



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۸۲۹

چاپ اول

دی ۱۳۹۱

INSO

14829

1st. Edition

Jan.2013

خاک - شرح خدمات مطالعات خاک -

شناسی - راهنما

Soil - Terms of References for Soil Surving
- Guideline

ICS:93.020

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«خاک - شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی-راهنما»

رئیس:	سمت و/ یا نمایندگی
شرقی، عبدالعلی	دانشگاه شهید بهشتی
(دکترای مهندسی عمران)	
دبیر:	
مجتبوی ، سیدعلیرضا	سازمان ملی استاندارد
(کارشناس مهندسی مواد- سرامیک)	
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
سامانیان ، حمید	پژوهشگاه استاندارد
(کارشناس ارشد مهندسی مواد- سرامیک)	
عباسی رزگله ، محمدحسین	سازمان ملی استاندارد
(کارشناس مهندسی مواد- سرامیک)	
قهری ،هما	پژوهشگاه استاندارد
(کارشناس ارشد شیمی محض)	
گلبخش،محمد حسین	اداره کل استاندارد استان یزد
(کارشناس مهندسی عمران)	
محرری ،حسن	اداره کل استاندارد استان فارس
(کارشناس مهندسی عمران)	
مرشدی ،عبدالرضا	پژوهشگاه استاندارد
(کارشناس شیمی محض)	
میر هادی ، بهمن	دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)
(دکترای مهندسی مواد- سرامیک)	
نوری ،عباس	کارشناس رسمی استاندارد
(کارشناس مهندسی معدن)	

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
د	پیش‌گفتار
ه	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ اصطلاحات و تعاریف
۱۹	۳ شرح خدمات مطالعات (تفصیلی دقیق، تفصیلی، نیمه تفصیلی، اجمالی)
۱۹	۱-۳ مقدمه
۲۰	۲-۳ سطوح مختلف دقت در مطالعات خاک‌شناسی
۲۱	۳-۳ مراحل انجام مطالعات خاک‌شناسی
۲۲	۴-۳ تشریح سطوح مختلف دقت مطالعات خاک‌شناسی
۲۴	۱-۴-۳ مطالعات خاک‌شناسی تفصیلی دقیق (مرتبه اول)، بسیار متراکم
۳۴	۲-۴-۳ مطالعات خاک‌شناسی تفصیلی (مرتبه دوم)، متراکم
۴۴	۳-۴-۳ مطالعات خاک‌شناسی نیمه تفصیلی (مرتبه سوم)
۵۵	۴-۴-۳ مطالعات خاک‌شناسی اجمالی (مرتبه چهارم)، گسترده

پیش‌گفتار

استاندارد "خاک - شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی-راهنما" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در سیصد و نودومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۱/۹/۲۵ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

نشریه ۴۲۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری: شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی

سال ۱۳۸۶

مقدمه

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه نشریه شماره ۴۲۵ تحت عنوان شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی، کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. متن اولیه این نشریح توسط مهندسین مشاور رویان تهیه شده است، که در کمیته فنی مرکب از آقایان:

- | | |
|---------------------------|--|
| ۱- مهندس علیرضا دولتشاهی | معاون دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله و مسئول تدوین معیارهای بخش کشاورزی |
| ۲- مهندس خشایار اسفندیاری | کارشناس مسئول گروه آب و کشاورزی دفتر امور فنی |
| ۳- مهندس حاج مولانا | کارشناس دفتر آب و کشاورزی |
| ۴- مهندس محمد بغدادی | نماینده موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت کشاورزی |
| ۵- مهندس مهدی زرعکائی | مدیر پروژه در مهندسین مشاور رویان |

خاک - شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی - راهنما

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه راهنما شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی است.

۱-۲ شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی، تمام مطالعاتی را که تحت عنوان «شناسایی خاک» در سطح کشور توسط سازمان‌ها، موسسات، نهادها و مشاوران بخش خصوصی، در هر وسعت و هر سطح دقتی که انجام می‌شود (به استثنای مطالعات خاک‌شناسی مرتبه پنجم که شرح خدمات انحصاری آن توسط موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه می‌شود) شامل می‌گردد. از آنجا که مطالعات خاک‌شناسی بدون هماهنگی سری-های خاک امکان‌پذیر نیست و کنترل کیفیت، تضمین کیفیت و هماهنگی سری‌های خاک در سطح کشور جزو شرح وظایف قانونی موسسه تحقیقات خاک و آب می‌باشد، لازم است دستگاه‌های اجرائی هنگام واگذاری مطالعات خاک‌شناسی به مشاوران بخش خصوصی، موافقت‌نامه نظارت و کنترل فنی مطالعات را با موسسه تحقیقات خاک و آب منعقد نمایند.

۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۲

خاک

خاک مجموعه‌ای متشکل از اجسام طبیعی موجود در سطح زمین است که در مناطقی می‌تواند توسط انسان دست‌خوش تغییر گشته، همچنین حاوی مواد زنده بوده و نگهدارنده و یا دارای قابلیت نگهداری گیاهان در فضای باز می‌باشد. مرز بالای خاک به هوا و یا آب کم عمق، مرز زیرین آن به مواد غیرخاکی (مواد مادری یا سنگ بستر) و مرزهای جانبی آن به آب‌های عمیق، برون‌زدهای سنگی و یا یخچال‌ها محدود می‌گردد. خاک در نتیجه تاثیر متقابل اقلیم، موجودات زنده، مواد مادری و پستی و بلندی طی زمان تشکیل گردیده و بخش بالایی آن از افق‌هایی تشکیل شده است که با مواد سنگی زیرین تفاوت دارند. عمق خاک در موارد معدودی که افق‌های سیمانی و غیر قابل نفوذ برای ریشه گیاهان موجود باشد، همان مرز عمیق‌ترین افق در نظر گرفته می‌شود. قسمت زیرین خاک در بسیاری موارد به مواد مادری و سنگ بستر محدود می‌گردد که فاقد ریشه، موجودات زنده و دیگر علائم فعالیت‌های زیستی است. به این ترتیب مرز زیرین خاک به طور معمول منطبق با پایین‌ترین محدوده فعالیت‌های زیستی و عموماً عمق نفوذ ریشه گیاهان بومی چند ساله است.

مطالعات خاک‌شناسی

خاک‌شناسی مجموعه اقداماتی است که برای شناسایی خاک‌های یک منطقه صورت می‌گیرد و شامل تشریح خصوصیات خاک‌ها، طبقه‌بندی آنها براساس یک سیستم استاندارد، تعیین حدود و مرزهای خاک‌ها روی نقشه و توصیف نحوه پراکنش آنهاست. کاربری‌های گوناگون خاک‌ها و چگونگی تاثیر نحوه مدیریت آنها نیز از نکاتی است که مورد بررسی قرار می‌گیرد. اطلاعات گردآوری شده در مطالعات خاک‌شناسی، در طراحی استفاده از اراضی، پیش‌بینی و ارزیابی تاثیر آن بر محیط سودمند می‌باشد.

اقدامات اساسی برای انجام مطالعات خاک‌شناسی شامل موارد زیر است:

الف- تهیه نقشه خاک؛

ب- مشخص کردن واحدهای نقشه خاک؛

ج- طبقه‌بندی خاک واحدهای نقشه؛

د- ایجاد همبستگی و هماهنگی با سایر مطالعات خاک‌شناسی؛

ه- تفسیر تناسب واحدهای نقشه خاک برای کاربری‌های مختلف.

پراکنش جغرافیایی و خصوصیات خاک‌ها معمولاً به بهترین وجه به وسیله نقشه‌های خاک در اختیار مدیران و کاربران اراضی قرار می‌گیرد. نقشه‌های خاک به عنوان ابزاری کارآمد برای برنامه‌ریزی عملی و مدیریت اراضی شدیداً مورد تقاضا می‌باشد. پیش از شروع فرآیند واقعی تهیه نقشه‌های خاک، خاک‌شناسان باید تا حد امکان در مورد عوامل موثر در تشکیل خاک مانند مواد مادری، پوشش گیاهی، اقلیم، واحدهای زمین نما و کاربری اراضی منطقه اطلاعات لازم را کسب کنند. بنابراین گام نخست در تهیه نقشه‌های خاک جمع‌آوری و بررسی نقشه‌های قبلی و کوچک مقیاس خاک، نقشه‌های زمین‌شناسی، پستی و بلندی، زمین ریخت‌شناسی، اقلیم، منابع آب و هر نوع اطلاعات و داده‌های مرتبط با خاک‌های منطقه مورد بررسی و مناطق هم‌جوار است، وقتی مراحل اصلی مطالعات خاک‌شناسی آغاز می‌شود وظیفه خاک‌شناسان در سه مورد زیر خلاصه می‌گردد:

۱- ترسیم مرز واحدهای نقشه خاک؛

۲- تشریح نیمرخ‌های خاک و محدوده آنها؛

۳- تشریح واحدهای نقشه خاک.

ترسیم مرز واحدهای نقشه خاک

خاک‌شناسان به دلایل آشکار قادر نیستند در سراسر واحدهای زمین نما، نیمرخ‌های متعدد خاک را حفاری و تشریح نمایند و براساس آن مرزهای واحدهای نقشه خاک را تفکیک کنند. آنها با توجه به عوامل پنج‌گانه موثر در تشکیل خاک می‌توانند محل تشکیل خاک‌ها را در موقعیت‌های مختلف زمین نما پیش‌بینی نمایند و حفاری نیمرخ‌های خاک و مته زدن برای تأیید و دقیق‌تر کردن مرز خاک‌های پیش‌بینی شده در موقعیت‌های

مختلف واحدهای زمین نما است . موقعیت واحدهای نقشه خاک و مرز واحدها از اطلاعات حاصل از تشریح نیمرخها و مته زدن در امتداد موقعیت‌های مختلف زمین نما بدست می‌آید که روشی ساده اما پرکار و زمان‌بر. برای کسب اطلاعات از خصوصیات خاک در فواصل منظم و آرایش شبکه‌ای در واحدهای زمین نما، شناخت نقش عوامل تشکیل دهنده خاک در واحدهای زمین نما براساس روابط خاک- زمین نما می‌تواند سبب تسریع در انجام مطالعات و تهیه نقشه خاک گردد. بنابراین خاک‌شناسان برای تهیه نقشه خاک، از تغییر در پستی و بلندی، مواد مادری، پوشش گیاهی و اقلیم و تعیین محل نیمرخها و نمونه‌برداری از آنها استفاده می‌کنند. راهکار عملی در تهیه نقشه خاک پیمایش واحدهای زمین نما در امتداد مقاطع انتخابی براساس روابط - خاک زمین نما می‌باشد. مته زدن در نقاط مورد نیاز تنها برای تأیید خصوصیات و مرزهای قابل انتظار خاکها است. برای تعیین دقیق مرزهای پیش‌بینی شده خاکها، معمولاً در محل‌های شکست شیب و یا محل‌هایی که علائم کلیدی را برای تعیین مرزها ارائه می‌دهند حفرمته‌های بیشتری مورد نیاز است . این علائم ممکن است مربوط به تغییر در مواد مادری، سنگ بستر، پوشش گیاهی و یا اقلیم باشد. بنابراین دو روش برای جمع‌آوری اطلاعات از خصوصیات خاکها و تعیین مرز واحدهای نقشه خاک با استفاده از حفاری نیمرخها و مته زدن وجود دارد. یکی روش شبکه‌ای با فواصل معین که اجرای آن زمان‌بر، پرهزینه و پرکار است و دیگری پیمایش مقاطع انتخابی در طول واحدهای زمین‌نما که حفاری نیمرخها و مته زدن فقط در نقاط مورد لزوم به صورت تصادفی یا با فواصل منظم، برای تأیید خصوصیات خاک و مرزهای پیش‌بینی شده براساس روابط خاک - زمین‌نما صورت می‌گیرد که روشی است کارآمد و موثرتر که با صرف زمان کمتر اطلاعات بیشتری حاصل می‌شود. گاهی تلفیقی از دو روش یادشده برای تهیه نقشه خاک-ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به کمک نقشه‌های توپوگرافی مبنایی برای تشخیص مرز واحدهای نقشه خاک و خصوصیات آنها در مطالعات خاک‌شناسی بسیار متداول است . عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای از آغاز پیدایش برای افزایش سرعت و دقت تهیه نقشه‌های خاک مورد استفاده قرار گرفته و از سه طریق به خاک‌شناسان کمک می‌کنند.

الف- تهیه نقشه پایه

ب- منبعی برای کسب اطلاعات تلویحی از خاک

ج- ماخذی برای بررسی مستقیم خصوصیات خاک

تصاویر ماهواره‌های پیشرفته در مقایسه با انواع عکس‌های هوایی بسیار پیچیده‌تر و متنوع‌تر است . با این که قدرت تشخیص تصاویر ماهواره‌ای کوچک مقیاس به اندازه عکس‌های هوایی بزرگ مقیاس نیست، اما در سال‌های اخیر بطور مرتب بهبود یافته است . بعنوان نمونه امروزه تصاویر با قدرت تشخیص ۶۰ سانتی‌متر (ماهواره Quick bird) تولید شده که قدرت تشخیص بالای آنها سبب ایجاد تصاویر روشن‌تر و با جزئیات بیشتر شده است.

در سال‌های اخیر استفاده از فناوری‌های رایانه‌ای برای تشخیص مرز واحدها و خصوصیات خاکها، کاربرد وسیعی یافته است، اما باید تاکید گردد که تفسیر اطلاعات سنجش از دور (اعم از عکس‌های هوایی و تصاویر

ماهواره‌ای) با پیمایش مقاطع و حفاری نیمرخ‌های خاک و مته زدن در انواع واحدها و تعیین مرز آنها با روش کنترل زمینی امکان‌پذیر است.

مطالعات خاک‌شناسی در سطوح مختلف دقت انجام می‌گیرد که از مطالعات خیلی تفصیلی برای شناخت انواع خاک‌ها در واحدهای زمین نما (مرتب اول) تا مطالعات خاک‌شناسی اجمالی عمومی از مناطق بزرگ و یا قاره‌ای (مرتب پنجم) را شامل می‌شود. انواع مختلف واحدهای نقشه و منابع اطلاعات سنجش از دور، مقیاس نقشه‌ها و کاربرد سطوح مختلف دقت مطالعات در جدول ۱ ارائه شده است.

۴-۲

تشریح واحدهای نقشه خاک

علی‌رغم تمام پیشرفت‌های فناوری که در سال اخیر ایجاد شده، اما تهیه نقشه خاک هنوز هم براساس تشریح نیمرخ‌های خاک استوار است. نیمرخ‌های خاک، چه به صورت دستی و چه با ماشین آلات مکانیکی حفر شده باشند، خاک‌شناسان در آن به تشریح خصوصیات خاک مانند رنگ، بافت، ساختمان، پایداری و مقاومت خاک‌دانه‌ها، عمق نفوذ ریشه، تخلخل، افق‌های ژنتیکی و مرزهای آنها و نمونه‌برداری از خاک می‌پردازند. برای تشریح نیمرخ خاک از فرم‌های استاندارد تشریح نیمرخ خاک استفاده می‌گردد تا تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی، هماهنگی و مقایسه خاک‌ها توسط خاک‌شناسان امکان‌پذیر گردد. نمونه‌های حاکی که از افق‌های مختلف تهیه می‌گردد برای انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی و کسب اطلاعات لازم در زمینه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌ها به آزمایشگاه ارسال می‌گردد.

۵-۲

عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها

خصوصیات خاک‌ها در مناطق مختلف با یکدیگر تفاوت دارد، اما این تغییرات به صورت تصادفی نیست. اقلیم، موجودات زنده و پستی و بلندی‌های منطقه‌ای در مدت زمان لازم بر فرآیندهای خاکسازای روی مواد مادری تاثیر گذاشته و انواع خاک‌ها را به عنوان اجسام طبیعی پدید می‌آورند. در صورتی که عوامل پنج‌گانه فوق یکسان باشند خاک‌های تشکیل شده مشابه خواهند بود. به این ترتیب در شرایط مشابه، خاک‌های مشابه بوجود می‌آید و با استفاده از این قاعده می‌توان محل وقوع بسیاری از خاک‌ها را پیش بینی نمود.

اگر وضعیت اقلیم، پوشش گیاهی و مواد مادری به صورت منطقه‌ای مورد بررسی قرار گیرند، به کمک آن می‌توان انواع خاک‌ها را در یک ناحیه وسیع پیش‌بینی نمود. در مورد نواحی کوچک‌تر نیز عوامل یادشده باید به صورت محلی بررسی شوند.

ارتباط خاک با زمین نما

درواحدهای زمین نما معمولاً مجموعه‌ای از خاک‌های مختلف به صورت منفرد وجود دارد. اما در سطح وسیع‌تر که ممکن است هزاران و یاده‌ها هزار کیلومترمربع وسعت داشته باشد، مجموعه‌ای از زمین نماهای مختلف یافت می‌شود که بر روی تصاویر ماهواره‌ای نیز قابل تشخیص است. واحدهای ژئومرفیکی وسیع معمولاً از نظر زمین نما دارای وجوه مشترکی همچون کوه‌ها، فلات‌ها و دشت‌ها هستند. هریک از این واحدهای فیزیوگرافی، از خاک‌های گوناگونی تشکیل شده‌اند.

مناطق ژئومرفیکی بزرگ با اقلیم‌های خاص خود وسعتی بیش از واحدهای ژئومرفیکی دارند. بعضی از طبقه‌بندی‌های مناطق اقلیمی، مانند مناطق خشک، نیمه خشک، مرطوب، مرطوب معتدل و مرطوب گرمسیری با مجموعه مشخصی از فرآیندهای ژئومرفیکی ارتباط دارند. در مناطق اقلیمی - ژئومرفیکی، رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک‌ها مطرح است.

به این ترتیب مناطق اقلیمی بزرگ به واحدهای ژئومرفیکی تفکیک می‌شوند و واحدهای زمین نما و اشکال اراضی در آنها که بخش‌های کوچکی از این واحدها محسوب می‌شوند، به طور معمول جوان‌تر می‌باشند. هر یک از اشکال مختلف اراضی ممکن است از یک و یا چند نوع خاک تشکیل شده باشند.

مواد مادری

مواد مادری عبارتند از مواد آلی و معدنی غیریکپارچه‌ای که خاک‌ها از آنها به وجود آمده‌اند. مواد مادری یک افق ژنتیکی خاک نمی‌تواند به صورت اولیه خود مشاهده گردد، بنابراین با خصوصیتی که آن افق از آن به ارث برده و سایر شواهد، می‌توان به ماهیت این مواد پی برد. در بعضی از خاک‌ها تغییرات بوجود آمده در مواد مادری کم است، بطوری که با اطمینان می‌توان آنها را باز شناخت، اما در مورد خاک‌های قدیمی‌تر، تعیین نوع، شکل و خاستگاه مواد مادری مبتنی بر بررسی‌های نظری است.

بسیاری از مواد معدنی که خاک‌ها از آنها بوجود آمده‌اند به طریقی از سنگ‌های سخت منشاء گرفته‌اند. سنگ‌ها ممکن است در محل اصلی خود، بدون جابه‌جایی دستخوش هوازدگی شده و تغییرات شیمیایی و فیزیکی زیادی را تحمل کرده باشند، این مواد اصطلاحاً «بقایای سنگی» نامیده می‌شوند.

مواد مادری ممکن است الزاماً از بقایای سنگی نبوده و یا آنکه موادی که خاک‌ها از آنها بوجود آمده‌اند، اساساً ارتباطی با سنگ بستر زیرین نداشته باشند.

کسب اطمینان از اینکه یک ماده مادری شدیداً هوا زده به صورت درجا دستخوش هوا زدگی شده به ندرت امکان‌پذیر است. واژه بقایای سنگی در مواردی به کار می‌رود که خصوصیات خاک از سنگی شبیه آنچه در زیر آن قرار دارد کسب شده باشد و یا آنکه شواهدی حاکی از انتقالی بودن مواد مادری در آن به چشم نخورد.

مواد انتقالی موادی هستند که از محل اولیه خود حرکت کرده، در محل دیگری استقرار یافته‌اند. این مواد، جزء گسترده‌ترین گروه مواد مادری هستند. طبقه‌بندی مواد مادری انتقالی معمولاً براساس عامل اصلی

انتقال و استقرار آنها صورت می‌گیرد (مواد آبرفتی، بادرفتی، یخرفتی و واریزه‌ها). در تهیه نقشه‌های خاک، فرآیندهای ژئومرفیک دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند. بهترین مطالعه در مورد روابط پیچیده خاک و زمین-نما، مطالعه‌ای است که خاک‌شناسان و ژئومرفولوژیست‌ها در آن همکاری مشترک داشته باشند.

۸-۲

بقایای سنگی (رگولیت)^۱

خاک با رسوب تفاوت دارد. خاک از رسوب و در آن تشکیل می‌شود. تشخیص این دو از یکدیگر در کاربرد دانش خاک مسئله‌ای اساسی است. خاک‌ها در مواد هوازده سخت نشده (مواد مادری) در سطح زمین، تحت تاثیر اقلیم و موجودات زنده در طی زمان تشکیل می‌شوند. خاک نمی‌تواند در سنگ سخت تشکیل شود، اما می‌تواند در مواد هوازده‌ای که از همین سنگ سخت بوجود آمده‌اند، تشکیل شود. رگولیت‌ها مواد ناپیوسته و سخت نشده سطح زمین هستند که یکی از دو منشاء زیر را دارند:

- ۱- به صورت درجا از هوازده‌گی سنگ بستر بوجود آمده اند (رگولیت درجا) و یا،
- ۲- توسط نیروی ثقل، آب، باد، یخ و عوامل دیگر، حمل و نقل یافته (واریزه‌ها، آبرفت‌ها، نهشته‌های بادی و رسوبات یخچالی) و در جای دیگری تشکیل شده‌اند.

رگولیت‌ها در معرض تغییرات غیرقابل پیش‌بینی اقلیم و پوشش گیاهی و موجودات زنده قرار می‌گیرند. در این فرآیند فرسایش می‌یابند، انتقال پیدا می‌کنند و مجدداً نهشته شده، به مواد هوازده شبیه خاک تبدیل می‌شوند. رگولیت درجا در خارج از سنگ بستر، هوا زده می‌شود و بنابراین می‌توان تمام آن را هوازده در نظر گرفت. اما بعضی از انواع رگولیت‌های انتقالی هوازده‌گی کمتری پیدا کرده‌اند، بویژه هنگامی که به صورت عمیق در زیر رسوبات دیگر مدفون شده باشند (به عنوان نمونه رگولیت‌های مدفون شده در زیر نهشته‌های لس).

در بالای سنگ بستر غیر هوازده، بخش‌های مختلف رگولیت هوا زده قرار می‌گیرند که به این مجموعه «نیمرخ هوا زده» اطلاق می‌شود. نیمرخ هوازده در قلمرو دانش زمین‌شناسی قرار می‌گیرد. مرز زیرین نیمرخ هوازده به سنگ بستر یا رسوبات غیرهوازده محدود می‌شود. بطور کلی در داخل نیمرخ هوازده، بخش‌های نزدیک به سطح زمین، بیشتر از بخش‌های عمیق‌تر هوازده می‌شوند. سرانجام نزدیک‌ترین نهشته‌ها به سطح زمین، توسط فرآیندهای خاکزایی تغییر شکل یافته‌ترند، به طوری که می‌توان آنها را خاک در نظر گرفت.

۹-۲

نقشه خاک

خاک‌های گوناگون که در واحدهای نقشه از آنها نام برده می‌شود، دارای مجموعه‌ای از خصوصیات مرتبط با یکدیگرند. نقشه‌های خاک، خاک‌هایی را نشان می‌دهند که هر یک مجموعه‌ای مرتبط و انحصاری از ویژگی‌های مواد مادری، شرایط محیطی و تاریخچه خاک‌ها را در خود دارند. این تعریف به آن معنی است که نقشه‌های مربوط به پراکنش یک و مجموعه محدودی از صفات خاک نظیر بافت، شیب، عمق و خصوصیات

کیفی مانند حاصلخیزی، فرسایش‌پذیری و نقشه‌های عوامل کنترل‌کننده پراکنش خاک‌ها نظیر اقلیم، پستی و بلندی، پوشش گیاهی و مواد مادری را باید جدا از نقشه‌های خاک طبقه‌بندی نمود. پراکنش جغرافیایی بسیاری از خصوصیات و ویژگی‌های کیفی خاک‌ها را می‌توان از نقشه‌های خاک استخراج و به صورت نقشه‌های جداگانه برای مقاصد خاص مانند پیش‌بینی وضع آبی در شرایط یک کاربری معین ارائه نمود. انواع نقشه‌های تفسیری را می‌توان از نقشه‌های خاک تهیه کرد. این نقشه‌ها براساس اهداف مورد نظر با یکدیگر تفاوت داشته و به ندرت می‌شود از آنها در مقاصد غیر از آنچه که برای آن تهیه شده‌اند استفاده نمود.

اجزاء واحدهای نقشه را، هم، «واحدهای طبقه‌بندی» براساس طبقه‌بندی جامع خاک (مجمع خاک‌شناسی، ۱۹۷۵) و هم اراضی متفرق (در صورتی که موجود باشند) تشکیل می‌دهند. «واحدهای طبقه‌بندی» شامل فازهای مختلف از جمله شیب، پستی و بلندی، سنگریزه و غیره است. فازها معمولاً قسمتی از ویژگی‌هایی هستند که هر واحد طبقه‌بندی خاک به نمایش می‌گذارد و برمدیریت خاک تاثیر دارند.

۱۰-۲

نیمرخ خاک

اساساً به مقطع خاک یا برش عمودی آن «نیمرخ خاک» اطلاق می‌شود که نمایی از خاک از سطح تا عمق است.

خاک را باید توده‌ای در نظر گرفت که تغییرات سه بعدی دارد. چنین توده‌ای از پیکره خاک به بدون موسوم است که معادل نیمرخ خاک در نظر گرفته می‌شود. بدون کوچک‌ترین توده پیکره خاک است که ترتیب استقرار لایه‌ها و افق‌های خاک را در خود جای داده است.

پلی بدون، واحد پایه برای طبقه‌بندی خاک است و برای نمایش خصوصیات خاک و توصیف و طبقه‌بندی آن به اندازه کافی وسعت دارد. پلی بدون‌ها از نظر طبقه‌بندی تاکسونومیکی خالص هستند. یعنی شامل بدون-های یک سری خاک می‌باشند. حداقل مساحت پلی بدون مترمربع، معادل بدون مجاور هم است. تمام بدون‌های درون یک پلی بدون، در تمام سطوح رده‌بندی، یک طبقه‌بندی تاکسونومیکی دارند.

بعد از نیمرخ (پدون) و پلی‌پدون، واحد نقشه خاک قرار دارد. یک واحد نقشه خاک، نمایش فضایی و کارتوگرافی است که معرف پلی‌پدون می‌باشد و این اساس ساختار نقشه خاک است که با واحدهای تاکسونومیکی تعریف و نام‌گذاری می‌شود.

برعکس پلی‌پدون که یک واحد طبقه‌بندی خالص است و به صورت مفهوم ذهنی وجود دارد، یک واحد نقشه واحدی مستقل، واقعی و قابل مشاهده است. بنابراین واحدهای نقشه، تقریباً همیشه ناخالصی‌هایی از خاک-های دیگر دارند.

پدون

در طبقه‌بندی جامع خاک، پدون به عنوان واحد نمونه‌برداری در یک خاک معرفی شده است (مجمع خاکشناسی ۱۹۷۵)، وضع نمودن مقرراتی که براساس آن تصمیم گرفته می‌شود که در یک طرح محلی، دو و یا تعداد بیشتری از انواع خاک مورد مطالعه قرار گیرد، به مساحت پدون بستگی دارد. پدون کوچک‌ترین قسمت از مجموعه تشکیل دهنده پیکره خاک است، و از نظر ارائه ماهیت، نظام استقرار افق‌ها و همچنین تغییرات دیگری که در نمونه‌ها محفوظ مانده از وسعت کافی برخوردار است.

یک پدون به سمت زیرین، به پایین‌ترین مرز خاک گسترش یافته و از درون تمامی افق‌های ژنتیکی عبور می‌نماید. اما اگر این افق‌ها ضخامت کمی داشته باشند به درون بالاترین قسمت مواد زیرین امتداد می‌یابد. پدون دربرگیرنده عمق نفوذ ریشه اغلب گیاهان بومی چندساله است. در بیشتر مطالعات خاک‌شناسی منظور از حد زیرین پدون، یا سنگ بستر است و یا عمق حدود ۲ متری و یا هر یک از آنها که به سطح زمین نزدیک‌تر باشند.

سطح پدون کم و بیش چند وجهی بوده و مساحت آن بسته به ماهیت تغییرات از یک تا چند ده مترمربع متفاوت است. قایل شدن محدوده یک الی ده مترمربعی برای هر پدون، مطالعه کنندگان را قادر می‌سازد تا در شرایطی هم که افق‌ها حالت متناوب دارند و یا آن که در فواصل کم بطور مکرر دست‌خوش انقطاع می‌شوند، گروه‌بندی ثابتی را اعمال نمایند.

پلی‌پدون

پدون به دلیل کوچکی ابعاد، عوارض گسترده‌تر مانند شیب، ناهمواری و سنگریزه سطح اراضی را نمایان نمی‌سازد.

در طبقه‌بندی جامع خاک، پلی‌پدون، واحدی از طبقه‌بندی و پیکره خاک است که در سطح سری وضعیتی همگن داشته و وسعت آن برای همه خصوصیات مورد نظر در تشریح و طبقه‌بندی خاک کافی است.

ماهیت و مفهوم پلی‌پدون متناقض و در مواردی متغیر بوده و یافتن حدود آن بر روی زمین نیز با مشکلات زیادی همراه است و با توجه به این نکات، به ندرت می‌تواند واقعیتی را برای طبقه‌بندی ارائه دهد. در مطالعات خاک‌شناسی بدون در نظر گرفتن وسعت محدوده پدون‌ها، آگاهانه و یا ناآگاهانه، خصوصیات خاک اطراف را برای آنها تعمیم داده و به طبقه‌بندی آنها مبادرت می‌نمایند.

پلی‌پدون‌ها، موجودیت واقعی خاک‌ها در طبیعت را به مفاهیم ذهنی کلاس‌های طبقه‌بندی مرتبط می‌سازند. بعضی از پلی‌پدون‌ها بسیار کوچک بوده و در نقشه قابل نمایش نیستند. بنابراین به صورت ناخالصی همراه با یک خاک دیگر ترسیم می‌شوند. اساساً همیشه مرزهای پلی‌پدون‌ها به آن اندازه مشخص نیست که بتوان دقیقاً آنها را روی نقشه منتقل نمود، به این دلیل تداخل پلی‌پدون‌های مجاور در نقشه، پدیده‌ای رایج است و از نظر کاربری و مدیریت نیز اختلاف چندانی پدید نمی‌آورد.

سری‌های خاک

سری‌های خاک در طبقه‌بندی جامع از جمله همگن‌ترین گروه‌ها محسوب می‌شوند. سری به عنوان یک کلاس، گروهی از خاک‌ها یا پلی‌پدون‌هایی است که آرایش افق‌ها و خصوصیات متمایز آنها به هم شبیه می‌باشد. مجموعه خصوصیات خاک‌ها در هر سری در طیف نسبتاً محدودی جای دارد (حدود تغییرات سری). سری‌های خاک علاوه بر خصوصیات متمایز و مرتبط با «مقطع کنترل» از جهات دیگر هم با گروه‌های واقع در سطوح بالاتر طبقه‌بندی تفاوت دارند. نوع، ضخامت و آرایش افق‌های ژنتیکی، ساختمان، بافت، رنگ، واکنش، پایداری خاکدانه‌ها، مقدار کربنات‌ها و املاح دیگر، مواد آلی، میزان اجزاء خرد شده سنگی و ترکیب کانی شناسی آنها نیز از جمله خصوصیات می‌باشد که به طور معمول در تفکیک سری‌های خاک مورد توجه قرار می‌گیرند. اگرچه تغییر قابل توجه در هریک از این خصوصیات می‌تواند مبنای تفکیک سری‌های جداگانه باشد، ولی به ندرت امکان دارد که دو نوع خاک فقط از نظر یکی از موارد یادشده با هم تفاوت داشته باشند.

سری‌های جدید، واریانت‌ها و شبه‌سری‌ها

بعضی از خاک‌ها خصوصیات منحصر به فردی داشته و خارج از محدوده سری‌های خاک شناخته شده واقع شده‌اند. این قبیل خاک‌ها، بالقوه سری‌های جدیدی هستند که به هنگام شناسایی اولیه به عنوان یک واحد طبقه‌بندی در پایین‌ترین گروه، مورد تشریح قرار می‌گیرند. از فاز مربوط به گروه آنها نیز می‌توان در مشخص نمودن واحدهای نقشه استفاده کرد. نظر به این‌که در برخی مطالعات خاک‌شناسی و در واقع در تمام مطالعات تفصیلی، اطلاعات بیشتری برای تعاریف مورد نیاز است، بنابراین چنین خاک‌هایی به عنوان سری جدید پیشنهاد می‌شوند. اما تا زمانی که شرح تفصیلی و همچنین مشخصات و محدودیت‌های آنها به منظور ایجاد و معرفی یک سری جدید تعیین نشود، در مرحله آزمایشی قرار خواهند داشت و پس از اثبات وسعت کافی و سایر خصوصیات و شرایط لازم (توسط کمیته معرفی سری) به عنوان یک سری جدید مطرح خواهند شد.

در ایالات متحده آمریکا تا پیش از سال ۱۹۸۸، خاک‌هایی که خصوصیات آنها خارج از محدوده سری‌های معین بود و کمتر از ۸۰۰ هکتار وسعت داشتند، یک «واریانت» محسوب می‌شدند. واریانت‌ها از نظر یک یا چند خصوصیت، با سری‌هایی که نام خود را از آنها گرفته بودند به اندازه کافی تفاوت داشتند و تفسیرهای اصلی برای مقایسه فازه‌ها نیز متفاوت بود. نامگذاری سری هم با افزودن واژه «واریانت» به نام نزدیک‌ترین سری‌های ذیربط و ترجیحاً سری‌های موجود در ناحیه مورد مطالعه انجام می‌شد. واریانت‌ها به صورت بالقوه سری‌هایی از خاک بودند که در نهایت در صورت کسب وسعت کافی به عنوان یک سری جدید در منطقه، محسوب می‌شدند.

«شبه سری‌ها» پلی‌پدون‌هایی هستند که خصوصیات آنها در محدوده مشخصات معین برای سری‌های شناخته شده قرار نداشته و از نظر یک یا چند خصوصیت بارز مربوط به سری‌ها، خارج از محدوده گروه

بالتر طبقه‌بندی، واقع می‌شوند، در این مورد به دلیل نا چیز بودن تفاوت خصوصیت‌ها، تغییری هم در تفسیرهای اصلی پدید نمی‌آید. شبه سری‌ها، نام خود را از سری‌هایی کسب می‌کنند که خصوصیات آنها بیشترین شباهت را به آن سری‌ها دارند، بطوری که می‌توان آنها را وابسته به آن سری‌ها دانست و نه بخشی از آنها، برخورد با این گروه در عمل هم چون عضوی از سری‌های ذریبط بوده و تفسیرهای مربوطه نیز مشابه تفسیرهای مربوط به فازهای قابل مقایسه در آن سری‌ها است.

۱۵-۲

فازها (حالت‌ها)ی خاک

در صورتی که در یک واحد طبقه‌بندی، برای تفسیر مورد نظر، خصوصیت معینی حدود تغییرات بسیار گسترده‌ای داشته باشد و یا عارضه‌ای در خارج از نیمرخ خاک (در سطح اراضی)، برای تصمیم‌گیری در امر بهره‌وری و مدیریت خاک به تنهایی کفایت کند، در چنین مواردی، آن ویژگی به عنوان اساس تعیین فاز مورد استفاده قرار می‌گیرد. فازها به طور معمول بخشی از ویژگی‌های مشهود در واحدهای طبقه‌بندی را شامل می‌شوند، اما، مواردی مانند خطر یخ‌بندان، خصوصیات خاک زیرین، و یا وضعیت فیزیوگرافی که بر بهره‌وری و مدیریت خاک‌ها تاثیر می‌گذارند، نیز می‌توانند مبنای تفکیک فازها تلقی شوند. در صورتی که موارد یاد شده در نقاط مختلف منطقه مورد مطالعه متغیر باشد، می‌توان فازها را منطبق با این تغییرات تعیین نمود.

هنگامی که فازی از یک واحد طبقه‌بندی با واحد نقشه هم نام باشد، می‌توان دریافت که آن فاز علی‌رغم وجود خاک‌های دیگر، در آن واحد غالب است. در شرایطی که حدود واحدهای طبقه‌بندی بر وضعیت موجود خاک‌ها (همانگونه که در طبیعت هستند) تحمیل شود، مساحت کلاس‌ها هرگز با مساحت قابل ترسیم در نقشه منطبق نخواهد بود و یا به ندرت منطبق خواهد شد.

آنچه برای یک خاک وجه تمایزی برای فازها محسوب می‌شود، برای خاک‌های دیگر کافی نیست و اساساً هر ویژگی، تنها به دلیل تاثیر متقابل با ویژگی‌های دیگر مفهوم پیدا می‌کند. ضروری است که به هنگام شناسایی خاک‌ها، سودمندی تفکیک هر فاز، بارها مورد آزمون و بررسی قرار گیرد. فازهای هر واحد طبقه‌بندی باید از نظر رفتاری و مدیریت به اندازه کافی با هم تفاوت داشته باشند.

در مطالعات خاک‌شناسی نیز اگر تفکیک فازها برای هدف مورد نظر بی فایده باشد، ادغام فازهای یک واحد معین و تشریح مجموعه حاصل امکان پذیر است. تفسیرهای مربوط به مطالعات خاک‌شناسی نیز حاکی از وجود مشابهت و تفاوت‌ها در بین واحدهای نقشه است.

تائید اغلب فازها در مطالعات خاک‌شناسی، به رفتار خاک در شرایط کاربری موکول می‌شود و در این ارتباط هر خاک باید دست کم در یک مورد با فازهای دیگر در آن واحد، تفاوت داشته باشد. در هر حال تفاوت در ویژگی‌ها باید بر خطاهای معمول در مشاهدات برتری داشته باشد.

اراضی متفرقه

اراضی هستند عاری از خاک و یا دارای خاک اندک که بدون انجام اصلاحات عمده، فاقد پوشش گیاهی و یا دارای پوشش مختصری می‌باشند. استفاده از انواع مختلف اراضی متفرقه و همچنین واحدهای طبقه‌بندی خاک در مشخص ساختن واحدهای نقشه یکسان صورت می‌گیرد. رخنمون‌های سنگی، کفه‌های نمکی و پلایاها، نمونه‌هایی از اراضی متفرقه هستند.

واحدهای نقشه خاک

رده‌بندی خاک معمولاً مبنای انجام مطالعه خاک‌شناسی می‌باشد. ممکن است واحدهای نقشه صحرایی با واحدهای رده‌بندی خاک تا حدودی متفاوت باشند. واحدهای نقشه ممکن است بیانگر تفاوت بیشتری در پایین‌تر از سطح سری‌های خاک یعنی سطح فازها (حالت)ی سری خاک باشند و یا ممکن است خاک‌شناسان تصمیم بگیرند که مجموعه‌های همسان و مجموعه خاک‌ها را در یک واحد نقشه با همدیگر ادغام کنند. فاز خاک اگر چه از نظر فنی، بخشی از رده‌بندی خاک محسوب نمی‌شود، ولی شامل آندسته از خصوصیات فرعی نظیر بافت سطحی، درجه فرسایش، شیب، سنگی و صخره‌ای بودن یا نمک‌های محلول است که بر مدیریت خاک تاثیر می‌گذارد.

هر واحد نقشه مجموعه‌ای از اراضی معین است که از لحاظ نام با اجزاء خاک یا اراضی متفرقه و یا هر دو آنها مطابقت دارد. هریک از این واحدها از بعضی لحاظ با تمام واحدهای دیگر موجود در ناحیه مورد مطالعه تفاوت داشته و بر روی نقشه خاک هم، به صورت منحصر به فرد مشخص می‌شوند. هر واحد مستقل بر روی نقشه یک «محدوده ترسیمی» تلقی می‌شود. واحدهای نقشه شامل یک یا چندین جزء هستند. هریک از این اجزاء معرف مجموعه و یا بخشی از پلی‌پدون‌های عضو واحد طبقه‌بندی ذیربط و یا اراضی متفرقه می‌باشند. هنگامی که در گروه‌بندی یک واحد طبقه‌بندی از فازها استفاده می‌شود به طور معمول بخش‌هایی از پلی‌پدون‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد و در مورد کلاس‌های اراضی متفرقه نیز مانند واحدهای طبقه‌بندی عمل می‌شود.

غالباً هر واحد نقشه، بیشتر اجزاء تشکیل دهنده غالب آن واحد را شامل می‌شود. اما ممکن است همیشه نمایندگانی از «همه ناخالصی‌ها» در آن یافت نشود. هر جزء می‌تواند قسمتی از یک پلی‌پدون، تمامی آن و یا مجموعه‌ای از پلی‌پدون‌ها باشد.

نوع واحدهای نقشه در مطالعات خاک‌شناسی پیش از هر چیز به اهداف مطالعه و طرح کلی خاک‌ها و اراضی متفرقه در واحد زمین نما وابسته است.

طراحی واحدهای نقشه خاک

خاک‌شناسان باید در مطالعات خاک‌شناسی بهترین راه مرتبط ساختن طرح‌های مختلف خاک در واحدهای زمین‌نما را با واحدهای مناسب مورد توجه قرار دهند. به منظور دستیابی به اهداف مطالعه ضروری است که انواع واحدهای نقشه، سطح واحد طبقه‌بندی خاک و فازهای مورد نیاز تعیین شوند و این امر مستلزم نتیجه‌گیری‌ها و قضاوت‌های بسیاری است.

در تعیین هر واحد نقشه دو سوال اساسی زیر مطرح است:

۱- آیا این واحد به صورتی منطبق با طبیعت قابل ترسیم است؟

۲- آیا برای رسیدن به اهداف مطالعه این واحد مورد نیاز می‌باشد؟

طراحی واحدهای نقشه به نحوی که نمایانگر تفاوت رفتاری خاک‌ها باشد در نیل به اهداف مطالعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. منعکس ساختن تفاوت‌های ژنتیکی و مرفولوژیکی، حتی اگر اختلاف مستقیمی هم در تفسیرها موجود نباشد، مهم تلقی می‌شود.

کلاس‌های طبقه‌بندی، ارائه دهنده آن دسته از خصوصیات اصلی خاک هستند که واحدهای نقشه به استناد آنها تهیه می‌شود.

نوع واحدهای نقشه و سطح طبقه‌بندی مورد استفاده در تعیین اجزاء تشکیل دهنده آن به اهداف مطالعه بستگی دارد. در مطالعات تفصیلی باید درباره معیارهای مورد استفاده از تشخیص سری‌ها و فازهای خاک، گستردگی و محدودیت تعاریف فازها و ادغام آنها براساس مشابهت‌های آنها تصمیم‌گیری شود. در مطالعاتی که کمتر تفصیلی هستند نیز باید در مورد بهترین نحوه تعریف‌ها با توجه به پیچیدگی‌های خاک در مناطق وسیع، انتخاب مجموعه خصوصیات مفید و قابل ترسیم خاک و سطحی از طبقه‌بندی که نام‌گذاری واحدهای نقشه در آن صورت می‌گیرد و این که چه فازهایی در این ارتباط سودمند خواهند بود، تصمیم لازم اتخاذ گردد.

در هر مطالعه خاک‌شناسی طراحی واحدهای نقشه می‌تواند بر مبنای اجزاء واحدها در سطوح بالا و یا پایین طبقه‌بندی که به طور گسترده و محدوده طیفی از خصوصیات خاک‌ها را ارائه می‌دهد و یا ترکیب‌های مختلفی از واحدهای طبقه‌بندی و ناخالصی‌ها صورت گیرد. این انعطاف‌پذیری، طراحی واحدهای نقشه را در مفیدترین شکل متناسب با اهداف مطالعه و حداکثر هماهنگی در کار را امکان‌پذیر می‌سازد.

استفاده نامناسب از فازها در تعیین واحدهای نقشه و تفسیرهای غلط از مطالعات می‌تواند منجر به ارائه نقشه‌هایی شود که در آن بعضی از واحدها بدون هیچ ضرورتی به تفصیل تعریف شده و یا آنکه در حد انتظار مورد تشریح قرار نگرفته باشند. وقتی ویژگی‌های از قبل تعیین شده مانند بافت خاک سطحی، عمق، شیب، فرسایش و سنگریزه‌دار بودن، معیارهایی برای تفکیک فازها تلقی شده و از ترکیب‌های گوناگون این معیارها در تعریف فازها استفاده شود، مشکلاتی بروز خواهد نمود. ضمن اینکه تفکیک واحدهای بی‌مورد در نقشه نیز به معنای اتلاف هزینه است. بطور کلی فازها و جنبه‌های کاربردی آن باید با هم سازگار باشند.

انواع واحدهای نقشه

در مطالعات خاک‌شناسی برای نشان دادن روابط اجزاء واحد نقشه، از چهار نوع واحد نقشه استفاده می‌شود که عبارتند از «مجموعه‌های همسان»، «کمپلکس‌ها»، «مجموعه‌ها» و «گروه‌های نامشخص». در یک مجموعه همسان فقط یک واحد طبقه بندی (یا اراضی متفرقه) و خاک‌های مشابه به صورت غالب وجود دارد و به عنوان یک اصل در محدوده ترسیم شده دست کم نیمی از خاک‌ها شامل همان اجزایی است که واحد نقشه نام خود را از آنها کسب نموده است. در این واحد شباهت سایر خاک‌ها با خاک اصلی بسیار زیاد است و به این دلیل تفسیرها به صورت قابل توجهی دستخوش تغییر نمی‌شوند. ناخالصی‌های غیرمشابه در سایر اجزاء تشکیل دهنده واحد نقشه در صورت ایجاد محدودیت از ۱۵ درصد و در غیر این صورت از ۲۵ درصد تجاوز نمی‌کند. مقدار ناخالصی‌های غیر مشابهی که ایجاد محدودیت می‌کنند در صورت تفاوت بارز، از ۱۰ درصد تجاوز نمی‌کند.

کمپلکس‌ها و مجموعه‌ها دارای دو یا چند جزء تشکیل دهنده مشابه می‌باشند که به صورتی منظم در واحد نقشه تکرار می‌شوند. در تشخیص این دو نوع واحد، در نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ اجزاء تشکیل دهنده کمپلکس به صورت جداگانه قابل ترسیم نیستند، در حالی که اجزاء اصلی تشکیل دهنده مجموعه قابل تفکیک می‌باشند. در هر یک از این موارد تفاوت‌های مرفولوژیکی و رفتاری واحدها به گونه‌ای است که نمی‌توان آنها را مجموعه همسان نام‌گذاری کرد.

گروه‌های نامشخص از دو یا تعداد بیشتری از اجزاء واحدهای طبقه‌بندی بوجود می‌آیند. این واحدها غالباً همبستگی جغرافیایی معین با هم نداشته و همواره هم نمی‌توانند با یکدیگر در یک محدوده قرار گیرند، اما به دلیل یکسان بودن و یا مشابهت فراوان در کاربری و مدیریت به عنوان واحد اصلی نقشه در هم ادغام می‌شوند. اگر دو یا چند واحد طبقه‌بندی خاک که از نظر جغرافیایی جدا از یکدیگرند، کاربری بالقوه و مدیریت آنها بسیار به هم شبیه باشد و تفکیک آنها به عنوان دو یا چند واحد نقشه بی‌فایده باشد، می‌توان آنها را در یک واحد گروه‌های نامشخص قرار داد. اصولی که برای نسبت دادن ناخالصی‌ها در مجموعه‌های همسان ذکر گردید در مورد گروه‌های نامشخص نیز به همان صورت در نظر گرفته می‌شود.

ناخالصی‌ها در واحدهای نقشه خاک

در تمام مطالعات خاک‌شناسی، محدوده‌های ترسیمی در واحدهای نقشه مشتمل بر نواحی است که خاک‌ها یا اراضی متفرقه تشکیل دهنده آن، با یکدیگر همنام نیستند. بسیاری از این نواحی نیز از نظر وسعت به طور مجزا قابل ترسیم نبوده و به کمک روش‌های عملی در مطالعات صحرایی هم نمی‌شود موقعیت بعضی از این اجزاء را در نقشه مشخص ساخت. در این موارد برای اجتناب از توضیحات اضافی در نقشه و یا راهنمای آن، بعضی از این ناخالصی‌ها به صورت دلخواه به واحد دیگر ملحق می‌شوند، ناخالصی‌ها، همگنی واحدهای نقشه

را کاهش داده و ممکن است بر تفسیرها نیز تاثیر بگذارند. به این ترتیب هدف آن است که واحدها تا حد امکان تعداد کمتری از این اجزاء ناخالص و متفاوت با اجزا اصلی را در خود جای دهند.

۲۱-۲

تعاریف سری‌های خاک

در ایالات متحده آمریکا برای نام‌گذاری بیشتر واحدهای نقشه از سری‌های خاک استفاده می‌شود. مفاهیم مرتبط به سری‌ها و گروه‌بندی آنها طی زمان تغییر یافته است. این تعاریف را می‌توان محدود به ای دانست که اطلاعات تفصیلی اغلب خاک‌های آمریکا و خاک‌های مناطق ویژه آن را در خود دارد. تعاریف سری‌ها همچنین وسیله‌ای است اساسی که با بهره‌گیری از آن می‌شود اطلاعات تفصیلی و خصوصیات رفتاری خاک یک منطقه را به خاک‌های مشابه در مناطق دیگر تعمیم داد.

معیارهای دقیق مورد استفاده در تعاریف سری‌های خاک به گونه‌ای است که نام و توضیحات مربوط به یک خاک معین از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر تغییر نمی‌یابد و این موضوع در روند هماهنگی مطالعات هدف عمده می‌باشد.

کلاس‌های سری‌های خاک در گروه‌بندی ثابت نیستند و تعاریف مربوط به بعضی از سری‌ها باید پس از کسب آگاهی و اطلاعات جدید اصلاح شده و همراه شناسایی خاک‌های جدید، سری‌های جدید هم معرفی شوند.

۲۲-۲

تعاریف رسمی سری‌های خاک

هر سری خاک تا آنجا که دانش موجود اجازه دهد، باید تا سر حد امکان مشروح و دقیق تعریف شود. این موضوع برای سری‌هایی که در یک مطالعه جدید شناسایی می‌شوند و سری‌های قبلی، هر دو صادق است، برای کسب اطمینان از منظم بودن اطلاعات اساسی و امکان مقایسه تعاریف سری‌ها، برای ثبت انواع اطلاعات خاص شیوه‌های استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در تعاریف رسمی سری‌ها، شرحی از سری‌های خاک و اطلاعات مربوط به هر سری درج می‌شود ولی شکل، نوع و درجه تشریحی بودن آن ممکن است بسته به زمان تغییر یابد، اما در هر حال ثبت تعاریف تفصیلی و تفسیر سری‌ها مسأله‌ای اساسی است. همچنین برای آن که کاربران بتوانند در واحد زمین‌نما خاک را شناسایی کرده و آن را با سایر خاک‌ها ارتباط دهند، ارائه اطلاعات توصیفی و کلی مورد نیاز می‌باشد.

تشریح رسمی سری خاک دست کم باید حاوی نکات زیر باشد:

۱- نام کامل طبقه‌بندی فامیل خاکی که سری عضوی از آن است.

۲- شرحی از پدوون‌های شاخص و افق‌های مشخصه آن.

۳- شرحی از حدود تغییرات سری.

۴- عباراتی برای متمایز ساختن سری مورد نظر از سری‌های مشابه که در یک فامیل خاک قرار می‌گیرند.

۵- معرفی موقعیت تیپ برای سری، با دقت کافی.

۲۳-۲

افق خاک

لایه‌ای است تقریباً به موازات سطح خاک که به دلیل پیدایش مجموعه‌ای از خصوصیات ناشی از تاثیر عوامل خاک‌سازی در آن، از لایه‌های بالا و پایین خود متمایز شده است. اگر همه خصوصیات جنبه توارثی داشته و از مواد مادری کسب شده باشند و شواهدی از تکوین و تکامل در آنها دیده نشود، در این صورت بیشتر از واژه «لایه» استفاده می‌شود.

۲۴-۲

بررسی‌های مقدماتی

بررسی‌های مقدماتی شامل گردآوری تمام داده‌های موردنیاز و تجزیه و تحلیل آنها به منظور تهیه نقشه اولیه خاک و راهنمای توصیفی آن است.

یکی از اصول مسلم در کارهای تحقیقاتی آن است که ابتدا اطلاعات موجود و مرتبط با موضوع با هم تلفیق شوند.

اگر یافته‌های قبلی مورد استفاده قرار گیرند در وقت و کار صرفه جویی شده و از بروز اشتباهات پرهزینه جلوگیری خواهد شد. وقتی که برای یافتن و ارزیابی اطلاعات موجود صرف می‌شود معمولاً کمتر از زمانی است که باید به جبران اشتباهات اختصاص داد. بررسی آگاهانه حتی در اراضی که اطلاعات چندانی از آنها در اختیار نیست داده‌های جدیدی را عاید خواهد ساخت. بعلاوه غالباً می‌توان از داده‌های مربوط به اراضی هم‌جوار نیز استفاده نمود. مطالعات خاک‌شناسی قبلی مهمترین ماخذ تلقی می‌شوند. مطالعاتی که بر خصوصیات مواد مادری تاکید داشته است می‌تواند در شرایط کنونی برای تقسیم‌بندی منطقه مورد مطالعه به بخش‌هایی که مواد مادری یکسان دارند، مورد استفاده قرار گیرد. مطالعات خاک‌شناسی جدید در اراضی مجاور نیز بهتر است مورد توجه قرار گرفته و سری‌های شناخته شده آن مورد بررسی قرار گیرد.

شناسایی خاک در واقع مطالعه پراکنش جغرافیایی خاک و نقشه‌ها نیز شرح اطلاعات جغرافیایی می‌باشند. در مطالعات خاک‌شناسی عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی و سایر نقشه‌های موضوعی مرتبط نظیر نقشه‌های زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و مانند اینها می‌تواند سودمند واقع شوند و هریک از آنها عوارضی را به نمایش می‌گذارند که دیگری فاقد آن است.

در بسیاری از مناطق نقشه‌های توپوگرافی برای ارزیابی وضعیت پستی و بلندی و شیب بهترین ماخذ است. نقشه‌ها و گزارش‌های زمین‌شناسی نیز علیرغم تفاوت در مقیاس، اطلاعات گسترده‌ای را در مورد سنگ بستر و رسوبات سطحی در اختیار می‌گذارند که می‌توان درباره مواد مادری خاک‌ها از آنها استفاده نمود. نقشه‌های اقلیم، هیدرولوژی، منابع آب سطحی و زیرزمینی و مانند اینها اگرچه در مقیاس کوچک‌تر تهیه می‌شوند، اما می‌توانند اطلاعات گران‌قیمتی را در زمینه‌های یاد شده فراهم نمایند.

تهیه راهنمای نقشه خاک

پس از تکمیل بررسی‌های مقدماتی، تهیه راهنمای نقشه، اصلی‌ترین اقدامی است که توسط سرپرست مطالعات صورت می‌گیرد. پس از جمع‌بندی اطلاعات و مشورت با متخصص گروه مطالعات، اراضی حایز شرایط تعیین و واحدهایی از نقشه که می‌توانند با یک روال ثابت شناسایی شده و به نقشه خاک تبدیل شوند پیشنهاد می‌گردند. راهنمای نقشه خاک از دو قسمت تشکیل می‌شود:

۱- راهنمای تشریحی شامل تشریح و گروه‌بندی خاک‌ها، راهنمای شناسایی، راهنمای علائم خاص و قراردادی و نقشه کلی خاک.

۲- توضیحات کمکی شامل مبانی ژنتیکی خاک‌ها، جدول خصوصیات خاک‌ها و مطالبی در باره هر یک از واحدهای نقشه هدف از بررسی‌های مقدماتی در شناسایی خاک، مجموعه‌ای از خصوصیات خاک‌ها است که در واحدهای زمین نما تکرار می‌شوند و می‌توان آنها را تبدیل به نقشه نمود. بدیهی است در ابتدای کار همه واحدهایی که برای تکمیل مطالعات مورد نیازند قابل پیش بینی نیستند.

پس از بررسی‌های مقدماتی و کنترل‌های مربوطه، راهنمای اولیه، هم برای خاک‌ها و هم برای واحدها و عوارضی که ضرورت وجود آنها در نقشه بطور مشخص مورد تاکید می‌باشد تهیه می‌شود که شامل راهنمای تشریحی و مطالب دیگری است که جنبه کمکی دارند. تعداد واحدهای نقشه در راهنمای اولیه به وسعت دید بررسی‌های مقدماتی، پیچیدگی عوارض منطقه و میزان تفصیلی بودن مطالعات بستگی دارد. تعریف و تشریح واحدهای نقشه باید کاملاً دقیق باشد زیرا در مراحل تهیه نقشه جنبه دستورالعمل داشته و علاوه بر آن واحدهای جدیدی هم که احتمالاً همراه با پیشرفت مطالعات شناسایی می‌شوند براساس آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. پیش از شروع مطالعات صحرایی، راهنمای نقشه باید در اختیار تمام اعضای گروه قرار گیرد و همراه با پیشرفت کار اصلاحات لازم در آن به عمل آید.

