

مرور مختصری بر چهار فصل از کتاب شیمی پیش حیاتی از مواد دوگانه دوست ساده تا مدل‌های پیش سلول  
آرش وجود<sup>۱</sup>

پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸

دریافت: ۱۴۰۰/۹/۱۳

**چکیده**

کتاب‌های علمی، از مهم‌ترین منابع برای تحقیق و پژوهش هستند. معرفی و مرور محتوای کتاب‌های علمی با زمینه پژوهشی می‌تواند چشم‌انداز پژوهشی قابل قبولی را به پژوهشگران عرصه علم و دانش عرضه کند. کتابی اثر پیترو والد<sup>۲</sup> در انتشارات بین‌المللی اسپرینگر در سال ۲۰۰۵، منتشر شده است. پژوهش حاضر با در نظر گرفتن اهمیت مطالعات مروری در خلق و توسعه دانش بشری بر آن است نخست به معرفی اجمالی این اثر علمی و بیان مواردی از برجستگی‌های آن پرداخته و نهایتاً به مرور مختصری بر چهار فصل از آن کتاب ارزنده که هدف اصلی این تحقیق می‌باشد، بپردازد. یافته‌های این پژوهش مروری کوتاه نشان داد: کتاب مذکور، در پنج فصل و توسط پژوهشگران مختلف به گونه‌ای نوشته شده است که هر کدام از فصل‌ها به صورت جداگانه و طبق نیاز پژوهشگر قابل مطالعه باشند که این مورد یکی از برجستگی‌های این اثر علمی به شمار می‌آید. همچنین، سرمنشاء حیات و پیدایش آن بر روی سیاره زمین، شکل‌گیری موجودات زنده از مواد غیرزنده، سنتز پیش حیاتی و... از موضوعات اصلی در حوزه تحقیقات حیات به شمار می‌آیند که در کتاب فوق‌الذکر به آن‌ها تأکید و توجه ویژه‌ای شده است.

**واژگان کلیدی:** مقاله مروری، سیاره زمین، پیدایش حیات، شیمی پیش حیاتی.

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل، اردبیل، ایران، voojod.a2012@gmail.com

<sup>۲</sup> Prebiotic Chemistry From Simple Amphiphiles to protocell Models

## مقدمه

پرسش در مورد چگونگی خلقت نخستین موجودات زنده از بنیادی‌ترین سؤالاتی است که ذهن بشر را از دیرباز به خود مشغول داشته و آدمی را مبهوت کرده و آزار داده است. در طول تاریخ پاسخ به این پرسش با افسانه‌ها درهم آمیخته است. اما خوشبختانه طی چند دهه گذشته دانشمندان تلاش‌های خود را برای جواب دادن به آن آغاز کرده‌اند.

جواب به چنین سؤال عظیمی در حیطه یک زمینه علمی واحد نیست و دانشمندانی از رشته‌هایی مانند زیست‌شناسی، شیمی، زمین‌شناسی، ستاره‌شناسی، فیزیک، ریاضی و حتی فلسفه در کنار یکدیگر تلاش برای پاسخ دادن به آن را آغاز کرده‌اند. علمی مانند «زیست ستاره‌شناسی»، «زیست‌شناسی ماوراء زمینی» و «شیمی پیش حیاتی» از ادغام چندین رشته علمی و به‌منظور پاسخ دادن به این سؤال ایجاد شده‌اند که حیات چگونه در سیاره زمین آغاز شده است و آیا امکان ایجاد آن در خارج از کره زمین نیز وجود دارد؟ از این رو، اهمیت یافتن پاسخی قطعی برای این سؤال از روز روشن تر است، نه تنها آشکار می‌کند که ما کی و چی هستیم، بلکه بر درک ما از جهان هستی در کل تأثیر می‌گذارد (مسترجمی، ۱۳۹۴، ص. ۴۲؛ والده، ۲۰۰۵، ص. ۷؛ وجود و همکاران، ۱۳۹۹، ص. ۱۹).

به طور کلی، مقالات علمی در دو دسته پژوهشی (اعم از بنیادی یا کاربردی، مستخرج از یک پروژه تحقیقاتی اصیل که معمولاً به تولید علمی منجر می‌شود و نیز دارای نوآوری علمی است) و مطالعاتی (بر پایه جابه‌جایی، تلفیق و ترکیب دانش موجود تهیه می‌شود و معمولاً به روشن شدن زوایای مسئله کمک می‌کند. از اینگونه مقالات می‌توان به مقالات مروری، تدریسی، ترجمه‌ای و تحلیلی اشاره کرد) دسته‌بندی می‌شوند (حافظ نیا، ۱۳۸۵، ص. ۳۰۲ و ۳۰۳). از طرفی، ادبیات علمی سودمند حاصل از مطالعات پژوهشگران مختلف که هرروز با ایستادن بر دوش یافته‌های پیش در حال گسترش است، از عمده دست آوردهای جامعه علمی به شمار می‌آید. این انباشت دانش برای پیشرفت هر حوزه دانشی، بسیار مهم بوده و در قالب پژوهش‌های مروری (داده‌ها و یافته‌های ارائه شده در منابع علمی را بازبینی و ارزیابی می‌کند) قابل بررسی می‌باشد (شهسواری و علم الهدی، ۱۳۹۸، ص. ۱۰۱ و ۸۰). همچنین، مقالات مروری و مقالات پژوهشی دو نوع متفاوت از مقالات هستند که در ذات و ماهیت خود یعنی علمی بودن آن‌ها هیچگونه شک و تردیدی نیست و نیز هر دو آن‌ها مهم و دارای ارزش و اعتبار علمی می‌باشند. (پوردیهیمی، ۱۳۹۱، ص. ۱۱ و ۷). فراتر از این، مقالات مروری به دلیل داشتن ظرفیت بالا در تولید و توسعه دانش و نیز ارجاعات فراوان و ارزان بودن انجام آن‌ها، مورد توجه ویژه پژوهشگران قرار گرفته است (سرابی، ۱۳۹۲، ص. ۵۲).

شهسواری و علم الهدی در پژوهشی هدف خود را به بررسی ظرفیت تحقیقات مروری در تولید دانش و مفهوم‌سازی انواع این پژوهش‌ها و در نهایت ارائه یک گونه‌شناسی جامع از مقالات مروری متمرکز کردند و توانستند با استفاده از روش فراترکیب نشان دهند که دامنه گسترده پژوهش‌های مروری را می‌توان ذیل سه معیار: دامنه، سازماندهی و اهداف مرور، طبقه‌بندی کرد (شهسواری و علم الهدی، ۱۳۹۸، ص. ۱۰۱ و ۸۰). همچنین، سرابی هدف از پژوهش خود بر اصول نگارش مقالات مروری قرار داد و با پرداختن به اصول نگارش این نوع مقالات و مشکلات شایع این حیطه، تلاش کرد تا کیفیت آن‌ها را ارتقا بخشد و الگوی مناسبی در این زمینه ارائه نماید (سرابی، ۱۳۹۲، ص. ۵۲).

اکنون، پیش از مرور چهار فصل از کتاب مذکور با عنوان فارسی «شیمی پیش حیاتی از مواد دوگانه دوست ساده تا مدل‌های پیش سلول» که هدف اصلی نوشته پیش رو می‌باشد، لازم است که با در نظر گرفتن اهمیت مطالعات مروری در خلق و توسعه علم و دانش، نخست در مقدمه به معرفی کوتاه این اثر علمی ارزشمند و بیان مواردی از برجستگی‌های آن پرداخته و نهایتاً به سراغ اصل مطلب، یعنی مروری مختصر بر محتوای چهار فصل از کتاب مذکور برویم. همچنین، از روش کتابخانه‌ای در گردآوری اطلاعات مطالعه مروری حاضر، استفاده شده است.

## معرفی کوتاه کتاب و بیان مواردی از برجستگی‌های آن

این اثر پیتر والد را، انتشارات بین‌المللی اشپرینگر در سال ۲۰۰۵ میلادی منتشر کرده است و نیز ترجمه فارسی این اثر علمی را، انتشارات یاوریان اردبیل در چهار فصل و ۲۰۶ صفحه در سال ۱۳۹۸، منتشر نموده است. ترجمه کتاب مذکور با هدف ترغیب دانشجویان و فارغ‌التحصیلان جوان به انجام فعالیت‌های پژوهشی خود بر روی شیمی پیش حیاتی، توسط مترجمان (آرش وجود و محمد خدادادی مقدم) به فارسی برگردانده شده است و می‌تواند مورد استفاده اساتید و دانشجویان در رشته‌های شیمی و زیست‌شناسی قرار گیرد. همچنین، یکی از برجستگی‌های اثر علمی مذکور آن است که کتاب در پنج فصل و توسط محققین مختلف به گونه‌ای نوشته شده است که هر کدام از فصل‌ها به صورت جداگانه و طبق نیاز محقق قابل مطالعه باشند. در فصل اول که توسط دیمر و دورکین نوشته شده است، به روش‌های سنتز مواد دوگانه دوست در زمین و محیط خارج از کره زمین و خودسازمان‌دهی آن‌ها پرداخته شده است. فصل دوم به سنتز بازهای هسته‌ای، نوکلئوتیدها، RNA و DNA می‌پردازد. مسیرهای مختلف احتمالی سنتز این مولکول‌ها در کره زمین اولیه توسط سالادینو، کرسینینی، کوستانزو و دی ماورو مورد بررسی قرار گرفته است. پاسکال، بویتو و کومیراس در فصل سوم روش‌های سنتز  $\alpha$ -آمینواسیدها و پلیمریزاسیون آن‌ها و نیز شرایط احتمالی ایجاد سیستم ترجمه را در جانداران امروزی مورد بررسی قرار داده‌اند. در فصل چهارم به موضوع مهم کایرالیته در موجودات زنده و منشأ آن پرداخته می‌شود. روش‌های مختلف شکست تقارن در این فصل توسط وایزباخ، لایزرویتز و لاهو مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت در فصل پنجم، زاماری، سانتوز و فرناندو حداقل نیازهای یک سیستم زنده را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این فصل از محاسبات و شبیه‌سازی کامپیوتری و نیز آزمایش‌های تجربی برای درک ساختار ساده‌ترین موجودات زنده‌ای که در دوران ابتدایی حیات زمین بر روی آن ظاهر شده‌اند، استفاده می‌شود؛ ویرایش نهایی و گردآوری مطالب کتاب نیز بر عهده پیتر والد بوده است (والده، ۲۰۰۵، ص. ۷ و ۸).

از برجستگی‌های دیگر کتاب مذکور آن است که اولاً، از منابع زیادی در نوشتن کتاب استفاده گردیده است و نیز منابع اختصاصی مربوط به هر فصل از کتاب در انتها آن فصل، آورده شده است. دوماً، اهمیت وجود تصویر در آموزش و در کتاب به عنوان یکی از ارکان یادگیری، بیشتر از محتوای نوشتاری کتاب نباشد، کم‌تر هم نیست. از این رو، از آنجایی که از تصاویر واضح و گویا زیادی در فصول کتاب استفاده شده است. لذا این مورد مزیتی خیلی مهم برای کتاب به شمار می‌آید و نیز به درک و فهم هر چه بهتر محتوای نوشتاری کتاب کمک می‌کند. سوماً، قسمت چکیده در آغاز هر فصل از کتاب، اطلاعات مختصر و مفیدی از آن فصل در اختیار خواننده قرار داده می‌دهد. از طرفی، در پایان هر فصل از کتاب بخش نتیجه‌گیری یک نتیجه مختصر، مؤثر و گویایی از کل فصل کتاب به خوانندگان ارائه می‌کند.

### ۱- مروری مختصر بر محتوای فصول کتاب

از آنجایی که در ترجمه فارسی کتاب ارزشمند فوق‌الذکر، مترجمان از ترجمه فصل دوم کتاب، صرف‌نظر نموده و صرفاً اقدام به ترجمه تخصصی فصول اول، سوم، چهارم و پنجم کتاب کرده‌اند. از همین رو، در ادامه تنها به مرور مختصری بر محتوای فصول اول، سوم، چهارم و پنجم کتاب پرداخته خواهد شد. به‌طور کلی، ضرورتی برای مرور محتوای فصل دوم کتاب دیده نمی‌شود.

#### ۱-۱- فصل اول کتاب

این در این فصل از کتاب، قدیمی‌ترین اشکال احتمالی حیات و شیمی و فیزیک غشاءهای اولیه مورد مطالعه قرار گرفته است. غشاء پلاسمایی یا غشاء سلولی یک غشاء زیستی می‌باشد که وجود آن در پیدایش حیات امری ضروری است. از طرفی، غشاءهای سلول‌های امروزی از موزائیکی از پروتئین‌ها (پلی مرهای اسیدهای آمینه می‌باشند که از یک یا چند زنجیره آمینواسید

تشکیل شده‌اند) که در یک سیستم دولایه فسفولیپیدی قرار دارند، ساخته شده‌اند. همچنین، برای ساخت پروتئین‌ها و فسفولیپیدهای موجود در این غشاءها، مسیرهای آنزیمی پیچیده‌ای وجود دارد که در واقع اولین اشکال حیات نمی‌توانسته‌اند این چنین مسیرهای آنزیمی تکامل یافته‌ای داشته باشند.

منوکربوکسیلیک اسیدهای دوگانه دوست که بر روی شهاب سنگ‌های کربن دار (شهاب سنگ‌ها ذرات و تکه‌های جدا شده از اجرام آسمانی هستند که در فضا پراکنده‌اند و آن‌ها به سه نوع عمده سنگی، فلزی و سنگی فلزی تقسیم می‌شوند) یافت می‌شوند، و احتمال سنتز آن‌ها از مسیرهای ساده واکنش‌های ژئوشیمیایی (در ساده‌ترین شکل ژئوشیمی یا زمین شیمی را می‌توان به عنوان علمی تعریف کرد که با شیمی کل زمین و اجزای تشکیل دهنده آن سرو کار دارد) در زمین اولیه وجود دارد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لازم جهت تبدیل شدن به غشاءهای دولایه را دارند. این مواد احتمالاً سازنده غشاءهای اولین سلول‌های زنده بر روی زمین بوده‌اند. علاوه بر این، در محیط زمین اولیه مخلوطی از انواع مولکول‌های دوگانه دوست وجود داشته است که توانایی تشکیل وزیکول (یک حباب مایع در سلول‌ها است که به ترابری و اندوختن مواد می‌پردازد. وزیکول دست کم از یک لایهٔ دوجدارهٔ فسفولیپیدی تشکیل شده‌است) و کپسوله کردن پلیمرهای مختلف سنتز شده از طریق روش‌های گوناگون شیمیایی را، داشته‌اند. غشاء این وزیکول‌ها باید نفوذپذیری کنترل شده‌ای داشته باشد تا اجازه ورود مواد غذایی یونی و قطبی را به درون وزیکول بدهد و نیز مانع خروج پلیمرهای موجود درون مجموعه گردد. بدین صورت، کاتالیزورها و پلیمرهای دارنده اطلاعات زیستی به مواد مورد نیاز جهت رشد دسترسی پیدا می‌کنند. علاوه بر این پلیمرها باید کنار هم با نظم ویژه‌ای گرد آیند و می‌بایست از پخش شدن آن‌ها باید جلوگیری شود. چنین مجموعه‌هایی می‌توانند تحت تأثیر تکامل داروینی (منظور از تکامل داروینی تبیین علمی - زیستی‌ای است که چارلز داروین در کتاب منشاء انواع از نوع موجودات زنده (در کرهٔ زمین) ارائه کرده و سپس آن را دیگران بسط و تفصیل داده‌اند و حتی تفاسیر مختلفی از آن عرضه داشته‌اند. درخت حیات (تغییرات تدریجی و تکامل زیستی) و انتخاب طبیعی محور اصلی این کتاب و نظریهٔ معرفی شده در آن است) قرار گیرند، فرآیندی که بر روی مولکول‌های پراکنده در محیط مایع موثر نیست. تعداد اندکی از سیستم‌های مولکولی کپسوله شده شانس برخورداری از مجموعه‌ای از خواص را که به آن‌ها اجازه اخذ انرژی آزاد از محیط و رشد - اثر پلیمریزاسیون - را می‌دهد، داشته‌اند. واکنش‌های پلیمریزاسیون لازم برای رشد این مجموعه‌ها توسط کاتالیزورهای موجود در داخل وزیکول‌ها انجام می‌پذیرد و در نتیجه توسط فرآیندهای ژنتیکی اولیه کنترل می‌شود. چنین ساختارهایی در مسیر تکاملی به سمت ایجاد اولین حیات سلولی قرار می‌گیرند (درویش‌زاده، ۱۳۹۷، ص. ۶۳-۶۹؛ مسترحمی، ۱۳۹۷، ص. ۵۱؛ والد، ۲۰۰۵، ص. ۱-۲۴؛ یزدیان، ۱۳۷۹، ص. ۳۶؛ حسینی، ۱۳۹۴، ص. ۷۲؛ مور و میسن، ۱۳۹۱، ص. ۳ و ۲).

## ۱-۲- فصل سوم کتاب

سنتز پیش حیاتی  $\alpha$ -آمینو اسیدها تا سیستم‌های ترجمهٔ اولیه برای سنتز پپتیدها عنوان این فصل از کتاب را شامل می‌شود. شیمی پیش حیاتی اسیدهای آمینه و پپتیدها از حیث بیان یک زمینهٔ تحقیقاتی بسیار مهمی به شمار می‌آید. از طرفی، پذیرش عمومی سنتز پپتیدها به وسیله ریبوزوم‌ها بدین معنی نیست که اسیدهای آمینه در دنیای RNA (جهان مبتنی بر RNA یا حیات بر پایه RNA) نقشی نداشته‌اند. از این رو، در این فصل نخست گزارشاتی که در زمینه سنتز اسیدهای آمینه موجود است، بررسی می‌شود و سپس مسیرهای سنتز پپتیدها با دقت مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بیشتر مطالعات با دیدگاه ترمودینامیکی انجام گرفته و از محتوای انرژی آزاد پیوندهای پپتیدی و گونه‌های حد واسط بهره می‌گیرد. این بررسی‌ها ادعان می‌دارد که  $\alpha$ -آمینو اسید N-کربوکسی انیدریدها (NCA) به عنوان منومرهای فعال شده و احتمالاً به عنوان اولین حامل‌های انرژی آزاد، هم در سنتز پپتیدها نقش اساسی داشته‌اند و هم می‌توانسته‌اند فسفات معدنی و نوکلئوتیدها را برای واکنش پلیمریزاسیون فعال نمایند. در نهایت، گذر از سنتز صرفاً شیمیایی به فعال‌سازی بیوشیمیایی اسیدهای آمینه (شامل انیدریدهای آمینواسید - فسفوریک اسید) با فرآیندهای ریبوزومی و غیرریبوزومی از نقطه نظر هماهنگی بین شیمی اسید آمینه و اسیدنوکلئیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

قابل ذکر است، به دلیل وابستگی شیمی پیش حیاتی اسیدهای آمینه و پپتیدها به دنیای RNA، بیشتر پیشرفت‌ها در این زمینه در دهه اخیر حاصل شده است. نظریه‌های جدیدی در این زمینه ارائه شده است که به مسیرهای سنتزی احتمالی جدید برای اسیدهای آمینه و پپتیدها و واکنش‌های شبه متابولیسم این مولکول‌ها منجر می‌شود. با توجه به اینکه طبق آخرین یافته‌ها، حیات احتمالاً از تکامل همزمان پپتیدها و اسیدهای نوکلئیک به وجود آمده است، مطالعات گسترده‌ای برای درک ساخت همزمان منومرها و فعال‌سازی آن‌ها و نیز آزادسازی انرژی در این سیستم‌ها لازم است. واکنش‌های گزینشی و دارای بازده بالا در سیستم‌های دارای ساختار فرمولکولی مشاهده شده است که نشان می‌دهد کاتالیزورهای دارای ساختار فرمولکولی قدم‌های اولیه برای رسیدن به سیستم‌های آزریمی امروزی بوده‌اند. همچنین، یکی از مهمترین نظریه‌ها که در این فصل بررسی می‌شود، نقش NCAها در شیمی اسیدهای آمینه می‌باشد که توسط داده‌های ترمودینامیکی در مورد رفتار ویژه آن‌ها به عنوان منومر پپتیدها پشتیبانی می‌شود. همچنین، بحث دیگری که در مورد NCAها انجام می‌گیرد، نقش احتمالی این مولکول‌ها در انتقال انرژی و فعال‌سازی فسفات معدنی و نوکلئوتیدها است. برهم کنش بین NCAها با فسفات یا نوکلئوتیدها این فکر را تقویت می‌کند که دنیای پروتئین-اسید نوکلئیک جدید، بازمانده‌های از دنیای باستان است. این یافته‌ها با نظریه دنیای پپتید-RNA و پیدایش زود هنگام فرآیند ترجمه سازگار است. این نظریات و همچنین نقش ریونوکلئوتیدها در پیدایش حیات موضوع تحقیقات آینده خواهد بود. لذا، با این چنین بررسی‌هایی ممکن است محدودیت‌های نظریه دنیای RNA بیشتر درک شود (والده، ۲۰۰۵، ص. ۷۰-۱۱۵؛ بِنر، کیم و بایوندی، ۲۰۱۹، ص. ۸۴).

### ۳-۱- فصل چهارم کتاب

شکست تقارن از طریق خود سازمان دهی، واکنش‌پذیری و تقویت کایرالیته در شرایط غیر زیستی عنوان این فصل از کتاب می‌باشد.

نظریه‌های حیات اولیه پیشنهاد می‌کند که کایرالیته (مولکول کایرال مولکولی است که دارای مرکز فعال نوری بوده و می‌تواند نور پلاریزه را منحرف نماید. مولکول‌های سازنده بدن جانداران-قندها و اسیدهای آمینه- کایرال می‌باشند) در طبیعت قبل از پیدایش اولین سلول زنده -با فرآیندهای علت و معلولی یا با تصادف محض- به وجود آمده است. در این فصل از کتاب آزمایشاتی که امکان شکست تصادفی تقارن آینه‌ای را طی فرآیندهای اتوکاتالیزوری مانند خودسازمان دهی خوشه‌های مولکولی و بلورهای دو و سه بعدی، کاتالیزورهای آلی-فلزی، درشت مولکول‌ها و صفحات و مارپیچ‌های مولکولی بررسی می‌کنند، شرح داده می‌شود. با شروع از پدیده‌های تصادفی، مشاهده می‌شود که شکست تقارن به یکی از قدم‌های اساسی در خود تکثیری مولکول‌ها تبدیل می‌گردد. در بررسی عمومی سیستم‌های طبیعی مشخص می‌شود که افت و خیزهای اندکی در غلظت دو اِناِتومر در این سیستم‌ها در حالت راسمیک وجود دارد. در نتیجه، اثرات سینتیکی غیر خطی که توسط خود سازمان دهی دیاستریوایزومرهای (به ایزومرهای فضایی یک مولکول -دارای بیش از یک مرکز کایرال- که تصویر آینه‌ای هم نباشند، دیاستریوایزومر گفته می‌شود) درشت مولکول ایجاد می‌گردد، باعث بروز خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی می‌شود.

به طور کلی، در غیاب مدارک فسیلی، بسیار مشکل یا در واقع غیر ممکن است که درباره پرسش تاریخی «چگونه و به چه طریقی هموکایرالیته (یکسان بودن ایزومرهای نوری که در موجودات زنده دیده می‌شود) آغاز شد؟» بحث کرد. در نتیجه، فقط می‌توان دلایل معقول و ممکن را در باره مراحل شیمی راسمیک به بیوشیمی کایرال مورد بحث قرار داد. از طرفی، نظریه‌های اولیه در مورد شکست تقارن تصادفی در شرایط پیش حیاتی نسبتاً موفق بوده‌اند و توانسته‌اند پدیده‌های کاتالیزوری نامتقارن و پلیمریزاسیون کایرال را توضیح دهند. قدم اول که در تمام این نظریه‌ها مشترک است، خود سازمان دهی مولکول‌های کایرال یا غیر کایرال به صورت ساختارهای فرمولکولی نامتقارن می‌باشد که خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی از خود بروز می‌دهند.

قابل ذکر است، در دنیای واقعی ترکیبات راسمیک وجود ندارند و مقدار دو ایزومر چپ گرد و راست گرد نمی‌تواند دقیقاً یکسان باشد. محاسبات نشان می‌دهد که در مخلوط راسمیک مقدار هر یک از ایزومرها می‌تواند تا حدود ۱۰۱۲ مولکول بر مول ماده افت و خیز داشته باشد. چنین افت و خیزهایی می‌تواند با مکانیسم سوآی عدم تقارن را در محصولات ایجاد نماید. چنین افت و خیزهای کوچکی احتمالاً می‌تواند کایرالیته را در بلورها نیز القا نماید ولی از نظر تجربی هنوز به تایید نرسیده است. در برخی آزمایشات که برای سنتز نامتقارن «کامل» طراحی شده است، اثرات تقویتی بر روی کایرالیته مشاهده می‌گردد ولی هنوز مشخص

نیست که این اثرات به خاطر وجود افت و خیز در غلظت ایزومرهای نوری در ترکیب راسمیک است و یا به وجود افزودنی‌های کایرال در محیط مربوط می‌باشد. همچنین، پیشنهاد شده است که بر همکنش‌های ضعیف بین مولکولی نیز توانایی تبدیل مخلوط‌های راسمیک به مولکول‌های کایرال را دارد. البته برآورد دقیق از نقش این برهمکنش‌ها در واکنش شیمیایی ممکن نیست، زیرا این نیروها می‌توانند تا حدود ۱۰۶ مولکول بر مول در کایرالیت موثر باشند. این تأثیر یک میلیون برابر کمتر از نقش افت و خیزهای مولکولی در ایجاد کایرالیت است.

روش‌های کارآمد برای ایجاد و تقویت هموکایرالیت در پلی‌پپتیدهای حاصل از مخلوط‌های راسمیک یا غیر راسمیک اسیدهای آمینه ایجاد شده است. در این روش‌ها از مولکول الگو یا سایر روش‌های مشابه استفاده می‌شود. الیگوپپتیدهای هموکایرال به عنوان ابزاری برای سنتز نامتقارن مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مولکول‌ها در طول واکنش هم می‌توانند هموکایرالیت خود را تقویت نمایند و هم توانایی انتقال این خاصیت را به مولکول‌های دختر - حاصل از همانندسازی خود - دارند. مطالعات تکمیلی برای بررسی ایجاد هموکایرالیت در قندها و اسیدهای نوکلئیک مورد نیاز می‌باشد. در این زمینه گزارشات اخیراً توسط جویس و همکارانش ارائه شده است که طی آن ایجاد بلورهای کایرال ربوز از مخلوط قندها مورد بررسی قرار گرفته است.

در نهایت، کشف احتمالی مواد کایرال و حیات اولیه در کیهان می‌تواند باعث روشن‌تر شدن جواب این پرسش گردد که شکست پیوسته تقارن در اوایل عمر زمین چگونه رخ داده است (والده، ۱۳۹۹، ص. ۱۰۵؛ شکروی، ۱۳۸۵، ص. ۷۳-۷۸؛ نوری‌بکی کمارعلیا، قراری، و فرج‌زاده، ۱۳۹۳، ص. ۷-۹؛ پراس، ۱۳۹۶، ص. ۳۴-۳۶؛ اسپرینکستین و جویس، ۲۰۰۴، ص. ۹۵۸۳-۹۵۷۸؛ والده، ۲۰۰۵، ص. ۱۲۴-۱۵۹؛ موریس، ۱۳۹۸، ص. ۲۷ و ۲۸ و ۴۵).

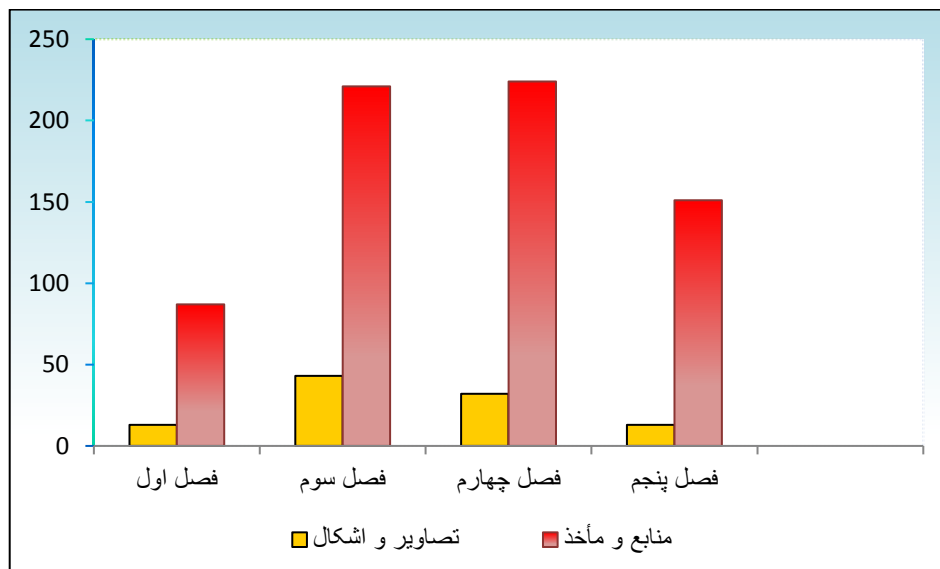
#### ۴-۱- فصل پنجم کتاب

در این فصل از کتاب حداقل نیازها و پتانسیل‌های تکاملی پیش سلول‌های ساده اولیه مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. ایده پیش سلول‌های ساده اولیه دارای ارزش نظری و کاربردی فراوانی است. بر اساس نظریه کموتون (بر طبق مدل کموتون، حیات ساده را به شکل یک ابر سیستم شیمیایی شامل سه زیر سیستم تعریف می‌کنیم. این سه زیر سیستم عبارتند از شبکه‌ای از واکنش‌ها - متابولیسم -، تکثیر با استفاده از مولکول الگو و مرز جدا کننده سیستم و محیط) که توسط تیپور گانتی در سال ۱۹۷۱ توسعه یافته است، پیش سلول‌ها را به عنوان سیستمی در نظر می‌گیریم که توانایی انجام فعالیت‌های مشابه سلول‌های زنده واقعی را دارد. چنین سیستمی باید متشکل از شبکه‌ای از واکنش‌های شیمیایی به نام پیش متابولیسم باشد که نقش تهیه مواد اولیه برای ادامه کار پیش سلول را بر عهده دارد. وظیفه دیگر پیش متابولیسم آزادسازی انرژی موجود در مواد غذایی و تخلیه زائدات از پیش سلول به بیرون می‌باشد. از دیگر بخش‌های ضروری یک پیش سلول سیستم ژنتیک دارای قابلیت پلیمریزاسیون با استفاده از مولکول الگو می‌باشد که توانایی خود تکثیری و حفظ اطلاعات مولکول اولیه را در مولکول‌های دختر دارا باشد. بخش سوم ضروری برای پیش سلول اولیه غشاء دولایه لیپیدی می‌باشد که محیط داخل و خارج پیش سلول را از هم جدا می‌سازد و درشت مولکول‌های ضروری را از پخش شدن در محیط خارج مصون نگه می‌دارد (والده، ۱۳۹۹، ص. ۱۵۱ و ۱۵۴). هر سه زیر سیستم اشاره شده دارای خاصیت اتوکاتالیزوری (ویژگی که طی آن یک مولکول سنتز مولکولی شبیه خود را با استفاده از مواد اولیه موجود در محیط کاتالیز می‌نماید. سیستم‌های تکثیر شونده باید دارای خاصیت اتوکاتالیزوری باشند) می‌باشند (همان، ۱۳۹۹، ص. ۱۰۵). کل پیش سلول نیز واجد خاصیت اتوکاتالیزوری در نظر گرفته می‌شود - به چنین سیستمی کموتون گفته می‌شود - کموتون می‌تواند ساختار منظم فضایی داشته باشد و این نظم را به هنگام همانندسازی به سیستم‌های دختر انتقال دهد. سیستم‌های شبه بیولوژیکی متفاوتی می‌توانند با ترکیب دو زیر سیستم از سه زیر سیستم اشاره شده در این بخش به وجود آیند (همان، ۱۳۹۹، ص. ۱۵۱ و ۱۵۲).

قابل ذکر است، در این فصل از کتاب تحقیقات چندساله اخیر در مورد پیش سلول‌ها و حیات ساده ابتدایی شرح داده شده است. البته ریشه‌های این نظریه به بیش از سی سال قبل بر می‌گردد. این زمینه رابطه دو سویه تئوری و تجربه را به خوبی نشان می‌دهد. مدل‌های تئوری، سیستم‌های دینامیکی محتمل را توصیف می‌کنند و آزمایشات تجربی این نظریه‌ها را به محک می‌کشند؛ بعضی از آن‌ها را رد می‌نمایند و برای برخی، دیدگاه‌های وسیع و جدید باز می‌کنند.

بیشتر مطالعات تجربی به بررسی سیستم‌های ساده‌تر از موجودات زنده امروزی می‌پردازند. هنوز هر سه زیرسیستم کموتون-متابولیسم، همانندسازی از روی مولکول الگو و غشاء- به طور همزمان مورد بررسی قرار نگرفته است و اکثر مطالعات بر روی غشاء یا همانندسازی پلیمرهای الگو متمرکز است. بررسی متابولیسم به نظر بسیار مشکل می‌رسد زیرا هنوز به درستی نمی‌دانیم که چگونه می‌توان بدون استفاده از آنزیم مقدار مناسبی از محصولات و حدواسط‌ها را به وجود آورد. مطالعاتی که اخیراً مورد توجه گروه‌های تحقیقاتی قرار گرفته است، بررسی همزمان متابولیسم و سیستم‌های غشایی با مرکزیت چرخه فورموس (نخستین بار در سال ۱۸۶۱، شیمیدان روس، الکساندر میخائیلوویچ باتلروف متوجه تشکیل مواد قندی طی واکنش فرمالدهید با یک ترکیب قلیایی ضعیف شد و واکنش فورموس معروف به واکنش باتلروف را کشف کرد که این واکنش پایه واکنش‌های شیمیایی غیر زیستی تولید کربوهیدرات‌ها شناخته می‌شود) بوده است. نمی‌توان منکر شد که منشاء توارث نامحدود صفات از والدین به فرزندان هنوز ناشناخته است. شاید محدود شدن چرخه‌های متابولیسمی درون غشاء جوابی برای این مسئله ارائه دهد. حبس شدن پلیمرها درون وزیکول‌ها احتمالاً به همانندسازی این مولکول‌ها بدون آنزیم کمک کرده است.

به طور کلی، ایجاد سیستم‌های زنده شیمیایی نمی‌تواند پاسخ گوی تمام سؤالات در مورد منشاء حیات باشد ولی با دیدگاهی خوش بینانه، می‌توان امیدوار بود که این تلاش‌ها به حل یکی از مسائل علمی مهم منجر خواهد شد.



شکل ۱. نمودار توزیع فراوانی تصاویر و اشکال و منابع و مأخذ کتاب به تفکیک فصل‌ها

شکل شماره ۱ نمودار ستونی (نرده‌ای) را نشان می‌دهد که در محور عمودی آن فراوانی داده‌ها (تصاویر و اشکال و منابع و مأخذ کتاب) و در محور افقی آن نام فصول کتاب (اول تا پنجم) درج شده است. مطابق این شکل فراوانی تصاویر و اشکال به تعداد ۴۳ عدد در فصل سوم کتاب بیشترین و به تعداد ۱۳ عدد در فصل اول کتاب کمترین است که این مورد برمی‌گردد به تعداد صفحات بیشتر و منابع و مأخذ زیاد این فصل. از طرفی، مطابق شکل شماره ۱ فراوانی منابع و مأخذ به تعداد ۲۲۴ عدد در فصل چهارم بالاترین و به تعداد ۸۷ عدد در فصل اول پایین‌ترین است. به‌طور کلی، در نگارش این چهار فصل از کتاب از ۶۸۳ عدد

منبع استفاده شده است که این مورد یکی از برجستگی‌های کتاب می‌باشد (زاچر، فدر و زاتماری، ۲۰۱۱، ص. ۲۱۳۸۰؛ والده، ۱۳۹۹، ص. ۲۰۰ و ۲۰۱، پراس، ۱۳۹۶، ص. ۱۸۸ و ۱۱۹؛ وجود و همکاران، ۱۳۹۹، ص. ۲۰-۲۲، وجود و همکاران، ۱۴۰۰، ص. ۳۴؛ عمران و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۱۲۵؛ والده، ۲۰۰۵، ص. ۱۷۶-۲۰۸).

## ۲- بحث و نتیجه‌گیری

این کتاب از جمله کتاب‌هایی است که در زمینه شیمی پیش‌حیاتی به نگارش درآمده‌است. این کتاب حاوی مطالب علمی و نکات بسیار ارزشمندی بوده و همین امر سبب گردیده تا این کتاب یکی از منابع نسبتاً ارزنده‌ای برای دانش شیمی در نظر گرفته شود. از طرفی، سرمنشاء حیات و پیدایش آن بر روی سیاره زمین، شکل‌گیری موجودات زنده از مواد غیرزنده، سنتز پیش‌حیاتی و... از موضوعات اصلی در حوزه تحقیقات حیات به شمار می‌آیند که در این کتاب به آن‌ها تأکید و توجه ویژه‌ای شده است. همچنین، همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد این کتاب، در پنج فصل و توسط محققین مختلف به گونه‌ای نوشته شده است که هر کدام از فصل‌ها به صورت جداگانه و طبق نیاز محقق قابل مطالعه باشند که این مورد یکی از برجستگی‌های این اثر علمی به شمار می‌آید. از سویی، این امر باعث شده تا از منابع زیادی-در شکل شماره ۱ تعداد دقیق منابع هر فصل از کتاب آورده شده است- در نگارش این کتاب استفاده شود که این نیز یکی از مزیت‌های مهم کتاب می‌باشد.

از مرور مختصری بر چهار فصل از کتاب مذکور این چنین برداشت شد که متن نوشتاری آن بسیار سلیس و روان و قابل فهم برای خواننده نگارش شده و یکی از مزیت‌های مهم آن این است که تصاویر و اشکال کتاب با نوشتار آن کاملاً هماهنگ و مرتبط بوده و می‌توانند در درک و فهم هر چه بهتر محتوای نوشتاری کتاب به خوانندگان کمک نمایند.

سخن پایانی این که اولاً، در این مرور کوشش شد تا چهار از فصل از کتاب فوق‌الذکر به شکل اجمالی در قالب این نوشته معرفی گردد. دوماً، کتاب مذکور کلاً بر اساس تحقیقاتی که در خارج کشور صورت گرفته است، نوشته شده است. از همین رو، مطالعه ترجمه این کتاب ارزشمند که مترجمان آن را با عنوان «شیمی پیش‌حیاتی از مواد دوگانه دوست ساده تا مدل‌های پیش‌سلول» به فارسی برگردانده‌اند، برای اساتید بزرگوار و دانشجویان توانا و پرتلاش کشور، پیش‌نهاد می‌شود. سوماً، امید است، خوانندگان مقاله حاضر بعد از مطالعه ترجمه کتاب مذکور انگیزه و علاقه لازم را برای پژوهش‌های بیشتر در زمینه شیمی پیش‌حیاتی به دست آورند.



## منابع

### قرآن کریم

۱. پوردیهیمی، شهرام (۱۳۹۱). مقالات علمی و مقالات علمی پژوهشی، نشریه صفا، دوره ۲۲، شماره ۲، ۵-۲۰.
۲. پراس، ادی (۱۳۹۶). *حیات چیست؟ شیمی چگونه می‌شود زیست‌شناسی*. مترجم: رامین رامبد. تهران: مازیار.
۳. حافظ نیا، محمد رضا (۱۳۸۵). *مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی*. تهران: سمت.
۴. حسینی، سید حسن (۱۳۹۴). از سازگارگرایی تا ضدسازگارگرایی خداابوری و تکامل داروینی: بررسی و نقد چهار دیدگاه، *پژوهشنامه فلسفه دین (نامه حکمت)*، دوره ۱۳، شماره ۱، ۸۸-۱۷.
۵. درویش‌زاده، علی (۱۳۹۷). *شهاب سنگ‌ها*. تهران: امیر کبیر.
۶. سرابی، محمد رضا (۱۳۹۲). اصول نگارش مقالات مروری، نشریه پژوهنده، جلد ۱۸، شماره ۲، ۵۲-۵۶.
۷. شکروی، عباس (۱۳۸۵). *شیمی فضایی استاتیک*. تهران: مرز دانش.
۸. شهسواری، امیر، و علم الهدی، جمیله (۱۳۹۸). روش‌شناسی پژوهش مروری و نقش آن در تولید دانش: توسعه یک گونه‌شناسی فصلنامه روش‌شناسی علوم انسانی، دوره ۲۵، شماره ۹۸، ۷۹-۱۰۵.
۹. مسترحمی، سید عیسی (۱۳۹۴). عناصر مادی آفرینش جهان از منظر قرآن و کیهان‌شناسی، *فصلنامه مطالعات تفسیری*، دوره ۶، شماره ۲۴، ۱۴۱-۱۵۶.
۱۰. مور، کارلتن و میسن، برایان هرولد (۱۳۹۱). مبانی ژئوشیمی. مترجم: محمد بهرامی. تهران: دانشگاه پیام نور.
۱۱. مسترحمی، سید عیسی (۱۳۹۷). تحلیل رابطه شهاب در قرآن و دانش اخترفیزیک، *نشریه علمی مطالعات قرآن و علوم*، دوره ۲، شماره ۴، ۴۵-۶۵.
۱۲. موریس، دیوید (۱۳۹۸). *شیمی فضایی*. مترجمان: میلاد طاهری، مینا زارع‌بیدکی و محمدرضا عباسی‌رزگله. تهران: سنجش و دانش.
۱۳. نوری بکی‌کمار علیا، نینا، قراری، حسین و فرج‌زاده، میرعلی (۱۳۹۳). *جداسازی ترکیبات کایرال: روش‌ها و کاربردها*. آذربایجان شرقی: دانشگاه تبریز.
۱۴. والده، پیتز (۱۳۹۹). *شیمی پیش‌حیاتی از مواد دوگانه دوست ساده تا مدل‌های پیش سلول*. مترجمان: آرش وجود و محمد خدادادی مقدم. اردبیل: یاوریان.
۱۵. وجود و همکاران (۱۳۹۹). *شیمی پیش‌حیاتی: از بررسی واکنش فورموس برای تولید قندها تا کاتالیزورهای مورد استفاده*. اردبیل: جهاد دانشگاهی اردبیل.
۱۶. وجود، آرش، خدادادی مقدم، محمد، ابراهیم زاده رجائی، غلامرضا، مهاجری، سحر، و شامل، علی (۱۴۰۰). مطالعه موضوع پیدایش حیات با محوریت واکنش فورموس برای سنتز کربوهیدرات‌ها، فصلنامه پویا در آموزش علوم پایه، دوره ۷، شماره ۲۴، ۴۸-۷۱.
۱۷. یزدیان، محمد رضا (۱۳۷۹). *زیست‌شناسی جانوری*، قم: امید.

18. Benner, S.A. Kim H.J. Biondi E. (2019). Prebiotic Chemistry that Could Not not Have Happened. *Life*, 9, 84.

19. Deamer, D.W. Dworkin, J.P. *Chemistry and Physics of Primitive Membranes, In Prebiotic Chemistry From Simple Amphiphiles to protocell Models*, Ed. By Walde, P. (Springer, Berlin, Heidelberg, 2005), pp. 1-24.
20. Omran, A. Menor-Salvan C. Springsteen G. Pasek M. (2020). The Messy Alkaline Formose Reaction and Its Link to Metabolism, *Life*, 10, 125.
21. Pascal, R. Boiteau, L. Commeyras, A. *From the Prebiotic Synthesis of  $\alpha$ -Amino Acids Towards a Primitive Translation Apparatus for the Synthesis of Peptides, In Prebiotic Chemistry From Simple Amphiphiles to protocell Models*, Ed. By Walde, P. (Springer, Berlin, Heidelberg, 2005), pp. 70-115.
22. Springsteen, G. Joyce, G.F. (2004). Selective Derivatization and Sequestration of Ribose from a Prebiotic, *Mix. J. Am. Chem. Soc*, 126, 9578–9583.
23. Szathmáry, E. Santos, M. Fernando, C. *Evolutionary Potential and Requirements for Minimal protocells, In Prebiotic Chemistry From Simple Amphiphiles to protocell Models*, Ed. By Walde, P. (Springer, Berlin, Heidelberg, 2005), pp. 167-208.
24. Weissbuch, I. Leiserowitz, L. Lahav, M. Stochastic “Mirror Symmetry Breaking” via Self-Assembly, *Reactivity and Amplification of Chirality: Relevance to Abiotic Conditions, In Prebiotic Chemistry From Simple Amphiphiles to protocell Models*, Ed. By Walde, P. (Springer, Berlin, Heidelberg, 2005), pp. 124-159.
25. Zachar, I. Fedor, A. Szathmáry, E. (2011). Two Different Template Replicators Coexisting in the Same protocell: Stochastic Simulation of an Extended Chemoton Model, *Plos One*, 6, e21380.