

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵



مرحله نهم

پایه دوازدهم

این مرورنامه، ویژهٔ مباحث جدید آزمون است. مرورنامهٔ مباحثی که در آزمون‌های قبل به آن‌ها پرداخته شده، در پتل کاربری شما قابل دریافت است و در این فایل از تکرار آن پرهیز شده است.

نام درس	مباحث	مؤلف	ویراستار	از صفحه	تا صفحه
زیست‌شناسی	زیست یازدهم فصل ۳ و ۴ صفحه ۳۷ تا ۶۲ زیست دوازدهم فصل ۳ و ۴ صفحه ۳۷ تا ۶۲	فاطمه آفاقانپور حسن محمد نشتایی اشکان زرنندی	فاطمه تاجبخش آریان محمودزاد اردکانی رزا امیری احسان بدری نازنین محمدی	۲	۲۴
فیزیک	فیزیک دهم فصل ۴ صفحه ۸۳ تا ۱۲۰ فیزیک دوازدهم فصل ۲ صفحه ۲۷ تا ۵۲	داوود پاشا	نرجس تیمناک ماهان فنی‌فر سینا دشتی‌زاده	۲۴	۳۰
شیمی	شیمی دهم فصل ۳ (از ابتدای محلول و مقدار حل شونده‌ها) صفحه ۹۳ تا ۱۲۲ شیمی دوازدهم فصل ۲ صفحه ۳۷ تا ۶۶	عباس سرمایه	مهدی سلطانی معصومه سعیدی مهدی محمدی	۳۰	۵۰
ریاضی	ریاضی دوازدهم فصل ۲ و ۳ صفحه ۳۱ تا ۶۴ مباحث مرتبط: یازدهم فصل ۶ صفحه ۱۱۹ تا ۱۴۲ ریاضی دهم فصل ۳ صفحه ۴۷ تا ۶۸	علی شهرابی	امیررضا رحیمی مهدی خوشنویس سینا نیک‌نژاد	۵۰	۶۲
زمین‌شناسی	فصل ۲ (از ابتدای اکتشاف معادن) و فصل ۳ صفحه ۳۱ تا ۵۸	ریحانه شعبان‌زاده	لیدا علی‌اکبری سینا دشتی‌زاده محمدامین لطفی علی حسن‌زاده	۶۳	۷۲

ویژه کنکورهای ۱۴۰۵



پایه یازدهم

فصل سوم: گفتار از استخوان ها و اسکلت

- استخوان ها بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می دهند. اسکلت انسان شامل دو بخش محوری و جانبی است.
 - محوری: محور بدن را تشکیل می دهد + شامل استخوان های جمجمه، ستون مهره، دنده ها و جناغ
 - جانبی: حفاظت از قلب، مغز، شش ها، نخاع و کلیه ها + بخش هایی از آن در جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حرکت بدن نیز نقش دارند.
- استخوان های دست و پا از اجزای اسکلت جانبی اند.
- این استخوان ها نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن دارند.

اعمال استخوان ها -

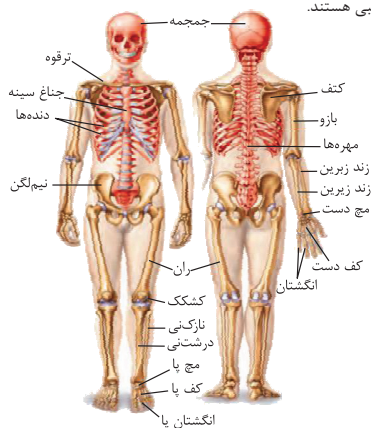
- استخوان ها علاوه بر حفاظت و پشتیبانی اندام ها، اعمال دیگری هم انجام می دهند؛ مثلاً استخوان های کوچک گوش در شنیدن دقیق مؤثرند. هم چنین استخوان ها به کمک ماهیچه ها موجب حرکت بدن می شوند. سایر اعمال استخوان ها در جدول زیر خلاصه شده است.

وظیفه	توضیح	توسط کدام استخوان
پشتیبانی	استخوان ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می کنند تا اندام ها روی آن ها مستقر شوند.	همه استخوان ها
حرکت	اتصال ماهیچه های اسکلتی به استخوان ها و انقباض آن ها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می شود.	بیشتر اسکلت جانبی و کمی هم اسکلت محوری
حفاظت اندام های درونی	اسکلت استخوانی، بخش های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش ها را حفاظت می کند.	اسکلت محوری
تولید یاخته های خونی	بسیاری از استخوان ها مغز قرمز دارند که یاخته های خونی را تولید می کند.	بسیاری از استخوان ها
ذخیره مواد معدنی	استخوان ها محل ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم اند.	همه استخوان ها
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان های کوچک گوش میانی (چکشی، سندان و رکابی) در شنیدن و استخوان های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.	اسکلت محوری

- استخوان های جمجمه از مغز، بیشتر مهره ها از نخاع و استخوان های قفسه سینه (جناغ و دنده ها) از شش و قلب حفاظت می کنند.

بررسی شکل اسکلت انسان -

- استخوان های جمجمه، ستون مهره، جناغ و دنده ها جزء اسکلت محوری و سایر استخوان ها جزء اسکلت جانبی هستند.
- کف، بازو، ران و استخوان های ساعد به هیچ یک از استخوان های اسکلت محوری مفصل نمی دهند.
- استخوان بازو از بالا به کف و از پایین با استخوان ها ساعد، مفصل متحرک تشکیل می دهد.
- همه دنده ها از پشت به ستون مهره متصل هستند ولی بیشتر دنده ها از جلو به جناغ متصل می شوند.
- دنده های ۱۱ و ۱۲ در هر سمت بدن به جناغ متصل نیستند.
- جناغ دارای ۳ بخش غیرهم اندازه است.
- ترقوه در بالای دنده ها قرار دارد و از یک سمت با جناغ و از سمت دیگر با کف مفصل دارد.
- در هر سمت بدن ۱۲ دنده وجود دارد که تقریباً از بالا به پایین اندازه آن ها زیاد می شود.
- ۷ دنده اول، با یک غضروف مستقل به جناغ متصل اند؛ ولی سایر دنده ها (به جز ۱۱ و ۱۲) با غضروف مشترک ۱.
- کف با بازو و ترقوه مفصل می شود.
- زند زیرین و زیرین در تشکیل مفصل آرنج و مچ نقش دارند و با یکدیگر نیز دارای مفصل می باشند.
- زند زیرین، در امتداد انگشت کوچک و سمت داخل ساعد قرار دارد.
- زند زیرین، در امتداد انگشت شست و سمت خارج ساعد قرار دارد.
- استخوان های کف دست با انگشتان و مچ مفصل هستند.
- در ستون مهره ها هر قنجر به سمت انتهای ستون مهره می روی، مهره ها قطورتر می شوند.
- نیم لگن ها از پشت با استخوان خاجی (یکی از مهره های ستون مهره) مفصل می شوند و از جلو دارای مفصلی غضروف دار با یکدیگر و هم چنین هر نیم لگن با استخوان ران نیز مفصل می دهد.
- مفصل زانو بین استخوان های ران و درشتنی است. دقت کنید که استخوان های کشکک و نازک نی، مفصل تشکیل نمی دهند.
- استخوان های نازک و درشتنی در تشکیل مفصل مچ پا نقش دارند و با یکدیگر نیز مفصل اند.
- نازک نی ها نسبت به درشتنی ها در فاصله کمتری نسبت به هم قرار دارند.
- درشتنی در سمت داخل پا، قوزک داخلی پا را می سازد.



- کف پا دارای ۵ استخوان در امتداد انگشتان است.
- نازک‌نی در سمت خارج پا، قوزک خارجی پا را می‌سازد.

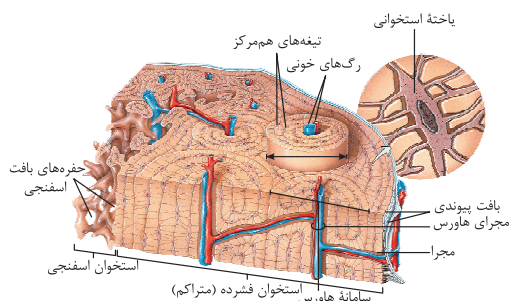
انواع استخوان -

انواع استخوان براساس شکل			
کوتاه	دراز	پهن	نامنظم
استخوان‌های مج دست	بازو، زرد زیرین و زیرین، ران، ترقوه، درشت‌نی و نازک‌نی	کتف، جمجمه، جناغ، دنده‌ها	ستون مهره
			
			استخوان مهره

ساختار استخوان

- هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده است. میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف متفاوت است. به جدول مقایسه‌ای این دو نوع بافت دقت کنید:

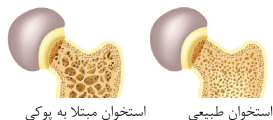
بافت استخوانی فشرده	بافت استخوانی اسفنجی
در همه انواع استخوان‌ها وجود دارد.	✓
نسبت به بافت استخوانی دیگر، خارجی‌تر است.	×
در تماس با بافت پیوندی احاطه‌کننده تنه استخوان است.	×
در تماس با غضروف سر استخوان است.	×
از تیغه‌های استخوانی هم‌مرکز تشکیل شده است.	×
از میله‌ها و صفحات استخوانی تشکیل شده است.	×
یاخته استخوانی خارج از سامانه هاورس دارد.	✓ (بعضی از یاخته‌ها)
یاخته‌هایی با توانایی تولید یاخته‌های خونی در آن دیده می‌شود.	×
یاخته‌هایی با زوائد سیتوپلاسمی دارد.	✓
در ساختار خود حفرات متعدد دارد.	×
مجاری متعدد موازی دارد.	✓
در پوکی استخوان بیشتر آسیب می‌بیند.	×



- سطح خارجی تنه استخوان دراز توسط بافت پیوندی پوشانده می‌شود.
- بافت پیوندی خارجی، شامل دو لایه یاخته‌ای است و لایه داخلی آن به بافت استخوانی فشرده متصل شده است. یاخته‌های داخلی بافت پیوندی خارجی استخوان، پهن و نزدیک به هم هستند.
- همه سطوح خارجی استخوان دراز به جز سطوح مفصلی توسط بافت پیوندی پوشیده می‌شود. در استخوان‌های دراز، سطح استخوان در محل مفصل‌های متحرک، توسط غضروف پوشیده می‌شود.
- رگ‌های خونی و اعصاب با عبور از پوشش پیوندی اطراف تنه استخوان وارد بافت استخوانی فشرده و سپس اسفنجی می‌شوند.
- همه یاخته‌ها و تیغه‌های استخوانی در بافت فشرده در سامانه هاورس استقرار ندارند و تعدادی خارج از سامانه‌های هاورس قرار دارند.
- مغز استخوان در دو نوع زرد و قرمز وجود دارد. مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند. مغز قرمز استخوان در بافت استخوانی در بافت اسفنجی دیده می‌شود. در کم‌خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.
- تنه یک استخوان دراز از بیرون به درون:
- ۲ لایه بافت پیوندی ← بافت استخوانی فشرده ← بافت استخوانی اسفنجی ← مجرای مرکزی استخوان (دارای مغز زرد)
- مجراهای درون استخوان به صورت عمودی (درون سامانه هاورس) و مورب قرار می‌گیرند که افقی‌ها ارتباط دهنده عمودی‌ها با هم هستند.

تشکیل و تخریب استخوان

تشکیل و تخریب استخوان در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزودن شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. با افزایش سن، یاخته‌های استخوانی کم‌کار می‌شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند. جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند.



استخوان مبتلا به پوکی

استخوان طبیعی

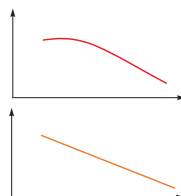


شکستگی (ترک)

- تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن باعث پوکی استخوان می‌شود. پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می‌یابد. در نتیجه استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند.
- در استخوان طبیعی حفره‌های ریزی به تعداد زیاد دیده می‌شود؛ در حالی که در استخوان مبتلا به پوکی، تعداد حفرات کم‌تر و قطر آن‌ها بیشتر است.
- کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها (کلسی‌تونین و پاراتیروئیدی) و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.
- استخوان‌های بدن به طور پیوسته دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند که نتیجه حرکت معمول بدن‌اند. شکستگی‌های دیگر می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند.
- در شکستگی‌های ناشی از ضربه یا برخورد، یاخته‌های نزدیک به محل شکستگی، یاخته‌های جدید استخوانی می‌سازند و پس از چند هفته آسیب بهبود پیدا می‌کند.
- در شکستگی‌های ناشی از ضربه در محل آسیب، التهاب رخ می‌دهد.

نکات فعالیت ۲

- به طور کلی تراکم توده استخوانی در زنان و مردان با هم تفاوت دارد.



نمودار مربوط به تراکم در زنان:

نمودار مربوط به تراکم در مردان:

میانگین تراکم استخوان		
سن	زن	مرد
۲۰	۰/۸۹۵	۰/۹۷۹
۳۰	۰/۸۸۶	۰/۹۳۶
۴۰	۰/۸۵۰	۰/۸۹۴
۵۰	۰/۷۹۷	۰/۸۵۱
۶۰	۰/۷۳۳	۰/۸۰۹
۷۰	۰/۶۶۷	۰/۷۶۶
۸۰	۰/۶۰۷	۰/۷۲۴

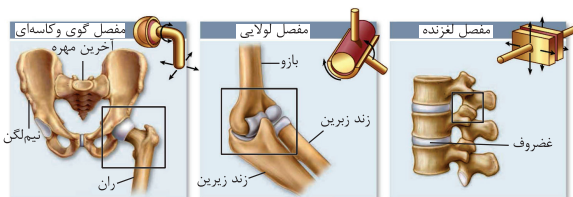
- مقدار حداکثر و حداقل، تراکم توده استخوانی در مردان بیشتر از زنان است.
- با افزایش سن، اختلاف تراکم توده استخوانی، در زنان و مردان افزایش می‌یابد.
- در مردان شدت تغییرات تراکم استخوان در سن ۲۰ تا ۵۰ سالگی بیشتر از زنان است، ولی از سن ۵۰ تا ۸۰ سالگی این تغییرات تراکمی در زنان بیشتر از مردان است.

مفصل

- مفصل محل اتصال استخوان‌ها با هم است و انواع آن را در جدول زیر می‌بینید:

	مفصل ثابت - عدم حرکت استخوان‌ها - مثال: مفصل ثابت بین استخوان‌های جمجمه - جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل‌های ثابت لبه‌های دندان‌دار آن‌ها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند. - دقت کنید در جمجمه علاوه بر مفصل ثابت، مفصل متحرک نیز دیده می‌شود.
	مفصل متحرک - در بیشتر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. - سر استخوان‌ها در محل مفصل‌های متحرک توسط بافت غضروفی پوشیده شده است. - نمونه مفصل متحرک مفصل‌های زانو، انگشتان و لگن است. - استخوان‌ها در محل این نمونه‌ها توسط یک کیسول از جنس بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده‌اند که پر از مایع مفصلی لغزنده است. مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف به استخوان‌ها امکان می‌دهد که سالیان زیادی در مجاور هم لیز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند. - دقت داشته باشید که در هر مفصل متحرک طبق متن کتاب درسی، کیسول مفصلی و مایع مفصلی وجود ندارد؛ چون گفته در محل این نمونه‌ها، این وضعیت وجود دارد. - ضخامت کیسول مفصلی از ضخامت پرده سازنده مایع مفصلی بیشتر است. - کیسول مفصلی با مایع مفصلی تماس ندارد. - سر استخوان‌ها در محل مفصل با مایع مفصلی به دلیل وجود غضروف مفصلی، تماس ندارند.

- علاوه بر کپسول مفصلی، رباطها و زردپی‌ها هم به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. رباط، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند.
- بخش صیقلی غضروف‌ها در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیب‌ها و بعضی بیماری‌ها تخریب می‌شود، ولی بدن دوباره آن را ترمیم می‌کند. اگر سرعت تخریب بیش از ترمیم باشد، می‌تواند باعث بیماری‌های مفصلی شود.
- نقرس نوعی بیماری مفصلی است که به دلیل رسوب بلورهای اوریک‌اسید در مفصل ایجاد می‌شود. این بیماری همراه با التهاب مفصل است.
- بعضی انواع مفصل‌های متحرک را در پایین مشاهده می‌کنید:
- الف) جهت حرکت:
- استخوان‌ها مفاصل گوی و کاسه و لغزنده در همه جهات، ولی لولایی فقط در دو جهت بالا و پایین حرکت می‌کنند.
- ب) دامنه حرکت:
- گوی و کاسه < لولایی < لغزنده.
- مفصل لغزنده بین استخوان‌های مهره، بین زوائد خارجی مهره‌ها است. اگر خیلی ریز شوید! می‌بینید که در مفصل لغزنده، سطح بالایی زائده خارجی یک مهره با سطح پایینی زائده خارجی یک مهره دیگر مفصل می‌دهد.



گفتار ۲: ماهیچه و حرکت

- بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می‌کنند.
- دقت کنید بعضی از حرکات بدن مانند بعضی حرکات لوله گوارش توسط ماهیچه‌های صاف انجام می‌شود و حتی می‌توان گفت بعضی از حرکات به دلیل استراحت ماهیچه اسکلتی است؛ مثلن حرکت استخوان‌های جناغ و دنده در زمان یازدم عادی به دلیل استراحت ماهیچه دیافراگم و بین‌دنده‌ای خارجی است!
- در بدن ۳ نوع بافت ماهیچه‌ای وجود دارد که در جدول زیر به آن اشاره کرده‌ایم:

انواع بافت ماهیچه‌ای		
ماهیچه اسکلتی (مخطط)	ماهیچه قلبی	ماهیچه صاف
ظاهری استوانه‌ای (رشته‌ای، غیردوگویی) دارند.	ظاهری دوگویی شکل (غیررشته‌ای) دارند.	بدون انشعاب (غیرمنشعب) هستند.
بدون انشعاب (غیرمنشعب) هستند.	منشعب هستند.	بدون انشعاب (غیرمنشعب) هستند.
—	ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچه اسکلتی و صاف را دارد.	—
چندهسته‌ای هستند؛ بنابراین در مردان در این یاخته‌ها بیش از یک فام‌تن Y وجود دارد.	بیشتر یاخته‌های ماهیچه قلبی یک هسته و برخی از آن‌ها دوهسته‌ای‌اند.	همه یاخته‌های ماهیچه صاف، یک هسته دارند.
شکل هسته (اندامک تعیین‌کننده شکل و اندازه یاخته، اندامک کنترل‌کننده فعالیت‌های یاخته) کشیده و غیرکروی است.		
هسته‌های آن‌ها کناری است؛ یعنی در مرکز یاخته قرار نداشته و در نزدیکی غشا است.	هسته(ها) در مرکز یاخته هستند.	هسته در مرکز یاخته است.
رشته‌های پروتئینی اک틴 (رشته‌های نازک) و میوزینی (رشته‌های ضخیم) دارند؛ بنابراین دارای پروتئین‌های انقباضی (رشته‌ای هستند) با قطر متفاوت هستند. در همه ماهیچه‌ها، رشته‌های میوزین مابین رشته‌های اک틴 قرار دارند.		
نحوه قرارگیری رشته‌های اک틴 و میوزین به صورتی است که نوارهای تیره و روشن تشکیل می‌شود؛ بنابراین این ماهیچه‌ها دارای خطوط تیره و روشن (مخطط) هستند.	نحوه قرارگیری رشته‌های اک틴 و میوزین منظم و متعدها قابل مشاهده است. رشته‌های اک틴 به خطوط Z متصل هستند؛ بنابراین در پی انقباض خطوط Z به هم نزدیک می‌شوند و سارکومر کوتاه می‌شود.	خطوط Z و سارکومر ندارند.
همه ماهیچه‌های بدن برای انقباض نیازمند یون کلسیم و ATP هستند. اختلال در میزان ترشح هورمون‌های پاراتیروئیدی و کلسی‌تونین سبب اختلال در میزان کلسیم بدن شده و در نتیجه در انقباض ماهیچه‌های اختلال ایجاد می‌شود.		

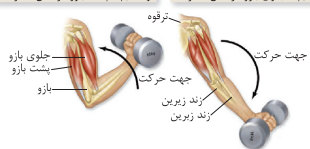


مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

زیست شناسی

انواع بافت ماهیچه‌ای		
ماهیچه اسکلتی (مخطط)	ماهیچه قلبی	ماهیچه صاف
دارای گیرنده‌های حس وضعیت هستند؛ در نتیجه اطلاعات دریافتی را به مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل (مخچه) ارسال می‌کنند.	از طریق صفحات بینایی (درهم‌رفته) یا یکدیگر ارتباط دارند؛ بنابراین پیام انقباض و استراحت به سرعت بین بافتهای ماهیچه قلب منتشر می‌شود و قلب در حالت انقباض و استراحت مانند یک توده باخته‌ای واحد عمل می‌کند.	—
هم به طور ارادی (آگاهانه) و هم به طور غیرارادی (ناآگاهانه) منقبض می‌شوند.	فقط به صورت غیرارادی (ناآگاهانه) منقبض می‌شوند.	
همواره تحت کنترل سیستم عصبی پیکری (نه خودمختار!) قرار دارند.	همانند کنترل اعمال غده‌های بدن تحت کنترل اعصاب خودمختار (نه پیکری!) قرار دارند.	
همواره برای انقباض الزام به تحریک از سوی نورون‌های حرکتی دستگاه عصبی نیاز دارند؛ بنابراین همواره در اثر تحریک نورون‌ها و در پی اتصال ناقل عصبی به گیرنده‌های غشای خود منقبض می‌شوند.	می‌توانند بدون تحریک دستگاه عصبی خودمختار یعنی مستقل از نورون و بدون دخالت ناقل عصبی و یا تحت تأثیر هورمون‌ها و برخی مواد شیمیایی تحریک شده و منقبض شوند. مثال: تحریک ماهیچه قلبی توسط بافت گرهی قلب و هورمون‌های ایپینفرین و نوراپینفرین. انقباض ماهیچه صاف دیواره رحم و مجاری خارج‌کننده شیر توسط هورمون اکسی‌توسین و اثر کربن دی‌اکسید خون بر میزان انقباض ماهیچه‌های صاف در سرخرگ‌های کوچک	
معمولاً از طریق زردپی به استخوان‌ها متصل‌اند؛ یعنی زردپی تشکیل می‌دهند و نیروی انقباض آن‌ها از طریق زردپی به استخوان‌ها منتقل شده و سبب حرکت استخوان می‌شوند. تذکر مهم: گروهی از ماهیچه‌های اسکلتی (حلق) ابتدای مری، بنداره خارجی مخرج و خارجی میزراه) به استخوان متصل نیستند.	به استخوان‌ها متصل نیستند؛ در نتیجه نیروی انقباضی آن‌ها به استخوان وارد نمی‌شود. غلاف پیوندی اطراف آن‌ها زردپی تشکیل نمی‌دهد.	
بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی به صورت جفت سبب حرکت اندام می‌شوند (مثل دوسر بازو و سهرس بازو). بسیاری از حرکات بدن توسط ماهیچه‌های اسکلتی انجام می‌شود.	برخی از حرکات بدن انسان، مانند حرکات لوله گوارش (کرمی و قطعه‌قطعه)، حرکت خون در رگ‌ها و ... به دنبال انقباض ماهیچه‌های صاف و قلبی رخ می‌دهد.	
در حلق و ابتدای مری در ایجاد حرکات کرمی نقش دارند.	هیچ‌گاه نمی‌توانند در ایجاد حرکات کرمی نقش داشته باشند.	در بخش عمده لوله گوارش و در میزانی‌ها سبب ایجاد حرکات کرمی می‌شود.
حرکت خون در سیاهرگ‌ها (به ویژه سیاهرگ‌های نواحی پایین‌تر از قلب) به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است (مثل تلمبه ماهیچه‌ای در ساق یا که با انقباض به حرکت خون کمک می‌کند).	انقباض ماهیچه قلب سبب حرکت خون در رگ‌ها می‌شود.	در دیواره سرخرگ‌ها فشار زیاد وارد شده از پمپاژ قلب، توسط ماهیچه صاف دیواره تحمل و هدایت می‌شود در نتیجه باعث پیوستگی حرکت خون در رگ‌ها می‌شود.
گروهی از بنداره‌های گوارشی (بنداره خارجی مخرج) و غیرگوارشی (خارجی میزراه) از نوع ماهیچه اسکلتی هستند.	در ساختار هیچ‌یک از بنداره‌های گوارشی و غیرگوارشی شرکت ندارند.	در ساختار گروهی از بنداره‌های گوارشی و غیرگوارشی (همه بنداره‌های مویرگی و داخلی میزراه) شرکت دارد.
بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی دارد در نتیجه در مقایسه با سایر انواع ماهیچه‌ها، نقش مؤثرتری بر میزان نمایه توده بدنی دارد.	در مقایسه با سایر انواع ماهیچه‌ها، نقش کم‌تری بر نمایه توده بدنی دارد.	—
همه ماهیچه‌های بدن انسان:		
● مولکول‌های گلوکز می‌توانند با واکنش سنتز آبدی به یکدیگر متصل شده و پلی‌ساکارید گلیکوژن را ایجاد کنند. در واقع هم می‌توانند از گلوکز، گلیکوژن بسازند و هم گلیکوژن را در وقت نیاز به گلوکز تجزیه کنند. پس هم آنزیم ساخت گلیکوژن را دارند و هم آنزیم تجزیه آن را! گلوکز به کمک انسولین وارد این باخته‌ها شده و به شکل گلیکوژن در آن‌ها ذخیره می‌شود. ● توانایی انقباض به صورت غیرارادی را دارند. ● دارای بخش تعیین‌کننده شکل و اندازه باخته (هسته) هستند. ● می‌توانند به روش‌های اکسایشی و در سطح پیش ماده (در فرایندهای قندکافت + چرخه کربس + استفاده از کراتین فسفات) مولکول تولید کنند. (فصل ۵ دوازدهم) ● در آن‌ها همانندسازی ندای حلقوی (درون راکیزه) = نوعی اندامک دوفشایی) و هم چنین رونویسی از ژن‌های موجود در دناى خطی و حلقوی انجام می‌گیرد. (فصل ۱ و ۲ دوازدهم) ● برای هورمون‌های رشد، انسولین و تیروئیدی دارای گیرنده هستند. (فصل ۳ یازدهم) ● برای انقباض نیازمند یون‌های کلسیم هستند.		

ماهیچه جلوی بازو در حال انقباض و ماهیچه پشت بازو در حال استراحت



بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند؛ زیرا ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض دارند. انقباض هر ماهیچه فقط می‌تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی‌تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند. این وظیفه بر عهده ماهیچه متقابل آن است؛ برای مثال، ماهیچه روی بازو می‌تواند ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد، ولی نمی‌تواند آن را به حالت قبل برگرداند و این حرکت توسط ماهیچه پشت بازو انجام می‌شود. بنابراین، هنگامی که یکی از جفت ماهیچه‌های متقابل در حالت انقباض است، ماهیچه دیگر در حال استراحت است.

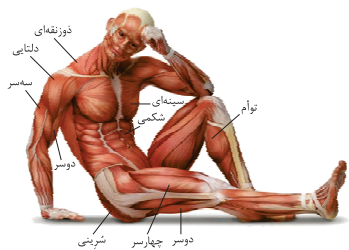
در زمان انقباض ماهیچه جلو بازو؛ مفصل آرنج بسته می‌شود + طول ماهیچه جلو بازو کم و حجم آن افزایش می‌یابد. در زمان انقباض ماهیچه پشت بازو؛ مفصل آرنج باز می‌شود + طول ماهیچه پشت بازو کم و حجم آن زیاد می‌شود. همه ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی‌شوند. مثلاً بنداره خارجی مخرج و میزراه! گرچه ماهیچه‌های اسکلتی تحت کنترل ارادی هستند، ولی بعضی از این ماهیچه‌ها به صورت غیرارادی هم منقبض می‌شوند. انقباض ماهیچه‌ها در اثر انعکاس نمونه‌ای از این انقباض‌هاست.

– اعمال ماهیچه‌های اسکلتی –

وظیفه	توضیح
حرکات ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
کنترل درجه‌های بدن	ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.
حفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.
ارتباطات	ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباط ایفای نقش می‌کنند.
حفظ دمای بدن	فعالیت‌های سوخت‌وساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

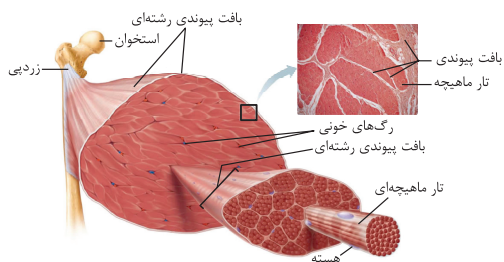
– بررسی شکل ۹. ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان –

- ماهیچه سینه‌ای، به استخوان‌های جناغ، ترقوه و دنده‌ها اتصال دارد.
- ماهیچه شکمی، به استخوان‌های جناغ و بعضی از دنده‌ها متصل است. این ماهیچه در بازدم عمیق با انقباض خود باعث خارج شدن حجم ذخیره بازدمی از دستگاه تنفس می‌شود.
- ماهیچه دوسر بازو از طریق زردپی‌هایی با استخوان‌های کتف و زند زیرین اتصال دارد.
- ماهیچه دوزنقه‌ای با استخوان ترقوه در ارتباط است.
- ماهیچه دلتایی، با استخوان بازو و ترقوه در تماس است.
- ماهیچه چهارسر ران با استخوان لگن، درشتنی و کشکک همراه است.
- استخوان سهر بازو از طریق زردپی‌هایی با استخوان‌های کتف، بازو و زند زیرین اتصال دارد.
- استخوان شرینی، با استخوان لگن و ران ارتباط دارد.
- استخوان توأم به پاشنه متصل است.
- ماهیچه دو سر ران، به استخوان لگن و نازک‌نی متصل است.
- ماهیچه دوزنقه‌ای با استخوان کتف و ستون مهره و جناغ ارتباط دارد.
- ماهیچه دلتایی به استخوان کتف متصل است.
- ماهیچه سینه‌ای با ماهیچه‌های شکمی مجاورت دارد.
- ماهیچه دلتایی با ماهیچه دوسر بازو مجاورت دارد.
- مشاهده ماهیچه‌ها از نمای جلو و عقب؛



سطح شکمی	سطح پشتی
سینه‌ای	سهر سر بازو
شکمی	شرینی
دوسر بازو	توأم
چهارسر ران	دوسر ران
دو ماهیچه دلتایی و دوزنقه‌ای در هر دو نمای شکمی و پشتی دیده می‌شوند.	

— ساختار ماهیچه اسکلتی —

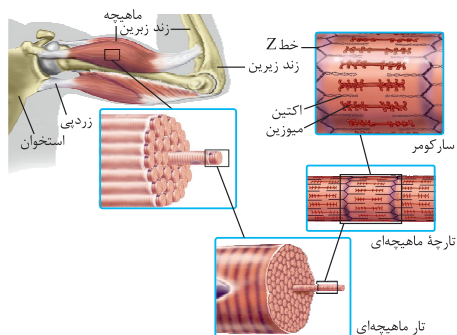


- یک ماهیچه اسکلتی از چندین دسته تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است.
- هر دسته تار ماهیچه‌ای از تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است.
- این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده است. این غلاف‌های پیوندی در انتها، به صورت طناب یا نواری محکم به نام زردپی درمی‌آیند.
- زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند. با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه‌جا می‌شود. مثلاً با کوتاه‌شدن حدود یک سانتی‌متر ماهیچه جلوی بازو، ساعد دست به اندازه زیادی حرکت می‌کند.
- در بین و درون دسته تارهای ماهیچه‌ای، رگ‌های خونی، لنفی و اعصاب مشاهده می‌شوند.
- در ۳ سطح، در هر ماهیچه اسکلتی، بافت پیوندی وجود دارد.

سطح	توضیح
اول	در اطراف هر کدام از تارها یا یاخته‌های ماهیچه‌های اسکلتی
دوم	در اطراف دسته تارهای ماهیچه اسکلتی
سوم	در اطراف کل ماهیچه اسکلتی قرار دارد که در نهایت در دو سمت ماهیچه، زردپی را ایجاد می‌کند.

یاخته (تار) ماهیچه اسکلتی

- هر یاخته از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می‌شود به همین علت چند هسته دارد.
- درون هر یاخته، تعداد زیادی رشته به نام تارچه ماهیچه‌ای وجود دارد.
- تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده‌اند.
- در ساختار سارکومر رشته‌های اکتین و میوزین وجود دارند.

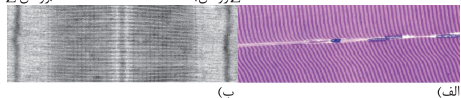


- درون هر یاخته، تعداد زیادی رشته به نام تارچه ماهیچه‌ای وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار گرفته‌اند.
- تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط می‌دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام خط Z دیده می‌شود.
- ظاهر مخطط این یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند.
- رشته‌های اکتین نازک و از یک طرف به خط Z متصل‌اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده‌اند. رشته‌های میوزین، ضخیم و بین رشته‌های اکتین جا گرفته‌اند. این رشته‌ها سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.
- به جدول مقایسه‌ای رشته‌های اکتین و میوزین خیلی دقت کنید:

رشته اکتین	رشته میوزین	
✓	×	از واحدهای کروی شکل ساخته شده است.
بیشتر	کم‌تر	فراوانی در سارکومر
ندارد	ندارد	تغییر طول در زمان انقباض
×	✓	در ساختار خود دارای دم و سر است.
×	✓	خاصیت آنزیمی دارد. (تجزیه ATP)
فقط از یک انتها	اتصال ندارد	اتصال به خط Z
×	×	موقعیت در سارکومر
✓	×	
		خط Z
		نوار روشن مجاور خط Z

رشته میوزین	رشته اکتین	نوار تیره	موقعیت در سارکومر
✓ (به طور کامل)	✓ (بخش کمی)	بخش روشن مرکز سارکومر	
✓ (دم میوزین)	✗	خط تیره مرکز سارکومر	
✓ (دم میوزین)	✗		

روشن Z تیره روشن Z



(ب)

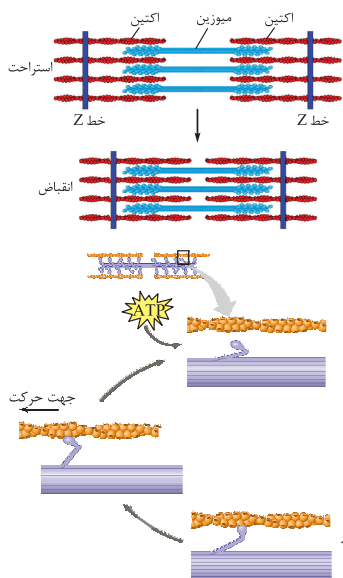
(الف)

● بخش‌های مختلف یک سارکومر:

(الف) بخش‌های تیره: خطوط Z + نوار تیره (شامل تمام طول میوزین و بخش کمی از طول اکتین) + خط وسط نوار تیره.

(ب) بخش‌های روشن: نوار روشن (شامل بخش زیادی از طول اکتین) + صفحه روشن وسط نوار تیره (فقط میوزین دارد).

مکانیسم انقباض ماهیچه



● با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایه ویژه‌ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی با اگرستوتوز به فضای سیناپسی وارد می‌شود.

● با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه‌ای، یک موج تحریری با باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود.

● با تحریک یاخته ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن به روش انتشار تسهیل شده، خارج می‌شوند و در نتیجه این عمل، سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند.

● با اتصال پروتئین‌های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن‌ها (یعنی میوزین‌ها)، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند. نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها و در کل کاهش طول ماهیچه می‌شود.

● وضعیت بخش‌های مختلف سارکومر در زمان انقباض:

(الف) نوار روشن: کاهش طول می‌دهد. (ب) نوار تیره: اندازه‌ای ثابت دارد. (ج) طول اکتین و میوزین: ثابت است. (د) فاصله دو اکتین مقابل هم: کاهش می‌یابد. (ه) میزان هم‌پوشانی اکتین و میوزین: افزایش می‌یابد.

● لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، باید پل‌های اتصال میوزین و اکتین دائمی تشکیل و با حرکتی مانند پارو زدن، خطوط Z به سمت هم کشیده شوند؛ سپس سرهای متصل جدا و به بخش جلوتر وصل شوند. این لیز خوردن، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین صدها مرتبه در ثانیه تکرار و در نتیجه ماهیچه اسکلتی منقبض می‌شود.

● زاویه‌بازی سر میوزین با دُمش!

(۱) افزایش زاویه ————— به دنبال اتصال ATP به سر میوزین و جدا شدن میوزین از اکتین

(۲) کاهش زاویه ————— بعد از اتصال سر میوزین به اکتین و در زمان انجام حرکت پارویی!

● توقف انقباض: با توقف پیام عصبی انقباض، یون‌های کلسیم به سرعت با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند.

تأمین انرژی انقباض

● بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید.

● برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند.

● ماهیچه علاوه بر گلوکز و اسیدهای چرب از کراتین فسفات نیز می‌تواند ATP تولید کند.

● در نبود اکسیژن کافی، تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوازی صورت می‌گیرد. ————— کاهش تولید ATP

● تولید لاکتیک اسید

● در ماهیچه‌ها گلیکوزن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می‌شود. در صورت وجود اکسیژن، تجزیه گلوکز می‌تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند.

● کراتین فسفات طبق واکنش زیر می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند: $CP + ADP \rightarrow C + ATP$ (کراتین)

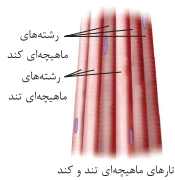
● انباشته شدن لاکتیک اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود. لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه می‌شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.



انواع یاخته‌های ماهیچه‌ای

● یاخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع یاخته‌های تند و کند تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی براساس سرعت انقباضی است. بسیاری از ماهیچه‌های بدن هر دو نوع یاخته را دارند.

ویژگی	تارماهیچه‌ای تند	تارماهیچه‌ای کند
رنگ	سفید	قرمز
میوگلوبین	کم	زیاد
شبکه مویرگی	کم	زیاد
سرعت انقباض (سرعت تجزیه ATP توسط میوزین)	زیاد	کم
توانایی ذخیره اکسیژن	کم	زیاد
تعداد در افراد مختلف	در افراد کم‌تحرك بیشتر است.	در افراد ورزشکار بیشتر است.
مقدار میتوکندری	کم	زیاد
تأمین انرژی	بیشتر بی‌هوازی	بیشتر هوازی
مقدار انرژی آزادشده از مواد غذایی	کم	زیاد
توانایی تولید لاکتیک‌اسید	دارد (زیاد)	دارد (کم)
نوع حرکات	سرعتی مثل دوی سرعت	استقامتی مثل شنا
سرعت آزادشدن یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی	زیاد	کم
میزان فعالیت انیدراز کربنیک در مویرگ‌ها	کم	زیاد
میزان استقامت	زود خسته می‌شوند.	دیر خسته می‌شوند.



تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

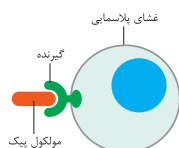
حرکت در جانوران

- جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگر حرکت کنند.
- شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن، پرواز کردن، دویدن و خزیدن، نمونه‌هایی از این حرکاتند.
- اساس حرکت در جانوران مشابه است؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند.
- برای انجام حرکت، جانوران نیازمند ساختارهای اسکلتی و ماهیچه‌ای هستند.
- ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می‌توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه آب‌بستایی، بیرونی و درونی طبقه‌بندی کرد.
- اسکلت آب‌بستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد مانند عروس دریایی! در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند. این حالت مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن است و باعث رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می‌شود.
- حشرات و سخت‌پوستان اسکلت بیرونی دارند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازه جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ‌بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین علت، اندازه این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.
- همه مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواع از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است، ولی در سایر مهره‌داران استخوانی است که غضروف نیز دارد. ساختار استخوان در این جانوران بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است.

فصل چهارم: گشایش ارتباط شیمیایی

- در پریاختگان، یاخته‌ها نمی‌توانند از یکدیگر مستقل باشند.
- دستگاه عصبی، یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن است، اما دستگاه عصبی با تک‌تک یاخته‌های بدن ارتباط ندارد.

پیک شیمیایی

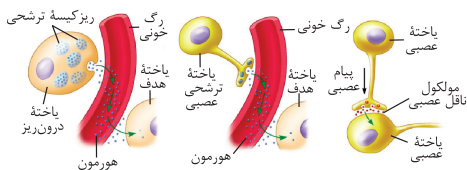


- مولکولی که پیامی را از یک یاخته به یاخته یا یاخته‌هایی انتقال می‌دهد.
- برقراری ارتباط بین یاخته‌هایی که نزدیک هم هستند و حداقل چند یاخته با هم فاصله دارند.
- انواع:
 - کوتاه‌برد: ناقل عصبی + هیستامین + اینترفرون نوع ۱
 - به جریان خون وارد می‌شوند و پیام را به فاصله‌ای دور منتقل می‌کنند.
 - دور‌برد: هورمون‌ها

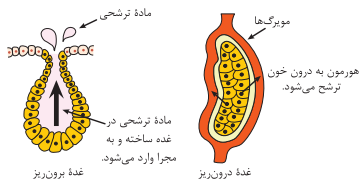
1. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند یاخته هدف نام دارد. این یاخته برای پیک گیرنده‌ای اختصاصی دارد.
2. مولکول پیک، تنها بر یاخته‌ای می‌تواند تأثیر بگذارد که گیرنده آن را داشته باشد و این یاخته، همان یاخته هدف است.
3. مولکول پیک از طریق اثر بر گیرنده اختصاصی خود در یاخته هدف در آن تغییر ایجاد می‌کند.
4. مولکول پیک شیمیایی ممکن است که پروتئینی یا غیرپروتئینی باشد. در صورت پروتئینی بودن، در ریبوزوم‌های روی شبکه آندوپلاسمی زیر تولید و با عبور از دستگاه گلژی و اگزوسیتوز از غشای یاخته سازنده خارج می‌شود.
5. گیرنده مولکول پیک شیمیایی، قطعه پروتئینی است. این مولکول می‌تواند هم‌زمان یک کانال دریچه‌دار هم باشد، مانند گیرنده ناقل عصبی!
6. شکل گیرنده پیک با شکل سه‌بعدی مولکول پیک، مکمل است.
7. همه پیک‌های شیمیایی بعد از ترشح ابتدا وارد مایع بین‌یاخته‌ای می‌شوند. همان‌طور که از زیست دهم می‌دانید، مایع بین‌یاخته‌ای، خون و لنف جزء محیط داخلی هستند؛ در نتیجه حتی پیک‌های کوتاه‌برد هم که وارد خون نمی‌شوند، باز هم وارد محیط داخلی بدن می‌شوند.
8. گاهی یاخته‌های عصبی پیک شیمیایی را به خون ترشح می‌کنند؛ در این صورت، این پیک یک هورمون به شمار می‌آید، نه یک ناقل عصبی.

- مقایسه ناقل عصبی و هورمون -

1. ناقل عصبی برای اثرگذاری بر یاخته هدف به درون آن وارد نمی‌شود، در حالی که هورمون‌ها می‌توانند به درون یاخته هدف وارد شوند.
2. هم ناقل عصبی و هم هورمون با اگزوسیتوز از یاخته سازنده خود خارج می‌شوند.
3. هورمون برای ورود به خون تحت تأثیر نیروی فشار اسمزی مویرگ قرار می‌گیرد و در زمان خروج از خون تحت تأثیر نیروی فشار تراوشی!
4. طبق شکل هورمون از زمان ترشح تا زمانی که به یاخته هدف می‌رسد، دوبار از دیواره رگ خون و مایع میان‌بافتی عبور می‌کند.
5. جدول مقایسه‌ای ناقل عصبی و هورمون ...



ناقل عصبی	هورمون	یاخته تولیدکننده
یاخته‌های عصبی و گیرنده‌های حسی	یاخته‌های درون ریز که می‌توانند پوششی و یا نورون باشند	اولین محلی که بعد از ترشح به آن وارد می‌شوند.
مایع میان‌بافتی موجود در فضای سیناپسی	مایع میان‌بافتی مجاور رگ خونی	میزان مسافت طی شده برای اثرگذاری بر یاخته هدف
کم	زیاد	یاخته هدف
یاخته پس‌سیناپسی که می‌تواند نورون، غده و یا ماهیچه باشد.	انواعی از یاخته‌ها مثل یاخته پوششی، عصبی و ماهیچه‌ای	تحت تأثیر قرار دادن یاخته‌های مجاور یاخته ترشح‌کننده
✓ (فقط دقت کنید که هورمون اول وارد خون می‌شود و بعد برای اثرگذاری بر یاخته از خون خارج می‌شود.)	✓ (می‌تواند)	محل گیرنده در یاخته هدف
فقط روی غشای یاخته هدف	روی غشا و یا درون یاخته هدف	جنس گیرنده
پروتئین	پروتئین	گیرنده آن نوعی کانال هم است.
✓ (قطعاً همین‌طور است.)	✓ (می‌تواند)	طول عمر
کم	زیاد	سرعت عمل
زیاد	کم	روش خروج از یاخته تولیدکننده
اگزوسیتوز		



- غده‌های بدن -

1. هورمون‌ها از یاخته‌های درون ریز ترشح می‌شوند. این یاخته‌ها ممکن است به صورت پراکنده در اندام‌ها دیده شوند و یا به صورت مجتمع باشند که در این صورت غده درون‌ریز نامیده می‌شوند.
2. ترشحات غده درون‌ریز به خون وارد می‌شود، اما غده برون‌ریز ترشحات خود را از طریق مجرایی به سطح یا حفرات درون بدن می‌ریزد.
3. یاخته‌های درون‌ریز در چه اندام‌هایی هستند و چه هورمون‌هایی ترشح می‌کنند؟

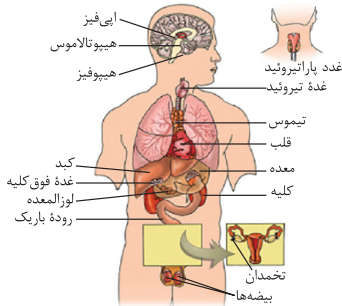
نام هورمون	اندام تولیدکننده	یاخته هدف	نقش
گاسترین	معده	یاخته‌های کناری و اصلی معده	افزایش ترشح پپسینوژن و HCL
سکرتین	دوازدهه	یاخته ترشح‌کننده بیکربنات در بخش برون‌ریز لوزالمعده	افزایش ترشح بیکربنات
ارتیروپوئین	کبد و کلیه	یاخته‌های بنیادی میلوئیدی مغز قرمز استخوان	افزایش سرعت تولید گلبول قرمز
HCG	برون‌شامه جنین (کورین)	جسم زرد	حفظ جسم زرد تا دوام ترشح پروژسترون از جسم زرد جلوگیری از قاعدگی و تخمک‌گذاری مجدد اساس تست‌های بارداری است.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



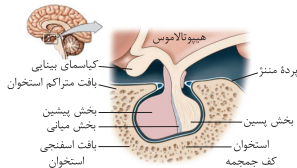
- دقت داشته باشید که در بدن یک فرد، هورمونی می‌تواند وجود داشته باشد که از یاخته‌های با ماده ژنتیکی متفاوت از سایر یاخته‌های بدن آن فرد ترشح شده باشد. مثلن در فصل ۷ یازدهم می‌خوانید که هورمون HCG از یاخته‌های کورین ترشح می‌شود. این یاخته‌ها از تقسیمات و تمایز یاخته تخم ایجاد شده‌اند که با سایر یاخته‌های بدن مادر از نظر ژنتیکی لزومن یکسان نیستند! هورمون HCG از طریق جفت وارد خون مادر می‌شود و اساس تست‌های بارداری است.
- مجموع یاخته‌ها و غدد درون‌ریز و هورمون‌های آن‌ها را دستگاه درون‌ریز می‌نامند. این دستگاه به همراه دستگاه عصبی، فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کنند و نسبت به محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهند.

– موقعیت قرارگیری غدد و یاخته‌های درون‌ریز در بدن –



- ۱ ایپیفیز، هیپوتالاموس و هیپوفیز غددی هستند که در ناحیه سر قرار دارند.
 - ۲ ایپیفیز بالاترین غده درون‌ریز بدن و هم‌چنین در مغز عقبی ترین غده درون‌ریز است.
 - ۳ ایپیفیز در عقب و زیر تالاموس قرار دارد.
 - ۴ هیپوتالاموس در زیر و جلوی تالاموس قرار دارد.
 - ۵ غده هیپوفیز جلویی ترین و پایین‌ترین غده درون‌ریز مغز است.
 - ۶ تیروئید و غده پاراتیروئید (۴ عدد) در ناحیه گردن قرار می‌گیرند. غده تیروئید در سطح شکمی ولی غده پاراتیروئید در سطح پشتی بدن قرار دارند.
 - ۷ در ناحیه قفسه سینه فقط غده تیموس قرار دارد.
 - ۸ در حفره شکمی هم غده درون‌ریز وجود دارد و هم یاخته‌های درون‌ریز پراکنده در بعضی از اندام‌های بدن. در این ناحیه غده فوق کلیه در هر دو سمت بدن و بالاتر از لوزالمعده قرار می‌گیرد. در ناحیه شکمی در اندام‌های کبد، روده باریک (بخش ابتدایی)، معده و کلیه یاخته‌های درون‌ریز پراکنده وجود دارد.
 - ۹ این یاخته‌ها در کبد و کلیه، هورمون اریثروپوئیتین ترشح می‌کنند و در معده هورمون گاسترین و در دوازدهه، هورمون سکرترین.
 - ۱۰ در زنان در حفره شکمی دو تخمدان وجود دارد.
 - ۱۱ در مردان غده جنسی که همان بیضه‌ها باشند در خارج از حفره شکمی قرار می‌گیرند.
- در مردان بیشترین تعداد غده درون‌ریز در ناحیه گردن (۵ غده) مشاهده می‌شود؛ ولی در زنان بیشترین تعداد غدد درون‌ریز در ناحیه گردن و حفره شکمی قرار دارد. لازم به ذکر است که در هر دو جنس کم‌ترین تعداد غده درون‌ریز در قفسه سینه است.

♦♦ گفتار ۲: غده‌های درون‌ریز ♦♦



– هیپوتالاموس –

- در زیر تالاموس‌ها و در موقعیتی جلوتر از ایپیفیز و بالاتر از هیپوفیز است.
- نقش‌ها: گرسنگی + تشنگی + تنظیم دمای بدن + تنظیم تعداد ضربان قلب و فشارخون (از طریق همکاری با بصل النخاع) + خواب + تنظیم اعمال گروهی از غدد درون‌ریز از طریق ترشح هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده + تنظیم آب بدن از طریق هورمون ضدادراری + تسهیل در زایمان و خروج شیر از غده شیری از طریق هورمون اکسی‌توسین.
- ساختار عصبی دارد و هورمون‌های ترشحاتی آن در جسم یاخته‌ای نورون‌هایش تولید می‌شود. این هورمون‌ها با اگزوسیتوز از پایانه آکسونی نورون خارج می‌شوند.
- هیپوتالاموس هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده را تولید و ترشح می‌کند. این هورمون‌ها از طریق رگ خونی به هیپوفیز پیشین می‌روند و باعث می‌شوند هورمون‌های بخش پیشین ترشح شوند یا این‌که ترشح آن‌ها متوقف شود؛ به همین دلیل، غده هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها بر عهده دارد.

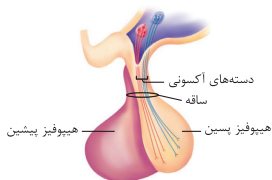
– هیپوفیز –

- غده هیپوفیز تقریباً به اندازه یک نخود است و با ساق‌های به هیپوتالاموس متصل است.
- این غده درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه جای دارد.
- غده هیپوفیز سه بخش پیشین، میانی و پسین دارد. عملکرد بخش میانی در انسان به خوبی شناخته نشده است.
- ساقه اتصالی هیپوتالاموس و هیپوفیز دو بخش دارد:
 - ▶ بخش عصبی که اجتماعی از آکسون‌های نورون‌هایی است که جسم یاخته‌ای آن‌ها در هیپوتالاموس است. این بخش ارتباط بین هیپوتالاموس و بخش پسین هیپوفیز را ممکن می‌سازد.
 - ▶ بخش خونی که از مویرگ‌های خونی تشکیل شده و ارتباط بین هیپوتالاموس و بخش پیشین هیپوفیز را برقرار می‌کند.

بخش پیشین هیپوفیز

بخش پیشین تحت تنظیم هیپوتالاموس، شش هورمون ترشح می‌کند.

نام هورمون	اثر
رشد	اثر بر صفحه رشد استخوان‌های دراز و رشد طولی آن‌ها و در نهایت افزایش قد
پرولاکتین	در هر دو جنس: ایمنی + حفظ تعادل آب فقط در زنان: تولید شیر توسط یاخته‌های شیرساز غدد پستانی فقط در مردان: تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل



نام هورمون	اثر
هورمون محرک تیروئید	تولید و ترشح هورمون‌های تیروئیدی
هورمون محرک فوق کلیه	اثر بر بخش قشری غده فوق کلیه برای تولید و ترشح کورتیزول و آلدوسترون از آن
FSH	در مردان: اثر بر یاخته‌ها سرتولی برای تمایز اسپرم در زنان: تحریک رشد و بزرگ شدن فولیکول
LH	در مردان: اثر بر یاخته‌های بینابینی برای ترشح تستوسترون در زنان: تخمک‌گذاری و تشکیل جسم زرد

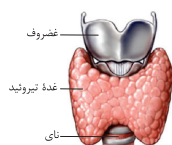
- هورمون رشد، یکی از هورمون‌های بخش پیشین است که با رشد طولی استخوان‌های دراز، اندازه قد را افزایش می‌دهد.
- در نزدیکی دو سر استخوان‌های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که صفحات رشد نام دارند. یاخته‌های غضروفی در این صفحات تحت تأثیر هورمون رشد تقسیم می‌توز انجام می‌دهند.
- با ایجاد یاخته‌های غضروفی جدید، یاخته‌های استخوانی جانشین یاخته‌های غضروفی قدیمی‌تری می‌شوند و به این ترتیب، استخوان رشد می‌کند. چند سال بعد از بلوغ، صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل می‌شوند. در این حالت، رشد استخوان متوقف می‌شود و می‌گویند «صفحات رشد بسته شده‌اند». تا زمانی که این صفحات بسته نشده‌اند، هورمون رشد می‌تواند قد را افزایش دهد.
- هنگام رشد طولی استخوان‌های دراز:
 - ضخامت صفحه رشد و فاصله آن تا سر استخوان ثابت می‌ماند.
 - میزان یاخته‌های استخوانی زیاد می‌شود.
 - توده و تراکم استخوان زیاد می‌شود.
 - فاصله دو صفحه رشد استخوان از یکدیگر بیشتر می‌شود.

بخش پسین هیپوفیز

- بخش پسین هیچ هورمونی نمی‌سازد. هورمون‌های ترشح‌شده از آن بخش پسین در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شوند. این هورمون‌ها که در جسم یاخته‌ای ساخته شده‌اند از طریق آسه‌ها به بخش پسین می‌رسند. هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین از این بخش ترشح می‌شوند.
 - هورمون ضدادراری:
 - زمانی ترشح می‌شود که غلظت مواد حل‌شده در خواب از حد مشخصی بیشتر باشد.
 - با اثر بر کلیه‌ها میزان بازجذب آب را افزایش می‌دهد → افزایش حجم خون و کاهش حجم ادرار
 - با اثر این هورمون بر گردیزه، غلظت مواد درون ادرار افزایش می‌یابد.
 - عدم ترشح آن منجر به بیماری دیابت بی‌مزه می‌شود. در این بیماری فرد احساس تشنگی می‌کند و ادرار رقیق دفع می‌کند.
 - هورمون اکسی‌توسین:
 - با اثر بر غدد شیری، باعث خروج شیر از این غدد می‌شود.
 - هنگام زایمان با اثر بر ماهیچه‌های صاف دیواره رحم آن‌ها را منقبض و فرایند زایمان را تسهیل می‌کند.
- و در نهایت یک جدول مقایسه‌ای از بخش‌های مختلف هیپوفیز ...

بخش پیشین	بخش میانی	بخش پسین	اندازه
بزرگ‌ترین	کوچک‌ترین	بین دو بخش دیگر!	ساختار عصبی دارد.
✓	×	×	توانایی تولید هورمون دارد.
×	—	✓	ترشح هورمون دارد.
✓	—	✓	نحوه ارتباط با هیپوتالاموس
از طریق رگ‌های خونی	—	ارتباط عصبی	هورمون محرک غدد دیگر ترشح می‌کند.
✓	×	×	فعالیت ترشحات آن تحت تأثیر هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده تغییر می‌کند.
×	×	×	فاصله کم‌تری از منجمه دارد.

— غده تیروئید —



- غده تیروئید شکلی شبیه به سپر دارد و در زیر حنجره و جلوی نای قرار دارد.
- هورمون‌هایی که از این غده ترشح می‌شوند، عبارت‌اند از: هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین.
- هورمون‌های تیروئیدی دو هورمون پیدار به نام‌های T_4 و T_3 هستند.
- هورمون‌های تیروئیدی میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می‌کنند.
- تجزیه گلوکز در همه یاخته‌های بدن رخ می‌دهد پس همگی، یاخته هدف هورمون‌های تیروئیدی هستند.

- هورمون‌های تیروئیدی در بدن باعث می‌شوند که:
 - ◀ تعداد ضربان قلب و برون‌ده قلبی افزایش پیدا کند.
 - ◀ با اثر بر دستگاه تنفس، حجم تنفسی در دقیقه را زیاد می‌کنند.
 - ◀ نیاز بدن به مصرف ویتامین را بالا می‌برند.
 - ◀ با اثرگذاری بر کبد باعث می‌شوند که ذخایز گلیکوژنی آن کاهش و گلوکز را به خون وارد کند که ساخته‌ها از آن برای تولید انرژی بهره ببرند.
 - ◀ واکنش‌های تنفس یاخته‌ای را افزایش می‌دهند؛ در نتیجه مصرف اکسیژن و تولید کربن دی‌اکسید را زیاد می‌کنند.
 - ◀ بر فعالیت آنزیم انیدراز کربنیک مؤثر هستند؛ چون در میزان تولید CO_2 توسط یاخته‌های بدن نقش دارند.
 - ◀ بر تعداد میتوکندری یاخته‌ها مؤثر هستند.
- در دوران جنینی و کودکی، T_4 برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم است؛ بنابراین، فقدان آن به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب‌ماندگی ذهنی و جسمی جنین می‌انجامد.
- اگر ید در غذا به مقدار کافی نباشد، آن‌گاه هورمون(های) تیروئیدی به اندازه کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غده هیپوفیز با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا بد بیشتر ی جذب کند. فعالیت بیشتر غده تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن گواتر می‌گویند.
- ید در غذاهای دریایی فراوان است. مقدار ید موجود در فراورده‌های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار ید خاک بستگی دارد.
- هورمون دیگر تیروئید، کلسی‌تونین است. زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است، این هورمون از برداشت کلسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند؛ یعنی این‌طوری: زیادبودن کلسیم خوناب → افزایش تولید و ترشح کلسی‌تونین → تأثیر کلسی‌تونین بر استخوان → جلوگیری از برداشت کلسیم از استخوان → بیشتر کاهش کلسیم خوناب
- دقت کنید که کلسی‌تونین اجازه کم شدن کلسیم استخوان را نمی‌دهد.

غده‌های پاراتیروئید

- غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت غده تیروئید قرار دارند. این غده، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می‌کند.
- غده پاراتیروئیدی سمت راست نسبت به همین غده در سمت چپ بدن فاصله کمتری از یکدیگر دارند
- هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون برای حفظ هم‌ایستایی کلسیم از ۲ روش وارد عمل می‌شود:
 - ◀ کلسیم را از ماده زمینه استخوان جدا و آزاد می‌کند.
 - ◀ بازجذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد.
- با اثر بر ویتامین D آن را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد؛ بنابراین کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود.
- دقت کنید که هورمون پاراتیروئیدی بر روی روده گیرنده ندارد و اثر خود را از طریق ویتامین D اعمال می‌کند.
- افزایش بیش از حد هورمون‌های پاراتیروئیدی باعث بیماری پوکی استخوان می‌شود.

– غده فوق کلیه –

- غده فوق کلیه روی کلیه‌ها قرار دارند و از دو بخش قشری و مرکزی مستقل از یکدیگر تشکیل شده‌اند.
- بخش مرکزی ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های اپینفرین و نوراپینفرین ترشح می‌کند. این هورمون‌ها ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب را افزایش می‌دهند و ناپذک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند. چنین تغییری بدن را برای پاسخ‌های کوتاه‌مدت آماده می‌کند.
- باز شدن ناپذک‌ها باعث افزایش حجم هوای مرده می‌شود.
- بخش قشری به تنش‌های طولانی‌مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح کورتیزول پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون گلوکز خوناب را افزایش می‌دهد. اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند.
- هورمون دیگر بخش قشری آلدوسترون است که بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد. به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می‌شود و در نتیجه فشار خون بالا می‌رود.
- جدول مقایسه‌ای هورمون آلدوسترون و ضدادراری:

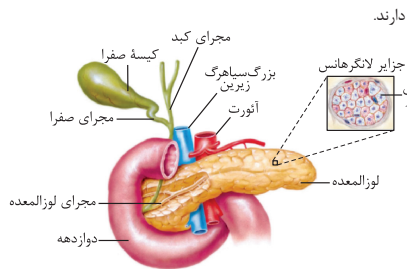
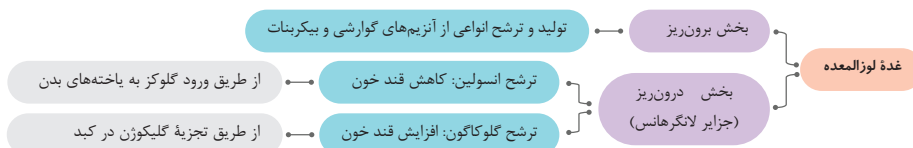
ضدادادراری	آلدوسترون	
هیپوناتلاموس	بخش قشری غده فوق کلیه	محل تولید
هیپوفیز پسین	بخش قشری غده فوق کلیه	محل ترشح
عصبی	پوششی	نوع یاخته تولیدکننده
افزایش بازجذب آب	بازجذب سدیم و به دنبال آن بازجذب آب	نقش
	لوله‌های پیچ‌خورده + هنله و جمع‌کننده ادرار* در کلیه‌ها	یاخته‌های هدف

ضداداراری	آلدوسترون	بیماری مرتبط
دیابت بی مزه	می تواند باعث فشارخون بالا و خیز شود.	
	افزایش فشارخون + خیز + کاهش حجم ادرار	اثرات افزایش بیش از حد
دفع حجم زیادی از ادرار رقیق + افزایش فشار اسمزی خون + بر هم خوردن توازن آب و یون ها در بدن	کاهش فشارخون + افزایش حجم ادرار + اختلال در تولید پیام های عصبی به دلیل کاهش یون سدیم بدن	اثرات کاهش بیش از حد

• طبق متن کتاب پایه دهم، بازجذب و ترشح در لوله های جمع کننده ادرار هم صورت می گیرد!

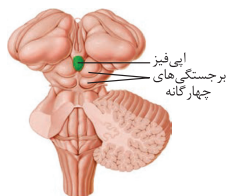
- بخش قشری هم چنین هورمون جنسی زنانه و مردانه را در هر دو جنس ترشح می کند.
- در مردان هورمون تستوسترون هم از غده فوق کلیه و هم از بیضه ها ترشح می شود ولی در زنان فقط از غده فوق کلیه.
- در زنان هورمون های استروژن و پروژسترون هم از تخمدان ها و هم از غده فوق کلیه ترشح می شود؛ ولی در مردان فقط از غده فوق کلیه.

– غده لوزالمعده –



- بخش درون ریز به صورت مجموعهای از یاخته ها در بین بخش برون ریز است که جزایر لانگرهانس نام دارند.
- هورمون گلوکاگون با اثر یاخته های کبد، باعث واکش آبکافت گلیکوژن می شود. گلوکزهای حاصل از این واکش از طریق مویرگ های ناپیوسته کبد به جریان خون در بدن وارد می شوند.
- هورمون انسولین با اثر بر یاخته های کبدی و ماهیچه ای، واکش سنتز ساخت گلیکوژن را افزایش می دهد و ذخایر قندی را در این دو بخش زیاد می کند.
- اگر یاخته ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می یابد؛ به همین علت گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار می شود. چنین وضعیتی به دیابت شیرین معروف است.
- در دیابت شیرین، یاخته ها مجبورند انرژی مورد نیاز خود را از چربی ها یا حتی پروتئین ها به دست آورند که به کاهش وزن می انجامد.
- بر اثر تجزیه چربی ها، محصولات اسیدی تولید می شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اگما و مرگ منجر خواهد شد.
- تجزیه پروتئین ها، مقاومت بدن را کاهش می دهد؛ بنابراین افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را بیش از پیش رعایت کنند و مراقب زخم ها و سوختگی های هر چند کوچک باشند.
- انواع دیابت در بدن،

دیابت شیرین نوع ۱	دیابت شیرین نوع ۲	دیابت بی مزه	دلیل بروز بیماری
از بین رفتن یاخته های ترشح کننده انسولین در اثر حمله گویچه های سفید	عدم پاسخ دهی گیرنده ها به هورمون انسولین	عدم ترشح هورمون ضداداراری	
x	x	✓	ادرار رقیق دفع می شود.
✓	✓	✓	حجم ادرار نسبت به فرد سالم، بیشتر است.
✓	✓	x	درون ادرار گلوکز مشاهده می شود.
کم تر از حالت طبیعی	حالت طبیعی (البته می تواند بیشتر هم شود)	حالت طبیعی	سطح انسولین خون
تزریق انسولین	ورزش کردن و رژیم غذایی مناسب	—	روش کنترل بیماری
✓	✓	✓	تحریک مرکز تشنگی در هیپوتالاموس
✓	✓	x	کاهش قدرت دفاعی بدن با تجزیه پروتئین ها
✓	✓	x	تولید محصولات اسیدی با تجزیه چربی ها
✓	✓	✓	بر هم زدن هم ایستایی آب و یون در بدن



غده ای فیز -

- از غده درون ریز مغز است که در بالای برجستگی های چهارگانه و پایین تر از تالاموس ها قرار دارد.
- ای فیز، هورمون ملاتونین ترشح می کند. مقدار ترشح این هورمون در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می رسد.
- عملکرد این هورمون (نه غده ای فیز) در انسان به خوبی معلوم نیست، اما به نظر می رسد در تنظیم ریتم های شبانه روزی ارتباط داشته باشد.
- میزان ترشح هورمون های ملاتونین، ضداداری، آکسی توسین، کلسی تونین، پاراتیروئیدی، انسولین و گلوکاگون توسط هورمون های آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموس تنظیم نمی شود.

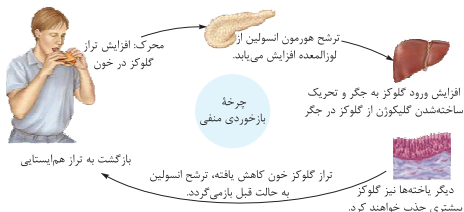
غده تیموس -

- هورمون تیموسین ترشح می کند که در تمایز لنفوسیت ها نقش دارد.
- غده تیموس درون قفسه سینه و جلوی قلب و پشت استخوان جناغ قرار دارد.
- تیموس همانند لوزه ها، طحال، آبندیس و مغز استخوان اندام های لنفی است و مانند گره های لنفی مراکز تولید لنفوسیت ها هستند.
- لنفوسیت های T در تیموس بالغ می شوند و به این ترتیب، توانایی شناسایی عامل بیگانه را به دست می آورند.
- تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد، اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می شود و اندازه آن تحلیل می رود.

گوناگونی پاسخ های یاخته ها به هورمون ها -

- ممکن است یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا این که چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند.
- براساس نوع هورمون و نوع یاخته هدف، پیام پیک به عملکرد خاصی تفسیر می شود.
- یک نوع هورمون، فقط روی یک نوع گیرنده خاص اثر می گذارد.
- یک نوع گیرنده فقط به یک نوع هورمون خاص متصل می شود.
- گیرنده یک هورمون می تواند روی انواعی از یاخته ها قرار داشته باشد؛ مثلن همه یاخته های بدن برای هورمون های تیروئیدی گیرنده دارند.
- یک یاخته می تواند تحت تأثیر هورمون های مختلف، فعالیت یکسان داشته باشد؛ مثلن یاخته های کبدی تحت تأثیر ایی نفرین و نورایی نفرین و گلوکاگون، میزان گلوکز خون را زیاد می کنند.

تنظیم بازخوردی ترشح هورمون ها -



- هورمون ها در مقادیر خیلی کم ترشح می شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را بر جای می گذارند؛ بنابراین، تغییر هرچند کم در مقدار ترشح هورمون ها اثرات قابل ملاحظه ای در پی خواهد داشت؛ به همین علت ترشح هورمون ها باید به دقت تنظیم شود.
- چرخه تنظیم بازخوردی روش رایجی در تنظیم ترشح هورمون هاست که به دو صورت منفی و مثبت دیده می شود.
- در تنظیم بازخوردی منفی، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می شود و بالعکس. بیشتر هورمون ها توسط بازخورد منفی تنظیم می شوند.
- تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است.
- در تنظیم بازخوردی مثبت، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می شود. عملکرد آکسی توسین توسط چرخه بازخوردی مثبت تنظیم می شود.

ارتباط شیمیایی در جانوران -

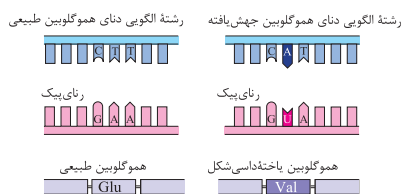
- در دنیای جانوران از ارتباط شیمیایی نه فقط برای ارتباط بین یاخته ها، بلکه برای ارتباط افراد با یکدیگر نیز استفاده می شود.
- فرومون ها موادی هستند که از یک فرد ترشح می شوند و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ های رفتاری ایجاد می کنند.
- زنبور از فرومون ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می کند.
- مارها از فرومون ها برای جفت یابی استفاده می کنند.
- گره ها از فرومون برای تعیین قلمرو خود استفاده می کنند.

پایه دوازدهم

فصل چهارم: گفتار به تغییر در ماده وراثتی جانداران

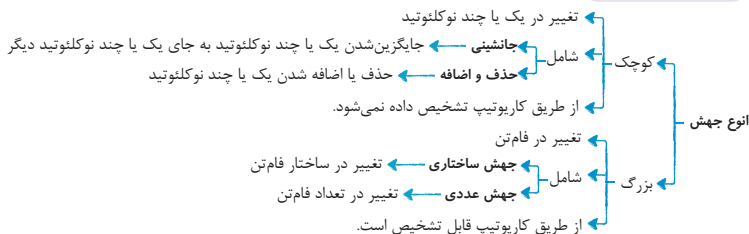
- پایداری اطلاعات در سامانه های زنده، یکی از ویژگی های ماده وراثتی است، اما در عین حال، ماده وراثتی به طور محدود تغییر پذیر است.
- تغییر پذیری ماده وراثتی ————— ایجاد گوناگونی ————— افزایش نوای بقای جمعیت در شرایط متغیر محیطی + زمینه تغییر گونه ها
- تغییر پذیری ماده وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. تغییر، ممکن است «مفید»، «مضر» یا «خنثی» باشد.
- جهش: تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی. این تغییر می تواند در تعداد، نوع و یا نحوه اتصال نوکلئوتیدها به هم باشد.

– کم خونی داسی شکل –



- نوعی بیماری ارثی با الگوی مستقل از جنس نهفته!
- نشان دهنده ارتباط بین ژن و پروتئین است.
- دلیل بیماری ← جهش جانشینی از نوع دگر معنا در ششمین رمزه زنجیره بتای هموگلوبین.
- مقایسه افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل و افراد سالم نشان می دهد که تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید افراد بیمار تغییر یافته است.
- در زنجیره بتای طبیعی، گلو تامیک اسید، ششمین آمینواسید است، ولی در زنجیره جهش یافته، والین به جای گلو تامیک اسید قرار می گیرد.
- ایجاد جهش در ژن سازنده زنجیره بتای هموگلوبین → تولید هموگلوبین غیر طبیعی → تغییر شکل گویچه های قرمز از گرد به داسی.
- در این بیماری به دلیل کاهش ظرفیت حمل اکسیژن در خون، گیرنده های حساس به کاهش اکسیژن در آنورت تحریک می شوند → ارسال پیام به مرکز تنفس در بصل النخاع → افزایش تعداد تنفس.
- در این بیماری میزان مرگ و میر گویچه های قرمز در کبد و طحال افزایش می یابد؛ در نتیجه فعالیت ماکروفاژ درون این دو اندام زیاد می شود.
- در این بیماری ترشح هورمون اریتروپوئیتین از یاخته های درون ریز کبد و کلیه به خون افزایش می یابد.
- انواع ژنوتیپ های موجود در جمعیت برای این بیماری: (۱) افراد سالم $Hb^A Hb^A$ و $Hb^A Hb^S$ (۲) افراد بیمار $Hb^S Hb^S$
- افراد دارای ژنوتیپ $Hb^A Hb^S$ نسبت به بیماری مالاریا مقاومت دارند؛ چون انگل مالاریا در این افراد نمی تواند باعث بیماری زایی شود.
- افراد دارای ژنوتیپ $Hb^A Hb^A$ در معرض خطر ابتلا به مالاریا هستند.
- افراد مبتلا به بیماری کم خونی داسی شکل، در سنین پایین معمولی می میرند.
- گویچه های قرمز افرادی با ژنوتیپ $Hb^A Hb^S$ (افراد ناقل) فقط زمانی داسی شکل می شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.

– انواع جهش –



جهش کوچک از نوع جانشینی

نوع	تعریف	اثر جهش بر دنا و رنا	اثر جهش بر پروتئین	شکل
خاموش	تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینواسید	در هر نوع جهش جانشینی، طول دنا و رنا ثابت می ماند، ولی توالی نوکلئوتیدی آن ها تغییر می کند.	عدم تغییر توالی آمینواسیدی پروتئین عدم تغییر طول پروتئین	A به جای G TACTTCAAACCAATT ATGAAGTTTGGTTAA U به جای C AUGAAGUUUGGUUA Met Lys Phe Gly پایان
دگر معنا	تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز یک آمینواسید دیگر		تغییر توالی آمینواسیدی پروتئین عدم تغییر طول پروتئین	T به جای C TACTTCAAATCGATT ATGAAGTTTAGCTAA A به جای G AUGAAGUUUAGCUAA Met Lys Phe Ser پایان
بی معنا	تبدیل رمز یک آمینواسید به رمز پایان ترجمه	در هر نوع جهش جانشینی، طول دنا و رنا ثابت می ماند، ولی توالی نوکلئوتیدی آن ها تغییر می کند.	عدم تولید پروتئین در اثر از بین رفتن کدون آغاز و یا کدون بعد از کدون آغاز! تولید پروتئینی با طول کم تر.	A به جای T TACTATCAAAACCGATT ATGTAGTTTGGCTAA U به جای A AUGUAGUUUGGUUA Met پایان
–	تبدیل رمز پایان ترجمه به رمز آمینواسید		افزایش طول پروتئین نسبت به حالت طبیعی	–



جهش کوچک از نوع حذف و اضافه

- انواع جهش‌های حذف و اضافه
- حذف و اضافه شدن نوکلئوتید با مضرری غیر از ۳
 - تغییر چارچوب
 - خواندن رخ می‌دهد.
 - در پلی‌پپتید حاصل از ترجمه رنای پیک ساخته شده از روی ژن جهش یافته، ممکن است یک یا چند آمینواسید اضافه و یا حذف شوند.
 - می‌تواند:
 - (۱) باعث ایجاد کدون پایان ترجمه زودتر از موعد بشود. ← کاهش طول پلی‌پپتید
 - (۲) باعث تبدیل کدون پایان ترجمه به کدون آمینواسید شود. ← افزایش طول پلی‌پپتید
 - (۳) نوع کدون‌ها از محل جهش به بعد، تغییر می‌کند. ← ممکن است نوع آمینواسیدها هم از آن‌جا به بعد تغییر کند.
 - حذف و اضافه شدن نوکلئوتید با مضرری از ۳
 - تغییر چارچوب
 - خواندن رخ نمی‌دهد.
 - در پلی‌پپتید حاصل از ترجمه رنای پیک مربوط به ژن جهش یافته، ممکن است یک یا چند آمینواسید اضافه و یا حذف شوند.
 - توالی نوکلئوتیدی دنا، رنا و توالی آمینواسیدی رشته پلی‌پپتید فقط در محل جهش تغییر می‌کند.
 - امکان ایجاد رشته پلی‌پپتید بلندتر و یا کوتاه‌تر از رشته پلی‌پپتید طبیعی وجود دارد.

جهش‌های بزرگ

شکل	نکات دیگر!	تأثیرات	تعریف	نوع جهش	
—	در بیماری نشانگان داون فام‌تن‌های شماره ۲۱ از هم جدا نمی‌شوند.	● کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن ● عدم تغییر طول فام‌تن‌ها	یک یا چند فام‌تن در مرحله آنافاز (میتوز و میوز) از هم جدا نمی‌شوند.	با هم ماندن فام‌تن‌ها	عددی
—	ایجاد این وضعیت در آزمایشگاه با تخریب رشته‌های دوک انجام می‌شود.	● ایجاد یاخته‌هایی با تعداد مجموعه فام‌تنی غیرطبیعی! ● عدم تغییر طول فام‌تن‌ها	با هم ماندن همه فام‌تن‌های یاخته با یکدیگر	پلی‌پلوئیدی شدن	
	● یاخته ممکن است بعضی از ژن‌ها را از دست بدهد! ● غالباً باعث مرگ یاخته می‌شود.	کاهش طول فام‌تن	حذف بخشی از فام‌تن	حذف	ساختاری
	در صورتی که قطعه جدا شده به همان فام‌تن متصل شود، یا به همان کروماتیدی است که از آن جدا شده است و یا به کروماتید خواهری!	● می‌تواند همراه با عدم تغییر طول فام‌تن باشد. ● می‌تواند منجر به تغییر طول دو فام‌تن غیرهمتا شود.	قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان فام‌تن منتقل می‌شود.	جابه‌جایی	
	● در یاخته و یا جاندار هاپلوئید (مثل زنبور عسل نر) رخ نمی‌دهد. در مردان نمی‌تواند بین فام‌تن‌های جنسی رخ بدهد.	● تغییر طول دو فام‌تن همتا (یکی افزایش و دیگری کاهش) ● در فام‌تن گیرنده از بعضی از ژن‌ها دو نسخه دیده می‌شود.	قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن همتا جابه‌جا شود.	مضاعف‌شدگی	



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

زیست شناسی

شکل	تکات دیگر!	تأثیرات	تعریف	نوع جهش
	- توسط کاربوتیپ به سختی تشخیص داده می‌شود. - معکوس شدن قسمتی از فام تن می‌تواند منجر به تغییر شکل آن و یا از بین رفتن بعضی از ژن‌ها شود.	عدم تغییر طول فام تن	جهت قرارگیری قسمتی از یک فام تن در جای خود معکوس می‌شود.	ساختمانی واژگونی

پیامدهای جهش

- تأثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی دارد، از جمله محل وقوع جهش در ژنوم.
- ژنوم به کل محتوای ماده وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی.
- ژنوم هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌ها و ژنوم سیتوپلاسمی دنا راکیزه و کلروپلاست است.
- ژنگان (ژنوم) هسته‌ای انسان شامل ۲۲ فام‌تن غیرجنسی و فام‌تن‌های جنسی X و Y است. دنا راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد.
- ژنوم سیتوپلاسمی هر فردی مشابه ژنوم سیتوپلاسمی مادرش است.
- جدول مقایسه‌ای پیامدهای جهش در بخش‌های مختلف ژنگان:

جهش در توالی ...	اثر بر مولکول دنا	اثر بر توالی محصول ژن	اثر بر مقدار محصول ژن
بیانه	✓	✓ (ممکن است.)	✓ (ممکن است.)
میان	✓	x	x
تنظیمی	✓	x	✓
بین ژنی	✓	x	x

- اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود، آن‌گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است، اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، به طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

علت جهش

- خطا در همانندسازی
- خطاهایی رخ می‌دهد که باعث جهش می‌شوند. عدم انجام فعالیت ویرایشی توسط دناپاراز منجر به ایجاد جهش می‌شود.
- عوامل فیزیکی
- پرتی فرابنفش موجود در نور خورشید که باعث تشکیل پیوند بین دو باز آلی تیمین مجاور هم می‌شود که به آن دوپار (دیمر) تیمین می‌گویند. دیمر تیمین باعث اختلال در فعالیت دناپاراز می‌شود.
- عوامل شیمیایی
- بنزوپیرن موجود در دود سیگار
- ترکیبات نیتريت دار مانند سدیم نیتريت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آن‌ها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارند.
- جهش ممکن است ارثی یا اکتسابی باشد.
- جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می‌رسد. این جهش در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. در این صورت همه یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش‌اند.
- جهش اکتسابی از محیط کسب می‌شود. مثلن سیگار کشیدن می‌تواند باعث ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس شود.
- سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند. ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت‌اند.
- غذاهای گیاهی که پاداکسنده و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند. در عین حال، شیوه فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌گذارد.
- در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود یا دودی‌شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد. هم‌چنین، ارتباط بعضی از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب‌شده یا سرخ‌شده مشخص شده است.

گفتار ۲: تغییر در جمعیت‌ها

- پادزیست‌ها (آنتی بیوتیک‌ها) یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری‌های بیماری‌زا هستند.
- نشان‌دهنده تغییر موجود زنده در گذر زمان است.
- مقاوم شدن باکتری‌ها
- چگونگی، مقاومت تعداد اندکی از باکتری‌ها به پادزیست
- افزایش پادزیست به محیط زندگی باکتری‌ها
- مرگ باکتری‌های غیرمقاوم
- نسبت به پادزیست‌ها
- بر اثر پادزیست
- تکثیر باکتری‌های مقاوم
- تغییر جمعیت باکتری‌ها از غیرمقاوم به مقاوم
- توضیح این فرایند با کمک انتخاب طبیعی
- حذف افراد ناسازگار (غیرمقاوم به پادزیست) و انتخاب افراد سازگار (مقاوم به پادزیست)



- تغییر در گذر زمان -

- نیازمند وجود تفاوت‌های فردی در بین افراد جمعیت
- چگونگی تغییر: تعیین صفات سازگارتر با محیط توسط شرایط محیطی (مثل صفت تحمل سرما در مناطق خیلی سرد) ← انتخاب افراد دارای صفت سازگارتر با محیط برای بقا و تولیدمثل (مثلن افرادی که تحمل در برابر سرما دارند) ← افزایش فراوانی افراد سازگارتر با محیط در نسل بعد به دلیل شانس بالاتر آن‌ها (مثلن افراد تحمل کننده سرما) برای تولیدمثل و انتقال صفت‌هایشان به نسل بعد ← تغییر جمعیت (افزایش افراد تحمل کننده سرما در جمعیت نسبت به جمعیت اولیه)
- محیط تعیین می‌کند که کدام صفت با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شود.
- انتخاب طبیعی جمعیت را تغییر می‌دهد نه فرد را!

- تعادل در جمعیت -

- قبل از کشف مفاهیم پایه ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت را براساس صفات ظاهری توصیف می‌کردند، مثل گوناگونی رنگ بدن در یک جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی.
- مجموع همه دگرهای موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژن آن جمعیت می‌نامند.
- اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگرها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر حفظ شود، آن‌گاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است.
- اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است. عوامل زیر باعث می‌شوند جمعیت از حال تعادل خارج شود.

- جهش -

- اگر جهش رخ دهد، آن‌گاه دگرهای جدیدی ایجاد می‌شوند که این یعنی تغییر در فراوانی دگرها.
- جهش، با افزودن دگرهای جدید، خزانه ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد.
- بسیاری از جهش‌ها تأثیری فوری بر رخ‌نمود ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند، اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگره جدید، سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند.

- رانش دگره‌ای -

- به فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگرهای بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، رانش دگره‌ای می‌گویند.
- رانش دگره‌ای گرچه فراوانی دگرها را تغییر می‌دهد، اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد.
- گاهی در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش‌سوزی و نظایر آن، تعداد آن‌هایی که می‌میرند ممکن است بیش از آن‌هایی باشد که زنده می‌مانند؛ بنابراین فقط بخشی از دگره‌های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی‌مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگره‌های بر جای مانده تشکیل خواهند شد. در این صورت نیز فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند، اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آن‌ها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.
- هر چه اندازه یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد؛ به همین علت، برای آن‌که جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته باشد. منظور از اندازه جمعیت، تعداد افراد آن است.

- شارش ژن -

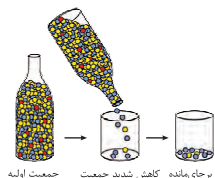
- وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند. ← شارش ژن
- اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.

- آمیزش غیرتصادفی -

- برای آن‌که جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن تصادفی باشند.
- آمیزش تصادفی، آمیزی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد.
- اگر آمیزش‌ها به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست. برای مثال، جانوران جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند.

- انتخاب طبیعی -

- انتخاب طبیعی فراوانی دگرها را در خزانه ژنی تغییر می‌دهد.
 - انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد. به این ترتیب، خزانه ژن نسل آینده دستخوش تغییر می‌شود.
- و در نهایت یک جمع بندی خوب!

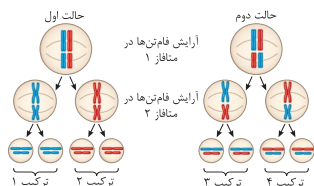


جمعیت اولیه → کاهش شدید جمعیت → جمعیت برجای‌مانده

عوامل مؤثر در از بین بردن تعادل دگره‌ای	مکانیسم	تأثیر بر گوناگونی دگره‌ای
جهش	افزودن دگره‌های جدید به خزانه ژن جمعیت	افزایش
رانش دگره‌ای	حذف تصادفی بخشی از دگره‌های موجود در جمعیت	می‌تواند کاهش دهد.
شارش ژن	انتقال تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد و تغییر فراوانی دگره‌ای در هر دو جمعیت	کاهش و افزایش در صورت دو سویه نبودن
آمیزش غیرتصادفی	شانس بالاتر بعضی صفات و ویژگی‌ها برای انتقال به نسل بعد	کاهش
انتخاب طبیعی	انتخاب افراد سازگارتر با محیط و کاهش فراوانی دیگر افراد	کاهش

حفظ گوناگونی در جمعیت‌ها -

- نتیجه انتخاب طبیعی، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است. با انتخاب شدن افراد سازگارتر - کاهش تفاوت‌های فردی و گوناگونی در جمعیت.
- گوناگونی میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد.
- بالابودن تنوع اللی - بالابودن تنوع ژن‌نمود - غنی‌شدن خزانه ژنی - افزایش گوناگونی - افزایش توان بقای جمعیت - افزایش توان بقای گونه.
- عواملی که در عین وجود انتخاب طبیعی، به حفظ گوناگونی در جمعیت منجر می‌شوند:

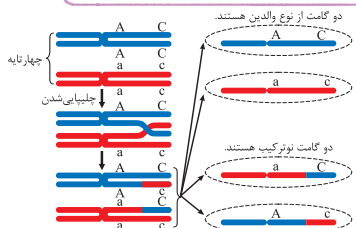


الف) گوناگونی دگرهای در گامت‌ها

- در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام‌تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند.
- این‌که هر گامت کدامیک از فام‌تن‌ها را منتقل می‌کند به آرایش چهارتاییه‌ها (تتراده‌ها) در میوز ۱ بستگی دارد.
- در متافاز کاستمان ۱، فام‌تن‌ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد.
- برای پیدا کردن تعداد آرایش‌های مختلف تتراده‌ها در مرحله متافاز میوز ۱ می‌تواند از فرمول 2^{n-1} استفاده کرد. در این فرمول، n برابر است با تعداد تتراده‌ها (با صفات ناخالص به شرط عدم پیوستگی). از طرفی برای به دست آوردن تعداد تتراد فقط کافیتس عدد فام‌تن‌های را بر ضریب n تقسیم کنیم. (مثلاً در آدم که $2n$ است، 46 تقسیم بر 2 می‌شود: 23)

ب) نوترکیبی

هدف	تولید گامت‌های نوترکیب
زمان وقوع	هنگام جفت‌شدن فام‌تن‌های هم‌تا و ایجاد چهارتاییه در میوز ۱ (پروفاز ۱)
نتیجه	اگر قطعات مبادله‌شده حاوی دگرهای متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگرها در فامینک‌های غیرخواهری به وجود می‌آید که به آن‌ها فامینک‌های نوترکیب می‌گویند.
اهمیت	از میان گامت‌ها، آن‌هایی که فامینک‌های نوترکیب را دریافت می‌کنند، گامت نوترکیب نامیده می‌شوند. چلیپایی شدن (کراسینگ‌اور) یکی از سازوکارهای ایجاد گوناگونی در افراد یک جمعیت می‌باشد.



- برای مؤثر بودن کراسینگ‌اور، یاخته باید حداقل دو ژن ناخالص داشته باشد و ال‌های این ژن‌ها باید روی یک کروموزوم مشترک قرار داشته باشند و طی کراسینگ‌اور جابه‌جایی بین ال‌های حداقل یکی از این دو ژن اتفاق بیفتد تا منجر به نوترکیبی گامت‌ها شود.

ج) اهمیت ناخالص‌ها

- بیماری مالاریا به وسیله نوعی انگل تک‌یاخته‌ای ایجاد می‌شود که بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذراند.
- وضعیت زن‌نمودهای مرتبط با کم‌خونی داسی‌شکل،

خالص	$Hb^S Hb^S$	این افراد مبتلا به بیماری هستند و گویچه‌های قرمز آن‌ها داسی‌شکل است و معمولاً در سنین پایین می‌میرند.
خالص	$Hb^A Hb^A$	این افراد سالم هستند و در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارند.
ناخالص	$Hb^A Hb^S$	گویچه‌های قرمز این افراد فقط هنگامی داسی‌شکل می‌شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد؛ پس نسبت به افراد $Hb^S Hb^S$ وضعیت بهتری دارند. دلیل در صورت آلودگی این افراد با انگل مالاریا، شکل گویچه‌های قرمز آن‌ها داسی‌شکل می‌شود و انگل می‌میرد. اهمیت در مناطق با شیوع بالای مالاریا، افراد $Hb^A Hb^S$ نسبت به افراد سالم ($Hb^A Hb^A$)، در ابتلا به این بیماری شانس بیشتری برای بقا و تولیدمثل دارند؛ چراکه به بیماری مالاریا مبتلا نمی‌شوند. این موضوع دلیل فراوانی بالای دگر Hb^S در این مناطق است. وجود دگر Hb^S در مناطق با شیوع بالای مالاریا، باعث بقای جمعیت می‌شود. حال آن‌که در سایر مناطق دگر مطلوبی نیست. این مثال به خوبی نشان می‌دهد که شرایط محیط، تعیین‌کننده صفتی است که حفظ می‌شود.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



فصل چهارم: گفتار ۳: تغییر در گونه‌ها

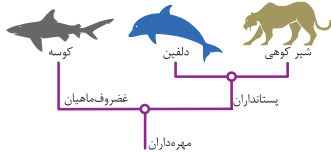
- بقایای یک جاندار یا آثاری از جاندارانی که در گذشته دور زندگی می‌کرده است.
- متشکل از { معمولی حای قسمت‌های سخت بدن جانداران (مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی) گاهی ممکن است یک کل جاندار سنگواره شده باشد. ← ماموت منجمدشده ← حشرات به دام افتاده در رزین‌های گیاهان
- سنگواره شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به مطالعه سنگواره‌ها می‌پردازد. ← دیرینه‌شناسی
- در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته‌اند.
- بررسی اطلاعات حاصل از بررسی { جاندارانی در گذشته زندگی می‌کرده‌اند، اما امروزه دیگر نیستند. ← مثل دایناسورها جاندارانی در گذشته نبوده‌اند، ولی امروزه هستند. ← مثل گل لاله و گریه سنگواره نشان می‌دهد که جاندارانی از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند. ← مثل درخت گیسو
- نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.
- در سنگواره ماموت‌های منجمدشده علاوه بر بخش‌های سخت بدن، قسمت‌های نرم هم مثل پوست و مو وجود دارد.
 - شواهد سنگواره‌ای نشان می‌دهند که درخت گیسو در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است.
 - دیرینه‌شناسان قادرند عمر یک سنگواره را تعیین کنند.
 - روش زیست‌فناوری در تشخیص ژن‌های جهش‌یافته در بیماران مستعد به سرطان، در مسائل پزشکی قانونی و تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد دنا فسیل‌ها نیز کاربرد دارد. (زیست دوازدهم، فصل ۷)



تشریح مقایسه‌ای

- در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود.
- تشریح مقایسه‌ای نشان می‌دهد که:
 - ۱ ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.
 - ۲ بعضی از گونه‌ها با هم خویشاوند هستند.
 - ۳ در بعضی از گونه‌ها ساختارهای وستیجیال وجود دارد.
- مقایسه چند ساختار مهم:

ساختارهای همتا	ساختارهای آنالوگ	ساختارهای وستیجیال
اندام‌هایی که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند.	ساختارهایی هستند که کار یکسان ولی ساختار متفاوت دارند.	ساختارهای ساده، کوچک یا ضعیف‌شده‌ای هستند که ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
نشان‌دهنده نیای مشترک بین جانداران هستند.	نشان‌دهنده سازش‌های مختلف در جانداران برای پاسخ به یک نیاز مشترک	نشان‌دهنده رابطه میان جاندار دارای اندام وستیجیال با سایر مهره‌داران
برای رد‌بندی جانداران و تشخیص نیای مشترک بین جانداران مختلف استفاده می‌شود.	—	برای نشان‌دادن ارتباط یک گونه با گونه‌های دیگر است.
دست انسان، بال پرند، باله دلفین و دست گربه اندام‌هایی همتا نسبت به هم هستند.	بال پروانه و بال پرند	بقایای پا در لگن مار



- همه جانداران واجد اندام همتا از یک گونه نیایی مشترک اشتقاق پیدا کرده‌اند، ولی لزومن در یک گروه قرار نمی‌گیرند! مثلاً در شکل مقابل دلفین با شیرکوهی خویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه؛ بنابراین دلفین و شیرکوهی در یک گروه قرار می‌گیرند.
- هر چه نیای مشترک دو جاندار در گذشته نزدیک‌تری زندگی کرده باشد، آن دو جاندار خویشاوندی بیشتری با یکدیگر دارند؛ یعنی ساختارهای همتای بیشتری دارند.
- ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفرماهی‌ها) که ساکن آب شور هستند، علاوه بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند. (زیست دوازدهم، فصل ۵)

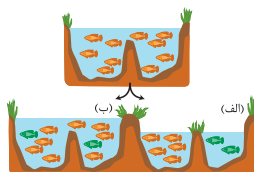
مطالعات مولکولی

- مقایسه گونه‌ها را می‌توان در تراز ژنگان هم انجام داد. در ژنگان‌شناسی مقایسه‌ای، ژنگان گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود.
- ژنگان‌شناسی مقایسه‌ای چه اطلاعاتی به ما می‌دهد؟
 - ۱ کدام ژن‌ها در بین گونه‌های مشترک‌اند؟ (توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند، توالی‌های حفظ‌شده می‌نامند).
 - ۲ کدام ژن‌ها ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند؟
 - ۳ تشخیص خویشاوندی گونه‌ها ← هر چه دنا دو جاندار شباهت بیشتری داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند.
 - ۴ تاریخچه تغییر گونه‌ها

– گونه‌زایی –

- تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدوده مشخصی کارآمدند. یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند.
- تعریف گونه از نظر ارنست مایر → گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیست و زایا به وجود آورند، ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند.
- زیست → به جاندارانی گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد.
- اصلاحات خیلی مهم! → آمیزش موفقیت‌آمیز → آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیست و زایا منجر شود.
- جدایی تولیدمثلی → منظور عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شود.
- سازوکارهای ایجادکننده گونه جدید → گونه‌زایی دگرمیخی که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد.
- گونه‌زایی هم‌میخی که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

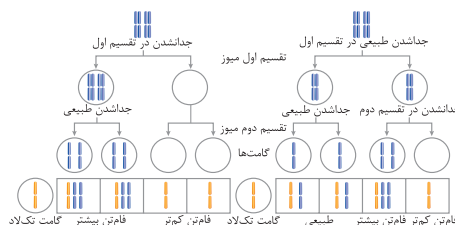
– گونه‌زایی دگرمیخی –



- گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین‌شناختی و وقوع سدهای جغرافیایی، یک جمعیت، به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود. مثلن در نتیجه پدیده کوه‌زایی، ممکن است در یک منطقه مثلن کوه، دره و یا دریاچه ایجاد شود و یک جمعیت را به دو قسمت تقسیم کند.
- این سدهای جغرافیایی، ارتباط دو قسمت را که قبلن به یک جمعیت تعلق داشتند قطع می‌کنند و بین آن‌ها دیگر شارش ژن صورت نمی‌گیرد.

- بر اثر وقوع پدیده‌هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی، به تدریج دو جمعیت پادشده با یکدیگر متفاوت می‌شوند. از آن‌جا که شارش ژن میان آن‌ها وجود ندارد، این تفاوت بیشتر و بیشتر می‌شود، تا جایی که حتی اگر این دو جمعیت کنار هم باشند، آمیزشی بین آن‌ها رخ نخواهد داد و بنابراین می‌توان آن‌ها را دو گونه مجزا به شمار آورد.
- اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آن وقت اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید.

– گونه‌زایی هم‌میخی –



- گاهی بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می‌شود. این نوع گونه‌زایی را گونه‌زایی هم‌میخی می‌نامند.
- در گونه‌زایی هم‌میخی، برخلاف گونه‌زایی دگرمیخی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.
- پیدایش گیاهان چندلادی (پلی‌پلویدی)، مثال خوبی از گونه‌زایی هم‌میخی است. چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیست و زایا هستند، اما نمی‌توانند در نتیجه آمیزش با افراد گونه نیایی خود، زاده‌های زیست و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌روند.
- گیاهان چندلادی بر اثر خطای میوزی ایجاد می‌شوند. می‌دانیم که جدانشدن فام‌تن‌ها در میوز به تشکیل گامت‌هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی منجر می‌شود و اگر این گامت‌ها با گامت طبیعی لقاح کنند، تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.
- مقایسه جدانشدن فام‌تن‌ها در آنافاز ۱ و ۲.

جدانشدن فام‌تن‌ها در آنافاز ۲	جدانشدن فام‌تن‌ها در آنافاز ۱	
نیمی از گامت‌های ایجادشده	همه گامت‌های ایجادشده	تعداد گامت‌های ایجادشده غیرطبیعی
بیشتر گامت‌ها دارای فام‌تن و برخی فاقد فام‌تن	نیمی از گامت‌ها بدون فام‌تن هستند.	وضعیت گامت‌ها از نظر وجودداشتن فام‌تن در آن‌ها
یکی از گامت‌ها دو برابر حالت طبیعی فام‌تن دارند.	نیمی از گامت‌های نسبت به گامت طبیعی دو برابر فام‌تن دارند.	وضعیت گامت‌ها از نظر تعداد فام‌تن
- نیمی از تخم‌ها طبیعی و نیمی دیگر غیرطبیعی ۲۵٪ تخم‌ها دارای فام‌تن بیشتر از حالت طبیعی ۲۵٪ تخم‌ها فام‌تن کمتر از حالت طبیعی ۵۰٪ تخم‌ها حالت طبیعی دارند.	- همه یاخته‌های تخم غیرطبیعی هستند. - نیمی از یاخته‌های تخم دارای فام‌تن بیشتر از حالت طبیعی و نیم دیگر فام‌تن کمتر از حالت طبیعی	وضعیت تخم‌های ایجادشده از لقاح گامت‌های ایجادشده با گامت طبیعی



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

زیست شناسی

گل مغربی -

- در اوایل دهه ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگو دووری که با گیاهان گل مغربی ($2n = 4$) کار می کرد، متوجه شد که یکی از گل های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه دارد. وی با بررسی فام تن های آن دریافت که این گیاه به جای ۱۴ فام تن، ۲۸ فام تن دارد و بنابراین چارلاد (تتراپلوئید) ($4n$) است.
- گامت هایی که گیاه چارلاد ایجاد می کند، دولا ($2n$) اند نه تک لاد (n).
- اگر گامت های این گیاه با گامت گیاهان طبیعی، که تک لادند، آمیزش کنند تخم های حاصل سه لاد (تریپلوئید) ($3n$) خواهند شد. گیاه سه لاد حاصل از نمو این تخم، نازاست.
- اگر گیاه چارلاد بتواند خودلقاحی انجام دهد، یا در نزدیکی آن گیاه چارلاد مشابه دیگری وجود داشته باشد، یاخته تخم $4n$ خواهد بود و گیاهی که از آن ایجاد می شود، قادر به میوز بوده؛ بنابراین زایاست. این گیاه، با جمعیت نیایی خود (که $2n$ بودند) نمی تواند آمیزش کند و بنابراین به گونه جدیدی تعلق دارد که افراد آن $4n$ هستند.
- انواع گل گیاه مغربی؛

گیاه نر	گیاه ماده	نوع تقسیم برای تولید گامت	تخم اصلی	تخم ضمیمه	گیاه حاصل زایا است.	گیاه حاصل زیستا است.
$2n$	$2n$	طبیعی	$2n$	$2n$	بله	بله
$2n$	$2n$	غیرطبیعی	$4n$	$6n$	بله	بله
$2n$	$4n$	طبیعی	$3n$	$5n$	خیر	بله
$4n$	$2n$	طبیعی	$2n$	$4n$	خیر	بله
$4n$	$4n$	طبیعی	$4n$	$6n$	بله	بله

فیزیک

پایه دهم

گرما (Q)

نوعی انرژی که از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین تر منتقل می شود. (یک: ژول (J))

- تغییر دما در اثر مبادله گرما -

$$\begin{array}{l}
 \text{گرما (J)} \quad \text{تغییرات دما (K یا } ^\circ\text{C)} \quad \text{گرما (J)} \\
 \uparrow \quad \quad \quad \uparrow \\
 Q = C \times \Delta \theta \quad \quad \quad Q = m c \times \Delta \theta \\
 \text{ظرفیت گرمایی (J/K)} \quad \quad \quad \text{جرم جسم (kg)}
 \end{array}$$

ظرفیت گرمایی (C)	گرمای ویژه (c)
مقدار گرمایی که جسم می گیرد تا دمای آن 1 K افزایش یابد.	مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم داده می شود تا بدون تغییر حالت دمای آن 1 K افزایش یابد.
به جنس و جرم بستگی دارد.	فقط به جنس بستگی دارد.
J / K	$\frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ یا $\frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

نکته

توان گرمایی؛

$$\begin{array}{l}
 \text{زمان (s)} \\
 \uparrow \\
 Q = P \times t \times Ra \\
 \downarrow \\
 \text{بازده (W)}
 \end{array}$$

تبادل گرمایی

دو جسم با دمای متفاوت، اگر در تماس با هم باشند، در نهایت هم دما می شوند. به این دمای نهایی یکسان، دمای تعادل می گوئیم.

$$\begin{array}{l}
 \text{جسم (۱) سرد با دمای اولیه } \theta_1 \\
 \text{جسم (۲) گرم با دمای اولیه } \theta_2 \\
 \text{گرما } Q_1 \text{ را از دست می دهد.} \quad \text{گرما } Q_2 \text{ را از دست می دهد.} \\
 Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 0
 \end{array}$$

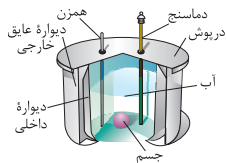


مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

فیزیک

گرماسنج

وسیله‌ای عایق‌بندی‌شده به شکل مقابل که در آزمایش‌های تعادل گرمایی و گرماسنجی استفاده می‌شود.



$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{جسم}} + Q_{\text{گرماسنج}} = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_1) + m_{\text{جسم}} c_{\text{جسم}} (\theta_e - \theta_2) + C(\theta_e - \theta_3) = 0$$

ظرفیت گرمایی گرماسنج

تغییر حالت‌های ماده

نام تغییر حالت	تبدیل فاز	گرم‌گیر یا گرم‌ده
ذوب	جامد به مایع	گرم‌گیر
انجماد	مایع به جامد	گرم‌ده
تبخیر	مایع به بخار	گرم‌گیر
میعان	بخار به مایع	گرم‌ده
تصعید	جامد به گاز	گرم‌گیر
چگالش	گاز به جامد	گرم‌ده

نکته

الف) تمام جامدات جز یخ: افزایش دمای ذوب و انجماد
 ب) یخ: کاهش دمای ذوب
 آب: کاهش دمای انجماد

نکته

در اکثر موارد پس از ذوب، حجم ماده افزایش می‌یابد.

تفاوت تغییر سطحی و جوشیدن

ویژگی	نوع تغییر
(۱) در هر دمایی به‌جز نقطه جوش رخ می‌دهد. (۲) فقط مولکول‌های سطحی مایع در آن مشارکت دارند.	تغییر سطحی
(۱) فقط در نقطه جوش رخ می‌دهد. (۲) تمامی مولکول‌های مایع در آن مشارکت دارند. (۳) حباب‌هایی از کف ظرف به بالا می‌آیند.	جوشیدن

توجه هنگام تبخیر سطحی دمای جسم کاهش می‌یابد.

عوامل مؤثر بر آهنگ تغییر سطحی

عوامل مؤثر	نحوه تغییر آهنگ تبخیر سطحی
(۱) افزایش مساحت سطح مایع (۲) افزایش دمای محیط	افزایش
(۱) افزایش فشار وارد بر سطح مایع (۲) افزایش میزان بخار مایع در محیط	کاهش

محاسبه گرمای لازم برای تغییر حالت

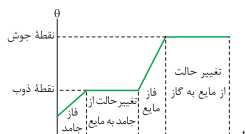
رابطه	نوع تغییر حالت ماده
$Q = -mL_V$	مایع به گاز
$Q = mL_V$	گاز به مایع
$Q = -mL_F$	مایع به جامد
$Q = mL_F$	جامد به مایع

در روابط جدول بالا، m ، جرم جسم بر حسب کیلوگرم است.



نکته

- ← گرمای نهان ذوب نام دارد.
- ← L_F (الف): یکا: J/kg
- ← به جنس جسم بستگی دارد.
- ← گرمای نهان تبخیر نام دارد.
- ← L_V (ب): یکا: J/kg
- ← به جنس و دمای مایع بستگی دارد (با افزایش دمای مایع L_F کم می‌شود).



– نمودار تغییرات دما بر حسب زمان –

هنگام تغییر حالت، دمای جسم ثابت می‌ماند.

انتقال گرما

(۱) در هر سه حالت ماده رخ می‌دهد. اما در گازها بسیار ناچیز است. (۲) شیوه انتقال: افزایش ارتعاشات اتم‌های گرما گرفته و گسترش ارتعاشات به اتم‌های مجاور (۳) در رساناها سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی، بیشتر از خود اتم‌هاست.	رسانش گرمایی
(۱) فقط در شاره رخ می‌دهد. (۲) شیوه انتقال: جابه‌جایی قسمتی از شاره که گرما گرفته، به قسمت‌های سردتر. (۳) دو نوع طبیعی و واداشته دارد: (الف) همرفت طبیعی: جابه‌جایی مایع به دلیل اختلاف چگالی است. (مثل انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن) (ب) جابه‌جایی مایع به وسیله تلمبه رخ می‌دهد. (مثل گردش خون و سیستم خنک‌کننده خودرو) (۴) در اثر جریان همرفت، در روز نسیم از دریا به ساحل و در شب، نسیم از ساحل به دریا است.	همرفت
(۱) در هر سه حالت ماده رخ می‌دهد. (۲) شیوه انتقال: گسیل امواج الکترومغناطیسی (هر جسمی در هر دمایی از خود موج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند). (۳) تابش گرمایی در دماهای زیر $500^\circ C$، به صورت فرو سرخ است. (۴) اجسام صاف و صیقلی و روشن تابش‌کننده‌های خوبی نیستند. (۵) اجسام ناصاف و مات و تیره تابش‌کننده‌های خوبی هستند. (۶) نمونه: کلم اسکانک و شکار توسط مار زنگی با تابش فرو سرخ	تابش گرمایی

نکته

- ← دو نوع تف‌سنج داریم: تف‌سنج تابشی
- ← تف‌سنج نوری (دماسنج معیار)

پایه دوازدهم

– تکانه (P) –

حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن:

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

جرم (kg) سرعت جسم (m/s)

تکانه (kg.m/s)

نکته

جهت (علامت) تکانه و سرعت، همواره یکسان است.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

فیزیک

تغییرات تکانه (با فرض ثابت بودن جرم) -

$$\Delta p = m \Delta v$$

$$\vec{F}_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \rightarrow \text{مدت زمان اثر نیرو}$$

برای بدست آوردن نیروی وارد بر جسم

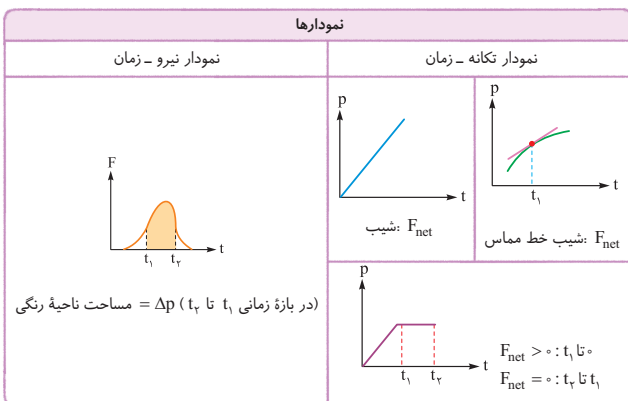
قانون دوم نیوتون به زبان تکانه:

توجه آهنگ تغییرات تکانه جسم، هم جهت و متناسب با نیروی وارده بر جسم است.

نکته

وضعیت تکانه و نیرو	وضعیت سرعت و شتاب	نوع حرکت جسم
هم جهت، $p.F_{\text{net}} > 0$	هم جهت، $av > 0$	تندشونده
خلاف جهت، $p.F_{\text{net}} < 0$	خلاف جهت، $av < 0$	کندشونده

نمودارها



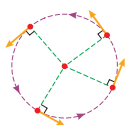
رابطه تکانه و انرژی جنبشی

$$K = \frac{p^2}{2m}, \quad K = \frac{1}{2}pv$$

نکته

رابطه تکانه و انرژی جنبشی به صورت نسبتی:

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_r}{K_1} = \left(\frac{p_r}{p_1}\right)^2 \times \left(\frac{m_1}{m_r}\right), \quad K = \frac{1}{2}pv \Rightarrow \frac{K_r}{K_1} = \frac{p_r}{p_1} \times \frac{v_r}{v_1}$$



۱- حرکت دایره‌ای یکنواخت -

حرکت دایره‌ای یکنواخت: حرکت جسمی که با تندی ثابت روی محیط دایره در حال حرکت است.

نکته

با توجه به شکل بالا، بردار سرعت در هر لحظه در حال تغییر است، پس شتاب حرکت برابر صفر نیست.

۲- دوره تناوب (T) -

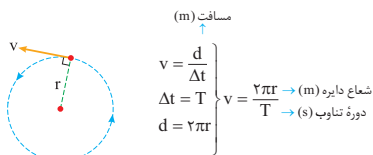
دوره تناوب: مدت زمانی که متحرک مسیر دایره‌ای را یک بار کامل طی می‌کند.

مدت زمان	تعداد چرخش‌ها
T	۱
t	n

$$\Rightarrow Tn = t \Rightarrow T = \frac{t}{n}$$



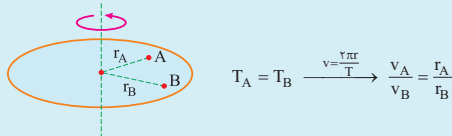
۳- اندازه سرعت در حرکت دایره‌ای -



توجه $T = \frac{2\pi r}{v}$

نکته

یک دیسک حول محور عبوری از مرکزش با آهنگ ثابت در حال چرخش است، پس:



۴- شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای ($\vec{a}_c$) -

حرکت دایره‌ای یکنواخت، حرکتی شتابدار به سمت مرکز دایره است.

$$a_c = \frac{v^2}{r} \xrightarrow{v = \frac{2\pi r}{T}} a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

نکته

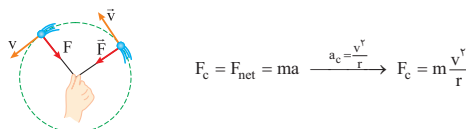
شتاب متحرک در هر لحظه بر مسیر حرکت و سرعت آن عمود است.

نکته

مقایسه شتاب مرکزگرا در دو حالت:

$$\frac{a_{c1}}{a_{c2}} = \frac{r_1}{r_2} \times \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$$

۵- نیروی مرکزگرا در حرکت دایره‌ای ($\vec{F}_c$) -



نکته

نیروی مرکزگرا در حالات خاص

جسم متصل به طناب در صفحه افقی	جسم متصل به فنر در صفحه افقی	حرکت خودرو در پیچ افقی	حرکت جسم درون دیواره استوانه
شکل		نیروهای اصطکاک ایستایی	
رابطه	$F = T = m \frac{v^2}{r}$	$F_c = kx = \frac{mv^2}{r}$	$f_s = F_c \Rightarrow f_s = m \frac{v^2}{r}$ $v_{\text{max}} = \sqrt{rg\mu_s}$
		$\mu_s F_N = mg$ $F_N = F_c$ $\mu_s F_c = mg \Rightarrow F_c = \frac{mg}{\mu_s}$	



مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

فیزیک

۶- نیروی گرانشی -

نیروی گرانشی میان دو جسم با حاصل ضرب جرم دو جسم نسبت مستقیم و با مربع فاصله آن‌ها نسبت وارون دارد.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

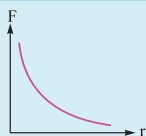
جرم دو ذره (kg) فاصله دو جسم از هم (m)

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

ثابت گرانش

نکته

نمودار اندازه نیروی گرانشی بر حسب فاصله آن‌ها از هم.



۷- حرکت گرانشی -

با توجه به نیروی گرانشی زمین و قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

«همان‌طور که می‌بینید شتاب گرانشی مستقل از جرم است.»

$$W = mg$$

جرم جسم (kg) جرم زمین (kg)

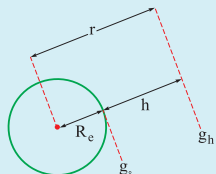
$$F_{\text{گرانشی}} = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

نیروی گرانشی وارد بر جسم در سطح زمین (N)

$$W = F_{\text{گرانشی}} \Rightarrow mg = G \frac{M_e m}{R_e^2} \Rightarrow g = G \frac{M_e}{R_e^2}$$

نکته

شتاب گرانشی زمین در فاصله h از سطح آن:



$$g_h = G \frac{M_e}{r^2} = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

$$g = G \frac{M_e}{R_e^2}$$

نکته

در مسائل ممکن است به جای جرم سیاره چگالی متوسط سیاره ($\bar{\rho}$) بیان شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} g = G \frac{M}{R^2} \\ \bar{\rho} = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \Rightarrow g = \frac{4}{3}\pi R G \bar{\rho} \end{array} \right.$$

چگالی متوسط سیاره شتاب گرانشی عددی

نکته

نسبت شتاب گرانش در محل‌های مختلف:

$$\frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2$$

شتاب گرانش در ارتفاع h شتاب گرانش در سطح زمین

نکته

نسبت شتاب گرانش در دو سیاره A و B:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{سیاره A: } M_A, R_A \\ \text{سیاره B: } M_B, R_B \end{array} \right. \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{M_A}{M_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A} \right)^2$$

شتاب گرانش جرم



۸- حرکت ماهواره

رابطه نسبتی	فرمول	کمیت
$\frac{F_c}{F_g} = \frac{m_r}{m_1} \times \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2$	$F = G \frac{M_e m}{r^2}$	نیروی مرکزگرا
$\frac{a_r}{a_1} = \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2$	$a = \frac{GM_e}{r^2}$	شتاب مرکزگرا
$\frac{v_r}{v_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_r}}$	$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$	تندی
$\frac{T_r}{T_1} = \sqrt{\left(\frac{r_r}{r_1}\right)^3}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_e}}$	دوره

شیمی

پایه دهم

محلول

- تعریف: مخلوطی همگن از دو یا چند ماده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.
- حالت فیزیکی محلول‌ها می‌تواند جامد (مانند آلیاژها)، مایع (مانند محلول ضد یخ) و یا گاز (مانند هوا) باشد.
- محلول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند:
- (۱) هوای پاکی که تنفس می‌کنیم، محلولی از گازهاست.
- (۲) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.
- (۳) ضد یخ، محلول اتیلن گلیکول در آب است؛ در کتاب درسی، این محلول با رنگ سبز نشان داده شده است.
- (۴) سرم فیزیولوژی، محلول رقیق نمک خوراکی (NaCl) در آب است.

اجزای محلول

- حل‌شونده: جزئی از محلول که شمار مول‌های (نه پر۴!) آن در محلول کم‌تر است.
- ممکن است در یک محلول مانند آب دریا بیش از یک نوع حل‌شونده وجود داشته باشد؛ یعنی محلول از دو جزء تشکیل شده است، نه دو ماده!
- حلال: جزئی از محلول که شمار مول‌های (نه پر۴!) آن بیشتر بوده و حل‌شونده را در خود حل می‌کند.

پس: حل‌شونده + حلال = محلول

- دقت کنید که اولین شرط حلال این است که حل‌شونده را در خود حل کند؛ بنابراین در محلول‌هایی که یکی از اجزای مایع و سایر اجزای جامد یا گاز هستند، مایع در نقش حلال می‌باشد. حتی اگر در شرایطی مقدار مول زیادی از یک نمک در مقدار مول کمی آب حل شده باشد، باز هم آب حلال است؛ زیرا نمک در آب حل شده است. (تغییر حالت فیزیکی نمک از جامد به محلول)

محلول غلیظ و محلول رقیق

- محلول غلیظ: محلولی است که مقدار حل‌شونده (ها) در واحد مشخصی از آن زیاد است (یا مقدار حلال در آن کم است).
- محلول رقیق: محلولی است که مقدار حل‌شونده (ها) در واحد مشخصی از آن کم است (یا مقدار حلال زیاد است).

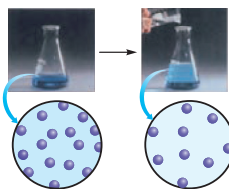
نکته

خواص محلول‌ها به (۱) خواص حلال، (۲) خواص حل‌شونده و (۳) مقدار آن‌ها (غلظت آن‌ها) بستگی دارد. بنابراین دانستن این‌که چه مقدار حل‌شونده در یک محلول وجود دارد، می‌تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

نکته

مقدار نمک‌های حل‌شده در آب دریاهای گوناگون با یکدیگر تفاوت دارد. هرچه مقدار نمک حل‌شده در آب یک دریا بیشتر باشد، چگالی آب آن دریا نیز بیشتر است: میزان نمک در ۱۰۰ گرم آب، دریای مرده < دریای سرخ < دریای مدیترانه < اقیانوس آرام

- در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای مرده (بحرالمت)، حدود ۲۷ گرم حل‌شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این‌رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌توان به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیاست که مقدار نمک‌های حل‌شده در آن بسیار زیاد است.





مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

شیمی

نظرات

تعریف: به مقدار ماده حل‌شونده موجود در مقدار معینی از حلال یا محلول، غلظت محلول می‌گویند.

چند نمونه از بیان انواع غلظت:

(۱) قسمت در میلیون (ppm)

(۲) درصد جرمی (a یا $W/W\%$)

(۳) غلظت مولی یا مولار (M یا C_M)

۱- قسمت در میلیون (ppm) -

تعریف: به جرم ماده حل‌شده در یک میلیون واحد (10^6) از جرم محلول را، قسمت در میلیون (ppm) می‌گویند.

نکات مهم

۱) ppm برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق استفاده می‌شود؛ مانند:

(۱) غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، (۲) غلظت یون‌ها در آب آشامیدنی، (۳) غلظت یون در آب دریا، (۴) غلظت یون‌های بدن جانداران (۵) غلظت یون‌ها در بافت‌های گیاهی و (۶) مقدار آلاینده‌های هوا.

۲) این کمیت نشان می‌دهد در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده وجود دارد.

۳) یکای صورت و مخرج در رابطه ppm باید یکسان باشد. مثلاً هر دو میلی‌گرم (mg)، گرم (g) یا هر دو کیلوگرم (kg) و ... باشد؛ بنابراین ppm یکا ندارد!

۴) رابطه اصلی برای محاسبه غلظت محلول‌ها بر حسب ppm:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

۵) در صورت و مخرج رابطه ppm، باید از یکای جرمی یکسانی استفاده شود.

فرمول‌های ppm

(۱)	$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$	(برای همه محلول‌ها)
(۲)	$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} \times 10^6$	(برای همه محلول‌ها)
(۳)	$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}} \times 10^6$	(برای محلول‌های بسیار رقیق)
(۴)	$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}} \times 10^6$	(برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است.)

اگر جرم محلول آبی مشخص باشد، از روابط (۱) و (۲) استفاده می‌کنیم ولی اگر حجم محلول آبی رقیق معلوم باشد، رابطه (۴) مناسب‌تر است؛ توجه داشته باشید که رابطه‌های (۱) و (۲) برای همه محلول‌ها ولی رابطه (۴) فقط برای محلول‌های آبی بسیار رقیق کاربرد دارد.

در بسیاری از سؤالات مربوط به بحث محلول‌ها، دو یا چند محلول با غلظت ppm مشخص با هم مخلوط شده و غلظت محلول حاصل از این فرایند از ما خواسته می‌شود. در چنین شرایطی، از روابط زیر استفاده کنیم:

$$\text{غلظت ppm محلول نهایی} = \frac{(\text{جرم محلول دوم} \times \text{غلظت ppm محلول دوم}) + (\text{جرم محلول اول} \times \text{غلظت ppm محلول اول})}{\text{جرم محلول دوم} + \text{جرم محلول اول}}$$

مثال

یک صافی تصفیه آب آشامیدنی، ظرفیت جذب حداکثر ۳ مول یون نیترات را از آب دارد. با استفاده از این صافی حداکثر می‌توان چند لیتر آب شهری دارای ۱۰۰ ppm

(سراسری تجربی، قارچ از کشور، ۹۴)

یون نیترات را به طور کامل تصفیه کرد؟ ($1 \text{ g.mL}^{-1} = 1 \text{ g.dL}^{-1}$ ، چگالی آب، $N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $O = 16$)

۴۰۰ (۴)

۸۰۰ (۳)

۸۶۰ (۲)

۱۸۶۰ (۱)

پاسخ گزینه (۱)

وقتی آقای طراح! می‌گوید ۱۰۰ ppm یون نیترات در آب شهری وجود دارد، یعنی در هر ۱۰۰ گرم از آب شهری ۱۰۰ گرم یون نیترات همی یافت شود!

به این ترتیب خواهیم داشت:

$$1860 \text{ L} = \frac{1 \text{ L آب شهری}}{1000 \text{ mL آب شهری}} \times \frac{1 \text{ mL آب شهری}}{1 \text{ g آب شهری}} \times \frac{1 \text{ g آب شهری}}{100 \text{ g آب شهری}} \times \frac{62 \text{ g NO}_3^-}{3 \text{ mol NO}_3^-} \times 3 \text{ mol NO}_3^-$$

۲- درصد جرمی (a یا $W/W\%$) -

تعریف: به جرم ماده حل‌شده در ۱۰۰ واحد جرم محلول، درصد جرمی می‌گویند.

رابطه اصلی محاسبه غلظت محلول‌ها بر حسب درصد جرمی (a یا $W/W\%$):

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

در مخرج این رابطه، باید جرم محلول را قرار دهیم. جرم محلول حاصل جمع جرم حلال و جرم حل‌شونده است؛ بنابراین می‌توان رابطه درصد جرمی را به صورت زیر نوشت:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حل‌شونده} + \text{جرم حلال}} \times 100$$



نکات مهم

- ۱ درصد جرمی یک محلول، در حقیقت نوعی درصد خلوص حل‌شونده مورد نظر در محلول است؛ مثلاً بر روی ظرف حاوی محلول شست‌وشوی دهان عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد» نوشته شده است؛ یعنی در هر ۱۰۰ گرم از این محلول، ۰/۹ گرم سدیم کلرید یا حل‌شونده وجود داشته و بقیه آب یا حلال (۹۹/۱ گرم) است.
- ۲ در واقع وقتی می‌گوییم محلول ۵٪ جرمی است، یعنی از هر ۱۰۰ گرم محلول، ۵ گرم حل‌شونده و (۱۰۰-۵) گرم حلال (مثلاً آب) داریم.
- ۳ در رابطه‌های قبلی که گفته شد، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد، مثلاً هر دو میلی‌گرم (mg)، گرم (g)، کیلوگرم (kg) یا ... باشد؛ از این‌رو درصد جرمی هم مشابه ppm یکا نخواهد داشت.

- غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای مثال:
 - سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵٪ جرمی استیک اسید (CH_3COOH) در آب است. محلول غلیظ نیتریک اسید (HNO_3) در صنعت با غلظت ۷۰٪ جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های رقیق‌تر تبدیل می‌شود.
- اگر دو یا چند محلول با جرم و درصد جرمی‌های متفاوت از یک حل‌شونده با هم مخلوط شوند، به کمک رابطه زیر می‌توان درصد جرمی محلول حاصل را محاسبه نمود:

$$\%W/W = \frac{(\text{درصد جرمی محلول دوم} \times \text{جرم محلول دوم}) + (\text{درصد جرمی محلول اول} \times \text{جرم محلول اول})}{\text{جرم محلول دوم} + \text{جرم محلول اول}}$$

- حواستان باشد که در این رابطه، یکای جرم همه محلول‌ها باید یکسان باشد!

– رابطه درصد جرمی و قسمت در میلیون –

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

$$\Rightarrow \frac{\text{ppm}}{\text{درصد جرمی}} = 10^4 \Rightarrow \text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

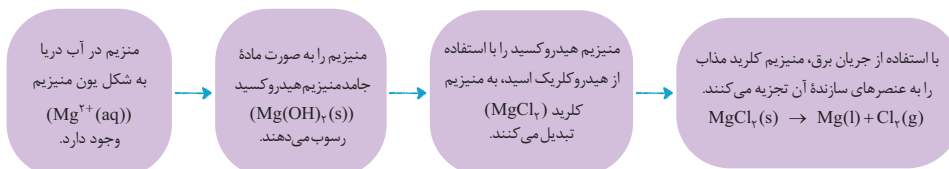
- حواستان باشد که در این رابطه، درصد جرمی بدون علامت درصد می‌باشد.

جداسازی و استخراج مواد از آب دریا

- ۱ مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی جدا کرد.
- ۲ تبلور یک روش فیزیکی جداسازی حل‌شونده جامد از حلال در محلول‌هاست که با سرد کردن آرام محلول غلیظ یا با تبخیر آهسته حلال، انجام می‌شود. در واقع جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند. برای مثال سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود و یا تولید نبات از محلول غلیظ آب و شکر به روش تبلور صورت می‌گیرد.
- ۳ سدیم کلرید یا نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی دارد:

- ← تهیه گاز کلر، فلز سدیم، سود سوزآور و گاز هیدروژن ← فراوان‌ترین کاربرد
- ← ذوب یخ موجود در جاده‌ها
- ← فراوری گوشت، تهیه کنسرو تن، تهیه خمیر کاغذ، پارچه، رنگ، پلاستیک و صنعت نفت
- ← کاربردهای سدیم کلرید
- ← تولید سدیم کربنات
- ← مصارف خانگی
- ← تغذیه جانوران

جداسازی و استخراج منیزیم به روش شیمیایی



- ۱ فلز منیزیم (Mg) برخلاف سدیم کلرید، به روش شیمیایی از آب دریا جدا می‌شود.
- ۲ برای تهیه فلز منیزیم (Mg)، جریان برق از منیزیم کلرید مذاب (حالت l) عبور داده شود نه محلول آن (حالت aq)!
- ۳ فلز منیزیم در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

۳- غلظت مولی (مولار) -

$$C_M = \frac{n}{V} \quad \text{یا} \quad C_M = \frac{m}{V \cdot M}$$

مول حل‌شونده
جرم حل‌شونده (g)
جرم مولی حل‌شونده (g.mol⁻¹)
حجم محلول (L)
حجم محلول (L)

- تعریف: تعداد مول‌های ماده حل‌شده در یک لیتر محلول را غلظت مولی می‌گویند.
- رابطه اصلی برای محاسبه غلظت محلول‌ها برحسب غلظت مولی یا مولار به صورت مقابل است:

نکات مهم

- هرچند غلظت بسیاری از محلول‌ها (در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه) با درصد جرمی بیان می‌شود ولی به دو دلیل استفاده از درصد جرمی در آزمایشگاه توصیه نمی‌شود:
- الف) تهیه محلول‌های مایع به ویژه در آزمایشگاه با درصد جرمی کار ساده‌ای نیست؛ زیرا در آزمایشگاه اندازه‌گیری حجم یک مایع آسان‌تر از جرم آن است.
- ب) از آن‌جا که شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می‌کنند و مبنای محاسبات کمی در شیمی مول است، کار با درصد جرمی در آزمایشگاه کاربرد زیادی ندارد.
- بنابراین بیان غلظتی از محلول پرکاربردتر است که با **مول‌های حل‌شونده و حجم محلول** ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی (مولار) می‌نامند.
- وقتی گفته می‌شود محلول a مولار؛ یعنی در یک لیتر محلول، a مول ماده حل‌شده و در ۱۰ لیتر محلول ۱۰a مول ماده حل‌شده و در ۱/۱ لیتر محلول ۰/۱a مول ماده حل‌شده وجود دارد.
- وقتی می‌گوییم محلول مولار، منظور محلولی است که غلظت مولی آن برابر ۱ mol.L⁻¹ یا یک مولار است.

- با افزودن حل‌شونده به محلول در حجم ثابت، غلظت محلول افزایش و با افزودن آب (حلال) به محلول، غلظت محلول کاهش می‌یابد.
- غلظت مولی یک محلول با مقدار حل‌شونده رابطه مستقیم و با حجم محلول رابطه عکس دارد.
- قند خون همان **گلوکز** با فرمول شیمیایی C₆H₁₂O₆ است. دستگاه اندازه‌گیری قند خون در پزشکی، گلوکومتر نام دارد؛ این دستگاه میلی‌گرم‌های گلوکز (۱ mg = ۱۰⁻³ g) را در دسی‌لیتر (۱ dL = ۰/۱ L = ۱۰۰ mL) نشان می‌دهد.
- برای محاسبه غلظت مولی گلوکز در خون یا همان قند خون می‌توان از رابطه مقابل استفاده کرد:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{عدد دستگاه گلوکومتر}}{۱۸۰۰۰}$$

استوکیومتری محلول‌ها

کافی است در حل مسائل استوکیومتری محلول‌ها به کمک کسر تناسب، به جای کسر مربوط به مول از (حجم × غلظت مولی) استفاده کنیم:

$$\frac{\text{حجم} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز در غیر STP}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز در STP}}{\text{ضریب} \times ۲۲/۴} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذرات}}{\text{ضریب} \times N_A}$$

نکات محاسباتی غلظت مولار!

۱- رقیق کردن و غلیظ کردن

- در آزمایشگاه برای تهیه محلول‌های رقیق می‌توان از رقیق کردن محلول‌های غلیظ استفاده کرد.
- با افزودن حلال یا آب به محلول:
 - حجم محلول افزایش می‌یابد.
 - غلظت مولی محلول کاهش می‌یابد.
 - تعداد مول‌های حل‌شونده بدون تغییر باقی می‌ماند.
- در مسائل مربوط به رقیق کردن یک محلول توسط آب خالص، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد (مقدار ماده حل‌شونده موجود در محلول ثابت می‌ماند):

$$M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}} = M_{\text{غلظ}} \times V_{\text{غلظ}}$$

$$M_{\text{رقیق}} \times (V_{\text{غلظ}} + V_{\text{آب}}) = M_{\text{غلظ}} \times V_{\text{غلظ}}$$
- هنگام استفاده از رابطه فوق دقت کنید که یکای حجم در دو طرف معادله باید یکسان باشد ولی مهم نیست که یکای آن میلی‌لیتر (mL)، لیتر (L) و یا ... باشد.
- اگر دو یا چند محلول با غلظت و حجم متفاوت از یک حل‌شونده با هم مخلوط شوند، به کمک رابطه زیر می‌توان غلظت محلول حاصل را محاسبه کرد:

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + M_3 V_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$
- هنگام استفاده از رابطه فوق دقت کنید که یکای حجم همه محلول‌ها باید یکسان باشد.

رابطه غلظت مولی با درصد جرمی (و ppm) و چگالی

$$C_M = \frac{10 \times a \times d}{M} \quad C_M = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times M}$$

ppm = a × ۱۰^۴
↑
C_M = ۱۰ × a × d / M
C_M = ppm × d / ۱۰۰۰ × M

d = چگالی (g.mL⁻¹) و M = جرم مولی (g.mol⁻¹)
درصد جرمی = a (در این رابطه، درصد جرمی را بدون مخرج ۱۰۰ باید جای‌گذاری کرد).
C_M = غلظت مولی (mol.L⁻¹)



مثال

اگر ۵۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی $1/01 \text{ g.mL}^{-1}$ با ۰/۰۷۶ گرم آهن (II) سولفات واکنش کامل دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید به تقریب، برابر چند ppm است؟ (فراوردهای واکنش، آهن (II) هیدروکسید و سدیم سولفات هستند.) ($\text{Fe} = 56, \text{S} = 32, \text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1}$)

(سراسری تهرانی ۱۳۹۲)

$$89/3 \text{ (۴)}$$

$$85/6 \text{ (۳)}$$

$$79/2 \text{ (۲)}$$

$$68/4 \text{ (۱)}$$

پاسخ گزینه (۲)

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



فقط! با توجه به رابطه ppm باید مقدار گرم حل شونده (مقدار NaOH حل شده) و مقدار گرم محلول (جرم محلول NaOH) را حساب کرد.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6$$

$$\text{جرم NaOH حل شده} = 0/076 \text{ g FeSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol FeSO}_4}{152 \text{ g FeSO}_4} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol FeSO}_4} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 0/04 \text{ g NaOH}$$

$$\text{NaOH محلول} = 500 \text{ mL} \times \frac{1/01 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 505 \text{ g} \Rightarrow \text{ppm} = \frac{0/04}{505} \times 10^6 = 79/2$$

به جور دیگه می توانیم ابتدا غلظت مولی محلول سدیم هیدروکسید را حساب کرده و بعد به کمک رابطه $\frac{10^6 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}}$ غلظت مولی «، درصد جرمی (a) و ppm محلول را حساب کنیم:

$$\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (L)} \times \text{غلظت مولی}}{\text{NaOH}} \Rightarrow \frac{0/076}{1 \times 152} = \frac{\text{غلظت مولی} \times 0/5}{2 \times 1} \Rightarrow \text{غلظت مولی NaOH} = \frac{2}{2000 \times 0/5} = 0/002 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10^6 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{ppm} = \frac{0/002 \times 10^6}{1/01} = 79/2$$

آیا نمک ها به یک اندازه در آب حل می شوند؟

۱ انحلال پذیری یا قابلیت انحلال مواد: بیشترین مقدار ماده ای که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال (نه محلول!) حل می شود و محلول سیر شده به وجود می آورد را انحلال پذیری می گویند.

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} = \text{یکای انحلال پذیری در آب}$$

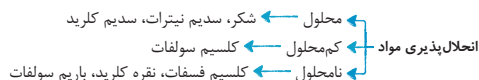
۲ در واقع به طور خلاصه می توان گفت که انحلال پذیری را می توان از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم حلال (g)}} \times 100$$

۳ محلول سیر شده محلولی است که نمی تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند؛ در تعریف انحلال پذیری، واژه «بیشترین» نشان دهنده رسیدن محلول به حالت سیر شده است. همچنین واژه «دمای معین» به این دلیل ذکر شده است که با تغییر دما، میزان انحلال پذیری مواد تغییر می کند و باید انحلال پذیری مواد در دمای معین اندازه گیری و گزارش شود.

۴ انحلال پذیری مواد در آب وابسته است به: الف) نوع ماده (قدرت نیروی جاذبه بین ذرات) ب) دما (تأثیر دما بر انحلال پذیری مواد یکسان نیست).

۵ نمودار زیر، انحلال پذیری برخی مواد را در آب و در دمای ۲۵ °C نشان می دهد:



۶ شیمی دان ها مواد حل شونده جامد را براساس انحلال پذیری در آب و در دمای اتاق به صورت زیر به سه دسته تقسیم می کنند:

(۱) مواد محلول: موادی هستند که انحلال پذیری آن ها بیشتر از ۱ g حل شونده در ۱۰۰ گرم آب در دمای اتاق است.

نکات مهم

۱ همه نمک های دارای یون آمونیوم (NH_4^+) در آب محلول هستند؛ مانند: آمونیوم کربنات، آمونیوم نیترات و ...

۲ همه نمک های دارای یون نیترات (NO_3^-) در آب محلول هستند؛ مانند: نقره نیترات، سدیم نیترات و ...

۳ همه نمک های دارای عناصر فلزی گروه اول ($\text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+$ و ...) در آب محلول هستند؛ مانند: سدیم کلرید، لیتیم سولفات، پتاسیم کربنات و ...

(۲) مواد کم محلول: موادی هستند که انحلال پذیری آن ها بین ۰/۰۱ تا ۱ g حل شونده در دمای اتاق در ۱۰۰ گرم آب است. تنها ماده کم محلول معرفی شده در کتاب درسی، کلسیم سولفات (CaSO_4) است که انحلال پذیری آن در دمای ۲۵ °C برابر ۰/۲۳ g در ۱۰۰ g آب است.

(۳) مواد نامحلول: موادی هستند که انحلال پذیری آن ها در دمای ۲۵ °C از ۰/۰۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب، کمتر است.



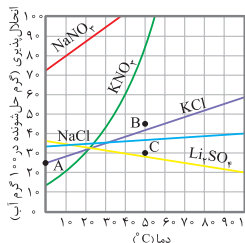
– مطالب حفظی کتاب درسی مربوط به انحلال پذیری –

- ۱) امراها نشان می دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. عوامل ایجاد سنگ کلیه:
 - (۱) زمینه ژن شناختی (۲) تغذیه نامناسب (۳) کم تحرکی (۴) مصرف بیش از حد نمک خوراکی (۵) کم نوشیدن آب (۶) مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات (۷) اختلالات هورمونی
- ۲) تشکیل سنگ کلیه به میزان انحلال نمکها در آب نیز بستگی دارد.
- ۳) اغلب (نه همه!) سنگهای کلیه از رسوب کردن برخی نمکهای کلسیم دار در کلیهها تشکیل می شوند، یعنی:
 - (الف) مقدار این نمکها در ادرار افراد سالم از انحلال پذیری آنها در دمای بدن کمتر است.
 - (ب) مقدار این نمکها در ادرار افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می شوند، از انحلال پذیری آنها در دمای بدن بیشتر است.

– انواع محلولها براساس مقدار حل شونده –

- محلولها را براساس مقدار حل شوندهای که در دمای معین در آنها حل شده، به سه دسته زیر تقسیم می کنند:
- ۱) محلولهای سیر نشده: محلولهایی که در دمای معین می توانند مقدار بیشتری حل شونده را در خود حل کنند؛ یعنی مقدار ماده حل شونده کمتر از میزان انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.
 - ۲) محلولهای سیر شده: محلولهایی که در دمای معین نمی توانند مقدار بیشتری حل شونده را در خود حل کنند؛ یعنی مقدار ماده حل شونده دقیقاً برابر میزان انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.
- اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند و نمی توان از آنها محلول سیر شده در آب تهیه کرد!
 - ۳) محلولهای فراسیر شده: محلولهایی هستند که مقدار ماده حل شده در آنها بیشتر از میزان انحلال پذیری آنها در دمای معین است.
 - محلول فراسیر شده برخلاف محلولهای سیر شده و سیر نشده ناپایدار است و در اثر ضربه و یا اضافه نمودن مقدار حل شونده به آن، مقدار اضافی حل شونده رسوب کرده و محلول فراسیر شده به محلول سیر شده تبدیل می شود.

نمودار انحلال پذیری - دما



- ۱) تعریف: به نموداری که وابستگی انحلال پذیری مواد به دما را نشان دهد، نمودار انحلال پذیری - دما می گویند.
- ۲) در این نمودار، محور افقی و عمودی به ترتیب نشان دهنده دما (بر حسب °C) و انحلال پذیری (بر حسب گرم حل شونده در ۱۰۰ g آب) است.
- ۳) جایگاه هر نقطه در نمودار انحلال پذیری، به صورت زیر تفسیر می شود:
 - ۱) تمام نقاط روی منحنی، نشان دهنده محلول سیر شده است. در نقاط روی منحنی، مقدار ماده حل شونده در محلول دقیقاً برابر مقدار انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.
 - ۲) تمام نقاط زیر منحنی، نشان دهنده محلول سیر نشده است. در نقاط زیر منحنی، مقدار حل شونده موجود در محلول کمتر از مقدار انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.
 - ۳) تمام نقاط بالای منحنی نشان دهنده محلول فراسیر شده است. در نقاط بالای منحنی، مقدار حل شونده موجود در محلول بیشتر از مقدار انحلال پذیری آن ماده در دمای معین است.

– منحنی انحلال پذیری مواد گوناگون بر حسب دما –

ماده	نمودار انحلال پذیری	شرایط مناسب برای انحلال پذیری بیشتر در آب
لیتیم سولفات (Li_2SO_4)	خطی، نزولی	دمای پایین
سدیم نیترات ($NaNO_3$)	خطی، صعودی	دمای بالا
پتاسیم نیترات (KNO_3)	منحنی (با شیب زیاد)، صعودی	دمای بالا
پتاسیم کلرید (KCl)	خطی، صعودی	دمای بالا
سدیم کلرید ($NaCl$)	خطی (با شیب کم)، صعودی	دمای بالا

نکته مهم

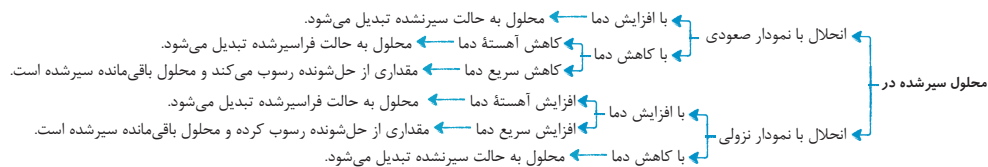
هر چه اندازه شیب نمودار بیشتر باشد، یعنی انحلال پذیری آن ماده وابستگی بیشتری به دما دارد و در اثر تغییر دما انحلال پذیری آن ماده تغییر بیشتری می کند.

برای مقایسه اندازه شیب انحلال پذیری بر حسب دما: $KNO_3 > NaNO_3 > KCl > Li_2SO_4 > NaCl$

برای مقایسه تأثیر دما بر انحلال پذیری: $KNO_3 > NaNO_3 > KCl > Li_2SO_4 > NaCl$



تغییر دما و تشکیل رسوب



نکته مهم

مقدار رسوب تشکیل‌شده در اثر تغییر دما در ۱۰۰ گرم آب، به صورت زیر به دست می‌آید:

انحلال‌پذیری در دمای ثانویه - انحلال‌پذیری در دمای اولیه = مقدار رسوب

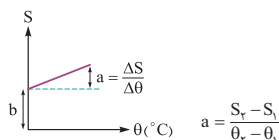
با تغییر دمای یک محلول سیر شده، جرم نمک رسوب‌شده یا جرم گاز آزادشده از محلول برابر است با:

$$\text{جرم رسوب یا جرم گاز آزادشده} = \frac{(A - B) \times m}{100 + A}$$

A: انحلال‌پذیری در دمای اولیه، B: انحلال‌پذیری در دمای نهایی، m: جرم محلول

اگر عدد به‌دست‌آمده در دو رابطه بالا مثبت باشد، یعنی این مقدار رسوب تولید می‌شود و اگر منفی باشد، یعنی این مقدار حل‌شونده اضافی در محلول حل می‌شود.

تعیین معادله انحلال‌پذیری یک ماده برحسب دما



۱) نمودار انحلال‌پذیری برخی مواد در آب به صورت یک خط راست با شیب ثابت است، پس می‌توان

انحلال‌پذیری آن‌ها را برحسب دما، به کمک معادله خط راست نمایش داد:

۲) حرف S از واژه Solubility به معنای انحلال‌پذیری گرفته شده است.

۳) a، شیب نمودار انحلال‌پذیری (S) برحسب دما (theta) است که از رابطه مقابل به دست می‌آید:

هر چه اندازه شیب نمودار (a) بیشتر باشد، اثر دما بر انحلال‌پذیری ماده بیشتر است.

با استفاده از علامت شیب می‌توان صعودی یا نزولی بودن نمودار انحلال‌پذیری - دمای ماده مورد نظر را مشخص کرد؛ علامت مثبت شیب (a > 0) نشان‌دهنده صعودی بودن

نمودار و علامت منفی شیب (a < 0) نشان‌دهنده نزولی بودن نمودار است.

۴) b، عرض از مبدأ نمودار یا همان انحلال‌پذیری ماده در دمای ۰ °C است.

ترکیب انحلال‌پذیری با درصد جرمی

اگر انحلال‌پذیری یک ماده در دمای معین، برابر با S گرم باشد، یعنی اگر S گرم ماده در ۱۰۰ g آب حل شود، (S+100) گرم محلول سیر شده حاصل می‌شود؛ بنابراین

برای محاسبه درصد جرمی یک محلول می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\text{درصد جرمی محلول سیر شده (a)} = \frac{S}{S+100} \times 100$$

مثال

درصد جرمی پتاسیم نیترات در محلول سیر شده آن در دمای ۴۰ °C، برابر ۳۷/۵٪ است. اگر ۳۶۰ گرم محلول دارای ۱۶۲ گرم این نمک در دمای ۵۰ °C را تا

۴۰ °C سرد کنیم، به تقریب چند گرم از آن در محلول باقی می‌ماند و چند مول از آن رسوب می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید و جرم مولی KNO_3 را به تقریب،

برابر ۱۰۰ گرم در نظر بگیرید.)

(سراسری ریاضی، خارج از کشور، ۹۹)

$$0/43.118/8(4)$$

$$0/43.125(3)$$

$$0/27.125(2)$$

$$0/27.118/8(1)$$

پاسخ گزینه (۴)

ابتدا باید انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات را در دمای ۴۰ °C به دست آوریم:

$$\text{انحلال‌پذیری در دمای } 40^\circ\text{C} = 60 \Rightarrow S = 60 \Rightarrow 62/5 S = 3750 \Rightarrow 37/5 = \frac{S}{S+100} \times 100 \Rightarrow \text{جرم حل‌شونده} = \text{درصد جرمی}$$

در ۳۶۰ گرم محلول در دمای ۵۰ °C، ۱۶۲ گرم نمک و ۱۹۸ گرم آب (۳۶۰-۱۶۲=۱۹۸) وجود دارد. حالا ببینیم در دمای ۴۰ °C، چند گرم پتاسیم نیترات در

۱۹۸ گرم آب حل می‌شود:

$$198 \text{ g آب} \times \frac{60 \text{ g KNO}_3}{100 \text{ g آب}} = 118/8 \text{ g KNO}_3$$

بنابراین از ۱۶۲ گرم پتاسیم نیتراتی که در دمای ۵۰ °C داریم، ۱۱۸/۸ گرم آن در محلول باقی می‌ماند و ۴۳/۲ گرم از آن (۱۶۲-۱۱۸/۸=۴۳/۲) رسوب می‌کند.

$$43/2 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{100 \text{ g KNO}_3} = 0/43 \text{ mol KNO}_3$$

ویژگی‌های غیرعادی آب

۱) آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود. وجود و تبدیل این حالت‌ها به یکدیگر، زندگی را در سیاره زمین، ممکن و دلیزیر کرده است.

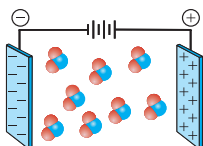
۲) ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیز آب:

- ۱) توانایی حل کردن اغلب (نه همه!) مواد (۲ افزایش غیرعادی حجم هنگام انجماد (بخزدن) ۳) نقطه جوش بالا و غیرعادی
- این رفتار مولکول آب از ویژگی‌های ساختاری آب سرچشمه می‌گیرد؛ شکل مولکول آب خمیده (V شکل) است و در مولکول آن هر اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اتم مرکزی (O) متصل است.
- مولکول‌های آب در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، به این صورت که اتم‌های هیدروژن به سمت صفحه با بار منفی و اتم اکسیژن به سمت صفحه با بار مثبت قرار می‌گیرند؛ در واقع اتم‌های هیدروژن سر مثبت و اتم اکسیژن سر منفی مولکول آب را تشکیل می‌دهند. (مولکول آب، مولکول قطبی است).

– رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی –

مولکول‌ها را براساس جهت‌گیری آن‌ها در میدان الکتریکی به دو دسته قطبی و ناقطبی تقسیم می‌کنند:

۱) مولکول‌های قطبی:



جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی

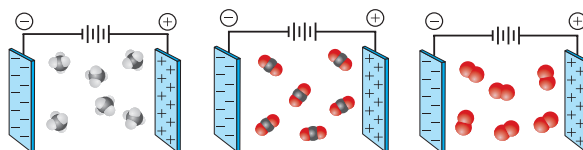
به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند و در واقع این مولکول‌ها سرهای منفی و مثبت دارند، مولکول‌های قطبی یا دوقطبی می‌گویند.

مثال $C_2H_5OH, HF, H_2S, CHCl_3, NH_3, H_2O, HCl, O_3, NO_2, NO, CO$...

۲) مولکول‌های ناقطبی:

به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند و در واقع در این مولکول‌ها سرهای منفی و مثبت وجود ندارد، مولکول‌های ناقطبی می‌گویند.

مثال $CH_4, CCl_4, CO_2, F_2, I_2, O_2, N_2, H_2$...



رفتار مولکول‌های CH_4 و CO_2 و O_2 در میدان الکتریکی

– طرز تشخیص مولکول قطبی از ناقطبی –

۱) در مولکول‌های دواتمی:

۱) اگر دو اتم یکسان نباشند (AB) ← مولکول قطبی؛ مثال: HCl, HBr, CO, NO و ...

۲) اگر دو اتم یکسان باشند (A_2) ← مولکول ناقطبی؛ مثال: O_2, N_2, F_2 و ...

۲) در مولکول‌هایی با بیش از دو اتم:

۱) دوعنصری ($AB_x, x \geq 2$): این مولکول‌ها در صورت داشتن هر دو شرط زیر ناقطبی هستند و در غیر این صورت قطبی هستند:

شرط اول: اتم مرکزی الکترون ناپیوندی نداشته باشد.

شرط دوم: اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان باشند.

پس:

الف) اگر اتم مرکزی جفت ناپیوندی داشته باشد یا اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان نباشند: مولکول قطبی

مثال N_2O, H_2O, NH_3 و ...

ب) اگر اتم مرکزی جفت ناپیوندی نداشته باشد و اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان باشند: مولکول ناقطبی

مثال SO_2, CO_2 و ...

۲) چندعنصری ($A_xB_yC_z \dots$): این مولکول‌ها معمولاً قطبی هستند، مانند اتانول (C_2H_5OH)، استون (C_3H_6O)، گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) و ...

نکته

در یک مولکول، اتمی که خصلت نافلزی بیشتری دارد، سر منفی و اتم دیگر سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهد. مقایسه خصلت نافلزی چند عنصر مهم:

خصلت نافلزی $F > O > N > C > H$



گشتاور دوقطبی (μ)

- جهت گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی مبنای اندازه‌گیری کمیته به نام گشتاور دوقطبی است. یکای آن دبی (D) است.
- گشتاور دوقطبی، قطبیت مولکول‌ها را نشان می‌دهد؛ به طوری که هرچه گشتاور دوقطبی بیشتر باشد، قطبیت مولکول بیشتر است و مولکول مورد نظر قطبی‌تر است.
- مثال** گشتاور دوقطبی H_2O برابر $1/85 D$ (قطبی‌تر) و گشتاور دوقطبی H_2S برابر $9/97 D$ است و میزان قطبیت مولکول‌های آب نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن سولفید است.
- گشتاور دوقطبی در مولکول‌های ناقطبی برابر صفر و در مولکول‌های قطبی غیرصفر است. مثال: گشتاور دوقطبی در مولکول‌های ناقطبی O_2 ، CO_2 و CH_4 ... برابر صفر است.
- برای مولکول‌هایی با جرم تقریباً یکسان، هرچه گشتاور دوقطبی بیشتر باشد، نیروهای بین مولکولی معمولاً قوی‌تر است.
- گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها مانند هگزان (C_6H_{14}) ناچیز و در حدود صفر است.

نیروهای بین مولکولی

- تعریف: به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند.
- نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارد.

گاز < مایع < جامد: مقایسه قدرت نیروهای بین مولکولی در شرایط یکسان

- البته باید توجه داشته باشید که نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها وابسته است.
- به طور کلی نیروهای بین مولکولی را به دو دسته نیروهای وان‌دروالسی و پیوند هیدروژنی تقسیم می‌کنند؛ در واقع به‌جز پیوندهای هیدروژنی، به باقی نیروهای جاذبه بین مولکولی، نیروی وان‌دروالس می‌گویند.
- نیروهای بین مولکولی به عوامل زیر وابسته هستند:

۱- قطبی بودن مولکول‌ها

در میان چند گونه مولکولی با جرم‌های مولی نزدیک به هم، هر چه مولکول‌ها قطبی‌تر باشند، قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی (از نوع وان‌دروالسی) در آن‌ها بیشتر است. هر چه مولکول قطبی‌تر باشد $\leftarrow$ میزان بار جزئی مثبت و منفی آن بیشتر و جاذبه بین بارهای ناهم‌نام در مولکول‌های مجاور بیشتر می‌شود $\leftarrow$ نیروهای بین مولکولی قوی‌تر! $\leftarrow$ نقطه جوش ماده بالاتر

مقایسه مولکول‌های F_2 و HCl

- مولکول‌های F_2 و HCl ، دارای جرم مولی نزدیک به یکدیگر هستند، اما مولکول‌های HCl به علت قطبی بودن، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
- در مولکول‌های HCl ، اتم کلر (Cl) در میدان الکتریکی، سر منفی مولکول را تشکیل می‌دهد و به سمت صفحه مثبت میدان الکتریکی قرار می‌گیرد و اتم هیدروژن (H)، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهد و به سمت صفحه منفی میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
- نقطه جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر $-188^\circ C$ و $-85^\circ C$ هستند، بنابراین نیروهای بین مولکولی در HCl قوی‌تر از F_2 است.



- برای ذوب کردن و جوشاندن مواد مولکولی باید بر نیروهای بین مولکولی غلبه شود و نه بر پیوند کووالانسی بین اتم‌ها!
- هر چه نقطه جوش یک گاز بالاتر و به صفر نزدیک‌تر باشد، راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۲- جرم و حجم مولکول‌ها

در گونه‌های مولکولی که دارای مولکول‌های ناقطبی هستند، هر چه جرم مولی و حجم مولکول‌ها بیشتر باشد، قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی (از نوع وان‌دروالسی) در آن‌ها بیشتر خواهد بود.

مقایسه مولکول‌های دواتمی Cl_2 ، Br_2 و I_2

ویژگی	ماده	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	گاز	مایع	جامد	
جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)		۷۱	۱۶۰	۲۵۴

اشتباه نکنید،

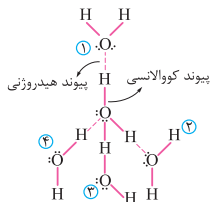
- هنگام مقایسه قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی، هردو عامل قطبیت و جرم و حجم مولکول‌ها را باید به طور هم‌زمان در نظر گرفت و نمی‌توان گفت ترکیبی که قطبی‌تر است، قطعاً نیروهای بین مولکولی قوی‌تری دارد و یا ترکیبی که جرم مولی بیشتری دارد قطعاً نیروهای بین مولکولی در آن‌ها قوی‌تر است. در مقایسه نقطه جوش و قدرت نیروهای بین مولکولی، ارجحیت با حالت فیزیکی است.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

پیوند هیدروژنی



۱ نوعی نیروی جاذبه بین مولکولی (نه درون مولکولی!) است که میان اتم هیدروژن متصل به N یا O یا F از یک مولکول با اتم های O یا N یا F از مولکول های دیگر برقرار می شود.

۲ پیوند هیدروژنی قوی ترین نیروی جاذبه بین مولکولی در موادی است که در مولکول آن ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم های N یا O یا F با پیوند کووالانسی متصل است.

تذکر پیوند کووالانسی قوی تر از پیوند هیدروژنی است.

توجه بسیاری از (نه همه!) خواص منحصر به فرد آب مانند داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی، افزایش حجم در هنگام انجماد و ... ناشی از پیوندهای هیدروژنی موجود در میان مولکول های آب است.

مثال آب (H_2O) و هیدروژن سولفید (H_2S) هر دو دارای مولکول های خمیده و قطبی هستند و با این که جرم مولی آب تقریباً نصف جرم مولی هیدروژن سولفید است؛ اما مولکول های آب به دلیل قطبیت بیشتر و داشتن پیوند هیدروژنی، نقطه جوش غیر عادی و بالاتری نسبت به هیدروژن سولفید دارند به طوری که تفاوتی برابر $160^\circ C$ را نشان می دهد.

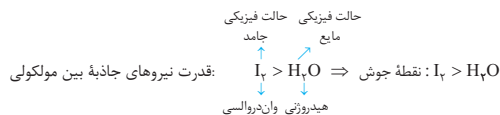
ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($g \cdot mol^{-1}$)	حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	نقطه جوش ($^\circ C$)	گشتاور دوقطبی
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰	۱/۸۵ D
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰	۰/۹۷ D

مثال اتانول (C_2H_5OH) و استون (CH_3COCH_3)، دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می روند. از آن جا که بین مولکول های استون، برخلاف مولکول های اتانول، پیوند هیدروژنی برقرار نمی شود؛ نیروهای جاذبه بین مولکولی در استون از اتانول ضعیف تر است. در نتیجه اتانول، با وجود جرم مولی کمتر نسبت به استون، نقطه جوش بیشتری نسبت به آن خواهد داشت:

نام ترکیب	اتانول	استون (پروپانون)
فرمول شیمیایی	C_2H_5OH	C_3H_6O
فرمول ساختاری	CH_3-CH_2-OH	$CH_3-C(=O)-CH_3$
جرم مولی	۴۶ (جرم مولی کم تر)	۵۸ (جرم مولی بیشتر)
نیروی بین مولکولی	هیدروژنی	وان دروالسی
توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی با آب	دارد	دارد
نقطه جوش ($^\circ C$)	۷۸ (بالاتر)	۵۶ (پایین تر)

توجه لزوماً قدرت نیروهای جاذبه بین مولکولی در ماده ای که دارای پیوند هیدروژنی است از دیگر ترکیب های مولکولی که فاقد چنین نیروی جاذبه ای هستند، بیشتر نیست.

مثال



● با توجه به این که قدرت و خصلت نافلزی F بیشتر از O و آن هم بیشتر از N است، ترتیب قدرت پیوند هیدروژنی این مواد به صورت زیر است:

خصلت نافلزی: $F > O > N$



قدرت پیوند هیدروژنی: $HF > H_2O > NH_3$

اما ترتیب دمای جوش این مواد متفاوت است، زیرا تعداد پیوندهای هیدروژنی در H_2O بیشتر از دو ماده دیگر است:

ترتیب دمای جوش: $H_2O > HF > NH_3$

● برای تشکیل پیوند هیدروژنی، به ازای هر اتم هیدروژن متصل به FON، یک جفت الکترون ناپیوندی روی عناصر FON باید وجود داشته باشند.



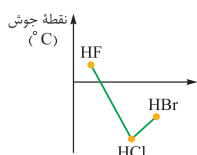
مقایسه برخی خواص ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر گروه‌های ۱۵ تا ۱۷ جدول دوره‌ای

۱- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۷

الف) همه این ترکیبات قطبی هستند اما HF با این‌که از سایر ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۷، جرم مولی کم‌تری دارد، ولی به دلیل وجود پیوند هیدروژنی، نقطه جوش آن بیشتر از سایر ترکیبات آورده‌شده در جدول زیر است:

ترکیب مولکولی	جرم مولی (g.mol^{-1})	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
HF	۲۰	۱۹
HCl	۳۶/۵	-۸۵
HBr	۸۱	-۶۷

ب) نقطه جوش (برحسب $^{\circ}\text{C}$) مثبت و نقطه جوش HBr و HCl (برحسب $^{\circ}\text{C}$) منفی است.
پ) HF به دلیل داشتن H متصل به F، بین مولکول‌هایش پیوند هیدروژنی دارد؛ بنابراین نقطه جوش آن از بقیه بالاتر است. بین HBr و HCl، نقطه جوش HBr بالاتر است؛ چون جرم و حجم HCl از HBr بیشتر است.



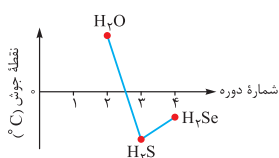
ت) مقایسه کلی نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۷ جدول دوره‌ای به صورت زیر است:

نقطه جوش: $\text{HF} > \text{HBr} > \text{HCl}$
جرم مولی کم‌تر پیوند هیدروژنی جرم مولی بیشتر

۲- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۶

الف) همه این ترکیبات قطبی هستند اما H_2O به دلیل داشتن H متصل به O، بین مولکول‌هایش پیوند هیدروژنی دارد؛ بنابراین نقطه جوش آن از بقیه بالاتر است. بین H_2S و H_2Se ، نقطه جوش H_2Se بالاتر است؛ چون جرم و حجم H_2Se از H_2S بیشتر است.

ب) نقطه جوش H_2O (برحسب $^{\circ}\text{C}$) مثبت و نقطه جوش H_2S و H_2Se (برحسب $^{\circ}\text{C}$) منفی است.

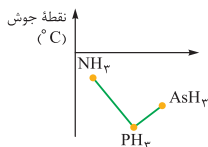


۳- ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۵

الف) همه این ترکیبات قطبی هستند اما NH_3 با وجود جرم مولی کم‌تر ولی به دلیل وجود پیوند هیدروژنی، نقطه جوش آن از سایر ترکیبات آورده‌شده در جدول زیر بیشتر است:

ترکیب مولکولی	جرم مولی (g.mol^{-1})	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
NH_3	۱۷	-۳۳/۵
PH_3	۳۴	-۸۷/۵
AsH_3	۷۸	-۶۲/۵

ب) نمودار مقایسه نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۵ جدول دوره‌ای:



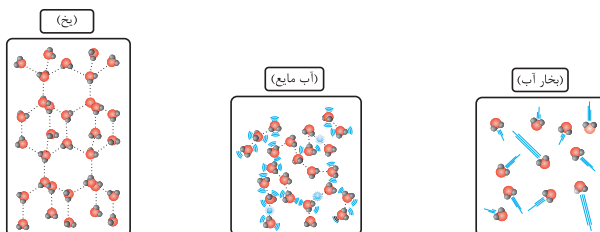
پ) NH_3 به دلیل داشتن H متصل به N، بین مولکول‌هایش پیوند هیدروژنی دارد؛ بنابراین نقطه جوش آن از بقیه بالاتر است. بین AsH_3 و PH_3 ، نقطه جوش AsH_3 بالاتر است؛ چون جرم و حجم AsH_3 از PH_3 بیشتر است.

ت) مقایسه کلی نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۵ جدول دوره‌ای به صورت زیر است:

نقطه جوش: $\text{NH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{PH}_3$
جرم مولی کم‌تر پیوند هیدروژنی جرم مولی بیشتر

● البته دقت کنید که نقطه جوش هر سه این ترکیبات پایین‌تر از صفر درجه سلسیوس است؛ پس نمودار نقطه جوش، محور افقی را قطع نمی‌کند.

پیوند هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب -



مولکول‌های H_2O در یخ، آب و بخار

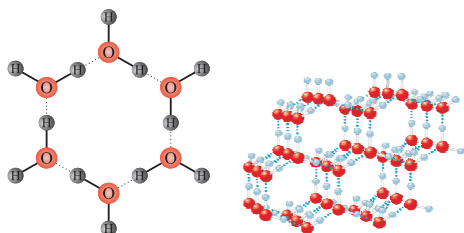
۱) حالت بخار

- ۱) مولکول‌های H_2O جدا از هم بوده و گویی میان آن‌ها پیوند هیدروژنی وجود ندارد.
- ۲) مولکول‌ها آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر منتقل می‌شوند.
- ۳) فاصله بین مولکول‌های H_2O در حالت گاز زیاد است.

۲) حالت مایع

- ۱) فاصله بین مولکول‌های H_2O در مقایسه با گاز بسیار کم‌تر است.
- ۲) پیوند هیدروژنی قوی بین مولکول‌ها وجود دارد.
- ۳) مولکول‌ها روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند و ساختار آب منظم نیست؛ زیرا در حالت مایع به دلیل زیادبودن انرژی جنبشی مولکول‌ها، پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها به طور دائمی شکسته و تشکیل می‌شوند.

۳) حالت جامد (یخ)



- ۱) برخلاف آب، ساختار یخ منظم است.
- ۲) در یخ هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن پیوند کووالانسی (اشتراکی) و با دو اتم هیدروژن دیگر پیوند هیدروژنی دارند.

- ۳) در یخ، مولکول‌ها در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند.

- ۴) در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار داشته و شبکه‌ای مانند کندوی عسل به وجود می‌آورند. این حلقه‌های شش‌ضلعی مبنای تشکیل بلورهای زیبای دانه‌های زیبای برف هستند.

توجه

بر اثر یخ‌زدن آب و تشکیل شبکه حلقه‌های شش‌ضلعی با داشتن فضاهای خالی منظم، حجم آب و حجم یاخته‌های دارای آب به طور غیرعادی افزایش یافته در نتیجه باعث تخریب دیواره یاخته‌ها می‌شود.

- با توجه به ثابت‌بودن جرم آب و افزایش حجم آن به هنگام یخ‌زدن، چگالی یخ نسبت به آب مایع کاهش و حجم آن افزایش می‌یابد.

- سه حلال غیرآبی و برخی ویژگی آن‌ها -

نام حلال	فرمول و ساختار شیمیایی	μ (D) و قطبیت	انحلال در آب	کاربرد
اتانول	C_2H_5OH $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-OH \\ & \\ H & H \end{array}$	$\mu > 0$ و قطبی	به هر نسبت در آب حل شده و نمی‌توان محلول سیرشده از آن تهیه کرد.	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O $\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3-C-CH_3 \end{array}$	$\mu > 0$ و قطبی	به هر نسبت در آب حل شده و نمی‌توان محلول سیرشده از آن تهیه کرد.	حلال چربی، رنگ و انواع لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14} $\begin{array}{ccccccc} H & H & H & H & H & H \\ & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & \\ H & H & H & H & H & H \end{array}$	$\mu = 0$ و ناقطبی	در آب حل نمی‌شود.	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)



- بنزین، مخلوطی همگن از چند هیدروکربن با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است. بنزین را می‌توان به طور میانگین $C_6H_{1.8}$ (اوکتان) در نظر گرفت.
- در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند اما قابل چشم‌پوشی است.
- مخلوط‌های (آب و هگزان) و (آب و یخ)، ناهمگن بوده و حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در مخلوط آن‌ها یکسان و یکنواخت نیست.

– شرایط حل شدن دو ماده در یکدیگر (شرط انحلال) –

- ۱) برخی حل‌شونده‌ها در برخی حلال‌ها حل می‌شوند و محلول تشکیل می‌دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می‌سازند.
- ۲) در صورتی یک ماده می‌تواند در ماده دیگر حل شده و محلول ایجاد کند که شرط زیر برقرار باشد:
(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص) < (جاذبه‌های حل‌شونده – حلال در محلول)
- ۳) اگر مولکول‌های حلال را با A و ذره‌های حل‌شونده را با B نمایش دهیم، می‌توان نیروهای جاذبه میان آن‌ها را در حالت خالص با A...A و B...B نشان داد. با این توصیف برای محلول B در A رابطه مقابل برقرار است:

$$(A...B) > \frac{(A...A) + (B...B)}{2}$$

۴) با توجه به عبارت «شبهه در شبیه خود حل می‌شود» یعنی:

- ۱) اغلب (نه همه!) ترکیبات یونی و مواد قطبی در حلال‌های قطبی بهتر حل می‌شوند.
- ۲) برخی ترکیب‌های یونی مانند $AgCl$ ، $Mg(OH)_2$ ، $Ca_3(PO_4)_2$ و $BaSO_4$ در آب (حلال قطبی) حل نمی‌شوند.
- ۳) مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی بهتر حل می‌شوند؛ زیرا نیروهای جاذبه هر دوی آن‌ها شبیه به هم و از نوع وان‌دروالسی ضعیف است.
- ۴) موادی که دارای پیوند هیدروژنی هستند در حلال‌هایی که دارای پیوند هیدروژنی هستند بهتر حل می‌شوند؛ زیرا در اثر انحلال، پیوند هیدروژنی جدید و قوی‌تری تشکیل می‌شود.

مثال با توجه به این که منیزیم سولفات و باریم سولفات در دمای $25^\circ C$ ، به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند، خواهیم داشت:

- الف) نیروی جاذبه یون – دوقطبی در محلول < میانگین نیروی پیوند یونی در $MgSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب
ب) نیروی جاذبه یون – دوقطبی در محلول > میانگین نیروی پیوند یونی در $BaSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب
پ) نیروی جاذبه میان مولکول‌ها در محلول اتانول در آب < میانگین جاذبه میان مولکول‌های آب خالص و اتانول خالص

– انواع انحلال از نظر نوع حل شدن –

۱) انحلال مولکولی: انحلالی که در آن ماده حل‌شونده، به صورت مولکولی در حلال حل شده و به یون تبدیل نمی‌شود.

مثال ۱) انحلال مواد قطبی (به‌جز اسید و باز) در آب: اتانول در آب و ... ۲) انحلال مواد ناقطبی در حلال ناقطبی مانند یخ در هگزان و ...

نکته

در انحلال مولکولی، ساختار مولکول‌های حل‌شونده تغییر نکرده و مولکول‌ها ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند؛ گویی ساختار مولکول‌های حل‌شونده در محلول دچار تغییر نشده است.

۲) انحلال یونی: انحلالی که در آن ماده حل‌شونده، به صورت یونی در حلال حل شده و یون‌ها در محلول پخش می‌شوند.

مثال ۱) انحلال ترکیب‌های یونی در آب: $NaCl$ و ... در آب ۲) انحلال اسیدهای قوی (ترکیب مولکولی) در آب: HCl و ... در آب

نکات مهم

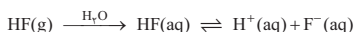
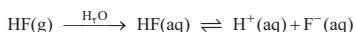
- ۱) در انحلال یونی، ماده حل‌شونده پس از انحلال در آب به صورت یون‌های آبیوشیده در محلول پخش می‌شوند.
- ۲) در انحلال یونی، بین مولکول‌های حلال (آب) و یون‌ها، جاذبه یون – دوقطبی به وجود می‌آید.

۳) انحلال مولکولی – یونی: موادی که کمی به صورت یونی و بیشتر به صورت مولکولی در حلال حل می‌شوند.

مثال ۱) انحلال اسیدهای ضعیف در آب: HF و ... در آب ۲) انحلال بازهای ضعیف در آب: NH_3 ، آمین‌ها (CH_3NH_2) و ... در آب

● در انحلال مولکولی – یونی: در محلول هم مولکول و هم یون وجود دارد.

● انحلال مولکولی – یونی را هم با مولکول و هم با یون‌ها با فلش دوطرفه نشان می‌دهند.



– چگونگی انحلال نمک طعام در آب (انحلال یونی) –

سديم کلريد یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که یون‌های Na^+ و Cl^- در آن با آرایش سه‌بعدی جای گرفته‌اند. اگر یک بلور کوچک سديم کلريد را در آب بریزیم، مراحل:

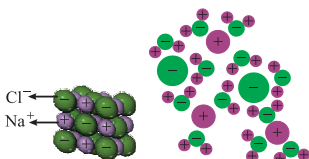
۱) مولکول‌های آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده و نیروی جاذبه بین آن‌ها برقرار می‌شود. این نیروی جاذبه، یون – دوقطبی نام دارد.

۲) آب از سر مثبت خود (اتم‌های H) به یون منفی نمک (Cl^-) و از سر منفی خود (اتم‌های O) به یون مثبت

نمک (Na^+) نزدیک می‌شود.

۳) جاذبه یون – دوقطبی باعث جداسدن یون‌ها از شبکه بلور و پراکنده شدن در آب می‌شود که این یون‌ها توسط لایه‌ای از مولکول‌های آب احاطه می‌شوند (آبیوشیده می‌شوند).

۴) یون‌های آبیوشیده در سرتاسر محلول پراکنده و پخش می‌شوند؛ به طوری که می‌توان محلول آب نمک را محلولی محتوی یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دانست.





عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها در آب -

انحلال گازها در آب به نوع گاز، دمای آب، فشار گاز بالای سطح آب و میزان نمک موجود در آب بستگی دارد.

۱- نوع گاز: به طور کلی تشکیل پیوند هیدروژنی، قطبی بودن مولکول های گاز، داشتن جرم و حجم زیاد و واکنش شیمیایی با آب سبب افزایش انحلال پذیری گازها در آب می شود.

(الف) **قطبی بودن مولکول های گاز:** مولکول های آب قطبی می باشند؛ همان طور که در قسمت قبل خواندیم، «شبه، شبه را در خود حل می کند.» از این رو هر چه قطبیت مولکول های یک گاز بیشتر باشد، میزان انحلال پذیری آن در آب بیشتر خواهد بود. $NO > O_2$: انحلال پذیری در آب $\rightarrow NO > O_2$: قطبیت مولکول های گاز

(ب) **جرم و حجم مولکول های گاز:** به طور کلی هر چه جرم و حجم مولکول های یک گاز بیشتر باشد، امکان ایجاد نیروهای بین مولکولی قوی تر با آب وجود داشته و در نتیجه میزان انحلال پذیری آن در آب بیشتر خواهد بود. برای نمونه، در شرایط یکسان: $O_2 > N_2$: انحلال پذیری در آب $\rightarrow O_2 > N_2$: جرم و حجم مولکول های گاز

(پ) **توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول های آب:** گازهایی که مولکول های آن ها می توانند با مولکول های آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند، انحلال پذیری زیادی در آب دارند. برای نمونه انحلال پذیری گاز آمونیاک در آب بسیار زیاد است.

(ت) **واکنش شیمیایی با آب:** اغلب اکسیدهای نافلزی گازی شکل مانند CO_2 ، SO_2 و ... با آب واکنش می دهند؛ از این رو انحلال پذیری نسبتاً زیادی در آب دارند. برای مثال: $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq)$

مثال در فشار و دمای یکسان، انحلال پذیری گاز CO_2 از گاز NO بیشتر است؛ زیرا اگرچه مولکول های CO_2 ناقطبی هستند ولی به علت واکنش با مولکول های آب و داشتن حجم و جرم مولکولی بالاتر، انحلال پذیری بیشتری نسبت به NO دارد.

● مقایسه انحلال پذیری در آب:

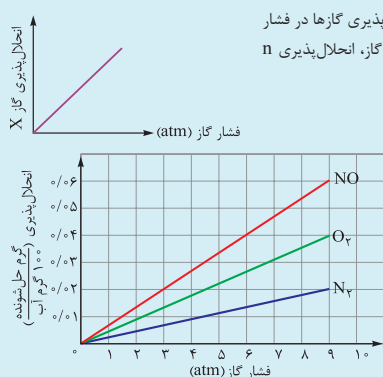
N_2 (جرم مولی کم تر) $> O_2$ (جرم مولی بیشتر) $> NO$ (قطبی بودن) $> CO_2$ (واکنش شیمیایی با آب)

۲. اثر فشار بر انحلال پذیری گازها: در دمای ثابت، انحلال پذیری گازها با فشار گاز بالای محلول رابطه مستقیم دارد، یعنی با افزایش فشار، نفوذ مولکول های

گاز در آب، بیشتر شده و انحلال پذیری گاز افزایش می یابد.

● قانون هنری: در دمای ثابت، انحلال پذیری گازها در آب با فشار گاز رابطه مستقیم دارد.

نکات مهم



۱) نمودار انحلال پذیری گازها برحسب فشار به صورت خط راست با شیب مثبت است. از طرفی انحلال پذیری گازها در فشار صفر اتمسفر برابر صفر است؛ از این رو می توان نتیجه گرفت که در دمای ثابت، با n برابر شدن فشار گاز، انحلال پذیری n برابر می شود.

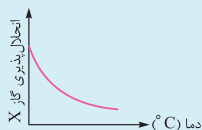
۲) معادله کلی انحلال پذیری گازها برحسب فشار به صورت زیر می باشد:

$$S = KP$$

S (انحلال پذیری گاز)، P (فشار گاز) و K (شیب نمودار انحلال پذیری است که به نوع گاز، دما و ... بستگی دارد).

۳) هر گازی که انحلال پذیری بیشتری در آب داشته باشد، تأثیر فشار نیز بر انحلال پذیری آن بیشتر است.

۳. اثر دما بر انحلال پذیری گازها: در فشار ثابت، انحلال پذیری گازها با دما رابطه عکس دارد؛ یعنی با افزایش دما، انحلال پذیری گازها در آب کاهش می یابد.



نمودار انحلال پذیری گازها برحسب دما در فشار ثابت به صورت یک منحنی نزولی غیرخطی می باشد و در فشار ثابت، با n برابر شدن دما انحلال پذیری $\frac{1}{n}$ برابر نمی شود.

نکات مهم

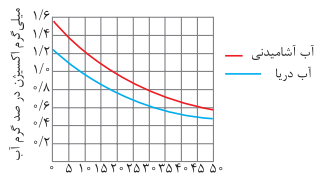
۱) در هوای گرم، به دلیل کم تر شدن انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب، ماهی ها به سطح آب می آیند.

۲) انحلال گازها در آب، با تولید گرما (گرماده) همراه است.



۱۴. اثر غلظت یون‌ها بر انحلال پذیری برخی گازهای ناقطبی مانند O_2 : انحلال پذیری گازهای ناقطبی با افزایش انحلال انواع نمک‌ها در آب، کاهش می‌یابد؛ زیرا با انحلال نمک‌ها در آب، بین یون‌های حاصل و مولکول‌های آب نیروی جاذبه یون - دو قطبی ایجاد می‌شود و تمایل مولکول‌های آب برای آبپوشی مولکول‌های گاز کم شده در نتیجه انحلال پذیری آن‌ها کاهش می‌یابد.

مثال نمودار انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا:



الکترولیت‌های بدن

- کنترل احساسات و حرکات ما هنگامی رخ می‌دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود.
- محیط شیمیایی موجود در بدن ما یک محلول آبی محتوی یون‌های گوناگون مانند Na^+ ، K^+ و Cl^- ... است.
- احساس خستگی پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین، ناشی از کاهش چشمگیر یون‌های Na^+ ، K^+ و Cl^- ... در مایع‌های بدن است، از این رو نوشیدن محلول‌هایی حاوی این یون‌ها ضروری است.
- یکی از مهم‌ترین یون‌ها در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است؛ به طوری که نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است ولی از آن‌جا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود.
- وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری که انتقال پیام‌های عصبی در عصب‌ها بدون وجود این یون امکان پذیر نیست و اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی می‌شود و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

ردپای آب در زندگی

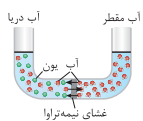
- روزانه هر فرد در حدود ۳۵۰ لیتر آب مصرف می‌کند که این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت‌وپز، شست‌وشوی لباس و ... می‌باشد. از طرفی مصرف آب به فعالیت‌های روزانه هر شخص محدود نمی‌شود؛ بلکه روزانه در صنایع گوناگون حجم بسیار زیادی آب استفاده می‌شود.
- در میان صنایع، کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است.
- بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای تولید هر وسیله، کالا یا فراورده مقدار معینی آب نیاز است.
- ردپای آب را نیز همانند ردپای کربن دی‌اکسید می‌توان برای هر فرد تعریف کرد. در واقع ردپای آب برای هر فرد نشان می‌دهد که آن فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آبی کم می‌شود. این میزان، همه آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد.
- توجه** هر چه ردپای آب ایجاد شده سنگین تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می‌شوند و زودتر به پایان می‌رسند.
- میانگین ردپای آب برای هر فرد در حدود یک میلیون لیتر (۱۰۰۰ متر مکعب) است.
- میزان مصرف آب برای تولید برخی مواد به صورت زیر است:

یک کیلوگرم گوجه‌فرنگی > یک کیلوگرم گندم > ۱۰۰ گرم شکلات > یک بلوز نخی > یک کیلوگرم چرم: میزان مصرف آب

پدیده اسمز و اسمز معکوس

- غشای نیمه‌تراوا: دیواره‌ای است که دارای روزنه‌هایی می‌باشد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن عبور کنند (دارای نفوذپذیری انتخابی)؛ به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی (نه همه!) از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند.
- اگر مطابق شکل زیر حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر را به وسیله یک غشای نیمه‌تراوا که تنها اجازه عبور مولکول‌های آب را می‌دهد جدا کنیم، مولکول‌های آب در هر دو جهت حرکت می‌کنند اما سرعت حرکت آن‌ها از سمت آب مقطر به سمت آب دریا بیشتر است.

- با گذشت زمان مولکول‌های آب به صورت خودبه‌خودی از آب مقطر (محلول رقیق) به آب دریا (محلول غلیظ) منتقل می‌شوند و در نتیجه حجم و ارتفاع آب مقطر کاهش و حجم و ارتفاع آب دریا افزایش می‌یابد و به این ترتیب غلظت آب دریا کاهش می‌یابد.
- با رقیق‌تر شدن محلول، به تدریج به جایی می‌رسیم که سرعت حرکت مولکول‌های آب در دو جهت برابر شده و به تعادل می‌رسد. در حالت تعادل، حرکت مولکول‌های آب درون غشا در هر دو جهت ادامه می‌یابد اما به دلیل برابر بودن سرعت آن‌ها، غلظت و حجم محلول‌ها ثابت می‌ماند.



نکته مهم

هر چه غلظت محلول بیشتر → اختلاف ارتفاع دو مایع در دو طرف غشا، بیشتر → فشار اسمزی بیشتر

مثال هنگامی که میوه‌های خشک مانند موز و حبوبات درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خودبه‌خود از محیط رقیق، با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی، به محیط غلیظ (بافت میوه) می‌روند و در نتیجه میوه و حبوبات آبدار و متورم می‌شوند. در این فرایند برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد. این در حالی است که خیار در آب شور چروکیده می‌شود؛ زیرا آب به طور خودبه‌خودی از درون خیار (محیط رقیق) به درون آب شور (محیط غلیظ) انتقال می‌یابد.

۵ در فرایند اسمز، زمانی که تمایل آب به عبور از غشا با فشاری که ستون مایع وارد می‌کند، برابر شود، اسمز در ظاهر متوقف می‌شود. فشار لازم برای توقف ظاهری اسمز را فشار اسمزی می‌گویند.

نکته

در پدیده اسمز، کاری به جنس محلول‌ها نداریم! فقط C_M ذرات حل‌شونده در محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم و اسمز زمانی متوقف می‌شود که C_M ذرات (یون‌ها و مولکول‌ها) برابر شوند.



۶ با توجه به توضیحات ارائه‌شده در بالا، به کمک فرایند اسمز نمی‌توان از آب دریا نمک‌زدایی کرد و آب شیرین به دست آورد.

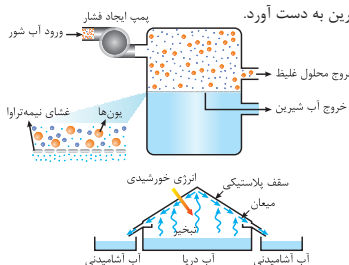
۷ مطابق شکل، با اعمال نیرو بر سطح محلول غلیظ (آن قدر که فشار واردشده بر محلول بیشتر از فشار اسمزی باشد)، عکس فرایند اسمز رخ می‌دهد.

یعنی مولکول‌های آب از محلول غلیظ به سمت آب مقطر (یا محلول رقیق) مهاجرت می‌کنند؛ از این رو به این فرایند، اسمز وارونه (معکوس) می‌گویند.

۸ در فرایند اسمز معکوس، با گذشت زمان، مولکول‌های آب به صورت غیرخودبه‌خودی (با اعمال نیرو بر سطح محلول غلیظ‌تر) از محلول خارج شده و به طرف دیگر غشای نیمه‌تراوا جابه‌جا می‌شوند. از این رو حجم و ارتفاع آب مقطر افزایش و حجم محلول کاهش می‌یابد و به این ترتیب غلظت محلول (غلظت) افزایش می‌یابد.

ویژگی	فرایند	اسمز	اسمز معکوس
جهت خالص انتقال مولکول‌های حلال (آب)	از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر	از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر	از محلول غلیظ‌تر به محلول رقیق‌تر
تغییر غلظت محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق محلول غلیظ	غلیظ‌تر می‌شود. رقیق‌تر می‌شود.	رقیق‌تر می‌شود. غلیظ‌تر می‌شود.
تغییر حجم و ارتفاع محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق محلول غلیظ	کاهش می‌یابد. افزایش می‌یابد.	افزایش می‌یابد. کاهش می‌یابد.
نوع فرایند	خودبه‌خودی	غیرخودبه‌خودی (اعمال فشار)	

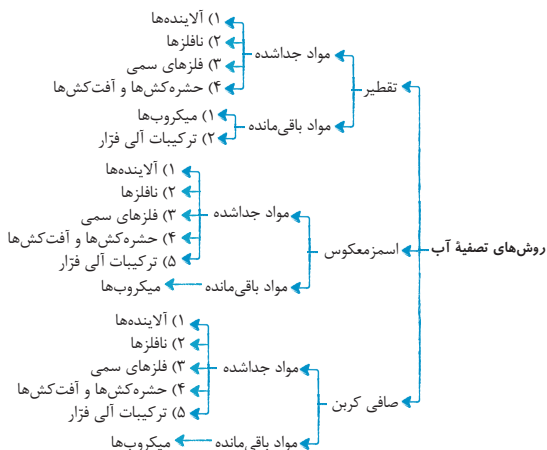
۹ به کمک روش اسمز معکوس می‌توان از آب دریا که حاوی انواع حل‌شونده‌ها است، نمک‌زدایی کرد و آب شیرین به دست آورد.



۱۰ از دستگاه مقابل برای تهیه آب شیرین از آب دریا به روش اسمز معکوس استفاده می‌شود. در این دستگاه با استفاده از یک پمپ ایجاد فشار، به آب دریا فشار (بیشتر از فشار اسمزی) اعمال می‌کنند و آب با گذر از غشای نیمه‌تراوا در قسمت پایین دستگاه ذخیره شده و از دستگاه خارج می‌شود.

۱۱ یکی دیگر از روش‌های تهیه آب شیرین از آب دریا، روش تقطیر است. تقطیر عبارت است از تبخیر و سپس میعان! (فرایندی کاملاً فیزیکی)

بررسی برخی روش‌های تصفیه آب



نکات مهم

- ۱ آب به‌دست‌آمده از روش‌های اسمز معکوس و صافی کربن نسبت به روش تقطیر، آلاینده کم‌تری دارد.
- ۲ از آن‌جا که به کمک هیچ‌یک از سه روش نمی‌توانیم میکروب‌های موجود در آب را از بین ببریم، باید پیش از مصرف کلرزنی کرد.



پایه دوازدهم

سلول‌های سوختی

- نوعی سلول گالوانی هستند که شیمی‌دان‌ها برای گذر از تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست، پیشنهاد می‌دهند. در سلول‌های سوختی به منظور تولید جریان برق، یک سوخت گازی شکل به آرامی اکسید می‌شود. فرایند تولید انرژی در این سلول‌ها تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که تزریق سوخت به سلول در حال انجام‌شدن باشد.
- مزایای سلول سوختی: (۱) کارایی بیشتر نسبت به سوخت فسیلی (۲) کاهش ردپای CO_2 (۳) منبع انرژی سبز
- دو روش تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی:



- در روش سوزاندن سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌های حرارتی که ۴ مرحله دارد (شیمیایی ← گرمایی ← مکانیکی ← الکتریکی)، در مراحل ۳ و ۴ مقداری انرژی به شکل گرما هدر می‌رود ولی روش استفاده از سلول‌های سوختی، هم مراحل کم‌تری دارد و هم انرژی خیلی کم‌تری به صورت گرما هدر می‌رود، بنابراین کارایی بیشتری دارد.
- سوزاندن گاز H_2 در موتور درون سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰٪ دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازدهی تا ۳ برابر افزایش می‌دهد.

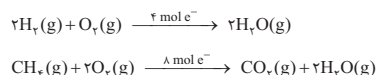
سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

- رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن - اکسیژن است.
- دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. در این سلول گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد سلول می‌شود.
- نیم‌واکنش آندی: $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ $E^\circ_{\text{آند}} = 0$
- نیم‌واکنش کاتدی: $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $E^\circ_{\text{کاتد}} = 1.23$
- واکنش نهایی: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 1.23$

- یون‌های H^+ تولیدشده در آند از طریق غشای مبادله‌کننده یون هیدرونیوم، به سمت الکترود کاتد مهاجرت می‌کنند (حرکت کاتیون‌ها به سمت کاتد) تا در نیم‌واکنش کاهش O_2 حضور یابند.
- آب تولیدی در نیم‌واکنش کاتدی این سلول سوختی مایع است و به دلیل گرمای تولیدشده زیاد طی واکنش گرماده سلول سوختی، دمای سلول بالا رفته و آب تبخیر می‌شود و آب خروجی در معادله کلی گازی است.
- اجزای اصلی سلول سوختی: (۱) الکترود آند (۲) الکترود کاتد (۳) غشا آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.
- مانند سایر سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به سمت کاتد و از طریق رسانای الکتریکی یا مدار بیرونی انجام می‌گیرد و کاتیون‌ها، از طریق غشا یا مدار درونی به سمت کاتد می‌روند.
- سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند، اما در آن‌ها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود.
- پتانسیل کاهش استاندارد هیدروژن، برابر صفر است؛ بنابراین emf سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، برابر پتانسیل کاهش نیم‌واکنش کاتدی آن است که برابر با 1.23 V است.

سلول سوختی متان - اکسیژن

- با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می‌شود. نیم‌واکنش‌ها و واکنش کلی صورت گرفته در این سلول سوختی که در آن، متان اکسایش یافته (نقش کاهنده را دارد) و گاز اکسیژن کاهش می‌یابد (نقش اکسنده را دارد) را در زیر می‌بینید:
- نیم‌واکنش اکسایش: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 8\text{e}^-$
- نیم‌واکنش کاهش: $2\text{O}_2(\text{g}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 8\text{e}^- \rightarrow 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- واکنش کلی سلول: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- اختلاف E° سلول‌های سوختی متان و هیدروژن، مربوط به E° نیم‌واکنش اکسایش از متان است، زیرا E° هیدروژن برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. دقت کنید که نیم‌واکنش کاهش این دو سلول یکسان است. (کاهش گاز اکسیژن)
- به تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در معادله کلی دو سلول سوختی دقت کنید:





عدد اکسایش -

- چون گونه‌های شرکت‌کننده در برخی از واکنش‌های اکسایش - کاهش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند، شیمی‌دان‌ها با معرفی عدد اکسایش، راه‌حل مناسبی برای مشخص کردن گونه‌های اکسیده و کاهشده، مشخص کردند.
- عدد اکسایش یک اتم در یک گونه شیمیایی، هم‌ارز با بار الکتریکی است که به اتم آن عنصر با فرض این‌که همه پیوندها یونی هستند، نسبت داده می‌شود.
- افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است، در حالی که کاهش عدد اکسایش به معنای به دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است.
- نکات مهم مربوط به عدد اکسایش:
- عدد اکسایش عناصر در حالت آزاد برابر صفر است.
- عدد اکسایش یون‌های تک‌اتمی برابر با بار یون است.
- عدد اکسایش فلزات همواره مثبت و برابر ظرفیت آن‌هاست.
- پایین‌ترین عدد اکسایش فلزات، صفر (فلز به حالت آزاد و عنصری) است.
- در ترکیبات مختلف، عدد اکسایش فلوئور، همواره برابر ۱- است، زیرا بیشترین خصلت نافلزی را بین عناصر جدول دوره‌ای دارد.
- در ترکیبات مختلف هیدروژن با غیرفلزات، عدد اکسایش هیدروژن برابر ۱+ و در ترکیبات مختلف هیدروژن با فلزات، عدد اکسایش هیدروژن برای ۱- است.
- در ترکیبات مختلف، عدد اکسایش اکسیژن برابر ۲- است. به‌جز:
- (۱) در ترکیب OF_2 ، عدد اکسایش اکسیژن برابر ۲+ است.
- (۲) در ترکیب O_2F_2 ، عدد اکسایش اکسیژن برابر ۱+ است.
- (۳) در ترکیب HOF ، عدد اکسایش اکسیژن برابر صفر است.
- (۴) در ترکیب H_2O_2 ، عدد اکسایش اکسیژن برابر ۱- است.
- (۵) در یون‌های O_2^{2-} و O_2^{2-} ، عدد اکسایش هر یک از اتم‌های اکسیژن به ترتیب برابر با $1-$ و $1-$ است.
- مجموع عدد اکسایش اتم‌ها در یک مولکول برابر صفر و در یک یون برابر با بار یون چنداتمی است.
- عدد اکسایش می‌تواند برای یک اتم در ترکیبات گوناگون متفاوت باشد. اغلب نافلزات و فلزات واسطه، عددهای اکسایش گوناگونی در ترکیبات خود دارند. دامنه تغییرات عدد اکسایش نافلزات (به‌جز اکسیژن و فلوئور) در جدول زیر، نشان داده شده است:

شماره گروه	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
بیشترین عدد اکسایش (یکان شماره گروه)	+۴	+۵	+۶	+۷
کم‌ترین عدد اکسایش (۱۸- شماره گروه)	-۴	-۳	-۲	-۱

- عنصری با شماره گروه‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ جدول دوره‌ای:
- (۱) کوچک‌ترین عدد اکسایش برابر است با (۱۸- شماره گروه) فقط کاهشده
- (۲) بزرگ‌ترین عدد اکسایش (یکان شماره گروه) فقط اکسندده
- (۳) عددی بین دو مورد بالا هم اکسندده و هم کاهشده
- (۱۱) به طور کلی عناصر در بالاترین عدد اکسایش خود، فقط می‌توانند اکسندده (گیرنده الکترون) و در پایین‌ترین عدد اکسایش خود، فقط می‌توانند کاهشده (دهنده الکترون) باشند.
- (۱۲) یک عنصر ممکن است در یک واکنش هم کاهش و هم اکسایش داشته باشد.
- (۱۳) فلزهای قلع و سرب که در گروه چهاردهم قرار دارند، در حالت آزاد دارای عدد اکسایش صفر و در ترکیب‌ها دارای عددهای اکسایش ۲+ و ۴+ هستند
- (۱۴) در جدول زیر بیشترین و کم‌ترین عدد اکسایش چند فلز واسطه مهم آورده شده است:

عنصر	$_{23}V$	$_{24}Cr$	$_{25}Mn$	$_{26}Fe$	$_{29}Cu$
بالاترین عدد اکسایش	+۵	+۶	+۷	+۳	+۲
پایین‌ترین عدد اکسایش	۰	۰	۰	۰	۰

- تعیین عدد اکسایش یک اتم با استفاده از ساختار لوویس گونه:
- (۱) به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.
- (۲) به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو را به اتم با خصلت نافلزی بیشتر نسبت دهید.
- مقایسه خصلت نافلزی چند عنصر: $H < C < S < I < Br < Cl < N < O < F$
- (۳) همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.

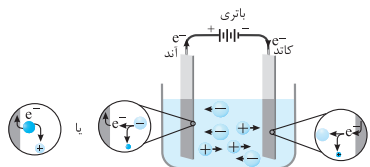
شمار الکترون‌های نسبت داده‌شده - شمار الکترون‌های ظرفیتی = عدد اکسایش اتم

نکته

اگر در یک واکنش، عنصر آزاد وجود داشت یا دارای e^- بود یا در یک سمت H_2O و در سمت دیگر H_2O_2 بود، واکنش از نوع اکسایش - کاهش است.



سلول الکترولیتی -



در سلول‌های الکترولیتی برخلاف سلول‌های گالوانی، با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش برد.

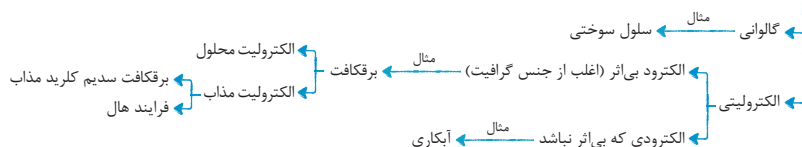
در سلول‌های الکترولیتی:

- ۱ دو الکترود در یک الکترولیت قرار دارند؛ پس دیواره متخلخلی در کار نیست.
- ۲ کاتد به قطب منفی باتری (منبع انرژی) و آند به قطب مثبت متصل است.
- ۳ الکترولیت، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است.
- ۴ در الکترولیت، یون‌ها به سوی الکترود با بار ناهمنام حرکت می‌کنند (مانند سلول گالوانی، کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند).
- ۵ انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود و یک واکنش اکسایش - کاهش غیر خودبه‌خودی در آن صورت می‌گیرد.
- ۶ جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی همانند سلول‌های گالوانی، از آند به کاتد است.

مقایسه سلول‌های گالوانی و الکترولیتی:

گالوانی	الکترولیتی
آند قطب - و کاتد قطب + است.	آند قطب + و کاتد قطب - است.
انرژی شیمیایی به الکتریکی تبدیل می‌شود.	انرژی الکتریکی به شیمیایی تبدیل می‌شود.
نبودن باتری در مدار بیرونی	وجود باتری در مدار بیرونی
بیشرفت یک واکنش در جهت طبیعی آن (خودبه‌خودی)	بیشرفت یک واکنش در خلاف جهت طبیعی آن (غیر خودبه‌خودی)
پایدارتر شدن مواد	ناپایدارتر شدن مواد
اکسایش در آند و کاهش در کاتد انجام می‌شود.	
در مدار درونی (الکترولیت) آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد حرکت می‌کنند.	
جهت حرکت الکترون‌ها، در مدار بیرونی، از آند به کاتد است.	

سلول‌های الکتروشیمیایی -



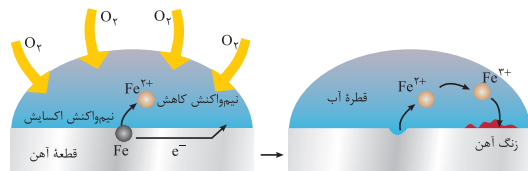
مراحل استخراج منیزیم از آب دریا -

رسوب منیزیم به شکل منیزیم هیدروکسید $(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ → اضافه کردن ترکیبات دارای آنیون هیدروکسید (OH^-) به آب → انتقال آب به مخزن

رد کردن $\text{Mg}(\text{OH})_2$ از صافی → واکنش دادن $\text{Mg}(\text{OH})_2$ با HCl → ذوب کردن MgCl_2 حاصل

وارد کردن MgCl_2 به سلول الکترولیتی و جمع‌آوری منیزیم مذاب حاصل از قسمت فوقانی سلول

حفاظت از آهن در برابر خوردگی -



واکنش کلی خوردگی آهن: $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ این واکنش در محیط اسیدی به دلیل افزایش E° عنصر اکسیژن به میزان بیشتری رخ می‌دهد.

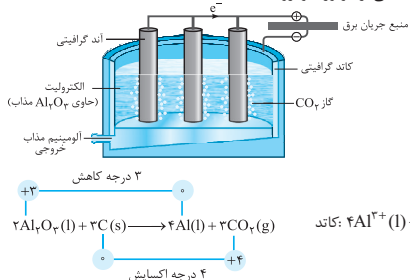
- فیزیکی** ← پوشاندن سطح آهن با ماده‌ای که مانع رسیدن اکسیژن به آن و خوردگی‌اش شود. مثال، حلی (آهن پوشانده شده با قلع)، رنگ‌زدن، قیراندود کردن و روکش دادن آهن
- شیمیایی (حفاظت کاتدی)** ← تماس دادن فلزی با قدرت کاهندگی بیشتر از آهن به آن تا به جای آهن، آن عنصر خورده شود. مثال، تماس دادن منیزیم با آهن و یا آهن گالوانیزه (آهن و روی)
- روش‌های حفاظت از آهن در برابر خوردگی**

آبکاری -

- در زندگی روزانه از وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان و دستگیره در استفاده می‌شود که فلز اصلی سازنده آن‌ها آهن یا مس است. برای جلوگیری از خوردگی این فلزات، سطح اغلب این وسایل را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند.
- پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد. فرایند آبکاری در سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شود.
- شکل مقابل آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز نقره نشان می‌دهد:
- در سلول الکترولیتی نشان داده شده، تیغه نقره در نقش آند و قاشق فلزی نیز در نقش کاتد است.
- در این سلول، جسمی که به عنوان کاتد است باید رسانای جریان برق باشد و محلول الکترولیت برای آبکاری نیز باید دارای یون‌های فلزی باشد که قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد.
- در فرایند آبکاری، آن جسمی که قرار است آبکاری شود (قاشق آهنی) به قطب منفی باتری متصل می‌شود. طی این فرایند، اگر جنس تیغه آندی مشابه به جنس کاتیون‌های موجود در الکترولیت باشد، غلظت کاتیون در الکترولیت ثابت باقی می‌ماند.
- در سلول مربوط به آبکاری، همانند سلول‌های گالوانی، جرم تیغه متصل به آند به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند (تیغه آندی لاغرتر می‌شود) و جرم جسم متصل به کاتد نیز به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند.
- دو نیم‌واکنش در آبکاری عکس یکدیگرند و هر دو، مربوط به فلز پوشاننده‌اند و در واقع کاتد هیچ نقشی در فرایند ندارد و مجسمه است!
- اگر در فرایند آبکاری فلز پوشاننده به عنوان الکترود به قطب منفی باتری متصل باشد، غلظت محلول الکترولیت در آبکاری ثابت است؛ زیرا همان قدر یون فلزی که در آند تولید می‌شود، به همان مقدار در کاتد مصرف می‌شود و به صورت فلز روی جسم آبکاری قرار می‌گیرد.
- باتری نقش پمپ الکترون را ایفا می‌کند و به کاتد الکترون‌دهی می‌کند. در واقع الکترون‌های آند را به سمت کاتد می‌فرستد.
- برای آبکاری یک جسم، از فلزات گروه ۱ و ۲ و آلومینیوم نمی‌توان استفاده کرد؛ زیرا این فلزها در رقابت کاتدی با آب، در برابر آب بازنده می‌شوند. در واقع در فرایند آبکاری، جایگاه فلز پوشاننده در جدول E° باید بالاتر از جایگاه آب باشد.

آلومینیم و فرایند هال -

- آلومینیوم، همانند سدیم و منیزیم، در دسته فلزهای فعال قرار داشته و به همین خاطر، در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارد و به شکل ترکیب با سایر عناصر یافت می‌شود. از آلومینیوم می‌توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. آلومینیوم فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود. این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 در سطح خود، از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند به طوری که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست‌نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند.
- برخی کاربردهای آلومینیوم عبارت‌اند از: استفاده در لوازم خانگی، هواپیما، کشتی، چرخ گوشت و قطعه‌هایی از موتور خودرو.
- فلز آلومینیوم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است.
- آلومینیوم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود؛ از این‌رو این فلز هم از برق‌کافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید.
- رایج‌ترین روش استخراج فلز آلومینیوم، به فرایند هال معروف است. تصویر مقابل، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:
- واکنش صورت‌گرفته در سلول برق‌کافت آلومینیوم اکسید مذاب، به صورت زیر است:

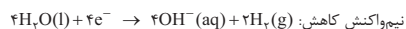
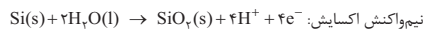


- الکترولیت مورد استفاده در این سلول حاوی آلومینیوم اکسید (Al_2O_3) مذاب است.
- چگالی آلومینیوم مذاب به‌دست‌آمده بیشتر از چگالی الکترولیت موجود در سلول است؛ بنابراین آلومینیوم مذاب ته ظرف برق‌کافت جمع می‌شود و از طریق لوله تعبیه‌شده در پایین سلول خارج می‌شود.
- مطابق نیم‌واکنش آندی، باید در آند گاز اکسیژن خالص آزاد شود، ولی اکسیژن آزادشده در آند گرافیتی، در دمای بالا با گرافیت (C) ترکیب شده و کربن دی‌اکسید (CO_2) تولید می‌شود که CO_2 به صورت گاز از سلول خارج می‌شود.
- با انجام‌شدن فرایند هال در یک سلول الکترولیتی، جرم تیغه‌های گرافیتی سازنده آند به مرور زمان کاهش می‌یابد و برای ادامه کارکرد سلول، باید این تیغه‌های گرافیتی به صورت دورهای تعویض شوند.
- فرایند هال به علت مصرف زیاد انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد؛ از این‌رو با بازیافت فلز Al می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت، برخی هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد.
- تولید قوطی‌های آلومینیومی از قوطی‌های کهنه، فقط به ۷٪ از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.



– سلول نور الکتروشیمیایی –

- به سلولی الکتروشیمیایی گفته می‌شود که در آن، برای انجام واکنش اکسایش – کاهش از نور استفاده می‌شود.
- در نوعی از این سلول‌ها که برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، نیم‌واکنش‌ها و واکنش زیر انجام می‌شود:



- سرعت، بازده و نیروی الکتروموتوری (emf) یا ولتاژ این سلول بسیار کم است، اما به دلایل زیست‌محیطی و اقتصادی از آن در تهیه گاز هیدروژن استفاده می‌شود.

$$\text{emf} = E^\circ_{\text{آند}} - E^\circ_{\text{کاتد}} = -0.83 - (-0.84) = +0.01 \text{ V}$$

- سیلیسیم که شیف‌لر بوده و نیمه‌رسانا به شمار می‌آید، در اثر انرژی نور به آرامی وارد واکنش با آب شده و در نهایت موجب تشکیل سیلیس (SiO_2) و گاز هیدروژن می‌شود.
- سیلیسیم در آند اکسایش و آب در کاتد کاهش می‌یابد؛ پس Si نقش کاهنده و H_2O نقش اکسنده را ایفا می‌کند.
- با تولید یون هیدرونیوم در آند، محیط اطراف آند اسیدی می‌شود (pH کاهش می‌یابد)؛ پس کاغذ pH در محیط اطراف آند به رنگ سرخ درمی‌آید.
- با تولید OH^- در کاتد، محیط اطراف کاتد بازی می‌شود (pH افزایش می‌یابد)؛ در نتیجه کاغذ pH در محیط اطراف کاتد، به رنگ آبی درمی‌آید.

ریاضی

همسایگی

۱ انواع همسایگی

انواع همسایگی	نمایش روی محور	ترتیب بر حسب x_0	مثال برای $x_0 = 1$
همسایگی		x_0 باید داخل بازه باشد. $x_0 \in (a, b)$	$(-2, 2)$
همسایگی راست		x_0 باید ابتدای بازه باشد. (x_0, b)	$(1, 2)$
همسایگی چپ		x_0 باید انتهای بازه باشد. (a, x_0)	$(-1, 1)$
همسایگی محذوف		x_0 از داخل بازه حذف می‌شود. $(a, x_0) \cup (x_0, b)$ یا $(a, b) - \{x_0\}$	$(0, 2) - \{1\}$

- ۲ اگر بازه (a, b) یک همسایگی برای x_0 باشد، باید $a < x_0 < b$ باشد. اگر لازم شد باید دو نامعادله $a < x_0$ و $x_0 < b$ را حل کنیم و بین جواب‌هایشان اشتراک بگیریم.

مقدمات حد

۱ تعریف حد:

نوع حد	نماد ریاضی	تعریف	روی نمودار
حد راست	$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L$	اگر x با مقادیر بیشتر از a (از سمت راست) به a نزدیک شود، مقادیر تابع به L نزدیک می‌شوند. کاری با خود نقطه a و سمت چپش نداریم.	
حد چپ	$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L$	اگر x با مقادیر کمتر از a (از سمت چپ) به a نزدیک شود، مقادیر تابع به L نزدیک می‌شوند. کاری با خود نقطه a و سمت راستش نداریم.	



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

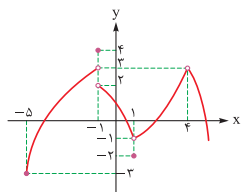
ریاضی

نوع حد	نماد ریاضی	تعریف	روی نمودار
حد	$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$	اگر حد راست و چپ در $x = a$ هر دو برابر با L باشند، در $x = a$ حد داریم. کاری با خود نقطه a نداریم.	

۲ برای آن که تابع f در $x = a$ حد داشته باشد (و مقدار حدش L باشد) باید هر دو شرط زیر را داشته باشد:

۱	در $x = a$ همسایگی راست و چپ داشته باشد.
۲	حد راست و چپش در $x = a$ برابر L باشد.

۳ یک مثال:

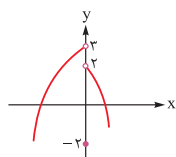


طول نقطه	حد راست	حد چپ	حد	مقدار
$x = -5$	-3	ندارد	ندارد	-3
$x = -1$	2	3	ندارد	4
$x = 1$	-1	-1	-1	-2
$x = 4$	3	3	3	تعریف نشده

۴ چندتا میل کردن خالص!

اگر ...	آن گاه ...
$x \rightarrow 0$	$ x \rightarrow 0^+$
$x \rightarrow a$	$ x - a \rightarrow 0^+$
$x \rightarrow a^+$	$-x \rightarrow (-a)^-$
$x \rightarrow a^-$	$-x \rightarrow (-a)^+$
$x \rightarrow a^+$	$x - b \rightarrow (a - b)^+$
$x \rightarrow a^+$	$b - x \rightarrow (b - a)^-$
$x \rightarrow a^+$	$\frac{1}{x} \rightarrow (\frac{1}{a})^-$
$\sin x \rightarrow 1$	$(1 - \sin x) \rightarrow 0^-$
$\cos x \rightarrow 1$	$(1 - \cos x) \rightarrow 0^+$

مثال اگر نمودار $y = f(x)$ به شکل زیر باشد، آن گاه:



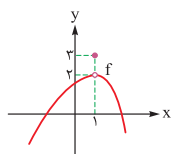
۱	$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}^+} f(1 - \sin x) \stackrel{\text{معادل با}}{=} \lim_{x \rightarrow 0^+} f(x) = 2$
۲	$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}^-} f(-\frac{x}{2}) \stackrel{\text{معادل با}}{=} \lim_{x \rightarrow 0^-} f(x) = 3$



۵ حد توابع ساخته شده از روی f ، فرض کنید $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ باشد، در این صورت:

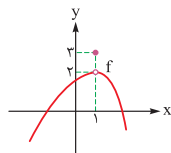
تابع	حاصل حد
۱ $ f $	$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L $
۲ f^{-1}	$\lim_{x \rightarrow L} f^{-1}(x) = a$
۳ $[f]$	$\lim_{x \rightarrow a} [f(x)] = [L]$ حالت ۱
	$L \in \mathbb{Z}$ حالت ۲: $\lim_{x \rightarrow a} [f(x)] = \begin{cases} L_{\max} & \text{یا} \\ L_{\min} \end{cases} \Rightarrow \lim_{x \rightarrow a} [f(x)] = \begin{cases} L_{\max} & \text{یا} \\ L_{\min} \end{cases}$ نقطه $x = a$ یا $\min$ یا $\max$ باشد.
	$L \in \mathbb{Z}$ حالت ۳: $\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]$ موجود نیست. $\Rightarrow \lim_{x \rightarrow a} [f(x)]$ موجود نیست. نقطه $x = a$ یا $\min$ یا $\max$ نباشد.
۴ $f(g(x))$	مرحله ۱: حد تابع داخلی را وقتی $x \rightarrow a$ حساب می کنیم. مثلاً L می شود (مهم است که L^+ می شود یا L^-).
	مرحله ۲: حد تابع بیرونی را وقتی $x \rightarrow L$ می رود حساب می کنیم (می تواند + یا - باشد).

مثال



$$\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 2 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow 2} f^{-1}(x) = 1$$

مثال



$$\text{حالت ۱: } \lim_{x \rightarrow 5} \sqrt{x} = \sqrt{5} = 2/2 \Rightarrow \lim_{x \rightarrow 5} [\sqrt{x}] = [2/2] = 2$$

$$\text{حالت ۲: } \lim_{x \rightarrow 1} (x^2 - 2x + 3) = 2 \xrightarrow{x=1 \text{ برای سهمی نقطه min است.}} \lim_{x \rightarrow 1} [x^2 - 2x + 3] = 2$$

$$\text{حالت ۳: } \lim_{x \rightarrow 2} (x^2 - 2x + 3) = 3 \xrightarrow{x=2 \text{ برای سهمی نقطه max یا min نیست.}} \lim_{x \rightarrow 2} [x^2 - 2x + 3] \text{ موجود نیست.}$$

مثال

اگر $f(x) = \sin x - 1$ و $g(x) = [x]$ باشد، حاصل $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} g(f(x))$ چه قدر است؟

$$\text{مرحله ۱: } \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} f(x) = 1^- - 1 = 0^-$$

$$\text{مرحله ۲: } \lim_{x \rightarrow 0^-} g(x) = [0^-] = -1$$

۶ حد توابع زیر در هر نقطه از دامنه شان برابر با مقدارش در آن نقطه است.

چندجمله ای	گویا	$\sin x$	$\cos x$
$\tan x$	$\cot x$	$\log_a x$	a^x (نمایی)

۷ چه وقت هایی برای محاسبه $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ ، باید حد راست و چپ را چک کنیم؟

نقاط مهم	مثال	بررسی حد وقتی $x \rightarrow 1$
چندضابطه ای	$f(x) = \begin{cases} x^2 + 2 & x > 1 \\ 2x - 3 & x < 1 \end{cases}$	حد ندارد. $\xrightarrow{1^+ - 2} \begin{cases} 1^2 + 2 = 3 \\ 2(1) - 3 = -1 \end{cases}$ حد راست
قدرمطلق	$f(x) = \frac{x^2 + 2x - 3}{ x - 1 }$	حد ندارد. $\xrightarrow{4 \neq -4} \begin{cases} \frac{(x-1)(x+3)}{x-1} = 4 \\ \frac{(x-1)(x+3)}{-(x-1)} = -4 \end{cases}$ حد راست



مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

ریاضی

نقاط مهم	مثال	بررسی حد وقتی $x \rightarrow 1$
داخل براکت عدد صحیح شود.	$f(x) = [2x] - [x]$	$\left. \begin{aligned} [2^+] - [1^+] &= 2 - 1 = 1 \\ [2^-] - [1^-] &= 2 - 1 = 1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{حد} = 1$

دوتا حد. ۸

ضابطه تابع	نکته مهم	مثال
۱ $f(x) = \begin{cases} g(x) & x \in \mathbb{Z} \\ h(x) & x \notin \mathbb{Z} \end{cases}$	حدش در تمام نقاط از ضابطه مربوط به $x \notin \mathbb{Z}$ حساب می‌شود.	$f(x) = \begin{cases} 2x & x \in \mathbb{Z} \\ x^2 & x \notin \mathbb{Z} \end{cases} \Rightarrow \lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 2^2 = 4$
۲ $f(x) = [g(x)] + [-g(x)]$	حدش در تمام نقاط برابر با -1 است.	$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} ([\sin 2x] + [-\sin 2x]) = 0 + (-1) = -1$

۹ اگر $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ و $L \in \mathbb{Z}$ ، برای محاسبه $\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]$ ، می‌توانیم از نمودار $f(x)$ یا جدول زیر کمک بگیریم.

$x = a$	حد راست $[f]$	حد چپ $[f]$	نمودار
۱ min نسبی باشد.	L	L	
۲ max نسبی باشد.	$L-1$	$L-1$	
۳ در همسایگی‌اش صعودی اکید باشد.	L	$L-1$	
۴ در همسایگی‌اش نزولی اکید باشد.	$L-1$	L	

۱۰ فرق $\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]$ و $[\lim_{x \rightarrow a} f(x)]$: فرض کنید $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ باشد، آن وقت:

۱	$\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]$	مهم است که حاصل حد بالا L^+ شده یا L^- . هر کدام بود، از آن براکت می‌گیریم.
	مثال	$[\lim_{x \rightarrow \pi} \cos x] = [1^-] = 0$
۲	$[\lim_{x \rightarrow a} f(x)]$	خود L مهم است (کاری نداریم L^+ است یا L^-). حاصل حد $[L]$ می‌شود.
	مثال	$[\lim_{x \rightarrow \pi} \cos x] = [1] = 1$



۱۱ اگر $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ باشد، آن گاه:

تابع	$kf(x)$	f^n	$\sqrt[n]{f}$	$\frac{1}{f}$	$ f $
حد در $x = a$	$k \cdot L$	L^n	$\sqrt[n]{L}, (L > 0)$	$\frac{1}{L}, (L \neq 0)$	$ L $

۱۲ اگر $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L_1$ و $\lim_{x \rightarrow a} g(x) = L_2$ ، آن گاه:

تابع	$f \pm g$	$f \times g$	$\frac{f}{g}$
حد در $x = a$	$L_1 \pm L_2$	$L_1 \times L_2$	$\frac{L_1}{L_2}, (L_2 \neq 0)$

۱۳ بررسی حد داشتن یا نداشتن توابع $f \times g$ در حالات مختلف (حد دارد: ✓، حد ندارد: ✗)

f	g	$f \pm g$	$f \times g$	$\frac{f}{g}$
✓	✓	✓	✓	✓ ($L_g \neq 0$)
✓	✗	✗	نامعلوم	نامعلوم
✗	✓	✗	نامعلوم	✗
✗	✗	✗	نامعلوم	نامعلوم

تذکر: در ۳ حالت «نامعلوم»، اگر تابعی که حد دارد، حدش صفر باشد، باید وضعیت تابع را بررسی کنیم، ولی اگر حدش صفر نباشد قطعاً حد نداریم.

رفع ابهام «صفر»

۱ روش‌های کتاب درسی!

روش حل	چه جوری حل می‌کنیم؟	مثال
به کمک تجزیه	باید در صورت و مخرج عامل $x - a$ پیدا کنیم.	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{x^2 - 5x + 6} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(x+2)}{(x-2)(x-3)} = \frac{4}{-1} = -4$
گویاکردن با اتحاد مزدوج	صورت و مخرج را در مزدوج عبارت رادیکالی ضرب می‌کنیم.	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{5x-1}-3}{2x-4} \times \frac{\sqrt{5x-1}+3}{\sqrt{5x-1}+3} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{5x-1-9}{2(x-2)(\sqrt{5x-1}+3)} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{5(x-2)}{12(x-2)(\sqrt{5x-1}+3)} = \frac{5}{12}$
گویاکردن با اتحاد جاق و لاغر	صورت و مخرج را در جاق عبارت رادیکالی ضرب می‌کنیم.	$\lim_{x \rightarrow 5} \frac{\sqrt[3]{x+2}-2}{x-5} \times \frac{\sqrt[3]{(x+2)^2}+2\sqrt[3]{x+2}+4}{\sqrt[3]{(x+2)^2}+2\sqrt[3]{x+2}+4} = \lim_{x \rightarrow 5} \frac{x+2-8}{12(x-5)} = \frac{1}{12}$
حدهای مثلثاتی	استفاده از اتحادهای $1 - \cos^2 x = \sin^2 x$ ، $1 - \sin^2 x = \cos^2 x$ و ...	$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cos 2x}{\sin x - \cos x} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2 x - \sin^2 x}{\sin x - \cos x} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{(\cos x - \sin x)(\cos x + \sin x)}{\sin x - \cos x} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{-(\sqrt{2} + \frac{\sqrt{2}}{2})}{1} = -\sqrt{2}$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

ریاضی

۲ هم‌ارزی‌ها (وقتی $u \rightarrow 0$)

مثال	هم‌ارز	عبارت	
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin vx}{x} = \frac{vx}{x} = v$	u	$\sin u$	۱
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan(x^v - \epsilon)}{x - \epsilon} = \frac{x^v - \epsilon}{x - \epsilon} = \frac{(x - \epsilon)(x + \epsilon)}{x - \epsilon} = x + \epsilon = \epsilon$	u	$\tan u$	۲
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos^v x - \cos vx}{x^v} = \frac{(1 - \frac{vx^v}{2}) - (1 - \frac{(vx)^v}{2})}{x^v} = \frac{\frac{x^v}{2} - \frac{v^v x^v}{2}}{x^v} = \frac{1 - v^v}{2}$	$1 - n \frac{u^v}{v}$	$\cos^n u$	۳
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{vx - \sin vx}{x^v} = \frac{\frac{(vx)^v}{6}}{x^v} = \frac{\epsilon^v}{v^v} = \frac{\epsilon^v}{v^v}$	$\frac{-u^v}{v}$	$\sin u - u$	۴
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \tan x}{x^v \sin x} = \frac{-\frac{x^v}{3}}{\frac{x^v}{3}} = \frac{-x^v}{x^v} = -1$	$\frac{u^v}{v}$	$\tan u - u$	۵
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan vx - \sin vx}{x^v} = \frac{\frac{(vx)^v}{3}}{x^v} = \frac{v^v}{3} = \frac{v^v}{3}$	$\frac{u^v}{v}$	$\tan u - \sin u$	۶
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+vx)^v - 1}{\sqrt{1+x} - 1} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{1+(vx)^v}{2} - 1}{\frac{1+x}{2} - 1} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1+vx - 1}{1+\frac{x}{2} - 1} = \frac{vx}{\frac{x}{2}} = 2v$	$1 + nu$	$(1+u)^n$	۷

● دو حد بزرگتی مهم:

$\lim_{x \rightarrow 0} \left[\frac{\sin x}{x} \right] = [1^-] = 0$	اگر $\frac{\sin u}{u}$ داخل براکت رفت، باید جای 1^- بنویسید.	۱
$\lim_{x \rightarrow 0} \left[\frac{\tan x}{x} \right] = [1^+] = 1$	اگر $\frac{\tan u}{u}$ داخل براکت رفت، باید جای 1^+ بنویسید.	۲

۳ قاعده هوییتال، اگر $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \lim_{x \rightarrow a} g(x) = 0$ باشد، به جای محاسبه حد $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)}$ می‌توانیم حاصل $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x)}{g'(x)}$ را حساب کنیم.

● فرمول‌های مشتق که باید بلد باشیم:

عبارت	مشتق	مثال
عدد ثابت	صفر	$\Delta \rightarrow 0$
x^n	nx^{n-1}	$x^5 \xrightarrow{\Delta} 5x^4$
n	$n \cdot \frac{1}{x^2} \times \frac{1}{x^2}$	$(x^v - x^v)^v \xrightarrow{\Delta} v(x^v - x^v)^{v-1} \times (vx^{v-1} - vx^{v-1})$
$\sqrt{x}$	$\frac{1}{2\sqrt{x}}$	
$\sqrt{\quad}$	$\frac{\quad}{2\sqrt{\quad}}$	$\sqrt{3x+5} \xrightarrow{\Delta} \frac{3}{2\sqrt{3x+5}}$

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



مثال	مشتق	عبارت
	$\frac{1}{\sqrt[n]{x^n}}$	$\sqrt[n]{x}$
$\sqrt[n]{x^n + x} \xrightarrow{\quad} \frac{n x + 1}{\sqrt[n]{(x^n + x)^{n-1}}}$	$\frac{\text{[]}'}{\sqrt[n]{\text{[]}^n}}$	$\sqrt[n]{\text{[]}}$
	$\cos x$	$\sin x$
$\sin nx \xrightarrow{\quad} n \cos nx$	$\text{[]}' \cdot \cos \text{[]}$	$\sin \text{[]}$
	$-\sin x$	$\cos x$
$\cos(x^n) \xrightarrow{\quad} -nx \cdot \sin(x^n)$	$-\text{[]}' \sin \text{[]}$	$\cos \text{[]}$
	$1 + \tan^n x$	$\tan x$
$\tan nx \xrightarrow{\quad} n(1 + \tan^2 nx)$	$\text{[]}' (1 + \tan^2 \text{[]})$	$\tan \text{[]}$
	$-(1 + \cot^2 x)$	$\cot x$
$\cot(nx + 1) \xrightarrow{\quad} -n(1 + \cot^2(nx + 1))$	$-\text{[]}' (1 + \cot^2 \text{[]})$	$\cot \text{[]}$

● قواعد مشتق گیری:

رابطه	مثال
$af(x) \xrightarrow{\quad} a f'(x)$	$\Delta x^n \xrightarrow{\quad} n \Delta x^{n-1} = n \Delta x^{n-1}$
$f \pm g \xrightarrow{\quad} f' \pm g'$	$\sqrt[n]{x^n} - \sqrt[n]{x} \xrightarrow{\quad} \frac{n x^{n-1}}{\sqrt[n]{x^n}} - \frac{1}{\sqrt[n]{x^n}}$
$f \cdot g \xrightarrow{\quad} f' \cdot g + f \cdot g'$	$x^n (\sqrt{x} + 1) \xrightarrow{\quad} nx (\sqrt{x} + 1) + x^n (\frac{1}{2\sqrt{x}})$
$\frac{f}{g} \xrightarrow{\quad} \frac{f' \cdot g - f \cdot g'}{g^2}$	$\frac{x + 4}{x^n - 1} \xrightarrow{\quad} \frac{1(2x^{n-1} - 1) - (x + 4)(-n x^{n-1})}{(x^n - 1)^2}$
$f(\text{[]}) \xrightarrow{\quad} \text{[]}' \times f'(\text{[]})$	$f(x^n + 2x - 3) \xrightarrow{\quad} (2x + 2) \cdot f'(x^n + 2x - 3)$

● دو مثال از قاعده هوییتال:

مثال $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - x^2 - x - 2}{\Delta x^2 - \Delta x - 4} \xrightarrow{\text{Hop}} \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 2x - 1 - 0}{1 \cdot 2 - 1 - 4} = \frac{2(2)^2 - 2(2) - 1}{1 \cdot (2) - 1 - 4} = \frac{7}{-3}$

مثال $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^2 \sqrt{x} - 32}{\sqrt[3]{2x} - 2} = \lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^{\frac{5}{2}} - 32}{\sqrt[3]{2x} - 2} \xrightarrow{\text{Hop}} \lim_{x \rightarrow 4} \frac{\frac{5}{2} x^{\frac{3}{2}} - 0}{\frac{2}{3} \sqrt[3]{2x} - 0} = \frac{\frac{5}{2} \times 4^{\frac{3}{2}}}{\frac{2}{3} \sqrt[3]{8}} = \frac{\frac{5}{2} \times 8}{\frac{2}{3} \times 2} = 12$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

ریاضی

عدد غیر صفر

۴) حدهای $\frac{\text{صفر}}{\text{صفر}}$ که دو مجهول دارند: یک سری حد به فرم $\lim_{x \rightarrow a} \frac{\text{صورت}}{\text{مخرج}} = L$ داریم که در صورت و مخرج دو پارامتر مجهول دارند.

این مدل سؤال‌ها بارها در کنکور و آزمون‌های آزمایشی آمده است. روش حل این گونه است:

گام اول	وقتی $a \rightarrow x$ ، حد صورت یا حد مخرج برابر صفر است. هر کدام که صفر بود، دیگری را خودمان برابر صفر قرار می‌دهیم. این‌جا به یک رابطه بین دو پارامتر می‌رسیم؛ یکی را برحسب دیگری می‌نویسیم و در حدمان جای‌گذاری می‌کنیم.
گام دوم	حالا حاصل حد را با هر روشی (گویاکردن، هوپیتال و ...) حساب می‌کنیم و برابر با L قرار می‌دهیم.

مثال اگر $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{ax+b}-3}{x^2-16} = \frac{1}{24}$ باشد، مقدار a و b را به دست آورید؟

پاسخ

$$\lim_{x \rightarrow 4} (\sqrt{ax+b}-3) = 0 \Rightarrow \sqrt{4a+b} = 3$$

گام اول، حد مخرج صفر است؛ پس حد صورت هم باید صفر باشد:

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{ax+b}-3}{x^2-16} \stackrel{\text{Hop}}{=} \lim_{x \rightarrow 4} \frac{\frac{a}{2\sqrt{ax+b}}}{2x} = \frac{\frac{a}{2\sqrt{4a+b}}}{8} = \frac{a}{8\sqrt{4a+b}} = \frac{a}{48}$$

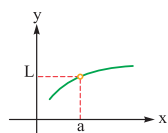
گام دوم، حدمان $\frac{0}{0}$ است؛ پس هوپیتال می‌زنیم:

$$\frac{a}{48} \text{ باید برابر با } \frac{1}{24} \text{ باشد؛ پس } a = 2$$

با جای‌گذاری $a = 2$ در $\sqrt{4a+b} = 3$ داریم:

$$\sqrt{8+b} = 3 \Rightarrow b = 1$$

۵) نقطهٔ توخالی حیدار روی نمودار: اگر نمودار تابع کسری $f(x) = \frac{g(x)}{h(x)}$ در نقطه‌ای به طول $x = a$ تعریف نشده باشد ولی حد داشته باشد، باید دوتا ویژگی داشته باشد:



$$g(a) = h(a) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$$

۱) $x = a$ ریشهٔ مشترک صورت و مخرج f است:

۲) حد f در $x = a$ (بعد از رفع ابهام) برابر L است:

حد به روش تغییر متغیر

معمولاً دو مدل تغییر متغیر هستند که به حل ساده‌تر حدها کمک می‌کنند.

۱) وقتی $a \rightarrow x$ می‌توانیم تغییر متغیر $t = x - a$ را اعمال کنیم.

مثال
$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{1 - \cos(x - \frac{\pi}{2})}{\sin^2(2x - \frac{\pi}{2})} \xrightarrow{(x - \frac{\pi}{2} = t)} \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - \cos t}{\sin^2 2t} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - \cos t}{(\sin t \cos t)^2} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - \cos t}{\sin^2 t \cos^2 t} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - \cos t}{(1 - \cos^2 t) \cos^2 t} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - \cos t}{t^2 \times 1 \times 1} = \frac{1}{2}$$

۲) وقتی $a \rightarrow x$ می‌توانیم تغییر متغیر $t = \sqrt[n]{x}$ را اعمال کنیم.

مثال
$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x} - \sqrt[3]{x}}{\sqrt{x} - 1} \xrightarrow{\sqrt{x} = t \Rightarrow x = t^2} \lim_{t \rightarrow 1} \frac{t^2 - t^{\frac{2}{3}}}{t^2 - 1} = \lim_{t \rightarrow 1} \frac{t^{\frac{2}{3}}(t^{\frac{2}{3}} - 1)}{(t-1)(t+1)} = 1$$

حد بی‌نهایت

۱) اگر در محاسبهٔ حد یک تابع کسری، حد مخرج صفر و حد صورت غیر صفر باشد، حاصل حدمان $+\infty$ یا $-\infty$ است. علامت بی‌نهایت با توجه به علامت صفر حدی مخرج و عدد صورت مشخص می‌شود.

مثال	حالت	
$\lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x+1}{x-2} = \frac{2}{-1} = -\infty$	عدد مثبت $\frac{+}{-} = -\infty$	۱
$\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{x+1}{x-2} = \frac{2}{-1} = -\infty$	عدد مثبت $\frac{+}{-} = -\infty$	۲
$\lim_{x \rightarrow 2^-} \frac{x-5}{2-x} = \frac{-3}{+} = -\infty$	عدد منفی $\frac{-}{+} = -\infty$	۳
$\lim_{x \rightarrow 5^-} \frac{1-x}{x^2-25} = \frac{-4}{-} = +\infty$	عدد منفی $\frac{-}{-} = +\infty$	۴



۲ نمودار تابع در حد بی‌نهایت، اگر حد تابع f در همسایگی $x = a$ بی‌نهایت باشد، یکی از ۴ شکل زیر را می‌تواند داشته باشد.

نمودار f در همسایگی $x = a$	حد چپ	حد راست	
	$+\infty$	$+\infty$	۱
	$-\infty$	$+\infty$	۲
	$+\infty$	$-\infty$	۳
	$-\infty$	$-\infty$	۴

• اگر بعد از ساده‌شدن صورت و مخرج، در مخرج $(x-a)^r$ یا ضربی از آن داشتیم، شکل تابع در همسایگی a قطعاً شبیه سطر ۱ یا ۴ جدول است؛ مثلاً اگر $\lim_{x \rightarrow 2^+} \frac{x+2}{x^2-2x^2+bx+c} = +\infty$ باشد، آن‌گاه مخرج باید $2(x-2)^2$ باشد.

۳ وقتی f و g هر دو حدشان ∞ است، حاصل حد $f \times g$ چه می‌شود؟

$\frac{f}{g}$	$f \times g$	$f - g$	$f + g$	g	f	
مبهم	$+\infty$	مبهم	$+\infty$	$+\infty$	$+\infty$	۱
مبهم	$-\infty$	$+\infty$	مبهم	$-\infty$	$+\infty$	۲
مبهم	$-\infty$	$-\infty$	مبهم	$+\infty$	$-\infty$	۳
مبهم	$+\infty$	مبهم	$-\infty$	$-\infty$	$-\infty$	۴

۴ چند حالت خاص در حد بی‌نهایت،

حالت	مثال
۱ $\pm \infty \pm \text{عدد} = \pm \infty$	$\lim_{x \rightarrow 1^+} \left(\frac{1}{x-1} - \frac{x^2}{x+1} \right) = \frac{1}{0^+} - \frac{1}{2} = +\infty - \frac{1}{2} = +\infty$
۲ $\infty \times 0 = \text{عدد غیر صفر}$	$\lim_{x \rightarrow 2^+} \left(x \tan \frac{\pi}{x} \right) = 2 \times (-\infty) = -\infty$
۳ $\frac{\text{عدد}}{\infty} = 0$	$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x+1}{\cot \pi x} = \frac{2}{\infty} = 0$
۴ مبهم $\times \infty = \text{صفر حدی}$	$\lim_{x \rightarrow 0} \sin x \cot x = \lim_{x \rightarrow 0} \sin x \cdot \frac{\cos x}{\sin x} = \lim_{x \rightarrow 0} \cos x = \cos 0 = 1$
۵ مبهم $\infty - \infty = \text{مبهم}$ (مخرج مشترک گیری $\rightarrow$ یکی از راه‌ها)	$\lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{x}{x-2} - \frac{\lambda}{x^2-4} \right) = \lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{x}{x-2} - \frac{\lambda}{(x-2)(x+2)} \right)$ $= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + 2x - \lambda}{(x-2)(x+2)} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x+4)(x-2)}{(x-2)(x+2)} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$

♦♦ مجانی ♦♦

— مجانب قائم —

۱ خط $x = a$ مجانب قائم تابع f است، اگر حداقل یکی از حدهای $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x)$ یا $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$ برابر با بی‌نهایت باشد. مثلاً تابع $f(x) = \frac{x+4}{x^2-6}$ دارای مجانب قائم $x = 3$ است.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

ریاضی

۲ پیدا کردن مجانب‌های قائم تابع f از روی ضابطه.

گام اول	ضابطه را تا حد امکان ساده می‌کنیم (اگر صورت و مخرج عامل مشترک دارند. آن‌ها را ساده می‌کنیم).
گام دوم	ریشه‌های مخرج. مجانب‌های قائم f هستند (مگر این که از هیچ طرفی نتوانیم به آن نزدیک شویم).

۳ اگر $x = a$ معادله مجانب قائم تابع کسری f باشد، آن‌گاه $x = a$ ریشه مخرج f است.

۴ اگر $x = a$ ریشه مشترک صورت و مخرج بود، می‌توانید از هویتال استفاده کنید. اگر جواب حد عدد شد که مجانب قائم نیست، ولی اگر بعد از هویتال جواب حد بی‌نهایت شد، مجانب قائم است.

۵ مجانب‌های قائم توابع معروف.

تابع	مجانب قائم	مثال
چندجمله‌ای	ندارد	$f(x) = x^5 - 2x^4 + x^3 - 6$ ندارد. → مجانب قائم
کسری	ریشه‌های مخرج (بعد از ساده‌شدن)	$f(x) = \frac{x^2 - x - 6}{x^2 - 4} = \frac{(x-3)(x+2)}{(x-2)(x+2)} = \frac{x-3}{x-2} \rightarrow x=2$ → مجانب قائم
$\tan u$	جواب‌های معادله $\cos u = 0$	$f(x) = \tan 2x \rightarrow \cos 2x = 0$ $\Rightarrow 2x = k\pi + \frac{\pi}{2} \Rightarrow x = \frac{k\pi}{2} + \frac{\pi}{4}$ → مجانب قائم
$\cot u$	جواب‌های معادله $\sin u = 0$	$f(x) = \cot \pi x \rightarrow \sin \pi x = 0 \Rightarrow \pi x = k\pi \Rightarrow x = k$ → مجانب قائم
$\log \frac{A}{B}$	جواب‌های معادله $A = 0$ و $B = 0$	$f(x) = \log \frac{x^2 - 1}{x + 2} \rightarrow x = 1, x = -1, x = -2$ → مجانب قائم

۶ در تست‌هایی که تعداد مجانب‌های قائم را به ما می‌دهند و مقدار یک مجهول را می‌خواهند، حواستان به دوتا چیز باشد:

۱	ریشه‌های مشترک صورت و مخرج. مجانب قائم نیستند.
۲	اگر مخرج درجه‌دو باشد و دلتایش صفر باشد، فقط یک مجانب قائم داریم.

۷ شکل تابع f در همسایگی مجانب قائم: اگر $x = a$ مجانب قائم f باشد، باید حد چپ و راست f را در $x = a$ حساب کنیم و از روی آن‌ها شکل تابع در همسایگی a را مشخص کنیم.

مثلاً اگر $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = +\infty$ و $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = -\infty$ باشد، آن وقت شکل f در همسایگی $x = 2$ به صورت است.

۸ اگر شکل تابع در اطراف مجانب قائم (مثلاً $x = a$) به شکل یا بود، مخرج باید ریشه مضاعف $x = a$ داشته باشد؛ به عبارت دیگر باید عامل $(x-a)^2$ داشته باشد.

حد در بی‌نهایت

۱ برای محاسبه حد توابع چندجمله‌ای در $\pm\infty$ ، فقط جمله با درجه بیشتر اهمیت دارد و بقیه جملات را حذف می‌کنیم:

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} (ax^n + bx^{n-1} + (cx^{n-2} + \dots)) = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} ax^n$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} (\Delta x^2 + 2x^2 + 7) = \lim_{x \rightarrow -\infty} 2x^2 = 2(-\infty)^2 = 2(-\infty) = -\infty$$

مثال

۲ هم‌ارزی کامل‌تر عبارات به فرم $\sqrt[n]{ax^n + bx^{n-1} + \dots}$ در $\pm\infty$:

اگر در $\pm\infty$ ، جای عبارت $\sqrt[n]{ax^n + bx^{n-1} + \dots}$ عبارت $\sqrt[n]{ax}$ فرد n یا $\sqrt[n]{a} |x|$ زوج n را قرار دادیم و این عبارت با عبارتی ساده و حذف شد، باید از هم‌ارزی کامل‌تری استفاده کنیم که به شکل زیر است:

$$\sqrt[n]{ax^n + bx^{n-1} + \dots} = \begin{cases} \sqrt[n]{a} \left(x + \frac{b}{na}\right) & \text{فرد } n \\ \sqrt[n]{a} \left|x + \frac{b}{na}\right| & \text{زوج } n \end{cases}$$



دو مثال هم ببینید:

$$۱) \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{x^2 + 4x} - x}{4x + 1} \xrightarrow{\text{هم‌ارزی معمولی کافیست}} \frac{\sqrt{x} - x}{4x} = \frac{-2x}{4x} = \frac{-1}{2}$$

$$۲) \lim_{x \rightarrow -\infty} \sqrt{x^2 + 4x} + x \xrightarrow{\text{در هم‌ارزی معمولی، ها ساده می‌شن! پس هم‌ارزی کامل‌تر را می‌نویسیم}} \sqrt{x} + \frac{4}{\sqrt{x}} + x = \sqrt{x+4} + x = -4$$

۳) برای محاسبه حد توابع گویا در $\pm\infty$ ، از صورت و منخرج جمله با درجه بیشتر را نگه می‌داریم و بقیه جملات را حذف می‌کنیم. بعد از ساده کردن کسر جدید، حاصل حد را حساب می‌کنیم. حد توابع کسری با توجه به درجه صورت و منخرج سه حالت دارد:

مقایسه درجه صورت و منخرج	حاصل حد	مثال
درجه صورت < درجه منخرج	$-\infty$ یا $+\infty$	$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2 - 8x^2 + 1}{x - 12x^2} = \frac{x^2}{-12x^2} = \frac{x}{-12} = +\infty = -\infty$
درجه صورت = درجه منخرج	یک عدد غیر صفر	$\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x^2 - x^2 + 3x}{3x^2 + 5x^2 + 8} = \frac{2x^2}{8x^2} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$
درجه صورت > درجه منخرج	صفر	$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2 + 8x^2 - 7x}{6x^4 + 10x - 9} = \frac{x^2}{6x^4} = \frac{1}{6x^2} = \frac{1}{+\infty} = 0$

۴) حدهای خاص توابع نمایی و لگاریتمی:

$0 < a < 1$		$a > 1$		
$a^{+\infty} = 0^+$	$a^{-\infty} = +\infty$	$a^{+\infty} = +\infty$	$a^{-\infty} = 0^+$	نمایی
$\log_a(+\infty) = -\infty$	$\log_a 0^+ = +\infty$	$\log_a(+\infty) = +\infty$	$\log_a 0^+ = -\infty$	لگاریتمی

مجانبات افقی

اگر حد تابع f وقتی $x \rightarrow +\infty$ یا $x \rightarrow -\infty$ برابر با عددی مثل b باشد، می‌گوییم خط $y = b$ مجانب افقی تابع f است. مثلاً در تابع $f(x) = \frac{6x^2 - x}{3x^2 + 4}$ ، خط $y = \frac{6}{3} = 2$ مجانب افقی f است.

توان‌های گویا

۱) اگر $a^n = b$ و n عددی طبیعی باشد، می‌گوییم a ریشه n ام b است. چند مثال:

$\sqrt[3]{8} = 2$	ریشه سوم ۸
$\pm\sqrt{25} = \pm 5$	ریشه‌های دوم ۲۵
$\pm\sqrt[4]{3}$	ریشه‌های چهارم ۳
$\sqrt[5]{-1} = -1$	ریشه پنجم -۱

۲) ریشه n ام عدد a در دو حالت $a \geq 0$ و $a < 0$:

علامت a	ریشه n ام (فرد)	ریشه n ام (زوج)
$a \geq 0$	$\sqrt[n]{a}$	$\pm\sqrt[n]{a}$
$a < 0$	$\sqrt[n]{a}$	ندارد

$$\sqrt[n]{a^n} = \begin{cases} a & \text{فرد } n \\ |a| & \text{زوج } n \end{cases}$$

۳) حاصل $\sqrt[n]{a^n}$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

ریاضی

۴ قواعد رادیکال ها:

مثال	توضیح	
$5\sqrt{2} + 3\sqrt{2} - \sqrt{2} = 7\sqrt{2}$	باید «عبارت زیر رادیکال ها» و «فرجه هایشان» برابر باشد.	۱ جمع و تفریق رادیکال ها
$\sqrt[3]{2} \times \sqrt[3]{2} = \sqrt[3]{6}$	باید «فرجه ها» برابر باشد.	۲ ضرب و تقسیم رادیکال ها
$\sqrt[3]{54} = \sqrt[3]{2 \times 3^3} = 3\sqrt[3]{2}$	$\sqrt[n]{a^m b} = \begin{cases} a^{\frac{m}{n}} \sqrt[n]{b} & \text{فرد } n \\ a \sqrt[n]{b} & \text{زوج } n, b > 0 \end{cases}$	۳ عدد بیرون کشیدن
$\sqrt[4]{32} = \sqrt[4]{2^5} = \sqrt[4]{2^4 \times 2} = 2\sqrt[4]{2}$	$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[m \times n]{a}$	۴ رادیکال تو رادیکال
$\sqrt[4]{5^{12}} = \sqrt[4]{5^{3 \times 4}} = \sqrt[3]{5^3} = 5$	$\sqrt[k]{a^{mk}} = \sqrt[a^m]{a^k}$ (اگر k زوج بود، a قدرمطلق می گیرد.)	۵ ساده کردن توان و فرجه

$$\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}} \quad \begin{matrix} \text{توان} \\ \rightarrow \\ \text{فرجه} \end{matrix}$$

۵ توان گویا، اگر $a > 0$ باشد، آن گاه:

۶ قواعد توان:

توان به توان	توان منفی	تقسیم با توان های مساوی	تقسیم با پایه های مساوی	ضرب با توان های مساوی	ضرب با پایه های مساوی
$(a^n)^m = a^{(n \times m)}$	$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$	$a^n \div b^n = \left(\frac{a}{b}\right)^n$	$a^n \div a^m = a^{n-m}$	$a^n \cdot b^n = (ab)^n$	$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$

عبارت های جبری

۱ اتحاد: هر تساوی جبری که به ازای تمام مقادیر متغیرها برقرار باشد. مثلاً $x(x+2) = x^2 + 2x$ یک اتحاد است.

۲ اتحادهای معروف:

مثال	فرم کلی اتحاد	اسم اتحاد
$(2x + 5)^2 = 4x^2 + 20x + 25$	$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$	۱ مربع دو جمله ای
$(x - 2y + 3z)^2 = x^2 + 4y^2 + 9z^2 - 4xy + 6xz - 12yz$	$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ac$	۲ مربع سه جمله ای
$(5x - 3)(5x + 3) = 25x^2 - 9$	$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$	۳ مزدوج
$(3x + 2)(3x + 5) = 9x^2 + 21x + 10$	$(x + a)(x + b) = x^2 + (a + b)x + ab$	۴ جمله مشترک
$(2x - 5)^2 = 4x^2 - 20x + 25$	$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2a^{\frac{1}{2}}b + b^2$	۵ مکعب
$(3x + 2)(9x^2 - 6x + 4) = 27x^3 + 8$	$(a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2) = a^3 \pm b^3$	۶ جاق و لاغر

۳ دو فرم پر استفاده از اتحاد مربع و مکعب:

شیبیه سازی با S و P	فرم اتحادی	
$\alpha^2 + \beta^2 = S^2 - 2P$	$a^2 + b^2 = (a + b)^2 - 2ab$	۱
$\alpha^2 + \beta^2 = S^2 - 2PS$	$a^2 + b^2 = (a + b)^2 - 2ab(a + b)$	۲

۴ برای سؤالاتی که «a و b» را می دهند و $a^2 + b^2$ یا $a^2 + b^2$ را می خواهند (یا سؤالاتی که $x + \frac{1}{x}$ را می دهند و $x^2 + \frac{1}{x^2}$ یا $x^3 + \frac{1}{x^3}$ را می خواهند) از دو اتحاد بالا استفاده کنید.



۵ ساده کردن رادیکال‌های به فرم $\sqrt{A \pm 2\sqrt{B}}$:

اگر رادیکال به شکل $\sqrt{A \pm 2\sqrt{B}}$ دیدید، باید زیر رادیکال یعنی $A \pm 2\sqrt{B}$ را به شکل $(\sqrt{C} \pm \sqrt{D})^2$ بنویسید:

$$(\sqrt{C} \pm \sqrt{D})^2 = A \pm 2\sqrt{B} \Rightarrow C + D \pm 2\sqrt{CD} = A \pm 2\sqrt{B} \Rightarrow \begin{cases} A = C + D \\ B = C \times D \end{cases}$$

یعنی باید دنبال دو تا عدد باشیم که جمعشان A و ضربشان B باشد. مثلاً برای ساده کردن $\sqrt{5+2\sqrt{6}}$ باید دو تا عدد پیدا کنیم که جمعشان ۵ و ضربشان ۶ باشد. این دو تا عدد ۲ و ۳ هستند، پس جای $5+2\sqrt{6}$ می‌نویسیم $(\sqrt{3} + \sqrt{2})^2$ و داریم:

$$\sqrt{5+2\sqrt{6}} = \sqrt{(\sqrt{3} + \sqrt{2})^2} = \sqrt{3} + \sqrt{2}$$

۶ تجزیه، نوشتن یک عبارت جبری به صورت حاصل ضرب دو یا چند عبارت جبری دیگر.

۷ روش‌های معروف تجزیه:

اسم روش	توضیح	مثال
فاکتورگیری	از بزرگ‌ترین عامل مشترک بین جملات فاکتور می‌گیریم.	$12x^5 - 18x^3 = 6x^3(2x - 3)$
استفاده از اتحادها	- در تجزیه $a^n - b^n$، اگر n زوج باشد، از اتحاد مزدوج کمک می‌گیریم. - در تجزیه $a^n \pm b^n$، اگر n مضرب ۳ باشد، از اتحاد جاق و لاغر کمک می‌گیریم. - در سه‌جمله‌ای‌ها دنبال اتحاد جمله‌مشترک (یا مربع) باشید.	$x^6 - 7x^3 - 8 \xrightarrow{\text{جمله‌مشترک}} (x^3 - 8)(x^3 + 1)$ $\xrightarrow{\text{جاق و لاغر}} (x-2)(x^2+2x+4)(x+1)(x^2-x+1)$
دسته‌بندی	چند جمله را با هم می‌گیریم و چند جمله دیگر را نیز با هم، بعد با تجزیه هر دسته به عبارتی می‌رسیم که به کمک اتحادها یا فاکتورگیری تجزیه نهایی می‌شود.	$\underline{x^3} + \underline{3x^2} - \underline{4x} - \underline{12} = x^3(x+3) - 4(x+3)$ $\xrightarrow[\text{مزدوج}]{\text{فاکتور از } x+3} (x+3)(x^3-4) = (x+3)(x-2)(x+2)(x+2)$
شکستن جملات	برای تجزیه عبارت‌های به فرم $x^2 + bx + c$ که در نگاه اول قابل تجزیه نیستند مناسب است. باید bx^2 را به شکل $dx^2 + ex^2$ بنویسید که dx^2 با دو جمله دیگر تشکیل اتحاد مربع بدهد و بعد از آن از اتحاد مزدوج استفاده کنید.	$x^4 + 5x^2 + 9 \xrightarrow[\text{جای } 5x^2]{\text{جای } 9} x^4 + 6x^2 + 9 - x^2 = (x^2+3)^2 - x^2 = (x^2+3+x)(x^2+3-x)$

۸ گویا کردن مخرج کسرها:

فرم کسر	روش گویا کردن مخرج	مثال
$\frac{\bigcirc}{\sqrt{a}}$	صورت و مخرج را در $\sqrt{a}$ ضرب می‌کنیم.	$\frac{6}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{6\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2}$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt[n]{a^n}}$	صورت و مخرج را در $\sqrt[n]{a^k}$ ضرب می‌کنیم (کوچک‌ترین عددی است که به ازای آن $n+k$ مضرب m است).	$\frac{12}{\sqrt[3]{27}} \times \frac{\sqrt[3]{27}}{\sqrt[3]{27}} = \frac{12\sqrt[3]{27}}{\sqrt[3]{27^3}} = \frac{12\sqrt[3]{27}}{27} = 3\sqrt[3]{27}$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt{a} \pm \sqrt{b}}$ یا $\frac{\bigcirc}{\sqrt{a} \pm b}$	صورت و مخرج را در مزدوج مخرج ضرب می‌کنیم.	$\frac{6}{\sqrt{7}-2} \times \frac{\sqrt{7}+2}{\sqrt{7}+2} = \frac{6(\sqrt{7}+2)}{7-4} = 2(\sqrt{7}+2)$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt[3]{a} \pm \sqrt[3]{b}}$ یا $\frac{\bigcirc}{\sqrt[3]{a} \pm b}$	صورت و مخرج را در جاق مخرج ضرب می‌کنیم.	$\frac{3}{\sqrt[3]{7} + \sqrt[3]{2}} \times \frac{\sqrt[3]{9} - \sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{4}}{\sqrt[3]{9} - \sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{4}} = \frac{3(\sqrt[3]{9} - \sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{4})}{5}$
$\frac{\bigcirc}{\sqrt[3]{a} \pm \sqrt[3]{ab} + \sqrt[3]{b^2}}$	صورت و مخرج را در لاغر مخرج ضرب می‌کنیم.	$\frac{10}{\sqrt[3]{9} - \sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{4}} \times \frac{\sqrt[3]{27} + \sqrt[3]{2}}{\sqrt[3]{27} + \sqrt[3]{2}} = \frac{10(\sqrt[3]{27} + \sqrt[3]{2})}{5} = 2(\sqrt[3]{27} + \sqrt[3]{2})$



زمین شناسی

فصل سوم: منابع آب و خاک

- آب جاری -

- (۱) نماد زندگی
- (۲) ایجاد تغییرات وسیع در پوسته زمین
- (۳) ایجاد فرسایش
- (۴) تغییرات اقلیمی و ...
- منابع مهم تامین آب مورد نیاز موجودات زنده
 - (۱) آب های سطحی
 - (۲) آب های زیرزمینی
- عامل مؤثر و اصلی در تامین این منابع ← بارش های جوی

سرنوشت بارش های جوی

- (۱) تبخیر می شود.
- (۲) به صورت رواناب هم سویی مناطق پست تر حوضه آبریز جاری می شود.
- (۳) به داخل زمین نفوذ می کند و منابع آب های زیرزمینی را تغذیه می کند.

حوضه آبریز: به منطقه ای که آب های آن به وسیله رودخانه اصلی و شاخه های فرعی، زهکشی می شود، حوضه آبریز می گویند.

آب جاری

- در مقایسه با حجم آب کره ناچیز است.
- همواره سطح زمین را در محل جریان فرسایش می دهد.

نکته

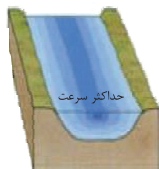
مهم ترین عامل تغییر شکل خشکی های زمین، رودها هستند.

- سرعت و آبدی -

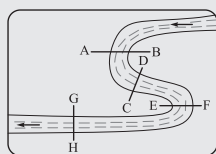
سرعت: فاصله ای که هر ذره آب در واحد زمان طی می کند.
سرعت رودخانه در نقاط مختلف رودخانه در طول، عرض و عمق آن متغیر است.

- سرعت در مقاطع مختلف یک رود -

- ۱) سرعت در رودخانه مستقیم
 - بیشترین سرعت جریان آب ← در وسط و نزدیک سطح آب
 - کم ترین سرعت جریان آب ← در نزدیکی کف و دیواره ها ← به دلیل اصطکاک آب با بستر و دیواره



- ۲) رودخانه منحنی
 - بیشترین سرعت جریان آب و بیشترین فرسایش ← در دیواره مقعر رودخانه
 - کم ترین سرعت جریان آب و بیشترین رسوب گذاری ← در دیواره محدب رودخانه



(نارنج کشور، ۱۴۰۰)

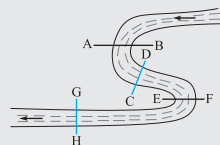
مثال تیمرخ عرضی بستر رود در محل کدام برش ها شباهت بیشتری به هم دارند؟

- (۱) EF و AB
- (۲) CD و AB
- (۳) GH و CD
- (۴) GH و EF



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

زمین شناسی



پاسخ گزینه (۳)
رودخانه در مقطع CD و HG مستقیم است و انحنا ندارد. پس شکل بستر آن‌ها به ترتیب از راست به چپ با هم یکسان است.

آبدهی (دبی) -

حجم آبی است که در واحد زمان (ثانیه) از مقطع عرضی رودخانه عبور می‌کند.

با تعیین سرعت آب در یک رود یا آبراهه و اندازه‌گیری سطح مقطع آن، میزان آبدهی (دبی) محاسبه می‌شود:

$$Q = A \times V$$

$$Q: \text{دبی: } (m^3/s)$$

$$A: \text{مساحت سطح مقطع جریان آب: } (m^2)$$

$$V: \text{سرعت جریان آب: } (m/s)$$

نکته

در یک نقطه معین از رود، با تغییر عرض، عمق و سرعت آب، آبدهی رود نیز تغییر می‌کند.

مثال عرض رودخانه‌ای در زیر پلی ۱۲ متر است. زمانی که آب با عمق ۵/۰ متر و با سرعت ۵/۰ متر بر ثانیه از زیر پل عبور می‌کند، دبی آب رود چند مترمکعب بر ثانیه است؟

(سراسری ۹۶)

$$48 \text{ (4)}$$

$$30 \text{ (3)}$$

$$4/8 \text{ (2)}$$

$$3 \text{ (1)}$$

$$Q = A \times V \Rightarrow Q = 0/5 m \times 12 m \times 0/5 m/s \Rightarrow Q = 3 m^3/s$$

پاسخ گزینه (۱)

مثال آبدهی قناتی در هر دقیقه ۳۰۰۰ لیتر است. اگر عمق و عرض آب در دهانه قنات به ترتیب ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متر باشد، آب تقریباً با سرعت چند متر بر ثانیه خارج می‌شود؟

(سراسری ۱۴۰۰)

$$0/2 \text{ (4)}$$

$$0/9 \text{ (3)}$$

$$0/15 \text{ (2)}$$

$$0/66 \text{ (1)}$$

پاسخ گزینه (۲)

ابتدا آبدهی را به واحد مترمکعب بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$3000 \frac{L}{min} \times \frac{1m^3}{1000L} \times \frac{1min}{60s} = 0/5 m^3/s$$

سپس عرض و عمق آب در دهانه قنات را بر صد تقسیم می‌کنیم تا به متر تبدیل شود و بعد در فرمول آبدهی می‌گذاریم:

$$Q = A \times V$$

$$Q = \text{سرعت آب} \times (\text{عمق آب} \times \text{عرض آب})$$

$$0/5 = (0/8 \times 0/4) \times V \Rightarrow V \cong 0/15 m/s$$

انواع رودخانه‌ها براساس میزان آبدهی

- ۱ رودخانه دائمی در مناطق مرطوب که بارندگی زیاد و تبخیر کم است، شکل می‌گیرند. بخشی از آب که در این رودخانه‌ها همیشه جریان دارد، آبدهی پایه را تشکیل می‌دهد. در زمانی که بارندگی نیست آب این رودها از ذوب برف و یخ نواحی مرتفع و یا از ورود آب‌های زیرزمینی به داخل رود تأمین می‌شود.
- ۲ رودخانه موقتی در مناطق گرم و خشک که بارندگی کم و تبخیر زیاد است، شکل می‌گیرند. این رودخانه‌ها فصلی هستند؛ در بهار آب دارند، و در تابستان اغلب خشک هستند.

نکته

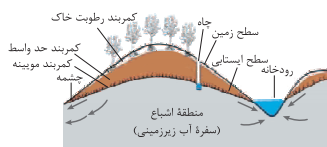
بعضی از رودخانه‌های مناطق گرم و خشک هم از نوع دائمی هستند.

آب زیرزمینی

- مهم‌ترین منشأ: بارش‌های جوی
- آب زیرزمینی: شونده بهره‌برداری: چاه، چشمه و قنات
- اهمیت: بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین قابل بهره‌برداری خشکی‌ها

- توزیع آب در زیرزمین -

منطقه تهویه: هنگام نفوذ آب به داخل زمین، بخشی از آب نفوذی به سطح ذرات خاک یا سنگ می‌چسبد، به طوری که در قسمت بالایی خاک منافذ و فضاهای خالی توسط آب و هوا پر می‌شود؛ این منطقه را منطقه تهویه می‌نامند.

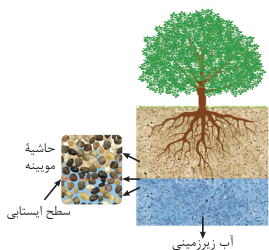


کمرندگی‌های منطقه تهویه

- (۱) کمرند رطوبت خاک ← مجاور سطح زمین و دربرگیرنده ریشه گیاهان است و آب لازم برای گیاه را تأمین می‌کند.
- (۲) کمرند حد واسط ← آب به علت جاذبه مولکولی معلق است، ضخامت آن هنگام ورود آب باران یا ذوب برف زیاد می‌شود.
- (۳) کمرند مویینه ← مجاور آب زیرزمینی است، در این جا آب زیرزمینی به علت خاصیت مویینیگی از مجاری نازک موجود در سنگ‌ها و رسوبات بالا می‌آید. ضخامت آن بین چند سانتی‌متر تا چند متر متغیر است.

منطقه اشباع: بخشی از آب نفوذی به اعماق بیشتر زمین و بخش بالایی سنگ بستر حرکت می‌کند، در این قسمت تمام منافذ و فضاهای خالی توسط آب پر شده است و منطقه اشباع ایجاد می‌شود.

سطح ایستابی: سطح بالایی منطقه اشباع (که با لایه‌ای نفوذپذیر محصور شده است) را سطح ایستابی گویند.



- میزان بارش سالانه و فصلی
- عوامل مؤثر بر تغییرات عمق سطح ایستابی
- میزان نفوذ آب به زمین
- تغییرات میزان بهره‌برداری

نکته

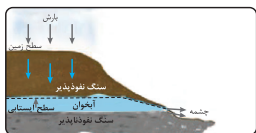
- در مناطق مرتفع و دامنه کوه‌ها، در عمق بیشتر سطح ایستابی تقریباً از توپوگرافی سطح زمین تبعیت می‌کند.
- در دره‌ها و نقاط پست، در عمق کم‌تر

حاشیه مویینه، نوار باریک و مرطوبی است که منطقه اشباع را به ناحیه بالایی (منطقه تهویه) مرتبط می‌کند و سطح ایستابی در بین فضاهای خالی این منطقه در نوسان است.

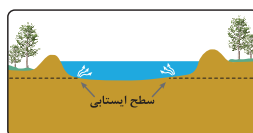
نکته

هر چه رسوبات دانه ریزتر ← منافذ کوچک‌تر ← فشار مویینه بیشتر ← ضخامت لایه آبدار بیشتر ← ضخامت حاشیه مویینه بیشتر

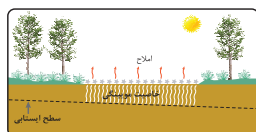
- چشمه یا برکه: اگر سطح ایستابی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به صورت چشمه یا برکه در سطح زمین ظاهر می‌شود.
- باتلاق یا شوره‌زار: اگر سطح ایستابی بر سطح زمین منطبق شود یا در نزدیک آن قرار گیرد، باتلاق یا شوره‌زار تشکیل می‌شود.



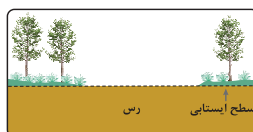
چشمه



برکه



شوره‌زار



باتلاق



تخلخل و نفوذپذیری

- شرایط لازم برای تشکیل آبخوان
- (۱) تخلخل ← داشتن فضاهای خالی
 - (۲) نفوذپذیری ← داشتن توانایی عبور آب

- تخلخل -

انواع منافذ موجود در سنگ

- اولیه، فضاهای خالی هستند که از ابتدای تشکیل سنگ در آن وجود داشته است.
- ثانویه، منافذی است که پس از تشکیل سنگ و بر اثر فرایندهایی مانند هوازدگی، شکستگی، انحلال و ... ایجاد شده‌اند.

- بافت (اندازه، شکل و طرز قرارگیری دانه‌ها)
- چورشدگی
- سیمان‌شدگی
- میزان هوازدگی
- تعداد درز و شکاف‌ها

محاسبه مقدار تخلخل

درصد فضاهای خالی یک رسوب یا سنگ است و به صورت مقابل نشان داده می‌شود:

$$\text{درصد تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی (m}^3\text{)} \times 100}{\text{حجم کل (m}^3\text{)}}$$

نکته

مقدار تخلخل از بسیار کم در سنگ‌های آذرینی، مانند گرانیت تا بسیار زیاد در رسوبات ناپیوسته، مانند شن، ماسه و آبرفت‌ها متغیر است.

مثال بر اثر بهره‌برداری از یک آبخوان در یک دشت به مساحت 200×10^6 مترمربع و تخلخل 30% درسد، سطح ایستایی 10 متر افت کرده است. چه حجمی از آب تخلیه شده است؟

$$\text{حجم کل آبخوان } V = 200 \times 10^6 \times 10^4 \Rightarrow V = 200 \times 10^6 \text{ m}^3$$

پاسخ

$$\text{حجم آب تخلیه شده } x = 6 \times 10^8 \text{ m}^3 \Rightarrow \frac{x}{200 \times 10^6} = \frac{30}{100} \Rightarrow x = 6 \times 10^8 \text{ m}^3$$

مثال حجم یک نفت‌گیر ماسه‌سنگی محصور بین یک گنبد نمکی و یک لایه شیل حدود $3 \times 10^9 \text{ m}^3$ محاسبه شده است. اگر میزان تخلخل ماسه سنگ 15% درصد باشد،

(سراسری ۸۸)

در این نفت‌گیر حداکثر چند مترمکعب نفت می‌تواند ذخیره شده باشد؟

$$4 \times 10^8 \text{ (۴)}$$

$$4 / 5 \times 10^8 \text{ (۳)}$$

$$2 \times 10^8 \text{ (۲)}$$

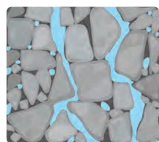
$$1 / 6 \times 10^8 \text{ (۱)}$$

پاسخ گزینه (۳)

$$\text{حجم فضاهای خالی} = \frac{15}{100} \times 3 \times 10^9 \Rightarrow x = 4 / 5 \times 10^8 \text{ m}^3$$

- نفوذپذیری -

توانایی آبخوان در انتقال و هدایت آب را نشان می‌دهد.



متخلخل و نفوذپذیر

عوامل مؤثر بر نفوذپذیری

- اندازه منافذ
 - میزان ارتباط منافذ با یکدیگر
- تفاوت نفوذپذیری و تخلخل
- تخلخل بیانگر مقدار آب ذخیره‌شده در آبخوان است.
 - نفوذپذیری نشانگر توانایی آبخوان در انتقال و هدایت آب است.

نکته

- رسوبات دانه‌ریز تخلخل زیاد و نفوذپذیری کمی دارند. علت کوچک بودن مجاری متصل‌کننده حفره‌ها و نیروی مویینگی زیاد در مجاری رس‌ها بسیار متخلخل هستند ولی نفوذپذیری بسیار کمی دارند. علت ریز بودن ذرات آن‌ها
- پوک معدنی و سنگ‌پا (سنگ آذرین بیرونی) بسیار متخلخل هستند اما آب از آن‌ها عبور نمی‌کند. علت عدم ارتباط منافذ آن‌ها با یکدیگر
- هر چه ارتباط بین منافذ خاک یا سنگ بیشتر باشد، توانایی هدایت و انتقال آب توسط آبخوان بیشتر خواهد بود.

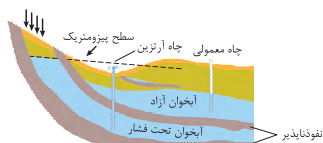
● مقایسه لایه‌ها با توانایی آبدی از بیشتر به کم‌تر:



– آبخوان –

لایه یا لایه‌هایی از رسوبات یا سنگ‌های نفوذپذیر اشباع از آب در زیرزمین که آب بتواند نسبتاً به آسانی در آن حرکت کند.

- سطح ایستایی، سطح فوقانی منطقه اشباع را تشکیل می‌دهد.
- آبخوان آزاد: وقتی چاهی در یک لایه آبدار آزاد حفر شود، سطح آب چاه بیانگر سطح ایستایی در آن نقطه است.
- فشار در سطح فوقانی منطقه اشباع (سطح ایستایی) برابر فشار اتمسفر است.
- در این آبخوان لایه نفوذپذیر، بین لایه‌های نسبتاً نفوذناپذیر محصور شده است (در بالا و پایین لایه نفوذپذیر، لایه نفوذناپذیر قرار دارد).
- آبخوان تحت فشار: وقتی چاهی در یک سفره تحت فشار حفر شود آب در آن بالا می‌آید. در این حالت به ارتفاعی که آب تا آن‌جا بالا می‌آید سطح پیژومتریک می‌گویند.
- فشار در سطح فوقانی منطقه اشباع، بیشتر از فشار اتمسفر است.



● منطقه آبدی (تغذیه): منطقه‌ای که آب باران از قسمتی از لایه نفوذپذیر که در سطح زمین بیرون‌زدگی دارد، وارد آبخوان تحت فشار می‌شود.

● چاه آرتزین: اگر سطح پیژومتریک بالاتر از سطح زمین قرار گیرد، آب خودبه‌خود از دهانه چاه بیرون می‌ریزد. این چاه را چاه آرتزین گویند.

مقایسه انواع رسوبات و سنگ‌ها از نظر تشکیل آبخوان

- ۱) آبرفت‌ها و سنگ‌های آهکی حفره‌دار (آهک کارستی): قابلیت تشکیل آبخوان را دارند. → تشکیل چشمه‌های پر آب و دائمی در سنگ‌های آهکی حفره‌دار
- ۲) رس‌ها، سنگ‌های دگرگونی و آذرین: آبخوان خوبی تشکیل نمی‌دهند. → عدم تشکیل چشمه در آن‌ها یا تشکیل چشمه‌هایی با آبدی بسیار کم و فصلی

– حرکت آب زیرزمینی –

از مکانی با انرژی بیشتر یعنی مکانی با ارتفاع و فشار بیشتر (سطح ایستایی بالاتر) در مسیری منحنی شکل به محلی با انرژی کم‌تر یعنی محلی با ارتفاع و فشار کم‌تر (سطح ایستایی پایین‌تر).

ترکیب آب زیرزمینی

به طور عمده شامل کلریدها، سولفات‌ها، بی‌کربنات کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آهن است.

عوامل مؤثر بر غلظت نمک‌های حل‌شده در آب‌های زیرزمینی

- ۱) جنس کانی‌ها و سنگ‌ها: سنگ‌های آذرین و دگرگونی، رسوبات آبرفتی و رودخانه‌ای املاح کم‌تری دارند، ولی سنگ‌های آهکی و تبخیری به دلیل انحلال‌پذیری زیاد، املاح و رسوبات زیادی دارند.
- ۲) سرعت نفوذ آب: هر چه سرعت نفوذ آب کم‌تر باشد، میزان املاح آب بیشتر خواهد بود. ← علت
- ۳) دمای آب: هر چه دمای آب بیشتر باشد، میزان انحلال کانی‌ها و سنگ‌ها بیشتر است.
- ۴) مسافت طی‌شده توسط آب: هر چه آب مسافت بیشتری را طی کند، املاح بیشتری را با خود حمل خواهد کرد.

کیفیت آب زیرزمینی موجود در سنگ‌های مختلف

- ۱) سنگ‌های آذرین و دگرگونی:
 - دارای نمک‌های محلول کمی هستند.
 - برای مصارف روزمره و آشامیدن مناسب هستند.
- ۲) سنگ‌های تبخیری مانند سنگ گچ و سنگ نمک (کانی‌های ژپس و انیدریت):
 - قابلیت انحلال بالا دارند.
 - عموماً دارای نمک‌های فراوان هستند.
 - برای مصارف روزمره، نامناسب هستند.
- ۳) سنگ‌های کربناتی:
 - برای آشامیدن و صنعت محدودیت دارند.
 - آب سخت دارند.
 - درصد یون‌های کلسیم و منیزیم بالا دارند.
 - آب موجود در این آبخوان‌ها به خوبی با صابون کف نمی‌کند و رسوباتی در لوله‌ها و ظرف‌ها بر جای می‌گذارد.
- ۴) رسوبات آبرفتی و رودخانه‌ای:
 - املاح موجود در آن‌ها ناچیز است.
 - دارای آب شیرین هستند و برای آشامیدن و ... مناسب هستند.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

زمین شناسی

۵) نواحی خشک و کویری به علت تبخیر زیاد، شوری آب بسیار زیاد است. برای کشاورزی و مصارف دیگر نامناسب هستند.

نکته

آب‌های زیرزمینی در حوضه‌های بسته املاح زیادی دارند.

– سختی آب –

- علت سختی آب، نمک‌های محلول در آن است.
- در آب‌های سخت میزان یون‌های کلسیم و منیزیم زیاد است.
- سختی آب براساس غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم سنجیده می‌شود.

فرمول محاسبه سختی آب

$$TH = 2 / 5 Ca^{2+} + 4 / 1 Mg^{2+}$$

TH: سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)

(سراسری ۹۸)

مثال اطلاعات زیر از آب چهار چاه به دست آمده است. سختی کل آب کدام چاه از بقیه بیشتر است؟

چاه	مقدار یون‌ها	یون کلسیم (میلی‌گرم در لیتر)	یون منیزیم (میلی‌گرم در لیتر)
A	۴۰	۸۰	
B	۶۰	۶۰	
C	۷۰	۶۰	
D	۸۰	۵۰	

D (۴)

C (۳)

B (۲)

A (۱)

پاسخ گزینه (۱)

سختی آب طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$TH = 2 / 5 Ca^{2+} + 4 / 1 Mg^{2+}$$

$$A \text{ چاه: } 2 / 5 (40) + 4 / 1 (80) = 228 \text{ mgr/Lit}$$

$$B \text{ چاه: } 2 / 5 (60) + 4 / 1 (60) = 296 \text{ mgr/Lit}$$

$$C \text{ چاه: } 2 / 5 (70) + 4 / 1 (60) = 421 \text{ mgr/Lit}$$

$$D \text{ چاه: } 2 / 5 (80) + 4 / 1 (50) = 405 \text{ mgr/Lit}$$

مثال آب رودخانه‌ای با سختی کل تقریباً ۴۴۱ میلی‌گرم در لیتر، دارای ۶۰ میلی‌گرم در لیتر یون Mg^{2+} است. مقدار یون Ca^{2+} در این آب چند میلی‌گرم در لیتر است؟

۸۳ (۴)

۹۲ (۳)

۶۷ (۲)

۷۸ (۱)

پاسخ گزینه (۱)

$$TH = 2 / 5 Ca^{2+} + 4 / 1 Mg^{2+}$$

$$441 = 2 / 5 Ca^{2+} + 4 / 1 (60)$$

$$Ca^{2+} = 78 \text{ میلی‌گرم در لیتر}$$

TDS: نشانگر مقدار مواد جامد معلق در آب (مواد آلی، غیر آلی یا معدنی)

مقدار استاندارد آن ۲۰ تا ۹۰ ppm

TH: مقدار ترکیبات کربناتی و غیر کربناتی کلسیم، منیزیم و سایر فلزات سنگین

TDS: مقدار کل مواد آلی و غیر آلی (سختی کل)

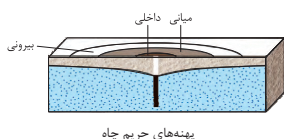
– آلودگی منابع آب زیرزمینی –

عوامل مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی ترکیب شیمیایی و مقدار املاح آلودگی‌هایی که توسط انسان به آب وارد می‌شود.

منابع آلوده آب زیرزمینی (۱) نقطه‌ای مواد آلوده‌کننده از یک نقطه مشخص، مانند یک چاه فاضلاب (چاه جذبی) مستقیم وارد آب زیرزمینی می‌شوند. (۲) غیر نقطه‌ای مواد آلوده‌کننده توسط رواناب‌های آلوده از سطح مراتع، جنگل‌ها یا زمین‌های کشاورزی به زمین نفوذ کرده و وارد آب‌های زیرزمینی می‌شوند.

حريم منابع آب

- حريم کيفي منابع آب زیرزميني (کيفيت) به وسيله کودهای شيميايي، فاضلاب‌های صنعتي و شهري تهديد می‌شود.
- حريم کمی منابع آب زیرزميني (کميت) از طريق بهره‌برداري زياد در معرض تهديد قرار می‌گيرد.

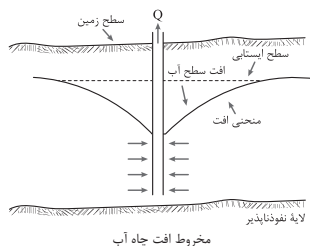


- حريم کمی ← براساس شعاع تأثير دو چاه در نظر گرفته می‌شود. حدود ۵۰۰ متر است.
- حريم کيفي ← به صورت پهنه‌های حفاظتي تعريف می‌شود.
- حريم کيفي ← منظور از پهنه‌های حفاظتي محدوده‌ای در اطراف چاه است که آلاينده قبل از رسيدن به چاه از بين می‌رود.
- حريم کيفي ← بخش‌های پهنه‌های حفاظتي
- حريم کيفي ← داخلي
- حريم کيفي ← مياني
- حريم کيفي ← بيروني

نکته

- ۱) حداقل حريم بهداشتي برای آلاينده‌های ميكروبي شعاعي حدود ۱۰۰ متر در اطراف چاه آب است.
- ۲) حرکت و بقای ويروس‌ها و باکتری‌ها در خاک‌های درشت‌دانه و اشباع از آب به بيشتريين مسافت طلي شده می‌رسد.
- ۳) اگر سرعت حرکت آب آلوده کم باشد، اغلب ميكروب‌های بيماري‌زا به علت دماي پايين خاک‌ها و کمبود مواد غذايي، پس از چند هفته از بين می‌روند و وارد چاه آب نمی‌شوند.

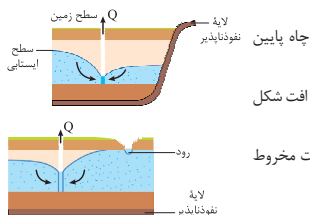
بهره‌برداري از آب زیرزميني



- روش بهره‌برداري از آب زیرزميني ← چاه
- روش بهره‌برداري از آب زیرزميني ← قنات

- چاه، حفره‌ای است که از سطح زمین تا منطقه اشباع حفر شده.
- چاه آرتزين، آب آن خودبه‌خود بيرون می‌جهد.

مخروط افت



- با حفر چاه و بهره‌برداري از آب، سطح ايستايي (در آبخوان آزاد) يا سطح پيزومتريک (در آبخوان تحت فشار)، در اطراف چاه پايين نفوذناپذير لايه → سطح ايستايي → سطح زمين
- می‌رود و افتادگی مخروطی شکلی به نام **مخروط افت** تشکيل می‌شود.
- در صورتي که در مجاورت یک چاه در حال بهره‌برداري، یک لايه نفوذناپذير وجود داشته باشد، در اثر پمپاژ آب از چاه، مخروط افت شکل نامتقارن پيدا می‌کند.
- در صورتي که مخروط افت چاه با یک منبع آلاينده مانند یک چاه فاضلاب برخورد کند، آلودگی از چاه فاضلاب به سمت مخروط افت و سپس چاه بهره‌برداري حرکت خواهد کرد.

بيلان (ترازنامه) آب

- در مديريت و بهره‌برداري از منابع آب، برای آن که نوسانات حجم ذخيره منابع آب یک منطقه تعيين شود، بيلان آب محاسبه می‌شود.
- توازن آب براساس اصل بقای جرم است.

فرمول محاسبه حجم ذخيره آب

$$\Delta S = I - O$$

تغييرات حجم ذخيره آب: ΔS
مقدار آب ورودی به آبخوان: I
مقدار آب خروجی از آبخوان: O

- طبق رابطه بيلان آب (۱) اگر مقدار آب ورودی به حوضه آبريز $(I) < \text{مقدار آب خروجی } (O)$ ← بيلان مثبت
- طبق رابطه بيلان آب (۲) اگر مقدار آب ورودی به حوضه آبريز $(I) > \text{مقدار آب خروجی } (O)$ ← بيلان منفي

دشت ممنوعه: زمانی ايجاد می‌شود که بيلان آب در یک منطقه منفي باشد. ← علت بهره‌برداري زياد از منابع آبی در سال‌های اخير

نکته

برای جلوگیری از بحران آب باید میزان بهره‌برداري از منابع آب، کمتر از میزان تغذيه آن منابع باشد.

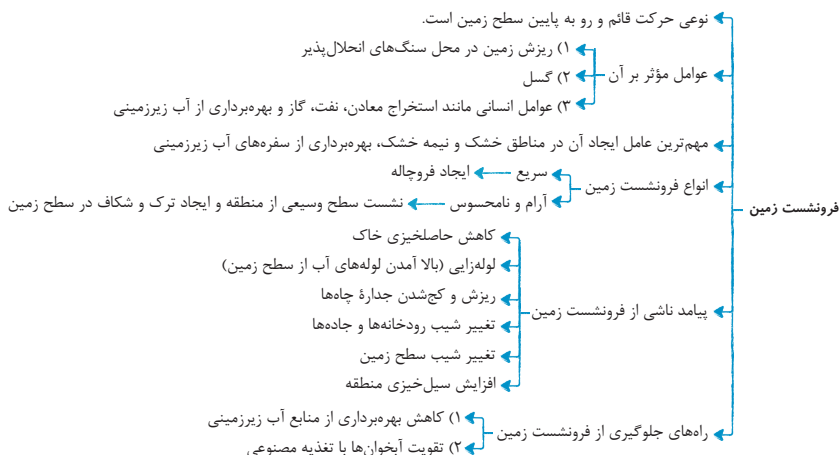
در طی سال‌های گذشته بيلان منابع آب در کل کشور منفي بوده ← علت بهره‌برداري زياد از منابع آبی



نکته

بسیاری از دشت‌های کشور به عنوان دشت ممنوعه اعلام شده است.

- فرونشست زمین -



لوله‌زایی

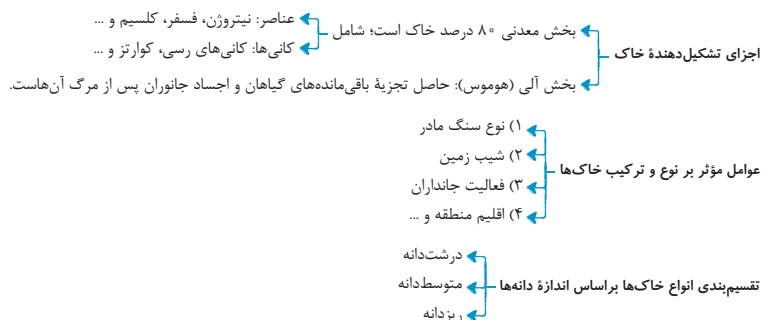


ایجاد ترک و شکاف



فروچاله

منابع خاک



نکته

- خاک‌های طبیعی، ترکیبی از خاک‌هایی با اندازه متفاوت در ذرات تشکیل‌دهنده است.
- مقدار آبی که خاک‌ها از خود عبور می‌دهند، بستگی به اندازه ذرات خاک دارد.

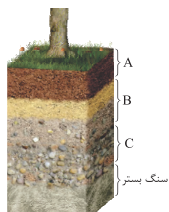


مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

زمین شناسی

- خاک‌های ریزدانه مانند رس ← آب را بیشتر در خود نگه می‌دارد و کم‌تر عبور می‌دهد. گردش آب و هوا به خوبی انجام نمی‌شود. ← برای رشد گیاهان مناسب نیست.
- خاک‌های درشت‌دانه مانند شن ← آب را بیشتر عبور می‌دهد و در خود نگه نمی‌دارد (زهکشی خوبی دارد). آب و مواد مغذی را نگه نمی‌دارد. ← برای رشد گیاهان مناسب نیست.
- خاک حاصلخیز، مخلوط مناسبی از خاک ماسه‌ای و رسی + کود مناسب یا گیاهخاک
- خاک دلخواه کشاورزان و باغبان‌ها است.
- خاک لوم ← ترکیبی از ماسه، لای و رس است.
- توانایی حفظ رطوبت را دارد و غنی از مواد مغذی است. (مهم‌ترین ویژگی خاک لوم)

– نیم‌رخ خاک –



- تعریف، مقطع عمودی خاک از سطح زمین تا سنگ بستر که دارای افق‌های مختلف است.
- خاک‌ها از نظر بافت، رنگ، ضخامت و ترکیب شیمیایی متفاوت هستند.
- خاک‌های حاصل از تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسیلاتی، از نظر کشاورزی و صنعتی ارزش زیادی دارند.

افق‌های مختلف خاک	ویژگی
افق A	● بالاترین لایه خاک است. ● غنی از گیاهخاک (هوموس) است. ● رنگ خاکستری تا سیاه (به دلیل مواد آلی) دارد. ● ریشه گیاهان در این لایه رشد می‌کند. ● دارای ذرات ماسه و رس است.
افق B	● لایه میانی خاک است. ● دارای رس، ماسه، شن، املاح شسته‌شده از افق A، و مقدار کمی گیاهخاک است.
افق C	● لایه زیرین خاک است. ● دارای مواد سنگی است که به مقدار کم، خرد و تجزیه شده است. ● سنگ‌های اولیه تغییر کمی دارند و به صورت قطعات خردشده دیده می‌شوند.

– خاک از نظر کشاورزی –

- خاک حاصل از تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسیلاتی ← برای کشاورزی و صنعت مناسب و با ارزش
- مثال) کانی‌های رسی مانند کائولینیت بر اثر هوازدگی شیمیایی فلدسپارها ایجاد می‌شود.
- اهمیت کائولینیت، اهمیت در تشکیل خاک، استفاده در کاشی‌سازی و چینی‌سازی
- خاک حاصل از تخریب سنگ‌های دارای کانی‌های مقاوم مانند کوارتز (اکثراً شنی و ماسه‌ای) ← برای کشاورزی نامناسب

نکته

از نظر کشاورزی خاکی حاصلخیز است که باعث رشد بیشتر گیاه شود، مانند خاک‌های تشکیل شده در مناطق گرم و مرطوب که هوازدگی شیمیایی در آن‌ها اهمیت بیشتری دارد.

– فرسایش –

- هوازدگی مقدمه فرسایش است.
- فرسایش فرایندی مداوم است.
- ذرات خاک طی فرسایش از بستر اصلی خود جدا شده و توسط عوامل انتقال‌دهنده به مکان دیگری حمل می‌شوند.
- فعالیت‌های انسانی، فرسایش را کاهش یا افزایش می‌دهند ولی آن را متوقف نمی‌کنند.
- مقدار فرسایش‌پذیری، در ایام مختلف سال ثابت نیست.

عوامل مؤثر بر فرسایش

- 1 عوامل طبیعی مانند آب‌های جاری، باد، یخچال، نیروی جاذبه، آب‌های زیرزمینی
- 2 فعالیت‌های انسان مانند کشاورزی، جاده‌سازی، معدن‌کاری و ... و نیز تأثیر سایر جانداران
- 3 فرسایش ورقه‌ای: لحظه برخورد هر قطره باران به زمین و پراکندگی ذرات خاک به موجب آن ← نقش مهمی در فرسایش و شست‌وشوی خاک در سطح حوضه آبریز

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



فرسایش خندقی

- مهم‌ترین ویژگی بارندگی که در قدرت فرساینده‌ی مؤثر می‌باشد. (۱) شدت بارش
(۲) مدت بارش
- زمانی که جریان آب شدت پیدا کند، باعث فرسایش خندقی و از بین رفتن زمین‌های کشاورزی می‌شود.
- راه‌های کاهش انرژی جریان آب (۱) ساخت کانال
(۲) ایجاد پوشش گیاهی
- فرسایش آب‌های جاری
- عوامل مؤثر در قدرت فرساینده‌ی رواناب (۱) سرعت جریان
(۲) میزان مواد معلق موجود در رواناب
- هر چه سرعت رواناب و جرم و میزان مواد معلق بیشتر باشد، انرژی جنبشی آب و در نتیجه، قدرت فرساینده‌ی آن بیشتر می‌شود.
- قدرت فرسایش آب خالص، کمتر از آب دارای مواد معلق است.
- وقتی میزان مواد معلق، بیشتر از توان حمل رواناب باشد و یا از سرعت آب جاری کاسته شود، رسوب‌گذاری رود شروع می‌شود.
- درجه شیب بستر رود کمتر ← سرعت رود کمتر ← بستر عریض‌تر ← مقدار آب کمتر ← رسوب‌گذاری بیشتر
- (۱) کاهش ضخامت خاک
(۲) کاهش مواد معدنی و آلی
(۳) از بین رفتن حاصلخیزی خاک
- پیامد فرسایش خاک (۴) کاهش ظرفیت آبیگری سدها با ته‌نشینی رسوبات در آبراهه‌ها و مخازن سدها

خاک‌های ماری

از فرسایش‌پذیرترین خاک‌ها (به‌ویژه در مناطق خشک‌اند).

- خاک‌های ماری
- (۱) دارای فرسایش‌پذیری بالا و تولید رسوب زیاد
(۲) کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش ظرفیت مخازن سدها
(۳) نفوذپذیری کم، فقر پوشش گیاهی و شکل‌های مختلف فرسایش مانند خندقی

– اهمیت حفاظت از آب و خاک –

- از عوامل ضروری برای رشد گیاه و افزایش محصولات کشاورزی‌اند.
 - در جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک نقش مؤثری دارند.
- هدف از حفاظت آب، استفاده بهینه از آن و رسیدن به توسعه پایدار است.
- هدف از حفاظت از خاک، جلوگیری از تخریب تدریجی خاک است؛ برای رسیدن به این هدف باید سرعت فرسایش خاک کمتر از سرعت تشکیل آن باشد.

نکته

فرایند تشکیل خاک کند است و به‌طور میانگین به ۳۰۰ سال زمان نیاز دارد تا به ۲۵ میلی‌متر خاک تشکیل شود.

– علم، زندگی، کارآفرینی –

هیدروژئولوژی

مطالعه در زمینه‌های،

- چگونگی حرکت آب در درون زمین
- اکتشاف و شناخت ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی
- نحوه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی
- بررسی فعالیت‌های عمرانی و معدنی مرتبط با آب‌های زیرزمینی

رسوب‌شناسی

بررسی و مطالعه فرایندهای،

- انتقال رسوبات
- ته‌نشینی رسوبات
- تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی