

عنوان بخش

زمین شناسی و زمین شناسی نفت





استخدامی مهندسی نفت

زمین‌شناسی نفت

خواص فیزیکی و شیمیایی هیدروکربن‌ها:

☑ **نفت:** نفت خام به رنگ قهوه‌ای، قهوه‌ای تیره مایه به سیاه تا زرد و قهوه‌ای مایل به سبزه‌ای از نور انعکاسی به رنگ سبز و پر طاووسی، مانند نور انعکاسی از روغن موتور دیده می‌شود. بوی نفت خام بستگی به نوع و مقدار هیدروکربن‌های سبک و فرار و مقدار گوگرد دارد. نفت خام‌های غنی از هیدروکربن‌های حلقوی اشباع‌شده سبک، بوی بنزینی می‌دهند و در کل نفت خام‌هایی که دارای هیدروکربن‌های حلقوی اشباع شده‌اند، خوشبوی می‌باشند و نفت خام‌هایی که دارای ترکیبات گوگردی مثل مرکاپتان‌ها و سولفید هیدروژن باشند، بدبو هستند.

ترکیب شیمیایی نفت خام:

■ نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌های پارافینی یا آلکان‌ها، سیکلوپارافینی یا نفت‌ها، معطر یا آروماتیک و مقدار بسیار کمی اولفینی یا آلکین‌ها است. نفت‌های خام علاوه بر هیدروکربن‌های مایع دارای مقداری از هیدروکربن‌های گازی و جامد نیز می‌باشند که در فاز مایع حل شده‌اند.

انواع نفت خام‌ها:

☑ **عموماً چهار گروه ترکیبات عمده در نفت خام وجود دارند که شامل پارافین‌ها، نفتن‌ها، آروماتیک‌ها و زربین و آسفالت‌ها می‌باشند.**

■ **گروه ۱ - نفت خام‌های پارافینی:** فرمول کلی پارافین‌ها C_nH_{2n+2} می‌باشد که ساده‌ترین و سبک‌ترین این گروه، متان با فرمول CH_4 می‌باشد.

■ **گروه ۲ - نفت‌های خام نفتنی:** نفتن با فرمول عمومی C_nH_{2n} می‌باشد. دومین هیدروکربن عمده در نفت خام نفتن‌ها هستند که به آن‌ها سیکلوآلکان‌ها نیز گفته می‌شود.

■ **گروه ۳ - نفت‌های خام پارافینی - نفتنی:** این نفت‌ها کم‌تر از ۵۰ درصد هیدروکربن‌های آروماتیک و ۴۰-۱۰ درصد هیدروکربن‌های پارافینی و همین مقدار هیدروکربن‌های نفتنی دارند.

■ **گروه ۴ - نفت‌های آروماتیک متوسط:** آروماتیک‌ها برخلاف نفتن‌ها و پارافین‌ها، نسبت به هیدروژن غیراشباع هستند و ساختمان آن‌ها بر پایه‌ی یک حلقه‌ی شش اتمی کربن است مثل بنزن C_6H_6 .

■ **گروه ۵ - نفت‌های خام سنگین نفتنی:** این نفت‌ها ۷۵-۵۰ درصد هیدروکربن‌های آروماتیک، ۲۵-۵۰ درصد هیدروکربن‌های نفتنی و کم‌تر از ۱۰ درصد هیدروکربن‌های پارافینی دارند.

■ **گروه ۶ - نفت‌های خام سنگین آسفالتی:** زربین‌ها و آسفالتین‌ها گروه ترکیبات پیچیده می‌باشند که اغلب به ترکیبات NSO معروفند، زیرا حاوی اتم‌های S، O و N می‌باشند که بعضی از آن‌ها جانشین کربن حلقه‌ی آروماتیک می‌شوند.