عملیات صحرایی

عملیات صحرایی شامل تمام فعالیت‌هایی است که به منظور کنترل مرزهای نقشه، تشریح محدوده پلی-پدون‌ها و نیمرخ‌ها، تهیه نمونه‌های خاک و آب و هماهنگی سری‌های خاک صورت می‌گیرد. عملیات صحرایی به صورت مجموعه‌ای از گشت‌های روزانه در اراضی مورد مطالعه طرح‌ریزی شده و در جریان کار، انواع خاک‌ها، توزیع جغرافیایی و مرزهای خاک‌ها از یکدیگر تفکیک می‌شود. پیش‌بینی مرزهای خاک که با کمک نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفته بود در هنگام مطالعات صحرایی مورد کنترل و رسیدگی قرار می‌گیرد و در نهایت مرزها و خاک‌های مختلف روی نقشه ترسیم می‌شود. به این ترتیب مطالعات صحرایی را می‌توان تسلسلی از پیش‌بینی‌ها و بررسی‌ها دانست. تهیه نقشه خاک‌ها باید تا حد امکان به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که کار مطالعات اراضی مجاور همزمان پیش رود.

مسیرهای پیمایش باید به نحوی انتخاب شوند که حتی الامکان وسعت بیشتری از خاک‌ها را در بر گیرند و از

واحدهای بیشتری عبور نمایند. علاوه بر آن باید مسیرها به گونه‌ای طراحی شوند تا امکان پیمایش آن‌ها و کنترل مرزهای واحدها وجود داشته باشد.

طول مسیرهای پیمایش به درجه تفصیلی بودن مطالعات بستگی دارد. تعداد نقاط مطالعاتی به درجه اطمینان از درستی پیمایش‌ها و اهداف طرح بستگی دارد. در صورتی که درستی پیمایش‌ها به دفعات تأیید شده باشد، انتخاب چند نقطه برای مطالعه کافی است و در صورتی که انواع خاک‌ها تابع عوارض موجود در زمین نما باشد، باید نقاط بیشتری مورد بررسی قرار گیرد. انتخاب عمق نقاط مطالعاتی هم به محل قرار گرفتن خصوصیات موردنظر در واحد نقشه در نیمرخ و درجه اطمینان از نوع یکنواختی مواد خاک وابسته است. در این مورد بررسی‌های صحرائی سریع‌تر صورت می‌گیرد.

استفاده از ماشین آلات مکانیکی این امکان را فراهم می‌سازد که خاک‌ها تا عمق بیشتر و در فواصل کمتری مورد بررسی قرار گیرند.

فواصل نقاط مطالعاتی در امتداد مسیرهای پیمایش و یا فواصل بین مسیرها به جهت و مشخصات مرزها و میزان تغییر خصوصیات مهم خاک‌ها بستگی دارد و در هیچ یک از موارد فوق نمی‌توان فواصل استاندارد را مطرح ساخت. در هر حال همراه با پیشرفت مطالعات شواهد لازم برای تصمیم‌گیری و هماهنگ نمودن برنامه کار با اطلاعات جمع‌آوری شده فراهم خواهد شد.

در مناطقی که امکان پیمایش خاک‌ها در آنها اندک است، تجربه، قدرت تشخیص و توانایی زیادی برای قضاوت مورد نیاز می‌باشد.

در تمام مطالعات خاک‌شناسی ابتدا واحدهای زمین‌نما روی نقشه منعکس می‌شود، در مطالعاتی که واحدهای نقشه وسیع بوده و بیش از یک نوع خاک در آنها وجود دارد وضعیت واحدهای زمین‌نما عمدتاً با استفاده از عکس‌های هوایی، بر روی نقشه‌های توپوگرافی و کاربری اراضی و سایر اطلاعات موجود مشخص می‌گردد. وسعت محدوده‌های ترسیم شده روی نقشه به اهداف مطالعات و وضعیت زمین‌نما بستگی دارد. واحدهای نقشه در مطالعات مرتبه سوم، چهارم و پنجم غالباً دارای بیش از یک نوع خاک یا اراضی متفرقه است و معمولاً با واحدهای زمین‌نمایی که در تفسیر عکس‌های هوایی و اطلاعات ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی تعیین شده مطابقت دارد.

طراحی مسیرهای پیمایش و مطالعه نیمرخ‌ها برای آن است که بخش‌هایی از اراضی به عنوان نماینده قابل قبولی از تمام منطقه، مورد بررسی قرار گرفته و زیرکلاس‌های هر واحد و عوارض دیگر مشخص و ثبت شوند. فواصل و یا تعداد نقاط مطالعاتی در امتداد مسیرهای پیمایش، تخمینی از واحدهای نقشه را در اختیار می‌گذارند.

در بعضی از مطالعات خاک‌شناسی برای تعیین ترکیب واحدهای نقشه به جای انتخاب مسیرهای پیمایش از روش قطعه‌بندی استفاده می‌شود. اگرچه این روش نمی‌تواند جایگزین روش قبلی باشد ولی ممکن است امکان مشاهده آرایش فضایی را که قبلاً میسر نبوده فراهم سازد.

در مطالعات خاک‌شناسی از روش‌های متفاوتی برای نمونه‌برداری قطعات استفاده می‌شود. در یکی از این روش‌ها تمام ناحیه در ابعادی مناسب، شبکه‌بندی شده و قطعات شماره‌گذاری می‌شوند. سپس قطعاتی به صورت تصادفی انتخاب و با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار می‌گیرد. تعداد قطعات و ابعاد آنها مبتنی

بر اصول آماری و توجه به مقیاس، درجه اطمینان مورد نظر از مطالعه، اشکال عمومی خاک‌ها و مساحت نسبی اراضی است.

۲۷-۲

تشریح نیمرخ خاک

در تمام مطالعات خاک‌شناسی داده‌های بنیادی از تشریح نیمرخ خاک بدست می‌آید و بخش اعظم اطلاعات مورد نیاز برای هماهنگی و طبقه‌بندی خاک‌ها در مناطق مورد مطالعه از این طریق تامین می‌شود. داده‌های مزبور همچنین برای تفسیر خاک‌ها و هماهنگ نمودن تفسیرها در سراسر کشور کاربرد اساسی دارند. تشریح خاک‌ها و تهیه نقشه خاک قسمتی از گزارش خاک‌شناسی است. تشریح نیمرخ خاک باید تمام ملاحظات مرتبط با محیط خارجی پلی‌پدون، خاستگاه مواد مادری، کاربری و پوشش اراضی، موقعیت نقاط مطالعاتی در ارتباط با واحد زمین نما، خصوصیات نیمرخ خاک شامل ضخامت، بافت، ساختمان، پایداری و تمام ویژگی‌های افق‌ها و لایه‌های پدون، کلاس زهکشی، طبقه‌بندی پدون تا پایین‌ترین سطح را شامل شود. در مطالعات خاک‌شناسی استفاده از فرم‌های استاندارد تشریح نیمرخ خاک برای ثبت مشاهدات و داده‌ها سودمند است. وقتی از فرم‌های استاندارد استفاده می‌شود، امکان نادیده گرفتن بعضی از خصوصیات از بین می‌رود. در فرم‌های استاندارد تشریح نیمرخ خاک به دلیل فضای محدود برای ثبت اطلاعات از علائم اختصاری و نشانه‌ها استفاده می‌شود.

هنگامی که تشریح نیمرخ‌ها در فرم‌های استاندارد تشریح به صورت ستونی و با علائم اختصاری و نشانه‌های استاندارد تنظیم می‌شود، امکان مقایسه خاک‌ها و پدون‌ها با یکدیگر به آسانی فراهم می‌شود. در مطالعات خاک‌شناسی حجم زیادی از داده‌های گوناگون گردآوری می‌شود، اما کسب اطلاعات از این مجموعه همیشه با مشکل روبرو می‌شود. برای مقابله با این مشکل می‌توان از یازانه‌ها و شیوه‌های پردازش استفاده نمود. امروزه پردازش اتوماتیک داده‌ها^۱ (ADP) در مطالعات خاک‌شناسی استفاده گسترده‌ای پیدا کرده و پیش‌بینی می‌شود که در آینده نیز گسترش بیشتری پیدا نماید.

۲۸-۲

مطالعات ستادی نهایی (تهیه نقشه‌ها و گزارش نهایی)

مطالعات ستادی نهایی تمام فعالیت‌های مربوط به تلفیق مطالعات مقدماتی و داده‌های عملیات میدانی با نتایج آزمایشگاهی و تکمیل نقشه نهایی و راهنمای تطبیقی، تهیه گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی، رقوم نمودن نقشه‌ها و تشکیل بانک داده‌های خاک و تفسیرهای مختلف نقشه خاک را در بر می‌گیرد. پس از اتمام عملیات صحرائی، اطلاعات گردآوری شده و داده‌های مربوط به خاک‌ها باید به نحوی ارائه شوند که کاربران مختلف قادر به درک و استفاده از آنها باشند. بنابراین برنامه زمان‌بندی مطالعات باید فرصت کافی برای تکمیل، تدوین و تنظیم نقشه خاک و راهنمای مربوطه و گزارش نهایی را در اختیار گروه مطالعات خاک‌شناسی قرار دهد. پیش از انتشار رسمی نقشه و گزارش نهایی منطقه مورد مطالعه، نقشه‌های

صحرائی تکمیل شده و راهنمای تطبیقی آن آماده‌ترین ماخذ برای آگاهی از خصوصیات و نحوه پراکنش خاک‌ها است.

فرآیند تهیه نقشه‌ها و گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی، آمیزه‌ای از علم، فن و هنر است که توسط آن خاک‌شناسان درک واستنباط خود را از انواع خاک‌ها و واحدهای زمین نما در دنیای واقعی به صورت نقشه ارائه می‌نمایند.

خاک‌شناسان در اراضی مختلف با ابزارهایی نظیر عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی پایه و بهره‌گیری از نقشه‌های موضوعی مانند زمین شناسی، زمین ریخت شناسی، اقلیم، کاربری و پوشش اراضی و مانند این‌ها، اطلاعات کسب شده از منابع مختلف را با تشریح نیمرخ‌های خاک و محیط پیرامون آنها و نتایج آزمایشگاهی تلفیق نموده و خصوصیات اراضی را به صورت نقشه‌های خاک و راهنمای توصیفی و تطبیقی و گزارش نهایی خاک‌شناسی در اختیار سایر متخصصین علوم منابع زمینی و برنامه‌ریزان قرار می‌دهند. مطالعات خاک‌شناسی همراه سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، برنامه‌ریزان را قادر می‌سازد تا آگاهانه به طراحی استفاده از اراضی و مدیریت خاک‌ها پردازند و منابع خاک بسیار گرانبها را برای استفاده نسل‌های آینده حفظ کنند.

فرآیند تهیه نقشه خاک که روند آن در بررسی‌های مقدماتی و عملیات میدانی تشریح گردید بخشی از مرحله جمع‌آوری اطلاعات خاک است. بخش دیگر اطلاعات خاک نیز در گزارش نهایی گردآوری می‌شود. برای ورود به «سامانه اطلاعات جغرافیایی» این اطلاعات (نقشه‌ها و گزارش نهایی) باید پیشاپیش فرآوری شده تا به شکلی درآیند که بتوانند با سایر اطلاعات تلفیق گردند. این مرحله از مطالعات وقت گیر و پرهزینه است و نیاز به کنترل مستمر دارد. وقتی تمام اطلاعات لازم به صورت عددی وارد پایگاه داده‌ها گردید، می‌توان بوسیله برنامه‌های رایانه‌ای آنها را مدیریت نمود و دسترسی آسان کاربران را به اطلاعات خاک فراهم ساخت تا صور جدیدی از اطلاعات بوجود آمده و در نهایت نقشه‌ها و گزارش‌های جدیدی تولید شود. هرچه اطلاعات خاک به شکل عددی بیشتر باشد، استفاده از آن و اخذ تصمیم‌های برنامه‌ریزی براساس تجزیه و تحلیل GIS¹ بدون شک به طور روز افزون متداول‌تر خواهد شد. درجه اعتبار و کیفیت این تصمیم‌گیری‌ها توسط برنامه‌ریزان تا حدود زیادی به کیفیت اطلاعات جغرافیایی خاک‌ها وابسته است. با ادامه مطالعات، تفسیرهای گوناگون برای خاک‌های منطقه مورد بررسی، تهیه می‌شود. در ادامه مطالعات معمولاً درخواست‌هایی در زمینه تهیه نقشه‌های تفسیری و منابع مورد نیاز برای هدف‌های خاص توسط گروه خاک‌شناسی دریافت می‌شود. در موارد دیگر ممکن است تهیه نقشه تفسیری برای مقاصد خاص قبلاً مورد توافق قرار گرفته باشد.

اگرچه نقشه‌ها و گزارش خاک‌شناسی وسیله‌ای عمده در اشاعه اطلاعات خاک می‌باشد و جزو دارایی‌های ملی محسوب می‌شود، ولی یک گزارش خاک‌شناسی نمی‌تواند تفسیرهای مشروحی برای همه کاربری‌های ممکن را در خود داشته باشد. به این ترتیب اغلب پس از انتشار هر گزارش هم بسته به مورد نیز تفسیرهای

1 -Geographic Information System

خاصی با استفاده از مندرجات آن تهیه می‌شود. به عبارت دیگر گزارش‌های خاک‌شناسی را می‌توان مخزن داده‌های اساسی دانست که دوایر مختلف برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری وابسته به آن هستند.

۳ شرح خدمات مطالعات (تفصیلی دقیق، تفصیلی، نیمه تفصیلی، اجمالی)

۱-۳ مقدمه

مطالعات خاک‌شناسی مجموعه عملیاتی است که برای جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل عوامل کنترل‌کننده پراکنش خاک‌ها، تشریح، طبقه‌بندی، آزمون، تهیه نقشه و گزارش خاک‌های یک منطقه معین بطور اصولی انجام می‌گیرد.

تفسیر اطلاعات و داده‌های مطالعات خاک‌شناسی در پروژه‌های برنامه‌ریزی و توسعه‌ای در بخش کشاورزی و سایر شاخه‌های مرتبط با منابع طبیعی نظیر: انواع تحقیقات روی منابع اراضی، استفاده و مدیریت اراضی کشاورزی، آمایش سرزمین، حفاظت خاک و برنامه‌ریزی محیط زیست، برنامه‌ریزی شهری و مانند این‌ها انجام می‌گیرد. اطلاعات و داده‌ها شامل تشریح خصوصیات، طبقه‌بندی و نحوه پراکنش خاک‌ها و همچنین پیش‌بینی رفتار خاک‌ها (تناسب و محدودیت‌ها) و مدیریت آنها برای یک یا انواع استفاده‌های مورد نظر می‌باشد. نتایج این مطالعات بصورت نقشه خاک و راهنمای آن و گزارش خاک‌شناسی ارائه می‌گردد. راهنمای نقشه برای معرفی واحدهای نقشه خاک و انواع آنها طراحی می‌شود. در گزارش خاک‌شناسی شرح واحدهای نقشه و سری‌های خاک، تفسیر خصوصیات خاک‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی و توصیه‌هایی برای استفاده و مدیریت آنها در اختیار کاربران قرار می‌گیرد.

۲-۳ سطوح مختلف دقت در مطالعات خاک‌شناسی

مطالعات خاک‌شناسی متناسب با جزئیات اطلاعات و دقت داده‌های مورد نیاز، در سطوح مختلف دقت انجام می‌گیرد. اساس تفکیک سطوح مختلف دقت در مطالعات خاک‌شناسی عبارتند از: حجم عملیات میدانی و تراکم نقاط مطالعاتی، مقیاس نقشه‌ها و سطح رده‌بندی مورد استفاده در تعریف و نام‌گذاری اجزاء واحدهای نقشه خاک. در این مطالعات مقیاس نقشه خود یکی از معیارهای اساسی است که بطور گسترده سایر تصمیم‌گیری‌ها نظیر؛ حداقل مساحت مجاز واحد نقشه خاک یا سطح واحد مدیریت اراضی و طراحی انواع واحد نقشه را در یک مطالعه، محدود می‌کند.

در منابع علمی معتبر خاک‌شناسی همچون راهنمای شناسایی خاک و اداره حفاظت خاک ایالات متحده آمریکا پنج سطح دقت مختلف اصلی برای مطالعات خاک‌شناسی پیشنهاد و در سطح گسترده‌ای پذیرفته شده است. قصد بر این است که از مراتب مذکور در تعیین روش‌های اجرایی مطالعات کمک گرفته شود و از طرف دیگر می‌توان آنها را معرف میزان کنترلی دانست که بر کیفیت مطالعات اعمال می‌شود. این سطوح همچنین بر نوع، دقت و قابلیت پیش‌بینی تفسیرهایی که بعداً انجام می‌شود تاثیر می‌گذارند. مراتب یاد شده از نظر عناصر زیر با یکدیگر تفاوت دارند:

۱- راهنمای نقشه خاک شامل:

- انواع واحدهای نقشه؛ مجموعه‌های همسان، کمپلکس‌ها، مجموعه‌ها و گروه‌های نامشخص، و

- انواع واحدهای طبقه‌بندی خاک که در تعیین واحدهای نقشه به کار رفته شامل :
- سری‌های خاک، فامیل‌ها، زیرگروه‌ها، گروه‌های بزرگ، زیر رده‌ها و رده‌ها و فازهای آنها.
- ۲- ضوابط خلوص اراضی ترسیمی در نقشه شامل:
- حداقل مساحت خاک‌های نامشابه‌ی که باید جداگانه ترسیم شده و به عنوان یک نوع خاک متفاوت تفکیک شوند، و
- حداکثر مجاز (درصد) ناخالصی‌های غیر مشابه در واحد نقشه.
- ۳- عملیات صحرائی مورد نیاز برای تعیین و ترسیم واحدهای نقشه با توجه به ضوابطی که برای یکدست بودن مورد نظر است ، و
- ۴- حداقل مقیاس مورد لزوم نقشه که بتواند با واحدها، راهنما و معیارهای خلوص نقشه منطبق بوده و جزئیات نقشه از طریق روش‌های صحرائی قابل تأیید باشد.
- در شرح خدمات حاضر، سطوح پنج‌گانه به‌گونه‌ای که بتواند با سطوح کاربردی مطالعات توسعه‌ای و عمرانی در کشور هماهنگ گردد، انتخاب و با تغییراتی اندک در مقیاس نقشه‌ها متناسب با شرایط ایران ملاک عمل قرار گرفته‌اند (جدول ۱). روند مراحل عملیاتی در انجام مطالعات خاک‌شناسی، سطح کنترل کیفی انجام مطالعات و دقت تفسیرها و پیش‌بینی‌های بعدی در مورد رفتار منابع خاک در این سطوح مستتر است.
- در بعضی از پروژه‌های خاک‌شناسی، منطقه مورد مطالعه از دو چند ناحیه مجزا و مشخص تشکیل شده که به لحاظ اهداف مطالعه و در نتیجه اطلاعات مورد نیاز متفاوت‌اند. برای مثال در یک محدوده مورد مطالعه، خاک‌های حاصل‌خیزی گسترش دارند که برای پیش‌بینی رفتار و مدیریت آنها به نقشه‌ها و اطلاعات دقیق‌تری نیاز است که تنها از طریق انجام مطالعات خاک‌شناسی تفصیلی قابل دستیابی است. اگر این نواحی در درون خود دارای نواحی صخره‌ای، شنی یا دامنه‌های با شیب‌های تند باشند، ممکن است برای پیش‌بینی و مدیریت این نواحی، اطلاعات در سطح دقت نیمه تفصیلی کافی باشد.
- بنابراین در این‌گونه پروژه‌ها دو سطح دقت مطالعه انجام و نواحی بطور واضح بوسیله مرزهایی که بر روی نقشه خاک ترسیم می‌شوند، مشخص می‌گردد. در این پروژه‌ها، راهنمای نقشه برای دو سطح دقت بصورت متفاوت تهیه می‌شود، اما مقیاس نقشه‌ها می‌تواند برای هر دو یکسان یا متفاوت باشد. نتایج مطالعات نیز در چارچوب یک گزارش منتشر می‌شود.
- مطالعات خاک‌شناسی در پنج سطح دقت به شرح زیر طراحی شده است:
- ۱- مطالعات خاک‌شناسی مرتبه اول: تفصیلی دقیق (خیلی متراکم)
 - ۲- مطالعات خاک‌شناسی مرتبه دوم : تفصیلی (متراکم)
 - ۳- مطالعات خاک‌شناسی مرتبه سوم : نیمه تفصیلی
 - ۴- مطالعات خاک‌شناسی مرتبه چهارم : اجمالی (گسترده)
 - ۵- مطالعات خاک‌شناسی مرتبه پنجم: شناسایی (بسیار گسترده)
- ۳-۳ مراحل انجام مطالعات خاک‌شناسی**

لازم به یادآوری است که تمام سطوح دقت مطالعات خاک‌شناسی در هر حال به منظور تعیین پراکنش جغرافیایی و خصوصیات انواع خاک‌ها انجام می‌شود. اما هر یک از سطوح بر اساس نوع و دامنه اطلاعات مورد نیاز، دارای دستورالعمل‌ها و روش‌های متفاوت است. این مطالعات می‌تواند با اهداف خاص و به منظور دستیابی به وضعیت یک یا چند ویژگی محدود از خاک‌ها و یا به عنوان پایه‌ای برای مجموعه‌ای از تفسیرهای مختلف برای انواع مختلف استفاده از اراضی در حال حاضر و در آینده انجام گیرد. بنابر این از یک طرف با توجه به اهداف مطالعه و از طرف دیگر سطح دقت در تعیین ترکیب واحدهای نقشه خاک، روش‌های متفاوت در انجام این مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات خاک‌شناسی در پنج مرحله اصلی به شرح زیر سازماندهی و اجرا می‌شود:

۱- برنامه‌ریزی و سازماندهی مطالعات

۲- مطالعات مرحله مقدماتی

۳- مطالعات مرحله ستادی قبل از عملیات میدانی

۴- عملیات صحرائی (میدانی)

۵- مطالعات مرحله ستادی نهایی

مجموعه شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی در حالت کلی و تا حد امکان فراگیر تهیه شده و بنابراین شرح خدمات هر طرح یا پروژه می‌تواند با توجه به ویژگی‌ها و هدف‌های آن به تناسب مقیاس و سطح دقت، از این شرح خدمات استخراج گردد.

۳-۴ تشریح سطوح مختلف دقت مطالعات خاک‌شناسی

سطوح دقت مطالعات در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- انواع سطوح دقت مطالعات خاک‌شناسی

مقیاس ^{الف} مناسب برای تهیه نقشه میدانی و انتشار نقشه نهایی	انواع واحد نقشه	اجزا تیپیک واحد نقشه	تعداد نقاط مشاهداتی	حداقل الف اندازه واحدهای تفکیکی روی نقشه	عملیات میدانی مورد نیاز	سطوح دقت و مطالعات و کاربردهای آن	کاربرد مطالعات خاک‌شناسی در برنامه‌ریزی اراضی
۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰	بیشتر مجموعه‌های همسان و گاهی کمپلکس‌ها؛ و نواحی متفرقه	فازهای سری‌های خاک یا نواحی متفرقه	در هر هکتار ۴ نقطه	کمتر از ۰/۵ هکتار	خاک‌ها در هر واحد تفکیکی بوسیله حفر و تشریح نقاط مشاهداتی یا پیمایش تشخیص داده می‌شوند. مرزهای واحدهای خاک در تمام مسیر مشاهده می‌گردند. از داده- های سنجش از دور برای کمک در تشخیص مرزهای نواحی تفکیک شده استفاده می‌شود.	مرتبه اول (تفصیلی دقیق)- خیلی مترکم (برای مثال؛ بسترها و کرت‌های آزمایشی، مکان احداث ساختمان‌های منفرد)	مطالعه به منظور مدیریت استفاده بسیار مترکم از اراضی
۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰	مجموعه‌های همسان، کمپلکس‌ها و گاهی مجموعه‌ها و گروه‌های نامشخص؛ و نواحی متفرقه	فازهای سری‌های خاک و نواحی متفرقه گاهی اوقات فامیل خاک	در هر ۶ تا ۲۵ هکتار یک نقطه	۰/۶ تا ۴ هکتار	خاک‌ها در هر واحد تفکیکی بوسیله مشاهدات صحرایی و داده‌های سنجش از دور تشخیص داده می‌شوند. مرزهای خاک در فواصل نزدیک بهم کنترل و تصحیح می‌شوند.	مرتبه دوم (تفصیلی)- مترکم (برای مثال؛ کشاورزی ،مدیریت، مزارع، کشاورزی، برنامه ریزی شهری)	مطالعه به منظور مدیریت استفاده بسیار مترکم از اراضی، مطالعات توجیهی
۱:۲۵۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰	بیشتر مجموعه‌ها یا کمپلکس‌ها و گاهی مجموعه‌های همسان و گروه‌های نامشخص؛ و نواحی متفرقه	فامیل خاک، سری‌ها و فازهای سری خاک و نواحی متفرقه، گروه- های بزرگ	در هر ۲۵ تا ۱۰۰ هکتار یک نقطه	۱/۶ تا ۱۶ هکتار	مرزهای خاک بوسیله مشاهدات صحرایی و تفسیر داده‌های سنجش از دور ترسیم می شوند. مرزهای خاک بوسیله پیمایش نواحی نمونه و تعدادی نقاط مشاهداتی تصحیح می‌شوند.	مرتبه سوم (نیمه تفصیلی) - سطح گسترده (یعنوان مثال؛ مناطقی از دشت های کشاورزی، مراعات ، برنامه ریزی اجتماعی)	مطالعه به منظور مدیریت استفاده نیمه مترکم از اراضی، مطالعات توجیهی ، مطالعات مکان یابی
۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰	بیشتر مجموعه‌ها و گاهی کمپلکس‌ها، مجموعه‌های همسان و گروه‌های نامشخص؛ و نواحی متفرقه	زیرگروه‌ها فامیل خاک، یا اراضی متفرقه	در هر ۱۰۰ تا ۴۰۰ هکتار یک نقطه	۱۶ تا ۲۵۲ هکتار	مرزهای خاک بوسیله تفسیر داده‌های سنجش از دور شناسایی شده و مرز واحدها از طریق پیمایش نواحی نمونه و تعدادی نقاط مشاهداتی تصحیح می‌شوند.	مرتبه چهارم (اجمالی) - سطح گسترده (اطلاعات کلی خاک برای توضیحات با دامنه گسترده در رابطه با پتانسیل استفاده از اراضی و مدیریت کلی- اراضی)	مطالعات مکان یابی، مطالعات شناسایی
۱:۲۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰۰	مجموعه‌ها و گاهی مجموعه‌های همسان و گروه‌های نامشخص؛ و نواحی متفرقه	رده‌ها ، زیررده‌ها و گروه‌های بزرگ خاک، اراضی متفرقه	یک نقطه در ۴۰۰ هکتار تا انتخاب تصادفی نقاط در فواصل خیلی بزرگ	۲۵ تا ۴۰۰ هکتار	ترکیب واحدهای نقشه بوسیله تهیه نقشه نواحی نمونه و تفسیر داده‌های سنجش از دور برای تعمیم نتایج این نواحی به سایر مناطق مشابه تعیین می گردد. مرزهای خاک بوسیله تحقیقات موضعی در محل یا پیمایش تصحیح می‌شوند.	مرتبه پنجم ^ب (شناسایی-اکتشافی)- سطح بسیار گسترده (برنامه ریزی منطقه ای، انتخاب مناطق برای مطالعات دقیق تر)	مطالعات شناسایی، بررسی منابع

الف- مقیاس نقشه نهایی متناسب با نقشه‌های توپوگرافی مبنایی متداول در ایران انتخاب شده است.

ب- حداقل اندازه واحدهای تفکیکی نقشه ۰/۴ سانتی‌متر مربع در نظر گرفته شده است.

ج- شرح خدمات انحصاری مطالعات خاک‌شناسی مرتبه پنجم توسط موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه خواهد شد.

