

بسمه تعالیٰ

ساختمان‌های بلند؛ روایت طبقات

Tall Buildings;
Stories behind the Storeys



توسط:

دکتر ابوالفضل اسلامی و مهندس سید رسول رسولی
بهار ۱۴۰۱ – بابلسر

ساختهای بلند؛ روایت طبقات

Tall Buildings; Stories behind the Storeys

Outline

1-General

۱-کلیات

2-Foundation Systems

۲-سیستم فونداسیون

3-Case Histories

۳-موارد عملی

4-Summary

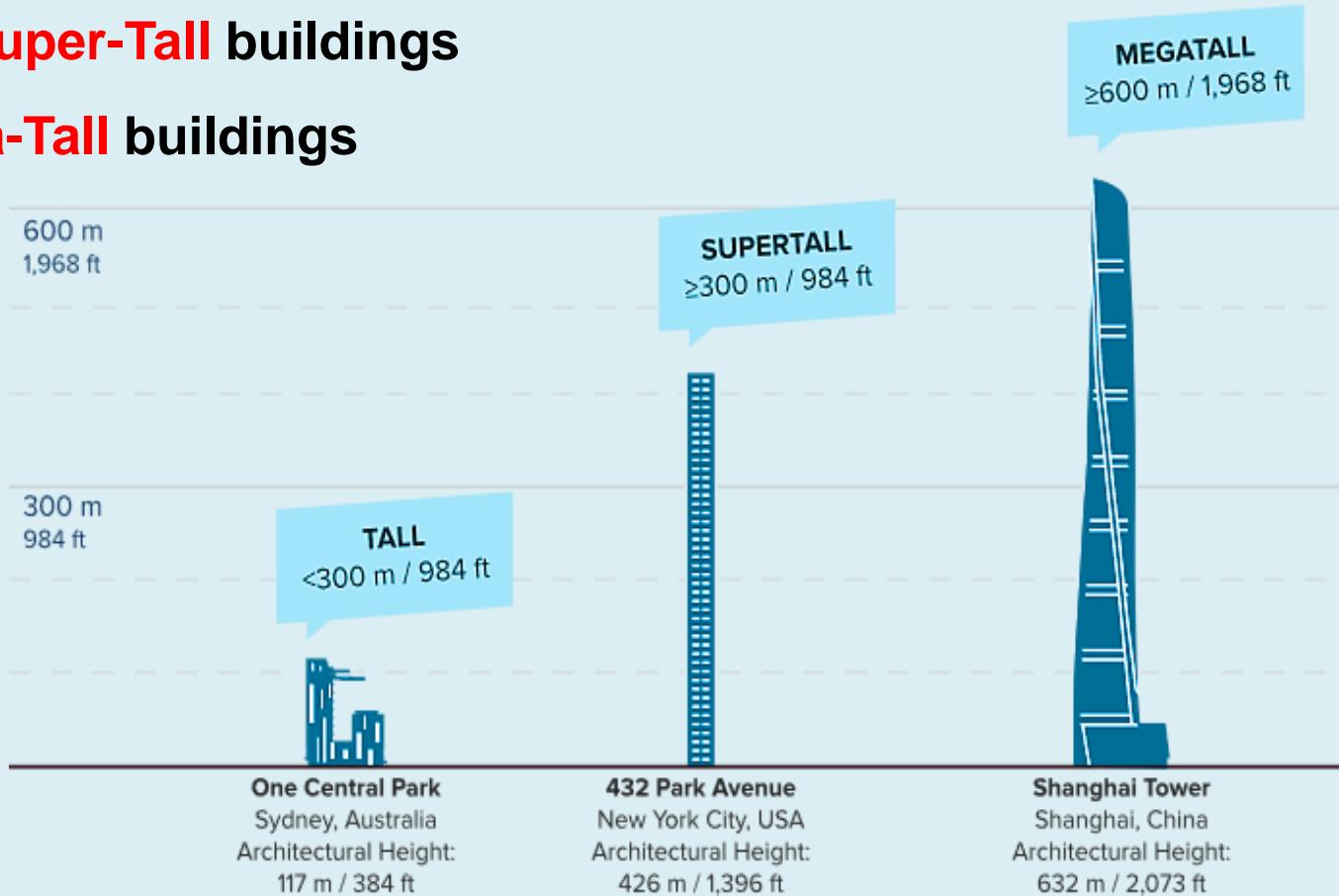
۴-جمع‌بندی

1. Generals

۱- کلیات

Classification

- 200–300 m: **Tall buildings**
- 300–600 m: **Super-Tall buildings**
- >600 m: **Mega-Tall buildings**



1. Generals

۱ - کلیات



Burj Khalifa, Completed 2010,
829.8 m



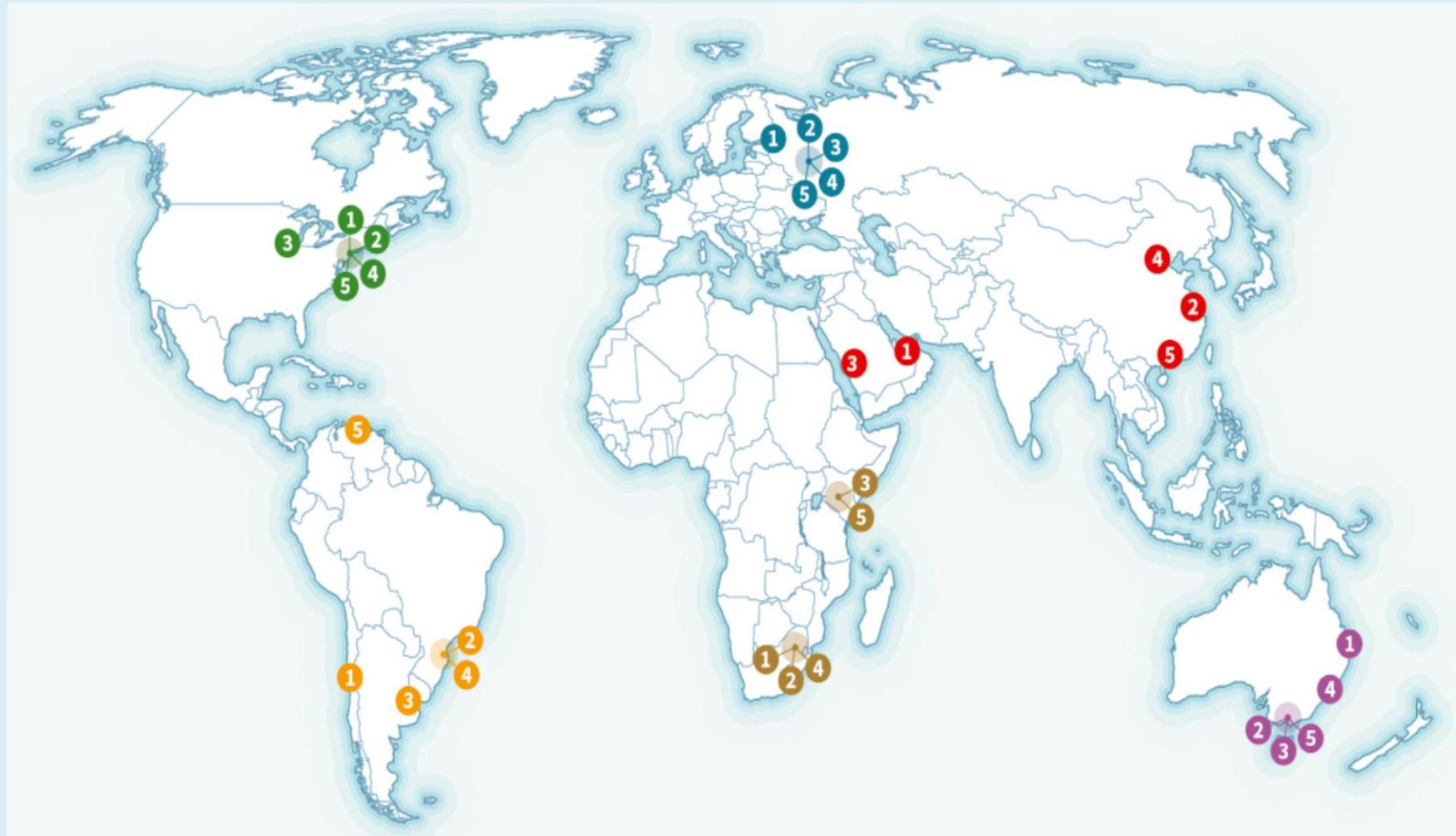
Tianjin Goldin Finance 117 Tower,
Completed 2018, 597 m

Multi-disciplinary

Knowledge-based

Mega-scale

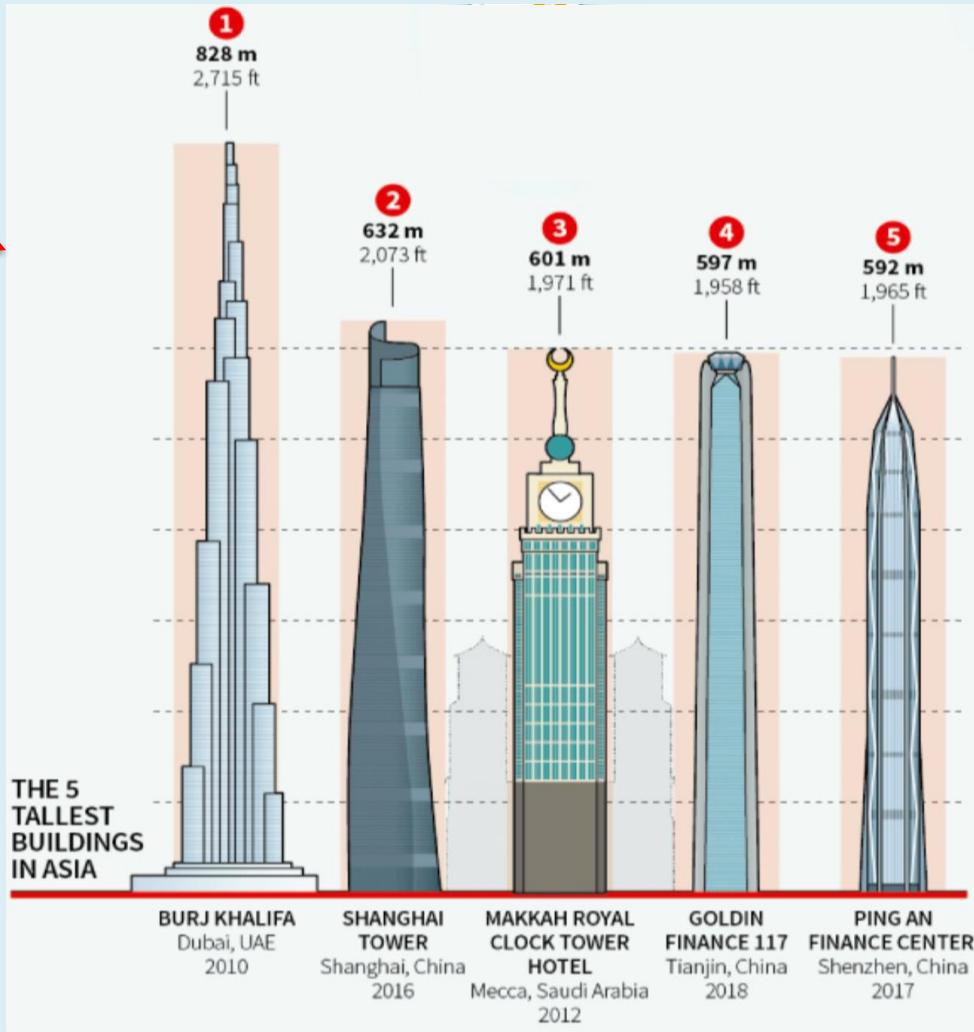
Inspiring

1. General:**۱- کلیات****توزيع جغرافیایی ساختمان‌های بلند در قاره‌های جهان**

1. Generals

۱- کلیات

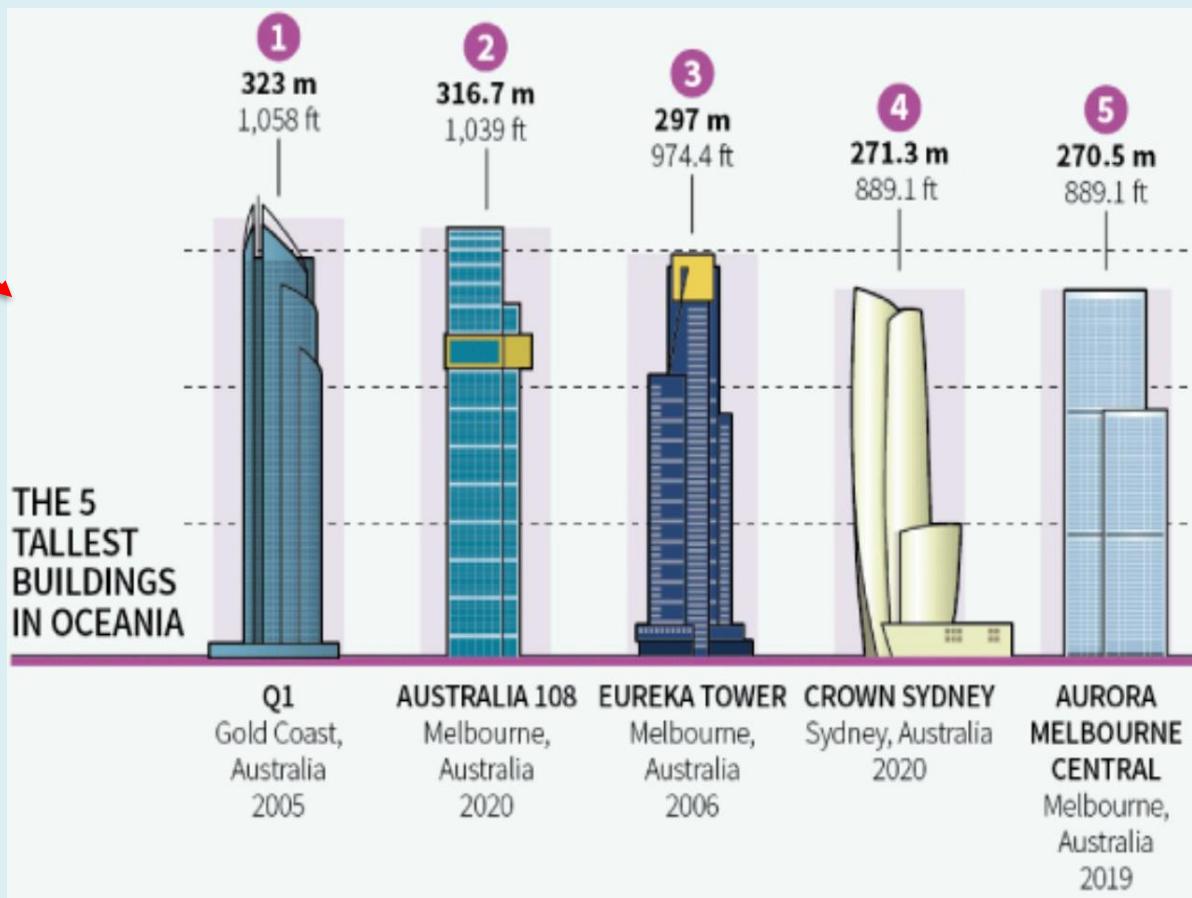
ساختمان‌های بلند در آسیا



1. Generals

۱- کلیات

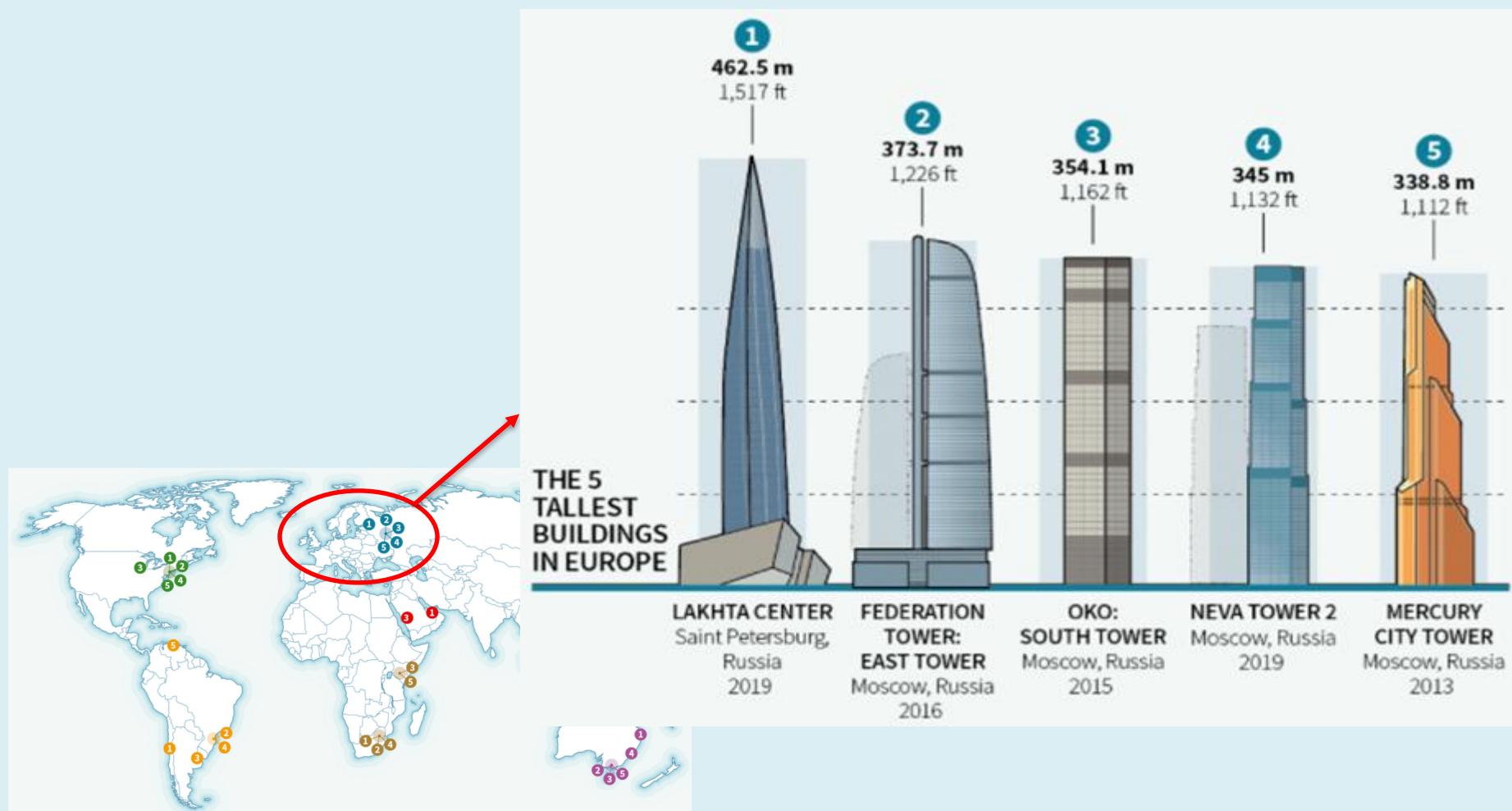
ساختمان‌های بلند در اقیانوسیه



1. Generals

۱- کلیات

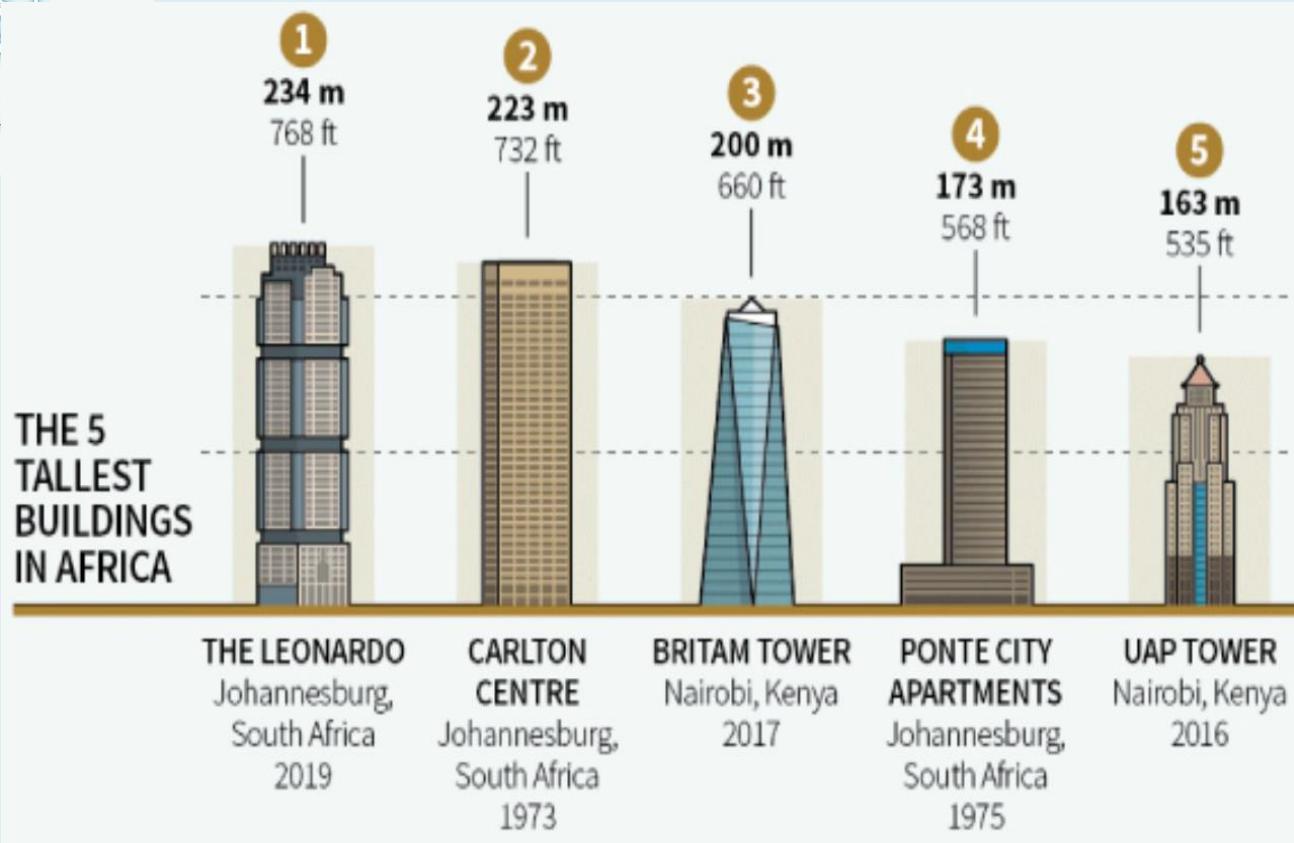
ساختمان‌های بلند در اروپا



1. Generals

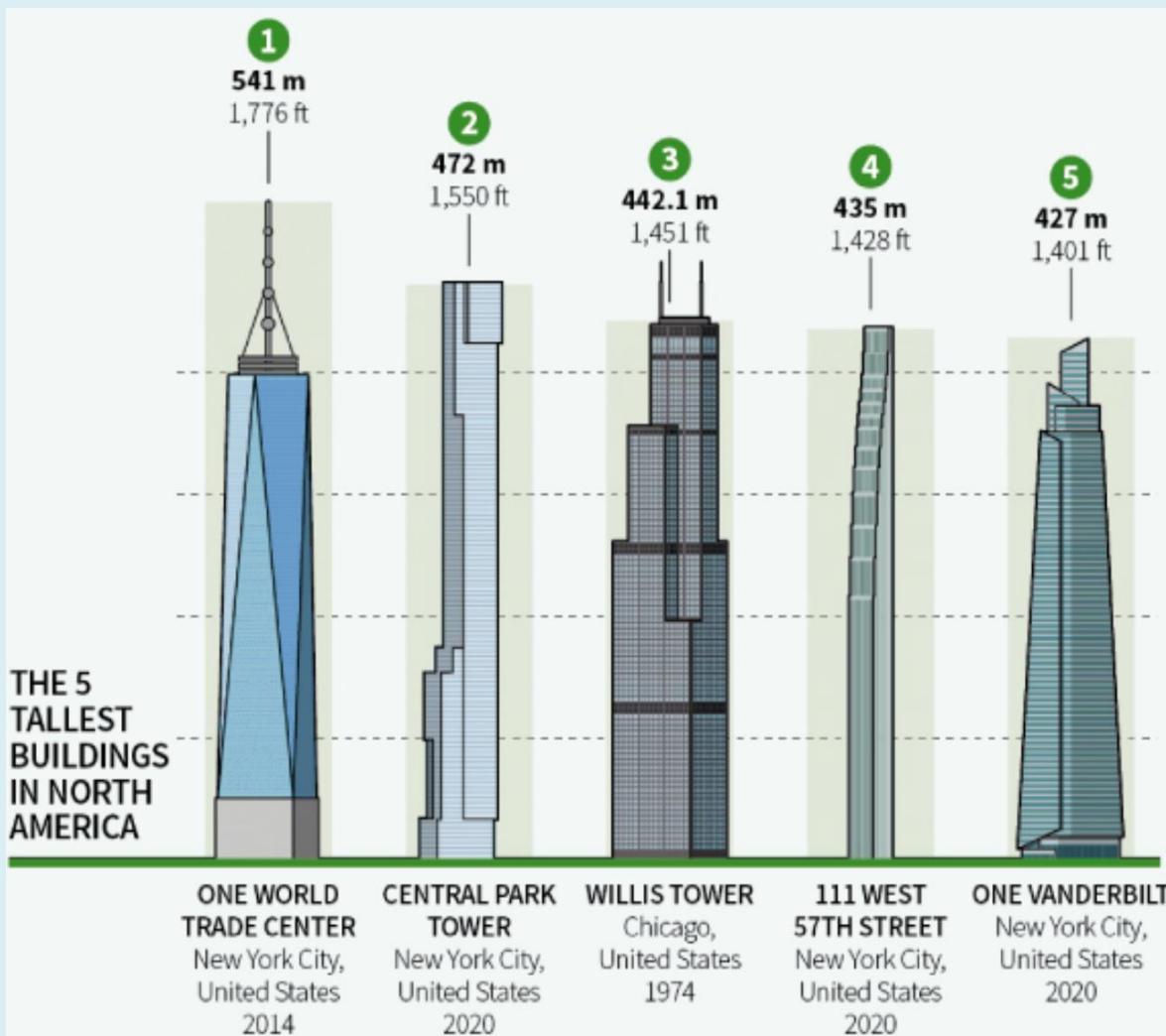
۱- کلیات

ساختمان‌های بلند در آفریقا



۱- کلیات

ساختمان‌های بلند در آمریکای شمالی



1. Generals

۱- کلیات

ساختمان‌های بلند در آمریکای جنوبی



۱- کلیات

1. Generals



مزایای ساختمان‌های بلند

- پوشش جمعیت رو به رشد شهری
- انعکاس تأثیر فزاینده رقابت جهانی بر توسعه
- پاسخ اقتصادی موثر به ارزش دارایی
- پتانسیل مصرف انرژی کمتر
- پیشرفت در علم، فناوری و مهندسی

1. Generals

۱- کلیات



Tilting in Santos (Brasil)

معایب ساختمان‌های بلند

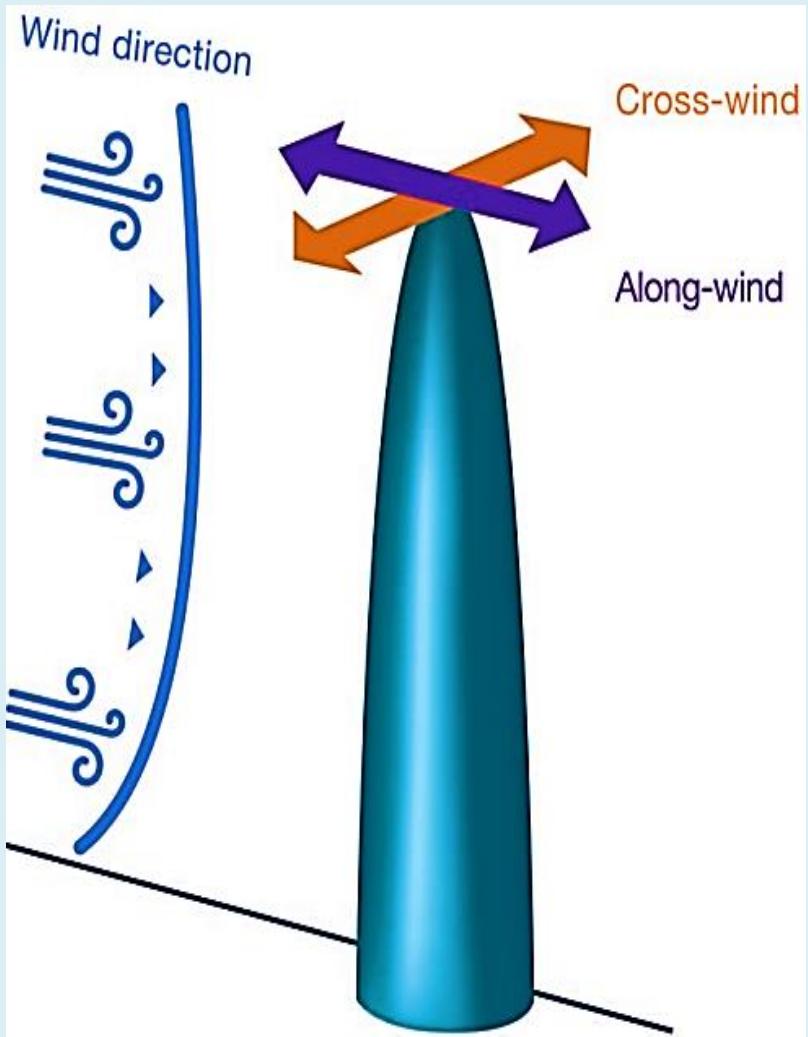
- اثرات نامطلوب زیست‌محیطی بر روی اقلیم
- ازدحام و ترافیک
- تاثیرات روانی-اجتماعی
- نگرانی در مورد ایمنی (آتش‌سوزی و ...)



Fire damage in New York (USA)

1. Generals

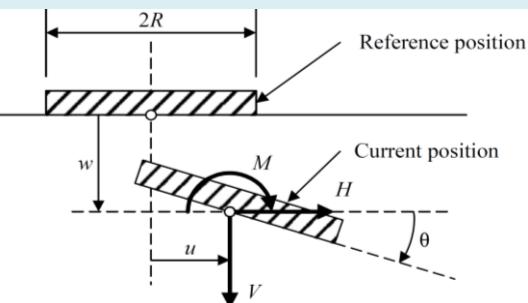
۱- کلیات



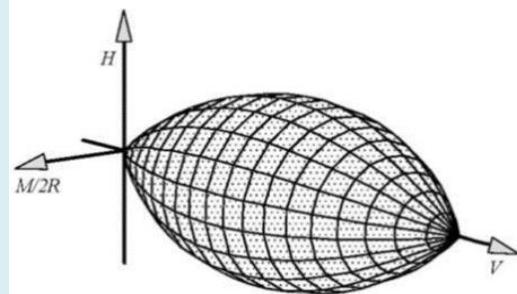
Cross wind and along wind building responses

ویژگی‌های ساختمان‌های بلند

- وزن بالا و بار عمودی وارد بر فونداسیون
- نشست غیریکنواخت ناشی از همچوارسازی
- نیروی جانبی و گشتاورهای ناشی از باد
- نیروی جانبی مضاعف زلزله
- پتانسیل ایجاد تشدید توسط بار باد و زلزله
- سازه تحت بارهای ترکیبی (VMH)



Combined loading (VMH)



۱- کلیات

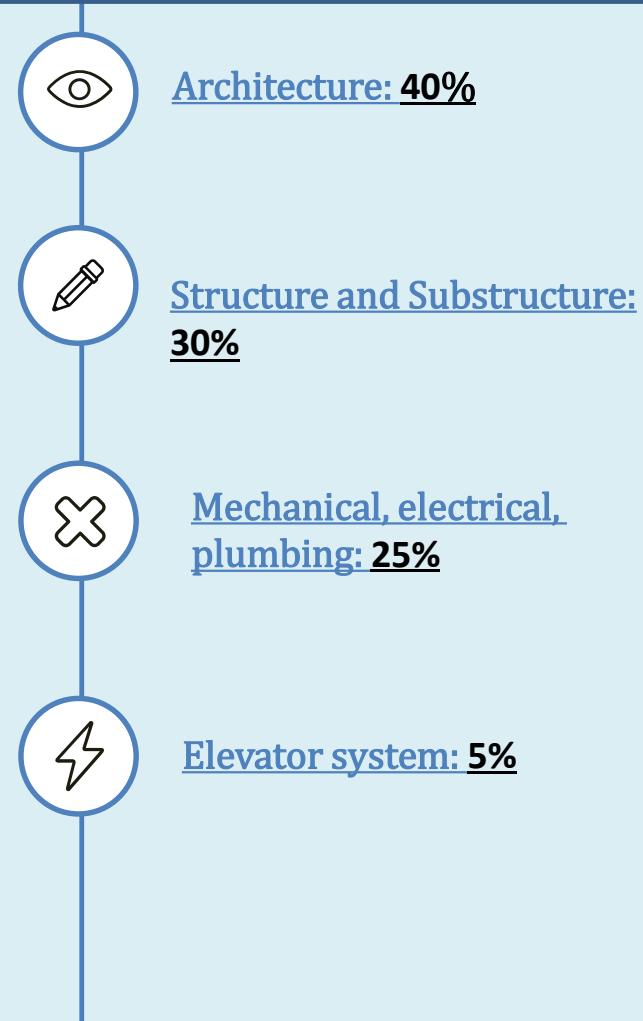
1. Generals

Costs



Skyscraper Costs versus Building Height for New York, Chicago, and Shanghai. Costs are given in millions of 2018 USD. Each dot is data for a particular building.

(<https://buildingtheskyline.org/tag/skyscraper-economics/>)



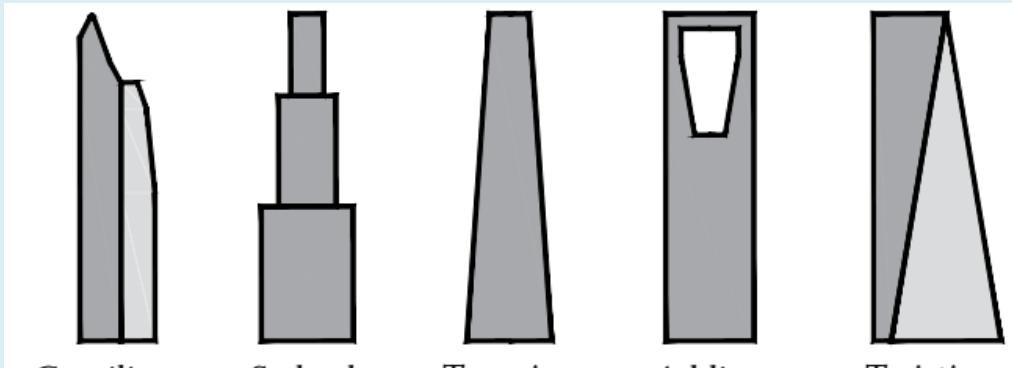
۱- کلیات

۱. Generals

Architectural and Aerodynamic Forms

فرم‌های سازه‌ای: ارتباط تنگاتنگ با فرم معماری
فرم‌های آیرودینامیکی: تأثیر عمده بر بارهای باد

دو دسته اصلی فرم‌های معماری و آیرودینامیکی:
 ۱- ماکرو: تحت تأثیر قرار دادن هندسه اصلی
 ۲- میکرو: شامل تغییرات نسبتاً جزئی در پلان پایه

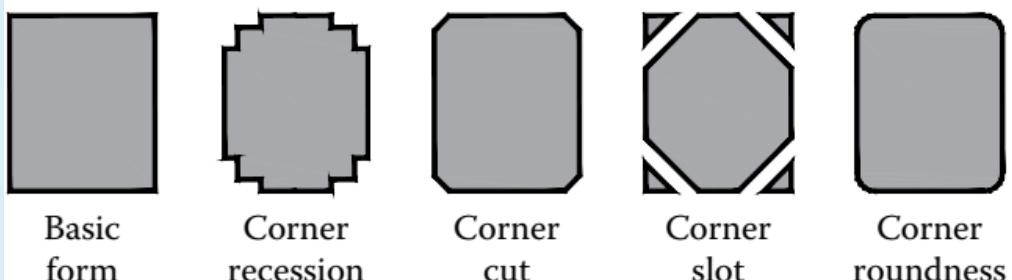


Curvilinear form Setback

Tapering

Adding opening

Twisting



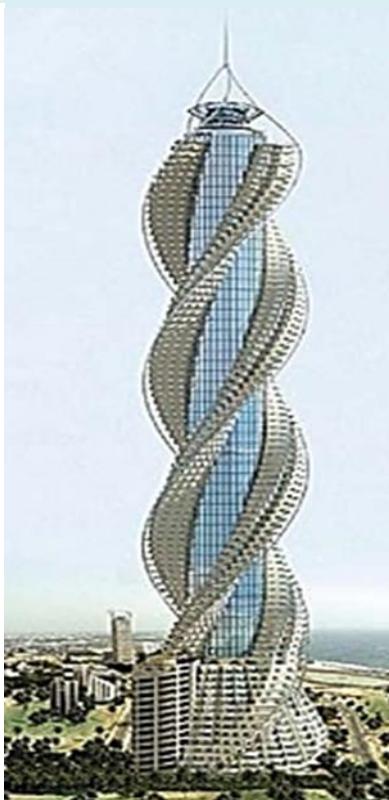
Basic form

Corner recession

Corner cut

Corner slot

Corner roundness

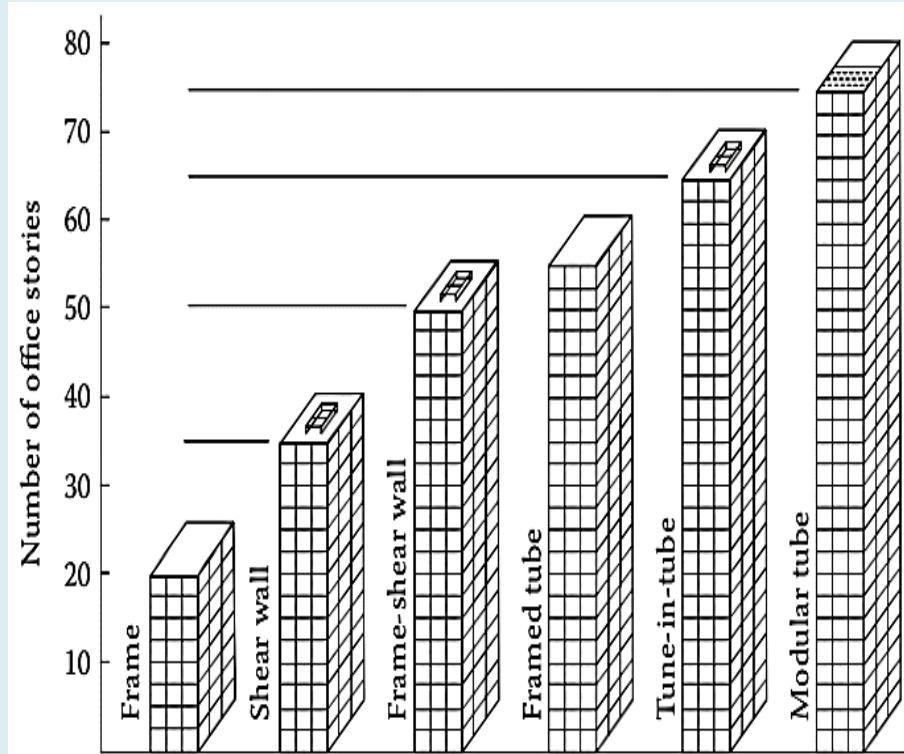
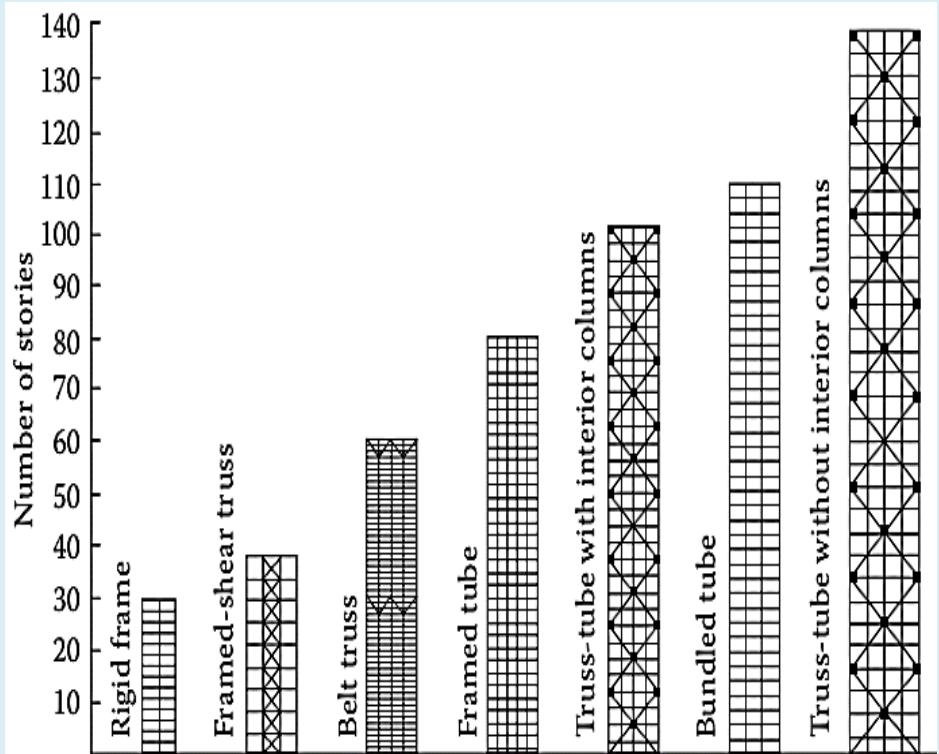


۱- کلیات

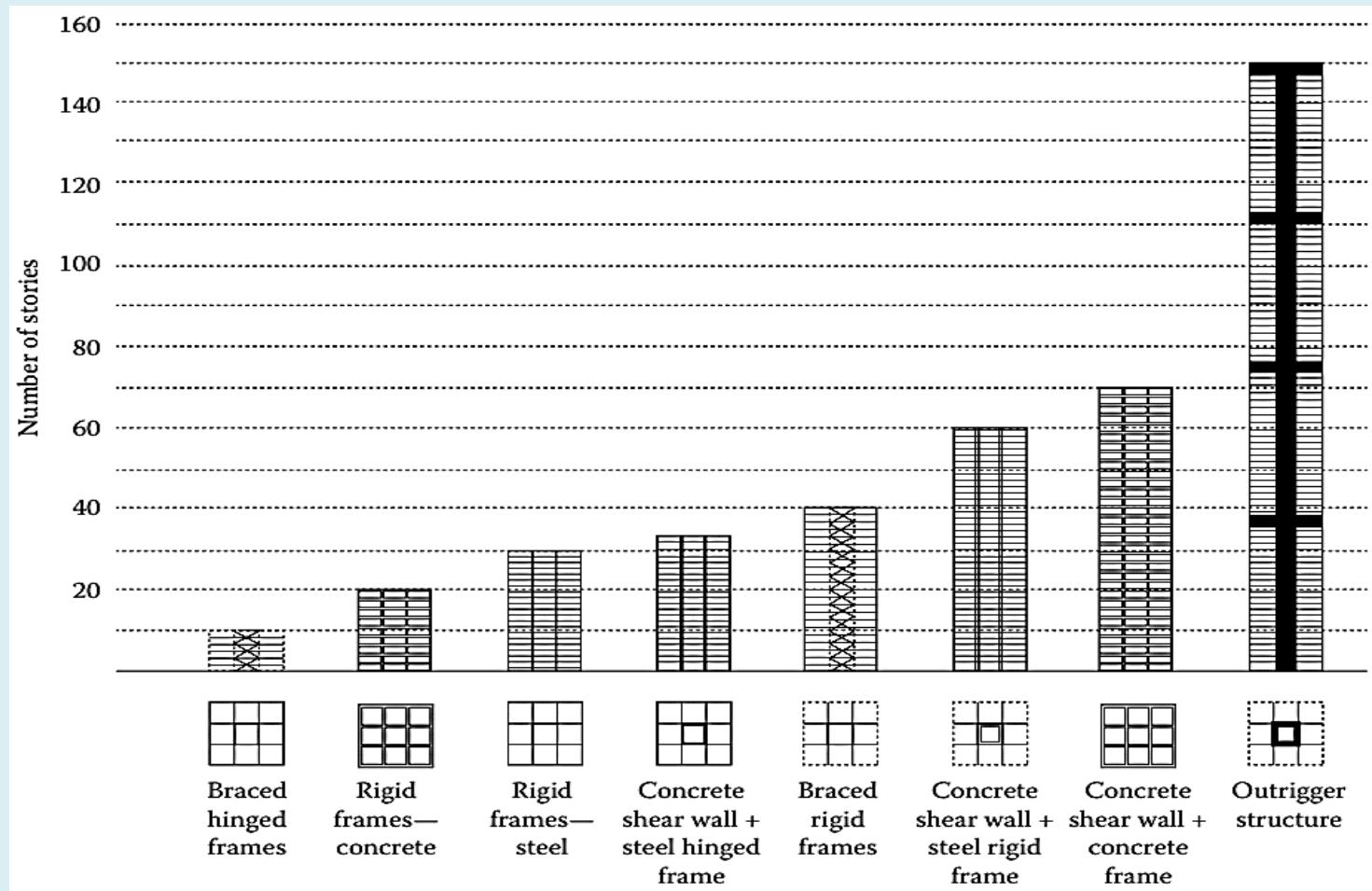
1. Generals

Structural Forms

سیستم‌های سازه‌ای فلزی و بتنی



Classification of tall building structural systems,
(Ali and Moon, 2007)

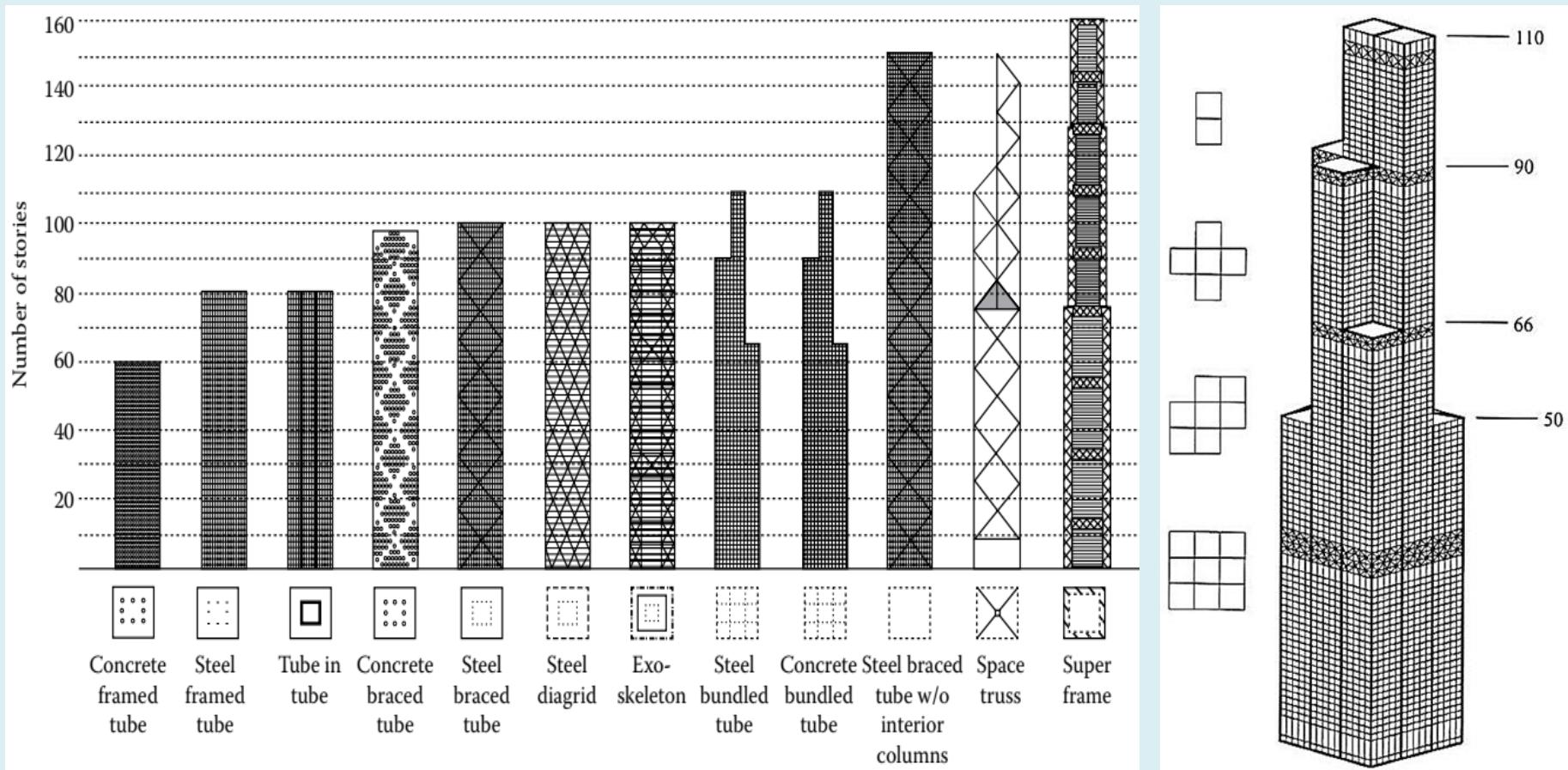
1. Generals**۱- کلیات****Interior Structures****سیستم‌های مقاوم: سازه‌های داخلی**

۱- کلیات

1. Generals

Exterior Structures

سیستم‌های مقاوم: سازه‌های خارجی



Exterior structure types (Moon, 2007)

1. Generals

۱- کلیات

Are Buildings the Only Tall Structures?



**Millau Bridge,
France,
343 m**

1. Generals

۱- کلیات

Are Buildings the Only Tall Structures?

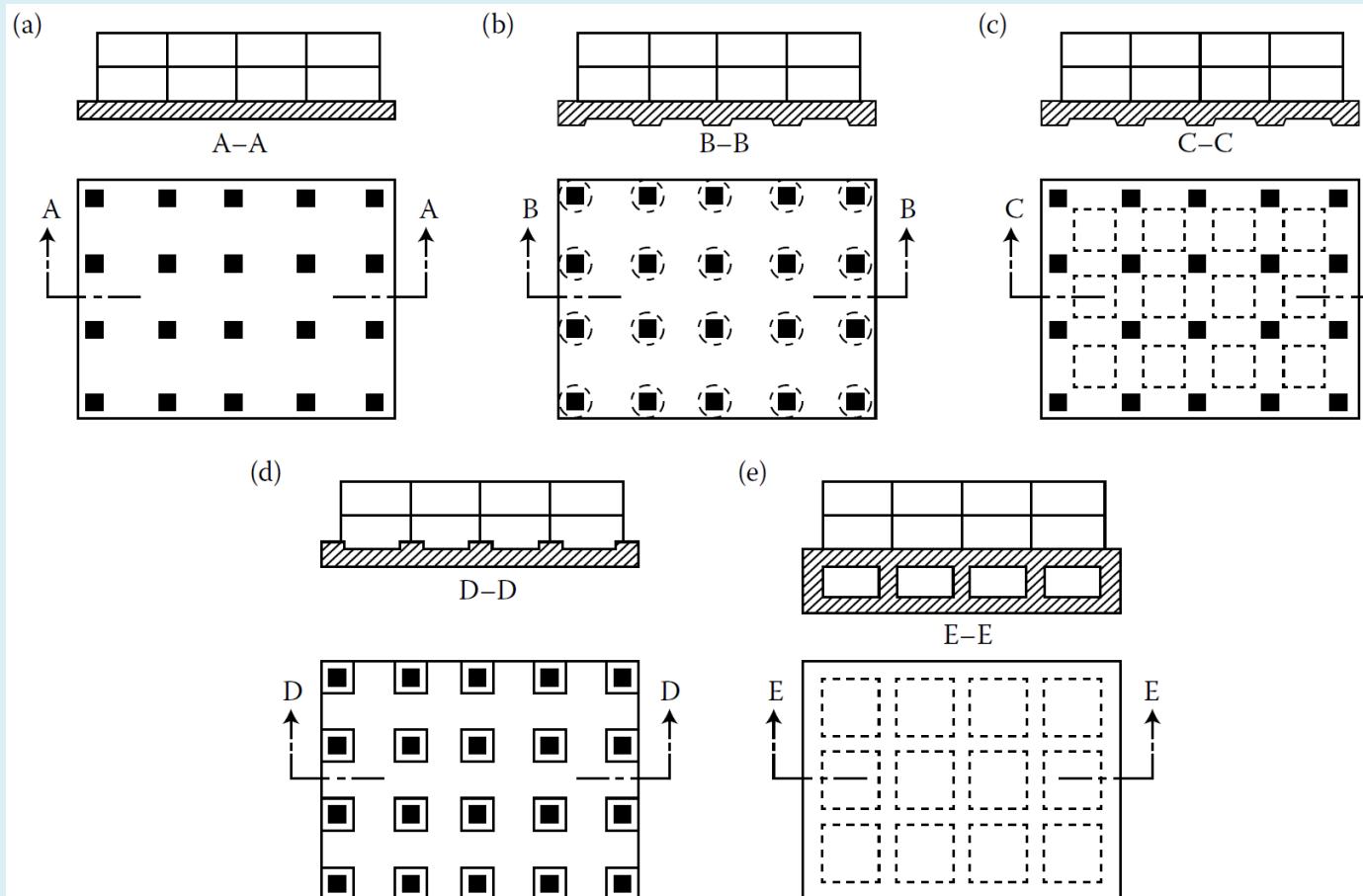


2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

1-Mat Foundations

۱- پی‌های رادیه



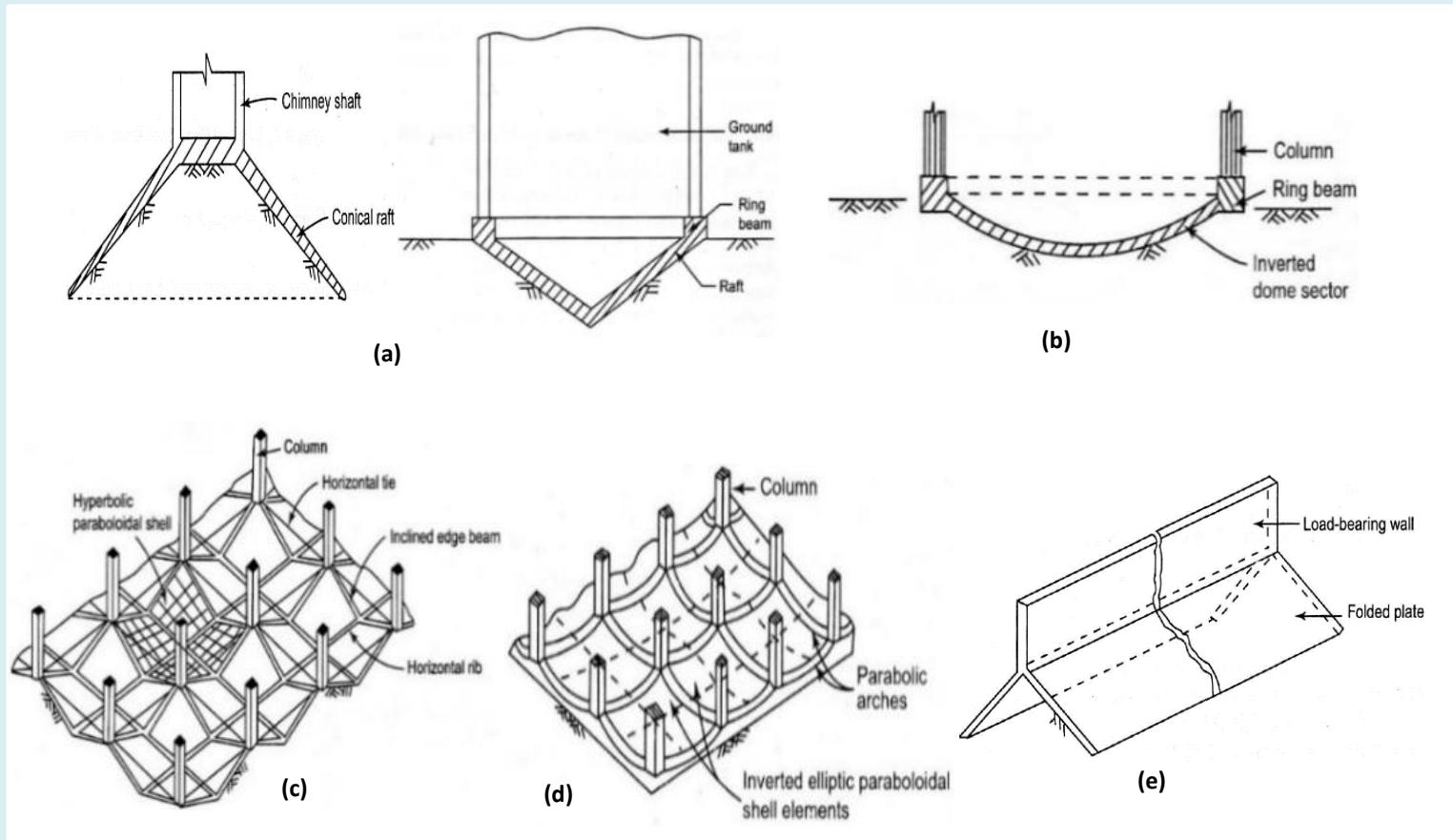
Types of raft/mat foundation. (a) flat slab; (b) local thickening below columns; (c) thickened strips below column lines; (d) pedestals below columns and above main raft slab; (e) basement structure incorporating the raft (Poulos, 2017)

