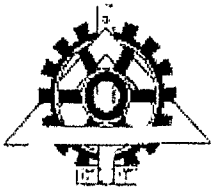
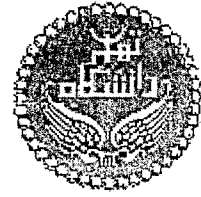




PA 214



دانشگاه تهران
دانشکده فنی
گروه مهندسی معدن



مدلسازی سه بعدی تونلها در محیطهای شکسته سنگی به منظور ارزیابی پایداری بلوکها

نگارش:

۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰

سید امیررضا بیابانکی

اساتید راهنما: دکتر پرویز معارف وند - دکتر احمد جعفری

استاد مشاور: دکتر مهدی موسوی

رئیس هیات مدیره
موسسه تخصصی
مکانیک

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی معدن (گرایش مکانیک سنگ)

شهریور ۱۳۸۲

۴۸۲۱۶



بنام خدا
دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه آموزشی مهندسی معدن

۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیات داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقای : سید امیر رضا بیابانکی

گرایش مکانیک سنگ

در رشته مهندسی معدن

با عنوان "مدل سازی سه بعدی تونلها در محیط های شکسته سنگی به منظور ارزیابی پایداری بلوکها"

را در تاریخ ۸۲/۶/۱۵

به عدد به حروف

با ۱۹،۲۵ نوزده و دو صدم

نمره نهایی :

ارزیابی نمود.

و درجه :

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما	دکتر پرویز معارف وند	استادیار	دانشگاه تهران	
	استاد راهنمای دوم (حسب مورد):	دکتر احمد جعفری	استادیار	دانشگاه تهران	
۲	استاد مشاور	دکتر مهدی موسوی	استادیار	دانشگاه تهران	
۳	استاد مدعو (یا استاد مشاور دوم)	دکتر شهرام وهدانی	دانشیار	دانشگاه تهران	
۴	استاد مدعو	دکتر علی مرتضوی	استادیار	دانشگاه امیر کبیر	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی :	دکتر احمد جعفری	استادیار	دانشگاه تهران	

تذکر: این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.



چکیده

توده سنگی که در آن فضاهای حفاری به وجود می آید به دلیل وجود ناپیوستگی هایی مانند درزه ها و گسل ها محیطی ناپیوسته تلقی می گردد. روشهای مختلفی برای تحلیل چنین محیطهایی وجود دارد که مناسب ترین آنها روش های عددی می باشد. در این پایان نامه نرم افزاری برای مدل سازی سه بعدی هندسه سیستم متشکل از بلوکهای سنگی توده سنگ مورد تحلیل و نیز فضای حفاری شده در آن تهیه شده است. به این صورت که ابتدا مدل اولیه سه بعدی منطقه مورد تحلیل، ایجاد شده سپس با در نظر گرفتن ناپیوستگی ها و دسته درزه های موجود، مدل هندسی منطقه ایجاد می شود. پس از آن فضای حفاری مورد نظر در آن بوجود می آید که می تواند با انتخاب یکی از مقاطع پیش فرض (چند ضلعی، مستطیل، دایره، بیضی، دوزنقه و نعل اسبی) صورت پذیرد. همچنین با به کارگیری راه حل های ساده تر و با کارایی بیشتر نسبت به روش های موجود، تشخیص انواع تماس بین بلوکهای این سیستم نیز انجام گرفته است. تشکیل سیستم بلوکی و تشخیص تماس بین بلوکها به عنوان یک پیش پردازنده برای روش های عددی تحلیل محیطهای ناپیوسته به کار می روند.

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می دانم که از اساتید راهنمای خود، جناب آقای دکتر جعفری و جناب آقای دکتر معارف وند که در مدت تحصیل خود همواره از وجود پر فیضشان بهره مند شده و از ایشان درس های بسیار آموخته ام قدر دانی کنم. از درگاه ایزد منان آرزوی سربلندی و موفقیت روز افزون این دو بزرگوار را مسئلت دارم.

همچنین از راهنمایی های ارزنده آقای دکتر موسوی، آقای دکتر وهدانی و آقای دکتر مرتضوی کمال تشکر را دارم.

جا دارد از دوستان عزیزم آقایان مهندس حسین کاظمی، مهندس حسین محمدی، مهندس روزبه گرایلی، مهندس محمد کاظم سلطانی زاده و مهندس یونس فداکار که همواره به من لطف داشته اند تشکر نمایم.

در پایان نیز از سرکار خانم مهندس مرزآبادی بخاطر همکاری صمیمانه شان کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
یک	چکیده
سه	فهرست عناوین
۱	فصل اول : مقدمه
۱	۱-۱- کلیات
۲	۲-۱- مکانیک محیطهای ناپیوسته
۳	۱-۲-۱- روش اجزای مجزا
۵	۲-۲-۱- روش آنالیز تغییر شکل ناپیوسته
۷	۳-۱- اهداف تحقیق حاضر
۱۰	فصل دوم: ارائه راه حل تشکیل یک سیستم بلوکی از اطلاعات ناپیوستگی ها
۱۰	۱-۲- مقدمه
۱۱	۲-۲- نحوه تشکیل یک سیستم بلوکی از اطلاعات ناپیوستگی ها
۱۳	۳-۲- معادله صفحه ناپیوستگی
۱۳	۴-۲- یافتن بلوکهای قطع شده توسط ناپیوستگی ها
۱۵	۵-۲- تعیین مختصات رئوس بلوکهای ایجاد شده
۱۵	۶-۲- محاسبه حجم بلوک ها
۱۷	۷-۲- ایجاد فضای حفاری
۲۶	فصل سوم: تشخیص تماس سه بعدی
۲۶	۱-۳- مقدمه
۲۸	۲-۳- نحوه تشخیص تماس در نرم افزارهای مشابه
۲۸	۳-۳- روش تشخیص تماس به کار رفته
۳۱	۱-۳-۳- یافتن بلوکهای مجاور
۳۴	۲-۳-۳- یافتن وجوه روبروی هر دو بلوک مجاور

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می دانم که از اساتید راهنمای خود، جناب آقای دکتر جعفری و جناب آقای دکتر معارف وند که در مدت تحصیل خود همواره از وجود پر فیضشان بهره مند شده و از ایشان درس های بسیار آموخته ام قدر دانی کنم. از درگاه ایزد منان آرزوی سربلندی و موفقیت روز افزون این دو بزرگوار را مسئلت دارم.

همچنین از راهنمایی های ارزنده آقای دکتر موسوی، آقای دکتر وهدانی و آقای دکتر مرتضوی کمال تشکر را دارم.

جا دارد از دوستان عزیزم آقایان مهندس حسین کاظمی، مهندس حسین محمسی، مهندس روزبه گرایلی، مهندس محمد کاظم سلطانی زاده و مهندس یونس فداکار که همواره به من لطف داشته اند تشکر نمایم.

در پایان نیز از سرکار خانم مهندس مرزآبادی بخاطر همکاری صمیمانه شان کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

- ۳-۳-۳- یافتن وجوه روبروی داخل محدوده تماس ۳۶
- ۳-۳-۴- به دست آوردن چند ضلعی تماس برای هر جفت بلوک همسایه ۳۹
- ۳-۳-۵- مشخص نمودن نوع تماس ۵۵
- ۳-۳-۶- تعریف متغیرها ۵۷
- ۳-۴- مزیت الگوریتم به کار رفته نسبت به الگوریتم 3DEC ۶۷
- ۳-۵- مزایا نسبت به روش جدید ارائه شده توسط (Liu, Lemos (2001) ۶۷
- فصل چهارم: قابلیت های برنامه**
- ۴-۱- کلیات ۷۱
- ۴-۲- مدل نمودن سه بعدی هندسه منطقه مورد نظر برای تحلیل ۷۱
- ۴-۲-۱- وارد نمودن تنها مقادیر طول، عرض و ارتفاع برای مدل اولیه ۷۲
- ۴-۲-۲- به اندازه نمودن مقیاس مدل وارد شده در صفحه نمایش ۷۴
- ۴-۲-۳- منوی New ۷۴
- ۴-۲-۴- چند نمونه از مدل های اولیه ایجاد شده ۷۴
- ۴-۳- تشکیل سیستم بلوکی از اطلاعات ناپیوستگی ها ۷۸
- ۴-۳-۱- وارد نمودن ناپیوستگی و دسته درزه به ساده ترین حالت ممکن ۷۸
- ۴-۳-۲- حذف خودکار درزه های تکراری وارد شده ۷۹
- ۴-۳-۳- تشخیص بلوکها با هر تعداد وجه و رأس با کمترین حجم ممکن ۸۰
- ۴-۳-۴- نمایش تعداد درزه ها، دسته درزه ها، ناپیوستگی ها و بلوکها در حین انجام محاسبات ۸۰
- ۴-۳-۵- نمایش درصد پیشرفت جدا شدن بلوکها به صورت متنی و گرافیکی ۸۱
- ۴-۳-۶- رسم نمودارهای هیستوبلوک و بلوکومتری ۸۱
- ۴-۳-۷- محاسبه حجم هر بلوک ۸۳
- ۴-۳-۸- نمایش تمامی بلوکها با هم و نیز نمایش جداگانه هر بلوک ۸۳
- ۴-۳-۹- نمایش یالهای بلوکها و نیز درزه ها با رنگهای مختلف ۸۴
- ۴-۳-۱۰- امکان ایجاد مدل شامل دو نوع متفاوت درزه بندی ۸۴
- ۴-۳-۱۱- نمایش سه بعدی منطقه مدل شده به همراه درزه ها به دو صورت ۸۴
- ۴-۳-۱۲- چند نمونه از مدل های هندسی منطقه مورد بررسی ۸۵
- ۴-۴- لایه بندی های زمین شناسی ۸۹

۹۰	۴-۵- حفاری
۹۰	۴-۵-۱- حفاری روباز
۹۱	۴-۵-۱-۱- حفر و خالی کردن فضای روباز به صورت دریافت نقطه به نقطه
۹۱	۴-۵-۱-۲- نمایش سه بعدی مدل روباز حفاری شده
۹۴	۴-۵-۱-۳- چند نمونه از مدل‌های هندسی حفاری شده روباز
۹۴	۴-۵-۲- حفاری زیرزمینی
۹۴	۴-۵-۲-۱- دریافت اطلاعات ورودی
۹۷	۴-۵-۲-۱-۱- چندضلعی
۹۸	۴-۵-۲-۱-۲- مستطیل
۹۸	۴-۵-۲-۱-۳- ذوزنقه
۱۰۰	۴-۵-۲-۱-۴- دایره
۱۰۰	۴-۵-۲-۱-۵- بیضی
۱۰۱	۴-۵-۲-۱-۶- نعل اسبی
۱۰۲	۴-۵-۲-۲- ترسیم صفحات حفاری همزمان با دریافت اطلاعات
۱۰۲	۴-۵-۲-۳- تشخیص صفحات حفاری منطبق بر هم
۱۰۲	۴-۵-۲-۴- حذف بلوکهای داخل محدوده حفاری شده زیرزمینی
۱۰۳	۴-۵-۲-۵- ترسیم نمودارها با توجه به بلوکهای جدید ایجاد شده
۱۰۳	۴-۵-۲-۶- نمایش منطقه حفاری شده زیرزمینی به هفت طریق متفاوت
۱۰۵	۴-۵-۲-۷- کنترل نمودن داده های ورودی
۱۰۵	۴-۵-۲-۸- چند نمونه از مدل‌های هندسی حفاری شده زیرزمینی
۱۰۸	۴-۵-۳- حفاری مرکب
۱۱۵	۴-۶- شناسایی انواع تماس بلوکها نسبت به هم در سه بعد
۱۱۵	۴-۷- قابلیت کار با فایلها
۱۱۵	۴-۷-۱- ایجاد یک فایل جدید
۱۱۵	۴-۷-۲- ذخیره اطلاعات
۱۱۵	۴-۷-۳- بازخوانی اطلاعات ذخیره شده
۱۱۵	۴-۷-۴- چاپ خروجی برنامه

۱۱۷	۴-۷-۵- ذخیره خروجی برنامه به صورت یک فایل گرافیکی
۱۱۸	فصل پنجم: کنترل عملکرد برنامه و مثالهای حل شده
۱۱۸	۵-۱- کلیات
۱۱۸	۵-۲- تشکیل سیستم بلوکی
۱۱۹	۵-۲-۱- ترسیم بلوکها
۱۲۲	۵-۲-۲- حجم بلوکها
۱۲۷	۵-۳- حفاری
۱۲۸	۵-۳-۱- حفاری زیرزمینی
۱۳۲	۵-۳-۲- حفاری روباز
۱۳۵	۵-۳- تشخیص تماس
۱۴۷	فصل ششم: نتیجه گیری
۱۵۲	منابع و مأخذ
پ-۱	پیوست ۱: راهنمای کاربر
پ-۱۳	پیوست ۲: روند نمای برنامه

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۰	جدول (۱-۳) انواع تماس
۵۸	جدول (۲-۳) انواع تماس و شرایط تماس آنها

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل (۱-۱) فنرهای قائم و برشی بین بلوکها
۱۱	شکل (۲-۲) ایجاد بلوک جدید در اثر تقاطع یک صفحه با یک بلوک
۱۲	شکل (۱-۲) روندنمای کلی جدا نمودن بلوکهای سه بعدی
۱۴	شکل (۳-۲) یافتن بلوکهای قطع شده توسط یک ناپیوستگی
۱۶	شکل (۴-۲) یافتن ترتیب وصل نقاط به هم
۱۸	شکل (۵-۲) قوس مورد تحلیل در قسمت نقطه به نقطه
۱۹	شکل (۶-۲) مشخصات مستطیل در نظر گرفته شده برای ترسیم در قسمت حفاری زیرزمینی
۱۹	شکل (۷-۲) ترتیب نقاط مستطیل در حفاری زیرزمینی
۲۰	شکل (۸-۲) دایره در نظر گرفته شده برای حفاری زیرزمینی
۲۱	شکل (۱۰-۲) مشخصات دوزنقه در قسمت حفاری زیرزمینی دوزنقه ای شکل
۲۱	شکل (۱۱-۲) ترتیب نقاط در دوزنقه مورد نظر برای حفاری
۲۲	شکل (۱۲-۲) مشخصات بیضی مورد نظر برای حفاری
۲۲	شکل (۱۳-۲) ترتیب نقاط برروی بیضی حفاری
۲۳	شکل (۱۴-۲) مشخصات مقطع حفاری نعل اسبی شکل
۲۹	شکل (۱-۳) صفحه فرضی بین دو بلوک
۲۹	شکل (۲-۳) چند مثال از صفحه فرضی بین بلوکها
۳۲	شکل (۳-۳) روندنمای کلی تشخیص تماس در سه بعد
۳۳	شکل (۴-۳) محدوده فرضی اطراف هر بلوک
۳۴	شکل (۵-۳) نمونه ای از بلوکهای همسایه در حالت دو بعدی
۳۵	شکل (۶-۳) وجوه روبروی دو بلوک همسایه
۳۵	شکل (۷-۳) دو وجه غیر روبرو از یک جفت بلوک همسایه
۳۶	شکل (۸-۳) دو وجه روبرو که امکان تماس با هم ندارند
۳۸	شکل (۹-۳) حالتی که فاصله قائم تمام رؤوس در محدوده تماس قرار نداشته باشند ولی دو وجه با هم در تماس باشند

- شکل (۱۰-۳) فاصله قائم رئوس وجه A نسبت به وجه B ۳۸
- شکل (۱۱-۳) تعیین وجه مرجع ۳۹
- شکل (۱۲-۳) هیچ یک از وجوه در دو طرف وجه دیگر قرار ندارند ۳۹
- شکل (۱۳-۳) چند ضلعی تماس ۴۰
- شکل (۱۵-۳) حالتی که چندضلعی A داخل چندضلعی B قرار می گیرد ۴۱
- شکل (۱۴-۳) حالت‌های متفاوت تماس دو چندضلعی ۴۲
- شکل (۱۶-۳) حالتی که دو چندضلعی هم پوشانی دارند ۴۳
- شکل (۱۷-۳) حالتی که دو چند ضلعی همدیگر را قطع نمی نمایند - ۴۳
- شکل (۱۸-۳) دو چند ضلعی که رئوس هیچیک داخل دیگری نیست و با هم هم پوشانی دارند ۴۴
- شکل (۱۹-۳) تشخیص داخل یا خارج بودن یک نقطه نسبت به یک چند ضلعی ۴۵
- شکل (۲۰-۳) حالتی که هر دو رأس ضلع A روی ضلع B قرار دارند ۴۵
- شکل (۲۱-۳) حالتی که فقط یکی از رئوس A روی ضلع B قرار دارد ۴۶
- شکل (۲۲-۳) حالتی که هیچ یک از رئوس A روی ضلع B قرار ندارند ۴۶
- شکل (۲۳-۳) حالتی که یکی از رئوس ضلع A داخل چندضلعی B قرار دارد ۴۷
- شکل (۲۴-۳) حالتی که هیچ یک از رئوس ضلع A داخل چندضلعی B قرار ندارند ۴۷
- شکل (۲۵-۳) حالتی که ضلع A چند ضلعی B را فقط در دو نقطه قطع می نماید ۴۸
- شکل (۲۶-۳) حالتی که ضلع A چند ضلعی B را اصلاً قطع نمی نماید ۴۹
- شکل (۲۷-۳) حالتی که ضلع A چند ضلعی B را اصلاً قطع نمی نماید ضلع A هیچ یک از اضلاع چند ضلعی B را قطع نمی کند اما هر دو رأس آن داخل چند ضلعی B قرار دارند ۴۹
- شکل (۲۸-۳) رأس ضلع بعدی A داخل چند ضلعی B بوده و چند ضلعی B را فقط در نقطه تماس قطع می کند ۴۹
- شکل (۲۹-۳) حالتی که ضلع بعدی A ، چند ضلعی B را در نقطه جدیدی قطع می کند ۵۰
- شکل (۳۰-۳) عوض نمودن وجه مرجع ۵۱
- شکل (۳۱-۳) ضلع بعدی A ، چند ضلعی B را فقط در همان نقطه تماس قطع نموده و رأس بعدی این ضلع خارج از چند ضلعی B قرار دارد ۵۱
- شکل (۳۲-۳) تماس دو چند ضلعی در حالتی که ضلع بعدی A ، چند ضلعی B را فقط در همان نقطه تماس قطع نموده و رأس بعدی این ضلع خارج از چند ضلعی B قرار دارد ۵۲
- شکل (۳۴-۳) حالتی که ضلع بعدی A ، چند ضلعی B را قطع نمی کند ۵۳
- شکل (۳۵-۳) حالتی که ضلع بعدی A ، موازی با یکی از اضلاع چند ضلعی B می باشد ۵۳

۵۴	شکل (۳۶-۳) حالتی که ضلع بعدی A، چند ضلعی B را در یک نقطه قطع می کند
۵۴	شکل (۳۷-۳) حالتی که ضلع بعدی A، چند ضلعی B را در دو نقطه قطع می کند
۵۵	شکل (۳۸-۳) نوع تماس وجه به وجه
۵۶	شکل (۳۹-۳) نوع تماس لبه به وجه
۵۶	شکل (۴۰-۳) نوع تماس لبه به لبه
۵۶	شکل (۴۱-۳) نوع تماس رأس به وجه
۵۶	شکل (۴۲-۳) نوع تماس لبه به لبه
۵۷	شکل (۴۳-۳) نوع تماس رأس به لبه
۵۷	شکل (۴۴-۳) نوع تماس رأس به رأس
۶۱	شکل (۴۵-۳) نمایش شماتیکی از آرایه های اصلی تشخیص تماس
۶۲	شکل (۴۶-۳) نمونه ای برای بلوکهای همسایه در حالت دو بعدی
۶۳	شکل (۴۷-۳) آرایه شماره بلوکهای همسایه
۶۳	شکل (۴۸-۳) اشاره گر آرایه شماره بلوکهای همسایه
۶۵	شکل (۴۹-۳) شماره گذاری جفت بلوکهای همسایه
۶۶	شکل (۵۰-۳) آرایه شماره وجوه روبروی بلوکهای همسایه
۶۶	شکل (۵۱-۳) اشاره گر آرایه شماره وجوه روبروی بلوکهای همسایه
۶۸	شکل (۵۰-۳) دو وجه روبروی هم و با فاصله کم که از چرخه محاسبات حذف نمی گردند
۶۹	شکل (۵۳-۳) دو بلوک همسایه که با هم تماس ندارند
۷۲	شکل (۱-۴) نمونه ای از یک مدل اولیه
۷۳	شکل (۲-۴) دریافت اطلاعات مربوط به مدل اولیه
۷۳	شکل (۳-۴) مدل اولیه ایجاد شده
۷۵	شکل (۴-۴) نمونه ای از مدل اولیه با عرض بزرگ
۷۵	شکل (۵-۴) نمونه ای از مدل اولیه با ارتفاع بزرگ
۷۶	شکل (۶-۴) نمونه ای از مدل اولیه با طول بزرگ
۷۶	شکل (۷-۴) مدل اولیه مربوط به یک مغار
۷۷	شکل (۸-۴) نمونه ای از یک مغار در عمق ۱۰۰ متری برای ایجاد مدل اولیه
۷۷	شکل (۹-۴) تصویر شماتیکی از یک سطح پله ای
۷۸	شکل (۱۰-۴) مدل اولیه مربوط به یک سطح پله ای
۷۹	شکل (۱۱-۴) دریافت اطلاعات مربوط به یک ناپیوستگی
۸۰	شکل (۱۲-۴) دریافت اطلاعات مربوط به یک دسته درزه

۸۱	شکل (۱۳-۴) نمایش اطلاعات هنگام جدا شدن بلوکها
۸۲	شکل (۱۴-۴) نمایش نمودار هیستوبلوک بلوکها
۸۲	شکل (۱۵-۴) نمایش نمودار بلوکومتری بلوکها
۸۳	شکل (۱۶-۴) نمایش تک بلوک یک سیستم بلوکی
۸۴	شکل (۱۷-۴) نمایش تمام بلوک های یک سیستم بلوکی
۸۵	شکل (۱۸-۴) مدلی شامل دو نوع درزه بندی
۸۶	شکل (۱۹-۴) نمایش خطوط ندید
۸۶	شکل (۲۰-۴) عدم نمایش خطوط ندید
۸۷	شکل (۲۱-۴) مدل منطقی شامل سه گسل و یک دسته درزه
۸۸	شکل (۲۲-۴) مدل منطقه ای شامل یک گسل و دو دسته درزه
۸۹	شکل (۲۳-۴) مدل منطقه ای شامل دو گسل و یک دسته در
۹۰	شکل (۲۴-۴) زمینی دارای یک گسل با دو منطقه متفاوت درزه بندی
۹۰	شکل (۲۵-۴) مدل زمینی دارای یک گسل با دو منطقه متفاوت درزه بندی
۹۱	شکل (۲۶-۴) مدل منطقه دارای لایه بندی
۹۲	شکل (۲۷-۴) خالی نمودن منطقه مدل شده روباز
۹۲	شکل (۲۸-۴) ترسیم صفحات روباز بدون نمایش خطوط ندید
۹۳	شکل (۲۹-۴) ترسیم صفحات روباز با نمایش خطوط ندید
۹۳	شکل (۳۰-۴) رنگ نمودن منطقه حذف شده
۹۴	شکل (۳۱-۴) ترسیم سه بعدی منطقه حفاری شده روباز
۹۵	شکل (۳۲-۴) نمونه ای از مدل هندسی یک ترانشه
۹۵	شکل (۳۳-۴) نمونه ای از مدل هندسی یک سطح توپوگرافی
۹۶	شکل (۳۴-۴) نمونه ای از مدل هندسی چند پله از یک معدن روباز
۹۶	شکل (۳۵-۴) انواع ورود اطلاعات برای حفاری زیرزمینی
۹۷	شکل (۳۶-۴) دریافت اطلاعات نقطه به نقطه برای حفاری زیرزمینی
۹۸	شکل (۳۷-۴) دریافت اطلاعات قسمت چندضلعی برای حفاری زیرزمینی
۹۹	شکل (۳۸-۴) دریافت اطلاعات قسمت مستطیلی برای حفاری زیرزمینی
۹۹	شکل (۳۹-۴) دریافت اطلاعات قسمت دوزنقه ای برای حفاری زیرزمینی
۱۰۰	شکل (۴۰-۴) دریافت اطلاعات قسمت دایره ای برای حفاری زیرزمینی
۱۰۱	شکل (۴۱-۴) دریافت اطلاعات قسمت بیضی شکل برای حفاری زیرزمینی
۱۰۲	شکل (۴۲-۴) دریافت اطلاعات قسمت نعل اسبی شکل برای حفاری زیرزمینی