

## سوالات آزمون گروه علوم پایه دکتری ۹۸

## استعداد تحصیلی

## بخش اول: درک مطلب

■ راهنمایی: در این بخش، دو متن به طور مجزا آمده است. هریک از متن‌ها را به دقت بخوانید و پاسخ سؤال‌هایی را که در زیر آن آمده است، با توجه به آنچه می‌توان از متن استنتاج یا استنباط کرد، پیدا کنید و در پاسخنامه علامت بزنید.

## متن (۱)

تفسیر «بور»، چه در زمان خود و چه در عصر حاضر، مورد قبول و احترام دانشمندان است. اما اخیراً نظریه دنیاهای چندگانه «اورت»، توجه دانشمندان را به سمت خود جلب کرده است. هیو اورت جوان، با اکثر مواردی که بور مطرح کرده بود، مشکلی نداشت و آنها را قبول می‌کرد. او با بور در زمینه برهم‌نهی کوانتومی و تابع موج موافق بود، اما در یک مورد حیاتی، نظریه وی را قبول نداشت. بنابر نظر اورت، مشاهده اجزای کوانتومی باعث تغییر حالت این اجزا نمی‌شود، اما این مشاهده می‌تواند شکافی در جهان ما ایجاد کند. جهان ما نسخه‌های مختلفی به اندازه حالت‌های موجود برای این ذرات کوانتومی دارد. برای مثال، فرض کنید شیء مورد بررسی، دو حالت ممکن موج و ذره را می‌تواند داشته باشد. پس بررسی نیز دو نتیجه احتمالی دارد، شیء مورد نظر یا یک ذره خواهد بود یا یک موج. هنگامی که یک دانشمند شیئی را مورد مشاهده قرار می‌دهد، شکافی در دو جهان مجزا ایجاد می‌شود. بنابراین دانشمندی در یک جهان، این شیء را موج می‌بیند و دانشمندی در جهانی دیگر، همان شیء را در حالت ذره. بنابراین، با این نظریه می‌توان حالت‌های مختلف ماده را نیز توجیه کرد.

نظریه دنیاهای چندگانه با اینکه عجیب به نظر می‌رسد، اما مفاهیمی و رای سطح کوانتوم دارد. اگر این نظریه درست باشد و عملی چند نتیجه ممکن و متفاوت داشته باشد، اگر آن عمل را انجام دهیم، درواقع دنیاهای جدا کرده و شکافی در آنها ایجاد می‌کنیم. حتی اگر آن عمل را انجام ندهیم نیز، این اتفاق می‌افتد، چرا که یکی از حالت‌های ممکن، اتفاق نیفتادن آن عمل است. یعنی اگر کاری را انجام دهیم که یکی از نتایج احتمالی باشد، نسخه دیگری از ما در جهانی موازی خواهد مرد! اینجا است که بسیاری این نظریه را ناراحت‌کننده و عذاب‌آور می‌دانند. همچنین این نظریه، خطی بودن زمان را زیر سؤال می‌برد. تاریخچه‌ای از جنگ ویتنام را در نظر بگیرید. در صورت صحیح بودن این نظریه، هر عملی از اول جنگ، چندین نتیجه خواهد داشت و هر نتیجه‌ای، چندین و چند نتیجه متفاوت دیگر. این پیچیدگی باعث ایجاد تاریخچه‌ای پیچیده و عجیب در تاریخ بشریت می‌شود.

اما یک فرد، اطلاعی از نسخه دیگر خود در جهان‌های موازی، حتی پس از مرگ نیز نخواهد داشت، پس چگونه می‌توان این نظریه را ثابت کرد؟ شواهدی برای وجود امکان درستی این نظریه در حالت تئوری، در حدود سال‌های ۱۹۹۰ میلادی توسط آزمایشی به دست آمدند. به این نوع آزمایش‌ها، آزمایش ذهن گفته می‌شود که به صورت تخیلی برای اثبات درستی و یا نادرستی یک نظریه انجام می‌گیرند. آزمایش مورد استفاده برای بررسی صحت این نظریه، خودکشی کوانتومی نام داشت. این آزمایش، بار دیگر توجهات را به سمت نظریه اورت جلب کرد، نظریه‌ای که برای سالیان دراز غلط انگاشته می‌شد. چون نظریه جهان‌های چندگانه در حالت نظری ممکن است، فیزیکدانان و ریاضیدان‌ها سعی دارند به عمق و مفهوم این نظریه پی ببرند. اما مفهوم دنیاهای چندگانه، تنها نظریه‌ای نیست که سعی در توجیه جهان دارد و صد البته، تنها نظریه‌ای نیست که وجود جهان‌های موازی را مطرح می‌کند.

کله ۱- طبق پاراگراف ۱، کدام مورد، نکته افتراق بور و اورت است؟

(۱) اینکه یک شیء ذره است یا موج

(۲) تغییرپذیری ذره کوانتوم با مشاهده

(۳) نحوه تفسیر برهم‌نهی کوانتومی

(۴) نگرش درباره تابع موج

کله ۲- کدام مورد به‌درستی، نقش پاراگراف ۲ در ارتباط با پاراگراف ۱ را نشان می‌دهد؟

(۱) برخی نتایج پذیرش نظریه‌ای که در پاراگراف ۱ آمده است را مطرح می‌کند.

(۲) با ذکر مثال‌هایی ملموس، مفاهیم انتزاعی پاراگراف ۱ را توضیح بیشتر می‌دهد.

(۳) مبانی عجیب و ناراحت‌کننده تئوری مورد بحث در پاراگراف ۱ را توصیف می‌کند.

(۴) با ذکر نتایج حاصله از تئوری مطرح‌شده در پاراگراف ۱، اختلاف بور و اورت را که در آن پاراگراف آمده است، بیشتر آشکار می‌کند.

کله ۳- کدام مورد را می‌توان به‌درستی، از متن، راجع به نظریه اورت استنباط کرد؟

(۱) برای هر عمل، تنها یک حالت ممکن و متقابل دیگر را می‌توان متصور شد.

(۲) اگر بور نبود، به شکل دیگری مطرح می‌شد.

(۳) برای مدتی مدید، نادرست فرض می‌شد.

(۴) مدل مناسبی برای تفسیر تاریخی است.

کله ۴- با توجه به متن، کدام مورد به‌درستی، نظر دانشمندان راجع به نظریه جهان‌های چندگانه را توصیف می‌کند؟

(۱) موافق در سطح نظری و نگران در سطح نتایج عملی

(۲) امکان‌پذیر از نظر تئوریک

(۳) مخالفت جانبدارانه

(۴) تردید عمیق

### متن (۲)

چرا محدود کردن کالری نتایج مثبتی را نشان می‌دهد؟ ساختار بدن انسان طوری است که در هنگام قحطی، تولید سلول‌های جدید را متوقف می‌کند تا این عمل را در روزهایی که کالری مناسبی دریافت می‌کند، دوباره از سر بگیرد. پس بهتر است که تعداد ژن‌های مؤثر در پیشگیری و مرمت سلولی را بیشتر کرده و عمل تولید سلولی را کمی کند کنیم. ما ژن‌های مخصوصی در بدن خود داریم که کمبود مواد غذایی را احساس کرده و روند پیری را کند می‌کنند و منتظر شرایطی می‌مانند که قحطی از بین برود.

با اینکه همچنان بحث بر سر مؤثر بودن رژیم محدود کردن کالری وجود دارد، اما به‌نظر می‌رسد مکانیزم این رژیم، مطابق با عملکرد سلول‌های بدن است و بر روی کاغذ می‌تواند عمر انسان‌ها را افزایش دهد. به این دلیل نیز دانشمندان با تحقیق روی این رژیم، رویه پیری را مورد بررسی قرار می‌دهند و در تلاش برای یافتن دارویی برای افزایش عمر هستند. ممکن است نام برخی از این داروها را شنیده باشید. «رزوراترول» دارویی معروف است که در پوست انگور یافت می‌شود و دارویی است که تبلیغ زیادی بر روی آن انجام شده است. اما متأسفانه شواهد کافی برای مؤثر بودن این دارو در دست نیست. دارویی که کمتر شناخته شده اما بسیار مهم است، «راپامایسین» نام دارد. این دارو در واقع در خاکی که از جزیره ایستر جمع‌آوری شده بود، یافت شده است. راپامایسین مجوز دارویی دارد و برای افرادی که عمل پیوند عضو را گذرانده‌اند، به منظور پس زدن عضو جدید، تجویز می‌شود. بعد از سال‌ها دانشمندان متوجه تأثیر این دارو بر کند شدن فرایند پیری نیز شدند. با اینکه رزوراترول، دارویی است که بیشتر شناخته شده است، اما راپامایسین، دارویی است که مشاهدات آزمایشگاهی، مؤثر بودن آن را بیشتر تصدیق می‌کنند. راپامایسین در آزمایشگاه روی قارچ‌ها، موش‌ها و برخی پستانداران آزمایش شده و نتایج مثبتی به‌دست آمده است.

**PART A: Grammar**

**Directions:** Select the answer choice (1), (2), (3) or (4) that best completes the blank. Then mark the correct choice on your answer sheet.

31- Thunder is caused by lightning, ..... essentially a stream of electrons flowing between or within clouds or between a cloud and the ground.

- 1) which is                      2) that is                      3) to be                      4) it is

32- In ancient Egypt and India, people produced large blocks of ice with the help of evaporative cooling (the principle ..... draw heat from their surroundings).

- 1) water molecules that vaporizes                      2) that vaporizing water molecules  
3) to vaporize water molecules                      4) water molecules are vaporized

33- By the end of the 1800s, naturally occurring reserves of nitrogen-based compounds had been so badly depleted by their use as fertilizers ..... some feared a worldwide famine when supplies ran out.