2. Foundation Systems

2-Shell Foundations

۲-پی‌های پوسته‌ای

۲-پی‌های پوسته‌ای



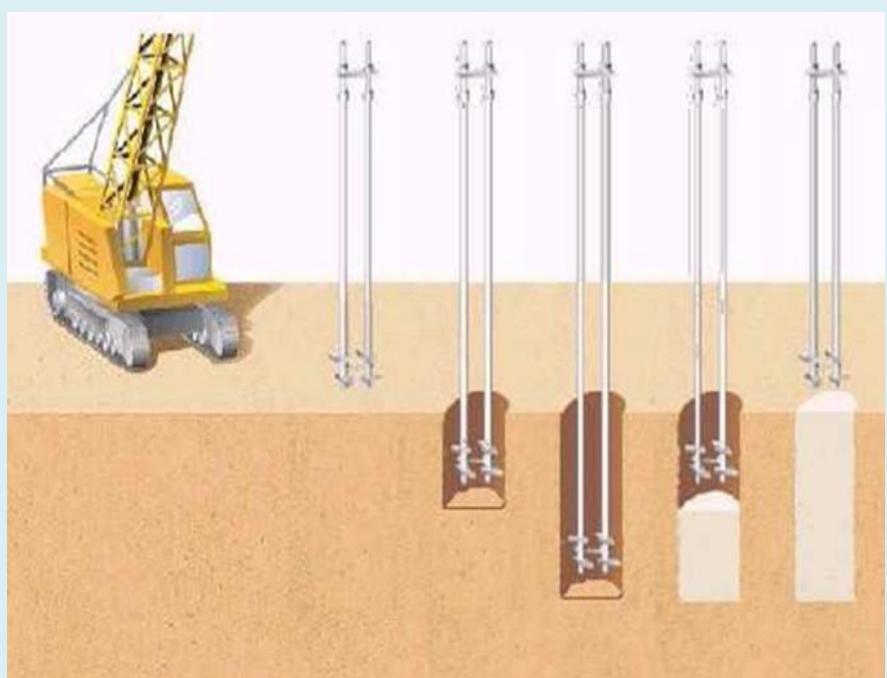
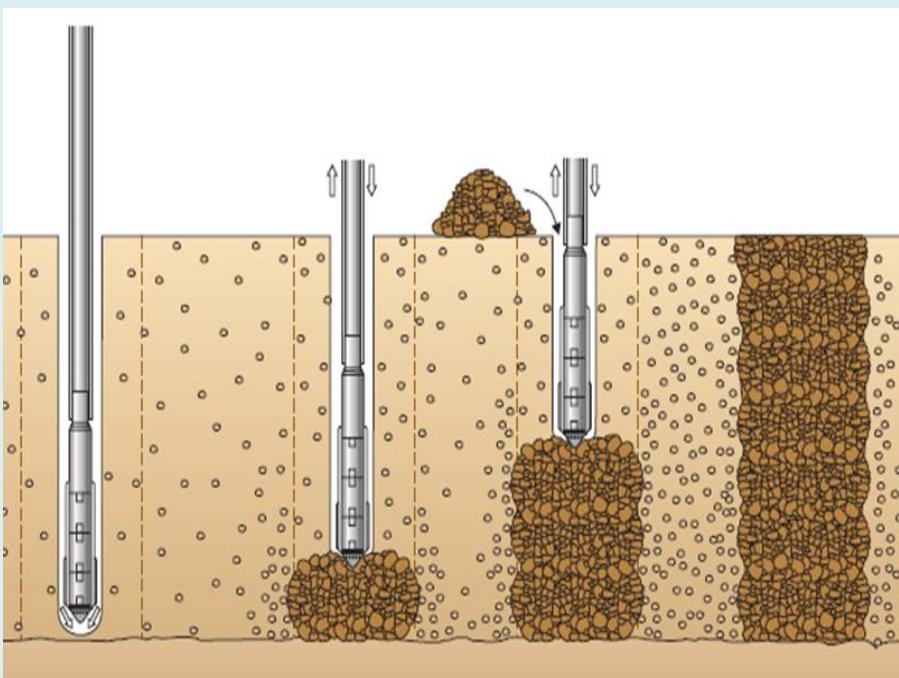
Typical shapes of Shell foundations, a) cone and inverted cone, b) inverted dome, c) hyperbolic paraboloid, d) elliptic paraboloid, e) folded plate (Kurian, 2006)

2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

۳- ستون سنگی، بهسازی زمین

3- Stone Columns, Ground Modification

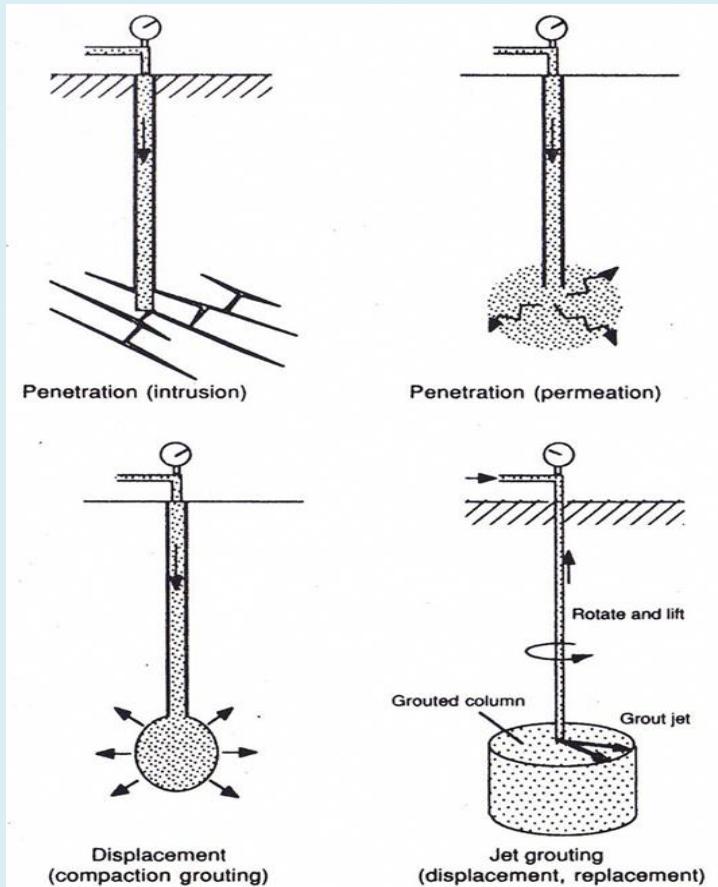


2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

۴- اصلاح زمین به صورت انبوهی

4- Massive Ground Improvement

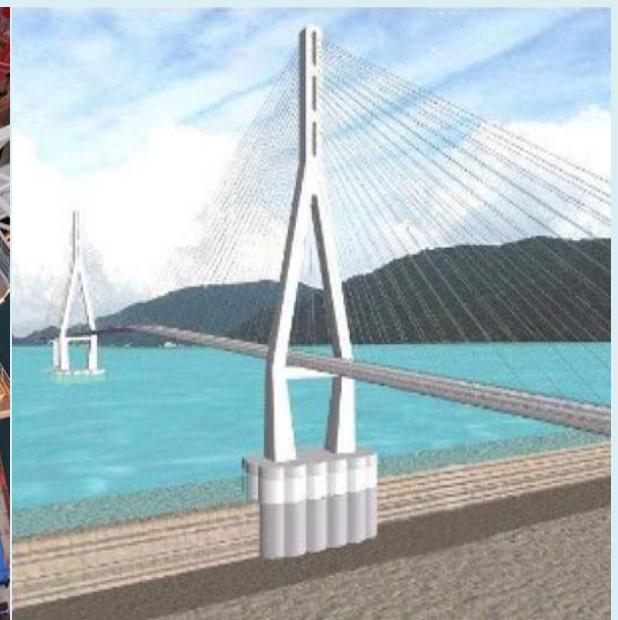


2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

5-Skirted and Bucket Foundations

۵-پی‌های لبه‌دار و باکتی

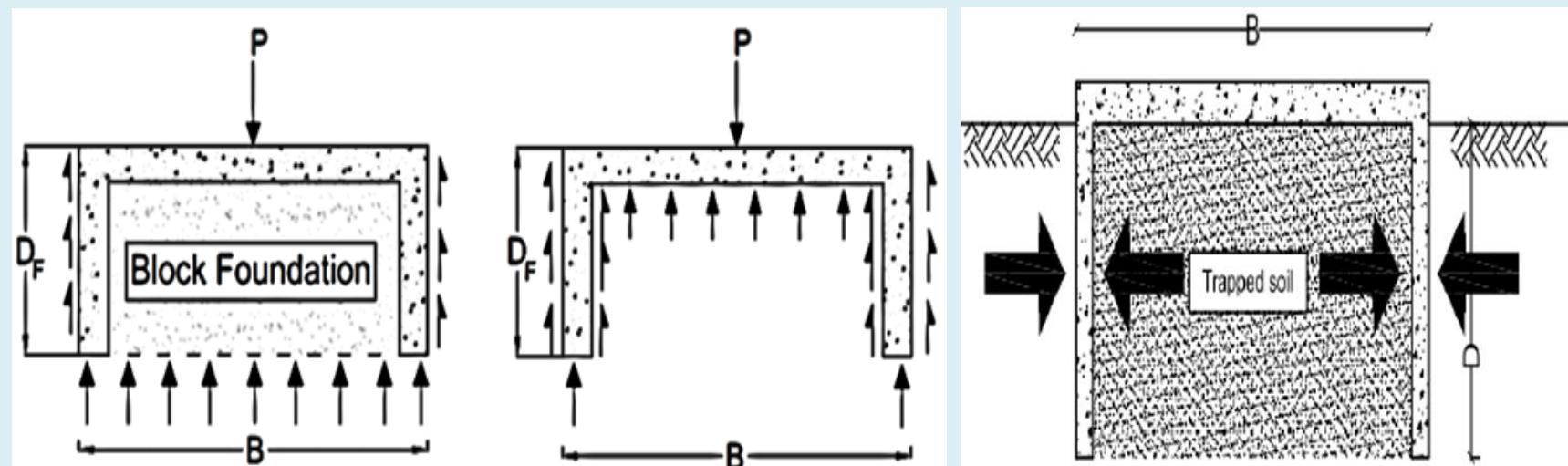


2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

۵- پی‌های لبه‌دار و باکتی

5-Skirted and Bucket Foundations



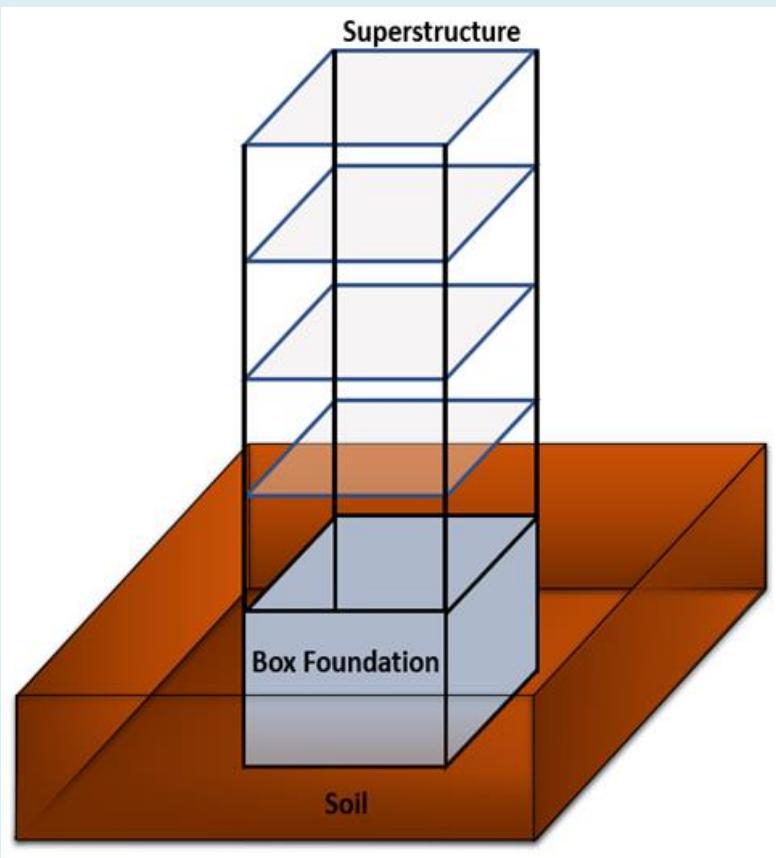
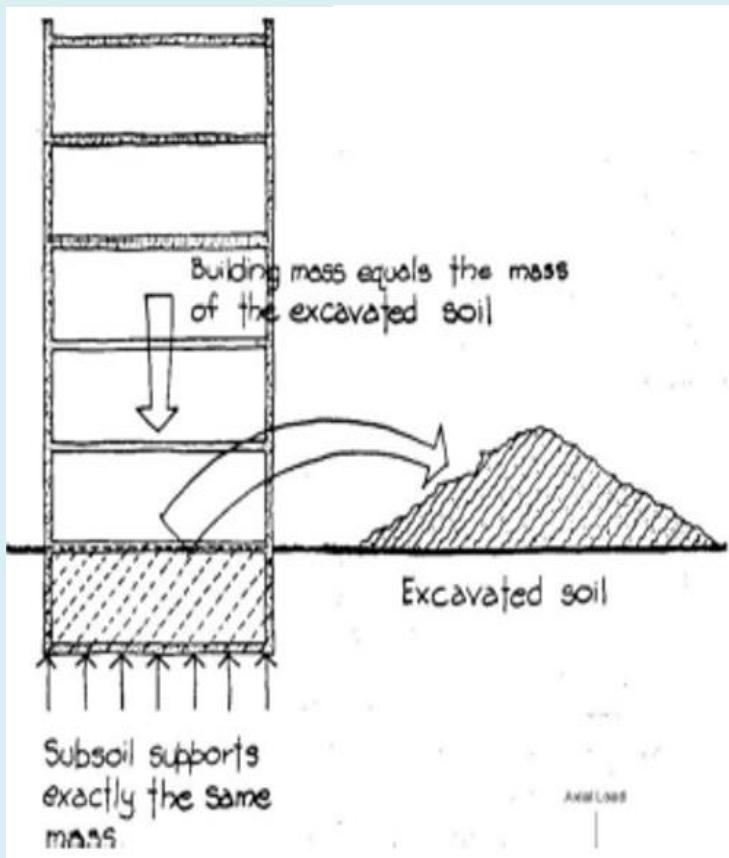
Two different failure mechanisms of skirted foundations (Eslami et al., 2019)

2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

۶- پی‌های شناور و جعبه‌ای (ساخت پایین به بالا)

6-Floating and Box Foundations (Bottom-up Construction)

