

بررسی انواع روش‌های پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات‌های گازی در صنایع نفت و گاز در مقایسه با شبکه‌های عصبی مصنوعی

علی قنواتی‌نسب^{*}، دانشگاه جامع علمی کاربردی بوشهر

چکیده

کشور ایران از جمله کشورهایی است که از منابع عظیم گاز طبیعی برخوردار است. از آنجایی که آب و هیدروکربن در بخش‌های مختلف صنعت در کنار یکدیگر قرار دارند، با داشتن شرایط مناسب باعث تشکیل پدیده‌های مزاحم به نام هیدرات می‌شوند. شناخت پدیده‌ی هیدرات به سال‌های ابتدایی قرن نوزدهم باز می‌گردد و به سه دوره‌ی اصلی تقسیم‌بندی می‌شود. ساختار مکعبی S-I، ساختار مکعبی S-II، ساختار شش‌وجهی S-H و یک ساختار جدید و بدون نام از جمله ساختارهای شناخته شده برای هیدرات گاز طبیعی هستند.

اگرچه برای پدیده‌ی هیدرات کاربردهای مختلفی پیشنهاد شده، از جمله به عنوان یک روش مناسب برای جابجایی گاز طبیعی، تشکیل هیدرات گازی در خطوط لوله‌ی انتقال نفت و گاز و نیز در عملیات حفاری یکی از مهمترین مشکلات شناخته شده در صنعت است که علاوه بر مسدود کردن خط لوله، خسارات جبران‌ناپذیری نیز به تجهیزات وارد می‌کند. از این‌رو توانایی پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات از نقطه‌نظر فرآیند تولید، نقل‌وانتقال و بهره‌برداری حائز اهمیت است و می‌تواند از بروز مشکلات ناخواسته جلوگیری کند. در این تحقیق به بررسی روش‌های مختلف موجود برای پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات پرداخته‌ایم. برای تعیین شرایط تشکیل هیدرات، بهترین روش، روشی است که با استفاده از دما، فشار و ترکیب درصد گاز تعیین می‌شود. بنابراین از جمله مهمترین روش‌های پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات می‌توان به روش تجربی و مدل‌های ترمودینامیکی اشاره کرد. اهدافی که در این پژوهش دنبال می‌کنیم به کارگیری هوش مصنوعی برای پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات‌های گازی در مقایسه با سایر روش‌ها است.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۹/۰۷/۱۲

تاریخ ارسال به داور: ۹۹/۰۷/۱۵

تاریخ پذیرش داور: ۹۹/۱۰/۰۹

واژگان کلیدی:

هیدرات گاز طبیعی، شبکه‌ی عصبی مصنوعی، مدل‌های ترمودینامیکی.

مقدمه

تاریخچه‌ی هیدرات

وقتی محلول آبی کلر تا دمای زیر ۹ درجه‌ی سلسیوس سرد شود، ماده‌ی جامدی به دست می‌آید. فارادی^۱ در سال ۱۸۲۳ وجود چنین ماده‌ی جامدی را تایید کرد و عنوان کرد که این ماده‌ی جامد از یک قسمت کلر و ۱۰ قسمت آب تشکیل شده است.

اکنون حدود ۱۰۰ ماده وجود دارند که در اثر مخلوط شدن با آب می‌توانند ترکیبات جامد غیراستوکیومتری تشکیل دهند. به این مواد، هیدرات گازی می‌گویند. [۱] از آن زمان تاکنون محققین حدود ۱۰۰ ماده‌ی مختلف را پیدا کرده‌اند که می‌توانند با مولکول آب در ایجاد یک ساختمان غیراستوکیومتریک سهیم باشند. عبارت "هیدرات گازی" برای نامگذاری این گونه ترکیبات جامد را نخستین بار دیویدسون^۲ به کار برده است. [۳ و ۲]

در سال ۱۹۳۴ یعنی زمانی که صنعت نفت و گاز در آمریکا رشد سریعی داشت این حقیقت آشکار شد که علی‌رغم تصورات اولیه، گرفتن مسیر لوله‌های انتقال گاز طبیعی در دماهای پایین، به علت ایجاد یخ (آب جامد)

کشور ایران یکی از کشورهایی است که از منابع عظیم گاز طبیعی برخوردار است. گاز طبیعی کاربردهای متنوعی دارد و استفاده از این نعمت خدادادی روزبه‌روز، رو به افزایش است. امروزه از جمله کاربردهای آن می‌توان به عنوان ماده‌ی اولیه‌ی صنایع پتروشیمی، مصارف سوختی و... اشاره کرد. از این‌رو مطالعه‌ی دانش فنی گاز طبیعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

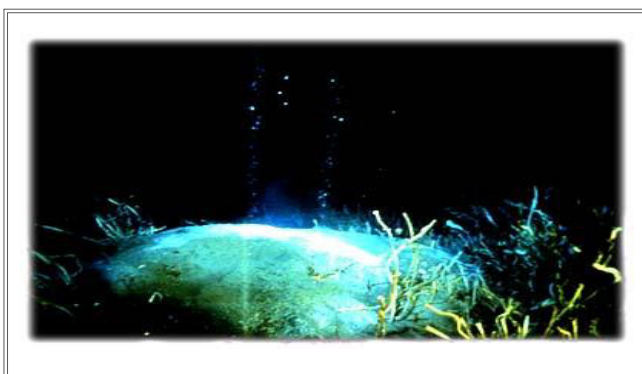
آب و هیدروکربن در بخش‌های مختلف صنعت در کنار یکدیگر قرار دارند، به طور کلی تمام گازهای طبیعی اعم از گازهای طبیعی تفکیک شده از استخراج نفت خام در واحدهای بهره‌برداری و گازهای استخراج شده از چاه‌های گازی مقداری بخار آب به همراه دارند. آب همراه گاز با داشتن شرایط مناسب باعث تشکیل پدیده‌ی مزاحم به نام هیدرات می‌شود.

شناخت پدیده‌ی هیدرات به سال‌های ابتدایی قرن نوزدهم باز می‌گردد. حدود ۲۰۰ سال پیش در سال ۱۸۱۰ میلادی همفری دیوی^۱ کشف کرد که

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (Alighanavatinasab@gmail.com)



شکل ۱ | انسداد لوله‌های انتقال گاز توسط هیدرات



شکل ۳ | نمایی از هیدرات در اعماق اقیانوس



شکل ۲ | سوختن هیدرات

۱- ساختارهای شناخته شده برای هیدرات گاز طبیعی

در حالت طبیعی، مولکول‌های آب که نقش میزبان را دارند با پیوند هیدروژنی به هم متصلند و فرم آن به صورت ساختار شبکه‌ای با یک‌سری حفره است. قطر این حفره‌ها بین ۹۲۰-۷۸۰ pm است. ترکیبات شبکه‌ای هیدرات‌های گازی به دو دسته تقسیم‌بندی شده‌اند: گونه‌هایی که در آن آب نقش میزبان را دارد که شبکه‌ای آبی و با به طور ساده، شبکه‌ی هیدرات خوانده می‌شوند و دسته‌ی دیگر شامل شبکه‌ای است که در آن آب نقش میزبان را ندارد. [۵، ۶ و ۸]

بنابراین از لحاظ ساختار، هیدرات ماده‌ای است جامد که از مخلوط فیزیکی آب با برخی هیدروکربن‌های موجود در گاز طبیعی به وجود می‌آید و با وجود ظاهری مانند یخ، خواص متفاوتی با آن دارد. با توجه به توانایی مولکول‌های آب در تشکیل شبکه‌ی هیدرات خالی که حالت ناپایدار دارد و بسته به شرایط تشکیل هیدرات و اینکه مولکول گاز مهمان چه مولکولی باشد چهار ساختار

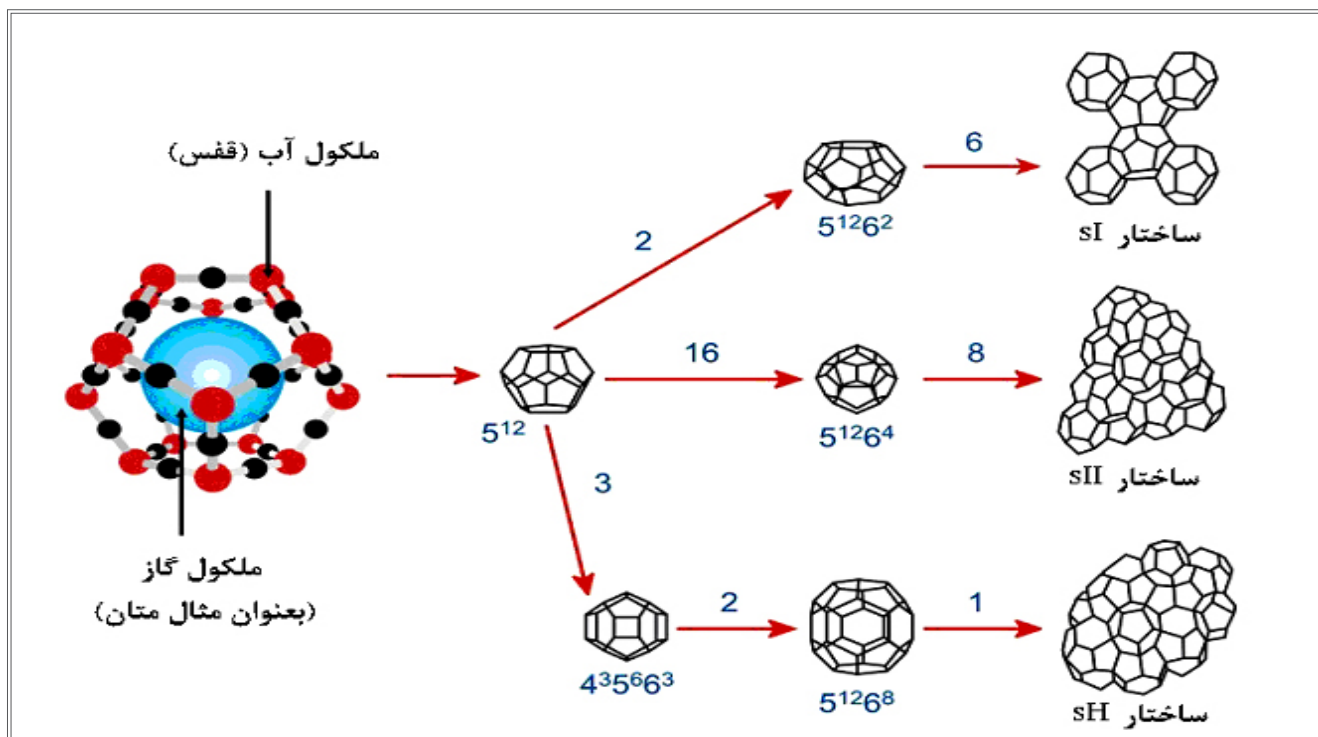
نیست و علت آن تشکیل و ایجاد کریستال‌های هیدرات است. [۱] با توجه به نیاز صنعت برای حل این مشکل، صنعت و دولت نیز به جمع محافل علمی پیوستند و خواهان مطالعات جدیدتری راجع به این مولکول‌ها در زمینه‌هایی نظیر ساختمان کریستالی و خواص آنها، شرایط تشکیل، چگونگی جلوگیری از تشکیل آنها و مواردی از این دست شدند. در این زمینه دیتون و فراست عهده‌دار بخش مهمی از این مطالعات بوده‌اند. [۲ و ۴]

بنابراین تاریخچه‌ی هیدرات‌های گازی به سه دوره‌ی اصلی تقسیم‌بندی می‌شود:

دوره‌ی اول: به عنوان پدیده‌ی جدید، جالب، علمی و آزمایشگاهی و جستجو برای پیدا کردن شرایط تشکیل هیدرات برای گازهای مختلف

دوره‌ی دوم: جلوگیری از تشکیل هیدرات (هیدرات به عنوان یک مسئله در صنعت گاز طبیعی)

دوره‌ی سوم: هیدرات روشی برای ذخیره‌سازی و انتقال



۴ | نمایی از قفسه‌های موجود در ساختارهای SI, SII, SH

۱ | مشخصه‌ی واحد سلول ساختار هیدرات

SH			SII		SI		ساختار هیدرات
بزرگ	متوسط	کوچک	کوچک	کوچک	بزرگ	کوچک	اندازه‌ی حفره
۵ ^{۱۲} ۶ ^۸	۴ ^۳ ۵ ^۶ ۶ ^۳	۵ ^{۱۲}	۵ ^{۱۲} ۶ ^۲	۵ ^{۱۲}	۵ ^{۱۲} ۶ ^۲	۵ ^{۱۲}	ساختار حفره
۱	۲	۳	۸	۱۶	۶	۲	تعداد حفره در سلول
۵/۷۱	۴/۰۶	۳/۹۱	۴/۷۳	۳/۹۱	۴/۳۳	۳/۹۵	شعاع متوسط حفره (آنگستروم)
۳۶	۲۰	۲۰	۲۸	۲۰	۲۴	۲۰	تعداد اکسیژن در حفره
۳۴			۱۳۶		۴۶		تعداد مولکول‌های آب در سلول
شش وجهی			مکعبی		مکعبی		نوع کریستال

مباحث نگرینسته شده است اما امروزه مطالعات زیادی بر روی هیدرات انجام شده و کاربردهای مختلفی پیدا کرده است. از برخی مهمترین کاربردهای هیدرات می‌توان به این موارد اشاره کرد:

- ۱- ذخیره‌سازی و انتقال گاز طبیعی
- ۲- فرآیند جداسازی از مخلوط گازها
- ۳- جذب دی‌اکسیدکربن از هوا
- ۴- مخازن سرماییی

متفاوت از هیدرات شناخته شده است:

- الف- ساختار مکعبی S-I (ساختار نوع اول)
- ب- ساختار مکعبی S-II (ساختار نوع دوم)
- ج- ساختار شش‌وجهی S-H (ساختار نوع سوم)
- د- یک ساختار جدید و بدون نام [۷و۵]

۲- کاربردهای هیدرات گازی

اگرچه از تشکیل هیدرات در خطوط لوله‌ی انتقال گاز به عنوان یک پدیده‌ی

نظیر نمودارهای چگالی گاز، انبساط ژول تامسون، ترمودینامیک آماری، شبکه‌ی عصبی مصنوعی و... نیز موجود است که در این مقاله سعی شده است روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی را با مدل‌های مختلف برای تخمین دقیق شرایط تشکیل هیدرات‌های گازی مقایسه کنیم.

مطالعه‌ی شرایط تشکیل هیدرات و بررسی آن در فرآیندهای تولیدی گاز امری ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین از جمله مهم‌ترین روش‌های شرایط تشکیل هیدرات می‌توان به روش تجربی و مدل‌های ترمودینامیکی اشاره کرد.

۱-۳- روش‌های تجربی

با توجه به پیشرفت سایر روش‌ها روش تجربی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما همچنان در صنعت کاربرد دارد. روش‌های تجربی نیز چندین مورد هستند که از جمله روش‌های متداول می‌توان به این موارد اشاره کرد:

۱- استفاده از gas gravity

۲- روش ضریب توزیع K

۳- استفاده از رابطه‌ی تجربی مک لود-کمبل^۴ [۹۶،۴]

۱-۱-۳- گراویته‌ی گاز

این روش یک روش ساده برای دستیابی به دما و فشار تشکیل هیدرات در مخلوط‌های سه فازی است که کمتر آن را ارائه کرد.

