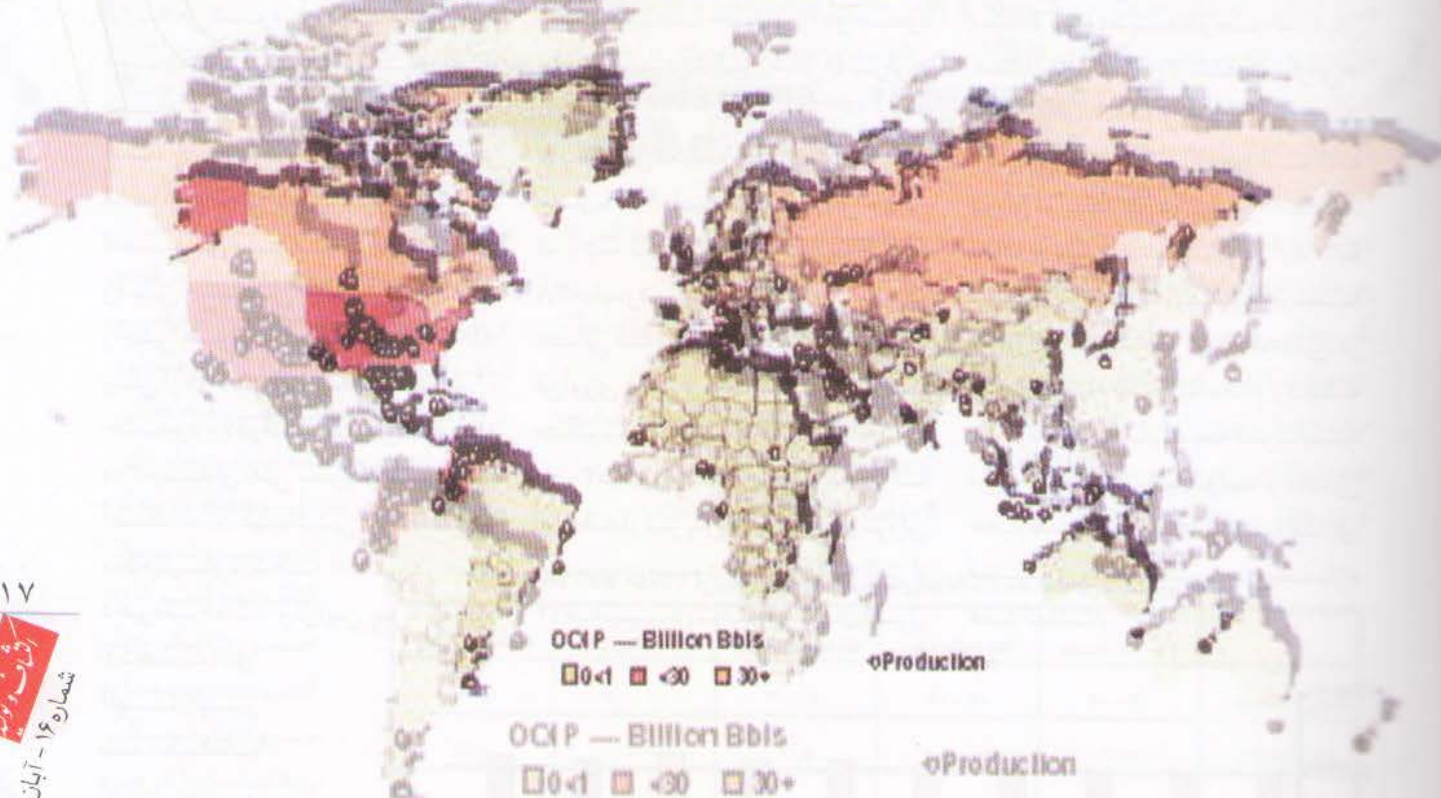


نفت سنگین

مهم‌ترین منبع انرژی هیدروکربنی برای قرن بیست و یکم

ترجمه: سیدجلال موسوی
کارشناس ارشد مطالعات مخازن - شرکت مهندسی و توسعه نفت



چکیده:

نفت خام تا سال ۲۰۳۰ به ۳۸ میلیارد بشکه خواهد رسید و عرضه آن با فناوری‌های کنونی به کمتر از ۲۴ میلیارد بشکه تنزل خواهد یافت. به این ترتیب ضمن احتمال افزایش بهای نفت خام در آینده نزدیک، انتظار می‌رود که استخراج نفت سنگین و نیز اتخاذ تدابیر راهبردی در این خصوص برای کشورمان امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید.

تحولات صنعت نفت در عرصه جهانی نشان می‌دهد که دوران تولید بی‌دردس نفت خام به پایان رسیده است. تاکنون ۷۸۴ میلیارد بشکه نفت صرف پیشرفت‌های صنعتی بشر شده که این مقدار ۴۵ درصد حد نهایی برداشت ما را شامل می‌شود. نگرانی هنگامی اوج می‌گیرد که بدانیم تقاضای

نگات کلیدی

نفت سنگین / ماسه قیری / دریایچه مارکایبو / کوه موند / زاغه / Liyodminster / Athabasca

دورنمای انرژی در جهان

بسیاری برای این باورند که منابع هیدروکربنی محدودند، در صورتی که می دانیم، آخرین بشکه نفت را هرگز نمی توان تولید کرد، اما به هر حال، دیدگاه مشترک همگان این است که مقدار نفتی که ارزان و سریع تولید می شود روبه کاهش است. دست یافتن آسان به منابع نفت، ضامن و پشتیبان رشد اقتصادی است، چیزی که در ۱۵۰ سال اخیر ما آن را تجربه کرده ایم. رشد اقتصادی بر پایه منابع نفت زمانی حاصل خواهد شد که به راحتی بتوانیم به نفت سبک با API بیش از ۲۰ دست یابیم. تاکنون، حدود ۷۰ درصد این منابع، از ۳۰۰ میدان نفتی بزرگ به دست آمده است، میدانی که حدود ۵۰۰ میلیارد بشکه نفت را در خود ذخیره کرده اند و از این پس، تولید

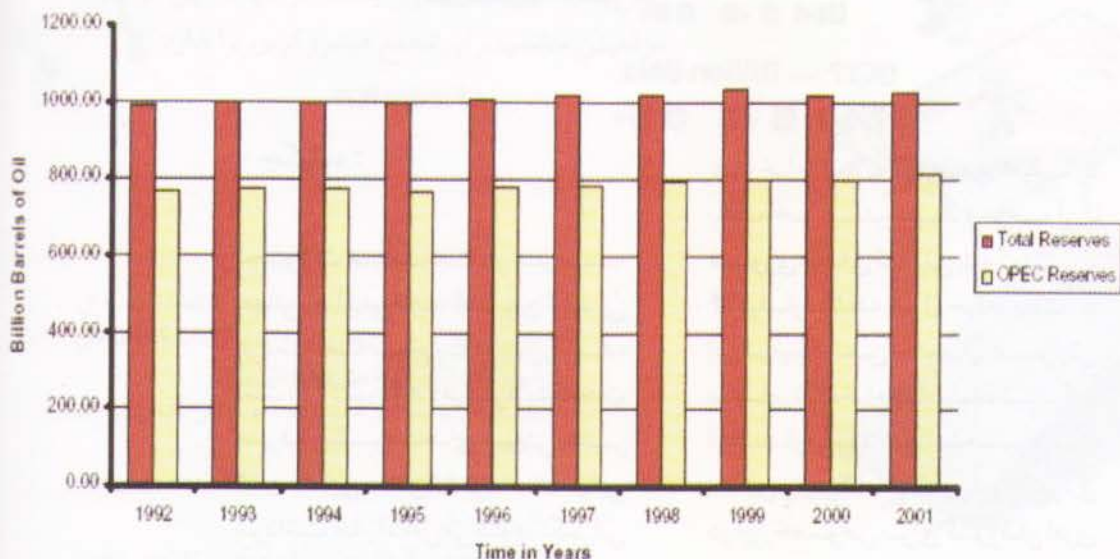
انرژی در جهان در حال افزایش است و به طوری که در حال حاضر در هر سال به طور متوسط ۲۵ میلیارد بشکه نفت خام از منابع متداول جهان تولید می شود.

تاکنون (سال ۲۰۰۴ میلادی) حدود ۷۸۴ میلیارد بشکه نفت، صرف تغییر روند زندگی بشر و پیشرفت و گسترش صنعت شده است که ۴۵ درصد جدیدنهایی برداشت ما را شامل می شود. در آخرین محاسبات، ذخیره نفت جهانی را در حدود ۱۰۲۰ میلیارد بشکه (شکل ۱) برآورد نموده اند.

نباید از این نکته غافل شویم که تا سال ۲۰۳۰ مقدار تقاضای جهانی نفت با نرخ رشد فعلی، به حدود ۳۸ میلیارد بشکه در سال می رسد. در حالی که تولید نفت - با شرایط و فن آوری فعلی و روند تخلیه و افت فشار حاکم بر مخازن - با سال ۲۰۱۵ حداکثر به ۳۰ میلیارد بشکه خواهد رسید که این مقدار نیز پس از آن با سیر نزولی روبه رو می شود و تا ۲۰۳۰ به کمتر از ۲۴ میلیارد بشکه در سال تنزل

خواهد یافت (شکل ۲). لذا در این شرایط باید بدانیم که چه مقدار از منابع باقیمانده است؟ چقدر نفت کشف شده است و چه مقدار از ذخایر باقیمانده و کشف شده قابل استحصال است؟

متخصصان، همه تلاش خود را برای یافتن پاسخ سوالاتی این گونه، به کار گرفته اند، در عین حال که منابع عظیم گاز طبیعی (مانند میدان پارس جنوبی)، منابع غیرمتداول نفت (مانند نفت خیلی سنگین)، انرژی های تجدیدپذیر (مانند باد و خورشید) و سوخت های هسته ای، تا حدی از شدت نگرانی ها می کاهند، اما آن چه ذهن همه را به خود مشغول کرده این است که دوران تولید بی دردسر و راحت نفت سبک به سرآمده است و در آینده، نه تنها لازم است که به سوی توسعه فن آوری افزایش بهره وری مخازن در حال اتمام نفت سبک گام برداشته شود، بلکه باید به توسعه فن آوری هایی که تولید از مخازن عظیم نفت سنگین و حتی ماسه های قیری را میسر می سازد همت گماشت.



شکل ۱- منابع قابل برداشت نفت خام در جهان و اوپک (Billion Bbls) [1]

اقتصادی آنها، نیاز به مطالعات گسترده تر و فن آوری جدیدتر دارد. با این وجود برای تولید طبیعی بایستی هزینه بیشتری بپردازیم. مصروف

۵- ماسه های قیری (Tar Sands)

۶- شیل های گاز دار (Gas Shales)

نفت سنگین به علت فراوانی و سادگی روش های بهبود کیفیت آن، در مقایسه با دیگر ذخایر انرژی هیدروکربنی، جایگزینی مناسب برای نفت سبک است. به عبارت دیگر، نفت سنگین از نظر کیفیت یک مرحله جلوتر از سوخت های حاصله از پلمه سنگ های نفتی و یا ذغال سنگ قرار دارد. آینده ظرفیت تولید نفت سنگین تا حدی زیاد به دامنه وسیع و پیچیده ای از عوامل فنی، اقتصادی، محیطی و علمی بستگی دارد.

مقادیر بسیار از این گونه نفت، در نقاط مختلف دنیا کشف شده است که از جمله می توان کشورهای کانادا، ایالت متحده امریکا، ونزوئلا و ایران را نام برد. در ونزوئلا، از سه میدان که در غرب آن کشور و در ساحل شرقی دریاچه مارکایبو واقع است (به نام باچاکرو، لاکونیاس و تیاوانا شناخته شده اند) تاکنون متجاوز از ۲/۵ میلیارد بشکه نفت خام خیلی سنگین استخراج شده است. میدان های دیگری نیز در شمال رودخانه اورینوکو در ونزوئلا

کشف شده است که به صورت یک خط کمربندی، تمام سواحل شمالی رودخانه را در بر می گیرند (به نام کمربند نفت سنگین رودخانه اورینوکو معروف است) و چند صد میلیارد بشکه نفت خیلی سنگین را در خود جای داده اند. رسوبات ماسه ای نفت سنگین قیری



شکل ۲- وضعیت بازارهای عرضه و تقاضای نفت خام (Schlumberger 2001)

با افزایش قیمت نفت، استفاده از فن آوری های جدید و به کارگیری روش های غیرمرسوم تولید، اقتصادی می شوند و مخازنی که برای تولید به این دانش فنی نیاز دارند توجیه اقتصادی می یابند. انواع این گونه مخازن عبارتند از:

- ۱- ماسه سنگ های فشرده گاز دار (Tight Gas Sands)
- ۲- گاز متان لایه های ذغالی (Coal Bed Methane)
- ۳- گازهای هیدراته مدفون (Gas Hydrate Deposits)
- ۴- نفت سنگین (heavy Oil)

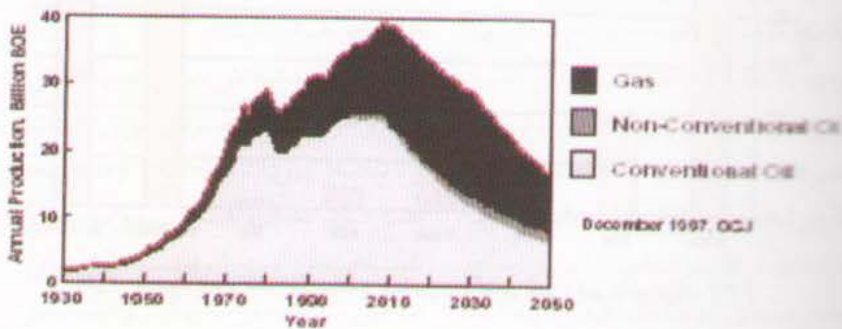
وضعیت نفت سنگین و بسیار سنگین

نفت سنگین به نفتی اطلاق می شود که ۲۵ درجه API یا کمتر و گرانی تر تا چند هزار سانتی پواز دارد. این نوع نفت در شرایط مخزن، به طور معمول سیال است (منظور از سیالیت این است که تولید و استحصال در اثرانش طبیعی در بعد اقتصادی به وقوع پیوسته است) گرچه این بررسی شامل ماسه های قیری (Tar Sands) نمی شود ولی بازایی از ماسه های قیری (ماسه های نفتی کانادا Oil Sands) نیز مورد بررسی قرار خواهند گرفت (۴)

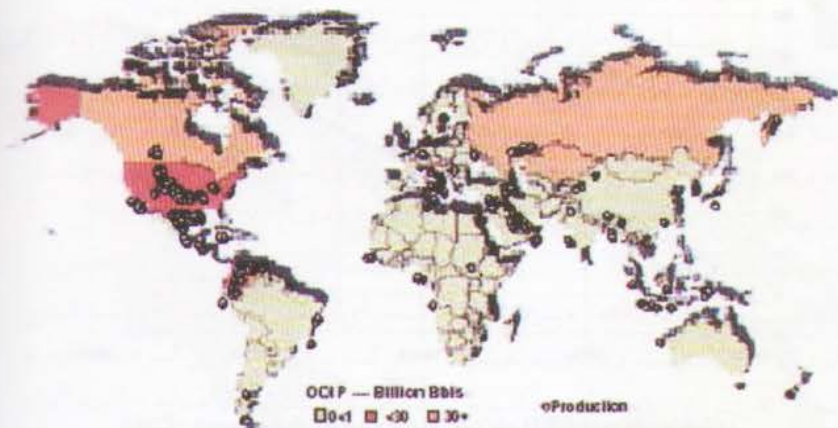
جدول ۱- تعریف مشخصات نفت های سبک تا خیلی سنگین (UNITAR - 1999)

نفت سبک شبرین	نفت سبک ترش	نفت سنگین شبرین	نفت سنگین ترش	نفت خیلی سنگین
۴۰ - ۲۰	۴۰ - ۲۰	۳۰ - ۱۰	۳۰ - ۱۰	۱۰ <
< ۰/۵	۱/۵ - ۰/۵	< ۰/۵	۲/۱۰ - ۱/۱۰	> ۲/۱۰
کم	کم	کم تا زیاد	کم تا زیاد	زیاد
متغیر	متغیر	متغیر	متغیر	متغیر
تا ۲۰ (ppm)	متغیر	تا ۵۰	متغیر	زیاد

$$API = 141.5 / \gamma - 131.5$$



شکل ۳- مقایسه منابع نفت خام، گاز طبیعی و منابع غیرمتداول (UNITAR Center 1999)



شکل ۳- منابع در حال استخراج نفت سنگین و بیتومین در جهان [۲]

سنگین، از ۱۰۶ میلیارد بشکه نفت سنگین منابع امریکا، فقط ۵/۲ میلیارد بشکه آن با روش های معمول قابل استحصال است. از نفت باقیمانده، تخمین زده می شود که مقدار ۱۱ میلیارد بشکه آن را بتوان به روش های حرارتی استخراج نمود، از این رو پیشرفت هایی قابل ملاحظه در مورد فن آوری روش های حرارتی در چند سال اخیر حاصل شده است و در سال های آینده انتظار می رود که پیشرفت هایی فزاینده در این مورد به وقوع بپیوندد. لذا تغییر فناوری و گسترش تحقیقات در استخراج نفت های سنگین و بسیار سنگین از یک سو و افزایش بهای نفت، از سوی دیگر، می تواند کشورهایی مانند کانادا و ونزوئلا را به رقبای سرسخت اپک و بلکه قطب های جدید تولید نفت خام تبدیل نماید.

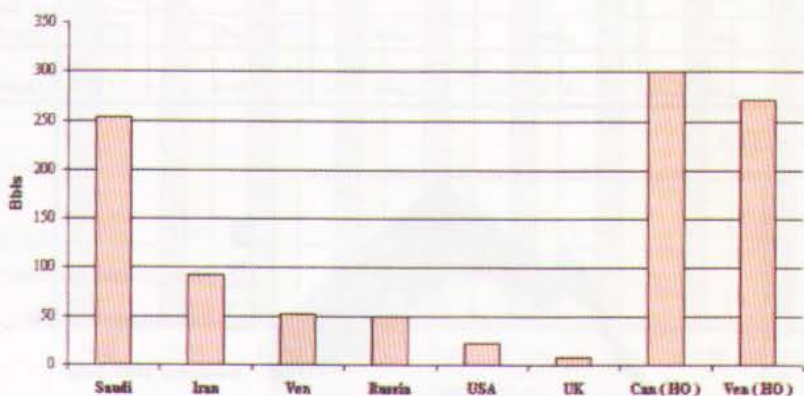
در ایالات متحده نیز، بالغ بر ۱۰۶ میلیارد بشکه نفت سنگین به صورت ماسه قیری وجود دارد. موضوع قابل توجه این است که در ایالات متحده، مقدار نفت موجود در شیل های نفتی (Oil Shales) ۱/۸ تریلیون بشکه تخمین زده شده است. سایر منابع عمده نفت سنگین جهان و ماسه قیری در کشورهای روسیه، ماداگاسکار، آرژانتین و بخش هایی از خاورمیانه قرار دارند (شکل ۴).

ارقام فوق اهمیت استخراج نفت از منابع سنگین را با توجه به نیاز انرژی در آینده و صعود قیمت نفت و کاهش ذخایر نفت و گاز طبیعی نشان می دهد. اهمیت نفت سنگین کشورهای کانادا و ونزوئلا هنگامی آشکار می شود که مقادیر آنها با ذخایر نفت موجود جهان و ایران مقایسه می شود (شکل ۴).

با توجه به بازیابی نفت از رسوبات نفت

(Heavy Oil-Tar Sands) ناحیه Orinoco petroleum Belt با گرانروی بسیار متفاوت دارای ذخیره ای حدود ۳۰۰ میلیارد بشکه نفت است. (۴) ونزوئلا علاوه بر ۲۷۲ میلیارد بشکه ذخیره نفت سنگین، یکی از تولیدکنندگان عمده غیراپک نیز محسوب می شود. این کشور، در حال حاضر دارای ۶۷/۸ میلیارد بشکه نفت خام سبک و نیمه سبک با تولید سه میلیون بشکه در روز است. تولید نفت خام سنگین این کشور نیز در حال حاضر به ۱۷/۰ میلیون بشکه در روز بالغ می شود.

منابع مهم نفت سنگین کانادا شامل Wainwright, Chou-Vin, Lloyminster است که در مجموع بالغ بر ۱۲ میلیارد بشکه (تا ۴۰ میلیارد هم تخمین زده اند) ذخیره نفتی دارند و در قسمت شمالی این مناطق نیز رسوبات نفت سنگین (Cold Lake) حاوی ۶۵ میلیارد بشکه است و اگر باز به طرف شمال پیش برویم رسوبات حوزه های Buffalo haed Hills, Peace River, Wabasca, Athabasca بالغ بر ۷۳۰ میلیارد بشکه نفت دارند. گرانروی نفت نواحی Lloyminster بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ سانتی پواز و نفت خام Cold Lake بین ۵۰۰ هزار تا یک میلیون سانتی پواز و گرانروی Athabasca Bitumen حتی تا چند میلیون سانتی پواز در شرایط مخزن می رسند. در حال حاضر ذخایر نفت شناخته شده متداول در کانادا بالغ بر پنج میلیارد بشکه با تولید ۱/۱ میلیون بشکه در روز است. در حالی که نفت سنگین شناخته شده این کشور بر طبق آخرین آمار موجود ۳۰۰ میلیارد بشکه با تولید روزانه ۴/۰ میلیون بشکه با فن آوری و قیمت های امروز است. (۵)



شکل ۴- وضعیت ذخایر نفت خام سبک و سنگین چند کشور عضو و غیر عضو اپک [۳]

۲۰
ژانویه
۱۶- آبان
۱۳۸۳

اهمیت نفت سنگین در ایران

شرایط مخازن نفت سنگین در ایران به دلیل ضخامت زیاد سنگ آهک (چند صد فوت) و خاصیت شکافنداری زیاد آنها، منحصربه‌فرد است. عملاً هیچ‌گونه تجربه‌ای در زمینه روش‌های تزریق بخار و احتراق درجا برای تولید از این‌گونه مخازن در جهان، موجود نیست. (۶)

ذخایر نفت معمولی ایران چیزی حدود ۹۵ میلیارد بشکه (بدون در نظر گرفتن تولیدهای ثانویه) است که در مقیاس بین‌المللی تنها مصرف نفت سه‌سال جهان را تامین می‌کند. به‌طور کلی ذخایر شناخته‌شده نفت سبک امروزی جهان، رقمی در حدود ۱۰۲۰ میلیارد بشکه است که تنها قادر است مصرف ۲۵ سال جهان را تامین کند. بنابراین با توجه به ارقام فوق، کشف منابع جدید انرژی اهمیت حیاتی دارد. خوشبختانه در این کشور، علاوه بر نفت، منابع عظیم گاز طبیعی وجود دارد که به موازات نفت سنگین می‌تواند یکی از مهمترین منابع انرژی را تشکیل دهد. (۶)

بر اساس تجربه بین‌المللی، برای توسعه مراحل مختلف تولید نفت سنگین (از شروع اکتشاف تا شناخت روش تولید، اجرای طرح‌های آزمایشی و بالاخره، تولید به میزان تجارتي) به زمانی حدود ۱۵ تا ۲۰ سال وقت احتیاج است. با توجه به منابع گاز طبیعی و دی‌اکسید کربن موجود در این کشور، توسعه هرچه سریع‌تر منابع نفت سنگین دارای اهمیت فراوان است. این ذخایر نه فقط از نظر تامین انرژی برای نسل‌های آینده، بلکه از دیدگاه

ایجاد اهرم قدرت در اقتصاد بین‌الملل، به‌منظور برقراری توازن در بازارهای جهانی نفت، حائز اهمیت است.

میدان عمده نفت سنگین و بسیار سنگین ایران در خشکی عبارتند از کوه موند، زاغه، سوسنگرد، پایدار، پایدار غرب، بوشهر، رامشیر، شادگان، دهلران، چشمه خوش، شاخه، دارخوین، منصوری، خرمشهر، کوه دارا و زیره. به‌عنوان نمونه، مخزن ترکندار کوه موند یکی از بزرگترین مخازن نفت سنگین در ایران است. این مخزن تاقدیسی با ابعاد ۱۶×۹۰ کیلومتر، در ۷۰ کیلومتری جنوب شرقی بوشهر واقع است. طبق گزارش‌های شرکت ملی نفت ایران، میزان نفت در جای سازند سروک $۳/۶$ میلیارد بشکه با API هشت تا ۱۲ است.

در حقیقت با توجه به دورنمای وضعیت انرژی پس از نفت سبک و گاز طبیعی، نفت سنگین تنها منبع انرژی هیدروکربنی جهان است که می‌تواند تامین‌کننده انرژی مورد نیاز بشر در آینده باشد. در حال حاضر هیچ منبع انرژی دیگری قادر به جانشینی منابع نفت سنگین و گاز در آینده قابل پیش‌بینی نیست و این نکته را نباید از نظر دور داشت که با استخراج منابع نفت سبک در آینده، تنها ترکیبات سنگین آنها برجای خواهد ماند و مهم‌تر آن که، وابستگی اقتصاد کشور ایران به نفت اعم از سبک و یا سنگین برای سال‌های زیاد ادامه خواهد داشت.

بنابراین باید تلاش برای کسب دانش لازم و هرچه بالاتر بردن میزان قابلیت ازیاد برداشت (Recovery Factor) نفت‌های سبک و همچنین توسعه و شناخت فن‌آوری تولید نفت‌های سنگین به صورت پیگیر و مستمر

ادامه‌یابد. در این خصوص انجام مطالعات گسترده در زمینه‌های زیر به‌منظور ایجاد دانش فنی آن در آینده نزدیک امری اجتناب‌ناپذیر است:

- ۱- گسترش دانش فنی روش‌های ویژه ارزیابی سازند.
- ۲- گسترش دانش فنی روش‌های ویژه مهندسی مخازن در امر ازیاد برداشت به ویژه روش‌های میکروبی و غیرمتعارف.
- ۳- گسترش دانش فنی روش‌های ویژه تکمیل و تولید از چاه
- ۴- بررسی و مطالعه روش‌های استفاده از شکستگی‌های مصنوعی (Hydraulic Fracturing) در مقیاس بزرگ.
- ۵- مطالعه و تحقیق در خصوص روش‌های مختلف استخراج نفت سنگین با تاکید بر روش‌های حرارتی و تبدیل ترکیبات سنگین به سبک.
- ۶- استفاده از روش‌های پیشرفته حفاری در حفر چاه‌های افقی و چند شاخه.

منابع:

1. Stephen A. Holditch, "The Increasing Role Of Unconventional reservoir in the Future of the Oil and Gas Business", Schlumberger, April 2001.
 2. Douglas Lanier, "Heavy Oil a Major Energy Source for the 21 Century", Chevron Petroleum Technology Company, 1998.
 3. www.opec.org
 - ۴- نشریه شماره ۳۲ انجمن مهندسين نفت ایران، ۱۳۷۱
 - ۵- گزارش چهارمین گردهمایی جهانی نفت سنگین - کانادا، دی ماه ۱۳۶۷
 - ۶- طرح اکتشاف نفت بسیار سنگین - گزارش شماره ۴ مدیریت اکتشاف، کد ۳۷، تیرماه ۱۳۶۳
- ترجمه: سید جلال موسوی، کارشناس ارشد مطالعات مخازن - شرکت مهندسی و توسعه نفت