



مراحل طراحی ساختمان‌های جدید یا مقاوم‌سازی در مناطق دارای فرونشست

علی فاخر^۱، عباس قلندرزاده^۲، سعید عسکریان^۳، روزبه رضانژادملکشاه^۴

۱. استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

۲. استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

۳. مدیر کلینیک ژئوتکنیک، مهندسین مشاور هندسه پارس

۴. کارشناس ارشد کلینیک ژئوتکنیک، مهندسین مشاور هندسه پارس



ارائه کننده: سعید عسکریان

کتابخانه
همپوشانی مهندسی عمران
۱۳۹۱/۲۳/۲۰



دانشکده مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Design Steps for New or Rehabilitated Buildings Prone to Ground Subsidence

Ali Fakher¹, Abbas Ghalandarzadeh², Saeed Askarian³, Roozbeh Rezanejad Malakshah⁴

1. Professor, School of Civil Engineering, College of Engineering, University of Tehran
2. Professor, School of Civil Engineering, College of Engineering, University of Tehran
3. Geo-Clinic Manager, Pars Geometry Consultants
4. Senior Geotechnical Engineer, Pars Geometry Consultants



Presenter: Saeed Askarian



کنگره ملی مهندسی عمران
۱۳۹۱، ۲۲ تا ۲۴ شهریور



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی امیرکبیر



مقدمه

فرونشست زمین: تراز سطح زمین در اثر تراکم لایه‌های زیرین پایین می‌رود.