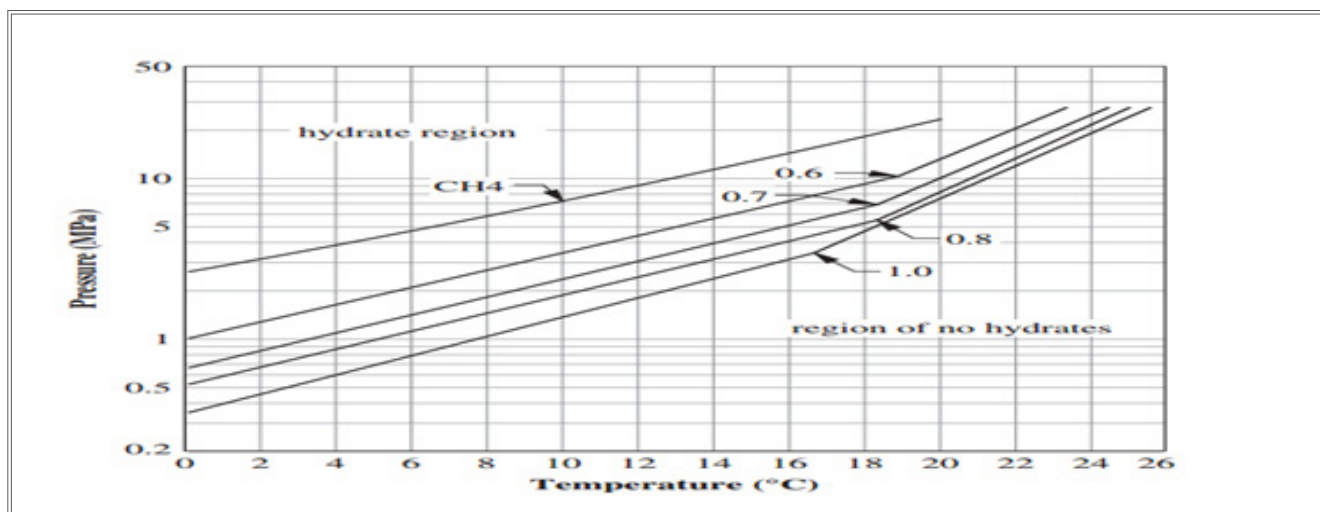
$$\text{رابطه‌ی (۱):} \quad \text{جرم مولکولی گاز} = \frac{\text{جرم مولکولی هوا}}{\text{گراویته گاز}}$$

به خاطر افزایش تقاضای گاز طبیعی در جهان نیاز به انتقال آن از میدان‌های گازی تا محل‌های مصرف بیش از پیش احساس می‌شود. امروزه این انتقال به وسیله‌ی خط لوله‌ی گران‌قیمت با فرآیند گران و دارای ریسک انجام می‌شود. برای کاهش ریسک و قیمت انتقال گاز استفاده از هیدرات‌های گازی طبیعی پیشنهاد شده است. در طی چند سال اخیر ایده‌ی استفاده از هیدرات‌های گازی برای ذخیره‌سازی و انتقال گاز مطرح شده است. برای میدان‌های کوچک و دورافتاده‌ی گاز طبیعی، روش‌های معمول مانند LNG اقتصادی نیست و می‌توان از هیدرات‌های گازی برای انتقال گاز به محل‌های مصرف استفاده کرد. با توجه به خواص ذخیره‌سازی گاز طبیعی در ساختار هیدرات، ذخیره‌سازی گاز طبیعی و انتقال آن به صورت هیدرات، بسیار ایمن‌تر از انتقال گاز توسط خطوط لوله است.

۳- روش‌های پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات

یکی از مهم‌ترین عوامل تشکیل هیدرات‌های گازی وجود آب در این مخلوط گازی است، چون گاز طبیعی سالیان دراز در تماس با آب بوده تقریباً اشباع از آب است و برای جلوگیری از تشکیل هیدرات ایجاد جریان دوفازی لخته‌ای و افت فشار، باید این مقدار آب به مقدار بسیار کم ppm کاهش یابد. از اصلی‌ترین روش‌های جلوگیری از تشکیل هیدرات در خطوط لوله‌ی انتقال می‌توان به کنترل فشار، عایق کاری و حرارت دادن لوله‌های انتقال، آب‌زدایی از گازها و تزریق ممانعت‌کننده‌ها یا بازدارنده‌های شیمیایی اشاره کرد.

روش‌های مختلفی برای تعیین شرایط تشکیل هیدرات وجود دارد. بهترین روش، روشی است که با استفاده از دما، فشار و ترکیب درصد گاز تعیین می‌شود. این روش اندازه‌گیری به صورت تجربی است. البته روش‌های دیگری



۳-۱-۲- روش مقدار K

روش مقدار K یا روش ثابت‌های تعادلی جامدبخار، ساده‌ترین روش محاسبه‌ی تشکیل هیدرات است.

۳-۱-۳- استفاده از رابطه‌ی تجربی مک لود کمبل

این روش برای محاسبه‌ی دمای تشکیل هیدرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. رابطه‌ای که در این روش به کار می‌رود بر اساس معادله‌ی اصلاح شده‌ی کلاپیرون است.

۳-۲- مدل‌های ترمودینامیکی

برای تعیین دما و فشار تعادلی تشکیل هیدرات، مدل‌سازی ترمودینامیکی انجام می‌شود و تقریباً اکثر تحقیقات اخیر به پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات بر اساس علم ترمودینامیک استوار شده است. مدل‌های ترمودینامیکی بر خلاف مدل‌های تجربی از پایه‌های تئوری قوی برخوردار هستند و همگی دارای فرضیات مشابهی می‌باشند، بنابراین می‌توان اثرات بین‌مولکولی را در مدل لحاظ کرد.

مطالعاتی که بر روی اشعه‌ی X انجام شده است، مدل‌های ساختمانی قابل‌قبولی برای هیدرات‌های نوع I و II به وجود آورده است. مهم‌ترین تئوری مطالعه در تعادل هیدرات‌های گازی توسط واندروالس-پلاتیو ارائه شده است و بیشتر مدل‌های دیگر نیز بر اساس این تئوری استوار هستند. این مدل‌های ترمودینامیکی با دقت نسبتاً خوبی به پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات می‌پردازند. [۹ و ۱۰] برای محاسبات تعادلی به محاسبه‌ی کمیت‌هایی نظیر فوگاسته و ضریب فوگاسته نیاز است. از آنجایی که در بررسی تعادل در تشکیل هیدرات با نیازهای مختلفی روبرو می‌شویم برای اینکه بتوانیم با دقت بیشتری به بررسی فوگاسته‌ها بپردازیم، باید برای هر فاز از مدل اختصاصی آن استفاده کرد. این مدل‌ها برای فازهای گاز، جامد و مایع به این صورت است:

فاز گاز: می‌توان از یک معادله‌ی حالت استفاده کرد. طبق تعریف، معادله‌ی حالت، معادله‌ای است که ارتباط بین کمیت‌های دما، فشار و حجم یک گاز را برای یک ماده‌ی خالص برقرار می‌کند. از جمله رایج‌ترین این معادلات می‌توان به معادله حات بینگ رابینسون اشاره کرد.

فاز مایع: از قانون هنری با توجه به حلالیت کم هیدروکربن‌ها در آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این قانون به این صورت بیان می‌شود:

رابطه‌ی (۲):

$$H_{i,1} = \lim_{X_i \rightarrow 0} \left[\frac{f_i^L}{X_i} \right] = \lim_{X_i \rightarrow 0} \left[\frac{f_i^L}{X_i \gamma_i} \right] = \lim_{X_i \rightarrow 0} \left[\frac{f_i^V}{X_i \gamma_i} \right]$$

در این رابطه، f_i^L فوگاسته، X_i کسر مولی، γ_i ضریب فعالیت جزء i در فاز مایع، f_i^V فوگاسته‌ی جزء i در فاز بخار است.

فاز جامد: هیدرات، تقریباً برای تمامی مدل‌های ترمودینامیکی برای پیش‌بینی خواص فاز هیدرات از مدل واندروالس-پلاتیو استفاده می‌شود. از جمله مدل‌های ترمودینامیکی که می‌توان نام برد، واندروالس-پلاتیو و Trebble-Bishnoi، اسلون-بیلارد هستند. [۹ و ۱۱]

۳-۲-۱- مدل ترمودینامیکی واندروالس-پلاتیو

دقیق‌ترین و صحیح‌ترین تکنیک آماری بر اساس تئوری ترمودینامیکی مدل واندروالس-پلاتیو برای تعیین شرایط تشکیل هیدرات ارائه شده است. با اینکه فرآیندهای تشکیل هیدرات و جذب هم‌دما با هم متفاوت هستند، اما این مدل فرضیات مشابهی بین این فرآیند به وجود آورده است.

برخی از این شباهت‌ها عبارتند از:

- در فرآیند تشکیل هیدرات ماده‌ی جذب‌شونده و ماده‌ی جاذب وجود داشته و در اثر عدم وجود هر کدام از این مواد، هیدرات تشکیل نمی‌شود.
- در ساختار پایداری و ترمودینامیکی هیدرات به وجود آمده به وسیله‌ی اندازه‌ی مولکول‌های مهمان، میزان اشغال حفرات تعیین می‌شود.
- وقتی که مولکول‌های مهمان خیلی کوچک هستند هیدرات پایدارتر تشکیل نمی‌شود.

بنابراین برای مدل واندروالس-پلاتیو شرط تعادل، برابری پتانسیل شیمیایی آب در فاز هیدرات با فازهای تعادلی دیگر است.

۳-۲-۲- مدل Trebble-Bishnoi

یک مدل ترمودینامیکی برای محاسبه‌ی تأثیرات پراکندگی متانول توسط بیش‌نویی و همکارانش ارائه شده است. در این مدل، برای محاسبات تنها از دو مدل ترمودینامیکی استفاده شده است. در یک سیستم N جزیی که شامل سه فاز هیدرات جامد، مایع و بخار است، تعادل ترمودینامیکی به این صورت بیان می‌شود:

$$f_j^L = f_j^V \quad (i=1, \dots, nc) \quad \text{رابطه‌ی (۳)}$$

$$f_j^H = f_j^V \quad (i=1, \dots, N) \quad \text{رابطه‌ی (۴)}$$

nc : تعداد اجزایی هستند که می‌توانند تشکیل هیدرات دهند. برای محاسبه‌ی فوگاسته‌ها در معادلات فوق، از معادله‌ی حالت Trebble-Bishnoi استفاده می‌شود.

$$P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2 + (b+c)v - (bc+d^2)} \quad \text{رابطه‌ی (۵)}$$

پارامتر	فرمول
a	$\sum_i \sum_j X_i X_j \sqrt{(a_i a_j)} \cdot (1 - Ka_{ij})$
b	$\sum_i \sum_j X_i X_j \left[\frac{b_i + b_j}{p} \right] \cdot (1 - Kb_{ij})$
c	$\sum_i \sum_j \left[\frac{c_i + c_j}{p} \right] \cdot (1 - Kc_{ij})$
d	$\sum_i \sum_j \left[\frac{d_i + d_j}{p} \right] \cdot (1 - Kd_{ij})$

۴- طراحی ربات‌های هوشمند

۵- کاربردهای صنعتی

اکنون شاهد ورود تدریجی هوش مصنوعی به زندگی مردم هستیم و احتمال آن می‌رود که با پیشرفت این علم، وجود آن پیش از پیش احساس شود. از جمله شاخه‌های هوش مصنوعی می‌توان به: سیستم‌های خبره (برنامه‌های کامپیوتری هستند که نحوه‌ی تفکر یک متخصص در یک زمینه‌ی خاص را شبیه‌سازی می‌کنند. تجربه نشان داده است که در وضعیت فعلی، سیستم‌های خبره تنها می‌توانند در مواقعی مفید واقع شوند که هدف محدود و مشخصی تعیین شده باشد)، Robotics (روباتیک علم و فناوری ماشین‌های قابل برنامه‌ریزی، با کاربردهای عمومی است)، شبکه‌ی عصبی (Neural Network)، فرآیند تکلم طبیعی^۷، انجام مسابقه (Game Playing) و... اشاره کرد. در ادامه به شبکه‌ی عصبی مصنوعی که موضوع این تحقیق است، می‌پردازیم. [۱۴ و ۱۵]

۱-۴- شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)^۸

از جمله مباحث جدید و مهمی که دانشمندان علوم کامپیوتر، کارشناسان دانش رایانه و اطلاعات و دیگر دانشمندان و تصمیم‌گیرندگان به آن علاقه‌مند شده‌اند و برای پیشرفت هرچه بیشتر آن پژوهش‌های فراوانی انجام داده و وقت و هزینه‌ی زیادی را متحمل شده‌اند، موضوع شبکه‌های عصبی مصنوعی است. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) یا شبکه‌های عصبی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوینی برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش و در انتها اعمال دانش به دست آمده در جهت پیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده هستند.

از لحاظ ساختار، شبکه‌های عصبی امروزی از لایه‌های نرونی تشکیل شده است. در معماری یک شبکه تعداد لایه‌ها و اتصالات بین آنها مهم است. ورودی‌های شبکه با نام «لایه‌ی ورودی» و خروجی‌های شبکه با نام

در رابطه‌ی فوق، V: حجم مولی (m^۳/mole)، P: فشار (Mpa)، R: ثابت گازها (J/mole°K)، T: دما (°K) است.

پارامترهای a,b,c,d برای محاسبه‌ی فشار با توجه به فرمول‌های موجود، در جدول ۲ به دست می‌آیند.

پارامترهای برهم‌کنش دو جزئی (Ka ,Kb ,Kc ,Kd) نیز در منابع وجود دارند. برای حالتی که متانول به سیستم تزریق شود از مدل واندروالس-پلاتیو برای توصیف فوگاسیته‌ی آب در فاز هیدرات استفاده می‌شود. باید توجه داشت که تزریق متانول در مخلوط هیدروکربن-آب ساختار تشکیل شده در فاز آبی را تغییر می‌دهد. [۱۱ و ۱۲]

۳-۲-۳- مدل SLOEN و بلارد

یکی دیگر از مدل‌های ترمودینامیکی برای پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات گاز طبیعی مدل SLOEN و بلارد است. این مدل برای پیش‌بینی حالت‌های مختلف سیستم کاربرد داشته و در فشارهای بالای ۲۱۱ بار دارای انحراف است.

۴- هوش مصنوعی^۹

هوش مصنوعی، مطالعه‌ی روش‌هایی است برای تبدیل کامپیوتر به ماشینی که بتواند اعمال انجام شده توسط انسان را انجام دهد [۱۳ و ۱۴] و کاربردهای وسیعی از آن ایجاد شد که به طور کلی می‌توان به این موارد به عنوان برخی از این کاربردها اشاره کرد:

- ۱- طراحی نرم‌افزارهای هوشمند
- ۲- طراحی بازی‌های هوشمند
- ۳- کاربردهای نظامی

«لایه‌ی خروجی» و در صورت نیاز، لایه‌های میان این دو «لایه‌ی پنهان» نامیده می‌شود. [۱۶، ۱۳، ۱۲]

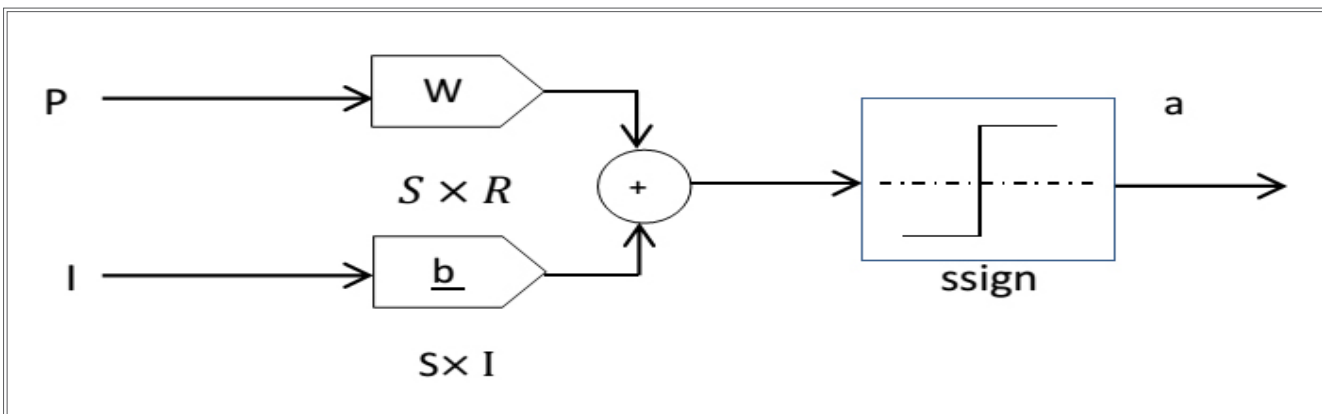
۲-۴- انواع شبکه‌ی عصبی مصنوعی

انواع مختلف از شبکه‌های عصبی وجود دارد که از مهمترین آنها می‌توان به این موارد اشاره کرد:

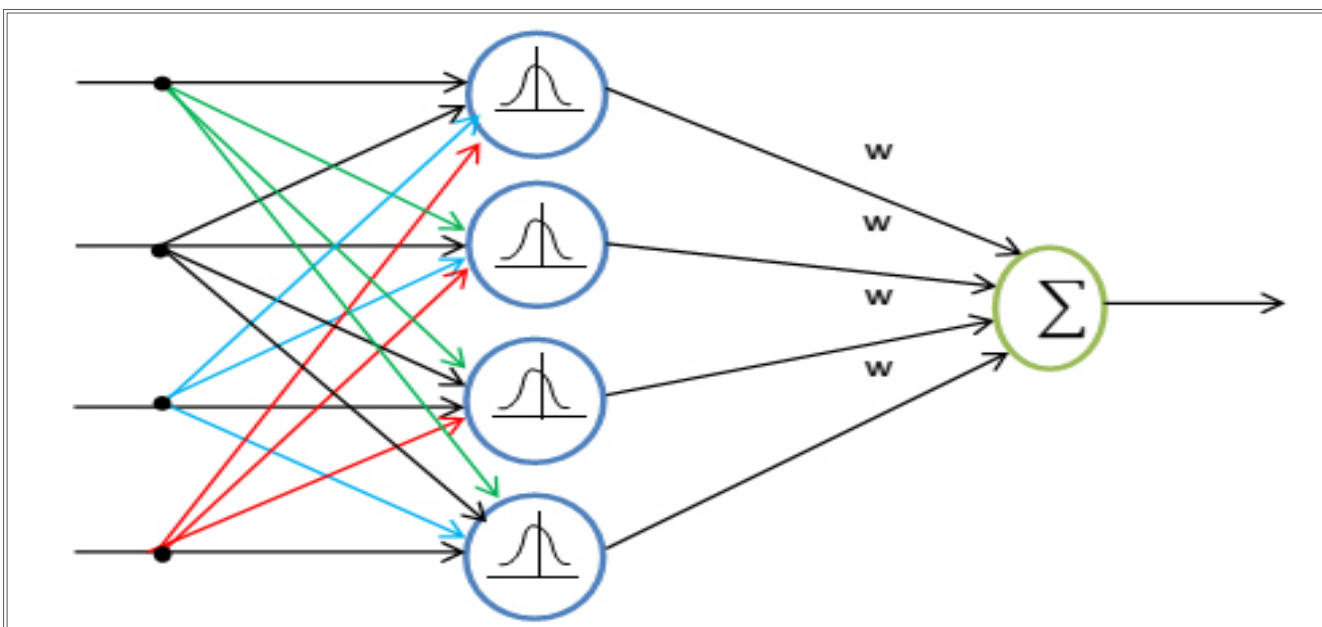
- شبکه‌ی پرسپترون
- هاپفیلد
- همینگ

■ شبکه‌های عصبی شعاعی
 ■ آدالین

به شبکه‌های عصبی که نورون‌ها بر مبنای یک واحد محاسباتی به نام پرسپترون ساخته می‌شود و دارای محدودیت است، پرسپترون گفته می‌شود. این شبکه پس از دریافت ورودی، پردازشی روی آن انجام می‌دهد و نتیجه را به یک سلول دیگر انتقال می‌دهد. در شبکه‌ی پیشخور چند لایه، شبکه‌های پرسپترون از یک لایه‌ی ورودی، تعدادی لایه‌ی پنهان که تعداد این لایه‌ها می‌تواند هر چند تا باشد و یک لایه‌ی خروجی تشکیل شده است. [۱۷، ۱۵، ۱۲]



شکل ۶ | پرسپترون تک لایه



شکل ۷ | شبکه‌های عصبی شعاعی یا RBF

۳-۴- کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در صنعت نفت و گاز

نتایج

به طور کلی روش‌های مختلفی برای تعیین شرایط تشکیل هیدرات وجود دارد، از جمله مهمترین روش‌های شرایط تشکیل هیدرات می‌توان به روش‌های تجربی مانند استفاده از گراویتی‌گاز، روش ضریب توزیع (K) و استفاده از رابطه‌ی تجربی مک لود-کمبل و مدل‌های ترمودینامیکی مانند واندروالس-پلاتیو، Trebble-Bishnoi و اسلون-بلارد اشاره کرد. بنابراین بهترین روش، روشی است که با استفاده از دما و فشار و ترکیب درصد گاز تعیین می‌شود و این روش اندازه‌گیری به صورت تجربی است. در مدل واندروالس-پلاتیو وقتی که مولکول‌های مهمان خیلی کوچک هستند، هیدرات پایدارتر تشکیل نمی‌شود. پس برای مدل واندروالس-پلاتیو شرط تعادل برابری پتانسیل شیمیایی آب در فاز هیدرات با فازهای تعادلی دیگر است. بنابراین در بررسی مدل با شبکه‌ی عصبی مصنوعی از لحاظ ساختار، شبکه‌های عصبی امروزی از لایه‌های نرونی تشکیل شده است. در معماری یک شبکه تعداد لایه‌ها و اتصالات بین آنها مهم است، همچنین شبکه‌های عصبی مصنوعی به دلیل قابلیت‌های بسیار بالای آنها در مشخص کردن معادلات و روابط پیچیده، زمانی که اطلاعات کافی در دسترس باشد، به خوبی در حوزه‌های مختلف از جمله صنعت نفت و گاز به کار گرفته شده‌اند. توانایی این روش در یادگیری از راه تجربه و سپس قابلیت تعمیم‌پذیری برای حل مسائل جدید، موجب برتری این روش بر سایر روش‌ها در این صنعت شده است. ■

شبکه‌های عصبی مصنوعی به دلیل قابلیت‌های بسیار بالای آنها در مشخص کردن معادلات و روابط پیچیده، زمانی که اطلاعات کافی در دسترس باشد، به خوبی در حوزه‌های مختلف از جمله صنعت نفت و گاز به کار گرفته شده‌اند.

توانایی این روش در یادگیری از راه تجربه و سپس قابلیت تعمیم‌پذیری برای حل مسائل جدید، موجب برتری این روش بر سایر روش‌ها در این صنعت شده است. امروز ANNها در بخش‌های مختلفی از صنعت نفت و گاز مورد استفاده قرار گرفته‌اند که به برخی از این کاربردها اشاره می‌کنیم:

- کاربردهای شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی و بهینه‌سازی عملیات حفاری
- توصیف خواص مخزن
- مدل‌سازی و بهینه‌سازی واحدهای تولیدی پالایشگاهی با شبکه‌ی عصبی مصنوعی الگوریتم ژنتیک
- بهره‌برداری و تحلیل نتایج نمودارگیری چاه و چاه‌آزمایی
- شبیه‌سازی شرایط تشکیل هیدرات گازی در حضور و عدم حضور بازدارنده‌های ترمودینامیکی با استفاده از ANNها
- بهره‌برداری و تحلیل نتایج نمودارگیری چاه و چاه‌آزمایی
- کاربرد فراوان در جهت تعیین تراوایی و خصوصیات فیزیکی سنگ‌ها (۱۳، ۱۴ و ۱۵)

پانویس‌ها

- | | | |
|-----------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1. Humphry davy | 4. Mcleod – Campbell | 7. Natural Language Processing |
| 2. Faraday | 5. gravity gas | 8. Artificial Neural Network |
| 3. Davidson | 6. Artificial Intelligence | |

منابع

- [1]. Englezos P. Clathrate Hydrates. Ind. Eng. Chem. Res. 1993, 32, 1251-1274.
- [2]. D.W. Davidson, "Gas Hydrate in Water : A Comprehensive Treatise"; Frank F, Ed ; Plenum Press: New York, vol. 2, chapter 3, pp. 115-234,(1973).
- [3]. E.G. Hammerschmidt, "Formation of gas hydrate in natural gas transmission lines", Ind. Eng. Chem, 26 (8), pp. 851-855 (1934).
- [4]. Solan .E.D, Clathrate Hydrates of Natural Gase, Thirded, Mrcel, Newyork.2008.
- [5]. Dholabhai P.D, et. al, "Equilibrium Condition for Methane HydrateFormation in Aqueous Mixed Electrolyte Solution ", Can. Jour. Of Chem Eng, Vol. 69, P: 800-805 (1991).
- [6]. Xuemei Lang, Shuanshi Fan, Yanhong Wang, Intensification of methane and hydrogen storage in clathrate hydrate and future prospect, Journal of Natural Gas Chemistry, 19(2010)203-209.
- [7]. Sloan. E. D, "Clathrate Hydrate Measurements: Microscopic, Mesoscopic, and Macroscopic", J. Chem. Thermodynamics. Vol. 35 ,PP. 41-53 , (2008).
- [8]. Peter Englezos,(1993).clathrate Hydrate , Ind. Eng . chem. Res.
- [9]. Khaled Ahmad Abdel Fattah, Evaluation of empirical correlations for natural gas hydrates predictions, conference oil and gas business 2004.
- [10]. Stacke berg, M. Von and Muller,H.R., "Tests Gas Hydrate II", Zeit. Electrochem., Vol58, No.25 (1954).
- [11]. Katz, D.L., et. al. "Handbook of Natural Gas Engineering", McGraw-Hill Publishing Company, NewYork (1989).
- [12]. Englezos P, Hung Z, and Bishnoi P.R., "Prediction ofNatural Gas| Hydrate Formation Conditions in the Presence ofMethanol Using the Trebble-Bishnoi Equation ofState", Jour. ofCanadian Petroleum Tech, Vol.30, No.2, P:148-155 (1991).
- [13]. william A. Stubble field & George F.Luger, strategies for complex problem solving & Artificial intelligence structures, Wesley long man Inc, 2000.
- [14]. M. M. Rashidi, O. A. Bég, A. Basiri Parsa, and F. Nazari, "Analysis and optimization of a transcritical power cycle with regenerator using artificial neural networks and genetic algorithms," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers A: Journal of Power and Energy, vol. 225, no. 6, pp. 701-717, 2011.

■ ادامه منابع در (دبیرخانه) موجود است.