

# زمین شناسی و محیط زیست

نویسنده: مهندس وحید صائب فر

## چکیده

اصولاً کشور ایران بعلت شرایط خاص جغرافیایی، آب و هوایی، زیستی و زمین شناسی در موقعیتی قرار دارد که از طبیعت بکر و دست نخورده‌ای برخوردار است ولی طی سالیان اخیر با توسعه فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و شهری بنحو محسوس از میزان این دست نخوردگی کاسته شده و احتمال زیادی دارد که با افزایش فعالیت‌های مذکور مشکلات زیست محیطی خطرناکی در آینده نزدیک بروز کند برای مثال استفاده زیاد و بی‌رویه از انواع سوخت‌های فسیلی برای تولید انرژی، فعالیت‌های معدن کاری وسیع و در عین حال بی‌رویه نظیر استخراج و دیوی مواد معدنی نظیر، مس، سرب، روی، آهن، منگنز و غیره و پراکنده شدن این مواد در محیط زیست، استفاده غیراصولی از انواع کودهای شیمیایی و مواد دفع آفات نباتی، استفاده از منابع آب زیرزمینی آلوده به دست آمده از چاه‌های زیرزمینی و نیز دفع قاذب‌ها به داخل چاه‌های کم عمق و بسیاری دیگر از این موارد سبب شده‌اند که محیط زیست کشورمان هرچه بیش‌تر آلوده شود و احتمال بروز انواع بیماری‌های ناشی از این‌گونه مسائل در درازمدت سبب به خطر افتادن جدی سلامتی افراد شود. در این مقاله کوشش شده که به معرفی عوامل خطر آفرین برای محیط زیست و سلامتی انسان پرداخته شود و نقش مهم زمین‌شناسان در شناخت و جلوگیری از بروز مشکلات زیست محیطی تا حدودی مشخص شود و در این راستا به شاخه جدیدی از علوم زمین تحت عنوان «زمین شناسی پزشکی» پرداخته شده است.

## Abstract

One of the most important problems which during the last few decades has caused problems for the environment and also for the health of people is the mining industrial and agricultural activities in Iran.

In this paper the role of geologists in determining the source of health problems such as the path of trace elements and their entrance to ecosystems, the mobility and transportation of toxic organic or synthetic harmful materials which are produced by industrial and agricultural activities and etc. are discussed, and on the other hand some ways to prevent these problems are explained.

It should be noted that for the first time in Iranian literature the subject of "medical geology" is described in this paper.

## ۱ - مقدمه

همواره مطالب و تخصص‌های بسیار متنوعی هنگام بررسی ارتباط دوجانبه بین سلامتی انسان و شرایط محیطی زمین‌شناسی باید بکار گرفته شوند برای مثال پزشکان آسیب شناسی باید مشخصات عوامل تهدید کننده سلامتی را تعیین کنند و یا شیمی دان‌ها باید حد مقادیر مجاز ترکیبات شیمیایی را مشخص سازند و در نهایت زمین‌شناسان باید منشأ آلودگی‌ها را شناسایی کنند، اعم از آن که این منشأ در خاک، سنگ یا آب باشد به عبارت دیگر آن‌ها باید محل

اگرچه مسائل پزشکی و ارتباط احتمالی آن‌ها با زمین‌شناسی هنوز به عنوان شاخه‌ای از علوم زمین مطرح نشده، ولی این‌گونه مسائل موضوعی است که به طور روزافزون در دنیا اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند و تا کنون مقالات زیادی در این مورد تهیه و تدوین شده است. به طور کلی مسائل «زمین شناسی پزشکی» (Medical Geology) در برگیرنده بررسی‌هایی می‌باشد که به خصوصیات کانی‌ها، سنگ‌ها و آب‌ها و ارتباط احتمالی آن‌ها با سلامتی انسان می‌پردازد.



در حرفه زرگری اشاره کرده است همچنین در سال ۱۵۵۶ یک کانی شناس به نام آگریکولا (Agricola) در مورد مسائل سلامتی معدن کاران و ارتباط بین این مسائل با حرفه معدن کاری مطالبی را بیان می‌دارد.

آب آشامیدنی همواره در امر سلامتی انسان‌ها از اهمیت زیادی برخوردار بوده است نه فقط مردم فقیر از نوشیدن آب غیر بهداشتی دچار بیماری و مرگ شده‌اند بلکه بسیاری از افراد سرشناس نیز قربانی نوشیدن آب آلوده بوده‌اند از جمله این افراد می‌توان به لویی هجدهم پادشاه فرانسه، چارلز دهم پادشاه سوئد، شاهزاده آلبرت انگلیسی و پسرش ادوارد هفتم و نوه‌اش جورج پنجم اشاره کرد و حتی به طور طنز آمیزی دو دختر لویی پاستور نیز از تب تیفوس فوت کرده‌اند البته به دست آوردن آب بهداشتی نه تنها در طول تاریخ بلکه در زمان فعلی نیز در سرتاسر جهان از مشکلات عمده محسوب می‌شود. برای مثال در طول دهه ۱۹۶۱ تا ۱۹۷۰ در آمریکا ۱۳۰ مورد شیوع بیماری‌های گوارشی گزارش شده که تمام آن‌ها صرفاً در اثر نوشیدن آب آلوده بوده است.

از آنجا که ارتباط منطقی بین بسیاری از بیماری‌ها با شرایط محیطی طبیعی صرفاً در طول ۴ دهه اخیر به اثبات رسیده است، لذا برنامه‌های بازدارنده (بغیر از استفاده از سیستم فاضلاب) صرفاً پس از جنگ جهانی دوم مورد بررسی جدی قرار گرفته‌اند. اصولاً علت اینکه دانش «زمین شناسی پزشکی» تا قبل از جنگ جهانی دوم توسعه چندانی نیافته بود بروز آنگونه مشکلات زیست محیطی می‌باشد که پس از جنگ با تولید انواع مواد شیمیایی طبیعی و مصنوعی به وجود آمده است. اهم عواملی که موجب عدم توسعه و رشد دانش زمین شناسی پزشکی در پیش از جنگ جهانی دوم شده‌اند عبارتند از: الف- پلاستیک‌ها که از ترکیبات آلی ساخته می‌شوند تا قبل از دهه ۱۹۵۰ تولید نشده بودند.

ب- مواد شیمیایی بسیاری در حال حاضر مورد استفاده هستند و سالانه به تعداد آن‌ها هرچه بیش‌تر افزوده می‌شود. برای مثال بیش از ۷۰۰،۰۰۰ ترکیب شیمیایی که بسیاری از آن‌ها سمی نیز هستند تا کنون به صورت تجارتي در آمریکا تولید شده‌اند و سالانه حدود ۱۰۰۰ ترکیب شیمیایی جدید نیز به آن‌ها افزوده می‌شود. مثلاً از میان ۷۰۰۰ ترکیبی که در سال ۱۹۷۷ مورد آزمایش قرار گرفته‌اند اثبات

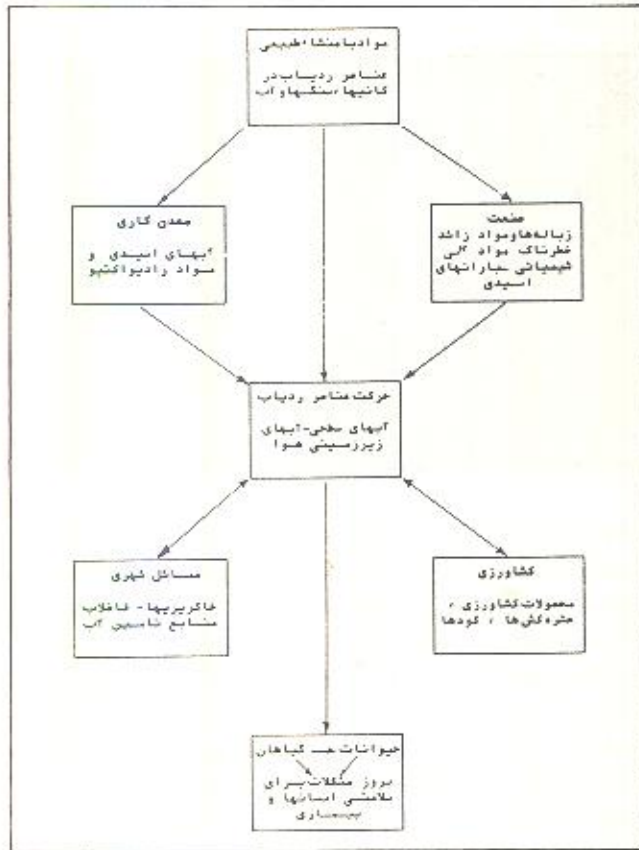
مواد زیان‌آور را مشخص کرده، و تعیین کنند که چگونه این مواد در محیط‌های طبیعی نقل و انتقال پیدا کرده‌اند. اگرچه هنگام بروز بیماری‌های مرتبط با مسائل زیست محیطی پزشکان مسئولیت معالجه را دارند ولی این وظیفه زمین شناس می‌باشد تا ترتیبی اتخاذ کند که پس از کشف منابع آلوده کننده و جلوگیری از آلودگی هرچه بیش‌تر، موجبات بروز مجدد بیماری‌ها فراهم نشود. کار این زمین شناسان محیط زیست از نظر پیش‌بینی مسائل تا حدودی شباهت با زمین شناسی مهندسی دارد زیرا مثلاً در زمین شناسی مهندسی، مسئله پایداری سطوح شیب‌دار، زمین شناس باید تمهیداتی را در اختیار بگیرد که با اجرای آن‌ها از مسائل لغزش و به خطر افتادن احتمالی جان انسان‌ها جلوگیری شود.

## ۲- پیشینه تاریخی

بقراط (Hippocrates) (۴۶۰ تا ۳۷۰ قبل از میلاد) اولین شخصی است که به جهت کوشش برای برقراری ارتباط بین سلامتی، خصوصیات طبیعی و حتی ویژگی‌های نژادی، تحت تأثیر عوامل محیطی اشتها را دارد وی در ۷۲ اثر خود ویژگی‌های انسانی را از دیدگاه نظری و عملی مورد بحث قرار داده و در مورد بیمارها و خصوصیات انسان‌ها مطالبی را عنوان می‌کند. بقراط به عنوان پایه گذار علم نژادشناسی تطبیقی برای کسانی که مایل به شروع یادگیری علوم پزشکی هستند، اهمیت مطالبی نظیر ویژگی‌های بادهای گرم و سرد، خصوصیات آب‌ها و حتی طلوع خورشید را گوشزد می‌کند. مثلاً او عنوان می‌دارد که تفاوت خصوصیات طبیعی مردم مراکش با دیگران و زرد بودن سیمای آن‌ها ابتلا این مردم به بیماری زردی نیست بلکه این مشخصات ظاهری به زیستن آن‌ها در مرداب‌ها، نوشیدن آب راکد و متفنن و خوردن غذای بد و نامناسب مربوط است. الزورث هانتینگتون (Elias Worth Huntington, 1917) که جغرافیایان طبیعی بود در نوشته‌هایش که در سال ۱۹۰۰ منتشر شد، خصوصیات آب و هوایی را عوامل مهمی در سلامتی، مقاومت، نیرومندی، و بلوغ فکری و عقلی نژادهای گوناگون می‌داند.

بسیاری از نوشته‌های یونانی و رومی به ارتباط بین بیماری‌های گوناگون و مشاغل خاص اشاره می‌کنند ولی برای اولین بار دانشمندی آلمانی در سال ۱۴۷۲ به مسمومیت ناشی از سرب و جیوه





نمودار ۱: مسیر حرکت عناصر ناچیز در محیط زیست و موادی که بر سلامتی انسان اثر می‌گذارند.

پیش‌بینی‌هایی در زمینه تمرکز این عناصر و ترکیبات شیمیایی ثانویه آنها و نیز گسترش جغرافیایی این عناصر صورت گیرد. عوامل ذکر شده در انتخاب محل استقرار تجهیزات و تأسیسات متعلق به جوامع بشری اعم از صنعتی، کشاورزی یا شهری از اهمیت زیادی برخوردارند.

یکی دیگر از جنبه‌های پزشکی، مشکلات ناشی از دفع مواد زائد یا سمی در محیط‌های طبیعی است. در این راستا جوامع انسانی به طور روزافزونی با تولید و پراکنده کردن مواد مضر در محیط‌های زمین‌شناسی مشکلات حفظ سلامتی را از دید می‌بخشند. این مواد مضر نه تنها شامل عناصر ناچیز می‌شوند بلکه در برگیرنده اقسام گوناگونی از ترکیبات آلی نیز هستند. اثبات شده که این گونه ترکیبات آلی سرطان‌زا بوده و موجب ضعف عمومی بدن می‌شوند. با توجه به موارد مذکور زمین‌شناسان محیط زیست باید مستقیماً در مورد محل تخلیه زباله‌ها اعم از شهری یا صنعتی، منابع قرضه و مصالح ساختمانی فاقد آلودگی جهت خاک ریزی یا احداث ابنیه فنی، بررسی و پی‌گیری و ثبت سیستم جریان آب‌های زیرزمینی و سطحی در مجاورت کارخانه‌های صنعتی و زمین‌های کشاورزی، در تعیین موفقیت منابع آب فاقد آلودگی و سایر مسائل از این قبیل مطالعات لازم را انجام و تصمیمات لازم را اتخاذ نماید.

یکی از زمینه‌های بسیار تخصصی زمین‌شناسی که در علوم

شده که لااقل ۱۵۰۰ عدد از آنها سرطان‌زا هستند.  
 ج - روش‌های تجزیه‌ای که دقت آنها P.P.B باشد تا قبل از دهه ۱۹۶۰ چندان شناخته شده نبودند.  
 د - عصر اتم پس از جنگ جهانی دوم آغاز شد، بنابراین مواد رادیواکتیو آلوده‌ساز پدیده‌های جدید می‌باشند.  
 ه - فهم این که عناصر ناچیز چگونه اهمیتی در زندگی انسان‌ها دارند صرفاً در طی چند دهه اخیر محقق شده است.  
 و - استخراج، فرآوری، کانه‌آرایی نیز توسعه زیادی پیدا کرده و عبارهای اقتصادی به حد پایین رسیده و هم‌چنین تکنولوژی فرآوری و استحصال پیشرفت چشم‌گیری داشته و در نتیجه بسیاری از عناصر به چرخه آلودگی و محیط زیست وارد شده است.

### ۳- زمین‌شناسی پزشکی و محیط زیست

به طور کلی مطالعات انجام گرفته اثبات کرده‌اند که تقریباً ۶۰ عنصر شیمیایی در سیستم بیولوژیکی وجود دارند و از میان آنها ۳۰ عنصر برای سلامتی و حیات انسان ضروری می‌باشد. اکسیژن، کربن، هیدروژن، نیتروژن، کلسیم و فسفر بیش از ۹۸/۵ درصد از وزن بدن انسان را تشکیل می‌دهند ولی با این حال عناصر ناچیز در محیط زیست (Trace elements) که فقط ۰/۵ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهند برای سلامتی اهمیت زیادی دارند. ۱۴ عنصر اصلی و عناصر ناچیز عبارتند از کروم، کبالت، مس، فلور، ید، آهن، منگنز، مولیبدن، نیکل، سلنیوم، سیلیس، قلع، و انادیم و روی. در سیستم حیاتی بدن انسان باید مقدار این عناصر در محدوده بسیار ناچیزی تغییر کند به این معنی که هرگونه افزایش یا کاهش مقادیر مجاز آنها موجب به وجود آمدن مشکلات خطرناکی برای سلامتی خواهد شد. برای مثال گرچه بدن به سلنیوم نیاز دارد، مقدار زیاد این عنصر می‌تواند باعث بروز مسمومیت شود و بیماری‌هایی نظیر اختلالات حرکتی را سبب شود یا به اندام خون‌ساز بدن آسیب برساند.

زمین‌شناسان پزشکی می‌توانند ۴ نوع خدمات را در ارتباط با مسائل پزشکی ارائه دهند.

- ۱- خصوصیات آن‌گونه محیط‌های زمین‌شناسی را تعیین کنند که برای بروز بیماری و آسیب به سلامتی مستعد هستند.
- ۲- مسیر حرکت مواد خطرناک را در آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و حتی هوا تعیین کنند.
- ۳- خصوصیات کانی‌شناسی و پتروژیکی بخش‌های سخت بدن انسان را کاملاً بررسی و تجزیه و تحلیل کنند.
- ۴- برای به حداقل رساندن و یا حذف مواد مضر برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهند.

برای نیل به این اهداف زمین‌شناس محیط زیست نه تنها باید محیط‌های طبیعی را مورد مطالعه قرار دهد، بلکه باید مواد مضر را که فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و شهری در داخل این گونه محیط‌ها وارد می‌سازند، شناسایی کند، (نمودار ۱).

در مطالعات زمین‌شناسی باید توجه خاصی را به عناصر ناچیز مطوف داشت و لازم است اشکال پایدار و یا ترکیب شده آنها را هم در سنگ‌ها و هم در کانی‌ها مشخص کرده، زیرا طی فرآیندهای هوازدگی و فرسایش این عناصر امکان حرکت و نقل و انتقال را پیدا کرده و ممکن است در چرخه غذایی وارد شوند. از این رو باید



می‌شود.

- منگنز یکی از عناصر موجود در کاتالیزورهای آنزیمی است ولی مقدار بیش از حد آن سبب مسمومیت می‌شود.

- جیوه عنصر تجمع پیداکننده‌ای است و بنابراین هرچه موقعیت حیوانات در چرخه غذایی بالاتر باشد، مقدار این عنصر در بدن آنها زیاده‌تر خواهد بود. جیوه به سیستم اعصاب مرکزی بدن حمله کرده و برای مثال سبب بروز نتایج فاجعه آمیزی در مورد ساکنین تعدادی از دهکده‌های ماهی‌گیری ژاپن شده است.

- مولیبدن به خصوص بر روی حیوانات تأثیر می‌کند و افزایش آن در گله‌ها سبب عدم تعادل در رشد، تولید مثل و فرآیندهای کلیوی (تصفیه خون) می‌شود.

- مقادیر سمی سلینیوم سبب اختلالات حرکتی و آسیب به سیستم گوارشی شده و منجر به بروز بیماری در بافت‌های خون‌ساز می‌شود.

- سلینیوم هم‌چنین ممکن است در پوسیدگی دندان و بروز سرطان نقش داشته باشد.

- مقادیر کافی سیلیس به خصوص در فرآیندهای آهکی شدن و تشکیل غضروف‌ها مؤثر است. هم‌چنین تصور می‌شود این عنصر در رشد بدن انسان‌ها نقش مهمی را ایفا کند.

- روی رشد سلولی را تسریع بخشیده و کمبود آن سبب ممانعت از رشد خواهد شد. این عنصر هم‌چنین بازسازی بافت‌ها و التیام زخم‌ها را سبب می‌شود و حتی ممکن است از بروز یا رشد بیش‌تر بعضی از انواع سرطان‌ها جلوگیری کند. مقدار زیاد این عنصر سبب مسمومیت خواهد شد.

## ۲-۱- ویژگی‌های زمین‌شناسی و نحوه تحرك عناصر ناچیز در محیط زیست

عناصر ناچیز توسط حرکات و جابه‌جایی خاک، آب و هوا نقل و انتقال می‌یابند و از آن‌جا که این عناصر برای رشد گیاهان حیاتی هستند، از طریق خوردن گیاهان، این عناصر وارد بدن موجودات زنده می‌شوند. موجودیت و گسترش این عناصر هم‌چنین تابعی از سنگ بستر منطقه و موقعیت قرارگیری محیطی می‌باشد به نحوی که مقادیر این عناصر در سنگ‌های مختلف تفاوت بسیار زیادی داشته و حتی امکان دارد که در یک سنگ معین مقدار آن‌ها به نحو چشم‌گیری تغییر کند. برای مثال یک‌سری سنگ‌های اسیدی با سن مشابه و واقع در ناحیه‌ای کم‌وسعت، مقادیر عناصر ناچیز تا ۲۰ برابر تغییر می‌کند. اصولاً کانی‌های سیلیکاتی چندان در فرآیند چرخه عناصر ناچیز وارد نمی‌شوند، در حالی که بر عکس کانی‌های غیر سیلیکاتی در این امر دخالت بسیار زیادی دارند. هم‌چنین سنگ‌های فوق قلیایی معمولاً مقادیری از عناصر کبالت، نیکل و کروم را به محیط وارد می‌سازند.

به طور کلی آزاد شدن و رهایی عناصر ناچیز و حرکات آن‌ها در داخل بیوسفر در ارتباط با فرآیندهای هوازدگی بوده و تمایل آن‌ها به انتقال تابعی است از پارامترهای قابلیت انحلال، تبدلات یونی، نوع ترکیبات شیمیایی و غیره پس از وارد شدن این عناصر به داخل خاک رهایی و تحرک بیش‌تر این عناصر بستگی به متغیرهایی نظیر  $Eh, Ph$  (پتانسیل اکسیداسیون احیاء)، رطوبت، قابلیت زه‌کشی خاک، وجود ذرات رسی و درجه حرارت دارد.

پزشکی کاربرد داشته و بخصوص در سالیان اخیر توسعه زیادی را پیدا نموده است، مطالعه ویژگی‌های کانی‌شناسی و پترولوژیکی بخش‌های سخت بدن انسان مثل استخوان‌ها و دندان‌هاست. تشخیص ترکیب کانی‌شناسی و جزئیات ساختمانی این بخش‌ها می‌تواند عارضه‌های غیرعادی را نشان دهد و اطلاعات مهمی را در مورد کمبودهای رژیم غذایی و یا مواد غذایی و آب‌های مضر مصرف شده توسط فرد بیمار ارائه دهد.

## ۲- عناصر ناچیز در محیط زیست

عناصر ناچیز عناصری شیمیایی هستند که در بافت‌های زنده وجود دارند و اگرچه مقدار آن‌ها ناچیز است ولی برای تنظیم فرآیندهای حیاتی ضروری می‌باشند. بعضی از این عناصر مثل ید ممکن است با یکدیگر ترکیب شده و ترکیبات شیمیایی را به وجود آورند و سپس وارد فعالیت‌های سوخت و ساز بدن شوند. در حالی که گروه دیگری از این عناصر مثل جیوه فاقد چنین ویژگی‌هایی هستند. اگر عناصر ناچیزی که برای تداوم سلامتی لازم هستند نتوانند وارد فرآیندهای سوخت و ساز بدن شوند، آنگاه این عناصر در داخل بدن موجودات زنده ذخیره شده و در نهایت با تجمع عناصر ناچیز در اثر تمرکز مواد زائد تولید شده توسط انسان امکان بروز بیماری‌های خطرناک به وجود خواهد آمد. در زیر فهرست مختصری از عناصر ناچیز و اثر آن‌ها بر روی سلامتی انسان‌ها و حیوانات آمده است.

- کادمیوم می‌تواند عامل فشار خون بوده و سبب بروز بیماری نرمی استخوان (تخریب بافت و نرم شدن استخوان‌ها) شود. مواد باطله حاصل از معدن‌کاری و فرآوری فلزات سبب تمرکز خطرناک این عنصر و رهاشدن آن در بیوسفر می‌شود.

- کروم در تعادل گلوکز مؤثر بوده و ممکن است یکی از عوامل مرض قند باشد. بیماری‌های برونشیت نیز امکان دارد در اثر عدم تعادل کروم به وجود بیایند.

- کبالت، نیکل، مولیبدن و وانادیوم همگی کاتالیزورهای آنزیمی مهمی هستند به شرط آن که در مقادیر ردیاب خود باشند اما در صورت افزایش این عناصر حالت مسمومیت به وجود خواهد آمد. - مس برای تنفس سلول‌ها عنصر لازمی است اما کمبود آن می‌تواند منجر به کاهش کنترل عضلانی و کم‌خونی شود.

- فلور اهمیت زیادی در جلوگیری از کرم خوردگی دندان به خصوص در کودکان دارد. مقدار بهینه آن در حدود یک قسمت در میلیون می‌باشد که البته کم‌تر از این مقدار موجب پوسیدگی وسیع دندان‌ها می‌شود و مقادیر بیش‌تر سبب لکه‌دار شدن مینای دندان خواهد شد. فقدان بسیار زیاد این عنصر موارد پوکی استخوان را نیز افزایش می‌دهد.

- کمبود ید سبب بروز بیماری گواتر و موارد سرطان سینه خواهد شد. هم‌چنین عدم رشد جسمی و مغزی از جمله بیماری‌های مربوط به این عنصر می‌باشد.

- عدم تعادل در میزان سرب می‌تواند فرآیند ترکیب پروتئین‌ها را دچار آسیب کند. از طرف دیگر مقادیر زیاد سرب در استخوان‌ها جمع شده و سیستم اعصاب مرکزی را دچار اختلال می‌کند و سبب بروز کم‌خونی می‌شود.

- کمبود لیتیم منجر به عدم تعادل فکری و مغزی (دیوانگی)

## ۵- سلامتی و جامعه

اصولاً جامعه بدترین دشمن خود می‌باشد. عدم توانایی پرداخت هزینه‌های لازم برای تحت کنترل درآوردن مواد زاید که به داخل سیستم‌های طبیعی وارد می‌شوند منجر به بروز مشکلات بهداشتی زیادی در طول تاریخ شده و سلامتی انسان‌ها را به خطر انداخته است. بسیاری از تلاش‌های اجتماعی نظیر فعالیت‌های صنعتی و معدن‌کاری سبب رهایی بیش از حد عناصر ناچیز و سایر مواد بیماری‌زا در محیط شده‌اند. در زیر به شرح مختصری در مورد این تلاش‌ها پرداخته می‌شود.

### ۱-۵- معدن‌کاری

بیماری مشهور ریه سیاه که بسیاری از معدن‌کاران به آن مبتلا هستند به تنهایی سالانه بیش از یک میلیارد دلار از هزینه درمانی معدن‌کاران آمریکا را به خود اختصاص می‌دهد. بازرسی‌های انجام گرفته در سال ۱۹۷۵ نشان داده‌اند که ۳۰ درصد معادن آمریکا در شرایطی قرار دارند که معدن‌کاران آن‌ها ممکن است مبتلا به بیماری ریوی شوند. همچنین معدن‌کارانی که با کانسارها یا منابع غنی از کانی‌های سیلیسی در ارتباط هستند دچار بیماری دیگری به نام سیلیکوز می‌شوند. در این مورد شاید مضرترین نوع سیلیکات‌ها آن‌هایی باشند که از انواع فیبری و رشته‌ای هستند و معمولاً آزیست از آن‌ها تهیه می‌شود. اثبات گردیده که تنفس این رشته‌ها و یا گرد و غبار باقی‌مانده از آن‌ها منجر به بروز سرطان می‌شود. از طرف دیگر مواد زاید حاصل از معدن‌کاری احتمال دارد سبب اسیدی شدن آب‌های سطحی یا زیرزمینی شده و لذا حرکت و انتقال عناصر ناچیز را از محل دپوها و یا رخنمون‌های سنگی به نحو چشم‌گیری افزایش دهد. علاوه بر فعالیت‌های ذکر شده سایر فرآیندهایی که با معدن‌کاری در ارتباط هستند نظیر عملیات کانی‌آرایی و یا حتی صنایع متالورژی نیز در این مورد شایان توجه هستند.

زباله‌های رادیو اکتیو در سال‌های اخیر نه فقط برای مراکز اتمی بلکه برای فعالیت‌های معدن‌کاری مشکلات زیادی را ایجاد کرده‌اند. برای مثال برای عملیات ساختمانی در اطراف یکی از شهرهای آمریکا به طور ناخواسته ۳۰۰ هزار تن از این مواد برای خاک ریزی و مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار گرفت و پس از اطلاع از این مورد، مشخص شد که برای تمیز کردن محیط از این مواد باید هزینه سرسام‌آوری را پرداخت کرد.

### ۲-۵- فعالیت‌های صنعتی

بسیاری از فعالیت‌های صنعتی مقادیر زیادی از مواد زاید را به وجود می‌آورد که بسیاری از آن‌ها وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی یا هوا می‌شوند. این محصولات فرعی و مواد زاید ممکن است حاوی مقادیر زیادی از عناصر ناچیز یا طیف وسیعی از آلوده‌کننده‌های آلی باشند که البته مشخص شده بسیاری از این آلوده‌کننده‌ها سرطان‌زا هستند. باران‌های اسیدی یکی دیگر از نتایج آلودگی‌های صنعتی بوده زیرا گوگرد، نیتروژن و عناصر ناچیز حاصل از سوختن زغال سنگ و نفت پس از ترکیب با آب تبدیل به یکی از منابع اصلی تولید باران‌های اسیدی می‌شوند. البته باید خاطر نشان نمود که در تعداد

زیادی از فعالیت‌های صنعتی نظیر پتروشیمی، لاستیک‌سازی و غیره نقش عوامل زمین‌شناسی بسیار ناچیز بوده و صرفاً کارشناسان محیط زیست باید این‌گونه فعالیت‌ها را مورد بررسی قرار دهند.

### ۳-۵- کشاورزی

فعالیت‌های زراعی منابع غیرمتمرکز (بخش گسترده آلوده‌کننده‌ها) آلودگی‌های محیطی احتمالی و نیز مشکلات بهداشتی ناشی از آن‌ها را فراهم می‌کنند. اثبات شده که ارگانوکلریدها (همراه با ارگانوفسفات‌ها ترکیب اصلی حشره‌کش‌ها هستند) اثرات مخربی بر روی ماهی‌ها، پرندگان و سایر وحوش داشته‌اند. این مواد هم دارای عناصر ناچیز و هم مواد آلی هستند و از طریق آب‌های سطحی یا زیرزمینی انتقال یافته و در نهایت به چرخه غذایی وارد می‌شوند. همچنین بسیاری از کودها نیز دارای مقادیر قابل توجهی از عناصر ناچیز هستند.

### ۲-۵- محیط‌های شهری

فعالیت‌های صورت گرفته در محیط‌های شهری مواد زایدی را به وجود می‌آورند که در نهایت امکان دارد سبب بروز بی‌نظمی‌هایی در سلامتی انسان شوند. مواد زاید موجود در فاضلاب‌ها و سایر مکان‌های تخلیه زباله ممکن است سبب رهایی عناصر ناچیز و یا سایر مواد سمی و زیان‌آور به داخل محیط شوند. حتی در مواردی مشخص گردیده که آب آشامیدنی مورد مصرف عموم خود به نحوی در منبع اصلی تهیه آن آلوده شده و پس از مصرف انواع بیماری‌های عفونی و گوارشی را سبب شده است.

### ۶- بیماری‌های اصلی مرتبط با مسایل محیطی

#### ۱-۶- بیماری‌های قلبی

بررسی‌های روزافزون نوعی ارتباط احتمالی بین مسایل بهداشتی و محیط‌های زمین‌شناسی را مشخص کرده‌اند. بعضی از این بررسی‌ها بر روی کیفیت و سختی نسبی آب و بسیاری دیگر بر روی مشخصات خاک‌ها، سنگ‌ها و عناصر ناچیز متمرکز بوده‌اند. مثلاً بعضی از بررسی‌های انجام گرفته در انگلستان، ژاپن، سوئد و آمریکا نشان داده‌اند که نوعی ارتباط مستقیم بین بیماری‌های قلبی و سختی آب وجود دارد. بعبارت دیگر هرچه سختی آب کم‌تر باشد احتمال بروز بیماری‌های قلبی بیشتر خواهد بود. ولی بررسی‌های دیگری در این مورد منکر چنین ارتباطی بوده و به وضوح تأکید کرده‌اند که اصولاً هیچ‌گونه ارتباطی بین کیفیت آب آشامیدنی از نظر سختی و بیماری‌های قلبی وجود ندارد.

از طرف دیگر مطالعاتی در مورد محیط‌های ژئوشیمیایی و میزان مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی در ایالت جورجیا آمریکا صورت گرفته است. این بررسی‌ها نشان داده‌اند که سنگ‌ها و خاک‌های این ایالت بیش از ۳۰ عنصر ناچیز را به داخل محیط ژئوشیمیایی وارد می‌کنند. با مقایسه میزان این عناصر و تعداد موارد ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی مشخص شده که بسیاری از بیماری‌های قلبی نه بخاطر افزایش عناصر ناچیز در محیط بلکه بیشتر



## ۶-۲- سرطان

## ۷- نتیجه گیری و پیشنهاد

مسائل مطرح شده در متن مقاله به طور کم و بیش در کلیه کشورها اعم از توسعه یافته یا در حال توسعه وجود دارند و حتی در جوامع پیشرفته مسائل مزبور آنقدر حاد شده‌اند که برای جلوگیری از خطر روزافزون تخریب محیط زیست حتی احزابی سیاسی نظیر «حزب سبز» تشکیل گردیده‌اند اصولاً کلیه دانشمندان محیط زیست هم اکنون متفق‌القولند که با روند کنونی استخراج مواد اولیه، تهیه انواع مواد مصنوعی، پخش گسترده انواع ترکیبات طبیعی و مصنوعی در محیط زیست و غیره شرایط زیست محیطی در سرتاسر کره زمین رو به وخامت می‌رود و بهترین مثال برای این تخریب وجود آمدن حفره در لایه اوزون می‌باشد که سلامت کلیه ساکنان کره زمین را به خطر انداخته است. لازم به ذکر است که هرگونه راه حلی که در این ارتباط تا کنون ارائه شده صرفاً راه حل موقتی بوده و صرفاً و در دراز مدت و با تغییر الگوی تولید و مصرف می‌باشد که می‌توان تا حدودی شرایط محیط زیست کره زمین را بهبود بخشید.

در مورد ایران با توجه به عدم برنامه ریزی طولی‌مدت و فقدان هم‌آهنگی لازم بین سازمان‌های مختلف فعال در امور کشاورزی، صنعتی، و شهری ارائه هرگونه پیشنهادی در مورد بهبود شرایط محیط زیست نیاز به برنامه‌ریزی دراز مدت در امر استخراج مواد معدنی، استفاده از کودها و مواد دفع آفات، تحت کنترل در آوردن کلیه ویژگی‌های مربوط به فعالیت‌های صنعتی، محدود کردن جوامع شهری و غیره و از همه مهم‌تر بالا رفتن میزان آگاهی عمومی جامعه دارد و در این ارتباط نقش سازمان‌هایی نظیر «سازمان حفظ محیط زیست» از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

محیط زیست انسان به طور روزافزونی با مواد به طور بالقوه سرطان‌زا اشغال می‌شود. از جمله این مواد می‌توان به عناصرناچیز و نیز ترکیبات آلی اشاره کرد. حتی محیط‌های طبیعی که در آن‌ها هیچ‌گونه تغییرات ناشی از فعالیت‌های صنعتی یا کشاورزی صورت نگرفته نیز می‌توانند به نحوی در بوجود آمدن بیماری‌ها نقش داشته باشند. برای مثال مطالعات نشان داده‌اند که یک ناحیه به طور طبیعی فقیر از ید در آمریکا به خوبی با افزایش موارد گواتر یا سرطان سینه انطباق دارد. همچنین در یکی از نواحی انگلستان که سنگ‌های دونین آن دارای مواد معدنی بیش‌تری از سنگ‌های کربنیفر بوده است، آب سرچشمه گرفته از سنگ‌های دونین پس از مصرف سبب بروز سرطان معده در افراد شده در حالی که آب منشأ گرفته از سنگ‌های کربنیفر به علت کم‌بود انواع کانی‌ها در آن کم‌تر منجر به بروز بیماری شده است. همچنین بررسی‌های انجام گرفته در ولز و انگلستان نشان داده‌اند که موارد بیش از معمول سرطان معده مرتبط با وجود مواد آلی بیش‌تر در خاک اصراف محیط زیست افراد بیمار بوده است. این بررسی در ضمن مشخص کرده‌اند که وجود روی، کبالت و کروم در محیط با افزایش موارد ابتلا به سرطان معده مطابقت دارند.

مطالعات صورت گرفته در شمال ایران نشان داده‌اند که موارد ابتلا به سرطان مری در فواصل کوتاه شهری و روستایی به شدت تغییر می‌کند و این تغییر با تفاوت در ترکیبات خاک، نوع گیاهان و روش‌های کشاورزی در ارتباط می‌باشد و مثلاً بیش‌ترین تعداد ابتلا در محل‌هایی بوده که خاک به شدت شور است. از آن جا که شرایط آب و هوایی میزان رطوبت محیط را تغییر می‌دهند این شرایط نیز می‌تواند

## References

- Armstrong, R. W. 1971. Medical geography and its geologic substrate. In *Environmental geochemistry in health and disease*, ed. H. L. Cannon and H. C. Hopps, pp. 211- 19. Geological Society of America Memoir, 123.
- Bain, R. J. 1979 Heart disease and geologic setting in Ohio. *Geology*, 7,7- 10.
- Coates, D. R., 1981. *Environmental Geology*. New York, Wiley, 701p.
- Furst, A. 1971. Trace elements related to specific chronic diseases: Cancer. In *Environmental geochemistry in health*, ed. H. L. Cannon and H. C. Hopps, pp. 109- 30
- Horne, R. A. 1972. Biological effects of chemical agents. *Science*, 177, 1152- 53.
- Kmet, J. and Mahboubi, E. 1972. Esophageal cancer in the caspian littoral of Iran. *Science*, 175, 846- 53.
- Pories, W. J, Strain, W. H, and Rob, C. G. 1971. Zinc deficiency in delayed health and chronic disease. In *Environmental geochemistry in health and disease*, eds. H. C. Cannon and H. C. Hopps, pp. 73- 95. Geological Society of America Memoir, 123.
- Shacklette, H. T., Sauer, H. I., and Miesch, A. T. 1972. Distribution of trace elements in the occurrence of heart disease in Georgia. *Geological Society of America Bulletin*, 83, 1077- 82.
- Stocks, P., and Davies, R. I. 1960. Epidemiological evidence from chemical and spectrographic analysis that soil is concerned in the causation of cancer. *British Journal of Cancer*, 14, 8- 22.
- Takahisa, H. 1971. Discussion in *Environmental geochemistry in health and disease*, ed. H. L. Cannon and H. C. Hopps, pp. 221- 22. Geological Society of America Memoir, 123.

\* گروه مهندسی مشاور هراز راه و مهندسی مشاور کاوشگران

\* Haraz Rah and Kavoshgaran Consulting Engineers.