- 1) that                      2) then                      3) which                      4) when

34- Work is currently under way on planes that could potentially fly ..... the speed of sound.

- 1) faster than 20 times of                      2) more than 20 times as much as that of  
3) at 20 times                      4) 20 times faster than that of

35- In 1894, ..... by the theories of physicist James Clerk Maxwell, Italian physicist Guglielmo Marconi began work on a technique to transmit electromagnetic signals through the air over long distances.

- 1) when was inspired                      2) having inspired                      3) to be inspired                      4) inspired

36- Because concrete generates considerable heat as it sets, large volumes can become exceedingly hot, .....

- 1) so the material's structural strength damaged                      2) that damages the material's structural strength  
3) and the material's structural strength damages                      4) damaging the material's structural strength

37- Back in the 1966 movie *Fantastic Voyage*, a band of intrepid travelers were scrunched down to the size of blood cells ..... they could swim through the veins of a big-shot diplomat and destroy a life-threatening blood clot.

- 1) so that                      2) since                      3) as though                      4) in which

38- The space telescope, after all, has broken all kinds of records, including probably .....

- 1) any single astronomical project produces the most newspaper headlines  
2) the most newspaper headlines produced by any single astronomical project  
3) producing the most newspaper headlines by any single astronomical project  
4) the most newspaper headlines of any single astronomical project is ever produced



## پاسخنامه آزمون گروه علوم پایه دکتری ۹۸

## استعداد تحصیلی

## بخش اول: درک مطلب

## پاسخ سؤالات متن (۱)

۱- گزینه «۲» در پاراگراف اول به وضوح آمده است که اورت با بور در زمینه‌ی نگرش درباره‌ی تابع موج و تفسیر برهم‌نهی کوانتومی هم‌نظر بود؛ ولی برخلاف بور معتقد بود که مشاهده‌ی اجزای کوانتومی باعث تغییر حالت این اجزا نمی‌شود و هر دو حالت موج و ذره بودن شیء همزمان وجود دارد.

۲- گزینه «۱» در پاراگراف دوم درباره‌ی جهان‌های چندگانه صحبت می‌شود که نتیجه‌ی پذیرش نظریه‌ی اورت می‌باشد. پس گزینه (۱) صحیح است.

۳- گزینه «۳» در پاراگراف سوم به صراحت آمده است که نظریه‌ی اورت برای سالیان دراز غلط انگاشته می‌شد.

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۱): طبق نظریه‌ی اورت و جهان‌های چندگانه تمام حالات ممکن برای یک مسئله متصور است.

بررسی گزینه (۲): نویسنده در مورد شباهت و تفاوت‌های نظریه‌های بور و اورت نوشته است اما رابطه‌ی علی بین این دو را مطرح نکرده است.

بررسی گزینه (۴): طبق جمله‌ی آخر پاراگراف دوم، این مدل تفسیر تاریخ را پیچیده‌تر می‌کند.

۴- گزینه «۲» در پاراگراف سوم نویسنده با صراحت از ممکن بودن این نظریه در حالت نظری صحبت می‌کند و این که دانشمندان در حال بررسی عمیق‌تر آن هستند.

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۱): در متن چیزی نیامده است که مبنی بر موافق بودن دانشمندان با این نظریه باشد، بلکه صرفاً بیان شده است که در حال بررسی این نظریه هستند.

بررسی گزینه (۳): صحبتی از مخالفت جانبدارانه با این نظریه نشده است.

بررسی گزینه (۴): دانشمندان به دنبال پی بردن به عمق این نظریه هستند، نه اینکه در آن تردید عمیق داشته باشند.

## پاسخ سؤالات متن (۲)

۵- گزینه «۴» با توجه به جمله‌ی آخر متن مشخص است که پاراگراف بعدی باید درباره‌ی روش‌های دیگر افزایش طول عمر باشد. پس گزینه (۴) صحیح است.

بررسی گزینه (۲): این گزینه به این دلیل غلط است که هنوز درباره‌ی روش‌های دیگر افزایش طول عمر مطلبی نیامده است که مقایسه امکان‌پذیر باشد.

۶- گزینه «۴» در پاراگراف سوم آمده است که راپامایسین از طریق رویه‌ی سیرتوئین روی افزایش طول عمر اثر می‌گذارد که رویه‌ای مجزا از رویه‌ی نشان انسولین است. پس این گزینه صحیح است.

نادرستی سایر گزینه‌ها:

بررسی گزینه (۱): مطلبی درباره‌ی افزایش تبلیغات بر روی راپامایسین نیامده است.

بررسی گزینه (۲): نویسنده صحبتی از آزمایش‌های بیشتر روی راپامایسین نکرده است بلکه از موفقیت‌آمیزتر بودن آن‌ها گفته است.

بررسی گزینه (۳): این دارو به منظور پس‌زدن عضو جدید توسط بیماران پیوند عضو استفاده شده و بعدها دانشمندان متوجه تأثیرات آن روی افزایش طول عمر شدند. لزوماً فقط عمر افرادی که پیوند عضو انجام داده‌اند را افزایش نمی‌دهد.

## بخش اول: دستور زبان

در سؤالات زیر، از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) پاسخی را انتخاب کنید که به بهترین نحو جای خالی را پر کند. آنگاه پاسخ‌تان را روی پاسخنامه علامت بزنید.

۳۱- گزینه «۱» تندر در اثر رعد و برق ایجاد می‌شود که اساساً جریانی از الکترون‌ها است که بین ابرها یا بین ابر و زمین در جریان هستند. توضیح گرامری: اگر جمله را ترجمه کنیم، می‌بینیم به یک گزاره وصفی برای جای خالی نیاز داریم. پس گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست هستند چون ضمیر موصولی ندارند. ضمناً گفتیم بعد از کاما that کاربرد ندارد؛ پس گزینه ۲ هم نادرست است. حالا فقط گزینه (۱) می‌ماند که در اینجا lightening مرجع و از جای خالی به بعد هم گزاره وصفی است. البته چون گزاره وصفی ما بعد از کاما به کار رفته، از نوع غیرضروری است.

۳۲- گزینه «۲» در مصر و هند باستان، مردم با کمک سردسازی تبخیری (یعنی این اصل که مولکول‌های بخار آب، گرما را از محیط خود جذب می‌کنند) یخ تولید می‌کردند.

توضیح گرامری: برای پاسخگویی فقط به اطلاعات داخل پرانتز نیاز داریم. پس بیایید داخل پرانتز را تحلیل کنیم. The principle فاعل ما است؛ پس (۱) و (۴) حذف می‌شوند چون هر کلاز (جمله‌واره) یک فاعل نیاز دارد نه بیشتر. ضمناً در مبحث گزاره اسمی گفتیم یکی از کاربردهای that clause این است که بعد از یک‌سری اسم مثل principle, view, belief و .... بیاید. پس فقط (۲) صحیح است.

۳۳- گزینه «۱» تا پایان دهه ۱۸۰۰، منابع و مخازن طبیعی ترکیبات نیتروژنی به‌خاطر کاربردشان به‌عنوان کود شیمیایی چنان به پایان رسیدند که برخی می‌ترسیدند هنگام اتمام این مخازن، قحطی سرتاسر جهان را در برگیرد. توضیح گرامری: تست خیلی راحتی است. نویسندگان از الگوی زیر استفاده کرده است:

so + صفت + that ⇒ ... So badly depleted ... that ...

۳۴- گزینه «۳» محققان در حال حاضر روی هواپیماهایی کار می‌کنند که می‌توانند ۲۰ برابر سرعت صوت پرواز کنند. توضیح گرامری: در گزینه‌های (۲) و (۴) اساساً معلوم نیست that به چه چیزی برمی‌گردد؛ پس هر دو نادرست هستند. گزینه (۱) هم به این دلیل نادرست است که قاعدتاً می‌گوییم 20 times faster than نه faster than 20 times.

۳۵- گزینه «۴» در سال ۱۸۹۴، فیزیکدان ایتالیایی به نام گولیلمو مارکونی که از نظریه‌های جیمز کلرک ماکسول الهام گرفته بود، شروع به پژوهش در مورد فنی برای انتقال سیگنال‌های الکترومغناطیسی از طریق هوا در طول فواصل زیاد کرد.

توضیح گرامری: خب بدل مدنظر سؤال است. پس گزینه‌های (۱) و (۳) حذف می‌شوند. حالا بیایید صورت سؤال را بررسی کنیم. بعد از جای خالی by آمده که نشانه ساختار مجهول است، اما گزینه (۲) که فعل مجهول نیست؛ پس این گزینه هم نادرست است. برای اینکه ببینیم چرا گزینه (۴) صحیح است باید اول اصل جمله را پیدا کنیم که این‌گونه بوده است:

In 1894, Italian physicist Guglielmo Marconi, **who was inspired by the theories** ....., began work ....

خب قسمتی را که بولد (تیره) کردیم، گزاره وصفی غیرضروری است چون بین دو کاما قرار گرفته است. حالا می‌توانیم گزاره وصفی را کوتاه کنیم:

In 1894, Italian physicist Guglielmo Marconi, **inspired by the theories** ....., began work ....

حالا قسمت بولدشده، بدل غیرضروری است. گفتیم بدل را می‌توانیم به قبل از مرجع انتقال دهیم. پس داریم:

In 1894, **inspired by the theories** ....., Italian physicist Guglielmo Marconi began work ....



۳۶- گزینه «۴» بتن زمانی که سخت می‌شود، گرمای زیادی ایجاد می‌کند و در نتیجه در حجم زیاد، باعث تولید گرمای زیادی می‌شود که این امر به نوبه خود می‌تواند بر توان و مقاومت سازه‌های مصالح آسیب بزند.

**توضیح گرامری:** اول از همه اینکه *that* بعد از *کاما* استفاده نمی‌شود. پس گزینه (۲) نادرست است. گزینه (۱) هم نادرست است چون بعد از *so* که یک حرف ربط همپایه‌ساز است، باید جمله بیاوریم، اما اینجا جمله نداریم. گزینه (۳) هم نادرست است چون فعل *damage* متعدی است، یعنی بعد از آن باید مفعول بیاید؛ در حالی که مفعول نداریم. پس فقط گزینه (۴) صحیح است. اما چرا؟

یادتان هست در مبحث گزاره وصفی گفتیم استثنائاً مرجع ضمیر موصولی *which* می‌تواند جمله هم باشد. اینجا همین مسئله مطرح است، یعنی اول داشتیم:

.....large volumes can become exceedingly hot, which damages the material's structural strength

در اینجا قسمتی که زیر آن را خط کشیده‌ایم، مرجع جمله ما است. حالا می‌توانیم ضمیر موصولی را حذف کنیم و به فعل *ing* بدهیم. یعنی:

.....large volumes can become exceedingly hot, damaging the material's structural strength

۳۷- گزینه «۱» در فیلم سفر معجزه‌آسا، چند فرد ماجراجوی شجاع، به اندازه سلول‌های خونی کوچک شدند تا بتوانند داخل رگ‌های دیپلمات کله‌گنده شنا کنند و لخته خونی خطرناک او را نابود سازند.

**توضیح گرامری:** چون در گزینه‌ها حرف ربط وابسته‌ساز داریم، تست ما بیشتر جنبه مفهومی دارد تا گرامری. با این حساب مجبوریم صورت سؤال را ترجمه کنیم تا به جواب صحیح برسیم. چون جای خالی را به صورت «تا» ترجمه کردیم پس *so that* را انتخاب می‌کنیم که اینجا هدف را نشان می‌دهد.

(۱) تا (۲) چون که (۳) گویی (۴) که در آن

۳۸- گزینه «۲» تلسکوپ فضایی، همه رکوردها از قبیل تیتراهای ایجادشده در اثر هر پروژه نجومی دیگر را شکسته است.

**توضیح گرامری:** فعل *include* به معنی شامل‌شدن متعدی است؛ یعنی بعد از آن به مفعول نیاز داریم. مفعول که نباید فعل اصلی داشته باشد؛ پس گزینه (۱) به‌خاطر فعل *produce* و گزینه (۴) به‌خاطر فعل *is produced* هر دو حذف می‌شوند. گزینه (۳) هم که کلاً بی‌معنی است. فقط گزینه (۲) صحیح است که اصل آن این‌طور بوده است:

..... the most newspaper headlines **which are produced** by any single ....

### بخش دوم: واژگان

دستورالعمل: در سؤالات زیر، از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) پاسخی را انتخاب کنید که به بهترین نحو جای خالی را پر کند. آنگاه پاسخ‌تان را روی پاسخنامه علامت بزنید.

۳۹- گزینه «۴» ده سال قبل چنین تلسکوپ‌های بزرگی غیرممکن بودند اما از آن به بعد، مهندسان، راه‌های مختلفی برای ساخت و حمایت از آینه‌های بزرگ و سنگین‌شان پیدا کرده‌اند.

(۱) بازتاب کردن (۲) تکرار کردن (۳) تشخیص دادن (۴) ساختن

۴۰- گزینه «۳» یک سری نیروی طبیعی و انسانی پل‌ها را تهدید می‌کنند که شامل تجزیه در اثر آب‌نمک، خاک‌های خورنده، ترافیک سنگین و تخریب عظیم ناگهانی در اثر زمین‌لرزه می‌شوند.

(۱) غیرقابل انعطاف (۲) کند، آهسته (۳) بزرگ، عظیم (۴) طعنه‌آمیز

۴۱- گزینه «۱» برای این که یک ساختمان را آزمایش کنیم باید توانایی آن را برای تحمل تندباد و زمین‌لرزه بسنجیم.

(۱) تحمل کردن (۲) بازداري کردن (۳) مستحکم کردن (۴) انکار کردن

۴۲- گزینه «۳» مطالعه آب و هوای کنونی شامل داده‌های هواشناسی جمع‌آوری شده در طول چند سال می‌باشد از قبیل داده‌های بارش، دما و آرایش جوی.

- (۱) پیچیده کردن (۲) اطمینان دادن (۳) انباشته کردن (۴) تخمین زدن

۴۳- گزینه «۴» استفاده از حیوانات در آزمایش‌ها اغلب ناکارآمد است چون حیوانات، بسیاری از بیماری‌هایی که انسان به آن مبتلا می‌شود را نمی‌گیرند.

- (۱) عملی، واقع‌گرایانه (۲) اجتناب‌ناپذیر (۳) معتبر، موثق (۴) ناکارآمد

۴۴- گزینه «۴» اثر «حفظ حیات» که اثری جامع و جذاب است و توسط اریک چیوین و آرون برنشتین ویراستاری شده است، بیان می‌کند که حفظ تنوع زیستی و سلامتی بشر در هم تنیده هستند و نمی‌توان یکی از آنها را به قیمت دیگری داشت.

- (۱) معکوس کردن (۲) وساطت کردن (۳) قدغن کردن (۴) به هم پیچیدن

۴۵- گزینه «۲» ژاپن که در سال ۱۹۸۲ مایل نبود در مقابل جریان‌های بی‌پایان آب و هوا و زمان تسلیم شود، دیواری ایجاد کرد تا از فرسایش مخروط کوه مقدس فوجی جلوگیری کند.

- (۱) ضعیف، نازک (۲) سنگدل، تغییرناپذیر (۳) ذاتی (۴) خفته، خاموش

۴۶- گزینه «۳» پژوهش اخیر نشان می‌دهد که رواج و گاهی اوقات استفاده نادرست از تلفن همراه و کامپیوتر باعث تردید در برخی از افراد در مورد مزایای فناوری شده است.

- (۱) برداشت، احساس (۲) تکانه، ضربه (۳) تردید، دوسوگرایی (۴) نادانی، بی‌خردی

۴۷- گزینه «۱» نمونه‌ای از تغییر و تحول در زندگی پروانه دیده می‌شود. پروانه‌ها دچار یک تغییر و تحول چهار مرحله‌ای از تخم تا لیسسه، شفیره و بزرگسال می‌شوند.

- (۱) تغییر و تحول (۲) ناپیدی (۳) انتشار (۴) افزونگی، حشو

۴۸- گزینه «۳» هنگامی که شما برای سخنرانی خود برنامه‌ریزی می‌کنید، از این مسئله اطمینان حاصل کنید که مثال‌های شما به موضوعتان مرتبط باشند. باید از مثال‌هایی استفاده کنید که با موضوع مورد بحث شما ارتباط دارند.

- (۱) در مغایرت با (۲) خالی از، تهی از (۳) مرتبط با (۴) پر از، مملو از

۴۹- گزینه «۴» بسیاری از مردم امروزه از سهولت در خرید، بانکداری و پرداخت آنلاین قبوض برخوردار هستند. اما، اگر اطلاعات شخصی شما به صورت ایمن رمزگذاری نشود، مشکلاتی به وجود می‌آیند.

- (۱) مداخله کردن (۲) افشا کردن (۳) نادیده گرفتن (۴) رمزگذاری کردن

۵۰- گزینه «۲» در دهه ۱۹۶۰، تاریخ‌دان‌ها احتمال دادند که در مرگ ناپلئون، سال ۱۸۲۱ در جزیره اس.تی. هلنا، جنایتی صورت گرفته است. در نتیجه ترتیبی صورت گرفت تا جنازه وی از خاک بیرون کشیده شود و نمونه‌ای از موی او برداشته شد. چون مو پوسیده نمی‌شود، دانشمندان توانستند روی آن مطالعاتی انجام دهند و به دنبال مواد سمی باشند.

- (۱) تکامل یافتن، نمایان شدن (۲) پوسیده شدن (۳) ایستادگی کردن، پشتکار داشتن (۴) از رمق انداختن



## سؤالات زیست فناوری میکروبی

مجموعه دروس تخصصی (بیوشیمی - بیوفیزیک - میکروبیولوژی - ژنتیک - زیست‌شناسی سلولی و مولکولی - بیوتکنولوژی فرآورده‌های تخمیر - مهندسی پروتئین - ژنتیک یوکاریوت‌ها و ژنتیک پروکاریوت‌ها - بیوانفورماتیک)

۱- کدام یک از رزین‌های سفادکس زیر برای نمک‌زدایی مناسب است؟

- (۱) G-۲۵ (۲) G-۵۰ (۳) G-۱۰۰ (۴) G-۲۰۰

۲- اگر ثابت‌های سرعت برای یک واکنش فرضی برابر مقادیر زیر باشد و مقدار  $k_1 \gg k_2$  باشد، مقدار  $K_m$  چقدر است؟

$$k_1 = 10^4 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} \quad k_{-1} = 3 \times 10^2 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} \quad k_2 = 10^1 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$$

- (۱) ۰/۰۱ (۲) ۰/۰۲ (۳) ۰/۰۳ (۴) ۰/۰۴

۳- ساختار کدام پروتئین متشکل از دو مارپیچ آلفای راستگرد است که ابرمارپیچ چپگرد را تشکیل می‌دهد؟

- (۱) کلاژن (۲) کراتین (۳) الاستین (۴) فیبروئین تار ابریشم

۴- کدام تکنیک جهت بررسی ساختار دوم پروتئین به کار می‌رود؟

- (۱) ESR (۲) FTIR (۳) طیف‌سنجی UV - visible (۴) الکتروفورز دوبعدی

۵- در بیوسنتز IMP، واکنش بسته شدن حلقه شش‌ضلعی بین عامل آمین  $(-\text{NH}_2)$  و کدام گروه صورت می‌پذیرد؟

- (۱) متیل  $(-\text{CH}_3)$  (۲) کربوکسیل  $(-\text{C}-\text{OH})$  (۳) متیلن  $(-\text{CH}_2-)$  (۴) فورمیل  $(-\text{C}=\text{O})$

۶- نسبت درجه اکسید شدن یک مولکول گلوکز در مسیر اکسیداتیو پنتوز فسفات به درجه اکسید شدن یک مولکول گلوکز در مسیر تنفسی گلیکولیز + چرخه کربس) کدام است؟

- (۱)  $\frac{4}{24}$  (۲)  $\frac{25}{100}$  (۳)  $\frac{2}{6}$  (۴)  $\frac{6}{6}$

۷- امکان و مسیر انجام فرایندها به ترتیب در کدام قوانین ترمودینامیک مشخص می‌شوند؟

- (۱) قانون صفر - قانون اول (۲) قانون دوم - قانون اول (۳) قانون اول - قانون دوم (۴) قانون صفر - قانون دوم

۸- در کدام یک از روش‌های زیر، ساختار سه‌بعدی ماکرومولکول‌ها در دمای برودت (دمای نیتروژن مایع) بررسی می‌شود؟

- (۱) Solution NMR (۲) Cryo-Electron Microscopy (۳) X-Ray Crystallography (۴) Circular Dichroism

۹- چه تعداد پیوند هیدروژنی در زنجیره اصلی یک مارپیچ آلفای ۱۵ اسید آمینه‌ای وجود دارد؟

- (۱) ۱۱ (۲) ۱۵ (۳) ۲۲ (۴) ۳۰

۱۰- برای شناسایی مقادیر بسیار کم از یک ماده (در مقیاس نانومول)، کدام روش زیر را پیشنهاد می‌کنید؟

- (۱) رزونانس مغناطیس هسته‌ای (NMR) (۲) الکتروفورز دوبعدی (2D - E) (۳) دورنگ‌نمایی دورانی (CD) (۴) طیف‌سنجی جرمی (MS)

۱۱- در بافت زنده، کدام پرتو رادیواکتیو بیشترین یونیزاسیون خطی را ایجاد می‌کند؟

- (۱) پرتو پوزیترون (۲) پرتو نگترون (۳) پرتو آلفا (۴) پرتو گاما

۱۲- از کدام روش زیر می‌توان برای بررسی محتوای ساختار دوم پروتئین استفاده نمود؟

- (۱) دورنگ‌نمایی دورانی در ناحیه دور (۲) فلورئورسانس مبتنی بر نشر ANS (۳) فلورئورسانس مبتنی بر کروموفورهای داخلی (۴) دورنگ‌نمایی دورانی در ناحیه نزدیک



۲۴- حامل‌های بیانی (expression vectors) در کدام یک از موارد زیر، حامل‌های کلون‌ساز (Cloning vectors) متفاوت‌اند؟

- (۱) عناصر کنترل بیان (۲) منشأ همانندسازی یگانه (۳) ژن‌های نشانگر مناسب (۴) محل‌های برشی بی‌همتا

۲۵- کدام یک از فاکتورهای شروع ترجمه در یوکاریوت‌ها، نقشی معادل فاکتور «IF<sup>۳</sup>» در پروکاریوت‌ها دارد؟

- (۱) eIF-۶ (۲) eIF-۵ (۳) eIF-۴ (۴) eIF-۲

۲۶- کدام یک از فاکتورهای زیر طی فرایند نوترکیبی نقش Resolvase را در از بین بردن ساختار هالیدی ایفا می‌کند؟

- (۱) RuvA (۲) RuvB (۳) RuvC (۴) RuvD

۲۷- از غشای کدام یک از اندامک‌های زیر پروتئین‌ها می‌توانند به صورت تاخوردۀ عبور کنند؟

- (۱) پراکسی زوم و هسته (۲) میتوکندری و شبکه آندوپلاسمی  
(۳) کلروپلاست و میتوکندری (۴) شبکه آندوپلاسمی و پراکسی زوم

۲۸- سنتز کدام یک از لیپیدهای زیر در شبکه آندوپلاسمی شروع و در دستگاه گلژی تکمیل می‌شود؟

- (۱) اسفنگومیلین (۲) کاردیولیپین (۳) فسفاتیدیک اسید (۴) گلیکوگلیسرولیپید

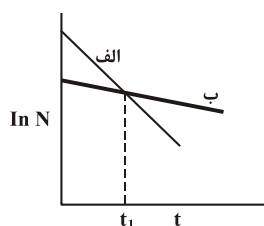
۲۹- کدام یک از تغییرات شیمیایی زیر در آنزیم RNA Pol II منجر به فعال شدن کمپلکس پیش‌آغازی رونویسی می‌شود؟

- (۱) Acetylation (۲) Methylation (۳) Phosphorylation (۴) Ubiquitination

۳۰- کدام موارد در رابطه با نقش پورومایسین (Puromycin) در مهار ترجمه صحیح‌اند؟

- a. ساختاری شبیه به Tyrosyl-tRNA دارد.  
b. با قرار گرفتن در جایگاه P ریبوزوم مانع از فعالیت پپتیدیل ترانسفرازی آن می‌شود.  
c. با قرار گرفتن در جایگاه A ریبوزوم مانع از فعالیت پپتیدیل ترانسفرازی آن می‌شود.  
d. با قرار گرفتن در جایگاه P ریبوزوم مانع از اتصال Tyrosyl-tRNA موجود در جایگاه A به پپتید در حال سنتز می‌شود.  
e. با قرار گرفتن در جایگاه A ریبوزوم و اتصال به پپتید در حال سنتز در جایگاه P مانع از ادامه ترجمه می‌شود.  
f. با قرار گرفتن در جایگاه E ریبوزوم مانع از خروج پپتید در حال سنتز از آن می‌شود.
- (۱) c, e (۲) b, d (۳) a, f (۴) a, e

۳۱- نمودار زیر اثر زمان حرارت‌دهی (t) بر تعداد (N) دو نوع باکتری (الف و ب) در محیط کشت در طی فرایند استریلیزاسیون با بخار را نشان می‌دهد. کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟



- (۱) مقاومت حرارتی باکتری الف از باکتری ب بیشتر است.  
(۲) بعد از زمان  $t_1$ ، کاهش تعداد باکتری‌ها وابسته به باکتری الف است.  
(۳) تا قبل از زمان  $t_1$ ، در طول فرایند استریلیزاسیون، کاهش تعداد باکتری‌ها وابسته به باکتری ب است.  
(۴) تا قبل از زمان  $t_1$ ، کاهش تعداد باکتری‌ها وابسته به تخریب جمعیت باکتری‌های حساس به حرارت است.

۳۲- کدام گزینه در مورد فرآیندهای کشت پیوسته (continuous) و ناپیوسته (batch) صحیح است؟

- (۱) کنترل و اتوماسیون فرآیند کشت پیوسته از ناپیوسته دشوارتر است.  
(۲) بازدهی (yield) فرآیند کشت پیوسته از ناپیوسته بیشتر است.  
(۳) امکان آلودگی در کشت پیوسته از ناپیوسته کمتر است.  
(۴) بهره‌دهی توده زیستی (productivity) در فرایند کشت پیوسته از ناپیوسته بیشتر است.

۳۳- در همه موارد زیر از کشت ناپیوسته با خوراک‌دهی (fed-batch) استفاده می‌شود، به جز:

- (۱) دستیابی به غلظت‌های سلولی بالاتر  
(۲) مهار محصولات جانبی فرایند  
(۳) مهار کاتابولیتی (Catabolite Repression)  
(۴) دستیابی به شدت رشد ویژه ثابت در شرایط پایا

## پاسخنامه زیست فناوری میکروبی

### مجموعه دروس تخصصی (بیوشیمی - بیوفیزیک - میکروبیولوژی - ژنتیک - زیست‌شناسی سلولی و مولکولی - بیوتکنولوژی فرآورده‌های تخمیر - مهندسی پروتئین - ژنتیک یوکاریوت‌ها و ژنتیک پروکاریوت‌ها - بیوانفورماتیک)

۱- گزینه «۱» کروماتوگرافی از مهم‌ترین روش‌های جداسازی، تخلیص و شناسایی مواد است. اساس این روش به کارگیری دو فاز ثابت و متحرک می‌باشد که نمونه‌های مورد نظر ابتدا در فاز متحرک حل شده، سپس از فاز ثابت عبور داده می‌شوند. نمونه‌ها براساس اندازه، وزن مولکولی، بار الکتریکی یا میزان تمایل آن‌ها نسبت به فاز ثابت با آن میان‌کنش داده و بین دو فاز ثابت و متحرک تفکیک می‌شوند. معمولی‌ترین ترکیبی که برای فاز ثابت، تحت عنوان ژل به کار می‌رود، دکستران می‌باشد که پلیمری از گلوکز است. سفادکس نوعی از دکستران است که با اپی‌کلروهیدرین پیوند داده است و شکل دانه‌ای دارد. انواع مختلف سفادکس در میزان اتصالات متقاطع و در نتیجه در میزان جداسازی وزن‌های مولکولی مختلف متفاوت هستند. سفادکس G-۲۵ یکی از هشت نوع متفاوت سفادکس است که از G-۱۰ تا G-۲۰۰ به ترتیب برای مولکول‌های کوچک تا مولکول‌های بزرگ استفاده می‌شود. سفادکس G-۲۵ از رزین‌های مناسب برای نمک‌زدایی در کروماتوگرافی است که سرعت بالایی دارد و ناخالصی‌ها را جدا کرده و بافر تازه را در یک مرحله استخراج می‌کند. سفادکس G-۵۰ برای خالص‌سازی DNA در ژل فیلتراسیون مناسب است. سفادکس‌های G-۱۰۰ تا G-۲۰۰ نیز برای مولکول‌های بزرگ‌تر مانند ایمنوگلوبولین‌ها مناسب هستند.

۲- گزینه «۳» در واکنش فرضی مقابل:

$$E + S \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} ES \xrightarrow{k_2} E + P$$

ثابت  $k_m$  از معادله  $k_m = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1}$  به دست می‌آید.

درحالتی که  $k_{-1}$  بسیار بزرگ‌تر از  $k_2$  باشد در چنین شرایطی، تفکیک کمپلکس ES به E و S سریع‌تر از تشکیل محصول انجام می‌شود ( $k_{-1} \gg k_2$ ) و

معادله  $k_m$  به صورت  $k_m \approx \frac{k_{-1}}{k_1}$  به دست می‌آید.

$$k_m = \frac{3 \times 10^2}{10^4} = 0.03$$

۳- گزینه «۲» پروتئین کراتین بخش اصلی بافت‌هایی مثل پوست و مو را تشکیل می‌دهد. ساختمان کراتین (keratin) که یک پروتئین فیبری می‌باشد، متشکل از مارپیچ‌های آلفای راست‌گرد است که یک ابرمارپیچ چپ‌گرد را تشکیل می‌دهد.

پروتئین کلاژن از سه زنجیره بلند شکل می‌گیرد که به‌طور محکم به صورت یک مارپیچ سه‌تایی (triple helix) به یکدیگر پیچیده شده‌اند. پروتئین الاستین در بافت‌های پیوندی، غضروف‌ها و تاندون‌ها وجود دارد؛ مانند کلاژن. این پروتئین توسط فیبروبلاست‌ها ساخته می‌شود اما در مقایسه با کلاژن فاقد مارپیچ سه‌تایی و کربوهیدرات می‌باشد.

فیبروئین ابریشم از زنجیره‌های سبک و زنجیره‌های سنگین تشکیل شده است که به وسیله پیوندهای دی‌سولفیدی به یکدیگر متصل شده‌اند.

۴- گزینه «۲» طیف‌سنجی FTIR زیرمجموعه‌ای از طیف‌سنجی IR است که به دلیل استفاده از تبدیل ریاضی فوری مزایای زیادی نسبت به دستگاه IR معمولی دارد که از جمله می‌توان به سرعت بالای جمع‌آوری اطلاعات و نسبت سیگنال به نویز بهتر اشاره کرد.

با استفاده از طیف‌سنجی FTIR می‌توان ساختمان‌های ثانویه نظیر مارپیچ  $\alpha$  و صفحات  $\beta$  در پروتئین‌ها، گروه‌های عاملی و همچنین پیوندهای موجود در مولکول‌های آن را مورد بررسی قرار داد.

ESR یا الکترون اسپین رزونانس یک تکنیک طیف‌سنجی است که گونه‌هایی را که الکترون جفت‌نشده دارند، آشکار می‌سازد.

از طیف‌سنجی UV - visible برای شناسایی و تعیین غلظت ماکرومولکول‌های زیستی، سنجش واکنش‌های بیوشیمیایی، بررسی تغییرات ساختمانی DNA و پروتئین‌ها، تعیین سرعت واکنش‌ها و ثابت تعادل و تعیین جرم مولکولی ماکرومولکول‌ها استفاده می‌شود. الکتروفورز یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای جداسازی، شناسایی و تعیین وزن مولکولی مولکول‌های زیستی است که در الکتروفورز دوبعدی می‌توان تعداد بالایی از پروتئین‌ها را در دو بعد براساس بار الکتریکی و وزن مولکولی از هم جدا کرد.

۵- گزینه «۴» حلقه پورین از چندین پیش‌ساز شکل می‌گیرد: گلوتامین، گلايسین، آسپارات،  $N^{10}$ - فرمیل تتراهیدروفولات و  $CO_2$ . مرحله الزامی در سنتز از نو نوکلئوتیدهای پورینی، تشکیل ۵- فسفوریبوزیل آمین از PRPP و گلوتامین است.

افزایش گلیسین و به دنبال آن فرمیل‌شدن، آمینه‌شدن و بسته‌شدن حلقه ۵- آمینوایمیدازول، ریبونوکلئوتید را تولید می‌کند. این حد واسط واجد حلقه کامل پنج عضوی اسکلت پورین است. افزوده‌شدن  $CO_2$ ، اتم نیتروژن آسپاراتات و یک گروه فورمیل و به دنبال آن بسته‌شدن حلقه، اینوزینات (IMP) را تولید می‌کند.



۶- گزینه «۱» در مرحله اول گلیکولیز که گلوکز به دو قند سه کربنه تبدیل می‌شود، دو مولکول ATP مصرف می‌شود. در مرحله دوم از تبدیل دو مولکول قند سه کربنه به دو مولکول پیرووات، چهار مولکول ATP و دو مولکول  $H^+$  و NADH تولید می‌شود. هر مولکول  $H^+$ ، NADH بعد از ورود به میتوکندری و اکسیدشدن در زنجیره انتقال الکترون معادل سه مولکول ATP تولید می‌کند. بنابراین کل مسیر گلیکولیز به ازای اکسیداسیون یک مولکول گلوکز با تولید خالص ۸ مولکول ATP همراه است.

در دکربوکسیلاسیون اکسیداتیو پیرووات و تشکیل استیل کوآ نیز از ۲ پیرووات تشکیل شده ۶ مولکول ATP ( $2NADH$ ) حاصل می‌شود. در چرخه کربس به ازای هر مولکول استیل CoA سه مولکول  $H^+$ ، NADH، یک مولکول  $FADH_2$  و یک مولکول GTP تولید می‌شود. با توجه به اکسیداسیون هر مولکول  $H^+$ ، NADH و  $FADH_2$  در زنجیره انتقال الکترون به ترتیب موجب تشکیل ۳ و ۲ مولکول ATP می‌شود. بنابراین اکسیداسیون هوازی هر مولکول استیل CoA با ایجاد ۱۲ مولکول ATP همراه است؛ چون از هر مولکول گلوکز ۲ استیل CoA به دست می‌آید. مجموع انرژی حاصل از چرخه کربس  $24 = 12 \times 2$  ATP می‌باشد.

در مسیر اکسیداتیو پنتوز فسفات برای تبدیل مولکول گلوکز ۶- فسفات به ریبوز ۵ فسفات ۲ مولکول NADPH تولید می‌شود که هر NADPH معادل ۳ عدد ATP می‌باشد، پس ۶ عدد ATP تولید می‌شود. پس در چرخه گلیکولیز و کربس از هر گلوکز معادل ۳۸ مولکول ATP حاصل می‌شود و در چرخه پنتوز فسفات ۶ مولکول ATP تولید می‌شود که  $\frac{6}{38}$  به گزینه (۱) نزدیک‌تر است.

۷- گزینه «۳» قانون اول ترمودینامیک در واقع بیان دیگری از قانون پایستگی انرژی است که بیان می‌کند انرژی نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود بلکه از شکلی به شکل دیگر درمی‌آید.

تغییر انرژی درونی یک سامانه می‌تواند با انتقال گرما یا با انجام کار صورت گیرد. اگر تغییر انرژی درونی را با  $\Delta E$ ، گرمای مبادله شده را با  $q$  و کار انجام شده را با  $w$  نشان دهیم، در این صورت خواهیم داشت:

$$\Delta E = q + w$$

در یک سیستم بسته که انتقال گرمایی صورت نمی‌گیرد، تغییر انرژی درونی معادل کار انجام شده است. قانون دوم ترمودینامیک قانونی برای تعیین جهت انجام خودبه‌خودی یک فرایند است. طبق این قانون: «تمام فرایندها در طبیعت در جهتی انجام می‌شوند که مجموع آنتروپی همه اجزای دخیل در فرایند افزایش یابد یا در فرایندهای برگشت پذیر در بدترین حالت ثابت بماند.» قانون صفرم ترمودینامیک بیان می‌کند که اگر دو سیستم با سیستم سومی در حال تعادل گرمایی باشند، با یکدیگر در حال تعادل اند.

۸- گزینه «۲» Cryo - Electron microscopy یک روش میکروسکوپی الکترونی (EM) است که در آن سردکردن سریع نمونه‌ها تا دمای نیتروژن مایع روی می‌دهد و در یک محفظه آبی نگهداری می‌شود. این تکنیک با توجه به پیشرفت الگوریتم‌های نرم‌افزاری به‌عنوان جایگزینی برای کریستالوگرافی اشعه ایکس یا طیف‌سنجی NMR در نظر گرفته می‌شود و برخلاف آن‌ها نیازی به کریستالیزاسیون نمونه‌ها نیست و ساختار نمونه‌ها حفظ می‌شود و همچنین مولکول‌ها در میانه واکنش ثابت می‌مانند.

۹- گزینه «۱» مارپیچ آلفا جزء ساختارهای دوم پروتئین‌هاست که در آن در هر دور هلیکس  $3/6$  اسید آمینه وجود دارد. در این ساختار زنجیره‌های جانبی اسیدهای آمینه در سمت خارج هلیکس به شکلی قرار می‌گیرند که حداکثر پایداری را ایجاد کنند. هلیکس آلفا متداول‌ترین هلیکس در ساختار پروتئین‌ها بوده و در آن پیوندهای هیدروژنی، میان گروه‌های CO اسید آمینه  $n$  با گروه‌های NH اسید آمینه  $n + 4$  برقرار می‌شود. پس در مارپیچی که دارای ۱۵ اسید آمینه است، پیوند هیدروژنی میان اسید آمینه یازدهم با اسید آمینه پانزدهم روی می‌دهد و پس از آن پیوند هیدروژنی نمی‌تواند تشکیل شود و در کل دارای ۱۱ پیوند هیدروژنی است.

۱۰- گزینه «۴» طیف‌سنجی NMR برای مطالعه برهم‌کنش لیگندهای فلز با ماکرومولکول‌ها، بررسی و تعیین کنفورماسیون پروتئین، تعیین درصد اسیدهای آمینه موجود در ساختمان دوم پروتئین، مطالعه تبدیل هلیکس - کوئل، مطالعه دینامیک واکنش‌ها و... کاربرد دارد.

همانطور که قبلاً اشاره شد، در الکتروفورز دوبعدی می‌توان پروتئین‌های زیادی را براساس بار الکتریکی و وزن مولکولی جداسازی کرد. تکنیک CD مخصوص بررسی ساختمان دوم پروتئین‌هاست و می‌توان درصد نسبی سه ساختمان  $\alpha$  هلیکس، صفحات  $\beta$  و پیچ نامنظم و Random coil را با آن حساب کرد. طیف‌سنجی جرمی (MS) روشی قدرتمند برای شناسایی مواد است که از طریق تهیه قطعات یونی از مولکول مادر و سپس شناسایی آن قطعات و طرح‌های تشکیل آن قطعات، اطلاعات ساختمانی ارزشمندی ارائه می‌دهد. با روش‌های دیگری نیز قابل ادغام است؛ از جمله روش GC - Mass یا LC - Mass که از کاربردی‌ترین روش‌های تجزیه‌ای محسوب می‌شود.

۱۱- گزینه «۳» پرتوهای یونیزان قادر به یونیزاسیون مولکول‌های زیستی هستند که می‌توان آن‌ها را به پرتوهای یونیزان ذره‌ای مانند ذرات آلفا، بتا، الکترون، پروتون، پوزیترون، نوترون و هسته‌های سنگین و پرتوهای یونیزان غیرذره‌ای مانند اشعه‌های ایکس و گاما دسته‌بندی کرد. مقدار انرژی منتقل‌شده در واحد طول مسیر، از پرتو به محیط را انتقال خطی انرژی می‌گویند (LET). رابطه مستقیمی با آثار بیولوژیکی وارد بر سیستم‌های زیستی دارد.

هرچه انرژی جنبشی ذره کمتر و بار ذره بیشتر باشد، LET آن افزایش می‌یابد. ذرات و پرتوها را می‌توان براساس LET آن‌ها دسته‌بندی نمود: ذرات با LET بالا و ذرات با LET پایین.

ذرات آلفا چون دارای بار بیشتری هستند، LET بالاتری دارند و اشعه ایکس و گاما دارای LET پایین هستند و جزء پرتوهای یونیزان غیرمترکم محسوب می‌شوند. همچنین پرتوهای پوزیترون و نگاترون از واپاشی بتادهنده حاصل می‌شوند که دارای LET و یونیزاسیون کمتری نسبت به پرتو آلفا هستند.

۱۲- گزینه «۱» از کاربردهای تکنیک فلوروسانس می‌توان بررسی ویژگی‌ها و جایگاه فعال آنزیم، بررسی دنا تورا سیون ماکرومولکول‌های زیستی، بررسی تغییرات کنفورماسیون اعمال شده در اثر اتصال آنزیم سوپسترا و بررسی ساختار غیررشته‌ای پلی نوکلئوتیدها اشاره کرد.

دورنگ نمایی دورانی عبارت است از: اختلاف در جذب نور پلاریزه شده چپ‌گرد و راست‌گرد. در مورد هر کدام از ساختارهای دوم پروتئین‌ها (مارپیچ آلفا، صفحه  $\beta$  و پیچ‌های نامنظم) درجه بیضوی شدن نور پلاریزه دایره‌ای در طول موج‌های مختلف، متفاوت است و این مبنایی بر شناسایی نوع ساختار دوم می‌شود.

اندازه‌گیری‌ها باید در یک ناحیه مرئی و فرابنفش (دور) طیف الکترومغناطیسی انجام شود تا نور پلاریزه چرخشی بیشتر جذب شود و بتواند ساختار دوم پروتئین را شناسایی نماید.

۱۳- گزینه «۱» پارامیکسو ویروس‌ها جزء ویروس‌های RNA دار هستند که کپسید مارپیچی دارند و ژنوم آن‌ها RNA - تک‌رشته‌ای است و پوشش دارند. پارامیکسو ویروس‌ها برخلاف ارتومیکسو ویروس‌ها که ژنوم قطعه‌قطعه دارند، دارای ژنوم یکپارچه هستند. از ویروس‌های ایجادکننده سین‌سی‌شیا می‌توان به هرپس ویریده، واریسلا - زوستر، HIV و پارامیکسو ویروس اشاره کرد.

۱۴- گزینه «۴» تنفس در میکروارگانیسم‌ها به دو صورت هوازی و بی‌هوازی انجام می‌گیرد.

در میکروارگانیسم‌های هوازی اجباری و بی‌هوازی اختیاری و میکروآئروفیل‌ها تنفس هوازی دیده می‌شود که پذیرنده نهایی الکترون در این نوع تنفس، اکسیژن می‌باشد.

در تنفس بی‌هوازی که در بی‌هوازی‌های اختیاری، بی‌هوازی اجباری و آئروتولرانت‌ها دیده می‌شود، ترکیبی جایگزین اکسیژن مانند نیترات، سولفات یا کربنات به‌عنوان گیرنده نهایی الکترون ایفای نقش می‌کند.

در نبود زنجیره انتقال الکترون، میکروارگانیسم‌ها ناگزیرند برای تولید مجدد کوآنزیم‌های تولیدشده در واکنش‌های اکسیداسیون گلوکز به پیرووات، از برخی از ترکیبات آلی موجود در سیتوپلاسم به‌عنوان پذیرنده نهایی الکترون استفاده کنند و در سلول محصولات احیاشده‌ای مانند انواع الکل‌ها و اسیدها تولید می‌شود اما بازده تولید ATP در این فرایندها که به فرایندهای تخمیری موسومند در مقایسه با فرایندهای تنفس هوازی و بی‌هوازی بسیار کمتر است. گلیکولیز از رایج‌ترین مسیرهای تجزیه گلوکز بوده که در تمام اشکال حیاتی پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

۱۵- گزینه «۴» MIC مخفف Minimum Inhibitory Concentration به معنای حداقل غلظت بازدارندگی و کمترین غلظت از ماده شیمیایی، (معمولاً دارو) است که از رشد باکتریایی جلوگیری می‌کند.

MIC به نوع میکروارگانیسم، محیط آن و خود آنتی‌بیوتیک بستگی دارد.

۱۶- گزینه «۲» لیپو پلی‌ساکارید در باکتری‌های گرم منفی ساختمان پیچیده‌ای دارد و از سه قسمت، شامل بخش پیچیده‌ای به نام لیپید A، پلی‌ساکارید یا اولیگوساکارید مرکزی و زنجیره جانبی O تشکیل شده است.

لیپید A از دی‌ساکارید گلوکز آمین فسفریله همراه اسیدهای چرب تشکیل شده است. سمیت LPS مربوط به لیپید A می‌باشد که یک میتوزن لنفوسیت‌های B است. زنجیره پلی‌ساکاریدی پلیمری از دی‌ساکارید گلوکز آمین فسفردار است که توسط باندهای پاپروفوسفات به یکدیگر اتصال یافته‌اند. ساختمان بخش مرکزی زنجیره پلی‌ساکاریدی در تمام باکتری‌های گرم منفی یکسان و شامل ۷ مولکول قند و ۳ مولکول KDO می‌باشد. زنجیره جانبی O، آنتی‌ژن O نیز نامیده می‌شود که اختصاصی است و خاصیت آنتی‌ژنیک LPS مربوط به آن است.

۱۷- گزینه «۳» IgG، ایمونوگلوبولین اصلی سرم و ترشحات داخلی می‌باشد و به چهار زیررده از IgG<sub>۱</sub> تا IgG<sub>۴</sub> نامگذاری می‌شود. نیمه عمر IgG<sub>۱</sub>، IgG<sub>۲</sub> و IgG<sub>۴</sub> حدود ۲۳-۲۱ روز و نیمه عمر IgG<sub>۳</sub> حدود ۷ روز می‌باشد.

از بین این زیررده‌ها IgG<sub>۱</sub> و IgG<sub>۳</sub> نقش مؤثری در اپسونیزاسیون آنتی‌ژن‌ها و شرکت در ADCC دارند. IgG<sub>۳</sub> بعد از IgM، قوی‌ترین محرک مسیر کلاسیک کمپلمان است و بعد از آن به ترتیب IgG<sub>۱</sub> و IgG<sub>۲</sub> در این فرایند نقش دارند اما IgG<sub>۴</sub> فاقد توانایی تحریک مسیر کلاسیک کمپلمان می‌باشد.

۱۸- گزینه «۳» در دیواره سلولی اکثر باکتری‌های گرم مثبت، موادی به نام تیکوئیک اسید وجود دارند که گاهی حدود ۵۰ درصد وزن خشک دیواره سلولی باکتری و تا حدود ۱۰ درصد وزن خشک کل باکتری را تشکیل می‌دهند.

اسیدهای تیکوئیک، پلیمرهای محلول در آب هستند که از ریبتول یا گلیسرول تشکیل شده‌اند و توسط فسفو دی استر به یکدیگر متصل گردیده‌اند. در بعضی از موارد، اسیدهای تیکوئیک شکل پیچیده‌تری به خود گرفته و در ساختمان آن علاوه بر ریبتول و گلیسرول، قندهایی مانند گلوکز، گالاکتوز یا ان استیل گلوکز آمین به کار رفته است.

۱۹- گزینه «۱» بیماری گلبول قرمز داسی شکل یک بیماری ژنتیکی است که در آن گلبول‌های قرمز خون دچار تغییر شکل می‌شوند. این بیماری باعث افت کارایی گلبول‌های قرمز خون و بروز کم‌خونی می‌شود. این بیماری در اثر جهش ژنتیکی بد معنی (missense) در نوکلئوتید دوم از کدون ششم ژن HBB بر روی کروموزوم ۱۱ روی می‌دهد که در آن کدون GAG به کدون GTG تبدیل شده و گلوتامیک اسید به والین تبدیل می‌شود.

۲۰- گزینه «۳» یکی از روش‌های ختم رونویسی به وسیله اتصال یک مولکول کوچک به توالی غیرترجمه‌ای رهبر در ناحیه ۵' mRNA صورت می‌گیرد. توالی رهبر در ناحیه ۵' می‌تواند بر اساس اتصال یا عدم اتصال مولکول کوچک متابولیتی به آن دو شکل فضایی متفاوت داشته باشد. در شکل فضایی ضدخاتمه (Antiterminator)، رونویسی ژن از ناحیه رهبر می‌گذرد و کل ژن رونویسی می‌شود. شکل فضایی خاتمه (terminator) با اتصال مولکول کوچک به ناحیه رهبر ایجاد می‌شود و رونویسی ژن خاتمه می‌یابد. توالی از RNA که معمولاً در ناحیه غیر کدکننده است و می‌تواند بین دو شکل فضایی خاتمه و ضدخاتمه، تغییر پیدا کند را تحت عنوان کلید روشن و خاموش یا سوئیچ RNA می‌شناسند.

۲۱- گزینه «۴» تعویض قطعات کروموزومی بین کروموزوم‌های غیرهمولوگ را جابه‌جایی گویند. در جابه‌جایی ساده یا یک‌طرفه قسمتی از یک کروموزوم به انتها یا ناحیه میانی کروموزوم دیگر اضافه می‌شود. در جابه‌جایی دوطرفه یا دوجانبه، قطعه‌ای از دو کروموزوم باهم جابه‌جا می‌شوند که این حالت معمول‌ترین نوع جابه‌جایی یا تبادل است.

در این سؤال گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) می‌توانند از تبادل ساده یا یک‌طرفه حاصل شده باشند اما در گزینه (۴) جابه‌جایی دوطرفه ایجاد شده است.

۲۲- گزینه «۲» طبق قانون جورشدن عوامل وراثتی به‌طور مستقل (independent assortment) جداشدن اجزای یک جفت آلل، مستقل از جداشدن جفت آلل دیگر است و در هنگام لقاح گامت‌ها به‌صورت مستقل از هم، با یکدیگر جفت می‌شوند.

برای نمونه در آمیزش دو هتروزیگوت در نخودفرنگی با ژنوتیپ DdGg که نخودفرنگی پایه‌بلند و دانه‌زرد می‌باشد،  $\frac{9}{16}$  دارای فنوتیپ پایه‌بلند و

دانه‌زرد،  $\frac{3}{16}$  دارای فنوتیپ پایه‌بلند و دانه‌سبز،  $\frac{3}{16}$  دارای فنوتیپ پایه‌کوتاه و دانه‌زرد و  $\frac{1}{16}$  دارای فنوتیپ پایه‌کوتاه و دانه‌سبز هستند.

همانطور که مشخص است، وجود زاده‌های با فنوتیپ غیروالدی ( $\frac{1}{16}$  پایه‌کوتاه و دانه‌سبز) قابل پیش‌بینی است.

۲۳- گزینه «۴» تکنولوژی DNA نوترکیب به جداسازی و خالص‌سازی ژن‌های خاص از ارگانسیم و واردکردن آن‌ها در حامل و بیان آن‌ها در یک میزبان اشاره می‌کند که می‌تواند منجر به بروز یک صفت ویژه یا تولید یک محصول جدید گردد. در تکنولوژی DNA نوترکیب، باید ژن مورد نظر توسط یک حامل به داخل کروموزوم میزبان منتقل شود تا بتواند در آنجا بیان گردد. با این روش پروتئین مربوط به ژن مورد نظر یا اصطلاحاً پروتئین نوترکیب در مقادیر زیادی می‌تواند تولید شود و همچنین می‌توان قطعه خاصی از DNA را کلون کرد.

۲۴- گزینه «۱» در عمل همسان‌سازی DNA به یک ناقل جهت حفظ و پایدارماندن ژن همسان‌سازی شده نیاز می‌باشد. یک ناقل مناسب ویژگی‌های زیر را دارد:

۱- باید بتواند در سلول میزبان همانندسازی کند. بنابراین باید حداقل دارای یک مبدأ همانندسازی ویژه باشد.

۲- دارای یک یا دو نشانگر انتخابی باشد تا سلول‌های حاوی DNA نوترکیب را از بقیه سلول‌ها متمایز سازد.

۳- اکثر ناقل‌ها دارای یک توالی کوتاه DNA می‌باشند که در آن تعدادی محل برش برای آنزیم‌های برشگر محدودکننده وجود دارد و در نواحی دیگر ناقل تکرار نشده‌اند و جهت عمل همسان‌سازی ژنی از محل برش‌های این ناحیه استفاده می‌شود.

برخی از ناقل‌ها علاوه بر موارد بالا دارای پروموتور و عناصر کنترل بیان نیز هستند که آن‌ها را ناقل بیان (expression vector) می‌نامند و برای بیان پروتئین مورد استفاده قرار می‌گیرند.



۲۵- گزینه «۱» در باکتری‌ها ۳ فاکتور آغازگر به نام‌های IF<sub>۱</sub>، IF<sub>۲</sub> و IF<sub>۳</sub> وجود دارد که نقش مهمی در شروع ترجمه دارند. در مرحله شروع، ابتدا فاکتور IF<sub>۳</sub> به جایگاه E زیرواحد کوچک ریبوزوم متصل شده و مانع از اتصال زیرواحد بزرگ به آن می‌شود و همچنین فاکتور IF<sub>۳</sub> به توالی شاین - دلگرنو بر روی mRNA متصل می‌شود و باعث افزایش دقت در انتخاب جایگاه شروع می‌شود.

eIF<sub>۶</sub> نقش مهمی در تشکیل ریبوزوم ۸۰S، رشد سلولی و بیان ژن دارد. ریبوزوم ۸۰S به دو زیرواحد ۴۰S و ۶۰S تقسیم‌بندی می‌شود. فاکتور eIF<sub>۶</sub> از اتصال زیرواحد ۴۰S و ۶۰S جلوگیری می‌کند و معادل فاکتور IF<sub>۳</sub> در پروکاریوت‌هاست.

eIF<sub>۲</sub> در هیدرولیز GTP نقش دارد و به‌عنوان یک نقطه کنترلی در شناسایی کدون آغازگر می‌باشد.

فاکتور eIF<sub>۴</sub> دارای فعالیت هلیکازی و ATPase است که به eIF<sub>۴</sub>G متصل می‌شود و به کمک فاکتور eIF<sub>۴</sub>B، ساختار دوم mRNA که شامل ساختارهای سنجاق‌سری است را باز می‌کند.

فاکتور eIF<sub>۵</sub>B در تسهیل اتصال زیرواحد بزرگ (۶۰S) و کوچک (۴۰S) ریبوزوم نقش مهمی دارد و فاکتور eIF<sub>۵</sub>A در ایجاد اولین پیوند پپتیدی نقش دارد.

۲۶- گزینه «۳» در طول نوترکیبی میوزی و میتوزی، حد واسط DNA چهاررشته‌ای تشکیل می‌شود که ساختار هالیدی نام دارد. اندونوکلیازهای دارای ساختار ویژه‌ای به نام Resolvase این DNA چهاررشته‌ای را به دورشته DNA غیرمتصل برش می‌دهند. در باکتری‌ها کمپلکس RuvAB نقش بازکردن ساختار هالیدی را طی نوترکیبی همولوگی ایفا می‌کنند. RuvA و RuvB به DNA چهاررشته‌ای متصل می‌شوند و رشته‌ها را از میان هم عبور می‌دهند و ساختار DNA را باز می‌کنند (نقش هلیکاز دارند). اتصال پروتئین RuvC باعث برش رشته‌های DNA می‌شود و نقش Resolvase را دارد.

۲۷- گزینه «۱» روزنه‌های هسته‌ای پروتئین‌ها را به شکل دست‌نخورده با تاخوردگی کامل انتقال می‌دهند و همچنین اجزای ریبوزی را به صورت ذرات سرهم بندی‌شده منتقل می‌کنند. این موضوع مکانیسم انتقال از هسته را از مکانیسم‌های انتقال پروتئین‌ها به سایر اندامک‌ها مجزا می‌کند، به طوری که خواهیم گفت در انتقال پروتئین‌ها از عرض غشا اندامک‌هایی نظیر میتوکندری‌ها، کلروپلاست‌ها و شبکه آندوپلاسمی، تاخوردگی آن‌ها باز می‌شود.

۲۸- گزینه «۱» اسفنگومیلین که از اسفنگولیپیدهاست در دستگاه گلژی سنتز می‌شود، در نتیجه مقدار آن در شبکه آندوپلاسمی کمتر است. علت اینکه در شبکه آندوپلاسمی هم این ترکیب وجود دارد این است که وزیکول‌هایی که زمانی از گلژی منشعب شده‌اند و به غشا رفته‌اند، در آخر باز هم به شبکه آندوپلاسمی برگشته‌اند و منجر به پیدایش اسفنگولیپید کم در آن شده‌اند.

۲۹- گزینه «۳» فسفریله‌شدن آنزیم RNA پلیمراز در ناحیه دم (C Terminal Domain=CTD) (زیرواحد بزرگ پلیمراز II) منجر به رهایی آنزیم از پروموتور می‌شود. فسفریله‌شدن این ناحیه منجر می‌شود آنزیم از فاکتورهای عمومی رونویسی موجود در پروموتور جدا شود و در مقابل فاکتورهای طولیل شدن و فاکتورهای دخیل در پردازش RNA به دم آنزیم متصل شود. آنزیم‌های دخیل در پردازش RNA در محل مورد نیاز به RNA منتقل می‌شوند تا نقش خود را انجام دهند.

۳۰- گزینه «۴» ساختمان پورومایسین مشابه تیروزیل tRNA است و با اتصال به جایگاه A در زیرواحد بزرگ ریبوزوم به‌عنوان پذیرنده پپتید مجاور در واکنش پپتیدیل ترانسفراز عمل می‌کند. پپتیدیل - پورومایسین جابه‌جا نشده و نمی‌تواند نقش دهنده پپتید را ایفا نماید. ترجمه زودتر از موعد خاتمه یافته و پپتیدیل پورومایسین رها می‌شود.

۳۱- گزینه «۴» (۱): مقاومت حرارتی باکتری (الف) از باکتری (ب) کمتر است؛ چون با شیب بیشتری تعداد آن در اثر حرارت از بین می‌رود (رد گزینه ۱).

گزینه (۲): بعد از زمان ۱، چون باکتری (ب) تعداد بالاتری دارد و همچنین مقاومت بیشتری در برابر حرارت دارد، تعداد باکتری‌ها بستگی بیشتری به باکتری (ب) دارد (رد گزینه ۲).

گزینه (۳): تا قبل از زمان ۱، کاهش تعداد باکتری‌ها وابسته به جمعیت باکتری‌های حساس به حرارت است و همچنین چون تعداد باکتری‌های (الف) بیشتر است، کاهش تعداد باکتری‌ها بستگی بیشتری به باکتری (الف) دارد (رد گزینه ۳).

۳۲- گزینه «۴» رشد ناپیوسته مستلزم سیستم بسته‌ای است که تمام مواد غذایی در شروع تخمیر و با مقدار معین اضافه می‌شوند و تنها اسیدها و بازها برای کنترل pH یا گازها جهت هوادهی می‌توانند در میانه واکنش افزوده شوند. در رشد پیوسته، اجزای سازنده محیط کشت در غالب سیستم‌های کاملاً باز به‌طور مداوم به ظرف تخمیر اضافه می‌شوند اما به‌دلیل برابری مقدار مواد مصرفی اضافه‌شده و حجم سلول‌های برداشته‌شده، حجم محیط ثابت می‌ماند.

از ویژگی‌های سیستم ناپیوسته، ساده بودن آن و عدم برنامه‌ریزی و صرف هزینه اضافی جهت افزودن مواد جدید در حین تخمیر است که در سایر سیستم‌ها وجود دارد. در رشد پیوسته چون به‌طور مداوم مواد به محیط کشت اضافه می‌شوند، امکان آلودگی بیشتر است.

بازدهی برابر است با مقدار محصول به‌دست آمده از مقدار سوبسترای مصرف‌شده. در کشت پیوسته، چون محیط کشت به‌طور مداوم تعویض می‌شود و همچنین زمانی برای مرحله سازگاری دوباره میکروارگانیسم‌ها به محیط کشت صرف می‌شود، میزان بازدهی نسبت به کشت ناپیوسته کمتر است. بهره‌وری توده زیستی برابر تولید محصول یا جرم میکروپ تولیدشده در واحد زمان و در واحد حجم است که در کشت پیوسته بیشتر از کشت ناپیوسته است.

**۳۳- گزینه «۴»** در سیستم‌های نیمه‌پیوسته (Fed - batch)، افزایش حجم مواد موجود در فرمانتور به‌دنبال افزایش مداوم، متناوب یا منفرد ترکیبات محیط کشت را خواهیم داشت. برای دستیابی به شدت رشد ویژه ثابت در شرایط پایا، نیاز به رشد پیوسته است. در رشد پیوسته با یکسان بودن سرعت خروج مواد در این سیستم‌ها، حجم ثابت باقی می‌ماند و چنانچه سرعت رشد میکروارگانیسم برابر با سرعت برداشت سلول از دستگاه تخمیر باشد، حالتی پایا ایجاد می‌شود.

**۳۴- گزینه «۴»** تولید محصولات در رشد میکروپ‌ها به سه نوع مختلف تقسیم‌بندی می‌شود:

نوع اول، تولید محصول وابسته به رشد است که در آن تولید محصول با رشد سلول‌های میکروبی افزایش می‌یابد. نوع دوم، تولید غیر وابسته به رشد است که تولید محصول با رشد میکروپ ارتباطی ندارد. نوع سوم، تولید محصول تا حدودی وابسته به رشد است که ترکیبی از دو حالت اول و دوم است. در این حالت، تولید محصول بستگی به ترکیبی از غلظت سلولی و همچنین سرعت رشد آن‌ها دارد.

**۳۵- گزینه «۱»** راکتور بستر سیال، نوعی از راکتور است که می‌تواند در واکنش‌های شیمیایی چندفازی استفاده شود. در این مدل راکتور مایع یا گاز از میان مواد دانه‌دانه (معمولاً کاتالیست) با شتاب کافی برای نگه‌داشتن مواد جامد عبور می‌کند. مایع یا گاز از زیر راکتور و با عبور از صفحه پخش‌کننده به داخل راکتور وارد می‌شود. در فشار پایین مایع یا گاز ذرات جامد در جای خود می‌مانند و در فشار بالاتر ذرات جامد در مایع یا گاز به تعادل می‌رسند که این حداقل فشار برای راکتور است و در فشار بالاتر مواد موجود در راکتور شروع به چرخیدن و پخش شدن می‌کنند؛ مانند یک کتری آب جوش. یکی از مشکلاتی که در راکتور بستر سیال وجود دارد، خروج ذرات جامد از راکتور است که باعث می‌شود فقط ذرات جامد بزرگ درون راکتور باقی بمانند. برای حل این مشکل، مقطع عرضی راکتور را بزرگ طراحی می‌کنند تا جریان رو به بالا کاهش یابد و مانع از خروج ذرات جامد شوند.

**۳۶- گزینه «۲»** سرعت ورود مواد غذایی یا سرعت رقیق‌شدن را با  $D$  نشان می‌دهند و سرعت ویژه رشد میکروبی را با  $\mu$  نشان می‌دهند. در شرایطی که  $D = \mu$  باشد، به عبارتی ثابت رشد باکتری‌ها با میزان باکتری‌هایی که توسط رقیق‌شدن به محیط اضافه یا از آن خارج می‌شوند، برابر می‌شود و تغییری در تراکم باکتری‌ها و غلظت سوبسترا روی نمی‌دهد.

هنگامی که  $D > \mu$  باشد، در بسیاری از موارد پیش از آنکه میکروارگانیسم بخواهد تکثیر شود، از محیط خارج می‌شود؛ لذا جمعیت سلولی در این حالت کاهش می‌یابد و سوبسترا مصرف نمی‌شود و افزایش می‌یابد.

هنگامی که  $D < \mu$ ، سرعت ویژه رشد میکروبی، بیش از ضریب رقت بوده، لذا تراکم باکتری‌ها به تدریج بالا رفته و تجمع سلولی بالاتر می‌رود و محصولات متابولیکی به تدریج کم می‌شود، سوبسترا توسط باکتری‌ها مصرف می‌شود و غلظت سوبسترا کاهش می‌یابد.

**۳۷- گزینه «۳»** در رشد پیوسته معادله مقابل حاکم است:

$$[S_r] = \frac{DK_s}{\mu_{max} - D}$$

که از جایگزین کردن نرخ رقت به جای  $\mu$  در معادله موناود به‌دست می‌آید.

(در این معادله  $D$ : نرخ رقت،  $\mu_{max}$ : شدت رشد بیشینه باکتری،  $K_s$ : ثابت اشباع و  $S_r$ : غلظت سوبسترای باقیمانده است.)

$$1/5 = \frac{D \times 0/5}{0/6 - D} \Rightarrow 0/5D = 0/9 - 1/5D \Rightarrow D = 0/45 h^{-1}$$

نرخ رقت برابر با مقدار حجمی است که در واحد زمان از دستگاه تخمیر عبور می‌کند و در تعیین سرعت نقش دارد و معادله آن برابر است با:

$$D = \frac{F}{V}$$

که  $D$ : نرخ رقت،  $F$ : سرعت جریان و  $V$ : حجم راکتور است.

$$D = \frac{F}{V} \Rightarrow F = VD \Rightarrow F = 60 \times 0/45 \Rightarrow F = 27 \frac{m^3}{h}$$