



جلسات هدیه – بخش ۳

- ✓ فلسفه و علت استفاده از شمع بتنی
- ✓ انواع عملکرد شمع بتنی و روابط اون
- ✓ تعریف شمع در نرم افزار سیف و آرماتورگذاری شمع

معرفی شمع و برخی از کاربردهای آن



- ✓ انتقال بار به لایه‌های با مقاومت بالاتر در خاک
- ✓ خاک ضعیف (عدم جواب‌دهی تنش وارده به خاک)
- ✓ نیروی آپلیفت و کشش در فونداسیون
- ✓ جواب گرفتن از کنترل برش پانچ
- ✓ اجرای فونداسیون سازه‌های بلند مرتبه و سنگین
- ✓ لزومی به اجرای شمع فقط زیر ستون نیست

مراحل اجرای شمع بتنی درجاریز



Fully Cased Drilling with Rotary Drive



حفاری
چاه

غلاف گذاری و سپس
جاگذاری شبکه آرماتور

بتن ریزی
داخل شمع

بیرون کشیدن
غلاف فولادی

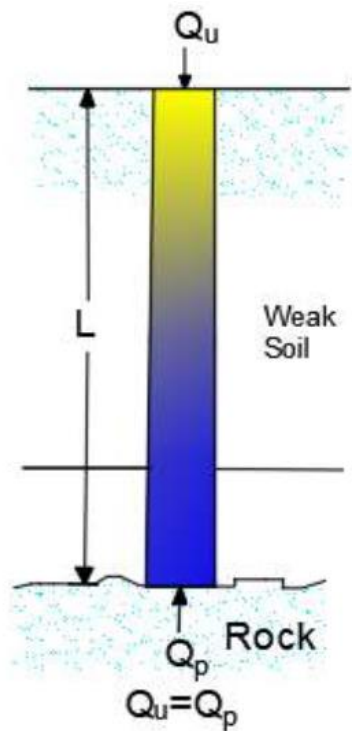


مطالعات تکمیلی در خصوص شمع‌ها



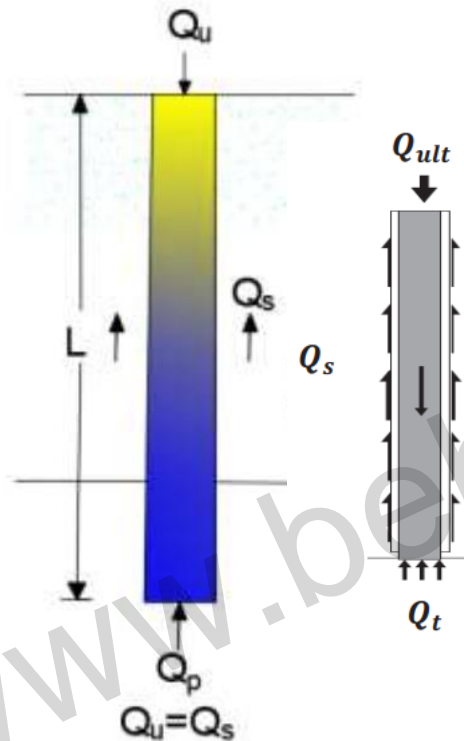
نحوه اجرا	نوع شمع	مزایا	محدودیت‌ها
شمع‌های درجاریز	بدون غلاف فولادی	<ul style="list-style-type: none"> - باشند در مقابل پوسیدگی مقاومند - سهولت حمل و نقل - امکان اجرای قطرهای بزرگ و نوک پافیلی یا زنگوله‌ای (در خاکهای چسبنده سخت) - امکان بازرسی چشمی از تنوع و جنس لایه‌های خاک در حین حفاری - راحتی اجرا در خاکهای چسبنده سخت - هزینه اولیه نسبتاً پایین 	<ul style="list-style-type: none"> - خوردگی در بالای تراز آب - کاهش ظرفیت باربری بعد از وصله - در صورت عدم تراکم و کنترل مناسب بتن‌ریزی در مقابل عوامل مهاجم آسیب‌پذیر است. - مشکل وصله بعد از بتن‌ریزی - ریزش جدار حفاری در خاکهای غیر چسبنده - نیاز به استفاده از گل حفاری در زمین‌های خیلی نرم یا شل و تبعات زیست‌محیطی آن
	با غلاف فولادی	<ul style="list-style-type: none"> - در این نوع شمع علاوه بر مزایای نوع قبل، کیفیت اجرایی شمع افزایش می‌یابد 	<ul style="list-style-type: none"> - مشکل وصله بعد از بتن‌ریزی در صورت قطع بتن‌ریزی - غلاف نازک در حین کوبش در خاکهای غیرچسبنده یا نصب با چکش لرزه‌ای ممکن است صدمه ببیند - در خاکهای ریزشی در حین بیرون کشیدن غلاف، سطح بتن دچار افت می‌شود که مرتبط با ریزش خاک پشت غلاف است

