

راهنمای طراحی و اجرای میکروشمع‌ها

FHWA-NHI-05-039

U.S. department of Transportation

Federal Highway Administration

ترجمه کتاب

MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINE

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

FHWA NHI-05-039

به همراه مجموعه‌ای از مقالات ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴

ترجمه و گردآوری:

محسن ابوطالبی اصفهانی

استادیار دانشکده عمران و حمل و نقل دانشگاه اصفهان

مهدی سلطانیان

عنوان و نام پدیدآور

راهنمای طراحی و اجرای میکروشمع‌ها / [پدیدآور مؤسسه ملی بزرگراه‌ها]؛ [برای وزارت راه و ترابری ایالات متحده، اداره فدرال بزرگراه‌ها]؛ ترجمه و گردآوری محسن ابوطالبی اصفهانی، مهدی سلطانیان، اصفهان: مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، انتشارات، ۱۳۹۷.

مشخصات نشر

۴۴۸ص: مصور، جدول، نمودار.

مشخصات ظاهری

978-600-417-034-5

شابک

فیفا

وضعیت فهرست نویسی

عنوان اصلی: Micropile design and construction : reference manual, [2005].

یادداشت

شمع‌زنی (مهندسی عمران) -- دستنامه‌ها

موضوع

Piling (Civil engineering) -- Handbooks, manuals, etc

موضوع

ابوطالبی اصفهانی، محسن، ۱۳۵۱- مترجم، گردآورنده

شناسه افزوده

سلطانیان، مهدی، ۱۳۶۸- مترجم گردآورنده

شناسه افزوده

ایالات متحده. وزارت راه و ترابری

شناسه افزوده

United States . Department of Transportation

شناسه افزوده

ایالات متحده، اداره بزرگراه‌های فدرال

شناسه افزوده

United States, Federal Highway Administration

شناسه افزوده

مؤسسه ملی بزرگراه‌های ایالات متحده

شناسه افزوده

National Highway Institute (U.S)

شناسه افزوده

TAY/ ۲۵/۲ ۱۳۹۷

رده‌بندی کنگره

۶۲۴/۱۵۴

رده‌بندی دیویی

۵۱۶۱۳۱۲

شماره کتابشناسی ملی



عنوان

راهنمای طراحی و اجرای میکروشمع‌ها

نگارش

محسن ابوطالبی اصفهانی، مهدی سلطانیان

ناشر

انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین

نوبت چاپ

اول- بهار ۱۳۹۷

شمارگان

۵۰۰ جلد

مدیر تولید

ماندانا مرادی

صفحه‌آرایی

مینا مشکین‌فر

طراحی جلد

نرگس دیانی

چاپ متن و جلد

پارسیان

قطع، شمارش صفحات

وزیری، ۴۴۸ صفحه

بها

۳۹۰۰۰۰ ریال

ISBN : 978-600-417-034-5

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۱۷-۰۳۴-۵

آدرس: اصفهان، صندوق پستی: ۸۹۴-۸۱۴۶۵

همراه: ۰۹۱۳۳۰۰۲۸۷۴

تلفن: ۰۳۱-۳۶۶۳۸۰۲۱

در دهه‌های اخیر، با افزایش جمعیت شهرها، نیاز به احداث ساختمان‌های بلند مرتبه، احداث پل‌ها و سازه‌های مرتبط با حمل و نقل، افزایش داشته است. به منظور احداث چنین بناهایی نیاز به استفاده از فونداسیون‌های عمیق برای انتقال بار به لایه‌های مستحکم خاک به شدت احساس می‌شود. با این حال فونداسیون‌های عمیق مرسوم نیازمند ماشین آلات بزرگ بوده، ارتعاش و صدای زیادی را ایجاد می‌نمایند و در بسیاری از موارد منجر به مختل شدن راه‌های عبور و مرور شده و مزاحمت‌های بسیاری را برای ساکنین در نزدیکی محل ایجاد می‌نمایند. در پاسخ به چنین ایراداتی، ریز شمع‌ها معرفی شدند. میکروشمع‌ها دارای قطر کم بوده و در محیط‌های شهری و به خصوص در کنار سازه‌های قدیمی و تاریخی مشکلی را ایجاد نمی‌کند. همچنین به دلیل کوچک بودن ماشین‌آلات مورد استفاده برای اجرای میکروشمع‌ها خللی در عبور و مرور در حین عملیات اجرا ایجاد نمی‌شود. در سال‌های اخیر اداره بزرگراه‌های ایالات متحده تحقیقات گسترده‌ای را در خصوص روش‌های طراحی و اجرا میکروشمع‌ها پشتیبانی و مدیریت کرده است.

