



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

توصیه‌هایی برای گودبرداری سنتی متداول در مجاورت ساختمان همسایه

دکتر علی فاخر

(عضو هیئت علمی دانشکده عمران، دانشگاه تهران)

مهندس علی ناسخیان

مهندس سمیه دماغانیان

گزارش تحقیقاتی

شماره نشر: گ - ۵۶۲

چاپ اول: ۱۳۸۹



سرشناسه	: فاختر، علی، ۱۳۴۲-
عنوان و نام پدید آور	: توصیه‌هایی برای گودبرداری سنتی متداول در مجاورت ساختمان همسایه / علی ناسخیان، سمیه صادقیان.
مشخصات نشر	: تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۸۸ص: معصور، جدول، نمودار.
فروست	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی؛ نشریه شماره گ- ۵۶۲.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۰۳۴-۲
وضعیت فهرست‌سی	: فیا.
موضوع	: گودبرداری
موضوع	: Excavation
موضوع	: گودبرداری -- پیش‌بینی‌های ایمنی.
موضوع	: Excavation -- Safety measures
شناسه افزوده	: ناسخیان، علی
شناسه افزوده	: صادقیان، سمیه
شناسه افزوده	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.
رده بندی کنگره	: T ۱۱۱۵ / ۹۱ / ۲۰۱ / ۱۱۴
رده بندی دیویی	: ۱۱۴ / ۱۵۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۳۸۵۴۱۱



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: توصیه‌هایی برای گودبرداری سنتی متداول در مجاورت ساختمان همسایه
 نویسندگان: دکتر علی فاختر، مهندس علی ناسخیان، مهندس سمیه صادقیان
 شماره نشر: گ-۵۶۲

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
 نوبت چاپ: دوم-۱۳۹۵ چاپ اول: ۱۳۸۹
 تیراژ: ۳۵۰ جلد

قطع: وزیری
 لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره انتشارات و چاپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
 قیمت: ۵۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-113-034-2

شابک: ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۱۱۳ - ۰۳۴ - ۲

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.
 کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی محفوظ است

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل ا... نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۱۴۵ تلفن: ۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۲۳۸۴۱۳۲
 پست الکترونیکی: pub@bhrc.ac.ir فروش الکترونیکی: http://pub.bhrc.ac.ir

پیشگفتار

گودبرداری در مجاور ساختمان همسایه یا در مجاورت تأسیسات شهری امری اجتناب‌ناپذیر در شهرهای بزرگ است. از یاد جمعیت در شهرها موجب افزایش تقاضا برای زمین جهت کاربری‌های مسکونی و تجاری در مناطق مرکزی و پرجمعیت می‌گردد. بنابراین لازم می‌شود که ساختمان‌ها و تأسیسات شهری در مجاور یکدیگر احداث گردند.

در تهران و بسیاری از شهرهای ایران نسبتاً توجه به بافت شهری متداول در آنها شاهد گودبرداری در مجاور ساختمان همسایه در بسیاری از پروژه‌ها است. سطح ایمنی در این پروژه‌ها در زمان اجرا بسیار پایین است. لذا متأسفانه حوادث ناگوار زیادی بخصوص در تهران گزارش می‌شود. یکی از اقدامات لازم برای افزایش سطح ایمنی در این پروژه‌ها شامل تحقیق و آموزش دست‌اندرکاران کارهای اجرایی است.

روشهای مختلفی برای گودبرداری در مجاورت ساختمان همسایه و احداث ابنیه نگهدارنده در سراسر جهان بکار رفته است و جزئیات آنها در کتابها و مراجع فنی وجود دارد. در تهران و برخی از شهرهای بزرگ، روش سنتی استفاده از تیرکهای مایل برای نگهداری ساختمانهای مجاور روده‌ها است. اگر چه این روش بومی بصورت گسترده در تهران و برخی شهرهای بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. مگر مراجع کافی در خصوص آن در دسترس کارشناسان نمی‌باشد. به همین منظور مرکز تحقیقات ساختمان راهبردی تحقیق حاضر را انجام داد. امید است نتایج این تحقیقات که منجر به تدوین توصیه‌هایی برای گودبرداری به روش راهبردی گشته است، مورد استفاده کاربران و پیمانکاران قرار گیرد و از این به بعد شاهد بروز حوادث ناگوار در ساختن و سازه‌های شهری نباشیم.

