

بسم الله الرحمن الرحيم

بررسی تاثیر متقابل قیمت نفت خام و عرضه انرژی های جایگزین با توجه به
تحولات آتی بازار جهانی انرژی

رساله دکتری جهت ارائه به دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی

نام دانشجو

کیومرث حیدری

استاد راهنما

جناب آقای دکتر مسعود درخشان

اساتید مشاور

جناب آقای دکتر تیمور محمدی و جناب آقای دکتر محمد صادق قاضی زاده

اسفند ۱۳۹۱

فهرست مطالب

فهرست جداول	۱۰
فهرست نمودارها	۱۲
فصل اول کلیات	
۱-۱- مقدمه	۱۶
۲-۱- سهم نفت خام از انرژی اولیه	۱۹
۳-۱- ساختار مالکیت منابع نفت خام	۲۰
۴-۱- جانشینی در طرف عرضه	۲۲
۵-۱- مدیریت طرف تقاضا	۲۴
۱-۵-۱- روند شدت مصرف انرژی	۲۴
۶-۱- جنبه های مجهول	۲۵
۷-۱- تعریف مسأله	۲۶
۱-۷-۱- اکتشاف و تولید نفت	۲۷
۲-۷-۱- کنترل بازار، شرکت های بزرگ نفتی	۲۸
۳-۷-۱- تشکیل سازمان اپک	۲۸
۴-۷-۱- ملی شدن صنعت نفت	۲۹
۵-۷-۱- اتحاد مصرف کنندگان عمده	۲۹
۱-۵-۷-۱- گروه اول: تامین نفت ارزان	۳۰
۲-۵-۷-۱- گروه دوم: یافتن جانشین های قابل اتکاء	۳۱
انرژی هسته ای	۳۱
انرژی های تجدید شونده	۳۲
نفت و گاز غیر متعارف	۳۲
۸-۱- سوالهای تحقیق	۳۳
۹-۱- فرضیه های تحقیق	۳۴
۱۰-۱- اهداف تحقیق	۳۴
۱۱-۱- روش تحقیق	۳۵
۱-۱۱-۱- بررسی نفت خام و انرژی های جایگزین	۳۵
۲-۱۱-۱- تاثیر تاریخی	۳۵
۱-۲-۱۱-۱- علیت گرنجر	۳۷

۳۷	۱۱-۲-۲-مدل تصحیح خطا.....
۳۸	۱۱-۲-۳-روش تودا و یاماموتو.....
۳۹	۱۱-۳-تحولات آتی، تحلیل سناریوئی.....
۴۰	۱۱-۴-ارتباط نتایج تاریخی و تحولات آتی.....
۴۱	۱۱-۵-توجه به روابط فنی.....
۴۱	۱۲-۱-روش گرد آوری اطلاعات و داده ها.....
۴۱	۱۲-۱-اطلاعات بخش انرژی در داخل کشور.....
۴۲	۱۲-۲-اطلاعات جهانی بخش انرژی.....
۴۲	۱۲-۳-سایر اطلاعات مورد نیاز.....
۴۲	۱۳-۱-جامعه آماری، روش نمونه گیری و حجم نمونه.....
۴۲	۱۴-۱-بررسی مطالعات انجام شده.....
۴۵	۱۵-۱-جمع‌بندی فصل اول.....

فصل دوم: نفت خام

۴۸	۱-۲-مقدمه.....
۴۹	۲-۲-تعریف و دامنه شمول نفت خام.....
۵۰	۳-۲-منشاء تشکیل نفت.....
۵۱	۴-۲-انواع مختلف نفت خام.....
۵۱	۴-۲-۱-پایه نفت خام.....
۵۲	۴-۲-۲-محتوی سولفور.....
۵۲	۴-۲-۳-درجه سبکی نفت خام.....
۵۵	۴-۲-۴-نفت خام های شاخص.....
۵۵	۴-۲-۴-۱-نفت خام شاخص بازار آمریکا، نفت خام WTI.....
۵۵	۴-۲-۴-۲-نفت خام شاخص بازار اروپا، نفت خام برنت.....
۵۶	۴-۲-۴-۳-نفت خام های شاخص بازار آسیا، نفت خام عمانی و دویی.....
۵۷	۵-۲-ذخایر نفت خام و انواع آن.....
۵۷	۵-۲-۱-ذخایر اثبات شده.....
۵۷	۵-۲-۲-ذخایر محتمل.....
۵۷	۵-۲-۳-ذخایر ممکن.....
۵۸	۶-۲-بررسی روند ذخایر اثبات شده.....
۶۰	۷-۲-ذخایر اثبات شده در کنار قیمت.....

۶۲	۸-۲- تولید نفت خام
۶۴	۹-۲- رشد ذخایر و رشد تولید
۶۶	۱۰-۲- تاثیر تولید بر مانده منابع شناخته شده
۶۶	۱-۱۰-۲- کشف منابع جدید
۶۶	۲-۱۰-۲- بهبود فن آوری
۶۷	۳-۱۰-۲- سطح قیمت
۶۷	۱۱-۲- تصمیمات سازمان اوپک
۶۷	۱۲-۲- قیمت نفت خام و روند تولید
۶۸	۱۳-۲- میدان های بزرگ
۶۹	۱۴-۲- مراحل سه گانه تولید
۷۰	۱-۱۴-۲- مرحله اول
۷۱	۲-۱۴-۲- مرحله دوم
۷۲	۳-۱۴-۲- مرحله سوم
۷۳	۱۵-۲- هزینه های تولید نفت خام
۷۶	۱۶-۲- فن آوری و تولید نفت
۷۶	۱۷-۲- پیش بینی تولید
۷۷	۱۸-۲- تقاضای نفت خام
۸۰	۱۹-۲- پیش بینی تقاضا (مصرف)
۸۰	۲۰-۲- بازارهای نفت
۸۲	۲۱-۲- آثار زیست محیطی تولید و مصرف نفت خام
۸۳	۲۲-۲- کاربردهای نفت خام
۸۴	۲۳-۲- جمع بندی

فصل سوم: مروری بر انرژی های جایگزین

۸۶	۱-۳- مقدمه
۸۶	۲-۳- انرژی های جایگزین
۸۷	۱-۲-۳- منابع نامتعارف نفت و گاز
۸۷	۱-۱-۲-۳- تعریف منابع نامتعارف
۸۹	۲-۱-۲-۳- انواع منابع نامتعارف
۸۹	نفت خام غیرمتعارف و انواع آن
۸۹	شن های نفتی