با توجه به نیاز روزافزون به استفاده از میکروشمع در کشور عزیزمان ایران و نیاز جامعه دانشگاهی و مهندسی کشور به دسترسی به اطلاعات تجمیع شده در خصوص میکروشمع‌ها، برآن شدیم تا راهنمای طراحی و اجرای میکروشمع‌ها را به همراه مجموعه از مقالات ISI چاپ شده در نشریات معتبر علمی گردآوری و ترجمه نماییم.

بدون شک هیچ اثر انسانی بدون خطا و گسستی نمی‌باشد، لذا نویسندگان از همکاران دانشگاهی، دانشجویان و متخصصین عزیز، تقاضا می‌نمایند مراتب خود را برای نویسندگان ارسال نمایند.

برخود لازم می‌دانیم از زحمات آقایان مهندس مسعود قاسمی، مهندس محمد حیدری در رفع برخی ایرادات در ترجمه، سرکار خانم مهندس فاطمه ارشدیان و جناب آقای مهندس امین وهیب در بازخوانی متن تشکر نماییم.

به ثمر رسیدن این کتاب مرهون همت و تلاش دکتر مدیر، انتشارات مؤسسه علمی دانش‌پژوهان برین و به ویژه آقای دکتر امیرمسعود سامانی مجد مدیر انتشارات، سرکار خانم ماندانا مرادی، مدیر تولید و حروفچینی و مطالب کتاب سرکار خانم مینا مشکین‌فر بود. امید که این کتاب مورد پذیرش همگان قرار گیرد.



مهدی سلطانیان

mahdisoltaniani@yahoo.com



محسن ابوطالبی اصفهانی

استادیار دانشکده عمران و حمل و نقل دانشگاه اصفهان
m.aboutalebi.e@cng.ui.ac.ir

فصل اول: مقدمه

۱-۱ اهداف و گستره کتابچه راهنما.....	۱
۲-۱ تعریف زیر شمع.....	۳
۳-۱ تاریخچه.....	۵
۴-۱ مراجع.....	۸

فصل دوم: سیستم طبقه‌بندی میکروشمع

۱-۲ مقدمه.....	۹
۲-۲ طبقه‌بندی طراحی.....	۹
۳-۲ طبقه‌بندی به لحاظ اجرا.....	۱۳
۴-۲ مراجع.....	۱۵

فصل سوم: کاربرد، ریزش‌ها در پروژه‌های حمل و نقل

۱-۳ مقدمه.....	۱۷
۲-۳ امکان‌پذیری میکروشمع.....	۱۸
۱-۲-۳ کلیات.....	۱۸
۲-۲-۳ ملاحظات فیزیکی.....	۱۹
۳-۲-۳ شرایط زیر سطحی.....	۲۰
۴-۲-۳ شرایط محیطی.....	۲۰
۵-۲-۳ تطبیق با سازه‌های موجود.....	۲۲
۶-۲-۳ محدودیت‌های میکروشمع.....	۲۲
۷-۲-۳ مسائل اقتصادی ریزشمع‌ها.....	۲۲
۳-۳ تقویت سازه‌ای.....	۲۳
۱-۳-۳ کلیات.....	۲۳
۲-۳-۳ فونداسیون‌های جدید.....	۲۳
۳-۳-۳ تقویت فونداسیون‌های موجود.....	۲۵
۴-۳-۳ مقاوم‌سازی لرزه‌ای.....	۲۸
۴-۳ مقاوم‌سازی درجا.....	۳۰
۵-۳ مراجع.....	۳۶

فصل چهارم: مصالح و تکنیک‌های ساخت و ساز

۱-۴ مقدمه.....	۳۹
----------------	----

۴۰	 ۲-۴ حفاری
۴۰	 ۱-۲-۴ کلیات
۴۱	 ۲-۲-۴ دکل حفاری
۴۳	 ۳-۲-۴ تکنیک‌های حفاری
۴۴	 ۴-۲-۴ تکنیک حفاری سربار
۴۶	 ۱-۴-۲-۴ حفاری شستشوی
۴۶	 ۲-۴-۲-۴ دورانی مضاعف
۴۷	 ۳-۴-۲-۴ ورانی ضربه‌ای مضاعف (هم محور)
۴۷	 ۴-۴-۲-۴ وران ضربه‌ای مضاعف (غیر هم محور)
۴۷	 ۵-۴-۲-۴ dooble head duple
۴۸	 ۶-۴-۲-۴ مته چاربی توخالی
۴۸	 ۷-۴-۲-۴ حفاری سیمی
۴۹	 ۵-۲-۴ تکنیک‌های حفاری بدن نگاری
۴۹	 ۱-۵-۲-۴ حفاری ضربه‌ای - دوران
۴۹	 ۲-۵-۲-۴ مته حلزونی یکپارچه تو
۴۹	 ۳-۵-۲-۴ گشادکردن گمانه
۵۰	 ۳-۴ تزریق
۵۰	 ۱-۳-۴ کلیات
۵۲	 ۲-۳-۴ تجهیزات تزریق
۵۴	 ۳-۳-۴ اختلاط دوغاب
۵۴	 ۴-۳-۴ تکنیک‌های تزریق دوغاب
۵۴	 ۱-۴-۳-۴ تکنیک تزریق ثقلی (میکروشمع نوع A)
۵۵	 ۲-۴-۳-۴ تزریق با فشار از میان غلاف (ریزشمع نوع B)
۵۶	 ۳-۴-۳-۴ پس تزریقی (ریزشمع نوع C , D)
۵۹	 ۵-۳-۴ تزریق ثانویه
۶۰	 ۴-۴ آرماتورگذاری
۶۰	 ۱-۴-۴ کلیات
۶۰	 ۲-۴-۴ جاگذاری آرماتور
۶۰	 ۳-۴-۴ انواع آرماتورها
۶۶	 ۵-۴ مراجع

فصل پنجم: طراحی ریز شمع‌ها برای فونداسیون سازه‌ها

۶۹	۱-۵ مقدمه
۷۲	۲-۵ گام ۱: ارزیابی ملزومات پروژه و امکان‌پذیر میکروشمع
۷۳	۳-۵ گام ۲: بازبینی اطلاعات در دسترس و داده‌های ژئوتکنیکی
۷۵	۴-۵ گام ۳: انجام ترکیب‌های بارگذاری
۷۶	۵-۵ گام ۴: طراحی مقدماتی میکروشمع
۷۶	۱-۵-۵ انتخاب فاصله میکروشمع‌ها
۷۶	۲-۵-۵ انتخاب طول میکروشمع
۷۷	۳-۵-۵ انتخاب سطح مقطع ریزشمع‌ها
۷۷	۴-۵-۵ انتخاب نوع میکروشمع
۷۸	۶-۵ گام ۵: طراحی سازه‌ای طول غلاف شده میکروشمع
۷۸	۱-۶-۵ ارزیابی بار مجاز فشاری برای طول غلاف شده
۷۸	۱-۶-۵-۱ سازگاری کرنش بین دوغاب، غلاف و آرماتور
۸۰	۲-۶-۵-۲ اثر قطعات متصل شده با ظرفیت فشاری
۸۰	۳-۶-۵-۱ حد مجاز برای خوردگی
۸۰	۴-۶-۵-۱ کماتش طول غلاف شده میکروشمع
۸۱	۲-۶-۵-۲ ارزیابی بار مجاز کششی در طول غلاف شده
۸۱	۲-۶-۵-۱ حد مجاز برای خوردگی کششی
۸۱	۲-۶-۵-۲ اثر اتصال قطعات بر ظرفیت
۸۱	۳-۶-۵ ارزیابی ترکیب بار فشاری محوری و خمش طول غلاف شده
۸۳	۷-۵ گام ۶: طراحی سازه‌ای طول غلاف نشده میکروشمع
۸۴	۸-۵ گام ۷: تجدیدنظر در طراحی میکروشمع
۸۴	۹-۵ گام ۸: ارزیابی ظرفیت ژئوتکنیکی میکروشمع
۸۴	۱-۹-۵ لایه استقرار برای ناحیه پیوند
۸۵	۲-۹-۵ انتخاب تنش پیوند نهایی و محاسبه طول پیوند
۸۸	۳-۹-۵ ارزیابی ظرفیت فشاری گروه میکروشمع
۸۸	۱-۳-۹-۵ گروه میکروشمع‌ها در خاک چسبنده
۹۰	۲-۳-۹-۵ گروه میکروشمع در خاک غیر چسبنده
۹۱	۳-۳-۹-۵ میکروشمع‌ها در خاک مستحکم واقع در خاک سست با تراکم‌پذیر
۹۲	۴-۹-۵ ارزیابی ظرفیت آپلیفت گروه میکروشمع
۹۲	۱-۴-۹-۵ گروه میکروشمع در خاک‌های چسبنده

۹۲	۵-۹-۲ گروه میکروشمع در خاک غیر چسبنده
۹۳	۵-۱۰-۱ گام ۹: تخمین نشست گروه میکروشمع
۹۳	۵-۱۰-۱ کلیات
۹۴	۵-۱۰-۲ نشست گروه میکروشمع
۹۶	۵-۱۰-۱-۲ مراحل گام به گام برای نشست گروه میکروشمع در خاک چسبنده
۹۷	۵-۱۰-۲-۲ مراحل گام به گام برای محاسبه نشست گروه میکروشمع در خاک غیر چسبنده
۹۸	۵-۱۰-۳ جابه جایی الاستیک میکروشمع‌ها
۱۰۰	۵-۱۱-۱ گام ۱۰: طراحی اتصال میکروشمع و کلاهک
۱۰۴	۵-۱۲-۱ گام ۱: انجام آزمایش بارگذاری
۱۰۵	۵-۱۳-۲ گام ۲: آماده کردن نقشه ها و مشخصات فنی
۱۰۴	۵-۱۴-۱ حفاظت در برابر خوردگی
۱۰۴	۵-۱۴-۱ پیشینه
۱۰۶	۵-۱۴-۲ ارزیابی پتانسیل خوردگی خاک
۱۰۶	۵-۱۴-۳ سیستم های حفاظت در برابر خوردگی
۱۰۶	۵-۱۴-۳-۱ روش های حفاظت در برابر خوردگی آرماتورها
۱۰۸	۵-۱۴-۳-۲ روش های حفاظت در برابر خوردگی غلاف فولادی
۱۰۸	۵-۱۴-۳-۳ ملزومات حفاظت در برابر خوردگی میکروشمع‌ها
۱۱۰	۵-۱۵-۱ طول غوطه‌وری
۱۱۱	۵-۱۶-۱ میکروشمع‌هایی با ظرفیت باربری انتهایی
۱۱۲	۵-۱۷-۱ فروکش
۱۱۳	۵-۱۸-۱ طراحی میکروشمع‌ها برای بارهای جانبی
۱۱۳	۵-۱۸-۱ کلیات
۱۱۳	۵-۱۸-۲ گام های تحلیل میکروشمع منفرد تحت بار جانبی
۱۱۸	۵-۱۸-۳ ارزیابی ظرفیت باربری جانبی میکروشمع در اتصال رزوه شده غلاف
۱۱۹	۵-۱۹-۱ مقاومت جانبی گروه میکروشمع
۱۱۹	۵-۱۹-۱ کلیات
۱۲۰	۵-۱۹-۲ راهکار گام به گام طراحی گروه شمع تحت بار جانبی
۱۲۲	۵-۱۹-۳ آنالیز اندرکنش خاک-سازه برای گروه میکروشمع
۱۲۳	۵-۱۹-۴ میکروشمع مایل
۱۲۳	۵-۲۰-۱ ملاحظات کمانس برای میکروشمع
۱۲۳	۵-۲۰-۱ کلیات

۱۲۴.....	۲-۲۰-۵ میکروشمع احاطه شده با خاک سست یا روانگرا
۱۲۷.....	۳-۲۰-۵ اجرای میکروشمع‌ها از میان حفرات
۱۲۹.....	۲۱-۵ ملاحظات لرزه‌ای
۱۲۹.....	۱-۲۱-۵ کلیات
۱۳۰.....	۲-۲۱-۵ استفاده از میکروشمع‌ها در مناطق با خطر زلزله زیاد
۱۳۱.....	۳-۲۱-۵ تقسیم بار با فونداسیون موجود
۱۳۲.....	۴-۲۱-۵ ظرفیت آپلینت شمع
۱۳۳.....	۵-۲۱-۵ روانگرایی
۱۳۴.....	۲۲-۵ مراجع

فصل ششم: طراحی میکروشمع‌ها برای پایدارسازی شیروانی‌ها

۱۳۹.....	۱-۶ مقدمه
۱۴۱.....	۲-۶ گام ۱: شناسایی محدودیت‌های خاصی پروژه و ارزیابی امکان‌پذیری میکروشمع‌ها
۱۴۴.....	۳-۶ گام ۲: مشخص کردن حرامات اجرایی
۱۴۵.....	۴-۶ گام ۳: بازبینی اطلاعات موجود و داده‌های ژئوتکنیکی
۱۴۷.....	۵-۶ گام ۴: ارزیابی ضریب اطمینان شروانی موجود
۱۴۹.....	۶-۶ مفاهیم طراحی برای میکروشمع مورد استفاده در پایدارسازی شیروانی
۱۴۹.....	۱-۶-۶ بازبینی
۱۴۹.....	۲-۶-۶ ارزیابی بار اضافی مورد نیاز برای دستیابی به ضریب اطمینان هدف
۱۵۰.....	۱-۲-۶-۶ امکان میکروشمع در مقطع عرضی شیروانی
۱۵۲.....	۲-۲-۶-۶ روش‌های مدل‌سازی نیروی مقاوم میکروشمع
۱۵۴.....	۳-۲-۶-۶ ارزیابی پایداری شیروانی بدون میکروشمع
۱۵۶.....	۳-۶-۶ انتقال بار در میکروشمع‌ها
۱۵۸.....	۴-۶-۶ ظرفیت برش و لنگر خمشی میکروشمع قائم منفرد
۱۵۸.....	۱-۴-۶-۶ ارزیابی ظرفیت لنگر خمشی میکروشمع قائم منفرد
۱۵۹.....	۲-۴-۶-۶ ارزیابی ظرفیت برش برای میکروشمع قائم منفرد
۱۶۲.....	۵-۶-۶ ظرفیت برشی گروه میکروشمع مایل
۱۶۶.....	۶-۶-۶ فواصل مورد نیاز برای ارائه نیروی مورد نیاز برای پایداری کردن شیروانی
۱۶۷.....	۷-۶-۶ پتانسیل جاری شدن خاک بین میکروشمع‌ها
۱۶۸.....	۷-۶-۶ مثال طراحی برای پایداری سازی شیروانی به وسیله میکروشمع‌ها
۱۷۰.....	۱-۷-۶ گام ۴: ارزیابی ضریب اطمینان شیروانی موجود
۱۷۱.....	۲-۷-۶ گام ۵: ارزیابی نیروی مازاد مورد نیاز برای دستیابی به ضریب اطمینان هدف

۱۷۳	۶-۷-۳ گام ۶: انتخاب مقطع عرضی میکروشمع
۱۷۳	۶-۷-۴ گام ۷: تخمین طول میکروشمع
۱۷۴	۶-۷-۵ گام ۸: تخمین ظرفیت خمشی میکروشمع منفرد قائم
۱۷۶	۶-۷-۶ گام ۹: ارزیابی ظرفیت برشی میکروشمع منفرد قائم
۱۸۰	۶-۷-۷ گام ۱۰: ارزیابی ظرفیت برسی گروه میکروشمع مایل
۱۸۱	۶-۷-۸ گام ۱۱: محاسبه فاصله مورد نیاز برای تأمین نیروی پایداری شیروانی
۱۸۱	۶-۷-۹ گام ۱۲: بررسی پتانسل جاری شدن خاک بین میکروشمع‌ها
۱۸۲	۶-۷-۱۰ گام ۱۳: انجام طراحی سازه ای کلاهک تیر بتنی
۱۸۶	۶-۸ ظرفیت بررسی میکروشمع برای آنالیز
۱۸۷	۶-۹ تاریخچه
۱۸۷	۶-۹-۱ پایداری رمین لغزش Blue Trail با استفاده از میکروشمع، وایومینگ
۱۹۰	۶-۹-۲ پایداری سازه رمین لغزش Sum-271 با استفاده از میکروشمع، اوهایو
۱۹۰	۶-۹-۳ پایداری سازی زمین غرنج Littleville با استفاده از میکروشمع، آلاباما
۱۹۵	۶-۱۰ مراجع

