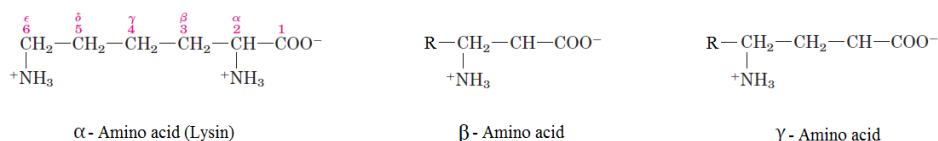


فصل ۷. ساختمان اسیدهای آمینه

اسیدهای آمینه ترکیبات آلی هستند که همگی در ساختار خود واجد گروه های عاملی آمینو و کربوکسیل هستند. با توجه به اولین کربنی که عامل آمین را پذیرفته است انواعی از اسیدهای آمینه (α , β , γ , δ و ...) را خواهیم داشت (تصویر ۱-۷).



تصویر ۱-۷. α ، β ، γ - اسید آمینه ها

در طبیعت بیش از ۳۰۰ نوع اسید آمینه وجود دارد که ۲۰ مورد از آنها (اسیدهای آمینه معمول) کد ژنتیکی داشته و در ساختار پروتئین ها شرکت می کنند. تمامی اسیدهای آمینه معمول بجز پرولین از نوع α می باشند.

بررسی اسیدهای آمینه

در ساختمان α - آمینواسیدها، چهار جزء متصل به کربن α شامل گروه کربوکسیل، گروه آمینو، زنجیر جانبی و یک اتم هیدروژن می باشند. وجه تمایز اسیدهای آمینه در زنجیر جانبی آنها است.

گلیسین (Gly, G)

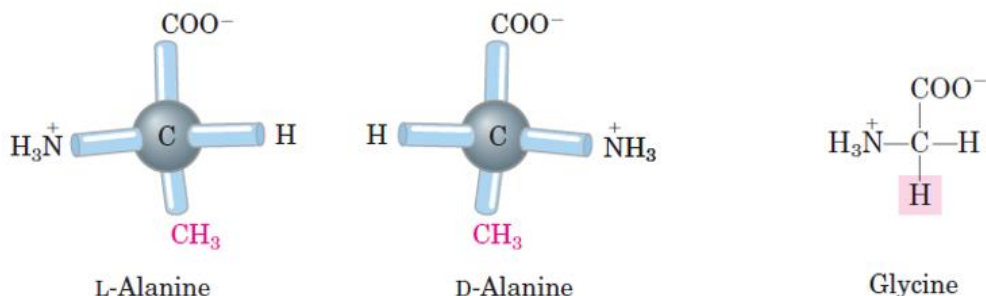
گلیسین در زنجیر جانبی خود واجد اتم هیدروژن است، لذا یک ساختمان متقارن دارد و فاقد ایزومر فضایی است (تصویر ۲-۷). این اسید آمینه را با اسامی شیمیایی ۲- آمینو استیک اسید، ۲- آمینو اتانوئیک اسید یا α - آمینو اتانوئیک اسید نیز یاد می کنند. گلیسین به همراه گابا و تورین از نوروترانسمیترهای مهمی محسوب می شود.

نکات:

(۱) به استثناء گلیسین که فاقد ایزومر فضایی است، مابقی اسیدهای آمینه حداقل دو ایزومر فضایی شامل انانتیومرهای L و D دارند (تصویر ۳-۷). در **ترئونین** و **ایزولوسین** دو کربن نامتقارن یافت می شود، فلذا ۴ ایزومر فضایی دارند.

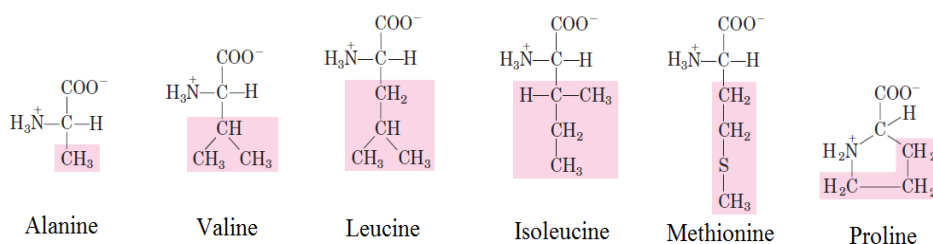
(۲) معیار L یا D بودن یک اسید آمینه نامتقارن نحوه قرار گیری عامل آمین نسبت به کربوکسیل است. قرار گیری عامل آمین در سمت چپ و راست عامل کربوکسیلی به ترتیب سبب ایجاد ایزومری L و D می گردد.

۳) نوع L اسیدهای آمینه نسبت به D محلول تر است. نوع D اسیدهای آمینه در طبیعت وجود دارند ولی در ساختار پروتئین وارد نمی شوند، نظیر D-آسپاراتات و D-سیرین در مغز.



تصویر ۲-۷. اسید آمینه گلیسین تصویر ۳-۷. ایزومر فضایی در α -اسید آمینه ها

شش اسید آمینه زنجیر جانبی آلیفاتیک غیر قطبی دارند (تصویر ۴-۷).



تصویر ۴-۷. اسیدهای آمینه با زنجیر جانبی آلیفاتیک غیر قطبی

آلانین (Ala, A) در زنجیر جانبی خود واحد یک ریشه متیل است. نام شیمیایی آن ۲-آمینوپروپانویک اسید است. در زمان گرسنگی فراوانترین اسید آمینه موجود در خون را تشکیل می دهد.

والین (Val, V) در زنجیر جانبی خود، ایزوپروپیل دارد. کربن β این اسید آمینه دارای انشعاب است. آنرا با نام های شیمیایی ۲-آمینو ۳-متیل بوتانویک اسید، ۲-آمینو ۳-متیل بوتیریک اسید و یا α -آمینو β -متیل بوتیریک اسید هم یاد می کنند.

لوسین (Leu, L) در زنجیر جانبی خود، ایزوبوتیل دارد. کربن γ این اسید آمینه دارای انشعاب است. آنرا با نام های شیمیایی ۲-آمینو ۴-متیل پنتانویک اسید یا α -آمینو ۷-متیل پنتانویک اسید نیز یاد می کنند. لوسین فراوانترین اسید آمینه موجود در ساختار پروتئین ها است.

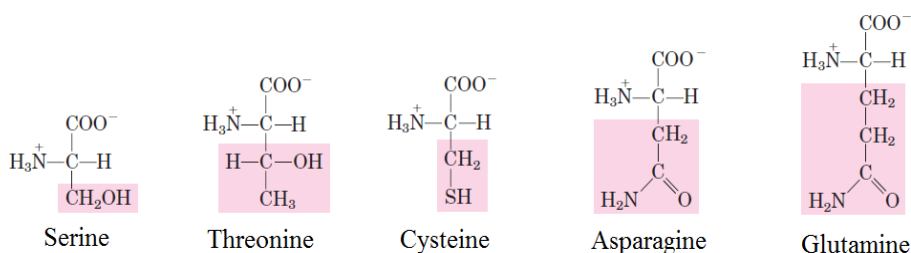
ایزولوسین (I, Ile) در زنجیر جانبی خود، ایزوبوتیل دارد. کربن β این اسید آمینه دارای انشعاب است. نام شیمیایی آن ۲- آمینو ۳- متیل پنتانوئیک اسید است.

نکته: لوسین و ایزولوسین ایزومر یکدیگرند و وزن مولکولی یکسانی دارند. گلوتامین و لیزین هم وزن مولکولی یکسانی دارند هر چند که ایزومر یکدیگر نیستند.

متیونین (M, Met) در زنجیر جانبی خود ساختار **اتیل متیل تیواتر** دارد. این اسید آمینه به صورت S-آدنوزیل متیونین (SAM) مهم ترین دهنده گروه متیل در بدن است. در صورت برداشت گروه متیل انتهایی، متیونین به **هوموسیستئین** تبدیل می گردد.

پرولین (P, Pro) در زنجیر جانبی خود، **پرولیدین** دارد. پرولیدین یک زنجیر هیدروکربنی سه کربنه است که در اتصال با نیتروژن عامل آمین می باشد. این اتصال پرولین را به یک α -ایمینواسید مبدل ساخته است. چرخش حول پیوند $C-NH_2^+$ امکان پذیر نبوده و همچنین H متصل به NH قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیست.

پنج اسید آمینه زنجیر آلفاتیک قطبی دارند (تصویر ۵-۷).

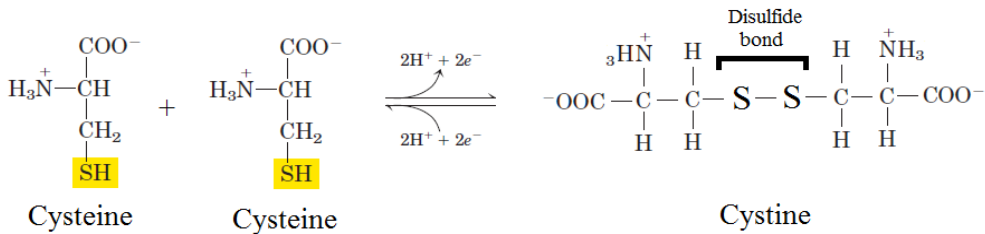


تصویر ۵-۷. اسیدهای آمینه با زنجیره جانبی آلفاتیک قطبی

سرین (S, Ser) در زنجیر جانبی خود، هیدروکسی متیل دارد. به آن هیدروکسی آلانین نیز گفته می شود. سرین به همراه ترئونین و تیروزین، اسیدهای آمینه الکلی را تشکیل می دهند.

ترئونین (T, Thr) در کربن β خود گروه هیدروکسیل دارد.

سیستئین (C, Cys) به لحاظ کلی مشابه با سرین است، فقط به جای گروه هیدروکسیل واجد گروه **تیولی** است. گروه های تیولی دو اسید آمینه سیستئین با ایجاد **پیوندهای دی سولفیدی** به شدت غیرقطبی سبب تولید سیستین می شوند (تصویر ۶-۷).

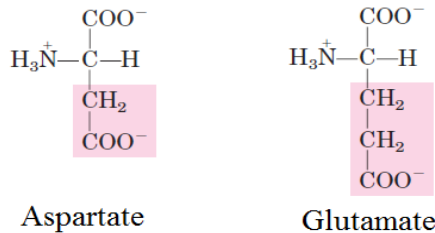


تصویر ۶-۷. تشکیل سیستین با ایجاد پیوند دی سولفیدی بین دو اسید آمینه سیستین

آسپاراژین (N, Asn) در زنجیر جانبی خود، گروه آمید (کربوکسامید) دارد. به آن آمید آسپارتیک اسید هم گفته می شود. آسپاراژین به همراه لوسین از اسیدهای آمینه شیرین هستند.

گلوتامین (Q, Gln) هم در زنجیر جانبی خود واجد کربوکسامید است. در زنجیر سیری، فراوان ترین اسید آمینه موجود در بدن است.

دو اسید آمینه زنجیر جانبی قطبی با بار منفی دارند (تصویر ۷-۷).



تصویر ۷-۷. اسیدهای آمینه با زنجیر جانبی آنیونی

در زنجیر جانبی اسیدهای آمینه **آسپارتیک (D, Asp)** و **اسید گلوتامیک (E, Glu)**، گروه کربوکسیل وجود دارد که در pH فیزیولوژیک بار منفی دارند. آنها اسیدهای آمینه دی کربوکسیلیک مونوآمین می باشند.

نکته: اسید گلوتامیک به همراه گلیسین و سیستین، ساختمان **گلوپپتید** را تشکیل می دهند.

سه اسید آمینه، زنجیر جانبی قطبی با بار مثبت دارند (تصویر ۸-۷).

آرژینین (R, Arg) در انتهای زنجیر جانبی خود واحد یک گروه گوانیدینو است. این اسید آمینه بیشترین نیتروژن یا همان ازت را دارد.

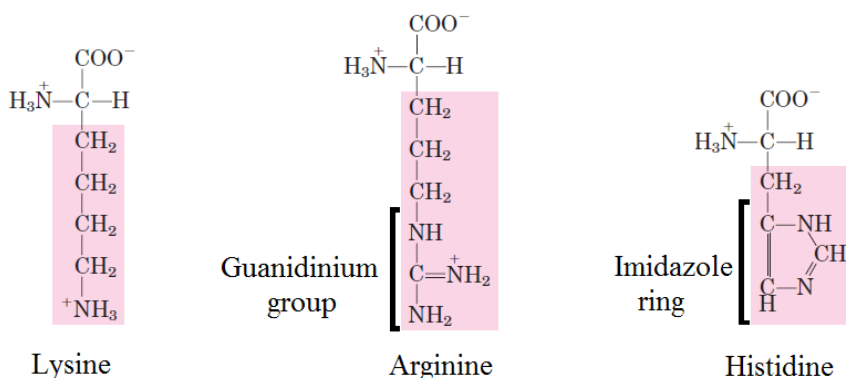
لیزین (K, Lys) در زنجیر جانبی خود یک گروه بوتیل آمین دارد. عامل آمین زنجیر جانبی به کربن ۴ لیزین متصل شده است.

هیستیدین (H, His) در زنجیر جانبی خود واحد حلقه ایمیدازولی است. این حلقه علاوه بر هیستیدین در ساختار بازهای پورینی (آدنین، گوانین) نیز وجود دارد.

نکات:

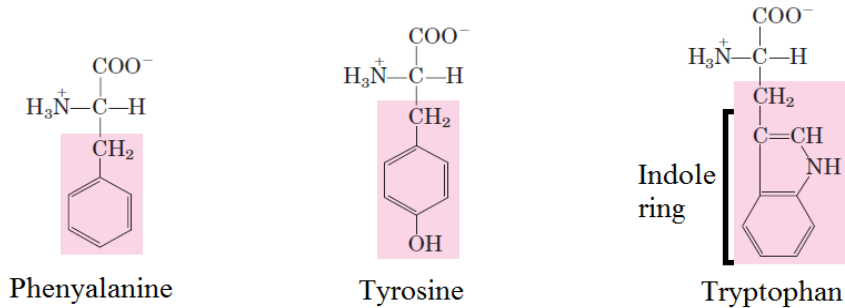
۱- آرژینین و لیزین به دلیل pK بالا (به ترتیب ۱۲/۵ و ۱۰/۵)، در pH فیزیولوژیک به اشکال پروتونه با بار مثبت وجود دارند. حلقه ایمیدازول هیستیدین، pK برابر با ۶ دارد و به همین سبب در pH فیزیولوژیک به میزان حدود ۵٪ پروتونه است و بار مثبت دارد.

۲- هیستیدین در pH فیزیولوژیک نقش بافری دارد.



تصویر ۸-۷. اسیدهای آمینه با زنجیر جانبی مثبت

سه اسید آمینه، زنجیر جانبی آروماتیک دارند (تصویر ۹-۷).



تصویر ۹-۷. اسیدهای آمینه با زنجیر جانبی آروماتیک

در ساختمان فنیل آلانین (F, Phe)، تیروزین (Y, Tyr) و تریپتوفان (W, Trp) حلقه آروماتیک (بنزن) وجود دارد.

- حلقه موجود در زنجیره جانبی فنیل آلانین اگر آزاد باشد بنزن نام دارد اما اگر با گروهی واکنش دهد، فنیل گفته می شود.
- تیروزین در زنجیر در جانبی خود واجد فنول (فنیل هیدروکسیله) می باشد. pK گروه فنول برابر ۱۰/۰۷ است.
- تریپتوفان در زنجیر جانبی خود، حلقه اندولی دارد.
- مطالعات اخیر نشان داده که از تیروزین برای درمان برخی از انواع افسردگی و استرس نظیر شیذوفرنی می توان استفاده کرد. مصرف بالای تریپتوفان نیز با تحریک فرآیند خواب در انسان همراه است.

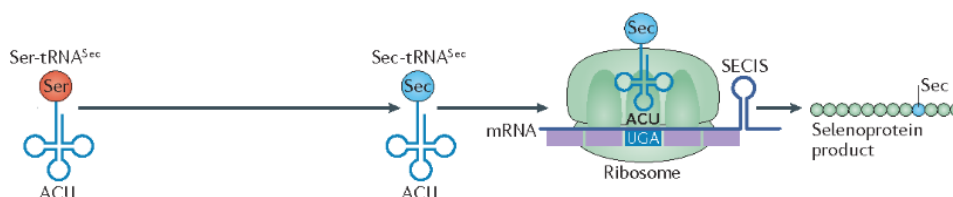
نکته: خصلت سه اسید آمینه آروماتیک، غیر قطبی بودن است. از این میان فنیل آلانین یک اسید آمینه کاملاً آبگریز است اما تیروزین به سبب گروه OH و تریپتوفان به دلیل داشتن گروه NH خاصیت آبگریزی کمتری نسبت به فنیل آلانین دارند.

اسیدهای آمینه مهم دیگر

اسیدهای آمینه ای که تا به به اینجا بررسی کردیم همگی دارای کدون معنی می باشند. اما شمار دیگری از اسید آمینه ها نیز وجود دارند که از این قاعده مستثنی بوده و به دو گروه تقسیم می شوند. گروه اول شامل اسیدهای آمینه سلنوسیسستین و پیرولیزین هستند که از یک کدون خاتمه بی معنی و تحت شرایط خاص حاصل می آیند. گروه دوم اسیدهای آمینه ای هستند که حاصل تغییرات پس از ترجمه می باشند.

سلنوسیستئین

سلنوسیستئین از اسید آمینه **سرین** تولید می گردد. این فرآیند با جایگزینی اتم اکسیژن گروه هیدروکسیل سرین با اتم سلنیوم در سطح مولکول tRNA اختصاصی سلنوسیستئین ($tRNA^{Sec}$) صورت می پذیرد. $tRNA^{Sec}$ یک مولکول غیرمعمول است که از طریق آنتی کدون UCA-۵' خود، کدون خاتمه UGA-۵' را مورد شناسایی قرار می دهد (تصویر ۱۰-۷).



تصویر ۱۰-۷. تولید سلنوسیستئین

پیرولیزین

این اسید آمینه در برخی آرکی ها از کدن خاتمه UAG تولید می شود. وجود برخی از توالی های فرودست اختصاصی باعث استفاده از UAG به عنوان کدون پیرولیزین در این ارگانیسم ها می شود.

اسیدهای آمینه حاصل از تغییرات پس از ترجمه

(۱) **هیدروکسی پرولین و هیدروکسی لیزین** با هیدروکسیلاسیون اسیدهای آمینه مربوطه حاصل می شوند.

(۲) **دسموزین** در ساختار پروتئین الاستین وجود دارد و از اتصال سه آلیزین و یک لیزین تشکیل شده است. عامل این اتصال پیوند باز شیف است (تصویر ۱۱-۷).

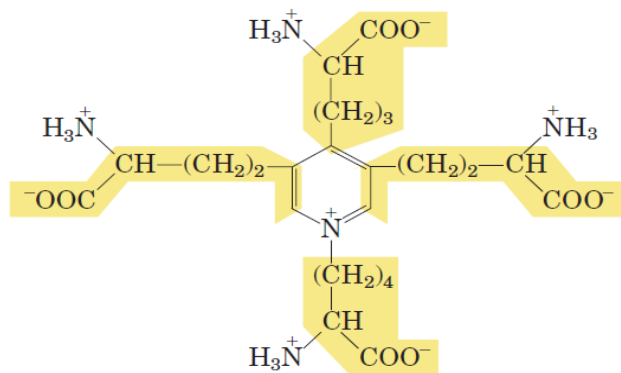
❖ با اکسیداسیون لیزین توسط لیزیل اکسیداز، **آلیزین** حاصل می آید.

❖ پیوند باز شیف بین عامل آمین و یک آلدئید یا یک کتون ایجاد می گردد که در حالت اول تولید آلدیمین و در حالت دوم تولید کتیمین را خواهیم داشت.

(۳) **۷-کربوکسی گلوتامات** با ۷-کربوکسیله شدن ریشه های گلوتامات حاصل می شود.

(۴) **متیل لیزین ها، مونومتیل لیزین و دی متیل لیزین** ها که در ساختمان سیتوکروم C و برخی پروتئین های عضلانی وجود دارند. مثلاً N₆-متیل لیزین در ساختمان میوزین حضور دارد. **تری متیل لیزین** در پروتئین کالمودولین وجود دارد.

(۵) **متیل هیستیدین** در ساختمان پروتئین های عضلانی اکتین و میوزین و همچنین دی پپتید آنسرین وجود دارد.



تصویر ۱۱-۷. دسموزین

اسیدهای آمینه غیر پروتئینی

این اسیدهای آمینه با وجود اینکه نقشی در ساختار پروتئین ها ندارند اما وظایف مهمی را ایفا می نمایند. مثلاً:

(۱) اورنی تین، سیترولین و آرژینینو سوکسینات در چرخه اوره نقش آفرینی می کنند.

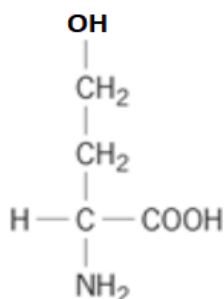
(۲) γ -آمینو بوتیرات به عنوان نوروترانسمیتر عمل می کند.

(۳) β -آلانین از کاتابولیسم سیتوزین و اوراسیل حاصل شده و در ساختمان ویتامین B₅ و دی پپتید های کارنوزین و آنسرین وجود دارد.

سوالات

- ۱- اسید آمینه دسموزین در ساختمان کدام یک از پروتئین های زیر شرکت دارد؟
 الف) آلفا کراتین ب) بتا کراتین ج) کلاژن د) الاستین
- ۲- در ساختمان کدام اسید آمینه زیر بیشترین تعداد اتم ازت مشاهده می شود؟
 الف) لیزین ب) هیستیدین ج) آرژنین د) تریپتوفان
- ۳- تمام واسطه های زیر نقش تحریک کننده دارند، بجز:
 الف) استیل کولین ب) اپی نفرین
 ج) نوراپی نفرین د) گلیسین
- ۴- اگر هیدروفوبیسیته گلیسین صفر در نظر گرفته شود، بالاترین هیدروفوبیسیته و هیدروفیلیسیته به ترتیب به کدام یک از اسیدهای آمینه زیر تعلق دارد؟
 الف) فنیل آلانین- لیزین ب) تریپتوفان- آرژنین
 ج) فنیل آلانین- آسپاراتات د) لیزین- گلوتامات
- ۵- α - آمینو، γ - متیل پنتانوئیک اسید به کدام یک از اسیدهای آمینه زیر گفته می شود؟
 الف) ایزولوسین ب) والین
 ج) لوسین د) آلانین
- ۶- اگر هیدروفوبیسیته گلیسین صفر در نظر گرفته شود، بالاترین هیدروفوبیسیته و هیدروفیلیسیته به ترتیب به کدام یک از اسیدهای آمینه زیر تعلق دارد؟
 الف) فنیل آلانین- لیزین ب) تریپتوفان- آرژنین
 ج) فنیل آلانین- آسپاراتات د) لیزین- گلوتامات
- ۷- افزایش مصرف غذایی کدام اسید آمینه منجر به تحریک فرآیند خواب در انسان می شود؟
 الف) هیستیدین ب) تیروزین ج) لیزین د) تریپتوفان
- ۸- کدام اسید آمینه بر روی کربن بتای خود دارای انشعاب می باشد؟
 الف) ایزولوسین ب) تریپتوفان ج) تیروزین د) گلوتامین
- ۹- تمام اسیدهای آمینه زیر در ساختمان گلوکاتایون شرکت دارند، بجز:
 الف) گلوتامیک اسید ب) سیستئین ج) آرژنین د) گلیسین
- ۱۰- کدام یک از اسیدهای آمینه زیر توسط ریبوزوم در ساختار پروتئین قرار می گیرد؟
 الف) اورنیتین ب) هیدروکسی پرولین
 ج) سلنوسیتئین د) γ - کربوکسی گلوتامات

۱۱- در ساختار آمینواسید مقابل هنگامی که اتم اکسیژن گروه هیدروکسیل با گوگرد جایگزین شود محصول کدام آمینواسید است؟



(الف) هموسیستئین

(ب) سیستئین

(ج) متیونین

(د) سیستئین

۱۲- کدام یک از اسیدهای آمینه زیر دارای گروه ایزوبوتیل است؟

(د) متیونین

(ج) آلانین

(ب) والین

(الف) لوسین

۱۳- همه موارد زیر در خصوص سلنوسیستئین صحیح است، بجز:

(الف) یک آلفا آمینواسید است.

(ب) در ساختمان برخی آنزیم های پراکسیداز و ردوکتاز مشارکت دارد.

(ج) توسط یک کدون سه حرفی کد می شود.

(د) آنالوگ سلنیوم دار سیستئین است.

۱۴- ۷- کربوکسیلاسیون گلوتامیک اسید در کدام یک از پروتئین های زیر صورت می گیرد؟

(د) یوبی کویتین

(ج) استئوکلکسین

(ب) انکوژن ها

(الف) عوامل رشد

۱۵- تمامی اسیدهای آمینه در طبیعت به شکل L وجود دارند، به غیر از:

(د) والین

(ج) متیونین

(ب) گلیسین

(الف) آلانین

۱۶- تمام اسیدهای آمینه زیر در ساختمان پروتئین به عنوان پذیرنده فسفات عمل می کنند

به جز:

(ب) هیستیدین

(الف) تره اونین

(د) تیروزین

(ج) سرین

۱۷- حلقه ایمیدازول در کدام یک از مولکول های زیر دیده می شود؟

(ب) گوانین و پرولین

(الف) آرژینین و هیستیدین

(د) هیستیدین و آدنین

(ج) آلانین و گوانین

۱۸- کدام اسید آمینه زیر حالت L-amino نیست؟

(د) ایزولوسین

(ج) والین

(ب) لوسین

(الف) گلايسين

۱۹- در زنجیره جانبی کدام یک از آمینواسیدهای زیر، کربن کایرال وجود دارد؟

(د) گلوتامین (Q)

(ج) ایزولوسین (I)

(ب) ترئونین (T)

(الف) آرژینین (A)

- ۲۰- کدام جفت آمینواسیدهای زیر دارای جرم مولکولی یکسان هستند؟
 (الف) گلوتامین و آسپارژین (ب) سرین و ترئونین
 (ج) تیروزین و فنیل آلانین (د) لوسین و ایزولوسین
- ۲۱- کدام اسید آمینه در زنجیره کربنی خود فاقد گروه هیدروکسیل می باشد؟
 (الف) سرین (ب) تریپتوفان (ج) تیروزین (د) ترئونین
- ۲۲- گروه فعال در ساختمان اسید آمینه آرژینین چه نام دارد؟
 (الف) گوانیدین (ب) ایمیدازول (ج) اندول (د) ایمینو
- ۲۳- زنجیره جانبی کدام اسید آمینه در محدوده فیزیولوژیک نقش بافری دارد؟
 (الف) فنل (ب) ایندول (ج) ایمیدازول (د) گوانیدیوم
- ۲۴- کدام اسید آمینه در ساختمان خود دارای حلقه آروماتیک می باشد؟
 (الف) هیستیدین (ب) آرژینین
 (ج) تیروزین (د) گلوتامین
- ۲۵- کدام اسیدهای آمینه زیر را به عنوان اسیدهای آمینه اسیدی می شناسند؟
 (الف) گلوتامات — آسپارژین (ب) گلوتامات — آسپاراتات
 (ج) گلوتامین — آسپارژین (د) گلوتامین — آسپاراتات
- ۲۶- انتقال کدام اسید آمینه در فیبروبلاست پوست مبتلایان به شیزوفرنی کاهش یافته و به همین دلیل می توان از آن برای درمان برخی از انواع افسردگی و استرس استفاده نمود؟
 (الف) تریپتوفان (ب) تیروزین (ج) فنیل آلانین (د) گلیسین
- ۲۷- مصرف کربوهیدرات چگونه بر خواب تأثیر می گذارد؟
 (الف) به طور مستقیم مراکز خواب در مغز را تحریک می کند.
 (ب) با افزایش سطح اسیدهای آمینه خون سبب تضعیف خواب می شود.
 (ج) با افزایش ورود تریپتوفان به مغز باعث القای خواب می شود.
 (د) با تحریک تولید انسولین باعث تضعیف خواب می شود.