


# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



بررسی مسیرهای مختلف راهیابی عناصر به زنجیره غذایی  
و موجودات زنده

تهیه کننده: رضا علیزاده

➤ در جدول (۱) درصد وزنی عناصر پوسته زمین نشان داده شده است. با توجه به آن، اکسیژن، سیلیسیم و آلومینیوم در رتبه اول تا سوم از نظر فراوانی قرار دارند. و پس از آن ها به ترتیب آهن، کلسیم، سدیم، منیزیم، پتاسیم در رتبه چهار تا هشت قرار می گیرند این هشت عنصر مجموعاً ۹۹/۳۴ درصد وزنی پوسته زمین را تشکیل می دهند و سهم حدود یک صد عنصر دیگر تنها ۰/۶۶ درصد می باشد

➤ برای این که این عناصر از پوسته زمین (سنگ) رها گردیده و وارد چرخه زیست شناسی شوند باید تحت تاثیر فرآیندهای هوازدگی شیمیایی و گاهی آب شویی قرار گیرند سرعت هوازدگی سنگ ها و تحرک عناصر مختلف یکسان نیست در بعضی از محیط شاهد کمبود عناصر و در بعضی دیگر فراوانی آنها باشیم

# فراوانی عناصر در طبیعت

درصد وزنی	عنصر	عدداً
۴۶/۴	اکسیژن	۱۸
۲۸/۱۵	سیلیسیم	۱۴
۸/۲۳	آلومینیم	۱۳
۵/۶۳	آهن	۲۶
۴/۱۵	کلسیم	۲۰
۲/۳۶	سدیم	۱۱
۲/۳۳	منیزیم	۱۲
۲/۰۹	بتاسیم	۱۹
۹۹/۳۴		

جدول (۱) درصد وزنی عناصر اصلی تشکیل دهنده پوسته زمین

➤ بیش از ۹۹ درصد بدن، از شش عنصر اکسیژن، کربن، هیدروژن، نیتروژن، کلسیم و فسفر تشکیل شده است و سایر عناصر به مقدار کم و با غلظت کمتر از ۱۰۰ قسمت در میلیون در بدن وجود دارند بافت زنده به طور عمده از یازده عنصر کربن، نیتروژن، هیدروژن، اکسیژن، فسفر، گوگرد، کلر، آهن، سدیم، منیزیم، پتاسیم و کلسیم تشکیل شده است. (جدول ۲)

➤ عناصر دیگر که به مقدار کمتر لازمند شامل کروم، مس، فلوراید، آهن، منگنز، مولیبدن، سلنیم و روی می باشد. عناصری که نقش بیولوژیکی شناخته شده ای ندارند جزء عناصر غیر ضروری و اغلب مضرند مانند کادمیم، آرسنیک، جیوه، سرب، و عناصر بسیاری از فبیل آرسنیک، بور، کروم، مس، فلوراید، مولیبدنیم، نیکل و روی در سمی بودن محیط زیست دخالت دارند. (جدول ۳)

# ترکیب عنصری بدن انسان

درصد وزنی	عنصر	عدد اتمی
۶۵	اکسیژن	۸
۱۸	کربن	۶
۱۰	هیدروژن	۱
۳	نیتروژن	۷
۱/۵	کلسیم	۲۰
۱	فسفر	۱۵
۰/۲۵	گوگرد	۱۶
۰/۲	بتاسیم	۱۹
۰/۱۵	سدیم	۱۱
۰/۱۵	کلر	۱۷
۰/۰۵	منیزیم	۱۲

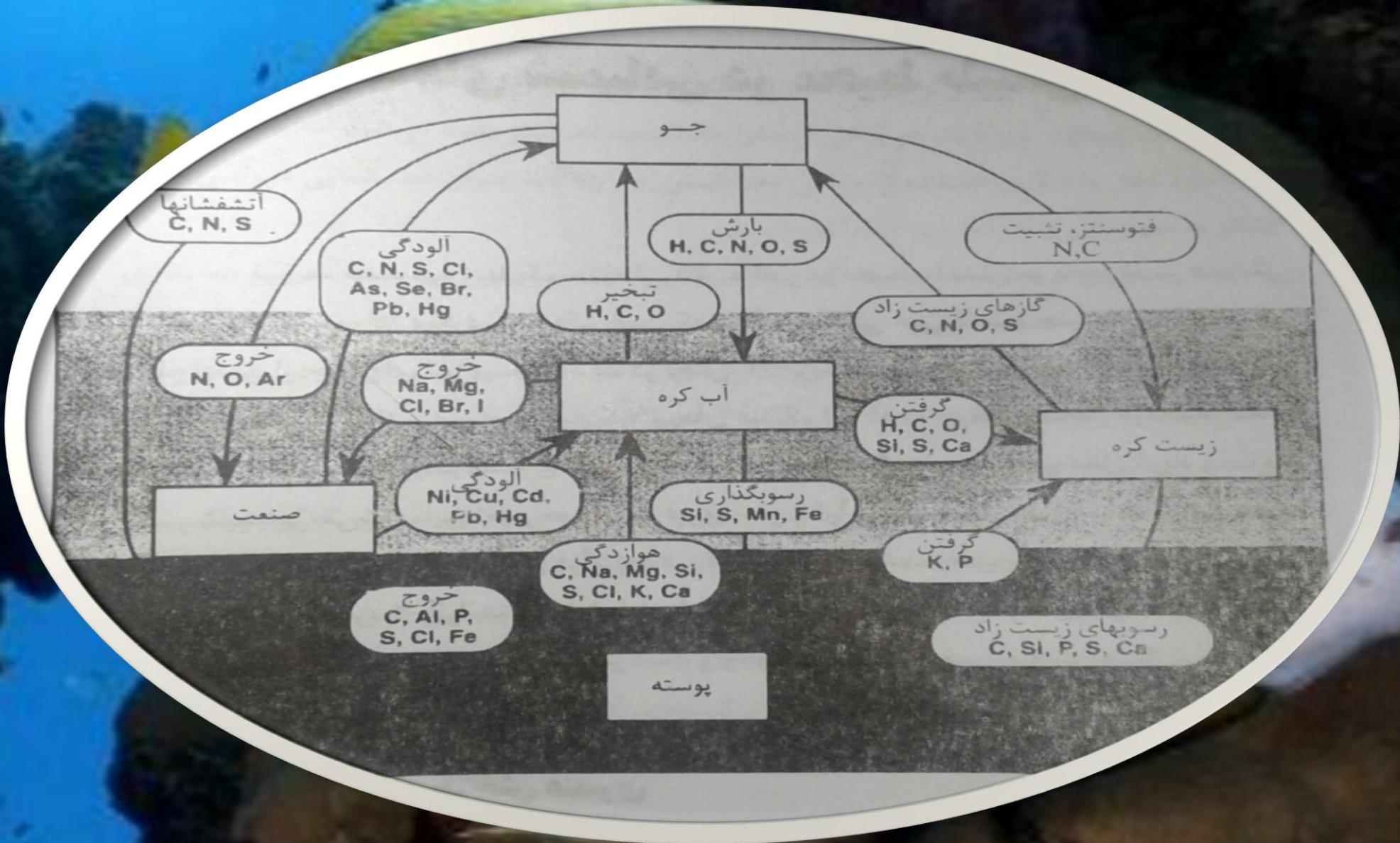
جدول (۲): ترکیب عناصر اصلی در بدن

اهمیت بیولوژیکی	عنصر
	عناصر لازم برای حیات
<p>کمک به تولید انسولین که قند خون را کنترل میکند            برای برخی واکنش های آنزیمی ضروری است            فلز موجود در هموگلوبین خون است            از اجزای ویتامین b12            از اجزای برخی آنزیم ها            از اجزای برخی از آنزیم ها و تولید رنگدانه            از اجزای انسولین و آنزیم ها</p>	<p>کروم            منگنز            آهن            کبالت            نیکل            مس            روی</p>

جدول (۳) عملکرد و اثرات عناصر بر بدن

		عناصر مضر برای حیات		
بی ضرر	سمی کم	سمی متوسط	سمی شدید	
سزیم	آلومینیم	کادمیم	ارسنیک	
سدیم	مولیبیدن	مس	بلوتونیم	
ید	تانتالیم	جیوه	سلنیم	
روبییدیم	تنگستن	سرب	تلوریم	
کلسیم	روی	آنتیموان	تالیم	
پتاسیم	زیرکنیم	وانادیم		

# چرخه عناصر





## مسیرهای راهیابی عناصر به زنجیره غذایی و موجودات زنده

۱- جذب عناصر از خاک و سنگ توسط گیاهان که این عناصر از طریق فرسایش و هوازدگی سنگها به خاک اضافه میشود یا از طریق فعالیت های معدنی به خاک اضافه شده است

۲- راه دیگر ورود عناصر به زنجیره ای غذایی و موجودات از طریق آب است. آب از طریق هوازدگی، انحلال آب شویی، عناصر را از خاک و سنگ دریافت می کند و همچنین از طریق تخلیه فاضلابهای صنعتی و معدنی عناصر به آب راه پیدا می کنند و این عناصر مستقیماً از طریق خوردن آب و یا از طریق جذب گیاهان و یا جانوران دریافت میشود

۳- عناصر از طریق هوا هم می تواند وارد بدن موجودات و زنجیره ای غذایی شوند که معمولاً شامل ورود از طریق مجاری تنفسی است ولی در حین حال ترکیبات جوی می تواند از راه انحلال در آب هم دریافت شوند

۴- یک گروه از عناصر طبیعی، پرتوزا می باشند این عناصر نیز ممکن است به صورت مستقیم به بدن موجودات (توسط آب، غذا و هوا) یا از طریق تشعشعات خود (بدون ورود عنصر به بدن) به ما آسیب برسانند

# عناصر موجود در خاک و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ عناصر شیمیایی موجود در خاک

✓ مواد معدنی معمولاً قسمت اعظم مواد تشکیل دهنده خاک را شامل می شوند. این

مواد از تجزیه و تخریب سنگ مادری بوجود آمده اند. مواد معدنی خود از

عناصر اولیه معدنی مختلف تشکیل شده اند که برای آشنایی از نسبت تقریبی آنها

در زیر به توزیع این عناصر در پوسته زمین اشاره می شود.

# عناصر موجود در خاک و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

## توزیع عناصر معدنی

نام عنصر	علامت اختصاری	درصد
اکسیژن	O	۲/۴۹
سیلیسیم	Si	۷/۲۵
آلومینیم	Al	۵/۷
آهن	Fe	۷/۴
کلسیم	Ca	۳۹/۳
سدیم	Na	۶۳/۳
پتاسیم	K	۴۰/۲
منیزیم	Mg	۹۳/۱
هیدروژن	H	۸۷/۰
تیتان	Ti	۵۸/۰
کلر	Cl	۱۹/۰

# عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ علاوه بر عناصر جدول فوق عناصر دیگری به مقدار کمتر در پوسته جامد زمین یافت می شود که با آنها به رقمی معادل صددرصد در جمع جدول خواهیم رسید. از این عناصر می توان بر، کبالت، ید مولیبدن، سرب، سلنیوم، وانادیوم را نام برد. البته گاهی بر حسب سنگ های مادری یا به علل شرایط اقلیمی و زمین شناسی خاص بعضی از همین عناصر کمیاب را استخراج نمود.

۱۰/۰	C	کربن
۱۰/۰	Mn	منگنز
۱۰/۰	P	فسفر
۰۶/۰	S	گوگرد
۰۴/۰	Ba	باریم
۰۳/۰	N	ازت
۰۳/۰	F	فلوئور
۰۳/۰	Cr	کرم
۰۲/۰	Ni	نیکل
۰۲/۰	Sr	استرانسیوم
۰۱/۰	Cu	مس

## عناصر موجود در خاک و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ علاوه بر تنوع زیاد سنگ منشا، نوع هوازدگی، میزان مواد آلی، آلودگی طبیعی و مصنوعی و عوامل انسانی از قبیل کشاورزی و فعالیتهای صنعتی، رسوبگذاری و حتی عوامل تکتونیکی نیز در تولید عناصر موجود در خاک موثر هستند

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

- راههای ورود عناصر موجود در خاک به زنجیره غذایی و بدن موجودات
- ✓ ورود از طریق گرد و غبار از طریق بینی و دهان
- ✓ جذب پوستی (از طریق تماس مستقیم عناصر )
- ✓ مصرف مواد غذایی

در هرم غذایی جانداران ، گیاهان در پایین ترین و جانوران و انسان در بالاترین رده قرار دارند . بدین معنی که گیاهان مواد غذایی خود را مستقیماً از خاک جذب می کنند و تولید کننده غذا هستند ، جانوران گیاه خوار ، گیاهان را مصرف می کنند ، و جانوران گوشتخوار از جانوران گیاه خوار تغذیه می کنند و انسان به عنوان بالاترین عضو در هرم غذایی ، همه موجودات یاد شده را مصرف می کند

✓ خاک خواری : که در برخی از انسانها و حیوانات دیده شده است

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ تا کنون ۱۶ عنصر برای رشد و نمو گیاهان ضروری تشخیص داده شده است. کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، منگنز، روی، مس، بُر، مولیبدن و کلر شانزده عنصر ضروری مورد نیاز گیاهان هستند. سه عنصر اول یعنی کربن، اکسیژن و هیدروژن قسمت اعظم ماده خشک گیاهی (۶۰ تا ۹۰ درصد) را تشکیل می دهند و کمبود آنها به جز در مورد کمبود آب دیده نمی شود. این سه عنصر عمدتاً از طریق آب و هوا تأمین می شوند. سه عنصر فوق همراه با شش عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم (عناصر کودی)، کلسیم و منیزیم (عناصر آهکی) و گوگرد عناصر غذایی پر مصرف یا پر نیاز برای گیاهان هستند و هفت عنصر دیگر یعنی آهن، منگنز، روی، مس، بُر، مولیبدن و کلر عناصر غذایی کم مصرف یا کم نیاز یا ریز مغذی هستند (البته بعضی از منابع نیکل و کبالت را نیز جزء عناصر کم مصرف قلمداد می کنند).

## عناصر موجود در خاک و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ روند جذب عناصر غذایی توسط گیاه و ورود آن به زنجیره غذایی

عناصر غذایی از طریق ریشه و برگ گیاه جذب می شوند. سه مکانیسم مهم در انتقال عناصر غذایی از خاک به سطح ریشه دخالت دارند.

✓ جریان انبوه یا حرکت توده ای Mass Flow

✓ انتشار یا پخشیدگی Diffusion

✓ تبادل تماسی



## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

### ➤ جریان انبوه یا حرکت توده ای Mass Flow

حرکت توده ای عبارت است از جریان آب به طرف ریشه بر اثر تعرق گیاه که همراه آن عناصر حل شده نیز انتقال می یابند. حرکت توده ای برای عناصری که غلظت زیادی در محلول خاک دارند و در شرایطی که تعریق گیاه شدت بالایی دارد، مکانیسم غالبی است. عناصر غذایی که در خاک به صورت پویا می باشند و یا برخی دیگر از عناصر غذایی نظیر کلسیم و نیترات عمدتاً با این روش به سمت ریشه حرکت می کنند. به طور کلی ۸۹ درصد نیترژن، ۲۲ درصد کلسیم، ۹۲ درصد منیزیم و ۸۹ درصد گوگرد با این روش حرکت می کنند.

# عناصر موجود در خاک و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

## ➤ تبادل تماسی

بر اثر تماس بین خاک و سطح ریشه، عناصر از خاک به ریشه منتقل می شوند. چون خاک و سطح ریشه دارای CEC یا ظرفیت تبادل کاتیونی هستند، عناصر به سطح ریشه جذب می شوند. جذب یا Uptake اصطلاحاً به عبور یون از غشاء سلولی گفته می شود. وقتی یون از غشاء سلولی عبور کرده و وارد سلول می شود عمل جذب صورت گرفته، به عبارت دیگر در عمل جذب، غشاء سلولی دارای اهمیت خاصی است. غشاء سلول عمدتاً از دو جزء پروتئین و چربی (Transmembrane Protein & Lipid bilayer) ساخته شده است.

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

شکل خاص ساختمان سلولی یا غشاء سلولی باعث می شود که یون ها از غشاء سلولی عبور کنند. در داخل ساختمان غشاء مولکول هایی وجود دارد به نام حامل یا ناقل که در جذب یون ها دخالت دارند و هم چنین یون کلسیم در ساختمان غشاء سلولی وجود دارد که باعث می شود غشاء سلولی خاصیت نفوذ پذیری انتخابی خودش را حفظ کند.

مکانیسم های جذب یون

✓ جذب فعال Active

✓ جذب غیرفعال Passive

جذب فعال نیاز به انرژی دارد ولی جذب غیر فعال یا اصطلاحاً جذب فیزیکی مستقیماً نیاز به مصرف انرژی ندارد.

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ راه های جذب برگگی

✓ روزنه ها

روزنه ها در تبادلات گازی مدخل ورود بعضی از عناصر به داخل گیاه مهم می باشند. ترکیباتی مثل  $\text{NO}_2$ ،  $\text{NH}_3$ ،  $\text{SO}_2$  و گاز HF که در هوا وجود دارند به خصوص در حوالی مناطق صنعتی و شهرهای بزرگ معمولاً از طریق روزنه ها وارد گیاه می شوند. بخشی از این عناصر در تأمین نیاز گیاه، مؤثر می باشند. به عنوان مثال  $\text{SO}_2$  موجود در هوا تا حدودی نیاز گیاه به گوگرد را تأمین می کند؛ ولی اگر غلظت این عناصر در هوا زیاد باشد موجب مسمومیت در گیاه می شود که آثار منفی در رشد گیاه دارد. آثار زیانبار منفی و سوختگی که در گیاهان مشاهده می شود ناشی از غلظت زیاد این ترکیبات در هوا، به خصوص در مناطق صنعتی و شهرهای بزرگ است.

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

✓ کوتیکول برگ

علاوه بر تبادلات گازی روزنه‌ای، جذب از طریق کوتیکول هم وجود دارد. همانند جذب از طریق ریشه، جذب برگ‌گی هم از طریق دو مکانیسم جذب فعال و جذب غیرفعال صورت می‌گیرد. جذب فعال، جذبی است که نیاز به مصرف انرژی دارد ولی در جذب غیرفعال انرژی مستقیماً مصرف نمی‌شود.

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ گیاهان با جذب این عناصر انها را در ریشه ،ساقه ،برگ ومیوه خود ذخیره می کنند .انسان وجانواران علف خوار از گیاهان به عنوان منبع غذایی استفاده می کنند

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ فلزات سنگین ونحوه ورود آن از خاک به زنجیره غذایی وبدن موجودات

واژهی فلزات سنگین به فلزها و شبه فلزهایی که دارای چگالی بیش از ۵ گرم بر سانتیمتر مکعب هستند، اطلاق می‌شود. سرب (Pb)، روی (Zn)، مس (Cu)، کادمیم (Cd)، نیکل (Ni)، آرسنیک (As)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، مولیبدن (Mo)، کبالت (Co)، منیزیم (Mg)، جیوه (Hg)، کروم (Cr)، نقره (Ag) و سلنیوم (Se) از جملهی این فلزات می‌باشند

## عناصر موجود در خاک ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

### ➤ منشأ فلزات سنگین آلودهکنندهی خاک

شامل استخراج و ذوب سنگهای معدنی فلزدار، صنایع ریختهگری، لجن و رسوبات باطری اتومبیل، تمرینهای نظامی، مناطق دفن و انباشت زبالهها و فاضلابها، کودهای کشاورزی و صنایع الکترونیکی، می باشد که منجر به آزاد شدن این فلزات در خاک میشود جانوران و گیاهان با جذب این فلزات سنگین آنها را وارد زنجیره غذایی می کنند



# عناصر موجود در آب ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

- عناصر آب دریا واقیانوس
- عناصر مغذی
- عناصر اثری (Trace)
- عناصر کمیاب
- عناصر رادیواکتیو
- مواد معلق

# عناصر موجود در آب ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

## ➤ عناصر مغذی

مهمترین عناصر موجود در آب اقیانوسها از نقطه نظر حیات مطابق جدول زیر قابل توضیح می باشد

عناصر موجود	حرم نعاصا بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم از ماده رنده	حرم عرصه بر حسب گرم در هر مکعب از آب دریا	نسبت حرم عرصه به حرم نعاصا
اکسژن	۴۷	۹۰	۲
کربن	۲۰	۲۹	۱
هیدروژن	۷	-	-
ارن	۵	۰/۲	۰/۰۶
سولفس	۰/۵ تا ۱۰	۰/۵	۱۰۰/۰۵
کلر	۴	۱۹۲۰۰	۴۸۰۰
سدیم	۲	۱۰۷۵۰	۲۶۰۰
بئاسیم	۱	۲۹۰	۲۹۰
کوکرد	۱	۹۰۰	۹۰۰
فسفر	۰/۶	۰/۰۲	۰/۰۵
کلسیم	۰/۵	۴۱۶	۸۳۰
منیرم	۰/۲	۱۳۰۰	۲۳۰۰

## عناصر موجود در آب ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ جدول فوق بیان کننده عناصر تشکیل دهنده بدن موجودات زنده و تراکم آنها در آب دریاها و اقیانوس ها می باشد. تجربه نشان می دهد، عناصری که احتمال کمبود آنها در آب اقیانوس ها از همه بیشتر است عبارتند از: ازت، فسفر و سیلیس آنچه مسلم است، کمبود سه عنصر مذکور باعث محدودیت تولید ماده زنده می شود. در کشاورزی عناصری که کمبود آنها باعث محدودیت تولید ماده زنده می شود عبارتند از: ازت، فسفر و پتاسیم و تا اندازه ای کلسیم و منیزیم. در اقیانوس شناسی سه عنصر ازت، فسفر و سیلیس را به دلیل آنکه کمبودشان تولید ماده زنده را محدود می سازد «عناصر مغذی» می نامند. تراکم این عناصر در آب دریاها و اقیانوس ها در زمانهای مختلف و در مکانهای مختلف، اساساً متغیر است و این تغییر پذیری ناشی از نقش حیاتی آنها می باشد

## عناصر موجود در آب ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

### ➤ عناصر اثری (Trace)

علاوه بر مواد اصلی تشکیل دهنده و عناصر مغذی (یا املاح مغذی)، تقریباً تمام عناصر شناخته شده، در آب دریا تشخیص داده شده‌اند. تراکم این عناصر از حدود یک میلی گرم در کیلوگرم تا ۱۰- میلی گرم در کیلوگرم، تغییر می‌کند. با اینکه این عناصر مجموعاً کمتر از ۳ میلی گرم در یک کیلوگرم آب دریا وجود دارند و در نتیجه فقط ۰.۱٪ درصد از کل املاح محلول در آب دریا را تشکیل می‌دهند، با وجود این به علت حجم بسیار عظیم آب اقیانوسها، جرم کل هر عنصر اثری Trace رقم بسیار بزرگی را می‌سازد.

# عناصر موجود در آب ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ عناصر کمیاب  
تراکم متوسط عناصر کمیاب در بدن موجودات زنده و آب دریاها و اقیانوس ها به مطابق جدول زیر بیان شده است:

نام عناصر کمیاب	حرم متوسط بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم از ماده زنده پس از خشک کردن	حرم متوسط بر حسب میلی گرم در یک متر مکعب از آب دریا	نسبت عرصه به تقاضا
آهن	۴۰ تا ۱۰۰۰	۶۰ تا ۶	۱/۵۰۰
نیان	۱۰۰	۱	۰/۰۱
روی	۲۰	۵۰ تا ۱	۲/۵۰۰/۰۰۵
مس	۵	۲۰ تا ۰/۲	۰/۰۲۵۶
وانادیم	۲	۲ تا ۲	۰/۷ تا ۱
برم	۲/۵	۶۶۰۰۰	۲۶۰۰۰
بر	۲	۵۰۰۰	۲۵۰۰
منگنز	۲	۰/۲ تا ۱۰	۰/۱ تا ۵
فلونور	۱	۱۲۰۰	۱۲۰۰
آلومینیم	۱	۱۰ تا ۱۰	۰ تا ۱۰
آرستیک	۰/۱	۲ تا ۲۵	۲۰ تا ۲۵۰
کالت	۰/۰۵	۰/۱	۲
رادیوم	۲/۱۰ <sup>-۶</sup>	۲۰/۱۰ <sup>-۶</sup> تا ۱۵۰/۱۰ <sup>-۶</sup>	۲۰ تا ۱۰

## عناصر موجود در آب ونحوه ورد آنها به زنجیره غذایی

➤ با مشاهده جدول فوق چنین به نظر می رسد که برخی عناصر کمیاب که از نظر بیوشیمیایی مهم هستند، گاهی به اندازه کافی در آب دریا موجود نیستند و بدین ترتیب توسعه حیات را محدود می کنند. در میان این عناصر کمیاب می توان به خصوص از آهن، مس و منگنز و وانادیم نام برد.

### ➤ عناصر رادیواکتیو

عناصر رادیواکتیو، طبیعی یا مصنوعی، به صورت عناصر کمیاب در آب دریاها و اقیانوس ها یافت می شوند. از مهمترین عناصر رادیواکتیو می توان به موارد زیر اشاره نمود پتاسیم، روبیدیم، عناصر خانواده اورانیوم، تریتمیم، کربن<sup>۴</sup> .

# عناصر موجود در آب ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

## ➤ مواد معلق

علاوه بر مواد محلول، آب دریاها و اقیانوس‌ها حاوی مواد معلق به هر اندازه و از هر شکل، از جنس معدنی یا آلی، به صورت زنده یا غیر زنده، می‌باشند. این مواد ممکن است از منشاء حیاتی باشند مانند باکتریها، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و ماهی‌ها و یا از منشاء پوسته جامد زمین باشند مانند مواد حمل شده به وسیله رودخانه‌ها، موادی که حاصل فرسایش سواحل می‌باشند و بالاخره موادی که به وسیله جریان‌ات جوی حمل می‌شوند و به دریاها و اقیانوس‌ها می‌ریزند و بالاخره موادی که ممکن است منشاء آنها خارج از فضای جو زمین باشند. در اقیانوس شناسی ذرات معلق به آن دسته از ذراتی اطلاق می‌شود که در روی يك صافی که قطر منافذ آن ۱ یا ۲/۱ میکرون باشد، متوقف شوند. مطالعه ذرات معلق از جهات متعدد در اقیانوس شناسی اهمیت دارد، به خصوص اهمیت حیاتی این مطالعات هنگامی مشخص می‌شود که بسیاری از موجودات دریایی برای تغذیه مانند يك صافی عمل کرده و کلیه ذراتی را که قابل هضم باشند گردآورده و به مصرف می‌رسانند. ذرات معلق از نظر ابعاد طیف وسیعی را تشکیل می‌دهند و در نتیجه با آب دریا سطح مشترك بسیار وسیعی را می‌سازند که آن، به طور قابل ملاحظه ای قابلیت عکس العمل‌های شیمیایی و فیزیکی شیمیایی آب را بالا می‌برد و از طرف دیگر به توسعه و گسترش باکتری‌ها کمک زیادی می‌کنند.

## عناصر موجود در آب ونحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

- تخلیه فاضلاب های صنعتی ومعدنی نیز باعث ورود عناصر به آب میشود که کار باعث افزایش فلزات سنگین در آب میشود ،با افزایش این عناصر در آب، در نتیجه وارد زنجیر غذایی موجودات زنده دریایی وبخصوص ماهی ها میشود از جمله این فلزات سنگین می توان به آرسنک ،جیوه ،سرب،کادمیوم اشاره کرد
- عناصر موجود در آب می تواند از طریق آشامیدن وارد زنجیره غذایی شود وهمچنین از طریق گیاهان و جانوران جذب شوند



## عناصر موجود در هوا و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

- هوای مورد تنفس موجودات مخلوطی از گازهای مختلف از جمله نیتروژن، اکسیژن، دی اکسی کربن، هیدروژن، بخار آب و غیره هستند
- به طور معمول ترکیبات موجود در هوا عبارتند از : ۷۸ درصد نیتروژن ( $N_2$ )، ۲۱ درصد اکسیژن ( $O_2$ ) و ۱ درصد دیگر عناصر مانند آرگون ( $Ar$ )، دی اکسید کربن ( $CO_2$ )، متان ( $CH_4$ ) و هلیوم ( $He$ ) بیشتر گازها از مولکول هایی تشکیل شده اند، که خود این مولکول ها نیز از ترکیب اتم هایی به وجود آمده اند. برخی از گازها نیز تنها به صورت اتمی وجود دارند.

# عناصر موجود در هوا و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

جرم مولکولی (کیلوگرم بر مول)	نام عنصر
۳۲	اکسیژن
۲۸/۰۲	نیتروژن
۴۴/۰۱	دی اکسید کربن
۲/۰۲	هیدروژن
۳۹/۹۴	آرگون
۲۰/۱۸	نئون
۴	هلیوم
۸۳/۸	کریپتون
۱۳۷/۲۹	زنون

جدول عناصر موجود در هوا

# عناصر موجود در هوا و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

- متاسفانه علیرغم اهمیتی که هوا در توسعه و ادامه حیات دارد این عنصر حیاتی در معرض انواع آلودگی های طبیعی و مصنوعی قرار دارد که این آلودگی ها تاثیر ناگواری بر سلامتی موجودات زنده می گذارد
- انواع آلودگی ها مصنوعی توسط انسان
- ✓ استخراج مواد معدنی مانند
- ۱. استخراج زغال سنگ: باعث آلودگی هوا از طریق کرده های زغال سنگ در معادن روباز زغال سنگ، آلودگی زمان احتراق، آلودگی بس از احتراق
- ۲. آلودگی استخراج نفت: آلودگی فلزات سنگین موجود در نفت، آلودگی مواد رادیو موجود در نفت
- ✓ صنایع تبدیلی و فرآوردهای مواد نفتی باعث ورود گازهای سمی مانند  $CO_2$
- $CO$   $SO_2$   $H_2S$  هوا میشود

## عناصر موجود در هوا و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

- ✓ صنایع سیمان و آذوبست (که تولید هر تن سیمان یک تن گاز دی اکسید کربن را وارد محیط می کند)
- ✓ ذوب و استحصال فلزات
- ✓ تولید آهک
- فعالیتهای طبیعی زمین که باعث ورود عناصر به هوا میشود
- ✓ فعالیت های آتشفشانی که عمدا باعث ورود گاز  $SO_2$  می شود
- ✓ زمین لرزه (وارد شدن گاز رادن به جو)
- ✓ آتش سوزی س از زلزله
- ✓ گرد غبار معلق در هوا

## عناصر موجود در هوا و نحوه ورود آنها به زنجیره غذایی

➤ همان طور که گفته شد عناصر موجود در هوا از طریق تنفس گیاهان و جانواران وارد زنجیره غذایی میشود

- کتاب عناصر زمین (برگردانندگان: دکتر فرید مر-خدیجه زائری)
- کتاب مبانی زمین شیمی زیست محیطی (جی. نلسون ایبای)
- کتاب زمین پزشکی (دکتر بهزاد حاج علیلو-مهندس بهرام وثوقی)