فصل هفتم: آزمایش بارگذاری میکروشمع‌ها

۱۹۷	۷-۱ مقدمه
۱۹۸	۷-۲ بازبینی آزمایش‌های بارگذاری میکروشمع‌ها
۱۹۹	۷-۳ تجهیزات آزمایش بارگذاری
۱۹۹	۷-۳-۱ کلیات
۱۹۹	۷-۳-۲ تجهیزات آزمون بارگذاری
۲۰۶	۷-۴ روش‌های آزمون بارگذاری میکروشمع
۲۰۶	۷-۴-۱ آزمون تأیید
۲۰۶	۷-۴-۱-۱ کلیات
۲۰۶	۷-۴-۱-۲ روش‌های آزمون تأیید
۲۰۷	۷-۴-۱-۳ ثبت داده‌های آزمون تأیید
۲۱۰	۷-۴-۲ آزمایش اثبات
۲۱۰	۷-۴-۲-۱ کلیات
۲۱۰	۷-۴-۲-۲ روش‌های آزمون اثبات، ثبت و تحلیل داده‌های آزمون اثبات
۲۱۰	۷-۴-۳ ضابطه پذیرش میکروشمع
۲۱۰	۷-۴-۳-۱ پذیرش آزمون تأیید
۲۱۳	۷-۴-۳-۲ پذیرش آزمون اثبات

۲۱۳	 پیامدهای شکست ۳-۳-۴-۷
۲۱۳	 ۵-۷ گزارش آزمون بارگذاری شمع
۲۱۴	 ۶-۷ ارزیابی ملزومات آزمون بارگذاری در پروژه
۲۱۴	 ۱-۶-۷ مقدمه
۲۱۵	 ۲-۶-۷ برنامه آزمون بارگذاری برای آزمون تأیید
۲۱۶	 ۳-۶-۷ برنامه آزمون بارگذاری برای آزمون اثبات
۲۱۶	 ۴-۶-۷ بزرگی بار آزمون
۲۱۷	 ۵-۶-۷ روش اعمال بار
۲۱۷	 ۷-۷ تکنیک‌های دیگر آزمون بارگذاری
۲۱۷	 ۱-۷-۷ کلیات
۲۱۸	 ۲-۷-۷ آزمون بارگذاری دینامیکی
۲۲۰	 ۳-۷-۷ آزمون بارگذاری استاتنامیک
۲۲۲	 ۸-۷ مراجع

فصل هشتم: بازرسی و کنترل کیفیتی اجرا میکروشمع

۲۲۳	 ۱-۸ مقدمه
۲۲۴	 ۲-۸ آماده سازی قبل از پروژه
۲۲۷	 ۳-۸ بازرسی مصالح میکروشمع
۲۲۷	 ۱-۳-۸ کلیات
۲۲۷	 ۲-۳-۸ نگهداری و جابه‌جایی سیمان
۲۲۸	 ۳-۳-۸ نگهداری و جابه‌جایی فولاد
۲۳۰	 ۴-۸ بازرسی فعالیتهای اجرایی
۲۳۰	 ۱-۴-۸ بازرسی حفاری
۲۳۱	 ۲-۴-۸ بازرسی اجرای تسلیح
۲۳۱	 ۳-۴-۸ بازرسی تزریق
۲۳۳	 ۵-۸ الزامات اسناد پروژه
۲۳۳	 ۱-۵-۸ آزمون بارگذاری میکروشمع
۲۳۴	 ۲-۵-۸ میکروشمع‌های بهره‌برداری
۲۳۴	 ۳-۵-۸ مدارک تزریق برای میکروشمع‌های بهره‌برداری
۲۳۸	 ۶-۸ مراجع

فصل نهم: تخمین هزینه‌ها

۲۴۵	۱-۹ مقدمه
۲۴۶	۲-۹ عوامل مؤثر بر هزینه میکروشمع‌ها
۲۴۶	۲-۲-۹ هزینه مصالح میکروشمع
۲۴۷	۳-۲-۹ هزینه تجهیزات
۲۴۸	۴-۲-۹ هزینه نیروی انسانی
۲۴۸	۵-۲-۹ هزینه آزمون بارگذاری
۲۴۹	۳-۹ آنالیز هزینه‌های میکروشمع
۲۴۹	۱-۳-۹ کمریات
۲۴۹	۲-۳-۹ اثر محدودیت‌های خاص پروژه به هزینه
۲۵۰	۳-۳-۹ مثال تخمین هزینه میکروشمع
۲۵۰	۱-۳-۳-۹ نمونه مثال شماره ۱
۲۵۰	۲-۳-۳-۹ نمونه مثال شماره ۲
۲۵۲	۴-۹ متره و پرداخت برای میکروشمع

فصل دهم: ضمیمه‌ها

۲۴۷	ضمیمه الف
۲۵۱	ضمیمه ب
۲۷۵	نمونه مثال شماره ۱- تقویت فونداسیون پایه پل
۲۹۴	نمونه مثال شماره ۲- میکروشمع تحت بار جانبی

فصل یازدهم: مقالات