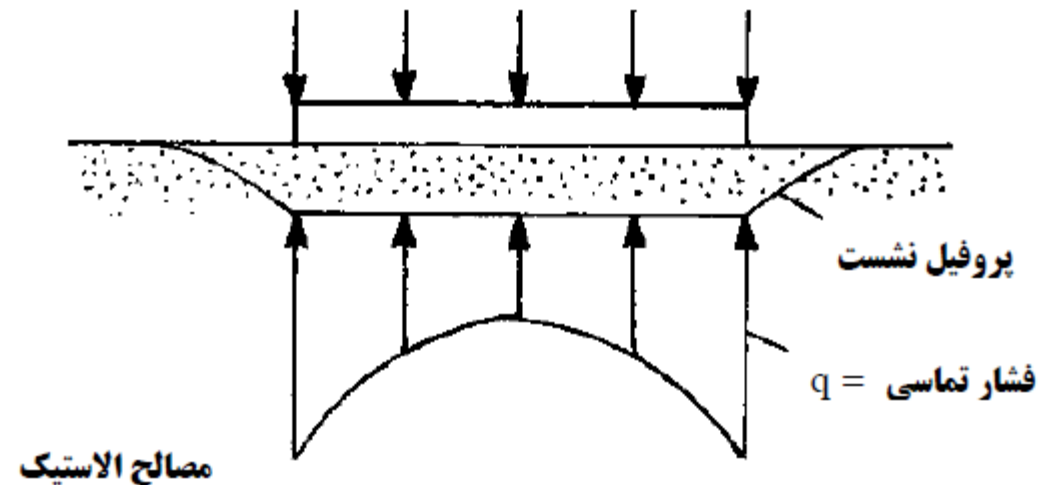
فشار تماسی و نشست فونداسیون صلب: (الف) مصالح الاستیک (ب) مصالح دانه ای

## فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

اگر فونداسیون صلب در روی خاک دانه ای قرار گیرد توزیع فشار تماسی همانند شکل ب خواهد بود، گرچه در این حالت نشست در تمام نقاط در زیر فونداسیون یکسان می باشد.



(ب)

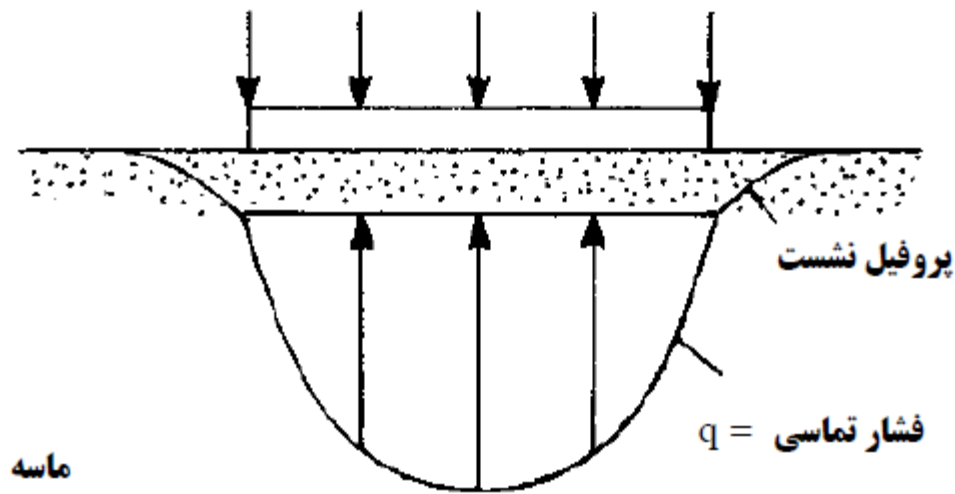


(الف)

