

## صنایع نفت ، گاز ، پالایش و پتروشیمی

**هدف‌های رفتاری :** در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند :

- ۱- تاریخچه استفاده از نفت و گاز را در ایران و جهان شرح دهد.
- ۲- منشأ پیدایش نفت و گاز (سوخت‌های فسیلی) را شرح دهد.
- ۳- سرنوشت نفت و گاز را از سرچاه تا انتقال به پالایشگاه‌ها یا مجتمع‌های پتروشیمی، بیان کند.

### ۲-۱ تاریخچه<sup>۱</sup>

چه زمانی بشر برای اولین بار از نفت و گاز استفاده کرد؟ این تاریخ به طور دقیق مشخص نیست اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تمدن‌های اولیه با این مواد، که امروزه مهم‌ترین منابع تأمین انرژی هستند، آشنا بوده و به شکل محدود از آن‌ها استفاده می‌کرده‌اند.

ایرانی‌ها، چینی‌ها، مصری‌ها و یونانی‌ها جزء پیشگامان استفاده از نفت بوده‌اند. با نفوذ نفت خام به سطح زمین و تبخیر اجزای سبک آن، ماده‌ی قیرگونه‌ای باقی ماند، که در عایق‌بندی قایق‌ها و گرمایش خانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت. از این ماده در روان‌کاری چرخ‌های ارابه‌ها و حتی مومیایی کردن مرده‌ها استفاده می‌شده است.

شواهد قطعی وجود دارد که در حدود ۴۰۰۰ سال پیش در ساخت دیوارها و برج‌های شهر بابل از نوعی آسفالت استفاده شده است. کتیبه‌های به جا مانده از ایران باستان نشان می‌دهد که اعیان و

---

۱- لازم نیست فراگیرنده تاریخ‌های وقایع مختلف این بخش را حفظ نماید، فقط تاریخ و شهر آغاز به کار صنعت نفت ایران را باید به خاطر بسپارد.

اشراف پارسی از نفت در پزشکی و تولید روشنایی استفاده می‌کردند. در قرن نهم میلادی زکریای رازی برای اولین بار نفت خام را تقطیر کرد و نفت سفید به‌دست آورد.

در اوایل قرن نوزدهم به دلیل کمبود روغن وال (مادهٔ سوخت چراغ‌های روشنایی) نفت خام، که به‌صورت محدود در بعضی مناطق به سطح زمین نفوذ کرده و حوضچه‌هایی را به‌وجود آورده بود، مورد استفاده قرار گرفت. با تقطیر بسیار ساده و ابتدایی نفت خام، نوعی ترکیب شبیه نفت سفید به‌دست آمد و به‌صورت محدود برای سوخت چراغ‌های روشنایی به‌کار رفت.

سال ۱۸۵۸م. را می‌توان سال تولد صنعت نفت مدرن دانست. زیرا در این سال اولین چاه نفت، که به منظور تولید و تجارت نفت حفر شده بود، در عمق ۱۸ متری در آمریکای شمالی به نفت رسید. از آن پس صنعت حفاری و تولید و پالایش نفت خام به سرعت رشد کرد. اما عمدهٔ محصولات عرضه شده به بازار، نفت سفید و روغن‌های روان‌کننده بود و ترکیبات سبک‌تر حاصل از تقطیر، نظیر بنزین و گازوئیل از نفت خام جدا نمی‌شد و زغال سنگ، هم‌چنان برای تولید بخار و الکتریسیته، مهم‌ترین منبع انرژی تلقی می‌شد.

اختراع موتورهای بنزینی (۱۸۸۵ م.) و موتورهای دیزل (۱۸۹۲ م.) فصل جدیدی را در صنعت نفت پدید آورد و موجب شد صنعت پالایش نفت رونق گیرد. در سال ۱۹۰۳ م. برادران رایت با استفاده از مشتقات نفت (سوخت هواپیما) به یکی از آرزوهای بشر یعنی «پرواز» جامهٔ عمل پوشاندند.

تاریخچهٔ استفاده از گاز طبیعی توسط بشر قدمت بیش‌تری دارد. احتمالاً اولین تجربهٔ بشر هنگامی است که گاز طبیعی در بعضی مناطق از میان صخره‌ها و شکاف‌ها به سطح زمین نفوذ کرده و بر اثر صاعقه آتش گرفته است. شعلهٔ حاصل از سوختن گاز طبیعی قرن‌ها دوام داشته است و بعضاً محل آن‌ها به آتشکده‌هایی برای پرستش تبدیل شده است.

دویست سال قبل از میلاد مسیح چینی‌ها با سوزاندن گاز طبیعی آب دریا را تبخیر و از آن نمک تهیه می‌کردند. در اوایل قرن نوزدهم در اروپا و آمریکای شمالی از گاز طبیعی برای سوخت چراغ‌های روشنایی در خیابان‌ها و منازل استفاده می‌شد. اولین شرکت گاز در اروپا در سال ۱۸۱۲ م. و در امریکا در سال ۱۸۱۶ م. آغاز به کار کردند و مسئولیت تولید، انتقال و فروش گاز به منازل را برعهده گرفتند. از اواسط قرن نوزدهم، تولید انبوه وسایل گاز سوز، به‌خصوص اجاق‌های گازی، در اروپا و امریکا رونق گرفت. از اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، گاز توسط خطوط لوله در مسیرهای طولانی منتقل شد. این امر با ساخت کمپرسورهای انتقال گاز میسر گردید.