انواع عملکرد شمع‌های بتنی درجا



اتکایی

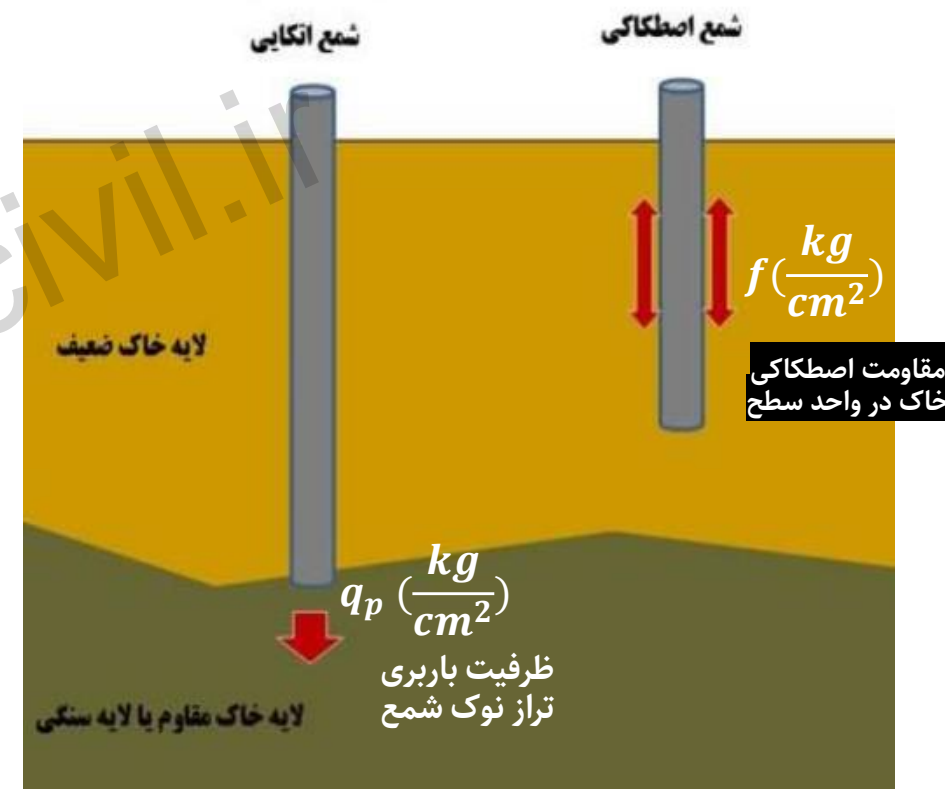
$$Q_P = A_p q_p = A_p (c N_c^* + q' N_q^*)$$



اصطکاکی

هر دو عملکرد

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

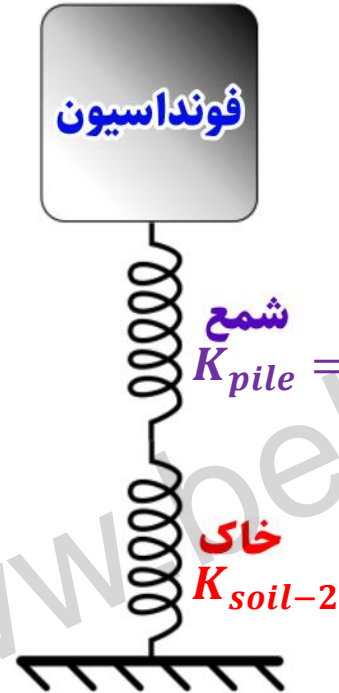


مفهوم سختی شمع زیر فونداسیون

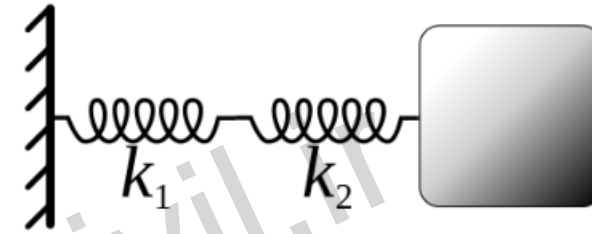


سختی
خاک زیر شمع

$$K_{pile} = \frac{E_c A_p}{L_p}$$



$$k_{eq} \cong K_{soil-2}$$



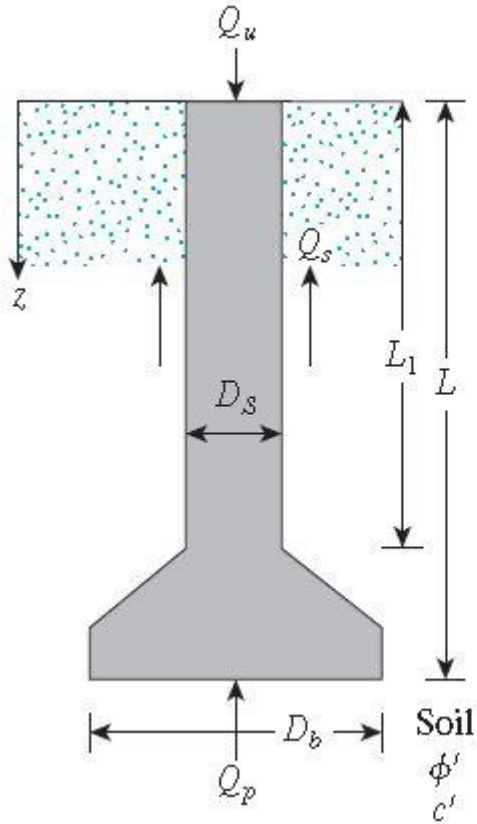
$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

$\frac{1}{\infty} = 0$

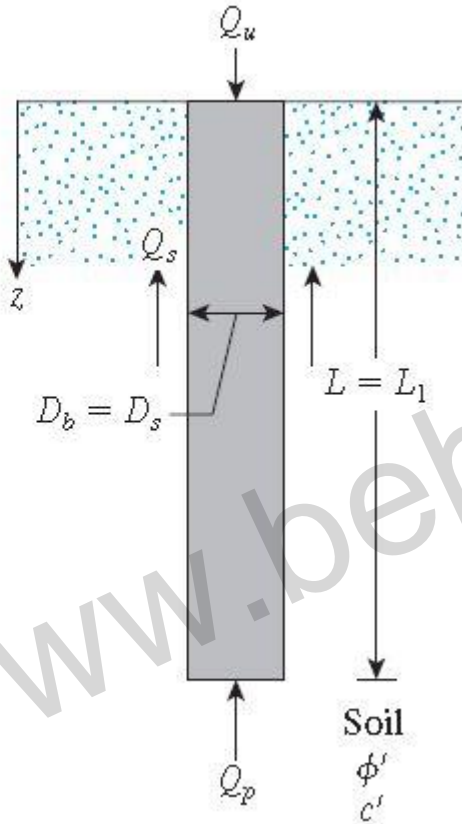
$$\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_{pile}} + \frac{1}{K_{soil}} \rightarrow K_{eq} = \frac{K_{pile} \times K_{soil}}{K_{pile} + K_{soil}}$$



مقاومت نوک شمع و سختی خاک زیر شمع



شمع کششی



شمع فشاری

سختی سطحی
خاک زیر شمع

$$K_{soil-2} = 5 \frac{kg}{cm^3}$$

سختی نقطه‌ای
معادل شمع (فنر)

$$K_{eq} = \frac{\pi(100)^2}{4} \times 5 \frac{kg}{cm^3}$$

$$K_{eq} = 39250 \frac{kg}{cm} \quad K_{pile} = 2,217,000 \frac{kg}{cm}$$

$$K_{eq} = 38500 \frac{kg}{cm}$$

دقیق



آرماتورگذاری شمع‌ها



جدول ۹-۲۰-۵ حداقل آرماتور در شمع‌های درجا ریخته‌ی بدون غلاف

حداقل آرماتور	سازه با شکل پذیری کم - هر نوع خاک	سازه با شکل پذیری متوسط و زیاد - زمین نوع I و II و III	سازه با شکل پذیری متوسط و زیاد - زمین نوع IV
حداقل درصد آرماتورهای طولی (حداقل تعداد میلگرد)	0.0025	0.0050	0.0050
حداقل تعداد میلگردها بر اساس بند ۲-۶-۱۲-۹	حداقل تعداد میلگردها بر اساس بند ۲-۶-۱۲-۹	حداقل تعداد میلگردها بر اساس بند ۲-۶-۱۲-۹	حداقل تعداد میلگردها بر اساس بند ۲-۶-۱۲-۹

تعداد ۶ میلگرد شمع دایره‌ای

$$\sum A_{st} = 0.005 \times A_{pile} \text{ شمع به قطر امتر}$$

$$\sum A_{st} = 39.25 \text{ cm}^2 \text{ (13}\phi\text{20)}$$



آرماتورهای طولی و عرضی شمع بتنی



ارتفاع شمع که نیاز به آرماتورگذاری طولی دارد $\max(\frac{H}{2}, 3m, 3D, H_m)$ (13Ø20) ✓

ارتفاع شمع که نیاز به آرماتورگذاری عرضی ویژه دارد (3D) ✓

سایز میلگردهای عرضی شمع (دورپیچ‌ها) } تا قطر ۰.۵ متر Ø10
بیش از قطر ۰.۵ متر Ø14 ✓

دورپیچ ناحیه بحرانی

(Ø14@10 cm)

دورپیچ سایر نواحی

(Ø14@20 cm)

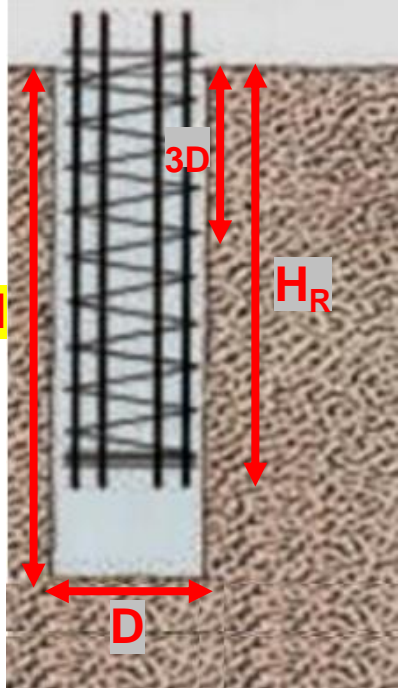
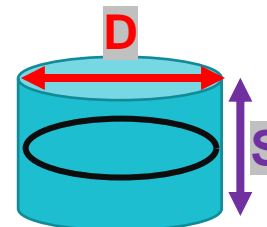
$$S \leq \min(\frac{D}{4}, 6d_b(S420), 5d_b(S520), 100 \text{ mm}) = 100 \text{ mm}$$

