

# مرورنامه آزمون آزمایشی خلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵



مرحله دهم

پایه یازدهم

| نام درس    | مباحث                                                                                                                              | مؤلف                                        | ویراستار                                                                      | از صفحه | تا صفحه |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| زیست شناسی | فصل ۵ و ۶<br>(گفتار ۱ و ۲)<br>از صفحه ۶۳ تا ۹۱                                                                                     | اشکان زرنندی<br>موسی بیات<br>محمدکریم آذرمی | فاطمه تاجبخش<br>احسان بدری<br>مهنار احمدیان<br>سینا دشتی زاده                 | ۲       | ۶       |
| فیزیک      | فصل ۲ (از ابتدای نیروی<br>حرکت الکتریکی و مدارها)<br>صفحه ۵۰ تا ۶۴                                                                 | نوبد شاهی                                   | داوود پاشا<br>کسری شاهین زاده<br>ماهان فنی فر<br>امین امینی<br>سینا دشتی زاده | ۶       | ۱۰      |
| شیمی       | فصل ۲<br>(از ابتدای تهیه غذای آب پز،<br>تجربه تفاوت دما و گرما تا<br>ابتدای جمع پذیری گرمای<br>واکنش ها قانون هس)<br>صفحه ۵۸ تا ۷۴ | عباس سرمایه                                 | مهدی سلطانی<br>معصومه سعیدی<br>مهدی محمدی                                     | ۱۰      | ۱۵      |
| ریاضی      | فصل ۳ (درس ۳) و فصل ۴<br>صفحه ۶۵ تا ۹۴                                                                                             | علی شهرابی                                  | محسن فراهانی<br>محمدامین لطفی                                                 | ۱۵      | ۱۷      |
| زمین شناسی | فصل ۳<br>(از ابتدای تخلخل و<br>نفوذ پذیری) و فصل ۴<br>صفحه ۴۷ تا ۷۶                                                                | ریحانه شعبان نژاد                           | لیدا علی اکبری<br>محمدامین لطفی                                               | ۱۷      | ۲۴      |

ویژه یازدهمی های ۱۴۰۴

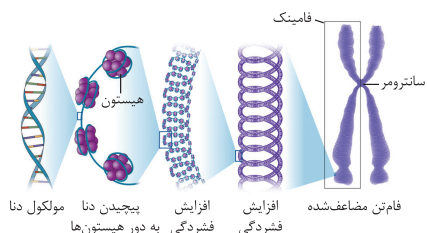


### زیست شناسی

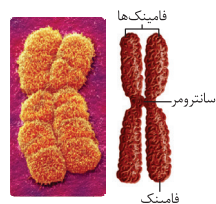
#### گفتار ۱: فامتن (کروموزوم)

- زندگی انسان، با تشکیل بافتهای به نام تخم آغاز می شود و پس از چند ماه (۹ ماه دیگر) به نوزادی با میلیاردها یاخته تبدیل می شود.
- روند افزایش یاخته ها حتی بعد از تولد هم ادامه می یابد، به طوری که تعداد یاخته ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می رسد.

#### فامتن و فامینک



فامینک  
سانترومر  
فامتن مضاعف شده  
افزایش فشردگی  
افزایش فشردگی به دور هیستون ها  
پیچیدن دنا مولکول دنا



فامینک ها  
سانترومر  
فامینک

- فامتن از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است.
- در هر دو بخش تشکیل دهنده کروموزوم، بین زیرواحدها پیوندهای اشتراکی و غیراشتراکی از نوع هیدروژنی وجود دارد.
- زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فامتن های هسته، کمتر و به صورت توده های رشته های درهم هستند که به آن، فامینه (کروماتین) می گویند.
- هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام هسته تن (نوکلئوزوم) است.
- در هر هسته تن، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است.
- بین دو تا نوکلئوزوم، فقط دنا قرار دارد.
- ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت فامینه است. پیش از تقسیم یاخته، رشته های فامینه دو برابر و در حین تقسیم یاخته فشرده می شوند.
- یک فامتن مضاعف شده از دو بخش همانند به نام فامینک (کروماتید) تشکیل شده است.
- فامینک های هر فامتن مضاعف از نظر نوع ژن ها یکسان اند و به آن ها فامینک های خواهری گفته می شود.
- فامینک های خواهری در محلی به نام سانترومر به هم متصل اند.
- دقت داشته باشید که هر فامتن همواره یک سانترومر دارد؛ چه در حالت تک کروماتیدی و چه در حالت مضاعف (دوکروماتیدی).
- در فامتن های مضاعف در ناحیه سانترومر، نوعی پروتئین اتصال وجود دارد که دو کروماتید را به هم وصل می کند.

هر گونه از جانداران تعداد معینی فامتن در یاخته های پیکری خود دارند که به آن عدد فامتنی می گویند.

یاخته های پیکری، همان یاخته های غیرجنسی جانداران.

ممکن است تعداد فامتن یاخته های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشد؛ مثلاً در یاخته های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ فامتن وجود دارد، ولی به طور مسلم ژن های آن ها بسیار متفاوت اند.

تعداد فامتن های جانداران مختلف (به جز باکتری ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

#### تعداد فامتن

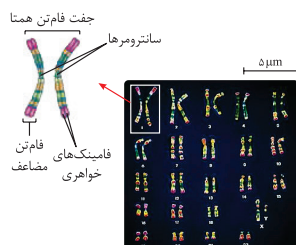
#### تعداد فامتن

- هر دو جانوری که دارای عدد کروموزومی یکسانی هستند الزاماً در یک گونه مشترک نیستند.
- افراد یک گونه می توانند عدد کروموزومی متفاوتی داشته باشند؛ مثلاً در جمعیت زنبورهای عسل، افراد ماده ۲n ولی افراد نر n هستند!
- یاخته های مهم و تعداد فامتن هایشان:

| نوع یاخته                                       | تعداد فامتن                                            |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| یاخته پیکری یک هسته ای                          | ۴۶ کروموزوم                                            |
| یاخته جنسی                                      | ۲۳ کروموزوم                                            |
| گویچه قرمز بالغ                                 | کروموزوم ندارد.                                        |
| گویچه قرمز نابالغ                               | ۴۶ کروموزوم                                            |
| یاخته ماهیچه اسکلتی                             | چندین هسته دارد که هر کدام ۴۶ کروموزوم دارند.          |
| بعضی از یاخته های ماهیچه قلبی                   | دو هسته دارد که هر کدام ۴۶ فامتن دارند.                |
| یاخته پیکری تک هسته ای فرد مبتلا به سندروم داون | ۴۷ کروموزوم دارند (فامتن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است). |

#### یاخته های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

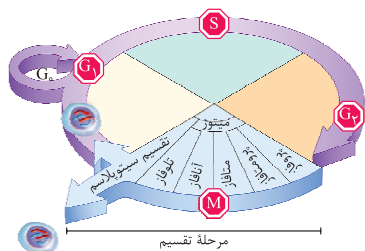
- برای تعیین تعداد فامتن ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری های فامتنی، کاریوتیپ تهیه می شود.
- کاریوتیپ تصویری از فامتن ها با حداکثر فشردگی است که براساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره گذاری شده اند.
- با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می شود که هر فامتن غیرجنسی دارای یک فامتن شبیه خود است که به این فامتن ها، همتا گفته می شود.
- به جاندارانی که یاخته های پیکری آن ها از هر فامتن دو نسخه داشته باشند، دولا می گویند.
- در یاخته های دولا، دو مجموعه فامتن وجود دارد که دوه دو به یکدیگر شبیه اند؛ یک مجموعه فامتن از والد مادری و یک مجموعه از والد پدری دریافت شده است. این یاخته ها را با نماد کلی «۲n» نشان می دهند.



جفت فامتن همتا  
سانترومرها  
فامینک های مضاعف خواهری

- در انسان و بعضی جانداران، فام‌تن‌هایی وجود دارد که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این فام‌تن‌ها، فام‌تن جنسی گفته می‌شود.
- فام‌تن‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. فام‌تن‌های جنسی در انسان را با نماد  $X$  و  $Y$  نشان می‌دهند. هسته یاخته‌های پیکری زنان دو فام‌تن  $X$  و مردان یک فام‌تن  $X$  و یک فام‌تن  $Y$  دارند.
- بعضی یاخته‌ها مانند یاخته جنسی انسان، تک‌لاد (هاپلوئید) هستند؛ یعنی یک مجموعه فام‌تن دارند.
- یاخته‌های تک‌لاد را با نماد کلی « $n$ » نشان می‌دهند. « $n$ » تعداد فام‌تن‌های یک مجموعه است؛ مثلاً در انسان  $n=23$  است.
- در یک مجموعه فام‌تنی، هیچ فام‌تنی با فام‌تن دیگر هم‌تا نیست.
- در بدن یک مرد، یاخته‌های تک‌هسته‌ای یک فام‌تن  $X$  دارند ولی در بدن همین افراد یاخته‌هایی هستند که بیشتر از یک فام‌تن  $X$  دارند؛ در بعضی از یاخته‌های ماهیچه قلبی، ۲ فام‌تن  $X$  وجود دارد و یا در یاخته‌های ماهیچه اسکلتی به دلیل چند هسته‌ای بودن، چند فام‌تن  $X$  دیده می‌شود.

### چرخه یاخته‌ای



- مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را چرخه یاخته‌ای می‌گویند.
- چرخه یاخته‌ای، شامل مراحل اینترفاز و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است.

### اینترفاز

- یاخته‌ها بیشتر مدت زندگی خود را در این مرحله می‌گذرانند.
- کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در این مرحله انجام می‌شود.
- اینترفاز شامل مراحل  $G_1$ ،  $S$ ، و  $G_2$  است.

#### مرحله وقفه اول یا $G_1$

- مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند.
- یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند.
- یاخته‌هایی که تقسیم نمی‌شوند به طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام  $G_0$  وارد می‌شوند. یاخته عصبی نمونه‌ای از این یاخته‌هاست.
- اندامک‌های میتوکندری و کلروپلاست می‌توانند همراه با یاخته و یا مستقل از آن تقسیم شوند. یعنی حتی اگر یاخته‌هایی که میتوکندری دارند، در مرحله  $G_0$  قرار داشته باشند، باز هم میتوکندری‌های آن در صورت نیاز می‌توانند تقسیم شوند؛ مثلاً با ورزش کردن تار ماهیچه‌ای نوع تند به نوع کند تبدیل می‌شود، در این حالت میتوکندری‌ها یاخته تقسیم انجام می‌دهند و تعدادشان زیاد می‌شود.

#### مرحله $S$

- دو برابر شدن دنا (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجه همانندسازی است.
- همانندسازی دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می‌شود.
- با توجه به این‌که در زمان همانندسازی باید هیستون‌ها از دنا جدا شوند؛ می‌توان گفت در این مرحله کم‌ترین میزان فشردگی در ماده وراثتی مشاهده می‌شود.

#### مرحله وقفه دوم یا $G_2$

- این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است.
- در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کنند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.
- مضاعف شدن ساختارهایی مثل سانتیول‌ها در این مرحله صورت می‌گیرد.
- در این مرحله با توجه به افزایش پروتئین‌سازی، فعالیت ریبوزوم‌ها در سیتوپلاسم افزایش پیدا می‌کند.
- در این مرحله پروتئین‌های سازنده دوک تقسیم تولید می‌شود نه خود رشته‌های دوک تقسیم!

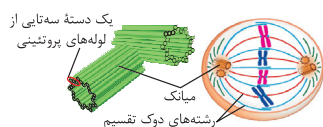
### تقسیم یاخته

در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته (رشته‌مان یا کاستمان) و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود.

### گفتار ۲: رشته‌مان (میتوز)

- در میتوز ماده ژنتیک، که در مرحله  $S$  همانندسازی شده بود، تقسیم می‌شود و به یاخته‌های جدید می‌رسد.
- فام‌تن‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های حاصل تقسیم شوند.
- برای حرکت و جداسازی صحیح فام‌تن‌ها، ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می‌شود. دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر فام‌تن به آن متصل می‌شود. با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، فام‌تن‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.
- در یاخته‌های جانوری، میانک‌ها (سانتریول‌ها) ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.
- میانک‌ها، یک جفت استوانه عمود بر هم‌اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، دو برابر می‌شوند.

#### چند نکته از شکل:



- همه رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها متصل نمی‌شوند.
- همه کروموزوم‌ها از طریق سانترومر خود به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.
- رشته‌های سبزرنگ کوتاه که در مجاورت سانتیول‌ها قرار دارند، دوک تقسیم نیستند!
- سطح بیرونی سانتیول‌ها صاف نیست!
- بخش مرکزی هر سانتیول‌ها، توخالی است.
- هر سانتیول از ۹ دسته ۳ تایی ریزلوله پروتئینی تشکیل شده است.

