



مبانی زمین‌شناسی صحرائی

(رشته زمین‌شناسی)

دکتر علی حسین جلیلیان

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

پیشگفتار.....	نه
فصل اول: کلیات زمین‌شناسی صحرایی.....	۱
اهداف.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ اهمیت و اهداف مطالعات صحرایی.....	۲
۳-۱ طراحی مطالعات صحرایی.....	۴
۴-۱ ایمنی و رفتار در صحرا.....	۵
۵-۱ وسایل و ملزومات.....	۸
۵-۱-۱ چکش.....	۹
۵-۱-۲ شیشه اسید.....	۹
۵-۱-۳ متر و تراز دستی.....	۱۰
۵-۱-۴ عدسی دستی و دوربین.....	۱۱
۵-۱-۵ مکان‌یاب جهانی و ارتفاع‌سنج.....	۱۲
۵-۱-۶ استریونت و استریوسکوپ.....	۱۵
۵-۱-۷ دوربین عکاسی.....	۱۶
پرسش‌های فصل اول.....	۱۷
فصل دوم: نقشه‌های توپوگرافی.....	۱۹
اهداف.....	۱۹
۱-۲ مقدمه.....	۲۰

۲۰.....	۲-۲ ویژگی‌های نقشه‌های توپوگرافی.....
۲۵.....	۳-۲ سیستم‌های تصویر، شبکه‌بندی و تبدیل مختصات نقشه.....
۳۱.....	۴-۲ برداشت و ترسیم خطوط تراز.....
۳۳.....	۵-۲ تعیین شیب و تخمین ارتفاع نقاط روی نقشه توپوگرافی.....
۳۵.....	۶-۲ توجیه نقشه و تعیین موقعیت.....
۳۶.....	۷-۲ تهیه مقاطع توپوگرافی.....
۳۹.....	۸-۲ تشخیص انواع ساخت‌های زمین‌شناسی روی نقشه‌های توپوگرافی.....
۴۲.....	پرسش‌های فصل دوم.....
۴۳.....	فصل سوم: نقشه‌های زمین‌شناسی.....
۴۳.....	اهداف.....
۴۴.....	۱-۳ مقدمه.....
۴۴.....	۲-۳ ویژگی‌های نقشه‌های زمین‌شناسی.....
۴۷.....	۳-۳ انواع نقشه‌های زمین‌شناسی.....
۴۷.....	۱-۳-۳ نقشه‌های شناسایی.....
۴۸.....	۲-۳-۳ نقشه‌های ناحیه‌ای.....
۴۹.....	۳-۳-۳ نقشه‌های دقیق.....
۴۹.....	۴-۳-۳ نقشه‌های با اهداف خاص.....
۵۰.....	۴-۳ مراحل تهیه نقشه زمین‌شناسی.....
۵۰.....	۱-۴-۳ شناسایی مقدماتی.....
۵۱.....	۲-۴-۳ تهیه نقشه صحرایی.....
۵۴.....	۳-۴-۳ تهیه نقشه نهایی.....
۵۸.....	۵-۳ ترسیم مقاطع زمین‌شناسی.....
۶۱.....	۶-۳ نقشه‌ها و نیمرخ‌های تقریبی.....
۶۲.....	۱-۶-۳ ترسیم نیمرخ‌های تقریبی.....
۶۳.....	۲-۶-۳ ترسیم نقشه‌های تقریبی و کروکی مسیر.....
۶۵.....	۳-۶-۳ تهیه کروکی از رخنمون‌ها.....
۶۷.....	۷-۳ روش‌های نقشه برداری.....
۶۷.....	۱-۷-۳ پیمایش.....
۶۹.....	۲-۷-۳ نقشه‌برداری سطح تماس یا همبری.....
۷۱.....	۳-۷-۳ نقشه‌برداری رخنمون‌ها.....
۷۲.....	پرسش‌های فصل سوم.....

فصل چهارم: قطب‌نمای زمین‌شناسی.....	۷۳
اهداف	۷۳
۱-۴ مقدمه	۷۴
۲-۴ آشنایی با قطب‌نمای زمین‌شناسی	۷۴
۳-۴ انحراف مغناطیسی و تصحیح کُمپاس	۷۶
۴-۴ اندازه‌گیری شیب و امتداد	۷۷
۵-۴ ثبت امتداد و شیب	۸۳
۶-۴ اندازه‌گیری روند و میل عناصر خطی	۸۴
۷-۴ تعیین موقعیت با استفاده از کُمپاس (روش مثلثی)	۸۸
پرسش‌های فصل چهارم	۹۱
فصل پنجم: مقاطع چینه‌شناسی.....	۹۳
اهداف	۹۳
۱-۵ مقدمه	۹۴
۲-۵ اهمیت و ضرورت مطالعه سنگ‌های رسوبی	۹۵
۳-۵ ملاحظات مربوط به مطالعه صحرایی سنگ‌های رسوبی	۹۵
۴-۵ آشنایی با مقاطع چینه‌شناسی و نمودارهای رسوبی	۹۷
۵-۵ مراحل تهیه و توصیف نمودارهای ترسیمی	۱۰۰
۶-۵ محاسبه ضخامت واقعی لایه‌ها	۱۰۵
۱-۶-۵ استفاده از شاخص ژاکوب	۱۰۶
۲-۶-۵ استفاده از کُمپاس	۱۰۷
۳-۶-۵ استفاده از شیب‌سنج و متر	۱۰۸
پرسش‌های فصل پنجم	۱۰۹
فصل ششم: دفترچه صحرایی و گزارش نهایی.....	۱۱۱
اهداف	۱۱۱
۱-۶ مقدمه	۱۱۱
۲-۶ اهمیت و کاربرد دفترچه صحرایی و گزارش نهایی	۱۱۲
۳-۶ طراحی و بخش‌بندی دفترچه صحرایی	۱۱۳
۴-۶ طراحی و بخش‌بندی گزارش زمین‌شناسی	۱۱۶
۱-۴-۶ معرفی	۱۱۹
۲-۴-۶ فهرست مطالب	۱۱۹