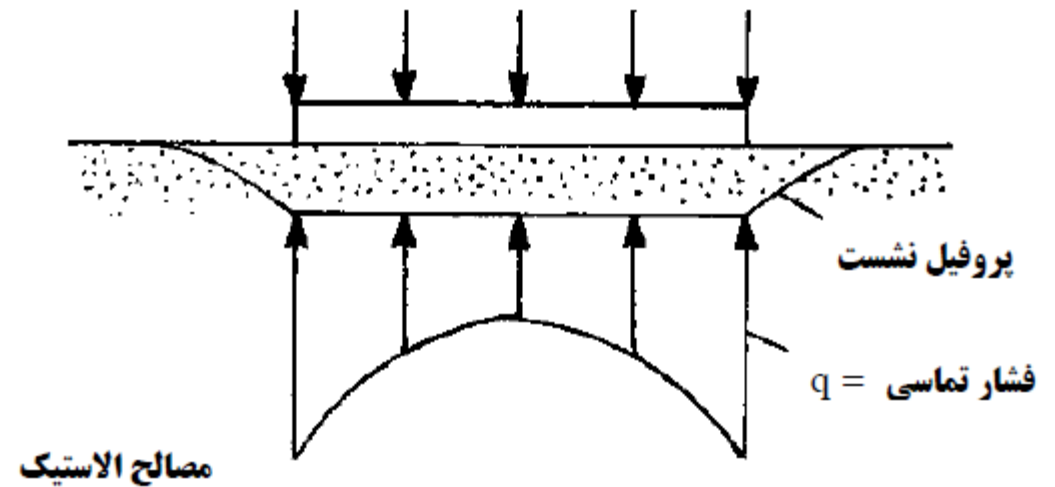
فشار تماسی و نشست فونداسیون صلب: (الف) مصلح الاستیک (ب) مصلح دانه ای

## فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

گرچه خاک به طور کامل الاستیک و همگن نیست، از **تئوری الاستیسیته** می توان برای تخمین نشست فونداسیون های سطحی در **بارهای مجاز** استفاده نمود.



(ب)



(الف)

فشار تماسی و نشست فونداسیون صلب: (الف) مصلح الاستیک (ب) مصلح دانه ای

## نشست ارتجاعی فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

با استفاده از تئوری الاستیسیته، نشست ارتجاعی گوشه یک شالوده انعطاف پذیر مستطیل شکل به ابعاد  $B \times L$  یا دایره ای به قطر  $B$  در روی سطح خاک با عمق بینهایت را با استفاده از رابطه زیر می توان تخمین زد:

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E_s} (1 - \mu_s^2) \cdot I_1$$

$S_i$  = نشست ارتجاعی

$B$  = عرض پی (یا قطر فونداسیون های دایره ای)

$q$  = تنش تماسی شالوده

$E_s$  = مدول الاستیسیته خاک زیر فونداسیون

$\mu_s$  = نسبت پواسون خاک

$I_1$  = ضریب تاثیر که تابع نسبت  $L/B$  بوده و از رابطه زیر بدست می آید.



## نشست ارتجاعی فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

با استفاده از تئوری الاستیسیته، نشست ارتجاعی گوشه یک شالوده انعطاف پذیر مستطیل شکل به ابعاد  $B \times L$  یا دایره ای به قطر  $B$  در روی سطح خاک با عمق بینهایت را با استفاده از رابطه زیر می توان تخمین زد:

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E_s} (1 - \mu_s^2) \cdot I_1$$

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{L}{B} \ln \left( \frac{1 + \sqrt{(L/B)^2 + 1}}{L/B} \right) + \ln \left( \frac{L}{B} + \sqrt{(L/B)^2 + 1} \right) \right]$$

پی

## نشست ارتجاعی فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

چنانچه بخواهیم نشست مرکز شالوده انعطاف پذیر را با استفاده از رابطه فوق محاسبه نماییم، شالوده را به چهار قسمت مساوی تقسیم نموده و پس از محاسبه نشست گوشه یکی از مستطیل ها، نشست حاصل را چهار برابر می نماییم. بدین ترتیب داریم:

$$L' = L/2 \text{ و } B' = B/2$$

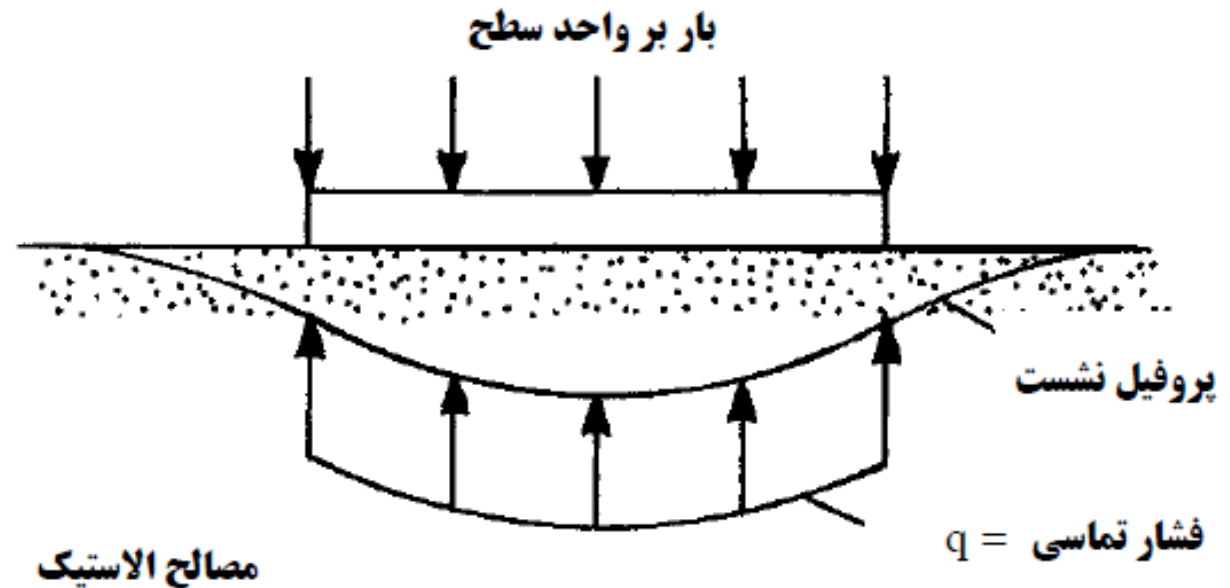
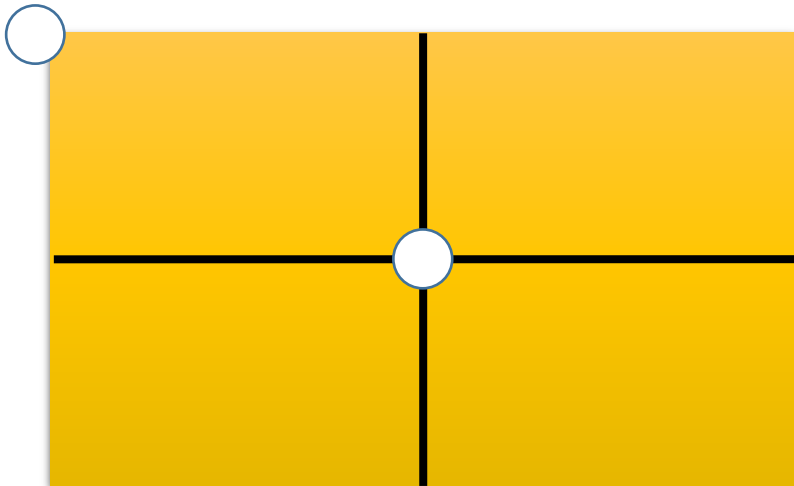
از آنجایی که نسبت  $L'/B' = L/B$  در نتیجه ضریب  $I_1$  تغییری نمی کند. بنابراین نشست مرکز شالوده انعطاف پذیر را به صورت زیر می توان محاسبه نمود:

$$S_{i(\text{center})} = 4 \times \frac{qB'}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_1 = 4 \times \frac{qB}{2E_s} (1 - \mu_s^2) I_1 \rightarrow I_{\text{center}} = 2I_1$$

## نشست ارتجاعی فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

بنابراین نتیجه می شود که ضریب تاثیر مرکز شالوده انعطاف پذیر مستطیلی دو برابر ضریب تاثیر گوشه می باشد. این رابطه بین نشست مرکز و گوشه نیز وجود دارد.

$$S_{i(\text{corner})} \approx 0.5 S_{i(\text{center})}$$



## نشست ارتجاعی فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

به طور کلی برای محاسبه نشست ارتجاعی شالوده می توان رابطه کلی تر زیر را به کار برد:

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E_s} (1 - \mu_s^2) \cdot I_s$$

در این رابطه  $I_s$  ضریب تاثیر نشست شالوده بوده و با توجه به نسبت طول به عرض و صلبیت از جدول بعد بدست می آید:

## نشست ارتجاعی فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

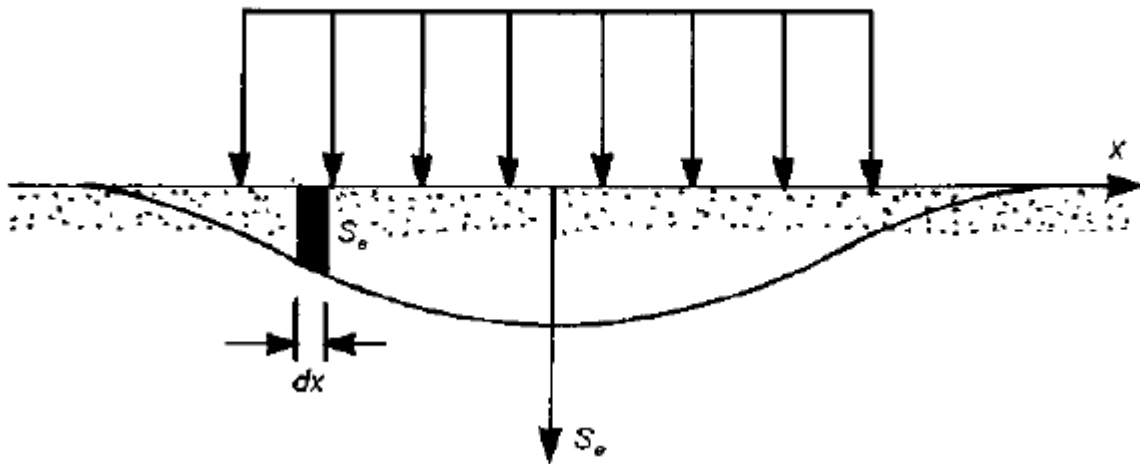
شکل فونداسیون		ضریب $I_s$		
		مرکز	گوشه	صلب
دایره ای		1	0.64	0.79
مربعی		1.12	0.56	0.88
مستطیلی	$L/B = 2$	1.53	0.77	1.21
	$L/B = 3$	1.78	0.89	1.42
	$L/B = 4$	1.96	0.98	1.43
	$L/B = 5$	2.10	1.05	1.70
نزاری	$L/B = 6$	2.22	1.11	1.75
	$L/B = 7$	2.32	1.15	1.83
	$L/B = 8$	2.40	1.20	1.89
	$L/B = 9$	2.44	1.22	1.93
	$L/B = 10$	2.54	1.27	2.1
	$L/B = 100$	4.0	2.0	3.16

$I_s$  ضریب تاثیر نشست

## نشست ارتجاعی فونداسیون های انعطاف پذیر و صلب

فرضیات به کار رفته در این رابطه به صورت زیر می باشد:

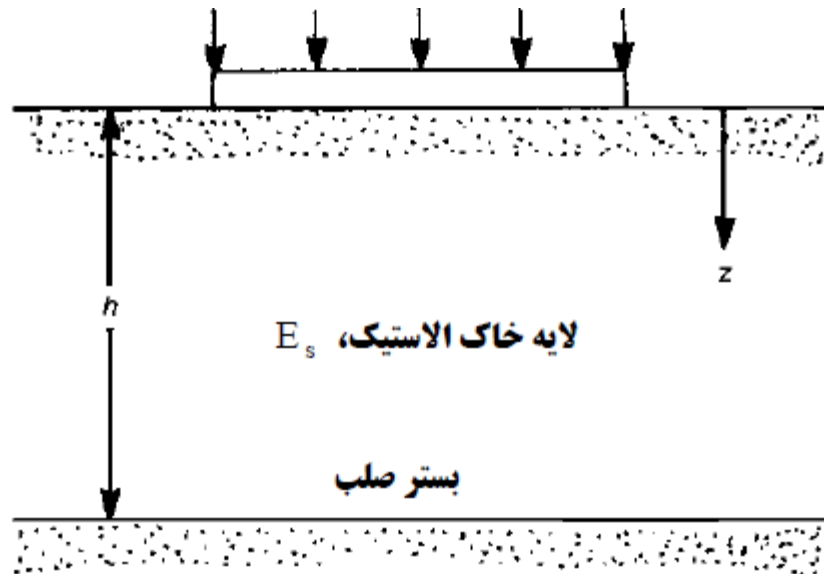
۱. خاک الاستیک و همگن است.
۲. فونداسیون در سطح زمین قرار دارد یعنی  $D_f = 0$
۳. خاک زیر فونداسیون و لایه نشست پذیر به صورت نیمه بینهایت در نظر گرفته شده است.
۴. مدول الاستیسته خاک در عمق ثابت است.





## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

در معادلات مربوط به نشست الاستیک در بخش پیشین، فرض بر این بود که لایه خاک الاستیک تا عمق بینهایت امتداد می یابد. ولی اگر در عمق محدودی به فاصله  $h$  در زیر سطح، بستر صلبی مطابق با شکل وجود داشته باشد، با توجه به رابطه زیر، نشست الاستیک لایه خاک تراکم پذیر کمتر خواهد بود.

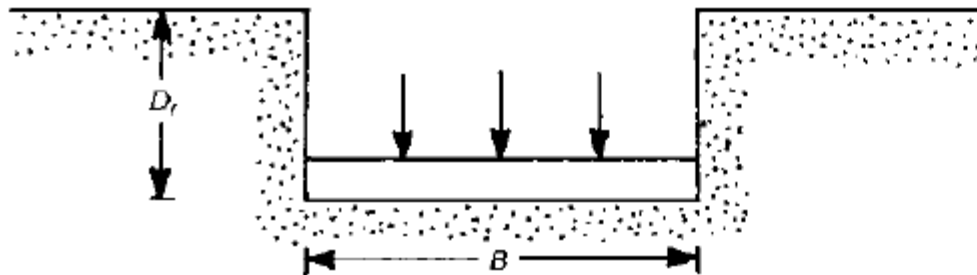


$$S_e = \int_0^{\infty} \epsilon_z dz - \int_h^{\infty} \epsilon_z dz$$

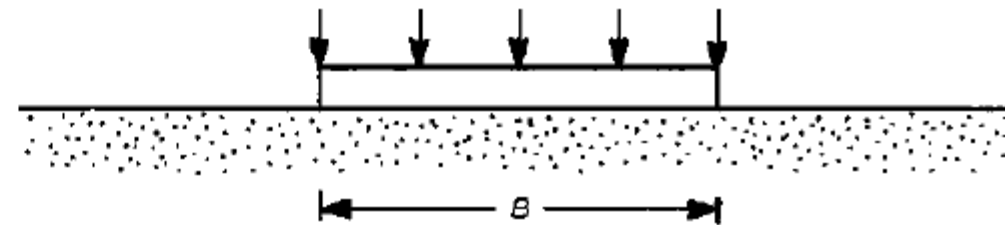
در این رابطه  $\epsilon_z$  کرنش فشاری قائم در عمق  $z$  می باشد

## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

همچنین نظریه های ارائه شده در بخش های پیشین برای حالت هایی هستند که در آن ها بارگذاری در سطح لایه خاک انجام می گیرد. در عمل فونداسیون ها در عمق مشخصی پایین تر از سطح زمین قرار داده می شوند. نشست الاستیک یک فونداسیون مدفون همیشه کمتر از زمانی است که فونداسیون در سطح قرار گرفته است.



(ب)



(الف)

تأثیر عمق مدفون بر نشست الاستیک فونداسیون (توجه: طول فونداسیون =  $L$ ، عرض فونداسیون =  $B$ )

## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

با در نظر گرفتن عوامل فوق، رابطه پایه نشست الاستیک را به صورت زیر می توان اصلاح نمود:

$$S_e = \frac{qB'}{E_s} (1 - \mu^2) \cdot m \cdot I_s \cdot I_F$$

که در رابطه فوق  $I_s$  ضریبی است که اثر شکل فونداسیون و ضخامت لایه نشست پذیر را لحاظ می کند و  $I_F$  ضریب عمق استقرار فونداسیون است.  
 $m$ : تعداد گوشه های سهمیم در نشست است. در مرکز پی  $m=4$ ، در وسط پی  $m=2$  و در گوشه پی  $m=1$  است. لازم نیست همه مستطیل ها دارای  $L'/B'$  یکسان باشند.

## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

$$I_s = I_1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} I_2$$

ضریب  $I_s$  به صورت زیر تعریف می شود:

ضرایب  $I_1$  و  $I_2$  به صورت زیر تعریف می شوند:

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[ M \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{M^2 + N^2}}{M(1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right]$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} \tan^{-1} \left( \frac{M}{N \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right)$$

$$M = (L / B)$$

$$N = (H / B')$$

## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

$$N = \frac{H}{B'}$$

$$B' = \frac{B}{2} \text{ for center; } = B \text{ for corner } I_i$$

$$L' = L/2 \text{ for center; } = L \text{ for corner } I_i$$

L و B: طول و عرض پی  
H: ضخامت لایه نشست پذیر

## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

مقادیر  $I_1$  و  $I_2$

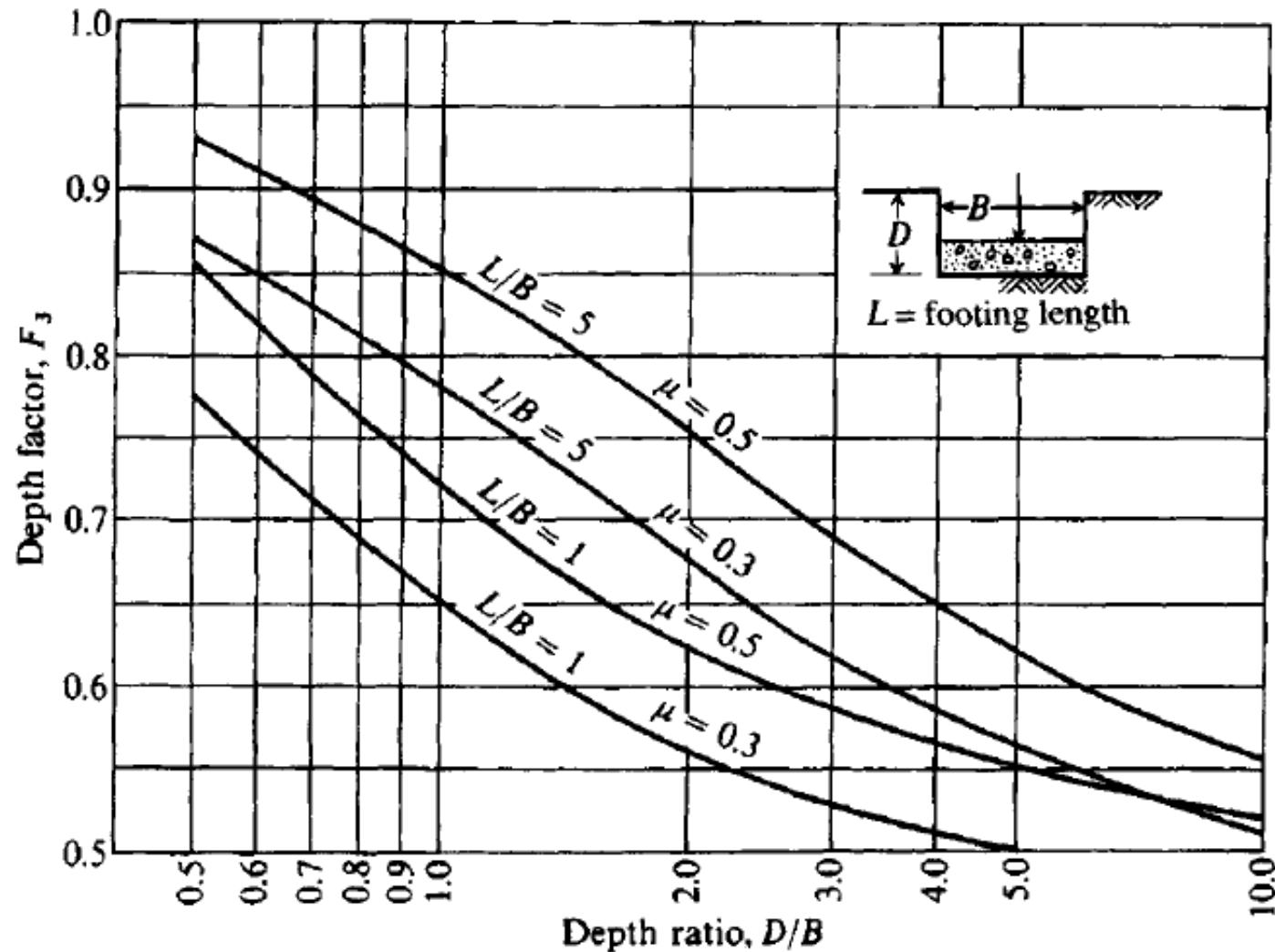
TABLE 5-2

Values of  $I_1$  and  $I_2$  to compute the Steinbrenner influence factor  $I_s$  for use in Eq. (5-16a) for several  $N = H/B'$  and  $M = L/B$  ratios

$N$	$M = 1.0$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.2	$I_1 = 0.009$ $I_2 = 0.041$	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043
0.4	0.033 0.066	0.032 0.068	0.031 0.069	0.030 0.070	0.029 0.070	0.028 0.071	0.028 0.071	0.027 0.072	0.027 0.072	0.027 0.073	0.027 0.073
0.6	0.066 0.079	0.064 0.081	0.063 0.083	0.061 0.085	0.060 0.087	0.059 0.088	0.058 0.089	0.057 0.090	0.056 0.091	0.056 0.091	0.055 0.092
0.8	0.104 0.083	0.102 0.087	0.100 0.090	0.098 0.093	0.096 0.095	0.095 0.097	0.093 0.098	0.092 0.100	0.091 0.101	0.090 0.102	0.089 0.103
1.0	0.142 0.083	0.140 0.088	0.138 0.091	0.136 0.095	0.134 0.098	0.132 0.100	0.130 0.102	0.129 0.104	0.127 0.106	0.126 0.108	0.125 0.109
1.5	0.224 0.075	0.224 0.080	0.224 0.084	0.223 0.089	0.222 0.093	0.220 0.096	0.219 0.099	0.217 0.102	0.216 0.105	0.214 0.108	0.213 0.110
2.0	0.285 0.064	0.288 0.069	0.290 0.074	0.292 0.078	0.292 0.083	0.292 0.086	0.292 0.090	0.292 0.094	0.291 0.097	0.290 0.100	0.289 0.102
3.0	0.363 0.048	0.372 0.052	0.379 0.056	0.384 0.060	0.389 0.064	0.393 0.068	0.396 0.071	0.398 0.075	0.400 0.078	0.401 0.081	0.402 0.084
4.0	0.408 0.037	0.421 0.041	0.431 0.044	0.440 0.048	0.448 0.051	0.455 0.054	0.460 0.057	0.465 0.060	0.469 0.063	0.473 0.066	0.476 0.069
5.0	0.437 0.031	0.452 0.034	0.465 0.036	0.477 0.039	0.487 0.042	0.496 0.045	0.503 0.048	0.510 0.050	0.516 0.053	0.522 0.055	0.526 0.058
6.0	0.457 0.026	0.474 0.028	0.489 0.031	0.502 0.033	0.514 0.036	0.524 0.038	0.534 0.040	0.542 0.043	0.550 0.045	0.557 0.047	0.563 0.050



## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک



$I_F$  ضریب عمق استقرار فونداسیون است که با استفاده از ابعاد اصلی فونداسیون ( $L/B$ ) و ضریب پواسون و نسبت  $D/B$  از طریق شکل روبرو تعیین می شود

## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

باولز گام های زیر را جهت تخمین نشست الاستیک با استفاده از رابطه فوق پیشنهاد نموده است:

۱. فشار تماسی  $q$  را به طور دقیق تعیین نمایید.
۲. چنانچه فونداسیون دایره ای باشد آنرا به فونداسیون مربع معادل تبدیل نمایید.
۳. نقطه ای که میخواهید نشست آنرا تعیین نمایید را مشخص نمایید. فونداسیون را طوری تقسیم نمایید که این نقطه گوشه مشترک مستطیل های تقسیم بندی شده باشد.
۴. عمق لایه نفوذپذیر  $H$  را به صورت زیر تعیین نمایید:  
(الف) عمق  $z = 5B$  (  $B$  = کوچکترین بعد فونداسیون) یا  
(ب) عمق تا لایه سخت. لایه سخت لایه ای است که  $E_s$  آن حدود  $10E_s$  لایه مجاور است.

## رابطه اصلاح شده نشست الاستیک

باولز گام های زیر را جهت تخمین نشست الاستیک با استفاده از رابطه فوق پیشنهاد نموده است:

۵. نسبت  $H/B$  را محاسبه نمایید.
۶. نسبت پواسون  $\mu_s$  را برای خاک تخمین زده و  $I_s$  را محاسبه نمایید.
۷. ضریب عمق استقرار فونداسیون  $I_F$  از طریق شکل بدست آورید.
۸. میانگین وزنی  $E_s$  را تا عمق  $H$  به صورت زیر محاسبه نمایید.

$$E_{s(\text{avg})} = \frac{H_1 E_{s1} + H_2 E_{s2} + \dots + H_n E_{sn}}{H}$$

$$S_e = \frac{qB'}{E_s} (1 - \mu^2) \cdot m \cdot I_s \cdot I_F$$