### — مراحل میتوز —

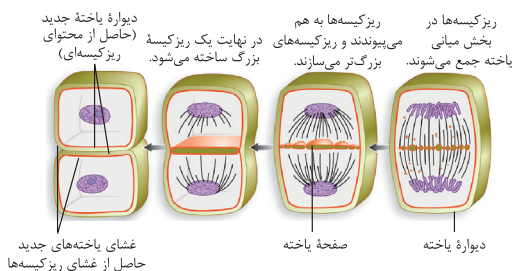
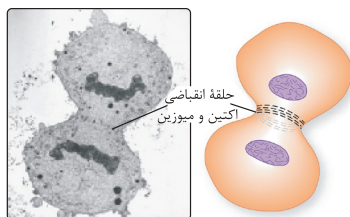
رشتمان، فرایندی پیوسته است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند.

| شکل                                                 | وضعیت فام‌تن                                                      | اتفاقات                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <p>کروموزوم دوکروماتیدی پوشش هسته در حال تخریب</p>  | دوکروماتیدی                                                       | <p>رشته‌های فامینه شروع به فشردشدن می‌کنند و ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند. فام‌تن‌ها به تدریج با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند. ضمن فشردشدن فام‌تن، میانک‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آن‌ها دوک تقسیم تشکیل می‌شود. پوشش هسته شروع به تخریب می‌کند ولی به طور کامل تخریب نمی‌شود! هیچ رشته دوک تقسیمی به فام‌تن متصل نمی‌شود! همه فام‌تن‌ها مضاعف هستند؛ یعنی دوکروماتیدی هستند.</p>                                                                                                                                                                                                              | پروفاز    |
| <p>دوک تقسیم</p>                                    | دوکروماتیدی                                                       | <p>پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به فام‌تن‌ها برسند. سانترومر فام‌تن‌ها به گروهی از رشته‌های دوک متصل می‌شوند. فام‌تن‌ها توسط رشته‌های دوک متصل به سمت وسط یاخته حرکت داده می‌شوند. فام‌تن‌ها در تماس مستقیم با محتویات هسته قرار می‌گیرند.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | پرومتافاز |
| <p>بخش استوایی یاخته</p>                            | دوکروماتیدی                                                       | <p>فام‌تن‌های مضاعف بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند. فام‌تن‌ها به کمک رشته‌های دوک متصل در وسط (سطح استوایی) یاخته در یک ردیف قرار می‌گیرند. فام‌تن‌های هم‌تا ممکن است در امتداد هم و یا دور از هم باشند. به هر فام‌تن، دو رشته دوک تقسیم متصل است. متافاز بهترین مرحله برای تهیه کاریوتیپ است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | متافاز    |
| <p>کروموزوم‌های دختری</p>                           | در شروع مرحله دو کروماتیدی ولی در ادامه به صورت تک کروماتیدی است. | <p>ترتیب اتفاقات: تجزیه پروتئین اتصال در ناحیه سانترومر ← جداسدن فامینک‌های خاوه‌ری از هم جدا ← کوتاه‌شدن رشته‌های دوک متصل به فام‌تن ← فاصله‌گرفتن فامینک‌های جداسده از یکدیگر ← کشیده‌شدن فام‌تن‌های تک فامینکی به دو سوی یاخته. فشردگی فام‌تن‌ها نسبت به مرحله قبل، تغییری نمی‌کند! یاخته در این مرحله حالت بیضی شکل می‌گیرد. رشته‌های دوک تقسیم که تا میانه یاخته امتداد دارند؛ ولی به فام‌تن‌ها متصل نیستند، طولشان بیشتر می‌شود. تعداد فام‌تن‌های درون یاخته نسبت به مرحله قبل، دو برابر می‌شود؛ در واقع در این مرحله عدد فام‌تنی یاخته دو برابر می‌شود. به هر فام‌تن یک رشته دوک تقسیم متصل است.</p> | آنافاز    |
| <p>شیار تقسیم یاخته</p> <p>تشکیل مجدد پوشش هسته</p> | تک کروماتیدی                                                      | <p>رشته‌های دوک تخریب‌شده و فام‌تن‌ها شروع به بازشدن می‌کنند تا به صورت فامینه در آیند؛ یعنی فشردگی کاهش می‌یابد. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می‌شود، به طوری که در پایان تلوفاز، یاخته، دو هسته مشابه دارد؛ یعنی عدد فام‌تنی دو هسته یکسان است. در یاخته‌های جانوری به منظور انجام تقسیم سیتوپلاسم در غشای یاخته، فرورفتگی ایجاد می‌شود؛ در واقع شروع مراحل تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های جانوری در مرحله تلوفاز است. در مراحل تلوفاز و پروفاز، به فام‌تن‌ها رشته‌های دوک تقسیم متصل نیست!</p>                                                                                                               | تلوفاز    |

یازدهم تجربی مرحله دوم

### — تقسیم سیتوپلاسم —

- پس از رشتمان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می‌شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می‌شود.
- تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های جانوری،
  - ◀ با ایجاد فرورفتگی در یاخته شروع می‌شود.
  - ◀ این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به غشا متصل است.
  - ◀ با تنگ‌شدن این حلقه انقباضی در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شوند.
  - ◀ شروع فرایند در اواخر تلوفاز است.
- تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی،
  - ◀ حلقه انقباضی تشکیل نمی‌شود.
  - ◀ در این یاخته‌ها نخست ساختاری به نام صفحه یاخته‌ای در محل تشکیل دیواره جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آن‌ها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته‌اند.
  - ◀ با اتصال این صفحه به دیواره یاخته مادری دو یاخته جدید از هم جدا می‌شوند.
  - ◀ محتویات ریزکیسه، دیواره جدید را ایجاد می‌کند و غشای ریزکیسه‌ها، غشای یاخته‌های جدید در محل اتصال دو یاخته به هم را تشکیل می‌دهد.
  - ◀ ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم در هنگام تشکیل دیواره جدید، پایه‌گذاری می‌شوند.
  - ◀ شروع فرایند تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی در اواخر مرحله آنافاز است.



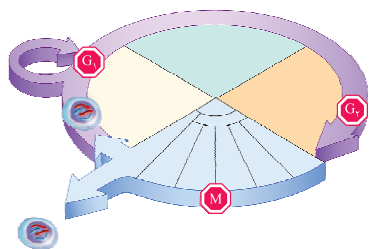


### – تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است. –

- بعضی یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های مریستمی گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند.
- یاخته‌های بنیادی و مریستمی در شرایط خاصی، مثل شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌کنند.
- یاخته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند.

### – عوامل تنظیم‌کننده تقسیم یاخته –

- یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند.
- انواعی از پروتئین‌ها وجود دارد که با فرایندهایی منجر به تقسیم یاخته‌ای می‌شوند. پروتئین‌های دیگری نیز وجود دارند که در شرایط خاصی، مانع از تقسیم یاخته‌ها می‌شوند. این پروتئین‌ها در سرعت تقسیم یاخته مانند پدال گاز و ترمز عمل می‌کنند.
- در گیاهان در محل آسیب‌دیده، نوعی عامل رشد تولید می‌شوند تا با تقسیم سریع، توده یاخته ایجاد کنند. این توده یاخته مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود.
- نوعی عامل رشد، در پوست انسان زیر محل زخم تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد.
- اریتروپویتین هورمونی است که از یاخته‌های درون ریز کبد و کلیه ترشح می‌شود و با اثر بر یاخته‌های بنیادی میلوئیدی، سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد می‌کند. در چرخه یاخته‌ای، چند نقطه واریسی وجود دارد. نقاط واریسی مراصلی از چرخه یاخته هستند که به یاخته اطمینان می‌دهند که مرحله قبل کامل شده و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده فعالیت هستند.



| اطمینان حاصل کردن از ...                                                                                                                                                                                              |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| دنا سالم باشد و اگر سالم نباشد و اصلاح نشود، فرایندهای مرگ یاخته‌ای شروع شود.                                                                                                                                         | نقطه واریسی انتهای $G_1$ |
| تقسیم رخ بدهد یا خیر!<br>یاخته به اندازه کافی رشد کرده باشد.                                                                                                                                                          |                          |
| دوک تقسیم یا عوامل لازم میتوز فراهم باشد.<br>همانندسازی صورت گرفته باشد.<br>سانتریول و اندامک‌ها مضاعف شده باشند.<br>در هنگام همانندسازی دنا دچار آسیب نشده باشد.<br>پروتئین‌های لازم برای تشکیل دوک ساخته شده باشند. | نقطه واریسی انتهای $G_2$ |
| کروموزوم‌ها به صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل شده باشند.<br>کروموزوم‌ها در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.                                                                                                                 |                          |
|                                                                                                                                                                                                                       | نقطه واریسی متافازی      |

### – تقسیم بی‌رویه یاخته –

- یاخته‌ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می‌یابند. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها به هم بخورد، تومور ایجاد می‌شود.
- تومور، توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شود.
- تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند.
- تومور خوش‌خیم:**
  - رشد کمی دارد.
  - یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند.
  - معمولاً آن‌قدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند.
  - در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند.
  - لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که در افراد بالغ متداول است. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر شده و توده یاخته ایجاد می‌کند.

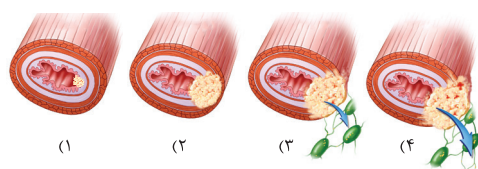


#### تومور بدخیم یا سرطان:

- رشد زیادی دارد.
- به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد؛ یعنی می‌تواند یاخته‌هایی از آن جدا شده و همراه با جریان خون، یا به‌ویژه لنف به نواحی دیگر بدن بروند، در آن‌جا مستقر شوند و رشد کنند.
- ملانوما نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست است.
- علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود.



#### نکات شکل:



- مرحله اول: یاخته‌های سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های همان بافت می‌کنند.
- مرحله دوم: یاخته‌های سرطانی در بافت‌ها گسترش می‌یابند ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند.
- مرحله سوم: یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.
- مرحله چهارم: یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آن‌ها می‌شوند.



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

زیست شناسی

## تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

| تشخیص                                                                                                                                                            | درمان                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (۱) بافت‌برداری: روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود.<br>(۲) آزمایش خون: آزمایش خون به تشخیص بافت سرطانی کمک می‌کند. | (۱) جراحی: در این روش توده سرطانی را با عمل جراحی از بدن فرد خارج می‌کنند.<br>(۲) پرتودرمانی: یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به‌طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند.<br>(۳) شیمی‌درمانی: با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود.<br>عوارض جانبی:<br>آسیب به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش<br>ریزش مو، تهوع و خستگی<br>بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید، یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.<br>در پرتودرمانی فقط بخشی از بدن (ناحیه سرطانی)، اما در شیمی‌درمانی همه بدن تحت تأثیر قرار می‌گیرد. |

## وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند.

- پروتئین‌ها، تنظیم‌کننده چرخه یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین‌ها محصول عملکرد ژن‌ها هستند؛ بنابراین مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن‌ها نقش دارند.
- ژن‌های زیادی شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند.
- عوامل محیطی هم در بروز سرطان مؤثرند:
- ◀ پرتوهای فرابنفش، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دنا» آسیب می‌زنند.
- ◀ سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی دودی‌شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

## مرگ برنامه‌ریزی‌شده یاخته

| بافت‌مردگی                                                                                                      | مرگ برنامه‌ریزی‌شده                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مرگ یاخته‌ها به صورت تصادفی است.                                                                                | مرگ یاخته‌ها دارای برنامه از پیش تعیین شده است.                                                                                                                                                               |
| در بدن به صورت طبیعی رخ نمی‌دهد.                                                                                | در بدن به صورت طبیعی رخ می‌دهد، برای حذف یاخته‌های پیر و فرسوده.                                                                                                                                              |
| اثرات مخربی بر بافت‌های بدن دارد.                                                                               | اثرات مثبتی برای بدن دارد.                                                                                                                                                                                    |
| ممکن است در همه یاخته‌ها در شرایط خاصی اتفاق می‌افتد.                                                           | فقط در بعضی از یاخته‌ها و در شرایط خاصی رخ می‌دهد.                                                                                                                                                            |
| دارای پاسخ التهابی                                                                                              | فاقد پاسخ التهابی                                                                                                                                                                                             |
| از بین رفتن یاخته‌های آسیب‌دیده در اثر صدمه خارجی مثلن در بریدگی اثر رادیکال‌های آزاد بر یاخته‌های کبدی         | حذف یاخته‌های پیر یا آسیب‌دیده مانند آفتاب‌سوختگی<br>حذف پرده بین انگشتان پا در بعضی از پرندگان                                                                                                               |
| نمی‌تواند منشأ از درون یاخته داشته باشد؛ یعنی همواره از بیرون از یاخته فرایندهایی باعث شروع بافت‌مردگی می‌شوند. | می‌تواند هم با رسیدن علائم بیرونی و تغییر در غشا شروع شود و هم بدون رسیدن علائم بیرونی باشد؛ مثلن در نقطه واریسی G <sub>1</sub> در صورتی که دنا آسیب دیده باشد و ترمیم نشود، مرگ برنامه‌ریزی شده شروع می‌شود. |

## فیزیک

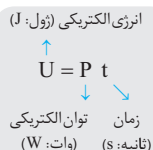
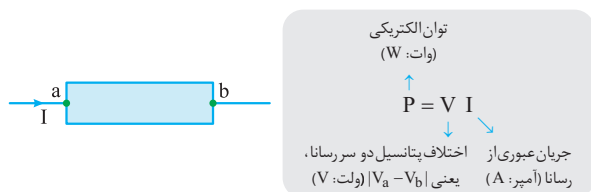
### بخش ۳: توان الکتریکی

#### توان الکتریکی یک وسیلهٔ رسانا

این رابطه برای هر وسیلهٔ رسانایی قابل استفاده است.

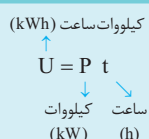
- اگر جریان عبور از رسانا از پتانسیل {بیشتر به کمتر} باشد، انرژی الکتریکی {کم‌تر به بیشتر} وارد رسانا می‌شود.

#### انرژی الکتریکی



#### نکته

کیلووات‌ساعت (kWh) از یکاهای انرژی و معادل  $3.6 \times 10^6$  J است. گاهی بهتر است از یکاهای زیر استفاده کنیم:





### توان الکتریکی مقاومت (توان مصرفی مقاومت) -

$$P = RI^2 = VI = \frac{V^2}{R}$$

توان مصرفی مقاومت (وات: W)

$R$ : مقاومت الکتریکی برحسب اهم ( $\Omega$ )  
 $V$ : اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت برحسب ولت ( $V$ )  
 $I$ : جریان عبوری از مقاومت برحسب آمپر ( $A$ )

**تذکر** با توجه به داده‌های تست از یکی از رابطه‌های بالا استفاده می‌کنیم.

### نکته

مقاومت‌ها توان الکتریکی را دریافت و آن را به سایر انرژی‌ها (مثل گرما) تبدیل می‌کنند.

### توان اسمی ( $P_s$ )، ولتاژ اسمی ( $V_s$ )

این دو عدد روی وسیله‌های برقی حک می‌شوند.

ولتاژ اسمی ( $V_s$ ): ولتاژ مناسب برای وسیله (وسيله می‌تواند به ولتاژ دیگری وصل شود. ولتاژ واقعی وسیله را با  $V$  نشان می‌دهیم).

$V = V_s$  ← وسیله با توان بیشینه یعنی همان توان اسمی ( $P_s$ ) کار می‌کند.

$V < V_s$  ← توان مصرفی وسیله از توان اسمی آن کمتر خواهد بود.

$V > V_s$  ← وسیله آسیب می‌بیند.

### نکته

$$\frac{P}{P_s} = \left(\frac{V}{V_s}\right)^2$$

اگر وسیله به جای ولتاژ اسمی ( $V_s$ ) به ولتاژ دیگری ( $V$ ) وصل شود، توان آن (با فرض ثابت بودن مقاومت وسیله) از رابطه مقابل به دست می‌آید:

### توان منبع نیروی محرکه (باتری) -

برای باتری شکل روبه‌رو سه توان تعریف می‌شود:



$\mathcal{E}I$ : توان تولیدی

$rI^2$ : توان تلف شده

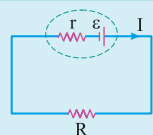
$\mathcal{E}I - rI^2$ : توان خروجی

$\mathcal{E}$ : نیروی محرکه باتری برحسب ولت ( $V$ )،  $r$ : مقاومت درونی باتری برحسب اهم ( $\Omega$ )،  $I$ : جریان عبوری از باتری برحسب آمپر ( $A$ )

**تذکر** در واقع باتری توان  $\mathcal{E}I$  را تولید می‌کند، توان  $rI^2$  را خودش مصرف می‌کند و بقیه، یعنی توان  $\mathcal{E}I - rI^2$  را به مدار می‌دهد.

### نکته

در مدار مقابل طبق قانون پایستگی انرژی:



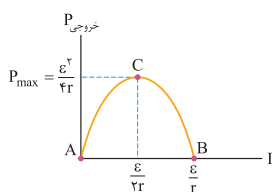
توان مصرفی مقاومت خارجی = توان خروجی باتری

$$P_{\text{خروجی}} = P_R$$

$$\mathcal{E}I - rI^2 = RI^2$$

### نمودار توان خروجی باتری برحسب جریان

طبق رابطه  $\mathcal{E}I - rI^2 = P_{\text{خروجی}}$ ، نمودار  $P_{\text{خروجی}} - I$  به شکل سهمی مقابل است:

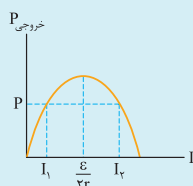


بررسی سه نقطه مهم در نمودار:

| نقطه | جریان                    | توان خروجی                                  | توضیح                                                                                                               |
|------|--------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A    | صفر                      | صفر                                         | باتری اصلاً انرژی تولید نمی‌کند!                                                                                    |
| B    | $\frac{\mathcal{E}}{r}$  | صفر                                         | دو سر باتری با سیم بدون مقاومت به هم وصل است. مصرف‌کننده‌ای وجود ندارد. باتری هر چه تولید می‌کند، خودش مصرف می‌کند. |
| C    | $\frac{\mathcal{E}}{2r}$ | $P_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$ | وقتی ایجاد می‌شود که مقاومت خارجی و درونی برابر باشد ( $r = R$ ).                                                   |

### نکته

با توجه به تقارن سهمی، اگر به ازای جریان‌های متمایز  $I_1$  و  $I_2$ ، توان خروجی باتری یکسان باشد داریم:

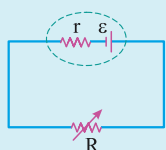


$$\frac{\mathcal{E}}{2r} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$



## نکته

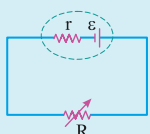
در مدار شکل زیر، هر چه مقدار مقاومت خارجی به مقدار مقاومت درونی نزدیک تر باشد، توان خروجی باتری بیشتر است. مثلاً اگر  $r = 5 \Omega$  باشد:



| تغییرات مقاومت خارجی        | چگونگی تغییر توان خروجی | دلیل                                       |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|
| از $1 \Omega$ به $4 \Omega$ | افزایش                  | R به r نزدیک می شود.                       |
| از $6 \Omega$ به $8 \Omega$ | کاهش                    | R از r دور می شود.                         |
| از $2 \Omega$ به $6 \Omega$ | ابتدا افزایش و سپس کاهش | R ابتدا به r نزدیک و سپس از آن دور می شود. |

## نکته

در مدار شکل مقابل اگر به ازای دو مقدار  $R_1$  و  $R_2$  برای مقاومت متغیر، توان خروجی باتری یکسان باشد، داریم:



$$r_1 R_1 = R_2^2$$

## – توان ورودی مولد در حال شارژ –

اگر باتری در مدار باشد و جریان از پایانه منفی آن خارج شود، نه تنها انرژی الکتریکی از آن خارج نمی شود، بلکه به آن وارد می شود (باتری در حال شارژ است، ضدمولدا!)



در این حالت:

این جزء در باتری  
تلف می شود  
این جزء از توان در  
باتری ذخیره می شود  
توان وارد شده به باتری در حال شارژ

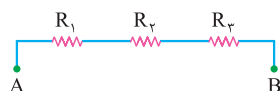
$$P_{\text{ورودی}} = \varepsilon I + r I^2$$

$\varepsilon$ : نیروی محرکه باتری برحسب ولت (V)،  $r$ : مقاومت درونی باتری برحسب اهم ( $\Omega$ )،  $I$ : جریان عبوری از باتری برحسب آمپر (A)

## بخش ۴: ترکیب مقاومت ها

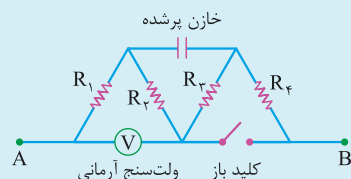
### – الف) مقاومت های متوالی (سری) –

دو مقاومت متوالی اند، اگر یک سر مشترک داشته باشند و از این سر مشترک انشعاب مفید دیگری خارج نشود.

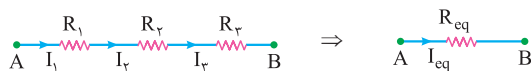


## نکته

کلید باز، سیمی که به نقطه دیگر مدار متصل نیست، ولت سنج آرمانی و خازن پر شده انشعاب مفید محسوب نمی شوند. در شکل زیر مقاومت ها متوالی اند.



## رابطه بین مقاومت های متوالی و معادلشان



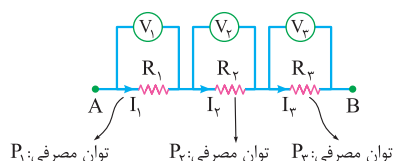
$$I_1 = I_2 = I_3 = I_{eq} \text{ :جریان الکتریکی}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = P_{eq} \text{ :توان مصرفی}$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = V_{eq} = V_{AB} \text{ :اختلاف پتانسیل}$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = R_{eq} \text{ :مقاومت الکتریکی}$$

## روابط بین چند مقاومت متوالی



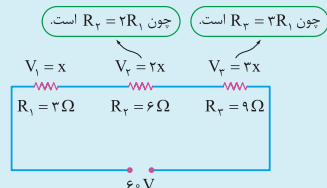
$$V \propto R \Rightarrow \text{مثلاً: } \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$P \propto R \Rightarrow \text{مثلاً: } \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$



## نکته

برای تقسیم ولتاژ بین چند مقاومت متوالی، ولتاژ مقاومت کوچکتر را  $X$  می‌گیریم و ولتاژ مقاومت‌های دیگر را برحسب  $X$  به دست می‌آوریم؛ سپس به کمک داشتن ولتاژ دو سر مجموعه مقاومت‌ها،  $X$  را به دست می‌آوریم.



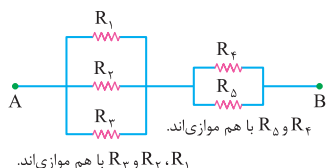
$$x + 2x + 3x = 60 \Rightarrow x = 10 \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 10 \text{ V} \\ V_2 = 20 \text{ V} \\ V_3 = 30 \text{ V} \end{cases}$$

۱ اگر از میان چند لامپ سری، یکی بسوزد، سایر لامپ‌ها خاموش می‌شوند (مدار قطع می‌شود).

۲ مقاومت معادل چند مقاومت متوالی از تک‌تک آن‌ها بزرگ‌تر است.

۳ اگر  $n$  مقاومت  $R$  اهمی، متوالی باشند:

$$R_{eq} = nR$$



$R_1$  و  $R_2$  و  $R_3$  با هم موازی‌اند.

## ب) مقاومت‌های موازی

دو مقاومت موازی‌اند، اگر دوسرشان به هم وصل باشد.

## رابطه بین مقاومت‌های موازی و معادلشان

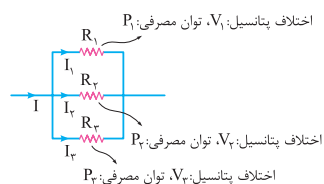
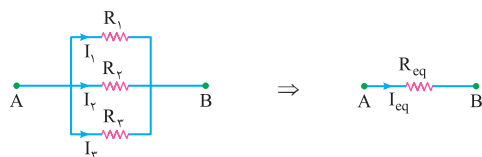
$$\text{اختلاف پتانسیل: } V_1 = V_2 = V_3 = V_{eq} = V_{AB}$$

$$\text{توان مصرفی: } P_1 + P_2 + P_3 = P_{eq}$$

$$\text{جریان الکتریکی: } I_1 + I_2 + I_3 = I_{eq}$$

$$\text{مقاومت الکتریکی: } \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}}$$

## رابطه بین چند مقاومت موازی

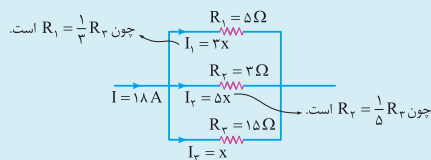


$$I \propto \frac{1}{R} \Rightarrow \text{مثلاً: } \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$P \propto \frac{1}{R} \Rightarrow \text{مثلاً: } \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

## نکته

۱ برای تقسیم جریان بین چند مقاومت موازی، جریان عبوری از مقاومت بزرگتر را  $X$  در نظر می‌گیریم و جریان عبوری از مقاومت‌های دیگر را برحسب  $X$  به دست می‌آوریم؛ سپس به کمک داشتن جریان کل (مجموع جریان‌ها)،  $X$  را حساب می‌کنیم.



$$3X + X + 5X = 18 \Rightarrow X = 2 \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 6 \text{ A} \\ I_2 = 2 \text{ A} \\ I_3 = 10 \text{ A} \end{cases}$$

۲ اگر از میان چند لامپ موازی، یکی بسوزد، سایر لامپ‌ها خاموش نمی‌شوند (مدار قطع نمی‌شود).

۳ مقاومت معادل چند مقاومت موازی از تک‌تک آن‌ها کوچک‌تر است.

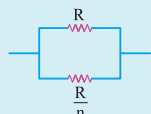
۴ اگر  $n$  مقاومت  $R$  اهمی، موازی باشند:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

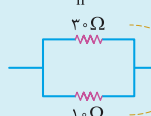
$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \text{ضرب جمع}$$

۵ اگر مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  موازی باشند:

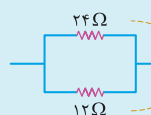
۶ اگر از دو مقاومت موازی، یکی مضربی از دیگری باشد، مقاومت معادل برابر است با  $\frac{\text{مقاومت بزرگتر}}{\text{ضرب} + 1}$ .



$$R_{eq} = \frac{R}{n+1}$$



$$\text{برابر ۳} \Rightarrow R_{eq} = \frac{30}{3+1} = 7.5 \Omega$$

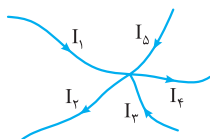


$$\text{برابر ۲} \Rightarrow R_{eq} = \frac{24}{2+1} = 8 \Omega$$



## قاعده انشعاب

مجموع جریان‌های خروجی از نقطه انشعاب = مجموع جریان‌های ورودی به هر نقطه انشعاب

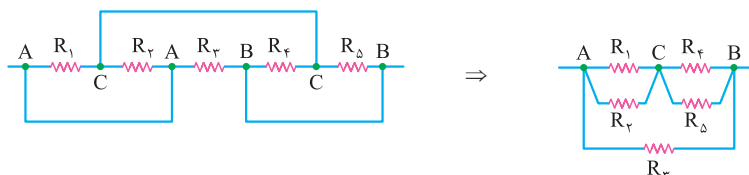


$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \vec{I}_4 + \vec{I}_5$$

**تذکر** قاعده انشعاب: نتیجه‌ای از اصل پایداری بارالکتریکی

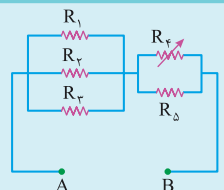
## روش نقطه‌گذاری

انشعاب‌های مدار داده‌شده را نام‌گذاری می‌کنیم (A, B, C, ...) و به کمک این نقاط ساده‌شده را رسم می‌کنیم.



**تذکر** ۱) انشعاب‌هایی که با سیم بدون مقاومت به هم وصل‌اند، اسم یکسانی دارند. ۲) در مدار داده‌شده به این توجه می‌کنیم که دو سر هر مقاومت به چه نقاطی متصل است و در مدار جدید هم بین همان دو نقطه رسم می‌کنیم.

## نکته

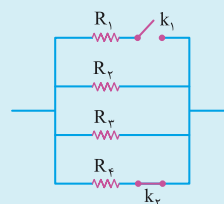


۱) اگر مقدار یکی از مقاومت‌های مدار افزایش (یا کاهش) یابد، مقاومت معادل مدار حتماً افزایش (یا کاهش) می‌یابد.

$$R_f: \uparrow \Rightarrow R_{eq}: \uparrow$$

$$R_f: \downarrow \Rightarrow R_{eq}: \downarrow$$

۲) اگر { به } چند مقاومت موازی، یک مقاومت موازی دیگر { اضافه } شود، مقاومت معادل { کاهش } می‌یابد.



$$k_1 \text{ وصل کلید} \Rightarrow R_{eq}: \downarrow$$

$$k_2 \text{ قطع کلید} \Rightarrow R_{eq}: \uparrow$$

## نکته

فیوز: قطعه‌ای در مدار که اگر جریان عبوری از آن از حد معینی بیشتر باشد، مدار را قطع می‌کند. جریان بیشینه عبوری از هر فیوز مقدار معینی است؛ مثلاً اگر جریان عبوری از یک فیوز ۱۵ A، بیشتر از ۱۵ A شود، فیوز مدار را قطع می‌کند.

## شیمی

## آنتالپی، همان محتوای انرژی است.

هر نمونه ماده دو نوع انرژی دارد  
 انرژی جنبشی (گرمایی): جنبش‌های نامنظم  
 انرژی پتانسیل (شیمیایی): برهم‌کنش بین ذره‌ها

● آنتالپی (H) یا محتوای انرژی، انرژی کل سامانه است.

انجام واکنش ← تغییر آنتالپی مواد (ΔH) ← مبادله گرما

● تغییر آنتالپی واکنش (ΔH)، هم‌ارز با گرمای واکنش در فشار ثابت است.

$$\Delta H = Q_p = H(\text{مواد واکنش‌دهنده}) - H(\text{مواد فراورده})$$

← افزایش انرژی کل سامانه

← انتقال گرما از محیط به سامانه

← «Q» سمت واکنش‌دهنده‌ها

← مواد واکنش‌دهنده، پایدارتر از مواد فراورده

← آنتالپی مواد فراورده بیشتر از مواد واکنش‌دهنده

← علامت «Q» و «ΔH» واکنش، مثبت

← کاهش انرژی کل سامانه

← انتقال گرما از سامانه به محیط

← «Q» سمت فراورده‌ها

← مواد فراورده، پایدارتر از مواد واکنش‌دهنده

← آنتالپی مواد فراورده کمتر از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده

← علامت «Q» و «ΔH» واکنش، منفی

نشانه‌های واکنش گرماده



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

## شیمی

●  $\Delta H$  همانند گرمای واکنش در دما و فشار ثابت، به سه عامل وابسته است: (۱) نوع مواد واکنش دهنده و فراورده (۲) حالت فیزیکی واکنش دهنده و فراورده (۳) مقدار واکنش دهنده‌ها ← ترکیب استوکیومتری و گرمای واکنش

برای حل تست‌های استوکیومتری و  $\Delta H$  می‌توانیم از روش نسبت مولی (یا کسر تناسب) استفاده کنیم و به نسبت‌های قبل،  $\dots = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$  (نسبت  $\frac{q}{|\Delta H|}$ ) را اضافه کنیم.

دقت کنید که  $q$ ,  $\Delta H$  باید برحسب یک واحد باشند. (KJ)

$q$ : گرمای مبادله شده در واکنش به ازای مقداری که در مسئله داده شده است.

$\Delta H$ : گرمای مبادله شده در واکنش طبق ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده است.

$$\frac{q}{|\Delta H|} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{تعداد ذره‌ها}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{لیتر گاز (STP)}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{M \times V(L)}{\text{ضریب} \times \text{غلظت مولی (L)}}$$

$$\frac{M \times V(mL)}{1000 \times \text{ضریب}} = \frac{q}{|\Delta H|} \rightarrow (KJ) \rightarrow \frac{q}{\text{گرم}} = \frac{P}{\text{گرم ناخالص}} \times \frac{1000}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}$$

**مثال** برای بالابردن دمای یک قطعه مس به وزن ۲/۵ کیلوگرم از ۲۵°C به ۲۲۵°C، چند کیلوژول گرما لازم است و این مقدار گرما، به تقریب از سوختن کامل چند گرم گاز متان تأمین می‌شود؟ (ظرفیت گرمایی ویژه مس را برابر با ۰/۳۹ J.g<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup> در نظر بگیرید، گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ ,  $\Delta H = -890 \text{ KJ}$  ( $H=1$ ,  $C=12 \text{ g.mol}^{-1}$ )

(کنکور ۱۳۹۹ تهرانی (فارج از کشور))

۳۵، ۱۹۵۰ (۴)

۲۵، ۱۹۵۰ (۳)

۳/۵، ۱۹۵ (۲)

۲/۵، ۱۹۵ (۱)

پاسخ

قسمت اول: استفاده از رابطه  $q = mc\Delta\theta$

اگر در رابطه  $q = mc\Delta\theta$ ،  $m$  را برحسب kg بگذاریم  $q$  برحسب kJ محاسبه می‌شود:

$$q = 2/5 \times 0/39 \times (225 - 25) = \frac{1}{4} \times \frac{39}{100} \times 2n = \frac{39}{2} = 195 \text{ kJ}$$

قسمت دوم: استفاده از کسر تناسب‌های نسبت گرما و نسبت جرم  $CH_4$ :

$$\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x}{16 \times 1} = \frac{195}{890} \rightarrow x = \frac{16 \times 195}{890} = \frac{16 \times 39}{890 \times 2} = \frac{8}{89} \times 39 = 3/9 \downarrow \approx 3/5 \text{ g}$$

## آنتالپی پیوند و میانگین آن

به انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند در حالت گازی و تبدیل آن به دو مول اتم مجزای گازی، آنتالپی پیوند می‌گوییم.

● شکستن پیوند ← گرماگیر ( $\Delta H > 0$ )

● تشکیل پیوند ← گرماده ( $\Delta H < 0$ )

جدول آنتالپی برخی پیوندها:

| پیوند                           | Cl—Cl | Br—Br | I—I | H—F | H—Cl | O=O | N≡N |
|---------------------------------|-------|-------|-----|-----|------|-----|-----|
| آنتالپی (kJ mol <sup>-1</sup> ) | ۲۲۴   | ۱۹۳   | ۱۵۱ | ۵۶۷ | ۴۳۱  | ۴۹۵ | ۹۴۵ |

● برای پیوندهایی که در مولکول‌های دواتمی وجود دارند، مثل  $H-H$ ،  $N \equiv N$  و ... از آنتالپی پیوند و برای پیوندهایی که در مولکول‌های چنداتمی وجود دارند، مانند  $H-C-H$ ،  $N-H$  و ... از «میانگین آنتالپی پیوند» استفاده می‌کنیم.

میانگین آنتالپی برخی پیوندها:

| پیوند                                   | C—O | N—H | O—H | C—C | C=C | C≡C | C=O | N—N | O—O |
|-----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| میانگین آنتالپی (kJ mol <sup>-1</sup> ) | ۸۰۳ | ۳۹۱ | ۴۶۳ | ۳۴۸ | ۶۱۴ | ۸۳۹ | ۷۹۹ | ۱۶۳ | ۱۴۶ |

(۱) مرتبه پیوند (تعداد پیوند بین دو اتم): هر چه مرتبه پیوند بیشتر، میانگین آنتالپی پیوند بیشتر:



(۲) شعاع اتم‌ها: به طور کلی، هر چه شعاع اتم‌های تشکیل دهنده پیوند کم‌تر، آنتالپی پیوند بیشتر:



## عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوند

روش محاسباتی ← استفاده از آنتالپی پیوند ← مناسب برای واکنش‌های گازی

روش تجربی ← استفاده از قانون هس

روش تجربی ← استفاده از گرماسنج لیوانی ← مناسب برای واکنش‌های در حالت محلول

## روش‌های تعیین $\Delta H$ واکنش



## آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین $\Delta H$ واکنش

- شکستن هر نوع پیوند  $\rightarrow$  گرماگیر ( $\Delta H$  مثبت)
- تشکیل هر نوع پیوند  $\rightarrow$  گرماده ( $\Delta H$  منفی)

[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده] - [مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده] =  $\Delta H$  واکنش

**مثال** اگر آنتالپی پیوندهای  $H-H$ ،  $N-H$ ،  $N-N$  و  $N \equiv N$  با یکای کیلوژول بر مول، به ترتیب برابر با ۴۳۵، ۳۸۹، ۱۵۹ و ۹۴۱ باشد، مطابق واکنش:  $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow H_2N-NH_2(g)$ ، به ازای مصرف  $3 \times 10^{25}$  مولکول هیدروژن، چند کیلوژول انرژی جذب می شود؟  
(کنکور ریاضی ۱۳۹۹ (قارچ از کشور))

(۱) ۱۲۰۰ (۲) ۲۴۰۰ (۳) ۳۶۰۰ (۴) ۴۸۰۰

**پاسخ** مرحله اول: محاسبه  $\Delta H$  واکنش: پیوندهای سمت چپ با علامت مثبت، پیوندهای سمت راست با علامت منفی

$$\Delta H = (N \equiv N) + 2(H-H) - (N-N) - 4(N-H) = 941 + 2(435) - 159 - 4(389) = +96 \text{ kJ}$$

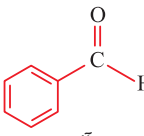
مرحله دوم: استفاده از نسبت گرما و نسبت تعداد ذره های  $H_2$

$$\frac{\text{تعداد ذره ها}}{\text{ضریب} \times 10^{23}} = \frac{q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{3 \times 10^{25}}{6 \times 10^{23} \times 2} = \frac{x}{96 \text{ kJ}} \Rightarrow x = 2400 \text{ kJ}$$

هر چه مولکول های یک واکنش ساده تر  $\rightarrow$  مولکول های دواتمی بیشتر  $\rightarrow$  استفاده بیشتر از آنتالپی پیوندی  $\rightarrow$  دقیق تر  $\rightarrow$  همخوانی بیشتر  $\Delta H$  با داده های تجربی  
هر چه مولکول های یک واکنش پیچیده تر  $\rightarrow$  مولکول های چنداتمی بیشتر  $\rightarrow$  استفاده بیشتر از میانگین آنتالپی پیوند  $\rightarrow$  دقت کمتر  $\rightarrow$  همخوانی کمتر  $\Delta H$  با داده های تجربی

## پیوند با زندگی (گروه های عاملی)

**گروه عاملی:** آرایش منظمی از اتم ها که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می بخشد.

| مثال های معروف                                                                                                                                                                                      | تعداد کربن های ساده ترین عضو | فرمول کلی                                                               | فرمول ساختاری و نام گروه عاملی                     | خانواده (فرمول مولکولی)* |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| $CH_3CH_2-OH$                                                                                                                                                                                       | ۱                            | $R-OH$                                                                  | $-OH$                                              | الکل ها                  |
| اتانول                                                                                                                                                                                              |                              | R گروه هیدروکربنی است.                                                  | هیدروکسیل                                          | $(C_nH_{2n+1}OH)$        |
| $CH_3-O-CH_3$                                                                                                                                                                                       | ۲                            | $R-O-R'$                                                                | $-O-$                                              | اترها                    |
| دی متیل اتر                                                                                                                                                                                         |                              | R و R' گروه هیدروکربنی هستند.                                           | اتری                                               | $(C_nH_{2n+2}O)$         |
|  بنز آلدهید<br>توجه: دقت کنید که بنز آلدهید، آلدهیدی سیر نشده است و فرمول مولکولی آن از $C_nH_nO$ پیروی نمی کند. | ۱                            | $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$                               | $\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$<br>آلدهیدی | آلدهیدها<br>$(C_nH_nO)$  |
| $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3$                                                                                                                                     | ۳                            | $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-R'$                              | $\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-$             | کتون ها                  |
| ۲- هپتانون                                                                                                                                                                                          |                              | R و R' گروه هیدروکربنی هستند.                                           | کربونیل                                            | $(C_nH_{2n}O)$           |
| $CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$                                                                                                                                                       | ۱                            | $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$                              | $\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$           | کربوکسیلیک اسیدها        |
| اتانویک (استیک) اسید                                                                                                                                                                                |                              | R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی است.                                       | کربوکسیل                                           | $(C_nH_{2n}O_2)$         |
| $CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-CH_2CH_3$                                                                                                                                       | ۲                            | $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-R'$                            | $\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-$           | استرها                   |
| اتیل بوتانوات                                                                                                                                                                                       |                              | R' گروه هیدروکربنی است؛ ولی R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی می تواند باشد. | استری                                              | $(C_nH_{2n}O_2)$         |

\*- فرمول مولکولی برای ترکیب های یک عاملی و سیر شده

\*\* - اگر تعداد کربن ها یکسان باشد.

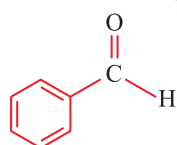


| خانواده (فرمول مولکولی)*      | فرمول ساختاری و نام گروه عاملی | فرمول کلی                                                                                                     | تعداد کربن‌های ساده‌ترین عضو | مثال‌های معروف                |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| آمین‌ها<br>( $C_nH_{2n+3}N$ ) | $-N-$                          | $R-N-R''$<br>R, R' و R'' می‌توانند گروه هیدروکربنی یا هیدروژن باشند، اما هر سه‌تای آن‌ها نباید هیدروژن باشند. | ۱                            | $CH_3-NH_2$<br>متیل آمین      |
|                               | آمیدی                          | $R-C(=O)-N-R''$<br>R, R' و R'' هیدروژن یا گروه هیدروکربنی هستند.                                              | ۱                            | $CH_3-C(=O)-NH_2$<br>متانامید |

**ایزومر (همپار):** ترکیب‌هایی با فرمول مولکولی یکسان، ولی فرمول ساختاری متفاوت

تشخیص ارتباط دو ساختار:

| حالت | فرمول مولکولی | فرمول ساختاری | وضعیت  |
|------|---------------|---------------|--------|
| I    | ×             |               | متفاوت |
| II   | ✓             | ✓             | یکسان  |
| III  | ✓             | ×             | ایزومر |

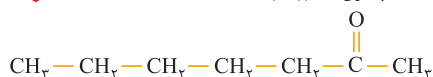


حدافل یک طرف H باشد ← آلدهید (آلدهیدی) مثل بنز آلدهید ( $C_6H_5O$ )



نشانه وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است.

دو طرف C باشد ← کتون (کربونیل) مثل ۲- هپتانون ( $C_7H_{14}O$ )



یک طرف H باشد ← الکل (هیدروکسیل): مثل ترکیب آلی موجود در گشنیز  
دو طرف C باشد ← اتر (تری): مثل ترکیب آلی موجود در رازیانه

اگر نام علمی ماده آلی در کتاب درسی نوشته شده باشد باید همه اطلاعات آن (شامل فرمول مولکولی، ساختار، ویژگی‌ها و ...) را بلد باشیم. مثل بنز آلدهید (ترکیب عالی موجود در بادام)، ۲- هپتانون (ترکیب عالی موجود در میخک) و بنزوئیک اسید (ترکیب عالی موجود در تمشک و توت‌فرنگی)

اگر فقط ساختار ماده در کتاب درسی آمده باشد؛ صرفاً باید ویژگی‌هایش را بلد باشیم (مانند گروه‌های عاملی آن، سیر شده یا سیر نشده بودن و ...) مثل ویتامین‌ها، ترکیب موجود در گشنیز و ...

گروه عاملی موجود: الکی (هیدروکسیل)  
سیر نشده (با ۲ مول  $H_2$  سیر می‌شود).

گروه عاملی موجود: اتری  
آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی  
سیر نشده (با ۴ مول  $H_2$  سیر می‌شود).

گروه عاملی موجود: کتون (کربونیل)  
آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی  
سیر نشده (با ۴ مول  $H_2$  سیر می‌شود).

گروه عاملی موجود: آلدهیدی  
آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی  
سیر نشده (با ۴ مول  $H_2$  سیر می‌شود).

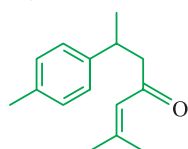
گروه عاملی موجود: الکی (هیدروکسیل)  
حلقوی (دارای ۴ حلقه)  
سیر نشده (با ۱ مول  $H_2$  سیر می‌شود).



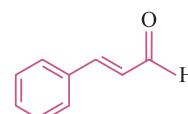
● ترکیب آلی موجود در گشنیز:



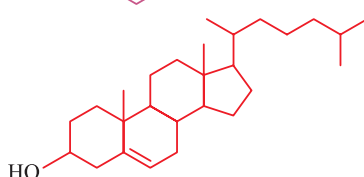
● ترکیب آلی موجود در رازیانه:



● ترکیب آلی موجود در زردچوبه:



● ترکیب آلی موجود در دارچین:



● کلسترول یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکنه می‌شود.

\*- فرمول مولکولی برای ترکیب‌های یک‌عاملی و سیر شده

\*\* - اگر تعداد کربن‌ها یکسان باشد.



- چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت های جانور را نیز تأمین می کند.



## آنتالپی سوختن، تکیه گاهی برای تأمین انرژی

- کربوهیدرات ها، پروتئین ها و چربی ها، منابعی برای تأمین انرژی بدن هستند.
- کربوهیدرات ها در بدن به گلوکز شکسته شده، گلوکز حاصل در خون حل می شود  $\rightarrow$  قند خون
- ارزش سوختی، انرژی حاصل از سوختن یا اکسایش یک گرم از ماده

ارزش سوختی سه ماده غذایی

| ماده غذایی                        | کربوهیدرات | چربی | پروتئین |
|-----------------------------------|------------|------|---------|
| ارزش سوختی ( $\text{kJ g}^{-1}$ ) | ۱۷         | ۳۸   | ۱۸      |

پروتئین = کربوهیدرات  $\geq$  چربی: ارزش سوختن

**آنتالپی سوختن:** آنتالپی واکنش سوختن کامل یک مول ماده در اکسیژن کافی  $= \frac{|\text{آنتالپی سوختن}| (\text{kJ.mol}^{-1})}{\text{جرم مولی} (\text{g.mol}^{-1})} = \text{ارزش سوختی} (\text{kJ.g}^{-1})$

- همه واکنش های سوختن گرما ده هستند  $\rightarrow \Delta H < 0$ .

آنتالپی سوختن برخی ترکیب های آلی در  $25^\circ\text{C}$

| ماده آلی                                  | آنتالپی سوختن ( $\text{kJ mol}^{-1}$ ) | ماده آلی                                  | آنتالپی سوختن ( $\text{kJ mol}^{-1}$ ) |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| $\text{CH}_4(\text{g})$                   | -۸۹۰                                   | $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$          | -۱۳۰۰                                  |
| $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$          | -۱۵۶۰                                  | $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$          | -۱۹۳۸                                  |
| $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ | -۱۴۱۰                                  | $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$          | -۷۲۶                                   |
| $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$ | -۲۰۵۸                                  | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ | -۱۳۶۸                                  |

- بخش عمده گاز شهری را متان ( $\text{CH}_4$ ) تشکیل می دهد:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = -890 \text{ kJ.mol}^{-1}$

ماده مورد نظر به همراه  $\text{O}_2$  واکنش دهنده های واکنش سوختن هستند.

- ویژگی های معادله واکنش سوختن
- ضریب استوکیومتری ماده مورد نظر یک باشد.
- سوختن کامل باشد؛ یعنی تبدیل همه کربن ها به  $\text{CO}_2$  (محصولات  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$ )
- حالت فیزیکی  $\text{H}_2\text{O}$  مایع باشد. ( $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ )

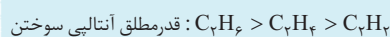
مقایسه آنتالپی سوختن در هیدروکربن ها:

### نکته

به طور کلی هر چه مقدار یک هیدروکربن (در مول برابر، هر چه جرم مولی یک هیدروکربن) بیشتر باشد، مقدار گرمای حاصل از سوختن آن بیشتر است.



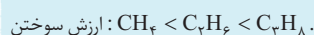
پروپان اتان متان



اتین اتان اتان

### نکته

به طور کلی وقتی جرم های برابر از هیدروکربن های هم خانواده می سوزد، گرمای حاصل از سوختن هیدروکربن سبک تر، بیشتر است.



پروپان اتان متان  $\text{kJ.g}^{-1}$  ارزش سوختن

### نکته

گرمای سوختن مولی الکل هایی که یک گروه OH دارند، از گرمای سوختن مولی آلکان های هم کربن آن ها کم تر است.



آنتالپی سوختن

### نکته

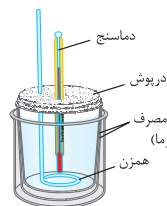
در خانواده آلکان ها، آلکن ها و آلکین ها، تفاوت آنتالپی سوختن دو عضو متوالی از یک خانواده تقریباً ثابت و برابر آنتالپی سوختن مولی یک گروه  $\text{CH}_2$  است، زیرا هر دو عضو متوالی از خانواده آلکان ها، آلکن ها و آلکین ها در یک گروه  $\text{CH}_2$  با هم تفاوت دارند.



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

شیمی

● سوخت‌های سبز (مثل اتانول) در ساختار خود، علاوه بر  $C, H$  اکسیژن (O) هم دارند. ← استخراج از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی



← تعیین گرمای واکنش در فشار ثابت به روش تجربی

گرماسنج لیوانی مناسب برای تعیین  $\Delta H$  فرایندهای انحلال واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند.

← روش: انجام واکنش و تعیین  $\Delta H$  ← محاسبه گرمای واکنش ( $q = mc\Delta\theta$ ) با نسبت  $(\frac{q}{|\Delta H|})$

● واکنش‌های گرماده ( $\Delta H < 0$ ) با افزایش دما همراه خواهد بود. ← مثل انحلال  $CaCl_2$  در بسته‌های گرمازا.

● واکنش‌های گرماگیر ( $\Delta H > 0$ ) با کاهش دما همراه خواهد بود. ← مثل انحلال  $NH_4NO_3$  در رتبه‌های سرمازا.

ریاضی

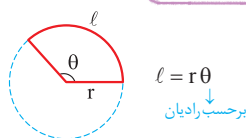
## رادیان

۱ نکات اولیه رادیان:

|   |                                   |                                                                                          |
|---|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱ | تعریف ۱ رادیان                    | زاویه مرکزی روبه‌رو به کماتی که طولش برابر با شعاع دایره است: $1\text{ rad}$             |
| ۲ | تقریب ۱ رادیان                    | $1\text{ rad} \approx 57.3^\circ$                                                        |
| ۳ | مرزها برحسب رادیان                | $\frac{1}{57}$<br>$\frac{3}{14}$ $\frac{6}{28}$ $\frac{4}{71}$                           |
| ۴ | رابطه بین درجه و رادیان           | $\frac{D}{180} = \frac{R}{\pi}$                                                          |
| ۵ | تبدیل سریع درجه به رادیان و برعکس | $D \xrightarrow{\times \frac{\pi}{180}} R$<br>$R \xrightarrow{\times \frac{180}{\pi}} D$ |

۲ زوایای مهم برحسب درجه و رادیان:

|                  |                  |                  |                  |                   |                  |                  |                   |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| $15^\circ$       | $30^\circ$       | $45^\circ$       | $60^\circ$       | $75^\circ$        | $90^\circ$       | $120^\circ$      | $135^\circ$       | $150^\circ$      |
| $\frac{\pi}{12}$ | $\frac{\pi}{6}$  | $\frac{\pi}{4}$  | $\frac{\pi}{3}$  | $\frac{5\pi}{12}$ | $\frac{\pi}{2}$  | $\frac{2\pi}{3}$ | $\frac{3\pi}{4}$  | $\frac{5\pi}{6}$ |
| $180^\circ$      | $210^\circ$      | $225^\circ$      | $240^\circ$      | $270^\circ$       | $300^\circ$      | $315^\circ$      | $330^\circ$       | $360^\circ$      |
| $\pi$            | $\frac{7\pi}{6}$ | $\frac{5\pi}{4}$ | $\frac{4\pi}{3}$ | $\frac{3\pi}{2}$  | $\frac{5\pi}{3}$ | $\frac{7\pi}{4}$ | $\frac{11\pi}{6}$ | $2\pi$           |



۳ طول کمان روبه‌رو زاویه  $\theta$  رادیان در دایره‌ای به شعاع  $r$ :

$$l = r\theta$$

برحسب رادیان

۴ در سؤالات «چرخیدن دو قرقره متصل به یک تسمه» یا «چرخیدن دو چرخ وسیله‌ای که چرخ‌های نابرابر دارد»، شروع حل با برابر قراردادن طول کمان‌های طی شده است:

$$l_1 = l_2 \rightarrow r_1 \theta_1 = r_2 \theta_2 \rightarrow \dots$$

۵ قطاع ( $\theta$  برحسب رادیان):

| مساحت                    | محیط                             | شکل |
|--------------------------|----------------------------------|-----|
| $\frac{1}{2} \theta r^2$ | $l + 2r$<br>یا<br>$r\theta + 2r$ |     |

۶  $| \frac{11}{4} m - 3^\circ h | =$  زاویه بین عقربه ساعت‌شمار و دقیقه‌شمار در ساعت  $h$  و  $m$  دقیقه



## نسبت‌های مثلثاتی زوایای $\frac{k\pi}{\gamma} \pm \alpha$

۱) زوایای متمم، مکمل، قرینه و هم پایان:

| متکم                                                                        | مکمل                                   | قرینه                                                            | هم‌پایان                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| دو زاویه که مجموعشان $90^\circ$ است.                                        | دو زاویه که مجموعشان $180^\circ$ است.  | قرینه $\theta$ یعنی $-\theta$                                    | زوایایی که اختلافشان مضرب‌ی از $360^\circ$ است. |
| $90^\circ - \theta$ یا $\frac{\pi}{2} - \theta$                             | $180^\circ - \theta$ یا $\pi - \theta$ | $-\theta$                                                        | $360^\circ k + \theta$ یا $2k\pi + \theta$      |
|                                                                             |                                        |                                                                  |                                                 |
| قرینه نسبت به $y = x$                                                       | قرینه نسبت به محور $y$ ها              | قرینه نسبت به محور $x$ ها                                        | یک یا چند دور کامل می‌زنند.                     |
| $\sin$ یکی با $\cos$ دیگری و $\tan$ یکی با $\cot$ دیگری برابر است و بالعکس. | $\sin$ ها برابر و بقیه قرینه هم هستند. | $\cos$ ها برابر و بقیه قرینه هم هستند. (کسینوس منفی را می‌خورد!) | همه‌چی ثابت می‌ماند.                            |
| $\sin 2^\circ = \cos 7^\circ$                                               | $\sin 12^\circ = \sin 6^\circ$         | $\cos(-3^\circ) = \cos 3^\circ$                                  | $\sin 39^\circ = \sin 3^\circ$                  |

۲) نوشتن نسبت‌های مثلثاتی زوایای  $\frac{k\pi}{\gamma} \pm \alpha$  برحسب زاویه  $\alpha$  در ۳ مرحله:

|         |                                                                                                                                                                                        |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مرحله ۱ | اگر کمان از $2\pi$ بیشتر بود، مجاز هستیم مضارب $2\pi$ را از آن کم کنیم تا به زاویه‌ای در محدوده $0^\circ$ تا $2\pi$ برسیم.                                                             |
| مرحله ۲ | اگر $\pi$ یا $2\pi$ داشتیم، نسبت مثلثاتی عوض نمی‌شود ولی اگر $\frac{\pi}{2}$ یا $\frac{3\pi}{2}$ داشتیم، $\sin$ به $\cos$ (و بالعکس) و $\tan$ به $\cot$ (و بالعکس) تبدیل می‌شود.       |
| مرحله ۳ | علامت + یا - $\alpha$ را زاویه‌ای در ربع اول (مثلاً $10^\circ$ ) در نظر می‌گیریم و با توجه به آن، محدوده زاویه $\frac{k\pi}{\gamma} \pm \alpha$ را مشخص و علامت نسبت را تعیین می‌کنیم. |

مثال:  $\sin(\frac{7\pi}{2} - \alpha)$

مرحله ۱:  $2\pi$  را از  $\frac{7\pi}{2}$  کم می‌کنیم:  
 $\sin(\frac{7\pi}{2} - \alpha) = \sin(\frac{3\pi}{2} - \alpha)$   
 مرحله ۲: با فرض  $\alpha = 10^\circ$ ، زاویه  $\frac{3\pi}{2} - \alpha$  می‌شود  $26^\circ$  که در ربع ۳ قرار دارد و در این ربع  $\sin$  منفی است.

$$\sin(\frac{3\pi}{2} - \alpha) = -\cos \alpha$$

مرحله ۳

پس:

۳) جدول نسبت‌های مثلثاتی زوایای  $\frac{k\pi}{\gamma} \pm \alpha$  (در ربع اول قرار دارد):

|                             | $\frac{\pi}{2} - \alpha$ | $\frac{\pi}{2} + \alpha$ | $\pi - \alpha$ | $\pi + \alpha$ | $\frac{3\pi}{2} - \alpha$ | $\frac{3\pi}{2} + \alpha$ | $2\pi - \alpha$ | $2\pi + \alpha$ |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| تغییر اسم می‌دهد یا نمی‌دهد | +                        | +                        | -              | -              | +                         | +                         | -               | -               |
| ناحیه (ربع) زاویه جدید      | ۱                        | ۲                        | ۲              | ۳              | ۳                         | ۴                         | ۴               | ۱               |
| $\sin$                      | $\cos \alpha$            | $\cos \alpha$            | $\sin \alpha$  | $-\sin \alpha$ | $-\cos \alpha$            | $-\cos \alpha$            | $-\sin \alpha$  | $\sin \alpha$   |
| $\cos$                      | $\sin \alpha$            | $-\sin \alpha$           | $-\cos \alpha$ | $-\cos \alpha$ | $-\sin \alpha$            | $\sin \alpha$             | $\cos \alpha$   | $\cos \alpha$   |
| $\tan$                      | $\cot \alpha$            | $-\cot \alpha$           | $-\tan \alpha$ | $\tan \alpha$  | $\cot \alpha$             | $-\cot \alpha$            | $-\tan \alpha$  | $\tan \alpha$   |
| $\cot$                      | $\tan \alpha$            | $-\tan \alpha$           | $-\cot \alpha$ | $\cot \alpha$  | $\tan \alpha$             | $-\tan \alpha$            | $-\cot \alpha$  | $\cot \alpha$   |

۴) برای آن‌که کسرهایی به فرم  $\frac{a \sin \alpha + b \cos \alpha}{c \sin \alpha + d \cos \alpha}$  را برحسب  $\tan \alpha$  بنویسیم، باید همه نسبت‌ها را به  $\cos \alpha$  تقسیم کنیم:

$$\frac{\frac{a \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{b \cos \alpha}{\cos \alpha}}{\frac{c \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{d \cos \alpha}{\cos \alpha}} = \frac{a \tan \alpha + b}{c \tan \alpha + d}$$

۵) برای ساده کردن عبارتهایی به فرم  $a \sin^2 x + b \sin x \cos x + c \cos^2 x = d$ ، دو طرف را بر  $\cos^2 x$  (یا  $\sin^2 x$ ) تقسیم می‌کنیم تا بتوانیم عبارت را برحسب  $\tan x$  (یا  $\cot x$ ) بنویسیم.

نسبت‌های مثلثاتی زوایای متمم جابه‌جا شده هم هستند مثلاً سینوس یک زاویه کسینوس زاویه متممش می‌باشد در دو زاویه مکمل سینوس‌ها با هم مساوی‌اند ولی نسبت‌های مثلثاتی قرینه‌اند.

### توابع مثلثاتی

۶ نمودار توابع مثلثاتی:

| ضابطه تابع   |  | دامنه        | بُرد      | دوره تناوب | طول نقاط max            | طول نقاط min             | صفه‌های تابع           |
|--------------|--|--------------|-----------|------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| $y = \sin x$ |  | $\mathbb{R}$ | $[-1, 1]$ | $2\pi$     | $2k\pi + \frac{\pi}{2}$ | $2k\pi + \frac{3\pi}{2}$ | $k\pi$                 |
| $y = \cos x$ |  | $\mathbb{R}$ | $[-1, 1]$ | $2\pi$     | $2k\pi$                 | $2k\pi + \pi$            | $k\pi + \frac{\pi}{2}$ |

### زمین‌شناسی

### فصل چهارم: پویایی زمین

- زمین لرزه
- آتشفشان
- چین خوردگی
- شکستگی

انواع ورقه‌های سنگ کره: اگر ورقه‌ای از سنگ کره در زیر اقیانوس باشد، به آن ورقه اقیانوسی (مانند ورقه اقیانوس آرام) می‌گویند و اگر ورقه سنگ کره در محل قاره‌ها باشد، ورقه قاره‌ای نامیده می‌شود. بعضی از ورقه‌ها هم از ترکیب دو ورقه قاره‌ای و اقیانوسی تشکیل شدند. (مانند ورقه هند). مقایسه سنگ کره قاره‌ای و اقیانوسی:

|       |                    |
|-------|--------------------|
| ضخامت | قاره‌ای < اقیانوسی |
| چگالی | قاره‌ای > اقیانوسی |
| سن    | قاره‌ای < اقیانوسی |

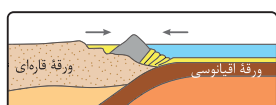
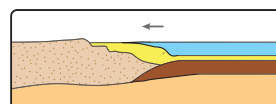
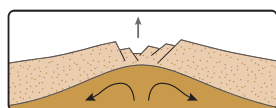
### نکته

سن ورقه‌های قاره‌ای زیاد و  $3/8$  میلیارد سال و سن ورقه‌های اقیانوسی حداکثر  $200$  میلیون سال است.

### چرخه ویلسون

با ایجاد گسستگی در پوسته به صورت شکاف قاره‌ای (ریفت) شروع و با فرایند بازشدگی و ایجاد یک حوضه اقیانوسی ادامه پیدا می‌کند.

#### – مراحل چرخه ویلسون –



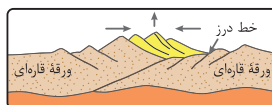
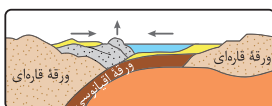
۱ مرحله جنینی: جریان‌های همرفتی سست کره، پوسته قاره‌ای را گرم کرده و موجب کشش آن می‌شود. تا این که پوسته کشیده شده و در نهایت شکسته می‌شود و ریفت درون قاره‌ای ایجاد می‌شود. این مرحله که آغاز یک چرخه تکنونی است با فوران‌های بازالتی پایان می‌پذیرد؛ نظیر ریفت شرق آفریقا.

۲ مرحله جوانی: در این مرحله، در محل شکاف ایجاد شده، مواد مذاب سست کره به بستر اقیانوس رسیده و پشته‌های میان اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید ایجاد شده به طرفین حرکت کرده و باعث شکل‌گیری اقیانوسی با عرض کم می‌شود؛ همانند دریای سرخ کنونی (دور شدن عربستان از آفریقا).

۳ مرحله بلوغ: گسترش کف اقیانوس در این مرحله ادامه یافته و قاره‌های واقع در دو طرف آن تدریجاً از هم دورتر می‌گردند. زمانی که حوضه اقیانوسی گسترش می‌یابد، در امتداد پشته‌های میان اقیانوسی فوران‌های خطی درون اقیانوسی تشکیل می‌شود؛ همانند اقیانوس اطلس امروزی.

۴ مرحله افول: در این مرحله، در برخی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام، ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه قاره‌ای مجاور خود رانده می‌شود و یا در بخشی از آن، ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فروانده شده و با ادامه فرورانش، درازگودال اقیانوسی و جزایر قوسی به وجود می‌آیند، در نهایت مرحله حوضه اقیانوسی شروع به بسته شدن می‌کند.





۵ مرحله پایانی: با ادامه بسته شدن حوضه اقیانوسی، قاره‌های دو طرف اقیانوس به هم نزدیک می‌شوند. نزدیکی قاره‌ها سبب شکل‌گیری رشته‌کوه‌ها و کوچک‌تر شدن حوضه اقیانوسی می‌شود. ماگماتیسم (فعالیت آذرین درونی) همانند مرحله قبل است. دریای مدیترانه در چنین وضعیتی قرار دارد.

۶ مرحله خط درز: با بسته شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده شده و رشته‌کوه‌هایی مانند هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا) و زاگرس (برخورد عربستان به ایران) را به وجود می‌آورند. (مراحل افول، پایانی و خط درز به عنوان کوه‌زایی در نظر گرفته می‌شود).

### نکته

- ۱ علت فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای ← بیشتر بودن چگالی ورقه اقیانوسی نسبت به ورقه قاره‌ای
- ۲ عامل اصلی باز و بسته شدن اقیانوس‌ها ← جریان‌های همرفتی مواد مذاب موجود در گوشته زمین
- ۳ عامل اصلی حرکت ورقه‌های سنگ کره ← جریان‌های همرفتی سست کره

### تنش

$$\text{تنش} = \frac{F_{\text{نیرو}} (N)}{A_{\text{سطح}} (m^2)}$$

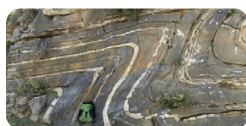
هرگاه سنگ، تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرد، در داخل سنگ نیز، نیرویی بر واحد سطح وارد می‌شود که تنش نامیده می‌شود.

- تنش‌های وارده بر یک سنگ یا خاک
- ← کششی ← گسستگی سنگ
  - ← فشاری ← متراکم شدن سنگ
  - ← برشی ← بریدن سنگ
  - ← ترکیبی از آن‌ها

مقاومت سنگ: حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌ها که سنگ می‌تواند تحمل کند، بدون آن که بشکند.  
 هر چه سنگ ناپایدارتر ← مقاومت سنگ کمتر ← سطوح شکست بیشتر ← ایجاد شکستگی در سنگ‌ها و ایجاد درزه‌ها ← ناپایداری سنگ یا خاک در پی سازه‌ها

### انواع رفتار سنگ‌ها در برابر تنش

|                                                                                                   |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| با اعمال تنش، سنگ‌ها تغییر شکل می‌دهند و پس از رفع تنش به حالت اولیه خود برمی‌گردند.              | ۱ کشسان (الاستیک)   |
| با اعمال تنش، سنگ‌ها تغییر شکل می‌دهند و پس از رفع تنش به طور کامل به حالت اولیه خود برنمی‌گردند. | ۲ خمیرسان (پلاستیک) |
| وقتی تنش ناگهانی و بیشتر از مقاومت سنگ باشد، سنگ می‌شکند و درزه و گسل ایجاد می‌شود.               | ۳ شکننده            |



رفتار پلاستیک سنگ‌ها



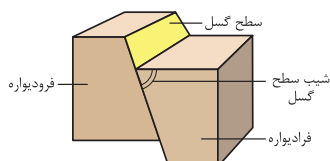
رفتار شکننده سنگ‌ها

### انواع شکستگی‌ها

- ۱ درزه: اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جا نشده باشند، به شکستگی درزه می‌گویند.
- ۲ گسل: اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جا شده باشند، به شکستگی گسل می‌گویند.

### مشخصات گسل

سطح گسل (قائم، مایل یا افقی): سطحی که شکستگی و جابه‌جایی در امتداد آن اتفاق افتاده  
 فرادیواره: طبقات روی سطح گسل مایل  
 فرودیواره: طبقات زیر سطح گسل مایل  
 شیب سطح گسل: زاویه صفحه با سطح افقی



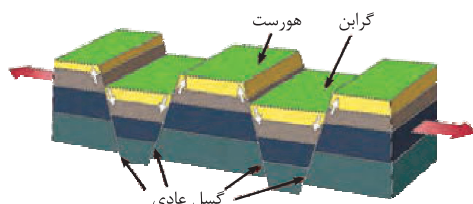
| گسل   | ویژگی گسل                                                                                                                   | شکل | تنش                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------|
| عادی  | ۱ سطح گسل مایل است.<br>۲ فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده است. |     | کششی<br>گسستگی سنگ<br>فشاری |
| معکوس | ۱ سطح گسل مایل است.<br>۲ فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده است. |     | متراکم شدن سنگ              |

| گسل       | ویژگی گسل                                                                              | شکل | تنش                   |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------|
| امتدادلغز | (۱) لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل است.<br>(۲) حرکت قطعات شکسته شده، در امتداد افق است. |     | <br>برشی<br>بریدن سنگ |

در بخش‌هایی از پوسته زمین که تحت تنش‌های کششی قرار دارند، ممکن است تعدادی گسل عادی موازی هم ایجاد شود.

### هورست و گرابن

هورست: بالا افتادگی قسمتی از پوسته  
 گرابن: پایین افتادگی قسمتی از پوسته



### نکته

نوع گسل در هورست و گرابن، عادی و تنش کششی است.

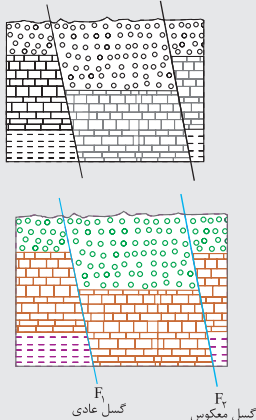
**مثال** در شکل زیر، کدام نوع گسل‌ها زیر مشاهده‌اند؟

- (۱) یک عادی
- (۲) دو عادی
- (۳) دو معکوس
- (۴) یک عادی یک معکوس

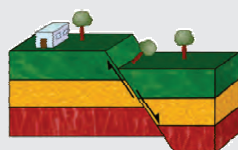
**پاسخ** گزینه (۴)

در شکل روبه‌رو، یک گسل عادی ( $F_1$ ) و یک گسل معکوس ( $F_2$ ) وجود دارد.

(کنکور، فارج از کشور)



(کنکور، ۱۳۹۹)



**مثال** کدام گزینه با «ویژگی و نوع تنش» در تصویر زیر، مطابقت دارد؟

- (۱) سطح گسل مایل بوده و کششی است.
- (۲) لغزش در امتداد سطح گسل بوده و کششی است.
- (۳) فرودپواره به سمت بالا حرکت کرده و فشاری است.
- (۴) فرادپواره به سمت پایین حرکت کرده و فشاری است.

**پاسخ** گزینه (۱)

با توجه به شکل، چون فرادپواره نسبت به فرودپواره به سمت پایین حرکت کرده است، گسل از نوع عادی است و گسل عادی حاصل تنش کششی می‌باشد. سطح گسل نیز مایل می‌باشد.

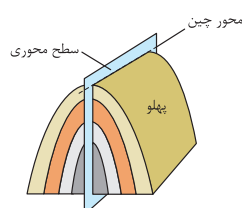
### چین خوردگی

چین: بر اثر رفتار خمیری در سنگ‌ها ایجاد می‌شود.

محور چین: فصل مشترک سطح محوری با سطح لایه است.

اجزای چین: سطح محوری: سطحی فرضی که از تمامی لایه‌های چین بگذرد و حتی‌المقدور آن را به دو بخش متقارن تقسیم کند.

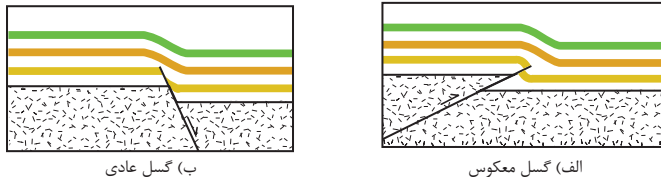
پهلوی چین: هر یک از بخش‌های طرفین سطح محوری، پهلوی یا یال چین است.



### انواع چین

|               |                                                                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱) چین تک شیب | لایه های سنگی از حالت افقی خارج شده و بالاتر یا پایین تر از سطح اصلی قرار گرفته اند.                      |
| ۲) تاقدیس     | لایه های سنگی طوری خم شده اند که لایه های قدیمی تر در مرکز چین و لایه های جدیدتر در حاشیه چین قرار دارند. |
| ۳) ناودیس     | در لایه های سنگی، لایه های جدیدتر در مرکز چین و لایه های قدیمی تر در حاشیه چین قرار دارند.                |

مراحل تشکیل چین تک شیب:



(ب) گسل عادی

(الف) گسل معکوس

### مثال

شناسایی هستند؟

۱) گسل عادی، تاقدیس

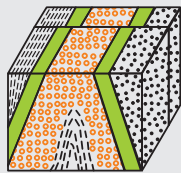
۳) گسل امتدادلغز، تاقدیس

پاسخ گزینه ۳

در شکل مقابل، ماسه سنگ دانه ریز، جوان تر از ماسه سنگ دانه درشت است. کدام پدیده های زمین شناسی قابل شناسایی هستند؟

۲) گسل عادی، ناودیس

۴) گسل امتدادلغز، ناودیس



ماسه سنگ دانه ریز

ماسه سنگ دانه درشت

با توجه به شکل صورت سؤال، لغزش سنگ ها در امتداد سطح گسل بوده و حرکت قطعات سنگی شکسته شده در امتداد افق است. پس گسل از نوع امتدادلغز می باشد. همچنین با توجه به این که ماسه سنگ دانه ریز که در طرفین قرار گرفته است، جوان تر از ماسه سنگ دانه درشت است، پس چین از نوع تاقدیس می باشد.

### مثال

به ترتیب سنگ آهک و رس متعلق به کدام زمان باشند، شکل زیر یک تاقدیس است؟

۲) پالئوژن، کرتاسه

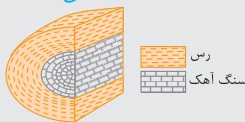
۴) ژوراسیک، تریاس

۱) تریاس، پرمین

۳) ژوراسیک، کرتاسه

پاسخ گزینه ۳

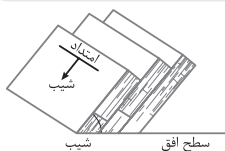
(کنکور ۱۳۹۹ (فارج از کشور))



در یک تاقدیس لایه های قدیمی تر در مرکز چین قرار دارند و به طرف خارج لایه ها جوان تر می شوند. برای این که شکل صورت سؤال نمایان گر یک تاقدیس باشد، می بایست سنگ آهک از نظر سنی قدیمی تر از رس باشد که در این حالت گزینه ۳) دیده می شود. (آهک ژوراسیک قدیمی تر از رس کرتاسه است.)

برای بررسی موقعیت لایه ها از مشخصات امتداد و شیب لایه استفاده می شود:

● امتداد لایه: محل برخورد (فصل مشترک) سطح لایه با سطح افق است که با جهت جغرافیایی بیان می شود.

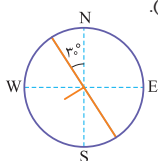


سطح افق

شیب

● شیب لایه: مقدار زاویه ای است که سطح لایه با سطح افق می سازد که با عدد مشخص می شود. (بین صفر (لایه های افقی) تا ۹۰ درجه (لایه های قائم)).

جهت شیب یک لایه همیشه بر راستای امتداد آن عمود است.



### علائم قراردادی برای نشان دادن شیب و امتداد لایه ها

### مثال

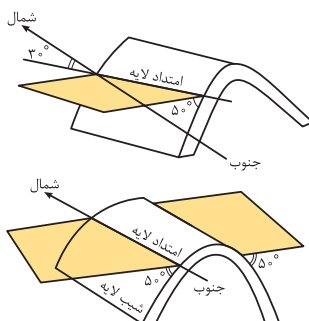
امتداد لایه: در پهلوی غربی این چین ۳۰° از شمال به سمت غرب انحراف دارد N۳۰°W

شیب لایه: ۵۰° به سمت جنوب غرب است ۵۰°SW

موقعیت لایه: ۵۰°SW و N۳۰°W

### مثال

شیب لایه: در پهلوی غربی آن ۵۰° به سمت غرب و در پهلوی شرقی ۵۰° به سمت شرق



### مثال

کدام عبارت اصطلاح شیب لایه و محدوده مقدار آن را درست تر نشان می دهد؟

۲) زاویه ای که سطح لایه با سطح افق می سازد، صفر تا ۹۰ درجه

۴) زاویه بین امتداد لایه با شمال یا جنوب جغرافیایی، صفر تا ۹۰ درجه

۱) زاویه بین سطح زمین با سطح لایه، صفر تا ۱۸۰ درجه

۳) زاویه ای که سطح لایه با سطح زمین می سازد، صفر تا ۹۰ درجه

پاسخ گزینه ۲

شیب لایه: مقدار زاویه ای است که سطح لایه با سطح افق می سازد. (بین صفر تا ۹۰ درجه)

امتداد لایه: عبارت است از محل برخورد (فصل مشترک) سطح لایه با سطح افق و با جهت جغرافیایی بیان می شود.

### آتشفشان

- وقوع آتشفشان در تمام نقاط کره زمین (خشکی‌ها، بستر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ...) صورت می‌گیرد.
- مواد خارج شده از دهانه آتشفشان‌ها عبارت‌اند از: ۱) مواد جامد (تفرا) ۲) مایع (لاوا یا گدازه) ۳) بخاری‌های آتشفشانی (فومرول)
- ۱. تفرا: مواد آتشفشانی جامدی هستند که به صورت ذرات ریز و درشت بر اثر فعالیت‌های آتشفشان به هوا پرتاب می‌شوند.

| نام ذرات                          | اندازه ذرات (میلی‌متر) |
|-----------------------------------|------------------------|
| خاکستر                            | کوچک‌تر از ۲           |
| لاپیلی                            | بین ۲ تا ۳۲            |
| بلوک (زاویه‌دار) و بمب (دوکی‌شکل) | بزرگ‌تر از ۳۲          |

- تقسیم‌بندی تفراها (براساس اندازه و شکل)
- ۱) خاکستر: کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر
- ۲) لاپیلی: بین ۲ تا ۳۲ میلی‌متر
- ۳) بلوک و بمب: بزرگ‌تر از ۳۲ میلی‌متر
- بمب: به صورت دوکی‌شکل دیده می‌شود و بلوک زاویه‌دار است.

### توف آتشفشانی

- ۱) نوعی سنگ آذرآواری است. ۲) روش تشکیل: در اثر ته‌نشینی خاکسترهای آتشفشانی در محیط‌های دریایی کم‌عمق ایجاد می‌شود.
- مثال: توف‌های سبز البرز

### ۲. گدازه

- مواد مذابی هستند که از دهانه آتشفشان خارج می‌شوند و به سطح زمین می‌رسند.
- هر چه قدر گدازه روان‌تر باشد (میزان سیلیس  $(SiO_2)$  کم‌تر)، مخروط آتشفشان شیب و ارتفاع کم‌تری دارد.

### ۳. گازها و بخارهای آتشفشانی

- مواد مذاب درون زمین حاوی گاز و بخار آب هستند.
- گازهای خروجی از دهانه آتشفشان‌ها ترکیب شیمیایی متفاوتی دارند.
- بیشتر گازهای آتشفشانی: بخار آب، گازهای دی‌اکسیدکربن، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن‌دار، کلردار و کربن مونواکسید
- مرحله فومرولی: مرحله‌ای پس از فعالیت یک آتشفشان است که تا مدت‌ها از دهانه آتشفشان گاز خارج می‌شود. این مرحله ممکن است سال‌ها و یا حتی قرن‌ها ادامه داشته باشد.
- مثال: دماوند و تفتان (خروج بخار آب و گاز گوگرد و ...)

### فواید آتشفشان‌ها

| توضیحات                                                                                                                                                                                     | فواید آتشفشان‌ها             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| آتشفشان به منزله پنجره‌ای به درون زمین است که از طریق آن اطلاعاتی از پوسته و گوشته فوقانی به دست می‌آید.                                                                                    | ۱) مطالعه درون زمین          |
| نتیجه سرد شدن زمین در گذشته و خروج گازهای درون زمین از طریق فعالیت آتشفشان‌ها از شکستگی‌ها و منافذ سنگ‌ها، فراهم شدن شرایط لازم برای تشکیل هواکره بوده است.                                 | ۲) تشکیل هواکره              |
| حاصل ترکیب بخشی از گازهای خروجی از آتشفشان‌ها با یکدیگر و تشکیل آب و سپس ایجاد اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، رودها و ... است.                                                              | ۳) تشکیل آب کره              |
| خاکسترها و گدازه‌های آتشفشانی خارج شده از دهانه آتشفشان‌ها، خاک حاصل‌خیزی را تشکیل می‌دهند نتیجه تشکیل برخی مزارع حاصل‌خیز جهان بر روی خاکسترهای آتشفشانی، مانند مزارع قهوه در جاوه اندونزی | ۴) تشکیل خاک                 |
| نتیجه خروج مواد مذاب گوشته از محور میانی رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی است.                                                                                                                    | ۵) تشکیل پوسته جدید اقیانوسی |
| فعالیت آتشفشانی عامل ایجاد برخی رگه‌های معدنی هستند. رگه‌های طلا، نقره، مس، آهن از این دسته‌اند.                                                                                            | ۶) تشکیل رگه‌های معدنی       |
| نتیجه گرم شدن آب‌های درون پوسته و ظاهر شدن آن‌ها در سطح زمین از طریق شکستگی‌ها می‌باشند. فواید: ۱) درمان بیماری‌های پوستی و آرامش عضلانی ۲) رونق اقتصاد محلی از طریق جذب گردشگران           | ۷) تشکیل چشمه‌های آب گرم     |
| استفاده از گرمای درون زمینه به عنوان انرژی در مناطق آتشفشانی مثال: ۱) کشور ایسلند ۲) نیروگاه زمین گرمایی مشکین‌شهر استان اردبیل                                                             | ۸) انرژی زمین گرمایی         |
| آتشفشان‌ها افزون بر خروج انرژی درونی زمین، منجر به آرامش نسبی ورقه‌های سنگ کره می‌شوند. استفاده از سنگ‌های آتشفشانی در نمای ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی.                                    | ۹) دیگر فواید                |

(کنکور ۱۳۹۹ (فارج از کشور))

مثال همه موارد از «فواید آتشفشان‌ها» هستند، به جز .....

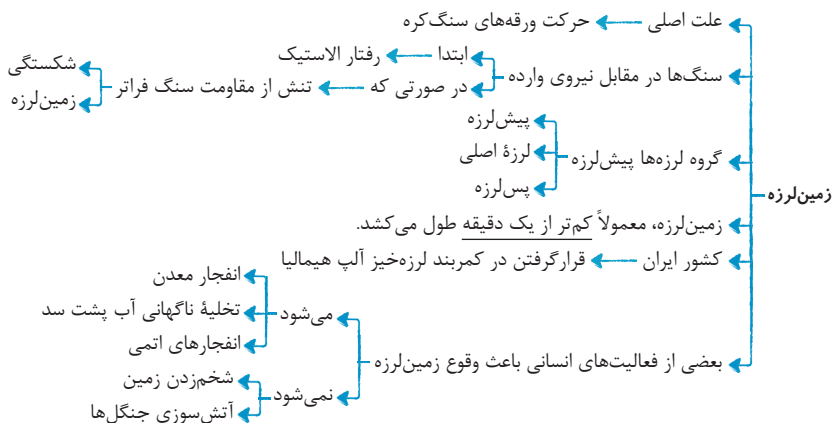
- ۱) آرامش نسبی ورقه‌های سنگ کره
- ۲) ایجاد رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی
- ۳) درمان بیماری‌های پوستی
- ۴) توسعه زمین گردشگری
- گزینه (۲)

فواید آتشفشان‌ها عبارت‌اند از: ۱) تشکیل هواکره ۲) تشکیل آب کره ۳) تشکیل خاک و رسوب ۴) تشکیل پوسته جدید اقیانوسی ۵) تشکیل رگه‌های معدنی ۶) تشکیل چشمه‌های آب گرم ۷) انرژی زمین گرمایی ۸) آرامش نسبی ورقه‌های سنگ کره ۹) مطالعه درون زمین ۱۰) استفاده از سنگ‌های آتشفشانی در نمای ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی



### زمین لرزه

- نشانه آشکاری از پویایی زمین است؛ زمین لرزه‌ها بیشتر در حاشیه ورقه‌های سنگ کره رخ می‌دهند.
- در هر زمین لرزه، مقداری انرژی انباشته شده در سنگ‌ها، به طور ناگهانی آزاد می‌شود و به صورت امواج لرزه‌ای به اطراف حرکت می‌کند.



### کانون زمین لرزه

محلی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می‌شود.

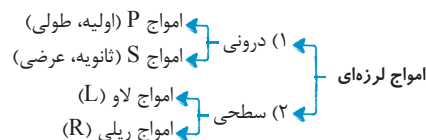
### مرکز سطحی زمین لرزه

نقطه‌ای در سطح زمین است که در بالای کانون زمین لرزه قرار دارد و دارای کم‌ترین فاصله از کانون زمین لرزه می‌باشد.

- مرکز سطحی زمین لرزه، محلی با حداکثر خسارات است.
- هر چه از مرکز سطحی دورتر شویم، آثار خرابی‌ها کم‌تر می‌شود.

### امواج لرزه‌ای

امواج لرزه‌ای به دو دسته درونی و سطحی تقسیم می‌شوند.



### امواج درونی

در کانون زمین لرزه ایجاد و در داخل زمین منتشر می‌شوند.

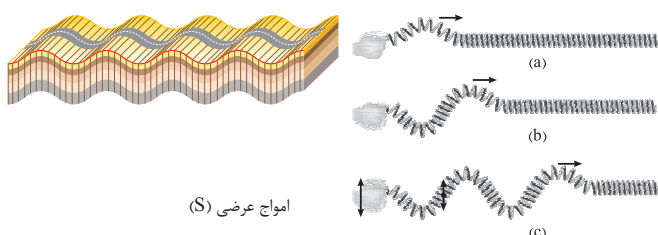
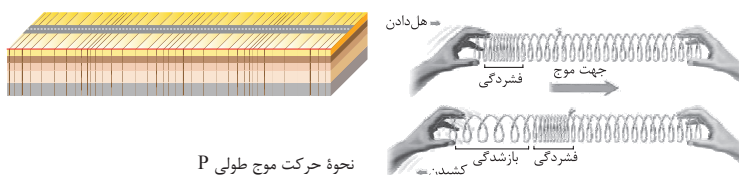
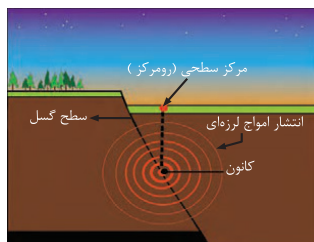
انواع امواج درونی: ۱) امواج P و ۲) امواج S

### ۱) امواج P (اولیه، طولی)

- بیشترین سرعت را دارند.
- اولین موج ثبت شده توسط دستگاه‌های لرزه نگار هستند.
- از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرند.
- حرکت این امواج مانند باز و بسته شدن فنر است.
- جهت ارتعاش ذرات توسط این امواج در راستای انتشار آن است.
- سرعت عبور امواج لرزه‌ای در محیط‌های مختلف متفاوت است.
- امواج لرزه‌ای از سنگ‌های سخت و متراکم سریع‌تر عبور می‌کنند.

### ۲) امواج S (ثانویه، عرضی)

- سرعتشان از امواج P کم‌تر است.
- بعد از امواج P، توسط دستگاه‌های لرزه نگار ثبت می‌شوند (دومین موج).
- فقط از محیط‌های جامد می‌گذرند.
- جهت ارتعاش این امواج بر راستای انتشار آن عمود است.

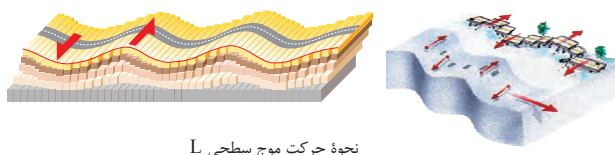




### ۲- امواج سطحی -

در کانون تولید نمی شوند بلکه در اثر برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه ها و سطح زمین ایجاد می شوند.  
متداول ترین امواج سطحی: (۱) امواج L و (۲) امواج R

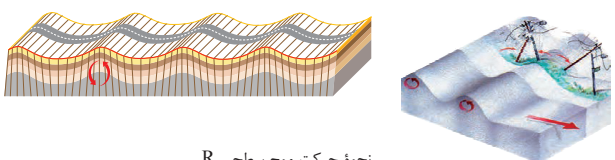
#### ۱) امواج لاو (L)



نحوه حرکت موج سطحی L

- بعد از موج S، توسط دستگاه های لرزه نگار ثبت می شوند (سومین موج).
- حرکتی کم و بیش شبیه به امواج S دارد، با این تفاوت که ذرات ماده به موازات سطح زمین جابه جا می شوند و هیچ گونه جابه جایی قائمی ندارند.
- حرکت این امواج مانند خزیدن مار روی زمین است.

#### ۲) امواج ریلی (R)



نحوه حرکت موج سطحی R

- حرکت این امواج مشابه حرکت امواج دریا است.
- یعنی ذرات در یک مدار دایره ای شکل به ارتعاش درمی آیند.
- جهت حرکت دایره ای این امواج برخلاف جهت حرکت امواج دریاست.
- تأثیرشان همانند امواج دریا از سطح به عمق کم می شود.
- آخرین امواج ثبت شده توسط دستگاه لرزه نگار هستند.

### جمع بندی امواج لرزه ای

|                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| امواج درونی:                                                                                                    | موج P (اولیه، طولی)  | • بیشترین سرعت<br>• اولین موج ثبت شده توسط دستگاه لرزه نگار                                                                                                                                                                           | محیط های جامد، مایع و گاز عبور می کند، ولی سرعت امواج در محیط های مختلف متفاوت است. |
| در کانون زمین لرزه ایجاد می شوند.                                                                               | موج S (ثانویه، عرضی) | • دومین موج ثبت شده توسط دستگاه لرزه نگار                                                                                                                                                                                             | فقط از محیط های جامد می گذرد.                                                       |
| امواج سطحی:                                                                                                     | موج L (لاو)          | • سومین موج ثبت شده توسط دستگاه لرزه نگار                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |
| • از برخورداری امواج درونی با فصل مشترک لایه ها و سطح زمین ایجاد می شوند.<br>• عامل اصلی تخریب به شمار می روند. | موج R (ریلی)         | • مانند حرکت امواج دریا ذرات را در یک مدار دایره ای به ارتعاش درمی آورد.<br>• در موج ریلی، جهت حرکت دایره ای مخالف جهت حرکت امواج دریاست.<br>• عمق نفوذ و تأثیر امواج ریلی مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش پیدا می کند. |                                                                                     |

(کنکور ۱۴۰۰)

**مثال** کدام امواج حاصل از یک زمین لرزه در کانون ایجاد می شوند؟

(۴) لاو و طولی

(۳) ریلی و لاو

(۲) طولی و عرضی

(۱) عرضی و ریلی

**پاسخ** گزینه (۲)

امواج درونی در کانون زمین لرزه ایجاد می شوند و در داخل زمین منتشر می گردند و شامل امواج P (اولیه، طولی) و S (ثانویه، عرضی) می باشند. امواج سطحی به دو دسته امواج لاو (L) و ریلی (R) تقسیم می شوند.

(کنکور ۱۴۰۰ (فارج از کشور))

**مثال** موج R حاصل از یک زلزله چه شباهت هایی با امواج آب دریا دارد؟

- (۲) جهت حرکت دایره ای امواج، ارتعاش ذرات عمود بر انتشار موج  
(۴) کاهش نفوذ از سطح به عمق، عبور فقط از مایعات

- (۱) کاهش سرعت امواج از سطح به عمق، هم جهتی حرکت دایره ای  
(۳) عمق نفوذ محدود، ارتعاش ذرات در مدار دایره ای

**پاسخ** گزینه (۳)

امواج R (ریلی) جزء امواج سطحی می باشند و آخرین امواجی هستند که توسط دستگاه لرزه نگار ثبت می شوند. این امواج مانند حرکت امواج دریا، ذرات را در یک مدار دایره ای به ارتعاش درمی آورند؛ ولی در موج ریلی جهت حرکت دایره ای مخالف جهت حرکت امواج دریا است. عمق نفوذ و تأثیر این امواج مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش می یابد.

### مقیاس اندازه گیری زمین لرزه -

- مقیاس های توصیف و اندازه گیری زمین لرزه: ۱) شدت زمین لرزه ۲) بزرگی زمین لرزه

- ۱) یک مقیاس مشاهده ای و توصیفی است.
- ۲) براساس میزان خرابی ها در هر زمین لرزه توصیف می شود.
- ۳) بدون استفاده از دستگاه های لرزه نگار به توصیف میزان خرابی های زمین لرزه می پردازد.
- ۴) میزان خرابی ها در آن در یک مقیاس ۱۲ درجه ای توصیف شده است.
- ۵) مقیاس شدت زمین لرزه، مرکالی است.
- ۶) مرکالی شدت زمین لرزه را در مقیاس کم با عدد ۱ و در مقیاس ۱۲ ویرانی کامل توصیف کرده است.
- ۷) شدت زمین لرزه با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه کاهش می یابد.



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

## زمین شناسی

- بزرگی (بزرگا) زمین لرزه
- (۱) براساس مقدار انرژی آزاد شده از زمین لرزه محاسبه می شود.
  - (۲) بزرگی زمین لرزه به کمک اطلاعات دستگاه لرزه نگار تعیین می شود.
  - (۳) واحد اندازه گیری بزرگی زمین لرزه، ریشتر است.
  - (۴) ریشتر، لگاریتم بزرگترین دامنه موجی است که در فاصله یکصد کیلومتری از مرکز یک زمین لرزه توسط دستگاه لرزه نگار ثبت شده باشد.
  - (۵) به ازای هر یک واحد بزرگی، دامنه امواج  $10^0$  برابر و مقدار انرژی  $31/6$  برابر افزایش می یابد.

### نکته

بزرگی زمین لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است، ولی شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه کاهش می یابد.

(کنکور ۱۴۰۰ (فازج از کشور))

**مثال** برای توصیف شدت زمین لرزه، معمولاً از کدام مورد استفاده می کنند؟

- (۱) مشاهده میزان خرابی ها (۲) استفاده از گراننشنج (۳) مقدار انرژی آزاد شده (۴) مقایسه با زلزله های قبلی

پاسخ گزینه (۱)

برای توصیف و اندازه گیری زمین لرزه از دو مقیاس شدت و بزرگی استفاده می شود. شدت زمین لرزه براساس میزان خرابی ها در هر زمین لرزه بیان می شود. شدت زمین لرزه یک مقیاس مشاهده ای و توصیفی است که بدون استفاده از دستگاه و ابزار اندازه گیری، به توصیف میزان خرابی های ناشی از زمین لرزه می پردازد. بزرگی زمین لرزه را به کمک اطلاعات لرزه نگار تعیین می کنند.

### پیش بینی زمین لرزه -

پیش نشان گر ها، علائم و نشانه هایی هستند که با استفاده از آن ها می توان وقوع زمین لرزه را پیش بینی کرد.

### نمونه هایی از پیش نشانگرها

- (۱) افزایش گاز رادون در آب های زیر زمینی (۲) ایجاد تغییر در سطح تراز آب های زیر زمینی، قطع شدن جریان آب های زیر زمینی و خشک شدن چاه های عمیق (۳) پیش لرزه (۴) ناهنجاری در رفتار حیوانات (۵) ابر زمین لرزه (۶) افزایش هدایت الکتریکی سنگ ها

(کنکور ۱۳۹۹)

**مثال** کدام گزینه، می تواند «پیش نشانگر وقوع زمین لرزه» باشد؟

- (۱) نوسان اشیای آویزان (۲) جابه جا شدن سنگ های بزرگ (۳) تغییر سطح آب های زیر زمینی (۴) حرکات دامنه ای در زمین های نرم

پاسخ گزینه (۳)

پیش نشانگرها علائم و نشانه هایی هستند که با استفاده از آن ها می توان وقوع زمین لرزه را پیش بینی کرد. پیش نشانگرهای وقوع زمین لرزه عبارتند از: (۱) افزایش گاز رادون در آب های زیر زمینی (۲) ایجاد تغییر در سطح تراز آب زیر زمینی (۳) پیش لرزه (۴) ناهنجاری در رفتار حیوانات (۵) ابر زمین لرزه (۶) افزایش هدایت الکتریکی سنگ ها

### علم، زندگی، کارآفرینی -

**ژئوفیزیک:** مطالعه ساختمانی درونی زمین و شناسایی ذخایر و معادن زیر زمینی با استفاد از آن:

- امواج لرزه ای
- مقاومت الکتریکی سنگ ها
- بررسی مغناطیسی زمین
- شدت گراننش سنگ ها

### زمین ساخت (تکتونیک)

- علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل دهنده پوسته زمین و نیروهای به وجود آورنده آن ها
- بررسی گسل ها، درزه ها، چین ها و ... و نقش آن ها در تجمع منابع زیر زمینی و احداث پروژه های عمرانی
- مطالعه ساختار درونی زمین
- چگونگی تشکیل رشته کوه ها، اقیانوس ها، زمین لرزه ها و حرکت ورقه های سنگ کره

(کنکور ۱۳۹۹)

**مثال** کدام گزینه، دلیل مناسبی برای بررسی «مغناطیسی زمین» توسط «ژئوفیزیکدان ها» است؟

- (الف) احداث پروژه های عمرانی (ب) مطالعه ساختار درونی زمین (پ) اندازه گیری شدت گراننش سنگ های پوسته زمین (ت) شناسایی معادن زیر زمینی
- (۱) الف - ب (۲) الف - ت (۳) ب - پ (۴) ب - ت

پاسخ گزینه (۴)

ژئوفیزیکدان ها، برای مطالعه ساختمان درونی زمین و شناسایی ذخایر و معادن زیر زمینی با استفاده از امواج لرزه ای، بررسی مغناطیسی زمین، مقاومت الکتریکی و شدت گراننش سنگ ها به مطالعه آن ها می پردازند.