روز پنجم خرداد ۱۲۸۷ ش. (۱۹۰۸ م.) آغاز به کار صنعت نفت ایران است. زیرا برای اولین بار در مسجد سلیمان نفت کشف شد. عمق اولین چاه حدود ۶۰۰ متر بود. در سال ۱۲۹۰ اولین خط لوله نفت در کشور جهت انتقال آن به آبادان احداث شد. پالایشگاه آبادان با ظرفیت ۲۵۰۰ بشکه در روز، در سال ۱۲۹۱ آغاز به کار کرد. بعدها با اجرای واحدهای تکمیلی، پالایشگاه آبادان گسترش یافت و به بزرگ‌ترین پالایشگاه دنیا تبدیل شد. امروزه، به منظور سهولت در انتقال و توزیع فرآورده‌های نفتی، در سراسر کشور پالایشگاه‌های محلی با ظرفیت‌های متوسط احداث گردیده و مشغول به کار شده‌اند. پالایشگاه‌های فعال کشور، به ترتیب زمان شروع به کار، عبارت‌اند از: آبادان، تهران، کرمانشاه، شیراز، لاوان، تبریز، اصفهان، اراک و بندرعباس. هم‌اکنون مراحل طراحی و ساخت چند پالایشگاه جدید در کشور آغاز شده است.

## تحقیق کنید

**با مراجعه به سایت‌های شرکت ملی گاز ایران و شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران و مراجع دیگر، تاریخچه صنایع گاز و پتروشیمی در کشور را تهیه کنید.**

## ۲-۲ منشأ پیدایش نفت و گاز

در خصوص چگونگی تشکیل نفت و گاز در اعماق زمین تئوری‌های مختلفی وجود دارد. اما امروزه تقریباً همه دانشمندان معتقدند که منشأ نفت و گاز اجساد حیوانات و گیاهانی است، که میلیون‌ها سال پیش در زیر لایه‌های رسوبی در کف دریاها مدفون شده‌اند. تعداد بی‌شماری از اجساد موجودات زنده، در طی قرون با گل و لای حاصل از چشمه‌ها و رودخانه‌هایی که به دریا می‌ریزند پوشانده شده‌اند و بر اثر تشکیل لایه‌های رسوبی فوقانی، که فشار و دمای لایه‌های زیرین را افزایش می‌دهند و فعالیت باکتری‌ها، نفت و گاز تشکیل شد (شکل ۲-۱).



الف) ته‌نشین شدن گل و لای به همراه اجساد موجودات زنده، لایه‌های رسوبی اولیه را تشکیل می‌دهد.



ب) لایه‌های رسوبی جدید تشکیل شده و باعث می‌شود فشار و دمای لایه رسوبی اولیه افزایش یابد.

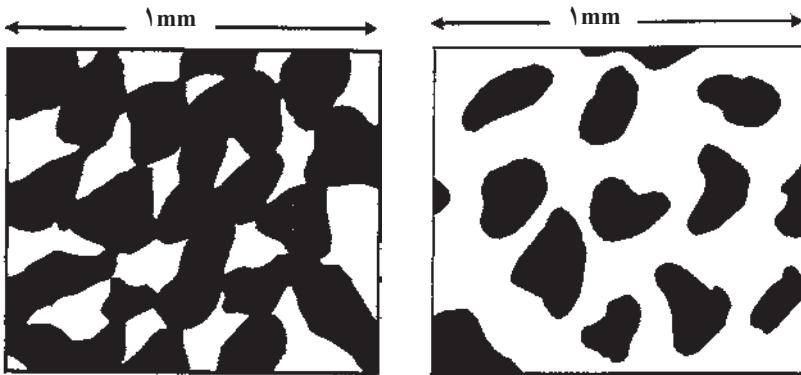


ج) در لایه زیرین تحت فشار لایه‌های بالایی و دمای بین ۶۵ تا ۱۷۵ درجه سلیسیوس و باکتری‌های مناسب، در طی میلیون‌ها سال، اجساد موجودات زنده به قطره‌های نفت و گاز تبدیل شدند.

شکل ۱-۲

اما داستان پیدایش نفت و گاز این جا خاتمه نمی یابد. قطرات باران وقتی تشکیل می شوند، به کمک نیروی جاذبه به سطح زمین می رسند و از آن جا نیز در سرازیری ها به سمت پایین حرکت می کنند تا به برکه ها، دریاچه ها و دریاها (مخازن آب) برسند و در آن جا آرام گیرند و سفرشان به پایان رسد. قطرات پراکنده باران هیچ گاه نمی توانند مورد استفاده بشر باشند، مگر آن که به صورت مخازن آب در کنار هم جمع شوند. قطرات هیدروکربن ها نیز که در لایه های رسوبی (سنگ های رسوبی) تشکیل شده اند و مسلماً قطرات آب نیز در این سنگ ها وجود دارد به کمک نیروی موینگی<sup>۱</sup> به سمت بالا حرکت می کنند.

سنگ های رسوبی متخلخل اند و حرکت قطره های گاز، نفت و آب از درون تخلخل های بسیار ریز این سنگ های رسوبی امکان پذیر است. حرکت قطرات از میان حُخل و فُرَج سنگ های رسوبی به سمت بالا، به عامل دیگری به نام نفوذپذیری<sup>۲</sup> نیز بستگی دارد. اگر خلل و فرج سنگ به گونه ای باشد که حفره ها به یکدیگر راه داشته باشند، آن سنگ نفوذپذیری بالایی دارد و قطره های گاز، نفت و آب در حرکت رو به بالای خود می توانند به یکدیگر پیوندند و مخزن نفت و گاز را تشکیل بدهند (شکل ۲-۲ الف). اما اگر به دلیل بسته بودن خلل و فرج سنگ نفوذپذیری آن کم شده باشد، قطرات نفت و گاز موجود، هیچ گاه نمی توانند مهاجرت کنند و به یکدیگر پیوندند و مخزن هیدروکربنی به وجود آورند (شکل ۲-۲ ب). بنابراین، با وجود تشکیل نفت و گاز، طی قرون متمادی در چنین لایه ای، امکان بهره برداری از آن وجود ندارد.



ب) نفوذپذیری ضعیف

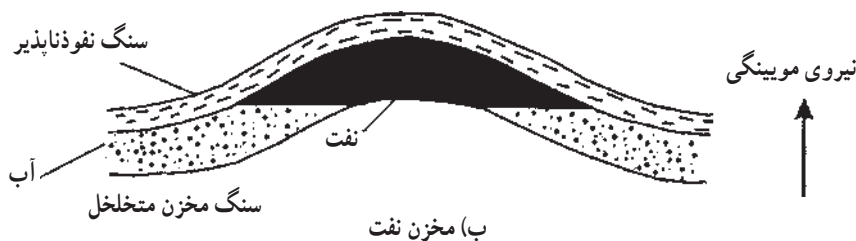
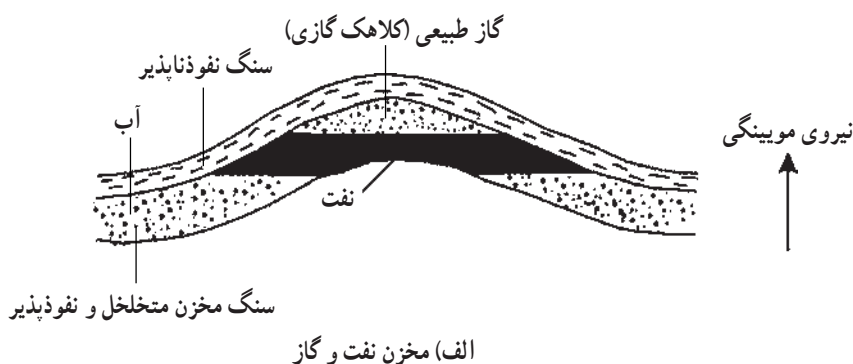
الف) نفوذپذیری زیاد

شکل ۲-۲ نفوذپذیری سنگ های متخلخل

۱\_ Force of Buoyancy

۲\_ Permeability

حرکت قطرات گاز، نفت و آب به سمت بالا، از لایه لای سنگ‌ها و لایه‌های متخلخل و نفوذپذیر، تا جایی ادامه می‌یابد که به لایه‌های سنگی نفوذناپذیر برسند و در آن جا به تله می‌افتند و مخزن را تشکیل می‌دهند. به دلیل تفاوت در چگالی این مواد، گاز طبیعی در بالا، نفت در وسط و آب در پایین مخزن جای می‌گیرد (شکل ۲-۳ الف). در مخازن نفت، حجم گاز نسبتاً کم است و عمدتاً نیز گاز در لایه نفت حل می‌شود (شکل ۲-۳ ب). در مخازن گاز حجم گاز نسبت به نفت قابل توجه است. میدان گازی پارس جنوبی بزرگ‌ترین مخزن گاز جهان محسوب می‌شود که لایه نفتی آن اندک و حجم گاز آن زیاد است.

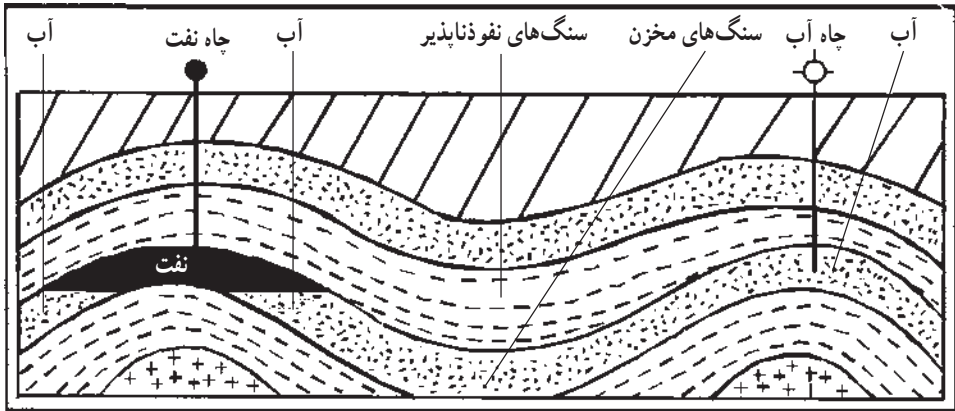


شکل ۲-۳

### ۲-۳ اکتشاف، حفاری و تولید

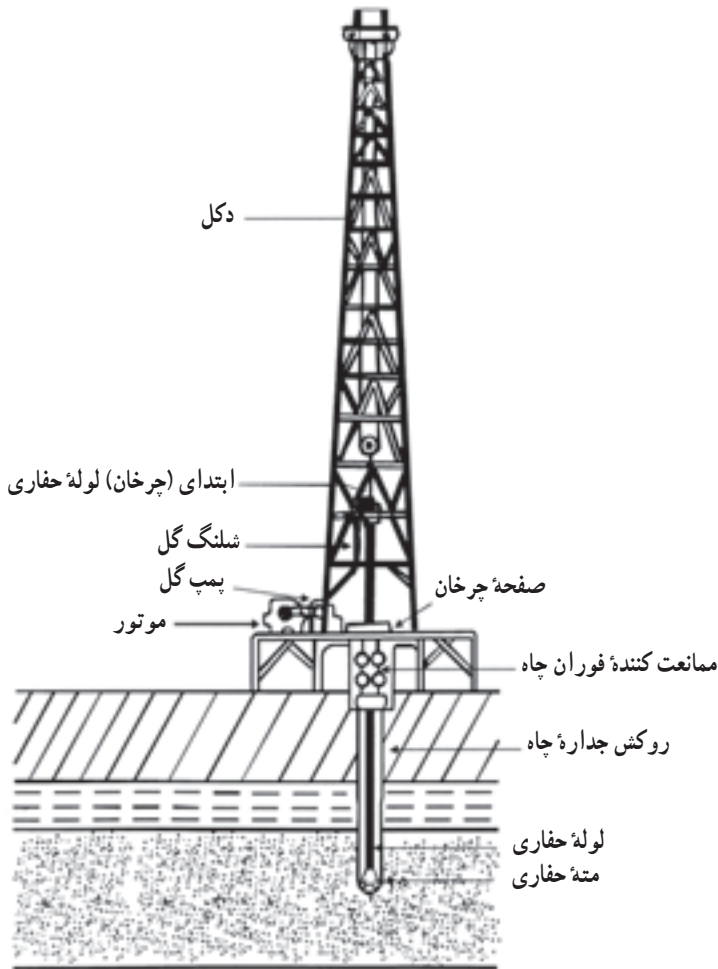
اولین قدم در استفاده از مخازن نفت و گاز، اکتشاف این مخازن است. منظور از اکتشاف تعیین محل مخزن و حجم ذخائر موجود در آن است. به کمک روش‌های پیشرفته زمین‌شناسی، اطلاعات جامعی در خصوص احتمال وجود نفت و گاز در یک منطقه به دست می‌آید. اما تا زمانی که اولین چاه حفر نشود، نمی‌توان به وجود مخزن نفت و گاز در زیر زمین مطمئن بود. در شکل ۲-۴ دو

ساختار یک‌سان زمین‌شناسی نشان داده شده است ولی یکی مخزن نفت و دیگری مخزن آب است و فقط از طریق حفاری می‌توان به ماهیت هر یک پی برد.

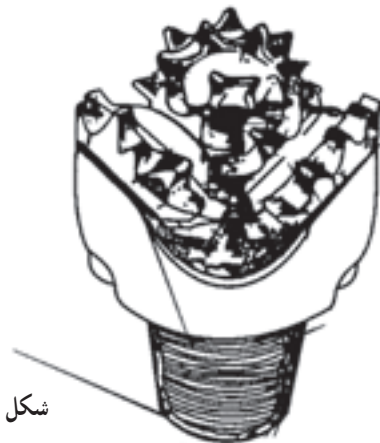


شکل ۴-۲ در عملیات حفاری، به منظور رسیدن به نفت و گاز، تا حدودی شناس و اقبال نیز دخالت دارد.

برای حفاری هر چاه، که عملیات پرهزینه‌ای است، میلیاردها تومان خرج می‌شود. شکل ۵-۲ نمای کلی تجهیزات حفاری را نشان می‌دهد. موتور، نیروی محرکه لازم را، برای چرخش لوله حفاری، تأمین می‌کند. با چرخش لوله حفاری، مته حفاری (شکل ۶-۲) زمین را سوراخ می‌کند. در دکل بلندی، که تحت نام دکل حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، جهت اضافه کردن لوله حفاری یا بیرون آوردن آن‌ها از چاه، جرثقیل مناسب نصب می‌شود. جهت جلوگیری از ریزش دیواره چاه لوله‌های فولادی را در جداره چاه تعبیه می‌کنند و بین دیواره چاه و لوله فولادی را با سیمان پر می‌کنند. این روکش جداره چاه، هم‌چنین باعث می‌شود که در ضمن عملیات حفاری، نفت و گاز از جداره چاه نفوذ نکند و در عملیات حفاری، تا رسیدن به عمق مناسب، خللی به وجود نیاید.



شکل ۲-۵ تجهیزات حفاری

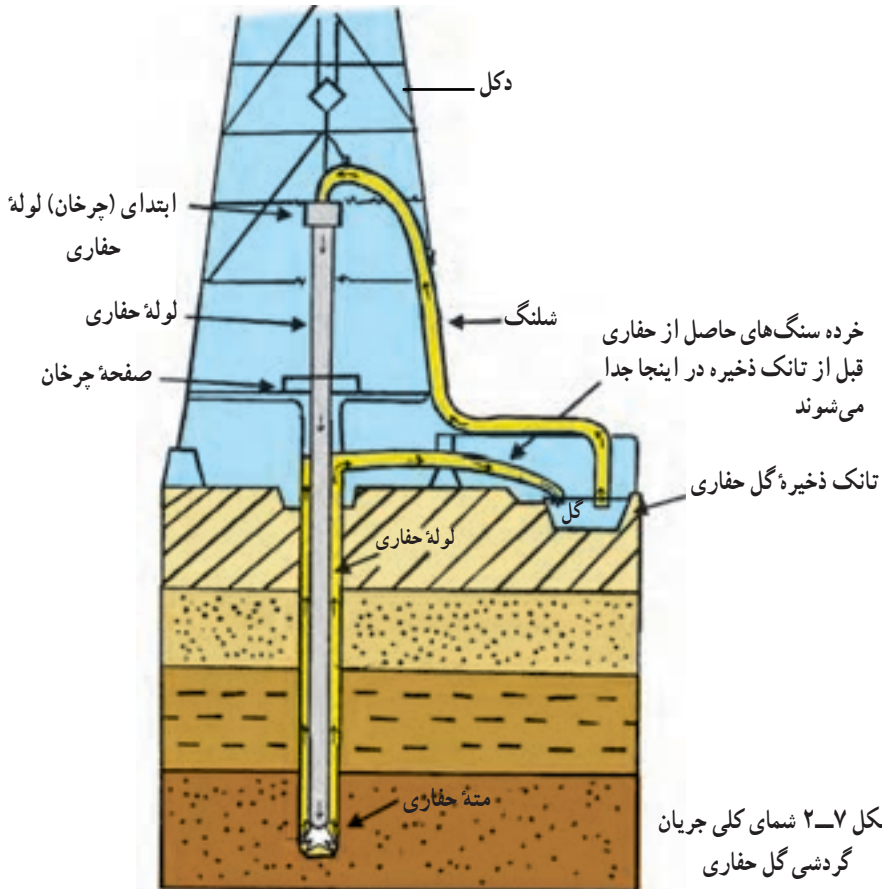


شکل ۲-۶ مته حفاری



گل حفاری ترکیبی است نسبتاً سنگین از خاک رس<sup>۱</sup>، آب و افزودنی‌های شیمیایی که چندین وظیفه را، به شرح ذیل، برعهده دارد:

- ۱- خنک کردن سرمته؛
  - ۲- خارج کردن خرده سنگ‌های حاصل از حفاری و انتقال آن به سطح زمین؛
  - ۳- ایجاد فشار در انتهای چاه و جلوگیری از فوران نفت و گاز به سطح زمین؛ به خصوص هنگامی که مته به نزدیکی مخزن رسیده است.
- شکل ۷-۲ نشان می‌دهد که چگونه گل حفاری از داخل لوله حفاری به مته می‌رسد و بعد از خنک کردن آن به همراه خرده سنگ‌ها از چاه خارج می‌شود.



شکل ۷-۲ شمای کلی جریان گردش گل حفاری

قدم بعدی تکمیل چاه حفاری شده است که باید تجهیزات لازم (شامل شیرهای کنترل جریان) بر سر چاه نصب شود و دکل حفاری و تجهیزات مربوط به آن برداشته شوند. به این ترتیب، با بستن این شیرها می‌توان از چاه به وقت لزوم استفاده کرد.

عملیات بهره‌برداری از چاه (با توجه به تولید مستمر آن) مرحله بعدی است. معمولاً نفت و گاز خارج شده از چند چاه مستقر در یک منطقه به یک واحد بهره‌برداری، که در نزدیکی آن چاه‌ها ساخته شده است، هدایت می‌شود. در یک واحد بهره‌برداری، معمولاً جداسازی‌های اولیه صورت می‌گیرد، از جمله: جداسازی مواد رسوبی، جداسازی نفت و گاز، آب و جداسازی بخشی از هیدروژن سولفید ( $H_2S$ ) همراه نفت، که ماده‌ای بسیار بدبو، خورنده و کشنده است. به این ترتیب نفت و گاز برای تزریق به خطوط لوله و ارسال به پالایشگاه‌های نفت یا گاز آماده می‌شوند. باید توجه داشت که برای صادرات و فروش گاز طبیعی ابتدا باید آن را به پالایشگاه گاز فرستاد ولی برای صدور و فروش نفت خام نیاز به پالایشگاه نفت نیست.

## ۴-۲ انتقال نفت خام و گاز طبیعی

انتقال و ذخیره‌سازی نفت خام، به دلیل آن که حالت مایع دارد، آسان‌تر از گاز طبیعی است. برای انتقال نفت خام دو روش وجود دارد: خط لوله و کشتی‌های نفت کش. جهت انتقال گاز طبیعی، استفاده از خط لوله یکی از متداول‌ترین روش‌هاست. گاز طبیعی مایع شده (ال ان جی) روش دیگری برای انتقال گاز است و آن در شرایطی است که احداث خط لوله امکان نداشته باشد. ال ان جی (LNG)، گاز طبیعی است که در دمای  $160^{\circ}C$  - سرد می‌شود و به مایع تبدیل می‌گردد. در این فرآیند، حجم گاز طبیعی تا  $600$  برابر تقلیل می‌یابد. انتقال چنین گاز کم حجم (به دلیل تبدیل شدن به مایع) با کشتی به مقاصد دور دست، که احداث خط لوله غیرممکن یا بسیار پرهزینه است کاملاً صرفه اقتصادی دارد. در بعضی کشورها از «ال ان جی» برای ذخیره‌سازی گاز و تأمین نیازهای محلی در فصل اوج مصرف استفاده می‌شود.

امروزه، تجارت گاز طبیعی از طریق خرید و فروش «ال ان جی» بسیار رونق یافته است. وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران نیز ساخت چند واحد بزرگ تولید «ال ان جی» را در دستور کار خود دارد. باید توجه داشت که تجارت این نوع گاز سه حلقه اصلی دارد که هر کدام به میلیارد دلار

سرمایه‌گذاری نیازمند است و هیچ یک به تنهایی امکان حیات ندارند :

الف) تأسیسات تولید «ال ان جی»، که در سواحل کشور فروشنده گاز نصب می‌شود ؛  
ب) کشتی‌های مخصوص حمل و نقل آن، که معمولاً در اختیار شرکت‌های بین‌المللی است ؛  
ج) تأسیسات تبدیل «ال ان جی» به گاز، که در سواحل کشور خریدار گاز نصب می‌شود.  
گاز طبیعی فشرده<sup>۱</sup> «سی ان جی» راه دیگری برای انتقال و ذخیره‌سازی گاز طبیعی است. در این روش، استفاده از کمپرسورهای مخصوص، گاز طبیعی با فشار ۷۰ اتمسفر فشرده می‌شود و حجم آن ۲۰۰ برابر کاهش می‌یابد و آن‌گاه توسط کشتی‌های مخصوص منتقل می‌شود. انتقال گاز با این روش، صرفه اقتصادی کم‌تری دارد و برای مسافت‌های طولانی انتقال گاز به روش «ال ان جی» و خط لوله اقتصادی‌تر است. البته تکنولوژی مورد نیاز سی ان جی (CNG) بسیار ساده‌تر از «ال ان جی» است. در ایران برنامه استفاده از سی ان جی، به منظور تأمین سوخت خودروها با موفقیت و سرعت در حال پی‌گیری است.

توجه: یادآور می‌شود آنچه که تحت عنوان LNG و CNG انتقال می‌یابد یا به فروش می‌رسد گاز طبیعی است که معمولاً ۹۹ درصد آن متان (CH<sub>۴</sub>) است.

## ۲-۵ تبدیلات گاز طبیعی

بعضی از صاحب‌نظران معتقدند به جای انتقال و فروش گاز طبیعی، بهتر است ارزش حرارتی یا ارزش اقتصادی معادل آن را انتقال دهیم. در این صورت گاز طبیعی را ابتدا به ماده‌ای که انتقال آن آسان‌تر است تبدیل می‌کنیم و سپس آن را انتقال می‌دهیم. در این خصوص فرآیندهای زیر در عرصه صنعت گاز ظهور کرده‌اند:

جی‌تی‌پی (GTP)<sup>۲</sup>: تبدیل گاز طبیعی به محصولات پتروشیمی: در این فرآیندها، که تکنولوژی‌های شناخته شده‌ای دارند گاز طبیعی به محصولات پتروشیمی، نظیر متانول، آمونیاک، کودهای شیمیایی، و ... تبدیل می‌شود و ارزش افزوده اقتصادی پیدا می‌کند. به جای صادرات گاز طبیعی می‌توان محصولات پتروشیمی را صادر کرد.

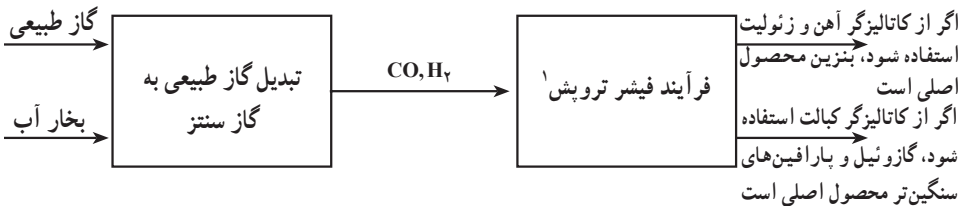
جی‌تی‌ال (GTL)<sup>۳</sup>: تبدیل گاز طبیعی به فرآورده‌های نفتی مایع، نظیر بنزین و گازوئیل: در جنگ جهانی دوم آلمان‌ها به دلیل نیاز به بنزین، گاز متان را که از زغال سنگ تهیه می‌شد، به بنزین تبدیل می‌کردند. این فرآیند قدیمی، که سال‌ها به دلیل غیراقتصادی بودن مورد توجه قرار نداشت،

۱- Compressed Natural Gas

۲- Gas To Petrochemicals

۳- Gas To Liquid

امروزه با پیشرفت‌های فناوری در عرصه تبدیلات گاز طبیعی، فرآیندی مطرح است. نمودار ساده این فرآیند به شرح زیر است :



جی تی دبلیو (GTW)<sup>۲</sup>: تبدیل گاز طبیعی به جریان الکتریسیته و سپس انتقال آن از طریق شبکه انتقال نیرو، روش دیگری برای تبدیل گاز طبیعی و انتقال آن است. البته باید توجه داشت هرچه بازده نیروگاه‌های گازی بیش‌تر باشد، این روش به صرفه‌تر است.

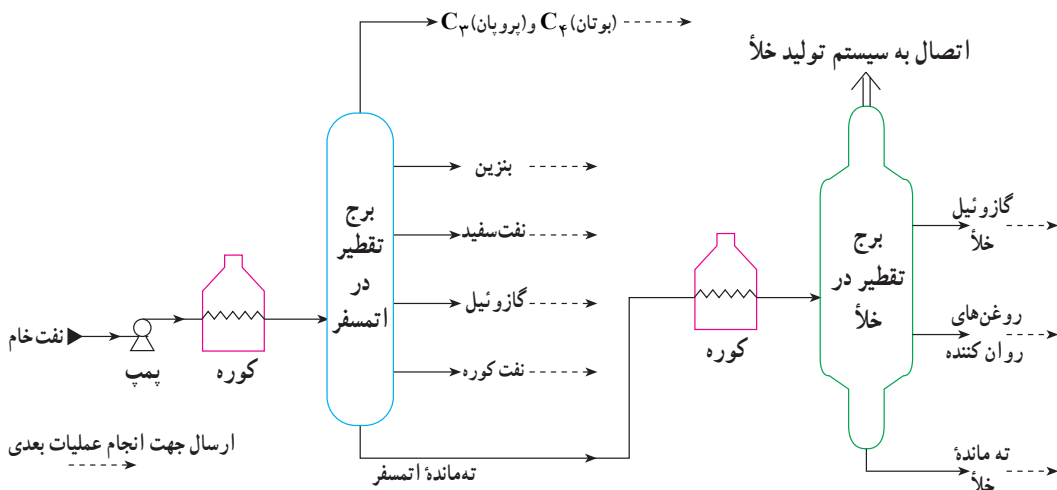
## ۶-۲ پالایش نفت خام

نفت خام مخلوط پیچیده‌ای است که عمدتاً از هیدروکربن‌های مختلف تشکیل شده است. معمولاً همراه نفت خام مقادیر کمی هم ترکیبات آلی گوگرددار، ترکیبات آلی اکسیژن‌دار، ترکیبات آلی نیتروژن‌دار، ترکیبات آلی - فلزی، محلول آبی نمک‌ها (CaCl<sub>2</sub>، MgCl<sub>2</sub>، NaCl)، H<sub>2</sub>S و CO<sub>2</sub> مخلوط با هیدروکربن‌ها وجود دارد. در پالایشگاه نفت، ضمن آن‌که ترکیبات همراه هیدروکربن‌ها را جدا می‌کنند، با تفکیک هیدروکربن‌های سبک، متوسط و سنگین از یکدیگر، محصولات مختلفی به‌دست می‌آورند. هیچ دو پالایشگاهی کاملاً شبیه هم نیستند، زیرا براساس نوع نفت خام ورودی به پالایشگاه و محصولات مورد نظر، طراحی پالایشگاه‌ها کاملاً متفاوت است. اما همه پالایشگاه‌ها از واحد تقطیر اتمسفری و واحد تقطیر در خلأ برخوردارند. در سال سوم با بعضی فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی، که در یک پالایشگاه به کار گرفته می‌شوند، آشنا خواهید شد. در این‌جا فقط به فرآیندهای تقطیر که فرآیندهای فیزیکی هستند اشاره می‌کنیم.

شکل ۸-۲ برج‌های تقطیر اتمسفری و تقطیر در خلأ را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، نفت خام ابتدا وارد دستگاه نمک‌زدا<sup>۳</sup> می‌شود. اگر این نمک‌ها، که در آب همراه نفت حل شده است، جدا نشوند در داخل برج تقطیر اتمسفری خوردگی شدید ایجاد می‌کند. سپس، نفت خام وارد کوره می‌گردد تا حدود ۳۵۰°C گرم شود و به برج تقطیر اتمسفری وارد می‌گردد. در این برج

هیدروکربن‌های نفت خام از یکدیگر تفکیک می‌شوند. هیدروکربن‌های سبک نظیر پروپان و بوتان از بالای برج خارج می‌شوند. مخلوط پروپان و بوتان را گاز مایع یا ال پی جی (LPG) می‌نامند که در کپسول به مشتریان عرضه می‌شود. محصولات «خام» دیگری که به ترتیب از بالا به پایین از برج تقطیر خارج می‌شوند، عبارت‌اند از بنزین، نفت سفید و گازوئیل. کلمه خام، به این دلیل به کار می‌رود که این هیدروکربن‌ها مستقیماً قابل استفاده نیست و قبل از عرضه به بازار باید بر روی آن‌ها عملیات تکمیلی انجام شود. ته مانده برج تقطیر اتمسفری، که سنگین‌ترین اجزای نفت خام را همراه خود دارد، بعد از عبور از کوره به برج تقطیر در خلأ ارسال می‌شود. در این برج با ایجاد خلأ، بار دیگر عمل تقطیر انجام می‌شود. دمای خوراک ورودی به برج حدود  $400^{\circ}\text{C}$  است و فشار مطلق متوسط داخل برج حدود ۷۵ میلی‌متر جیوه است. محصولات خام خروجی از این برج، گازوئیل (که اصطلاحاً به آن گازوئیل خلأ می‌گویند) و روغن‌های روان‌کننده است. ته مانده برج خلأ برای ساخت انواع قیر، گریس یا نفت کوره و ارسال به بخش‌های دیگر است.

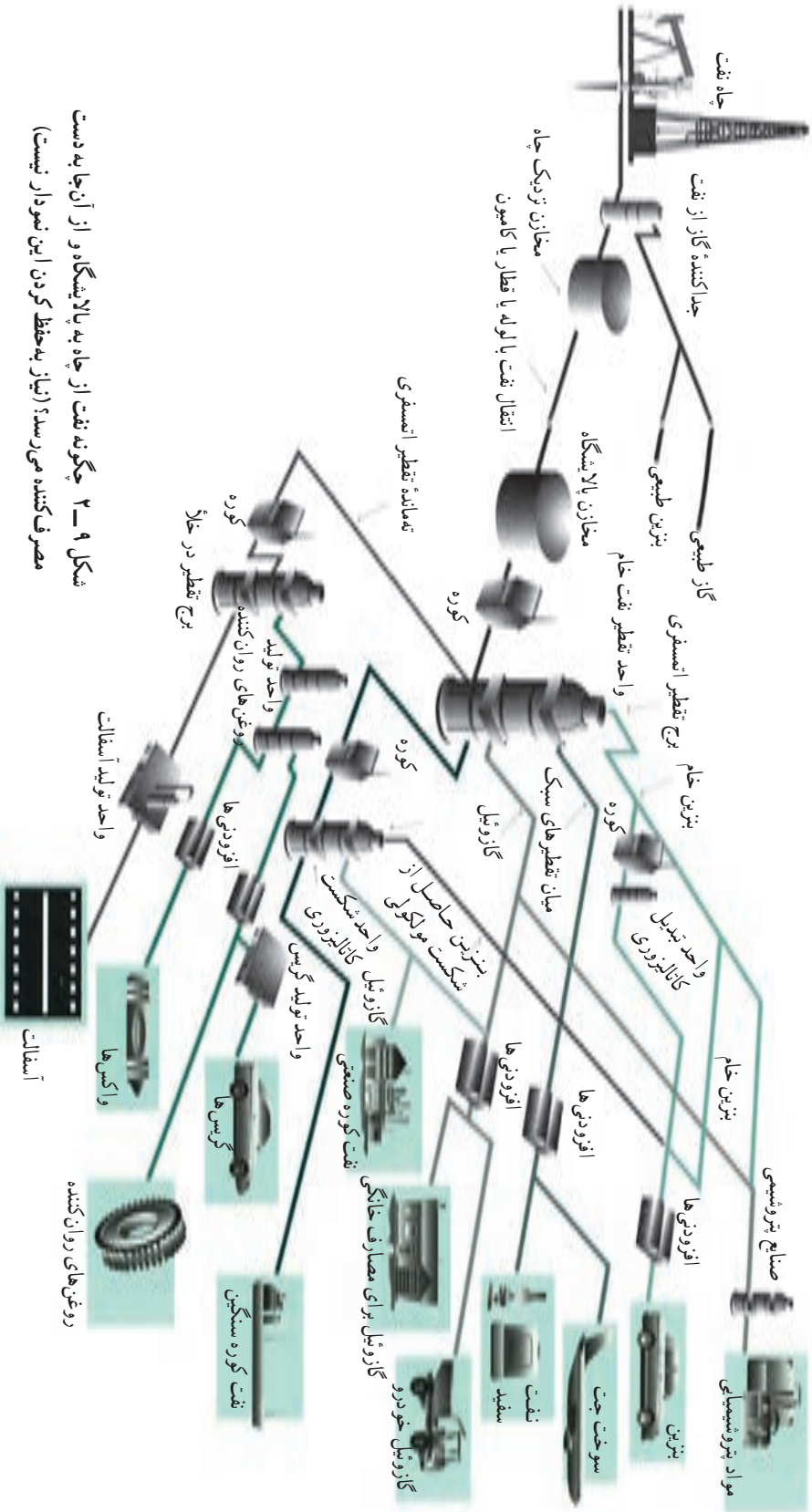
شکل ۹-۲ به شکل خلاصه نشان می‌دهد که نفت خام برای تبدیل شدن به محصول مورد مصرف در بازار چه مسیری را طی می‌نماید. به این مسیر اصطلاحاً چاه تا چرخ<sup>۲</sup> گویند.



شکل ۸-۲ در ابتدای همه پالایشگاه‌ها عملیات تقطیر وجود دارد.

## ۱- Liquid Petroleum Gas

۲- Well to Wheel) منظور مسیری است که با خروج نفت خام از چاه آغاز می‌شود و سرانجام محصولی می‌شود که چرخ اتومبیل‌ها، کامیون‌ها، قطارها و ... را به حرکت درمی‌آورد.



شکل ۹-۲ چگونگی نفت از چاه به پالایشگاه و از آن چاه به دست مصرف کننده می‌رسد؟ (نیاز به حفظ کردن این نمودار نیست)