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول: کلیات گودبرداری مجاور ساختمان همسایه.....	
۱-۱	مراحل طراحی و اجرای گودبرداری.....	
۲	تأثیر انواع خاک‌ها در گودبرداری.....	
۱-۲-۱	خاک‌های نای چسبنده.....	
۲-۲-۱	خاکهای دانه‌های دراز حساس.....	
۳-۲-۱	خاکهای رسی نرم تا متوسط و اشباع.....	
۴-۲-۱	خاکهای رسی سخت.....	
۳-۱	انواع روشهای نگهداری گود.....	
۱-۳-۱	سپر فلزی.....	
۲-۳-۱	دیوارهای جداکننده بتنی.....	
۳-۳-۱	شمعهای مجاور هم.....	
۴-۳-۱	روش میخ‌کوبی.....	
۵-۳-۱	روش روبندی و پی‌بندی.....	
۶-۳-۱	سایر روشها.....	
۴-۱	فشار خاک بر سازه نگهدار.....	
فصل دوم: تأثیر گودبرداری در ساختمان همسایه.....		
۱-۲	مقدمه.....	
۲-۲	تعاریف نشست زمین و شالوده.....	
۳-۲	قابلیت بهره‌برداری و خسارتها.....	
۴-۲	آسیبهای قابل رویت.....	
۵-۲	تغییرشکلهای حدی ساختمان.....	
۶-۲	کرنش کششی حدی و دوران نسبی.....	
۷-۲	برآورد میزان آسیب‌دیدگی ساختمان مجاور گود.....	
۸-۲	شکل پروفیل نشست سطح زمین ناشی از گودبرداری.....	
۹-۲	کاهش ظرفیت باربری.....	



۲۵	فصل سوم: گودبرداری متداول در تهران
۲۵	۱-۳- مقدمه
۲۵	۲-۳- خاک تهران
۲۸	۳-۳- روش‌های متداول گودبرداری در تهران
۲۸	۱-۳-۳- گودهای بدون حفاظ
۳۱	۲-۳-۳- روش تیرکهای مایل و افقی
۳۵	۳-۳-۳- سایر روشها در تهران
۳۶	۴-۳- تقس بندی تیرکها از نظر عمق گود
۳۷	فصل چهارم: مطالعه عددی عملکرد تیرکها
۳۷	۱-۴- مقدمه
۳۸	۲-۴- مدلسازی عددی
۳۸	۱-۲-۴- مدلسازی گود دار
۳۸	۲-۲-۴- مدلسازی ساختمان
۴۳	۳-۲-۴- مدلسازی خاکبرداری و نسبت آنها
۴۳	۳-۴- مطالعه عملکرد تیرکها
۴۳	۱-۳-۴- متدولوژی حل مسئله در تحقیق حاضر
۴۵	۲-۳-۴- مقایسه روشهای مختلف اجرای تیرک
۵۰	۳-۳-۴- تأثیر محل اتصال تیرک مایل
۵۱	۴-۳-۴- اثر شناژ و تیرک افقی
۵۲	۵-۳-۴- نتیجه‌گیری از مقایسه الگوهای مختلف
۵۲	۶-۳-۴- بررسی تکمیلی الگوی گودبرداری
۵۷	۷-۳-۴- مطالعه پارامتریک
۶۳	فصل پنجم: جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۶۳	۱-۵- مقدمه
۶۳	۲-۵- تأثیر ساختمان همسایه در گودبرداری
۶۴	۳-۵- مکانیزم تیرک‌های مایل و افقی
۶۵	۴-۵- توصیه‌های اجرایی
۶۷	۵-۵- گامهای اساسی طراحی
۷۱	مراجع

چکیده

تحقیقات در زمینه روشهای بومی گود برداری مجاور ساختمان همسایه می‌تواند از هزینه‌ها و خطرهای گودبرداری بکاهد. در تحقیق حاضر، گودبرداری با اجرای تیرک مایل متکی به ساختمان مجاور گود مورد بررسی قرار گرفته است. در روش گودبرداری متداول در تهران، حاشیه خاکی در اطراف گود با ای گذاشته شده و بقیه خاک برداشته می‌شود. سپس تیرکی به دیوار یا ستون همسایه تکیه داده می‌شود و حاشیه خاکی حفاری می‌گردد. چنانچه عرض گود کم باشد، تیرکها به صورت افقی بین ساختمانها، دو سر گود نصب می‌گردند. این روش گودبرداری روشی بومی محسوب می‌شود و سازوکار عملکرد آن کمان مایل یا افقی که به ساختمان مجاور گود متصل می‌شود، در مراجع بین‌المللی مورد بحث قرار گرفته است. اهداف این نوشتار شامل بررسی مکانیزم تیرک متکی به ساختمان مجاور گود و توصیه‌هایی برای بهبود روش متداول می‌شود.

بر اثر حفاری گودها چنانچه ساخته‌انی، و سطح زمین وجود داشته باشد، دچار چرخش، انتقال و اختلاف نشست می‌شود. بنابراین، گود برداری باید با نحوی صورت گیرد که مقادیر تغییر شکلها به حداقل ممکن کاهش یابد. لذا، در تحقیق حاضر از مدل عددی مبتنی بر مکانیک محیطهای پیوسته استفاده شد تا تغییر مکان ناشی از گودبرداری در نقاط مختلف تخمین زده شود. با رسم نیمرخ تغییر مکان سطح زمین و تغییر شکلهای جانبی گود برای تمام الگوهای گودبرداری، این نتیجه به دست می‌آید، که تیرک مایل، سه اثر عمده دارد:

- 1- انتقال قسمتی از بار ساختمان مجاور گود به زمین کف گود
 - 2- محدود کردن کرنش کششی و کاهش تغییر مکانهای جانبی ساخته‌از
 - 3- افزایش پیمایش زاویه‌ای بین ستون کنار گود با دیگر ستونهای ساختمان
- دو اثر اول، از نقاط قوت و مورد سوم، اثر منفی عملکرد تیرک مایل است. چنانچه خاکبرداری را دو مرحله‌ای و با حاشیه خاکی انجام دهیم، اثر بد ناشی از مورد سوم کاهش می‌یابد. تیرک به عنوان تقویت‌کننده پی ستون مجاور گود و جبران‌کننده کاهش ظرفیت باربری هم می‌باشد. ضمناً به نظر می‌رسد، از میان الگوهای گودبرداری، الگوی نصب تیرک مایل به پی ساختمان همسایه بهتر از الگوهایی است که تیر به سایر اعضا ساختمان مثل دیوار یا ستون متصل می‌شود.

مقدمه

گسترش شهرها موجب شده است اجرای پروژه‌های عمرانی در شهرها بنحوی با مساله گودبرداری مجاور ساختمان همسایه مواجه باشد. مهندسان و محققان کشورهای مختلف با نگاهی ویژه به روشهای بومی، شرایط اقتصادی و امکان دسترسی به فن‌آوری پیشرفته و شرایط ژئوتکنیکی منطقه خود سعی در تکمیل و بهبود روشهای بومی گذشتگان دارند. با توجه به اینکه پروژه‌های عمرانی متعددی بویژه در پایتخت در حال انجام است انجام پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه بهینه‌سازی روشهای بومی گود برداری میتواند از هزینه‌ها و خطرات اجرای روشهای کلاسیک بکاهد.

علاوه بر مطالعات علمی تحقیقاتی باید اجرای قوانین توسط مسئولین اجرایی تعقیب گردد و نظارت بر حسن اجرای آنها انجام پذیرد. در شهر تهران در خیلی از موارد شاهد خرابیهای جزئی و کلی ساختمان‌های مجاور گود بوده‌اند. اما گزارش شده از سوی سازمان آتش‌نشانی حاکی از وخامت اوضاع می‌باشد بطوریکه در هر روز یک حادثه آوار و ریزش ساختمان ناشی از گودبرداری غیر اصولی در تهران اتفاق می‌افتد که تنها آن در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۰، ۲۳ کشته، ۹۲ مجروح و دو میلیارد ریال زیان مالی بوده است. (روزنامه همشهری، ۳۱ فروردین ۱۳۸۱)

در تحقیق حاضر گودبرداری مشابه آنچه که در اکثر نقاط تهران با اجرای تیرک مایل متکی به ساختمان مجاور گود انجام می‌شود مورد بررسی قرار گرفته است. اهداف این نوشتار برای گودبرداریهایی متداول در مرکز و شمال تهران در موارد زیر خلاصه می‌شود:

۱- بررسی مکانیزم تیرک متکی به ساختمان مجاور گود

۲- ارائه توصیه‌هایی برای بهبود روش متداول

خواننده محترم عنایت دارد که روشهای مختلفی برای نگهداری ساختمان مجاور گود وجود دارد، لیکن موضوع نوشته حاضر فقط به نگهداری با استفاده از تیرکهای مایل و بعضاً افقی اختصاص دارد.

از آنجا که در اثر گودبرداری در توده خاک اطراف گود تغییر شکلهای جانبی بوجود می‌آید، نشست سطحی زمین مجاور گود اجتناب‌ناپذیر است. گاهی مقادیر نشست سازه مجاور به حدی است که خسارات بیار آمده و خطرات آن اهمیت فوق‌العاده‌ای می‌یابد. بنابراین گودبرداری باید به نحوی صورت گیرد که علاوه بر جلوگیری از گسیختگی، مقادیر تغییر شکلهای به حداقل ممکن

کاهش یابد. لذا در تحقیق حاضر از روش عددی استفاده شده است، تا تغییر مکان ناشی از گودبرداری در نقاط مختلف تخمین زده شود.

لازم است در اینجا از دانشجویان دانشکده فنی دانشگاه تهران که با انجام کار تحقیقی خود در این زمینه موجب ارائه نتایج حاضر گردیدند، بخصوص آقایان مهندس علی ناسخیان، مهندس سید علی حسینی لواسانی، و خانم مهندس سمیه صادقیان تشکر نمایم. با پایان نامه آقای مهندس حسینی، اولین کار تحقیقی منسجم مولف در این زمینه در سال ۱۳۷۴ آغاز شد. سپس تعدادی مطالعات دوردی پراکنده با همکاری دانشجویان صورت پذیرفت. باید اضافه شود که تحقیقات موازی این تحقیقات در مورد خصوصیات خاک تهران ضروری بود. پایان نامه دکتری آقای دکتر بدیع پهلوانی با این نامه کارشناسی ارشد مهندس یداله حمدالهی و پایان نامه دکتری دکتری مهندس ارشد هم‌اکنون در حال انجام است، موجب درگیر شدن مؤلف با این موضوع گردید که به نتایج آن در زه‌نه‌ته حاضر اشاره مختصری می‌شود. همچنین از مساعدتهای کارمندان و حمایت مسئولین مرکز تحقیقات ساختمان در انجام تحقیق حاضر به خصوص سرکار خانم دکتر پرهیزکار و آقای دکتر طایب مدبر بخش ژئوتکنیک تشکر می‌شود.

علی فاخر