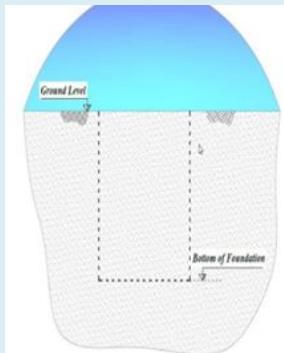


2. Foundation Systems

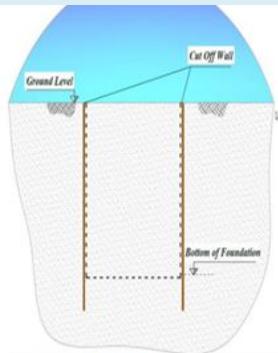
۲- سیستم فونداسیون

۷-Top-down Construction

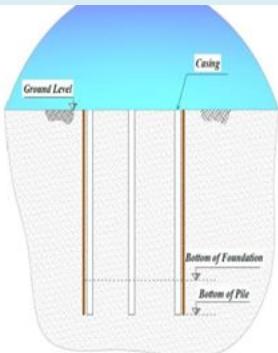
۷-ساخت بالا به پایین



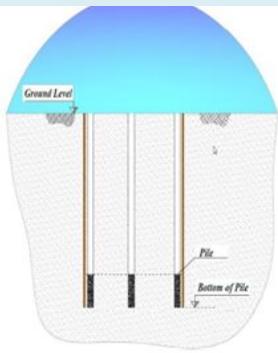
مرحله ۱



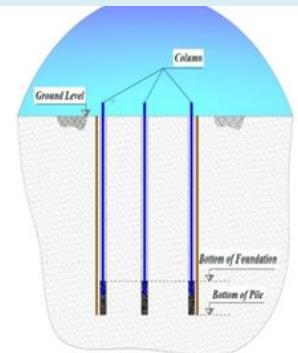
مرحله ۲



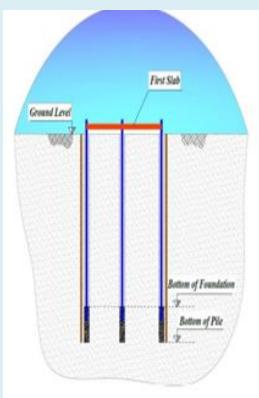
مرحله ۳



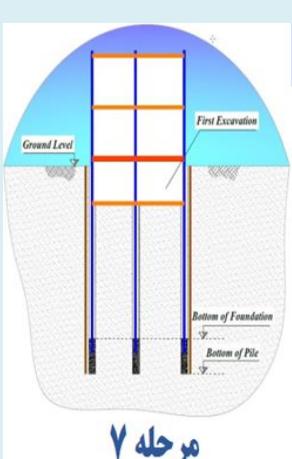
مرحله ۴



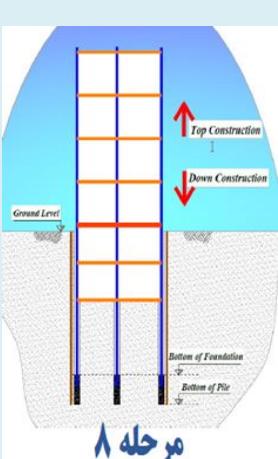
مرحله ۵



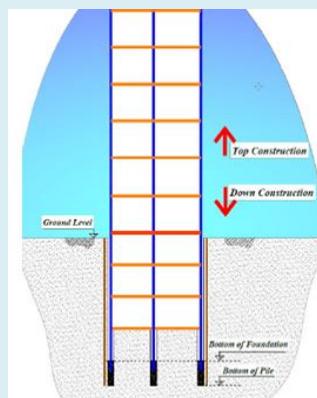
مرحله ۶



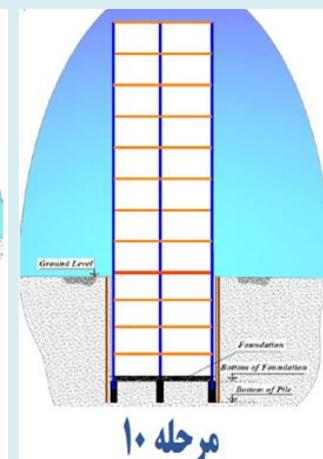
مرحله ۷



مرحله ۸



مرحله ۹



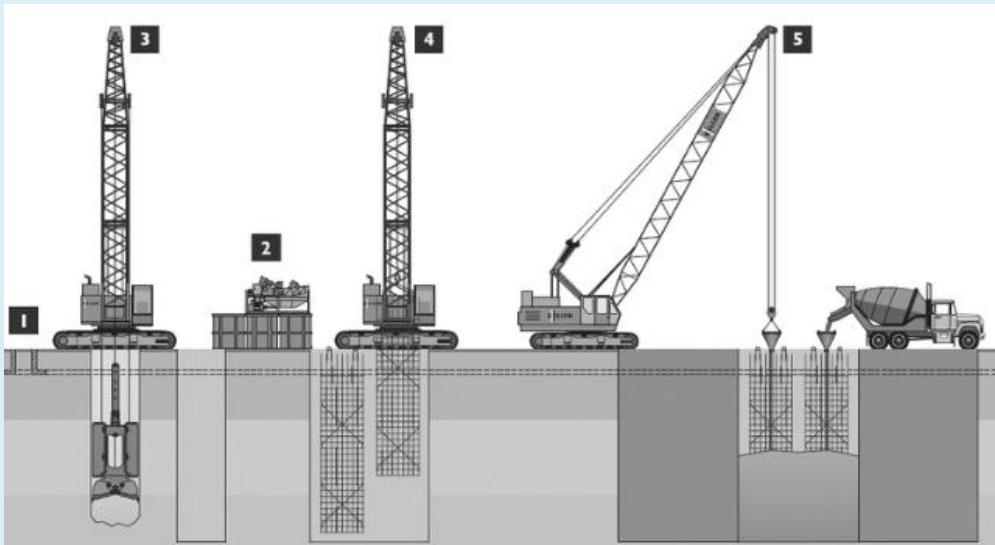
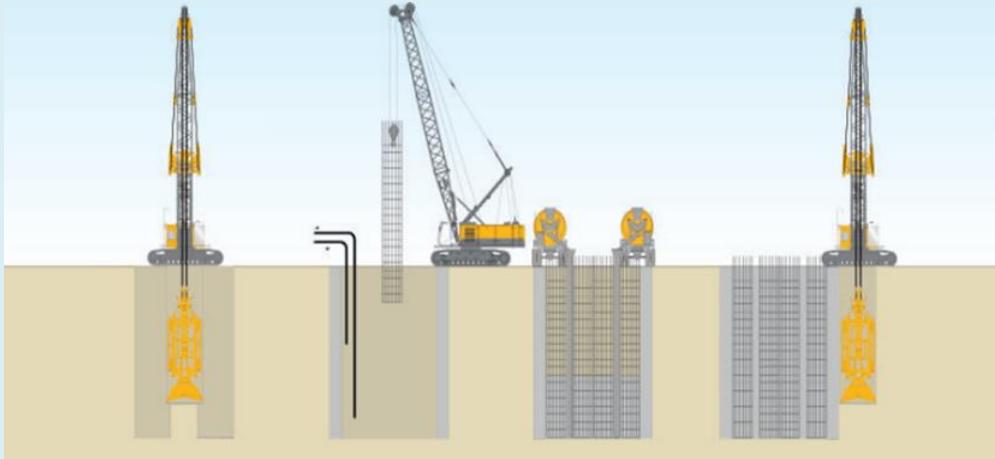
مرحله ۱۰

2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

8-Barrette Foundations

۸-پی‌های بارت

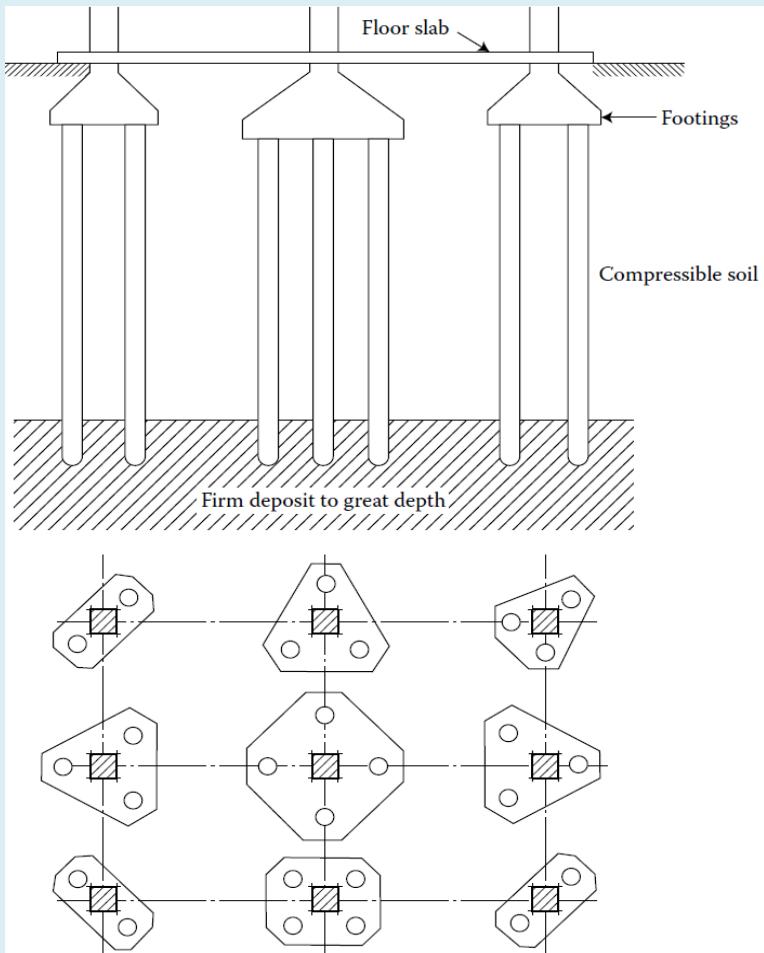
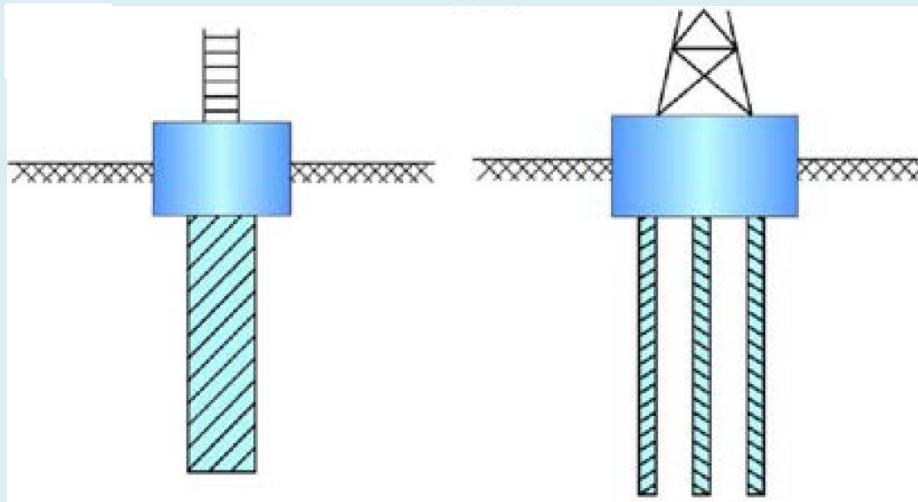


2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

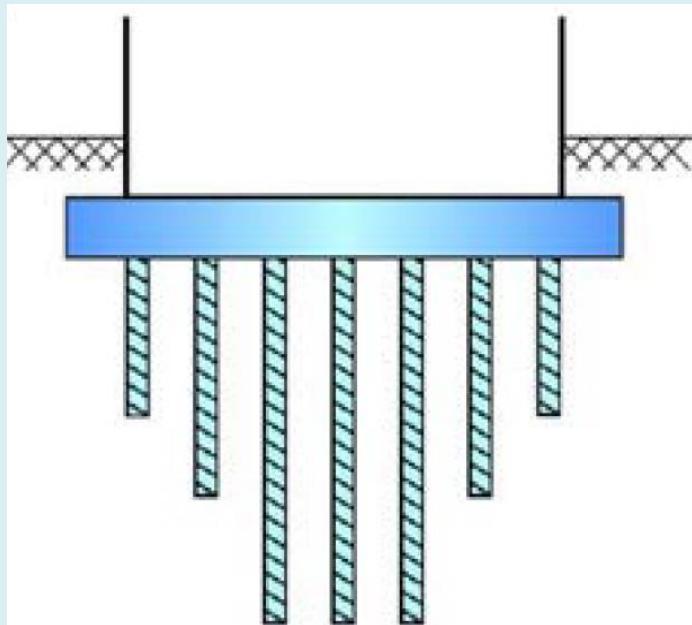
9-Piles (Single or Group)

۹-شمع (تک یا گروه)



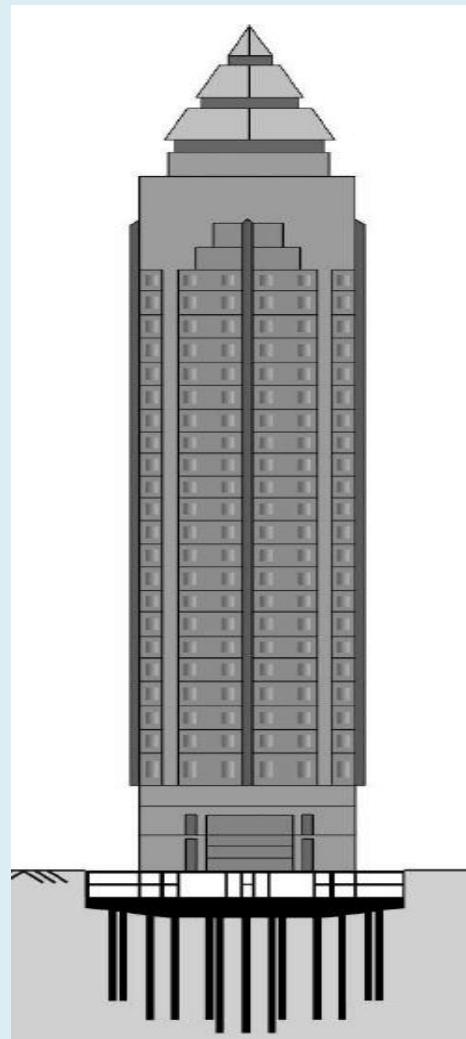
2. Foundation Systems

10-Piled Raft Foundations



۲- سیستم فونداسیون

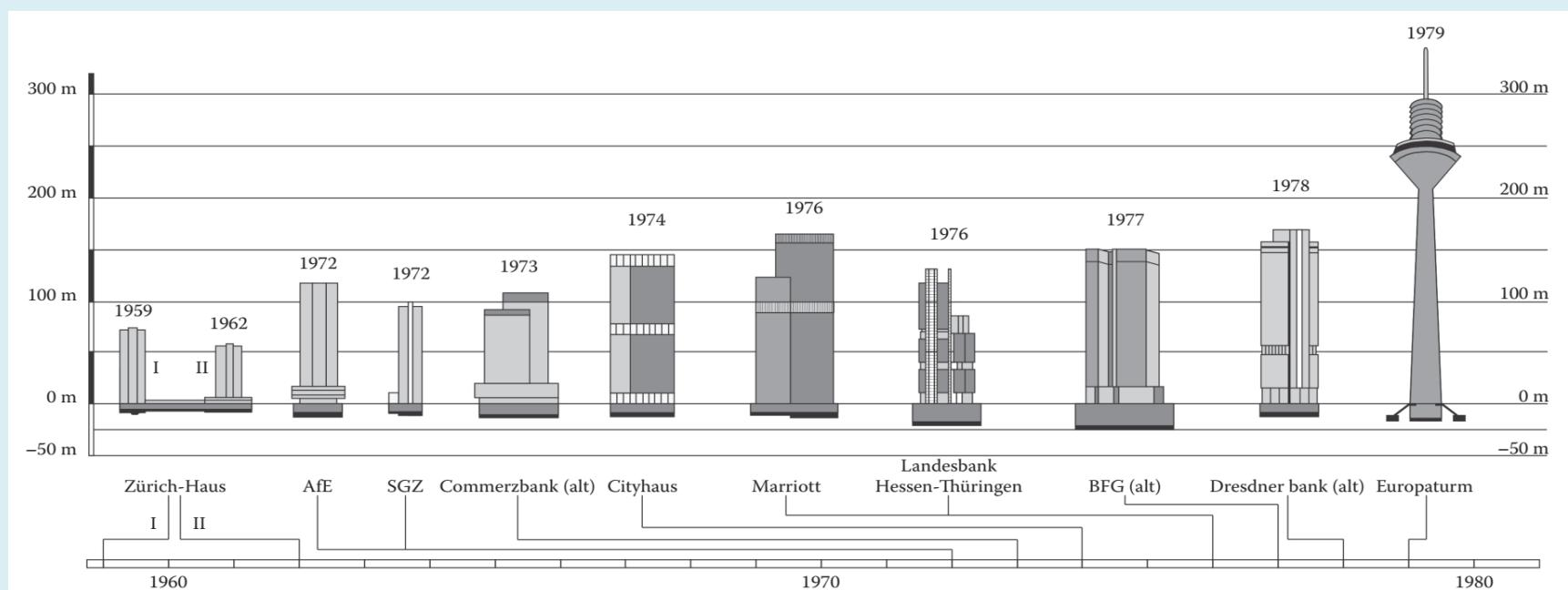
۱- پی‌های رادیه مرکب



2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

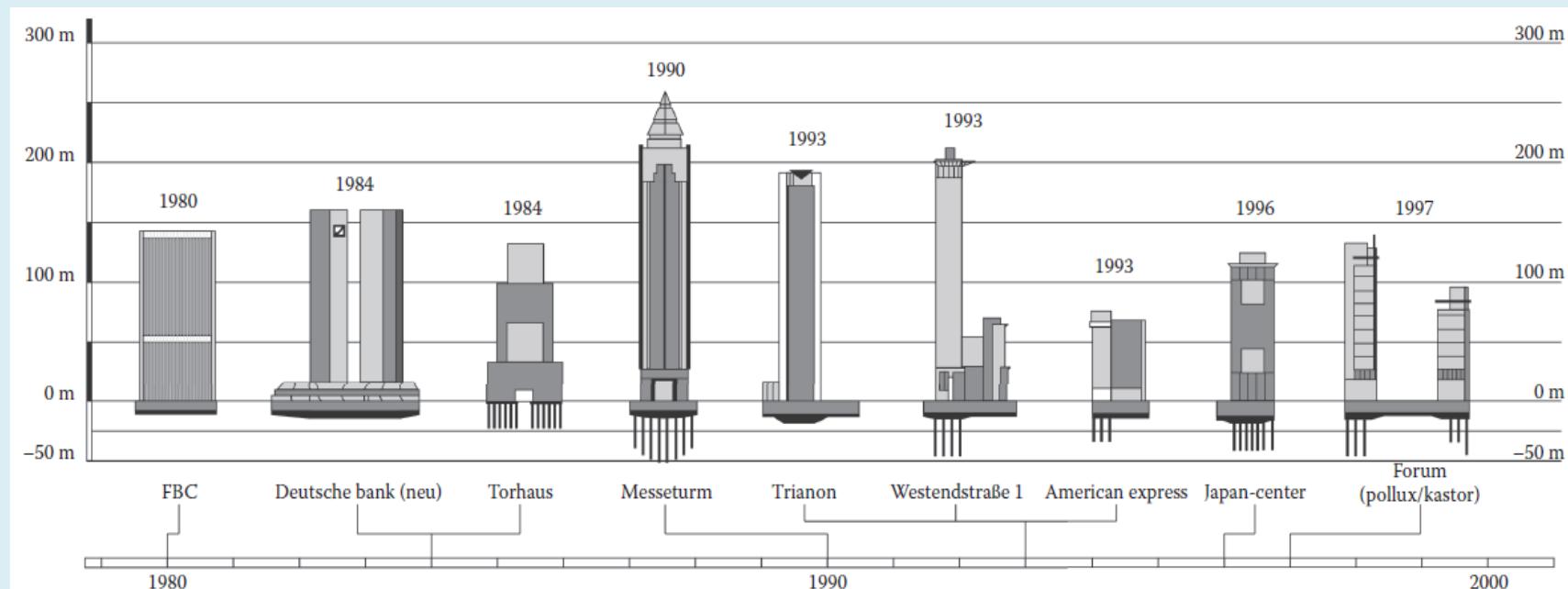
سیر تغییرات سیستم فونداسیون ساختمان‌های بلند
فرانکفورت، آلمان (Katzenbach et al., 2017)



2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

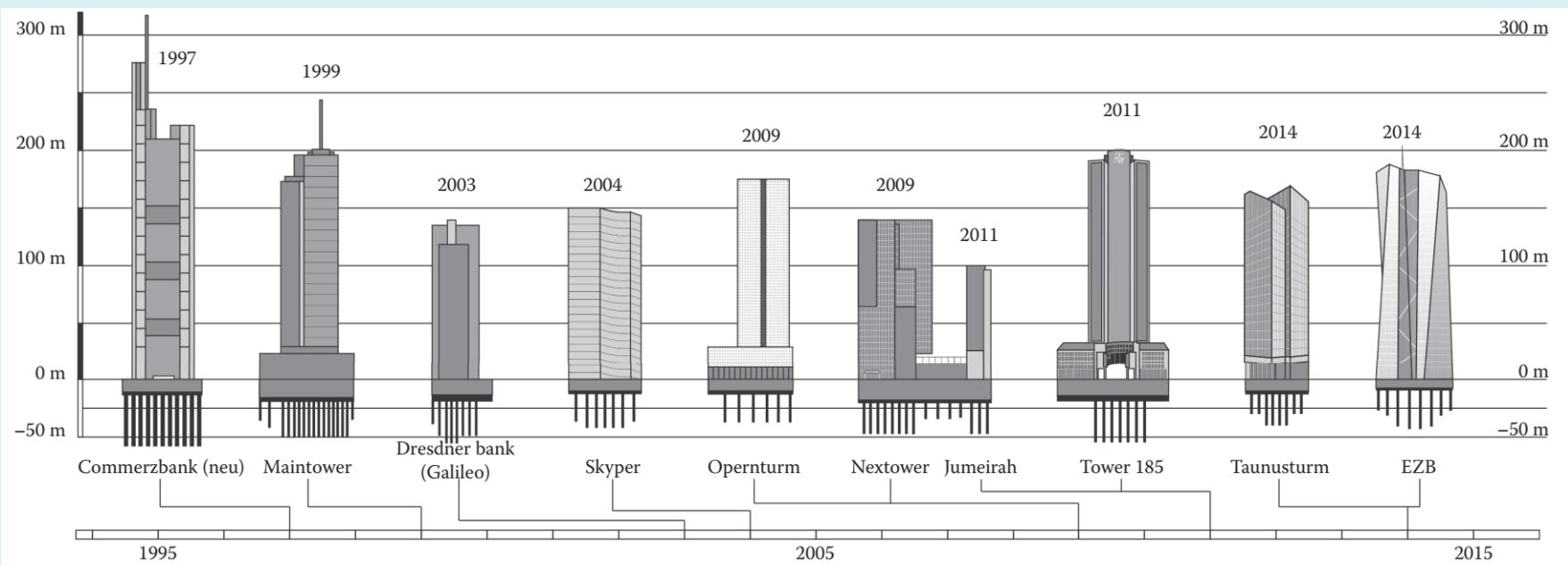
سیر تغییرات سیستم فونداسیون ساختمان‌های بلند
فرانکفورت، آلمان (Katzenbach et al., 2017)



2. Foundation Systems

۲- سیستم فونداسیون

سیر تغییرات سیستم فونداسیون ساختمان‌های بلند
فرانکفورت، آلمان (Katzenbach et al., 2017)



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 1: Golden Finance 117 Tower Tianjin, China

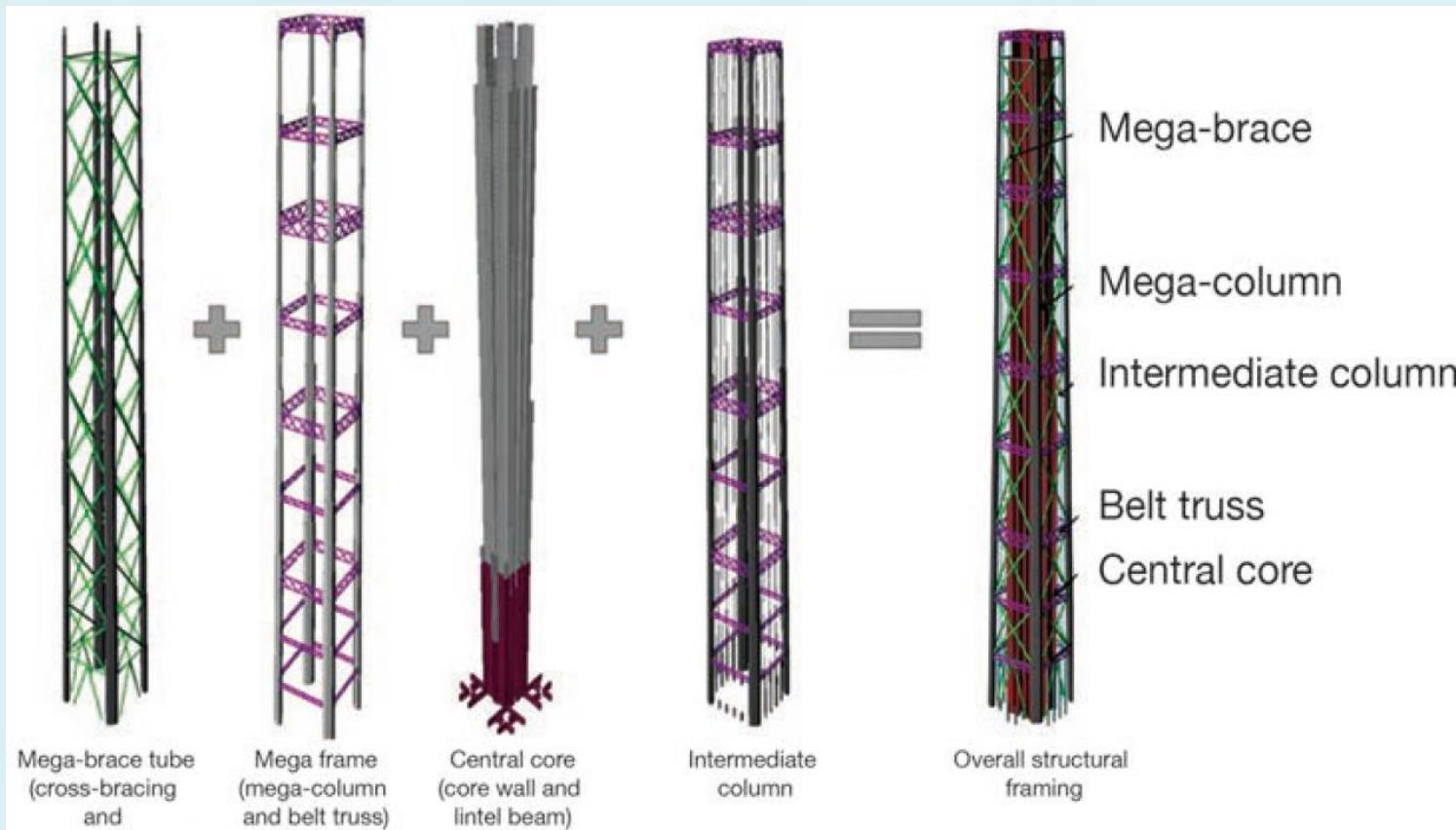
- Year of Completion: 2018
- Height: 597 m
- Number of Storeys: 117
- Gross floor area: 370,000 m^2
- Primary use: Office and hotel



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 1: Golden Finance 117 Tower Tianjin, China

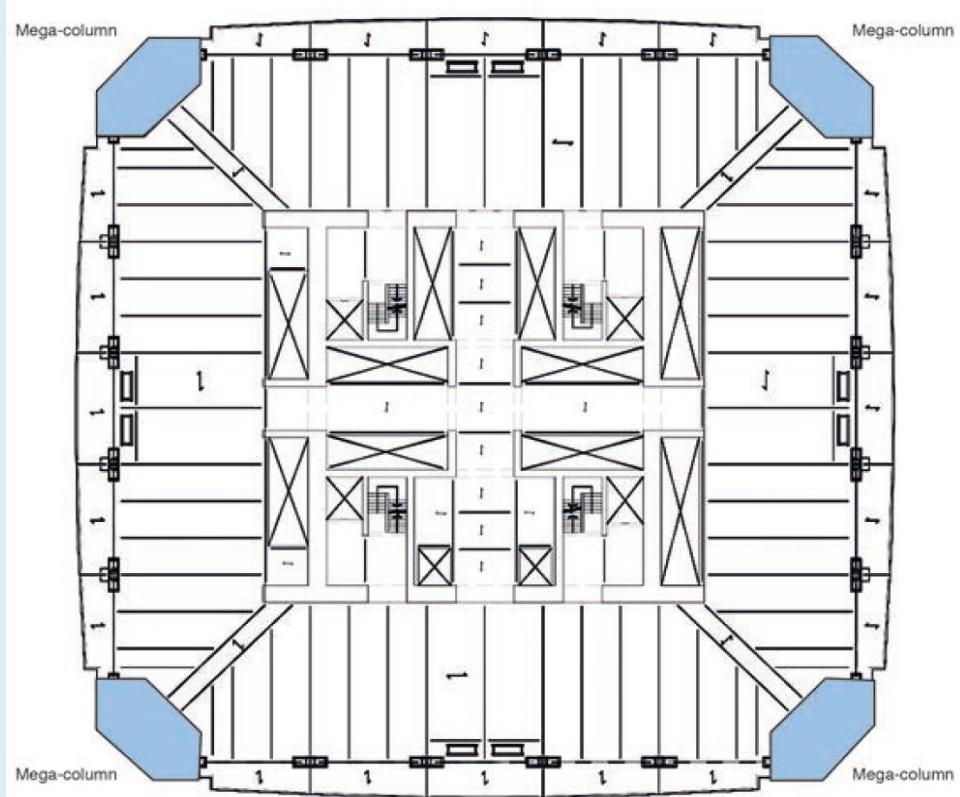


سیستم مقاوم سازه‌ای داخلی و خارجی

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 1: Golden Finance 117 Tower Tianjin, China



نمونه مقطع عرضی ساختمان

۱- طراحی خارج از ضوابط معمول

۲- بهینه‌سازی طول شمع‌ها

۳- تسریع و بهینه‌سازی زمان

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 2: The Masterpiece (K11) Hong Kong

- Year of Completion: 2009
- Height: 260 m
- Number of Storeys: 64 (+ basement levels)
- Gross floor area: 100,000 m^2
- Primary use: Hotel, residential and retail



۳- موارد عملی

3. Case Histories

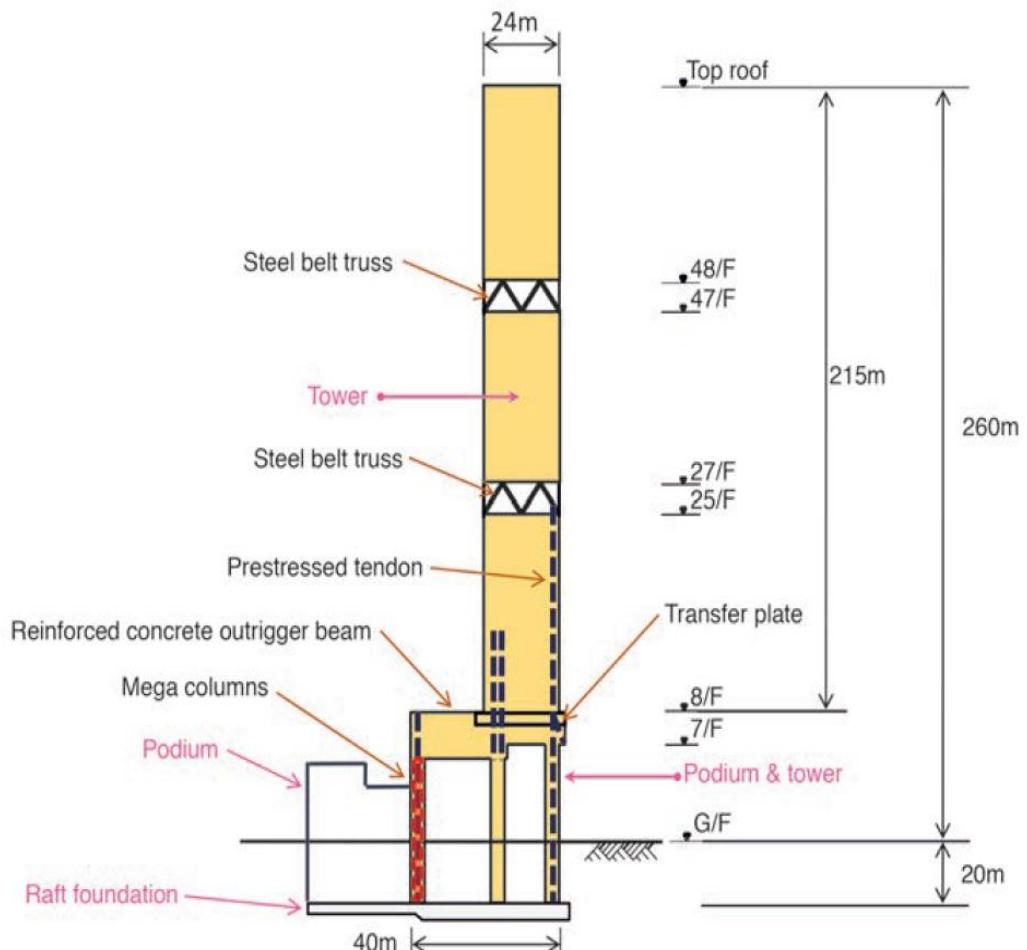
Case No. 2: The Masterpiece (K11) Hong Kong



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 2: The Masterpiece (K11) Hong Kong



۱- فرم معماری جالب توجه

۲- چالش: کنترل تغییر شکل های بزرگ

۳- ساخت طبقه زیرزمین به عمق ۲۰ متر

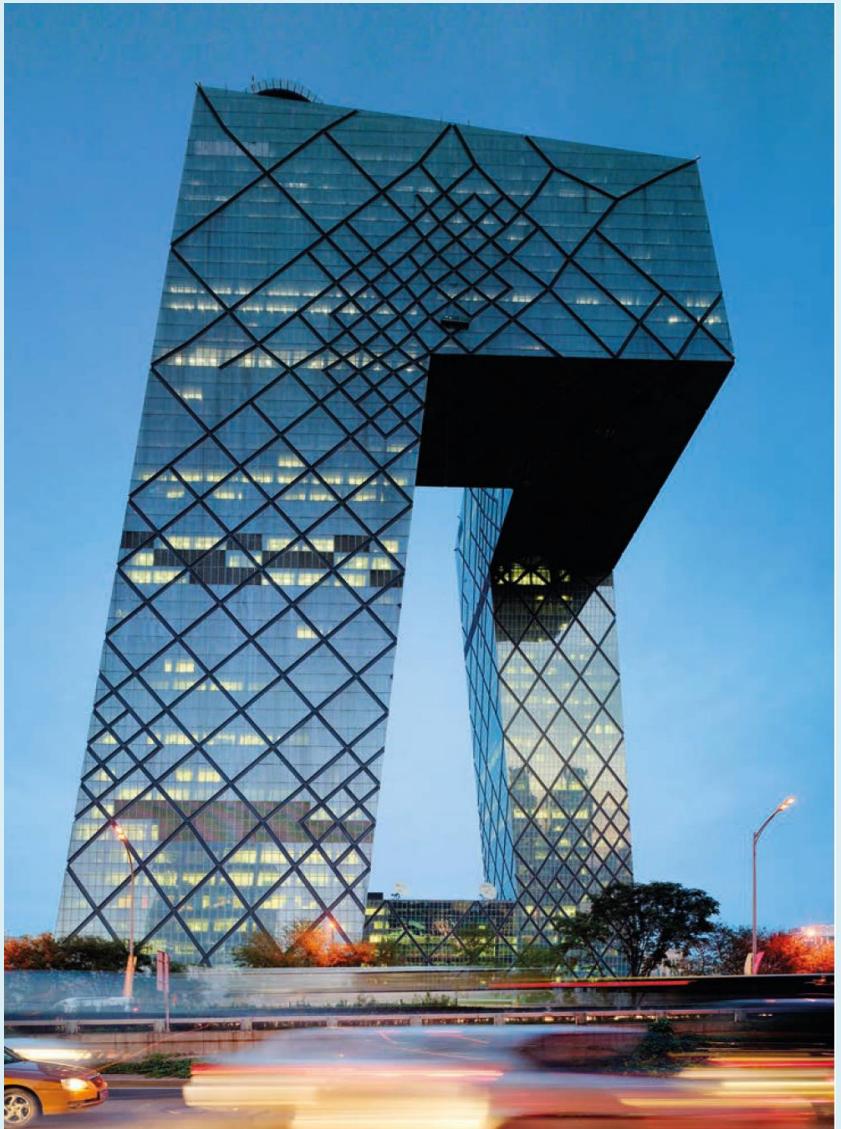
قطع ساختمان و سیستم‌های مقاوم

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 3: CCTV Headquarters Beijing, China

- Year of Completion: 2012
- Height: 234 m
- Number of Storeys: 54
- Gross floor area: $473,000 \text{ m}^2$
- Primary use: Office



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 3: CCTV Headquarters Beijing, China

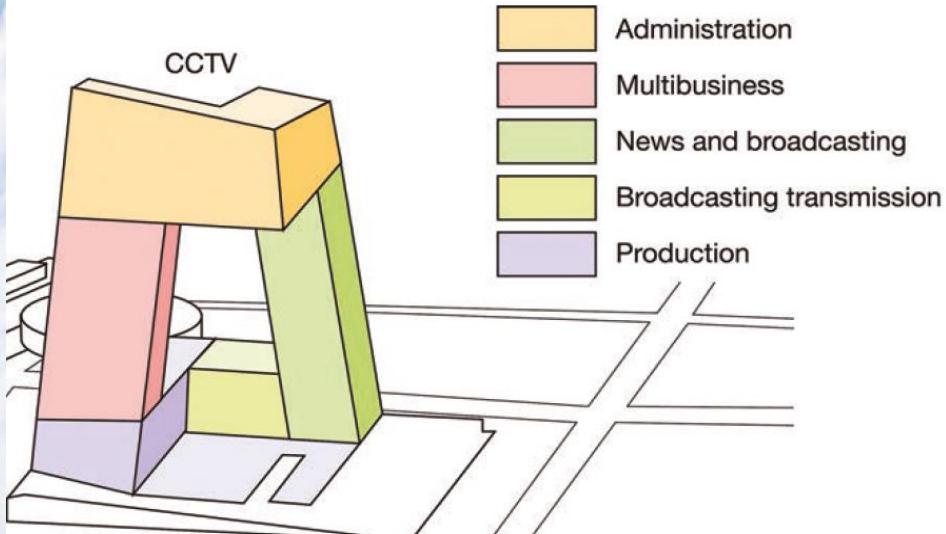
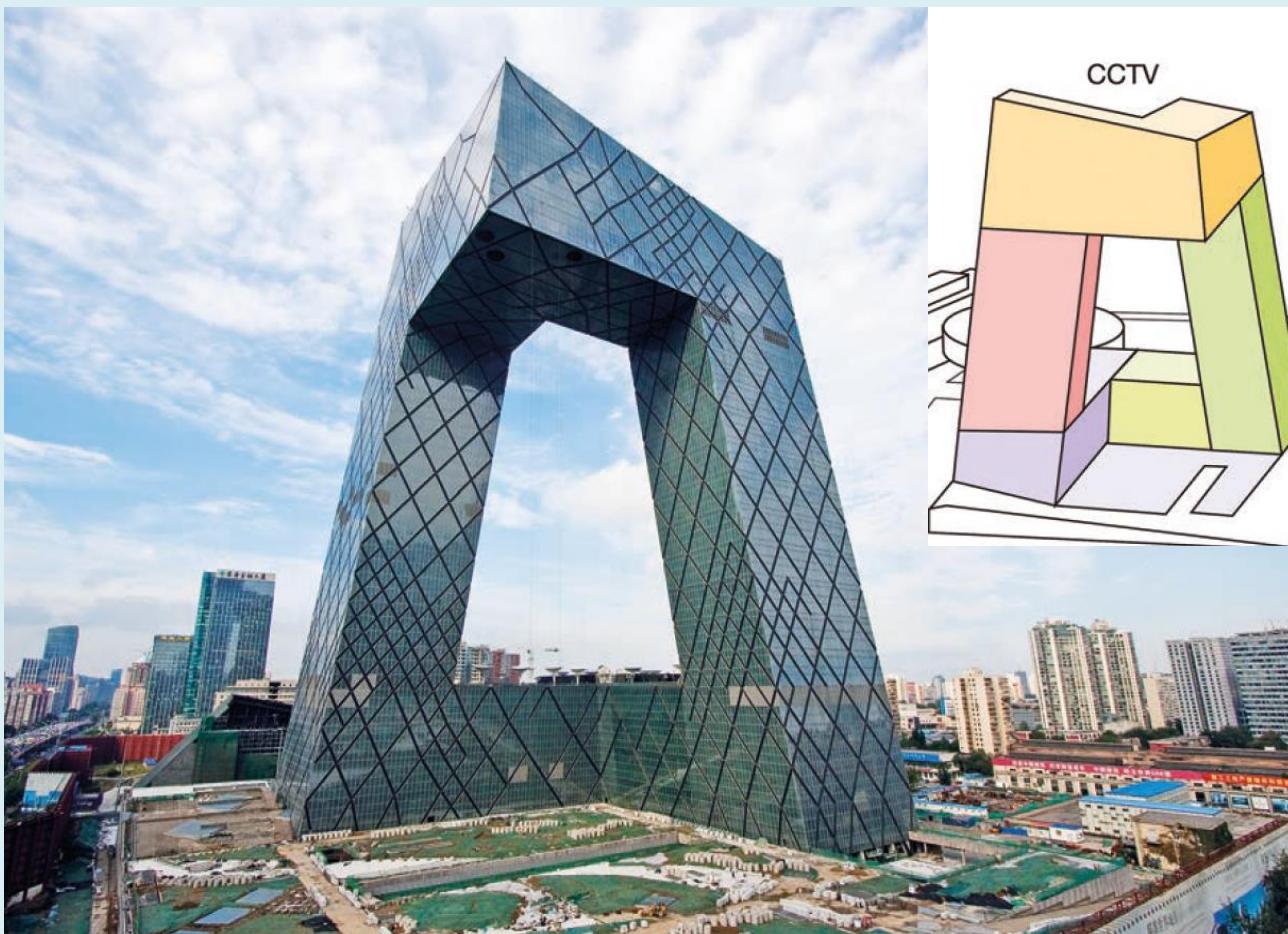
چالش: اجرای قسمت افقی به صورت طره‌ای به علت نیروی وزن