$$\rho_s \geq 0.06 \frac{f_c}{f_y}$$

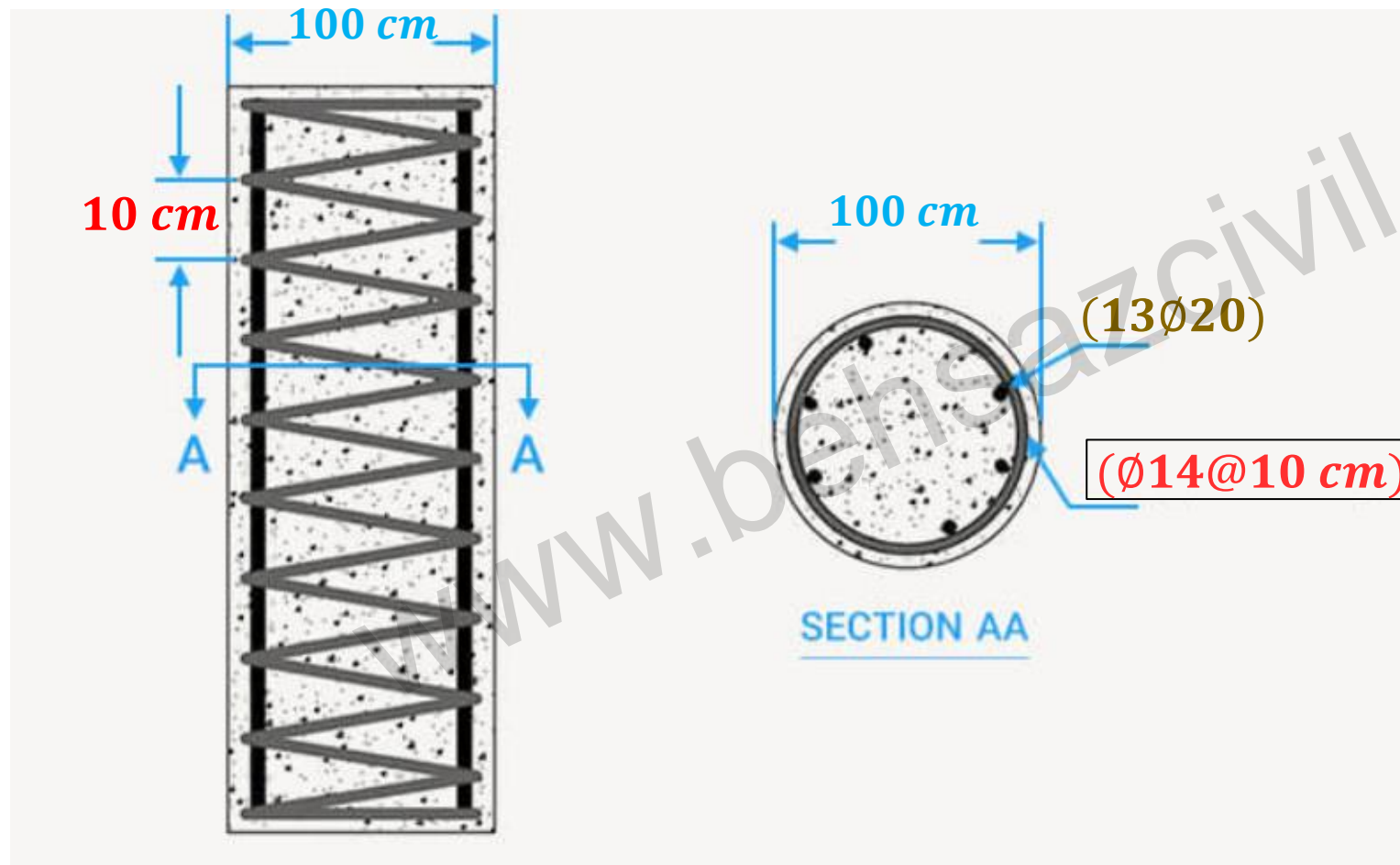
$$\rho_s = \frac{\pi D A_s}{\frac{\pi D^2}{4} \times S} \geq 0.06 \frac{f_c}{f_y} \Rightarrow S \leq 136 \text{ mm}$$

$$D = 1000 \text{ mm}$$

$$A_s = 153 \text{ mm}^2$$



آرماتورگذاری شمع در ناحیه بحرانی



کنترل مقاومت محوری فشاری شمع و خاک زیر آن



شمع انکابی

K_{soil-1}

$$K_{soil-1} = 2 \frac{kg}{cm^3}$$

$$q_a = 3 \frac{kg}{cm^2}$$

$$K_{soil-2} = 5 \frac{kg}{cm^3}$$

$$q_p = 6 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Q_p = 47 \text{ ton}$$

لایه خاک ضعیف

لایه خاک مقاوم یا لایه سنگی

K_{soil-2}

۳-۳-۸-۹ حداکثر مقاومت فشاری محوری

$$P_0 = 0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

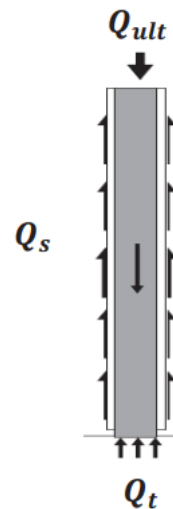
- برای ستون با دورپیچ:

$$P_{n,max} = 0.85 P_0$$

$$P_n = 0.85 [0.85 \times 30 \times (785000 - 4082) + 400 \times 4082]$$

$$P_n = 18,314 \text{ kN} = 1831 \text{ ton} \quad (13\emptyset 20)$$

$$P_n = 18,314 \text{ kN} = 1831 \text{ ton} \times \frac{0.55}{0.85} = 1184 \text{ ton}$$



$$Q_s = \rho \Delta L f$$

$$T = 0.9 A_s f_y$$

