

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
وَصَلَّى اللَّهُ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِهِ الطَّاهِرِينَ

امنیت انرژی

(ویکتری میان رشته‌ای)

«چاپ دوم»

نویسنده:

جودت بهجت

مترجمان:

عسگر قهرمانپور

دکتر رحمن قهرمانپور

انتشارات دانشگاه امام صادق (علیه السلام)
تهران: بزرگراه شهید چمران،
پل مدیریت
تلفکس: ۸۸۳۷۰۱۴۲
صندوق پستی ۱۵۹-۱۴۶۵۵
E-mail: isu.press@yahoo.com
فروشگاه اینترنتی:
www.ketabesadiq.ir



دانشگاه امام صادق

امنیت انرژی (رویکردی میان رشته‌ای) ■ تألیف: جودت بهجت ■ مترجمان: عسگر قهرمانپور و دکتر
رحمن قهرمانپور ■ ناشر: دانشگاه امام صادق (ع) ■ چاپ دوم: ۱۳۹۷ ■ قیمت: ۳۲۰۰۰۰ ریال
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه ■ چاپ و صحافی: سپیدان تهران ■ شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۱۴-۳۶۷-۹

این اثر ترجمه کتاب زیر می‌باشد:
Bahgat, Gawdat (2011). Energy security: an interdisciplinary approach,
Chichester, West Sussex : Wiley.

همه حقوق محفوظ و متعلق به ناشر است.

سرشناسه: بهجت، جودت. Bahgat, Gawdat
عنوان و نام پدیدآور: امنیت انرژی (رویکردی میان رشته‌ای) / تألیف جودت بهجت؛
مترجمان عسگر قهرمانپور و رحمن قهرمانپور.
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه امام صادق (ع)، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری: ۴۶۴ ص.
فروست: انتشارات دانشگاه امام صادق (ع)؛ ۵۷۳؛ اقتصاد: ۳۲.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۱۴-۳۶۷-۹
یادداشت: عنوان اصلی: Energy security : an interdisciplinary approach
موضوع: سیاست انرژی
موضوع: انرژی - توسعه
موضوع: انرژی، منابع
شناسه افزوده: رزق، خلیل
شناسه افزوده: قهرمانپور، عسگر، ۱۳۵۲ - مترجم
شناسه افزوده: قهرمانپور، رحمن، ۱۳۵۴ - مترجم
شناسه افزوده: دانشگاه امام صادق (ع)
رده بندی کنگره: ۹۵۰۲ / ۲ ب ۹۱۳۹۲
رده بندی دیویی: ۲۳۳ / ۷۹
شماره کتابشناسی ملی: ۳۴۰۲۸۵۵

فهرست مطالب

سخن ناشر.....	۱۱
درباره‌ی نویسنده.....	۱۳
پیش‌گفتار.....	۱۵
فصل ۱. مقدمه.....	۱۹
۱-۱. امنیت انرژی.....	۲۱
۲-۱. تنوع ترکیب انرژی.....	۲۴
۱-۲-۱. نفت.....	۲۵
۲-۲-۱. گاز طبیعی.....	۲۹
۳-۲-۱. ذغال‌سنگ.....	۳۲
۴-۲-۱. قدرت هسته‌ای.....	۳۵
۵-۲-۱. سوخت‌های زیست‌محیطی.....	۳۹
۶-۲-۱. دیگر منابع قابل احیاء.....	۴۲
۷-۲-۱. سرمایه‌گذاری.....	۴۶
۸-۲-۱. ملی‌گرایی منابع.....	۴۸
۹-۲-۱. سیاست‌گذاری جغرافیایی.....	۴۹
۳-۱. نتیجه‌گیری.....	۵۳
یادداشت‌ها.....	۵۵

فصل ۲. ایالات متحده	۵۹
۱-۲. نفت	۶۲
۲-۲. گاز طبیعی	۷۰
۳-۲. ذغال سنگ	۷۶
۴-۲. قدرت هسته‌ای	۷۷
۵-۲. اتانول	۸۴
۶-۲. نیاز برای یک راهبرد انرژی	۸۶
۷-۲. نتیجه‌گیری	۹۲
یادداشت‌ها	۹۴
فصل ۳. اتحادیه اروپا	۹۹
۱-۳. چشم‌انداز انرژی اتحادیه اروپا	۱۰۱
۱-۱-۳. نفت	۱۰۲
۲-۱-۳. گاز طبیعی	۱۰۳
۳-۱-۳. ذغال سنگ	۱۰۵
۴-۱-۳. قدرت هسته‌ای	۱۰۵
۵-۱-۳. منابع احیاءپذیر	۱۰۹
۲-۳. روسیه	۱۱۳
۳-۳. منطقه آسیای مرکزی و دریای خزر	۱۱۹
۴-۳. دریای مدیترانه	۱۲۲
۵-۳. شورای همکاری خلیج فارس	۱۲۳
۶-۳. ترکیه	۱۲۴
۷-۳. نتیجه‌گیری: راه پیش رو	۱۲۶
یادداشت‌ها	۱۲۸
فصل ۴. چین	۱۳۳
۱-۴. نهاد ناظر	۱۳۶
۲-۴. نفت	۱۳۹
۱-۲-۴. واردات از خاورمیانه	۱۴۲
۲-۲-۴. آفریقا	۱۴۹

فهرست مطالب □ ۷

۱۵۳.....	۳-۲-۴. آسیای مرکزی.....
۱۵۷.....	۴-۲-۴. پالایش.....
۱۵۸.....	۴-۲-۵. حمل و نقل دریایی.....
۱۵۹.....	۶-۲-۴. ذخیره پترولیوم استراتژیک.....
۱۶۱.....	۳-۴. ذغال سنگ.....
۱۶۲.....	۴-۴. گاز طبیعی.....
۱۶۳.....	۵-۴. قدرت برق هسته‌ای.....
۱۶۴.....	۶-۴. انرژی قابل احیاء.....
۱۶۶.....	۷-۴. تولید و کشف آن سوی دریاها.....
۱۶۷.....	۸-۴. نتیجه‌گیری.....
۱۷۰.....	یادداشت‌ها.....
۱۷۵.....	فصل ۵. خلیج فارس.....
۱۷۸.....	۱-۵. چالش‌های سیاسی و اجتماعی - اقتصادی.....
۱۸۱.....	۱-۱-۵. تحریم‌های بین‌المللی.....
۱۸۲.....	۲-۱-۵. جنگ‌ها و نزاع فرقه‌ای / قومی.....
۱۸۲.....	۳-۱-۵. تروریسم.....
۱۸۳.....	۴-۱-۵. بستن تنگه هرمز.....
۱۸۴.....	۵-۱-۵. بی‌ثباتی داخلی.....
۱۸۵.....	۶-۱-۵. کاهش سرمایه‌گذاری.....
۱۸۶.....	۲-۵. عربستان سعودی.....
۲۰۲.....	۳-۵. ایران.....
۲۱۷.....	۴-۵. عراق.....
۲۲۷.....	۵-۵. نتیجه‌گیری: راه پیش رو.....
۲۲۹.....	یادداشت‌ها.....
۲۳۵.....	فصل ۶. آفریقا.....
۲۴۰.....	۱-۶. الجزایر.....
۲۴۲.....	۲-۶. لیبی.....
۲۴۸.....	۳-۶. مصر.....

۲۵۱	..... ۴-۶. سودان
۲۵۴	..... ۵-۶. آنگولا
۲۵۶	..... ۶-۶. نیجریه
۲۵۹	..... ۷-۶. آمریکا و آفریقا
۲۶۴	..... ۸-۶. اروپا و آفریقا
۲۶۶	..... ۹-۶. نتیجه‌گیری: راه پیش‌رو
۲۶۷	..... یادداشت‌ها
۲۷۱	فصل ۷. دریای خزر
۲۷۴	..... ۱-۷. ارزیابی منابع هیدروکربنی
۲۷۵	..... ۱-۱-۷. آذربایجان
۲۷۸	..... ۲-۱-۷. قزاقستان
۲۸۹	..... ۳-۱-۷. ترکمنستان
۲۹۲	..... ۲-۷. وضعیت حقوقی دریای خزر
۲۹۳	..... ۱-۲-۷. آذربایجان
۲۹۴	..... ۲-۲-۷. قزاقستان
۲۹۴	..... ۳-۲-۷. روسیه
۲۹۵	..... ۴-۲-۷. ترکمنستان
۲۹۵	..... ۵-۲-۷. ایران
۲۹۶	..... ۳-۷. رقابت ژئوپلیتیکی و دیپلماسی خط لوله
۲۹۷	..... ۱-۳-۷. ایران
۲۹۹	..... ۲-۳-۷. روسیه
۳۰۲	..... ۳-۳-۷. چین
۳۰۴	..... ۴-۳-۷. اروپا و ایالات متحده
۳۰۷	..... ۴-۷. نتیجه‌گیری: راه پیش‌رو
۳۰۸	..... یادداشت‌ها
۳۱۱	فصل ۸. روسیه
۳۱۳	..... ۱-۸. بخش نفت
۳۱۷	..... ۲-۸. گاز طبیعی

فهرست مطالب □ ۹

۳۲۰	۳-۸. استراتژی انرژی ۲۰۳۰
۳۲۱	۱-۳-۸. بخش نفت
۳۲۲	۲-۳-۸. بخش گاز
۳۲۲	۴-۸. منابع هیدروکربنی قطب شمال
۳۲۵	۵-۸. مشارکت انرژی روسیه اتحادیه اروپا
۳۳۴	۶-۸. روسیه، خاورمیانه و اوپک
۳۳۸	۷-۸. سازماندهی بخش انرژی
۳۴۳	۸-۸. نتیجه‌گیری: راه پیش رو
۳۴۵	یادداشت‌ها
۳۴۹	فصل ۹. اوپک و اوپک گازی
۳۵۱	۱-۹. اوپک، تاریخ و تکامل تدریجی
۳۵۸	۲-۹. اوپک: اهداف، عضویت و سازمان‌دهی
۳۶۲	۳-۹. اجلاس سران اوپک
۳۶۵	۴-۹. استراتژی بلندمدت اوپک
۳۶۸	۵-۹. اوپک گازی
۳۶۹	۶-۹. اوپک و مجمع کشورهای صادرکننده گاز
۳۷۱	۷-۹. نفت در برابر گاز
۳۷۶	۱-۷-۹. روسیه
۳۷۸	۱-۷-۹. ایران، قطر و الجزایر
۳۸۱	۳-۷-۹. واکنش مصرف‌کنندگان
۳۸۳	۸-۹. نتیجه‌گیری
۳۸۵	یادداشت‌ها
۳۸۷	فصل ۱۰. آژانس بین‌المللی انرژی
۳۸۸	۱-۱۰. تأسیس آژانس بین‌المللی انرژی
۳۹۳	۲-۱۰. برنامه انرژی بین‌المللی
۳۹۵	۳-۱۰. ساختار آژانس بین‌المللی انرژی
۳۹۵	۱-۳-۱۰. شورای حکام
۳۹۷	۲-۳-۱۰. گروه‌های دائمی

۱۰ □ امنیت انرژی

۴۰۲.....	۳-۳-۱۰. دبیرخانه
۴۰۴.....	۴-۳-۱۰. عضویت
۴۰۷.....	۴-۱۰. امنیت انرژی
۴۰۹.....	۱-۴-۱۰. سازوکار پاسخ‌های اضطراری
۴۱۵.....	۵-۱۰. نظام چگونه کار می‌کند؟
۴۱۵.....	۱-۵-۱۰. بحران ۸۱-۱۹۷۹
۴۱۸.....	۲-۵-۱۰. بحران ۱۹۹۱-۱۹۹۰
۴۲۰.....	۶-۱۰. نتیجه‌گیری
۴۲۲.....	یادداشت‌ها
۴۲۳.....	فصل ۱۱. نتیجه‌گیری
۴۲۴.....	۱-۱۱. امنیت انرژی
۴۲۷.....	۲-۱۱. مجمع بین‌المللی انرژی
۴۲۹.....	۳-۱۱. ابتکار داده‌های مشترک نفتی
۴۳۱.....	۴-۱۱. نتیجه‌گیری: راه پیش‌رو
۴۳۴.....	یادداشت‌ها
۴۳۵.....	نمایه

«بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ»
وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ وَسُلَيْمَانَ عِلْمًا وَقَالَا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
فَضَّلَنَا عَلَى كَثِيرٍ مِّنْ عِبَادِهِ الْمُؤْمِنِينَ
(قرآن کریم، سوره مبارکه النمل، آیه شریفه ۱۵)

سخن ناشر

فلسفه وجودی دانشگاه امام صادق علیه السلام که از سوی ریاست دانشگاه به کرات مورد توجه قرار گرفته، تربیت نیروی انسانی ای متعهد، باتقوا و کارآمد در عرصه عمل و نظر است تا از این طریق دانشگاه بتواند نقش اساسی خود را در سطح راهبردی به انجام رساند.

از این حیث «تربیت» را می توان مقوله ای محوری یاد نمود که وظایف و کارویژه های دانشگاه، در چارچوب آن معنا می یابد؛ زیرا که «علم» بدون «تزکیه» بیش از آنکه ابزاری در مسیر تعالی و اصلاح امور جامعه باشد، عاملی مشکل ساز خواهد بود که سازمان و هویت جامعه را متأثر و دگرگون می سازد.

از سوی دیگر «سیاست ها» تابع اصول و مبادی علمی هستند و نمی توان منکر این تجربه تاریخی شد که استواری و کارآمدی سیاست ها در گرو انجام پژوهش های علمی و بهرمندی از نتایج آنهاست. از این منظر پیشگامان عرصه علم و پژوهش، راهبران اصلی جریان های فکری و اجرایی به حساب می آیند و نمی توان آینده درخشانی را بدون توانایی های علمی - پژوهشی رقم زد و سخن از «مرجعیت علمی» در واقع پاسخ گویی به این نیاز بنیادین است.

دانشگاه امام صادق علیه السلام در واقع یک الگوی عملی برای تحقق ایده دانشگاه اسلامی در شرایط جهان معاصر است. الگویی که هم اکنون ثمرات نیکوی آن در فضای ملی و بین‌المللی قابل مشاهده است. طبعاً آنچه حاصل آمده محصول نیت خالصانه و جهاد علمی مستمر مجموعه بنیانگذاران و دانش‌آموختگان این نهاد است که امید می‌رود با اتکاء به تأییدات الهی و تلاش همه‌جانبه اساتید، دانشجویان و مدیران دانشگاه، بتواند به مرجعی تمام عیار در گستره جهانی تبدیل گردد.

معاونت پژوهشی دانشگاه امام صادق علیه السلام با توجه به شرایط، امکانات و نیازمندی جامعه در مقطع کنونی با طرحی جامع نسبت به معرفی دستاوردهای پژوهشی دانشگاه، ارزیابی سازمانی - کارکردی آن‌ها و بالاخره تحلیل شرایط آتی اقدام نموده که نتایج این پژوهش‌ها در قالب کتاب، گزارش، نشریات علمی و... تقدیم علاقه‌مندان می‌گردد. هدف از این اقدام - ضمن قدردانی از تلاش خالصانه تمام کسانی که با آرمان و اندیشه‌ای بزرگ و ادعایی اندک در این راه گام نهادند - درک کاستی‌ها و اصلاح آنها است تا از این طریق زمینه پرورش نسل جوان و علاقه‌مند به طی این طریق نیز فراهم گردد؛ هدفی بزرگ که در نهایت مرجعیت **مکتب علمی امام صادق علیه السلام** را در گستره بین‌المللی به همراه خواهد داشت. (ان شاء الله)

ولله الحمد

معاونت پژوهشی دانشگاه

درباره‌ی نویسنده

جودت بهجت از اساتید مطالعات استراتژیک در مرکز آسیای جنوبی خاور نزدیک وابسته به دانشگاه دفاع ملی در واشنگتن دی.سی ایالات متحده است. وی در دانشگاه‌های متعدد علوم سیاسی و روابط بین‌الملل تدریس و حوزه‌های تخصصی او شامل امنیت انرژی، مبارزه با تروریسم، تکثیر سلاح‌های کشتار جمعی، اقتصاد سیاسی بین‌الملل، خاورمیانه، دریای خزر و آسیای مرکزی و سیاست خارجی ایالات متحده می‌باشد. او نویسنده کتابهای متعدد و نزدیک به ۲۰۰ مقاله دانشگاهی در این حوزه است.

آثار او به چندین زبان خارجی ترجمه شده است. مقاله‌های متعددی در کنفرانس‌هایی از قبیل استرالیا، اروپا و خاورمیانه ارائه داده و از نویسندگان چندین نشریه رسانه‌ای بوده است. مدرک دکترایش را در رشته علوم سیاسی از دانشگاه دولتی فلوریدا و کارشناسی ارشد خود را در مطالعات خاورمیانه از دانشگاه آمریکایی در قاهره و مدرک لیسانس‌اش را در علوم سیاسی از دانشگاه قاهره اخذ کرده است.

پیش‌گفتار

انرژی خون حیات تمدن است. ما به عنوان تک تک انسان‌ها و دولت ملت‌ها به شدت وابسته انرژی هستیم. تقریباً در هر کاری می‌کنیم، بر یک یا چند منبع انرژی تکیه می‌کنیم. بسیاری از حکومت‌ها و مردم عادت دارند دسترس‌پذیری به منابع انرژی را امری مسلم و بدیهی بنگرند. تکیه بیش از اندازه ما به انرژی و ظهور چالش‌های ژئوپلیتیکی، زمین‌شناختی و زیست‌محیطی بر این انگاره تردید افکننده است که انرژی همواره دم دست خواهد بود. عجیب نیست که امنیت انرژی به دغدغه اصلی تقریباً همه کشورهای سراسر جهان تبدیل شده است.

در سال‌های اخیر، سیاست‌گذاران و دانش‌پژوهان جنبه‌های متفاوت امنیت انرژی را بررسی کرده‌اند. از میان این جنبه‌ها می‌توان به تولید، مصرف، ذخایر، پالایش، حمل و نقل از طریق کشتی‌رانی و سرمایه‌گذاری اشاره کرد. در واقع، چند دهه گذشته شاهد تکثر و تعدد کنفرانس‌های سیاسی و دانشگاهی، نشریه‌های صنعتی و کتاب‌های متعدد درباره‌ی امنیت انرژی بوده است. هر کشوری به دنبال ارتقای منافع‌اش با حداقل زیان کمتر برای دیگری بوده است.

بیش از دو دهه است درباره انرژی تحقیق کرده‌ام (و هنوز ادامه می‌دهم). سیاست انرژی در سطوح ملی و بین‌المللی و ادبیات فزاینده به

شدت حالت انگیزشی دارد. مدت‌های مدیدی است مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان منافعشان را مانع‌الجمع تلقی کرده‌اند. از اوایل دهه ۱۹۹۰ اجماعی ظهور کرده است که زمینه مشترکی در آن وجود دارد. یک طرف یا طرف دیگر، ثبات طولانی مدت بازارها و بهای انرژی را به‌طور کلی مطلوب‌تر از دستاوردهای کوتاه مدت می‌نگرند. این منافع مشترک بن‌مایه اصلی تحلیل کتاب حاضر را تشکیل می‌دهد. در همه فصول کتاب، استدلال می‌کنم که "وابستگی متقابل" ویژگی بنیادین بازارهای امروزی انرژی است. این کتاب حاصل یادگیری‌هایم در تدریس، پژوهش و مشاوره در طول بیست سال گذشته است. فصل نخست، برخی از مضامین مهم و مفاهیمی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است برای خوانندگان معرفی می‌کند. کتاب با بررسی دقیق نگرش‌ها به انرژی در کشورهای مهم تولیدکننده و مصرف‌کننده ادامه می‌یابد. بخش نهایی پژوهش (حاضر) بر دو سازمان مهم بین‌المللی انرژی تمرکز می‌کند: سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) و آژانس بین‌المللی انرژی.

فصل نتیجه‌گیری نیز خلاصه‌ای است از یافته‌های اصلی و نیز درباره‌ی مرجع بین‌المللی انرژی به عنوان تجسد همکاری در حال ظهور میان تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بحث می‌کند. در این پژوهش، مفهوم امنیت انرژی هم از منظر مصرف‌کنندگان و هم تولیدکنندگان مد نظر قرار می‌گیرد. دهه‌ها یادگیری، تدریس، پژوهش و نوشتن درباره‌ی انرژی خود را مدیون کمک بسیاری از همکاران، دوستان و دانشجویانم می‌دانم. در نوشتن این کتاب از همکاری با حرفه‌ای‌ترین تیم ویراستاری در انتشارات جان‌ویلی بهره گرفتم. به‌ویژه قدردان کلارسیالیم، نویل هانکنیس و شالین شارما هستم. نیکی اسکینر حمایت بی‌دریغی در مراحل مهم نوشتن کتاب از من کرد و تشویق‌های سیمون تیلور برایم انگیزه داد تا اندیشه‌های انتزاعی‌ام را به یک جلد مکتوب درآورم.

پیش‌گفتار □ ۱۷

نوشتن یک کتاب خود ماجرابی طولانی دارد و مثل هر حادثه‌ای فراز و فرودهایی دارد. حمایت حرفه‌ای و شخصی خانواده و دوستان نزدیکم بسیار مهم بود و به خاطر همه چیز از آن‌ها سپاسگزاری می‌کنم.



مقدمه

سده‌های متمادی است که انرژی در فرایند تکامل تمدن‌های بشری نقشی مهم و بزرگ ایفاء کرده است. در دو سده گذشته، سوخت‌های فسیلی (، نفت و گاز طبیعی) در تولد و رشد انقلاب صنعتی و رفاه اقتصادی در سطح جهان مهم بودند. ویژگی فرآورده‌های انرژی همچنان به عنوان "موتور" حفظ و بهبود، شیوه زندگی مان را نگه داشته است.

ویژگی اصلی انرژی ناهمخوانی میان منابع و تقاضا است. به‌طور کلی، کشورها و مناطق اصلی مصرف‌کننده انرژی (ایالات متحده، اروپا، ژاپن، چین و هند) منابع انرژی بومی کافی برای تامین مصرف فزاینده و انبوهشان ندارند. از سوی دیگر، تولیدکنندگان اصلی (برای مثال، خاورمیانه، روسیه، دریای خزر و آفریقا) سهم کوچکی (ولوفزاینده) از منابع انرژی‌شان را مصرف می‌کنند. این ناهمخوانی جهان‌گستر^۱ میان مصرف و تولید باعث شده است تولیدات انرژی به بزرگ‌ترین کالاهای تجاری جهان تبدیل شود. تقریباً هر کشوری در جهان حجم عظیمی از تولیدات انرژی را وارد یا صادر می‌کند. این امر باعث می‌شود نوسانات بهای انرژی نقشی کلیدی در تراز پرداخت‌ها تقریباً در هر جایی از جهان ایفاء کند. تکیه شدید بر انرژی توام با توزیع جهانی نامتقارن ذخایر انرژی حکایت از اهمیت انرژی دارد. این

احساس آسیب‌پذیری، امری جدی نیست. به رغم فراوانی منابع انرژی و محیط مطلوب سیاسی و اقتصادی، کشورهای صنعتی‌شده مثل نیمه نخست سده‌ی بیستم نسبت به امنیت انرژی ابراز نگرانی کردند. دستور نیستون چرچیل مبنی بر اینکه نیروهای دریایی سلطنتی انگلیس برای حفظ سلطه‌شان باید از سوخت ذغال سنگ به نفت روی آورند نشان از شدت فزاینده رقابت جهانی بر سر منابع (عمدتاً نفت) دارد. این رقابت میان قدرت‌های جهانی تا جنگ جهانی دوم ادامه داشت، درست زمانی که متفقین از دسترسی به ذخایر عظیم نفتی بهره‌مند شدند و استراتژیست‌های آلمان و ژاپن در دسترسی به منابع نفتی شکست خوردند و در کنار دیگر تحولات به شکست نهایی آن‌ها انجامید.

پس از جنگ جهانی دوم، دسترسی‌پذیری به منابع انرژی ارزان نقشی مهم در بازسازی و توسعه اروپا و ژاپن ایفاء کرد. این دوره طولانی اعتماد نسبی به دسترسی‌پذیری منابع انرژی فراوان و امن پس از آغاز جنگ ۱۹۷۳ اعراب اسرائیل، خاتمه یافت. کشورهای عربی تولیدکننده نفت، تولیدشان را قطع کردند و بر ایالات متحده و چند کشور دیگر تحریم‌های نفتی اعمال کردند تا آن‌ها را مجبور کنند حمایت سیاسی‌شان را از اسرائیل تغییر بدهند. استفاده از نفت توسط تولیدکنندگان اصلی برای به دست آوردن اهرم و نفوذ سیاسی، احساس مصرف‌کنندگان از امنیت انرژی را از بین برده است. از آن زمان به بعد، نوسانات بهای انرژی (عمدتاً به خاطر تحولات ژئوپلیتیکی و تا حدی در پاسخ به تغییرات عرضه و تقاضا) این احساس آسیب‌پذیری را تقویت کرده است.

در چند دهه گذشته، فهم فزاینده‌ای از چالش‌هایی که تغییرات آب‌وهوا برای زندگی در کره‌ی خاکی به بار آورده است، وجود داشته است. انسان‌های زیادی به این نتیجه رسیده‌اند که شیوه زندگی ما (برای مثال، فعالیت‌های بشری) به گرم شدن آب و هوای جهانی کمک می‌کند و آن را تسریع می‌کند و لذا باید کاری انجام داد تا از چنین وخامت زیست محیطی

ساخته بشر جلوگیری کرد. این اجماع فزاینده هر چند کند، بعد جدیدی به امنیت انرژی افزوده است.

این مفهوم (امنیت انرژی) دیگر محدود به دسترس پذیری منابع انرژی در بهای قابل خرید نیست. ملاحظات زیست محیطی کشف و توسعه این منابع را محدود می کند و ملاحظات دیگری را در نظر می گیرد یعنی آلوده نکردن منابع جایگزین انرژی.

این نگاه مختصر به تاریخ انرژی نشان می دهد تهدیدات برای امنیت انرژی همچنان به قوت خود باقی است. این تهدیدات شامل تهدیدات زمین شناسی، ژئوپلیتیکی، اقتصادی و زیست محیطی است. در بخش های بعدی این فصل این چالش ها را هم از سوی مصرف کننده و هم تولیدکننده بررسی خواهیم کرد. همچنین در این فصل بحث مفصلی از مفهوم امنیت انرژی توأم با تحلیل اشکال مختلف انرژی (برای مثال، نفت، گاز طبیعی، ذغال، قدرت هسته ای و منابع احیاء پذیر) پیش می نهمیم. این بحث بر موضوعات مهمی که ویژگی بازارهای انرژی جهانی است، تأکید می کند.

۱-۱. امنیت انرژی

تحریم نفتی ۷۴-۱۹۷۳ به عنوان نقطه چرخشی در بازارهای انرژی داخلی و جهانی عمل کرد. دسترس پذیری به تأمین نفت با بهای قابل خرید دیگر امری بدیهی نبود. آشفتنگی در اقتصاد جهانی بر اختلال در تأمین انرژی برای کشورهای مصرف کننده تمرکز کرد. این مصرف کنندگان نفت اقدامات متعددی (فردی و جمعی) برای کاهش تأثیر چنین اختلال ها و کاهش آسیب پذیری انرژی شان انجام داده اند. این اقدامات شامل تاسیس آژانس بین المللی انرژی، ذخیره سازی عرضه نفت در ذخایر استراتژیک و تشویق ذخیره انرژی در میان دیگر عرضه ها هستند.

توجه کافی به طرف دیگر کشورهای تولیدکننده برابر انرژی نشده است. مفهوم "امنیت انرژی" ایستا نیست. از اواسط دهه ۱۹۷۰، تعریف موسع تری

ظهور کرد که همه دغدغه‌های بازیگران انرژی را مورد توجه قرار داد. در چند دهه گذشته، هر چند کشورهای صنعتی شده به طور موفقیت‌آمیزی منابع واردات نفت خامشان را تنوع بخشیده‌اند و وابستگی نسبی‌شان را به انرژی به نحو چشمگیری کاهش داده‌اند (ولو به میزان‌های متفاوتی)، اما صادرکنندگان اصلی نفت همچنان به درآمدهای نفت وابسته هستند. درآمدهای نفتی همچنان منبع اصلی درآمد برای تقریباً همه کشورهای اصلی صادرکننده نفت به شمار می‌آید.

در نتیجه، صادرکنندگان نفت درست مثل واردکنندگان که نگران امنیت عرضه [نفت] هستند، صادرکنندگان نیز به دلایل بسیاری نگران امنیت بازارهایشان هستند.^(۱) روی هم رفته، امنیت تقاضا به اندازه امنیت عرضه مهم تلقی می‌شود. عبدالله سالم البدری، دبیرکل سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک)، استدلال خود را به طور خلاصه اینگونه بیان می‌کند: "امنیت انرژی باید دو طرفه باشد. آن یک خیابان دو طرفه است."^(۲) درون این بستر، تحلیل‌گران انرژی تعاریف متفاوتی از امنیت انرژی ارائه داده‌اند که نشان‌دهنده جنبه‌های متفاوت این مفهوم است. باری بارتون (Barry Barton)، کاترین ریدول (Catherine Redgwell)، آنیتا رون (Anita Ronne)، و دونالد زیلمن (Donald Zillman)، امنیت انرژی را به مثابه وضعیتی تعریف می‌کنند که در آن "یک کشور و همه یا بیشتر شهروندان و مشاغل به منابع انرژی کافی در بهای معقول برای آینده پیش‌بینی‌پذیر عاری از خطر جدی یا اختلال بزرگ در خدمات، دسترسی دارند"^(۳). دانیل یرگین (Daniel Yergin) بر انبوهی از "بنیان‌های امنیت انرژی" تاکید می‌کند.

این بنیان‌ها متنوع و گوناگون هستند؛ کیفیت بالا و اطلاعات به موقع؛ همکاری میان مصرف‌کنندگان و بین مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان؛ جریان‌های سرمایه‌گذاری؛ و پژوهش و پیشرفت فن‌آوری.^(۴)

یرگین استدلال می‌کند که تجربه از زمان اوایل دهه ۲۰۰۰ بر نیاز به گسترش مفهوم امنیت انرژی در دو بعد مهم تاکید کرده است: جهانی شدن بازارهای انرژی و نیاز برای حمایت از زیرساختار و زنجیره عرضه انرژی.^(۵) کریستیان الگن هوفر (Christian Egenhofer)، کوریاکوس جیالگولو (Kyriakos Gialglou) و کومولوسیانی (Giacomo Luciani) بین ریسک‌های کوتاه و بلند مدت تمایز قایل می‌شوند. به طور کلی، ریسک‌های کوتاه مدت به دلیل تصادفات، حملات تروریستی، اوضاع بد آب‌وهوا یا شکست فنی شبکه فشارقوی با کمبودهای عرضه پیوند خورده‌اند. ریسک‌های بلندمدت نیز با بسامد طولانی مدت عرضه، زیر ساختار انتقال این عرضه به بازارها و چارچوبی برای ایجاد امنیت استراتژیک در برابر خطرات بزرگ (از قبیل عدم انتقال به خاطر دلایل سیاسی، اقتصادی، فورس‌ماژور یا دلایل دیگر) پیوند خورده است.^(۶)

سرانجام، گزارش آژانس بین‌المللی انرژی استدلال می‌کند که ناامنی انرژی نشأت گرفته از تاثیر رفاهی با دسترس‌ناپذیری فیزیکی انرژی، یا قیمت‌هایی که رقابتی نیستند یا خیلی بی‌ثبات نیستند، است. تحلیل‌گران در سازمان مستقر در پاریس اضافه می‌کنند که هر چه یک کشور بیشتر در معرض بازارهای متمرکز بالا قرار گیرد، امنیت انرژی آن [کشور] پایین‌تر است.^(۷)

همه این تعاریف بر این واقعیت تاکید می‌کنند که امنیت انرژی یک مفهوم چندبعدی است که همکاری میان تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و شرکت‌های ملی و بین‌المللی را ادغام می‌کند. تجربه چند دهه گذشته نشان می‌دهد که دسترس‌پذیری منابع انرژی پاک با قیمت‌های قابل تامین نمی‌تواند فقط در سطح ملی مورد توجه قرار گیرد. در عوض، همکاری بین‌المللی یک ضرورت است.

از این رو، انرژی بخشی از روابط بین‌المللی گسترده‌تر میان دولت‌ها است. موضوع مهم بازارهای انرژی امروز، وابستگی متقابل میان

مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان است. خواست برای خودبستگی یا استقلال انرژی، خواست نهادهای داخلی است. در واقع، وابستگی متقابل انرژی همکاری میان کشورها را در حوزه‌های دیگری از قبیل توسعه اقتصادی و صلح جهانی تقویت می‌کند.

موضوع مهم دیگر ادبیات امنیت انرژی، اهمیت تنوع منابع انرژی و ترکیب انرژی است. هر چه کشوری ممکن است به یکی از انواع انرژی کمتر وابسته باشد (برای مثال، نفت، گاز طبیعی، ذغال، قدرت هسته‌ای و منابع قابل احیاء)، اما به همان میزان امنیت آن بیشتر است. به همین‌سان، هر چه مناطق تولیدکننده حول جهان بیشتر باشد، به همان اندازه بهتر است.

۲-۱. تنوع ترکیب انرژی

تا اندازه بیشتری، ذغال سنگ سوخت غالب در سده‌ی نوزدهم بود، اما در سده‌ی بیستم نفت بر ذغال سنگ پیشی گرفت. دلیل گذار از ذغال سنگ به نفت، برتری کلی نفت بود. نفت تراکم انرژی بالاتری دارد (حدود ۱/۵ برابر بالاتر از بهترین ذغال‌سنگ‌های قیری و دوبرابر بالاتر از ذغال‌سنگ‌های عادی)، همچنین یک سوخت پاک‌تر و انعطاف‌پذیرتر و ذخیره و انتقالان آسان‌تر است^(۸). در سال‌های اولیه سده‌ی بیستم، کشورهای بسیاری گام‌هایی برداشتند تا از موهبت جهانی گاز طبیعی، منابع احیاء‌پذیر و قدرت هسته‌ای بهره‌مند شوند. آژانس بین‌المللی انرژی پیش‌بینی می‌کند سوخت‌های فسیلی ۸۰ درصد ترکیب انرژی اصلی جهان را در سال ۲۰۳۰ تشکیل خواهد داد.^(۹) این بدان معنی است که به رغم رنسانس در قدرت هسته‌ای و منافع فزاینده در دیگر سوخت‌های جایگزین، نفت، گاز طبیعی و ذغال‌سنگ همچنان به سلطه خود در ترکیب انرژی جهانی ادامه خواهد داد. این پیش‌بینی نشان می‌دهد کشورهایی از سراسر جهان باید این در منابع جایگزین انرژی سرمایه‌گذاری و آن را توسعه بدهند و در عین حال

استراتژی‌هایی را برای مصرف‌کنندگان در یک روش مؤثر، به موقع، پایدار، اقتصادی، مطمئن و به لحاظ زیست محیطی سالم ارائه بدهند.

۱-۲-۱. نفت

نفت حیاتی‌ترین منبع انرژی در جهان است و سال‌های سال است که حتی تحت خوش‌بینانه‌ترین مفروضات درباره‌ی آهنگ توسعه و صف‌آرایی سوخت‌های جایگزین، به قوت خود باقی مانده است.

نفت خام بر اساس غلظت و محتویات سولفور طبقه‌بندی می‌شود. نفت خام با غلظت پایین‌تر (معمولاً به عنوان نفت سبک از آن یاد می‌شود) معمولاً سهم بالایی از ارزشمندترین فرآورده‌های نهایی نفت از قبیل گازوئیل و دیگر تولیدات نفت سبک را با فرایند پالایش ساده بنام تقطیر به خود اختصاص می‌دهد. نفت خام سبک در مقابل نفت خام سنگین قرار دارد، که (سنگین) سهم پایینی از هیدروکربن‌های سبک را به خود اختصاص می‌دهد و برای تولید فرآورده‌های مشابه ارزشمندترین فرآورده‌های نفتی نیازمند فرایندهای پالایش سخت‌تری از فرایند تقطیر است از جمله حفاری و شکافتن.

سولفور یک عنصر طبیعی در نفت خام یک شیء نامطلوب است و پالایش‌گران باید برای از بین بردن آن از نفت خام باید سرمایه‌گذاری کلانی بکنند. نفت خام با محتویات بالای سولفور معمولاً به عنوان نفت خام ترش (Sour Crude) نامیده می‌شود، درحالی که با محتویات پایین سولفور، نفت خام شیرین (Sweet Crude) نامیده می‌شود.

نفت خامی که سهم بالاتری از ارزشمندترین تولیدات نفتی را به خود اختصاص می‌دهد و نیازمند فرایند ساده پالایش (نوع خام سبک/شیرین) است، نسبت به نفت خامی که سهم پایین‌تری از تولیدات نفتی ارزشمند را به خود اختصاص می‌دهد و نیازمند فرایند پالایش سخت‌تری است (نوع خام سنگین/ترش) مطلوب‌تر است.^(۱۰)

به طور کلی، تولد صنعت {نفت} به حفرکن مشهور نفت در سال ۱۸۵۹ توسط کلنل ادوین ال. درک (Edwin L. Drake) در تیتوسویل، پنسیلوانیا^(۱۱) نسبت داده می‌شود. همچنین ادعا می‌شود که اف.ان سیمیونوف (F.N. Semyenov) نخستین کسی بود که در سال ۱۸۴۸ دست به حفر نفت در جزیره آپشرون (Apsheiron)، نزدیک باکو در آذربایجان زد.^(۱۲)

در سال‌های آتی، صنعت نفت به سرعت در ایالات متحده و نیز سواحل دریای خزر رشد کرد. در سده‌ی آتی، ایالات متحده و شرکت‌های نفتی‌اش بر صنعت نفت سلطه یافتند. این سلطه ایالات متحده در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ دست‌کم به خاطر دو تحول مهم به‌طور جدی به چالش کشیده شد. نخست، تولید نفت ایالات متحده به اوج خود رسید و تولید خود را متوقف کرد. دوم، کشورهای اصلی تولیدکننده نفت اوپک را تاسیس کردند تا از منافعی‌شان و از فرصتی که پس از جنگ اعراب-اسرائیل در سال ۱۹۷۳ پیش آمد، دفاع کنند. در سده‌ی بیست و یکم، صنعت نفت دیگر تحت سلطه یک بازیگر یا شمار کوچک شرکت‌های نفتی بین‌المللی درنیامد. در عوض، تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، شرکت‌های ملی و بین‌المللی متعدد با یکدیگر رقابت کردند و به همان‌سان همکاری کردند تا اینکه تقریباً ۸۵ میلیون شبکه نفت در روز کشف و توسعه بدهند. آژانس بین‌المللی انرژی پیش‌بینی می‌کند نفت به سلطه خود در ترکیب انرژی جهانی ادامه خواهد داد، طوری که سهم‌اش به تدریج از ۳۴ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۳۰ درصد در سال ۲۰۳۰ کاهش خواهد یافت.^(۱۳)

این سلطه مداوم یک پرسش کلیدی مطرح می‌کند- آیا جهان به حد کافی نفت دارد تا به تقاضای فزاینده پاسخ بدهد؟ افزون بر این، عرضه پایدار نیازمند سرمایه‌گذاری کافی است. بخش‌های بعدی به این موضوعات پاسخ خواهد داد.

بر خلاف منابع خورشیدی، بادی و دیگر اشکال انرژی احیاء‌پذیر، نفت (و دیگر سوخت‌های فسیلی) یک منبع پایان‌پذیر است. این واقعیت نشان

می‌دهد تولید جهان گستر[نفت] روزی به اوج خود خواهد رسید و سرانجام جهان خالی از نفت خواهد بود. این امر در ادبیات نفت به عنوان نظریه اوج نفت (Peak oil theory) مشهور است. ریشه‌های این نظریه به ماریون کینگ هوبرت (Marion King Hubbert) زمین‌شناس شرکت شل برمی‌گردد، کسی که در سال ۱۹۵۶ به درستی پیش بینی کرد تولید [نفت] ایالات متحده بین سال‌های ۱۹۵۶ و ۱۹۷۰ به اوج خود خواهد رسید.^(۱۴) الگویی که او مطرح کرد نشان می‌دهد میزان تولید یک منبع پایان‌پذیر عمدتاً به صورت متقارن تابع یک منحنی ناقوس شکل است.

این نظریه از آن زمان به بعد مناظره‌های شدیدی در خصوص دسترس‌پذیری عرضه کافی برای تحقق تقاضای جهانی و به‌طور کلی آینده نفت در جهان برانگیخت. پیتر اودل (Peter Odell) می‌پذیرد که تولید در واقع بالا می‌رود و سپس پایین می‌آید و این نقطه ضعف معمولاً به تدریج کاهش می‌یابد، "پیروی از یک الگوی کاهش نشأت گرفته از مدل تولیدی است که یک درصد ثابتی از آنچه باقی می‌ماند، می‌باشد". (برای مثال، افول تصاعدی)^(۱۵).

بسیاری از مجریان نفت جهان، وزرای دولتی، تحلیل‌گران و مشاوران، نظریه اوج نفت را به دلایل تکنولوژیکی و اقتصادی رد می‌کنند. آن‌ها استدلال می‌کنند که پیشرفت‌های تکنولوژیکی و قوانین بازار همواره طول عمر نعمت ذخایر نفت ثابت شده در جهان را بیشتر کرده است.

در صنعت نفت، میان ذخایر ثابت شده (Proven)، احتمالی (Probable)، و ممکن (Possible) تمایز وجود دارد. ذخایر ثابت شده، آن میزان و کمیتی از نفت است که داده‌های زمین‌شناختی و مهندسی نشان می‌دهند با قطعیت مسلم و معقول می‌تواند در آینده از ذخایر شناخته شده تحت شرایط اقتصادی و عملیاتی (۹۰ درصد احتمال دارد که میزان واقعی فراتر از تخمین احیاء شود) احیاء شود.^(۱۶) ذخایر احتمالی، آن ذخایر ثابت نشده‌ای هستند که تحلیل داده‌های زمین‌شناختی و مهندسی نشان می‌دهد که ۵۰ درصد احتمال دارد از نظر تجاری احیاء‌پذیر باشد. ذخایر ممکن، آن ذخایر ثابت نشده‌ای

هستند که تحلیل داده‌های زمین‌شناختی و مهندسی نشان می‌دهد کمتر از ذخایر احتمالی احتمال دارد به لحاظ تجاری قابل احیاء باشد (۱۰ درصد احتمال دارد)^(۱۷).

یادآوری این نکته مهم است که در بسیاری از کشورهای تولیدکننده نفت، داده‌ها درباره‌ی ذخایر نفت جزء بررسی‌های محرمانه دولتی محسوب می‌شوند و ناظران خارجی اجازه ندارند درستی شاخص‌ها و آمارهای رسمی را تأیید و تصدیق کنند^(۱۸). تمایز دیگر به تمایز میان نفت متعارف و غیرمتعارف (Conventional and non-conventional oil) مربوط می‌شود. نفت متعارف به میزان بالا و با کیفیت بالا جریان دارد. بخش اعظم نفت متعارف از میداین بزرگی نشئت می‌گیرد که سال‌ها پیش کشف شده‌اند. بخش اعظم نفتی که در حال حاضر جهان مصرف می‌کند نفت متعارف است. از سوی دیگر، نفت غیر متعارف از احیای تقویت شده با تغییر ویژگی‌های نفت در مخزن از طریق روش‌های تزریق بخار و دیگر روش‌ها حاصل می‌شود. نفت غیر متعارف در محیط‌های نامطلوب، معمولاً در انبارهای کوچک و با کیفیت ضعیف وجود دارند. تولید آن دشوار و هزینه‌بر است و به لحاظ محیطی در حال تغییر است. مثال‌هایی از قبیل نفت سنگین و رسوبات شنی در غرب کانادا، ونزوئلا و سبیری از این نوع نفت هستند^(۱۹).

فنون استخراج نفت همواره در حال پیشرفت است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی، شرکت‌های نفتی را قادر ساخته‌اند از میداین موجود نفت بیشتری استخراج کنند و از حفاری ناموفق اجتناب کنند. دلیل موفقیت‌های روشن اواخر دهه ۱۹۷۰، ۱۹۵۰، ۱۹۶۰ در کشف نفت، عمدتاً گسترش استفاده از پژوهش‌های لرزه‌ای، با پژوهش‌های لرزه‌ای دیجیتال که به ویژه از اواسط دهه‌ی ۱۹۶۰ مطرح شدند، بوده است. افزون بر این، افزایش اساسی در تولید نفت جهان در چند دهه‌ی گذشته از میداین ساحلی بوده است. فن‌آوری مدرن شرکت‌های نفتی را قادر ساخته است تا در اعماق اقیانوس‌ها نفت پیدا کرده و آن را توسعه دهند. تولید نفت ساحلی در اوایل دهه‌ی ۱۹۴۰ آغاز

شد و از یک میلیون بشکه متوسط در روز [Barrels per day(b/d)] در دهه ۱۹۶۰ به تقریباً ۲۵ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۰۵ رسیده است تا یک سوم تولید نفت خام در جهان را نشان بدهد^(۲۰). در مجموع، آنچه [نفت] غیرمتعارف تلقی می‌شد به طرز فزاینده‌ای متعارف تلقی می‌شود.

همچنین، فن‌آوری هزینه اکتشاف و توسعه را کاهش می‌دهد. زمانی که جهان به استخراج ذخایر نفت نزدیکتر می‌شود، قیمت‌ها به تدریج بالاتر می‌روند و به همان سان هزینه‌های انرژی جایگزین کاهش می‌یابد. روی هم رفته، می‌توان استدلال کرد که جهان عاری از نفت ارزان و آسان می‌شود، اما همچنان نفت زیادی برای کشف و توسعه وجود دارد. آژانس بین‌المللی انرژی پیش‌بینی می‌کند که موهبت نفت در جهان به اندازه‌ای کافی وجود دارد تا از ظهور پیش‌بینی شده در مصرف در آینده قابل پیش‌بینی حمایت کند^(۲۱).

۲-۲-۱. گاز طبیعی

گاز طبیعی یک سوخت فسیلی است که شامل ترکیبی از گازهای هیدروکربن و عمدتاً متان توأم با میزان متفاوتی از گازهای اتان، پروپان و بوتان است. دی‌اکسیدکربن، اکسیژن، نیتروژن، و سولفات هیدروژن نیز اغلب در آن [گاز طبیعی] وجود دارند. گاز طبیعی زمانی "خشک" است که تقریباً متان خالص است و فاقد هیدروکربن زنجیره‌ای طولانی می‌باشد. و زمانی "مرطوب" است که حاوی وفور هیدروکربن‌ها باشد. گاز "شیرین" در مقایسه با گاز "ترش" دارای سطوح پایینی از سولفات هیدروژن است^(۲۲). گاز طبیعی که در ذخایر نفتی پیدا می‌شود "گاز هم‌بسته (Associated gas)" نامیده می‌شود. و گازی که به تنهایی روی می‌دهد "گاز غیر هم‌بسته (Non-associated)" نامیده می‌شود.

گاز طبیعی در بازارهای انرژی جهانی به سرعت اهمیت پیدا می‌کند. با ارزش قابل شدن برای پاک‌سازی نسبی اش و سوخت کارآمد، گاز در حال تبدیل

شدن به سوخت انتخاب برای انواع استفاده‌ها به ویژه تولید برق الکتریکی است. ذخایر گاز طبیعی جهان فراوان هستند و تخمین زده می‌شود حدود ۱۸۵/۰۲ تریلیون متر مکعب (۶۵۳۴/۰ تریلیون فوت مکعب) یا ۶۰/۴ برابر حجم گاز طبیعی استفاده شده در سال ۲۰۰۸ می‌باشد.^(۲۳)

تمدن‌های باستانی از گاز در مقیاس کوچک استفاده می‌کردند اما از سده‌ی نوزدهم به‌طور گسترده به عنوان منبع سوخت استفاده شده است. با کشف نفت در پنسیلوانیا، گاز "هم‌پسته" برای اهداف صنعتی و داخلی مورد استفاده قرار گرفت. نیاز فزاینده برای انرژی طی و بعد از جنگ جهانی دوم شتاب بیشتری به کشف و توسعه گاز بخشید. یک شبکه خط لوله فشرده موازی با گسترش تولید گاز ساخته شد. از این رو، تا اواسط سده‌ی بیستم، گاز طبیعی حدود یک سوم کل انرژی اصلی در ایالات متحده را تامین کرد و این کشور تا آن زمان تولیدکننده اصلی گاز طبیعی و نیز مصرف‌کننده در جهان بود.^(۲۴)

در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ چندین کشف گاز طبیعی در اروپا به ویژه در دریای شمال و اطراف آن صورت گرفت. آشوب در بازارهای نفت که ناشی از تحریم اعراب در ۱۹۷۳-۱۹۷۴ بود، انگیزه‌های بیشتری به کشورهای مصرف‌کننده داد تا ترکیب انرژی‌شان را تنوع بخشند. از آن زمان، گاز طبیعی به منبع مهم انرژی در سرتاسر جهان تبدیل شده است. مسئله حمل و نقل گاز طبیعی بهره‌گیری کامل از ذخایر جهان‌گستر را کاهش داده است.

خطوط نفتی، روش مهم حمل و نقل گاز طبیعی، محدودیت‌های متعددی بر تجارت در سوخت اعمال کرد. خطوط نفتی برای تجارت در فاصله‌های نسبتاً کوچک ماهیت اقتصادی دارند و از این رو، بازارهایی که از طریق خطوط نفتی ساخته می‌شوند ماهیت منطقه‌ای دارند.

ورود گاز طبیعی مایع (Liquefied natural gas (LNG)) در اوایل دهه ۱۹۶۰، پویایی‌های تجارت و صنعت گاز را تغییر داد. گاز طبیعی مایع، گاز طبیعی است که در شکل مایع تحت فشار درجه‌ی حرارت ۲۶۰ فارنهایت (۱۶۰ درجه

سانتیگراد) ذخیره و حمل و نقل می‌شود. بسان گاز طبیعی که با خطوط لوله‌های نفتی به خانه‌ها و کارخانه‌ها انتقال می‌یابد، گاز طبیعی مایع عمدتاً شامل متان می‌باشد. گاز طبیعی مایع ابزارهای انتقال آن را به فاصله‌های دور مهیا می‌کند، درست زمانی که خط حمل و نقل انعطاف‌پذیر نیست. گاز طبیعی با استفاده از فرایند خنک‌سازی در یک دستگاه‌گذازش به مایع تبدیل می‌شود. واحدی که گاز طبیعی مایع را تولید می‌کند قطار نامیده می‌شود. مایع کردن گاز طبیعی حجم خود را تا فاکتو ۶۱۰ کاهش می‌دهد. کاهش در حجم باعث می‌شود حمل و نقل و ذخیره آن عملی و ممکن بشود. در تجارت بین‌المللی، گاز طبیعی مایع شده در مخازن ساخته شده در کشتی‌های عظیم‌الجثه به یک ترمینال گیرنده انتقال می‌یابد، جایی که در مخازن عایق‌بندی بسیار بالا ذخیره می‌شوند. گاز طبیعی مایع سپس به بخاری‌های گازسوزی فرستاده می‌شود که مایع را دوباره به گاز تبدیل می‌کند که سیستم خط لوله را برای توزیع به مشتریان به عنوان بخشی از عرضه گاز طبیعی‌شان وارد می‌کند^(۲۵).

توسعه گاز طبیعی مایع به دلیل فن‌آوری‌های هزینه‌بر مرتبط با تولید، ذخیره و حمل و کشتی‌کُند بود. در اواخر دهه‌های ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ تکنولوژی حمل گاز طبیعی با کشتی توسعه پیدا کرد و نخستین کارخانه بزرگ جهان در صادرات گاز طبیعی مایع در شهر آرزویو (Arzew)، الجزایر در سال ۱۹۶۴ گشایش یافت و گاز به خریداران در فرانسه و انگلیس صادر شد. در سال ۱۹۷۲، کارخانه‌های گاز طبیعی مایع در ایالات متحده (آلاسکا)، برونئی و لیبی به اضافه کارخانه دوم در شهر شکیدا، الجزایر گسترش یافتند. در دهه‌های آتی، الجزایر، اندونزی، مالزی، استرالیا، قطر، نیجریه، ترینیداد و توباگو، عمان و مصر به عنوان صادرکنندگان بزرگ گاز طبیعی مایع ظهور کردند^(۲۶). گسترش تجارت گاز طبیعی مایع عمدتاً ناشی از پیشرفت‌های فن‌آوری است که به‌طور چشمگیری هزینه‌ها را کاهش داد. افزون بر این، ظهور سریع گاز طبیعی مایع این توان بالقوه را دارد بازار گاز طبیعی را از

یک بازار منطقه‌ای به بازار بین‌المللی تبدیل کند. به سخنی دیگر، هزینه‌های بالا باعث شد حمل و نقل گاز طبیعی به فاصله‌های کوتاه راحت و آسان بشود. هزینه‌های پایین حمل و نقل گاز طبیعی مایع با کشتی به هر جای جهان را آسان‌تر می‌کند.

همچنان، در مقایسه با نفت، سرمایه‌بری گاز بیشتر است؛ پیش‌بینی افق‌های زمانی طولانی‌تر است و نگرانی از محیط‌های سیاسی نامطمئن بیشتر است. افزون بر این، گاز طبیعی عمدتاً در تولید قدرت برق الکتریسیته به کار می‌رود، جایی که باید با ذغال، قدرت هسته‌ای و هیدروالکتریکی رقابت کند.

۱-۲-۳. ذغال سنگ

ذغال سنگ یک نوع تخته‌سنگ مایع به رنگ قهوه‌ای تیره و به راحتی احتراق‌پذیر است که ترکیب آن شامل رطوبت ذاتی که ۵۰ درصد وزن آن را تشکیل داده و بیش از ۷۰ درصد حجم آن را مواد کربن‌دار تشکیل می‌دهد. ذغال سنگ از گیاهانی تشکیل شده است که در طول زمان فشرده شده‌اند، به لحاظ شیمیایی تغییر یافته‌اند و با گرما و فشار در طول دوره زمین‌شناسی تغییر شکل داده‌اند.^(۲۷)

در مقایسه با دیگر سوخت‌ها، ذغال سنگ از مزایای متعددی برخوردار است. در طبیعت به‌طور فراوان یافت می‌شود و حتی توزیع آن در جهان بیشتر از نفت و یا گاز طبیعی می‌باشد. ذغال سنگ عنصری ارزان و هزینه‌های آن مدام بر اثر رقابت کاهش می‌یابد.^(۲۸) عرضه‌کننده‌های زیاد و امکان‌پذیری تغییر از یکی به دیگری به معنای تأمین عرضه است. سهم جهانی ذخایر ذغال سنگ برای تولید ۱۲۰ سال می‌باشد.^(۲۹) ذغال سنگ در تولید برق به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (حدود ۴۰٪ برق دنیا).^(۳۰)

از سوی دیگر، ذغال سنگ با چالش‌های مهم زیست‌محیطی در حفاری، آلودگی هوا و انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2) مواجه است. در واقع، ذغال سنگ

بزرگ‌ترین مساعدت‌کننده به دی‌اکسیدکربن در جهان است که از استفاده انرژی ساطع می‌شود و براساس پیش‌بینی‌ها میزان آن رو به افزایش است^(۳۱). دی‌اکسید کربن گاز بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی که بخش طبیعی اتمسفر زمین را تشکیل می‌دهد. آن حاصل احتراق سوخت فسیلی و نیز فرایندهای دیگر می‌باشد. آن همچنین یک گاز گلخانه‌ای محسوب می‌شود چون گرمای ساطع شده توسط زمین را به فضا برمی‌گرداند و به این ترتیب به پتانسیل گرم شدن آب و هوای جهانی کمک می‌کند. چالش دولت‌ها و نیز صنایع بزرگ پیدا کردن مسیری است که انتشار کربن را کاهش دهند که هنوز از ذغال‌سنگ برای برآورده کردن نیازهای انرژی ضروری استفاده می‌کنند. این امر نه تنها نیازمند تکنولوژی‌های پاک ذغال‌سنگ برای کارخانه‌های جدید بلکه نیازمند توانبخشی و نوسازی کارخانه‌های ناکارآمد موجود می‌باشد و این امر نه تنها در کشورهای صنعتی شده بلکه باید در کشورهای در حال توسعه نیز روی بدهد که پیش‌بینی می‌شود بسیاری از کشورها در آینده نیاز بیشتری به مصرف ذغال‌سنگ پیدا کنند.

در مواجهه با این واقعیت که ذغال‌سنگ منبع مهم انرژی برای طولانی‌مدت خواهد بود روشن شد که تکنولوژی‌های انرژی پاک‌تر، دارای کربن پایین‌تر و مبتنی بر ذغال‌سنگ نقشی مهم در حل و فصل چالش آب و هوای جهانی ایفا خواهند کرد. این تکنولوژی‌ها شامل تبدیل کردن ذغال‌سنگ به گاز است که گاز را از ذغال پاک می‌کند و قبل از سوختن گاز CO₂ را خارج می‌کند و تصرف پس از احتراق که CO₂ را از گاز بیرون آمده خارج می‌کند بعد از اینکه ذغال سوخت باقی می‌ماند. روش دیگر توسعه سریع تصرف و ذخیره کربن است، تکنیکی که دهه‌هاست وجود دارد. هدف این رویکرد کاهش پخش سوخت فسیلی به گرم‌شدن جهانی است که مبتنی بر تسخیر CO₂ از منابع بزرگی از قبیل طرح‌های قدرت سوخت فسیلی می‌باشد. نیز می‌تواند برای توصیف تمییز کردن CO₂ از محیط اطراف مثل

یک فن مهندسی زمین‌شناسی به کار رود. به این ترتیب، CO₂ می‌تواند به‌طور دایم از فضا ذخیره شود^(۳۲).

نوسان شدید در بهای نفت و گاز علاقه به استفاده از فن‌آوری فیشر-تروپش (Fischer-Tropsch) را برای تولید سوخت‌های حمل‌ونقل از ذغال احیاء کرده است. فرایندهای فیشر-تروپش یک واکنش شیمیایی کاتالیز شده‌ای است که در آن مونواکسید کربن و هیدروژن به هیدروکربن‌های مایع اشکال متعدد تبدیل می‌شود. هدف اصلی این فرایند تولید جایگزین پترولیوم ترکیبی برای استفاده مثل نفت مایع ترکیبی یا مثل سوخت ترکیبی است^(۳۳). این فرایند در دهه ۱۹۲۰ در آلمان فقیر از نفت اما غنی، برای تولید سوخت‌های مایع اختراع شد. این فرایند همچنین طی جنگ جهانی دوم توسط آلمان و ژاپن برای تولید سوخت‌های تقلبی به کار رفت. سپس در آفریقای جنوبی برای تحقق نیازهای انرژی‌اش طی دوران انزوا تحت رژیم آپارتاید به کار رفت. فرایند F-T در درخواست برای تولید سوخت دیزلی سولفور پایین به منظور به حداقل رساندن تأثیر زیست‌محیطی از استفاده موتورهای دیزلی توجهی دوباره به دست آورده است. فرایند F-T یک تکنولوژی مرسوم است و پیش‌تر در سطح گسترده به کار رفته است، اگر چه هزینه‌های بسیار بالا، عملیات سنگین و هزینه‌های نگهداری و بهای نامطمئن و بی‌ثبات نفت خام مانع آن می‌شود.

تلاش دهه‌های طولانی برای کاهش پخش و انتشار نشان می‌دهد که ذغال‌سنگ همچنان به استفاده خود برای تحقق نیازهای انرژی جهانی در کمیّت چشمگیر ادامه می‌دهد. در واقع، آژانس بین‌المللی انرژی پیش‌بینی می‌کند که سهم از تقاضای انرژی جهانی در سال ۲۰۰۶ از ۲۶ درصد به ۲۹ درصد در سال ۲۰۳۰ صعود خواهد کرد^(۳۴).

۱-۲-۴. قدرت هسته‌ای

این واقعیت که قدرت هسته‌ای عملاً هیچ پخشی از دی‌اکسیدکربن، دی‌اکسیدسولفور و اکسید نیتروژن را انجام نمی‌دهد که برای محیط زیست آسیب بزند می‌تواند آن را به گزینه جذابی برای بسیاری از کشورهای تبدیل کند که به دنبال فن‌آوری‌هایی هستند که منجر به کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای یا کاهش آلودگی محلی و منطقه‌ای بشود. در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ به ویژه پس از تحریم نفت اعراب، قدرت هسته‌ای نوید داد که راه‌حل مؤثری برای کشورهای صنعتی شده است که به دنبال امنیت انرژی و قدرت ارزان هستند. با این حال، بخشی از وعده انرژی هسته‌ای در نتیجه زیان سرمایه‌گذار و اعتماد عمومی در فن‌آوری باد هوا شد.

در آغاز سده بیست و یکم تقریباً ۴۴۰ رآکتور هسته‌ای در حال استفاده و حدود ۲۶ رآکتور در حال ساخت در سرتاسر جهان وجود داشت. بسیاری از این رآکتورها در ۳۱ کشور متمرکز هستند. فقط شش کشور - ایالات متحده، فرانسه، ژاپن، آلمان، روسیه و کره جنوبی - تقریباً سه چهارم برق هسته‌ای را در جهان تولید می‌کنند^(۳۵). قدرت هسته‌ای تقریباً به‌طور منحصر به فرد برای تولید برق استفاده می‌شود و در سطح جهان حدود ۱۶ درصد برق را تولید می‌کند. از اوایل سال ۲۰۰۰ یک احیای جهانی علاقه به قدرت هسته‌ای پدید آمده است. تقریباً در همه جای جهان، حکومت‌ها به ویژه در اروپا، آمریکای شمالی، آسیا و به تازگی در خاورمیانه نگاه بیشتری به قدرت هسته‌ای دارند. در نتیجه، رآکتورهای متعددی ساخته شدند یا در حال ساخت هستند. تحولات متعددی به «رنسانس هسته‌ای» کمک کرده‌اند. نخست، افزایش در بهای نفت و گاز طبیعی در اوایل دهه ۲۰۰۰ و عدم قطعیت بیشتر حول آینده این دو سوخت بسیاری از حکومت‌ها را وادار کرد ترکیب انرژی خود را تنوع بخشند و وابستگی بیش از حدشان را به سوخت‌های هیدروژنی کاهش بدهند. دوم، انگیزه‌های سیاسی روسیه که اغلب از نفت و ذخایر گاز خود برای تنبیه و مجازات و یا پاداش به مشتریان