۱۱۹.....	۳-۴-۶ چکیده گزارش.....
۱۲۰.....	۴-۴-۶ مقدمه گزارش.....
۱۲۰.....	۵-۴-۶ قسمت اصلی گزارش.....
۱۲۳.....	۶-۴-۶ نتیجه‌گیری.....
۱۲۳.....	۷-۴-۶ سپاس‌گزاری در گزارش.....
۱۲۳.....	۸-۴-۶ منابع گزارش.....
۱۲۵.....	پرسش‌های فصل ششم.....
۱۲۷.....	فصل هفتم: نمونه‌برداری و عکاسی.....
۱۲۷.....	اهداف.....
۱۲۸.....	۱-۷ مقدمه.....
۱۲۸.....	۲-۷ ضرورت‌ها و ملاحظات نمونه‌برداری.....
۱۳۱.....	۳-۷ توصیف و نام‌گذاری سنگ‌ها در صحرا.....
۱۳۴.....	۴-۷ شماره‌گذاری و بسته‌بندی نمونه‌ها.....
۱۳۶.....	۵-۷ عکاسی در صحرا.....
۱۳۹.....	پرسش‌های فصل هفتم.....
۱۴۰.....	ضمیمه شماره یک: وسایل مورد نیاز در صحرا.....
۱۴۴.....	ضمیمه شماره دو: برخی از علائم و نمودارهای مورد نیاز در صحرا.....
۱۵۳.....	منابع فارسی و لاتین.....

پیشگفتار

دانش زمین‌شناسی به عنوان یکی از علوم پایه، با مشارکت در اکتشاف منابع معدنی و انرژی از جمله نفت و گاز و ایجاد زیرساخت‌ها و سازه‌های کلان، مثل تونل‌ها و سدها، نقش مهمی در فرآیند توسعه هر کشور ایفا می‌کند. همچنین، ضرورت مطالعه مخاطرات طبیعی همچون سیل، زلزله و آتشفشان به منظور پیشگیری و مقابله با این بلایا و حفاظت از محیط زیست سبب شده است که نیاز به داده‌های این علم بیش از پیش احساس شود. مطالعات صحرایی بخشی بسیار مهم و کلیدی از دانش زمین‌شناسی و سایر گرایش‌های وابسته به مجموعه علوم زمین است. متأسفانه در سال‌های اخیر، علی‌رغم پیشرفت‌های زیادی که در بخش‌های مختلف علوم زمین در کشور ما صورت گرفته است؛ مباحث مربوط به زمین‌شناسی صحرایی چندان مورد توجه قرار نگرفته‌اند. نتیجه این امر، فقدان منابع مکتوب و مهارت اندک دانش‌آموختگان این رشته در سازماندهی و به سرانجام رساندن پروژه‌های صحرایی است. هدف اصلی این کتاب آشنایی دانشجویان دوره کارشناسی زمین‌شناسی و سایر علاقمندان با اصول و مبانی مطالعات صحرایی است.

مطالب این کتاب بر اساس سرفصل‌های مصوب شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای یک واحد درسی در دوره کارشناسی زمین‌شناسی و در هفت فصل تهیه و تنظیم شده است. سعی نهایی بر این بوده است که مباحث اصلی و نکات مورد نیاز به زبان ساده ارائه گردند و تا حد ممکن خودآموز

باشند. با این حال، ضروری است خوانندگان پیش از مطالعه کتاب، با سایر موضوعات مورد نیاز از جمله کانی‌شناسی، رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی، دیرینه‌شناسی، زمین‌شناسی ساختمانی و کاربرد عکس‌های هوایی آشنا بوده و اطلاعات لازم را داشته باشند. آشنایی با وسایل مورد نیاز، مراحل تهیه و ترسیم نقشه زمین‌شناسی، تعیین و محاسبه مختصات عوارض صفحه‌ای و خطی، تنظیم دفترچه صحرایی و مندرجات گزارش نهایی مهم‌ترین مباحثی است که به آن‌ها پرداخته شده است. همچنین، بخشی از مطالب از جمله لوازم کار صحرایی و جداول و نمودارهای مورد نیاز در قالب ضمیمه‌هایی به انتهای کتاب اضافه شده است. بدیهی است که کتاب حاضر بدون اشتباه و نقص نیست، اما امیدوارم تا حد امکان قسمتی از اطلاعات مورد نیاز خوانندگان را تأمین نماید. انتظار می‌رود با تذکر لغزش‌ها و کمبودهای موجود، نویسنده را در رفع آن‌ها یاری فرمایید.

لازم است از تلاش‌های با ارزش همکاران ارجمند در دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی و چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور به خاطر مساعدت در مراحل مختلف آماده‌سازی کتاب، آقای دکتر ناصر ارزانی به خاطر ویراستاری و ارائه نکته نظرات ارزنده و در اختیار گذاشتن برخی منابع، آقایان دکتر علی‌اصغر بهاری‌فر و دکتر علی‌رضا مظلومی به خاطر تقبل داوری نسخه پیش‌نویس، خانم زهره صفری به خاطر اصلاح ایرادهای نگارشی و آقای افشین رسولی به خاطر همکاری در تهیه بعضی تصاویر مورد نیاز قدردانی نموده، برای این عزیزان توفیق روزافزون آرزو نمایم.

علی حسین جلیلیان

تابستان ۱۳۹۱

دانشگاه پیام نور مرکز اهواز

Jalilian@pnu.ac.ir

فصل اول

کلیات زمین‌شناسی صحرایی

هدف کلی

هدف کلی از مطالعه این فصل، آشنایی دانشجویان با مفاهیم اولیه زمین‌شناسی صحرایی و بیان اهمیت، جایگاه و چارچوب کلی این گونه مطالعات است.

هدف‌های رفتاری

برای رسیدن به هدف فوق انتظار می‌رود دانشجویان پس از مطالعه دقیق این فصل قادر باشند:

۱. اصطلاحات جدول مفاهیم تازه را تعریف کنند.
۲. فلسفه و اهداف اصلی مطالعات صحرایی را بیان کنند.
۳. نحوه سازماندهی و مراحل مختلف یک پروژه صحرایی را تشریح کنند.
۴. اصول ابتدایی ایمنی و رفتار در صحرا را توضیح دهند.
۵. مهم‌ترین وسایل مورد نیاز برای فعالیت‌های صحرایی را بشناسند و کاربرد آن‌ها را معرفی نمایند.

مفاهیم تازه

داده‌های صحرایی، استریونت، استریوسکوپ، مکان‌یاب جهانی، رخنمون

۱-۱ مقدمه

مطالعات زمین‌شناسی طیف بسیار وسیعی از بررسی‌های کاملاً محض، مثل توصیف ساده یک رخنمون^۱ یا تعیین رخساره‌های یک مجموعه دگرگونی تا پژوهش‌های پیچیده و کاربردی، نظیر پی‌جویی منابع معدنی و نفت و گاز را شامل می‌شوند. تردیدی نیست که علی‌رغم این گستردگی زیاد، بدون مشاهدات صحرایی و نمونه‌های با کیفیت خوب، انجام بررسی‌های علمی دقیق‌تر، نظیر مطالعات آزمایشگاهی و تجزیه‌های ژئوشیمی، بازسازی شرایط و تاریخچه تشکیل و محیط تحول سنگ‌های مختلف و محیط زیست موجودات گذشته غیرممکن خواهد بود.

مطالعه صحرایی مهم‌ترین روش جمع‌آوری داده‌ها در زمین‌شناسی است. در حقیقت، مشاهدات صحرایی جانمایه دانش ما از فرآیندهای مؤثر بر زمین و محصولات آن‌ها است. همان‌طور که اشاره شد، حتی در بسیاری دیگر از رشته‌های علمی از جمله محیط زیست، باستان‌شناسی، عمران و اکتشاف معدن هم این گونه داده‌ها از اهمیت و ارزش بالایی برخوردار هستند.

۱-۲ اهمیت و اهداف مطالعات صحرایی

افزون بر ارزش علمی داده‌های صحرایی، این مطالعات مزیت‌های دیگری نیز دارند که اهمیت آن‌ها را دو چندان می‌کند. کنکاش علمی در صحرا این امکان را می‌دهد که کار کردن در بیرون از محیط دفتر یا آزمایشگاه را تجربه کرده و طبیعت را آن‌گونه که هست به صورت مستقیم بیازماییم. از طرفی، در این گونه فعالیت‌ها بخت آن را داریم تا به مکان‌های مختلف سفر کرده و مثل یک گردشگر از آن نقاط بازدید کنیم. یکی دیگر از نکات برجسته در این زمینه، امکان مشارکت در یک کار گروهی است که افراد آن از تخصص‌ها و توانایی‌های متفاوت برخوردارند و حتی ممکن است از کشورهای مختلف باشند. این مورد می‌تواند برای یک زمین‌شناس فرصتی استثنایی در تبادل تجربیات و آموزش نکات مورد نیاز خود باشد. مجموعه این دلایل سبب شده‌اند که مطالعات صحرایی بسیار لذت بخش، چالش آفرین و در عین حال آموزنده باشند.

همان‌طور که اشاره شد، در یافتن راه حل برای مسائل زمین‌شناسی، مطالعات صحرایی از چند جنبه بی‌نظیرند و با هیچ منبع اطلاعاتی دیگری قابل جایگزین نیستند.

نخست این که با مشاهده مستقیم پدیده‌های مرتبط با هم در روی زمین، تشخیص مواد سازنده و ساختمان‌های موجود آسان‌تر می‌شود. همچنین، در صحرا می‌توان بلافاصله فرضیه مورد نظر را آزمایش کرده و نسبت به راست‌آزمایی پیش‌بینی‌ها اقدام نمود. نکته سوم این که، ممکن است مطالعه هم‌زمان مجموعه‌ای از ساختمان‌ها و مواد به شناسایی پدیده‌ها و عوارض ناشناخته و در نهایت ارائه نظرات جدید بیانجامد. به عبارت دیگر، این امکان هست که در حین جمع‌آوری داده‌ها در روی زمین، با پرسش‌های جدیدی مواجه شویم که در مراحل قبلی اصلاً مطرح نبوده‌اند. در این حالت می‌توان بر اساس مشاهدات انجام شده، فرضیه جدیدی را مطرح کرده و نمونه‌ها و داده‌های مورد نیاز را برای بررسی آن تهیه کنیم.

بخش زیادی از سطح زمین توسط پوشش گیاهی، خاک یا رسوبات عهد حاضر پوشیده شده است. به همین خاطر، یکی از دغدغه‌های همیشگی زمین‌شناسان در مطالعات صحرایی، دسترسی به نقاطی است که سنگ‌ها و رسوبات گذشته بیرون‌زدگی یا رخنمون دارند. فرسایش و بالآمدگی تکتونیکی^۱ دو عامل اصلی ایجاد رخنمون‌ها هستند. علاوه بر یافتن رخنمون‌های مناسب و قابل کار، اغلب زمین‌شناس‌ها در فعالیت‌های صحرایی با سه چالش جدی دیگر مواجه‌اند که عبارتند از:

نخست، تصمیم‌گیری در مورد نوع داده‌هایی که برای پاسخ‌گویی به پرسش علمی مطرح شده لازم دارند. سپس، ثبت و ضبط دقیق داده‌ها ترجیحاً به گونه‌ای که برای دیگران نیز قابل فهم باشند و در نهایت، تفسیر درست داده‌ها و تفهیم مشاهدات. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هدف و انگیزه اصلی در زمین‌شناسی صحرایی، مشاهده و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز از سنگ‌ها و رسوبات گوناگون است که در نهایت به شناخته شدن فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی مؤثر در حال و گذشته زمین می‌انجامد. در واقع یک مطالعه صحرایی جامع، شامل مشاهده و سنجش دقیق عوارض و پدیده‌ها در روی زمین و جمع‌آوری نمونه‌های مناسب برای تجزیه و بررسی بیشتر در آزمایشگاه است. ذکر این نکته ضروری است که اصول و مبانی مشاهداتی در زمین‌شناسی صحرایی سال‌ها است که بدون تغییر باقی مانده‌اند، اگرچه شیوه تفسیر داده‌ها، مقیاس و دقت مطالعات و ابزارهای مورد استفاده تا حدود زیادی اصلاح شده‌اند.

به طور کلی، فلسفه و بنیان مطالعات صحرایی بر جمع‌آوری سه نوع اطلاعات استوار است که ساده‌ترین آن‌ها داده‌های حاصل از مشاهده و سنجش مستقیم پدیده‌ها و عوارض طبیعی است. ساخت و بافت یک سنگ، امتداد و شیب لایه‌ها و ارتباط جغرافیایی یا تطابق^۱ بین دو توده سنگی، نمونه‌هایی از این گروه اطلاعات است.

دسته دوم از داده‌ها، اصولاً ماهیت تفسیری دارند. برای نمونه، یک مجموعه مشخص از سنگ‌ها و ساختمان‌های رسوبی بیانگر حضور شرایطی معین یا یک محیط رسوب‌گذاری خاص است. مثلاً در بیشتر موارد رنگ قرمز یک مجموعه رسوبی نشانه بودن اکسیدهای آهن و تشکیل آن رسوبات در محیط خشکی است. بر همین اساس است که زمین‌شناسان انگاری محیط‌های گذشته را می‌بینند و شرایط آن‌ها را بازسازی می‌کنند. این بخش از اطلاعات به تجربه و دانش زمین‌شناس بستگی دارند و در مواردی ممکن است نادرست باشند.

گروه سوم به زمان مربوط می‌شوند و ترتیب رویدادها را نشان می‌دهند. مرتب کردن رخدادها در زمین‌شناسی اهمیت زیادی دارد؛ زیرا این علم اصولاً ماهیتی تاریخی دارد. تعیین ترتیب سنی پدیده‌ها یا رویدادهای مختلف بر اصول مشخصی استوار است که برای نمونه می‌توان به اصل روی هم قرارگیری^۲ اشاره کرد که بر اساس آن در یک توالی رسوبی عادی، لایه‌های بالاتر جوان‌تر از طبقات زیرین خود هستند.

۱-۳ طراحی مطالعات صحرایی

هر پروژه صحرایی در سه مرحله به سرانجام می‌رسد که عبارتند از:

۱. برنامه‌ریزی و سازماندهی، که در آن هدف اصلی و اهداف جانبی مطالعه و زمان‌بندی انجام کارها مشخص می‌شود. همچنین، روش جمع‌آوری داده‌ها، تهیه وسایل مورد نیاز، اخذ مجوزها و انجام هماهنگی‌های لازم، تفهیم شرح وظایف افراد در مطالعات گروهی و تعیین محدود پروژه مورد نظر در این مرحله انجام می‌گیرد. بدیهی است که اگر هدف، روش تحقیق و قلمرو جغرافیایی عملیات صحرایی مشخص نشده باشد، انجام آن نتیجه‌ای جز اتلاف وقت و هزینه به دنبال نخواهد داشت. این مرحله را می‌توان مقدمه عملیات صحرایی نام نهاد. به‌عنوان یک معیار کلی، خوب است بدانید که

1. Correlation

2. Superposition

به طور میانگین، زمان لازم برای برنامه ریزی مطالعه محدوده‌ای در حد یک نقشه زمین‌شناسی با مقیاس متوسط (۱:۱۰۰/۰۰۰) حدود ۳۰ روز خواهد بود.

۲. مشاهده، تهیه نقشه و نمونه‌برداری که با حضور در روی زمین و بررسی رخنمون‌ها انجام می‌شود. در این مرحله که حین عملیات صحرایی هم گفته شده است، ابتدا انواع اصلی سنگ‌های موجود در منطقه اعم از آذرین، رسوبی یا دگرگون و واحدهای مختلف چینه‌شناسی نظیر سازندها و عضوهای^۱ مختلف از هم تفکیک می‌شوند. پس از آن، جزئیات سنگ‌شناسی و دیرینه‌شناسی رخنمون‌ها مثل رنگ، ضخامت، ترکیب، بافت و ساخت، تورق‌پذیری و کلیواژ^۲ و نوع فسیل‌ها به دقت مورد توجه قرار می‌گیرند. در این مرحله، نباید عوارض ساختمانی از جمله انواع مختلف چین، گسل و درزها را فراموش کرد.

برداشت نمونه از سنگ‌ها و رسوبات و عکس‌برداری از پدیده‌ها، می‌تواند ضمن کمک به ثبت دقیق‌تر جزئیات، مواد لازم برای انجام مراحل بعدی را فراهم کند. تهیه مقاطع نازک^۳ و انجام انواع مختلف تجزیه‌های شیمیایی در آزمایشگاه به مورد اخیر بستگی دارد. این مرحله در گستره یک نقشه متوسط مقیاس (حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع) به چهار تا شش دوره ۲۰ روزه کار صحرایی نیاز دارد (قلمقاش، ۱۳۸۴).

۳. تدوین و ارائه گزارش که معمولاً در قالب پایان‌نامه‌ها، مقالات یا گزارش طرح‌های تحقیقاتی به دانشگاه‌ها و سایر مراکز مرتبط انجام می‌شود. تنظیم گزارش نهایی با توجه به یادداشت‌های صحرایی، عکس‌ها، نقشه زمین‌شناسی و نتایج حاصل از بررسی‌های آزمایشگاهی صورت می‌پذیرد (بخش ۴-۶). مرحله اخیر، پس از انجام عملیات صحرایی است.

۱-۴ ایمنی و رفتار در صحرا

در بیشتر موارد مطالعات صحرایی خارج از محیط‌های مسکونی و دور از مراکز جمعیتی انجام می‌شوند. بنابراین، همچون دیگر فعالیت‌های مشابه خالی از خطرات فیزیکی نیستند. به همین خاطر ضروری است که زمین‌شناسان صحرایی آمادگی و توانایی لازم برای محافظت از خود و دیگران در مواجهه با شرایط اضطراری و خطرات

1. Members

2. Cleavage

3. Thin sections

احتمالی را داشته باشند. رعایت اصول ساده زیر، احتمال خطر را به حداقل رسانده و بازده کار را تا حدود زیادی افزایش می‌دهد. داشتن سلامت جسمی، دانش و مهارت کافی، زمان‌بندی مشخص فعالیت‌ها و داشتن برنامه مدون با اهداف از پیش تعیین شده شروط اصلی موفقیت در یک عملیات صحرایی است. همچنین، روشن بودن شرح وظایف افراد گروه، توجه به سلسله مراتب، استفاده از تجربیات افراد مجرب و پرهیز از اتلاف وقت از دیگر اصول بدیهی کار است.

بیشتر اوقات در مواجهه با یک وضعیت نامناسب، رعایت احتیاط و تصمیم‌گیری عاقلانه بهتر از ابراز شجاعت کورکورانه است. اکیداً توصیه می‌شود قبل از مسافرت، فهرست اقلام مورد نیاز برای عملیات صحرایی (ضمیمه شماره یک) را کنترل کرده، اطمینان حاصل کنید آب و غذای کافی و جعبه کمک‌های اولیه را حتماً با خود داشته باشید. ضروری است شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر را در زمان مسافرت مورد توجه قرار داده و لباس و کفش مناسب همراه داشته باشید. سعی کنید لباس‌هایی بپوشید که از استحکام کافی برخوردار بوده و از فواصل دور قابل مشاهده باشند. تجربه نشان داده است که عزیمت افراد به مناطق گرمسیر در فصل تابستان و یا مناطق سردسیر در فصول پاییز و زمستان، علاوه بر به مخاطره انداختن سلامت افراد، بازده مطلوبی هم نخواهد داشت.

بهتر است از عزیمت انفرادی به صحرا، به ویژه به مناطق دوردست و ناشناخته پرهیز نمایید. در صورت نیاز به این کار، لازم است به طور مداوم با شخص یا اشخاصی که می‌توانند در صورت لزوم به شما کمک کنند، در تماس باشید و موقعیت خود را به آن‌ها اطلاع دهید. حتی می‌توانید قبل از رفتن، مسیر دسترسی به منطقه مورد نظر و شرح مختصری از برنامه کاری و تاریخ بازگشت خود را برای افراد مسئول یا دوستان و خانواده یادداشت بگذارید.

در بسیاری از موارد با پرداخت هزینه‌ای اندک می‌توانید از مساعدت و همراهی افراد محلی در دسترسی به موقعیت مورد نظر و حتی انجام برخی از کارها مثل حمل نمونه‌ها و وسایل بهره‌مند شوید. این مورد در پیشرفت سریع کارها و افزایش امنیت افراد بسیار مؤثر است. در دامنه تپه‌ها و بخش‌های پرشیب ندوید و به‌جز در مواقع بسیار ضروری، از صعود به پرتگاه‌ها خودداری کنید. به معادن متروکه و غارهای ناشناخته وارد نشوید، مگر به صورت دسته جمعی. در این صورت هم از وسایل

روشنایی و راهنما استفاده کنید. حتماً یک نفر را بیرون از این نواحی بگذارید تا در موقع ضروری کمک خبر کند. در صورت نداشتن مهارت کافی از شنا کردن اجتناب کرده، هنگام عبور از رودخانه‌ها دقت کافی داشته باشید. از پرتاب چکش، سنگ و یا هر چیزی به طرف دیگران و شوخی بی‌مورد بپرهیزید. هرگز با مواد منفجره و آتش‌زای مکشوفه بازی نکنید و در اولین فرصت این موارد را به مقامات ذیصلاح گزارش کنید.

هنگام ضربه زدن با چکش از عینک استفاده کنید و در هنگام تردد در نواحی پرشیب یا تونل‌ها کلاه ایمنی بگذارید. اگر دچار مه‌گرفتگی شدید، نگران نشوید. اگر مه رقیق بود به مسیر خود ادامه دهید، در غیر این صورت در جای خود بمانید تا مه از میان برود. در مورد تاریکی هم به این ترتیب عمل کنید. در موقع بارندگی تا حد امکان از مسیر رودهای فصلی و مسیل‌ها فاصله بگیرید.

اگر گم شدید، خونسردی خود را حفظ کرده و سعی کنید با استفاده از وسایل ارتباطی نظیر تلفن همراه از دیگران کمک بگیرید. در صورت قطع ارتباط، البته با مساعد بودن هوا در مسیر آبراهه‌ها به حرکت خود ادامه دهید تا به مناطق مسکونی برسید. استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب ماهواره‌ای^۱ یا جی پی اس^۲ در این موارد بسیار مفید خواهد بود.

راهپیمایی در مناطق جنگلی دشوار است، زیرا بیشتر مسیرها مشابه هم هستند. در صورت لزوم، مسیر خود را علامت‌گذاری کرده و رد پای خود را شناسایی کنید. در نواحی دورافتاده برای برقراری ارتباط بین افراد می‌توانید از دستگاه‌های رادیویی مثل بی‌سیم استفاده کنید.

ایجاد مزاحمت برای ساکنان منطقه، ممکن است تبعات ناخوشایندی داشته باشد. بنابراین، برای ورود به املاک خصوصی اجازه بگیرید. در زمان جمع‌آوری نمونه‌ها، محل فسیل‌ها و یا کانی‌های کمیاب را تخریب نکنید و به اندازه نیاز نمونه بردارید. از آب چشمه‌ها و نه‌رهای مشکوک استفاده نکنید و در استفاده از آب چاه روستاها هم با احتیاط برخورد کنید. قرص‌های تصفیه‌کننده آب و برطرف‌کننده ناراحتی‌های گوارشی که ممکن است در هنگام مسافرت به آن‌ها دچار شوید، فراموش نکنید. بعضی از نکات ایمنی در ارتباط با گرم‌زدگی، سرمازدگی، مار و عقرب‌زدگی را آموزش ببینید.

1. Global Positioning System

2. GPS

خود را برای یک روز کاری به طور کامل آماده کنید. تغذیه و استراحت کافی توان شما را برای ادامه عملیات صحرایی تا مراحل پایانی تأمین می‌کند. معمولاً در مراحل ابتدایی، دانشجویان دچار سردرگمی شده و احساس می‌کنند مطالب مهمی به دست نیآورده‌اند. این موضوع کاملاً عادی است و با گذشت زمان و افزایش تجربه شرایط بهتر خواهد شد. نکته آخر آن که هرگز در ثبت داده‌ها به حافظه خود یا دیگران اعتماد نکنید و بلافاصله موارد لازم را در دفترچه صحرایی یادداشت نمایید. آشنایی با مقدمات طراحی و مهارت در ترسیم، این امکان را به شما می‌دهد که با اضافه کردن شکل‌های ساده، ثبت داده‌ها را راحت‌تر انجام دهید. نمودارهای از پیش آماده شده، کروکی، نقشه‌های تقریبی^۱ و نیمرخ‌های صحرایی در این زمینه بسیار مفید هستند.

۱-۵ وسایل و ملزومات

فهرست مجموعه‌ای از متداول‌ترین وسایل مورد نیاز در مطالعات صحرایی در ضمیمه شماره یک این کتاب ارائه شده است. قدر مسلم لوازم دیگری هم هست که در این فهرست گنجانده نشده‌اند و بنا به تجربه و یا ضرورت ممکن است به آن‌ها نیاز داشته باشید. همچنین، لازم نیست که در تمام عملیات‌ها همه وسایل ذکر شده را با خود ببرید. این موضوع تا حدود زیادی به نوع فعالیت و هدف از مطالعه بستگی دارد. سعی کنید به تدریج این فهرست را کامل کرده و بر حسب نیاز عمل کنید. به عنوان یک نکته کلیدی، حتماً در تابستان آب کافی و کلاه مناسب و در زمستان لباس گرم با خود ببرید. قبل از عزیمت، از سالم بودن وسایل اطمینان حاصل کرده، لازم است نحوه صحیح استفاده و نگهداری از دستگاه‌ها را آموخته باشید. یک زمین‌شناس با تجربه باید بتواند در صورت لزوم، عیب‌های جزئی و نقص‌های احتمالی وسایل را مرتفع نماید. گم کردن وسایل ضروری و یا از کار افتادن آن‌ها در صحرا بسیار آزاردهنده است و می‌تواند ادامه کار را با مشکل جدی مواجه کند. بنابراین، در حفاظت از وسایل خود دقت کافی داشته باشید. در این بخش به طور خلاصه چند مورد از مهم‌ترین وسایل مورد استفاده در یک عملیات صحرایی معرفی می‌شوند. البته، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، قطب‌نما، شیب‌سنج و دفترچه صحرایی به تفصیل در فصل‌های دو، سه، چهار و شش جداگانه توضیح داده خواهند شد.

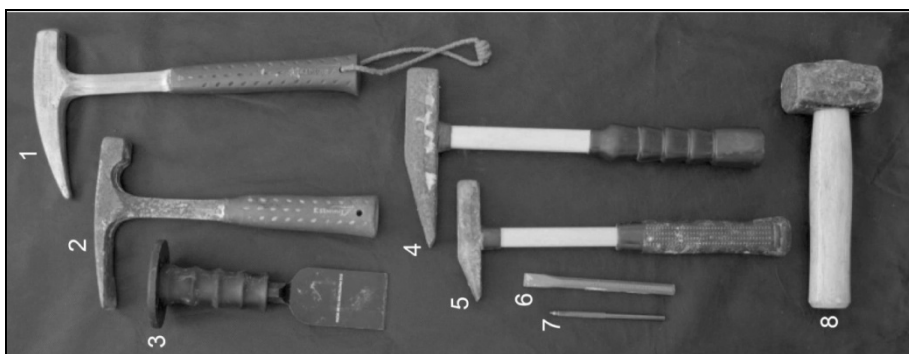
1. Sketch map

۱-۵-۱ چکش

چکش زمین‌شناسی از ضرورت‌های مطالعات صحرایی است. کاربرد اصلی آن در تهیه نمونه‌های مورد نیاز و تمیز کردن بخش هوازده رخنمون‌های سنگی به منظور توصیف دقیق‌تر آن‌ها است. انواع مختلفی از چکش‌های زمین‌شناسی در بازار عرضه می‌شوند که با توجه به نوع فعالیت مورد نظر و بودجه‌ای که برای این کار در نظر گرفته‌اید، می‌توانید نوع مناسب را تهیه کنید (شکل ۱-۱).

به طور معمول در مطالعه سنگ‌های رسوبی، چکش‌های با وزن حدود نیم و انواع یک کیلوگرمی برای سنگ‌های آذرین و دگرگونی ترجیح داده می‌شوند. اگر به تهیه نمونه‌های بزرگ نیاز دارید، بهتر است از پتک استفاده کنید.

در بعضی موارد، مثل جدا کردن نمونه‌های فسیل، چکش به تنهایی کافی نیست. در این حالت، به اسکنه (قلم) هم نیاز دارید. اندازه اسکنه تابع کاری است که انجام می‌دهد. زمین‌شناس‌هایی که با نمونه‌گیری معدنی سروکار دارند، استفاده از اهرم را مناسب‌تر می‌دانند. استفاده از جاچکشی‌های چرمی که به کمربند آویزان می‌شوند، می‌تواند در نگهداری چکش به هنگام نوشتن، ترسیم و حرکت مفید باشد.



شکل ۱-۱ انواع مختلف چکش زمین‌شناسی (۱ و ۲ و ۴ و ۵) و اسکنه (۳ و ۶ و ۷) و پتک (۸) (برگرفته از کوئه، ۲۰۱۰)

۱-۵-۲ شیشه اسید

همیشه یک شیشه حاوی مقدار کمی اسید هیدروکلریک ۱۰ درصد در کوله پشتی خود داشته باشید. در یک روز کاری خوب در مناطق متشکل از سنگ‌های رسوبی، به

خصوص کربنات‌ها، مقدار ۵ میلی لیتر اسید کفایت می‌کند. معمولاً اسید به صورت قطره قطره مصرف می‌شود.

هنگام استفاده از اسید، بخشی از سنگ را شکسته و بر روی سطح تازه چند قطره اسید بریزید. اگر واکنش شدید باشد، سنگ آهکی است. اگر واکنش کند و ضعیف بود، با چاقو سطح سنگ را خراش داده و به صورت پودر درآورید. سپس چند قطره اسید بریزید، واکنش آرام معرف دولومیت است.

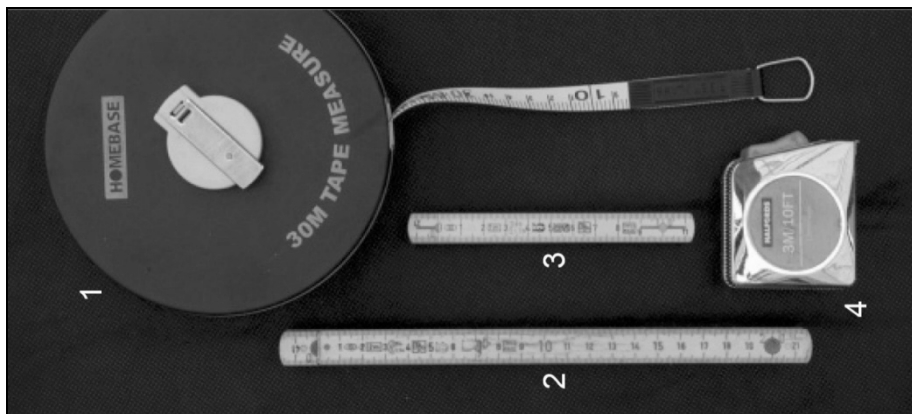
در اغلب سنگ‌های رسوبی، آهک و دولومیت در کنار هم حضور دارند. در این حالت، تعدادی نمونه برای رنگ‌آمیزی و مطالعه بیشتر در آزمایشگاه تهیه کنید. استفاده از قطره چکان داروهای گوش یا چشم به عنوان شیشه اسید بسیار مناسب است. آن‌ها به راحتی قابل تهیه‌اند، شکستنی نیستند و نشتی هم ندارند.

۱-۵-۳ متر و تراز دستی^۱

فاصله افقی و ضخامت دو مؤلفه‌ای هستند که در اغلب مطالعات صحرایی نسبت به سنجش آن‌ها اقدام می‌گردد. در بیشتر موارد استفاده از نوارهای مدرج (متر) برای این منظور کفایت می‌کند؛ اما در مناطق با شیب زیاد شاخص ژاکوب^۲ و شیب‌سنج (بخش ۵-۶) کارایی بهتری دارند. در مطالعه مناطق وسیع و نقشه برداری‌های در مقیاس بزرگ، نوارهای با طول بیش از ۳۰ متر مناسب هستند (شکل ۱-۲). پیشنهاد می‌شود از نوارهای مدرج فولادی استفاده کنید که نسبت به انواع پارچه‌ای استحکام بیشتری دارند. انواع کوچک‌تر یا متری‌های کم‌ری (با طول ۲ تا ۷ متر) که ارزان‌تر هم هستند، برای کارهای کوچک مقیاس و تهیه ستون‌های چینه‌شناسی (فصل پنجم) مفیدتر خواهند بود. استفاده از خط کش‌های پلاستیکی یا چوبی به عنوان مقیاس در هنگام عکس‌برداری و اندازه‌گیری جزئیات واحدهای رسوبی امری کاملاً متداول است.

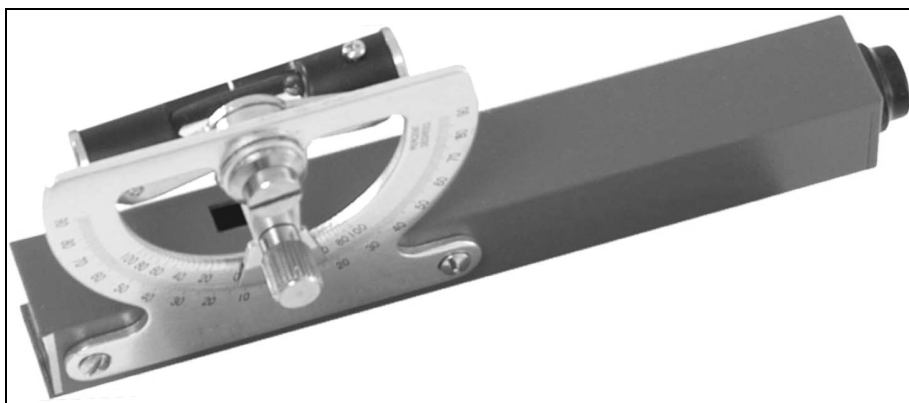
تراز دستی یا لوله‌ای، شامل یک تراز استوانه‌ای و یک لوله فلزی است که کار نشانه‌روی را انجام می‌دهد (شکل ۱-۳). در هنگام نشانه‌روی (قراول) به فواصل دور، تمام نقاطی که در امتداد محور نوری یا خط محوری این دستگاه قرار می‌گیرند، ارتفاع یکسان دارند. در یافتن نقاط هم‌ارتفاع و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای رسم نقشه‌های توپوگرافی هم از این وسیله استفاده می‌شود.

1. Hand level
2. Jacob staff



شکل ۱-۲ انواع مختلف متر (۱ و ۴) و خط کش (۲ و ۳) مناسب برای اندازه‌گیری در صحرا (همان)

کاربرد اصلی تراز دستی، اندازه‌گیری فاصله قائم یا اختلاف ارتفاع بین نقاط مختلف است. برای افزایش کارایی تراز دستی معمولاً آن را به صورت کشویی می‌سازند. در انواع ساده این وسیله فقط یک عدسی چشمی تعبیه شده است، اما انواع جدیدتر آن دارای عدسی شیئی نیز هستند. در نتیجه، کیفیت تصاویر آن‌ها بهتر است. با پیشرفت فناوری، در بعضی از ترازها به جای خط دید از نور لیزر استفاده می‌کنند.



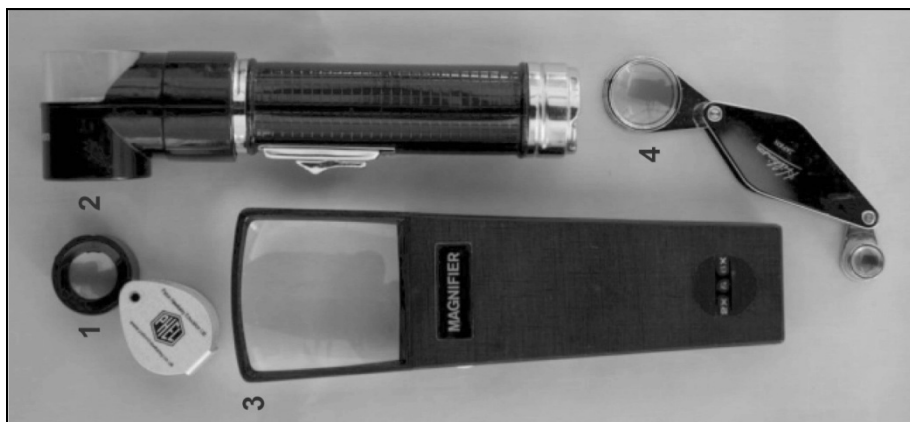
شکل ۱-۳ تراز دستی که به عنوان شیب‌سنج هم قابل استفاده است.

۱-۵-۴ عدسی دستی و دوربین

در مطالعات صحرایی برای مشاهده دقیق‌تر جزئیات نمونه‌های سنگ یا فسیل به عدسی

(ذره‌بین) نیاز داریم. عدسی‌های با بزرگ‌نمایی ۷ تا ۱۰ برابر قیمت مناسب دارند و معمولاً نیاز یک زمین‌شناس را در روی زمین به خوبی برآورده می‌کنند (شکل ۱-۴). در بعضی از عدسی‌های جدید یک منبع نوری تعبیه شده است که وضوح تصویر را بهتر می‌کند. سعی کنید ابتدا با چشم غیرمسلح و سپس به کمک عدسی دستی همه جوانب یک نمونه را به دقت ملاحظه کنید. در بعضی از نمونه‌های دگرگونی و کربناتی بررسی بخش‌های هوازده می‌تواند در تشخیص ترکیب اصلی مفید باشد. پیشنهاد می‌شود در هنگام عملیات، برای نگهداری بهتر عدسی دستی، آن را با یک نخ مناسب مثل بند عینک به گردن بیاویزید.

در بعضی موقعیت‌ها به ویژه در مناطق کوهستانی، دوربین می‌تواند در مشاهدات از راه دور و داشتن تصویری نزدیک‌تر کارایی خوبی داشته باشد. در بررسی وضعیت تماس بین واحدهای مختلف و عوارض موجود در بخش‌هایی که دسترسی ایمن به آن‌ها دشوار است مثل پرتگاه‌ها و دره‌های سخت‌گذر، این وسیله کاملاً مناسب است.



شکل ۱-۴ انواع مختلف عدسی دستی (۱) عدسی استاندارد (۲ و ۳) عدسی‌های با منبع نوری و (۴) عدسی دوتایی (برگرفته از کوئه^۱، ۲۰۱۰)

۵-۵-۱ مکان‌یاب جهانی و ارتفاع‌سنج^۲

مکان‌یاب جهانی یا به طور خلاصه جی پی اس، یک سامانه هدایتگر ماهواره‌ای است که با استفاده از امواج رادیویی با فرکانس بالا، موقعیت ما را در روی زمین با دقت زیاد

1. Coe

2. Altimeter

(در حد متر) نشان می‌دهد. در واقع، این سامانه راهبری شامل شبکه‌ای متشکل از ۲۴ ماهواره است که در شش مدار مختلف قرار داده شده‌اند. ماهواره‌ها انرژی خود را از خورشید می‌گیرند و در ۲۴ ساعت دو بار به دور زمین گردش می‌کنند. عمر مفید هر یک از ماهواره‌ها حدود ۱۰ سال است که پس از آن جایگزین می‌شوند.

هدف اولیه ایجاد و راه‌اندازی این شبکه مقاصد نظامی بود؛ اما با فروکش کردن جنگ سرد، از سال ۱۹۸۰ استفاده از آن برای عموم آزاد شد. خدمات این شبکه به صورت رایگان در هر شرایط آب و هوایی و در تمام ساعات قابل دسترسی است. با خریداری یک دستگاه گیرنده که شبیه گوشی‌های تلفن همراه است، به راحتی می‌توانید از مزایای فراوان این شبکه بهره‌مند شوید.

گیرنده‌های جی پی اس انواع مختلف دارند، اما معمولاً علائم و اصطلاحات آن‌ها شبیه هم است. برای اطلاعات بیشتر به دفترچه راهنمای یک گیرنده مراجعه کنید. با توجه به کارایی مورد نظر می‌توانید نوع مناسب این دستگاه را تهیه کنید. توجه داشته باشید که بعضی از مدل‌های این گیرنده‌ها در ایران کارایی لازم را ندارند. در بسیاری از گوشی‌های تلفن همراه جدید نیز، این سامانه کارسازی شده است. در صورت تمایل می‌توانید از این گوشی‌ها هم استفاده کنید. اخیراً گیرنده‌هایی به بازار عرضه شده‌اند که علاوه بر راهبری، به عنوان گمپاس^۱ (قطب‌نمای زمین‌شناسی) هم عمل می‌کنند. مدل‌هایی از این دستگاه در شکل ۱-۵ نشان داده شده است.

وظیفه اصلی گیرنده این است که اطلاعات ارسالی از ماهواره‌ها را دریافت کرده و پس از تجزیه و تحلیل و محاسبات هندسی، محل دقیق فرد را در روی زمین نشان دهد. در حقیقت، این عمل بر اساس مقایسه زمان ارسال سیگنال^۲ از ماهواره و دریافت آن روی زمین انجام می‌شود. با این کار فاصله گیرنده از ماهواره مشخص می‌شود. با تکرار این عملیات برای چند فرستنده دیگر، موقعیت گیرنده مشخص خواهد شد.

برای مشخص کردن طول و عرض جغرافیایی یک نقطه، دست کم به دریافت هم‌زمان اطلاعات از سه ماهواره نیاز است. برای یافتن مختصات سه بُعدی (طول و عرض و ارتفاع) تعداد ماهواره‌ها نباید از چهار عدد کمتر باشد. با ادامه دریافت اطلاعات از ماهواره‌ها، گیرنده اقدام به محاسبه سرعت، جهت، مسیر پیموده شده،

1. Compass

2. Signal