۳-۴-۱ مطالعات خاک‌شناسی تفصیلی دقیق (مرتبۀ اول)، بسیار متراکم (مقیاس نقشه‌ها ۱:۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰)

مطالعات این سطح معمولاً برای کاربری‌های بسیار متمرکز در اراضی با وسعت کم که نیاز به اطلاعات بسیار تفصیلی دارد انجام می‌شود. این اطلاعات می‌توانند در زمینه طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، باغات مرکبات و انواع زراعت‌های خاص، مزارع آزمایشی، محل احداث ساختمان‌های منفرد و سایر مواردی که آگاهی دقیق از خصوصیات خاک و تغییرات آن مورد نیاز است به کار گرفته شود. در عملیات صحرایی مرز و حدود خاک‌ها در سراسر مسیر پیمایش بررسی شده و خاک‌های هر محدوده ترسیمی بر اساس پیمایش، بررسی و مطالعه مقاطع واقع در یک امتداد شناسایی می‌شوند. برای ترسیم مرزهای نقشه نیز داده‌های سنجش از دور جنبه کمکی دارد. واحدهای نقشه عمدتاً از مجموعه‌های همسان و تعداد کمی کمپلکس تشکیل شده و فازهای سری‌ها یا اراضی متفرقه هم در آن وجود دارد. بعضی از واحدهای نقشه که در سطح بالاتر از سری (فامیل خاک) نام‌گذاری شده‌اند نیز ممکن است مناسب تشخیص داده شوند. با توجه به مقیاس نقشه نهایی حداقل مساحت محدوده‌های ترسیمی یک تا ۰/۵ هکتار بوده و واحدها در محدوده مجاز از حداقل ناخالصی برخوردارند. در این حالت مقیاس نقشه پایه عموماً ۱:۱۰۰۰۰ یا بزرگ‌تر است.

۳-۴-۱-۱ برنامه‌ریزی و سازماندهی انجام مطالعات

برنامه‌ریزی و سازماندهی مطالعات شامل موارد زیر است:

۳-۴-۱-۱-۱ تعیین محدوده مورد بررسی

۳-۴-۱-۱-۲ تعریف مسئله

۳-۴-۱-۱-۳ تعیین اهداف کلی و اهداف جزئی مطالعات

۳-۴-۱-۱-۴ تعیین کاربران مطالعات

۳-۴-۱-۱-۵ تعیین سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه پایه، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نوع و مقیاس نقشه نهایی، حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه، انواع واحدهای نقشه، ساختار راهنمای نقشه و سطح کلاس مورد استفاده برای طبقه‌بندی خاک‌ها

۳-۴-۱-۱-۶ تعیین تراکم نقاط مطالعاتی، حجم پیمایش‌های میدانی؛ روش کنترل کیفیت اجزاء واحدهای نقشه

۳-۴-۱-۱-۷ تعیین روش‌های نمونه‌برداری، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی

۳-۴-۱-۱-۸ بررسی و تعیین نحوه انتشار و توزیع نقشه‌ها و گزارش نهایی (کاغذی یا رقمی)، تعداد نسخه‌های نقشه‌ها و گزارش نهایی

۳-۴-۱-۱-۹ مشخص نمودن انواع تفسیرهای مورد نیاز

۳-۴-۱-۱-۱۰ تعیین دامنه و حجم اطلاعات بانک داده‌ها

۳-۴-۱-۱-۱۱ تنظیم برنامه زمان‌بندی مطالعات و کنترل مرحله‌ای پیشرفت کار

۳-۴-۱-۱-۱۲ مشخص نمودن ابزار مورد نیاز عملیات صحرایی و آزمون‌های میدانی

۳-۴-۱-۱-۱۳ پیش بینی مسائل مالی، حمل و نقل و استقرار اکیپ‌های عملیات صحرایی

۳-۴-۱-۲ بررسی‌های مقدماتی

این مرحله به عنوان اولین گام در انجام مطالعات خاک‌شناسی برای دستیابی به تمام اطلاعات و داده‌های مکانی و غیرمکانی است که در انجام مطالعات خاک‌شناسی نقش کلیدی و اهمیت اساسی دارند. این داده‌ها شامل نقشه‌های مبنایی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های موضوعی مانند زمین‌شناسی، زمین ریخت‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، اقلیم و مانند اینها است که باید با مقیاس متناسب با سطح دقت مطالعات تهیه گردند.

جزئیات شرح خدمات بررسی‌های مقدماتی به شرح زیر است:

۳-۴-۱-۲-۱-۱ گردآوری یا تولید اطلاعات و داده‌های مورد نیاز به شرح زیر:

۳-۴-۱-۲-۱-۲ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و زمین ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی) با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰

۳-۴-۱-۲-۱-۳ گردآوری نقشه‌های عوارض طبیعی (توپوگرافی) به مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰

۳-۴-۱-۲-۱-۴ گردآوری داده‌های سنجش از دور شامل عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ با قدرت تفکیک ۶۰ سانتی‌متر تا یک متر

۳-۴-۱-۲-۱-۵ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات کاربری و پوشش اراضی به مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰

۳-۴-۱-۲-۱-۶ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های آب و هوایی و اقلیم.

۳-۴-۱-۲-۱-۷ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات منابع آب سطحی و زیرزمینی (هیدرولوژی و هیدروژئولوژی)

۳-۴-۱-۲-۱-۸ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات بخش‌های کشاورزی، جنگل و مرتع

۳-۴-۱-۲-۱-۹ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات دشت‌های کشاورزی، حوزه‌های آبخیز و مناطق سیل‌گیر و اراضی ماندابی

۳-۴-۱-۲-۱-۱۰ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات مربوط به مطالعات خاک‌شناسی قبلی و بانک اطلاعاتی نیمرخ-های شاهد (در صورت موجود بودن)

۳-۴-۱-۲-۱-۱۱ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های مربوط به رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها

۳-۴-۱-۲-۱-۱۲ گردآوری مطالعات و تحقیقات انجام شده روی منابع خاک منطقه که توسط مراکز علمی و دانشگاه‌ها، موسسات تحقیقاتی، مهندسی مشاور و غیره صورت گرفته است.

۳-۴-۱-۲-۱-۱۳ جمع‌آوری اطلاعات گیاه‌شناسی، محیط زیست، مناطق حفاظت شده و حیات وحش

۳-۴-۱-۲-۱-۱۴ تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها و اطلاعات گردآوری شده به شرح زیر:

۳-۴-۱-۲-۱-۱۵ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت زمین‌شناسی، جنس سنگ بستر و پهنه‌های رسوبی - ساختاری عمده در محدوده مورد بررسی

۳-۴-۱-۲-۱-۱۶ شناخت و تجزیه و تحلیل مواد مادری خاکها (مواد مادری درجا یا انتقال یافته شامل: مواد آبرفتی، باد رفته، یخرفتی، واریزه‌ها و غیره)

- ۳-۴-۱-۲-۳-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین با، استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰، زمین‌شناسی و زمین ریخت‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰
- ۳-۴-۱-۲-۴-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل پستی و بلندی، شیب، ارتفاع و تولید نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع زمین^۱ (DEM) به مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰
- ۳-۴-۱-۲-۵-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل مدل دامنه تپه‌ها، دامنه کوه‌ها و موقعیت‌های مختلف زمین‌نما در مناطق ناهموار با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰، زمین‌شناسی و زمین ریخت‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰
- ۳-۴-۱-۲-۶-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین نما و شکل زمین در دشت‌های مسطح و بررسی فروافتادگی‌ها و برآمدگی‌های محلی با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰
- ۳-۴-۱-۲-۷-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل کاربری و پوشش اراضی با استفاده از نقشه‌های موجود و یا تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰
- ۳-۴-۱-۲-۸-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها با استفاده از نقشه‌ها، گزارش‌ها و آمار و اطلاعات هواشناسی منطقه مورد بررسی و مناطق هم‌جوار
- ۳-۴-۱-۲-۹-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل منابع آب سطحی و زیر زمینی با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود
- ۳-۴-۱-۲-۱۰-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل کیفیت منابع آب آبیاری (آب‌های سطحی و زیرزمینی) با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود
- ۳-۴-۱-۲-۱۱-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل سطح آب زیر زمینی و نوسانات آن در فصول مختلف و وضعیت زهکشی طبیعی (سطحی و عمقی)
- ۳-۴-۱-۲-۱۲-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت کشاورزی (کشت آبی و دیم و باغات)
- ۳-۴-۱-۲-۱۳-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل خاک‌ها با استفاده از مطالعات و تحقیقات خاک‌شناسی انجام شده قبلی در منطقه مورد بررسی
- ۳-۴-۱-۲-۱۴-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل راه‌های ارتباطی و حمل و نقل
- ۳-۴-۱-۲-۱۵-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل گیاهان بومی
- ۳-۴-۱-۲-۱۶-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل مناطق حفاظت شده، زیست بوم‌های حساس و حیات وحش با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود
- ۳-۴-۱-۲-۱۷-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل عوامل محدود کننده اصلی کشاورزی منطقه، (اقلیم، زمین شناسی، توپوگرافی، منابع آب، منابع خاک و مانند این‌ها)

۳-۴-۱-۲-۱۸ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت اقتصادی- اجتماعی و عوامل کنترل کننده کاربری اراضی در منطقه مورد بررسی

۳-۴-۱-۳ مطالعات ستادی قبل از عملیات میدانی

در این مرحله با استفاده از نقشه‌ها و داده‌های اولیه، اطلاعاتی در مورد پدیده‌های سطحی و پوشش اراضی به عنوان راهنمایی برای شناخت انواع خاک‌ها و ترسیم مرزهای تفکیکی آنها به دست می‌آید. بنابراین ابتدا ترتیب جغرافیای خاک‌ها و راهنمای تفسیری آنها تعیین شده و سپس طی عملیات کارتوگرافی، طراحی اولیه واحدهای نقشه خاک در قالب نقشه اولیه و راهنمای مربوطه تهیه می‌گردد. در این مرحله، تخمین حجم کار، زمان‌بندی و تدارکات لازم قابل دستیابی است و موارد زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۳-۴-۱-۳-۱ تهیه لایه‌های عددی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰، زمین‌شناسی، پهنه‌های رسوبی-ساختاری عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، کاربری و پوشش اراضی، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، منابع آب، اقلیم و مناطق زراعی-بوم‌شناختی.

۳-۴-۱-۳-۲ بررسی نحوه پراکنش جغرافیایی خاک‌ها در واحدهای زمین‌نما، شکل زمین و سیمای زمین با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۱-۳-۳ بازدید مقدماتی سرپرست گروه مطالعات میدانی از محدوده مورد مطالعه به منظور بررسی و تعیین ترتیب جغرافیایی خاک‌ها، طراحی راهنمای توصیفی و تهیه نقشه اولیه خاک براساس منابع اطلاعاتی و داده‌های جمع‌آوری شده، بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها و واحدهای زمین‌نما، شکل زمین و سیمای زمین (سطوح ژئومورفیک).

۳-۴-۱-۳-۴ مطالعه و بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها (اقلیم، مواد مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان) در منطقه مورد بررسی و چگونگی تاثیر آنها بر تشکیل خاک‌ها و خصوصیات آنها

۳-۴-۱-۳-۵ مطالعه و بررسی خصوصیات سطوح ژئومورفیک (واحدهای زمین‌نما، شکل زمین، اجزاء شکل زمین و اجزاء شکل اراضی انسان ساخت) به منظور تعیین ترتیب جغرافیایی و نحوه پراکنش خاک‌ها در واحدهای یادشده با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تهیه نقشه واحدهای زمین‌نما و شکل زمین.

۳-۴-۱-۳-۶ مطالعه و بررسی ویژگی‌های مورفومتری (درجه شیب، ارتفاع، شیب سو، شکل شیب و شیب-های مختلط در سطوح ژئومورفیک) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰.

۳-۴-۱-۳-۷ مطالعه و بررسی ویژگی‌های موقعیت‌های مختلف زمین‌نما (قله شیب، شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب) در مناطق ناهموار و تکمیل نقشه زمین‌نما و شکل زمین به مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰.

۳-۴-۱-۳-۸ مطالعه و بررسی پستی و بلندی‌های کوچک و محلی در دشت‌های مسطح با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰.

۳-۴-۱-۳-۹ مطالعه و بررسی طرح سامانه آبراهه‌ها (الگوی زهکشی سطحی).

۳-۴-۱-۳-۱۰ مطالعه و بررسی وضعیت زهکشی عمقی، سیل‌گیری و ماندابی اراضی.

۳-۴-۱-۳-۱۱ انتخاب نقشه پایه عددی شده ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تهیه راهنمای اتصال نقشه‌ها.

۳-۴-۱-۳-۱۲ انتقال اطلاعات و داده‌های نقشه واحدهای زمین نما و شکل زمین روی نقشه توپوگرافی پایه

۳-۴-۱-۳-۱۳ انتقال داده‌های زمین‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، پستی و بلندی، وضعیت زهکشی سطحی و عمقی و منابع آب بر روی نقشه توپوگرافی پایه ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و تکمیل نقشه اولیه به منظور شناخت انواع خاک‌ها و درک الگوی پراکنش خاک‌ها در واحدهای زمین‌نما.

۳-۴-۱-۳-۱۴ تشخیص و ترسیم اولیه واحدهای نقشه خاک با استفاده از نقشه تفسیری اولیه واحدهای زمین نما، نقشه‌های موضوعی (زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، اقلیم و منابع آب)، نقشه توپوگرافی پایه ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰، مطالعات خاکشناسی قبلی و یادداشت‌های بازدید صحرایی مقدماتی.

۳-۴-۱-۳-۱۵ بررسی و تعیین الگوی پراکنش نقاط مشاهداتی (نیمرخ‌ها، نیمرخ‌های کم عمق و مته‌ها)، تعداد نقاط مشاهداتی و فواصل آنها در عملیات صحرایی به منظور تعیین مرز واحدها و خصوصیات خاک آنها، متناسب با اهداف و سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه‌های ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ و حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه (کوچکتر از ۰/۵ هکتار).

۳-۴-۱-۳-۱۶ انتقال نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش روی نقشه اولیه خاک.

۳-۴-۱-۳-۱۷ تهیه راهنمای توصیفی نقشه شامل تشریح و طبقه‌بندی خاک‌ها، راهنمای تطبیقی (شناسایی) راهنمای علائم و نشانه‌های خاص و قراردادی، نقشه کلی خاک و راهنمای آن، و توضیحات کمکی مانند مبانی ژنتیکی و خصوصیات خاک‌ها در هریک از واحدهای نقشه.

۳-۴-۱-۳-۱۸ چاپ و تکثیر نسخه کاغذی نقشه اولیه خاک برای عملیات صحرایی (میدانی).

۳-۴-۱-۴-۴-۱ عملیات صحرایی (میدانی)

عملیات صحرایی (میدانی) با تجهیز کارگاه و استقرار گروه‌های مطالعات صحرایی آغاز می‌شود. پس از پیمایش مسیرهای طراحی شده در واحدهای زمین نما و یا شبکه نقاط، با حفاری نقاط مشاهداتی و ثبت نتایج تشریح نیمرخ‌های خاک در فرم‌های استاندارد، تهیه نمونه‌های خاک و آب لازم، بررسی ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون‌ها، کنترل مرزهای واحدهای نقشه خاک، طراحی واحدهای نقشه و نام‌گذاری آنها، تا هماهنگی سری‌های خاک، تأیید سری‌های خاک شناخته شده، معرفی سری‌های جدید، تعیین فازهای سری‌ها و بالاتر از سری‌ها ادامه می‌یابد. پایان عملیات صحرایی، جمع‌آوری و تعطیل کارگاه زمانی است که ناظر فنی مطالعات، مرحله نهایی کنترل کیفیت و تضمین کیفیت مطالعات را را به پایان برده، کفایت عملیات صحرایی و دستیابی به اهداف پروژه را اعلام نموده باشد. در پایان این مرحله هیچ پرسشی که باید در عملیات صحرایی پاسخ داده شود نباید باقی مانده باشد. عملیات صحرایی موارد زیر را شامل می‌شود:

۳-۴-۱-۴-۳-۱ کنترل نقاط مشاهداتی انتخابی با استفاده از تفسیرعکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، یادداشت‌های مرحله بازدید مقدماتی و عملیات صحرایی، تغییر محل، حذف نقاط و یا افزودن نقاط مشاهداتی جدید.

۳-۴-۱-۴-۳ پیمایش مسیرهای انتخابی (براساس تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای) در واحدهای زمین نما و حفاری نقاط مشاهداتی (نیمرخ خاک ، نیمرخ کم عمق و مته) براساس راهنمای استاندارد تهیه نقشه خاک.

۳-۴-۱-۴-۳ ثبت موقعیت مکانی (مختصات جغرافیایی) نقاط مشاهداتی با سامانه مکان یاب جهانی GPS و توجیه نقاط با مکان‌های شناخته شده (شهر، روستا، جاده، رودخانه و عوارضی مانند آنها)، ثبت مختصات و شماره نقاط در نقشه‌ها و فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

۳-۴-۱-۴-۳ ثبت عنوان پروژه، شماره نقشه، مطالعه کننده ، تاریخ و زمان انجام عملیات صحرائی در فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح محیط پیرامون پدو ن(ویژگی های محدوده پلی پدون) و ثبت آن در فرم‌های استاندارد تشریح به شرح زیر:

۳-۴-۱-۴-۳ تعیین نوع واحدزمین نما، ویژگی‌های زمین شناسی، زمین ریخت شناسی و مواد مادری خاکها (مواد درجا و انتقالی).

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح ویژگی‌های پستی و بلندی مانند شیب ، شیب سو، طول شیب ، آمیختگی شیب و ارتفاع (ماکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح خصوصیات مورفومتری واحدهای زمین نما و شکل زمین براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح شکل سطح اراضی (گود، مسطح، برآمده) و پستی و بلندی‌های کوچک و محلی (میکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰.

۳-۴-۱-۴-۳ تعیین نوع کاربری و پوشش اراضی (کشاورزی، آبی و دیم، باغ، جنگل ، مرتع، حیات وحش، منطقه حفاظت شده و غیره).

۳-۴-۱-۴-۳ تعیین میزان سنگ و سنگریزه ، سنگلاخی بودن اراضی و رخنمون‌های سنگی.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح وضعیت فرسایش محدوده پلی پدون (فرسایش لغزشی ، آبی و بادی) و تعیین کلاس فرسایش.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح وضعیت غرقابی، سیلگیری، زهکشی طبیعی ،رواناب سطحی و تعیین کلاس‌های مربوطه.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح پدون (نیمرخ خاک) و ثبت مشاهدات در فرم‌های استاندارد به شرح زیر:

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح افق‌های مشخصه سطحی و افق‌های مشخصه عمقی و ضخامت آنها.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح مرز افق‌های خاک.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح بافت و اجزاء خرده سنگی افق سطحی و افق‌های عمقی خاک.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح ساختمان خاک و پایداری و مقاومت آنها درمقابل حفاری.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح رنگ غالب افق‌های خاک و منقوطة‌های رنگین.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح تخلخل و حفرات خاک.

۳-۴-۱-۴-۳ تشریح وضعیت ریشه‌ها، عمق نفوذ ریشه و لایه محدوده کننده نفوذ ریشه.

۳-۴-۱-۴-۸ تشریح عمق خاک، لایه‌های سنگ بستر سخت، انقطاع سنگی و لایه‌های متناوب رسوبی.

۳-۴-۱-۴-۹ تشریح وضعیت ترک‌های سطحی و عمقی، سطوح براق رسی، پوشش رسی و ناهمواری‌های کوچک سطحی (گیلگای).

۳-۴-۱-۴-۱۰ تشریح وضعیت آهک، گچ و نمک‌های محلول و شکل‌های مختلف آنها (پودری، رشته‌ای، سخت دانه و بلوری)، واکنش خاک، شور و سدیمی بودن آن.

۳-۴-۱-۴-۷ تشریح خصوصیات مهندسی خاک (مقاومت در برابر گسیختگی، حد سیلان و خمیرایی، چسبندگی، مقاومت در مقابل حفاری و...).

۳-۴-۱-۴-۸ تشریح خصوصیات رفتاری خاک بر کاربری‌های جاری و یا قابل اجرا در خاک‌های غالب منطقه مانند زهدار شدن، نشست جاده‌ها و ساختمان‌ها، کج شدگی خطوط انتقال نیرو، ساختمان‌ها و پدیده‌هایی از این دست.

۳-۴-۱-۴-۹ تشریح نقش خاک‌ها در امور مهندسی و تناسب آنها برای ساختمان سازی، احداث راه، سیستم‌های دفع مواد زاید مایع و جامد (پسماندها) در مناطق مسکونی در حال گسترش.

۳-۴-۱-۴-۱۰ تشریح روش‌های متداول منطقه در مدیریت زراعت، جنگل و مرتع.

۳-۴-۱-۴-۱۱ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی با کیفیت و دقت بالا از واحدهای زمین نما، کاربری و پوشش اراضی برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۱-۴-۱۲ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی با کیفیت و دقت بالا از عوارض موجود در خاک (خاکدانه‌ها، تخلخل، ریشه‌ها، منقوطة‌های رنگین، سخت دانه‌ها، اجزاء خرده سنگی، افق‌های مشخصه و مرز افق‌ها) برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۱-۴-۱۳ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی از نیمرخ‌های شاهد برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۱-۴-۱۴ تعیین ترکیب انواع واحدهای نقشه (مجموعه‌های همسان، کمپلکس‌ها، مجموعه‌ها و گروه‌های نامشخص) و خصوصیات آنها با روش پیمایش در یک امتداد و روش‌های شبکه‌بندی و قطعه‌بندی اراضی.

۳-۴-۱-۴-۱۵ نام‌گذاری واحدهای نقشه.

۳-۴-۱-۴-۱۶ هماهنگی خاک‌ها با سری‌های خاک شناخته شده و معرفی سری‌های خاک جدید (واریانت‌ها، تاکساجانکت‌ها یا شبه سری‌ها) براساس مطالعات مقدماتی، عملیات صحرایی و تجزیه‌های آزمایشگاهی.

۳-۴-۱-۴-۱۷ تعیین فازهای سری‌های خاک شامل فازهای شیب، فرسایش، بافت خاک سطحی، ضخامت خاک، عمق لایه محدود کننده زیرین، زهکشی، وضعیت آب در خاک، شوری، فیزیوگرافی، اقلیم، اجزاء خرده سنگی، نهشته‌های آبی و بادی.

۳-۴-۱-۴-۱۸ بررسی و تشریح اراضی متفرقه شامل اراضی مخروبه، شن زارهای ساحلی، اراضی باد رفته، محل تخلیه نخاله‌ها، اراضی گچی، دق‌ها (کفه‌های رسی)، پلایاها، بستر رودها و مسیل‌ها، اراضی خاکبرداری شده (گودال‌ها)، اراضی گدازه‌ای، رخنمون‌های سنگی، کفه‌های نمکی، مناطق مسکونی، مناطق صنعتی، توده‌های آب (دریاچه‌ها، برکه‌ها، مخازن سدها) و مانند این‌ها.

۳-۴-۱-۴-۱۹ طبقه‌بندی خاک‌ها در واحدهای نقشه تاسطح فامیل و تعیین سری‌های خاک به‌عنوان سطح رده‌بندی مورد استفاده در سیستم رده‌بندی جامع خاک‌ها و تاسطح زیرگروه در پایگاه مرجع جهانی منابع خاک .

۳-۴-۱-۴-۲۰ کنترل واحدهای نقشه خاک در مرز واحدها و معرفی خاک‌های موجود در هر واحد منطبق با حداقل سطح مجاز واحد تفکیکی نقشه (کوچکتر از ۰/۵ هکتار)، سطح واحدهای مدیریتی براساس اهداف مطالعه و حداقل مساحت خاک‌های ناخالص در واحدهای نقشه خاک، تأیید، تغییر و یا رد مرزهای ترسیمی نقشه در مرحله مطالعات مقدماتی.

۳-۴-۱-۴-۲۱ انتخاب و معرفی نیمرخ‌های شاهد خاک براساس شباهت‌های مورفولوژیکی، تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی.

۳-۴-۱-۴-۲۲ تکمیل راهنمای توصیفی نقشه براساس مطالعات مرحله مقدماتی، عملیات صحرایی، (تشریح نیمرخ‌های خاک و محدوده پلی‌پدون‌ها)، تکمیل راهنمای تطبیقی و تشریح واحدهای نقشه.

۳-۴-۱-۴-۲۳ نمونه‌برداری از افق‌های مختلف نیمرخ‌های خاک، ثبت مشخصات آنها و اتیکت‌گذاری برای ارسال به آزمایشگاه تجزیه‌های خاک و آب.

۳-۴-۱-۴-۲۴ تهیه نمونه دست نخورده برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی نظیر جرم مخصوص ظاهری، نقطه پژمردگی و ... مطالعات میکرومورفولوژی و سایر تجزیه‌هایی که به نمونه دست نخورده نیاز دارند.

۳-۴-۱-۴-۲۵ تقاضای انجام آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی، متناسب با اهداف پروژه و سطح دقت مطالعات.

۳-۴-۱-۴-۲۶ تعیین کلاس هدایت هیدرولیکی اشباع نیمرخ‌های شاهد (سری‌های خاک) و سرعت نفوذ آب به داخل خاک.

۳-۴-۱-۵ مطالعات ستادی نهایی

مطالعات ستادی نهایی تمام فرآیندهای تکمیل نقشه نهایی خاک، تدوین و تنظیم راهنمای تطبیقی، کنترل واحدها و علائم نقشه و تشریح خصوصیات آنها، تلفیق نتایج بررسی‌های مرحله مقدماتی و عملیات صحرایی با نتایج و تجزیه‌های آزمایشگاهی، تهیه و تنظیم گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی، فرآوری داده‌های مکانی (نقشه‌ها) و گزارش نهایی برای ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی، رقومی نمودن اطلاعات و پردازش آنها به منظور تهیه نقشه‌ها و گزارش تفسیری را در بر می‌گیرد. جزئیات شرح خدمات مطالعات ستادی نهایی به شرح زیر است:

۳-۴-۱-۵-۱ تهیه نقشه نهایی و راهنمای تطبیقی براساس نقشه اولیه خاک، راهنمای توصیفی، عملیات صحرایی و نتایج آزمایشگاهی شامل موارد زیر:

۳-۴-۱-۵-۱-۱ کنترل مرز واحدهای نقشه در حاشیه‌ها و انطباق آن با نقشه‌های مجاور، اصلاح مرزها به صورت دقیق یا قابل قبول، حذف مرزهای اضافی و افزودن مرزهایی که از قلم افتاده‌اند.

۳-۴-۱-۵-۱-۲ کنترل راهنمای مشخصات عمومی نقشه‌ها، علائم قراردادی و نشانه‌های خاص از جمله جهت شمال، مقیاس و تاریخ تهیه نقشه، راهنمای اتصال نقشه‌ها، نقشه موقعیت نشانه‌های عوارض طبیعی و انسان ساخت و مانند آنها.

۳-۴-۱-۵-۱-۳ کنترل انواع واحدهای نقشه و تشریح خصوصیات آنها، محل و شماره نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش.

۳-۴-۱-۵-۱-۴ رقومی سازی نقشه‌های خاک و انتقال آن روی نقشه‌های توپوگرافی پایه و هم مقیاس، کنترل و اصلاح مرزهای باز واحدها، علائم و نشانه‌های استاندارد، مرزهای سیاسی و غیره، الحاق راهنمای تطبیقی و رنگ‌آمیزی نقشه‌ها.

۳-۴-۱-۵-۱-۵ تعیین رقومی مساحت واحدهای نقشه خاک و واحدهای زمین نما و تنظیم جداول مربوطه

۳-۴-۱-۵-۱-۶ تهیه نقشه کلی خاک برای منطقه مورد بررسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ (در سطح مرتبه چهارم) مطالعات، علاوه بر نقشه خاک تخصصی مطالعات در مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰.

۳-۴-۱-۵-۲ تهیه گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده در مرحله مقدماتی، یادداشت‌های صحرائی، تشریح محدوده پلی‌پدون‌ها و نیمرخ‌های خاک، تشریح واحدهای نقشه خاک و راهنمای توصیفی و تطبیقی و بانک داده‌های خاک، به شرح زیر:

۳-۴-۱-۵-۲-۱ راهنمای استفاده از گزارش مطالعات خاک‌شناسی.

۳-۴-۱-۵-۲-۲ توصیف منطقه مورد بررسی شامل موقعیت، وسعت، راه‌های دسترسی و وضعیت اقتصادی-اجتماعی.

۳-۴-۱-۵-۲-۳ تجزیه و تحلیل وضعیت زمین شناسی، مواد مادری و سنگ بستر، مناطق ساختاری - رسوبی عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، واحدهای زمین نما و شکل زمین، اقلیم، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، منابع آب آبیاری، گیاهان بومی، محدودیت‌های اساسی عوامل یادشده در استفاده و مدیریت اراضی منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۱-۵-۲-۴ تشریح فرآیندها و نقش عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌های منطقه شامل مواد مادری، پستی و بلندی، اقلیم، موجودات زنده، گیاهان، زمان و الگوی پراکنش خاک‌ها.

۳-۴-۱-۵-۲-۵ تشریح روش انجام مطالعات خاک‌شناسی (مراحل مقدماتی، صحرائی، ستادی، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی).

۳-۴-۱-۵-۲-۶ تشریح واحدهای نقشه خاک، اجزاء واحدها، ناخالصی‌ها، اراضی متفرقه، خصوصیات واحدهای ژئومورفولوژیکی و خاک آنها.

۳-۴-۱-۵-۲-۷ تشریح کاربری و پوشش اراضی، مدیریت واحدها و اجزاء واحدهای نقشه خاک.

۳-۴-۱-۵-۲-۸ طبقه‌بندی خاک‌های منطقه مورد بررسی به شرح زیر:

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۱ تشریح خصوصیات کامل سری‌های خاک شناخته شده شامل، اسامی سری‌ها، طبقه-بندی جامع خاک، نیمرخ شاهد، موقعیت نیمرخ شاهد، حدود تغییرات، سری‌های غالب، نظم جغرافیایی، سری‌های خاک همراه، زهکشی و ضریب آبگذری، کاربری و پوشش اراضی، پراکنش و وسعت، ملاحظات

مربوط به افق‌های مشخصه سطحی و عمقی و سایر داده‌های اضافی طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک و طبقه‌بندی جامع خاک و آخرین کلید آن.

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۲ معرفی و پیشنهاد سری‌های خاک جدید و تشریح خصوصیات آنها، طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک و طبقه‌بندی جامع خاک و آخرین کلید آن و تشریح تفاوت سری‌های جدید با سری‌های شناخته شده قبلی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۳ تنظیم فهرست منابع مورد استفاده در تهیه نقشه خاک و گزارش نهایی.

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۴ ارائه جدول مربوط به پارامترهای آب و هوایی (بارندگی، دما، تبخیر، یخبندان)، عملکرد محصولات، کیفیت و کمیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، آب آبیاری، گیاهان بومی و مانند این‌ها.

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۵ ارائه جداول نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی نمونه‌های خاک و آب نیمرخ‌های شاهد (سری‌های خاک شناخته شده و سری‌های جدید).

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۶ ارائه جداول مساحت واحدهای نقشه و اجزاء واحدهای نقشه خاک، اراضی متفرقه، زمین نما و شکل زمین، کاربری و پوشش اراضی.

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۷ ارائه نمودارهای آمبروت رمیک، پراش‌نگار پرتو اشعه ایکس در تجزیه‌های کانی شناسی و دیاگرام‌های سه بعدی (بلوک دیاگرام) زمین نما و شکل زمین.

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۸ ارائه تصاویر دیجیتالی از محدوده پلی‌پدون‌ها، نیمرخ خاک و عوارض خاص.

۳-۴-۱-۵-۲-۸-۹ تهیه بانک داده‌های منابع خاک (نقشه خاک، راهنمای توصیفی و تطبیقی، نقشه موقعیت منطقه مورد بررسی و گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی).

۳-۴-۱-۶-۱ تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی‌های خاک‌ها برای کاربری‌های گوناگون

تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی خاک‌ها در کاربری‌های گوناگون شامل موارد زیر:

۳-۴-۱-۶-۱-۱ گردآوری اطلاعات و داده‌های مربوط به خاک‌ها و واحدهای زمین نمای مربوطه در منطقه مورد بررسی برای تفسیر.

۳-۴-۱-۶-۱-۲ استفاده از داده‌های خاک در تهیه مدل‌های لازم از ویژگی‌های خاک.

۳-۴-۱-۶-۱-۳ کسب استنتاج‌ها، و ارائه قواعد و رهنمودهای لازم برای پیش‌بینی خصوصیات رفتاری خاک‌ها در کاربری‌های معین.

۳-۴-۱-۶-۱-۴ تلفیق پیش‌بینی‌های تفسیری و تعمیم آن به واحدهای نقشه.

۳-۴-۱-۶-۱-۵ تهیه قواعد، معیارها و دستورالعمل‌های تفسیری و تعیین گروه‌های مدیریتی خاک‌ها برای کاربری‌های متداول از جمله طراحی استفاده از اراضی، کاربری‌های کشاورزی، جنگل، مرتع، حیات وحش، فضای سبز، راه، راه آهن و فرودگاه، خطوط انتقال آب، گاز و نفت، دفع پسماند، مدیریت منابع آب، برنامه ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای، شهرسازی، ساختمان‌سازی، آبیاری و زهکشی، ارزیابی اراضی و زمینه‌های دیگر.

۳-۴-۱-۶-۱-۶ تفسیر ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون‌ها (نوع واحد زمین نما، موادمادری، سنگ بستر، شیب، پستی و بلندی و ارتفاع، کاربری و پوشش اراضی، سیل‌گیری، ماندابی، زهکشی طبیعی، اقلیم، و فرسایش و مانند این‌ها).

۳-۴-۱-۶-۷ تفسیر خصوصیات نیمرخ خاک (بافت، ساختمان، تخلخل، افق‌های مشخصه سطحی و عمقی، تمرکز املاح محلول، عمق خاک و لایه محدود کننده و عواملی مانند اینها).

۳-۴-۱-۶-۸ تفسیر داده‌های آزمایشگاهی (کربنات کلسیم، گچ، واکنش خاک، مواد آلی، شوری، نسبت جذب سدیم و تمام خصوصیات دیگری که در تفسیر یک کاربری معین مورد استفاده قرار می‌گیرد).

۳-۴-۱-۶-۹ تفسیر ویژگی‌های مهندسی خاک (حد سیلان و خمیرایی براساس روش طبقه‌بندی استاندارد خاک‌ها، طبقه بندی حمل و نقل و (USCS)، گروه‌بندی یونیفاید (ASTM) برای مقاصد مهندسی (AASHTO) بزرگراه‌های ایالتی آمریکا).

۳-۴-۱-۶-۱۰ درجه‌بندی محدودیت، توانمندی و تناسب واحدهای نقشه خاک برای کاربری‌های موردنظر

۳-۴-۱-۶-۱۱ ارائه نتایج تفسیرها به صورت نقشه تفسیری و راهنمای مربوطه، جداول، نمودارها، و گزارش مربوطه.

۳-۴-۱-۶-۱۲ رقومی نمودن نقشه‌های تفسیری و انتقال آن بر روی نقشه توپوگرافی پایه.

۳-۴-۱-۶-۱۳ تهیه بانک داده‌های نقشه‌ها و گزارش تفسیری.

۳-۴-۲ مطالعات خاک‌شناسی تفصیلی (مرتب دوم)، متراکم (۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰)

معمولاً در کاربری‌های متمرکز اجرا می‌شود. در این موارد برای پیش‌بینی تناسب اراضی از نظر کاربری و جنبه‌های اجرایی، اطلاعات تفصیلی منابع خاک مورد نیاز می‌باشد. این اطلاعات به‌طور عام در برنامه‌ریزی کشاورزی، احداث سازه‌ها، توسعه مناطق شهری و کاربری‌های دیگری که به اطلاعاتی دقیق از منابع خاک نیاز دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مرز خاک‌ها با توجه به روش کار براساس عملیات صحرایی و تفسیر داده‌های سنجش از دور تعیین گشته و امتداد آنها در فواصل کم کنترل می‌شود. خاک‌های درون هر محدوده ترسیمی هم با بهره‌گیری از شیوه پیمایش و مطالعه و بررسی و یا درموردی مقاطع واقع در یک امتداد شناسایی می‌شوند. واحدهای نقشه خاک غالباً مجموعه‌های همسان و کمپلکس‌ها بوده و گاهی گروه‌های نامشخص و یا مجموعه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اجزاء واحدهای نقشه فازهای سری‌های خاک یا اراضی متفرقه بوده و واحدهایی هم که در سطح بالاتر از سری (فامیل خاک) نام‌گذاری شده‌اند ممکن است کاربرد داشته باشند. مساحت واحدهای ترسیمی به پیچیدگی موجود در واحدهای زمین نما و اهداف مطالعه بین ۰/۶ تا ۴ هکتار متغیر است. وسعت ناخالصی‌های متمایز، متناسب با محدوده مجاز واحد مورد استفاده در نقشه متفاوت می‌باشد. مقیاس نقشه پایه با توجه به پیچیدگی شکل‌های اراضی (لندفرم‌ها) غالباً ۱:۲۵۰۰۰ است.

۳-۴-۲-۱ برنامه‌ریزی و سازماندهی انجام مطالعات

برنامه‌ریزی و سازماندهی مطالعات شامل موارد زیر است:

۳-۴-۲-۱-۱ تعیین محدوده مورد بررسی.

۳-۴-۲-۱-۲ تعریف مسئله.

۳-۴-۲-۱-۳ تعیین اهداف کلی و اهداف جزئی مطالعات.

۳-۴-۲-۱-۴ تعیین کاربران مطالعات.

۳-۴-۲-۱-۵ تعیین سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه پایه، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نوع و مقیاس نقشه نهائی، حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه، انواع واحدهای نقشه، ساختار راهنمای نقشه و سطح کلاس مورد استفاده برای طبقه‌بندی خاک‌ها.

۳-۴-۲-۱-۶ تعیین تراکم نقاط مطالعاتی، حجم پیمایش‌های میدانی؛ روش کنترل کیفیت اجزاء واحدهای نقشه.

۳-۴-۲-۱-۷ تعیین روش‌های نمونه‌برداری، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی.

۳-۴-۲-۱-۸ بررسی و تعیین نحوه انتشار و توزیع نقشه‌ها و گزارش نهایی (کاغذی یا رقومی)، تعداد نسخه‌های نقشه‌ها و گزارش نهایی.

۳-۴-۲-۱-۹ مشخص نمودن انواع تفسیرهای مورد نیاز.

۳-۴-۲-۱-۱۰ تعیین دامنه و حجم اطلاعات بانک داده‌ها.

۳-۴-۲-۱-۱۱ تنظیم برنامه زمان‌بندی مطالعات و کنترل مرحله‌ای پیشرفت کار.

۳-۴-۲-۱-۱۲ مشخص نمودن ابزار مورد نیاز عملیات صحرائی و آزمون‌های میدانی.

۳-۴-۲-۱-۱۳ پیش‌بینی مسائل مالی، حمل و نقل و استقرار اکیپ‌های عملیات صحرائی.

۳-۴-۲-۲ بررسی‌های مقدماتی

این مرحله به عنوان اولین گام در انجام مطالعات خاک‌شناسی برای دستیابی به تمام اطلاعات و داده‌های مکانی و غیرمکانی است که در انجام مطالعات خاک‌شناسی نقش کلیدی و اهمیت اساسی دارند. این داده‌ها شامل نقشه‌های مبنایی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های موضوعی مانند زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، اقلیم و مانند اینها است که باید با مقیاس متناسب با سطح دقت مطالعات تهیه گردند.

جزئیات شرح خدمات بررسی‌های مقدماتی به شرح زیر است:

۳-۴-۲-۲-۱ بررسی و جمع‌آوری یا تولید اطلاعات و داده‌های مورد نیاز به شرح زیر:

۳-۴-۲-۲-۱-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی) ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰.

۳-۴-۲-۲-۲ گردآوری نقشه‌های عوارض طبیعی (توپوگرافی) به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۲-۲-۳ گردآوری داده‌های سنجش از دور شامل عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰ با قدرت تفکیک ۵/۸ متر و بالاتر.

۳-۴-۲-۲-۴ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات کاربری و پوشش اراضی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۲-۲-۵ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های آب و هوایی و اقلیم.

۳-۴-۲-۲-۶ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات منابع آب سطحی و زیرزمینی (هیدرولوژی و هیدروژئولوژی)

- ۳-۴-۲-۱-۷ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات بخش‌های کشاورزی، جنگل و مرتع.
- ۳-۴-۲-۱-۸ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات دشت‌های کشاورزی، حوزه‌های آبخیز و مناطق سیل‌گیر و اراضی ماندابی.
- ۳-۴-۲-۱-۹ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات مربوط به مطالعات خاک‌شناسی قبلی و بانک اطلاعاتی نیمرخ-های شاهد (در صورت موجود بودن).
- ۳-۴-۲-۱-۱۰ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های مربوط به رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها.
- ۳-۴-۲-۱-۱۱ گردآوری مطالعات و تحقیقات انجام شده روی منابع خاک منطقه که توسط مراکز علمی و دانشگاه‌ها، موسسات تحقیقاتی، مهندسين مشاور و غيره صورت گرفته است.
- ۳-۴-۲-۱-۱۲ جمع آوری اطلاعات گیاه‌شناسی، محیط زیست، مناطق حفاظت شده و حیات وحش.
- ۳-۴-۲-۲-۲ تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها و اطلاعات گردآوری شده به شرح زیر:
- ۳-۴-۲-۲-۱ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت زمین‌شناسی، جنس سنگ بستر و پهنه‌های رسوبی - ساختاری عمده در محدوده مورد بررسی.
- ۳-۴-۲-۲-۲ شناخت و تجزیه و تحلیل مواد مادری خاک‌ها) مواد مادری درجا یا انتقال یافته شامل: مواد آبرفتی، بادرفتی، یخرفتی، واریزه‌ها و غیره).
- ۳-۴-۲-۲-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰ از زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۴ شناخت و تجزیه و تحلیل پستی و بلندی، شیب، ارتفاع و تولید نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع زمین به مقیاس (DEM) ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۵ شناخت و تجزیه و تحلیل مدل دامنه تپه‌ها، دامنه کوه‌ها و موقعیت‌های مختلف زمین‌نما در مناطق ناهموار با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۶ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین نما و شکل زمین در دشت‌های مسطح و بررسی فرو افتادگی‌ها و برآمدگی‌های محلی با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۷ شناخت و تجزیه و تحلیل کاربری و پوشش اراضی با استفاده از نقشه‌های موجود و یا تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۸ شناخت و تجزیه و تحلیل رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها با استفاده از نقشه‌ها، گزارش‌ها و آمار و اطلاعات هواشناسی منطقه مورد بررسی و مناطق همجوار.
- ۳-۴-۲-۲-۹ شناخت و تجزیه و تحلیل منابع آب سطحی و زیرزمینی با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.
- ۳-۴-۲-۲-۱۰ شناخت و تجزیه و تحلیل کیفیت منابع آب آبیاری (آبهای سطحی و زیرزمینی) با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.

۳-۴-۲-۲-۱۱ شناخت و تجزیه و تحلیل سطح آب زیر زمینی و نوسانات آن در فصول مختلف و وضعیت زهکشی طبیعی (سطحی و عمقی).

۳-۴-۲-۲-۱۲ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت کشاورزی (کشت آبی و دیم و باغات).

۳-۴-۲-۲-۱۳ شناخت و تجزیه و تحلیل خاک‌ها با استفاده از مطالعات و تحقیقات خاک‌شناسی انجام شده قبلی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۲-۲-۱۴ شناخت و تجزیه و تحلیل راه‌های ارتباطی و حمل و نقل.

۳-۴-۲-۲-۱۵ شناخت و تجزیه و تحلیل گیاهان بومی.

۳-۴-۲-۲-۱۶ شناخت و تجزیه و تحلیل مناطق حفاظت شده، زیست بوم‌های حساس و حیات وحش با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.

۳-۴-۲-۲-۱۷ شناخت و تجزیه و تحلیل عوامل محدود کننده اصلی کشاورزی منطقه، (اقلیم، زمین شناسی، توپوگرافی، منابع آب، منابع خاک و مانند این‌ها).

۳-۴-۲-۲-۱۸ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت اقتصادی-اجتماعی و عوامل کنترل کننده کاربری اراضی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۲-۳ مطالعات ستادی قبل از عملیات میدانی

در این مرحله با استفاده از نقشه‌ها و داده‌های اولیه، اطلاعاتی در مورد پدیده‌های سطحی و پوشش اراضی به عنوان راهنمایی برای شناخت انواع خاک‌ها و ترسیم مرزهای تفکیکی آنها به دست می‌آید. بنابراین ابتدا ترتیب جغرافیای خاک‌ها و راهنمای تفسیری آنها تعیین شده و سپس طی عملیات کارتوگرافی، طراحی اولیه واحدهای نقشه خاک در قالب نقشه اولیه و راهنمای مربوطه تهیه می‌گردد. در این مرحله، تخمین حجم کار، زمان بندی و تدارکات لازم قابل دستیابی است و موارد زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۳-۴-۲-۳-۱ تهیه لایه‌های رقومی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰، زمین شناسی، پهنه‌های رسوبی - ساختاری عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، کاربری و پوشش اراضی، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، منابع آب، اقلیم و مناطق زراعی-بوم شناختی.

۳-۴-۲-۳-۲ بررسی نحوه پراکنش جغرافیایی خاک‌ها در واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰ و بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰ زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰.

۳-۴-۲-۳-۳ بازدید مقدماتی سرپرست گروه مطالعات میدانی از محدوده مورد مطالعه به منظور بررسی و تعیین ترتیب جغرافیایی خاک‌ها، طراحی راهنمای توصیفی و تهیه نقشه اولیه خاک بر اساس منابع اطلاعاتی و ای جمع آوری شده، بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها و واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین (سطوح ژئومورفیک).

۳-۴-۲-۳-۴ مطالعه و بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها (اقلیم، مواد مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان) در منطقه مورد بررسی و چگونگی تاثیر آنها بر تشکیل خاک‌ها و خصوصیات آنها.

- ۳-۴-۲-۳-۵ مطالعه و بررسی خصوصیات سطوح ژئومورفیک (واحدهای زمین نما، شکل زمین، اجزاء شکل زمین و اجزاء شکل اراضی انسان ساخت) به منظور تعیین ترتیب جغرافیایی و نحوه پراکنش خاکها در واحدهای یاد شده با استفاده از تفسیر عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰ و تهیه نقشه واحدهای زمین نما و شکل زمین.
- ۳-۴-۲-۳-۶ مطالعه و بررسی ویژگی‌های مورفومتری (درجه شیب، ارتفاع، شیب سو، شکل شیب و شیب-های مختلط در سطوح ژئومورفیک) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۳-۷ مطالعه و بررسی ویژگی‌های موقعیت‌های مختلف زمین‌نما (قله شیب، شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب) در مناطق ناهموار و تکمیل نقشه زمین‌نما و شکل زمین به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۳-۸ مطالعه و بررسی پستی و بلندی‌های کوچک و محلی در دشت‌های مسطح با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۳-۹ مطالعه و بررسی طرح سامانه آبراهه‌ها (الگوی زهکشی سطحی).
- ۳-۴-۲-۳-۱۰ مطالعه و بررسی وضعیت زهکشی عمقی، سیل‌گیری و ماندابی اراضی.
- ۳-۴-۲-۳-۱۱ انتخاب نقشه پایه رقومی شده ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰ و تهیه راهنمای اتصال نقشه‌ها.
- ۳-۴-۲-۳-۱۲ انتقال اطلاعات و داده‌های نقشه واحدهای زمین نما و شکل زمین روی نقشه توپوگرافی پایه.
- ۳-۴-۲-۳-۱۳ انتقال داده‌های زمین‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، پستی و بلندی، وضعیت زهکشی سطحی و عمقی و منابع آب بر روی نقشه توپوگرافی پایه ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰ و تکمیل نقشه اولیه به منظور شناخت انواع خاکها و درک الگوی پراکنش خاکها در واحدهای زمین نما.
- ۳-۴-۲-۳-۱۴ تشخیص و ترسیم اولیه واحدهای نقشه خاک با استفاده از نقشه تفسیری اولیه واحدهای زمین نما، نقشه‌های موضوعی (زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، اقلیم و منابع آب)، نقشه توپوگرافی پایه ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰، مطالعات خاک‌شناسی قبلی و یادداشت‌های بازدید صحرایی مقدماتی.
- ۳-۴-۲-۳-۱۵ بررسی و تعیین الگوی پراکنش نقاط مشاهداتی (نیمرخ‌ها، نیمرخ‌های کم عمق و مته‌ها)، تعداد نقاط مشاهداتی و فواصل آنها در عملیات صحرایی به منظور تعیین مرز واحدها و خصوصیات خاک آنها، متناسب با اهداف و سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه‌های و حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه (۰/۶ تا ۴ هکتار).
- ۳-۴-۲-۳-۱۶ انتقال نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش روی نقشه اولیه خاک.
- ۳-۴-۲-۳-۱۷ تهیه راهنمای توصیفی نقشه شامل تشریح و طبقه‌بندی خاکها، راهنمای تطبیقی (شناسایی) راهنمای علائم و نشانه‌های خاص و قراردادی، نقشه کلی خاک و راهنمای آن، و توضیحات کمکی مانند مبانی ژنتیکی و خصوصیات خاکها در هریک از واحدهای نقشه.
- ۳-۴-۲-۳-۱۸ چاپ و تکثیر نسخه کاغذی نقشه اولیه خاک برای عملیات صحرایی (میدانی).

۳-۴-۲-۴ عملیات صحرائی (میدانی)

عملیات صحرائی (میدانی) با تجهیز کارگاه و استقرار گروه‌های مطالعات صحرائی آغاز می‌شود. پس از پیمایش مسیرهای طراحی شده در واحدهای زمین نما و یا شبکه نقاط، با حفاری نقاط مشاهداتی و ثبت نتایج تشریح نیمرخ‌های خاک در فرم‌های استاندارد، تهیه نمونه‌های خاک و آب لازم، بررسی ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون‌ها، کنترل مرزهای واحدهای نقشه خاک، طراحی واحدهای نقشه و نام‌گذاری آنها، تا هماهنگی سری‌های خاک، تائید سری‌های خاک شناخته شده، معرفی سری‌های جدید، تعیین فازهای سری‌ها و بالاتر از سری‌ها ادامه می‌یابد. پایان عملیات صحرائی، جمع آوری و تعطیل کارگاه زمانی است که ناظر فنی مطالعات، مرحله نهایی کنترل کیفیت و تضمین کیفیت مطالعات را را به پایان برده، کفایت عملیات صحرائی و دستیابی به اهداف پروژه را اعلام نموده باشد. در پایان این مرحله هیچ پرسشی که باید در عملیات صحرائی پاسخ داده شود نباید باقی مانده باشد. عملیات صحرائی موارد زیر را شامل می‌شود:

۳-۴-۲-۴-۱ کنترل نقاط مشاهداتی انتخابی با استفاده از تفسیرعکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، یادداشت‌های مرحله بازدید مقدماتی و عملیات صحرائی، تغییر محل، حذف نقاط و یا افزودن نقاط مشاهداتی جدید.

۳-۴-۲-۴-۲ پیمایش مسیرهای انتخابی (براساس تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای) در واحدهای زمین نما و حفاری نقاط مشاهداتی (نیمرخ خاک، نیمرخ کم عمق و مته) بر اساس راهنمای استاندارد تهیه نقشه خاک ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۲-۴-۳ ثبت موقعیت مکانی (مختصات جغرافیایی) نقاط مشاهداتی با سامانه مکان یاب جهانی GPS و توجیه نقاط با مکان‌های شناخته شده (شهر، روستا، جاده، رودخانه و عوارضی مانند آنها)، ثبت مختصات و شماره نقاط در نقشه‌ها و فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

۳-۴-۲-۴-۴ ثبت عنوان پروژه، شماره نقشه، مطالعه کننده، تاریخ و زمان انجام عملیات صحرائی در فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

۳-۴-۲-۴-۵ تشریح محیط پیرامون پدون (ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون) و ثبت آن در فرم‌های استاندارد تشریح به شرح زیر:

۳-۴-۲-۴-۱ تعیین نوع واحدزمین نما، ویژگی‌های زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی و مواد مادری خاک‌ها (مواد درجا و انتقالی).

۳-۴-۲-۴-۲ تشریح ویژگی‌های پستی و بلندی مانند شیب، شیب سو، طول شیب، آمیختگی شیب و ارتفاع (ماکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۲-۴-۳ تشریح خصوصیات مورفومتری واحدهای زمین نما و شکل زمین براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۲-۴-۴ تشریح شکل سطح اراضی (گود، مسطح، برآمده) و پستی و بلندی‌های کوچک و محلی (میکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۲-۴-۵ تعیین نوع کاربری و پوشش اراضی (کشاورزی، آبی و دیم، باغ، جنگل، مرتع، حیات وحش، منطقه حفاظت شده و غیره).

۳-۴-۲-۴-۵-۶ تعیین میزان سنگ و سنگ‌ریزه ، سنگلاخی بودن اراضی و رخنمون‌های سنگی.

۳-۴-۲-۴-۵-۷ تشریح وضعیت فرسایش محدوده پلی‌پدون (فرسایش لغزشی، آبی و بادی) و تعیین کلاس فرسایش.

۳-۴-۲-۴-۵-۸ تشریح وضعیت غرقابی، سیل‌گیری، زهکشی طبیعی، رواناب سطحی و تعیین کلاس‌های مربوطه.

۳-۴-۲-۴-۶ تشریح پدون (نیمرخ خاک) و ثبت مشاهدات در فرم‌های استاندارد به شرح زیر:

۳-۴-۲-۴-۶-۱ تشریح افق‌های مشخصه سطحی و افق‌های مشخصه عمقی و ضخامت آنها.

۳-۴-۲-۴-۶-۲ تشریح مرز افق‌های خاک.

۳-۴-۲-۴-۶-۳ تشریح بافت و اجزاء خرده سنگی افق سطحی و افق‌های عمقی خاک.

۳-۴-۲-۴-۶-۴ تشریح ساختمان خاک و پایداری و مقاومت آنها درمقابل حفاری.

۳-۴-۲-۴-۶-۵ تشریح رنگ غالب افق‌های خاک و منقوطه‌های رنگین.

۳-۴-۲-۴-۶-۶ تشریح تخلخل و حفرات خاک.

۳-۴-۲-۴-۶-۷ تشریح وضعیت ریشه‌ها، عمق نفوذ ریشه و لایه محدوده کننده نفوذ ریشه.

۳-۴-۲-۴-۶-۸ تشریح عمق خاک، لایه‌های سنگ بستر سخت، انقطاع سنگی و لایه‌های متناوب رسوبی.

۳-۴-۲-۴-۶-۹ تشریح وضعیت ترک‌های سطحی و عمقی، سطوح براق رسی، پوشش رسی و ناهمواری‌های کوچک سطحی (گیلگای).

۳-۴-۲-۴-۶-۱۰ تشریح وضعیت آهک، گچ و نمک‌های محلول و اشکال مختلف آنها (پودری، رشته ای، سخت دانه و بلوری)، واکنش خاک، شور و سدیمی بودن آن.

۳-۴-۲-۴-۷ تشریح خصوصیات مهندسی خاک (مقاومت در برابر گسیختگی، حد سیلان و خمیرایی، چسبندگی، مقاومت در مقابل حفاری و...).

۳-۴-۲-۴-۸ تشریح خصوصیات رفتاری خاک بر کاربری‌های جاری و یا قابل اجرا در خاک‌های غالب منطقه مانند زه‌دار شدن، نشست جاده‌ها و ساختمان‌ها، کج شدگی خطوط انتقال نیرو، ساختمان‌ها و پدیده‌هایی از این دست.

۳-۴-۲-۴-۹ تشریح نقش خاک‌ها در امور مهندسی و تناسب آنها برای ساختمان‌سازی، احداث راه، سیستم‌های دفع مواد زاید مایع و جامد (پسماندها) در مناطق مسکونی در حال گسترش.

۳-۴-۲-۴-۱۰ تشریح روش‌های متداول منطقه در مدیریت زراعت، جنگل و مرتع.

۳-۴-۲-۴-۱۱ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی با کیفیت و دقت بالا از واحدهای زمین نما، کاربری و پوشش اراضی برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۲-۴-۱۲ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی با کیفیت و دقت بالا از عوارض موجود در خاک (خاکدانه‌ها، تخلخل، ریشه‌ها، منقوطه‌های رنگین، سخت دانه‌ها، اجزاء خرده سنگی، افق‌های مشخصه و مرز افق‌ها) برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۲-۴-۱۳ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی از نیمرخ‌های شاهد برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۲-۴-۱۴ تعیین ترکیب انواع واحدهای نقشه (مجموعه‌های همسان، کمپلکس‌ها، مجموعه‌ها و گروه‌های نامشخص) و خصوصیات آنها با روش پیمایش در یک امتداد و روش‌های شبکه‌بندی و قطعه‌بندی اراضی.

۳-۴-۲-۴-۱۵ نام‌گذاری واحدهای نقشه.

۳-۴-۲-۴-۱۶ هماهنگی خاک‌ها با سری‌های خاک شناخته شده و معرفی سری‌های خاک جدید (واریانت‌ها، تاکساجانکت‌ها یا شبه سری‌ها) براساس مطالعات مقدماتی، عملیات صحرایی و تجزیه‌های آزمایشگاهی.

۳-۴-۲-۴-۱۷ تعیین فازهای سری‌های خاک شامل فازهای شیب، فرسایش، بافت خاک سطحی، ضخامت خاک، عمق لایه محدود کننده زیرین، زهکشی، وضعیت آب در خاک، شوری، فیزیوگرافی، اقلیم، اجزاء خرده سنگی، نهشته‌های آبی و بادی.

۳-۴-۲-۴-۱۸ بررسی و تشریح اراضی متفرقه شامل اراضی مخروطه، شن زارهای ساحلی، اراضی باد رفته، محل تخلیه نخاله‌ها، اراضی گچی، دق‌ها (کفه‌های رسی)، پلایاها، بستر رودها و مسیل‌ها، اراضی خاک-برداری شده (گودال‌ها)، اراضی گدازه‌ای، رخنمون‌های سنگی، کفه‌های نمکی، مناطق مسکونی، مناطق صنعتی، توده‌های آب (دریاچه‌ها، برکه‌ها، مخازن سدها) و مانند این‌ها.

۳-۴-۲-۴-۱۹ طبقه‌بندی خاک‌ها در واحدهای نقشه تاسطح فامیل و تعیین سری‌های خاک به‌عنوان سطح رده‌بندی مورد استفاده در سیستم رده‌بندی جامع خاک‌ها و تاسطح زیرگروه در پایگاه مرجع جهانی منابع خاک.

۳-۴-۲-۴-۲۰ کنترل واحدهای نقشه خاک در مرز واحدها و معرفی خاک‌های موجود در هر واحد منطبق با حداقل سطح مجاز واحد تفکیکی نقشه 0 (۶/۴ تا ۴ هکتار)، سطح واحدهای مدیریتی براساس اهداف مطالعه و حداقل مساحت خاک‌های ناخالص در واحدهای نقشه خاک، تأیید، تغییر و یا رد مرزهای ترسیمی نقشه در مرحله مطالعات مقدماتی.

۳-۴-۲-۴-۲۱ انتخاب و معرفی نیمرخ‌های شاهدخاک براساس شباهت‌های مورفولوژیکی، تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی.

۳-۴-۲-۴-۲۲ تکمیل راهنمای توصیفی نقشه براساس مطالعات مرحله مقدماتی، عملیات صحرایی، (تشریح نیمرخ‌های خاک و محدوده پلی‌پدون‌ها)، تکمیل راهنمای تطبیقی و تشریح واحدهای نقشه.

۳-۴-۲-۴-۲۳ نمونه‌برداری از افق‌های مختلف نیمرخ‌های خاک، ثبت مشخصات آنها و اتیکت‌گذاری برای ارسال به آزمایشگاه تجزیه‌های خاک و آب.

۳-۴-۲-۴-۲۴ تهیه نمونه دست نخورده برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی نظیر جرم مخصوص ظاهری، نقطه پژمردگی و... مطالعات میکرومورفولوژی و سایر تجزیه‌هایی که به نمونه دست نخورده نیاز دارند.

۳-۴-۲-۴-۲۵ تقاضای انجام آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی، متناسب با اهداف پروژه و سطح دقت مطالعات.

۳-۴-۲-۴-۲۶ تعیین کلاس هدایت هیدرولیکی اشباع نیمرخ‌های شاهد (سری‌های خاک) و سرعت نفوذ آب به داخل خاک.

۳-۴-۲-۵ مطالعات ستادی نهایی

مطالعات ستادی نهایی تمام فرآیندهای تکمیل نقشه نهایی خاک، تدوین و تنظیم راهنمای تطبیقی، کنترل واحدها و علائم نقشه و تشریح خصوصیات آنها، تلفیق نتایج بررسی‌های مرحله مقدماتی و عملیات صحرائی با نتایج و تجزیه‌های آزمایشگاهی، تهیه و تنظیم گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی، فرآوری داده‌های مکانی (نقشه‌ها) و گزارش نهایی برای ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی، رقومی نمودن اطلاعات و پردازش آنها به منظور تهیه نقشه‌ها و گزارش تفسیری را در بر می‌گیرد. جزئیات شرح خدمات مطالعات ستادی نهایی به شرح زیر است:

۳-۴-۲-۵-۱ تهیه نقشه نهایی و راهنمای تطبیقی براساس نقشه اولیه خاک، راهنمای توصیفی، عملیات صحرائی و نتایج آزمایشگاهی شامل موارد زیر:

۳-۴-۲-۵-۱-۱ کنترل مرز واحدهای نقشه در حاشیه‌ها و انطباق آن با نقشه‌های مجاور، اصلاح مرزها به صورت دقیق یا قابل قبول، حذف مرزهای اضافی و افزودن مرزهایی که از قلم افتاده‌اند.

۳-۴-۲-۵-۱-۲ کنترل راهنمای مشخصات عمومی نقشه‌ها، علائم قراردادی و نشانه‌های خاص از جمله جهت شمال، مقیاس و تاریخ تهیه نقشه، راهنمای اتصال نقشه‌ها، نقشه موقعیت نشانه‌های عوارض طبیعی و انسان ساخت و مانند آنها.

۳-۴-۲-۵-۱-۳ کنترل انواع واحدهای نقشه و تشریح خصوصیات آنها، محل و شماره نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش.

۳-۴-۲-۵-۱-۴ رقومی سازی نقشه‌های خاک و انتقال آن روی نقشه‌های توپوگرافی پایه و هم مقیاس، کنترل و اصلاح مرزهای باز واحدها، علائم و نشانه‌های استاندارد، مرزهای سیاسی و غیره، الحاق راهنمای تطبیقی و رنگ آمیزی نقشه‌ها.

۳-۴-۲-۵-۱-۵ تعیین رقومی مساحت واحدهای نقشه خاک و واحدهای زمین نما و تنظیم جداول مربوطه
۳-۴-۲-۵-۱-۶ تهیه نقشه کلی خاک برای منطقه مورد بررسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (در سطح مرتبه چهارم) مطالعات، علاوه بر نقشه خاک تخصصی مطالعات در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰.

۳-۴-۲-۵-۲ تهیه گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده در مرحله مقدماتی، یادداشت‌های صحرائی، تشریح محدوده پلی‌پدون‌ها و نیمرخ‌های خاک، تشریح واحدهای نقشه خاک و راهنمای توصیفی و تطبیقی و بانک داده‌های خاک، به شرح زیر:

۳-۴-۲-۵-۲-۱ راهنمای استفاده از گزارش مطالعات خاک‌شناسی.

۳-۴-۲-۵-۲-۲ توصیف منطقه مورد بررسی شامل موقعیت، وسعت، راه‌های دسترسی و وضعیت اقتصادی-اجتماعی.

۳-۴-۲-۵-۲-۳ تجزیه و تحلیل وضعیت زمین شناسی، مواد مادری و سنگ بستر، مناطق ساختاری - رسوبی عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، واحدهای زمین‌نما و شکل زمین، اقلیم، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، منابع آب آبیاری، گیاهان بومی، محدودیت‌های اساسی عوامل یادشده در استفاده و مدیریت اراضی منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۲-۵-۲-۴ تشریح فرآیندها و نقش عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌های منطقه شامل مواد مادری، پستی و بلندی، اقلیم، موجودات زنده، گیاهان، زمان و الگوی پراکنش خاک‌ها.

۳-۴-۲-۵-۲-۴ تشریح روش انجام مطالعات خاک‌شناسی (مراحل مقدماتی، صحرایی، ستادی، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی).

۳-۴-۲-۵-۲-۶ تشریح واحدهای نقشه خاک، اجزاء واحدها، ناخالصی‌ها، اراضی متفرقه، خصوصیات واحدهای ژئومورفولوژیکی و خاک آنها.

۳-۴-۲-۵-۲-۷ تشریح کاربری و پوشش اراضی، مدیریت واحدها و اجزاء واحدهای نقشه خاک.

۳-۴-۲-۵-۲-۸ طبقه‌بندی خاک‌های منطقه مورد بررسی به شرح زیر:

۳-۴-۲-۵-۲-۱۱ تشریح خصوصیات کامل سری‌های خاک شناخته شده شامل، اسامی سری‌ها، طبقه‌بندی جامع خاک، نیمرخ شاهد، موقعیت نیمرخ شاهد، حدود تغییرات، سری‌های غالب، نظم جغرافیایی، سری‌های خاک همراه، زه‌کشی و ضریب آب‌گذری، کاربری و پوشش اراضی، پراکنش و وسعت، ملاحظات مربوط به افق‌های مشخصه سطحی و عمقی و سایر داده‌های اضافی طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک و طبقه‌بندی جامع خاک و آخرین کلید آن.

۳-۴-۲-۵-۲-۱۲ معرفی و پیشنهاد سری‌های خاک جدید و تشریح خصوصیات آنها، طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک و طبقه‌بندی جامع خاک و آخرین کلید آن و تشریح تفاوت سری‌های جدید با سری‌های شناخته شده قبلی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۲-۵-۲-۱۳ تنظیم فهرست منابع مورد استفاده در تهیه نقشه خاک و گزارش نهایی.

۳-۴-۲-۵-۲-۱۴ ارائه جدول مربوط به پارامترهای آب و هوائی (بارندگی، دما، تبخیر، یخبندان)، عملکرد محصولات، کیفیت و کمیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، آب آبیاری، گیاهان بومی و مانند این‌ها (سری‌های خاک شناخته شده و سری‌های جدید).

۳-۴-۲-۵-۲-۱۵ ارائه جداول مساحت واحدهای نقشه و اجزاء واحدهای نقشه خاک، اراضی متفرقه، زمین نما و شکل زمین، کاربری و پوشش اراضی.

۳-۴-۲-۵-۲-۱۶ ارائه نمودارهای آمیروترمیک، پراش نگار پرتو اشعه ایکس در تجزیه‌های کانی شناسی و دیاگرام‌های سه بعدی (بلوک دیاگرام) زمین نما و شکل زمین.

۳-۴-۲-۵-۲-۱۷ ارائه تصاویر دیجیتالی از محدوده پلی‌پدون‌ها، نیمرخ خاک و عوارض خاص.

۳-۴-۲-۵-۲-۱۸ تهیه بانک داده‌های منابع خاک (نقشه خاک، راهنمای توصیفی و تطبیقی، نقشه موقعیت منطقه مورد بررسی و گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی).

۳-۴-۲-۶ تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی‌های خاک‌ها برای کاربری‌های گوناگون

تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی‌های خاک‌ها در کاربری‌های گوناگون شامل موارد زیر:

۳-۴-۲-۶-۱ گردآوری اطلاعات و داده‌های مربوط به خاک‌ها و واحدهای زمین نمای مربوطه در منطقه مورد بررسی برای تفسیر.

۳-۴-۲-۶-۲ استفاده از داده‌های خاک در تهیه مدل‌های لازم از ویژگی‌های خاک.
۳-۴-۲-۶-۳ کسب استنتاج‌ها، و ارائه قواعد و رهنمودهای لازم برای پیش‌بینی خصوصیات رفتاری خاک‌ها در کاربری‌های معین.

۳-۴-۲-۶-۴ تلفیق پیش‌بینی‌های تفسیری و تعمیم آن به واحدهای نقشه.
۳-۴-۲-۶-۵ تهیه قواعد، معیارها و دستورالعمل‌های تفسیری و تعیین گروه‌های مدیریتی خاک‌ها برای کاربری‌های متداول از جمله طراحی استفاده از اراضی، کاربری‌های کشاورزی، جنگل، مرتع، حیات وحش، فضای سبز، راه، راه آهن و فرودگاه، خطوط انتقال آب، گاز و نفت، دفع پسماند، مدیریت منابع آب، برنامه ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای، شهرسازی، ساختمان‌سازی، آبیاری و زه‌کشی، ارزیابی اراضی و زمینه‌های دیگر.
۳-۴-۲-۶-۶ تفسیر ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون‌ها (نوع واحد زمین نما، موادمادری، سنگ بستر، شیب، پستی و بلندی و ارتفاع، کاربری و پوشش اراضی، سیل‌گیری، ماندابی، زهکشی طبیعی، اقلیم، و فرسایش و مانند اینها).

۳-۴-۲-۶-۷ تفسیر خصوصیات نیمرخ خاک (بافت، ساختمان، تخلخل، افق‌های مشخصه سطحی و عمقی، تمرکز املاح محلول، عمق خاک و لایه محدود کننده و عواملی مانند اینها).

۳-۴-۲-۶-۸ تفسیر داده‌های آزمایشگاهی (کربنات کلسیم، گچ، واکنش خاک، مواد آلی، شوری، نسبت جذب سدیم و تمام خصوصیات دیگری که در تفسیر یک کاربری معین مورد استفاده قرار می‌گیرد).

۳-۴-۲-۶-۹ تفسیر ویژگی‌های مهندسی خاک (حد سیلان و خمیرایی براساس روش طبقه‌بندی استاندارد خاک‌ها، طبقه‌بندی حمل و نقل و بزرگراه‌های (USCS)، گروه‌بندی یونیفاید (ASTM) برای مقاصد مهندسی (AASHTO) ایالتی آمریکا.

۳-۴-۲-۶-۱۰ درجه‌بندی محدودیت، توانمندی و تناسب واحدهای نقشه خاک برای کاربری‌های موردنظر.
۳-۴-۲-۶-۱۱ ارائه نتایج تفسیرها به صورت نقشه تفسیری و راهنمای مربوطه، جداول، نمودارها، و گزارش مربوطه.

۳-۴-۲-۶-۱۲ رقومی نمودن نقشه‌های تفسیری و انتقال آن بر روی نقشه توپوگرافی پایه.

۳-۴-۲-۶-۱۳ تهیه بانک داده‌های نقشه‌ها و گزارش تفسیری.

۳-۴-۳ مطالعات خاک‌شناسی نیمه تفصیلی (مرتب‌ه سوم) (مقیاس نقشه‌ها ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰)
این سطح دقت مربوط به مواردی است که در آن آگاهی دقیق از وضعیت اراضی و یا اطلاعات تفصیلی مربوط به خاک‌ها مورد نیاز نیست. کاربری اصلی این گونه اراضی معمولاً از یک نوع بوده و کاربری‌های فرعی در آن اندک می‌باشد. در برنامه‌ریزی برای مراتع، جنگل‌ها، تفرجگاه‌ها و دیگر کاربری‌های متداول می‌توان از اطلاعات این سطح بهره برد. تعیین مرز خاک‌ها با بهره‌گیری از عملیات صحرائی و تفسیر داده‌های سنجش از دور با توجه به روش مطالعه میسر بوده و برای کنترل مرزها از تعدادی نقاط مشاهداتی استفاده می‌شود. در این سطح از مطالعات خاک‌های واقع در بخش شاخص به صورت پیمایش مورد مطالعه واقع شده و نتایج آن برای اراضی مشابه تعمیم داده می‌شود و برای تأیید و کنترل آن نقاط مشاهداتی دیگری بر روی تعدادی مقاطع صورت می‌گیرد. واحدهای نقشه شامل مجموعه‌ها، کمپلکس‌ها، مجموعه‌های همسان و گروه‌های

نامشخص است و فازهای سری‌ها و واحدهای بالاتر از سری‌ها (فامیل‌ها)، اجزاء واحد نقشه و یا اراضی متفرقه را تشکیل می‌دهند.

حداقل مساحت مربوط به هر محدوده ترسیمی بسته به اهداف مطالعه و پیچیدگی‌های موجود در واحدهای زمین‌نما ۱/۶ تا ۱۶ هکتار می‌باشد. مساحت و مقدار ناخالصی‌های متمایز نیز متناسب با نوع واحد مورد استفاده و محدوده مجاز آن متفاوت است. با توجه به آمیختگی اشکال اراضی و کاربری مورد نظر، مقیاس نقشه پایه غالباً ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ می‌باشد.

۳-۴-۳-۱ برنامه‌ریزی و سازماندهی انجام مطالعات

برنامه‌ریزی و سازماندهی مطالعات شامل موارد زیر است:

۳-۴-۳-۱ تعیین محدوده مورد بررسی

۳-۴-۳-۲ تعریف مسئله

۳-۴-۳-۳ تعیین اهداف کلی و اهداف جزئی مطالعات

۳-۴-۳-۴ تعیین کاربران مطالعات

۳-۴-۳-۵ تعیین سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه پایه، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نوع و مقیاس نقشه نهایی، حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه، انواع واحدهای نقشه، ساختار راهنمای نقشه و سطح کلاس مورد استفاده برای طبقه‌بندی خاک‌ها.

۳-۴-۳-۶ تعیین تراکم نقاط مطالعاتی، حجم پیمایش‌های میدانی؛ روش کنترل کیفیت اجزاء واحدهای نقشه.

۳-۴-۳-۷ تعیین روش‌های نمونه‌برداری، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی.

۳-۴-۳-۸ بررسی و تعیین نحوه انتشار و توزیع نقشه‌ها و گزارش نهایی (کاغذی یا عددی)، تعداد نسخه‌های نقشه‌ها و گزارش نهایی.

۳-۴-۳-۹ مشخص نمودن انواع تفسیرهای مورد نیاز.

۳-۴-۳-۱۰ تعیین دامنه و حجم اطلاعات بانک داده‌ها.

۳-۴-۳-۱۱ تنظیم برنامه زمان‌بندی مطالعات و کنترل مرحله‌ای پیشرفت کار.

۳-۴-۳-۱۲ مشخص نمودن ابزار مورد نیاز عملیات صحرائی و آزمون‌های میدانی.

۳-۴-۳-۱۳ پیش بینی مسائل مالی، حمل و نقل و استقرار اکیپ‌های عملیات صحرائی.

۳-۴-۳-۲ بررسی‌های مقدماتی

این مرحله به عنوان اولین گام در انجام مطالعات خاک‌شناسی برای دستیابی به تمام اطلاعات و داده‌های مکانی و غیرمکانی است که در انجام مطالعات خاک‌شناسی نقش کلیدی و اهمیت اساسی دارند. این داده‌ها شامل نقشه‌های مبنایی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های موضوعی مانند زمین‌شناسی زمین‌ریخت‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، اقلیم و مانند اینها است که باید با مقیاس متناسب با سطح دقت مطالعات تهیه گردند.

- جزئیات شرح خدمات بررسی‌های مقدماتی به شرح زیر است :
- ۳-۴-۳-۱ بررسی و جمع‌آوری یا تولید اطلاعات و داده‌های مورد نیاز به شرح زیر:
- ۳-۴-۳-۱-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی) به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۲-۱ گردآوری نقشه‌های عوارض طبیعی (توپوگرافی) به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۳-۱ گردآوری داده‌های سنجش از دور شامل عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۴-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات کاربری و پوشش اراضی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۵-۱ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های آب و هوایی و اقلیم.
- ۳-۴-۳-۶-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات منابع آب سطحی و زیرزمینی (هیدرولوژی و هیدروژئولوژی).
- ۳-۴-۳-۷-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات بخش‌های کشاورزی، جنگل و مرتع.
- ۳-۴-۳-۸-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات دشت‌های کشاورزی، حوزه‌های آبخیز و مناطق سیل‌گیر و اراضی ماندابی.
- ۳-۴-۳-۹-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات مربوط به مطالعات خاک‌شناسی قبلی و بانک اطلاعاتی نیمرخ‌های شاهد (در صورت موجود بودن).
- ۳-۴-۳-۱۰-۱ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های مربوط به رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها.
- ۳-۴-۳-۱۱-۱ گردآوری مطالعات و تحقیقات انجام شده روی منابع خاک منطقه که توسط مراکز علمی و دانشگاه‌ها، موسسات تحقیقاتی، مهندسين مشاور و غيره صورت گرفته است.
- ۳-۴-۳-۱۲-۱ جمع‌آوری اطلاعات گیاه‌شناسی، محیط زیست، مناطق حفاظت شده و حیات وحش.
- ۳-۴-۳-۲-۲ تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها و اطلاعات گردآوری شده به شرح زیر:
- ۳-۴-۳-۱-۲-۲ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت زمین‌شناسی، جنس سنگ بستر و پهنه‌های رسوبی - ساختاری عمده در محدوده مورد بررسی.
- ۳-۴-۳-۲-۲-۲ شناخت و تجزیه و تحلیل مواد مادری خاک‌ها (مواد مادری درجا یا انتقال یافته شامل : مواد آبرفتی، باد رفتی، یخ‌رفتی، واریزه‌ها و غیره).
- ۳-۴-۳-۲-۲-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۲-۲-۴ شناخت و تجزیه و تحلیل پستی و بلندی، شیب، ارتفاع و تولید نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع زمین (DEM) به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۲-۲-۵ شناخت و تجزیه و تحلیل مدل دامنه تپه‌ها، دامنه کوه‌ها و موقعیت‌های مختلف زمین نما در مناطق ناهموار با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰۰.

۳-۴-۲-۲-۶ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین نما و شکل زمین در دشت‌های مسطح و بررسی فرو افتادگی‌ها و برآمدگی‌های محلی با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌های ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.

۳-۴-۲-۲-۷ شناخت و تجزیه و تحلیل کاربری و پوشش اراضی با استفاده از نقشه‌های موجود و یا تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰.

۳-۴-۲-۲-۸ شناخت و تجزیه و تحلیل رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها با استفاده از نقشه‌ها، گزارش‌ها و آمار و اطلاعات هواشناسی منطقه مورد بررسی و مناطق همجوار.

۳-۴-۲-۲-۹ شناخت و تجزیه و تحلیل منابع آب سطحی و زیر زمینی با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.

۳-۴-۲-۲-۱۰ شناخت و تجزیه و تحلیل کیفیت منابع آب آبیاری (آبهای سطحی و زیرزمینی) با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.

۳-۴-۲-۲-۱۱ شناخت و تجزیه و تحلیل سطح آب زیر زمینی و نوسانات آن در فصول مختلف و وضعیت زهکشی طبیعی (سطحی و عمقی).

۳-۴-۲-۲-۱۲ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت کشاورزی (کشت آبی و دیم و باغات).

۳-۴-۲-۲-۱۳ شناخت و تجزیه و تحلیل خاک‌ها با استفاده از مطالعات و تحقیقات خاک‌شناسی انجام شده قبلی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۲-۲-۱۴ شناخت و تجزیه و تحلیل راه‌های ارتباطی و حمل و نقل.

۳-۴-۲-۲-۱۵ شناخت و تجزیه و تحلیل گیاهان بومی.

۳-۴-۲-۲-۱۶ شناخت و تجزیه و تحلیل مناطق حفاظت شده، زیست بوم‌های حساس و حیات وحش با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.

۳-۴-۲-۲-۱۷ شناخت و تجزیه و تحلیل عوامل محدود کننده اصلی کشاورزی منطقه، (اقلیم، زمین شناسی، توپوگرافی، منابع آب، منابع خاک و مانند این‌ها).

۳-۴-۲-۲-۱۸ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت اقتصادی- اجتماعی و عوامل کنترل کننده کاربری اراضی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۲-۳ مطالعات ستادی قبل از عملیات میدانی

در این مرحله با استفاده از نقشه‌ها و داده‌های اولیه، اطلاعاتی در مورد پدیده‌های سطحی و پوشش اراضی به عنوان راهنمایی برای شناخت انواع خاک‌ها و ترسیم مرزهای تفکیکی آنها به دست می‌آید. بنابراین ابتدا ترتیب جغرافیای خاک‌ها و راهنمای تفسیری آنها تعیین شده و سپس طی عملیات کارتوگرافی، طراحی اولیه واحدهای نقشه خاک در قالب نقشه اولیه و راهنمای مربوطه تهیه می‌گردد. در این مرحله، تخمین حجم کار، زمان‌بندی و تدارکات لازم قابل دستیابی است و موارد زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۳-۴-۳-۱ تهیه لایه‌های عددی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ ، زمین‌شناسی، پهنه‌های رسوبی- ساختاری عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، کاربری و پوشش اراضی، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، منابع آب، اقلیم و مناطق زراعی- بوم‌شناختی .

۳-۴-۳-۲ بررسی نحوه پراکنش جغرافیایی خاک‌ها در واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین با استفاده از تفسیرعکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰ و بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ تازمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰۰.

۳-۴-۳-۳ بازدید مقدماتی سرپرست گروه مطالعات میدانی از محدوده مورد مطالعه به منظور بررسی و تعیین ترتیب جغرافیایی خاک‌ها، طراحی راهنمای توصیفی و تهیه نقشه اولیه خاک براساس منابع اطلاعاتی و داده‌های جمع‌آوری شده، بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها و واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین (سطوح ژئومورفیک).

۳-۴-۳-۴ مطالعه و بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها (اقلیم، مواد مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان) در منطقه مورد بررسی و چگونگی تاثیر آنها بر تشکیل خاک‌ها و خصوصیات آنها.

۳-۴-۳-۵ مطالعه و بررسی خصوصیات سطوح ژئومورفیک (واحدهای زمین نما، شکل زمین، اجزاء شکل زمین و اجزاء شکل اراضی انسان ساخت) به منظور تعیین ترتیب جغرافیایی و نحوه پراکنش خاک‌ها در واحدهای یادشده با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰ و تهیه نقشه واحدهای زمین نما و شکل زمین.

۳-۴-۳-۶ مطالعه و بررسی ویژگی‌های مورفومتری (درجه شیب، ارتفاع، شیب سو، شکل شیب و شیب- های مختلط درس طوح ژئومورفیک) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.

۳-۴-۳-۷ مطالعه و بررسی ویژگی‌های موقعیت‌های مختلف زمین نما (قله شیب، شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب) در مناطق ناهموار و تکمیل نقشه زمین نما و شکل زمین با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.

۳-۴-۳-۸ مطالعه و بررسی پستی و بلندی‌های کوچک و محلی در دشت‌های مسطح با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰.

۳-۴-۳-۹ مطالعه و بررسی طرح سامانه آبراهه‌ها (الگوی زهکشی سطحی).

۳-۴-۳-۱۰ مطالعه و بررسی وضعیت زهکشی عمقی، سیل‌گیری و ماندابی اراضی.

۳-۴-۳-۱۱ انتخاب نقشه پایه عددی شده ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ و تهیه راهنمای اتصال نقشه‌ها.

۳-۴-۳-۱۲ انتقال اطلاعات و داده‌های نقشه واحدهای زمین نما و شکل زمین روی نقشه توپوگرافی پایه.

۳-۴-۳-۱۳ انتقال داده‌های زمین‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، پستی و بلندی ، وضعیت زهکشی سطحی و عمقی و منابع آب بر روی نقشه توپوگرافی پایه ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ و تکمیل نقشه اولیه به منظور شناخت انواع خاک‌ها و درک الگوی پراکنش خاک‌ها در واحدهای زمین نما.

۳-۴-۳-۱۴ تشخیص و ترسیم اولیه واحدهای نقشه خاک با استفاده از نقشه تفسیری اولیه واحدهای زمین نما، نقشه‌های موضوعی (زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی ، اقلیم و منابع

آب)، نقشه توپوگرافی پایه ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰، مطالعات خاک‌شناسی قبلی و یادداشت‌های بازدید صحرائی مقدماتی.

۳-۴-۳-۳ بررسی و تعیین الگوی پراکنش نقاط مشاهداتی (نیمرخ‌ها، نیمرخ‌های کم عمق و مته‌ها)، تعداد نقاط مشاهداتی و فواصل آنها در عملیات صحرائی به منظور تعیین مرز واحدها و خصوصیات خاک آنها، متناسب با اهداف و سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ و حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه (۱/۶ تا ۱۶ هکتار).

۳-۴-۳-۳ انتقال نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش روی نقشه اولیه خاک.

۳-۴-۳-۳ تهیه راهنمای توصیفی نقشه شامل تشریح و طبقه‌بندی خاک‌ها، راهنمای تطبیقی (شناسایی) راهنمای علائم و نشانه‌های خاص و قراردادی، نقشه کلی خاک و راهنمای آن، و توضیحات کمکی مانند مبانی ژنتیکی و خصوصیات خاک‌ها در هریک از واحدهای نقشه.

۳-۴-۳-۳ چاپ و تکثیر نسخه کاغذی نقشه اولیه خاک برای عملیات صحرائی (میدانی).

۳-۴-۳-۴ عملیات صحرائی (میدانی)

عملیات صحرائی (میدانی) با تجهیز کارگاه و استقرار گروه‌های مطالعات صحرائی آغاز می‌شود. پس از پیمایش مسیرهای طراحی شده در واحدهای زمین نما و یا شبکه نقاط، با حفاری نقاط مشاهداتی و ثبت نتایج تشریح نیمرخ‌های خاک در فرم‌های استاندارد، تهیه نمونه‌های خاک و آب لازم، بررسی ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون‌ها، کنترل مرزهای واحدهای نقشه خاک، طراحی واحدهای نقشه و نام‌گذاری آنها، تا هماهنگی سری‌های خاک، تأیید سری‌های خاک شناخته شده، معرفی سری‌های جدید، تعیین فازهای سری‌ها و بالاتر از سری‌ها ادامه می‌یابد. پایان عملیات صحرائی، جمع‌آوری و تعطیل کارگاه زمانی است که ناظر فنی مطالعات، مرحله نهایی کنترل کیفیت و تضمین کیفیت مطالعات را ا به پایان برده، کفایت عملیات صحرائی و دستیابی به اهداف پروژه را اعلام نموده باشد. در پایان این مرحله هیچ پرسشی که باید در عملیات صحرائی پاسخ داده شود نباید باقی مانده باشد. عملیات صحرائی موارد زیر را شامل می‌شود:

۳-۴-۳-۴-۳ کنترل نقاط مشاهداتی انتخابی با استفاده از تفسیرعکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، یادداشت‌های مرحله بازدید مقدماتی و عملیات صحرائی، تغییر محل، حذف نقاط و یا افزودن نقاط مشاهداتی جدید.

۳-۴-۳-۴-۳ پیمایش مسیرهای انتخابی (براساس تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای) در واحدهای زمین نما و حفاری نقاط مشاهداتی (نیمرخ خاک، نیمرخ کم عمق و مته) براساس راهنمای استاندارد تهیه نقشه خاک ۱:۵۰۰۰۰.

۳-۴-۳-۴-۳ ثبت موقعیت مکانی (مختصات جغرافیایی) نقاط مشاهداتی با سامانه مکان یاب جهانی GPS و توجیه نقاط با مکان‌های شناخته شده (شهر، روستا، جاده، رودخانه و عوارضی مانند آنها)، ثبت مختصات و شماره نقاط در نقشه‌ها و فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

۳-۴-۳-۴-۳ ثبت عنوان پروژه، شماره نقشه، مطالعه کننده، تاریخ و زمان انجام عملیات صحرائی در فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

- ۳-۴-۳-۴-۵ تشریح محیط پیرامون پدون (ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون) و ثبت آن در فرم‌های استاندارد تشریح به شرح زیر:
- ۳-۴-۳-۴-۱ تعیین نوع واحد زمین نما، ویژگی‌های زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی و مواد مادری خاک‌ها (مواد درجا و انتقالی).
- ۳-۴-۳-۴-۲ تشریح ویژگی‌های پستی و بلندی مانند شیب، شیب سو، طول شیب، آمیختگی شیب و ارتفاع (ماکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌ای توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۴-۳ تشریح خصوصیات مورفومتری واحدهای زمین نما و شکل زمین براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۴-۴ تشریح شکل سطح اراضی (گود، مسطح، برآمده) و پستی و بلندی‌های کوچک و محلی (میکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۳-۴-۵ تعیین نوع کاربری و پوشش اراضی (کشاورزی، آبی و دیم، باغ، جنگل، مرتع، حیات وحش، منطقه حفاظت شده و غیره).
- ۳-۴-۳-۴-۶ تعیین میزان سنگ و سنگ‌ریزه، سنگلاخی بودن اراضی و رخنمون‌های سنگی.
- ۳-۴-۳-۴-۷ تشریح وضعیت فرسایش محدوده پلی‌پدون (فرسایش لغزشی، آبی و بادی) و تعیین کلاس فرسایش.
- ۳-۴-۳-۴-۸ تشریح وضعیت غرقابی، سیل‌گیری، زهکشی طبیعی، رواناب سطحی و تعیین کلاس‌های مربوطه.
- ۳-۴-۳-۴-۹ تشریح پدون (نیمرخ خاک) و ثبت مشاهدات در فرم‌های استاندارد به شرح زیر:
- ۳-۴-۳-۴-۱۰ تشریح افق‌های مشخصه سطحی و افق‌های مشخصه عمقی و ضخامت آنها.
- ۳-۴-۳-۴-۱۱ تشریح مرز افق‌های خاک.
- ۳-۴-۳-۴-۱۲ تشریح بافت و اجزاء خرده سنگی افق سطحی و افق‌های عمقی خاک.
- ۳-۴-۳-۴-۱۳ تشریح ساختمان خاک و پایداری و مقاومت آنها درمقابل حفاری.
- ۳-۴-۳-۴-۱۴ تشریح رنگ غالب افق‌های خاک و منقوטה‌های رنگین.
- ۳-۴-۳-۴-۱۵ تشریح تخلخل و حفرات خاک.
- ۳-۴-۳-۴-۱۶ تشریح وضعیت ریشه‌ها، عمق نفوذ ریشه و لایه محدوده کننده نفوذ ریشه.
- ۳-۴-۳-۴-۱۷ تشریح عمق خاک، لایه‌های سنگ بستر سخت، انقطاع سنگی و لایه‌های متناوب رسوبی
- ۳-۴-۳-۴-۱۸ تشریح وضعیت ترک‌های سطحی و عمقی، سطوح براق رسی، پوشش رسی و ناهمواری‌های کوچک سطحی (گیلگای).
- ۳-۴-۳-۴-۱۹ تشریح وضعیت آهک، گچ و نمک‌های محلول و اشکال مختلف آنها (پودری، رشته‌ای، سخت دانه و بلوری)، واکنش خاک، شور و سدیمی بودن آن.
- ۳-۴-۳-۴-۲۰ تشریح خصوصیات مهندسی خاک (مقاومت در برابر گسیختگی، حد سیلان و خمیرایی، چسبندگی، مقاومت در مقابل حفاری و...).

۳-۴-۳-۴-۸ تشریح خصوصیات رفتاری خاک بر کاربری‌های جاری و یا قابل اجرا در خاک‌های غالب منطقه مانند زه‌دار شدن، نشست جاده‌ها و ساختمان‌ها، کج شدگی خطوط انتقال نیرو، ساختمان‌ها و پدیده‌هایی از این دست.

۳-۴-۳-۴-۹ تشریح نقش خاک‌ها در امور مهندسی و تناسب آنها برای ساختمان سازی، احداث راه، سیستم‌های دفع مواد زاید مایع و جامد (پسماندها) در مناطق مسکونی در حال گسترش.

۳-۴-۳-۴-۱۰ تشریح روش‌های متداول منطقه در مدیریت زراعت، جنگل و مرتع.

۳-۴-۳-۴-۱۱ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی با کیفیت و دقت بالا از واحدهای زمین نما، کاربری و پوشش اراضی برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۳-۴-۱۲ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی با کیفیت و دقت بالا از عوارض موجود در خاک (خاکدانه‌ها، تخلخل، ریشه‌ها، منقوطة‌های رنگین، سخت دانه‌ها، اجزاء خرده سنگی، افق‌های مشخصه و مرز افق‌ها) برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۳-۴-۱۳ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی از نیمرخ‌های شاهد برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۳-۴-۱۴ تعیین ترکیب انواع واحدهای نقشه (مجموعه‌های همسان، کمپلکس‌ها، مجموعه‌ها و گروه‌های نامشخص) و خصوصیات آنها با روش پیمایش در یک امتداد و روش‌های شبکه‌بندی و قطعه‌بندی اراضی.

۳-۴-۳-۴-۱۵ نام‌گذاری واحدهای نقشه.

۳-۴-۳-۴-۱۶ هماهنگی خاک‌ها با سری‌های خاک شناخته شده و معرفی سری‌های خاک جدید (واریانت‌ها، تاکساجانکت‌ها یا شبه سری‌ها) براساس مطالعات مقدماتی، عملیات صحرائی و تجزیه‌های آزمایشگاهی.

۳-۴-۳-۴-۱۷ تعیین فازهای سری‌های خاک و فامیل شامل فازهای شیب، فرسایش، بافت خاک سطحی، ضخامت خاک، عمق لایه محدود کننده زیرین، زهکشی، وضعیت آب در خاک، شوری، فیزیوگرافی، اقلیم، اجزاء خرده سنگی، نهشته‌های آبی و بادی.

۳-۴-۳-۴-۱۸ بررسی و تشریح اراضی متفرقه شامل اراضی مخروطی، شن‌زارهای ساحلی، اراضی باد رفته، محل تخلیه نخاله‌ها، اراضی گچی، دق‌ها (کفه‌های رسی)، پلایاها، بستر رودها و مسیل‌ها، اراضی خاک-برداری شده (گودال‌ها)، اراضی گدازه‌ای، رخنمون‌های سنگی، کفه‌های نمکی، مناطق مسکونی، مناطق صنعتی، توده‌های آب (دریاچه‌ها، برکه‌ها، مخازن سدها) و مانند این‌ها.

۳-۴-۳-۴-۱۹ طبقه‌بندی خاک‌ها در واحدهای نقشه تا سطح فامیل و تعیین سری‌های خاک به‌عنوان سطح رده‌بندی مورد استفاده در سامانه رده‌بندی جامع خاک‌ها و تا سطح زیر گروه در پایگاه مرجع جهانی منابع خاک.

۳-۴-۳-۴-۲۰ کنترل واحدهای نقشه خاک در مرز واحدها و معرفی خاک‌های موجود در هر واحد منطبق با حداقل سطح مجاز واحد تفکیکی نقشه (۱/۶ تا ۱۶ هکتار) سطح واحدهای مدیریتی براساس اهداف مطالعه و حداقل مساحت خاک‌های ناخالص در واحدهای نقشه خاک، تأیید، تغییر و یا رد مرزهای ترسیمی نقشه در مرحله مطالعات مقدماتی.

۳-۴-۳-۲۱ انتخاب و معرفی نیمرخ‌های شاهد خاک بر اساس شباهت‌های مورفولوژیکی، تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی.

۳-۴-۳-۲۲ تکمیل راهنمای توصیفی نقشه براساس مطالعات مرحله مقدماتی، عملیات صحرائی، (تشریح نیمرخ‌های خاک و محدوده پلی‌پدون‌ها)، تکمیل راهنمای تطبیقی و تشریح واحدهای نقشه.

۳-۴-۳-۲۳ نمونه برداری از افق‌های مختلف نیمرخ‌های خاک، ثبت مشخصات آنها و اتیکت‌گذاری برای ارسال به آزمایشگاه تجزیه‌های خاک و آب.

۳-۴-۳-۲۴ تهیه نمونه دست نخورده برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی نظیر جرم مخصوص ظاهری، نقطه پژمردگی و ... مطالعات میکرومورفولوژی و سایر تجزیه‌هایی که به نمونه دست نخورده نیاز دارند.

۳-۴-۳-۲۵ تقاضای انجام آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی، متناسب با اهداف پروژه و سطح دقت مطالعات.

۳-۴-۳-۲۶ تعیین کلاس هدایت هیدرولیکی اشباع نیمرخ‌های شاهد (سری‌های خاک) و سرعت نفوذ آب به داخل خاک.

۳-۴-۳-۵ مطالعات ستادی نهایی

مطالعات ستادی نهایی تمام فرآیندهای تکمیل نقشه نهایی خاک، تدوین و تنظیم راهنمای تطبیقی، کنترل واحدها و علائم نقشه و تشریح خصوصیات آنها، تلفیق نتایج بررسی‌های مرحله مقدماتی و عملیات صحرائی با نتایج و تجزیه‌های آزمایشگاهی، تهیه و تنظیم گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی، فرآوری داده‌های مکانی (نقشه‌ها) و گزارش نهایی برای ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی، رقومی نمودن اطلاعات و پردازش آنها به منظور تهیه نقشه‌ها و گزارش تفسیری را در بر می‌گیرد. جزئیات شرح خدمات مطالعات ستادی نهایی به شرح زیر است:

۳-۴-۳-۱-۵ تهیه نقشه نهایی و راهنمای تطبیقی براساس نقشه اولیه خاک، راهنمای توصیفی، عملیات صحرائی و نتایج آزمایشگاهی شامل موارد زیر:

۳-۴-۳-۱-۱ کنترل مرز واحدهای نقشه در حاشیه‌ها و انطباق آن با نقشه‌های مجاور، اصلاح مرزها به صورت دقیق یا قابل قبول، حذف مرزهای اضافی و افزودن مرزهایی که از قلم افتاده‌اند.

۳-۴-۳-۱-۲ کنترل راهنمای مشخصات عمومی نقشه‌ها، علائم قراردادی و نشانه‌های خاص از جمله جهت شمال، مقیاس و تاریخ تهیه نقشه، راهنمای اتصال نقشه‌ها، نقشه موقعیت نشانه‌های عوارض طبیعی و انسان ساخت و مانند آنها.

۳-۴-۳-۱-۳ کنترل انواع واحدهای نقشه و تشریح خصوصیات آنها، محل و شماره نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش.

۳-۴-۳-۱-۴ رقومی سازی نقشه‌های خاک و انتقال آن روی نقشه‌های توپوگرافی پایه و هم مقیاس، کنترل و اصلاح مرزهای باز واحدها، علائم و نشانه‌های استاندارد، مرزهای سیاسی و غیره، الحاق راهنمای تطبیقی و رنگ آمیزی نقشه‌ها.

۳-۴-۳-۵-۱-۵ تعیین رقومی مساحت واحدهای نقشه خاک و واحدهای زمین نما و تنظیم جداول مربوطه.

۳-۴-۳-۵-۱-۶ تهیه نقشه کلی خاک برای منطقه مورد بررسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ (در سطح مرتبه چهارم) مطالعات، علاوه بر نقشه خاک تخصصی مطالعات در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰.

۳-۴-۳-۵-۲ تهیه گزارش نهایی مطالعات خاکشناسی با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده در مرحله مقدماتی، یادداشت‌های صحرایی، تشریح محدوده پلی‌پدون‌ها و نیمرخ‌های خاک، تشریح واحدهای نقشه خاک و راهنمای توصیفی و تطبیقی و بانک داده‌های خاک، به شرح زیر:

۳-۴-۳-۵-۲-۱ راهنمای استفاده از گزارش مطالعات خاکشناسی.

۳-۴-۳-۵-۲-۲ توصیف منطقه مورد بررسی شامل موقعیت، وسعت، راه‌های دسترسی و وضعیت اقتصادی-اجتماعی.

۳-۴-۳-۵-۲-۳ تجزیه و تحلیل وضعیت زمین شناسی، مواد مادری و سنگ بستر، مناطق ساختاری - رسوبی عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، واحدهای زمین نما و شکل زمین، اقلیم، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، منابع آب آبیاری، گیاهان بومی، محدودیت‌های اساسی عوامل یادشده در استفاده و مدیریت اراضی منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۳-۵-۲-۴ تشریح فرآیندها و نقش عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌های منطقه شامل مواد مادری، پستی و بلندی، اقلیم، موجودات زنده، گیاهان، زمان و الگوی پراکنش خاک‌ها.

۳-۴-۳-۵-۲-۵ تشریح روش انجام مطالعات خاکشناسی (مراحل مقدماتی، صحرایی، ستادی، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی).

۳-۴-۳-۵-۲-۶ تشریح واحدهای نقشه خاک، اجزاء واحدها، ناخالصی‌ها، اراضی متفرقه، خصوصیات واحدهای ژئومورفولوژیکی و خاک آنها.

۳-۴-۳-۵-۲-۷ تشریح کاربری و پوشش اراضی، مدیریت واحدها و اجزاء واحدهای نقشه خاک.

۳-۴-۳-۵-۲-۸ طبقه‌بندی خاک‌های منطقه مورد بررسی به شرح زیر:

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۱ تشریح خصوصیات کامل سری‌های خاک شناخته شده شامل، اسامی سری‌ها، طبقه‌بندی جامع خاک، نیمرخ شاهد، موقعیت نیمرخ شاهد، حدود تغییرات، سری‌های غالب، نظم جغرافیایی، سری‌های خاک همراه، زهکشی و ضریب آب‌گذری، کاربری و پوشش اراضی، پراکنش و وسعت، ملاحظات مربوط به افق‌های مشخصه سطحی و عمقی و سایر داده‌های اضافی طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک و طبقه‌بندی جامع خاک و آخرین کلید آن.

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۲ معرفی و پیشنهاد سری‌های خاک جدید و تشریح خصوصیات آنها، طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک و طبقه‌بندی جامع خاک و آخرین کلید آن و تشریح تفاوت سری‌های جدید با سری‌های شناخته شده قبلی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۳ تنظیم فهرست منابع مورد استفاده در تهیه نقشه خاک و گزارش نهایی.

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۴ ارائه جدول مربوط به پارامترهای آب و هوائی (بارندگی، دما، تبخیر، یخبندان)، عملکرد محصولات، کیفیت و کمیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، آب آبیاری، گیاهان بومی و مانند این‌ها.

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۵ ارائه جداول نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی نمونه‌های خاک و آب نیمرخ‌های شاهد (سری‌های خاک شناخته شده و سری‌های جدید).

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۶ ارائه جداول مساحت واحدهای نقشه و اجزاء واحدهای نقشه خاک، اراضی متفرقه، زمین نما و شکل زمین، کاربری و پوشش اراضی.

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۷ ارائه نمودارهای آمبروترمیک، پراش نگار پرتو اشعه ایکس در تجزیه‌های کانی شناسی و دیاگرام‌های سه بعدی (بلوک دیاگرام) زمین نما و شکل زمین.

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۸ ارائه تصاویر دیجیتالی از محدوده پلی‌پدون‌ها، نیمرخ خاک و عوارض خاص.

۳-۴-۳-۵-۲-۸-۹ تهیه بانک داده‌های منابع خاک (نقشه خاک، راهنمای توصیفی و تطبیقی، نقشه موقعیت منطقه مورد بررسی و گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی).

۳-۴-۳-۶ تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی‌های خاک‌ها برای کاربری‌های گوناگون

تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی خاک‌ها در کاربری‌های گوناگون شامل موارد زیر:

۳-۴-۳-۶-۱ گردآوری اطلاعات و داده‌های مربوط به خاک‌ها و واحدهای زمین نماى مربوطه در منطقه مورد بررسی برای تفسیر.

۳-۴-۳-۶-۲ استفاده از داده‌های خاک در تهیه مدل‌های لازم از ویژگی‌های خاک.

۳-۴-۳-۶-۳ کسب استنتاج‌ها، و ارائه قواعد و رهنمودهای لازم برای پیش‌بینی خصوصیات رفتاری خاک‌ها در کاربری‌های معین.

۳-۴-۳-۶-۴ تلفیق پیش‌بینی‌های تفسیری و تعمیم آن به واحدهای نقشه.

۳-۴-۳-۶-۵ تهیه قواعد، معیارها و دستورالعمل‌های تفسیری و تعیین گروه‌های مدیریتی خاک‌ها برای کاربری‌های متداول از جمله طراحی استفاده از اراضی، کاربری‌های کشاورزی، جنگل، مرتع، حیات وحش، فضای سبز، راه، راه آهن و فرودگاه، خطوط انتقال آب، گاز و نفت، دفع پسماند، مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای، شهرسازی، ساختمان سازی، آبیاری و زهکشی، ارزیابی اراضی و زمینه‌های دیگر.

۳-۴-۳-۶-۶ تفسیر ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون‌ها (نوع واحد زمین نما، موادمادری، سنگ بستر، شیب، پستی و بلندی و ارتفاع، کاربری و پوشش اراضی، سیل‌گیری، ماندابی، زهکشی طبیعی، اقلیم، و فرسایش و مانداین‌ها).

۳-۴-۳-۶-۷ تفسیر خصوصیات نیمرخ خاک (بافت، ساختمان، تخلخل، افق‌های مشخصه سطحی و عمقی، تمرکز املاح محلول، عمق خاک و لایه محدود کننده و عواملی مانند این‌ها).

۳-۴-۳-۶-۸ تفسیر داده‌های آزمایشگاهی (کربنات کلسیم، گچ، واکنش خاک، مواد آلی، شوری، نسبت جذب سدیم و تمام خصوصیات دیگری که در تفسیر یک کاربری معین مورد استفاده قرار می‌گیرد).

۳-۴-۳-۹ تفسیر ویژگی‌های مهندسی خاک حد سیلان و خمیرایی براساس روش طبقه‌بندی استاندارد خاک‌ها برای مقاصد مهندسی^۱ (ASTM)، گروه بندی یونیفاید^۲ (USCS)، طبقه‌بندی حمل و نقل و بزرگراه‌های ایالتی آمریکا^۳ (AASHTO).

۳-۴-۳-۱۰ درجه‌بندی محدودیت، توانمندی و تناسب واحدهای نقشه خاک برای کاربری‌های موردنظر.
۳-۴-۳-۱۱ ارائه نتایج تفسیرها به صورت نقشه تفسیری و راهنمای مربوطه، جداول، نمودارها، و گزارش مربوطه

۳-۴-۳-۱۲ رقومی نمودن نقشه‌های تفسیری و انتقال آن بر روی نقشه توپوگرافی پایه.
۳-۴-۳-۱۳ تهیه بانک داده‌های نقشه‌ها و گزارش تفسیری.

۳-۴-۴ مطالعات خاک‌شناسی اجمالی (مرتب چهارم)، گسترده (مقیاس نقشه‌ها ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰)
این سطح از مطالعات در کاربری‌های گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن اطلاعات کلی از خاک برای مشخص نمودن پتانسیل کاربری و مدیریت اراضی مورد نیاز باشد، در برنامه‌ریزی کاربری اراضی یک منطقه می‌توان از این اطلاعات برای تعیین محل، مقایسه و انتخاب اراضی مناسب برای انواع کاربری‌های عمده و یا انتخاب اراضی مناسب برای انجام مطالعات و بررسی‌های متمرکزتر (مانند مطالعات سطح دوم و سوم) بهره گرفت. تعیین مرز خاک‌ها با توجه به روش کار از طرق تفسیر داده‌های سنجش از دور میسر بوده و خاک‌ها با استفاده از پیمایش و مطالعه یک بخش شاخص از اراضی به منظور تعیین طرح و ترکیب آنها در واحدهای نقشه و تعمیم اطلاعات بدست آمده برای مناطق مشابه شناسایی می‌شوند. تأیید و کنترل مطالعات نیز با مطالعه مقاطع حفر شده در چند نقطه منتخب صورت می‌گیرد. واحدهای نقشه عمدتاً از مجموعه‌ها تشکیل شده‌اند، اما ممکن است که در بعضی از مطالعات تعدادی مجموعه همسان و گروه نامشخص نیز به کار گرفته شود. اجزاء تشکیل دهنده واحدهای نقشه شامل فازهای گروه‌های بزرگ^۴، زیرگروه‌ها^۵ و فامیل-های خاک یا اراضی متفرقه بوده و حداقل مساحت هر محدوده ترسیمی ۱۶۰ تا ۲۵۰ هکتار است. وسعت و مقدار ناخالصی‌های متمایز هم بسته به واحد نقشه و محدوده مجاز آن متفاوت است. مقیاس نقشه پایه عموماً ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ است.

۳-۴-۴-۱ برنامه‌ریزی و سازماندهی انجام مطالعات

برنامه‌ریزی و سازماندهی مطالعات شامل موارد زیر است:

۳-۴-۴-۱-۱ تعیین محدوده مورد بررسی

۳-۴-۴-۱-۲ تعریف مسئله

-
- 1- American Society for Testing and Materials
 - 2- Unified Soil Classification System
 - 3- American Association of State Highway and Transportation Official
 - 4- Great groups
 - 5- Subgroups

۳-۴-۴-۳ تعیین اهداف کلی و اهداف جزئی مطالعات

۳-۴-۴-۴ تعیین کاربران مطالعات

۳-۴-۴-۵ تعیین سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه پایه، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نوع و مقیاس نقشه نهائی، حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه، انواع واحدهای نقشه، ساختار راهنمای نقشه و سطح کلاس مورد استفاده برای طبقه‌بندی خاک‌ها

۳-۴-۴-۶ تعیین تراکم نقاط مطالعاتی، حجم پیمایش‌های میدانی، روش کنترل کیفیت اجزاء واحدهای نقشه

۳-۴-۴-۷ تعیین روش‌های نمونه‌برداری، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی

۳-۴-۴-۸ بررسی و تعیین نحوه انتشار و توزیع نقشه‌ها و گزارش نهایی (کاغذی یا رقمی)، تعداد نسخه‌های نقشه‌ها و گزارش نهایی

۳-۴-۴-۹ مشخص نمودن انواع تفسیرهای مورد نیاز

۳-۴-۴-۱۰ تعیین دامنه و حجم اطلاعات بانک داده‌ها

۳-۴-۴-۱۱ تنظیم برنامه زمان بندی مطالعات و کنترل مرحله‌ای پیشرفت کار

۳-۴-۴-۱۲ مشخص نمودن ابزار مورد نیاز عملیات صحرائی و آزمون‌های میدانی

۳-۴-۴-۱۳ پیش بینی مسائل مالی، حمل و نقل و استقرار اکیپ‌های عملیات صحرائی

۳-۴-۴-۲ بررسی‌های مقدماتی

این مرحله به عنوان اولین گام در انجام مطالعات خاک‌شناسی برای دستیابی به تمام اطلاعات و داده‌های مکانی و غیرمکانی است که در انجام مطالعات خاک‌شناسی نقش کلیدی و اهمیت اساسی دارند. این داده‌ها شامل نقشه‌های مبنایی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های موضوعی مانند زمین‌شناسی، زمین ریخت‌شناسی، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، اقلیم و مانند اینها است که باید با مقیاس متناسب با سطح دقت مطالعات تهیه گردند.

جزئیات شرح خدمات بررسی‌های مقدماتی به شرح زیر است :

۳-۴-۴-۱-۲ بررسی و جمع‌آوری یا تولید اطلاعات و داده‌های مورد نیاز به شرح زیر:

۳-۴-۴-۱-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی) به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۲-۱ گردآوری نقشه‌های عوارض طبیعی (توپوگرافی) به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۳-۱ گردآوری داده‌های سنجش از دور شامل عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰ با قدرت تفکیک ۳۰ متر و بالاتر.

۳-۴-۴-۴-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات کاربری و پوشش اراضی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۵-۱ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های آب و هوایی و اقلیم.

۳-۴-۴-۶-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات منابع آب سطحی و زیرزمینی (هیدرولوژی و هیدروژئولوژی).

۳-۴-۴-۷-۱ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات بخش‌های کشاورزی، جنگل و مرتع.

- ۳-۴-۲-۱-۸ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات دشت‌های کشاورزی، حوزه‌های آبخیز و مناطق سیل‌گیر و اراضی ماندابی.
- ۳-۴-۲-۱-۹ گردآوری نقشه‌ها و اطلاعات مربوط به مطالعات خاک‌شناسی قبلی و بانک اطلاعاتی نیمرخ‌های شاهد (در صورت موجود بودن).
- ۳-۴-۲-۱-۱۰ گردآوری نقشه‌ها و داده‌های مربوط به رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها.
- ۳-۴-۲-۱-۱۱ گردآوری مطالعات و تحقیقات انجام شده روی منابع خاک منطقه که توسط مراکز علمی و دانشگاه‌ها، موسسات تحقیقاتی، مهندسين مشاور و غيره صورت گرفته است.
- ۳-۴-۲-۱-۱۲ جمع آوری اطلاعات گیاه‌شناسی، محیط زیست، مناطق حفاظت شده و حیات وحش.
- ۳-۴-۲-۲-۲ تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها و اطلاعات گردآوری شده به شرح زیر:
- ۳-۴-۲-۲-۱-۱ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت زمین‌شناسی، جنس سنگ بستر و پهنه‌های رسوبی - ساختاری عمده در محدوده مورد بررسی.
- ۳-۴-۲-۲-۲-۲ شناخت و تجزیه و تحلیل مواد مادری خاک‌ها (مواد مادری درجا یا انتقال یافته شامل: مواد آبرفتی، باد رفتی، یخرفتی، واریزه‌ها و غیره).
- ۳-۴-۲-۲-۲-۳ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین‌نما، شکل زمین و سیمای زمین با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۲-۴ شناخت و تجزیه و تحلیل پستی و بلندی، شیب، ارتفاع و تولید نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع زمین^۱ (DEM) به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۲-۵ شناخت و تجزیه و تحلیل مدل دامنه تپه‌ها، دامنه کوه‌ها و موقعیت‌های مختلف زمین‌نما در مناطق ناهموار با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۲-۶ شناخت و تجزیه و تحلیل واحدهای زمین‌نما و شکل زمین در دشت‌های مسطح و بررسی فرو افتادگی‌ها و برآمدگی‌های محلی با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۲-۷ شناخت و تجزیه و تحلیل کاربری و پوشش اراضی با استفاده از نقشه‌های موجود و یا تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۲-۲-۲-۸ شناخت و تجزیه و تحلیل رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها با استفاده از نقشه‌ها، گزارش‌ها و آمار و اطلاعات هواشناسی منطقه مورد بررسی و مناطق همجوار.
- ۳-۴-۲-۲-۲-۹ شناخت و تجزیه و تحلیل منابع آب سطحی و زیر زمینی با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود

۳-۴-۴-۲-۱۰ شناخت و تجزیه و تحلیل کیفیت منابع آب آبیاری (آب‌های سطحی و زیرزمینی) با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.

۳-۴-۴-۲-۱۱ شناخت و تجزیه و تحلیل سطح آب زیر زمینی و نوسانات آن در فصول مختلف و وضعیت زه‌کشی طبیعی (سطحی و عمقی).

۳-۴-۴-۲-۱۲ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت کشاورزی (کشت آبی و دیم و باغات).

۳-۴-۴-۲-۱۳ شناخت و تجزیه و تحلیل خاک‌ها با استفاده از مطالعات و تحقیقات خاک‌شناسی انجام شده قبلی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۴-۲-۱۴ شناخت و تجزیه و تحلیل راه‌های ارتباطی و حمل و نقل.

۳-۴-۴-۲-۱۵ شناخت و تجزیه و تحلیل گیاهان بومی.

۳-۴-۴-۲-۱۶ شناخت و تجزیه و تحلیل مناطق حفاظت شده، زیست بوم‌های حساس و حیات وحش با استفاده از نقشه‌ها و گزارش‌های موجود.

۳-۴-۴-۲-۱۷ شناخت و تجزیه و تحلیل عوامل محدود کننده اصلی کشاورزی منطقه، (اقلیم، زمین شناسی، توپوگرافی، منابع آب، منابع خاک و مانند این‌ها).

۳-۴-۴-۲-۱۸ شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت اقتصادی-اجتماعی و عوامل کنترل کننده کاربری اراضی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۴-۳ مطالعات ستادی قبل از عملیات میدانی

در این مرحله با استفاده از نقشه‌ها و داده‌های اولیه، اطلاعاتی در مورد پدیده‌های سطحی و پوشش اراضی به عنوان راهنمایی برای شناخت انواع خاک‌ها و ترسیم مرزهای تفکیکی آنها به دست می‌آید. بنابراین ابتدا ترتیب جغرافیای خاک‌ها و راهنمای تفسیری آنها تعیین شده و سپس طی عملیات کارتوگرافی، طراحی اولیه واحدهای نقشه خاک در قالب نقشه اولیه و راهنمای مربوطه تهیه می‌گردد. در این مرحله، تخمین حجم کار، زمان بندی و تدارکات لازم قابل دستیابی است و موارد زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۳-۴-۴-۳-۱ تهیه لایه‌های رقومی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰، زمین شناسی، پهنه-های رسوبی-ساختاری عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، کاربری و پوشش اراضی، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، منابع آب، اقلیم و مناطق زراعی-بوم شناختی^۱.

۳-۴-۴-۳-۲ بررسی نحوه پراکنش جغرافیایی خاک‌ها در واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰ و بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی و زمین ریخت شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۳-۳ بازدید مقدماتی سرپرست گروه مطالعات میدانی از محدوده مورد مطالعه به منظور بررسی و تعیین ترتیب جغرافیایی خاک‌ها، طراحی راهنمای توصیفی و تهیه نقشه اولیه خاک براساس منابع اطلاعاتی

و داده‌های جمع آوری شده، بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها و واحدهای زمین نما، شکل زمین و سیمای زمین (سطوح ژئومورفیک).

۳-۴-۴-۳ مطالعه و بررسی عوامل کنترل کننده پراکنش خاک‌ها (اقلیم، مواد مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان) در منطقه مورد بررسی و چگونگی تاثیر آنها بر تشکیل خاک‌ها و خصوصیات آنها.

۳-۴-۴-۳ مطالعه و بررسی خصوصیات سطوح ژئومورفیک (واحدهای زمین نما، شکل زمین، اجزاء شکل زمین و اجزاء شکل اراضی انسان ساخت) به منظور تعیین ترتیب جغرافیایی و نحوه پراکنش خاک‌ها در واحدهای یاد شده با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰ و تهیه نقشه واحدهای زمین نما و شکل زمین.

۳-۴-۴-۳ مطالعه و بررسی ویژگی‌های مورفومتری (درجه شیب، ارتفاع، شیب سو، شکل شیب و شی بهای مختلط در سطوح ژئومورفیک) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۳ مطالعه و بررسی ویژگی‌های موقعیت‌های مختلف زمین نما (قله شیب، شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب) در مناطق ناهموار و تکمیل نقشه زمین نما و شکل زمین با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۳ مطالعه و بررسی پستی و بلندی‌های کوچک و محلی در دشت‌های مسطح با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۳ مطالعه و بررسی طرح سامانه آبراهه‌ها (الگوی زهکشی سطحی).

۳-۴-۴-۳ مطالعه و بررسی وضعیت زهکشی عمقی، سیل‌گیری و ماندابی اراضی.

۳-۴-۴-۳ انتخاب نقشه پایه رقومی شده ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ و تهیه راهنمای اتصال نقشه‌ها

۳-۴-۴-۳ انتقال اطلاعات و داده‌های نقشه واحدهای زمین نما و شکل زمین روی نقشه توپوگرافی پایه

۳-۴-۴-۳ انتقال داده‌های زمین شناسی، کاربری و پوشش اراضی، پستی و بلندی، وضعیت زهکشی سطحی و عمقی و منابع آب بر روی نقشه توپوگرافی پایه ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ و تکمیل نقشه اولیه به منظور شناخت انواع خاک‌ها و درک الگوی پراکنش خاک‌ها در واحدهای زمین نما.

۳-۴-۴-۳ تشخیص و ترسیم اولیه واحدهای نقشه خاک با استفاده از نقشه تفسیری اولیه واحدهای زمین نما، نقشه‌های موضوعی (زمین شناسی، زمین ریخت شناسی، کاربری و پوشش اراضی، اقلیم و منابع آب)، نقشه توپوگرافی پایه ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰، مطالعات خاک‌شناسی قبلی و یادداشت‌های بازدید صحرائی مقدماتی.

۳-۴-۴-۳ بررسی و تعیین الگوی پراکنش نقاط مشاهداتی (نیمرخ‌ها، نیمرخ‌های کم عمق و مت‌ها)، تعداد نقاط مشاهداتی و فواصل آنها در عملیات صحرائی به منظور تعیین مرز واحدها و خصوصیات خاک آنها، متناسب با اهداف و سطح دقت مطالعات، مقیاس نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰ و حداقل سطح مجاز واحدهای نقشه (۱۶ تا ۲۵۰ هکتار).

۳-۴-۴-۳ انتقال نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش روی نقشه اولیه خاک

۳-۴-۳-۱۷ تهیه راهنمای توصیفی نقشه شامل تشریح و طبقه‌بندی خاک‌ها، راهنمای تطبیقی (شناسایی) راهنمای علائم و نشانه‌های خاص و قراردادی، نقشه کلی خاک و راهنمای آن، و توضیحات کمکی مانند مبانی ژنتیکی و خصوصیات خاک‌ها در هریک از واحدهای نقشه.

۳-۴-۳-۱۸ چاپ و تکثیر نسخه کاغذی نقشه اولیه خاک برای عملیات صحرایی (میدانی).

۳-۴-۴-۴-۴ عملیات صحرایی (میدانی)

عملیات صحرایی (میدانی) با تجهیز کارگاه و استقرار گروه‌های مطالعات صحرایی آغاز می‌شود. پس از پیمایش مسیرهای طراحی شده در واحدهای زمین نما و یا شبکه نقاط، با حفاری نقاط مشاهداتی و ثبت نتایج تشریح نیمرخ‌های خاک در فرم‌های استاندارد، تهیه نمونه‌های خاک و آب لازم، بررسی ویژگی‌های محدود پلی‌پدون‌ها، کنترل مرزهای واحدهای نقشه خاک، طراحی واحدهای نقشه و نام‌گذاری آنها، تا هماهنگی سری‌های خاک، تائید سری‌های خاک شناخته شده، معرفی سری‌های جدید، تعیین فازهای سری‌ها و بالاتر از سری‌ها ادامه می‌یابد. پایان عملیات صحرایی، جمع‌آوری و تعطیل کارگاه زمانی است که ناظر فنی مطالعات، مرحله نهایی کنترل کیفیت و تضمین کیفیت مطالعات را را به پایان برده، کفایت عملیات صحرایی و دستیابی به اهداف پروژه را اعلام نموده باشد. در پایان این مرحله هیچ پرسشی که باید در عملیات صحرایی پاسخ داده شود نباید باقی مانده باشد. عملیات صحرایی موارد زیر را شامل می‌شود:

۳-۴-۴-۴-۱ کنترل نقاط مشاهداتی انتخابی با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، یادداشت‌های مرحله بازدید مقدماتی و عملیات صحرایی، تغییر محل، حذف نقاط و یا افزودن نقاط مشاهداتی جدید.

۳-۴-۴-۴-۲ پیمایش مسیرهای انتخابی (براساس تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای) در واحدهای زمین نما و حفاری نقاط مشاهداتی (نیمرخ خاک، نیمرخ کم عمق و مته) براساس راهنمای استاندارد تهیه نقشه خاک ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۴-۳ ثبت موقعیت مکانی (مختصات جغرافیایی) نقاط مشاهداتی با سامانه مکان‌یاب جهانی (GPS) و توجیه نقاط با مکان‌های شناخته شده (شهر، روستا، جاده، رودخانه و عوارضی مانند آنها)، ثبت مختصات و شماره نقاط در نقشه‌ها و فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

۳-۴-۴-۴-۴ ثبت عنوان پروژه، شماره نقشه، مطالعه کننده، تاریخ و زمان انجام عملیات صحرایی در فرم استاندارد تشریح نیمرخ خاک.

۳-۴-۴-۴-۵ تشریح محیط پیرامون پدون (ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون) و ثبت آن در فرم‌های استاندارد تشریح به شرح زیر:

۳-۴-۴-۴-۱ تعیین نوع واحد زمین نما، ویژگی‌های زمین شناسی، زمین ریخت شناسی و مواد مادری خاک‌ها (مواد درجا و انتقالی).

۳-۴-۴-۴-۲ تشریح ویژگی‌های پستی و بلندی مانند شیب، شیب سو، طول شیب، آمیختگی شیب و ارتفاع (ماکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

- ۳-۴-۴-۴-۳ تشریح خصوصیات مورفومتری واحدهای زمین نما و شکل زمین براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۴-۴-۴ تشریح شکل سطح اراضی (گود، مسطح، برآمده) و پستی و بلندی‌های کوچک و محلی (میکروتوپوگرافی) براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۳-۴-۴-۴-۵ تعیین نوع کاربری و پوشش اراضی (کشاورزی، آبی و دیم، باغ، جنگل، مرتع، حیات وحش، منطقه حفاظت شده و غیره).
- ۳-۴-۴-۴-۶ تعیین میزان سنگ و سنگ‌ریزه، سنگلاخی بودن اراضی و رخنمون‌های سنگی.
- ۳-۴-۴-۴-۷ تشریح وضعیت فرسایش محدوده پلی‌پدون (فرسایش لغزشی، آبی و بادی) و تعیین کلاس فرسایش.
- ۳-۴-۴-۴-۸ تشریح وضعیت غرقابی، سیل‌گیری، زهکشی طبیعی، رواناب سطحی و تعیین کلاس‌های مربوطه.
- ۳-۴-۴-۴-۶ تشریح پدون (نیمرخ خاک) و ثبت مشاهدات در فرم‌های استاندارد به شرح زیر:
- ۳-۴-۴-۴-۱ تشریح افق‌های مشخصه سطحی^۱ و افق‌های مشخصه عمقی^۲ و ضخامت آنها.
- ۳-۴-۴-۴-۲ تشریح مرز افق‌های خاک.
- ۳-۴-۴-۴-۳ تشریح بافت و اجزاء خرده سنگی افق سطحی و افق‌های عمقی خاک.
- ۳-۴-۴-۴-۴ تشریح ساختمان خاک و پایداری و مقاومت آنها درمقابل حفاری.
- ۳-۴-۴-۴-۵ تشریح رنگ غالب افق‌های خاک و منقوطة‌های رنگین.
- ۳-۴-۴-۴-۶ تشریح تخلخل و حفرات خاک.
- ۳-۴-۴-۴-۷ تشریح وضعیت ریشه‌ها، عمق نفوذ ریشه و لایه محدوده کننده نفوذ ریشه.
- ۳-۴-۴-۴-۸ تشریح عمق خاک، لایه‌های سنگ بستر سخت، انقطاع سنگی و لایه‌های متناوب رسوبی
- ۳-۴-۴-۴-۹ تشریح وضعیت ترک‌های سطحی و عمقی، سطوح براق رسی، پوشش رسی و ناهمواری‌های کوچک سطحی (گیلگای)
- ۳-۴-۴-۴-۱۰ تشریح وضعیت آهک، گچ و نمک‌های محلول و اشکال مختلف آنها (پودری، رشته‌ای، سخت دانه و بلوری)، واکنش خاک، شور و سدیمی بودن آن.
- ۳-۴-۴-۴-۷ تشریح خصوصیات مهندسی خاک (مقاومت در برابر گسیختگی، حد سیلان و خمیرایی، چسبندگی، مقاومت در مقابل حفاری و...).
- ۳-۴-۴-۴-۸ تشریح خصوصیات رفتاری خاک بر کاربری‌های جاری و یا قابل اجرا در خاک‌های غالب منطقه مانند زهدار شدن، نشست جاده‌ها و ساختمان‌ها، کج شدگی خطوط انتقال نیر و، ساختمان‌ها و پدیده‌هایی از این دست.
- ۳-۴-۴-۴-۹ تشریح نقش خاک‌ها در امور مهندسی و تناسب آنها برای ساختمان سازی، احداث راه، سیستم‌های دفع مواد زاید مایع و جامد (پسماندها) در مناطق مسکونی در حال گسترش.

1- Epipedon
2 - Diagnostic horizons

۳-۴-۴-۱۰ تشریح روش‌های متداول منطقه در مدیریت زراعت، جنگل و مرتع.

۳-۴-۴-۱۱ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی با کیفیت و دقت بالا از واحدهای زمین نما، کاربری و پوشش اراضی برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۴-۱۲ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی باکیفیت و دقت بالا از عوارض موجود در خاک (خاکدانه‌ها، تخلخل، ریشه‌ها، منقوطة‌های رنگین، سخت دانه‌ها، اجزاء خرد شده سنگی، افق‌های مشخصه و مرز افق‌ها) برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۴-۱۳ تهیه عکس و اسلاید و تصاویر دیجیتالی از نیمرخ‌های شاهد برای ارائه در گزارش نهایی.

۳-۴-۴-۱۴ تعیین ترکیب انواع واحدهای نقشه (مجموعه‌های همسان، کمپلکس‌ها، مجموعه‌ها و گروه‌های نامشخص) و خصوصیات آنها با روش پیمایش در یک امتداد و روش‌های شبکه‌بندی و قطعه‌بندی اراضی.

۳-۴-۴-۱۵ نام‌گذاری واحدهای نقشه.

۳-۴-۴-۱۶ هماهنگی خاک‌ها با سری‌های خاک شناخته شده و معرفی سری‌های خاک جدید (واریانت‌ها، تاکساجانکت‌ها یا شبه سری‌ها) براساس مطالعات مقدماتی، عملیات صحرایی و تجزیه‌های آزمایشگاهی.

۳-۴-۴-۱۷ تعیین فازهای فامیل، زیرگروه و گروه‌های بزرگ خاک شامل فازهای شیب، فرسایش، بافت خاک سطحی، ضخامت خاک، عمق لایه محدود کننده زیرین، زهکشی، وضعیت آب در خاک، شوری، فیزیوگرافی، اقلیم، اجزاء خرد شده سنگی، نهشته‌های آبی و بادی.

۳-۴-۴-۱۸ بررسی و تشریح اراضی متفرقه شامل اراضی مخروطه، شن‌زارهای ساحلی، اراضی باد رفته، محل تخلیه نخاله‌ها، اراضی گچی، دق‌ها (کفه‌های رسی)، پلایاها، بستر رودها و مسیل‌ها، اراضی خاک‌برداری شده (گودال‌ها)، اراضی گدازه‌ای، رخنمون‌های سنگی، کفه‌های نمکی، مناطق مسکونی، مناطق صنعتی، توده‌های آب (دریاچه‌ها، برکه‌ها، مخازن سدها) و مانند این‌ها.

۳-۴-۴-۱۹ طبقه‌بندی خاک‌ها در واحدهای نقشه تاسطح فامیل، زیرگروه‌ها و گروه‌های بزرگ خاک بعنوان سطح رده‌بندی مورد استفاده در سیستم رده‌بندی جامع خاک‌ها^۱ و تاسطح زیرگروه در پایگاه مرجع جهانی منابع خاک^۲

۳-۴-۴-۲۰ کنترل واحدهای نقشه خاک در مرز واحدها و معرفی خاک‌های موجود در هر واحد منطبق با حداقل سطح مجاز واحد تفکیکی نقشه (۱۶ تا ۲۵۰ هکتار)، سطح واحدهای مدیریتی براساس اهداف مطالعه و حداقل مساحت خاک‌های ناخالص در واحدهای نقشه خاک، تأیید، تغییر و یارد مرزهای ترسیمی نقشه در مرحله مطالعات مقدماتی.

۳-۴-۴-۲۱ انتخاب و معرفی نیمرخ‌های شاهد خاک براساس شباهت‌های مورفولوژیکی، تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی.

۳-۴-۴-۲۲ تکمیل راهنمای توصیفی نقشه براساس مطالعات مرحله مقدماتی، عملیات صحرایی، (تشریح نیمرخ‌های خاک و محدوده پلی‌پدون‌ها)، تکمیل راهنمای تطبیقی و تشریح واحدهای نقشه.

1- USDA, Soil Survey Staff, 1999

2- World Reference Basic-WRB, 2006

۳-۴-۴-۲۳ نمونه برداری از افق‌های مختلف نیمرخ‌های خاک، ثبت مشخصات آنها و برچسب‌گذاری برای ارسال به آزمایشگاه تجزیه‌های خاک و آب.

۳-۴-۴-۲۴ تهیه نمونه دست نخورده برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی نظیر جرم مخصوص ظاهری، نقطه پژمردگی و ... مطالعات میکرومورفولوژی و سایر تجزیه‌هایی که به نمونه دست نخورده نیاز دارند.

۳-۴-۴-۲۵ تقاضای انجام آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و کنی شناسی، متناسب با اهداف پروژه و سطح دقت مطالعات

۳-۴-۴-۲۶ تعیین کلاس هدایت هیدرولیکی اشباع نیمرخ‌های شاهد (سری‌های خاک) و سرعت نفوذ آب به داخل خاک^۱.

۳-۴-۴-۵ مطالعات ستادی نهایی

مطالعات ستادی نهایی تمام فرآیندهای تکمیل نقشه نهایی خاک، تدوین و تنظیم راهنمای تطبیقی، کنترل واحدها و علائم نقشه و تشریح خصوصیات آنها، تلفیق نتایج بررسی‌های مرحله مقدماتی و عملیات صحرائی با نتایج و تجزیه‌های آزمایشگاهی، تهیه و تنظیم گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی، فرآوری داده‌های مکانی (نقشه‌ها) و گزارش نهایی برای ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی، رقومی نمودن اطلاعات و پردازش آنها به منظور تهیه نقشه‌ها و گزارش تفسیری را در بر می‌گیرد. جزئیات شرح خدمات مطالعات ستادی نهایی به شرح زیر است:

۳-۴-۴-۱-۵ تهیه نقشه نهایی و راهنمای تطبیقی براساس نقشه اولیه خاک، راهنمای توصیفی، عملیات صحرائی و نتایج آزمایشگاهی شامل موارد زیر:

۳-۴-۴-۱-۱ کنترل مرز واحدهای نقشه در حاشیه‌ها و انطباق آن با نقشه‌های مجاور، اصلاح مرزها به صورت دقیق یا قابل قبول، حذف مرزهای اضافی و افزودن مرزهایی که از قلم افتاده‌اند.

۳-۴-۴-۱-۲ کنترل راهنمای مشخصات عمومی نقشه‌ها، علائم قراردادی و نشانه‌های خاص از جمله جهت شمال، مقیاس و تاریخ تهیه نقشه، راهنمای اتصال نقشه‌ها، نقشه موقعیت نشانه‌های عوارض طبیعی و انسان ساخت و مانند آنها.

۳-۴-۴-۱-۳ کنترل انواع واحدهای نقشه و تشریح خصوصیات آنها، محل و شماره نقاط مشاهداتی و مسیرهای پیمایش.

۳-۴-۴-۱-۴ رقومی سازی نقشه‌های خاک و انتقال آن روی نقشه‌های توپوگرافی پایه و هم مقیاس، کنترل و اصلاح مرزهای باز واحدها، علائم و نشانه‌های استاندارد، مرزهای سیاسی و غیره، الحاق راهنمای تطبیقی و رنگ آمیزی نقشه‌ها.

۳-۴-۴-۱-۵ تعیین رقومی مساحت واحدهای نقشه خاک و واحدهای زمین نما و تنظیم جداول مربوطه

1- Infiltration rate

۳-۴-۴-۱-۶ تهیه نقشه کلی خاک برای منطقه مورد بررسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ (در سطح مرتبه چهارم) مطالعات، علاوه بر نقشه خاک تخصصی مطالعات در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰.

۳-۴-۴-۲ تهیه گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده در مرحله مقدماتی، یادداشت‌های صحرایی، تشریح محدوده پلی‌پدون‌ها و نیمرخ‌های خاک، تشریح واحدهای نقشه خاک و راهنمای توصیفی و تطبیقی و بانک داده‌های خاک، به شرح زیر:

۳-۴-۴-۱-۲ راهنمای استفاده از گزارش مطالعات خاک‌شناسی.

۳-۴-۴-۲-۲ توصیف منطقه مورد بررسی شامل موقعیت، وسعت، راه‌های دسترسی و وضعیت اقتصادی-اجتماعی.

۳-۴-۴-۲-۳ تجزیه و تحلیل وضعیت زمین‌شناسی، مواد مادری و سنگ بستر، مناطق ساختاری - رسوبی عمده، مناطق اصلی فیزیوگرافی، واحدهای زمین‌نما و شکل زمین، اقلیم، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها، کاربری و پوشش اراضی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، منابع آب آبیاری، گیاهان بومی، محدودیت‌های اساسی عوامل یادشده در استفاده و مدیریت اراضی منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۴-۲-۴ تشریح فرآیندها و نقش عوامل کنترل‌کننده پراکنش خاک‌های منطقه شامل مواد مادری، پستی و بلندی، اقلیم، موجودات زنده، گیاهان، زمان و الگوی پراکنش خاک‌ها.

۳-۴-۴-۲-۵ تشریح روش انجام مطالعات خاک‌شناسی (مراحل مقدماتی، صحرایی، ستادی، آزمون‌های میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی).

۳-۴-۴-۲-۶ تشریح واحدهای نقشه خاک، اجزاء واحدها، ناخالصی‌ها، اراضی متفرقه، خصوصیات واحدهای ژئومورفولوژیکی و خاک آنها.

۳-۴-۴-۲-۷ تشریح کاربری و پوشش اراضی، مدیریت واحدها و اجزاء واحدهای نقشه خاک.

۳-۴-۴-۲-۸ طبقه‌بندی خاک‌های منطقه مورد بررسی به شرح زیر:

۳-۴-۴-۲-۱-۸ تشریح خصوصیات کامل سری‌های خاک شناخته شده شامل، اسامی سری‌ها، طبقه‌بندی جامع خاک، نیمرخ شاهد، موقعیت نیمرخ شاهد، حدود تغییرات، سری‌های غالب، نظم جغرافیایی، سری‌های خاک همراه، زهکشی و ضریب آبگذری، کاربری و پوشش اراضی، پراکنش و وسعت، ملاحظات مربوط به افق‌های مشخصه سطحی و عمقی و سایر داده‌های اضافی طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک^۱ و طبقه‌بندی جامع خاک^۲ و آخرین کلید آن^۳.

۳-۴-۴-۲-۸-۲ معرفی و پیشنهاد سری‌های خاک جدید و تشریح خصوصیات آنها، طبق استاندارد راهنمای شناسایی خاک و طبقه‌بندی جامع خاک و آخرین کلید آن و تشریح تفاوت سری‌های جدید با سری‌های شناخته شده قبلی در منطقه مورد بررسی.

۳-۴-۴-۲-۸-۳ تنظیم فهرست منابع مورد استفاده در تهیه نقشه خاک و گزارش نهایی.

1- Soil Survey Manual ,1993
 2- USDA Soil Taxonomy ,1999
 3- Keys to Soil Taxonomy, 2006

۳-۴-۴-۲-۵-۸-۴ ارائه جدول مربوط به پارامترهای آب و هوائی (بارندگی، دما، تبخیر، یخبندان)، عملکرد محصولات، کیفیت و کمیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، آب آبیاری، گیاهان بومی و مانند اینها

۳-۴-۴-۲-۵-۸-۵ ارائه جداول نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی نمونه‌های خاک و آب نیمرخ‌های شاهد (سری‌های خاک شناخته شده و سری‌های جدید).

۳-۴-۴-۲-۵-۸-۶ ارائه جداول مساحت واحدهای نقشه و اجزاء واحدهای نقشه خاک، اراضی متفرقه، زمین نما و شکل زمین، کاربری و پوشش اراضی.

۳-۴-۴-۲-۵-۸-۷ ارائه نمودارهای آمبروترمیک، پراش نگار پرتو اشعه ایکس در تجزیه‌های کانی شناسی و دیاگرام‌های سه بعدی (بلوک دیاگرام) زمین نما و شکل زمین.

۳-۴-۴-۲-۵-۸-۸ ارائه تصاویر دیجیتالی از محدوده پلی‌پدون‌ها، نیمرخ خاک و عوارض خاص.

۳-۴-۴-۲-۵-۸-۹ تهیه بانک داده‌های منابع خاک (نقشه خاک، راهنمای توصیفی و تطبیقی، نقشه موقعیت منطقه مورد بررسی و گزارش نهایی مطالعات خاک‌شناسی).

۳-۴-۴-۶ تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی‌های خاک‌ها برای کاربری‌های گوناگون

تفسیر تناسب، محدودیت‌ها و توانمندی خاک‌ها در کاربری‌های گوناگون شامل موارد زیر:

۳-۴-۴-۱-۶ گردآوری اطلاعات و داده‌های مربوط به خاک‌ها و واحدهای زمین نمای مربوطه در منطقه مورد بررسی برای تفسیر.

۳-۴-۴-۲-۶ استفاده از داده‌های خاک در تهیه مدل‌های لازم از ویژگی‌های خاک.

۳-۴-۴-۳-۶ کسب استنتاج‌ها، و ارائه قواعد و رهنمودهای لازم برای پیش‌بینی خصوصیات رفتاری خاک-ها در کاربری‌های معین.

۳-۴-۴-۴-۶ تلفیق پیش‌بینی‌های تفسیری و تعمیم آن به واحدهای نقشه.

۳-۴-۴-۵-۶ تهیه قواعد، معیارها و دستورالعمل‌های تفسیری و تعیین گروه‌های مدیریتی خاک‌ها برای کاربری‌های متداول از جمله طراحی استفاده از اراضی، کاربری‌های کشاورزی، جنگل، مرتع، حیات وحش، فضای سبز، راه، راه آهن و فرودگاه، خطوط انتقال آب، گاز و نفت، دفع پسماند، مدیریت منابع آب، برنامه-ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای، شهرسازی، ساختمان‌سازی، آبیاری و زهکشی، ارزیابی اراضی و زمینه‌های دیگر

۳-۴-۴-۶-۶ تفسیر ویژگی‌های محدوده پلی‌پدون‌ها (نوع واحد زمین نما، موادمادری، سنگ بستر، شیب، پستی و بلندی و ارتفاع، کاربری و پوشش اراضی، سیل‌گیری، ماندابی، زه‌کشی طبیعی، اقلیم، و فرسایش و مانند اینها).

۳-۴-۴-۷-۶ تفسیر خصوصیات نیمرخ خاک (بافت، ساختمان، تخلخل، افق‌های مشخصه سطحی و عمقی، تمرکز املاح محلول، عمق خاک و لایه محدود کننده و عواملی مانند این‌ها).

۳-۴-۴-۸-۶ تفسیر داده‌های آزمایشگاهی (کربنات کلسیم، گچ، واکنش خاک، مواد آلی، شوری، نسبت جذب سدیم و تمام خصوصیات دیگری که در تفسیر یک کاربری معین مورد استفاده قرار می‌گیرد)

۳-۴-۶-۹ تفسیر ویژگی‌های مهندسی خاک (حد سیلان و خمیرایی براساس روش طبقه بندی استاندارد خاک‌ها برای مقاصد مهندسی (ASTM)، گروه بندی یونیفاید (USCS)، طبقه‌بندی حمل و نقل و بزرگراه‌های ایالتی آمریکا (AASHTO).

۳-۴-۶-۱۰ درجه بندی محدودیت، توانمندی و تناسب واحدهای نقشه خاک برای کاربری‌های موردنظر
۳-۴-۶-۱۱ ارائه نتایج تفسیرها به صورت نقشه تفسیری و راهنمای مربوطه، جداول، نمودارها، و گزارش مربوطه

۳-۴-۶-۱۲ رقومی نمودن نقشه‌های تفسیری و انتقال آن بر روی نقشه توپوگرافی پایه.

۳-۴-۶-۱۳ تهیه بانک داده‌های نقشه‌ها و گزارش تفسیری.