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 3: CCTV Headquarters Beijing, China



کاربری بخش‌های مختلف ساختمان

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 4: Vincom Landmark 81 Ho Chi Minh City, Vietnam

- Year of Completion: 2019
- Height: 461.2 m
- Number of Storeys: 81
- Gross floor area: 142,000 m^2
- Primary use: Residential and hotel

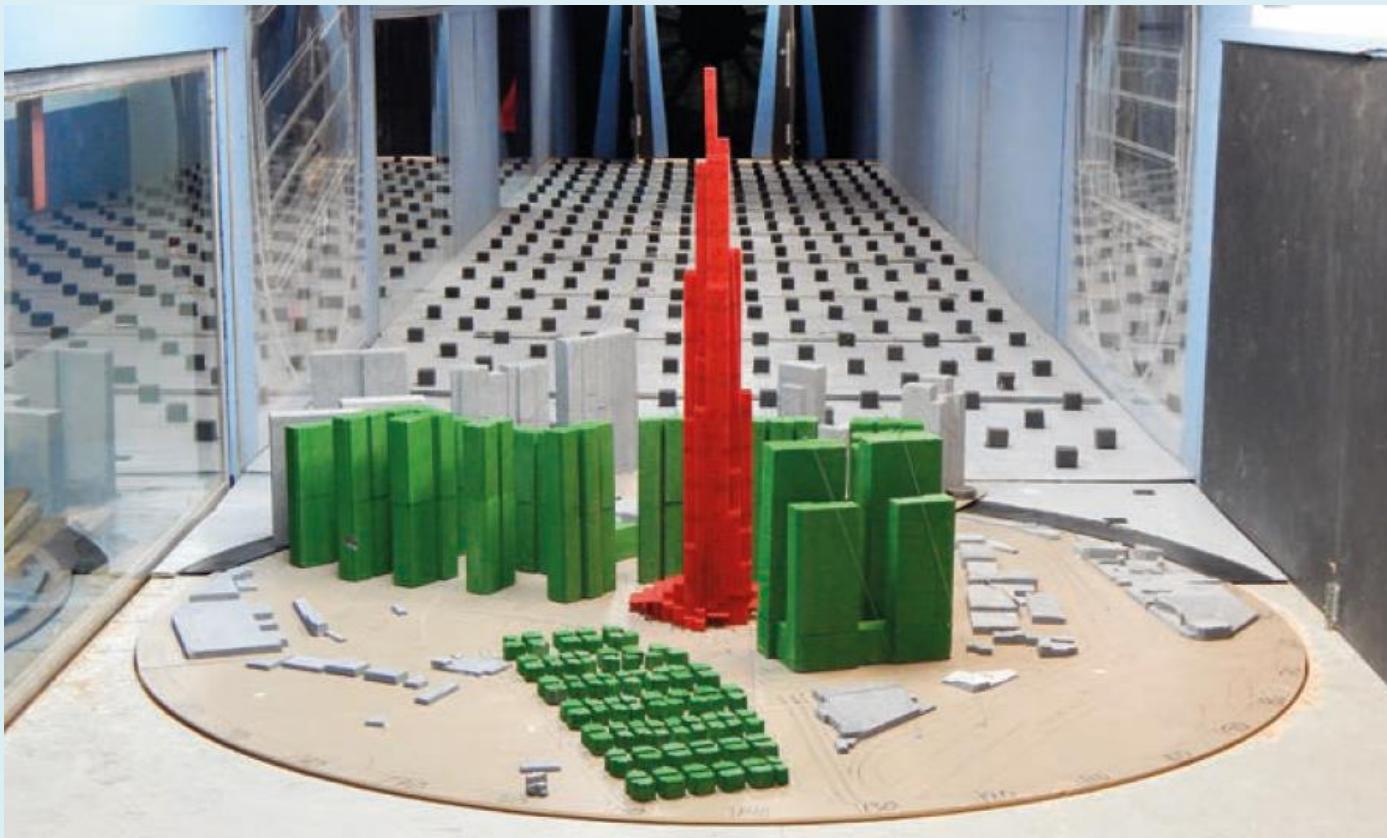


3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 4: Vincom Landmark 81 Ho Chi Minh City, Vietnam

- Barrette piles - ۱
- قست بارگذاری استاتیکی شمع‌ها (O-Cell) - ۲
- مدلسازی عددی اندرکنش خاک و سازه - ۳



تست تونل باد مدل ساختمان

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 4: Vincom Landmark 81 Ho Chi Minh City, Vietnam



تست بارگذاری شمع‌ها

آرماتورگذاری و اجرای شمع‌ها



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 5: Hysan Place Hong Kong

- Year of Completion: 2012
- Height: 204 m
- Number of Storeys: 36
- Gross floor area: $66,511 \text{ m}^2$
- Primary use: Office and retail



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 5: Hysan Place
Hong Kong

سیستم تهویه طبیعی
جهت گردش هوا

مسیر جریان طبیعی هوا و فضای سبز داخلی

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 5: Hysan Place Hong Kong



ساختمان سبز؛
فضای سبز افقی و عمودی

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 6: Marine Bay Sands Singapore

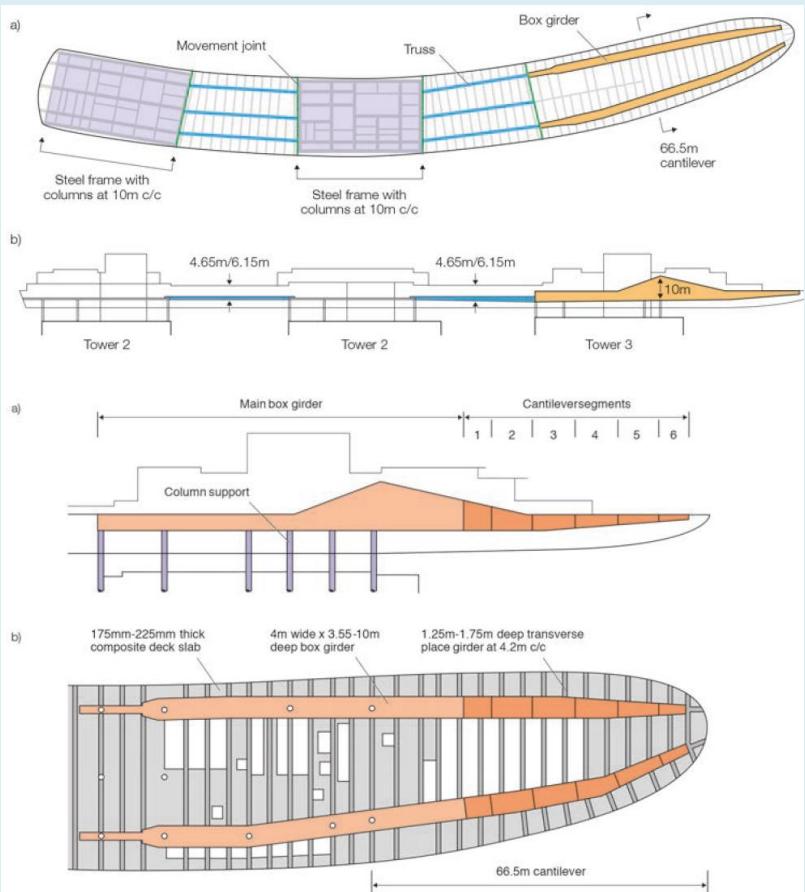
- Year of Completion: 2010
- Height: 206.9 m
- Number of Storeys: 57
- Gross floor area: $581,400 \text{ m}^2$
- Primary use: Hotel, Conference, retail, leisure



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 6: Marine Bay Sands Singapore



جزئیات سازه‌ای و معماری پارک تفریحی

دو نما از پارک تفریحی بالای برج‌ها

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 6: Marine Bay Sands Singapore

بزرگترین Cofferdam تاکنون استفاده شده



تصویر هوایی از محل احداث پروژه و موقعیت Cofferdams

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 7: Milad Tower Tehran, Iran

- Year of Completion: 2008
- Height: 453 m
- Gross floor area: 154,000 m²
- Primary use: Communication, Conference, Leisure



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 7: Milad Tower Tehran, Iran

سیستم پی ترکیبی
(Hybrid Foundation)



لزوم به کارگیری پی‌های عریض در سازه‌های خاص و تحت بارهای ناپایدار کننده بزرگ

خاکبرداری، آرماتورگذاری و بتن‌ریزی سازه انتقالی برج میلاد

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 8: Al Faisaliah Building Riyadh, Saudi Arabia

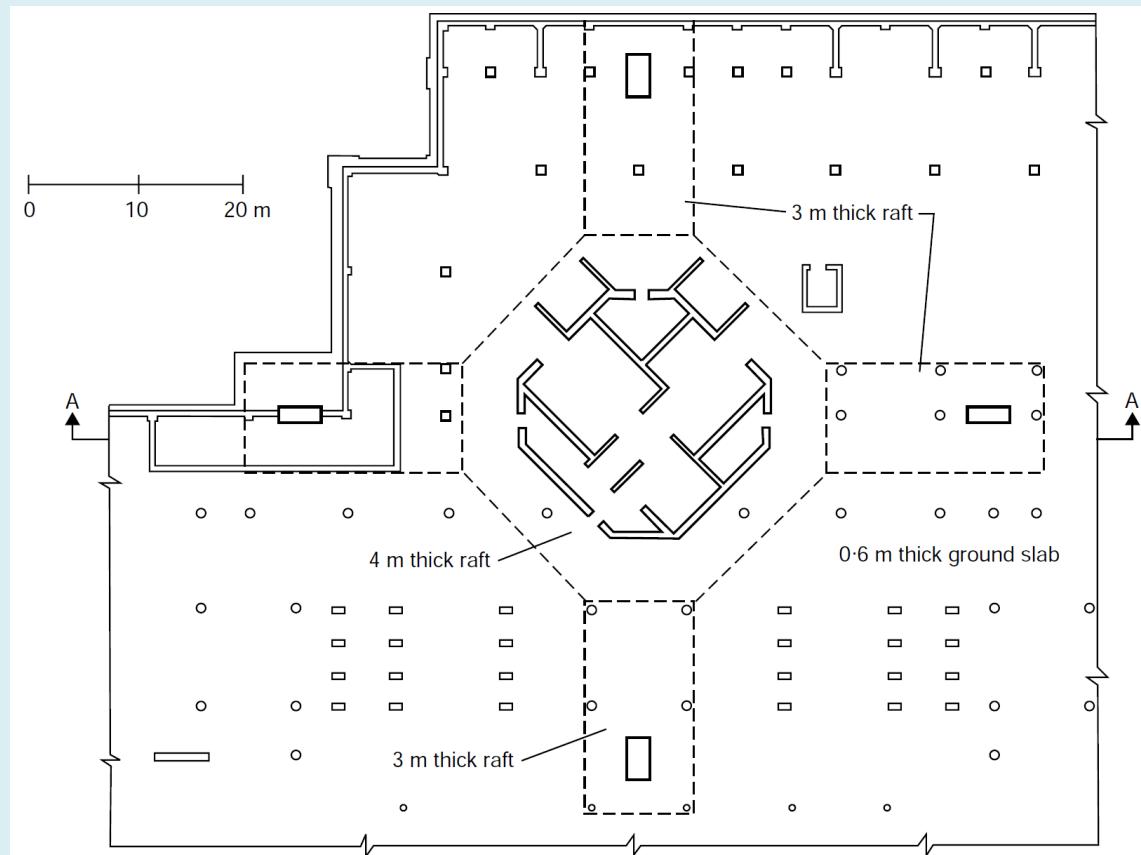
- Year of Completion: 2000
- Height: 267 m
- Number of Storeys: 44
- Gross floor area: 240,000 m^2
- Primary use: Commercial



3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 8: Al Faisaliah Building Riyadh, Saudi Arabia



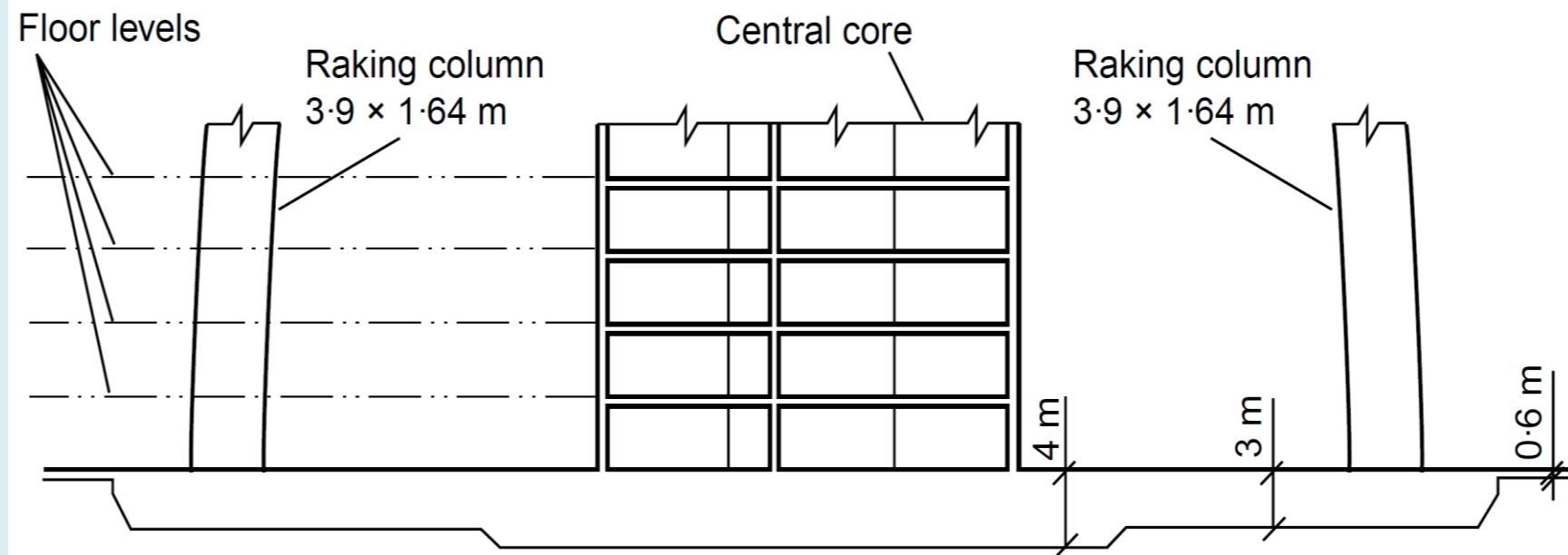
(Hemsley, 2000) نمونه مقطع ساختمان Al Faisaliah مجمع ساختمانی

3. Case Histories

۳- موارد عملی

**Case No. 8: Al Faisaliah Building
Riyadh, Saudi Arabia**

- ۱- سیستم فونداسیون رادیه، خاک سخت
- ۲- بتون ریزی عظیم فونداسیون (6000 m^3)



(Hemsley, 2000) Al Faisaliah مجموعه ساختمانی فونداسیون قطع

3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 9: Torre Latino Americana Mexico City, Mexico

- Year of Completion: 1956
- Height: 204 m
- Number of Storeys: 44
- Gross floor area: $27,727 m^2$
- Primary use: Office & Museum

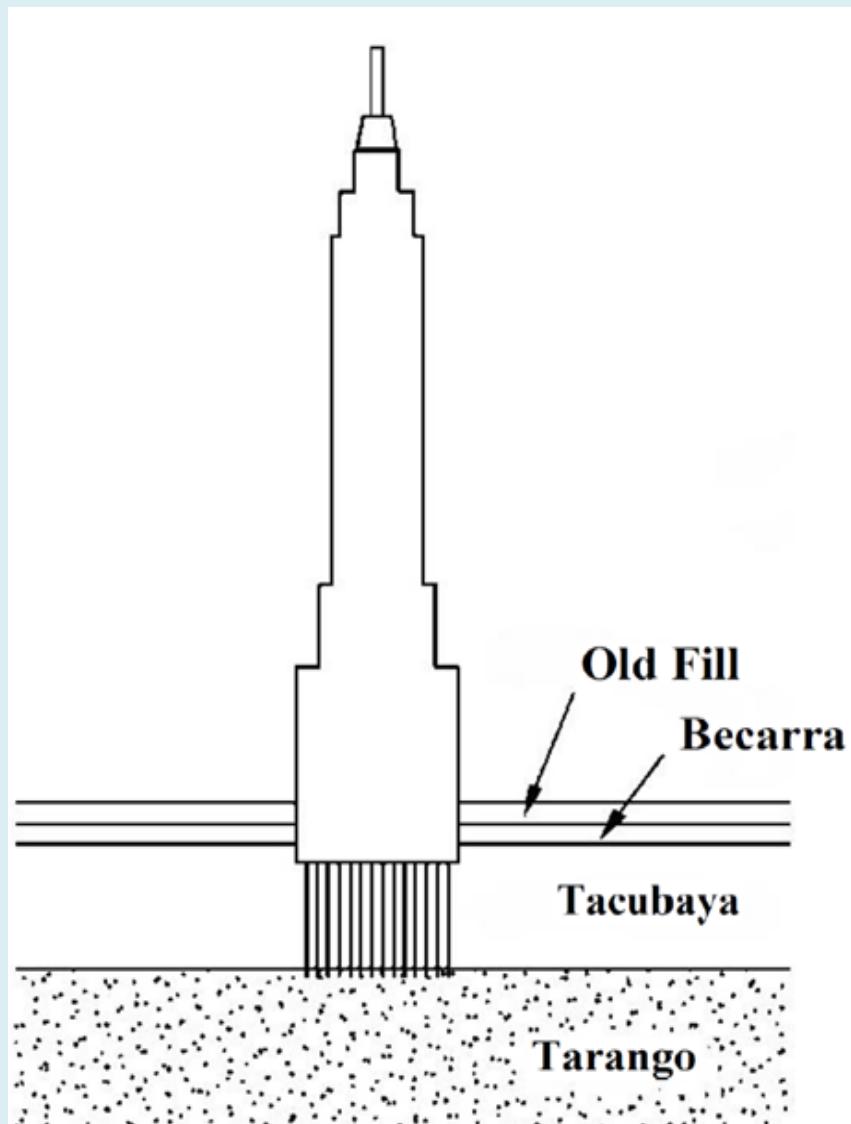


3. Case Histories

۳- موارد عملی

Case No. 9: Torre Latino Americana Mexico City, Mexico

- ۱- نقش مطالعات ژئوتکنیک در شناخت خاک مسئله‌دار
- ۲- اهمیت شمع‌های اتکایی
- ۳- نمونه موفق شناورسازی
- ۴- انتخاب صحیح فونداسیون جهت کنترل نشست‌ها

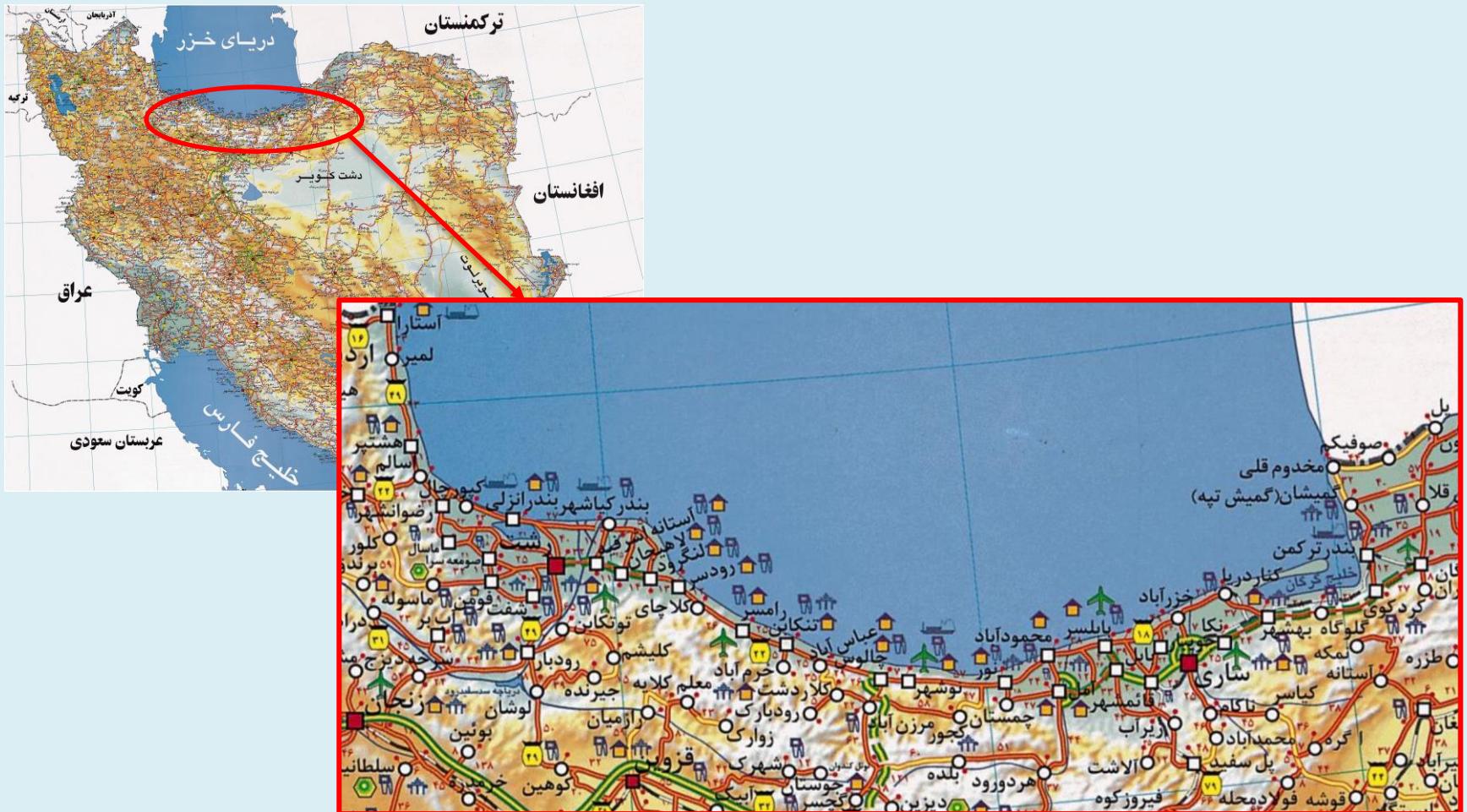


شماییک ساختمان، سیستم فونداسیون
و خاک بستر (Coduto, 2016)

4. Summary

۴ - جمع‌بندی

پتانسیل شمال کشور جهت احداث ساختمان‌های بلند



4. Summary

۴- جمع‌بندی

جغرافیای طبیعی شمال کشور



4. Summary

۴- جمع‌بندی

ساختمان مطلوب جهت احداث ساختمان بلند در شمال کشور؟



??



4. Summary

۴- جمع‌بندی

آینده بیش از آنچه تصور می‌کنید، نزدیک است؟

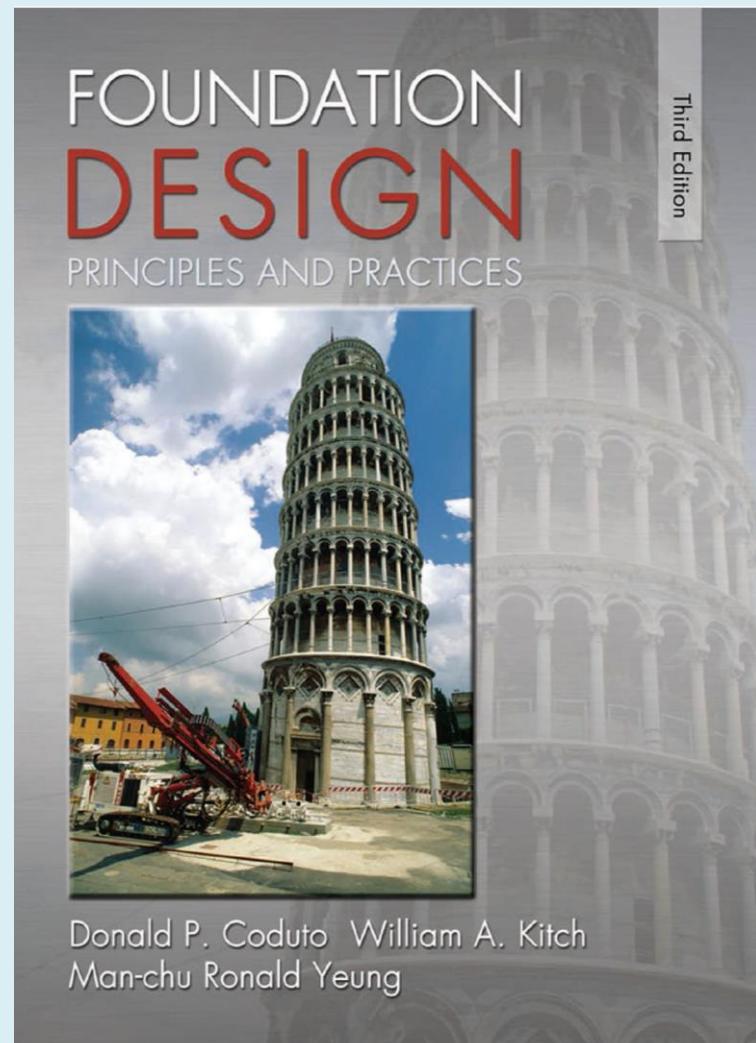
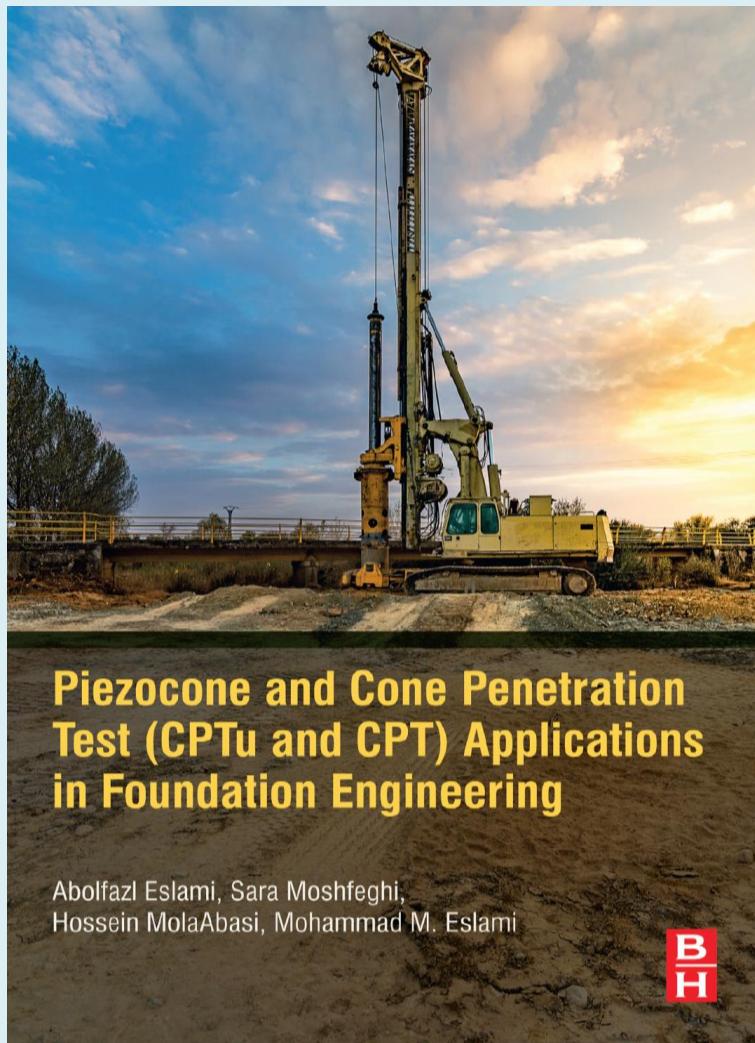
The Future Is Closer Than You Think.



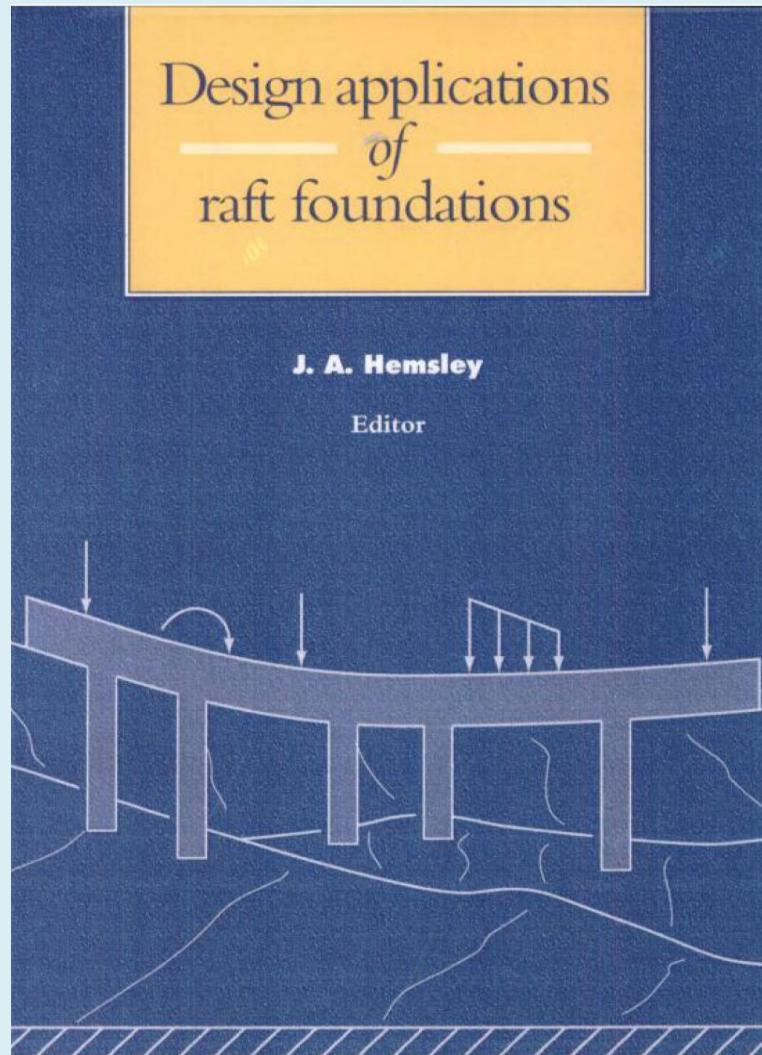
What Are You Doing about It?

در صدد چه اقداماتی هستید؟

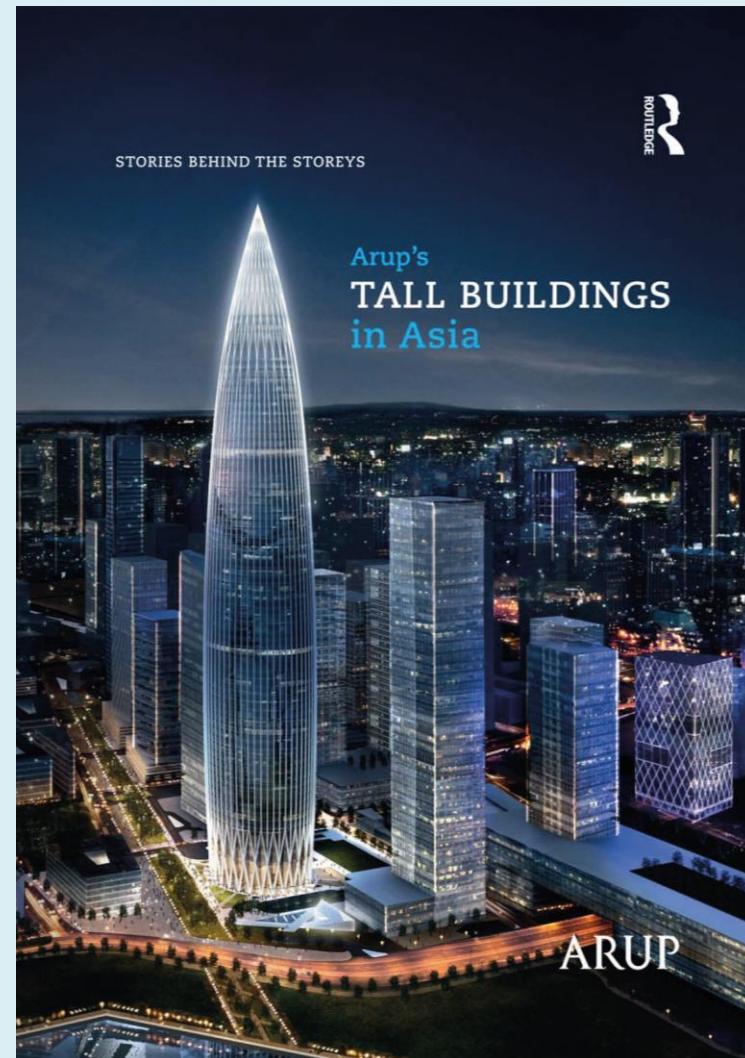
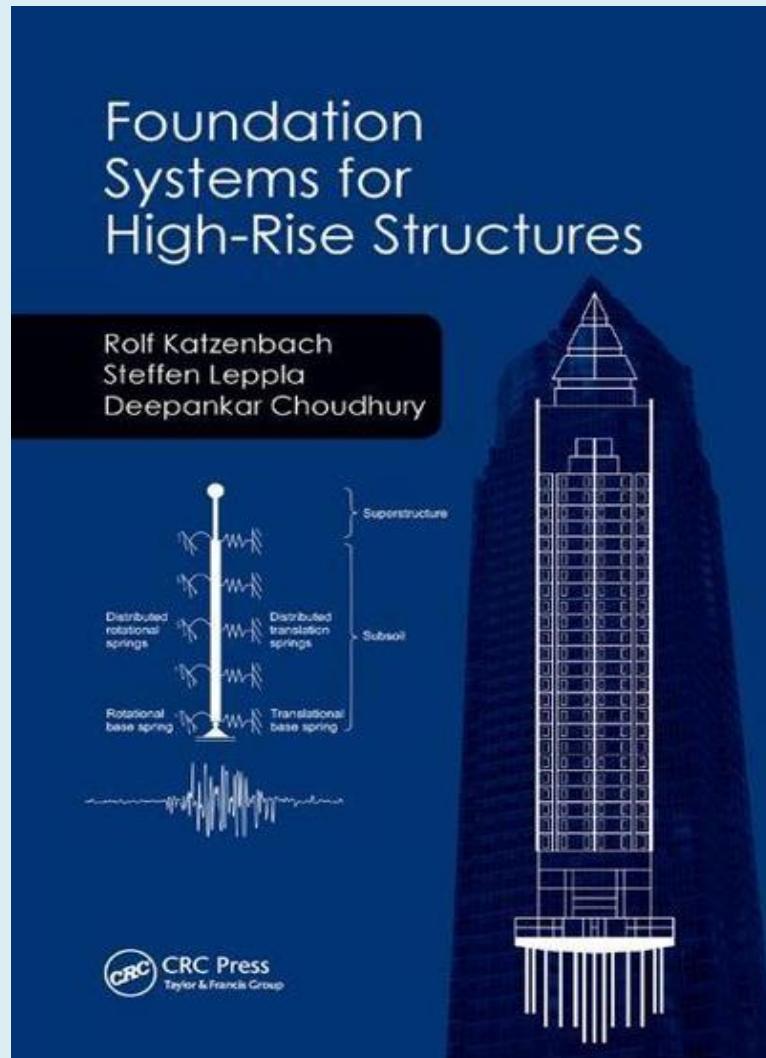
مراجع اصلی:



مراجع اصلی:



مراجع اصلی:



با تقدیر ویژه از همکاران:

مهندس امیرحسین ابراهیمی‌پور

مهندس سید سجاد شیرانی

مهندس پویا بهرامی

مهندس دنیا افشار

با سپاس از التفات شما
Thanks for your attention