



زمین‌شناسی پزشکی

(رشته زمین‌شناسی)

دکتر بهزاد حاج‌علیلو مهندس بهرام وثوق

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 کمک‌درسی 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 **کمک‌درسی** (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 مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

نه	راهنمای مطالعه
یازده	هدف‌های کلی کتاب
۱	فصل اول: کلیات زمین‌شناسی پزشکی
۱	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۲	۱-۱ تعریف زمین‌شناسی پزشکی
۵	۲-۱ تاریخچه زمین‌شناسی پزشکی
۱۱	۳-۱ تاریخچه زمین‌شناسی پزشکی در ایران
۱۳	۴-۱ ضرورت‌های توجه به زمین‌شناسی پزشکی
۱۶	۵-۱ چشم‌انداز و آینده علم زمین‌شناسی پزشکی
۱۸	۶-۱ روش‌های تحقیق و پژوهش در زمین‌شناسی پزشکی
۱۸	۱-۶-۱ مطالعات کتابخانه‌ای
۱۹	۲-۶-۱ مطالعات میدانی
۲۱	۳-۶-۱ بررسی‌های آزمایشگاهی
۲۱	۴-۶-۱ تفسیر و نتیجه‌گیری
۲۲	۵-۶-۱ مطالعات پیشرفته
۲۳	خودآزمایی ۱
۲۵	فصل دوم: عناصر از نقطه‌نظر زیست‌شناختی و زمین‌شناسی پزشکی
۲۵	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۲۹	۱-۲ عناصر فلزی و تأثیر آنها بر سلامتی انسان
۲۹	۱-۱-۲ آلومینیم
۳۲	۲-۱-۲ آهن
۳۵	۳-۱-۲ مس
۳۷	۴-۱-۲ نیکل
۳۸	۵-۱-۲ کروم
۴۰	۶-۱-۲ کبالت
۴۱	۷-۱-۲ سرب
۴۶	۸-۱-۲ روی
۴۸	۹-۱-۲ منیزیم
۵۰	۱۰-۱-۲ منگنز
۵۱	۱۱-۱-۲ سدیم
۵۳	۱۲-۱-۲ پتاسیم
۵۴	۱۳-۱-۲ مولیبدن

۵۵	۲-۱-۱۴ برلیم
۵۷	۲-۱-۱۵ کادمیم
۶۰	۲-۱-۱۶ جیوه
۶۴	۲-۱-۱۷ آرسنیک
۶۸	۲-۱-۱۸ آنتیموان
۷۰	۲-۱-۱۹ استرانسیم
۷۱	۲-۱-۲۰ تالیم
۷۲	۲-۱-۲۱ سلنیم
۷۴	۲-۱-۲۲ وانادیم
۷۵	۲-۱-۲۳ قلع
۷۶	۲-۱-۲۴ کلسیم
۷۸	۲-۲ عناصر غیرفلزی و تأثیر آنها بر سلامتی انسان
۷۸	۲-۲-۱ فلئوئور
۸۱	۲-۲-۲ گوگرد
۸۳	۲-۲-۳ ید
۸۵	۲-۲-۴ تلوریم
۸۶	۲-۲-۵ کلر
۸۷	۲-۲-۶ فسفر
۸۹	۲-۳ عناصر رادیواکتیو و تأثیر آنها بر سلامتی انسان
۹۰	۲-۳-۱ اورانیم
۹۳	۲-۳-۲ رادیم
۹۴	۲-۳-۳ توریم
۹۵	۲-۳-۴ پلوتونیم
۹۷	خودآزمایی ۲
۱۰۱	فصل سوم: کانی‌ها، سنگ‌ها و اثرات آنها بر سلامتی انسان
۱۰۱	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۱۰۳	۳-۱ کانی‌های آزیستی
۱۰۵	۳-۱-۱ انواع آزیست‌ها
۱۰۶	۳-۱-۲ بیماری‌های حاصل از آزیست‌ها
۱۱۱	۳-۲ زئولیت‌ها
۱۱۲	۳-۲-۱ انواع زئولیت‌ها
۱۱۳	۳-۲-۲ اثرات زئولیت بر سلامتی انسان
۱۱۷	۳-۳ گروه سیلیس
۱۱۷	۳-۳-۱ مشخصات عمومی گروه سیلیس
۱۱۸	۳-۳-۲ بیماری‌های ناشی از گروه سیلیس
۱۲۱	۳-۴ گروه بورات
۱۲۲	۳-۴-۱ کانی‌های خانواده بورات
۱۲۲	۳-۴-۲ اثرات کانی‌های بور بر روی انسان
۱۲۳	۳-۵ مصالح ساختمانی
۱۲۴	۳-۵-۱ سنگ‌های ساختمانی و خطرات زیست‌محیطی آنها
۱۲۵	۳-۵-۲ گچ و تأثیر آن بر سلامتی انسان
۱۲۵	خودآزمایی ۳

۱۲۷	فصل چهارم: تأثیر فعالیت‌های معدنی و زمین‌شناسی بر آلودگی هوا
۱۲۷	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۱۲۸	۱-۴ استخراج مواد معدنی
۱۲۹	۱-۱-۴ استخراج زغال‌سنگ
۱۳۲	۱-۲-۴ استخراج نفت
۱۳۴	۱-۲-۱-۴ فلزات سنگین موجود در نفت
۱۳۴	۱-۲-۲-۴ مواد رادیواکتیو موجود در نفت
۱۳۵	۲-۴ صنایع تبدیلی و فرآوری مواد معدنی
۱۳۵	۱-۲-۴ صنایع سیمان و آزیست
۱۳۷	۲-۲-۴ ذوب و استحصال فلزات
۱۳۸	۳-۲-۴ تولید آهک
۱۳۸	۳-۴ فعالیت‌های آتشفشانی
۱۳۹	۱-۳-۴ اثرات گازهای آتشفشانی بر اتمسفر
۱۴۱	۲-۳-۴ فورمول‌های آتشفشانی و تأثیر آنها بر اتمسفر زمین
۱۴۲	۴-۴ زمین‌لرزه‌ها
۱۴۲	۱-۴-۴ آزادشدن گاز رادون از طبقات زمین
۱۴۴	۲-۴-۴ آتش‌سوزی‌های پس از زلزله
۱۴۵	۵-۴ گردوغبار و ذرات معلق در هوا
۱۴۶	۱-۵-۴ طبقه‌بندی ذرات معلق در هوا
۱۴۶	۲-۵-۴ تأثیر گردوغبار بر سلامتی انسان
۱۴۹	خودآزمایی ۴
۱۵۱	فصل پنجم: آلودگی آب‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی آن
۱۵۱	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۱۵۴	۱-۵ آلودگی آب دریاها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها
۱۵۴	۱-۱-۵ آلودگی آب دریاها با مواد نفتی
۱۵۵	۲-۱-۵ آلودگی آب دریاها با مواد شیمیایی
۱۵۸	۲-۵ آلودگی رودخانه‌ها، چشمه‌ها و آب‌های زیرزمینی
۱۶۲	۱-۲-۵ آلودگی به وسیله کارخانجات و صنایع معدنی
۱۶۵	۲-۲-۵ آلودگی با پسماند نیروگاه‌های هسته‌ای
۱۷۳	۳-۲-۵ تأثیر فعالیت‌های آتشفشانی بر آلودگی چشمه‌ها و رودخانه‌ها
۱۷۶	۳-۵ تأثیر آلودگی آبزیان بر حیات انسان‌ها
۱۷۷	۱-۳-۵ اثر مواد آلوده‌کننده بر آبزیان و ماهی‌ها
۱۷۸	۲-۳-۵ انتقال آلودگی از ماهی به انسان
۱۸۰	۴-۵ نقش مصرف آب‌های آلوده و نامناسب بر سلامتی انسان
۱۸۰	۱-۴-۵ اختلالات گوارشی
۱۸۲	۲-۴-۵ سنگ‌های کلیوی
۱۸۵	۵-۵ تأثیر مصرف آب‌های سخت بر سلامتی انسان
۱۸۶	خودآزمایی ۵

۱۸۹	فصل ششم: آلودگی خاک و اثرات آن بر سلامتی موجودات زنده
۱۸۹	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۱۹۲	۱-۶ اثر مواد و فعالیت‌های معدنی بر آلودگی خاک‌ها
۱۹۴	۲-۶ تأثیر کودهای فسفاته، ازته و سموم کشاورزی بر آلودگی خاک‌ها
۱۹۶	۳-۶ عوامل مؤثر در آلودگی خاک با مواد سمی
۱۹۹	۴-۶ اثرپذیری گیاهان از آلودگی خاک
۲۰۳	۵-۶ آلودگی مواد پرتوزا در خاک و اثر آن بر سلامتی موجودات زنده
۲۰۵	۶-۶ تأثیر و انتقال آلودگی خاک به جانوران و انسان
۲۰۶	۱-۶-۶ ورود به صورت گردوغبار از طریق بینی و دهان
۲۰۶	۲-۶-۶ جذب پوستی
۲۰۶	۳-۶-۶ مصرف مواد غذایی آلوده
۲۰۷	۴-۶-۶ خاک‌خواری یا بیماری ژئوفازی
۲۰۹	۷-۶ بیماری‌های خاک
۲۱۱	خودآزمایی ۶

۲۱۳	فصل هفتم: برنامه‌ریزی، توسعه و زمین‌شناسی پزشکی
۲۱۳	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۲۱۵	۱-۷ ضرورت مطالعات زمین‌شناسی پزشکی برای مکان‌یابی جهت اسکان انسان
۲۱۸	۲-۷ هزینه‌های مربوط به عوارض ناشی از فعالیت‌های معدنکاری
۲۲۰	۳-۷ به‌کارگیری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور در زمین‌شناسی پزشکی
۲۲۱	۱-۳-۷ بررسی عارضه لیمه در امریکا با استفاده از GIS
۲۲۳	۲-۳-۷ عارضه فلئورسیس در چین
۲۲۵	۴-۷ معادن پاک، انسان سالم، توسعه پایدار
۲۲۶	خودآزمایی ۷

۲۲۷	فصل هشتم: آسیب‌شناسی محیطی و ارتباط آن با زمین‌شناسی پزشکی
۲۲۷	هدف کلی، هدف‌های رفتاری
۲۲۸	۱-۸ اپیدمیولوژی محیطی
۲۳۱	۲-۸ پزشکی محیطی
۲۳۳	۱-۲-۸ چگونگی تأثیر از محیط
۲۳۶	۲-۲-۸ وراثت و رفتار در پزشکی محیطی
۲۳۸	۳-۲-۸ پزشکی محیطی و ژنتیک
۲۳۹	۳-۸ پاتولوژی محیطی
۲۴۰	۴-۸ سم‌شناسی
۲۴۲	۵-۸ ژئوپاتولوژی
۲۴۳	۶-۸ ژئوفارماکولوژی
۲۴۵	خودآزمایی ۸

۲۴۷	پاسخنامه
۲۴۹	منابع و مأخذ

راهنمای مطالعه

درس زمین‌شناسی پزشکی به ارزش دو واحد، یکی از دروس اختیاری در دوره کارشناسی زمین‌شناسی است. در واقع زمین‌شناسی پزشکی یکی از مباحث جدید مطرح‌شده در شاخه علوم زمین است که ریشه در حیات بشری دارد. زمین‌شناسی پزشکی به طور عمده شامل مباحثی در موضوعات زمین‌شناسی، کانی‌شناسی، ژئوشیمی، آب‌شناسی، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی اقتصادی، مسائل زیست‌محیطی، سم‌شناسی و آسیب‌شناسی محیطی است. بنابراین دانشجویان محترم لازم است قبل از مطالعه کتاب، مروری بر مباحث فوق داشته باشند.

کتاب حاضر اولین کتاب زمین‌شناسی پزشکی است که به زبان فارسی به رشته تحریر درآمده و سعی گردیده که در تألیف آن از آخرین منابع و اطلاعات موجود استفاده گردد. این کتاب در ۸ فصل به شرح زیر تدوین شده و توصیه می‌گردد جهت بهره‌برداری بیشتر، فصول آن به ترتیب مطالعه گردد.

در فصل اول ضمن تعریف علم زمین‌شناسی پزشکی به تاریخچه آن در جهان و ایران پرداخته شده و سعی گردیده دورنمایی از این علم نیز ارائه گردد. تأثیر عناصر فلزی، غیرفلزی و رادیواکتیو بر محیط زیست و سلامتی انسان، از مباحث اساسی علم زمین‌شناسی پزشکی است.

در فصل دوم ضمن بیان خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، ژئوشیمیایی و کانی‌شناسی عناصر، به تأثیرات ناشی از افزایش و یا کاهش اینگونه عناصر در سلامتی انسان، حیوان و گیاه پرداخته شده است.

غیر از عناصر، برخی از کانی‌ها نیز دارای اثرات بسیار مخرب و زیان‌بار برای محیط زیست و سلامتی موجودات زنده و به ویژه انسان هستند. در فصل سوم کتاب به آلودگی‌ها و خطرات اینگونه کانی‌ها اشاره شده است.

فصل‌های چهارم، پنجم و ششم مربوط به تأثیر فعالیت‌های زمین‌شناسی و معدنی در آلودگی آب، هوا، خاک و گیاهان است. علیرغم نیاز شدید انسان به فعالیت‌های زمین‌شناسی و معدنی برای تأمین مواد خام صنایع مختلف، آثار زیانبار اینگونه فعالیت‌ها بر محیط زیست بر کسی پوشیده نیست. در این سه فصل سعی شده است ضمن بیان نحوه آلوده شدن محیط بر اثر این نوع فعالیت‌ها، روش‌های کاهش خطرات ناشی از فعالیت‌های زمین‌شناسی و معدنی نیز توضیح داده شود.

فصل هفتم کتاب به نقش علم زمین‌شناسی پزشکی در برنامه‌ریزی‌های کلان آینده و توسعه پایدار ملت‌ها اختصاص دارد. به علاوه کاربرد فن‌آوری‌های جدید مثل سنجش از دور در تحلیل و برنامه‌ریزی‌های آینده تأکید شده است.

مباحث مربوط به مسمومیت‌های ناشی از عناصر و کانی‌ها و مشکلات پزشکی به‌وجود آمده و انواع امراضی که ممکن است در این ارتباط گریبانگیر انسان شود، در فصل هشتم کتاب عنوان شده است.

با توجه به این که کتاب حاضر اولین کتاب در زمینه مطالعه میانبارهای سیال به زبان فارسی می‌باشد لذا ممکن است اشکالاتی از نظر محتوای علمی، ویرایشی یا تایپی در آن وجود داشته باشد. امید است اندیشمندان علوم زمین و خوانندگان کتاب بر مؤلفین منت نهاده و اشکالات احتمالی کتاب حاضر را به صورت کتبی یا شفاهی تذکر دهند.

در تهیه کتاب از همکاری و مساعدت افراد زیادی بهره جسته‌ایم که لازم می‌دانیم از ایشان تشکر و قدردانی نماییم. از آقای پرفسور اشرف اتابای کارشناس ارشد سازمان زمین‌شناسی ترکیه به خاطر در اختیار قرار دادن کتب و مقالات ارزنده، از آقایان دکتر اتردی و دکتر مقیمی برای ویراستاری علمی و آقایان دکتر بهرامی و دکتر نجف‌زاده برای ارزیابی کتاب، از خانم مهندس بهنام برای تایپ، نمونه‌خوانی و صفحه‌آرایی کتاب و از آقای مهندس محمدمباقر اکبری برای تدوین مناسب کتاب و همچنین از دیگر عزیزانی که ما را در این مهم یاری رسانیده‌اند بسیار متشکر و سپاسگزاریم.

دکتر بهزاد حاج‌علیلو - مهندس بهرام وثوق

اردیبهشت ۱۳۸۸

اهداف کلی کتاب

اهدافی که از مطالعه این کتاب برای دانشجویان محترم و سایر استفاده‌کنندگان در نظر گرفته شده، شامل موارد زیر است:

۱. آشنایی کلی با علم جدید زمین‌شناسی پزشکی، اهداف این علم، جایگاه آن در شاخه علوم زمین و ارتباط آن با علوم زیست‌محیطی و پزشکی.
۲. تأکید بر اهمیت حفاظت از محیط زیست و نقش علم زمین‌شناسی پزشکی در آگاهی‌دادن به انسان‌ها در خصوص خطرات ناشی از تخریب محیط زیست.
۳. تأثیرات منفی و مخرب برخی از عناصر و کانی‌ها بر سلامتی انسان‌ها و راه‌های پیشگیری از گسترش این خطرات.
۴. نقش علم زمین‌شناسی پزشکی در برنامه‌ریزی‌های کلان و بلندمدت آینده به منظور داشتن زمین پاک و انسان‌هایی سالم.
۵. آشنایی با عوارض پزشکی ناشی از تمرکز عناصر و کانی‌های مضر در آب، هوا، خاک، گیاهان و جانوران.

فصل اول

کلیات زمین‌شناسی پزشکی

هدف کلی

دانشجویان در این فصل ضمن شناخت علم زمین‌شناسی پزشکی با تاریخچه این علم در ایران و جهان آشنا شده و چشم‌انداز علم زمین‌شناسی پزشکی را مطالعه می‌نمایند.

هدف‌های رفتاری

- انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتوانید:
۱. تعریف دقیقی از علم زمین‌شناسی پزشکی ارائه دهید.
 ۲. ضمن اشاره به ریشه‌های تاریخی علم زمین‌شناسی پزشکی، نحوه پیدایش و بنیان‌گذاران علم جدید زمین‌شناسی پزشکی را معرفی نمایید.
 ۳. ضرورت توجه به علم زمین‌شناسی پزشکی را بیان نموده و مشکلات ناشی از عدم توجه به این علم در آینده را شرح دهید.
 ۴. نقش علم زمین‌شناسی پزشکی در ایجاد محیط سالم برای زندگی نسل‌های آینده را بیان کرده و تأثیر این علم در برنامه‌ریزی‌های کلان جوامع بشری را توضیح دهید.
 ۵. نحوه انجام پژوهش‌های لازم و روش‌های تحقیق در این شاخه از علوم زمین‌شناختی را بیان کنید.

۱-۱ تعریف زمین‌شناسی پزشکی^۱

همه‌روزه بدون توجه به محیط اطراف و اثراتی که محیط بر ما دارد، غذا می‌خوریم، مایعاتی را مصرف می‌کنیم و برخی از عناصر و کانی‌ها را تنفس می‌نماییم. برای سالم‌زیستن، آبی که می‌نوشیم، هوایی که تنفس می‌کنیم و زمینی که بر روی آن زندگی می‌کنیم، بسیار اهمیت دارند. بدون هوا حداکثر چند ثانیه تا چند دقیقه، بدون آب چند ساعت یا اندکی بیشتر و بدون غذا چند روز بیشتر زنده نمی‌مانیم و در این بین هوایی که تنفس می‌کنیم دارای بیشترین اهمیت می‌باشد.

در اکثر موارد، تأثیراتی که مواد طبیعی بر بدن ما دارند بدون ضرر و گاهی از نظر اهمیت، مانند غذایی است که مصرف می‌کنیم. بدون شک سلامتی انسان، حیوان و گیاه به عناصر ضروری از قبیل کلسیم، فلوئور، سلنیم، آهن، مس و غیره وابسته است. سیاره‌ای که در آن زندگی می‌کنیم از قسمت‌های مختلفی که شامل هواکره^۲، سنگ‌کره^۳، آب‌کره^۴ و زیست‌کره^۵ است، تشکیل شده است. انسان و حیوان نیز بخشی از چرخه طبیعت هستند. بدن انسان از عناصر و ترکیب‌های مختلفی تشکیل شده است که از عناصر موجود در سیاره ما هستند، اما نکته مورد بحث این است که به همان اندازه که وجود عناصری چون کلسیم، کلر، منیزیم، فسفر، پتاسیم، سدیم و گوگرد برای سلامتی و زندگی ما مفید هستند، در مقابل وجود بیش از حد مجاز تعدادی از عناصر فوق و عناصری همچون کروم، کبالت، مس، فلوئور، ید، آهن، منگنز، سلنیم و روی می‌تواند برای سلامتی ما مضر و حتی کشنده باشند.

عناصری مانند آلومینیم، آرسنیک، کادمیم، سرب، مولیبدن، جیوه، عناصر رادیواکتیو و غیره برای بدن سمی هستند. در صورت افزایش بیش از حد مجاز این عناصر در بدن انسان، سیستم تعادلی موجود در سلول‌های بدن، مختل می‌شوند. آلومینیم در معده، استخوان و سلول‌های مغزی، آرسنیک در سوخت و ساز سلولی، کادمیم در کبد، کلیه، معده، قلب و سیستم عصبی و جیوه در سیستم عصبی، غشای سلولی و سیستم ایمنی (سیستم دفاعی بدن) تأثیرات منفی برجای می‌گذارند که تنها بخشی از این تأثیرات برای انسان شناخته شده می‌باشد.

1. Medical Geology

2. Atmosphere

3. Lithosphere

4. Hydrosphere

5. Biosphere

از طرفی وجود گاز رادون^۱ در آب آشامیدنی که در مناطق فعال تکتونیکی به چشم می‌خورد، وجود آرسنیک، فلوئور، آلودگی جیوه و کمبود سلنیم و ید، همینطور کانی‌های آزبستی در محیط اطراف، کانی‌های سیلیس‌دار و زغال‌سنگ، گردوغبار و غیره همگی می‌توانند بر سلامتی موجودات زنده تأثیر بگذارند (آتابای^۲، ۲۰۰۵).

در واقع برای اغلب مردم، زمین‌شناسی، علم مطالعه کانی‌ها، سنگ‌ها و نحوه تشکیل و توزیع آنها بر روی کره زمین است. البته زمین‌شناسی را با مباحثی همچون کوهزایی، تغییر، تحول و تکامل سواحل و رودخانه‌ها، فرایند بیابان‌زایی و غیره نیز مرتبط می‌دانند، اما افراد کمی هستند که معنای واقعی این موضوع که دانشمندان علوم زمین می‌توانند عامل مؤثری در زمینه تعریف رابطه میان سلامت موجودات زنده و محیط طبیعی باشند را درک نمایند.

اصول بنیادی برای تعمیم این ارتباط، در یک رشته تخصصی جدید تحت عنوان زمین‌شناسی پزشکی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. در واقع می‌توان گفت زمین‌شناسی پزشکی، زمین را با هر آنچه در آن است (اعم از موجودات زنده و غیرزنده) مورد بررسی قرار می‌دهد. در این شاخه از علوم، مواد از نقطه‌نظر تأثیرات مثبت و منفی بر سلامت کلیه جانداران، مورد بحث و مطالعه قرار می‌گیرند (دیسانایاکه^۳، ۲۰۰۵).

با توجه به مطالب ارائه‌شده می‌توان چنین خلاصه کرد که: «نحوه تعیین ارتباط منطقی میان وجود برخی کانی‌ها، عناصر و ترکیب‌های تشکیل‌دهنده زمین، فقدان و کمبود برخی و یا افزایش برخی دیگر در یک محیط زمین‌شناسی، با بروز تأثیرات مثبت و یا منفی بر سلامتی انسان، حیوان و گیاه و احیاناً ارائه راهکارهای مناسب جهت پیشگیری و درمان این تأثیرات را علمی میان رشته‌ای مورد مطالعه قرار می‌دهد که با عنوان علم زمین‌شناسی پزشکی تعریف می‌شود.»

زمین‌شناسی پزشکی، به عنوان دانش بررسی‌کننده رابطه میان عناصر و کانی‌ها، مهاجرت، انتقال، تغییرشکل، میزان ترکیب‌های معدنی و آلی و تأثیرات مثبت و منفی که بر سلامتی انسان، جانوران و گیاهان دارند، شناخته شده است. همچنین این علم به عنوان یک تخصص بین‌رشته‌ای، به بررسی عوامل طبیعی زمین‌شناسی که با پراکندگی جغرافیایی خاص خود بر سلامتی موجودات تأثیر می‌گذارد، می‌پردازد.

واژه زمین‌پزشکی^۱ برای اولین بار توسط زایس^۲ به کار برده شد، که در آن زمان این واژه معادل پزشکی جغرافیایی^۳ بود، ولی امروزه آن را هم‌ارز روش‌های جغرافیایی^۴ در اخذ نتایج بهداشتی و پزشکی می‌پندارند.

در سال‌های اخیر ارتباط میان محیط و سلامتی، مورد بحث بسیاری از رسانه‌ها و مجلات تخصصی بوده است. واژه‌هایی همچون فلزات سنگین^۵ و مواد آلاینده^۶، موضوع بحث‌های داغ محافل علمی سراسر جهان را تشکیل می‌دهد. میزان بالای این مواد و دیگر آلاینده‌ها در بسیاری از نقاط جهان مانند کانادا، امریکا، هند، چین، بنگلادش، جمهوری‌های شوروی سابق و اروپای شرقی نگرانی‌های عمیقی را برانگیخته است. برای رفع این نگرانی‌ها علم زمین‌شناسی پزشکی وارد عرصه علوم جدید شده است.

زمین‌شناسی پزشکی علمی است میان‌رشته‌ای که طیف گسترده‌ای از تخصص‌ها را دربر می‌گیرد. برای اخذ نتیجه مطلوب از زمین‌شناسی پزشکی، حضور متخصصان زمین‌شناسی، کانی‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک، پزشکی، متخصصین بهداشت حرفه‌ای و بهداشت محیط، دندانپزشکی، دامپزشکی، داروسازی، گیاه‌شناسی، میکروب‌شناسی، جغرافی، شیمی، فیزیک و حتی کارشناسانی از علوم ارتباطات و متخصصین حقوقی و اجتماعی لازم و ضروری می‌باشد.

نوشتار حاضر سعی بر آن دارد که سیمای کلی از علم زمین‌شناسی پزشکی را پیش روی علاقمندان قرار دهد. هدف آن است که بتوان نگرشی کلی در این جهت که طبیعت تا چه اندازه بر زندگی آدمیان و دیگر موجودات تأثیر می‌گذارد ایجاد کرد. اینکه بدن انسان در رابطه با مقادیر بیش از حد مجاز، مقدار متعادل و یا کمتر از حد مجاز عناصر، یا مواد و ترکیب‌های طبیعی چه واکنشی نشان می‌دهد، موضوع بحث این کتاب است. انتظار می‌رود که استفاده‌کنندگان از این کتاب، اطلاعات کلی از زمین‌شناسی، کانی‌شناسی، ژئوشیمی، شیمی، زیست‌شناسی و فیزیولوژی عمومی داشته باشند تا بتوانند به نحو مطلوب از کتاب بهره‌مند شوند.

1. Geomedicine

2. Ziess

3. Geographic Medicine

۴. مانند بررسی گسترش و اپیدمی یک بیماری و عارضه خاص در یک اقلیم و منطقه خاص و از این قبیل

5. Heavy Metals

6. Pollutants

۲-۱ تاریخچه زمین‌شناسی پزشکی

«زمین و هرآنچه در آن است بسان تکه‌ای یخ شناور بر پهنه اقیانوس بیکران است. هر لحظه که طوفانی شدید در اقیانوس درگیرد، زمین به خود لرزیده و زلزله‌ای پدیدار می‌گردد» (تالس ملطی^۱ از حکیمان یونان باستان، ۵۷۵ قبل از میلاد).

در عهد باستان، اولین کسی که به روشنی نقش عوامل درونی در تغییرات زمین را مطرح ساخت، فیلسوف یونانی امپدوکلس^۲ اهل آگرگتوم^۳ بود (۴۵۰ قبل از میلاد). جالب توجه اینکه نامبرده از فرط علاقه به زمین و فرایندهای آن، در هنگام مطالعه و مشاهده آتشفشان اتنا^۴، در آن سقوط کرد و جان سپرد (شنگور^۵، ۲۰۰۵).

در یونان قدیم، ارسطوی^۶ استاگریایی^۷ شاگرد خلف افلاطون^۸، با الهام از نظریات استاد خود (رساله فایدون^۹ در ۳۹۲ قبل از میلاد) و بسط آرای او، کتاب مشهور خود موسوم به متئورولوجیکا^{۱۰} را به رشته تحریر درآورد (شنگور، ۲۰۰۵). این رساله یکی از اولین آثار مبتنی بر تجربه و مشاهده در حوزه علوم طبیعی و زمین‌شناسی در دوران باستان بود که در آن ارسطو نظریاتی راجع به تأثیر عوامل طبیعی بر وقوع حوادثی چون بیماری، تعیین جنسیت نوزادان و غیره را مطرح ساخته است، نظریاتی که امروزه آنها را بی‌پایه و اساس می‌پنداریم، اما در زمان خود بی‌رقیب بودند (راسل^{۱۱}، ۱۹۵۲). همچنین ارسطو برای اولین بار در تاریخ، به مشکلاتی که از نظر سلامتی برای کارگران شاغل در معادن سنگ به وجود می‌آید اشاره کرده است (باومن، بابرووسکی و سلینوس^{۱۲}، ۲۰۰۳).

موضوع ارتباط میان زمین‌شناسی و سلامت موجودات زنده (خصوصاً انسان)، از مدت‌ها قبل شناخته شده بود. فیزیکدان‌ها، طبیعی‌دان‌ها و فلاسفه عهد باستان در کشورهای مثل یونان، چین، مصر، ایران، هند و تمدنهای سرخپوستان (اینکاها، آزتک‌ها و مایاها در امریکای مرکزی و جنوبی)، از زمان‌های بسیار قدیم اهمیت این نکته که پدیده‌های رخ داده در روی زمین بر سلامتی مؤثر هستند را درک کرده بودند، گرچه این

1. Miletus Thales

2. Empedocles

3. Agrigentum

4. Etna

5. Shengür

6. Aristotle

7. Stagira

8. Plato

9. Phaedo

10. Meteorologica

11. Russell

12. Bowman, Bobrowsky & Selinus

ارتباط تا قرن نوزدهم که علم جدید شکل گرفت نه به صورت منطقی و علمی، بلکه صرفاً در هاله‌ای از ابهام، جادو و خرافات قرار داشت.

به نظر می‌رسد اولین نظریات رسمی در باب زمین‌شناسی پزشکی مربوط به حکیم یونانی هیپوکراتوس^۱ باشد (۳۰۰ قبل از میلاد). او مشخص نمود که عوامل محیطی بر نحوه پراکندگی آسیب‌های جسمانی مؤثر هستند (لاگ^۲، ۱۹۹۰ و فوستر^۳، ۲۰۰۲).

توجه اصلی هیپوکراتوس بر آب، هوا و مکان بود. مثلاً در بخش هفتم رساله علمی خود چنین می‌نویسد: آبی که از خاک بر می‌خیزد (آب‌های داغ یا گرماب‌ها^۴)، آب‌هایی حاوی آهن، مس، نقره، طلا، گوگرد، قیر و شوره (نیترا^۵) هستند. این آب‌ها برای هر مصرفی (مصارف انسان، حیوان، زراعت و غیره)، مضر و نامناسب بوده و حامل بیماری‌های متعددی هستند.

مثال دیگر مربوط به یک معمار رومی به نام ویتروویاس^۵ است که در آخرین قرن قبل از میلاد مسیح زندگی می‌کرده است. او اولین بار مشخص ساخت که آب‌های موجود در نزدیکی معادن و صنایع معدنی (از قبیل کارگاه‌های آسیاب سنگ معدن و ذوب فلزات و نظایر آن)، دارای اثرات نامناسبی بر سلامتی انسان و حیوان هستند (نریاگو^۶، ۱۹۸۵).

فیزیکدان یونانی، گالن^۷، در نوشته‌های خود خطر بالقوه فعالیت‌های معدنی از نقطه‌نظر وجود اسید و دیگر مواد مضر در آب‌های زیرزمینی نزدیک معادن فلزی را خاطر نشان ساخته است (لیندبرگ^۸، ۱۹۹۲).

در چین، متون پزشکی معتبری از قرن سوم پیش از میلاد برجای مانده است که در آنها مطالب بسیاری در مورد ارتباط میان زمین‌شناسی، سلامت و پزشکی درج شده است. برای مثال در هر دو مورد سلسله‌های سونگ^۹ (هزاره اول قبل از میلاد) و سلسله مینگ^{۱۰} (قرون ۱۴ تا ۱۷)، دانشمندان چینی آثار مخرب معدنکاری در معادن سنگ و کارگاه‌های سنگ‌تراشی بر سلامت انسان را گوشزد کرده بودند، چیزی که امروزه آن را

1. Hippocrates
2. Lag
3. Foster
4. Thermal Waters
5. Vitruvius
6. Nriagu
7. Galen
8. Lindberg
9. Song
10. Ming

تحت عنوان بیماری سیلیکوسیس^۱ می‌شناسیم. در موردی مشابه در دوران سلسله تانگ^۲، حکیمی به نام «چن شائو وی»^۳ اثرات مسموم‌کننده سرب، روی، نقره، مس، قلع، طلا و آهن را گوشزد کرده است (لیانگ و همکاران^۴، ۱۹۹۸).

دانشمندان ایرانی مثل ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، زکریای رازی و جابرین حیان نیز تألیفات و نظریات متعددی در رابطه با سلامتی انسان و مواد معدنی داشته‌اند که در ادامه نوشتار به آنها اشاره خواهد شد.

باستان‌شناسان، اسکلت‌شناسان و مورخین معاصر، شواهدی دال بر شناخت انسان باستان از بیماری‌های مرتبط با زمین‌شناسی یا به عبارت بهتر، بیماری‌های مرتبط با محیط داشته و سعی در درمان این عوارض داشته‌اند. این آثار به وضوح در اسکلت‌ها و اجساد مومیایی‌شده و آثار به‌جا مانده در قبور و حفاری‌های باستانی مشهود است. برای مثال در تمدن‌های چین، مصر و یونان و نیز تمدن باستانی اینکا (پرو)، جهت درمان بیماری گواتر که نتیجه کمبود و فقر ید در بدن می‌باشد، به طور تجربی، نوعی جلبک دریایی^۵ را تجویز می‌کردند که سرشار از عنصر ید می‌باشد. این امر به خوبی گویای آگاهی و شناخت پیشینیان از بیماری‌ها، سازوکار عمل و مداوای آنها بوده است.

در کنار کمبود عناصر و عوارض ناشی از آنها، گزارش‌هایی مبنی بر مشاهده آثار مسمومیت و اثرات مخرب فلزات سنگین از تمدن‌های قدیمی موجود می‌باشد. اگرچه بسیاری از اثرات آلاینده‌های خطرناک فلزی همچون سرب در حال حاضر به صورت دقیق بررسی شده‌اند، اما سرب حداقل از شش‌هزار سال پیش برای بشر شناخته شده بوده و از پنج‌هزار سال پیش آدمی به طرز مؤثری آن را به‌کار گرفته است. سرب در آن دوران بیشتر برای تولید آلیاژ باستانی مفرغ به‌کار گرفته می‌شد (هونگ و همکاران^۶، ۱۹۹۴، باومن و همکاران، ۲۰۰۳).

در دوران شکوه امپراتوری روم^۷، سرب از فلزات استراتژیک در این تمدن محسوب می‌شد. این فلز در معماری، لوله‌کشی آب و فاضلاب، کشتی‌سازی، تولید جنگ‌افزار، حفاظت میوه و سبزی، رنگ‌سازی و غیره کاربرد داشت (باومن^۷، ۲۰۰۳).

1. Silicosis

2. Tang

3. Chen- Shao- Wei

4. Liang et al

5. Seaweed

6. Hong et al

7. Rome Empire

حجم عظیم کاربرد سرب در زندگی روزمره رومیان، تأثیرات منفی همچون مسمومیت اپیدمیولوژیک با سرب، نقرس، نازایی، تولد نوزادان مرده و عقب‌افتاده ذهنی و جسمی را دربر داشت. از سال ۲۵۰ تا ۵۰ قبل از میلاد مسیح، گزارشات مستندی مبنی بر مسمومیت شدید سربی و عوارض ناشی از آن در مورد امپراتوران وجود دارد و بدین ترتیب فلز سرب عاملی برای ضعف رومیان و در نتیجه انحطاط و سقوط امپراتوری روم گردید (باومن، بابروفسکی و سلینوس، ۲۰۰۳).

در روم باستان از جیوه جهت آرام‌کردن درد دندان کودکان استفاده می‌شد. از قرن ۱۲ میلادی در مصر و از قرن ۱۶ در امریکای مرکزی و جنوبی از جیوه برای تهیه ملقمه جهت بازیافت طلا و نقره استفاده وسیعی می‌شد (باومن و دیگران، ۲۰۰۳). همچنین در قرن ۱۶ از جیوه و ترکیب‌های آن برای درمان بیماری‌های مقاربتی مانند سیفلیس^۱ در اروپا استفاده وسیعی می‌شده است.

مارکوپولو در خلال مسافرت خود به چین در سال ۱۲۷۵ میلادی متوجه شد که در برخی مناطق حیوانات و انسان‌ها دچار نوعی ناهنجاری و ناتوانی جسمی می‌شوند. امروزه پس از مطالعاتی که در این مناطق صورت گرفته، مشخص شده است که عامل بروز این ناراحتی‌ها کمبود و فقر شدید و یا برعکس میزان بالای سلنیم در خاک بوده است (سلینوس ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶). پس از اولین مشاهدات انجام‌شده در چین در ۱۹۳۰، نهایتاً در سال ۱۹۷۰ بود که بیماری‌های کشان^۲ و کشین‌بک^۳ (عوارض ناشی از سلنیم) به جامعه پزشکی معرفی شده و بدین‌سان معمای تاریخی مارکوپولو حل گردید (سلینوس، ۲۰۰۲).

در حدود پانصدسال پیش یک قانون کلی برای مسمومیت با مواد معدنی در بدن وجود داشته که این قانون را پاراسلسوس^۴ پدر علم داروسازی وضع کرده بود (۱۵۴۱-۱۴۹۳ میلادی). طبق نظر وی همه مواد بالقوه سمی بوده و به طور کلی چیزی وجود ندارد که سمی نباشد. میزان طبیعی سموم مختلف و علاج آنها نیز با یکدیگر متفاوت هستند. حتی آب نیز در حجم‌های زیاد می‌تواند سمی و مرگ‌آور باشد (دیسانایاکه، ۲۰۰۵).

1. Syphilis
2. Keshan
3. Kaschin Beck
4. Paracelsus

در قرن بیستم، با توجه به اینکه عوامل محیطی و زیست‌محیطی به عنوان عوامل مؤثر در سلامتی و بیماری شناخته شده بودند، عناصر نادر نیز از نقطه‌نظر اهمیت آنها در رابطه با سلامتی و بیماری در انسان، حیوان و گیاه مورد بررسی قرار گرفتند. در ابتدای قرن بیستم (حدود سال‌های دهه ۱۹۰۰)، عارضه فلورسیس^۱ که در اثر مصرف آب حاوی فلوئور ایجاد می‌شود، شناخته شد. این بیماری به شکل بروز خال‌ها و لکه‌های تیره بر روی دندان‌ها و در حالات شدیدتر به صورت ناهنجاری‌ها و تغییر شکل‌های استخوانی، آهکی شدن^۲ و سفت شدن رباط‌ها^۳ و اندام‌های مفصلی خود را نشان می‌دهد. در اواخر دهه ۱۹۵۰، تعداد نه عنصر نادر و کمیاب برای ادامه زندگی سالم در موجودات زنده (خصوصاً انسان) مشخص گردید. این تعداد در دهه ۱۹۷۰ به ۱۴، در دهه ۱۹۸۰ به ۲۰ و در دهه ۱۹۹۰ به بیش از ۳۰ عنصر رسید.

یکی از مهم‌ترین تحولات در تاریخ زمین‌شناسی پزشکی تألیف کتاب بهار خاموش^۴ توسط کارسون^۵ (۱۹۶۱) بود. در این کتاب در رابطه با کاربرد سم DDT و انقراض نسل پرندگان مطالب تکان‌دهنده‌ای عنوان شده است (سینگ^۶، ۲۰۰۵).

همچنین می‌توان به مقاله‌ای از مجله تایم در ژانویه ۱۹۸۹ اشاره نمود که در آن اذعان شده است، بشر به وسیله طبیعت و محیط طبیعی زمین، دائم در حال تهدید است و در راستای شناخت و حل این خطرات و مشکلات، راهی جز ائتلاف دانشمندان با یکدیگر در جهت تعریف و ایجاد شاخه‌ای جدید از علم موسوم به زمین‌شناسی پزشکی نیست (سنتنو و همکاران^۷، ۲۰۰۳).

در سال ۱۹۹۶ در اجلاس اتحادیه جهانی زمین‌شناسی (IUGS)^۸، با توجه به اهمیت عوامل زمین‌شناختی بر سلامتی انسان و درک بشر از این موضوع، کمیته‌ای برای تحقیقات بین‌المللی در زمینه زمین‌شناسی پزشکی در کمیسیون برنامه‌ریزی برای زمین‌شناسی زیست‌محیطی تشکیل شد ولی در سال ۲۰۰۰ یونسکو در قالب پروژه شماره ۴۵۴ خود تحت عنوان زمین‌شناسی پزشکی، بر برنامه IUGS پیشی گرفت.

از مشاهیر این رشته به افراد متعددی می‌توان اشاره کرد. از جمله این افراد می‌توان

1. Fluorosis

2. Calcification

3. Ligamental

4. Silent Spring

5. Carson

6. Singh

7. Centeno and et al.

8. International Union of Geological Symposium

از چاندرا دیسانایاکه^۱ استاد دانشگاه پرادیای^۲ سری‌لانکا^۳ نام برد که بیش از ۳۰ سال در زمینه زمین‌شناسی پزشکی و زیست‌محیطی تحقیقات وسیعی در سری‌لانکا و دیگر کشورهای جنوب شرق آسیا انجام داده است. همچنین، می‌توان هاروانت سینگ^۴ از دانشگاه ساراواک^۵ مالزی را نام برد که در زمینه زمین‌شناسی پزشکی آثار متعددی تألیف نموده است. علاوه بر آن، مطالعات شارلوت باومن^۶ از کانادا و اوله سلینوس^۷ از سوئد نیز قابل توجه هستند، که در این میان پروفیسور سلینوس (شکل ۱-۱) به خاطر خدمات ارزنده‌اش در زمینه زمین‌شناسی زیست‌محیطی و زمین‌شناسی پزشکی معروفیت و اعتبار جهانی دارد. نامبرده که از کارشناسان ژئوشیمی مرکز تحقیقات زمین‌شناسی سوئد می‌باشد، به عنوان کارشناس برجسته زمین‌شناسی زیست‌محیطی در انجمن جهانی زمین‌شناسی (IUGS) در زمینه زمین‌شناسی پزشکی بوده و بیش از ۴۰ اثر علمی و پژوهشی در زمینه زمین‌شناسی پزشکی منتشر نموده است. یکی از مهم‌ترین آثار ایشان کتاب زمین‌شناسی پزشکی است که در سال ۲۰۰۵ توسط انتشارات الزویور^۸ منتشر شده است.



شکل ۱-۱ اوله سلینوس (عکس از آرشیو آکادمی سلطنتی سوئد)

در کشورهای همسایه نیز می‌توان اشرف آتابای^۹ از ترکیه را نام برد که در زمینه استفاده از زمین‌شناسی پزشکی برای تعیین محل‌های مناسب اسکان، در مرکز تحقیقات

-
1. Chandra Dissanayake
 2. Peradeniya
 3. Sri Lanka
 4. Harawnt Singh
 5. Sarawak
 6. Charlotte A. Bowman
 7. Olle Selinus
 8. Elsevier
 9. Eshref Atabey

علوم زمین ترکیه فعالیت می‌کند. نامبرده در سال ۲۰۰۵ کتابی با عنوان زمین‌شناسی پزشکی منتشر نموده است. علاوه بر ایشان از چنگیز علی‌اوف^۱ که در آکادمی بین‌المللی اکوانرژی جمهوری آذربایجان در زمینه رادیواکتیویته محیطی، اکوسیستم دریای خزر و آلودگی‌های ناشی از صنایع نفتی مطالعه می‌کند نیز می‌توان نام برد.

۳-۱ تاریخچه زمین‌شناسی پزشکی در ایران

غیره. آگاه باشید که در هر یک از فصول، امراض مختلفی در اکناف زمین برانگیخته می‌شوند (قانون، ابن سینا، ۱۰۴۹-۹۹۱ میلادی).

شاید این سخن گزاف نباشد اگر گفته شود که اولین نظریات علمی و عقلی در باب زمین‌شناسی پزشکی را حکمای ایرانی ارائه نموده‌اند. احتمالاً ساده‌ترین دلیل این سخن آن است که اولین نظریات زمین‌شناسی، در ایران پس از اسلام را، کسانی ارائه نموده‌اند که علاوه بر زمین‌شناسی و گوهرشناسی، از طب، شیمی، ستاره‌شناسی و فیزیک اطلاعات کامل و جامعی داشته‌اند.

از اولین نوشته‌ها درباره مواد معدنی و شیمی می‌توان به آثار شیمیدان و فقیه عالیقدر جهان اسلام، جابر ابن حیان طوسی (۱۸۶-۱۵۹ هجری) اشاره نمود که به پاس تحقیقات وسیعش، وی را پدر علم شیمی لقب داده‌اند.

پس از او می‌توان از محمد بن ذکریای رازی (۳۱۳-۲۵۱ هجری)، فیلسوف، طبیب و کیمیاگر برجسته قرون وسطی نام برد که مواد را به سه نوع معدنی، گیاهی و حیوانی طبقه‌بندی کرد و نخستین بار الکل و اسیدسولفوریک را تولید نمود.

ابن سینا دانشمند بزرگ ایرانی در کتاب خود به نام شفا مواد را این گونه طبقه‌بندی کرده است:

۱. احجار (سنگ‌ها)

۲. ذابیات (سنگ‌هایی که به منظور استحصال فلزات به کار می‌روند)

۳. کباریت (مواد سوختنی مانند گوگرد، نفت و غیره)

۴. املاح (نمک‌ها یا موادی که در آب حل می‌شوند)