## تست و پاسخ ۱

چند ضابطهٔ تابع درجه‌سوم می‌توان نوشت، به طوری که ضرایب آن‌ها از مجموعهٔ $\{0,1,2,3,4\}$ انتخاب شوند؟

۱) ۳۱۲۵ ۲) ۶۲۵ ۳) ۵۰۰ ۴) ۱۲۰

**پاسخ: گزینهٔ ۳**

**مشاوره** سؤال ساده‌ای است. انتظار می‌رود به راحتی بتوانید به آن پاسخ دهید.

**خودت حل کنی بهتره** در ضابطهٔ تابع درجه‌سوم ضریب $x^3$ نمی‌تواند صفر باشد.

**نکته** ضابطهٔ کلی تابع درجه‌سه به صورت $y=ax^3+bx^2+cx+d$ است که در آن $a\neq 0$ است.

**درس نامه** اصل ضرب و تعمیم آن

اگر انجام کاری شامل $k$ مرحله باشد، به طوری که برای انجام مرحلهٔ اول $m_1$ انتخاب، برای انجام مرحلهٔ دوم $m_2$ انتخاب، ... و برای انجام مرحلهٔ $k$ام، $m_k$ انتخاب وجود داشته باشد، آن کار به $m_1\times m_2\times\ldots\times m_k$ روش قابل انجام است.

**پاسخ تشریحی** اگر بخواهیم ضرایب چندجمله‌ای درجه‌سه را از مجموعهٔ $\{0,1,2,3,4\}$ انتخاب کنیم، تنها برای ضریب $a$ که نمی‌تواند صفر باشد، ۴ حالت و برای سایر ضریب‌ها ۵ حالت ممکن است؛ پس طبق اصل ضرب تعداد کل حالت‌ها برابر است با:

$$y=\underset{\text{۴ حالت}}{a}x^3+\underset{\text{۵ حالت}}{b}x^2+\underset{\text{۵ حالت}}{c}x+\underset{\text{۵ حالت}}{d}$$

$$\text{تعداد کل حالت‌ها}=4\times5\times5\times5=500$$

## تست و پاسخ ۲

با حروف کلمهٔ «جهانگردی» و بدون تکرار حروف، چند کلمهٔ ۶حرفی بدون توجه به معنا می‌توان نوشت که به «گردی» ختم می‌شوند؟

۱) ۶ ۲) ۱۲

۳) ۱۸ ۴) ۲۴

**پاسخ: گزینهٔ ۲**

**مشاوره** سؤالات جایگشت تیپ‌های مشخص و روتینی دارند که با حل سؤالات متنوع می‌توانید بر آن‌ها مسلط شوید.

**خودت حل کنی بهتره** چهار حرف آخر به صورت گردی هستند. برای دو حرف اول باید جایگشت دو حرف از حروف کلمهٔ جهان را مشخص کنید.

**درس نامه** ترتیب

تعداد جایگشت‌های $r$تایی از $n$ شیء متمایز (یا به عبارت دیگر تعداد راه‌های چیدمان $r$ شیء از $n$ شیء متمایز که ترتیب چیده‌شدن در آن اهمیت دارد) را با نماد $P(n,r)$ نشان می‌دهیم:

$$P(n,r)=\frac{n!}{(n-r)!}$$

**پاسخ تشریحی** **گام اول:** از آن‌جایی که چهار حرف آخر مشخص هستند، فقط باید تعداد حالت‌های نوشتن دو حرف اول با استفاده از حروف کلمهٔ «جهان» را به دست آورد.

کلمهٔ شش‌حرفی: ــ ــ گردی

این دو حرف از حروف کلمهٔ «جهان» باید باشد.

**گام دوم:** چون ترتیب قرارگیری حروف هم مهم است، باید تعداد جایگشت‌های دوتایی از چهار شیء متمایز (حروف کلمهٔ «جهان») را به دست آوریم که برابر است با:

$$P(۴,۲)=\frac{۴!}{(۴-۲)!}=\frac{۴\times۳\times۲!}{۲!}=۱۲$$

$$(۲-۱)! \qquad ۱!$$

## تست و پاسخ ۳

**سه جفت صندلی روبه‌روی هم داریم. ۳ زن و شوهر به چند طریق می‌توانند روی این صندلی‌ها بنشینند، به طوری که مردها در یک ردیف کنار هم باشند و هیچ زن و شوهری مقابل هم نباشند؟**

۱) ۳۲ ۲) ۳۶ ۳) ۲۰ ۴) ۲۴

## پاسخ: گزینهٔ ۴

**پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا یک ردیف برای نشستن مردها انتخاب می‌شود که تعداد حالت‌های آن ۲ است.

**گام دوم:** سپس مردها را به $۳!$ حالت در یک ردیف کنار هم می‌نشانیم.

**گام سوم:** اگر زوج‌ها را a، b و c بنامیم، برای هر حالت نشستن مردها مانند $\boxed{a}\boxed{b}\boxed{c}$، زن‌ها به یکی از دو حالت $\boxed{b}\boxed{c}\boxed{a}$ یا $\boxed{c}\boxed{a}\boxed{b}$ می‌توانند بنشینند، یعنی دو حالت برای نشستن آن‌ها وجود دارد.

**گام چهارم:** پس طبق اصل ضرب تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:

$$۲\times۳!\times۲\times۱\times۱=۲۴$$

انتخاب یکی از دو ردیف برای مردها (دو حالت)

جایگشت مردها در یک ردیف ($۳!$ حالت)

## تست و پاسخ ۴

**اشخاص a، b، c، d، e و f در محلی باید سخنرانی کنند. در چند حالت بین دو شخص a و b، یک یا دو نفر سخنرانی می‌کنند؟**

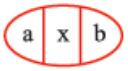
۱) ۱۹۲ ۲) ۱۴۴

۳) ۲۸۸ ۴) ۳۳۶

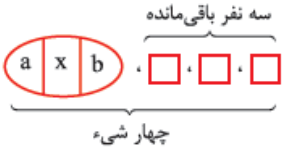
**پاسخ: گزینهٔ ۴**

**خودت حل کنی بهتره** افراد a و b و شخص یا اشخاصی که قرار است بین آن‌ها سخنرانی کنند را در یک بسته در نظر بگیرید و جایگشت‌های داخل و خارج بسته را در محاسبات لحاظ کنید.

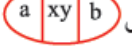
**پاسخ تشریحی** مسئله را به دو حالت تقسیم می‌کنیم.

**گام اول:** حالت اول: بین شخص a و b، یک نفر سخنرانی کند. فرض می‌کنیم شخص x قرار است بین a و b سخنرانی کند. بسته‌ای به شکل 

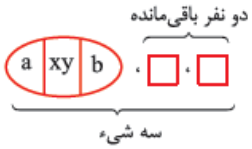
در نظر می‌گیریم. شخص x باید از میان چهار نفر دیگر یعنی e، d، c و f انتخاب شود که تعداد حالت‌های آن $\binom{۴}{۱}$ است. دو شخص a و b در بستهٔ در نظر گرفته شده به $۲!$ حالت جایگشت دارند؛ هم‌چنین این بسته در کنار سه نفر باقی‌مانده، چهار شیء را تشکیل می‌دهند که در کنار هم $۴!$ جایگشت دارند؛ پس طبق اصل ضرب تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:




$$\underbrace{\binom{۴}{۱}}_{\text{انتخاب شخص x}} \times \underbrace{۲!}_{\text{جایگشت a و b}} \times \underbrace{۴!}_{\text{جایگشت ۴ شیء}} = ۴ \times ۲ \times ۲۴ = ۱۹۲$$

**گام دوم:** حالت دوم: بین شخص a و b، دو نفر سخنرانی کنند. مشابه حالت اول، این بار فرض می‌کنیم اشخاص x و y قرار است بین a و b سخنرانی کنند. بسته‌ای به شکل 

در نظر می‌گیریم. x و y باید از میان چهار نفر دیگر انتخاب شوند که این کار به $\binom{۴}{۲}$ حالت ممکن است. دو شخص a و b و هم‌چنین دو شخص x و y در داخل بسته هر کدام $۲!$ حالت جایگشت دارند (دوتا $۲!$ حالت)؛ هم‌چنین این بسته در کنار دو نفر باقی‌مانده، سه شیء را تشکیل می‌دهند که در کنار هم $۳!$ جایگشت دارد، پس طبق اصل ضرب تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:




$$\underbrace{\binom{۴}{۲}}_{\substack{\text{انتخاب}\\ \text{x و y}}} \times \underbrace{۲!}_{\substack{\text{جایگشت}\\ \text{a و b}}} \times \underbrace{۲!}_{\substack{\text{جایگشت}\\ \text{x و y}}} \times \underbrace{۳!}_{\substack{\text{جایگشت}\\ \text{سه شیء}}} = ۶ \times ۲ \times ۲ \times ۶ = ۱۴۴$$

**گام سوم:** تعداد کل حالت‌ها طبق اصل جمع برابر با $۱۹۲ + ۱۴۴ = ۳۳۶$ حالت است.

## تست و پاسخ ۵

**از تهران و اصفهان هر کدام ۴ نفر و از شیراز، مشهد، کرمان و تبریز هر کدام ۳ نفر در اردو هستند. تیم ۳نفری به چند طریق قابل انتخاب است که هیچ دو عضوی از آن از یک شهر نباشند؟**

۱) ۴۴۰ ۲) ۳۰۰

۳) ۶۲۴ ۴) ۷۳۲

**پاسخ: گزینهٔ ۴**

**خودت حل کنی بهتره** چون تعداد نفرات تهران و اصفهان با تعداد نفرات بقیهٔ شهرها متفاوت است. مسئله را براساس تعداد نفرات انتخاب‌شده از این شهر، حالت‌بندی کنید.

### درس نامه •• ترکیب (انتخاب)

تعداد حالت‌های انتخاب (ترکیب) $r$ شیء از بین $n$ شیء متمایز که ترتیب قرارگرفتن آن‌ها برایمان مهم نیست را با $C(n,r)$ یا $C_r^n$ یا $\binom{n}{r}$ نشان می‌دهیم که برابر است با:

$$\boxed{\binom{n}{r}=\frac{n!}{(n-r)!r!}}$$

**نکته** روابط پراستفادهٔ ترکیب به صورت زیر هستند:

۱) $\binom{n}{1}=\binom{n}{n-1}=n$ ۲) $\binom{n}{n}=1$ ۳) $\binom{n}{2}=\frac{n(n-1)}{2}$

**پاسخ تشریحی** مسئله را به سه حالت تقسیم می‌کنیم تا قابل حل شود.

**گام اول:** حالت اول: یک تهرانی و یک اصفهانی و یک نفر از ۴ شهر دیگر انتخاب شوند. تعداد حالت‌های انتخاب نفر تهرانی $\binom{4}{1}$ و نفر اصفهانی $\binom{4}{1}$ است؛ سپس باید یک شهر از ۴ شهر دیگر انتخاب کنیم که به $\binom{4}{1}$ حالت ممکن است و از آن شهر یک نفر از سه نفر را انتخاب کنیم که آن هم به $\binom{3}{1}$ حالت ممکن است؛ پس طبق اصل ضرب تعداد حالت‌ها برابر است با:

$$\underbrace{\binom{4}{1}}_{\text{انتخاب نفر تهرانی}}\times\underbrace{\binom{4}{1}}_{\text{انتخاب نفر اصفهانی}}\times\underbrace{\binom{4}{1}}_{\text{انتخاب یک شهر دیگر}}\times\underbrace{\binom{3}{1}}_{\text{انتخاب نفر آن شهر}}=4\times4\times4\times3=192$$

**گام دوم:** حالت دوم: یک تهرانی یا یک اصفهانی و دو نفر از ۴ شهر دیگر انتخاب شوند. ابتدا باید بین دو شهر تهران و اصفهان، یک شهر را انتخاب کنیم که تعداد حالت‌های آن $\binom{۲}{۱}$ است؛ سپس از شهر انتخاب‌شده یک نفر را انتخاب کنیم که به $\binom{۴}{۱}$ حالت ممکن است. در ادامه باید ۲ شهر از ۴ شهر باقی‌مانده انتخاب کنیم که به $\binom{۴}{۲}$ حالت ممکن است و از هر شهر انتخاب‌شده، یک نفر از سه نفر را انتخاب کنیم که به $\binom{۳}{۱}\times\binom{۳}{۱}$ حالت ممکن است (دوتا $\binom{۳}{۱}$ حالت). طبق اصل ضرب تعداد حالت‌ها برابر است با:

$$\underbrace{\binom{۲}{۱}}_{\text{انتخاب بین تهران یا اصفهان}}\times\underbrace{\binom{۴}{۱}}_{\text{انتخاب یک نفر از ۴ نفر (تهران یا اصفهان)}}\times\underbrace{\binom{۴}{۲}}_{\text{انتخاب دو شهر از چهار شهر دیگر}}\times\underbrace{\binom{۳}{۱}}_{\text{انتخاب یک نفر از ۳ نفر شهر انتخابی}}\times\underbrace{\binom{۳}{۱}}_{\text{انتخاب یک نفر از ۳ نفر شهر انتخابی}}=۲\times۴\times(\frac{۴\times۳}{۲})\times۳\times۳=۴۳۲$$

**گام سوم:** حالت سوم: هر سه نفر از ۴ شهر دیگر (غیر از تهران و اصفهان) انتخاب شوند. در این حالت کافی است ابتدا سه شهر از چهار شهر انتخاب شوند که به $\binom{۴}{۳}$ حالت ممکن است؛ سپس از هر شهر انتخاب‌شده یک نفر از سه نفر انتخاب شود که $\binom{۳}{۱}\times\binom{۳}{۱}\times\binom{۳}{۱}$ حالت ممکن (سه‌تا $\binom{۳}{۱}$ حالت). طبق اصل ضرب تعداد حالت‌ها برابر است با: $۴\times۳\times۳\times۳=۱۰۸$

$$\underbrace{\binom{۴}{۳}}_{\text{انتخاب ۳ شهر از ۴ شهر دیگر}}\times\underbrace{\binom{۳}{۱}}_{\text{انتخاب یک نفر از ۳ نفر شهر انتخابی}}\times\underbrace{\binom{۳}{۱}}_{\text{انتخاب یک نفر از ۳ نفر شهر انتخابی}}\times\underbrace{\binom{۳}{۱}}_{\text{انتخاب یک نفر از ۳ نفر شهر انتخابی}}$$

**گام چهارم:** طبق اصل جمع، تعداد حالت‌های ۱ تا ۳ را جمع می‌کنیم تا تعداد کل حالت‌ها به دست آید.

تعداد کل حالت‌ها $=۱۹۲+۴۳۲+۱۰۸=۷۳۲$

## تست و پاسخ ۶

**به چند طریق می‌توان ۴ عدد از بین اعداد طبیعی کم‌تر از ۱۵ انتخاب کرد، به طوری که حداقل دو عدد اولِ فرد انتخاب شده باشند؟**

۱) ۴۴۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۴۵۵ ۴) ۴۶۰

**پاسخ: گزینهٔ ۳**

**خودت حل کنی بهتره** طبق صورت سؤال، حداقل دو عدد اولِ فرد، یعنی یا۲تا یا ۳تا یا ۴تا عدد اولِ فرد انتخاب شود.

**پاسخ تشریحی** **گام اول:** اعداد طبیعی کم‌تر از ۱۵ به صورت $\{۱,۲,۳,...,۱۴\}$ هستند که پنج عدد اول فرد شامل $\{۳,۵,۷,۱۱,۱۳\}$ بین آن‌ها وجود دارد.

**گام دوم:** می‌خواهیم ۴ عدد انتخاب کنیم که حداقل ۲تای آن‌ها از مجموعهٔ $\{۳,۵,۷,۱۱,۱۳\}$ باشند. فرض می‌کنیم:

$$A=\{\overbrace{۳,۵,۷,۱۱,۱۳}^{\text{۵ عضو}}\}\qquad B=\{\overbrace{۱,۲,۴,۶,۸,۹,۱۰,۱۲,۱۴}^{\text{۹ عضو}}\}$$

این‌که حداقل ۲تای آن‌ها از مجموعهٔ $A$ باشند، معادل آن است که یا «دوتا از مجموعهٔ $A$ باشد و دوتا از مجموعهٔ $B$» یا «سه‌تا از مجموعهٔ $A$ باشد و یکی از مجموعهٔ $B$» یا «هر ۴تا از مجموعهٔ $A$ باشند».

**گام سوم:** طبق اصل ضرب و هم‌چنین اصل جمع، تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:

$$\underbrace{\binom{۵}{۲}}_{\text{۲تا از A}}\underbrace{\binom{۹}{۲}}_{\text{۲تا از B}}+\underbrace{\binom{۵}{۳}}_{\text{۳تا از A}}\underbrace{\binom{۹}{۱}}_{\text{یکی از B}}+\underbrace{\binom{۵}{۴}}_{\text{هر ۴تا از A}}=\frac{۵\times۴}{۲}\times\frac{۹\times۸}{۲}+\frac{۵\times۴}{۲}\times۹+۵=۱۰\times۳۶+۱۰\times۹+۵=۴۵۵$$

چند کلمهٔ سه‌حرفی با حروف کلمهٔ SERESHT می‌توان نوشت؟

۱) ۱۸ ۲) ۵۴ ۳) ۸۴ ۴) ۱۰۸

## پاسخ: گزینهٔ ۳

**خودت حل کنی بهتره** مسئله را براساس این‌که در کلمهٔ سه‌حرفی انتخاب شده، حرف تکراری باشد یا نباشد، حالت‌بندی کنید.

### درس‌نامه

**نکته**

| | توضیح | مثال |
|---|---|---|
| جایگشت با تکرار | فرض کنید در کل $n$ شیء داریم که $n_1$ تای آن‌ها از یک نوع، $n_2$ تای آن‌ها هم از نوعی دیگر و ... باشند. در این صورت تعداد حالات قرارگرفتن آن‌ها کنار هم برابر است با: $\frac{n!}{n_1! \times n_2! \times \dots}$ | تعداد حالات قرارگرفتن حروف کلمهٔ azadiii کنار هم برابر است با: $\frac{\text{کل حروف}\ 7!}{3! \times 2!}$ (تعداد a: ۳، تعداد i: ۲) |

**پاسخ تشریحی** **گام اول:** کلمهٔ SERESHT از پنج حرف متمایز $S,E,R,H,T$ تشکیل شده است و حرف E و S هر کدام دو بار تکرار شده‌اند. برای نوشتن کلمهٔ سه‌حرفی با حروف کلمهٔ SERESHT، سه حالت را در نظر می‌گیریم.

**گام دوم:** حالت اول: هر سه حرف متمایز باشد. در این حالت ۳ حرف از ۵ حرف متمایز انتخاب کرده و سپس جایگشت آن‌ها در کنار هم یعنی ۳! را در نظر می‌گیریم ($\binom{5}{3} \times 3!$).

**گام سوم:** حالت دوم: دو حرف E انتخاب شوند و یک حرف از ۴ حرف متمایز دیگر به $\binom{4}{1}$ حالت انتخاب شوند. جایگشت این ۳ حرف در کنار هم، چون ۲تای آن‌ها تکراری است به صورت $\frac{3!}{2!}$ است ($\binom{4}{1} \times \frac{3!}{2!}$).

**گام چهارم:** حالت سوم: مشابه حالت دوم، فقط این بار دو حرف S به جای Eها انتخاب شوند. ($\binom{4}{1} \times \frac{3!}{2!}$).

**گام پنجم:** طبق اصل جمع، تعداد کل حالت‌ها برابر است با:

$$\underset{\text{سه‌حرف متمایز}}{\binom{5}{3}} \times \underset{\text{جایگشت حروف}}{3!} + \underset{\text{دوتا E و انتخاب یک‌حرف دیگر}}{\binom{4}{1}} \times \underset{\text{جایگشت حروف}}{\frac{3!}{2!}} + \underset{\text{دوتا S و انتخاب یک‌حرف دیگر}}{\binom{4}{1}} \times \underset{\text{جایگشت حروف}}{\frac{3!}{2!}} = \frac{5 \times 4}{2} \times 6 + 4 \times \frac{\overbrace{3 \times 2!}^{3}}{2!} + 4 \times \frac{\overbrace{3 \times 2!}^{3}}{2!}$$

$$= 60 + 12 + 12 = 84$$

**۸** پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * ریاضی ۱ (درس ۲، فصل ۶)

نکته (جایگشت): هر حالت از کنار هم قرار گرفتن $n$ شیء متمایز را یک جایگشت $n$تایی از آن اشیاء می‌گوییم و برابر است با $n!$.

نکته (تبدیل $r$ شیء از میان $n$ شیء): تعداد حالت‌های انتخاب و چینش $r$ شیء از میان $n$ شیء متمایز (ترتیب اشیاء مهم است و با جابه‌جایی هریک، حالت جدیدی به وجود می‌آید) برابر است با:

$$P(n,r)=\frac{n!}{(n-r)!}$$

با توجه به نکات، ابتدا دو کد از میان ۳ کد داده‌شده را، انتخاب می‌کنیم که با جایگشت $2!$، در ابتدا و انتهای رمز قرار می‌گیرند:

$$P(3,2)=\frac{3!}{(3-2)!}=6$$

اینک ارقام در کنار هم $3!$ و حروف نیز کنار هم $3!$ جایگشت دارند و از طرفی دستهٔ ارقام و دستهٔ حروف در کنار یک کد باقی‌مانده، ۳ شیء متمایز محسوب می‌شوند که با هم $3!$ جایگشت دارند.

پس طبق اصل ضرب، تعداد کل رمزها برابر است با: $6\times 3!\times 3!\times 3!=(3!)^4=6^4$

بنابراین گزینهٔ ۳ پاسخ است.

**۹** پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: دشوار * ریاضی ۱ (درس‌های ۲ و ۳، فصل ۶)

نکته (جایگشت): هر حالت از کنار هم قرار گرفتن $n$ شیء متمایز را یک جایگشت $n$تایی از آن اشیاء می‌گوییم و برابر است با: $n!$

نکته (تبدیل $r$ شیء از میان $n$ شیء): تعداد حالت‌های انتخاب و چینش $r$ شیء از میان $n$ شیء متمایز (ترتیب اشیاء مهم است و با جابه‌جایی هریک، حالت جدیدی به وجود می‌آید) برابر است با:

$$P(n,r)=\frac{n!}{(n-r)!}$$

وقتی قرار است هیچ دو مردی کنار هم قرار نگیرند، ابتدا خانم‌ها را در صف قرار می‌دهیم که به $5!$ حالت ممکن است. حال از بین ۶ مکان ممکن، ۴ مکان برای مردها وجود دارد.

(دایره‌ها مکان‌های ممکن برای مردان است. ○ Z ○ Z ○ Z ○ Z ○ Z ○)

پس تعداد کل حالات برابر است با:

$$5!P(6,4)=5!\times\frac{6!}{2!}=5!6!\times\frac{1}{2}$$

اما در حالتی که مردان یک‌درمیان باشند، ابتدا خانم‌ها را به $5!$ حالت قرار می‌دهیم. ۳ حالت برای یک‌درمیان بودن مردان داریم:

Z M Z M Z M Z M Z $\xrightarrow{\text{تعداد حالات}}$ $5!\times 4!$

Z Z M Z M Z M Z M $\xrightarrow{\text{تعداد حالات}}$ $5!\times 4!$ $\Rightarrow$ تعداد حالات $=5!\times 4!\times 3$

M Z M Z M Z M Z Z $\xrightarrow{\text{تعداد حالات}}$ $5!\times 4!$

پس مقدار خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{5!\times 6!\times\frac{1}{2}}{5!\times 4!\times 3}=\frac{15}{3}=5$$

پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: دشوار * ریاضی ۱ (درس ۱، فصل ۶)

نکته (اصل جمع): اگر کاری را بتوان به دو روش انجام داد، به‌طوری که در روش اول $m$ انتخاب و در روش دوم $n$ انتخاب وجود داشته باشد، برای انجام کار مورد نظر $m+n$ روش وجود دارد.

نکته (اصل ضرب): اگر انجام کاری شامل دو مرحله باشد، به‌طوری که برای انجام مرحلهٔ اول $m$ روش و برای هر کدام از این $m$ روش، مرحلهٔ دوم را بتوان به $n$ روش انجام داد، در کل کار موردنظر با $m \times n$ روش قابل انجام است.

نکته: در محاسبهٔ تعداد اعداد «زوج» یا «مضرب ۵» با ارقام متمایز، به کمک ارقامی که «صفر» نیز در آن‌ها وجود دارد، باید مسئله را به دو مرحله تقسیم و تعداد اعداد هر مرحله را جداگانه محاسبه کرده و در پایان، جواب‌های دو مرحله را با هم جمع کنیم:

مرحلهٔ اول: رقم «صفر» در یکان قرار داشته باشد.

مرحلهٔ دوم: رقم «صفر» در یکان قرار نداشته باشد.

با توجه به نکات، تعداد کل اعداد چهاررقمی زوج با ارقام ۰ تا ۶ را به‌دست آورده و آنگاه تعداد اعداد زوج چهاررقمی با ارقام متمایز را از آن کم می‌کنیم.

تعداد کل اعداد زوج چهاررقمی با ارقام ۰ تا ۶: $(۶) \times (۷) \times (۷) \times (۴) = ۱۱۷۶$ (۴: ۰، ۲، ۴، ۶)

تعداد کل اعداد زوج چهاررقمی با ارقام ۰ تا ۶ و ارقام متمایز:

- صفر در یکان باشد: $(۶) \times (۵) \times (۴) \times (۱) = ۱۲۰$ (۱: صفر)
- یا
- صفر در یکان نباشد: $(۵) \times (۵) \times (۴) \times (۳) = ۳۰۰$ (۳: ۲، ۴، ۶)

$\Rightarrow ۱۲۰ + ۳۰۰ = ۴۲۰$

و در نهایت، تعداد کل اعداد چهاررقمی زوج با ارقام ۰ تا ۶ که حداقل دو رقم آن‌ها یکسان باشند، برابر است با:

$$۱۱۷۶ - ۴۲۰ = ۷۵۶$$

بنابراین گزینهٔ ۱ پاسخ است.

**۱۱** در سیزده عدد که چارک دوم ۹ است، میانگین اعداد کم‌تر از میانه، ۷ و میانگین اعداد بزرگ‌تر از میانه، ۱۳ است. میانگین کل اعداد حدوداً کدام است؟

۱) ۱۲ ۲) ۹ ۳) ۱۱ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**بریم سراغ چارک اول و دوم و سوم!**

چارک‌ها (اول، دوم، سوم) مقادیری هستند که داده‌های مرتب شده را به ۴ قسمت مساوی تقسیم می‌کنند.

چارک اول ← $Q_1$ چارک دوم (میانه) ← $Q_2$ چارک سوم ← $Q_3$

- نحوهٔ محاسبهٔ چارک دوم (میانه): داده‌ها را به ترتیب از کوچک به بزرگ مرتب می‌کنیم. اگر تعداد داده‌ها فرد باشد، دادهٔ وسطی چارک دوم است و اگر تعداد داده‌ها زوج باشد، میانگین دو دادهٔ وسطی، چارک دوم می‌باشد.
- نحوهٔ محاسبهٔ چارک اول و سوم: اگر در داده‌هایی که از کوچک به بزرگ مرتب شده‌اند، داده‌های قبل از چارک دوم (و نه خود چارک دوم) را در نظر بگیریم و دوباره در بین آن داده‌ها، میانه را پیدا کنیم، به آن چارک اول گوییم. برای چارک سوم نیز باید داده‌های بعد از چارک دوم (و نه خود چارک دوم) را در نظر بگیریم.

**مثال:** چارک اول تا سوم را در داده‌های ۱، ۶، ۸، ۱، ۷، ۳، ۴، ۱، ۵ پیدا کنید.

**پاسخ:** ابتدا مرتب می‌کنیم:

میانه یا چارک دوم $(Q_2)$

$Q_2$

$$1,\ \underbrace{1,1}_{1}\ ,3,4,5,\ \underbrace{6,7}_{6/5}\ ,8$$

چارک اول $(Q_1)$ چارک سوم $(Q_3)$

**پاسخ تشریحی:**

چارک دوم همان میانه است، پس:

$$\text{کل } \bar{x} = \frac{6\times7+9+6\times13}{13} = \frac{42+9+78}{13} = \frac{129}{13} \approx 10$$

گروه آموزشی ماز

**۱۲** ۵ جمله متوالی از دنباله حسابی $a_n = 3n+1$ را انتخاب کرده‌ایم. واریانس آن‌ها چه عددی است؟

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**دو فرمول برای واریانس رو یاد بگیرید.**

اگر در تعداد $n$ داده، میانگین، $\bar{x}$ باشد، آن‌گاه داریم:

۱) $\sigma^2 = \frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2+\ldots+(x_n-\bar{x})^2}{n}$

۲) $\sigma^2 = \frac{x_1^2+x_2^2+\ldots+x_n^2}{n} - \bar{x}^2$

www.biomaze.ir

**پاسخ تشریحی:**

فرض کنیم ۵ جمله متوالی $a-۶, a-۳, a, a+۳, a+۶$ باشند، زیرا قدرنسبت دنباله ۳ است.

عدد وسط یعنی a میانگین است، پس: $\bar{x} = \frac{۵a}{۵} = a$

$$\text{واریانس} = \sigma^۲ = \frac{۳۶+۹+۰+۹+۳۶}{۵} = \frac{۹۰}{۵} = ۱۸$$

گروه آموزشی ماز

**۱۳** تفاضل اعداد از میانگین آن‌ها مقادیر $۱-, a, a-۱, ۱, ۰, ۱-$ شده است. واریانس آن‌ها چه عددی شده است؟

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۶}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۶}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**و حالا یه نکتهٔ ناب دیگه در مورد میانگین:**

مجموع تفاضل تمام داده‌ها از میانگین صفر است. این نکته همواره برقرار است، یعنی:

$$(x_۱ - \bar{x}) + (x_۲ - \bar{x}) + \cdots + (x_n - \bar{x}) = ۰$$

$$\text{واریانس} = \frac{(x_۱ - \bar{x})^۲ + (x_۲ - \bar{x})^۲ + \cdots + (x_n - \bar{x})^۲}{n}$$

از طرفی، اگر میانگین اعداد، $\bar{x}$ باشد، آن‌گاه $(x_۱ - \bar{x}) + (x_۲ - \bar{x}) + \cdots + (x_n - \bar{x}) = ۰$، پس:

$$۱+۰+۱-۱+a+a-۱=۰ \Rightarrow ۲a=۰ \Rightarrow a=۰$$

پس $x_i - \bar{x}: ۱, ۰, ۱, -۱, ۰, -۱$

$$\text{واریانس} = \frac{۱+۰+۱+۱+۰+۱}{۶} = \frac{۲}{۳}$$

گروه آموزشی ماز

**۱۴** واریانس داده‌های $a, a, ۲a, ۲a, ۴a, ۴a$ برابر ۱۴ است. مقدار مثبت a کدام است؟

۱) ۶ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۹

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**پاسخ تشریحی:**

می‌دانیم $\sigma^۲ = \frac{(x_۱ - \bar{x})^۲ + (x_۲ - \bar{x})^۲ + \cdots + (x_n - \bar{x})^۲}{n}$، پس ابتدا میانگین داده‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\bar{x} = \frac{a+a+۲a+۲a+۴a+۴a}{۶} = \frac{۱۴a}{۶} = \frac{۷}{۳}a$$

$$\sigma^۲ = \frac{۲a^۲(۱-\frac{۷}{۳})^۲ + ۲a^۲(۲-\frac{۷}{۳})^۲ + ۲a^۲(۴-\frac{۷}{۳})^۲}{۶}$$

$$\sigma^۲ = \frac{a^۲}{۳}(\frac{۱۶}{۹} + \frac{۱}{۹} + \frac{۲۵}{۹}) \Rightarrow \sigma^۲ = \frac{a^۲}{۳}(\frac{۴۲}{۹})$$

$$\frac{a^۲ \times ۱۴}{۹} = ۱۴ \Rightarrow a = ۳$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

**۱۵** ضریب تغییرات داده‌های $x_1, x_2, ..., x_6$ برابر $\frac{1}{8}$ و ضریب تغییرات داده‌های $2x_1 + 2, ..., 2x_6 + 2$ برابر $\frac{1}{10}$ است. واریانس داده‌های $x_1, ..., x_6$ چه عددی است؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{4}$

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**این ایستگاه درس بحث آمار خیلی خیلی مهمه!**

اگر تعدادی داده به صورت $x_1, x_2, ..., x_n$ داشته باشیم، به گونه‌ای که میانگین آن‌ها $\bar{x}$، انحراف معیار آن‌ها $\sigma$، واریانس آن‌ها $\sigma^2$ و ضریب تغییرات آن‌ها $CV$ باشد، آن‌گاه همهٔ شاخص‌ها را برای داده‌های $ax_1 + b, ax_2 + b, ..., ax_n + b$ به صورت زیر حساب می‌کنیم:

۱) $\bar{x}^* = a\bar{x} + b$ ۲) $\sigma^* = |a|\sigma$ ۳) $\sigma^{2*} = a^2\sigma^2$ ۴) $CV^* = \frac{\sigma^*}{\bar{x}^*} = \frac{|a|\sigma}{a\bar{x} + b}$

علامت * یعنی این متغیرها را برای داده‌های جدید در نظر گرفته‌ایم.

**پاسخ تشریحی:**

ضریب تغییرات داده‌های $x_1, x_2, ..., x_n$ برابر $CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$ است.

$$\frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1}{8} \Rightarrow 8\sigma = \bar{x}$$

برای داده‌های $2x_1 + 2, ..., 2x_6 + 2$ داریم:

$$\bar{y} = 2\bar{x} + 2$$

$$\sigma_1 = 2\sigma \Rightarrow \frac{2\sigma}{2\bar{x} + 2} = \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{\sigma}{\bar{x} + 1} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{\sigma}{8\sigma + 1} = \frac{1}{10} \Rightarrow 10\sigma = 8\sigma + 1 \Rightarrow \sigma = \frac{1}{2} \Rightarrow \sigma^2 = \frac{1}{4}$$

انحراف معیار داده‌ها $\frac{1}{2}$ و واریانس آن‌ها $\frac{1}{4}$ است.

گروه آموزشی ماز

**۱۶** **اعداد اول کم‌تر از ۱۰ را در نظر بگیرید. کدام عدد را حذف کنیم، واریانس تغییر بیشتری خواهد کرد؟**

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۷

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**مفهوم واریانس هم از اون نکاتیه که شاید ازش سوال بیاد...**

واریانس شاخصی است که پراکندگی حول میانگین را نشان می‌دهد.

واریانس بزرگ نشان‌دهندهٔ دور بودن داده‌ها از میانگین آن‌ها و واریانس کوچک، نشان‌دهندهٔ نزدیکی داده‌ها به میانگین آن‌هاست.

**پاسخ تشریحی:**

ابتدا میانگین را به دست می‌آوریم. اعداد $2, 3, 5, 7$ هستند.

$$\bar{x} = \frac{2 + 3 + 5 + 7}{4} = \frac{17}{4} = 4/25$$

بدیهی است هر چه داده به میانگین، نزدیک‌تر باشد، حذف آن، تغییر کم‌تری در میانگین ایجاد می‌کند و آنچه با این مقدمه مهم است عددی که از میانگین دورتر باشد، تغییر بیشتری ایجاد می‌کند.

$$\sigma^2 = \frac{x_1^2 + \cdots + x_n^2}{n} - (\bar{x})^2 = \frac{4 + 9 + 25 + 49}{4} - (\frac{17}{4})^2$$

$$\sigma^2 = \frac{87}{4} - \frac{289}{16} = \frac{348 - 289}{16} = \frac{59}{16}$$

با حذف ۷ $\sigma^2 = \frac{4 + 9 + 25}{3} - (\frac{10}{3})^2 = \frac{38}{3} - \frac{100}{9} = \frac{114 - 100}{9} = \frac{14}{9}$

$\sigma^2$ با حذف ۲ $= \frac{۹+۲۵+۴۹}{۳} - ۲۵ = \frac{۸۳-۷۵}{۳} = \frac{۸}{۳}$

اختلاف‌ها: $\left|\frac{۵۹}{۱۶} - \frac{۱۴}{۹}\right| = ۲/۱۳$ , $\left|\frac{۵۹}{۱۶} - \frac{۸}{۳}\right| = ۱/۰۲$

پس حذف ۷ واریانس را بیشتر تغییر می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

**۱۷** **در ابتدا داده‌های ۳,۳,۴,۴,۶ را در نظر بگیرید. چند عدد برابر میانگین، به آن‌ها اضافه کنیم تا واریانس آن‌ها نصف شود؟**

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۸ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

پاسخ تشریحی:

ابتدا میانگین داده‌ها را به دست می‌آوریم:

$\bar{x} = \frac{۲۰}{۵} = ۴$

حال فرض کنیم تعدادی داده ۴ به آن‌ها اضافه کنیم و قرار است واریانس نصف شود، پس:

$\sigma^2$ در ابتدا $= \frac{(x_۱-۴)^۲ + ۰ + \cdots + (x_۵-۴)^۲}{۵}$

چون تمام داده‌های اضافه شده ۴ هستند، پس جمع صورت عوض نمی‌شود و داریم:

$$\frac{۱}{۲}\sigma^2 = \frac{(x_۱-۴)^۲ + \cdots + (x_۵-۴)^۲}{۵+k} \Rightarrow \frac{۱}{۲}\frac{(x_۱-۴)^۲ + \cdots + (x_۵-۴)^۲}{۵} = \frac{(x_۱-۴)^۲ + \cdots + (x_۵-۴)^۲}{۵+k}$$

$\Rightarrow ۱۰ = ۵ + k \Rightarrow k = ۵$ تعداد اعداد اضافه شده

گروه آموزشی ماز

**۱۸** **اعداد زوج و طبیعی کم‌تر از ۱۰۰ را در نظر بگیرید. اگر از بین آن‌ها، ۳ عدد متوالی اختیار کنیم، بیش‌ترین ضریب تغییرات آن‌ها چند برابر کم‌ترین ضریب تغییرات آن‌ها است؟**

۱) ۲۴/۵ ۲) ۲۳/۵ ۳) ۲۴ ۴) ۲۳

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**در مورد ضریب تغییرات بیش‌تر بدونیم!**

اگر n عدد متوالی از یک دنبالهٔ حسابی بخواهند بیش‌ترین ضریب تغییرات را داشته باشند، باید میانگین آن‌ها کمترین مقدار ممکن باشد.

پاسخ تشریحی:

اولاً واریانس هر سه عدد زوج متوالی برابر هم است، زیرا میانگین، عدد وسط است و اگر $\alpha$ زوج باشد، داریم:

$\alpha, \alpha+۲, \alpha+۴$

$\sigma^2 = \frac{۴+۰+۴}{۳} = \frac{۸}{۳}$ , $\bar{x} = \alpha + ۲$

ثانیاً ضریب تغییرات برابر است با: $CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$

بنابراین هر چه میانگین بیشتر باشد، ضریب تغییرات کم‌تر است، پس:

$$۲,۴,۶ \Rightarrow CV_۱ = \frac{\sqrt{\frac{۸}{۳}}}{۴} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{\frac{۸}{۳}}}{۴}}{\frac{\sqrt{\frac{۸}{۳}}}{۹۶}} = \frac{۹۶}{۴} = ۲۴$$

$$۹۴,۹۶,۹۸ \Rightarrow CV_۲ = \frac{\sqrt{\frac{۸}{۳}}}{۹۶}$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

**۱۹** **۱۲ عدد داریم به طوری که میانگین اعداد کم‌تر از چارک اول ۴ و میانگین اعداد بیشتر از چارک سوم ۱۰ و میانگین کل اعداد ۶ است. میانگین اعداد کم‌تر از چارک سوم چه عددی است؟**

۱) $\frac{۱۰}{۳}$ ۲) ۵ ۳) $\frac{۱۴}{۳}$ ۴) $\frac{۱۱}{۳}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**روش اول:**

۳ عدد کم‌تر از چارک اول و ۳ عدد بیشتر از چارک سوم و ۶ عدد بین چارک اول و سوم هستند، پس:

$$\underset{\text{۳ عدد}}{x,y,z}\uparrow Q_1 \quad \underbrace{\qquad}_{\text{۶ عدد}} \quad Q_3\uparrow \underset{\text{۳ عدد}}{a,b,c}$$

$$\frac{x+y+z}{۳}=۴\Rightarrow x+y+z=۱۲$$

$$\frac{a+b+c}{۳}=۱۰\Rightarrow a+b+c=۳۰$$

فرض کنیم میانگین ۶ عدد وسط $\bar{x}$ باشد.

$$\frac{x+y+z+۶\bar{x}+a+b+c}{۱۲}=۶\Rightarrow ۶\bar{x}+۱۲+۳۰=۷۲\Rightarrow ۶\bar{x}=۳۰\Rightarrow \bar{x}=۵$$

پس میانگین اعداد کم‌تر از چارک سوم برابر است با:

$$\bar{y}=\frac{۳\times۴+۶\times۵}{۹}\Rightarrow \bar{y}=\frac{۱۲+۳۰}{۹}=\frac{۴۲}{۹}=\frac{۱۴}{۳}$$

**روش دوم:**

جمع اعداد $۱۲\times۶=۷۲$ است که جمع سه عدد بیشتر از چارک سوم $۳\times۱۰=۳۰$ است، پس میانگین بقیه $\frac{۷۲-۳۰}{۹}=\frac{۱۴}{۳}$ است. دقت شود که چارک‌ها جزء اعداد نبود.

گروه آموزشی ماز

**۲۰** **کلاس ۲۰ نفری A با میانگین ۱۲ را با کلاس ۳۰ نفری B با معدل $\bar{x}$ در یک کلاس مشترک قرار می‌دهیم به طوری که میانگین کلاس مشترک ۱۵ شده است. اگر کلاس B با همان معدل قبلی، ۶۰ نفری باشد، معدل کلاس مشترک چه عددی می‌شد؟**

۱) ۱۶/۷۵ ۲) ۱۵/۲۵ ۳) ۱۶/۲۵ ۴) ۱۵/۷۵

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

**پاسخ تشریحی:**

ابتدا $\bar{x}$ را پیدا می‌کنیم.

$$\bar{y}=\frac{۲۰\times۱۲+۳۰\bar{x}}{۵۰}=۱۵$$

$$۲۴۰+۳۰\bar{x}=۷۵۰\Rightarrow ۸+\bar{x}=۲۵\Rightarrow \bar{x}=۱۷$$

حال، اگر کلاس B، ۶۰ نفری باشد، آن‌گاه:

$$\bar{z}=\frac{۶۰\times۱۷+۲۰\times۱۲}{۸۰}=\frac{۵۱+۱۲}{۴}=\frac{۶۳}{۴}=۱۵/۷۵$$

گروه آموزشی ماز

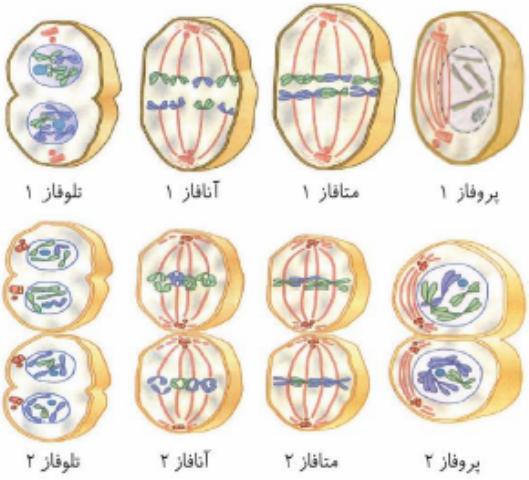
www.biomaze.ir

**۲۱** **فرایند کاستمان (میوز) از دو مرحلهٔ کلی کاستمانِ ۱ و ۲ تشکیل شده است. کدام مورد در ارتباط با مقایسهٔ این دو مرحله صحیح است؟**

۱) تعداد میانک‌ها در ابتدای کاستمانِ ۲ کمتر از ابتدای کاستمانِ ۱ است.
۲) قرار گرفتن فام‌تن‌های مضاعف در کنار هم، فقط در کاستمانِ ۱ رخ می‌دهد.
۳) تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی در سانترومرها، فقط در کاستمانِ ۲ رخ می‌دهد.
۴) تعداد فام‌تن‌های هر هسته در انتهای کاستمانِ ۱ بیشتر از انتهای کاستمانِ ۲ است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**پاسخ تشریحی:**




مطابق شکل، در **آنافاز ۲** پروتئین‌های اتصالی در ناحیهٔ **سانترومر، تجزیه‌شده** و **فامینک‌های خواهری از هم جدا** می‌شوند. در **آنافاز ۱** اصلاً پروتئین‌های سانترومر تجزیه نمی‌شوند! بلکه **فام‌تن‌های مضاعف و همتا** که در کنار هم قرار دارند و **به یکدیگر متصل نیستند، از هم فاصله می‌گیرند.**

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) مطابق شکل، در فرایند کلی کاستمان، تعداد میانک‌ها در **پروفاز ۱، چهار** عدد و در **پروفاز ۲، هشت** عدد است. از طرفی در هر یاخته نیز تعداد میانک‌ها در **پروفاز ۱** و **پروفاز ۲** برابر است.

۲) در **پروفاز ۱**، فام‌تن‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند (تشکیل تتراد). همچنین فام‌تن‌های غیرهمتا نیز از عرض در کنار هم قرار می‌گیرند. در **کاستمان ۲** نیز فام‌تن‌های مضاعف از عرض در کنار هم قرار می‌گیرند.

۴) مطابق شکل، تعداد فام‌تن‌ها درون هر هستهٔ حاصل از تلوفاز ۱، تفاوتی با تعداد این فام‌تن‌ها در تلوفاز ۲ ندارد. **تفاوت تلوفاز ۱ و ۲، در مضاعف یا تک‌کروماتیدی‌بودن فام‌تن‌ها است** که در تلوفاز ۱ مضاعف و در تلوفاز ۲ تک‌کروماتیدی هستند.

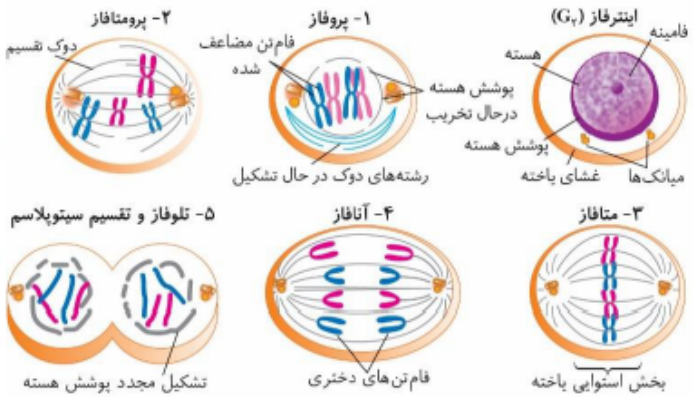
**۲۲** **در مرحله‌ای از تقسیم رشتمان، رنابسپاراز (RNAپلیمراز)ها کمترین میزان دسترسی را به مادهٔ وراثتی دارند. کدام مورد در ارتباط با این مرحله صحیح است؟**

۱) پوشش اطرافِ هسته که حاوی دو غشا است، به قطعاتی کوچک‌تر تبدیل می‌شود.
۲) برای اولین‌بار در طی رشتمان، بعضی از رشته‌های دوک از میانهٔ یاخته عبور می‌کنند.
۳) فشردگی فام‌تن‌های مضاعف، به بیشترین مقدار خود در کل فرایند رشتمان می‌رسد.
۴) تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی باعث جدا شدن فامینک‌های خواهری از یکدیگر می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**تعبیر: مرحله‌ای که رنابسپاراز (RNAپلیمراز)ها کمترین میزان دسترسی را به مادهٔ وراثتیِ دوکروماتیدی دارند: بیشترین مقدار فشردگی دنا:** متافاز

**پاسخ تشریحی:**




در **متافاز**، فام‌تن‌ها **بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند** و در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند. در رشتمان، تا قبل از جدا شدن فامینک‌های خواهری در آنافاز، فام‌تن‌ها مضاعف هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) هسته توسط پوششی شامل دو غشا پوشیده شده است. تخریب پوشش هسته در **پروفاز** آغاز می‌شود، در **پرومتافاز** ادامه پیدا کرده و تکمیل می‌شود.

**نکته: هنگام تخریب پوشش هسته، تعداد قطعات مربوط به پوشش هسته، افزایش** پیدا می‌کند ولی اندازهٔ این قطعات کمتر می‌شود.

۲) عبور رشته‌های دوک از میانهٔ یاخته، قبل از **متافاز** نیز ممکن است مشاهده شود. نمونه‌هایی از این هم‌پوشانی در شکل پرومتافاز قابل مشاهده است.

۴) در **آنافاز**، تجزیهٔ پروتئین‌های اتصالی باعث جدا شدن فامینک‌های خواهری از یکدیگر می‌شود.

**۲۳** **درخصوص تقسیم نوعی یاختهٔ پوششیِ دیوارهٔ مری، در یک زن سالم، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟**

**«به‌طور طبیعی، در پی هر مرحله از فرایندهای تقسیم یاخته‌ای که ..... به‌طور حتم .....»**

۱) شکل یاخته در طی آن کشیده‌تر می‌شود ـ کروموزوم‌های همتا در هر قطب یاخته قابل مشاهده هستند.

۲) کروماتین در یاخته مشاهده می‌شود ـ مادهٔ وراثتیِ یاخته در تماس با مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم قرار می‌گیرد.

۳) یک رشتهٔ دوک به هر کروموزوم (فام‌تن) متصل است ـ پروتئین‌های اتصالی در ناحیهٔ سانترومر تجزیه می‌شوند.

۴) با ایجاد فرورفتگی در غشای یاخته شروع می‌شود ـ اتصال رشته‌های اکتین و میوزین به سطح خارجی غشا قابل مشاهده است.

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**تعبیر:**

**نوعی تقسیم در یاختهٔ پوششیِ دیوارهٔ مری:** تقسیم میتوز

**هر مرحله از فرایندهای تقسیم یاخته‌ای که شکل یاخته در طی آن کشیده‌تر می‌شود:** آنافاز

**هر مرحله از فرایندهای تقسیم یاخته‌ای که کروماتین در یاخته مشاهده می‌شود:** اوایل پروفاز + اواخر تلوفاز

**هر مرحله از فرایندهای تقسیم یاخته‌ای که یک رشتهٔ دوک به هر کروموزوم (فام‌تن) متصل است:** آنافاز + ابتدای تلوفاز

**هر مرحله از فرایندهای تقسیم یاخته‌ای که با ایجاد فرورفتگی در غشای یاخته شروع می‌شود:** تقسیم سیتوپلاسم

**پاسخ تشریحی:**

در طی مرحلهٔ **آنافاز**، شکل کلی یاخته کشیده‌تر می‌شود. در پی این مرحله در فرایند میتوز، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند. این کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی همراه با کروموزوم همتای خود در هر قطب یاخته قابل مشاهده هستند. به عبارتی در هر قطب یاخته در انتهای مرحلهٔ آنافاز، **۲۳ جفت کروموزوم همتا** مشاهده می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۲) در مرحلهٔ **پروفاز میتوز**، تخریب غشای هسته آغاز می‌شود. در **مرحلهٔ پرومتافاز**، مادهٔ وراثتی هسته به‌طور کامل در تماس با مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم قرار می‌گیرد. این اتفاق در **مرحلهٔ تلوفاز** قابل مشاهده نیست.

۳) در **مرحلهٔ آنافاز** و ابتدای **مرحلهٔ تلوفاز**، یک رشتهٔ دوک به هر کروموزوم متصل است. تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر، در مرحلهٔ آنافاز صورت می‌گیرد. از طرفی دیگر در نظر داشته باشید که در طول **مرحلهٔ آنافاز** این اتفاق رخ می‌دهد و بخش دوم گزینه در پیِ بخش اول آن نیست!

۴) فرایند **تقسیم یاخته‌ای** شامل تقسیم هسته و سیتوپلاسم است. در تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های جانوری، رشته‌های اکتین و میوزین از داخل به غشای یاخته متصل شده و حلقهٔ انقباضی تشکیل می‌دهند. در نتیجهٔ تنگ‌شدنِ این حلقهٔ انقباضی، تقسیم سیتوپلاسم یاخته مشاهده می‌شود.

| وقایع تقسیم یاخته | | |
|---|---|---|
| مرحله | | رخداد |
| تقسیم هسته (میتوز) | پروفاز | ۱ـ شروع فشرده‌سازی کروموزوم‌ها (کروموزوم‌ها فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند)<br>۲ـ تشکیل دوک تقسیم (حرکت جفت سانتریول‌ها به دو قطب یاخته)<br>۳ـ شروع تجزیهٔ پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی |
| | پرومتافاز | ۱ـ تجزیهٔ پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی<br>۲ـ اتصال رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها |
| | متافاز | ۱ـ آرایش کروموزوم‌ها در وسط (سطح استوایی) یاخته<br>۲ـ حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها |
| | آنافاز | ۱ـ تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر<br>۲ـ کوتاه‌شدن رشته‌های دوک و کشیده‌شدن کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی به دو قطب یاخته |
| | تلوفاز | ۱ـ تخریب رشته‌های دوک<br>۲ـ تشکیل مجدد پوشش هسته<br>۳ـ شروع باز شدن کروموزوم‌ها و تبدیل‌شدن به کروماتین |
| تقسیم سیتوپلاسم | | تقسیم سیتوپلاسم و تشکیل دو یاختهٔ جدید |

**۲۴** **طی فرایند تقسیم رشتمان (میتوز) در یاخته‌ای سالم، در فاصلهٔ بینِ آغاز فشرده‌شدنِ فامینه‌ها تا پایان تخریبِ پوشش هسته، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟**

۱) فام‌تن‌ها در فاصلهٔ یکسانی از دو سوی یاخته قرار می‌گیرند.

۲) فاصلهٔ میانِ هسته‌تن‌ها در ساختار فام‌تن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۳) میانک (سانتریول)هایی که بر یکدیگر عمود نیستند، از هم فاصله می‌گیرند.

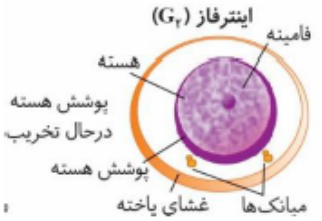
۴) رشته‌های دوک برای اولین‌بار در فاصلهٔ بین میانک (سانتریول)ها مشاهده می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**تعبیر:**

در مرحلهٔ **پروفاز**، رشته‌های فامینه فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند. در مرحلهٔ **پرومتافاز**، تخریب پوشش هسته که در پروفاز آغاز شده بود، ادامه پیدا کرده و تکمیل می‌شود.

**پاسخ تشریحی:**




در پروفاز، ضمن فشرده شدن فام‌تن، **میانک‌ها به دو طرف یاخته** حرکت می‌کنند و بین آن‌ها دوک تقسیم تشکیل می‌شود. هر دو میانکی که بر هم عمود هستند، با هم به یک سمت از یاخته می‌روند اما فاصلهٔ بین میانک‌هایی که بر هم عمود نیستند، افزایش پیدا می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) در **متافاز**، فام‌تن‌ها در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند. بنابراین از هر دو سوی یاخته (قطب‌های یاخته)، فاصلهٔ یکسانی پیدا می‌کنند.

۲) از مرحلهٔ **پروفاز** تا مرحلهٔ **متافاز**، فشردگی فام‌تن‌ها افزایش پیدا می‌کند. با افزایش فشردگی فام‌تن‌ها، فاصلهٔ بین هسته‌تن (نوکلئوزوم)های آن‌ها کاهش می‌یابد.

۴) در **پروفاز**، ضمن فشرده‌شدن فام‌تن، میانک‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و **بین آن‌ها دوک تقسیم تشکیل** می‌شود. اما دقت کنید که:

نکته: **رشته‌های دوک**، برای اولین بار در پروفاز مشاهده **نمی‌شوند**! مطابق شکل بالا، **در اینترفاز** و قبل از ورود به مراحل تقسیم، **مقداری رشتهٔ دوک** در سیتوپلاسم یاخته **وجود دارد**.

## گروه آموزشی ماز

**۲۵** **در ارتباط با دو فرد که یکی از آن‌ها تومور خوش‌خیم و فرد دیگر توموری بدخیم در لولهٔ گوارشِ خود دارد، چند مورد از مقایسه‌های زیر، نادرست است؟**

**الف: در هر دو فرد، یاخته‌های کشندهٔ طبیعی با یاخته‌های تومور مبارزه می‌کنند.**

**ب: فقط در فرد مبتلا به تومور خوش‌خیم، چرخهٔ یاخته‌ای از کنترل خارج شده است.**

**ج: فقط در فرد مبتلا به تومور بدخیم، احتمال اختلال در فعالیت‌های بدن وجود دارد.**

**د: در هر دو فرد، ممکن است یاخته‌های تومور از محل اولیهٔ خود به خون یا لنف وارد شوند.**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

## پاسخ تشریحی:

همهٔ موارد نادرست‌اند.

## بررسی موارد:

**الف)** **یاختهٔ کشندهٔ طبیعی**، یاخته‌های **سرطانی** و آلوده به ویروس را نابود می‌کند. بنابراین فقط در فرد مبتلا به تومور بدخیم، یاختهٔ کشندهٔ طبیعی با یاخته‌های تومور مبارزه می‌کند.

**ب)** **تومور (فارغ از خوش‌خیم یا بدخیم بودن آن)**، توده‌ای است که در اثر **تقسیمات تنظیم نشده** ایجاد می‌شود. تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند.

**ج)** نوع خوش‌خیم رشدی کم دارد و یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند. این نوع تومور معمولاً آن‌قدر بزرگ نمی‌شود که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزند. البته در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام **اختلال** ایجاد کند.

تومور **بدخیم** یا سرطان به **بافت‌های مجاور حمله می‌کند**. بنابراین می‌تواند باعث اختلال در بافت‌های سالم بدن شود.

**د)** در تومور **خوش‌خیم**، یاخته‌های آن **در جای خود می‌مانند** و منتشر نمی‌شوند.

در تومورهای **بدخیم**، یاخته‌هایی از این تومورها می‌توانند جدا شوند و همراه با جریان خون، یا به‌ویژه لنف به نواحی دیگر بدن بروند، در آنجا مستقر شوند و رشد کنند.

**۲۶** **با توجه به تفاوت‌های بافت‌مردگی و مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته‌ای، چند مورد فقط درخصوص فرایندی درست است که موجبِ آسیب به یاخته‌های کبدی در اثر مصرف الکل می‌شود؟**

**الف: به‌طور غیرتصادفی باعث تخریب تعدادی از یاخته‌ها می‌شود.**

**ب: باعث رهاشدن هیستامین از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده می‌شود.**

**ج: در شرایط خاصی باعث تجزیهٔ اجزای یاخته توسط پروتئین‌ها می‌شود.**

**د: ممکن است تعداد یاخته‌های آسیب‌دیده‌ای که مرده‌اند را افزایش دهد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**تعبیر:** مطالعات نشان می‌دهد که الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد و مانع از عملکرد راکیزه در جهت کاهش آن‌ها می‌شود. رادیکال‌های آزاد با حمله به DNA راکیزه، سبب تخریب راکیزه و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و **بافت‌مردگی (نکروز)** کبد می‌شوند.

## پاسخ تشریحی:

فقط مورد (ب) درست است.

## بررسی موارد:

**الف)** مرگ یاخته‌ها می‌تواند **تصادفی** باشد؛ مثلاً در بریدگی، یاخته‌ها آسیب می‌بینند و از بین می‌روند. به این حالت، **بافت‌مردگی** گفته می‌شود. تخریب یاخته‌ها در **مرگ برنامه‌ریزی‌شده**، به‌طور غیرتصادفی رخ می‌دهد.

**ب)** در مرگ برنامه‌ریزی‌شده، یاخته‌های پیر یا آسیب‌دیده به‌طور برنامه‌ریزی‌شده از بین می‌روند و این فرایند مرگ، **التهابی** به‌وجود نمی‌آورد. اما در **بافت‌مردگی**، یاخته‌ها **آسیب** می‌بینند و سپس از بین می‌روند. با بروز **آسیب بافتی**، **التهاب** که نوعی پاسخ موضعی به آسیب بافتی است، بروز پیدا می‌کند. در التهاب، **هیستامین** از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده رها می‌شود.

**ج)** **مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته‌ای** شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود. این فرایند با رسیدن علایمی به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه **پروتئین‌های تخریب‌کننده** در یاخته شروع به تجزیهٔ اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

**د)** در **بافت‌مردگی**، یاخته‌ها **آسیب** می‌بینند و **از بین می‌روند**. بنابراین تعداد یاخته‌هایی که آسیب دیده و مرده‌اند، بیشتر می‌شود. حذف یاخته‌های پیر یا **آسیب‌دیده**، مانند آنچه در آفتاب سوختگی اتفاق می‌افتد، مثالی از **مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته‌ای** است؛ بنابراین مرگ برنامه‌ریزی شده نیز با حذف یاخته‌های آسیب‌دیده، می‌تواند تعداد یاخته‌های آسیب‌دیده‌ای که مرده‌اند را افزایش دهد. بنابراین این مورد دربارهٔ **هر دو فرایند** ذکرشده در سؤال درست است.

**۲۷** **به‌طور معمول، کدام دو ویژگی، فقط در مورد یکی از مراحل اینترفاز درست است؟**

۱) همانندسازی دنا (DNA) رخ می‌دهد و یاخته‌ها آمادهٔ تقسیم می‌شوند.

۲) یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند و مرحلهٔ رشد یاخته‌ها است.

۳) ساخت پروتئین‌های لازم برای تقسیم آغاز می‌شود و یاخته‌ها آمادهٔ تقسیم می‌شوند.

۴) کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز است و یاخته‌های فاقد قابلیت تقسیم، در این مرحله متوقف می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**پاسخ تشریحی:**

مرحلهٔ **وقفهٔ اوّل یا $G_1$** مرحلهٔ **رشد یاخته‌ها** است و یاخته‌ها **مدت زمان زیادی** در این مرحله می‌مانند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) دو برابر شدن دِنای (DNA) هسته، در **مرحلهٔ S** اتفاق می‌افتد. در مرحلهٔ $G_2$ یاخته‌ها آمادهٔ مرحلهٔ تقسیم می‌شوند.

۳) در مرحلهٔ $G_2$، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته **افزایش پیدا می‌کنند** و یاخته‌ها آمادهٔ تقسیم می‌شوند.

**نکته:** ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته، در مرحلهٔ $G_2$ افزایش پیدا می‌کند. یعنی قبل از $G_2$، ساخت این عوامل آغاز شده است و فقط شدت ساخت آن‌ها در $G_2$ بیشتر می‌شود.

۴) $G_2$ نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، **کوتاه‌تر** است. یاخته‌هایی که به‌طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در مرحلهٔ $G_1$ متوقف می‌شوند. این یاخته‌ها به‌طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام $G_0$ وارد می‌شوند.

**وقایع اینترفاز**

| مرحله | زمان | رخداد | مادهٔ وراثتی |
|---|---|---|---|
| $G_1$ | طولانی‌ترین | ۱ـ رشد یاخته<br>۲ـ یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند.<br>۳ـ یاخته‌هایی که موقتی یا دائمی تقسیم نمی‌شوند ← توقف در این مرحله ← ورود موقتی یا دائمی به مرحلهٔ $G_0$ | کروماتین |
| **نقطهٔ وارسی $G_1$** | | اطمینان از سلامت دِنا: آسیب غیرقابل اصلاح دِنا ← راه‌اندازی فرایندهای مرگ یاخته‌ای | کروماتین |
| S | متوسط | همانندسازی DNAی هسته | کروماتین مضاعف‌شده |
| $G_2$ | کوتاه‌ترین | ۱ـ آماده‌سازی یاخته برای تقسیم<br>۲ـ افزایش ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز (مثل تقسیم سانتریول‌ها)<br>۳ـ تقسیم‌شدن میتوکندری و کلروپلاست | کروماتین مضاعف‌شده |
| **نقطهٔ وارسی $G_2$** | | بررسی پروتئین‌های دوک تقسیم و عوامل لازم برای میتوز: آماده‌نبودن یاخته برای تقسیم ← عدم عبور از این مرحله | کروماتین مضاعف‌شده |

مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را **چرخهٔ یاخته‌ای** می‌گویند.

این چرخه، شامل مراحل **اینترفاز** و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است.

یاخته‌ها **بیشتر** مدت زندگی خود را در اینترفاز می‌گذرانند. کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در این مرحله انجام می‌شود.

**مرحلهٔ وقفهٔ اول یا $G_1$:** مرحلهٔ رشد یاخته‌ها است و یاخته‌ها مدت‌زمان **زیادی** در این مرحله می‌مانند.

در واقع این مرحله، طولانی‌ترین مرحلهٔ اینترفاز است. یاخته‌هایی که به‌طور موقت یا دائم تقسیم نمی‌شوند، در این مرحله متوقف می‌شوند و به‌صورت موقت یا دائم وارد مرحله‌ای به نام $G_0$ می‌شوند.

یاخته‌هایی که به صورت موقت در مرحلهٔ $G_0$ متوقف شده‌اند، در هنگام بازگشت باید ادامهٔ مرحلهٔ $G_1$ را طی کنند و از اولین نقطهٔ وارسی عبور کنند. نورون **(اغلب)**، یاخته‌های پادتن‌ساز، گویچه‌های قرمز، آوند آبکش و .... نمونهٔ یاخته‌هایی هستند که در این مرحلهٔ توقف دائمی قرار دارند.

**مرحلهٔ S:** دو برابر شدن دنای هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجهٔ همانندسازی است.

همانندسازی دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می‌شود.

**مرحلهٔ وقفهٔ دوم یا $G_2$:** این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، **کوتاه‌تر** است **(کوتاه‌ترین** مرحلهٔ اینترفاز) و در آن، یاخته‌ها آمادهٔ مرحلهٔ تقسیم می‌شوند./ در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم **افزایش (نه شروع)** پیدا می‌کند و یاخته‌ها آمادهٔ تقسیم می‌شوند. پروتئین‌های هیستون در این مرحله بیشتر تولید می‌شوند و ساخت پروتئین‌های لازم برای تشکیل رشته‌های دوک تقسیم نیز در این مرحله انجام می‌شود./ در این مرحله، کروموزوم‌ها دوکروماتیدی هستند و اندامک‌ها تقسیم می‌شوند.

**مرحلهٔ تقسیم:** در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود.

تقسیم هسته: ۱ـ میتوز: بدون کاهش تعداد کروموزوم‌ها. ۲ـ میوز: همراه با کاهش تعداد کروموزوم‌ها.

تقسیم سیتوپلاسم: ۱ـ در یاخته‌های جانوری با تشکیل کمربند انقباضی. ۲ـ در یاخته‌های گیاهی با تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای.

**۲۸** **درخصوص فردی که تحت شیمی‌درمانی قوی قرار گرفته است، کدام مورد صحیح است؟**

۱) از نظر افزایش یا کاهش در تعداد یاخته‌های ایمنی، مشابه با فرد مبتلا به آنفلوانزای پرندگان است.

۲) به‌دلیل تغییر در تعداد یاخته‌های ایمنی، احتمال پیشرفت بیماری مالتیپل‌اسکلروزیس افزایش می‌یابد.

۳) احتمال ورود عوامل بیماری‌زای خارجی به خون از طریق دیوارهٔ درونی لولهٔ گوارش، افزایش پیدا می‌کند.

۴) تعداد یاخته‌های درشت‌خواری که از نقاط وارسیِ چرخهٔ یاخته‌ای به‌طور کامل عبور می‌کنند، تغییر می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**پاسخ تشریحی:**

پرتودرمانی و شیمی‌درمانی می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و **پوشش دستگاه گوارش** نیز آسیب برسانند. مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود. با آسیب به پوشش دستگاه گوارش، مخاط که یکی از عوامل مؤثر در نخستین خط دفاعی است، آسیب می‌بیند و بنابراین، احتمال ورود عوامل بیماری‌زا به خون بیشتر می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) شیمی‌درمانی با استفاده از داروها باعث **سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همهٔ بدن** می‌شود. با آسیب به مغز استخوان و سرکوب تقسیم یاخته‌های بنیادی در این قسمت، تعداد یاخته‌های ایمنی **کاهش** پیدا می‌کند. ویروس **آنفلوانزای پرندگان**، به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی **بیش از حدّ معمول** فعالیت کند. بدین ترتیب، به **تولید انبوه** و بیش از اندازهٔ **لنفوسیت‌های T** می‌انجامد. بنابراین تعداد یاخته‌های دستگاه ایمنی در این بیماری **افزایش** پیدا می‌کند.

۲) مطابق با توضیحات گزینهٔ ۱، بعد از شیمی‌درمانی، احتمال کاهش تعداد یاخته‌های ایمنی بدن و **کاهش قدرت دستگاه ایمنی** وجود دارد. **اِم.اِس.** (مالتیپل اسکلروزیس)، یک بیماری **خودایمنی** است که در آن میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. با کاهش قدرت دستگاه ایمنی، **توانایی حمله به یاخته‌های خودیِ** سازندهٔ میلین نیز **کمتر** می‌شود و بنابراین تعداد کمتری از یاخته‌های خودی از بین می‌روند. بنابراین **احتمال پیشرفت این بیماری کاهش** می‌یابد، نه افزایش.

۴) با **شیمی‌درمانی**، تقسیم یاخته‌ها در همهٔ بدن سرکوب می‌شود. بنابراین به‌دلیل کاهش توانایی تقسیم، تعداد یاخته‌هایی که از همهٔ نقاط وارسی عبور می‌کنند، **کاهش** پیدا می‌کند (چون بعضی از نقاط وارسی، در مراحل تقسیم قرار دارند). اما دقت کنید که **یاخته‌های درشت‌خوار اصلاً تقسیم نمی‌شوند** و در فرد سالم نیز از همهٔ نقاط وارسی چرخهٔ یاخته‌ای عبور نمی‌کنند.

**۲۹** **اگر تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌ای گیاهی را یک فرایند چهار مرحله‌ای در نظر بگیریم، درخصوص مرحله‌ای که از به هم پیوستن ریزکیسه‌ها، ریزکیسه‌های بزرگ‌تر ساخته می‌شوند، چند مورد از موارد زیر درست است؟**

**الف: پوشش اطراف فام‌تن‌ها، برای اولین‌بار در همین مرحله مشاهده می‌شود.**

**ب: در مرحلهٔ بعد از آن، رشته‌های دوک درون سیتوپلاسم مشاهده نمی‌شوند.**

**ج: آرایش قرارگیری رشته‌های پروتئینی دوک، با دیگر مراحلِ حاوی این رشته‌ها تفاوت دارد.**

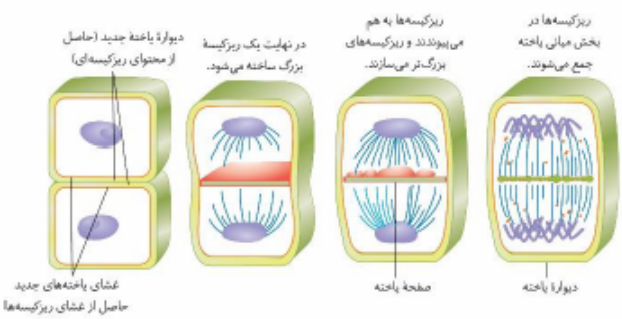
**د: ریزکیسه‌های حاوی مواد لازم برای ساخت غشای یاخته‌های جدید، در نزدیکی فام‌تن‌ها قرار دارند.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ نکات شکل ـ ۱۱۰۶)

**تعبیر:** اگر تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌ای گیاهی را یک فرایند چهار مرحله‌ای در نظر بگیریم، مرحله‌ای که از به هم پیوستن ریزکیسه‌ها، ریزکیسه‌های بزرگ‌تر ساخته می‌شوند، **مرحلهٔ دوم** است.

**پاسخ تشریحی:**




موارد (الف) و (ج) درست‌اند.

**بررسی موارد:**

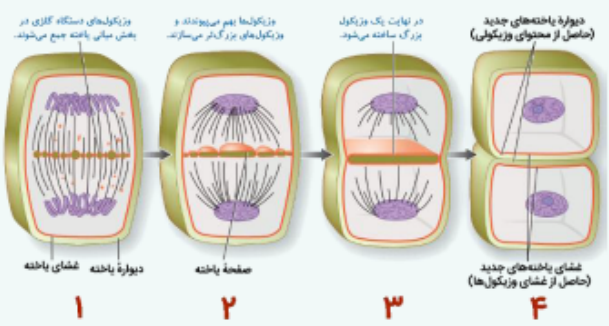
**الف)** مطابق شکل، در **مرحلهٔ اول** فام‌تن‌ها فاقد پوشش در اطراف خود هستند. پوشش هسته برای اولین‌بار، در **مرحلهٔ دوم** مشاهده می‌شود.

**ب)** در مرحلهٔ سوم، **رشته‌های دوک** همچنان در سیتوپلاسم مشاهده می‌شوند.

**ج)** مطابق شکل، رشته‌های دوک در **مراحل اول تا سوم** مشاهده می‌شوند و آرایش آن‌ها در هر کدام از این مراحل، تفاوت‌هایی نسبت به دیگر مراحلِ تقسیم سیتوپلاسم دارد.

**د)** این مورد دو اشکال دارد. اول اینکه غشای یاخته‌های جدید، توسط **غشای ریزکیسه‌ها** تشکیل می‌شود، نه محتوای درون ریزکیسه‌ها. دوم اینکه در مرحلهٔ ۲، ریزکیسه‌ها در مجاورت فام‌تن‌ها قرار ندارند و فقط در مرحلهٔ ۱، ریزکیسه‌ها در فاصلهٔ اندکی از فام‌تن‌ها قرار دارند.

**شکل‌نامه: تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی** (۱۱۰۶ـ۹)




تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی همزمان با اواخر مرحلهٔ آنافاز آغاز می‌شود.

در تقسیم سیتوپلاسم یاختهٔ گیاهی، ریزکیسه‌های دستگاه گلژی توسط رشته‌های دوک جابه‌جا می‌شوند.

همزمان با باز شدن کروموزوم‌ها و شکل‌گیری رشته‌های کروماتینی، ریزکیسه‌های جسم گلژی به یکدیگر می‌پیوندند و ابتدا ریزکیسه‌های بزرگ‌تر و در نهایت، یک ریزکیسهٔ بزرگ تشکیل می‌شود.

دیوارهٔ یاخته‌های جدید حاصل محتویات ریزکیسه‌ها و غشای یاخته‌های جدید حاصل غشای ریزکیسه‌ها است.

مراحل مشخص‌شده در شکل:

۱. اواخر آنافاز ← کروموزوم‌ها قابل مشاهده هستند و هسته هنوز تشکیل نشده‌است، تجمع ریزکیسه‌ها در وسط یاخته

۲. اوایل تلوفاز ← هسته در حال تشکیل و رشته‌های دوک در حال تخریب هستند، شروع به‌هم پیوستن ریزکیسه‌ها

۳. اواخر تلوفاز ← رشته‌های دوک هم‌چنان در حال تخریب هستند، شکل‌گیری یک ریزکیسهٔ بزرگ

۴. مرحلهٔ $G_1$ ← هسته به‌طور کامل شکل گرفته و کروموزوم‌ها کاملاً باز شده‌اند، غشا و دیوارهٔ یاخته‌های جدید تشکیل شده است.

**۳۰** **درخصوص نشانگان داون که در نتیجهٔ نوعی از جهش‌های بزرگ ایجاد می‌شود، کدام موارد زیر صحیح هستند؟**

**الف: بالا بودن سن مادر در هنگام بارداری از عوامل بروز این بیماری است.**

**ب: برای تعیین تعداد فام‌تن‌ها در فرد بیمار، می‌توان از کاریوتیپ استفاده کرد.**

**ج: فرد بیمار به‌دلیل چندلادی‌شدن تعداد بیشتری از فام‌تن‌های شماره ۲۱ دارد.**

**د: در فرد بیمار قطعاً در هنگام تشکیل گامت مادری خطای کاستمانی رخ داده است.**

۱) «ب» و «ج»
۲) «الف»، «ب» و «ج»
۳) «الف» و «ب»
۴) «الف»، «ب»، «ج» و «د»

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**پاسخ تشریحی:**

موارد (الف) و (ب) درست‌اند.

**بررسی موارد:**

**الف)** **بالابودن سنّ مادران** در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سنّ مادر، احتمال خطای کاستمانی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود.

**ب)** برای **تعیین تعداد فام‌تن‌ها** و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های فام‌تنی، **کاریوتیپ** تهیه می‌شود. برای تشخیص نشانگان داون نیز می‌توان از کاریوتیپ استفاده کرد.

**ج)** افراد مبتلا به **نشانگان داون**، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ فام‌تن دارند. فام‌تن اضافی مربوط به شمارهٔ ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد **۳ فام‌تن شمارهٔ ۲۱** دارند. این مشکل به علت **باهم ماندن فام‌تن‌ها** و جدا نشدن آن‌ها در آنافاز رخ می‌دهد، نه به‌دلیل چندلادی (پلی‌پلوئیدی) شدن!

**د)** علت بروز نشانگان داون آن است که **یکی از یاخته‌های جنسیِ ایجادکنندهٔ فرد** (نه لزوماً یاختهٔ جنسی مادر)، به جای یک فام‌تن شمارهٔ ۲۱ ، دارای دو فام‌تن ۲۱ بوده است. بنابراین ممکن است گامت مادری طبیعی باشد و گامت پدری دو فام‌تن ۲۱ داشته باشد.

**۳۱ کدام مورد دربارهٔ مراحل چرخهٔ یاخته‌ای در یک یاختهٔ بنیادی میلوئیدی در مغز قرمز استخوان بازو در فردی سالم، نادرست است؟**

۱) در مرحلهٔ پرومتافاز نسبت‌به وقفهٔ اول، تعداد سانتریول (میانک)ها دو برابر است.

۲) در مرحلهٔ S برخلاف آنافاز، مقدار محتوای مادهٔ وراثتی در یاخته افزایش می‌یابد.

۳) در مرحلهٔ پروفاز همانند تلوفاز، میزان فشردگی مولکول‌های دِنا (DNA) تغییر می‌کند.

۴) در مرحلهٔ متافاز همانند وقفهٔ دوم، دو مولکول دِنا (DNA) در هر کروموزوم (فام‌تن) وجود دارد.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**پاسخ تشریحی:**

در **مرحلهٔ S** همانندسازی مادهٔ وراثتی در یاخته صورت می‌گیرد. در این مرحله مقدار مادهٔ وراثتی یاخته افزایش می‌یابد ولی محتوای آن ثابت است. در **مرحلهٔ آنافاز** تقسیم میتوز، هم مقدار و هم محتوای مادهٔ وراثتی ثابت است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) تعداد سانتریول‌ها در **مرحلهٔ پرومتافاز**، ۴ عدد ولی در **مرحلهٔ $G_1$ (وقفهٔ اول)** تعداد سانتریول‌ها، ۲ عدد است.

۳) در مرحلهٔ **پروفاز میتوز**، میزان فشردگی مادهٔ وراثتی هسته افزایش می‌یابد. در **مرحلهٔ تلوفاز** نیز از مقدار فشردگی مولکول‌های دنا کاسته می‌شود. در نتیجه در هر دو مرحله، میزان فشردگی مادهٔ وراثتی تغییر می‌کند.

۴) هم در **مرحلهٔ متافاز** و هم **وقفهٔ دوم**، کروموزوم‌ها در یاخته دو کروماتیدی و مضاعف هستند. در نتیجه هر کروموزوم دارای دو مولکول دنا می‌باشد.

| مرحله | $G_1$ | S | $G_2$ | پروفاز | پرومتافاز | متافاز | آنافاز | تلوفاز (۲ هسته) | تقسیم سیتوپلاسم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کروموزوم | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۹۲ | ۹۲ | ۴۶ |
| کروماتید هر کروموزوم | ۱ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| کل کروماتیدها | ۴۶ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۴۶ |
| DNA هر کروموزوم | ۱ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| کل DNAها | ۴۶ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۴۶ |
| سانترومر هر کروموزوم | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| کل سانترومرها | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۴۶ | ۹۲ | ۹۲ | ۴۶ |
| سانتریول | ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۲ |

| ساختار | تعریف |
|---|---|
| DNA | مولکولی دورشته‌ای که در ساختار مادهٔ وراثتی وجود دارد. |
| هیستون | نوعی پروتئین در ساختار کروماتین و کروموزوم که DNA دور آن می‌پیچد تا نوکلئوزوم تشکیل شود. |
| نوکلئوزوم | مجموعه‌ای شامل ۸ پروتئین هیستون و DNA که در آن، DNA حدود ۲ دور اطراف پروتئین‌های هیستون می‌پیچد. |
| کروماتین | مجموعه‌ای از واحدهای تکراری نوکلئوزوم که در طول اینترفاز در هسته مشاهده می‌شود. |
| کروموزوم | کروماتین فشرده‌شده که در مرحلهٔ تقسیم یاخته مشاهده می‌شود و می‌تواند مضاعف یا غیرمضاعف باشد. |
| کروماتید | هر یک از مولکول‌های DNA در یک مولکول کروموزوم مضاعف‌شده که در محل سانترومر به کروماتید خواهری متصل می‌شوند. |
| سانترومر | محلی که در آن دو کروماتید خواهری یک کروموزوم، توسط پروتئین اتصالی به یکدیگر متصل می‌شوند. |

**۳۲** **عوامل وراثتی و محیطی، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند. در ارتباط با این عوامل، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟**

**«نوعی عامل مؤثر در ایجاد سرطان که ..... می‌تواند ..... شود.»**

۱) زمان پاسخ به محرک‌های محیطی در فرد را افزایش می‌دهد ـ منجر به آسیب به مخاط مری

۲) ماهیتی یکسان با عامل بیماری ایدز دارد ـ موجب ترشح هر دو نوع اینترفرون از یاخته‌های بدن

۳) از ترشح نوعی هورمون از زهشامه جلوگیری می‌کند ـ موجب برهم‌خوردنِ تعادل بین تقسیم و مرگ یاخته

۴) توسط گیرنده‌های چشم مرکب در زنبورهای عسل دریافت می‌شود ـ بدون اثر بر محتوای وراثتی یاخته، منجر به سرطان

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۶)

**تعبیر:**

**نوعی عامل مؤثر در ایجاد سرطان که زمان پاسخ به محرک‌های محیطی در فرد را افزایش می‌دهد:** الکل

**نوعی عامل مؤثر در ایجاد سرطان که ماهیتی یکسان با عامل بیماری ایدز دارد:** برخی ویروس‌ها

**نوعی عامل مؤثر در ایجاد سرطان که از ترشح نوعی هورمون از زهشامه جلوگیری می‌کند:** قرص‌های ضدبارداری

**نوعی عامل مؤثر در ایجاد سرطان که توسط گیرنده‌های چشم مرکب در زنبورهای عسل دریافت می‌شود:** پرتوهای فرابنفش

**پاسخ تشریحی:**

**پرتوهای فرابنفش**، نوعی عامل بیماری‌زای محیطی هستند که با اثر بر ساختار دنا، موجب ایجاد جهش می‌شوند. این عامل از این طریق می‌تواند موجب بروز بدخیمی و سرطان شود. پرتوهای فرابنفش توسط چشم مرکب زنبورهای عسل قابل تشخیص هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) **نوشیدنی‌های الکلی** موجب افزایش مدت زمان پاسخ به محرک‌های محیطی و کاهش سرعت پاسخ به این محرک‌ها می‌شود. الکل از عوامل مؤثر در ایجاد ریفلاکس (بازگشت اسید معده به مری) و آسیب به مخاط مری است.

۲) **برخی ویروس‌ها** می‌توانند موجب ایجاد بدخیمی‌ها و سرطان شوند. ویروس‌ها در صورت آلوده‌کردن یاخته‌های بدن موجب ترشح اینترفرون نوع ۱ و در صورت ایجاد توده‌های سرطانی، موجب ترشح اینترفرون نوع ۲ در جهت مقابله با سرطان می‌شوند.

۳) **قرص‌های ضد بارداری** از انجام لقاح و فرایندهای پس از آن (مانند ترشح هورمون HCG از زهشامه) جلوگیری می‌کنند. قرص‌های ضد بارداری نیز می‌توانند موجب برهم‌خوردن تعادل میان تقسیم و مرگ یاخته‌های بدن شده و سرطان ایجاد کنند.

## تست و پاسخ ۳۳

**کدام مورد یا موارد زیر در خصوص همهٔ ریزلوله‌های پروتئینی در یک یاختهٔ فعال جانوری که هنگام تقسیم، به نحوی در سازماندهی و جابه‌جایی فام‌تن(کروموزوم)ها دخالت دارند، درست است؟**

رشته‌های دوک تقسیم + سانتریول‌ها

**الف) توانایی تغییر طول خود را طی مراحل تقسیم دارند.**

**ب) ریبوزوم‌های آزاد در سیتوپلاسم در تولید آن‌ها مؤثرند.**

**ج) از یک قطب یاخته تا صفحهٔ میانی یاخته، کشیده می‌شوند.**

**د) قبل از تشکیل پوشش هسته در سیتوپلاسم، ناپدید می‌شوند.**

۱) الف ـ ج ـ د
۲) ب ـ د
۳) فقط «ب»
۴) الف ـ ب ـ ج

**پاسخ: گزینهٔ ۳** *(زیست یازدهم ـ فصل ۶ ـ تقسیم یافته)*

منظور صورت سؤال، رشته‌های دوک تقسیم و سانتریول‌ها است. رشته‌های دوک تقسیم در جابه‌جایی فام‌تن‌ها نقش دارند، اما دقت کنید سانتریول‌ها با اثر بر سازماندهی رشته‌های دوک، در جابه‌جایی فام‌تن‌ها نقش دارند. هر دوی این ساختارها از جنس ریزلوله‌های پروتئینی هستند.

بررسی همهٔ موارد:

الف) نادرست؛ طبق توضیحات کتاب درسی، رشته‌های دوک تقسیم توانایی تغییر طول خود را دارند؛ در مراحل پروفاز و پرومتافاز، شروع به طویل‌شدن می‌کنند و در مراحل آنافاز و تلوفاز کوتاه می‌شوند؛ اما ریزلوله‌های سازندهٔ سانتریول‌ها طبق کتاب تغییر طول ندارند.

پروتئین‌های مؤثر در تشکیل دوک تقسیم، طی مرحلهٔ اینترفاز ساخته می‌شوند، اما خود رشته‌های دوک طی مرحلهٔ تقسیم ایجاد می‌شوند؛ به عبارتی طی تقسیم، پروتئین‌های سازندهٔ رشته‌های دوک، با همکاری سانتریول‌ها (در یاخته‌های جانوری)، در کنار هم قرار می‌گیرند و رشته‌های دوک تقسیم را می‌سازند.

سانتریول‌ها، نوعی اندامک هستند که همواره در یاختهٔ جانوری وجود دارند؛ یعنی حتی اگر یاخته در حال تقسیم هم نباشد، سانتریول‌ها هستند؛ فقط برای وقوع تقسیم، در مرحلهٔ اینترفاز مضاعف می‌شوند، در حالی که رشته‌های دوک تقسیم فقط در مراحلی از تقسیم در یاخته، دیده می‌شوند.

ب) درست؛ رشته‌های دوک و سانتریول‌ها، از جنس پروتئین هستند؛ پس رناتن‌ها به نوعی در تولید این ساختارها مؤثر هستند. از آن‌جا که این پروتئین‌ها درون سیتوپلاسم فعالیت می‌کنند، رناتن‌های آزاد در سیتوپلاسم در ساخت آن‌ها نقش دارند.

سانتریول اندامکی است که فقط از پروتئین و زیرواحدهای آمینواسیدی تشکیل شده است، در حالی که سایر اندامک‌ها، می‌توانند انواع مختلفی از مولکول‌های زیستی را داشته باشند.

ج) نادرست؛ اگر به تصویر ۵ در صفحهٔ ۸۴ کتاب زیست‌شناسی (۲) نگاه کنید، گروهی از رشته‌های دوک، از یک قطب یاخته تا صفحهٔ میانی یاخته، کشیده می‌شوند، اما این مورد در خصوص سانتریول‌ها صادق نیست.

در یک یاختهٔ در حال تقسیم، گروهی از رشته‌های دوک به سانترومر فام‌تن‌ها متصل هستند، گروهی فقط در اطراف سانتریول‌ها هستند و گروهی هم از یک قطب تا بیش از وسط یاخته کشیده شده‌اند. طی آنافاز هم، گروهی از این رشته‌ها در حال کوتاه‌شدن هستند.

د) نادرست؛ در طی تقسیم (میوز و میتوز) معمولن رشته‌های دوک تقسیم، در مرحلهٔ تلوفاز و قبل از تشکیل پوشش هسته، در سیتوپلاسم از بین می‌روند. سانتریول‌ها بعد از تقسیم میتوز یا میوز ناپدید یا تخریب نمی‌شوند.

## تست و پاسخ ۳۴

**چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟**

**«به طور معمول در انسان بالغ، طی مراحل تقسیم کاستمان در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز، در پایان ..... تعداد ..... برابر است.»**

**الف) تلوفاز ۱ ــ فام‌تن(کروموزوم)های هر هسته با نصف تعداد سانترومرهای یاخته در متافاز ۱**

**ب) آنافاز ۲ ــ کروماتیدهای هر یاخته با نصف تعداد رشته‌های دئوکسی‌ریبونوکلئوتیدی آن در پروفاز ۲**

**ج) پروفاز ۱ ــ تتراد‌های تشکیل‌شده درون یاخته با نصف تعداد کروماتیدها در آنافاز ۲ هر یاخته**

**د) متافاز ۲ ــ ژن‌های مربوط به یک صفت تک‌جایگاهی و مستقل از جنس، با نصف تعداد سانتریول‌ها در پروفاز ۱ هر یاخته**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**پاسخ: گزینهٔ ۴** *(زیست یازدهم ـ فصل ۶ ـ میوز)*

تمامی موارد، عبارت را به درستی کامل می‌کنند.

---

بررسی همهٔ موارد:

الف) در پایان تلوفاز ۱ در هر هسته، ۲۳ کروموزوم دوکروماتیدی قابل مشاهده است. در متافاز ۱ نیز ۴۶ کروموزوم دوکروماتیدی و ۴۶ عدد سانترومر وجود دارد. خودت حساب، کتاب کن!

ب) دقت داشته باشید که در طول تقسیم میوز ۲، تغییری در تعداد کروماتیدهای یاخته ایجاد نمی‌شود؛ بنابراین پروفاز ۲ و آنافاز ۲ از نظر تعداد کروماتیدها به یکدیگر شباهت دارند. هر کروماتید نیز معادل یک مولکول دنا و دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی است.

طی آنافاز ۱، تعداد فام‌تن‌ها و تعداد کروماتیدها، هیچ‌کدام تغییر نمی‌کند. طی آنافاز ۲، تعداد کروماتیدهای یاخته، هم‌چنان ثابت است و تغییر نمی‌کند، اما تعداد فام‌تن‌ها دو برابر می‌شود، چراکه هر کروماتید که از کروماتید خواهری خود جدا شده است، معادل یک فام‌تن خواهد بود، پس تعداد سانترومرها نیز، تغییر می‌کند.

ج) در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱، ۲۳ تتراد در یاخته، تشکیل می‌شود. تعداد کروماتیدهای موجود در مرحلهٔ آنافاز ۲ نیز ۴۶ خواهد بود؛ چراکه ۲۳ کروموزوم دوکروماتیدی داریم که تبدیل به ۲۳ کروماتید (فام‌تن) در هر قطب یاخته می‌شوند.

د) صفات تک‌جایگاهی، صفاتی هستند که یک جایگاه ژن در فام‌تن دارند. این صفات بر روی هر کروماتید (یا هر فام‌تن همتا)، دارای یک ژن خواهند بود. در مرحلهٔ متافاز میوز ۲ که کروموزوم‌ها دوکروماتیدی‌اند، از نظر صفات تک‌جایگاهی مستقل از جنس دو ژن خواهند داشت. در مرحلهٔ پروفاز ۱ نیز چهار سانتریول (دو جفت) در یاخته قابل مشاهده است.

اگر صفت تک‌جایگاهی بر روی فام‌تن جنسی باشد، ممکن است فقط یک ژن (الل) در یک یاخته داشته باشد؛ مثلن در مردان که فام‌تن‌های جنسی $X$ و $Y$ دارند، ژنی که بر روی $X$ قرار دارد، لزومن بر روی $Y$ وجود ندارد، پس فقط یک دگره (الل) از آن در یاخته‌های فرد یافت می‌شود؛ مثل هموفیلی که در مردان یا $X^HY$ است یا $X^hY$.

## تست و پاسخ ۳۵

**در حد فاصل نقطهٔ وارسی مربوط به بررسی سلامت دنا و نقطهٔ وارسی مربوط به بررسی حضور کافی پروتئین‌های دوک تقسیم در یاخته، کدام اتفاق به وقوع می‌پیوندد؟**

نقطهٔ وارسی $G_1$ تا نقطهٔ وارسی $G_2$

۱) رشته‌های فامینه (کروماتین) با افزایش فشردگی، با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند.

۲) دو نسخه از هر مولکول دنای خطی با محتوای ژنی یکسان، در مجاورت یکدیگر، در درون هسته حضور دارند.

۳) یاختهٔ حاصل از تقسیم، شروع به افزایش حجم سیتوپلاسم و تولید مولکول‌های مورد نیاز خود می‌کند.

۴) از هر اندامک با قابلیت مضاعف‌شدن، فقط یک نسخهٔ دیگر در یاخته ساخته می‌شود.

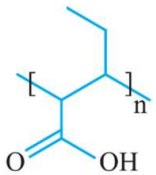
**پاسخ: گزینهٔ ۲** *(زیست یازدهم ـ فصل ۶ ـ اینترفاز)*

منظور صورت سؤال، اتفاقاتی است که در حد واسط نقطهٔ وارسی اول (در $G_1$) و دوم (در $G_2$) رخ می‌دهد. یکی از اتفاقاتی که در این فاصله رخ می‌دهد، همانندسازی دنای هسته‌ای، در مرحلهٔ S است که طی آن، دو نسخه از هر مولکول دنای خطی با محتوای ژنی یکسان تولید می‌شود. دقت کنید که به دنبال همانندسازی و در فام‌تن مضاعف‌شده، دو کروماتید خواهری با محتوای ژنی یکسان در محل سانترومر به یکدیگر متصل شده‌اند.

۱ و ۳ به ترتیب به مرحلهٔ پروفاز تقسیم هسته و ابتدای $G_1$ (مربوط به چرخهٔ یاخته‌ای بعدی!) اشاره می‌کنند که خارج از بازهٔ زمانی مد نظر سؤال هستند. در مورد ۴ دقت کنید که طی اینترفاز تعدادی از اندامک‌های یاخته مثل سانتریول‌ها، میتوکندری و رناتن‌ها هم افزایش پیدا می‌کنند؛ اما بدانید که فقط یک نسخهٔ دیگر از آن‌ها ساخته نمی‌شود، مثلن یاخته تعداد زیادی میتوکندری و رناتن می‌سازد.

www.biomaze.ir

**۳۶** شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار مونومر مصرف شده برای تولید پلیمر مقابل، چند برابر شمار این پیوندها در هر مولکول از $NO_2Cl$ است؟

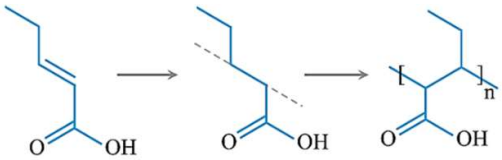


۱) ۴/۵ ۲) ۴
۳) ۳/۵ ۴) ۳

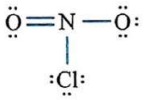
پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

**پاسخ تشریحی:**

واکنش تولید پلیمر مورد نظر از مونومر سازنده آن به صورت زیر خواهد بود:



با توجه به معادله واکنش بالا، فرمول مولکولی مونومر مصرف شده در این واکنش به صورت $C_5H_8O_2$ خواهد بود. این ترکیب، نوعی کربوکسیلیک اسید سیرنشده بوده و در ساختار مولکولی خود دارای ۲ پیوند اشتراکی دوگانه است. در ساختار این مونومر، ۱۶ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است. ساختار مولکول $NO_2Cl$ نیز به صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، در ساختار هر مولکول از این ماده نیز ۴ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است. با توجه به توضیحات داده شده، مقدار نسبت مورد نظر برابر با ۴ خواهد بود.

گروه آموزشی ماز



AzmonVIP

**۳۷** کدام یک از مطالب زیر در مورد واکنش میان اولین عضو خانواده آلکن‌ها با دومین عضو خانواده هالوژن‌ها درست است؟

**آ: از فراورده این واکنش برای تولید پلیمر می‌توان استفاده کرد.**

**ب: با انجام این واکنش، گرما از سامانه واکنش به محیط پیرامون منتقل می‌شود.**

**پ: محلول کاتالیزگر آن، در واکنش با محلول $NaOH$، رسوب سبز تولید خواهد کرد.**

**ت: محلول حاوی کاتالیزگر این واکنش، همانند محلول حاوی کاتالیزگر فرایند استری‌شدن، رسانای الکتریسیته است.**

۱) آ و ب ۲) ب و پ ۳) ب و ت ۴) پ و ت

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

اتن، اولین عضو خانواده آلکن‌ها به شمار رفته و کلر نیز دومین عضو خانواده هالوژن‌ها(عناصر موجود در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای) به شمار می‌رود. واکنش مورد نظر به صورت زیر انجام می‌شود:

$$H_2C = CH_2(g) + Cl - Cl(g) \xrightarrow{FeCl_3(s)} CH_2ClCH_2Cl(g) \qquad \Delta H = -۱۷۸\ kJ.mol^{-1}$$

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

**آ:** فراورده این واکنش ۲،۱-دی کلرو اتان نام دارد که یک ماده سیرشده است و چون فاقد پیوند دوگانه $C = C$ در ساختار خود است، به صورت پلیمر افزایشی بسپارش نمی‌شود. همچنین این ماده گروه‌های عاملی مناسبی برای شرکت در واکنش‌های تولید پلی‌استر و پلی‌آمید را ندارد.

**ب:** آنتالپی این واکنش منفی بوده و این واکنش گرماده است؛ بنابراین با انجام این واکنش مقداری گرما آزاد شده و گرما از سامانه واکنش به محیط پیرامون منتقل می‌شود. این واکنش در تمرین‌های دوره‌ای کتاب درسی مطرح شده و تا به حال چندین سوال حفظی از آن در کنکور مطرح شده است.

**پ:** واکنش محلول آهن($III$) کلرید با محلول سدیم هیدروکسید به صورت زیر است:

$$FeCl_3(aq) + ۳NaOH(aq) \longrightarrow Fe(OH)_3(s) + ۳NaCl(aq)$$

در این واکنش محلول زرد رنگ آهن($III$) کلرید با محلول سدیم هیدروکسید واکنش داده و رسوب قرمزرنگ آهن($III$) هیدروکسید و محلول سدیم کلرید تولید می‌شود. همچنین محلول آهن($II$) کلرید در واکنش با محلول سدیم هیدروکسید، رسوب سبزرنگ تولید می‌کند.

**ت:** کاتالیزگر فرایند استری‌شدن $H_2SO_4$ است که یک اسید قوی بوده و محلول آن الکترولیت قوی به حساب می‌آید. همچنین کاتالیزگر واکنش بالا نیز یک ترکیب یونی است. محلول ترکیب‌های یونی نیز یک الکترولیت قوی محسوب می‌شود.

گروه آموزشی ماز

**۳۸** **یک ترکیب سیرنشده با ساختار مقابل، در شرایط مناسب به پلیمر تبدیل می‌شود. درصد جرمی اتم‌های هیدروژن در پلیمر تولید شده طی این فرایند، تقریبا چقدر است؟**

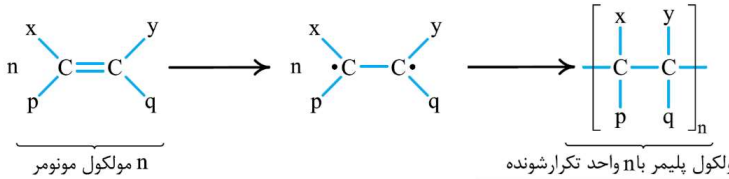
$(H = ۱ : \ g.mol^{-1}$ و $C = ۱۲$ و $F = ۱۹)$

۱) ۱۳/۶ ۲) ۱۰/۸ ۳) ۱۲/۴ ۴) ۱۱/۵

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مساله ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

تصویر زیر، نمای کلی از واکنش پلیمری شدن افزایشی را نشان می‌دهد:




همانطور که مشخص است، فرمول شیمیایی واحد تکرارشونده پلیمر بدست آمده مشابه فرمول شیمیایی مونومر مصرف شده در واکنش است. بر این اساس، می‌توان گفت در پلیمرهای افزایشی، درصد جرمی هر عنصر در پلیمر تولید شده برابر با درصد جرمی آن عنصر در مونومر سازنده آن پلیمر است. فرمول مولکولی ترکیب داده شده به صورت $C_8H_{15}F$ است، پس فرمول مولکولی پلیمر حاصل از بسپارش این ماده نیز به صورت $(C_8H_{15}F)_n$ می‌شود. بر این اساس، درصد جرمی هیدروژن را در یکی از این دو ترکیب محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی هیدروژن} = \frac{\text{جرم مولی هیدروژن} \times ۱۵n}{\text{جرم مولی } (C_8H_{15}F)_n} \times ۱۰۰ = \frac{۱۵n \times ۱}{n \times (۹۶ + ۱۵ + ۱۹)} \times ۱۰۰ \simeq ۱۱.۵$$



www.biomaze.ir
AzmonVIP

واکنش پلیمری شدن(بسپارش)، عبارت است از فرایندی که در آن مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب با هم واکنش داده و به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد را تولید می‌کنند. به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، مونومر(تک‌پار) می‌گویند. برای آن‌که یک ترکیب آلی بتواند به عنوان مونومر در واکنش مربوط به تولید انواعی از پلیمرهای افزایشی شرکت کند، باید در ساختار مولکولی خود حداقل یک پیوند اشتراکی دوگانه کربن-کربن($C=C$) داشته باشد. در این حالت، پیوند $C=C$ موجود در مولکول‌های مونومر در شرایط مناسب شکسته شده و پس از پیوستن مولکول‌های مونومر به یکدیگر، مولکول‌های پلیمر حاصل می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

**۳۹** **نمونه‌ای از استیرن، شامل $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۵}$ اتم کربن در ساختار خود می‌شود. اگر ۶۰٪ از مولکول‌های استیرن موجود در این نمونه در واکنش پلیمر شدن شرکت کنند، چند گرم پلیمر بدست آمده و برای سوزاندن کامل پلیمر تولید شده، به چند گرم گاز اکسیژن نیاز داریم؟**

**($H=۱$ و $C=۱۲$ و $O=۱۶$ : $g.mol^{-۱}$)**

۱) ۳۱۲ ـ ۹۶۰ ۲) ۵۲۰ ـ ۱۶۰۰ ۳) ۳۱۲ ـ ۱۶۰۰ ۴) ۵۲۰ ـ ۹۶۰

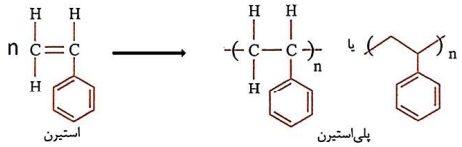
پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مساله ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

در قدم اول، شمار مول‌های استیرن($C_۸H_۸$) موجود در نمونه اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,C_۸H_۸ = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۵}\,atom\,C \times \frac{۱\,mol\,C}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,atom\,C} \times \frac{۱\,mol\,C_۸H_۸}{۸\,mol\,C} = ۵\,mol$$

تصویر زیر، نمایی از واکنش بسپارش استیرن و تولید پلی‌استیرن را نشان می‌دهد:




معادله نوشتاری این واکنش را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$nC_۸H_۸ \rightarrow (C_۸H_۸)_n$$

طبق صورت سوال، عملا بازده واکنش انجام شده برابر با ۶۰٪ است. با توجه به معادله این واکنش و تعداد مول استیرن مصرف شده، جرم پلیمر تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,(C_۸H_۸)_n = ۵\,mol\,C_۸H_۸ \times \frac{۱\,mol\,(C_۸H_۸)_n}{n\,mol\,C_۸H_۸} \times \frac{۱۰۴n\,g\,(C_۸H_۸)_n}{۱\,mol\,(C_۸H_۸)_n} \times \frac{\text{مقدار عملی } ۶۰\,g}{\text{مقدار نظری } ۱۰۰\,g} = ۳۱۲\,g$$

پلیمر تولید شده طی این فرایند بر اساس معادله زیر به طور کامل می‌سوزد:

$$(C_۸H_۸)_n + ۱۰nO_۲ \rightarrow ۸nCO_۲ + ۴nH_۲O$$

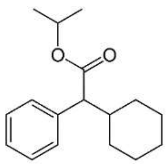
با توجه به معادله این واکنش، جرم اکسیژن مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,O_۲ = ۳۱۲\,g\,(C_۸H_۸)_n \times \frac{۱\,mol\,(C_۸H_۸)_n}{۱۰۴n\,g\,(C_۸H_۸)_n} \times \frac{۱۰n\,mol\,O_۲}{۱\,mol\,(C_۸H_۸)_n} \times \frac{۳۲\,g\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲} = ۹۶۰\,g$$

همانطور که مشخص است، جرم گاز اکسیژن مصرف شده برابر با ۹۶۰ گرم می‌شود.

گروه آموزشی ماز

**۴۰** **در رابطه با اسید سازنده ترکیب مقابل، کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

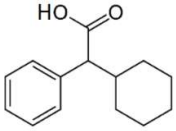


۱) در ساختار مولکولی این ترکیب اسیدی، چهار نوع اتم کربن با عدد اکسایش متفاوت وجود دارد.
۲) شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار این ماده، ۱۰ برابر شمار پیوندها در کربن تتراکلرید است.
۳) با ریختن این ماده در آب، مقدار $[OH^-]$ در آب کاهش یافته و رسانایی آن افزایش می‌یابد.
۴) انحلال‌پذیری این ماده در تینر، بیشتر از انحلال‌پذیری بنزوئیک اسید در هگزان است.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

ساختار اسید و الکل سازنده ترکیب مورد نظر به صورت زیر است:



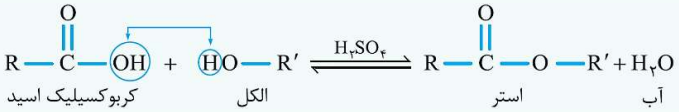
www.biomaze.ir
AzmonVIP

فرمول مولکولی کربوکسیلیک اسید نشان داده شده به صورت $C_{۱۴}H_{۱۸}O_۲$ است. بر این اساس، داریم:

$$\text{تعداد پیوندهای اشتراکی} = \frac{(\text{تعداد اتم } C \times ۴) + (\text{تعداد اتم } H \times ۱) + (\text{تعداد اتم } O \times ۲)}{۲} = \frac{(۴ \times ۱۴) + (۱ \times ۱۸) + (۲ \times ۲)}{۲} = ۳۹$$

با توجه به محاسبات انجام شده، می‌توان گفت در هر مولکول از ترکیب مورد نظر ۳۹ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد. در ساختار مولکول کربن تتراکلرید نیز ۴ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است.

استرها را می‌توان از واکنش میان الکل‌ها($R' - OH$) و کربوکسیلیک اسیدها($R - COOH$) بدست آورد. فرایند انجام شده به صورت زیر است:

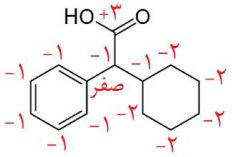



این واکنش، اصطلاحا استری شدن نام دارد. با توجه به معادله نشان داده شده، کاتالیزگر واکنش مورد نظر سولفوریک اسید($H_۲SO_۴$) است. استرها طی یک واکنش برگشت‌پذیر تولید شده و در شرایط مناسب می‌توانند به اسید و الکل سازنده خود تجزیه شوند. به واکنش استرها با مولکول‌های آب که منجر به تجزیه این مواد به الکل و اسید سازنده آن‌ها می‌شود، اصطلاحا واکنش آب‌کافت گفته می‌شود. معادله کلی تولید یک ترکیب استری از یک اسید با فرمول شیمیایی $C_xH_yO_۲$ و یک الکل با فرمول شیمیایی $C_wH_zO$ به صورت زیر است:

$$C_xH_yO_۲ + C_wH_zO \rightarrow C_{x+w}H_{y+z-۲}O_۲ + H_۲O$$

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

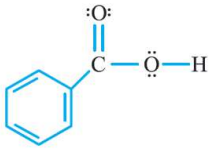
۱) عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ساختار این ترکیب اسیدی، به صورت زیر است:




همانطور که مشخص است، در ساختار این ترکیب ۴ نوع اتم کربن با اعداد اکسایش متفاوت وجود دارد.

۳) ترکیب مورد نظر، یک کربوکسیلیک اسید بوده و با وارد شدن به آب، یونش پیدا می‌کند. بر اثر یونش اسیدها، مقداری یون هیدروژن در محلول تولید شده و رسانایی الکتریکی محلول افزایش پیدا می‌کند. علاوه بر این، بر اساس رابطه $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$، با افزایش غلظت یون هیدروژن در محلول، غلظت یون هیدروکسید کاهش پیدا می‌کند.

۴) ساختار بنزوئیک اسید به صورت زیر است:




ترکیب اسیدی مطرح شده در سوال، همانند بنزوئیک اسید دارای یک گروه عاملی کربوکسیل قطبی در ساختار خود است اما توجه داریم که این ترکیب در مقایسه با بنزوئیک اسید بخش ناقطبی(بخش هیدروکربنی) بزرگ‌تری دارد. چون بخش بزرگ‌تری از مولکول مورد نظر از بخش‌های ناقطبی تشکیل شده است، پس می‌توان گفت انحلال‌پذیری این ماده در یک حلال ناقطبی مثل تینر(هگزان) بیشتر خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

**۴۱** **چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟**

**آ: الیاف پنبه‌ای به کمک سلولز ساخته شده و در سالیان اخیر، میزان تولید آن‌ها برخلاف پلی‌استرها روند نزولی داشته است.**

**ب: انسان با بهره‌مندی از هوش خود، توانست نخستین پوشش‌هایش را به کمک موادی که حاوی پلی‌آمیدها بودند بسازد.**

**پ: پوشاک، بدن را در برابر عواملی مانند سرما و گرما، نور خورشید، باران، تگرگ و گزند حشرات محافظت می‌کند.**

**ت: تمام هیدروکربن‌ها جزء مولکول‌های کوچک دسته‌بندی شده و شمار اتم‌های سازنده مولکول آن‌ها کم است.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

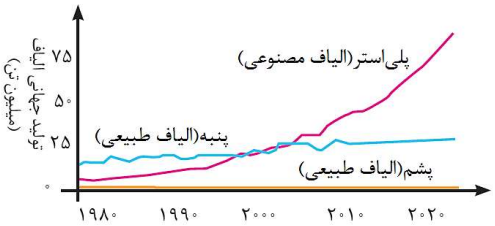
**پاسخ تشریحی:**

عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.


www.biomaze.ir
AzmonVIP

**بررسی موارد:**

**آ:** با توجه به نمودار زیر، در طول سال‌های اخیر، میزان تولید الیاف پنبه‌ای، مشابه الیاف پلی‌استری روند صعودی داشته است:




توجه داریم که شیب افزایش تولید الیاف پنبه‌ای ناچیز است، اما روند تولید الیاف پلی‌استری با شیب تندی در حال افزایش است.

با توجه به محدود بودن منابع طبیعی تولید الیاف از جمله پنبه و پشم، الیاف طبیعی تولید شده در گذر زمان پاسخگوی نیاز صنایع نساجی و جامعه نبود. در این زمان، شیمی‌دان‌ها وارد میدان شده و با استفاده از نفت، الیاف جدیدی تولید کرده و راهی شرکت‌های نساجی کردند. با گذشت زمان و تلاش شیمی‌دان‌ها، انواع گوناگونی از الیاف ساختگی بر پایهٔ نفت شناسایی و تولید شد؛ به طوری که این الیاف جایگزین الیاف طبیعی شده و امروزه بخش عمده پوشاک را تشکیل می‌دهند. در حال حاضر، حدود ۶۶ درصد از الیاف استفاده شده توسط الیاف مصنوعی مثل پلی‌استرها و ۳۳ درصد آن نیز توسط الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم تامین می‌شوند.

**ب:** انسان نخستین پوشش خود را از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کرده است. او با گذشت زمان از بافت‌های گیاهی نیز برای پوشش خود استفاده کرد.

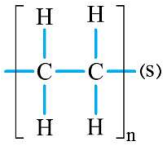
استفاده از بافت‌های گیاهی ← استفاده از پشم، مو و پوست جانوران

مو، ناخن، پوست بدن انسان، شاخ حیوانات و پشم گوسفند، از جمله موادی هستند که پلی‌آمیدهای طبیعی در ساختار آن‌ها وجود دارد.

خداوند جانوران مختلف را با پوشش‌هایی مانند پشم، پر، فلس آفریده است. انسان‌ها نیز با بهره‌مندی از هوش خود و تجربه‌های حاصل از طبیعت، توانستند نخستین پوشش‌های خود را با استفاده از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کنند. با گذشت زمان، انسان‌ها از بافت‌های گیاهی نیز برای تهیه‌ی پوشش خود استفاده کردند. در گذر زمان و تشکیل جوامع بشری، پوشش انسان‌ها نیز پیشرفت کرد و علاوه بر تبدیل شدن به صنعتی به نام پوشاک، دچار تنوع و گوناگونی شد؛ به طوری که امروزه پوشاک به شرایط آب و هوایی، فرهنگ، آداب و رسوم و باورهای هر جامعه بستگی دارد.

**پ:** اولین نقش پوشاک، پوشش بدن و محافظت از آن در برابر عوامل محیطی گوناگون مانند سرما و گرما، نور خورشید، باران، تگرگ و گزند حشرات است. برای مثال کلاه لبه دار، سر و صورت را در برابر تابش نور خورشید و آفتاب سوختگی و نیز پوشیدن کفش، پاها را در برابر خاک، سنگ، اشیای سخت، سردی و داغی زمین محافظت می‌کند. با رشد و گسترش دانش و فناوری در صنایع و ایجاد نیازهای جدید و خاص، پوشاک گوناگونی مانند انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی و عینک ایمنی تولید شدند که هر کدام از آن‌ها ایمنی فیزیکی بدن را در شرایط دشوار و خطرناک به ویژه هنگام انجام فعالیت‌ها افزایش می‌دهد.

**ت:** برخی از درشت‌مولکول‌ها در دسته هیدروکربن‌ها قرار می‌گیرند. برای مثال، دسته‌ای از پلیمرهای افزایشی مانند پلی‌اتن، پلی‌پروپن و پلی‌استیرن، تنها از اتم‌های کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند و در نتیجه هیدروکربن هستند. بنابراین در میان هیدروکربن‌ها علاوه بر مولکول‌های کوچک، درشت مولکول‌ها هم حضور دارند. برای مثال، ساختار ذرات پلی‌اتن به صورت زیر است:




گروه آموزشی ماز

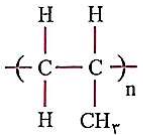
**۴۲** **کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟**

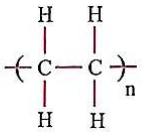
۱) با جایگزین کردن یکی از اتم‌های هیدروژن مولکول اتن با یک اتم فلوئور، مونومر سازنده تفلون ایجاد می‌شود.
۲) همه کاتالیزگرهای مصرف شده در واکنش تولید انواع پلی‌اتن، حاوی اتم‌هایی از دسته فلزهای واسطه هستند.
۳) پلی‌اتن سنگین، کدر بوده و عدد اکسایش برخی از اتم‌های کربن در آن با عدد اکسایش کربن در $CH_2O$ برابر است.
۴) اگر تعداد واحد تکرارشونده در مولکول‌های پلی‌پروپن و پلی‌اتن برابر باشد، جرم مولی پلی‌پروپن ۱/۵ برابر پلی‌اتن می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

**پاسخ تشریحی:**

ساختار مولکولی پلی‌پروپن و پلی‌اتن به صورت زیر است:

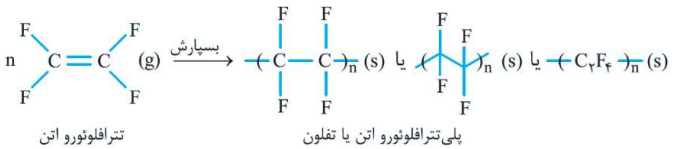


پلی‌پروپن و پلی‌اتن، هر دو از پلیمرهای هیدروکربنی هستند و در ساختار آن‌ها فقط اتم‌های کربن و هیدروژن وجود دارند. چون جرم مولی واحد تکرارشونده موجود در ساختار پلی‌پروپن، ۱/۵ برابر جرم مولی واحد تکرارشونده موجود در ساختار پلی‌اتن است، اگر تعداد واحد تکرارشونده در مولکول‌های این دو ماده برابر باشد، جرم مولی پلی‌پروپن، ۱/۵ برابر پلی‌اتن می‌شود. پلی‌پروپن یک پلیمر ساختگی بوده و از آن در تهیه پلاستیک مورد استفاده در ساختن وسایل پزشکی مثل سرنگ‌ها استفاده می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

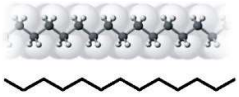
۱) با جایگزین کردن یکی از اتم‌های $H$ مولکول اتن با یک اتم فلوئور، مولکول فلوئوراتن($C_2H_3F$) تولید می‌شود، درحالی که در واکنش تولید تفلون، از مولکول‌های تترافلوئوراتن استفاده می‌شود. واکنش بسپارش تترافلوئوراتن به صورت زیر است:




تترافلوئورو اتن — پلی‌تترافلوئورو اتن یا تفلون

۲) در واکنش تولید پلی‌اتن، از دو کاتالیزگر که یکی حاوی اتم‌های تیتانیم و دیگر حاوی اتم‌های آلومینیم است، استفاده می‌شود. آلومینیم، فلزی از دسته $p$ جدول دوره‌ای است در حالی که تیتانیم، فلزی از دسته $d$ جدول دوره‌ای است. نسبت میان شمار مول‌های کاتالیزگرهای به کار رفته در واکنش، جرم مولی میانگین پلی‌اتن تولید شده را مشخص می‌کند؛ به نحوی که اگر نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۲(کاتالیزگر محتوی آلومینیم) به کاتالیزگر شماره ۱(کاتالیزگر محتوی تیتانیم) برابر با ۳ باشد، جرم مولی پلیمر تولید شده در بیشترین حالت ممکن قرار می‌گیرد. توجه کنید که این کاتالیزگرها نمونه‌های خالص از اتم‌های فلزی نبوده و ترکیب‌هایی هستند که حاوی اتم فلزی در ساختار خود هستند.

۳) پلی اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختگی است که سالانه میلیون‌ها تن از آن در شرکت‌های پتروشیمی تولید شده و از آن در ساخت وسایل گوناگون استفاده می‌شود. یافته‌های تجربی شیمی‌دان‌ها نشان می‌دهند که مولکول‌های اتن می‌توانند در شرایط گوناگون در واکنش پلیمری شدن شرکت کرده و پلی‌اتن‌هایی با ساختار و ویژگی‌های متفاوت را پدید بیاورند. دو نوع عمده از انواع پلی‌اتن تولید شده در شرکت‌های پتروشیمیایی، پلی‌اتن سبک و سنگین هستند. در پلی‌اتن سنگین، واحدهای تکرارشونده‌ی موجود در ساختار پلیمر به صورت خطی در کنار یکدیگر قرار گرفته و زنجیره‌های هیدروکربنی بدون شاخه را ایجاد می‌کنند. این پلیمر به پلی‌اتن بدون‌شاخه نیز معروف است. تصاویر زیر، ساختار این نوع پلی‌اتن را نشان می‌دهند:



در ساختار این پلیمر، هر اتم کربن به دو اتم هیدروژن متصل شده است، پس عدد اکسایش همه اتم‌های کربن در این پلیمر برابر با ۲- می‌شود. این در حالی است که عدد اکسایش کربن در $CH_2O$ برابر با صفر می‌شود.

گروه آموزشی ماز

**۴۳** **چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟**

**آ: اگر یک اتم هیدروژن مولکول پنتانول را با گروه هیدروکسیل جایگزین کنیم، انحلال‌پذیری این ماده در آب بیشتر می‌شود.**

**ب: اسید مصرف شده در تولید اتیل متانوات، دارای ۲ اتم هیدروژن بوده و در بدن مورچه سرخ به طور طبیعی یافت می‌شود.**

**پ: با افزایش دمای مخلوط مایعی از ۱-پنتانول و ۱-هپتانول، ابتدا ترکیبی با درصد جرمی اکسیژن بالاتر، تبخیر می‌شود.**

**ت: پنتیل اتانوات، استری است که بوی نوعی میوه را ایجاد کرده و نسبت به بوتیل بوتانوات، ایزومر به شمار می‌رود.**

**ث: گروه عاملی موجود در ساختار ویتامین (آ)، مشابه گروه عاملی موجود در ساختار ویتامین (کا) است.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

**پاسخ تشریحی:**

عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

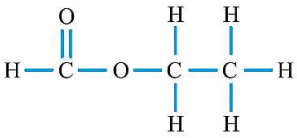
**بررسی موارد:**

**آ:** مولکول‌های سازنده برخی از ترکیب‌ها از جمله الکل‌ها، از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده است. در این گروه از مواد، بین بخش قطبی و ناقطبی رقابت ایجاد شده و رفتارهای کلی مولکول‌های سازنده به میزان قدرت هر بخش بستگی دارد. چون گروه عاملی الکلی(هیدروکسیل) یک گروه عاملی قطبی به شمار می‌رود، اگر یک اتم هیدروژن مولکول پنتانول($C_5H_{11}OH$) را با گروه عاملی هیدروکسیل جایگزین کنیم، مقدار گشتاور دوقطبی این ماده افزایش یافته و

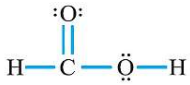

www.biomaze.ir
AzmonVIP

قابلیت مولکول‌های سازنده این ماده برای برقرار کردن پیوند هیدروژنی نیز بیشتر می‌شود. با افزایش مقدار گشتاور دوقطبی پنتانول و افزایش قابلیت مولکول‌های سازنده این ماده برای برقرار کردن پیوند هیدروژنی، مقدار انحلال‌پذیری این ماده در آب افزایش می‌یابد.

**ب:** ساختار مولکول اتیل متانوات به صورت زیر است:



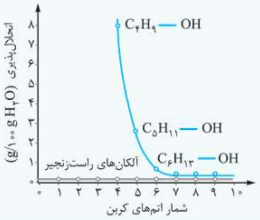
این ترکیب استری از واکنش میان اتانول(دومین عضو خانواده الکل‌ها یا همان الکل معمولی) با متانوئیک اسید(فورمیک اسید) تولید می‌شود. متانوئیک اسید با فرمول شیمیایی $HCOOH$، اولین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است که بر اثر گزش مورچه سرخ وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت متانوئیک اسید، همانند اتانوئیک اسید، به صورت طبیعی یافت می‌شود. ساختار مولکول‌های سازنده این ماده به صورت زیر است:



اتانوئیک اسید یا همان استیک اسید با فرمول شیمیایی $CH_3COOH$ نیز یک کربوکسیلیک اسید دوکربنی و دومین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است. این ماده آشناترین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها بوده و یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزمره است. برای مثال، سرکه محلول آبی ۵٪ جرمی استیک اسید به شمار می‌رود.

**پ:** فرمول مولکولی ۱-پنتانول و ۱-هپتانول، به ترتیب به صورت $C_5H_{11}OH$ و $C_7H_{15}OH$ است. این دو ترکیب الکلی، قابلیت برقرار کردن پیوند هیدروژنی را داشته و بخش قطبی(گروه عاملی هیدروکسیل) یکسانی دارند، اما چون بخش ناقطبی ۱-هپتانول در مقایسه با بخش ناقطبی ۱-پنتانول بزرگ‌تر است، قدرت نیروی وان‌دروالسی بین ذرات ۱-هپتانول قوی‌تر از ۱-پنتانول بوده و به همین خاطر، ۱-هپتانول نسبت به ۱-پنتانول دمای جوش بیشتری دارد. با توجه به توضیحات داده شده، می‌توان گفت با افزایش دمای مخلوط مایعی از ۱-پنتانول و ۱-هپتانول، ابتدا ۱-پنتانول موجود در مخلوط تبخیر می‌شود. توجه داریم که از بین دو ترکیب با فرمول مولکولی $C_5H_{11}OH$ و $C_7H_{15}OH$، درصد جرمی اکسیژن در ترکیب اول بیشتر خواهد بود؛ چراکه جرم اکسیژن موجود در مولکول این دو ماده با هم برابر است اما ترکیب اول، جرم مولی کمتری نسبت به ترکیب دوم دارد.

در الکل‌های کوچک(الکل‌های یک کربنه تا الکل‌های پنج کربنه)، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه داشته و الکل در آب محلول است. به دیگر سخن، نیروی بین مولکولی غالب در الکل‌ها تا پنج کربن از نوع هیدروژنی بوده و به همین دلیل، این الکل‌ها به خوبی در آب حل می‌شوند. با افزایش شمار اتم‌های کربن، بخش ناقطبی مولکول الکل‌ها بزرگ‌تر شده و میزان قطبیت مولکول کاهش می‌یابد. این روند سبب می‌شود که الکل‌های بزرگ‌تر در آب نامحلول بوده و در چربی حل شوند. توجه داریم که در متانول، اتانول و ۱-پروپانول، بخش قطبی به شدت بر بخش ناقطبی غلبه دارد و به همین خاطر، این الکل‌ها به هر نسبتی در آب حل شده و نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن‌ها تهیه کرد. نمودار زیر، روند تغییر انحلال‌پذیری برخی از الکل‌ها و آلکان‌ها در آب را نشان می‌دهد:




**ت:** استرها منشأ بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها و نیز عامل ایجاد کننده‌ی بو و طعم میوه‌ها هستند. همانطورکه می‌دانیم، این مواد از واکنش میان کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌ها تولید می‌شوند. جدول زیر، ویژگی‌های برخی از انواع استرهای موجود در گیاهان را نشان می‌دهد:

| ساخار کربوکسیلیک اسید سازنده | ساختار الکل سازنده | ساختار استر سازنده | نام استر | نام گل یا میوه |
|---|---|---|---|---|
| $CH_3CH_2CH_2-C(=O)-OH$ بوتانوئیک اسید | $CH_3CH_2-OH$ اتانول | $(C_6H_{12}O_2)$ | اتیل بوتانوات | آناناس |
| $CH_3-C(=O)-OH$ اتانوئیک اسید | $CH_3-(CH_2)_4-OH$ ۱ - پنتانول | $(C_7H_{14}O_2)$ | پنتیل اتانوات | موز |
| $CH_3CH_2CH_2-C(=O)-OH$ بوتانوئیک اسید | $CH_3-OH$ متانول | $(C_5H_{10}O_2)$ | متیل بوتانوات | سیب |
| $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-C(=O)-OH$ هپتانوئیک اسید | $CH_3CH_2-OH$ اتانول | $(C_9H_{18}O_2)$ | اتیل هپتانوات | انگور |

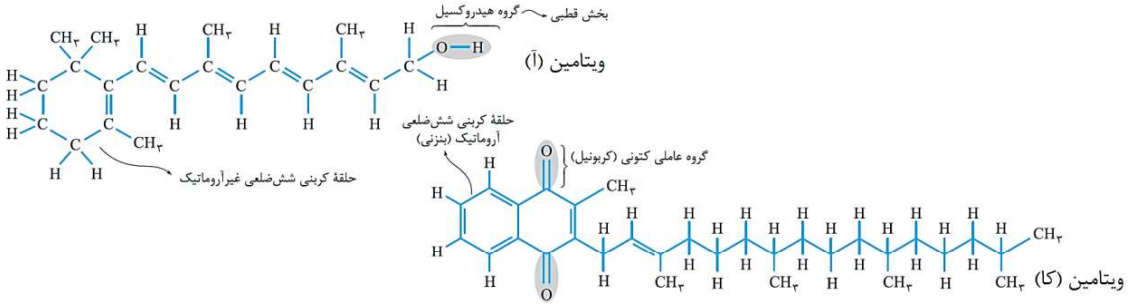


www.biomaze.ir
AzmonVIP

همانطور که مشخص است، پنتیل اتانوات بو و طعم موز را ایجاد می‌کند. توجه داریم که در ساختار پنتیل اتانوات، ۷ اتم کربن وجود دارد درحالی که بوتیل بوتانوات، یک استر ۸ کربنه است.

ذرات سازنده کربوکسیلیک اسیدها توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی را دارند اما بین ذرات سازنده استرها پیوند هیدروژنی برقرار نشده و نوع نیروی بین مولکولی در این مواد، وان‌دروالسی است. از آنجا که ایجاد پیوندهای هیدروژنی باعث افزایش دمای جوش مواد می‌شود، بین یک استر و یک اسید هم‌کربن، ترکیب اسیدی قطعا دمای جوش بالاتری خواهد داشت و در دمای بالاتری تبخیر می‌شود. برای مثال، اتیل اتانوات و بوتانوئیک اسید ایزومر یکدیگر بوده و فرمول مولکولی آن‌ها به صورت $C_۴H_۸O_۲$ است؛ اما چون اتیل اتانوات، برخلاف بوتانوئیک اسید توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را ندارد، دمای جوش یک نمونه از این ماده، کمتر از دمای جوش یک نمونه از بوتانوئیک اسید است.

**ث:** ساختار ویتامین (آ) و ویتامین (کا) به صورت زیر است:




با توجه به ساختارهای رسم شده، در ساختار مولکول ویتامین (آ)، گروه عاملی هیدروکسیل(الکلی) وجود دارد؛ درحالی که در ساختار مولکول ویتامین (کا) گروه عاملی کتونی(کربونیل) وجود دارد. خلاصه ویژگی‌های ویتامین‌های مطرح شده در کتاب درسی، به شرح جدول زیر است:

| نام ویتامین | گروه‌های عاملی | تعداد حلقه‌ها | تعداد پیوند دوگانه | آروماتیک | محلول در آب یا چربی |
|---|---|---|---|---|---|
| آ | الکلی | یک ۶ ضلعی | ۵ | × | چربی |
| ث | الکلی و استری | یک ۵ ضلعی | ۲ | × | آب |
| دی | الکلی | دو تا ۶ ضلعی و یک ۵ ضلعی | ۴ | × | چربی |
| کا | کتونی | دو تا ۶ ضلعی | ۷ | ✓ | چربی |

مصرف بیش از اندازه ویتامین‌های نامحلول در آب مانند ویتامین (کا)، می‌تواند برای بدن مشکل ایجاد کند؛ زیرا این ویتامین‌ها در ادرار نامحلول بوده و در نتیجه مقدار اضافی آن‌ها نمی‌تواند از بدن خارج شود.

گروه آموزشی ماز

**۴۴** **مخلوطی از ۶ مول استیک اسید به همراه ۶ مول ۱–پنتانول، برای تهیهٔ نوعی اسانس گرما داده شده است. اگر در پایان واکنش $۴۰/۵g$ آب تولید شود، بازدهٔ درصدی واکنش چقدر بوده و جرم استر تولید شده با درصد خلوص ۸۰٪، تقریبا برابر با چند گرم می‌شود؟**

**($H = ۱$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)**

۱) ۳۷/۵ ـ ۳۶۵/۶ ۲) ۳۷/۵ ـ ۴۸۷/۵ ۳) ۴۵ ـ ۳۶۵/۶ ۴) ۴۵ ـ ۴۸۷/۵

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مساله ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

واکنش استری شدن به صورت زیر انجام می‌شود:

$$CH_۳COOH + C_۵H_{۱۱}OH \rightleftharpoons C_۷H_{۱۴}O_۲ + H_۲O$$

در این واکنش، ۶ مول از هر واکنش‌دهنده مصرف شده است. بر این اساس، ابتدا مقدار نظری آب تولید شده را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\,H_۲O = ۶\,mol\,CH_۳COOH \times \frac{۱mol\,H_۲O}{۱\,mol\,CH_۳COOH} \times \frac{۱۸g\,H_۲O}{۱mol\,H_۲O} = ۱۰۸\,g$$

بنابراین بازدهٔ درصدی واکنش برابر خواهد بود با:

$$\text{بازدهٔ درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = \frac{۴۰/۵}{۱۰۸} \times ۱۰۰ = \text{درصد } ۳۷/۵$$

در نهایت جرم استر ناخالص تولید شده را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\,C_۷H_{۱۴}O_۲\ \text{ناخالص} = ۶\,mol\,CH_۳COOH \times \frac{۱mol\,C_۷H_{۱۴}O_۲}{۱mol\,CH_۳COOH} \times \frac{۱۳۰g\,C_۷H_{۱۴}O_۲}{۱mol\,C_۷H_{۱۴}O_۲} \times \frac{۱۰۰g\,C_۷H_{۱۴}O_۲\ \text{ناخالص}}{۸۰g\,C_۷H_{۱۴}O_۲} \times \frac{\text{مقدار عملی } ۳۷/۵}{\text{مقدار نظری } ۱۰۰}$$

$$= ۳۶۵/۶۲۵\,g$$



www.biomaze.ir
AzmonVIP

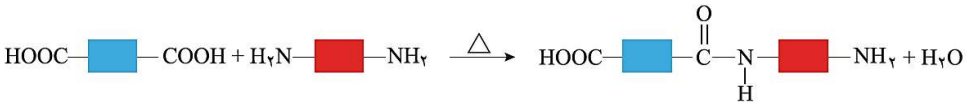
**۴۵** در مرحله نخست از واکنش تولید نوعی پلی‌آمید با فرمول مولکولی $(C_9H_{12}N_2O_2)_n$، یک دی‌آمین با مولکولی که دارای دو گروه عاملی ..... در ساختار خود است واکنش داده و با تولید ..... مولکول آب، ترکیبی با فرمول مولکولی ..... ایجاد می‌شود.

۱) هیدروکسیل ـ یک ـ $C_9H_{14}N_2O_3$
۲) هیدروکسیل ـ دو ـ $C_9H_{14}N_2O_4$
۳) کربوکسیل ـ یک ـ $C_9H_{14}N_2O_3$
۴) کربوکسیل ـ دو ـ $C_9H_{14}N_2O_4$

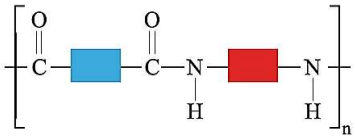
پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

واکنش مرحله اول تولید پلی‌آمیدها به صورت زیر است:

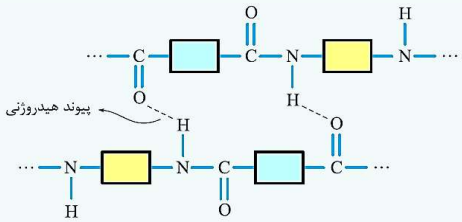


در این واکنش، یک آمید به همراه یک مولکول آب تولید شده است. ساختار پلیمری که در ادامه این فرایند تولید خواهد شد، به صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، فرمول واحد تکرار شونده این پلیمر در مقایسه با ترکیب تولید شده در مرحله اول واکنش، یک اتم $H$ و یک گروه $OH$ کمتر دارد. بر این اساس، اگر فرمول مولکولی پلیمر نهایی به صورت $(C_9H_{12}N_2O_2)_n$ باشد، فرمول مولکولی ترکیب تولید شده در مرحله اول واکنش به صورت $C_9H_{14}N_2O_3$ خواهد بود.

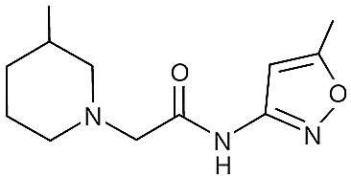
چون در ساختار پلی‌استرها هیچ اتم هیدروژنی که به اتم اکسیژن متصل باشد وجود ندارد، در یک نمونه‌ی خالص از این مواد، بین مولکول‌های پلیمری پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود. در نقطه‌ی مقابل، در یک نمونه از پلی‌آمیدها، بین اتم‌های $H$ موجود در گروه‌های عاملی آمیدی از یک رشته با اتم‌های $O$ موجود در گروه‌های عاملی آمیدی از یک رشته‌ی مجاور، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. تصویر زیر، نمایی از پیوندهای هیدروژنی برقرار شده در پلی‌آمیدها را نشان می‌دهد:




www.biomaze.ir

گروه آموزشی ماز

**۴۶** در رابطه با ترکیب مقابل، کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟



آ: شمار اتم‌های $H$ در آن با شمار اتم‌های این عنصر در نوان برابر است.

ب: شمار پیوندهای $C=C$ در آن با شمار این پیوندها در بنزن برابر است.

پ: در ساختار این ماده، همانند مولکول‌های کولار، گروه عاملی آمیدی وجود دارد.

ت: ذرات سازنده این ماده، همانند ذرات استون، با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند.

۱) آ و ب
۲) ب و پ
۳) پ و ت
۴) آ و ت

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

ترکیب مورد نظر، دارای ۳ پیوند دوگانه، ۲ حلقه، ۳ اتم نیتروژن و ۲ اتم اکسیژن وجود دارد. فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_{12}H_{19}N_3O_2$ خواهد بود. در رابطه با این ترکیب آلی، عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: نونان، نهمین عضو خانواده آلکان‌ها بوده و در ساختار مولکولی آن ۹ اتم کربن به همراه ۲۰ اتم هیدروژن وجود دارد. این در حالی است که در ساختار ترکیب نشان داده شده، ۱۹ اتم هیدروژن وجود دارد.

ب: در ساختار مولکولی بنزن، ۳ پیوند اشتراکی کربن-کربن دوگانه وجود دارد در حالی که در ساختار ترکیب نشان داده شده، فقط یک پیوند کربن-کربن دوگانه یافت می‌شود. توجه داریم که در ساختار این ترکیب، یک پیوند $C=O$ و یک پیوند $C=N$ یافت می‌شود.


AzmonVIP

**پ:** کولار نوعی پلی‌آمید بوده و در ساختار آن گروه عاملی آمیدی وجود دارد. در ساختار مولکولی ترکیب آلی داده شده نیز یک گروه آمیدی و یک گروه آمینی یافت می‌شود.

پلی‌آمیدها هم به صورت مصنوعی(ساختگی)، هم به صورت طبیعی وجود دارند. مو، ناخن، پوست بدن انسان، شاخ حیوانات و پشم گوسفند، از جمله موادی هستند که پلی‌آمیدهای طبیعی در ساختار آن‌ها وجود دارد. در نقطه مقابل، پلی‌آمیدهای ساختگی را در صنایع پتروشیمی از واکنش میان دی‌آمین‌ها و دی‌اسیدها تولید می‌کنند. کولار یکی از معروف‌ترین پلی‌آمیدهای مصنوعی است.کولار از فولاد هم جرم خود پنج برابر مقاوم‌تر بوده و از آن در تهیه تایر اتومبیل‌ها، قایق بادبانی، لباس‌های مخصوص مسابقه‌ی موتورسواری و جلیقه‌های ضدگلوله استفاده می‌شود. پوشاک دوخته شده از کولار سبک و بسیار محکم بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی مقاوم هستند.

**ت:** در ساختار ترکیب مورد نظر، اتم هیدروژن متصل به اتم نیتروژن وجود داشته و بر این اساس، ذرات سازنده این ماده می‌توانند با آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند. استون نیز دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی روی اتم اکسیژن خود بوده و ذرات آن می‌توانند با آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

گروه آموزشی ماز

**۴۷** **کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱) نشاسته یک پلیمر طبیعی است که در سیب‌زمینی یافت شده و و مونومر سازندهٔ آن با مونومر سازندهٔ سلولز یکسان است.
۲) متیل آمین، دارای ۳ پیوند $C-H$ در ساختار خود بوده و یکی از انواع آمین‌هایی است که بوی ماهی را ایجاد می‌کند.
۳) پلی‌استرها سیرنشده بوده و چون در طبیعت تجزیه نمی‌شوند، برای سالیان طولانی دست نخورده باقی می‌مانند.
۴) مواد ساخته شده از پلی‌لاکتیک اسید، در نهایت به کود تبدیل شده و ردپای کوچکی در محیط بجا می‌گذارند.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

**پاسخ تشریحی:**

تجربه نشان می‌دهد که واکنش آبکافت پلی‌استرها و پلی‌آمیدها بسیار کند است. به همین دلیل، لباس‌ها و پوشاک تهیه شده از این نوع پارچه‌ها برای مدت‌های طولانی قابل استفاده بوده و استحکام خود را حفظ می‌کنند. این در حالی است که پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده(مثل پلی‌اتن و پلی‌سیانواتن)، به انجام واکنش تمایلی نداشته و به همین خاطر، پوشاک و پوشش‌های تهیه شده از این مواد در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و برای سالیان طولانی دست نخورده باقی می‌مانند. در واقع، این پلیمرها ماندگار هستند.

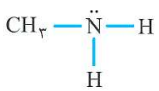
پلی‌استرها و پلی‌آمیدها می‌توانند با مولکول‌های آب و یا سایر ذرات موجود در محیط واکنش داده و به مونومرهای سازنده خود و یا سایر مواد ساده‌تر تجزیه شوند. در واقع، مولکول‌های پلیمر سازنده تار و پود انواع لباس‌ها عموما از جنس پلی‌استرها و پلی‌آمیدها هستند. این پلیمرها با گذشت زمان با مولکول‌های موجود در محیط پیرامون واکنش داده و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آن‌ها از جمله پیوندهای استری یا آمیدی موجود در آن‌ها شکسته می‌شوند. با شکستن پیوندهای موجود در ساختار پلی‌استرها و پلی‌آمیدها، استحکام الیاف پارچه کم شده و تار و پود آن به سادگی گسسته می‌شود. به همین خاطر است که هر نوع پوشاک تاریخ مصرفی دارد و پس از مدتی تار و پود آن‌ها سست و پوسیده می‌شوند. بدیهی است که هرچه آهنگ شکستن پیوندهای موجود در پلیمرها سریع‌تر باشد، فرایند پوسیده شدن پارچه سریع‌تر رخ می‌دهد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱) نشاسته پلی‌ساکاریدی است که از اتصال مولکول‌های گلوکز به یکدیگر تشکیل شده است. به عبارت دیگر، نشاسته همانند سلولز، یک پلیمر طبیعی است که مونومر سازندهٔ آن گلوکز است. توجه داریم که نشاسته در محیط مرطوب با کاتالیزگر و یا محیط گرم و مرطوب به آرامی به گلوکز تجزیه شده و مزهٔ شیرین ایجاد می‌کند.

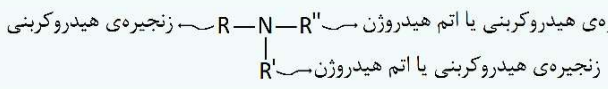
نشاسته نوعی پلی‌ساکارید با ساختار مارپیچی است. در واکنش تولید نشاسته، همه‌ی اتم‌های کربن موجود در مولکول‌های گلوکز وارد ساختار نشاسته می‌شوند، اما برخی از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن موجود در آن، در قالب مولکول‌های آب قرار گرفته و وارد ساختار نشاسته نمی‌شوند و به عنوان یک فراورده جانبی، از ساختار مواد آلی خارج می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت جرم اتم‌های کربن در نشاسته با مجموع جرم اتم‌های کربن در مونومرهای آن برابر است، اما جرم کلی پلیمر، کمتر از مجموع جرم مولی مونومرهای آن بوده و به همین خاطر، درصد جرمی اتم‌های کربن در پلیمر نهایی بیشتر از درصد جرمی اتم‌های این عنصر در مونومر مصرف شده است.

۲) فرمول مولکولی متیل آمین به صورت $CH_3NH_2$ بوده و ساختار این ماده به صورت مقابل است:



همانطور که مشخص است، در ساختار این ترکیب ۳ پیوند کربن-هیدروژن وجود دارد. توجه داریم که متیل آمین، به همراه برخی از انواع آمین‌های دیگر، بوی ماهی را ایجاد می‌کند.

آمین‌ها گروهی از ترکیب‌های آلی نیتروژن‌دار هستند که از جایگزین شدن یک، دو و یا سه مورد از اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار آمونیاک($NH_3$) با زنجیره‌های هیدروکربنی حاصل می‌شوند. ساختار کلی آمین‌ها به صورت زیر است:




در ساختار آمین‌ها اتم‌های $H$، $C$ و $N$ وجود دارد. وجود اتم $N$ در ساختار آمین‌ها، خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردی به آن‌ها داده است.

www.biomaze.ir

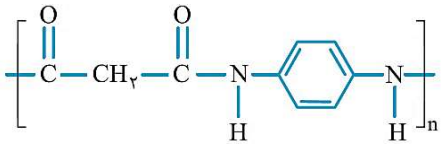


AzmonVIP

۴) به پلاستیک‌های تولید شده از پلیمرهای سبز، پلاستیک سبز گفته می‌شود. همانطور که می‌دانیم، مولکول‌های نشاسته از مونومرهای گلوکز و از عناصر $C$، $H$ و $O$ ساخته شده‌اند؛ پس می‌توان گفت که در ساختار پلاستیک‌های سبز نیز عناصر $C$، $H$ و $O$ وجود دارند. پلاستیک‌های ساخته شده با استفاده از پلی‌لاکتیک اسید، امکان تبدیل شدن به کود را دارند و به همین دلیل، ردپای کوچک‌تری در محیط زیست برجای می‌گذارند.

گروه آموزشی ماز

**۴۸** **پلیمری با ساختار زیر را در نظر بگیرید:**



**واکنش تولید یک نمونه ۴۴ گرمی از این پلیمر، در طول مدت زمان ۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه انجام شده است. سرعت متوسط مصرف ترکیب اسیدی در این واکنش برابر با چند گرم بر ساعت بوده و با استفاده از مقدار آمین مصرف شده در این واکنش، چند لیتر محلول ۰/۰۲ مولار از این ماده را می‌توان تهیه کرد؟** $(H = ۱ : g.mol^{-۱}$ **و** $C = ۱۲$ **و** $N = ۱۴$ **و** $O = ۱۶)$

۱) ۲۱۶ ـ ۱۲/۵ ۲) ۲۱۶ ـ ۲۵ ۳) ۲۰۸ ـ ۱۲/۵ ۴) ۲۰۸ ـ ۲۵

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مساله ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

واکنش تولید پلیمر مورد نظر به صورت زیر است:

$$n(C_۴H_۴O_۴) + n(C_۶H_۸N_۲) \rightarrow (C_۹H_۸N_۲O_۲)_n + ۲nH_۲O$$

جرم مولی این پلیمر برابر با $۱۷۶n$ گرم بوده و جرم مولی دی‌اسید سازنده آن نیز برابر با ۱۰۴ گرم است. با توجه به معادله این واکنش، جرم دی‌اسید مصرف شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,C_۴H_۴O_۴ = ۴۴\,g\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n \times \frac{۱\,mol\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n}{۱۷۶n\,g\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n} \times \frac{n\,mol\,C_۴H_۴O_۴}{۱\,mol\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n} \times \frac{۱۰۴\,g\,C_۴H_۴O_۴}{۱\,mol\,C_۴H_۴O_۴} = ۲۶\,g$$

با توجه به جرم اسید مصرف شده در این واکنش، سرعت مصرف این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}_{C_۴H_۴O_۴} = \frac{\text{جرم اسید مصرف شده}}{\Delta t} = \frac{۲۶\,g\,C_۴H_۴O_۴}{۷/۵\,min \times \frac{۱\,h}{۶۰\,min}} = ۲۰۸\,g.h^{-۱}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، سرعت مصرف اسید در واکنش مورد نظر برابر با ۲۰۸ گرم بر ساعت است. در قدم بعد، شمار مول‌های آمین مصرف شده در این فرایند را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,C_۶H_۸N_۲ = ۴۴\,g\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n \times \frac{۱\,mol\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n}{۱۷۶n\,g\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n} \times \frac{n\,mol\,C_۶H_۸N_۲}{۱\,mol\,(C_۹H_۸N_۲O_۲)_n} = ۰/۲۵\,mol$$

در قدم بعد، حجم محلول ۰/۰۲ مولار از این آمین که قابل تهیه است را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,L\,\text{محلول} = ۰/۲۵\,mol\,C_۶H_۸N_۲ \times \frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۰/۰۲\,mol\,C_۶H_۸N_۲} = ۱۲/۵\,L$$

گروه آموزشی ماز

**۴۹** **۶۵ گرم از یک مادهٔ آلی، در شرایط مناسب در محیط اسیدی با آب واکنش داده و ترکیب $A$ را به همراه ۹/۲ گرم اتانول تولید می‌کند. در صورتی که بازده واکنش برابر ۴۰ درصد باشد، جرم مولکولی مادهٔ $A$ و فرمول مولکولی مادهٔ اولیه کدام است؟**

$$C_nH_{۲n}O_۲ + H_۲O \xrightarrow{H^+} A + C_۲H_۵OH$$

$(H = ۱ : g.mol^{-۱}$ **و** $C = ۱۲$ **و** $O = ۱۶)$

۱) $C_۷H_{۱۴}O_۲$ ، ۱۰۲ ۲) $C_۶H_{۱۲}O_۲$ ، ۱۰۲ ۳) $C_۸H_{۱۶}O_۲$ ، ۱۱۶ ۴) $C_۹H_{۱۸}O_۲$ ، ۱۱۶

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار آن‌ها گروه استری($-COO-$) وجود دارد. فرمول شیمیایی کلی استرها به صورت $R-COO-R'$ می‌باشد که در آن $R$ معادل با اتم هیدروژن یا یک زنجیره هیدروکربنی بوده و $R'$ معادل با یک زنجیره هیدروکربنی است. توجه داریم که استرها را می‌توان از واکنش میان الکل‌ها($R'-OH$) و کربوکسیلیک اسیدها($R-COOH$) بدست آورد. در نقطه مقابل، استرها در واکنش با آب، می‌توانند به اسید و الکل سازنده خود تجزیه شوند. این واکنش، اصطلاحا به واکنش آبکافت معروف است. ابتدا با استفاده از جرم اتانول به دست آمده و بازده درصدی واکنش، مقدار مول مادهٔ آلی(ترکیب استری) مصرف شده را به دست می‌آوریم.



www.biomaze.ir
AzmonVIP

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$C_nH_{۲n}O_۲ + H_۲O \xrightarrow{H^+} A + C_۲H_۵OH$$

با توجه به معادله واکنش انجام شده، داریم:

$$?\,mol\ C_nH_{۲n}O_۲ = ۹/۲\ g\ C_۲H_۵OH \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۵OH}{۴۶\ g\ C_۲H_۵OH} \times \frac{۱\ mol\ C_nH_{۲n}O_۲}{۱\ mol\ C_۲H_۵OH} \times \frac{۱۰۰}{۴۰} = ۰/۵\ mol\ C_nH_{۲n}O_۲$$

طبق فرض سوال، ۶۵ گرم ترکیب آلی در واکنش آبکافت مصرف شده، پس جرم نیم مول از مادهٔ آلی اولیه برابر با ۶۵ گرم بوده است، بنابراین می‌توان گفت جرم مولی این ترکیب برابر با ۱۳۰ گرم است. سپس با استفاده از جرم مولی ترکیب مورد نظر، فرمول مولکولی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$C_nH_{۲n}O_۲ : ۱۲n + ۲n + ۳۲ = ۱۳۰ \quad \rightarrow \quad n = ۷ \quad \rightarrow \quad C_۷H_{۱۴}O_۲$$

از آبکافت این استر $(C_۷H_{۱۴}O_۲)$، اتانول تولید شده است بنابراین ماده $A$ باید یک ترکیب اسیدی ۵ کربنه باشد که فرمول مولکولی آن به صورت $C_۵H_{۱۰}O_۲$ است. با توجه به فرمول مولکولی اسید، می‌توان گفت جرم مولی این ترکیب برابر با ۱۰۲ گرم است.

گروه آموزشی ماز

**۵۰** **در نمونه‌های خالص از مواد داده شده در کدام گزینه، امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها وجود دارد؟**

۱) بوتانوئیک اسید، ۲-هپتانون
۲) آمونیاک، ویتامین ث
۳) اتیلن گلیکول، هیدروژن سولفید
۴) استون، اتانول

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی فقط بین مولکول‌های سازنده موادی وجود دارد که در ساختار آن‌ها، اتم هیدروژنی وجود داشته باشد که به یکی از اتم‌های اکسیژن، نیتروژن و یا فلوئور متصل شده باشد. در ساختار آمونیاک، اتم‌های هیدروژنی وجود دارند که به اتم نیتروژن متصل شده‌اند؛ پس بین مولکول‌های آمونیاک پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. در ساختار ویتامین (ث) نیز چهار گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد که در هر کدام از آن‌ها، یک اتم هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد؛ پس بین مولکول‌های این ویتامین هم پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

از میان سایر ترکیب‌های داده شده، امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های اتانوئیک اسید، اتانول و اتیلن گلیکول وجود دارد. در نقطه مقابل، امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های استون، هیدروژن سولفید و ۲-هپتانون وجود ندارد. توجه داریم که استون یک ترکیب کتونی بوده و در ساختار آن، یک اتم اکسیژن توسط پیوند $C = O$ به اتم کربن متصل شده است. هرچند که بین مولکول‌های استون در یک نمونه خالص از این ماده پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود، اما امکان تشکیل شدن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های استون و مولکول‌های آب وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir



AzmonVIP

**۵۱** ۴ هر چهار عبارت پیشنهاد شده درست هستند.

پلیمرهای A ، B ، C و D به ترتیب پلی‌سیانواتن $\{C_3H_3N\}_n$، پلی‌پروپن $\{C_3H_6\}_n$، پلی‌وینیل کلرید $\{C_2H_3Cl\}_n$ و تفلون $\{C_2F_4\}_n$ هستند.

**۵۲** ۲ عبارت‌های اول و سوم درست هستند.

**بررسی عبارت‌های نادرست:**

• آمارها نشان می‌دهد که حدود نیمی از **لباس‌های تولیدی** در جهان از پنبه تهیه می‌شود.

• در درشت‌مولکول‌ها، شمار **اتم‌های** آن‌ها بسیار زیاد است، نه شمار عنصرهای سازنده!!

**۵۳** ۲ چگالی هر نوع پلی‌اتن سبک و سنگین کم‌تر از چگالی آب بوده و بر روی آب شناور می‌مانند.

این دو نوع پلی‌اتن در سایر موارد با هم تفاوت دارند.

**۵۴** ۱ فقط عبارت سوم درست است.

**بررسی عبارت‌های نادرست:**

• شماری از پلی‌استرهای ساختگی تنها از یک نوع مونومر تشکیل شده‌اند.

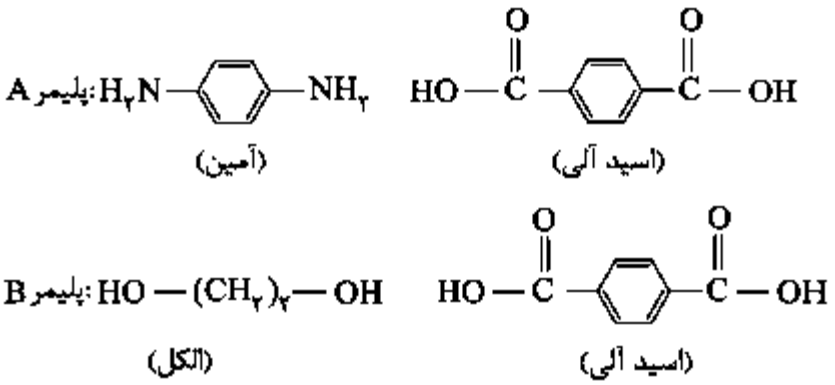
این مونومرها دارای هر دو گروه عاملی کربوکسیل و هیدروکسیل هستند.

• پوشاک دوخته‌شده از کولار، **سبک** است.

• نشاسته، **پلی‌ساکاریدی** است که از اتصال مولکول‌های گلوکز به یک‌دیگر ساخته شده است.

**۵۵** **۳** پلیمرهای A و B به ترتیب جزو پلی‌آمیدها و پلی‌استرها هستند.

در زیر مونومرهای آن‌ها آورده شده است:




درستی عبارت‌های (آ) و (ب) بدیهی است. در مورد درستی عبارت (پ) باید گفت: اگر یک $OH-$ موجود در الکل بالا را با اتم H جایگزین کنیم، مولکول اتانول (الکل معمولی) با فرمول $C_2H_5OH$ به دست می‌آید.

در مورد نادرستی عبارت (ت) نیز باید گفت که در ساختار آمین سازندهٔ پلیمر A، شمار جفت الکترون‌های پیوندی برابر با ۱۹ است.