

## تکامل شیمیایی

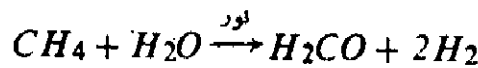
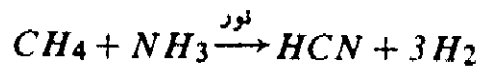
از دیدگاه علوم فیزیکی، سلول را می‌توان مجموعه‌ای پیچیده از مولکول‌های آلی دانست و برای کسانی که به‌جگونگی آغاز و تکامل حیات بر روی کره زمین علاقه‌دارند، خاستگاه این مولکول‌های بیولوژیکی (زیست‌شناختی) یکی از جالب‌ترین مسایل است. راستی در کجا، کی و چگونه مولکول‌های شگرفی مانند پروتئین‌ها، اسیدهای هسته‌ای و پلی‌ساکاریدها، که سنگ‌بنای سلول هستند، سنتز شده‌اند؟

زمین در تاریخ عمر خود که به ۴۸۰۰ میلیون سال تخمین زده می‌شود، ابتدا باید دورانی در حدود ۱۵۰۰ میلیون سال را پشت‌سر گذاشته باشد که در آن حیات وجود نداشته است. در آن دوران که از آن به نام دوران تکامل شیمیایی یاد می‌کنیم، اجزای عمده تشکیل دهنده جو زمین («هوا»یی که زمین را فرا گرفته) با امروز تفاوت بسیار داشته و بدعلت دارا بودن مقادیر قابل توجهی از گازهای متان، آمونیاک و آب (ونداشتن اکسیژن آزاد) خاصیت احیا کنندگی<sup>۲</sup> فراوان داشته است. اکسیژن آزاد و اکسیدهای کربن در مراحل بعدی تکامل شیمیایی در اثر انجام واکنش‌های فوتوشیمیایی به وجود آمدند. لایه ازن Ozone هم که امروزه به‌صورت پوششی زمین را از اشعه فرابنفش خورشید حفظ می‌کند، در روزگاران گذشته (دوران تکامل شیمیایی)، بسیار نازک‌تر بوده و مقادیر بیش‌تری از اشعه یاد شده را از خود عبور می‌داده است. مولکول‌های ساده آلی مانند اسید سیانیدریک HCN و فرمالدئید H<sub>2</sub>CO ابتدا در اثر واکنش بین اجزای ساده‌تری که در آتمسفر زمین موجود بودند، تشکیل شدند و کارمایه (انرژی) این فرایندها، نور فرابنفش، گرما، تخلیه الکتریکی (رعد و برق) و سایر شکل‌های انرژی بود. اگر از متان CH<sub>4</sub> آمونیاک NH<sub>3</sub> و آب آغاز کنیم، فرایند فوتوشیمیایی به وجود

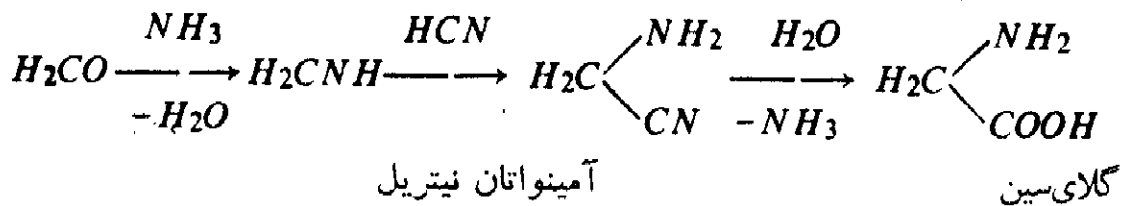
۱ - حدود یک سوم عمر ۴۸۰۰ میلیون ساله زمین صرف تکامل شیمیایی گردیده و پس از آن نیز صدها میلیون سال دیگر در تکامل زیستی گذشته است. انسان‌نماهای اولیه تنها چند میلیون سال پیش بر روی خاک ظاهر شده‌اند. اگر عمر زمین را یک شبانه‌روز (۲۴ ساعت) فرض کنیم، فقط سی ثانیه از ورود انسان به عرصه گیتی می‌گذرد.

۲ - اگر بر تعداد اکسیژن‌ها در یک ماده شیمیایی افزوده شود، می‌گوییم این ترکیب اکسیده شده و اگر از تعداد اکسیژن‌های کاسته شود (و یا بر تعداد هیدروژن‌هایش اضافه گردد) می‌گوییم احیا شده است. مثلاً، در تبدیل متان CH<sub>4</sub> به فرمالدئید H<sub>2</sub>CO و به‌دی اکسید کربن CO<sub>2</sub> با پدیده اکسیداسیون و در تبدیل فرمالدئید به متانول CH<sub>3</sub>ON با پدیده احیا و به‌رو هستیم. در محیطی آکنده از مولکول‌های هیدروژن‌دار، مانند متان، آمونیاک و آب، پدیده احیا آسان‌تر انجام خواهد گرفت و چنین محیطی را احیا کننده می‌نامیم.

آمدن اسید سیانیدریك و فرمالدئید را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:



اسید سیانیدریك و فرمالدئید مواد اولیه مناسبی برای سنتز اسیدهای آمینه (واحد های تشکیل‌دهنده پپتیدها و پروتئین‌ها) در دوران تکامل شیمیایی زمین بوده‌اند. برای روشن شدن مسئله، چگونگی تشکیل اسید آمینه گلايسین Glycine را از آمونیاك و اسید سیانیدریك، که ابتدا منجر به تشکیل آمینواتان نیتریل می‌شود، به‌صورت زیر نشان می‌دهیم:



در سال ۱۹۵۳ دانشمندی به‌نام میلر S. Miller برای اثبات این فرضیه که: «در دوران پیش از آغاز حیات، مولکول‌های ساده‌ای نظیر متان (یا اتان)، آمونیاك و آب وجود داشته‌اند و در اثر نور خورشید، زرد بوق و گرما به مولکول‌های پیچیده‌تری تبدیل شده‌اند»، اقدام به ایجاد شرایط مصنوعی کره زمین در آغاز دوران تکامل شیمیایی نمود. میلر مخلوطی از گازهای یاد شده را در ظرف شیشه‌ای ریخت و آن را مسدود ساخت و به‌طور مستمر برای مدتی نسبتاً طولانی در معرض نور فرا بنفش، تخلیه الکتریکی و گرما قرار داد و در پایان مشاهده کرد که مواد ساده اولیه به ترکیبات پیچیده‌تر و متکامل‌تری از جمله مخلوط راسمیک<sup>۳</sup> اسیدهای آمینه تبدیل شده‌اند.

پلی ساکاریدها یا کربوهیدرات‌ها  $(H_2CO)_n$  مولکول‌های حیاتی بسیار با اهمیتی هستند که در تکامل شیمیایی نقش ویژه‌ای داشته‌اند و برای ظاهر شدن آنها بر روی زمین سازوکار (مکانیسم) ساده‌ای پیشنهاد شده‌است. فرمول بسته این ترکیبات نشان می‌دهد که ظاهراً از پلی‌مر (بس‌پار) شدن فرمالدئید به وجود آمده‌اند. ما امروزه می‌دانیم که فرمالدئید در مجاورت بازها واکنش‌های افزایشی شبه آلدول انجام داده و مولکول‌هایی به نام فورموز Formose که شبیه به کربوهیدرات‌ها هستند، به وجود می‌آورد.

تبیین چگونگی پیدایش اسیدهای هسته‌ای در دوران پیش از آغاز حیات تاحدودی

۳- مخلوط راسمیک Racemic mixture مخلوطی به مقدار مساوی از دو ایزومر نوری يك ماده است که یکی از آن‌ها نور قطبیده را به سمت راست و دیگری (به همان اندازه) آن را به سمت چپ می‌چرخاند. اگر مقدار دو ایزومر نوری در مخلوط مساوی باشد، آن وقت بر نور قطبیده اثر نخواهد داشت. یکی از دلایل فعالیت نوری مولکول‌ها وجود کربن نامتقارن در آن‌هاست. کربن نامتقارن Asymmetric carbon کربنی است که چهار گروه متفاوت به آن وصل شده باشد و چنین کربنی بر تصویر آینه‌ای خود انطباق ندارد؛ همان‌طور که دست راست و دست چپ را نمی‌توان برهم منطبق کرد و یا کفش‌ها را نمی‌توان باه‌با پوشید.

دشوار است. به هر حال یکی از این اسیدهای هسته‌ای مثلاً Adenine رادر نظر می‌گیریم. فرمول بنهٔ Adenine به صورت  $H_5C_5N_5$  می‌باشد و این خود یادآور این نکته می‌باشد که ظاهراً Adenine از تجمع پنج مولکول اسیدسیانیدریک HCN به وجود آمده‌است. البته با نوشتن یک رشته معادلات منطقی شیمی می‌توان از اسید سیانیدریک به Adenine رسید. پس از بررسی چگونگی تبدیل مولکول‌های بسیار ساده به مولکول‌های نسبتاً پیچیده‌تر و متکامل‌تر، مانند اسیدهای آمینه، اسیدهای هسته‌ای و پلی‌ساکاریدها، اکنون در مقابل این پرسش قرار گرفته‌ایم که این مولکول‌های آلی، که در دوران پیش از آغاز حیات بر روی زمین به وجود آمدند، چگونه توانستند به مواد پلی‌مری و پیچیده‌ای نظیر پپتیدها، DNA، RNA و غیره تبدیل شوند؟ در تشکیل پپتیدها از اسیدهای آمینه، در هر مرحله از واکنش، یک پیوند پپتیدی جدید به وجود می‌آید و انجام این فرایند، ظاهراً متضمن حذف یک مولکول آب می‌باشد. از طرف دیگر، امروزه تقریباً مطمئن هستیم که محیط انجام این واکنش‌ها آبی (مائی) بوده است و از نظر قوانین ترمودینامیکی انجام واکنش‌هایی که آب به وجود می‌آورند، در محیط آبی معقول نمی‌باشد.

برای روشن شدن این ابهام، فرضیهٔ جدیدی پیشنهاد گردید که براساس آن پلی‌پپتیدهای اولیه از طریق پلی‌مریزاسیون ترکیباتی مانند آمینواتان‌نیتریل‌ها (که خود محصول افزایش اسید سیانیدریک، آمونیاک و فرمالدئید بوده‌اند) به وجود آمده‌اند و ایمینوپلی‌مرهای حاصل نیز در محیط آبی به سهولت به پپتیدهای مربوطه هیدرولیز شده‌اند.

هنوز پرسش‌های فراوانی دربارهٔ خاستگاه زندگی و چگونگی تکامل حیات بر روی زمین وجود دارد که دانش امروزین ما تنها به‌طور نسبی می‌تواند پاسخگوی آن‌ها باشد و در بسیاری موارد هم هنوز پاسخی استوار در اختیار ندارد. برای علم، هنوز ناشناخته‌های فراوانی وجود دارد که شناخت آن‌ها می‌تواند چگونگی تشکیل سیستم‌های شگرف و پیچیده‌ای مانند سلول حیاتی را روشن سازد و به ما بگوید که باکتریوم‌های ساده‌ای که کارمایهٔ خود را از نور خورشید می‌گیرند، چگونه می‌توانند مولکول‌ها و سیستم‌های متکامل‌تر و عالی‌تری را به وجود آورند. گسترش افق‌های دانش بشری می‌تواند در آینده برای بسیاری از ابهامات امروزی ما گره‌گشا باشد.

اگر انسان بتواند ضمن جستجوهای کیهانی خود به نوعی ابتدایی‌تر از حیات، در سایر نقاط منظومهٔ شمسی، دسترسی پیدا کند، آن وقت خواهد توانست برای پرسش‌های بی‌شمار امروزی خود دربارهٔ نکات استفهام‌آمیز و ناروشن تکامل، پاسخ‌های روشن‌تر و سریع‌تری بیابد.

۵- برای مطالعهٔ بیشتر در زمینهٔ تکامل شیمیایی و زیستی نگاه کنید به کتاب اوبارین به نام حیات، طبیعت، منشا و تکامل آن ترجمهٔ آقای هاشمی‌طرفی، انتشارات کتاب‌های جیبی.  
ترجمهٔ دیگری از این کتاب به نام منشا حیات و تکامل توسط آقای دکتر نورالدین فرهیخته انجام گرفته است (انتشارات دهخدا).