پیامد فرونشست: تخریب ساختمان‌ها، شکست لوله‌ها، تخریب معابر

دلیل اصلی فرونشست: افزایش برداشت از آب‌های زیرزمینی

کتابچه همایش
سیزدهمین همایش ملی مهندسی عمران
۱۳۹۱، ۲۲ تا ۲۴ شهریور



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



۱۳۹۱
۲۰ تا ۲۳ اردیبهشت
کنفرانس همایش
سیزدهمین مهندسی عمران

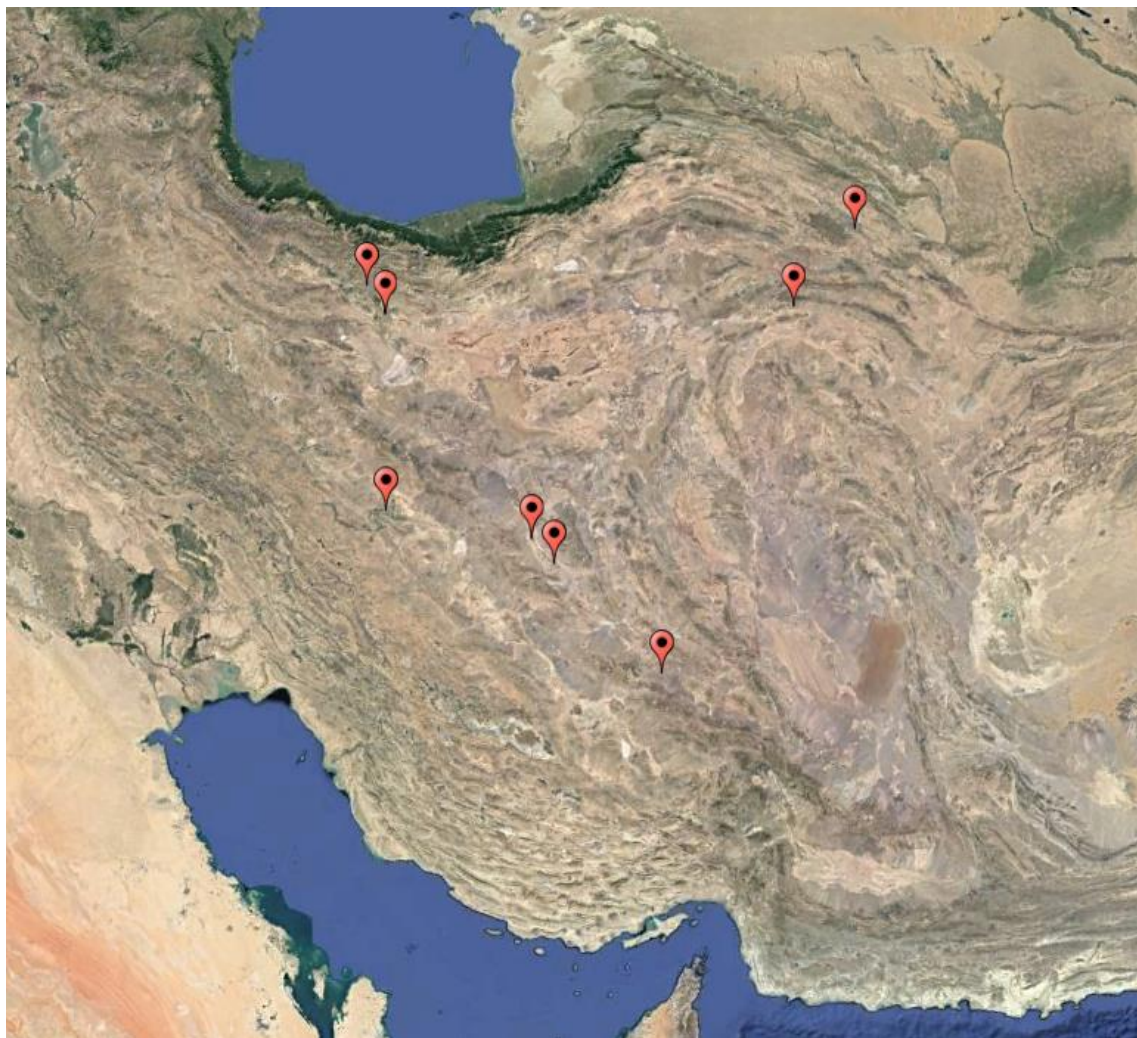


دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



اثر فرونشست زمین بر مسجد تاریخی اصفهان

مثالهایی از شهرهای متاثر از فرونشست



- تهران
- یزد
- میبد
- مشهد
- کاشمر
- ورامین
- رفسنجان
- اصفهان

کتابچه همایش
همایش ملی
یزد سیس مهندسی عمران
۱۳۹۱، ۲۳ تا ۲۵ شهریور



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



مراحل پیشنهادی برای طراحی در برابر فرونشست

- جمع آوری اطلاعات
- تهیه مدل کالیبره شده پیش بینی فرونشست
- تهیه مدل غیر قطعی فرونشست با روش های قابلیت اعتماد
- تعیین معیارها و مبانی طراحی پی
- طراحی گزینه های مختلف برای پی و سازه
- انتخاب گزینه برتر

کتابخانه
همراهی مهندسی عمران
۱۳۹۱/۲۳



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان

۱. جمع آوری اطلاعات

- اطلاعات ژئوتکنیکی
- اطلاعات هیدرولوژی
- تاریخچه فرونشست منطقه



کتابخانه
سازمان مهندسی عمران
۱۳۹۱
۲۰۲۲



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



۲. تهیه مدل کالیبره شده پیش‌بینی فرونشست

- تهیه مدل محاسبه فرونشست
- کالیبره کردن مدل با استفاده از اطلاعات فرونشست تهیه شده
- پیش‌بینی فرونشست در سال‌های آتی

۱۴۰۱
۲۳ تا ۲۷ شهریور
گفتگو با
همکاران
سازمان مهندسی عمران



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



۳. تهیه مدل غیرقطعی فرونشست با روش‌های قابلیت اعتماد

- تعریف هندسه مسئله فرونشست و تشکیل مدل عددی مناسب
- انتخاب متغیرهای ورودی مدل عدم قطعیت
- انجام آنالیز حساسیت به منظور شناسایی متغیرهای تاثیرگذار سیستم
- تشکیل ماتریس محاسبات
- تهیه تابع توزیع مقادیر فرونشست محاسبه شده از مدل عدم قطعیت

کتابخانه
همیشه سبز
مهندسی عمران
۱۳۹۱/۲۳/۲۰



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



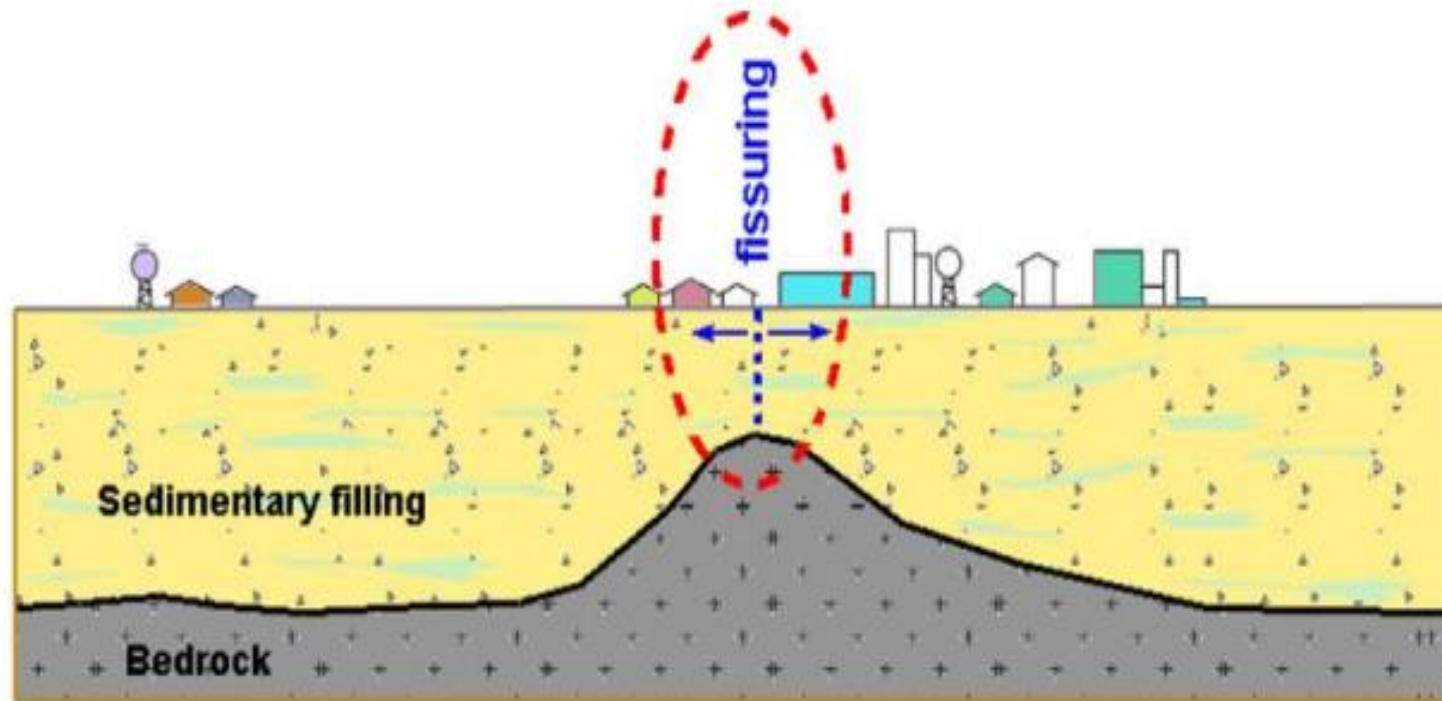
۴. تعیین معیارها و مبانی طراحی پی

- انتخاب نسبت نشست غیریکنواخت سازه به فرونشست در منطقه
- انتخاب اعوجاج مجاز سازه با توجه به نوع سازه و خاک
- انتخاب فرونشست حداکثر مجاز در محل پروژه

کتابچه همایش
سیزدهمین همایش ملی مهندسی عمران
۱۳۹۱، ۲۳ تا ۲۵ شهریور

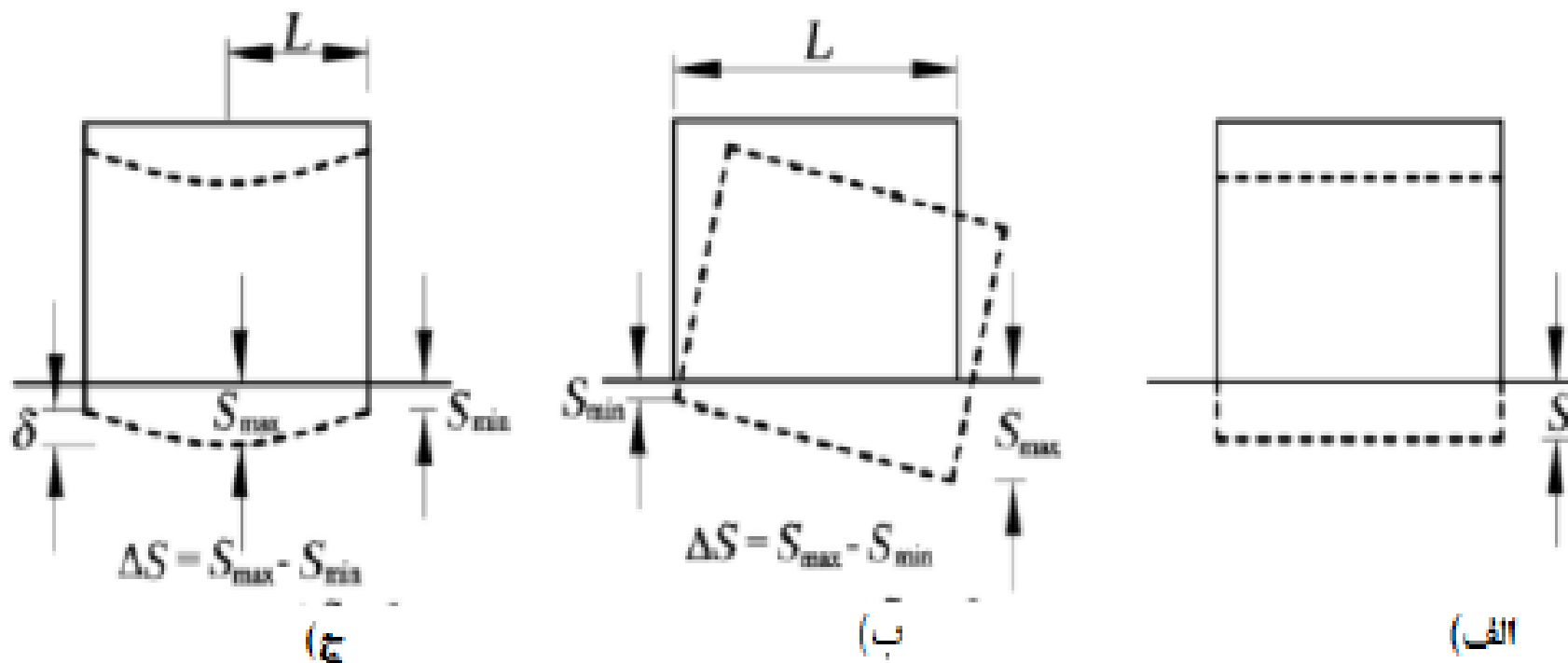


دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشگاه صنعتی اصفهان



تأثیر لایه بندی خاک بر فرونشست





نشست کل و نشست غیر یکنواخت ساختمان الف) نشست یکنواخت ب) نشست غیر یکنواخت به صورت کج شدگی ج) نشست غیر یکنواخت به صورت کاسه‌ای



۵. طراحی گزینه‌های مختلف برای پی و پی سازی

- پرهیز از پی منفرد در مناطق دارای فرونشست
- توصیه به استفاده از پی شبکه‌ای و پی گسترده صلب
- توصیه به استفاده از پی عمیق در مناطق مستعد شکاف فرونشست
- توصیه به استفاده از پی گسترده بعلاوه توده بهسازی شده
- توصیه به استفاده از درز جدایی در سازه
- تهیه گزینه‌های طرح سازه و تاسیسات و بهسازی زمین

کتابخانه
همراهی سازه‌های عمران
۱۳۹۱/۲۳/۲۰



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشگاه صنعتی اصفهان



اثر درز سازه‌ای بر کنترل اثرات مخرب
فرونشست غیر یکنواخت

کتابچه همایش
سیزدهمین همایش ملی مهندسی عمران
۱۳۹۱، ۲۲ تا ۲۴ شهریور



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشگاه صنعتی اصفهان



۶. انتخاب گزینه برتر

- انتخاب گزینه‌های مختلف طراحی پی و سازه
- وارد کردن گزینه‌های مختلف طراحی پی و سازه در مدل عدم قطعیت و تهیه تابع توزیع احتمالاتی فرونشست برای هر یک از گزینه‌ها
- تعیین فرونشست با بیشترین احتمال وقوع برای هر یک از گزینه‌ها
- تخمین خسارت سازه در هر گزینه بر مبنای مقدار فرونشست با بیشترین احتمال وقوع
- محاسبه هزینه چرخه عمر هر یک از گزینه‌های طراحی
- ترسیم نمودار هزینه چرخه عمر بر حسب هزینه اولیه برای گزینه‌های مختلف و انتخاب طرح منتخب
- تکمیل طراحی گزینه منتخب

گزینه برتر
همین گزینه است
سازمان مهندسی عمران
۱۳۹۱



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



بحث

۱۴۰۱
۲۰۲۲
گفتگو
همایش مهندسی عمران
سازمان مهندسی

- اگرچه فرونشست بسیار مخرب بوده و باید از آن جلوگیری کرد، اما به دلیل اینکه در بسیاری از مناطق کشور با فرونشست مواجه هستیم لازم است ساختمان‌های موجود که دچار آسیب شده‌اند را تعمیر و ساختمان‌های جدید را با توجه به ملاحظات فرونشست طراحی کرد.
- برخلاف نگرانی‌های رایج، طراحی ساختمان برای مقابله با فرونشست امکان‌پذیر است.



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



نتیجه‌گیری

الف) برای طراحی پی در مناطق دارای فرونشست تا زمانی که آیین‌نامه‌ای برای این کار در دسترس نیست باید فرونشست مجاز بر مبنای بررسی‌های محلی تعیین شود.

۱۳۹۰، ۲۲ اردیبهشت
گفتگو با
سید حسین مهندسین عمران



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



نتیجه گیری

ب) برای طراحی و انتخاب پی در مناطق دارای فرونشست توصیه شد که (۱) پی منفرد به کار نرود، (۲) برای ابعاد بیش از ۲۰ متر از درز جدایی استفاده شود و (۳) در مناطق با احتمال شکاف از پی عمیق استفاده شود.

۱۴۰۱
۲۰۲۲
کنگره ملی
سیزدهمین مهندسی عمران



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



نتیجه گیری

ج) مهم ترین متغیر نامطمئن در طراحی پی در مناطق دارای فرونشست مصرف آب زیرزمینی در یک منطقه و تغییرات تراز آب زیرزمینی در آینده است، به همین دلیل طراحی پی بر اساس ریسک توصیه شد.

روش مجموعه های منتخب خبره برای تحلیل اعتمادپذیری و روش هزینه چرخه عمر را برای تعیین و طراحی گزینه برتر پیشنهاد میشود.

۱۳۹۱
۲۰۲۲
همین گام
سیر دین مهندسی عمران



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



نتیجه گیری

د) چارچوب گام به گام طراحی در مناطق دارای فرونشست شامل ۶ مرحله برای طراحی پی پیشنهاد شد.

۱۳۹۱
۲۰ تا ۲۲ اردیبهشت
گفتگو با همکاران
سازمان مهندسی عمران



دانشگاه مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان