فهرست مطالب

فصل اول: HSE ۱۳

اچ اس ای(HSE) ۱۴

ایمنی و بهداشت ۱۴

ایمنی در محل کار ۱۵

اقدامات ایمنی ۱۶

ویژگی‌های عمومی تجهیزات حفاظت فردی ۱۷

انواع تجهیزات حفاظت ۱۷

خصوصیات کلی لباس کار ۲۱

فصل دوم: زمین شناسی ۲۳

تولد زمین شناسی نو ۲۳

منظرهٔ زمین ۲۴

چرخهٔ سنگ ۲۶

سنگها و کانیها ۲۸

خواص فیزیکی کانی ها ۲۹

گروه‌های کانی ها ۳۳

منابع معدنی ۳۹

سنگ‌های آذرین ۴۲

تبلور ماگما ۴۳

بافت‌های آذرین ۴۵

ترکیب کانی شناسی ۴۹

نامگذاری سنگ‌های آذرین ۵۳

منابع معدنی و فرآیندهای آذرین ۶۲
هوازدگی ۶۷
سنگ‌های رسوبی ۷۲
انواع سنگ‌های رسوبی ۷۳
تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی ۸۴
طبقه بندی سنگ‌های رسوبی ۸۶
اشکال مخصوص سنگ‌های رسوبی ۸۷
منابع انرژی از سنگ‌های رسوبی ۹۰
سنگ‌های دگرگونی ۹۷
عوامل دگرگونی ۹۹
تغییرات بافتی و کانی شناسی ۱۰۱
سنگ‌های دگرگونی متداول ۱۰۳
سنگهای برگواره ۱۰۳
سنگ‌های نابرگواره ۱۰۶
محل پیدایش سنگ‌های دگرگونی ۱۰۷
منابع معدنی و فرآیندهای دگرگونی ۱۱۱
فصل سوم: گل حفاری ۱۱۳
وظایف گل حفاری ۱۱۴
خواص فیزیکی گل حفاری ۱۲۰
انواع گل حفاری ۱۳۱
گل پایه آبی ۱۳۱
گل پایه روغنی ۱۳۵
گل پایه گازی ۱۳۸
رئولوژی گل حفاری ۱۳۹
افزودنی‌های گل حفاری ۱۴۷
آلودگی‌های سیال حفاری ۱۷۷
آزمایش گل حفاری ۱۸۱

فصل چهارم: مته حفاری ۲۰۵
انواع مته ۲۰۵
عملکرد مته ۲۱۱
فصل پنجم: حفاری اکتشافی معدن ۲۱۵
حفاری استخراجی ۲۱۹
حفاری اکتشافی ۲۱۹
انواع روش‌های حفاری معادن ۲۱۹
انواع دستگاه‌های حفاری ۲۲۲
اهداف راندن لوله جداری (casing) ۲۳۳
ابزارهای درون چاهی حفاری وایرلاین ۲۳۴
گیر بودن لوله‌های حفاری ۲۴۴
دکل حفاری وایرلاین و اجزای آن ۲۴۶
جعبه نویسی نمونه ۲۴۹
گزارش نویسی ۲۵۲
فصل ششم: دکل حفاری نفتی و اجزای آن ۲۵۷
انواع دکل حفاری نفتی ۲۵۸
معرفی تجهیزات دکل حفاری ۲۶۲
منابع و مآخذ ۲۸۹

فصل اول: HSE

در دنیای امروزی، تنوع و ریسک خطرات موجود، در اغلب اوقات به حدی بالاست که در عمل امکان پیامدهای حاصل از آن غیر ممکن می‌گردد. به همین علت امروزه علم امینی رویکردی کاملا پیشگیرانه بخود گرفته است. یکی از مشخصات بارز این علم کارکرد آن است به نحوی که در تمام مراحل شناسایی، ارزیابی و کنترل بر روی کلیه عناصر درگیر تاکید میکند.

عناصر اصلی این سیستم شامل انسان، تجهیزات، مواد و محیط می‌باشد. از میان عناصر یاد شده، انسان بحرانی‌ترین عامل محسوب می‌شود زیرا این عنصر در عین حالی که بر روی عناصر دیگر احاطه دارد قادر است با رفتارهای ناایمن خود سه عنصر دیگر را تحت تاثیر خود قرار دهد.

عامل انسانی سیستم ایمنی شامل طیف وسیعی از افراد، از مدیریت ارشد گرفته تا کارگران صف می‌گردد. یکی از گروه‌های ثالثی هستند که برای تقبل انجام وظایفی خاص، گروه قابل توجهی از نیروهای انسانی را به خدمت می‌گیرند.

سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست که به اختصار "اچ اس ای (HSE) "نامیده می‌شود، برنامه ای جامع است که توسط سازمان‌ها برای کاهش، پیشگیری و حذف خسارات و اختلالات ناشی از حوادث در محل کار، قرار گرفتن در معرض خطر و خطر وقوع حوادث محیطی صورت می‌گیرد. همچنین HSE برای کنترل و نظارت بر انطباق سازمان‌ها با استانداردها و قوانین مرتبط امری ضروریست.

آموزش HSE عبارت است از هر گونه فعالیت یا تدبیر از پیش طرح ریزی شده ای که هدف آن تسهیل یادگیری مسائل مرتبط با HSE در یاد گیرندگان است و یادگیری عبارت است از فرایند

ایجاد تغییرات نسبتا پایدار رفتار یا توان رفتاری که حاصل تجربه یادگیری است که این تجربه یادگیری ممکن است عمدی یا اتفاقی باشد.

اچ اس ای (HSE)

HSE مخفف کلمات **Safety** ، **Health** و **Environment** به معنی بهداشت، ایمنی و محیط زیست است. سلامت و ایمنی در محل کار با توجه به دستورالعمل ها، اقدامات ایمنی و برنامه ها، رفاه و سلامت کارکنان را تضمین می‌کند. اگر این دستورالعمل‌ها اجرا شود، به جلوگیری از حوادث و کاهش احتمال آسیب به کارکنان و بیماری‌ها کمک می‌کند. همچنین این قوانین می‌تواند هزینه‌های پزشکی و مرخصی استعلاجی را کاهش دهد.

هر سازمانی در قبال رعایت این دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی در محل کار مسئول است. این قوانین به صراحت گفته شده و اگر یک سازمان یا کسب و کار از آنها پیروی نکند، باید در قبال هرگونه حادثه ای پاسخگو باشد. همچنین، شرکت‌ها تعهد قانونی و مالی برای رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشتی دارند. آنها باید تعهد اخلاقی نیز برای ضمانت سلامت کارکنان و ایمنی آنها بدهند.

ایمنی و بهداشت

ایمنی و سلامت در هر محیط کاری ضروریست و اهمیت زیادی دارد. یک محیط کار ایمن و سالم برای آسایش کارکنان و سایز اعضای مجموعه الزامی است. نگرانی‌ها در مورد ایمنی و بهداشت می‌تواند از منابع مختلفی از جمله قرار گرفتن در معرض مواد خطرناک، حوادث و روش‌های کاری نا ایمن ناشی شود.

برای اطمینان از ایمنی و سلامت افراد، برای کارکنان مهم است که به وضوح این موضوع را درک کنند که چه خطرات ایمنی و بهداشتی در محل کار آنها وجود دارد. کارکنان باید از عواقب احتمالی قرار گرفتن در معرض این خطرات آگاه باشد. آنها با شناسایی و کنترل خطرات ایمنی و سلامت محیط کار می‌تواند از خود در برابر بیماری ها، صدمات و مرگ محافظت کنند.

ایمنی در محل کار

ایمنی محل کار، شامل شرایطی است که از خطرات شناخته شده ای که باعث آسیب جسمی جدی و مرگ می‌شود، دور باشد و این شرایط باید سالم و ایمن باشد. محل کار ایمن و سالم جایی است که کارکنان می‌توانند تمامی وظایف خود را بدون قرار گرفتن در معرض خطراتی که می‌تواند باعث آسیب، بیماری یا مرگ شود، انجام دهد.

زمانی که بیشتر مردم به ایمنی محل کار فکر می‌کنند، خیلی سریع به خطرات فیزیکی مانند زمین خوردن، لیز خوردن و افتادن فکر می‌کنند. با این حال، بسیاری از انواع دیگر خطرات محیط کار می‌تواند ایمنی و سلامت کارکنان را تهدید کند. این خطرات شامل خطرات ارگونومیک، شیمیایی، بیولوژیک و مخاطرات روانی است.

از طریف آموزش کارکنان در زمینه درک خطرات مرتبط با HSE محیط خود و نحوه ارزیابی و کنترل آنها ، یاد می‌گیرند که برای انجام هر کاری و استفاده از هر وسیله و ابزاری ابتدا به موارد بهداشت، ایمنی و زیست محیطی آن توجه نموده و به گونه ای کار را انجام دهند که درای حداقل ریسک HSE باشد.

رعایت ایمنی به منظور حفاظت و صیانت از نیروی انسانی و تجهیزات، برای کلیه پرسنل امری ضروری است.

برخی موارد که باید به طور مستمر کنترل و نظارت گردد:

- ایمنی در دستگاه‌های حفاری، کارگاه ها، انبارها و ...
- ایمنی بر انجام عملیات درون چاهی و برون چاهی
- آموزش ایمنی و چگونگی استفاده از خاموش کننده‌ها ، ایمنی در جوشکاری و مجوزهای گرم و سرد
- حضور در صحنه حوادث و تهیه گزارش حادثه و ارائه راهکارهای پیشگیرانه برای جلوگیری از وقوع مجدد حوادث
- مدیریت ریسک‌های موجود در خطرات حفاری
- تهیه برگه‌های ایمنی
- تجزیه و تحلیل ایمنی کار در عملیات حفاری

- آگاه نمودن پرسنل در خصوص هشدارهای ایمنی

اقدامات ایمنی

قبل انجام کار

- محل کار و محیط پیرامون آن را مشاهده کنید.
- در بین مراحل کارتان به آنچه که انجام خواهید داد، فکر کنید.
- خطرات را پیش بینی کنید.
- روش‌های حذف و کنترل خطرات را توسعه دهید و خود را مجاب کنید که خطرات را قبل از شروع کار کنترل کنید.

حین کار

- آیا در هنگام کار احساس امنیت و ایمنی می‌کنید.
- آیا افراد دیگر در کنار شما امن و بی خطر کار می‌کنند.

پس از انجام کار

- با مشاهده محل کار به منظور کنترل خطراتی که ممکن است بعد از کار به وجود آید، اقدام شود.
- کار انجام شده را منعکس کنید.

لوازم حفاظت فردی

تجهیزات حفاظت فردی به سه منظور استفاده می‌شود:

۱- به عنوان مکمل اقدامات اساسی ایمنی بر روی محیط و پیرامون فرد و آنچه که در اختیار دارد.

۲- به عنوان ابزار کار تلقی شده که بدون آنها پرداختن به شغل مورد نظر غیر ممکن است.

۳- در شرایطی که اقدام اساسی جهت تامین ایمنی مشکل و یا محتاج زمان میباشد در این صورت تنها گزینه ممکن، ایجاد شرایط ایمنی برای افراد بطور موقت خواهد بود.

استفاده از وسایل استحفاظی فردی در آخرین مرحله از کنترل خطرات صورت می‌گیرد. لذا کارکنانی که باید بطور دائم از وسایل ایمنی از قبیل کلاه، کفش، عینک، دستکش و غیره استفاده نمایند مشمول مقررات زیر میباشند:

- انجام کارهایی که مستلزم داشتن وسایل ایمنی است بدون استفاده از وسایل مربوطه مجاز نیست.
- ارجاع کار به کارکنانی که مجهز به وسایل ایمنی نیستند مجاز نیست.
- در صورتی که هر یک از کارکنان وسایل و یا البسه ایمنی مفقود نماید، یا نتواند آنرا ارائه دهد به میزانی که شرکت‌ها تعیین میکنند باید جریمه بپردازد.
- در مورد کارکنانی که بدلیل غیر موجه از پوشیدن لباس و وسایل ایمنی خودداری نمایند اقدامات انضباطی طبق مقررات داخلی شرکت اجرا خواهد گردید.

ویژگی‌های عمومی تجهیزات حفاظت فردی

تجهیزات حفاظت فردی بایستی دارای ویژگی‌های زیر باشند:

۱-متناسب با نوع کار و استفاده از آن راحت باشد.

۲- حفاظت کارگر را بطور کامل تامین نماید.

۳- اندازه آن برای فرد استفاده کننده مناسب باشد.

۴- خود وسیله حفاظتی عامل ایجاد خطر نباشد.

۵- با حداقل آموزش برای عموم قابل استفاده باشد.

۶- مطابق با راهنمایی‌های تولید کننده آن به کار گرفته شوند.

انواع تجهیزات حفاظت

۱- تجهیزات حفاظت از سر:

برای حفاظت از سردر برابر انواع مخاطرات محیط کار از کلاه ایمنی استفاده می‌شود. با توجه به اینکه کاربرد اصلی کلاه ایمنی مقاومت در مقابل ضربه‌های مکانیکی است لذا باید طوری طراحی شود که قادر به تحمل این ضربه‌ها باشد و در عین حال فشار ناشی از این ضربات را تا حد امکان مستهلک نماید.



شکل ۱-۱: کلاه ایمنی

۲- تجهیزات حفاظت از صورت و چشم

یکی از مسائل مهم از لحاظ پیشگیری در صنعت، حفاظت چشم در مقابل خطرات ناشی از کار می‌باشد. به همین دلیل عینک‌های ایمنی متناسب با نوع مخاطراتی که سیستم بینایی را تهدید می‌کند، طراحی و ساخته شده است، عینک‌های دسته دار و فنجانی نمونه ای از آنها هستند.

مشخصات کلی حفاظ‌های چشم عبارت‌اند از: مقاومت لنز در مقابل برخورد رات پرتاب شده به سمت چشم، داشتن پوشش‌های حفاظتی جانبی و مقاومت شیمیایی در مقابل ترشحات مواد جهنده و سوزاننده و قدرت فیلتراسیون پرتوهای مضر محیط. به همین جهت جنس عدسی‌های عینک‌های ایمنی را عموماً از جنس طلق‌های پلاستیکی مقاوم نظیر پلی کربنات و ترکیبات استات میسازند که ضمن نشکن بودن، خش ناپذیری بودن و مقاومت شیمیایی، در صورت مواجهه با خطر پرتوهای مضر درجه تیرگی آن از درجات پایین تا درجات بالای آن وجود داشته باشد. انز عینک‌های ایمنی بدون منفذ بایستی از نوع ضد مه باشد تا از تجمع بخارات بر روی شیشه و کاهش دید فرد جلوگیری نماید.





شکل۱-۲: عینک ایمنی

۳- تجهیزات حفاظت از گوش

سر و صدا از عواملی است که سیستم شنوایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد که باید از وسایل حفاظتی گوش در مقابل این عامل فیزیکی استفاده نمود. گوشی‌های حفاظتی بر دو نوع اند:

گوشی‌های بیرون گوش یا ایرماف: نوعی که روی لاله گوش قرار گرفته و مجموعه ساختمان گوش را بدون تماس مستقیم با آن محافظت می‌کند.

گوشی‌های داخلی گوش یا ایر پلاگ: نوعی که در داخل گوش و درون مجرای گوش خارجی قرار گرفته و آن را مسدود و راه انتقال هوا را بطور نسبی مسدود می‌کند.

از نظر کیفیت کاربرد این دو نوع گوشی موارد ذیل قابل بحث میباشد:

-گوشی ایرماف بدلیل اینکه با قسمت‌های داخل گوش مرتبط نمیباشد مشکلات بهداشتی کمتری دارد به این ترتیب که استفاده مشترک از ایر پلاک بین افراد، امکان انتقال عفونت‌های میکروبی قارچی را از گوشی به گوش دیگر زیاد می‌کند در حالی که این حالت در ایر ماف صادق نیست.

- گوشی ایر پلاگ امکان انتقال آلوده کننده‌های محیطی را به داخل گوش شخص استفاده کننده زیاد می‌کند و عموماً باعث خارش می‌شود.

- گوشی ایر پلاگ سبک‌تر و مهم‌تر اینکه ارزانتر از گوشی ایر ماف است.

در صورتی که صدا بیش از ۱۰۰ دسیبل باشد باید توأماً از گوشی ایرماف و گوشی ایر پلاگ استفاده شود.



شکل ۱-۳: گوشی‌های ایر ماف و ایر پلاگ

٤- تجهیزات حفاظت از دست ها

بیش از ۴۰ درصد حوادث ناشی از کار مربوط به آسیب‌های وارده به دست و انگشتان می‌باشد. دست انسان را خطرات متعددی از جمله لبه‌های تیز و برنده، ضربات مکانیکی، مواد شیمیایی، حرارتی، الکتریسیته، ارتعاش و پرتوهای رادیواکتیو در محیط‌های کاری تهدید می‌کند که جهت پیشگیری از این آسیب‌ها آشنایی با الزامات عمومی بکارگیری این تجهیزات حفاظتی و انواع دستکش‌های حفاظتی ضروری است.

در انتخاب دستکش‌های حفاظتی جهت فعالیت‌های مختلف می‌توان از علایم مشخصه ثبت شده بر روی دستکش جهت مصارف گوناگون استفاده کرد.





شکل ۱-۴: دستکش‌های حفاظتی

٥- تجهیزات ایمنی از پا

کفش‌های ایمنی عمده‌ترین خطر تهدید کننده پا در محیط‌های صنعتی، له شدن پنجه‌های پا در اثر سقوط ناگهانی اجسام سنگین بر روی پنجه‌ها و یا برخورد جلوی کفش با قطعات تیز و برنده و آسیب دیدن پنجه پا میباشد. بنابراین برای حفاظت پا در برابر این صدمات کفش ایمنی در نظر گرفته شده است که در قسمت جلویی آنها از پنجه‌های محافظت فولادی استفاده شده و کفه کفش را ار یک ماده قابل انعطاف می‌سازند. کفش‌های ایمنی می‌تواند ساق بلند و ساق کوتاه باشند.

کفش‌های ایمنی مورد استفاده باید از سازنده ای تهیه گردد که دارای گواهی استاندارد یا تایید یک مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت بهداشت کار را داشته باشد. کفش‌های ایمنی کارکنان که با برق سر و کار دارند یا در محل کارشان احتمال ایجاد جرقه وجود دارد باید فاقد هر نوع میخ فلزی باشد.

چکمه‌های ایمنی در شرایطی که خطر ریزش و یا تماس پا با مواد شیمیایی وجود داشته و یا پاها در تماس مداوم با آب یا مواد شوینده باشند، از چکمه‌های ایمنی استفاده می‌شود.

در صورتی که این شرایط با خطر سقوط ناگهانی اجسام سنگین بر روی پنجه‌ها و یا برخورد جلو کفش با قطعات تیز و برنده و آسیب دیدن پنجه پا توأم باشد از چکمه‌های ایمنی مجهز به پنجه فولادی بایستی استفاده گردد.



شکل ۱-۵: کفش و چکمه ایمنی

٦- تجهیزات حفاظت از بدن

لباس کار به عنوان یکی از وسایل استحفاظی فردی مطرح بی باشد و کلیه کارکنان باید با لباس کار مناسب در محل کار حاضر شوند. لباس کار کارکنان دارای خصوصیات ذیل بوده و مطابق مقررات ذیل در اختیار کارکنان قرار می‌گیرد.

معمولاً لباس کار به عنوان یک پوشش سراسری تنه، دست و پاها را در مقابل شرایط محیطی حفاظت می‌کند. ساده‌ترین شکل لباس کار دو فرم ظاهری بلوز و شلوار (دو تکه) و نوع یکسره و از جنس الیاف طبیعی و یا درصدی الیاف طبیعی و مصنوعی و در مواردی تماماً از الیاف شیمیایی و صنعتی تولید می‌شود. بدیهی است هر چه الیاف بکار رفته شده در پارچه طبیعی‌تر باشد، تبادل حرارتی آن آسان‌تر است.

خصوصیات کلی لباس کار

۱- لباس کار باید اندازه و متناسب با بدن استفاده کننده باشد.

۲- کارکنانی که با ماشین کار کی کنند و یا در جوار ماشین آلات مشغول کار هستند باید از لباس کاری استفاده کنند که هیچ قسمت آن باز یا پاره نباشد. آویزان نمودن زنجیر، ساعت، کلید و نظایر آنها روی لباس کار اکیداً ممنوع است.

۳- در محل کار که احتمال خطر انفجار و یا حریق باشد استفاده از یقه نورگیر (آفتاب گـردان) و زه و دسته عینک که از انواع سلونوئید ساخته شده‌اند و همچنین همراه داشتن سایر مواد قابل اسـتعال برای کارکنان مربوطه اکیداً ممنوع است.

۴- در صورتی که انجام کاری ایجاب نماید که کارکنان آستین لباس کار خود را مستمراً بـالا بزننـد بایستی از لباس کار آستین کوتاه استفاده نمایند.

۵- کارکنانی که در محیط‌های آلوده به گرد و غبار، مواد استعال و انفجار و یـا مسـموم کننـده بکـار استغال دارند، نباید لباس‌های جیب دار و یا لبه دار (دوبل شلوار) را در بر داشته باشند، چون ممکن است گرد و غبار و مواد مزبور در چین و لبه لباس باقی بماند.

۶- لباس ایمنی مخصوص کارکنانی که با مواد خورنده و یا مضر کار می‌کننـد بایـد آب و گـاز در آن نفوذ ننموده و جنس آن مناسب با نوع ماده و یا موادی که با آنها کار میکنند باشد.

۷- لباس کارکنانی که با مواد اسیدی و رادیواکتیو کار میکنند باید بصورت یکپارچـه و بـدون منفـذ همراه با کلاه مخصوص، کفش، دستکش از جنس خاص و غیر قابل نفوذ باشد.



عکس ۱-۶: لباس کار

فصل دوم: زمین شناسی

موضوع این فصل زمین شناسی میباشد، همانطور که از مفهوم آن پیداست به معنی مطالعه زمین است. علم زمین شناسی به طور سنتی به دو شاخه فیزیکی و تاریخی تقسیم بندی می‌شود. در زمین شناسی فیزیکی (physical geology) از مواد تشکیل دهندهٔ زمین و فرآیندهایی صحبت میشود که در اعماق و سطح آن عمل میکنند. هدف زمین شناسی تاریخی (historical geology) پی بردن به منشأ زمین و تحولات آن طی زمان است.اصولاً مطالعه زمین شناسی فیزیکی مقدّم بر مطالعه زمین شناسی تاریخی زمین است، زیرا ابتدا باید ببینیم عملکرد امروز زمین شناسی چگونه است تا بر اساس آن بتوان مسائل گذشته زمین را روشن کنیم.

تولد زمین شناسی نو

قرن هجدهم عموماً به عنوان سر آغاز زمین شناسی نوین در نظر گرفته می‌شود، زیرا در این زمان جیمزهاتن پزشک و مزرعه دار اسکاتلندی کتاب تئوری زمین (Theory of the Earth) را یه چاپ رسانید و در آن نظریه معروف خود را که به اصل همانندی فرآیندها (uniformitarianism) مشهور است ارائه کرد. اصل همانندی فرآیندها، اساس زمین شناسی نو را تشکیل می‌دهد. طبق این اصل، قوانین فیزیکی، شیمیایی و زیستی که امروزه عمل میکنند، در گذشته زمین شناسی نیز عمل کرده اند. بنابراین میتوان گفت که نیروها و فرآیندهایی که امروزه در شکل بخشیدن به سیارهٔ ما عمل می‌کنند در گذشته نیز به همین منوال عمل کرده اند. بدین ترتیب برای پی بردن به به سنگهای دیرینه باید عملکرد پدیده‌های امروزی و نتایج حاصل از آنها را بشناسیم. این اصل عموماً این گونه بیان می‌شود که زمان حال کلید گذشته

است. پیش از چاپ کتاب تئوری زمین کسی به روشنی نشان داده بود که زمین شناسی با مدت زمان‌های مدیدی سر و کار دارد، اما هاتن به طور مستدل بیان نمود: فرآیندهایی که امروزه ضعیف و کند به نظر می‌رسند در زمان‌های طولانی نتایجی را به بار می‌آورند که یک واقعه‌ی ناگهانی عظیم قادر به انجام آن است. هاتن بر خلاف پیشینیان خود، برای تأیید نظریه خویش، شواهد انکار ناپذیری ارائه کرد. به دلیل اینکه سبک بیان و نگارش هاتن مشکل و خسته کننده بود، بنابراین نوشته‌های وی خوانندگان زیادی نداشت و مطالب او قابل فهم عموم نبود. در این مورد باید چارلز لایل، زمین شناس انگلیسی را عامل پیشرفت علم زمین شناسی نوین به حساب آورد. بین سالهای ۱۸۳۰ و ۱۸۷۲ لایل یازده بار اثر معروف خود به نام اصول زمین شناسی (Principles of Geology) را به چاپ رسانید.

منظرهٔ زمین

وقتی از فضا به زمین نگاه کنیم در می‌یابیم که آشکارترین قسمت زمین قاره نبوده، بلکه ابرهای درهم پیچیدهٔ بالای خشکی‌ها و اقیانوس‌های پهناور است. از چنین نقطه دوری به خوبی در می‌یابیم که چرا محیط فیزیکی زمین را به طور سنتی به سه قسمت تقسیم کرده اند: پوششی از هوا موسوم به جوّ یا هوا کره (atmosphere)؛ قسمت ساخته شده از آب به نام آب کره (hydrosphere) و بلاخره قسمت جامد زمین (lithosphere) .

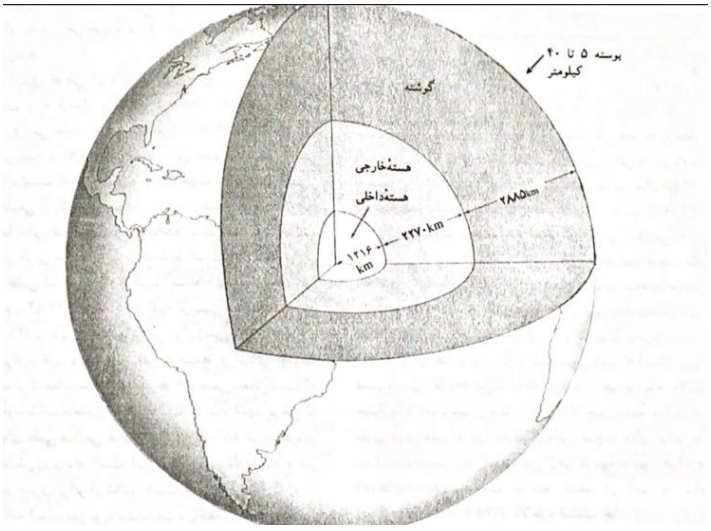
زمین صرفاً از سنگ، آب و هوا ساخته نشده، بلکه به طور دائم هوا با سنگ، سنگ با آب و آب با هوا در تداخل است.

جوّ زمین یا لایه زندگی ساز هوا، صدها کیلومتر ضخامت دارد و جزء تفکیک ناپذیر زمین است. این لایه علاوه بر آنکه هوا لازم برای تنفس را فراهم می‌نماید، ما را در مقابل حرارت و پرتوهای خطرناک خورشید نیز محافظت می‌کند. تبادل دائم انرژی بین جوّ و سطح زمین و نیز بین جوّ زمین و فضا اثراتی به وجود آورد که به آن آب و هوا یا اقلیم می‌گویند.

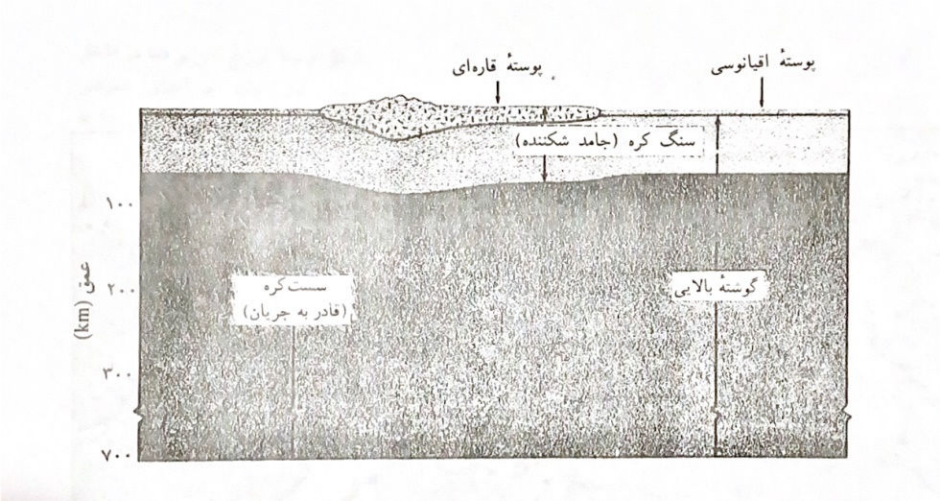
آب کره تودهٔ پر جنبشی از مایع است که دائماً از سوی اقیانوس به طرف هوا و خشکی در حرکت بوده و دوباره به جای اوّل بر میگردد. اقیانوس‌ها قسمت مهم آب کره را تشکیل می‌دهند؛ به طوری که، ۷۱ درصد سطح زمین و ۹۷ درصد آب کره زمین را به خود اختصاص داده اند. همچنین آب کره شامل آبهای شیرین موجود در رودخانه ها، دریاچه ها، یخزارها و آبهای

زیرزمینی نیز می‌گردد. با اینکه موارد اخیر جزء کوچکی از آب کره را تشکیل میدهد، امّا به علت ایجاد تغییر شکل در خشکیها نسبت به کمیّت نا چیز خود بسیار با اهمیت اند. در زیر هوا کره و اقیانوس قسمت جامد زمین قرار دارد. داخل زمین از یک جسم همگـن سـاخته نشـده، بلکـه از لایه‌ها و کراتی تو در تو ساخته شده که هر یک ویژگیهای خاصی دارد.

قسمت‌های مختلف زمین مطابق شکل ۲-۱ عبارت‌انـد از: ۱- هسـته داخلـی (inner core) کـه منطقه ای جامد و غنی از آهن با شعاع ۱۲۱۶ کیلومتر است؛ ۲- هسته خارجی (outer core) یا لایه فلزی مذاب با ضخامتی در حدود ۲۲۷۰ کیلومتر؛ ۳- گوشته (mantle) شـامل لایـه جامـد سنگی با حداکثر ضخامت ۲۸۸۵ کیلومتر است؛ و ۴- پوسته (crust) که پوست نازک و خـارجی زمین است و از ۴ تا ۴۰ کیلومتر ضخامت دارد. در گوشته منطقه بسیار مهمی وجود دارد کـه در خور توجه ویژه ای است. این ناحیه سُست کره (asthenosphere) نامیده می‌شود و در عمق بین ۷۰ تا ۷۰۰ کیلومتری قرار دارد. سُست کـره منطقـه داغ و سسـتی اسـت کـه قـادر بـه جریـان تدریجی است. در بالای سُست کره ناحیه ای قرار دارد کـه توسـط زمـین شناسـان سـنگ کـره (lithosphere) نامیده میشود و شامل پوسته و قسمت فوقانی گوشته بالایی است (شـکل ۲-۲). بر خلاف سست کره، لایهٔ سنگ کره سرد و سخت است.



شکل ۲-۱ : نمای ساختمان لایه ای زمین. هسته داخلی، هسته خارجی و گوشته با مقیاس واقعی رسم شده اند.



شکل ۲-۲: نمایش موقعیت سُست کره و سنگ کره

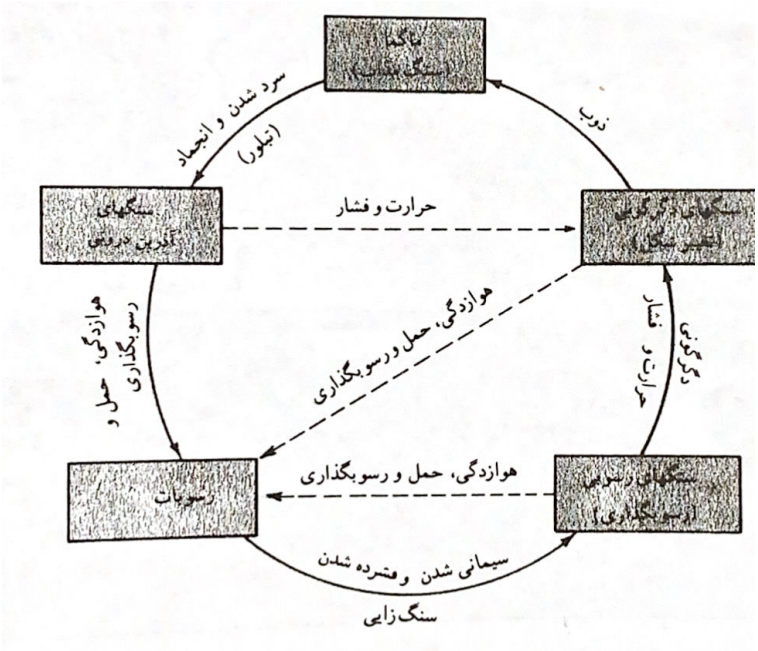
چرخهٔ سنگ

چرخه سنگ (The rock cycle) یکی از راههای مشاهده ای بعضی ارتباطات در زمین شناسی است. با بررسی چرخهٔ سنگ میتوانیم به منشأ سه نوع سنگ اصلی پی ببریم و دربارهٔ نقش پدیده‌های مختلف زمین شناسی در تغییر و تبدیل یک دسته از سنگها به دسته دیگر اطلاعات لازم را به دست آوریم. مبحث چرخهٔ سنگ را می‌توان یکی از مباحث اساسی زمین شناسی فیزیکی به حساب آورد که در ابتدا به وسیلهٔ جیمزهاتن ارائه گردید. چرخهٔ سنگ که در شکل ۲-۳ نشان داده شده است شامل فرآیندهایی است که با پیکان نشان داده شده و موادی است که داخل مستطیل‌ها مشخص شده است.

نوع اول، سنگهای آذرین (igneous rocks) است که از سرد شدن و انجماد ماده مذاب به نام ماگما (magma) حاصل میشوند. این فرآیند که تبلور (crystallization) نامیده می‌شود، یا در اعماق زمین صورت می‌گیرد و یا پس از بالا آمدن مواد مذاب به سطح زمین به صورت فوران آتشفشانی انجام شود. عقیده بر این است که زمین در ابتدا و یا مدت کوتاهی پس از تشکیل، به حالت مذاب بوده است. با سرد شدن تدریجی این مواد مذاب و تبلور آنها پوسته اولیه زمین که تماماً از سنگ‌های آذرین ترکیب یافته بود، شکل گرفته است.

اگر سنگ‌های آذرین در سطح زمین رخنمون داشته باشند دستخوش هوازدگی (weathering) می‌شوند که در آن تأثیر روزانه هوا سبب از هم پاشیدگی و تجزیه ذرّات حاصل از هوازدگی به وسیله عوامل متعدد فرسایش مانند: نیروی ثقل، آبهای جاری، یخزارها، باد و امواج از جا کنده شده، حمل گشته و رسوب می‌کنند. این ذرّات و مواد محلول که معمولاً به صورت لایه‌های افقی در اقیانوس‌ها ته نشین شده رسوب (sediment) نامیده می‌شوند و سپس تحت تأثیر سنگ زایی (sedimentary) به سنگ تبدیل می‌شوند. رسوبات بر اثر فشار حاصل از وزن طبقات بالایی خود فشرده و یا بر اثر نفوذ آب و رسوب مواد معدنی در خلل و فرج آنها به سنگ‌های رسوبی (sedimentary rocks) تبدیل میشوند. اگر سنگ‌های رسوبی حاصل در اعماق زمین مدفون شوند یا در معرض حرکات کوهزایی واقع شوند، تحت تأثیر فشار و حرارت قرار می‌گیرند. در این هنگام سنگ‌های رسوبی نسبت به تغییر محیط واکنش نشان داده و یه سنگ‌های دگرگونی (metamorphic rocks) تبدیل می‌شوند. وقتی سنگ دگرگونی تحت تأثیر حرارت و فشار بیشتری قرار گیرد ذوب شده و تبدیل به ماگما می‌گردد که از انجماد آن سنگ آذرین به وجود می‌آید.

همیشه چرخهٔ کامل مذکور به وجود نمی‌آید. راه‌های میانبر چرخه در شکل ۲-۳ با خط چین نشان داده شده است. به عنوان مثال، سنگهای آذرین به جای آنکه در معرض هوازدگی قرار گیرند، اگر تحت تأثیر حرارت و فشار موجود در اعماق زمین واقع شوند به سنگ‌های دگرگونی تبدیل میشوند. از طرف دیگر وقتی سنگ‌های دگرگونی و رسوبی و یا خود رسوبات در سطح زمین قرار گیرند، مواد جدیدی برای تشکیل سنگهای رسوبی به وجود می‌آید.



***شکل ۲-۳ :** چرخه سن. این چرخه در ابتدا به وسیله جیمزهاتن پیشنهاد شده و در آن نقش فرآیندهای مختلف زمین شناسی را در تبدیل یک نوع سنگ به نوع دیگر را ملاحظه می‌کنیم.*

سنگها و کانیها

سنگ (rock) به طور ساده مجموعه ای از یک یا چند کانی است. با اینکه بسیاری از سنگها از بیش از یک کانی ساخته شده‌اند با این وجود، بعضی از کانیها خود به تنهایی به مقدار نسبتاً زیاد یافت می‌شوند. در چنین مواردی می‌توان، آنها را هم کانی و هم سنگ، به حساب آورد. مثال بارز آن، کانی کلسیت است که سازنده اصلی واحدهای سنگی عظیمی به نام سنگ آهک به حساب می‌آید.

در مقابل، کانی (mineral) به موادی اطلاق می‌شود که طبیعی، جامد و غیر آلی بوده و دارای ساختمان مشخص داخلی و خواص شیمیایی مخصوص به خود است.

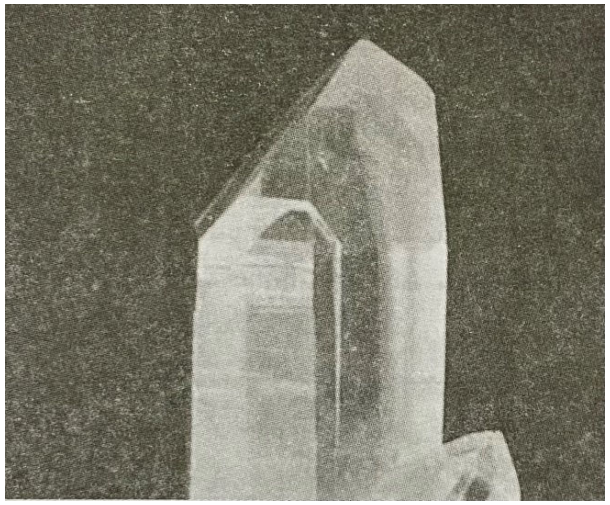
خواص سنگها صرفاً بر اساس ترکیب شیمیایی و آرایش کانیهای سازنده آنها تعیین می‌شود.

خواص فیزیکی کانی ها

کانی‌ها اجسام جامدی هستند و به وسیله فرآیندهای غیر آلی تشکیل یافته اند. هر کانی دارای ساختمان منظمی از اتمها (ساختمان بلوری) و ترکیب شیمیایی معین است که در مجموع خواص فیزیکی مشخصی به آن می‌دهد. چون تعیین ساختمان داخلی و ترکیب شیمیایی کانیها بدون آزمایش و ابزار پیچیده مشکل است؛ لذا، از خواص فیزیکی که به آسانی قابل تشخیص است، استفاده میکنند. در زیر بعضی از خواص فیزیکی مشخص مورد قرار می‌گیرد.

۱- شکل بلور

اکثر مردم فکر میکنند که بلور جسمی کمیاب است، در حالی که بسیاری از اجسام غیر آلی از بلورها ساخته شده اند. علّت این اشتباه آن است که بسیاری از بلورها شکل بلوری از خود نشان نمی‌دهند. شکل بلوری (crystal from) منعکس کننده آرایش منظم اتمها در داخل بلور است. وقتی یک کانی بی آنکه از نظر فضا محدود باشد، اجازه رشد داشته باشد، به شکل بلورهای منفرد و مجزایی رشد می‌کند. بعضی از بلورها مثل کانی کوارتز دارای شکل بلوری بسیار مشخصی است که در تشخیص آن مؤثر است. اکثر اوقات رشد بلورها به علّت رقابت برای اشغال فضا قطع شده و در نتیجه توده ای از بلورهای متداخل در یکدیگر به وجود می‌آید که هیچ یک از آنها شکل بلوری از خود نشان نمی‌دهد (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴: بلورهای کوارتز

۲- جلا

جلا (luster) نشانگر ظاهر یا کیفیت انعکاس نور از سطح یک کانی است. کانیهایی که ظاهر فلزی داشته و بدون در نظر گرفتن رنگشان دارای جلای فلزی (metallic luster) هستند. کانیهای دارای جلای غیر فلزی (nonmetallic luster) با صفات گوناگونی از قبیل شیشه ای، مرواریدی، ابریشمی، صمغی و خاکی (تیره) توصیف میشوند. بعضی از کانیها تا حدودی ظاهر فلزی دارند که آن را جلای نیمه فلزی (submetallic) می‌نامند.

۳- رنگ

گرچه رنگ (color) از بارزترین خصوصیّات کانیهاست، امّا در اغلب موارد ویژگی قابل اعتمادی به حساب نمی‌آید. به عنوان مثال، ناخالصی اندک در کانی کوارتز معمولی رنگهای متنوعی مثال صورتی، بنفش، سفید یا حتی سیاه پدید می‌آورد. گفته میشود که دارای رنگ آمیزی بیگانه (exotic coloration) است. کانیهای دیگری مثل گوگرد که عموماً زرد یا مالاکیت که سبز روشن است دارای رنگ موروثی (inherent) هستند.

٤- رنگ خاکه

رنگ خاکه (streak) در واقع رنگ پودر کانی است و از کشیدن آن به سطح چینی بی لعاب حاصل می‌شود. با آنکه رنگ یک کانی از نمونه ای به نمونهٔ دیگر تغییر می‌کند، امّا رنگ خاکه معمولاً ثابت بوده و یک خاصیّت قابل اعتماد است. رنگ خاکه همچنین برای تشخیص کانیهای دارای جلای فلزی و غیر فلزی از یکدیگر به کار می‌رود. کانیهای فلزی عموماً رنگ خاکهٔ غلیظ و تیره ای دارند، در حالی که کانیهای دارای جلای غیر فلزی چنین نیستند.

۵- سختی

یکی از خواصّ مشخص بسیار موثر، سختی (hardness) کانی، یعنی مقاومت آن در مقابل سایش و خراش است. سختی، یک خاصیّت نسبی است و از کشیدن یک کانی با سختی نا مشخص روی کانی یا اجسامی با سختی مشخص و بالعکس تعیین می‌شود. با به کارگیری مقیاس سختی موس (mohs scale) که شامل ۱۰ کانی به ترتیب از سختی یک (نرم ترین) تا ۱۰ (سخت ترین) می‌توان سختی یک کانی را مشخص نمود.