۱۱۹	۳-۳-۱- مقررات زیست محیطی
۱۲۰	۳-۳-۲- توسعه دانش
۱۲۰	۳-۳-۳- قیمت سوخت های فسیلی (نفت خام)
۱۲۰	۳-۳-۱- انرژی های تجدید شونده
۱۲۰	۳-۳-۲- منابع نامتعارف
۱۲۲	۳-۳- ترکیب عرضه انرژی
۱۲۴	۳-۴- هدف گذاری کشورهای OECD
۱۲۵	۳-۵- جمع بندی و نتیجه گیری

فصل چهارم: بررسی تاثیر متقابل قیمت نفت خام و انرژی های جایگزین، رویکرد اقتصاد سنجی

۱۲۸	۴-۱- مقدمه
۱۲۸	۴-۲- انواع انرژی جایگزین
۱۲۸	۴-۳- چگونگی تاثیر متقابل قیمت نفت و توسعه انرژی های جایگزین
۱۲۹	۴-۳-۱- رویکرد خرد
۱۲۹	انرژی های تجدید شونده
۱۲۹	رویکرد سنتی، محاسبه هزینه های قابل اجتناب
۱۳۰	رویکرد نوین، قیمت بازار و مکانیزم رقابتی
۱۳۴	سایر منابع جایگزین
۱۳۶	۴-۳-۲- رویکرد کلان
۱۳۷	۴-۴- مدل خود توضیح برداری
۱۳۸	۴-۴-۱- بررسی متغیرهای اصلی
۱۳۹	۴-۴-۲- پایانی متغیرها
۱۴۰	۴-۴-۳- تعداد بهینه وقفه های مدل
۱۴۱	۴-۴-۵- آزمون علیت متغیرهای مدل
۱۴۳	۴-۴-۱- تحلیل علیت بر مبنای رویکرد تودا و یاماموتو
۱۴۹	۴-۴-۱-۱- مقایسه نتایج دو گزینه منتخب
۱۵۰	۴-۶- جمع بندی فصل چهارم

فصل پنجم: بررسی تاثیر توسعه انرژی های جایگزین بر تقاضای نفت خام، رویکرد بخشی

۱۵۲	۵-۱- مقدمه
۱۵۳	۵-۲- چارچوب مفهومی
۱۵۶	۵-۳- تحولات آتی در حوزه سوخت

۱۵۶	.....	بخش کلیدی	۱-۳-۵
۱۵۷	.....	فرآورده های پالایشگاهی تصفیه نفت خام	۱-۱-۳-۵
۱۵۹	.....	تقاضای فرآورده های نفتی بخش های مختلف	۲-۱-۳-۵
۱۶۱	.....	تغییرات ساختاری محتمل	۳-۱-۳-۵
۱۶۱	.....	بهبود راندمان خودروهای موجود	.....
۱۶۵	.....	سوخت های زیستی در بخش حمل و نقل	.....
۱۶۵	.....	خودروهای الکتریکی	.....
۱۶۷	.....	نقش خودروهای الکتریکی	۴-۵
۱۶۸	.....	متغیرهای اصلی در تحلیل سناریویی	۵-۵
۱۶۸	.....	ضریب بهره برداری	۱-۵-۵
۱۶۹	.....	قیمت سوخت خودروهای متعارف	۲-۵-۵
۱۶۹	.....	تامین سوخت برای تولید برق	۳-۵-۵
۱۷۰	.....	سهام خودروهای الکتریکی از تولیدات جدید	۴-۵-۵
۱۷۰	.....	موانع گسترش خودروهای الکتریکی	۶-۵
۱۷۰	.....	معاوضه سوخت و سرمایه	۱-۶-۵
۱۷۱	.....	تغییر پذیری و عدم قطعیت	۲-۶-۵
۱۷۲	.....	ارزیابی بالاتر نرخ بازگشت سرمایه	۳-۶-۵
۱۷۲	.....	اثر بازگشتی	۴-۶-۵
۱۷۲	.....	زیرساخت های عمومی	۵-۶-۵
۱۷۲	.....	مقاومت خودروسازان	۶-۶-۵
۱۷۳	.....	عادات مصرفی	۷-۶-۵
۱۷۳	.....	مدلسازی تاثیر توسعه خودروهای الکتریکی	۷-۵
۱۷۵	.....	تحلیل ابعاد مختلف مدل و حل آن	۸-۵
۱۷۵	.....	مقایسه اقتصادی خودروهای متعارف و الکتریکی	۱-۸-۵
۱۷۸	.....	هزینه ثابت	۱-۱-۸-۵
۱۷۸	.....	ضریب بهره برداری	۲-۱-۸-۵
۱۸۰	.....	هزینه برق برای خودروهای الکتریکی	۳-۱-۸-۵
۱۸۰	.....	اتکای به پیش بینی های موجود	.....
۱۸۱	.....	هزینه تامین برق از طریق منبع تولید	.....
۱۸۲	.....	پیش بینی قیمت گاز طبیعی	.....

- ۱۸۳ هزینه تامین برق از طریق مولدهای حرارتی.....
- ۱۸۴ افق کوتاه مدت، قیمت (هزینه) کم باری.....
- ۱۸۵ چالش بلندمدت، کاهش یا حذف اختلاف کم باری و اوج بار.....
- ۱۸۶ تاثیر گازهای نامتعارف.....
- ۱۸۷ تامین برق از طریق انرژی های تجدید شونده.....
- ۱۸۹ ۴-۱-۸-۵- هزینه بنزین برای خودروهای متعارف.....
- ۱۹۰ ۵-۱-۸-۵- استخراج آستانه جایگزینی.....
- ۱۹۱ ۶-۱-۸-۵- نتایج حاصل و تحلیل حساسیت.....
- ۱۹۳ ۲-۸-۵- تاثیر خودروهای الکتریکی بر تقاضای نفت خام در بخش حمل و نقل.....
- ۱۹۳ ۱-۲-۸-۵- وضعیت خودروهای موجود.....
- ۱۹۵ ۲-۲-۸-۵- نرخ نفوذ خودروهای الکتریکی.....
- ۱۹۶ ۳-۲-۸-۵- پیش بینی تولید خودروهای جدید.....
- ۱۹۸ ۴-۲-۸-۵- معرفی و انتخاب سناریوهای محتمل.....
- ۱۹۹ ۹-۵- نتایج حاصل و جمع بندی.....

فصل ششم: جمع بندی و نتیجه گیری

- ۲۰۲ ۱-۶- مقدمه.....
- ۲۰۳ ۲-۶- نتایج حاصل.....
- ۲۰۳ ۱-۲-۶- حوزه نفت خام متعارف.....
- ۲۰۳ ۱-۱-۲-۶- تولید و ذخایر.....
- ۲۰۶ ۲-۱-۲-۶- هزینه های تولید.....
- ۲۰۶ ۳-۱-۲-۶- مصرف نفت خام و پیش بینی تقاضا.....
- ۲۰۷ ۴-۱-۲-۶- بازارهای نفت خام.....
- ۲۰۷ ۵-۱-۲-۶- در بخش کاربرد نفت خام.....
- ۲۰۷ ۲-۲-۶- انرژی های جایگزین.....
- ۲۰۷ ۱-۲-۲-۶- انواع منابع جایگزین.....
- ۲۰۸ ۲-۲-۲-۶- بهبود روش های حفاری.....
- ۲۰۸ ۳-۲-۲-۶- آب و انرژی مورد نیاز برای تولید نفت از منابع نامتعارف.....
- ۲۰۸ ۴-۲-۲-۶- آثار زیست محیطی منابع نامتعارف.....
- ۲۰۹ ۵-۲-۲-۶- هزینه تولید منابع نامتعارف.....
- ۲۰۹ ۶-۲-۲-۶- ضریب امنیت منابع متعارف.....

۲۱۰	.....	۷-۲-۲-۶- سایر منابع جایگزین (انرژی های تجدید شونده و انرژی هسته ای)
۲۱۰	.....	۳-۲-۶- تاثیر قیمت نفت خام بر توسعه انرژی های جایگزین
۲۱۱	.....	۴-۲-۶- تاثیر بکارگیری انرژی های جایگزین در بخش حمل و نقل بر تقاضای نفت خام
۲۱۱	.....	۱-۴-۲-۶- شناسایی بخش کلیدی
۲۱۱	.....	۲-۴-۲-۶- نقش خودروهای الکتریکی
۲۱۲	.....	۳-۴-۲-۶- معاوضه سوخت و سرمایه
۲۱۲	.....	۴-۴-۲-۶- هزینه برق در مقابل فرآورده های نفتی
۲۱۲	.....	۵-۴-۲-۶- مقایسه اقتصادی خودروهای الکتریکی و متعارف
۲۱۳	.....	۶-۴-۲-۶- منحنی سقف طبیعی هزینه انرژی
۲۱۳	.....	۷-۴-۲-۶- پیش بینی تاثیر خودروهای الکتریکی بر تقاضای نفت خام
۲۱۶	.....	۳-۶- توصیه های سیاستی
۲۳۳	.....	۴-۶- بررسی بیشتر و مطالعات آتی
۲۱۶	.....	فهرست منابع
۲۲۱	.....	ضمیمه ها

فهرست جداول

۲۳	۱-۱ وضعیت تولید و مصرف نفت خام در مناطق مختلف جهان
۲۷	۲-۱ میزان مصرف انرژی (Btu) به ازای هر دلار تولید ناخالص ملی
53	۱-۲ ترکیب کلی عناصر تشکیل دهنده نفت خام
55	۲-۲ انواع نفت خام بر مبنای ساختار مولکولی و ارتباط بین اتم های کربن و هیدروژن
57	۳-۲ طبقه بندی انواع نفت خام بر مبنای شاخص API
58	۴-۲ مشخصات برخی از نفت خام های رایج
60	۵-۲ مشخصات ترکیب نفتی جایگزین برنت
62	۶-۲ ذخایر اثبات شده نفت خام در جهان
63	۷-۲ رشد ذخایر اثبات شده در طول دوره های ۵ ساله
64	۸-۲ سهم هر یک از مناطق جهان از ذخایر اثبات شده در دوره های مورد بررسی
67	۹-۲ میزان تولید نفت خام بر اساس وقفه های ۵ ساله
67	۱۰-۲ میزان رشد تولید بر اساس وقفه های ۵ ساله
68	۱۱-۲ سهم مناطق مختلف در تامین نفت خام بازار جهانی
73	۱۲-۲ مرور مشخصات کلی میادین بزرگ نفت خام در دنیا
74	۱۳-۲ طبقه بندی آماری میادین نفتی متعارف
78	۱۴-۲ درصد میزان بازیافت نفت درجا، با بکارگیری روش های اولیه، ثانویه و ثالثیه

- ۲-۱۵ هزینه های تولید نفت خام در مناطق مختلف دنیا
79
- ۲-۱۶ دامنه هزینه تولید نفت خام
۲-۱۷ پیش بینی تولید نفت خام تا سال ۲۰۳۰
82
- ۲-۱۸ کسری تولید (هزار بشکه روزانه) نسبت به مصرف نفت خام در مناطق مختلف
۲-۱۹ پیش بینی تقاضای نفت خام تا سال ۲۰۳۰
۲-۲۰ رویدادهای سیاسی و مالی بین المللی از ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰
۳-۱ دسته بندی منابع جایگزین نفت خام
۳-۲ برآوردهای انجام شده در مورد انواع نفت غیرمتعارف
۳-۳ انواع منابع نفت و گاز نامتعارف و دامنه شمول هر یک
۳-۴ هزینه های تقریبی تولید نفت خام در مناطق مختلف
108
- ۳-۵ هزینه های تقریبی تولید نفت خام کشورهای عضو اوپک
۳-۶ میزان تولید گاز در دو مقطع ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰
۳-۷ میزان تولید ذغال سنگ در دو مقطع ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰
۳-۸ تولید برق از منابع تجدید شونده و سهم آن از کل تولید جهانی برق
۳-۹ ظرفیت نیروگاههای در حال بهره برداری در مناطق مختلف دنیا
۳-۱۰ پتانسیل انرژی خورشیدی در برخی مناطق جهان
119
- ۳-۱۱ پتانسیل سالانه انرژی باد در مناطق مختلف جهان
120
- ۳-۱۲ ظرفیت نصب شده نیروگاههای بادی در مناطق مختلف دنیا
۳-۱۳ میزان ذخایر اثبات شده اورانیوم برخی کشورهای منتخب
۳-۱۴ ترکیب عرضه انرژی در ایران
۳-۱۵ سهم تقریبی انواع انرژی در تامین مجموع انرژی اولیه برخی کشورهای منتخب
۳-۱۶ مقایسه تنوع فن آوری های تولید انرژی برق برای کشورهای نفت خیز و غیر نفت خیز
134
- ۴-۱ خلاصه وضعیت متغیرهای اصلی مدل منتخب
۴-۲ برخی از مشخصه های آماری متغیرهای اصلی
۴-۳ نتایج مربوط به آزمون پایائی متغیره
۴-۴ معیارهای مختلف برای تعیین تعداد بهینه وقفه های مدل
۴-۵ نتایج حاصل از علیت متقابل متغیرهای مدل تحت وقفه های مختلف
۴-۶ درصد معنی داری تاثیر متغیرهای مدل بر همدیگر در کل مدل های برآورد شده
۴-۷ تاثیر متغیرهای منتخب بر عرضه انرژی های جایگزین، چهاروقفه
۴-۸ تاثیر متغیرهای منتخب بر قیمت نفت خام، چهاروقفه
۴-۹ تاثیر متغیرهای منتخب بر شدت مصرف انرژی، چهاروقفه

۱۵۸	۱۰-۴	تاثیر متغیرهای منتخب بر عرضه انرژی های جایگزین، شش وقفه
۱۵۸	۱۱-۴	تاثیر متغیرهای منتخب بر قیمت نفت خام، شش وقفه
۱۵۹	۱۲-۴	تاثیر متغیرهای منتخب بر شدت مصرف انرژی، شش وقفه
۱۶۱	۱۳-۴	مقایسه نتایج حاصل از آزمون تودا و یاماموتو برای دو وقفه بهینه
۱۷۴	۱-۵	فناوری های نوین کاهش مصرف سوخت
۱۷۷	۲-۵	وضعیت سوخت مصرفی برای خودروهای تولیدی فعلی
۱۷۹	۳-۵	مشخصات اصلی برخی از خودروهای الکتریکی
۱۹۹	۴-۵	هزینه سوخت برای تولید برق از نیروگاههای حرارتی
۲۰۶	۵-۵	مشخصه های اصلی خودروهای الکتریکی و بنزین سوز
۲۰۶	۶-۵	خلاصه نتایج مقایسه اقتصادی خودروهای الکتریکی و متعارف
۲۰۷	۷-۵	نتایج حاصل از تغییر متغیرهای اصلی نسبت به فروش پایه
۲۱۳	۸-۵	مشوق های در نظر گرفته شده برای خرید خودروی الکتریکی در کشورهای اتحادیه اروپا
۲۱۴	۹-۵	سناریوهای منتخب برای افزایش سهم خودروهای الکتریکی

فهرست نمودارها

۱۸	۱-۱	روند مصرف انرژی اولیه و نفت خام در جهان
۱۹	۲-۱	روند مصرف انرژی کشورهای OECD و سایر کشورها
۲۰	۳-۱	روند مصرف انرژی کشورهای هند و چین
۲۱	۴-۱	روند سهم نفت خام از کل انرژی اولیه
۲۴	۵-۱	تراز تولید و مصرف نفت خام در مناطق مختلف جهان
۲۸	۶-۱	روند شدت انرژی در جهان
۲۹	۷-۱	تصویر کلی مبادلات جهانی نفت خام
۳۴	۸-۱	پراکندگی جغرافیائی نیروگاههای هسته ای در سطح جهان
65	۱-۲	روند تاریخی ذخایر اثبات شده در کنار قیمت واقعی نفت خام در بازار جهانی
66	۲-۲	تغییرات قیمت نفت خام در کنار تغییرات ذخایر اثبات شده
68	۳-۲	روند رشد تولید نفت خام در مناطق مختلف
69	۴-۲	روند رشد تولید نفت خام در کنار رشد ذخایر اثبات شده
70	۵-۲	نسبت ذخایر به تولید نفت خام و رشد آن
72	6-۲	روند تغییرات تولید نفت خام در کنار تغییرات قیمت آن
75	۷-۲	شمای کلی مراحل سه گانه تولید
81	۸-۲	هزینه های تولید سوخت های فسیلی و زیستی
83	۹-۲	سهم بخش های مختلف در تقاضای نفت خام
84	۱۰-۲	روند تولید و مصرف نفت خام (هزار بشکه در روز) طی دو دهه اخیر
85	۱۱-۲	تقاضای نفت خام در بازارهای مختلف

88	۲-۱۲ تفکیک بازارهای واقعی از بازارهای مالی نفت خام
۹۵	۳-۱ هرم منابع نفت و گاز متعارف و نامتعارف
۹۵	۳-۲ مقایسه جایگاه فیزیکی اشکال مختلف نفت و گاز متعارف و نامتعارف
۱۰۰	۳-۳ شمای کلی سنگ های رسی گازی شناخته شده در نقاط مختلف جهان
۱۰۱	۳-۴ پراکندگی جغرافیائی سنگ های رسی گازی در مناطق مختلف جهان
۱۰۹	۳-۵ درصد اختلاف هزینه تولید منابع نفت متعارف و منابع نامتعارف
۱۱۱	۳-۶ ذخایر اثبات شده گاز طبیعی در برخی کشورهای منتخب
۱۱۳	۳-۷ ذخایر اثبات شده ذغال سنگ در برخی کشورهای منتخب
۱۱۷	۳-۸ میزان تولید برق نیروگاههای برق آبی در سال ۲۰۱۰
۱۲۷	۳-۹ تعداد راکتورهای اتمی که فرایند ساخت آنها در هر سال آغاز شده است
۱۲۸	۳-۱۰ چرخه سیستمی عوامل تاثیرگذار بر توسعه انرژی های جایگزین
۱۳۱	۳-۱۱ تاثیر احتمالی عرضه منابع نفتی نامتعارف بر منحنی عرضه بازار نفت
۱۳۵	۳-۱۲ پیش بینی تغییر ترکیب تولید برق (۲۰۰۷-۲۰۳۵) برای کشورهای اروپائی عضو OECD
۱۴۱	۴-۱ شمای کلی عوامل بازار و شبکه برق ایران
۱۴۲	۴-۲ مکانیزم بازار برای کشف قیمت تسویه بازار
۱۴۳	۴-۳ تاثیر احتمالی توسعه انرژی های جایگزین بر بازار نفت خام
۱۴۵	۴-۴ مکانیزم بازار برای کشف قیمت تسویه بازار
۱۴۷	۴-۵ چرخه علیت محتمل متغیرهای منتخب
۱۵۶	۴-۶ چرخه علیت واقعی برای تمام متغیرهای مدل بر اساس چهار وقفه
۱۵۷	۴-۷ چرخه علیت متغیرهای منتخب بر اساس چهار وقفه
۱۵۹	۴-۸ چرخه علیت واقعی برای تمام متغیرهای مدل بر اساس شش وقفه
۱۶۰	۴-۹ چرخه علیت متغیرهای منتخب بر اساس شش وقفه
۱۶۶	۵-۱ چارچوب مفهومی برای تبیین تاثیر آتی انرژی های جایگزین بر بازار انرژی
۱۶۷	۵-۲ تقریب ساده منحنی سقف طبیعی هزینه انرژی
۱۶۹	۵-۳ ترکیب فرآورده های حاصل از پالایش نفت خام در کشورهای منتخب
۱۷۰	۵-۴ ترکیب فرآورده های حاصل از پالایش نفت خام در جهان
۱۷۱	۵-۵ سهم هر یک از بخش های مختلف از مصرف فرآورده های نفتی در سال ۲۰۰۹
۱۷۲	۵-۶ سهم مصرف بخش حمل و نقل از کل فرآورده های نفتی در سال ۲۰۰۹
۱۸۱	۵-۷ تصویر کلی رابطه نفت خام متعارف و منابع جایگزین با تاکید بر بخش حمل و نقل
۱۸۵	۵-۸ جایگزینی هزینه سوخت با هزینه سرمایه
۱۸۸	۵-۹ چارچوب کلی مدلسازی برای استخراج تاثیر توسعه خودروهای الکتریکی بر تقاضای نفت خام
۱۹۱	۵-۱۰ منحنی هزینه (خطی) دو خودروی الکتریکی و متعارف
۱۹۴	۵-۱۱ توزیع آماری مسافت طی شده خودروهای ایالات متحده در سال ۱۹۹۵
۱۹۵	۵-۱۲ قیمت جاری و پیش بینی قیمت برق برای افق ۲۰۳۵

۱۳-۵ پیش بینی قیمت گاز طبیعی در سه ناحیه منتخب

۱۹۷

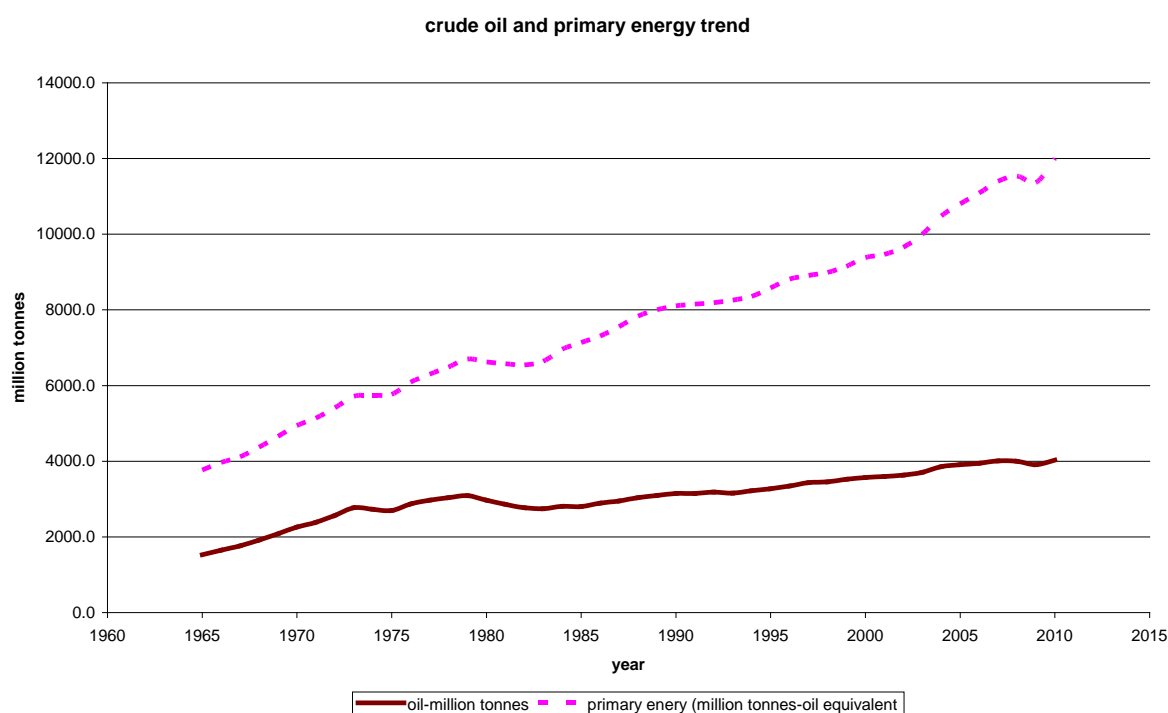
- ۲۰۰ ۱۴-۵ تقاضای بار الکتریکی در یک دوره ۲۴ ساعته در ایران
- ۲۰۱ ۱۵-۵ حجم منابع گاز متعارف و نامتعارف گاز طبیعی
- ۲۰۲ ۱۶-۵ تاثیر تولید گازهای نامتعارف بر قیمت گاز طبیعی در بازار ایالات متحده
- ۲۰۳ ۱۷-۵ وضع موجود و آتی تولید برق از منابع تجدید شونده
- ۲۰۴ ۱۸-۵ روند هزینه تولید برق از تکنولوژی های تجدید شونده
- ۲۰۵ ۱۹-۵ پیش بینی قیمت نفت خام در کنار سناریوهای محتمل تقاضای آن
- ۲۰۸ ۲۰-۵ آستانه جایگزینی خودروهای الکتریکی به جای خودروهای بنزین سوز
- ۲۱۱ ۲۱-۵ نرخ نفوذ یک فن آوری نوظهور در بازار
- ۲۱۴ ۲۲-۵ روند تولید جهانی خودرو در یک دهه اخیر
- ۲۱۴ ۲۳-۵ تعداد خودروهای موجود
- ۲۱۵ ۲۴-۵ نتایج مربوط به تقاضای نفت خام خودروهای شخصی بخش حمل و نقل در سناریوهای مختلف
- ۲۱۶ ۲۵-۵ تقاضای نفت خام خودروهای شخصی در بخش حمل و نقل در سناریوهای مختلف

فصل اول

کلیات

در دنیای امروز، تقریباً کلیه فعالیت‌ها به طور مستقیم یا غیر مستقیم، متأثر از مصرف انرژی‌های فسیلی هستند^۱. بنابراین ایجاد وقفه در تامین انرژی تأثیر معنی‌داری بر زندگی امروزی خواهد گذاشت. در حال حاضر حجم مصرف انرژی در سطح بسیار بالائی تنظیم شده و روند آن نیز به طور مستمر، فزاینده است. نمودار شماره (۱-۱) وضعیت مصرف انرژی اولیه و نفت خام در جهان در طول نزدیک به سه دهه گذشته را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۱ روند مصرف انرژی اولیه و نفت خام در جهان



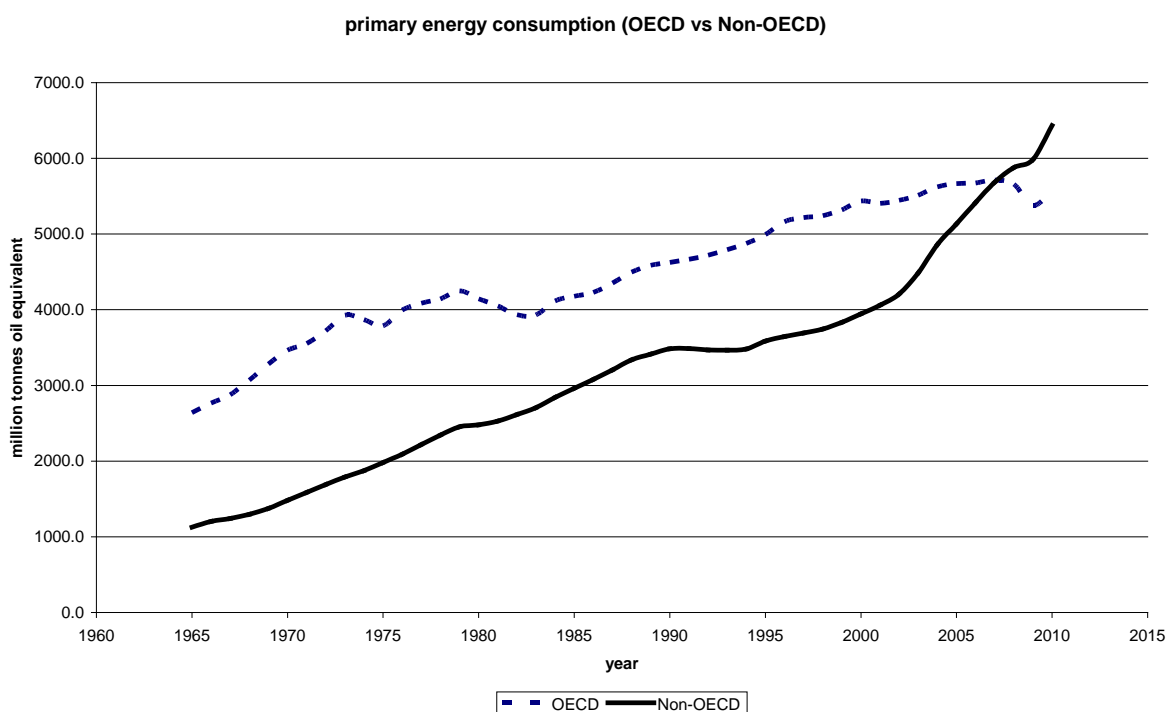
Source: <http://www.eia.doe.gov>

شیب مثبت نمودارهای فوق، فارغ از تغییرات و نوسان‌های مقطعی، حاکی از افزایش مستمر وابستگی به انرژی و نفت خام است. با این حال شدت مصرف انرژی اولیه، در مقایسه با نفت خام بیشتر بوده است. به عبارت دیگر، شکل ظاهری نمودار فوق و تغییرات مصرف انرژی اولیه و نفت خام نشان می‌دهد در طول زمان حرکت انرژی مصرفی در جهان به سمت افزایش سهم مصرف سایر حامل‌های انرژی، بجز نفت خام، بوده است. با این حال این بحث نیاز به بررسی‌های دقیق‌تری داشته و نمی‌توان به عنوان یک نتیجه قطعی

^۱ گرچه فعالیت‌های جدیدی مانند تکنولوژی اطلاعات و صنایع الکترونیک، بدون مصرف سوخت‌های فسیلی و صرفاً با مصرف برق به فعالیت خود ادامه می‌دهند، با این حال با توجه به اتکای جدی بخش تولید برق به سوخت‌های فسیلی، تداوم این فعالیت‌ها در شرایط فعلی نیز به طور غیر مستقیم متکی به سوخت‌های فسیلی است.

از آن یاد کرد. همان طور که از نمودار فوق مشاهده می شود، شکاف میان نفت خام مصرفی و کل انرژی اولیه مصرفی سیر صعودی داشته و به طور مستمر در حال افزایش بوده است. از آنجائی که تولید ناخالص ملی بالاتر، با فرض ثبات شدت انرژی، مستلزم مصرف انرژی بیشتری است، مصرف انرژی کشورهای توسعه یافته، در مقایسه با کشورهای در حال توسعه، به نحو چشم گیری بالاتر است. در سال های اخیر، شتاب رشد اقتصادی برخی کشورهای در حال توسعه مانند هند و چین و تقاضای بسیار بالای انرژی در این کشورها، تاثیر ویژه ای بر بازار انرژی گذاشته است. نمودار شماره (۱-۲) روند مصرف انرژی کشورهای عضو سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه^۲ و سایر کشورها را نشان می دهد. در سال های اخیر، حجم مصرف کشورهای غیر عضو سازمان فوق، به سطحی بالاتر از مصرف انرژی کشورهای عضو این سازمان افزایش یافته است. دلایل این موضوع نیاز به بررسی دقیقی دارد با این حال، رشد اقتصادی بالای کشورهای هند و چین از یک سو، تلاش کشورهای صنعتی برای انتقال و استقرار صنایع انرژی بر در کشورهای در حال توسعه و اتکای بیشتر به صنایع با شدت مصرف انرژی پائین تر می تواند از جمله دلایل این موضوع محسوب گردد.

شکل ۱-۲ روند مصرف انرژی در کشورهای OECD و سایر کشورها



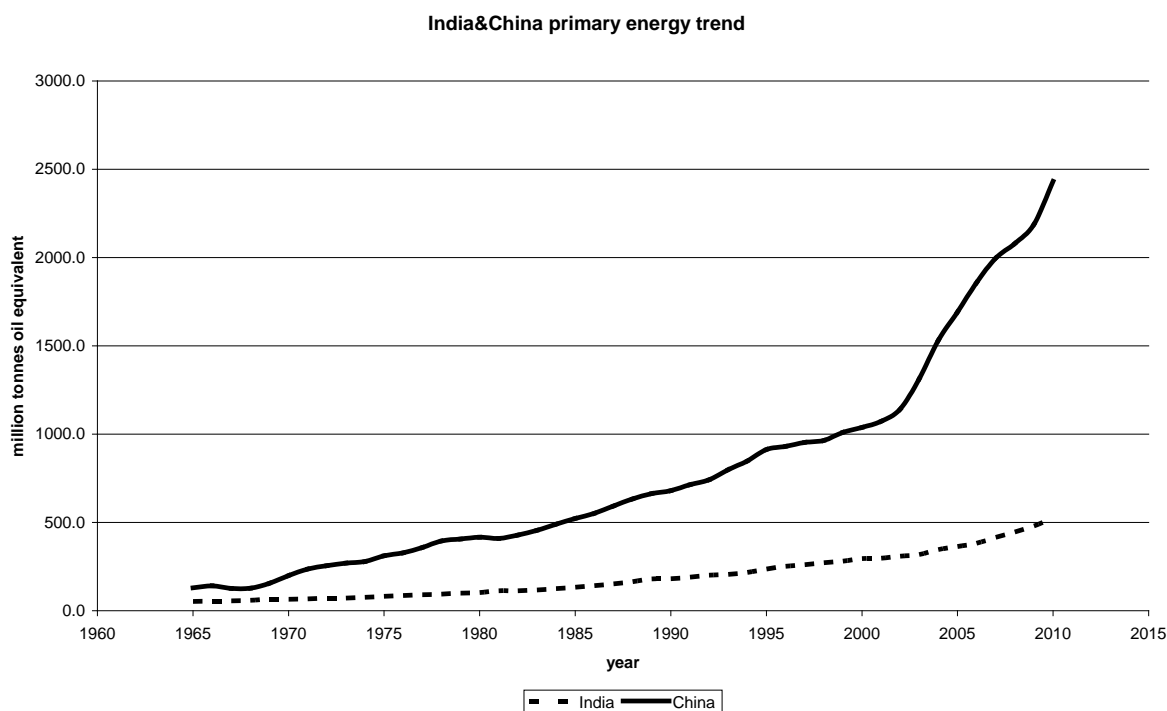
Source: <http://www.eia.doe.gov>

برای بررسی دقیق تر این موضوع، مصرف انرژی اولیه دو کشور هند و چین مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل در نمودار شماره (۱-۳) ارائه شده است. در این نمودار، روند مصرف انرژی دو کشور فوق طی دو دهه گذشته ارائه شده است. این نمودار نشان می دهد رشد اقتصادی چین و مصرف بالای انرژی

²) Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

اولیه آن، به ویژه افزایش ناگهانی نرخ رشد مصرف انرژی آن از سال ۲۰۰۲ تا بحال، سهم بسیار بالایی در پیشی گرفتن مصرف انرژی کشورهای غیر عضو (OECD) نسبت به کشورهای عضو این سازمان داشته است. مصرف انرژی در هند، گرچه در مقایسه با بسیاری از کشور به نحو معنی داری بالاتر است، با این حال نسبت به مصرف چین بسیار کمتر بوده و شکاف مصرف انرژی در این دو کشور در طول یک دهه گذشته به طور فزاینده ای در حال افزایش بوده است. بنابراین چین را می توان یکی از بازیگران اصلی بازار انرژی در شرایط جاری و آینده محسوب کرد.

شکل ۱-۳ روند مصرف انرژی کشورهای هند و چین



Source: <http://www.eia.doe.gov>

از آنجائی منابع انرژی فسیلی محدود بوده و اغلب آنها کشف شده و در مرحله بهره برداری قرار دارد، این موضوع می تواند بر روند مصرف انرژی، در آینده تاثیر مهمی بگذارد. اگر بتوان منابع انرژی غیر فسیلی را توسعه داده و ضریب بهره برداری از آنان را افزایش داد، تداوم روند فوق قابل تصور خواهد بود. بنابراین، جهان می بایست خود را برای دنیای فاقد انرژی های فسیلی آماده کند. رشد مثبت و شتابان مصرف انرژی اولیه از یک سو و محدودیت منابع انرژی فسیلی از سوی دیگر، می تواند موجب گرایش جدی تر به سمت انرژی های جایگزین گردد.

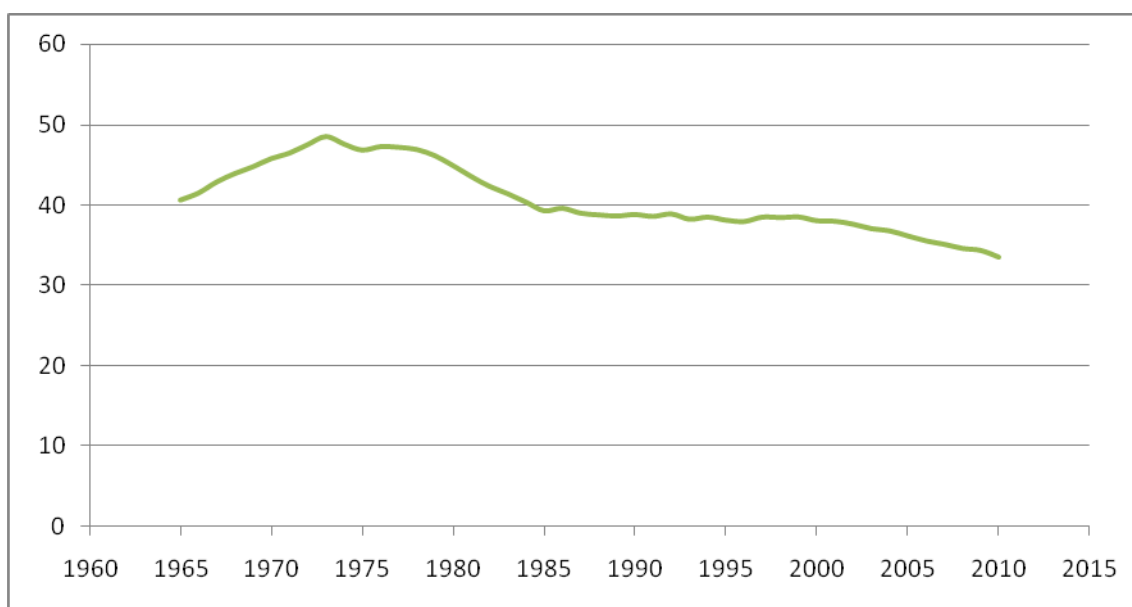
شواهد فوق امکان شکل گیری این فرضیه را مطرح می نمایند که، با فرض محدودیت ذخایر نفت خام و تملک آن توسط تعداد محدودی از کشورها، امکان تشدید انحصار عرضه نفت و بنابراین شکل گیری قیمت نفت خام در سطوح بالاتری وجود دارد. گرچه تحقق این موضوع محتمل به نظر می رسد، با این حال می

تواند موجب تشدید سرمایه گذاری برای توسعه انرژی های جایگزین در کشورهای مصرف کننده شود. برخی از موارد تاثیر گذار در این زمینه به شرح زیر است.

۲-۱ - سهم نفت خام از انرژی اولیه

همان طور که در شکل (۱-۱) مشاهده شد، نفت خام، هنوز به عنوان مهم ترین منبع تامین انرژی مورد نیاز کشورهای مختلف محسوب می شود. گرچه سهم این حامل انرژی از کل انرژی اولیه در طول سال های گذشته روندی کاهنده داشته است، نمودار شماره (۱-۴) ملاحظه گردد، با این حال کماکان بیش از یک سوم کل انرژی اولیه از طریق نفت خام تامین می گردد.

شکل ۱-۴ روند سهم نفت خام از کل انرژی اولیه (درصد نفت خام از کل انرژی اولیه)



منبع: محاسبات محقق

سهم نسبتاً بالای نفت خام در تامین مجموع انرژی اولیه، بیانگر جایگاه ویژه ی این حامل انرژی از کل انرژی مصرفی در جهان است. این مسئله، مستقیم یا غیر مستقیم، بر هزینه های خانوار تاثیرگذار است. گرچه از تئوری اقتصاد خرد می دانیم سهم بالای کالاها در سبد مصرف موجب افزایش حساسیت (کشش) مصرفی می گردد. این موضوع در مورد کالاهای با سهم بسیار پائین در سبد مصرف (مثلاً نمک در سبد خانوار) برعکس است. با این حال سهم از سبد خانوار تنها عامل تعیین کننده نیست. عوامل دیگری مانند

جانشین پذیری کالا نیز اهمیت خاص خود را دارند. برخی مطالعات^۳ لختی واکنش مصرف کنندگان در مقابل تغییرات عرضه و قیمت نفت خام را نشان داده و دلایل آن را تشریح کرده اند.

نمودار شماره (۱-۴) نشان می دهد در دو دهه اخیر بین ۳۰ تا ۴۰ درصد انرژی اولیه مصرفی جهان از نفت خام و فرآورده های آن تامین شده است. از سوی دیگر تقریباً تمام انرژی مورد نیاز بخش حمل و نقل از فرآورده های نفتی تامین می شود. در برخی مطالعات^۴ عنوان شده است، شتاب تجهیز بخش حمل و نقل کشورهای در حال توسعه به وسایل موتوری، موجب افزایش ۶۰ درصدی تقاضای نفت خام طی ۳۰ سال آینده خواهد شد. در همین راستا، افزایش تقاضای نفت خام در برخی کشورها، به ویژه چین، عاملی برای تسریع در تحقق نقطه اوج تولید عنوان شده^۵ به طوری که حصول به نقطه اوج عرضه نفت برای ۵ تا ۱۰ سال آینده پیش بینی شده است.^۶ تحقق این موضوع به مفهوم کاهش تولید و عرضه نفت خام در سال های بعد از آن است. بنابراین ریسک های سیاسی و اقتصادی در حوزه تامین انرژی می تواند افزایش یابد.^۷ در صورت پذیرش این موضوع، کشورهای دارنده منابع نفت خام باید خود را برای بررسی و انتخاب استراتژی های مناسب برای چنان شرایطی آماده نمایند.

۱-۳- ساختار مالکیت منابع نفت خام

نفت خام با بسیاری از کالاهای دیگر متفاوت است. برعکس کالاهای متعارف، که مالکیت انفرادی در مورد آن ها امری متعارف و بسیاری اوقات، بدیهی است، این موضوع در مورد نفت خام صادق نیست.^۸ بنابراین بجای بررسی ساختار مالکیت انفرادی، توزیع و تملک منابع نفت خام توسط کشورهای مختلف و تحلیل آثار آن می تواند واقعیت های بازار نفت خام را به نحو مطلوب تری منعکس نماید. نگاهی به گروه کشورهای تولید کننده و مصرف کننده نفت خام نشان می دهد برخی کشورهای خاورمیانه، به ویژه منطقه خلیج فارس، دارای حجم معنی داری تولید مازاد، نسبت به میزان مصرف داخلی، هستند. اغلب این کشورها از اعضای سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) محسوب می شوند. از سوی دیگر مناطق آمریکای شمالی، اروپا و اوراسیا، برخی کشورهای آسیائی (به طور خاص هند و چین) و منطقه اقیانوسیه، با توجه به حجم بالای مصرف داخلی، دچار کمبود یا دارای تراز منفی هستند. اغلب این کشورها عضو سازمان همکاری های اقتصادی (OECD) محسوب می شوند. جدول شماره (۱-۱) و نمودار شماره (۱-۵) ملاحظه شود. در یک تقسیم بندی کلی، می توان کشورهای دنیا را به دو گروه دارای مازاد تولید و مازاد مصرف در زمینه نفت خام تقسیم کرد. با فرض پایان پذیری نفت خام، انتظار می رود به تدریج مجموعه اول بزرگ تر و

^۳) Anna, L. (2009).

^۴) Green, D.L. (2005).

^۵) Oil Market Report (2009).

^۶) Bentley, R.W. (2002).

^۷) Riebel, F. & Ohm, B. (2008).

^۸) در کشورهای کانادا و ایالات متحده زیر ساخت های حقوقی لازم برای ساختار مالکیت انفرادی حاکم است. با این حال رفتار این کشورها در بازار جهانی نفت را می توان مستقل از این موضوع بررسی کرد.