



دنیای پروتیین‌ها؛ شگفتی آفرینی آمینواسیدها

دکتر حسن حذرخانی

کارشناس گروه شیمی برنامه‌ریزی

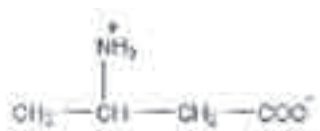
و تألیف کتاب‌های درسی

که در آمینواسیدهای ساختگی، گروه آمینی می‌تواند در موقعیت‌های گوناگون قرار گیرد.

برای نمونه:

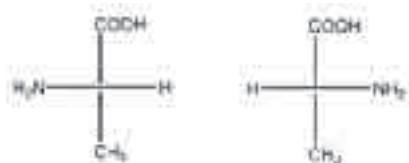


(R) - ۳ - آمینو - ۲ - فیل پروپانویک اسید

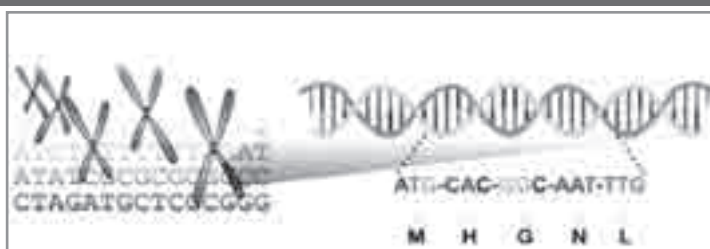


(±) - ۳ - آمینو بتانویک اسید

گفتنی است که در طبیعت، تنها آمینواسیدهای دستواره^۱ یا نامتقارن تولید می‌شود چنان‌که پیکربندی^۲ همه‌ی آمینواسیدهای طبیعی (L) است.



اما آمینواسیدهای ساختگی به‌طور عمده در آزمایشگاه، به‌صورت مخلوطی از دو ایزومر L و D، یعنی در شکل مخلوط راسمیک به‌دست می‌آیند. اکنون به ساختار آمینواسیدهای طبیعی باز می‌گردیم. در این ساختار R می‌تواند H، آلکیل، شاخه‌ی آلکیل شامل گروه -OH یا -SH، یا شاخه‌ی آلکیل شامل یک گروه اسیدی یا آمینی اضافی باشد. بنابراین ساختار شاخه‌ی فرعی R می‌تواند آمینواسیدهای گوناگونی را معرفی کند.



چکیده

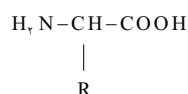
آمینواسیدها واحدهای سازنده‌ی پروتیین‌ها، به دو دسته‌ی طبیعی و ساختگی (سنتزی) تقسیم می‌شوند. از واکنش تراکمی میان آمینواسیدهای گوناگون، پروتیین‌ها در انواع متفاوت شامل دی‌پتیدها و پلی‌پتیدها تشکیل می‌شوند و تعداد، تکرار و ترتیب آمینواسیدها در پتیدها، عامل اصلی در گوناگونی و فراوانی پروتیین‌ها به شمار می‌رود.

کلیدواژه‌ها: آمینواسید، پتید، پروتیین.

آغاز سخن

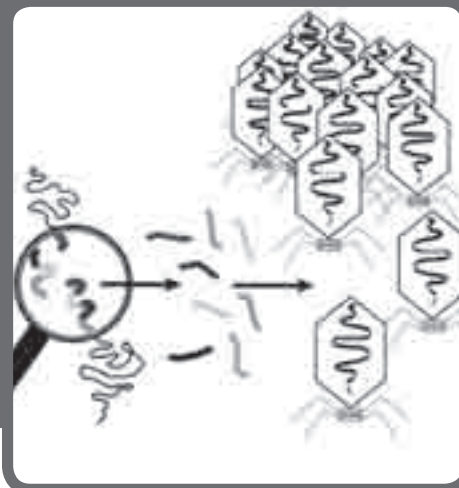
آمینواسیدها خانواده‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که هم از گروه عاملی کربوکسیل برخوردارند و هم دارای گروه عاملی آمینی هستند یعنی در ساختار خود، هر دو عامل اسیدی (-COOH) و عامل بازی (-NH₂) را دربر دارند. آمینواسیدها هم در طبیعت یافت می‌شوند و هم می‌توان آن‌ها را در آزمایشگاه تهیه کرد. ساختار آمینواسیدهای طبیعی به این قرار است:

کربن آلفا



چنان‌که می‌بینیم گروه آمینی روی کربن آلفا قرار دارد. از این‌رو، آمینواسیدهای طبیعی به آلفا آمینواسیدها شهرت یافته‌اند. این درحالی است

آمینواسیدهای ساختگی به‌طور عمده در آزمایشگاه، به‌صورت مخلوطی از دو ایزومر L و D، یعنی در شکل مخلوط راسمیک به‌دست می‌آیند



- اسیدی، که در ساختار شاخه‌ی فرعی خود یک عامل اسیدی اضافی دارند.
- بازی، که شامل یک عامل بازی اضافی در شاخه‌ی فرعی خود هستند.
جدول ۱، برخی از این آمینواسیدها را نشان می‌دهد.

به این ترتیب می‌توان آمینواسیدهای طبیعی را به سه دسته به این شرح تقسیم کرد:
- خنثی، که آمینواسیدهایی با شاخه‌ی فرعی قطبی یا ناقطبی‌اند.

آمینواسیدهای خنثی با شاخه‌ی فرعی غیرقطبی			
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ لوسین	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ والین	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ آلانین	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H} \end{array}$ گلیسین
آمینواسیدهای خنثی با شاخه‌ی فرعی قطبی			
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HN} \end{array}$ تریپتوفان	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ تیروزین	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ترونین	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ سِرین
آمینواسیدهای اسیدی			
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{NH}_2^+ \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ آرژنین	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$ آسپاراتات	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$ گلوتامات	
آمینواسیدهای بازی			
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$ لیزین	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HN}^+ \end{array}$ هیستیدین		

جدول ۱ انواع آمینواسیدها

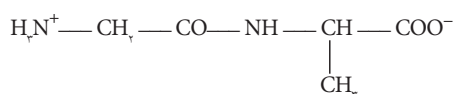
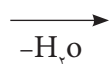
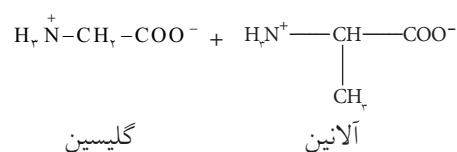
آمینواسیدها جفت- یون می سازند

به خاطر وجود هر دو عامل اسیدی و بازی در ساختار مولکولی آمینواسیدها، واکنش خنثی شدن درون مولکول این ترکیبها روی می دهد و یک نمک تولید می شود. مشاهده های تجربی این رویداد را تأیید می کند چنان که این ترکیبها را می توان به صورت یک ترکیب یون-دوقطبی در نظر گرفت.

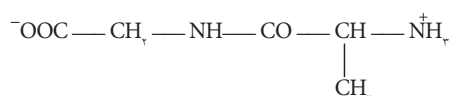


گلیسین

که آمینواسیدها نیروهای بین مولکولی قوی تری نسبت به ترکیبهای آلی هم جرم خود دارند و از این رو، نقطه ی ذوب و جوش آنها از ترکیبهای هم جرمشان بسیار بالاتر است. میان آمینواسیدها در شکل جفت- یون، می تواند واکنشی تراکمی انجام گیرد. آب یکی از فراورده های واکنش تراکمی میان دو مولکول آمینواسید است و یک دی پتید نیز آن را همراهی می کند. واکنش گلیسین و آلانین به این قرار است:



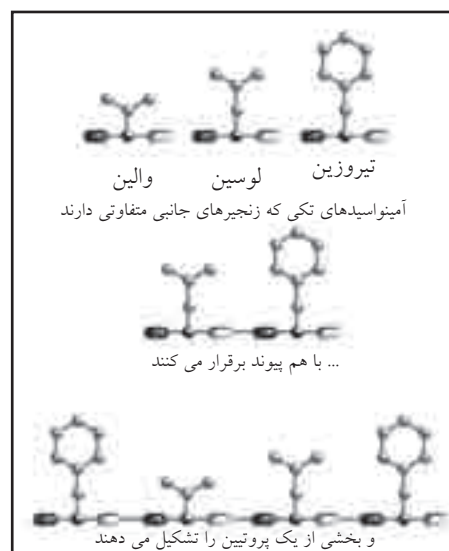
گفتنی است که این واکنش به گونه ای دیگر نیز می تواند روی دهد. در واکنش قبل، گلیسین از سر اسیدی خود وارد واکنش شده است. چنانچه جفت یون این ماده از سر آمینی خود واکنش دهد، دی پتید حاصل به این قرار خواهد بود:



این مواد، به حالت جامد یا به حالت محلول در آب، به صورت یونی هستند. بنابراین در حلالهای بسیار قطبی حل می شوند و از نقطه ی ذوب و جوش بالایی برخوردارند.

ساختار یون- دوقطبی آمینواسیدها به خوبی می تواند این خواص را توجیه کند. در واقع، هر آمینواسید رفتاری شبیه یک نمک معدنی دارد. البته باید یادآوری کرد که نیروهای یونی در آمینواسیدها از نمکهای یادشده بسیار ضعیف تر است و این، از حجم زیاد مولکول آمینواسید، پخش بار و وجود فاصله ی نسبتاً زیاد میان آنیون و کاتیون موجود در مولکول آمینواسید ناشی می شود. بنا براین واقعیت می توان نتیجه گرفت

آمینواسیدها نیروهای بین مولکولی قوی تری نسبت به ترکیبهای آلی هم جرم خود دارند و از این رو، نقطه ی ذوب و جوش آنها از ترکیبهای هم جرمشان بسیار بالاتر است



شکل ۱: آمینواسیدهای متفاوت می توانند با هم پیوند تشکیل دهند

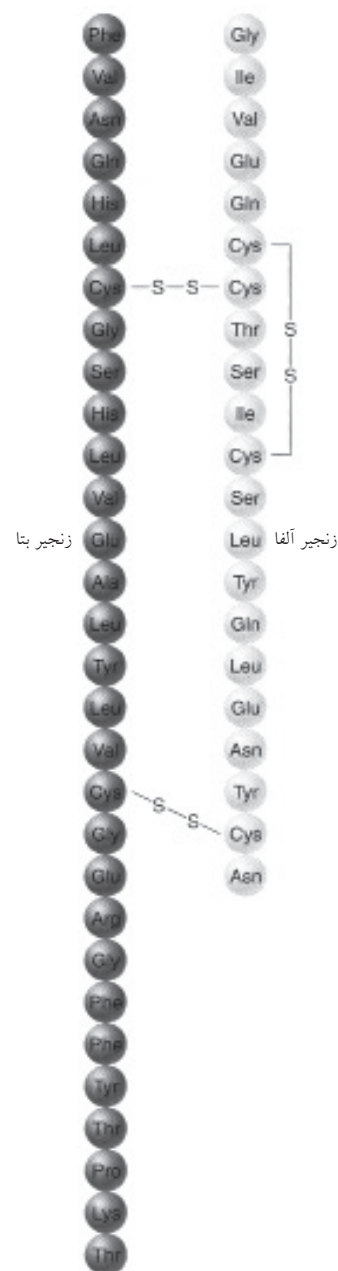
نام پروتئین	جرم مولکولی	تعداد آمینواسید
انسولین	۶۰۰۰	۵۱
سیتوکروم C	۱۶۰۰۰	۱۰۴
هورمون رشد	۴۹۰۰۰	۱۹۱
هموگلوبین	۶۵۰۰۰	۵۷۴
گاماگلوبین	۱۷۶۰۰۰	۱۳۲۰
میوزین	۸۰۰۰۰۰	۶۱۰۰

جدول ۲

به همین ترتیب، از واکنش سه آمینواسید، یک تری پپتید به دست می آید و چنانچه تعدادی آمینواسید این واکنش را انجام دهند، فراورده‌ی آن یک پلی پپتید است. اگر یک پلی پپتید بیش از ۵۰ آمینواسید داشته باشد آن را پروتئین می خوانند. جدول ۲ تعداد آمینواسیدهای موجود در برخی پروتئین‌ها را نشان می دهد.

دنیای متنوع پروتئین‌ها

ترتیب، تنوع و تکرار آمینواسیدها در پلی پپتیدها مهم ترین عامل تفاوت پروتئین‌ها با یک دیگر است. برای نمونه، یک مولکول انسولین، ۵۱ آمینواسید دارد. این آمینواسیدها با ترتیب‌های گوناگونی می توانند کنار یک دیگر قرار گیرند و به این ترتیب احتمال تولید $1/55 \times 10^{66}$ پروتئین وجود دارد. اما در همه‌ی انسان‌های روی کره‌ی زمین، تنها یکی از این احتمال‌ها پیش می رود و تنها، پروتئین انسولین در بدن آن‌ها تولید می شود، شکل ۲. چنین گزینشی در تولید یک پروتئین مشخص را باید از جمله شگفتی‌های طبیعت دانست که قدرت بی پایان آفریننده‌ی آن را یادآوری می کند.



شکل ۲: ترتیب ۵۱ آمینواسید در ساختار انسولین

آمینواسیدهای طبیعی به آلفا آمینواسیدها شهرت یافته‌اند. این درحالی است که در آمینواسیدهای ساختگی، گروه آمینی می تواند در موقعیت‌های گوناگون قرار گیرد

در طبیعت، تنها آمینواسیدهای دستواره یا نامتقارن تولید می شود چنان‌که پیکربندی همه‌ی آمینواسیدهای طبیعی (L) است

1. chiral

2. configuration

1. Yurkanis, B. P., Organic Chemistry, John Wiley, 2008.

2. Seager, S. L.; Slabaugh, M. R., Chemistry for Today, 2008.