خواص فیزیکی نفت خام:

۱- نقطه‌ی ابر و نقطه‌ی جوش: نقطه‌ی ابر، دمایی است که در آن به علت انجماد ذرات پارافینی، ابری در داخل نفت به وجود می‌آید. حال اگر سرما بیشتر شود (۵-۲ درجه)، نفت، سیالیت خود را از دست داده و جاری نمی‌شود که آن را نقطه‌ی ریزش گویند. به عبارت دیگر نقطه‌ی ریزش، کم‌ترین دمایی است که نفت می‌تواند تحت شرایط استاندارد جریان پیدا کند.

۲- نقطه‌ی شعله و نقطه‌ی اشتعال: نقطه‌ی شعله، دمایی است که در آن گازهای متصاعد از نفت خام به مقداری می‌رسد که با جرقه‌ای که از فاصله‌ی معین و ثابتی زده می‌شود، شعله‌ی بسیار کوتاه مدتی می‌زند و خاموش می‌شود. اگر نفت بیشتر گرم شود، شعله خاموش نمی‌شود و یکنواخت خواهد سوخت که آن را دمایی اشتعال می‌گویند.

۳- فعالیت اپتیکی: قدرت چرخاندن صفحه‌ی پلاریزه از نور پلاریزه‌شده را گویند. اگر سطح پلاریزان را به راست منحرف کرد، به آن نفت‌های راست‌گرد و اگر به چپ منحرف کرد، به آن نفت‌های چپ‌گرد گویند.

۴- حجم: نفت موجود در مخازن حاوی گاز محلول است و حجم این مخلوط (نفت و گاز) بستگی به فشار مخزن و نسبت گاز به نفت سازندی دارد.

۵- بو: بوی خوش و دل‌پذیر نفت به واسطه‌ی مواد آروماتیک می‌باشد ولی بوی ناخوشایند نفت به واسطه‌ی گوگرد و مواد غیرهیدروکربنی و ترکیبات نیتروژن‌دار می‌باشد.

۶- ضریب انبساط: با افزایش یک درجه‌ی فارنهایت برای نفت‌ها، مقدار انبساط آن برابر با ۰/۰۰۰۹۶-۰/۰۰۰۳۶ می‌باشد. برای بیشتر نفت‌ها به صورت میانگین ۰/۰۰۰۶۵-۰/۰۰۰۴۰ می‌باشد.

۷- ارزش گرمادهی: یک کالری مقدار حرارتی است که لازم است تا دمای یک گرم آب را از ۳/۵° به ۴/۵° برساند (کالری کوچک) BTU مقدار حرارتی که لازم تا دمای یک پوند آب را یک درجه‌ی فارنهایت بالا ببریم.

۸- ضریب شکست: ضریب شکست مطلق یک ماده، عکس نسبت سرعت سیر نور در آن ماده به سرعت نور در خلأ می‌باشد.

ضریب شکست یک ماده، نسبت سینوس زاویه‌ی برخورد به سینوس زاویه‌ی شکست.

$$RI = \frac{\sin i}{\sin R}$$

گاز:

■ در صنعت نفت گاز طبیعی به مخلوط گازهای هیدروکربنی زیرسطحی گفته می‌شود که معمولاً دارای مقادیر متفاوتی از گازهای غیرهیدروکربنی هستند.

☑ **ترکیب شیمیایی گاز طبیعی:** بیشترین بخش گازهای طبیعی را متان که پایدارترین هیدروکربن است، تشکیل می‌دهد و بخش کم‌تر شامل هیدروکربن‌های سبک پارافینی مانند اتان، پروپان، بوتان و کمی پنتان است. ناخالصی گازهای طبیعی اغلب، CO_۲، نیتروژن، سولفید هیدروژن و در برخی موارد هلیوم یا هلیوم می‌باشد.

گازهای هیدروکربنی:

این گاز ممکن است در مخزن همراه نفت باشد یا بدون نفت، مخزن گازی مستقلی را تشکیل دهد. در حالت نخست گاز همراه و در حالت بعدی گاز ناهمراه می‌گویند. گاز همراه یا به صورت گاز آزاد، گنبد گاز نفت‌گیر را تشکیل می‌دهد و یا در نفت مخزن حل شده و گاز محلول نامیده می‌شود.

گازهای غیر هیدروکربنی:

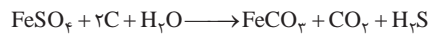
■ H_2S و CO_2 از جمله گازهای غیر هیدروکربنی می‌باشند که می‌توانند منشأ آلی یا غیرآلی داشته باشند. منشأ غیرآلی معمولاً با فرایندهای زمین گرمایی و آتشفشانی همراه است.

☑ **راه‌های تولید CO_2 :** اولین راه تشکیل CO_2 ، اکسیداسیون مواد آلی می‌باشد که می‌تواند این اکسیداسیون در اثر نفوذ آب‌های زیرزمینی، تجزیه‌ی باکتریایی یا هر دو باشد. دومین راه تشکیل CO_2 می‌تواند در اثر تلاش سنگ‌های کربناته در طی تزریق ماگمای داغ یا نفوذ آب‌های اسیدی حاصل شود.

☑ **راه‌های تولید H_2S :** ترش یا شیرین بودن گاز بستگی به مقدار H_2S در آن‌ها دارد. روش اول حاصل از عمل باکتری‌های احیاکننده‌ی سولفات‌ها بر روی سولفات فلزی است.



■ که معمولاً ترکیبات فلزی در این فرایند، سولفات آهن است که کربنات آهن تولید می‌کند.



■ روش دوم در اثر تبدیل اینورت به کلسسیت می‌باشد. گاز ترش در حوضه‌های هیدروکربنی دارای تبخیری‌های فراوان تشکیل می‌شود.



■ و روش سوم ممکن است در طول بلوغ حرارتی نفت خام با سولفور بالا ایجاد شود.

☑ چگالی و گراندروی گازها:

چگالی گازها (ρ_g) بنا بر قانون گازهای حقیقی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\rho_g = \frac{MP}{ZRT}$$

تبدیل مواد آلی به نفت و گاز

☑ **فرضیه‌های قدیمی:** تشکیل مستقیم توسط جانداران، تلاشی درجا، تبدیل در اثر تقطیر، تبیدل در اثر حرارت، تبدیل در اثر فشار، تبدیل در اثر پرتو رادیواکتیو.

۱- **مرحله‌ی دیانز:** این مرحله از همان لحظه‌ای که رسوبات دفن می‌شوند، آغاز می‌گردد. رسوبات ته‌نشین شده و گل‌های تازه ته‌نشین شده، در محیط آبی بدن استحکام بوده و به مقدار زیادی حتی بیش از ۷۰٪ آب به همراه دارد که وزن این آب نزدیک به ۶۰ درصد وزن رسوب است و فاز جامد رسوب از مواد معدنی، مواد آلی مرده و ریز جانداران تشکیل شده است.

۲- **مرحله‌ی کاتانز:** در طی تدفین با افزایش حرارت و فشار ساختمان کروژن از لحاظ ترمودینامیکی ناپایدار شده و شرایط جدید فیزیوشیمیایی باعث تغییر آن می‌شود. به این تغییرات در کروژن که در اثر افزایش فشار و حرارت در طی زمان زمین‌شناسی به وجود می‌آید، بلوغ می‌گویند که شامل تجزیه‌ی حرارتی و شکستن کروژن به مولکول‌های کوچک‌تر و تبدیل آن به یک ماده‌ی پایدارتر غنی از کربن، نظیر هیدروکربن است.

۳- **متانز:** در این مرحله دما و فشار بسیار بالا می‌باشد و تولید زیادی از کروژن صورت نخواهد گرفت. فقط مقدار جزئی متان تولید خواهد شد که قسمت عمده‌ی آن حاصل شکست حرارتی ثانویه نفت است. در انتهای



این مرحله، مواد آلی فقط از متان و کربن باقی مانده تشکیل شده‌اند و زغال‌ها به آنتراسیت تبدیل می‌شوند.

۴- متامورفیزم: آخرین مرحله‌ی رسوب‌ها، مرحله‌ی دگرگونی یا متامورفیزم است که در عمق زیاد و در فشار و دمای بالاترین حد (در ژئوسنکلینال‌ها) صورت می‌گیرد. در این مرحله علاوه بر عوامل فوق، سنگ‌ها در معرض تأثیر گدازه (ماگماتیک) و جریان‌های گرمایی نیز قرار می‌گیرند. در این مرحله، کانی‌ها نیز از فشار و دما متأثر می‌گردند. کانی‌های رسی، آب بین‌لایه‌ای و اکسیدهای آهن، آب تبلور خود را از دست می‌دهند. با انحلال فشاری کانی‌ها و تبلور مجدد، بافت اصلی سنگ نیز تغییر می‌یابد.

سنگ‌مادر

چگونگی تشکیل نفت و گاز در سنگ‌مادر:

■ شرط لازم برای تشکیل کانسارهای نفت و گاز وجود لایه‌های غنی از مواد آلی در حوضه‌ی رسوبی است. چنین لایه‌هایی سنگ‌مادر نامیده می‌شوند. چون سنگ‌مادر باید مواد آلی را حفظ کند و مانع از اکسیدشدن آن گردد، ناچاراً باید سنگی دانه‌ریز باشد و در محیطی احیایی رسوب کرده باشد.

☑ سنگ‌های منشأ را می‌توان در چهار گروه قرار داد:

- ۱) **سنگ منشأ مفید:** نفت خود را تولید کرده و از خود خارج کرده است.
- ۲) **سنگ منشأ محتمل:** پتانسیل منشأ بودن آن هنوز بررسی نشده است ولی احتمال دارد نفت تولید کرده باشد.
- ۳) **سنگ منشأ بالقوه:** توانایی تولید هیدروکربن را در صورت رسیدن به درجه‌ی بلوغ خواهد داشت.
- ۴) **سنگ منشأ از کار افتاده:** تولید هیدروکربن به اندازه‌ی کافی کرده است و دیگر توانایی تولید ندارد.

کروژن:

■ کروژن به مواد آلی جامد موجود در سنگ‌های رسوبی گفته می‌شود که در آب و حلال‌های آلی مانند کلروفرم، بنزن، تتراکلریدکربن و استون حل نمی‌شود. یعنی در اسیدهای غیراکسیدکننده، بازها و حلال‌های شیمیایی غیرمحلول است. بخشی که در حلال‌های آلی، قابل حل است، بی‌تومن نامیده می‌شود.

کیفیت کروژن:

الف) گروه‌بندی قدیمی: در این گروه‌بندی، کروژن‌ها به سه دسته‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

۱) **کروژن نفتی:** این کروژن بیشتر از بقایای نامتبلور پلانکتون‌ها، چربی‌های آلی و گرده‌ها تولید می‌شود و دارای هسته‌ی مولکولی کوچک از هیدروکربن‌های حلقوی اشباع‌شده و معطر و شاخه‌های جانبی طویل از هیدروکربن‌های پارافینی می‌باشد.

۲) **کروژن زغالی:** این کروژن بیشتر از بقایای مواد آلی گیاهان خشک و دریایی تشکیل شده و نسبت به کروژن نفتی دارای هسته‌ی مولکول بزرگ‌تر و سنگین‌تر است که از هیدروکربن‌های حلقوی معطر و اشباع‌شده تشکیل گردیده و دارای شاخه‌های زنجیری کوتاه از هیدروکربن‌های پارافینی است که بیشتر متیل می‌باشند.

۳) **کروژن گرافیتی:** این کروژن در سنگ‌های دگرگونی وجود دارد. نسبت وزنی هیدروژن آن به وزن مولکول کم‌تر از ۳ درصد است. این کروژن قادر به تولید نفت و گاز نیست. کروژن گرافیتی و گاز متان محصول نهایی شکستن مولکول کروژن در اثر حرارت است.

ب) در این روش گروه‌بندی، انواع کروژن را با استفاده از مطالعات میکروسکوپی و با استفاده از پارامترهای