



# کانی ها و سلامتی انسان

## مجید کوهستانی\*

هستند. اما بلورهای کانی مانند دیگری نیز وجود دارند (جدول ۱). استخوان های افراد بزرگسال شامل حدود ۷۰ درصد فسفات کلسیم و ۳۰ درصد مواد آلی است. فسفات کلسیم به صورت بلورهای منشوری بسیار کوچک با طول کم تر از هزار آنگستروم، و ساختار و ترکیب آن شبیه به آپاتیت است. مواد آلی شامل ترکیباتی از چربی ها، پروتئین ها و کلاژن های متفاوت است. کریستالیت های آپاتیت به صورت زنجیری مرتب می شوند و همراه با مواد آلی، رشته های بافت استخوان را تشکیل می دهند. بخشی از مواد فسفاتی نوزادان، بی شکل است. با رشد کودک، اندازه ی مواد بی شکل و بلورهای موجود افزایش پیدا می کند. در همین زمان، با افزایش سن، بخشی از مواد آلی کاهش می یابد و در نتیجه، رشته ها خاصیت الاستیکی خود را از دست می دهند و بافت استخوان شکننده تر می شود.

کانی های زیست زاد آپاتیت مانند<sup>۱</sup>، ترکیب نسبتاً متغیری دارند.

**مقدمه**

کانی شناسی و روش های تحقیقاتی آن، به طور روزافزونی در علم پزشکی و بهداشت محیط جای خود را باز کرده است. مثال های فراوانی وجود دارند که نشان می دهند، زیست شناسان، پزشکان، داروسازان و متخصصان بهداشت محیط، بر اطلاعات فنی فراهم شده توسط کانی شناسان تکیه می کنند. از یک سو، کانی ها ممکن است خطرانی برای سلامتی انسان در برداشته باشند. فرار گرفتن در معرض آزنیت، پسماندهای سمی ناشی از معدن کاری یا شمع ناشی از واپاشی رادیواکتیو می تواند، سبب بروز سرطان یا بیماری های دیگر شود. از سوی دیگر، کانی هایی همچون نمک طعام و کلسیم جزو اجزای تغذیه ای ضروری محسوب می شوند و استخوان ها و دندان ها از بلور های کانی مانند ساخته شده اند.

کانی ها به طور گسترده در محصولات آرایشی و زیبایی نیز استفاده می شوند. برای مثال، تالک بخش مهم بسیاری از محصولات آرایشی است. پودر بچه یکی از معروف ترین محصولات بهداشتی است. از کانی هایی همچون رس های کائولینیت، اسمکتیت، نونترونیت، بیوتونیت و هکتوریت برای تهیه ی لوازم آرایشی، خمیر دندان و دارو استفاده می شود، اما میکا باعث درخشندگی و زیبایي رژلب می شود. اکثر مصرف کنندگان از ترکیبات این کانی ها اطلاعی ندارند. در این نوشتار، برخی از جنبه های کانی شناسی مرتبط با سلامتی انسان را - از جنبه ی مثبت و منفی - بررسی می کنیم. با این بررسی خواهیم دید، سلامتی عمومی ما ارتباط نزدیکی با دنیای کانی ها دارد.

کلید واژه ها: آزنیت، آزیستوسیس، بیماری، بیوموکوئیسوسیس، تغذیه، سرطان، سلامتی، سیلیکوسیس، کانی ها، کانی های رشته ای.

### مواد کانی مانند در بدن انسان

فسفات ها ترکیبات اصلی کانی مانند در بدن انسان

نام	فرموله	پارازنز	مکان
آپاتیت	$Ca_5(PO_4)_3(OH)$	—	استخوان ها، دندان ها، کلیه ها، مفاصل، غدد بزاقی، پروستات، شش ها، قلب و رنگ های خونی
پروتیست	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	آپاتیت، ویتلرکیت	استخوان ها، دندان ها، کلیه ها، مفاصل و پروستات
استروویت	$MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$	ویلریت، ودلیت، نیوبریت، و آپاتیت	کلیه ها، مفاصل، و دندان ها
نیوبریت	$MgHPO_4 \cdot 2H_2O$	استرویت، آپاتیت	کلیه ها و دندان ها
ویتلرکیت	$Ca_2(Mg(PO_4)_2)(PO_4 \cdot OH)$	آپاتیت، پروتیت	استخوان ها، دندان ها، کلیه ها، مفاصل، پروستات
کلسیت	$CaCO_3$	آپاتیت، فرلشترین	کبشی صخره، دندان ها، غدد بزاقی، زرمورها، کلیه ها و شش ها
ویلریت	$CaC_2O_4 \cdot H_2O$	ودلیت، آپاتیت، استرویت و اسید ادرار	مفاصل
ودلیت	$CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$	ویلریت، آپاتیت، استرویت و اسید ادرار	سیستم ادراری
اسید ادرار	$C_2H_2N_2O_4$	ویلریت، ودلیت، استرویت، و آپاتیت	سیستم ادراری

جدول ۱ - مواد کانی مانند در بدن انسان

که می توان آن را تقریباً با فرمولی همچون  $Ca_{1-n}(PO_4)_{6-y}(CO_3)_y(OH)_{z+w}$  بیان کرد. تعدادی از چهار وجهی های  $PO_4^{3-}$  در ساختار آن ها توسط گروه های  $CO_3^{2-}$  یا  $CO_3OH^{2-}$  جانشین می شوند. فاز بلوری اصلی در غضروف نیز فسفات زیست زاد است که با آپاتیت شباهت دارد و در حدود پنج درصد حجمی را در بر می گیرد. انواع آپاتیت، ۹۶ درصد مینای دندان (پوشش خارجی دندان) و ۷۰ درصد عاج دندان (مواد زیر مینا) را تشکیل می دهند. بقیه ی حجم بافت دندان از پروتئین ها ساخته شده است. برخی از یون های  $F^-$  در مینای دندان با یون های  $OH^-$  جانشین می شوند و دندان را در برابر پوسیدگی مقاوم تر می کنند. در مینای دندان، بلورها به صورت ساختاری لایه لایه مرتب شده اند تا خواص مکانیکی آن بهبود یابد. بلورها ممکن است در بدن انسان به طور غیرعادی رشد کنند. تجمع بلورهای آپاتیت زیست زاد با اندازه ی دو سانتی متر، در برخی تومورهای بدخیم مشاهده شده است. شش های بیماراران مبتلا به توبرکولوسیس، کلسیتی شدن را نشان می دهند که آپاتیت و ویتلوکیت  $Ca_4Mg(PO_4)_6PO_4OH$  نیز در آن مشاهده می شوند. به همین ترتیب، در افراد مبتلا به بیماری قلبی، بافت قلب (و از جمله سرخراگ ها و آئورت) می تواند با بلورهای فسفات کلسیم آپاتیت مانند پوشیده شود.

«سنگ های» غیرعادی که در مثانه، کلیه ها، کبد، کیسه صفرا و نای تشکیل می شوند، متشکل از انواع بی شکل یا فازهای بلوری بسیار پراکنده ی فسفات ها، کربنات ها، اگرالات ها یا اورات ها هستند (جدول ۲). شکل این سنگ ها به کنکرسپون های تشکیل شده به روش غیرآلی است که منطقه بندی تکراری، آرایش هندسی و تشکیل دانه های ریز را نشان می هد.

### کانی ها در تغذیه

صرف نظر از نمک طعام که نزد کانی شناسان به نام «هالیت» (NaCl) معروف است، انسان ها به ندرت از روی آگاهی کانی ها را می خورند. از موارد استثنا باریت ( $BaSO_4$ ) و کائولینیت است که اولی توسط کانی شناس روسی، ای. ای. فرسمن، «خوراکی ترین کانی» نامیده شد و به عنوان پرکننده ی بی اثر شکلات از آن استفاده می شود، و دومی را به برخی بستنی ها می افزایند تا هنگام آب شدن، پیوستگی لازم را در آن ها ایجاد کند. مثال های دیگری نیز وجود دارند که شهرت کم تری دارند، اما بخشی از غذای ما محسوب می شوند. به هرحال، در قفسه ی سوپرمارکت ها، «مواد معدنی» به شکل افزودنی های مغذی، نقش تقریباً مهمی همچون ویتامین ها را دارند و در هر کتاب جدیدی درباره ی تغذیه، فصلی در مورد کانی ها وجود دارد. این

عمومیت تا حدودی ناشی از استفاده ی نسبتاً آزاد از واژه ی «معدنی» توسط پزشکان، داروسازان و متخصصان تغذیه است. این افراد، به پیروی از کاربرد قدیمی که شیمی را به دو شاخه ی آلی و معدنی تقسیم می کند، به هر ترکیب غیرآلی «معدنی» می گویند.

در علم تغذیه، کانی ها به دو دسته ی درشت مغذی ها (کلسیم، کلر، منیزیم، فسفر، پتاسیم، سدیم و گوگرد) و ریز مغذی ها (همچون کرم، کبالت، فلوتور، آهن، منگنز، مولیبدن و روی) تقسیم می شوند. گروه اول در رژیم غذایی روزمره ی ما به مقدار تقریباً زیاد مورد نیازند، اما گروه دوم نیز برای وظایف فیزیولوژیکی ضروری هستند؛ البته به مقدار کم. در نهایت، بیش تر این عناصر از «کانی های واقعی» حاصل می شوند، اما به طور غیرمستقیم و از طریق زنجیره ی بلندی از رخداد های طبیعی. کانی های اولیه ی سنگ ها، به کانی های رسی دگرسان، و بخشی از اجزای خاک می شوند. گیاهانی که در این خاک ها رشد می کنند، عناصر غیرآلی را از خاک می گیرند و در ریشه ها و برگ های خود ذخیره می کنند. جانوران با تغذیه از این گیاهان، عناصر را به بافت های خود انتقال می دهند و در نهایت، انسان با مصرف گیاهان یا حیوانات، این عناصر را به بدن خود وارد می کند. مقدار عناصر ذخیره شده، در گیاهان، به خصوص در بخش های سبز آن ها چشمگیر است. این مقادیر با توجه به مقدار کانی خاک، به شدت متغیرند، اما از عوامل بسیاری همچون اقلیم و تعادل عنصری تأثیر می پذیرند. مقدار کانی در گیاهان می تواند تأثیر مستقیمی بر سلامتی حیوانات داشته باشد. معلوم شده است، گاوهایی که در چراگاه های واقع شده روی سنگ های آهکی می چرند، احتمال کم تری دارد که به بیماری های استخوان مبتلا شوند. در حالی که در چراگاه های واقع بر خاک های گرانیتی این طور نیست. عنصر کم مقدار سلنیم که یک ضد اکسیدان ضروری برای محافظت از غشای سلولی است، در مقادیر خیلی بالا (مثلاً در برخی سنگ های رسوبی) می تواند سمی باشد. در عوض اخیراً مشخص شده است، نبود سلنیم در رژیم غذایی گوسفند شاخ بزرگ، به پائین بودن درصد زنده ماندن بزه های تازه متولد شده می انجامد. در تغذیه ی انسان، عناصر کلسیم، منیزیم، فسفر و مس در سبزی ها وجود دارند، اما کرم، آهن، منگنز و روی در حبوبات غنی هستند.

تعدادی از داروهای استفاده شده در درمان بیماری های داخلی و خارجی، حاوی کانی ها هستند. برای مثال، از کانی هالیدی بیشوفیت ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) برای درمان آرتريت (ورم مفاصل) و تب روماتیسمی استفاده می شود. همچنین، از کلسیت، دولومیت و آپاتیت به عنوان مکمل کلسیم، منیزیم و فسفر استفاده می شود.

خوردن مستقیم خاک‌ها به عنوان مکمل غذایی و دارویی، که به نام خاک خوری معروف است، در میان برخی «پریمات»‌ها رایج بوده است و در برخی از کشورها هنوز هم انجام می‌شود. رومیان و یونانیان باستان، از قرص‌های خاک به عنوان دارو برای درمان مسمومیت استفاده می‌کردند. به طور معمول و حتی تقریباً نااهمین اواخر، در چین از خاک به عنوان غذای قحطی‌زدگان استفاده می‌شده است. در قرن هجدهم، برای تهیه نان، رس را با فلورینر مخلوط می‌کردند. میوه کاران هندی در شمال کالیفرنیا (آمریکا)، برای خنثی کردن خاصیت اسیدی خاک، رس را با میوه‌های بلوط مخلوط می‌کردند. بیشترین رواج خاک خوری در آفریقای مرکزی است که در میان برخی آفریقایی‌های مقیم جنوب آمریکا نیز رایج است. در آفریقا، زنان باردار رس‌های مخصوص خاک را به عنوان مکمل غذایی می‌خورند که حاوی عناصری همچون فسفر، پتاسیم، منیزیم، من، روی، منگنز و آهن است و همچنین از آن به عنوان دارو برای درمان اسهال استفاده می‌شود. نکته‌ی جالب این است که ترکیب شیمیایی این خاک‌ها و مواد استخراج شده از آن‌ها، به طور چشمگیری شبیه به جایگزین‌های تغذیه‌ای تجاری امروزی است. کانی رسی اصلی در خاک‌های مخصوص خاک خوری، کائولینیت است. از خاک‌های غنی از

معدن کاران، شن شویی‌ها، سنگ کاران و کارگران مزرعه‌ها) در معرض گردوغبار ناشی از منابع گوناگون قرار دارند و قطعات ریز کانی‌ها را با تنفس به درون ریه‌های خود وارد می‌کنند. این کارگران استعداد بیش‌تری برای ابتلا به بیماری‌های ریوی دارند. از آن‌جا که کارگران اغلب در معرض گردوغبار ناشی از مخلوطی از کانی‌ها قرار دارند، مشکل است که تعیین کنیم، آیا بیماری نتیجه‌ی بلعیده شدن ذرات است یا این که یک کانی خاص، سبب آن شده است. کانی‌هایی که رابطه‌ی بین مقدار تماس و درجه‌ی آسیب برای آن‌ها با اطمینان مشخص شده است، شکل‌های رشته‌ای آمفیبول (ریبکیت با نام تجاری کروسیدولیت؛ گرونریت با نام تجاری آموسیت؛ ترمولیت، اکتینولیت و آنتوفیلیت)، سربانیتین (کریزوتیل)، کوازتر و ذغال سنگ هستند. اخیراً مشخص شده است، چندین نوع کانی آمفیبول دیگر (وینشیت، ریشتریت و آرفودسونیت) سبب ایجاد سرطان در کارگران معادن «رومبولیت لیبی» در مونتانا، آمریکا می‌شوند. در حال حاضر، «آژانس حفاظت محیط زیست» مشغول بررسی این مورد است که آیا آئین‌نامه‌های موجود درباره‌ی آزیست در ایالات متحده را باید گسترش داد تا این کانی‌ها را نیز در برگیرند یا خیر. مروری کوتاه بر کانی‌هایی که سبب ایجاد بیماری می‌شوند و نیز روش‌های به

کاررفته برای برآورد و بررسی حضور آن‌ها، در ادامه آورده شده است.

اولین مورد گزارش شده از بیماری «آزیستوسیس» در سال ۱۹۲۷، در یک کنارگر منسوجات کریزوتیل بود.

ده سال بعد، این بیماری در اغلب صنایع مورد پذیرش قرار گرفت و به عنوان یک بیماری شغلی با مشخصات خاص شناخته شد. استننون و همکارانش (۱۹۸۱) با بررسی اپیدمیولوژیکی کلاسیک، که هنوز مورد بحث است، نشان دادند، در موش صحرایی که در معرض گردوغبار

آزیست رشته‌ای قرار داشته، تومورهای سرطان‌ی ایجاد شده است. در بررسی آن‌ها، موش‌هایی که در معرض مقادیر یکسانی از

نام پزشک	نام کانی	اداری	صفرای	فرمول
آگرات‌ها	ولیت	*		CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O
	ودلیت	*		CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · ۲H <sub>2</sub> O
	استرویت	*		MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> · ۶H <sub>2</sub> O
	آبات	*	*	-Ca <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · OH <sub>2</sub> (OH)
فسفات‌ها	نیوبریت	*	*	MgHPO <sub>4</sub> · ۳H <sub>2</sub> O
	بروشیت	*	*	CaHPO <sub>4</sub> · ۲H <sub>2</sub> O
	ویلوکیت	*	*	Ca <sub>2</sub> Mg(PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · (PO <sub>4</sub> OH)
کربنات‌ها	واتریت	*	*	CaCO <sub>3</sub> (مگراگرنال)
	کلسیت	*	*	CaCO <sub>3</sub> (تریگونال)
	آراگونیت	*	*	CaCO <sub>3</sub> (اورتورمیک)
	مگنیت	*	*	FeFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
	هماتیت	*	*	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	گوتیت	*	*	FeOOH
	لپیدوکروسیت	*	*	FeOOH
	اوره	*	*	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	-	*	*	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> · ۲H <sub>2</sub> O
	-	*	*	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
	-	*	*	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Na · H <sub>2</sub> O
	-	*	*	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Ca · ۲H <sub>2</sub> O
	هولشتراین	*	*	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O
	ترکیبات آبی هولشتراین، پالمانیت	*	*	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> · H <sub>2</sub> O
	آب‌دار	*	*	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> (COO) <sub>2</sub> Ca

نکته: علامت \* نشان دهنده‌ی همراهی مثبت است.

جدول ۲ - ترکیب سنگ‌های اداری و صفرای

کانی‌ها و خطرات سلامتی بیماری‌های ناشی از ذرات کانی‌ها در همه جای محیط زندگی روزمره‌ی ما به چشم می‌خورند و همانند انواع مصنوعی مشابه خود، در محصولات خانوادگی به عنوان سایته، دارو، کاتالیزر، پرکننده، مصالح ساختمانی، عایق و رنگدانه، از آن‌ها

استفاده می‌شود. ما هر روز در معرض تأثیر کانی‌ها هستیم، بدون آن‌که خود از آن آگاه باشیم. بسیاری از کارگران (از جمله

تومورهای سرطان‌ی ایجاد شده است. در بررسی آن‌ها، موش‌هایی که در معرض مقادیر یکسانی از



حین واپاشی پتاسیم حاصل می شود و در سنگ های گرانیتی سپرهای قاره ای متداول است.

می یونند و توده هایی تشکیل می دهند که ممکن است یک سوم شش را در بر می گیرند و در نهایت، به از کار افتادن سیستم تنفسی، و در شدیدترین حالت، به مرگ بینجامند [eastonova&vallyathan,2000].

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	(Tc)	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Rare earth	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	(Po)	(At)	Rn
(Fr)	Ra	Actinides	Rare earth or lanthanide group														
			La	Ce	Pr	Nd	(Pm)	Sm	Eu	Gd	Td	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actinide group																	
(Ac)	Th	(Pa)													U		

Essential element      Carcinogenic  
 Radioactive                      Teratogenic

شکل ۲: نمودار تناوبی عناصر که عناصر ضروری برای تغذیه انسان، عناصر سمی و سرطان زا، عناصر سمی نقص های مادرزادی و عناصر رادیواکتیو روی آن مشخص شده اند.

\* دبیر زمین شناسی شهرستان قوچان زیرنویس

1. Mineral-like
2. Apatite-like
3. Geography
4. Asbestosis
5. Scar
6. Silicosis
7. Pneumoconiosis
8. Carcinogenic
9. Teratogenic

اکسیدهای گوگرد و نیتروژن، عناصر کم مقدار (شامل آرسنیک، فلورور، سلیسیم، و عناصر پرتوزای اورانیوم و توریم) و ترکیبات آلی حاصل از سوزاندن ناقص ذغال سنگ.

بیماری پنوموکونیوسیس<sup>۷</sup> در کارگران معادن ذغال سنگ، از ذرات گردوغبار ریزدانه ی ذغال سنگ که شامل مواد کریستالین دار (هیدروکربن های معطر چند حلقه ای) است، ناشی می شود. سلول های منظر از گردوغبار، پوششی را در اطراف نایزک های تنفسی ایجاد می کنند که با بزرگ شدن این پوشش، نایزک ها متسع و سبب آمفییزم می شوند. بروز پنوموکونیوسیس اغلب سالیان بسیاری طول می کشد و بر خلاف سیلیکونیوسیس، در صورت تماس کم تر، اغلب هیچ پیشرفتی ندارد.

این بیماری های شش ها نشان می دهند که بر هم کنش رشته ها با نافت های انسانی، بسیار پیچیده است. رشته های دارای تفاوت های ترکیبی اندک و ساختار ناقص، ممکن است فعالیت های زیست شناختی کاملاً متفاوتی داشته باشند. برای مثال، رشته های شیشه خطرناک نیستند، چرا که پیوستگی مکانیکی خود را حفظ می کنند و سرعت انحلال آن ها چندین مرتبه سریع تر از سرعت انحلال رشته های بلوری است.

شکل ۲ نشان دهنده ی یک سیستم تناوبی از عناصر است که مغذی های ضروری انسان و نیز عناصر سمی، روی آن مشخص شده اند. عناصر سمی به سه گروه تقسیم شده اند: عناصری که سرطان زا<sup>۸</sup> هستند، عناصری که سبب نقص های مادرزادی می شوند (کژریخت زا<sup>۹</sup>) و برخی از عناصر که پرتوزا هستند. در میان عناصر پرتوزا، رادون مهم ترین عنصر است. این عنصر در

منابع  
 ۱. مردوخ، رشاد (۱۳۷۵). فرهنگ اصطلاحات علوم پزشکی. نشری تهران.  
 2. Bell, F.G. (1998). Environmental Geology: Principles and Practice. Blackwell Science. 594 pp.  
 3. Bartlett, K. (2001). Earth Materials and Public Health. Geotimes, November.  
 4. Bowman C.A., Bobrowsky P.T.& Selinus O. (2003). Medical Geology: new relevance in the earth sciences. Episodes, 26, 4, 270, 278.  
 5. Castronova V. & Vallyathan V. (2000) Silicosis and Coal Workers' Pneumoconiosis: Environmental Health Perspectives. 108, pp. 675-684.  
 6. Geotimes Staff (2001). Earth material and public health. Geotimes, November.  
 7. Hansen K. (2005). Rocks pose cancer concerns. Geotimes, September.  
 8. Wenk, H.R. & Bulakh, A. (2004). Minerals: Their Constitution and Origin. Cambridge University press.  
 9. US Geological Survey (2000). Health impacts of coal combustion. USGS Fact Sheet FS-094-00.  
 10. US Geological Survey. (2001). Some facts about Asbestos. USGS Fact Sheet FS-012-01.