



# هیدرات‌های گازی

گردآوری و ترجمه:  
علی امین زاده، مسعود مس بیگی

## خلاصه

هیدرات‌های گازی جامداتی طبیعی مرکب از شبکه پیوندهای هیدروژنی آب هستند که مولکولهای گازی با جرم مولکولی کم همانند متان را در خود محبوس کرده‌اند. اصلاً هیدرات‌های گازی در دمای پایین و فشار بالا تشکیل می‌شوند. متان به عنوان اصلی‌ترین جزء گاز طبیعی از مهمترین گازهای محبوس شده در هیدرات است.

## مقدمه

در طول سال‌های اخیر، هیدرات‌های گازی یا همان مولکولهای گازی با جرم مولکولی کم که در شبکه‌های آب، یخ و در لایه‌های منجمد اعماق زمین یا رسوبات زیر دریایی محبوسند توجه بین‌المللی را به خاطر مسائل مربوط به انرژی، ایمنی و دلایل زیست محیطی به خود جلب کرده است. تا چند دهه پیش کسی راجع به آنها چیز زیادی نمی‌دانست، اما امروزه آنها را به عنوان بزرگترین منبع ذخیره انرژی برای آینده در نظر می‌گیرند. متان، اصلی‌ترین جزء گاز طبیعی، از معروفترین گازهای محبوس شده در هیدرات هاست. گاز طبیعی منبع مهمی از انرژی تمیز و با صرفه بوده و در نتیجه هیدرات‌های متان می‌توانند به عنوان یک منبع انرژی بالقوه به شمار آیند. کمپانی‌های حفاری چاههای گاز و نفت، طی سالهایی زیاد، هیدراتهای گازی را به دلیل قابلیت

هیدرات‌ها که شباهت بسیاری به یخ دارد، ماده‌ای است که به مقدار زیاد به محیطش وابسته است و برای تشکیل شدن و پایدار ماندن به شرایط بسیار ویژه‌ای نیاز دارد. هرگونه تغییر در این شرایط باعث شده که هیدرات‌ها به سرعت به آب و گاز تفکیک شود. هیدرات‌ها در دمای پایین و فشار بالا تشکیل شده و در دو نوع محیط زمین‌شناسی به وجود می‌آیند:

۱) مناطق خشکی حاوی لایه منجمد دائمی در اعماق زمین

۲) رسوبات اقیانوسی حاشیه قاره‌ای

نخستین گاز مورد توجه به عنوان منبع انرژی، متان است. حجم متان در یک واحد هیدرات می‌تواند تا ۱۶۴ برابر حجم متان در شرایط دما و فشار استاندارد باشد.

عوامل اصلی تشکیل و پایداری هیدرات متان عبارتند از:

۱) وجود میزان کافی آب و متان: آب به اندازه کافی و در گستره‌هایی وسیع در طبیعت وجود دارد اما مسأله اصلی وجود متان کافی برای تشکیل هیدرات است. متان به دو صورت تشکیل می‌شود. یکی، متان بیوژنیک است که محصول تغذیه باکتریها از مواد آلی است، این فرآیند می‌تواند منجر به ایجاد مقادیر زیاد متان شود و لذا به عنوان منبع اصلی متان در لایه‌های هیدرات اعماق کم دریا شناخته می‌شود.

متان ترموژنیک نوعی دیگر از متان است که پیدایش آن به تأثیر حرارت، فشار و زمان بر مواد آلی دفن شده بستگی دارد. طی دوران زمین

آنها در مسدود کردن چاهها و لوله‌ها به عنوان یک ماده مضر می‌شناختند. هیدرات‌های گازی موجود در رسوبات کف اقیانوس، می‌توانند میزان پایداری را در کف دریا تحت تأثیر قرار دهند و از نظر ایمنی برای تأسیسات تولید نفت و گاز ایجاد نگرانی کنند. هیدرات‌های متان از جهت زیست محیطی نیز حائز اهمیت هستند. مطالعات نشان می‌دهد که این هیدرات‌ها می‌توانند در تغییر آب و هوا نقش داشته و برای اجتماعات زیستی حساس در کف اقیانوس، منبع تغذیه باشند.

## هیدرات‌های گازی چیست؟

هیدرات‌های گازی، جامداتی طبیعی مرکب از شبکه پیوندهای هیدروژنی آب بوده که مولکولهای گازی با جرم مولکولی کم همانند متان را در خود محبوس کرده‌اند (نگاره ۱).





و یا اتان سبب افزایش پایداری هیدرات شده و منحنی را به سمت راست جابجا می نماید.

هیدراتهای متان دریایی در منطقه پایداری هیدرات (Hydrate Stability Zone) شکل می گیرند. این منطقه یک لایه موازی با بستر دریاست و از نقطه ای که شرایط دما و فشار در محدوده پایدار برای تشکیل هیدرات باشد آغاز می شود.

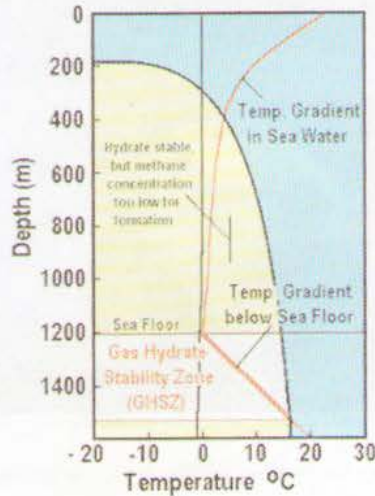
نهشته‌های هیدرات در داخل رسوب تا جایی ادامه می یابند که دما افزایش یافته و به نقطه ای برسد که در آن هیدرات ها دیگر پایدار نخواهند بود. با اینکه رسوبات حجیم هیدرات ممکن است صدها متر ضخامت داشته باشند اما نسبت به دما و فشار حساس بوده و به راحتی با تغییر شرایط تجزیه می شوند.

وجود هیدرات های معمولاً از دامنه بالای بازتابنده های لرزه ای (Reflectors Bottom Simulating یا BSR) استنباط می شود (نگاره ۷).

حقیقت ناشی از گاز محبوس شده در قسمت زیر منطقه پایداری هیدرات (HSZ) است. اگر چه فقدان BSR لزوماً نشان دهنده این امر نبوده که نهشته های هیدرات دار موجود نیست (نگاره ۸).

### نتیجه گیری

تا چند دهه پیش هیدرات های گازی به دلیل قابلیت مسدود کنندگی در چاهها و لوله های نفت به عنوان ماده ای مضر شناخته می شد. با تغییر بیش زیست محیطی در سالیان پایانی قرن بیستم، استفاده از انرژی پاک از جمله گاز مورد توجه قرار گرفته است. امروزه هیدرات های گازی به عنوان منبع بالقوه این انرژی با رویکردی جدید مواجه شده است. شک نیست که تبدیل هیدرات های گازی به منبع سوخت با چالش های عظیمی روبه رو بوده و بعد به نظر می رسد که بتوان این منابع را به ذخیره واقعی تبدیل نمود.



یکنواخت افزایش می یابد. در چنین شرایطی ابتدای محدوده پایداری هیدراتها در عمق ۴۰۰ متری و قاعده محدوده پایداری هیدراتها در عمق ۱۵۰۰ متری قرار می گیرد. لازم به ذکر است که هیدراتها فقط درون رسوبات تشکیل شده و در آب قادر به شکل گیری نیستند.

بدین ترتیب می توان نتیجه گرفت که احتمال حضور هیدراتهای گازی در هر جای اقیانوس بیش از ۴۰۰ متر عمق وجود دارد. اما به نظر نمی رسد که بتوان در مناطق بسیار عمیق (Abyssalzone) هیدرات گازی پیدا نمود چرا که در این مناطق نه فعالیت های بیولوژیک قابل توجهی وجود دارد (برای تولید مواد ارگانیک و در نهایت متان) و نه سرعت رسوبگذاری بالایی (که معمولاً برای تدفین مواد آلی مورد نیاز است) دیده می شود.

دیاگرام نگاره ۶ به خوبی نشان می دهد که چرا هیدراتهای متان در مناطق خشکی (به غیر از نواحی قطبی) نمی تواند شکل بگیرند.

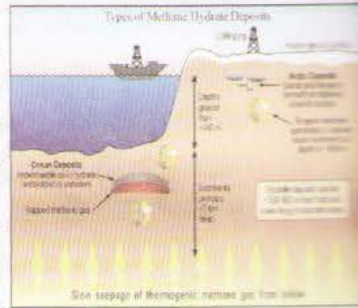


دلیل این امر آنست که در چنین مناطقی دمای زمین در هر عمقی بسیار بالاتر از آن است که هیدرات بتواند پایدار باقی بماند.

۳) شرایط ژئوشیمیایی: وجود برخی املاح مانند نمک در آب سازندی باعث جابجایی مرز تشکیل هیدرات به سمت چپ می گردد. همچنین وجود برخی گازها مثل گاز کربنیک، گاز مرداب

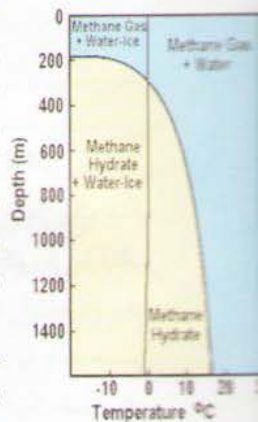
شناسی در برخی دوره ها مواد آلی فراوانی از خشکی ها به دریا سرازیر شده و با گذشت زمان لایه های سنگی فنی از مواد آلی را به وجود آورده اند. این لایه ها با گذشت زمان و افزایش رسوبات فوقانی به اعماق بیشتری رفته و در اثر حرارت و فشار، تولید نفت و گاز (از جمله متان) می کنند. همین متان می تواند به وسیله نیروی شناوری رو به بالا مهاجرت کرده و پس از رسیدن به محدوده پایداری هیدرات، با آب موجود در سازند تشکیل هیدرات بدهد (نگاره ۲).

۲) فشار و دما: محدوده فشار و دمای لازم برای تشکیل هیدرات متان در نگاره ۳ آمده است. وقتی شرایط به سمت چپ مرز حرکت کند هیدرات

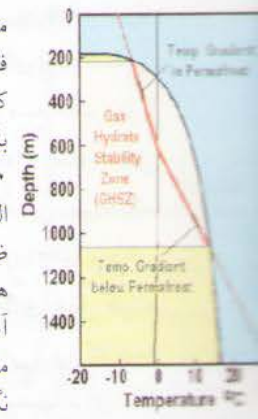


تشکیل خواهد شد و در صورت جابجایی وضعیت به سمت راست مرز، ساختار هیدرات شکسته شده و گاز و آب آزاد می شوند. به طور کلی می توان گفت که دمای کم و فشار زیاد تشکیل هیدرات متان می دهد.

فاز دیاگرام نگاره ۴ نشان دهنده شرایط معمول در لایه های منجمد مناطق خشکی (که معمولاً عمقی در حدود ۶۰۰



متر دارند) است. همپوشانی مرز فاز و گرادیان دما نشان می دهد که محدوده پایداری هیدرات باید از عمق ۲۰۰ متر تا حدود ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته شود (البته بایستی توجه داشت که ضخامت لایه یخ زده و گرادیان های فشار/دما به عنوان مثال آمده و در هر منطقه می تواند متفاوت باشد). در فاز دیاگرام نگاره ۵ شرایط معمول در بخش



آبهای عمیق حواشی قاره ها نشان داده شده است. عمق کف دریا ۱۲۰۰ متر فرض شده است. با افزایش عمق آب، دما نیز کاهش یافته به طوری که در بستر دریا دما به حدود صفر درجه سانتیگراد می رسد. دما زیر این مرز و درون رسوبات، به طور

منبع: