

نگاه شیمیایی به پیدایش مواد

احمد شعبانی^{۱*}

چکیده

متان یا همان گاز مرداب یکی از ساده‌ترین، متقارن‌ترین و پایدارترین مولکول مواد آلی است. نیمه عمر متان بسیار طولانی است و یکی از فراوان‌ترین ترکیبات آلی در طبیعت محسوب می‌شود. در این نوشته کوشش شده است به فرضیه پیدایش مواد آلی در طبیعت پرداخته شود. در این فرضیه باور بر این است نه تنها نقطه پایانی و تخریب مواد آلی بلکه نقطه آغازین و سازنده مواد آلی در طبیعت به متان ختم می‌شود و به عبارتی متان نقطه اول و آخر در مسیر شیمیایی پیدایش مواد آلی می‌باشد. دلایل و شواهدی از قبیل پایداری و فراوانی متان، تجزیه و تبدیل مواد آلی به متان در طبیعت، آزمایش میلر مبنی بر سنتز مواد آلی و آمینو اسیدها از متان، سناریوی مه‌بانگ یا انفجار بزرگ مبنی بر پیدایش سایر عناصر از عنصر کربن و فراوانی کربن پس از هیدروژن، هلیم و اکسیژن بر مبنای جرم، فرضیه متان بودن منشأ اولیه کربنی پیدایش ماده آلی در طبیعت تا کربن دی اکسید در دامن زدن و پشتیبانی از آن ارائه شده است.

واژگان کلیدی: پیدایش مواد، متان، ماده آلی، مه بانگ، طبیعت، کربن دی‌اکسید، آب، رس

* عهده‌دار مکاتبات، استاد، تلفن: ۲۹۹۰۲۸۰۰، فکس: ۲۲۴۳۱۶۷۱، پست الکترونیکی: a-shaabani@sbu.ac.ir

^۱ دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

ذرات بنیادی یک اتم یعنی الکترون، پروتون، نوترون و... قرار گیرد-کما اینکه طبق نظریه یا سناریوی بیگ بنگ یا مه بانگ (انفجار بزرگ) جهان از انبساط یک ماده و انرژی تاریک بسیار چگال ایجاد شده است و مواد تشکیل دهنده این ماده چگال ذرات بنیادی اتم یعنی پروتون، الکترون، نوترون و... می باشد- انسان، سیب، DNA، سنگ، پلاستیک، آب، نفت، متان، جلبک و فلاپی دیسک (CD) عضو یک مجموعه و در یک خانواده قرار خواهند گرفت که این عین همگرایی در پیدایش مواد و یا تنوع زیستی، علیرغم تنوع و گوناگونی ظاهری در آن است [۲]. مواد سازنده و تشکیل دهنده طبیعت در دنیای مادی دو بخش است: مواد معدنی و مواد آلی. گرچه بخش مواد معدنی طبیعت از نظر تعدد عنصری بسیار متنوع و متفرق است، اما بخش آلی از وحدت و یگانگی عنصری برخوردار است، به طوری که عنصر کربن که شاخص آلی بودن مواد و ترکیبات تلقی می شود، تنها عنصر اصلی ترکیبات آلی در طبیعت شناخته می شود. گرچه در ساختار برخی مواد معدنی از قبیل اوره ها، کربنات ها و...، عنصر کربن وجود دارد، اما علیرغم اطلاق معدنی، آنها نیز منشأ آلی دارند. چرا که کربن منوکسید و کربن دی اکسید از سوختن ترکیبات آلی یا در پی چرخه فرایند فتوسنتز-تنفس بدست می آید و طی فرآیندهای شیمیایی تبدیل به اوره و کربنات ها می شوند. بنابراین می توان نتیجه گرفت علیرغم تنوع و تفرغ در عناصر بخش معدنی در طبیعت، عنصر اصلی بخش آلی کربن می باشد (۲،۳). البته تشکیل سایر عناصر و حتی معدنی از کربن نیز موضوعی است که در بخش های بعدی به آن پرداخته خواهد شد.

فرضیه های پیدایش ماده آلی در طبیعت

فرضیه های متعددی در رابطه با پیدایش مواد آلی در طبیعت و به عبارتی اولین مولکول ها و یا پیش ماده های^۱ تشکیل دهنده بخش مواد آلی در طبیعت ارائه شده است که عمدتاً مبتنی بر

حیات عبارتست از حالت پویا از یک ماده. رابطه بین زنده^۱ و نا-زنده^۲ یک فرایند یک طرفه و برگشت ناپذیر است، به طوری- که زنده به نا-زنده تبدیل می شود، اما فرایند عکس آن تاکنون امکان پذیر نشده است. اعتقاد بر این است فرایند تبدیل نا-زنده به زنده طی دو فاز شامل فاز شیمیایی که بیشتر معماگونه و کماکان مبهم و ناشناخته است و فاز بیولوژیکی انجام شده است [۱].^۳ البته شاید فرضیه ای مبنی بر اینکه منشاء حیات از بی حیات نباشد نیز جای تأمل داشته باشد. کما اینکه بذریه گیاه به ظاهر بی حیات است، اما در صورت قرار گرفتن در محیط و شرایط مناسب حیات می یابد. به هر حال تبدیل بی حیات به حیات کماکان یک معما برای جامعه علمی است.

مبنا و اساس طبیعت استوار بر راهبرد همگرایی^۴ در عین واگرایی^۵ است. به عبارتی علیرغم تنوع و واگرایی ظاهری در طبیعت، یک نوع همگرایی و مشترکات و یا وحدت و یکپارچگی در میان آنها مشاهده می شود. شاید یک نمونه بارز آن وحدت نیرو در طبیعت باشد (۱). نمونه های متعددی از این دست در طبیعت مشاهده می شود. متفاوت بودن اثر انگشت میلیاردها انسان در جهان ناشی از فقط نحوه چیدمان تعداد محدودی اسید آمینه است. زبان حیات و یا سیستم دی.ان.ای^۶ (DNA) که یکی از عجایب خلقت است بر اساس تعداد محدودی نوکلئوتید بنا شده است و رمز وراثتی انسان از بهم پیوستن سه میلیارد از چهار نوع نوکلئوتیدها (C, T, A, G) به- دست می آید و این رمز در هر یک از یکصد میلیارد سلول بدن انسان دقیقاً تکرار می شود. تعداد عناصر طبیعی تشکیل دهنده کره خاکی نود و چهار عنصر می باشد^۷ و تعداد ترکیبات آلی با جرم مولکولی کمتر از ۵۰۰ و متشکل از ده عنصر (C, H, O, N, P, S, F, D, Br, I)، بیش از ۱۰^{۱۲} × ۱ مولکول می باشد. از طرفی اگر بنیاد و ساختار تشکیل مواد مبتنی بر ابعاد مولکولی و یا فراتر از آن یعنی ابعاد اتمی و یا حتی فراتر از آن مبتنی بر

¹ Living

² Non-living

⁴ Convergence

⁵ Divergence

⁶ DNA (Deoxyribonucleic acid)

⁸ Precursors

^۳ شماره رفرنس در گروه و شماره وبگاه در پراوتر ارائه شده است.

^۷ تعداد عناصر شیمیایی شناخته شده ۱۱۸ عدد می باشد که ۹۴ عنصر

طبیعی و ۲۴ عنصر سنتزی است.

مولکول‌های آب، کربن دی‌اکسید، متان و یا ترکیبی از آنها می‌باشد. کربنی و سایر مواد بیولوژیکی از این رس‌ها بدست آمده است [۶].

پیدایش مواد در طبیعت و فرضیه متان

اصل فرضیه پیدایش مواد در طبیعت در این نوشتار عبارت است از: «منشأ پیدایش مواد (آلی) در طبیعت متان است و مواد آلی در طبیعت نیز در پی زوال، تخریب و یا تجزیه به متان تبدیل می‌شود». به عبارت دیگر در این فرضیه از پیدایش مواد، باور بر این است، نقطه پایان تخریب مواد آلی به گاز متان منتهی می‌شود و نقطه آغازین و سازنده مواد آلی نیز گاز متان می‌باشد.

۱. دلایل و شواهد تبدیل مواد آلی در طبیعت به متان

چرا تخریب و زوال مواد آلی ختم به متان می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش ضروری است ابتدا ساختار و ماهیت متان معرفی شود. متان به‌عنوان ساده‌ترین ترکیب آلی کربنی متشکل از یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن از ویژگی‌های ساختاری منحصربه‌فردی برخوردار است. مولکول‌ها همانند سایر اشیاء دارای مختصات هندسی اند (طول پیوند، زاویه پیوند و زاویه‌ای صفحه‌ای یا دی‌هدرال) و متان دارای ساختاری متقارن و چهاروجهی است و از سه مختصات هندسی، فقط طول پیوند و زاویه پیوند را دارد. طول کلیه پیوندها و همچنین زاویه‌های پیوندی در آن یکسان است و به‌عبارتی متان فاقد مختص هندسی زاویه صفحه‌ای است که سبب سستی ساختار مولکولی می‌شود. ساختارهای هندسی چهاروجهی متقارن از پایداری بسیار بالایی برخوردارند به‌عنوان مثال در ترکیبات آلی، الماس و در ترکیبات معدنی، کوارتز یا سیلیکا از جمله پایدارترین مواد با ساختار چهاروجهی در حالت جامد تلقی می‌شوند. متان نیز با ساختار چهاروجهی متقارن یکی از پایدارترین مولکول‌های آلی در فاز گازی از نقطه نظر استحکام پیوند محسوب می‌شود، به‌طوری‌که انرژی تفکیک پیوند C-H در متان ۱۰۵ کیلو کالری بر مول است و یکی از قویترین پیوندها در ترکیبات آلی و هیدروکربن‌های اشباع محسوب می‌شود. در صورتی‌که استحکام پیوند های C-H و C-C در سایر آلکان‌ها و به‌عنوان مثال در اتان به ترتیب ۹۸

۱. پیدایش مواد از گاز کربن دی‌اکسید

گرچه در این فرضیه پیدایش مواد آلی کربنی هیدروکربن‌هایی مانند متان تلقی می‌شود، اما پیش‌ماده متان، کربن دی‌اکسید فرض می‌شود. در این فرضیه کربن دی‌اکسید در قعر دریاها طی فرایندهای هیدروترمالی^۱ تحت شرایط کاهنده یا احیاء در واکنش با گاز هیدروژن مطابق واکنش شبه فیشر-تروپش^۲ تبدیل به متان می‌شود. به‌عبارتی در این فرضیه متان از واکنش کربن دی‌اکسید (به جای کربن منوکسید در واکنش فیشر-تروپش) با گاز هیدروژن تولید می‌شود [۳].

۲. پیدایش مواد آلی در طبیعت از آب و کربن دی‌اکسید

در این فرضیه از پیدایش ماده آلی در طبیعت، مولکول‌های آب و کربن دی‌اکسید به‌عنوان پیش‌ماده تشکیل فرمیک اسید و سایر ترکیبات پیچیده از جمله آمینو اسیدها پیشنهاد می‌شود [۴].

۳. دیدگاه اپارین^۳ در مورد پیدایش مواد در طبیعت

اپارین بر این باور است جو و اتمسفر پیش‌زیستی^۴ از خواص کاهنده برخوردار بوده است. به‌طوری‌که تحت اتمسفر احیاء عناصر زیستی یعنی C, O, N و S به ترتیب به CH_4 , H_2O , NH_3 که مقدار آخری بسیار جزئی است تبدیل می‌شوند. سپس این مولکول‌ها با توجه به منابع مختلف انرژی در طبیعت از قبیل تخلیه الکتریکی، تابش خورشیدی و گرمای آتشفشان‌ها سایر مولکول‌های آلی را به‌دست می‌دهند. البته انتقاداتی بر این فرضیه وارد است و همه جنبه‌های آن مورد تأیید نمی‌باشد [۵]. لازم به ذکر است، فرضیه‌ای نیز مبنی بر اینکه پیدایش مواد در طبیعت، مواد معدنی رسی^۵ است ارائه شده است. بر اساس این فرضیه چهار میلیارد سال پیش، پوسته نازک زمین از ترکیبات معدنی که متشکل از عناصر Si, O, Al, Fe, Mg, Ca, K و Na و به مقدار بسیار جزئی از سایر عناصر تشکیل شده و مواد

¹ Hydrothermal

² Fischer-Tropsch reaction

³ Oparin

⁴ Probiotic

⁵ Clay

پروتئین‌ها وجود دارد، از این رو انواع بی‌شماری از پروتئین‌ها را به دست می‌دهند. لذا شواهد تجربی نشان می‌دهد متان یکی از مولکول‌های اصلی پیدایش مواد در طبیعت می‌باشد [۹-۱۱]. چنانچه اشاره شد در رابطه با منشاء کربنی مواد در طبیعت، دو نگاه است برخی تأکید بر متان و گروه دیگر به کربن دی‌اکسید اشاره دارند. بر اساس تئوری اپارین،^۵ اتمسفر و جو پیش‌زیستی^۶ خصلت احیا داشته و پایدارترین شکل عناصر بیو یعنی کربن، نیتروژن، اکسیژن و گوگرد در شکل مولکولی به ترتیب متان، آمونیاک، آب و گاز دی‌هیدروژن سولفید بوده است و لذا فرضیه متان بودن منشاء اولیه کربنی مواد در طبیعت بیشتر تقویت می‌شود. به عبارتی کربن دی‌اکسید منشاء کربنی ثانویه طبیعت تلقی می‌شود و طی فرایند تنفس و تخمیر [۵، ۱۲] و یا اکسایش ترکیبات آلی و تجزیه حرارتی ترکیبات معدنی به دست می‌آید.

۳. موضوع مه‌بانگ و پیدایش جهان^۸

یکی از پرسش‌های بسیار مهم برای بشر این بوده که جهان چگونه و چگونه و چگونه ایجاد شده است؟ تاکنون از دیدگاه‌های فلسفی، دینی، علمی و... تلاش فراوان شده به این پرسش بسیار مهم پاسخی ارائه شود. یکی از پاسخ‌های علمی نظریه یا داستان بیگ بنگ یا مه‌بانگ (انفجار بزرگ) است. مطابق این نظریه، جهان از انبساط یک ماده و انرژی تاریک بسیار چگال ایجاد شده است. قدمت این پدیده تقریباً ۱۳/۸ میلیارد سال و مواد تشکیل‌دهنده ماده چگال ذرات بنیادی اتم یعنی پروتون، الکترون، نوترون و... در دمای بسیار بالا گزارش شده است (۴۵). اما این نظریه که با شواهد نظری و تجربی متعددی مورد تأیید واقع شده در مورد منشاء جهان هستی کاملاً ساکت است. به عبارتی اینکه چرا جهان از مواد داغ و متراکم ایجاد شده و یا اینکه ما قبل بیگ‌بنگ وضعیت چگونه بوده اطلاعاتی ارائه نمی‌دهد. در سناریوی بیگ بنگ اولین عناصر شیمیایی ایجاد شده در آغاز آفرینش جهان هیدروژن، هلیوم و لیتیم، یعنی سه اتم سبک در جدول تناوبی می‌باشد. سایر عناصر سنگین از جمله کربن و اکسیژن در راکتورهای همجوشی هسته‌ای که همان ستاره می‌باشد ساخته

و ۹۰/۴ کیلو کالری بر مول می‌باشد. بر اساس یک محاسبات سر انگشتی، نیمه عمر شکست جور پیوند C-H در متان بیش از 1×10^{24} سال در دمای اتاق تخمین زده می‌شود (بر اساس معادله آرنیوس و با فرض اینکه ضریب پیش نمایی در معادله آرنیوس برای فرآیندهای تک‌مولکولی 1×10^{13} در نظر گرفته شود). با توجه به اینکه عمر جهان^۱ و یا زمان سپری شده پس از مه‌بانگ^۲ (انفجار بزرگ) $10^{10} \times 1/38$ سال تخمین زده می‌شود (عمر حیات^۳ ۴.۵ میلیارد سال تخمین زده می‌شود (۴))، لذا نیمه عمر گسست جور پیوند C-H در متان و در دمای اتاق 1×10^{34} مرتبه طولانی‌تر از عمر جهان است. به همین علت متان یکی از پایدارترین ترکیبات کربنی است و بی‌دلیل نیست که بیش از ۷۰ درصد گاز طبیعی را متان تشکیل می‌دهد. به عبارتی فراوانی متان در طبیعت که ناشی از پایداری آن است، خود نشانی از تبدیل مواد آلی در طبیعت به متان است. ذخایر گاز طبیعی جهان حدود $10^{13} \times 1/873$ متر مکعب تخمین زده می‌شود که حدود ۷۰ درصد آن را متان تشکیل می‌دهد. در ضمن ذخایر جهانی زغال سنگ $10^9 \times 7/861$ تن است. ذخایر جهانی هیدرات متان^۴ بیش از دو برابر مجموع ذخایر جهانی نفت، گاز و زغال سنگ و حدود $10^{16} \times 2/1$ متر مکعب متان برآورد می‌شود [۷۸].

۲. دلایل و شواهد مبنی پیدایش مواد از متان

ایده و باوری که مواد از ترکیب کربن با دیگر عناصر به وجود می‌آید، در دهه ۱۹۵۰ توسط دانشمندی به نام استنلی میلر^۵ آزمایش شد. او برای اثبات ایده خود ظرف شیشه‌ای محتوی هوا را با گازهای متان، آمونیاک، هیدروژن و بخار آب پر کرد که فکر می‌کرد در زمین اولیه وجود داشتند. در همان ظرف الکترودهایی قرار داد تا با جرقه زدن، نوعی رعد و برق مینیاتوری بسازد. بعد از چند روز که سامانه‌ی زمین مصنوعی میلر کار کرد، متوجه به وجود آمدن ماده‌ای عجیب درون ظروف شیشه‌ای شد. پس از شناسایی این ماده، مشخص شد طی این فرایند آمینو اسیدها به دست آمده است. آمینو اسیدها ترکیباتی هستند که حروف الفبایی پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند. چون ظرفیت و پتانسیل نامحدودی در طرز توالی و طول زنجیره آمینو اسیدها در تولید

¹ Universe

² Big Bang

³ Life

⁴ Methane hydrate

⁵ Stanley Miller

⁶ Oparin

⁷ Probiotic

⁸ Creation of the world

تقدیر و تشکر

از استاد و دانشمند ارجمند جناب آقای دکتر موسوی موحدی - استاد بیوشیمی دانشگاه تهران- که حوصله به خرج دادند و پیش-نویس مقاله را به دقت مطالعه، ویرایش علمی و پیشنهادات ارزنده‌ای در جهت ارتقای کیفی آن ارائه فرمودند، از فیلسوف محترم جناب آقای دکتر خاتمی -استاد فلسفه دانشگاه تهران- که پیشنهادات ارزشمندی را مرقوم فرمودند و همینطور از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر مستشاری که نکات علمی بسیار خوبی را یادآوری کردند، کمال امتنان و تشکر را دارم.

می‌شوند [۱۳-۱۵]. به عبارتی در این راکتورها (ستاره‌ها) هیدروژن، هلیم و لیتیم مصرف و عناصر سنگین تری تولید می-شود. هنگامی که این ستاره‌ها با یک بنگ می‌میزند، عناصر طبیعت یعنی کربن و اکسیژن در سراسر طبیعت پخش می‌شود. از تراکم این ستاره‌های جدید، سیارات جدید با این عناصر سنگین تشکیل می‌شود و این مرحله‌ای از آغاز مادی کره زمین است. لازم به ذکر است کربن چهارمین عنصر فراوان در جهان بر مبنای جرم پس از هیدروژن، هلیم و اکسیژن است. کربن در خورشید، ستاره‌ها، ستاره‌های دنباله‌دار و در جو اکثر سیارات وجود دارد (۶،۷)¹.

پایگاه داده‌های دیده شده در این مقاله

- 1) https://en.wikipedia.org/wiki/Grand_Unified_Theory
- 2) https://en.wikipedia.org/wiki/Organic_compound
- 3) https://en.wikipedia.org/wiki/Inorganic_compound
- 4) https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang
- 5) https://en.wikipedia.org/wiki/Subatomic_particle
- 6) https://en.wikipedia.org/wiki/Abundance_of_the_chemical_elements
- 7) <https://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

نتیجه‌گیری

در این بررسی کوشش شد برخی شواهد نظری و تجربی در تقویت و دامن زدن به فرضیه پیدایش مواد آلی در طبیعت با این مفهوم که: «پیدایش مواد آلی از متان است و بخش سازنده مواد آلی در طبیعت نیز در پی تخریب و یا تجزیه به متان تبدیل می‌شود» ارائه شود. در ضمن مطابق نظریه مه‌بانگ، جهان از انبساط یک ماده و انرژی تاریک بسیار چگال ایجاد شده که مواد تشکیل دهنده این ماده چگال ذرات بنیادی اتم یعنی پروتون، الکترون، نوترون و... می‌باشد. به عبارتی مواد متشکل از این ذرات بنیادی‌اند و بر حسب تعداد این ذرات بنیادی، تنوع در عناصر به دست می‌آید. به عبارتی همه عناصر سازنده مواد متشکل از ذرات بنیادی فقط با تنوع در تعداد تشکیل می‌شوند و این-همگرایی در عین واگرایی- است. امید است این نوشته دریچه‌ای هر چند کوچک بر پژوهش‌های بیشتر در موضوع جذاب علمی در پیدایش مواد در طبیعت بگشاید. بدیهی است هر چه پدیده-های طبیعت و مواد هوشمند در آن بیشتر شناخته شود، راه برای استفاده از آنها برای زندگی پیشرفته باز می‌شود. یکی از رموز پیشرفت در کشف‌های علمی، الگوگیری از طبیعت و ساخت فناوری‌ها بر این مبنا می‌باشد.

منابع و مؤاخذ

- [1]. Pross, A. (2012). What is Life? How Chemistry Becomes Biology, Oxford University Press.
- [۲]. شعبانی، احمد (۱۳۹۸). خلاقیت و اکتشاف، نشریه نشاء علم، شماره دوم، خرداد ماه، صفحات ۶۲-۵۴.
- [3]. McDermotta, J. M., Seewald, J. S., Germanb, C. R., Sylv, S. P. (2015). Pathways for Abiotic Organic Synthesis at Submarine Hydrothermal Fields, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PANAS), Vol 112, No 25, PP 7668-7672.
- [4]. Goncharuk, V. V., Zui, O. V. (2015). Water and Carbon Dioxide as the Main Precursors of Organic Matter on Earth and in Space, Journal of Water Chemistry and Technology, Vol 37, No 1, PP 2-3.
- [5]. Rauchfuss, H. (2008). Chemical Evolution and the Origin of Life, Springer.

¹ نوکلئوسنتز ستاره‌ای فرایند تشکیل و ایجاد عناصر شیمیایی طی واکنش‌های همجوشی هسته‌ای در ستارگان است. نوکلئوسنتز ستاره‌ای از زمان تشکیل عناصر اولیه هیدروژن، هلیم و لیتیم در طول بیگ‌بنگ رخ داده است. به عنوان یک نظریه، پیش‌بینی و تخمین‌های دقیقی از فراوانی عناصر در طبیعت مبنی بر اینکه که چرا فراوانی عناصر با گذشت زمان تغییر می‌کند و یا اینکه چرا برخی از عناصر و ایزوتوپ‌های آنها بسیار بیشتر از سایر عناصر هست ارائه می‌دهد. این نظریه اولین بار توسط فرد هویل در سال ۱۹۴۶ پیشنهاد و سپس در سال ۱۹۵۴ اصلاح شد [۱۳،۱۴].

- [12]. Goncharuk, V. V., Zui, O. V. (2015). Water and Carbon Dioxide as the Main Precursors of Organic Matter on Earth and in Space, *Journal of Water Chemistry and Technology*, Vol 37, No 1, PP 2-3.
- [13]. Oparin, A. I. (1953). *Origin of Life*, Dover Publications, Inc., NY.
- [14]. Hoyle, F. (1946). The Synthesis of the Elements from Hydrogen, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol 106, PP 343-383.
- [15]. Hoyle, F. (1954). On Nuclear Reactions Occurring in Very Hot Stars, I, The Synthesis of Elements from Carbon to Nickel, *The Astrophysical Journal Supplement*, Vol 1, PP 121-146.
- [16]. Francisco J. Ayala, et al. (1999). *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, Second Edition. National Academy Press, Washington, DC.
- [6]. Rauchfuss, H. (2008). *Chemical Evolution and the Origin of Life*, Springer, PP 179-183.
- [7]. Milkov, A.V. (2004). Global Estimates of Hydrate-Bound Gas in Marine Sediments: How Much Is Really Out There? *Earth-Science Reviews*, Vol 66, No 3-4, PP 183-197.
- [۸]. منصوری، حامد، محمدی، سید ابوالحسن، مولا، داریوش (۱۳۹۰). ذخایر هیدرات گاز طبیعی - منابع [۹]. انرژی نامتعارف، ماهنامه اکتشاف و تولید، شماره ۸۴، آبان ماه، صفحات 33-38.
- [10]. Miller, S L. (1953). Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions, *Science*, Vol 117, PP 528-9.
- [11]. Miller, S. L., Urey, H. C. (1959). Organic Compound Synthesis on the Primitive Earth, *Science*, Vol 130, PP 245-251.