

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده اقتصاد و حسابداری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.A)

گرایش :

اقتصاد انرژی

عنوان :

بررسی رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت

استاد راهنما :

دکتر فرزین اربابی

استاد مشاور :

دکتر هوشنگ مومنی وصالیان

پژوهشگر :

زهرا مهدوی راد

تابستان ۱۳۹۰



**ISLAMIC AZAD UNIVERSITY**

**Central Tehran Branch**

**Faculty of Economics & Accounting-Department of Energy Economics**

**"M. A" Thesis**

**On Energy Economics**

**Subject:**

**A SURVEY ON THE RELATION BETWEEN ENERGY CONSUMING  
AND ADDED VALUE IN INDUSTRY SECTION**

**Advisor:**

**Dr. Farzin Arbabi**

**Reader:**

**Dr.Houshang Momeni Vesalian**

**By:**

**Zahra Mahdavidrad**

**Summer 2012**

## سپاسگزاری:

جادارد که صمیمانه از تلاش راهنمای گرانقدر، آقای دکتر فرزین اربابی که زحمت راهنمایی رساله را با حوصله پذیرفتند و این پژوهش با هدایت ارزنده ایشان به ثمر رسید قدردانی و سپاسگزاری کنم.

همچنین از همسر عزیزم آقای مهریار جناب و دوست گرانقدرم سرکار خانم ایسان قدرت بگی که مرا در اجرای این پژوهش یاری کردند خالصانه تشکر و قدردانی می نمایم و توفیق تمامی آنها را از خداوند خواستارم .

تقدیم به :

روح پدر مهربانم که سی سال پیش آسمانی شد

و مادر بزرگوارم که توفیق تعلیم و تعلم را مدیون او هستم.

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	چکیده
	فصل اول: کلیات طرح
	مقدمه
۳	۱-۱ تعریف مساله
۵	۲-۱ هدف تحقیق
۵	۳-۱ سوالات تحقیق
۵	فرضیه های تحقیق
۵	۴-۱ روش تحقیق
	فصل دوم: مطالعات نظری
	مقدمه
۸	۱-۲ برخی تعاریف مرتبط با انرژی
۱۰	۲-۲ رشد اقتصادی
۱۰	۳-۲ جایگاه مصرف انرژی در تابع تولید و رشد اقتصادی از لحاظ نظری
۱۴	۴-۲ پیشینه مطالعات تجربی
۱۵	۲-۴-۱ مطالعات انجام شده در خارج از کشور
۲۵	۲-۴-۲ مطالعات انجام شده در داخل کشور
۳۲	۲-۵-۵ جمع بندی
	فصل سوم: روش شناسایی تحقیق (متدولوژی)
	مقدمه
۳۴	۱-۳ روند مصرف کل انرژی
۳۶	۲-۳ بخش صنعت
۳۶	۱-۲-۳ مصرف کل انرژی در بخش صنعت
۳۹	۲-۲-۳ ارزش افزوده ی بخش صنعت
۴۰	۳-۲-۳ اشتغال در بخش صنعت
۴۱	۴-۲-۳ موجودی سرمایه در بخش صنعت

۳-۳	بررسی رابطه تجربی بین ارزش افزوده و مصرف انرژی در بخش صنعت در ایران و عوامل شکست ساختاری	۴۳
۴-۳	جمع بندی	۴۵

### فصل چهارم : تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق

#### مقدمه

۴۷	تعریف آزمون ایستایی متغیرها	۱-۴
۴۸	۱-۱-۴ آزمون ریشه واحد دیکی - فولر	۱-۴
۴۹	۲-۱-۴ آزمون ریشه واحد پرون	۱-۴
۵۰	۳-۱-۴ آزمون ریشه واحد زیوت و اندریوز	۱-۴
۵۱	تعریف همگرایی	۲-۴
۵۲	۱-۲-۴ آزمون همگرایی به روش یوهانسن - یوسلیوس	۲-۴
۵۳	۲-۲-۴ آزمون همگرایی به روش گریگوری - هانسن	۲-۴
۵۷	آزمون علیت گرنجر	۳-۴
۵۸	تعریف متغیرها	۴-۴
۵۹	مدل تحقیق	۵-۴
۶۰	برآورد مدل	۶-۴
۶۱	آزمون ایستایی متغیرها	۷-۴
۶۱	۱-۷-۴ آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته و فیلیپس - پرون	۷-۴
۶۲	۲-۷-۴ آزمون ریشه واحد زیوت و اندریوز	۷-۴
۶۴	آزمون همگرایی	۸-۴
۶۴	۱-۸-۴ آزمون همگرایی یوهانسن - یوسلیوس	۸-۴
۶۷	۲-۸-۴ آزمون همگرایی گریگوری - هانسن	۸-۴
۶۸	۳-۸-۴ بررسی نحوه اثرگذاری شکست در ضرایب رابطه بلندمدت	۸-۴
۷۰	آزمون علیت گرنجر	۹-۴
۷۰	جمع بندی	۱۰-۴

### فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

#### مقدمه

۷۳	نتیجه گیری	۱-۵
۷۵	پیشنهادها	۲-۵

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
۱-۲ جدول مروری بر مطالعات خارجی صورت گرفته در زمینه رابطه مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی	۲۲
۲-۲ جدول مروری بر مطالعات داخلی صورت گرفته در زمینه رابطه مصرف انرژی و GDP	۲۹
۱-۳ جدول متوسط نرخ رشد سالانه مصرف انرژی در دوره های منتخب	۳۵
۲-۳ جدول متوسط نرخ رشد سالانه مصرف انرژی در بخش صنعت در دوره های منتخب	۳۷
۳-۳ جدول متوسط نرخ رشد ارزش افزوده بخش صنعت در دوره های منتخب	۳۹
۴-۳ جدول متوسط نرخ رشد موجودی سرمایه در بخش صنعت در دوره های منتخب	۴۲
۱-۴ جدول آزمون ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون ADF	۶۲
۲-۴ جدول آزمون ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون PHILLIPS-PERRON	۶۲
۳-۴ جدول آزمون ایستایی متغیرها در سطح با استفاده از آزمون زیوت و اندریوز	۶۳
۴-۴ جدول آزمون ایستایی متغیرها با یکبار تفاضل گیری با استفاده از آزمون زیوت و اندریوز	۶۴
۵-۴ جدول تعیین وقفه بهینه مدل VAR	۶۵
۶-۴ جدول آزمون همگرایی یوهانسن - یوسلیوس برای متغیرهای مدل بر اساس آزمون اثر	۶۶
۷-۴ جدول آزمون همگرایی یوهانسن - یوسلیوس برای متغیرهای مدل بر اساس آزمون حداکثر مقدار ویژه	۶۶
۸-۴ جدول ضرایب بلندمدت متغیرها در آزمون همگرایی یوهانسن	۶۷
۹-۴ جدول خلاصه نتایج آزمون همگرایی گریگوری - هانسن	۶۷
۱۰-۴ جدول آزمون همگرایی یوهانسن - یوسلیوس برای متغیرهای مدل بر اساس آزمون اثر (با در نظر گرفتن شکست ساختاری)	۶۹
۱۱-۴ جدول آزمون همگرایی یوهانسن - یوسلیوس برای متغیرهای مدل بر اساس آزمون حداکثر مقدار ویژه (با در نظر گرفتن شکست ساختاری)	۶۹
۱۲-۴ جدول ضرایب بلندمدت متغیرها در آزمون همگرایی یوهانسن با توجه به شکست ساختاری	۶۹
۱۳-۴ جدول نتایج آزمون علیت گرنجری برای متغیرهای الگو	۷۰



## فهرست نمودارها

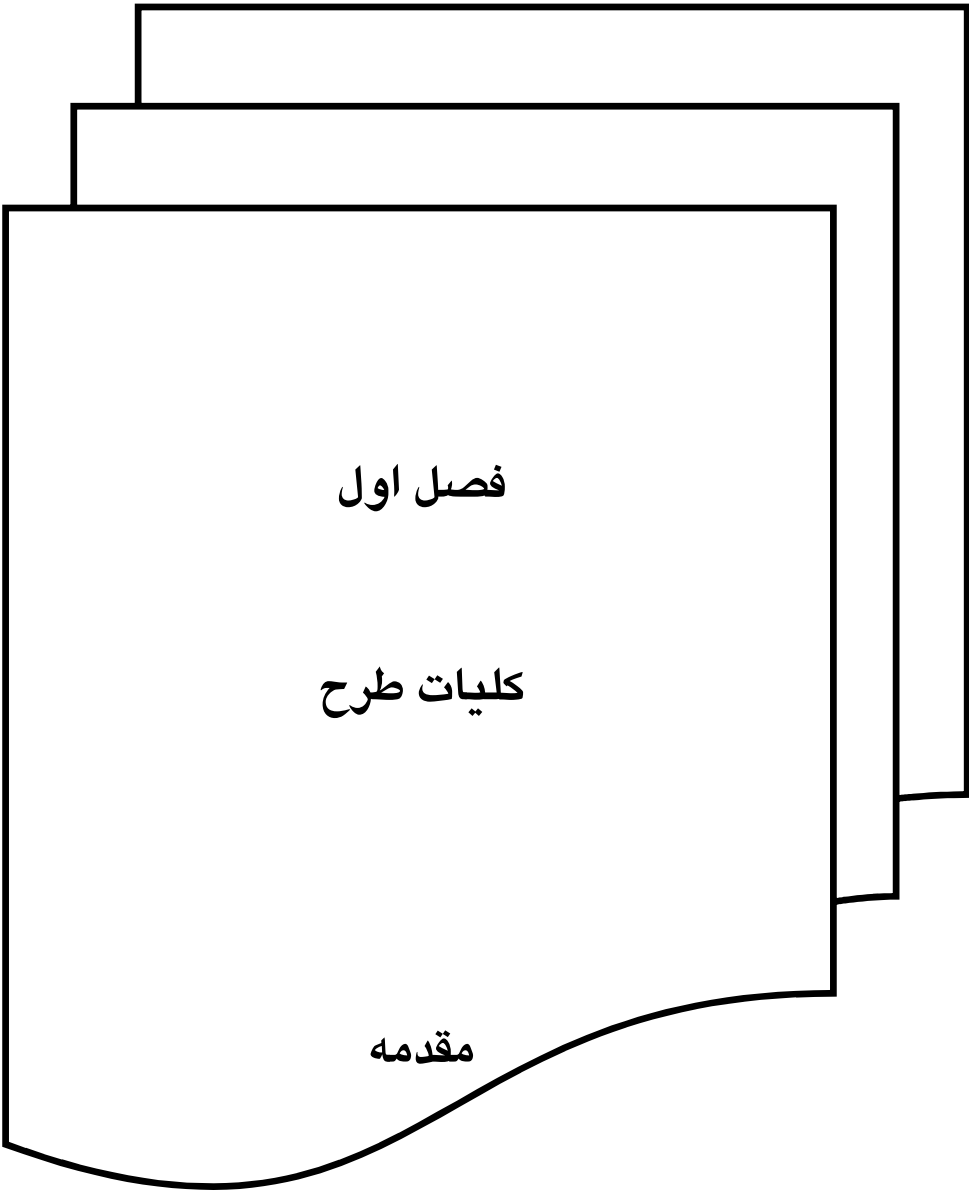
<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۴	نمودار متوسط نرخ رشد سالانه مصرف انرژی در دوره های منتخب
۳۷	نمودار روند مصرف کل انرژی در بخش صنعت
۳۸	نمودار نرخ رشد مصرف انرژی در بخش صنعت
۴۰	نمودار نرخ رشد ارزش افزوده در بخش صنعت
۴۱	نمودار نرخ رشد اشتغال در بخش صنعت
۴۳	نمودار روند نرخ رشد موجودی سرمایه در بخش صنعت
۷-۳	نمودار روند نرخ رشد ارزش افزوده و نرخ رشد مصرف کل انرژی در بخش صنعت
۴۴	
۸-۳	نمودار پراکنش بین نرخ رشد ارزش افزوده در بخش صنعت و نرخ رشد مصرف انرژی در بخش صنعت
۴۴	

## چکیده:

تبیین رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده، می تواند نقش بسزایی در تنظیم و تدوین سیاستهای بخش انرژی ایفا کند. این رابطه می تواند حسب مورد در صورت وجود یا عدم وجود شکستهای ساختاری و تغییرات رژیمی در بررسی های تجربی امری مهم و ضروری بوده و عدم توجه به آن ممکن است به نتایج غیرقابل اتکا و گمراه کننده ای منتهی شود.

در این پایان نامه تلاش شده است با استفاده از داده های سری زمانی سالانه اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۷، رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده با تاکید بر شکست ساختاری در بخش صنعت مورد بررسی قرار گیرد. در این راستا، از آزمونهای ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته، فیلیپس- پرون و زیوت و اندریوز برای تعیین تغییرات ساختاری به شکل برون زا و درون زا و همچنین از آزمون همجمعی گریگوری- هانسن و یوهانسن - یوسلیوس جهت بررسی رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و ارزش افزوده با تاکید بر شکست ساختاری در بخش صنعت استفاده شده است.

نتایج به دست آمده از تحقیق نشان می دهد که با در نظر گرفتن شکست ساختاری، رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت وجود دارد.



فصل اول

کلیات طرح

مقدمه

## مقدمه

بخش انرژی یکی از زیربناهای توسعه کشور بشمار می‌آید. افزایش مصرف انرژی حتی در شرایط ثبات تکنولوژی و یا ثبات کارایی و بهره‌وری نیز می‌تواند رفاه اجتماعی را افزایش دهد. آمار و اطلاعات موجود در مورد مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای مختلف و در کشور ما، حاکی از آن است که ارتباط معنی داری بین مصرف انرژی و رشد تولید وجود دارد، به نحوی که اگر انرژی را در زمره سایر عوامل تولید (سرمایه، نیروی کار، تکنولوژیو غیره) محسوب نماییم، افزایش مصرف انرژی می‌تواند سطح تولید را افزایش دهد.

بخش انرژی همواره دارای نقش بنیادی بر روی بخشهای اصلی اقتصادی نظیر؛ کشاورزی، صنعت و خدمات می‌باشد. بخش صنعت با مصرفی معادل ۲۳۷/۵ میلیون بشکه نفت خام، ۲۴/۴ درصد از کل مصرف نهائی انرژی در سال ۱۳۸۶ را به خود اختصاص داده است، بدین ترتیب این بخش پس از بخش‌های خانگی- تجاری و حمل و نقل رتبه سوم را از نظر مصرف انرژی دارا می‌باشد. در بخش صنعت، ۱۴۶۹۹۴۳۶ هزار لیتر نفت کوره، ۵۳۲۸۵ هزار لیتر بنزین، ۹۵۹۸۷ هزار لیتر نفت سفید، ۷۶۶۰۰۱۹ هزار لیتر نفت گاز و ۱۵۰۸۷/۴ میلیون متر مکعب گاز طبیعی در سال ۱۳۸۶ به مصرف رسیده است.<sup>۱</sup>

بخش صنعت یکی از مهمترین بخش‌های مصرف کننده انرژی می‌باشد. انرژی به عنوان نهاده مصرفی در بخش صنعت از اهمیت خاصی برخوردار است. بررسی روند مصرف انرژی در این بخش حاکی از آن است که طی سال‌های مختلف همراه با افزایش تولید و ارزش افزوده، مصرف انرژی در این بخش نیز افزایش یافته است. از اینرو بررسی رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت امری ضروری به نظر می‌رسد.

در این رساله رابطه مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت با تأکید بر شکست ساختاری بررسی خواهد شد.

### ۱-۱- تعریف مساله

از لحاظ تئوریک بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی ارتباط تنگاتنگ وجود دارد؛ به طوری که، از یک سو انرژی به عنوان نیروی محرکه در اکثر فعالیت های تولیدی و خدماتی از

۱. ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۶

جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و از سوی دیگر برای رشد و توسعه بیشتر اقتصاد کشور، افزایش مصرف انرژی به عنوان نهاده اساسی تولید ضروری است. اما آنچه در این زمینه اهمیت قابل توجهی دارد، وجود شکست ساختاری و تغییرات رژیمی است که می‌تواند تحلیل نتایج روابط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد و از اینرو عدم توجه به این امر، ممکن است نتایج غیر قابل اتکاء و گمراه کننده‌ای داشته باشد. لذا توجه به شکست ساختاری و تغییرات رژیمی در روند مصرف انرژی، بویژه در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران از اهمیت زیادی برخوردار بوده و مد نظر قرار دادن آن در بررسی‌های تجربی، یک ضرورت جدی است.

در این رساله تلاش خواهد شد رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت ایران طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۴۶ با تأکید بر شکست ساختاری مورد بررسی قرار گیرد. در اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه، اغلب به بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی اکتفا شده است. این مطالعه به سه دلیل با سایر مطالعات موجود در اقتصاد ایران متفاوت است:

- ۱- از آنجا که وجود شکست ساختاری و تغییرات رژیمی می‌تواند نتایج روابط علی را تحت تأثیر قرار دهد و این امر در اکثر مطالعات داخلی نادیده گرفته شده و عموماً در بررسی روابط بلندمدت بین متغیرهای اقتصادی از آزمون‌های همگرایی یوهانسن-یوسلیوس استفاده شده است که در صورت وجود شکست ساختاری، کارایی این روش زیر سؤال می‌رود.
  - ۲- در اکثر مطالعات از آزمون ریشه واحد پرون<sup>۲</sup> استفاده شده است که در آن، نقطه شکستگی به صورت برون‌زا تعیین می‌شود. در مطالعه حاضر به منظور تخمین درون‌زای نقطه شکستگی از آزمون ریشه واحد زیوت- اندریوز استفاده شده است.<sup>۳</sup>
  - ۳- در اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه، اغلب به بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی اکتفا شده و به‌طور خاص در زمینه مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت با تأکید بر شکست ساختاری مطالعه‌ای صورت نگرفته است.
- جامعه آماری این تحقیق از سال ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۸۷ می‌باشد.

---

1. Lee & chang, 2005 , p: 859

2. Perron, 1997

3. Gregory & Hanson, 1996

## ۱-۲- هدف تحقیق

هدف اصلی که در این رساله مورد بررسی قرار می‌گیرد عبارت است از:

- بررسی رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت در ایران با تأکید بر شکست ساختاری
- اهداف فرعی این رساله عبارتند از:
  - بررسی رابطه بین اشتغال و ارزش افزوده در بخش صنعت با تأکید بر شکست ساختاری
  - بررسی رابطه بین موجودی سرمایه و ارزش افزوده در بخش صنعت با تأکید بر شکست ساختاری

## ۱-۳- سوالات تحقیق

سوالات تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت چگونه است؟
- رابطه بین موجودی سرمایه و ارزش افزوده در بخش صنعت چگونه است؟
- رابطه بین اشتغال و ارزش افزوده در بخش صنعت چگونه است؟

## ۱-۴- فرضیه های تحقیق

فرضیه های تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- مصرف انرژی، اثر مثبت و معنی داری بر تولید (ارزش افزوده) بخش صنعتی دارد.
- افزایش موجودی سرمایه بخش صنعت، اثر مثبت و معنی داری بر ارزش افزوده این بخش دارد.
- با افزایش اشتغال، تولید بخش صنعتی افزایش می‌یابد.

## ۱-۵- روش تحقیق

این تحقیق از نظر جمع‌آوری آمار و اطلاعات، اسنادی (کتابخانه‌ای) و از نظر هدف کاربردی است. روش تحقیق در این مطالعه توصیفی- تحلیلی می‌باشد. ابتدا با جمع‌آوری داده‌های متغیرهای تحقیق، به توصیف آماری آنها پرداخته و سپس با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی در چارچوب یک مدل اقتصادی رابطه بین مصرف انرژی در بخش صنعت و رشد اقتصادی در

ایران بررسی خواهد شد. در این بررسی برای آزمون ایستایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد دیکی- فولر، پرون و آزمون ریشه واحد زیوت- اندریوز و برای آزمون همگرایی از آزمون‌های همگرایی یوهانسن-یوسلیوس و گریگوری- هانسن استفاده می‌شود. آزمون ریشه واحد زیوت- اندریوز و آزمون همگرایی گریگوری- هانسن از متداول‌ترین آزمون‌های ریشه واحد و همگرایی در صورت وجود شکست ساختاری است.

آمار و اطلاعات مصرف انرژی در بخش صنعت بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام که آمار و اطلاعات آن از ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۶ نقل می‌گردد و همچنین آمار و اطلاعات اشتغال در بخش صنعت از مجله برنامه و بودجه و موجودی سرمایه در بخش صنعت از حساب‌های ملی بانک مرکزی اخذ گردیده است. آمار ارزش افزوده در بخش صنعت از گزارش حساب‌های ملی بانک مرکزی اخذ گردیده است. لازم به ذکر است که برای تخمین مدل از نرم افزارهای EViews.5، EXCEL، GAUSS.6 و STATA استفاده خواهد شد.

## فصل دوم

### مطالعات نظری



## مقدمه

از آنجا که انرژی نیروی محرکه هر فعالیت تولیدی است، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی دارد. در حال حاضر انرژی در فرآیند تولید کالاهای مورد نیاز و تأمین شرایط مناسب زندگی بطور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. وابستگی روزافزون زندگی بشر به منابع انرژی‌زا موجب گردیده که این منابع بعنوان يك عامل موثر در رشد و توسعه اقتصادی تلقی گردد. بنابراین بررسی رابطه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده (تولید) از اهمیت خاصی برخوردار است.

با توجه به اینکه استفاده از انرژی در کشورهای مختلف با توجه به درجه توسعه‌یافتگی آنها متفاوت بوده و کشورها از سطح توسعه یکسانی برخوردار نیستند، لذا ارتباط بین مصرف انرژی و کارایی آن، با رشد اقتصادی در کشورها متفاوت می‌باشد.

در این فصل، ابتدا به بررسی اجمالی از مفاهیم انرژی و رشد و توسعه اقتصادی پرداخته و سپس نظریه‌های موجود در مورد رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و همچنین مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش‌های مختلف اقتصادی بیان و در ادامه به بررسی مطالعات تجربی صورت گرفته، که در برخی از آنها شکست ساختاری و تغییرات رژیم‌ی مورد توجه قرار گرفته پرداخته می‌شود و در نهایت سایر مطالعات تجربی بررسی می‌شود.

## ۱-۲- برخی تعاریف مرتبط با انرژی

مفاهیم و اصطلاحات مربوط به انرژی و رشد را با تأملی بر مفهوم کلمه انرژی آغاز می‌کنیم.

### تعریف انرژی:

(الف) انرژی: انرژی، توانایی انجام کار و یا توانایی مواد برای انجام کار می‌باشد<sup>۱</sup>.

(ب) ماکس پلانک: انرژی، استعداد (توانایی) تأثیرگذاری یک سیستم به محیط خارجی است<sup>۱</sup>.

1 . Hornby. A.S, Oxford advanced learner's dictionary of current English, OxfordUniversity Press 1989.

ج) ریشه لغوي کلمه انرژی Energy یونانی است و از دو عبارت (in)en و (work) ergon گرفته شده است. در گفتگوی عامه این کلمه به عنوان اصطلاحی به کار برده می‌شود که مبین منبعی از گرما و نیرو می‌باشد، بدون این‌که نوع و یا کیفیت آن مدنظر باشد. بنابراین عباراتی همچون اتلاف انرژی و کارایی انرژی به صورت کلی مورد استفاده قرار می‌گیرد<sup>۱</sup>.

سایر تعاریف و اصطلاحات به شرح زیر می‌باشند:

۱- حاملهاي انرژی: موادي که انرژی را در خود دارند. همچون فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی، چوب، باد و...

۲- انرژی اولیه<sup>۲</sup>: صورتی از انرژی که در معرض هیچگونه فرآیند تبدیل قرار نگرفته باشد انرژی اولیه می‌گویند، (مانند نفت خام استخراج شده از میادین نفت و یا گاز طبیعی خام تصفیه نشده

استخراج از میادین گاز). به عبارت دیگر، انرژی اولیه صورتی از انرژی است که در طبیعت در دسترس می‌باشد (ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۴، ص ۵۸۳).

۳- انرژی ثانویه<sup>۳</sup>: به صورتی از انرژی که از طریق فرآیند تبدیل انرژی اولیه بدست می‌آید انرژی ثانویه می‌گویند، مانند انواع فرآورده‌های نفتی، گاز پالایش شده و یا برق.

۴- انرژی نهایی<sup>۴</sup>: حامل‌های انرژی که در اختیار آخرین واحد مصرف‌کننده قرار می‌گیرند. مانند مصرف بنزین در اتومبیل و یا برق مصرفی جهت روشنایی.

۵- شدت انرژی: نسبت مصرف انرژی به تولید (تولید کل اقتصاد، تولید بخش‌ها و یا بنگاه‌های خاص و...) می‌باشد. مثلاً به ازاء هر ۱۰۰۰ ریال تولید چقدر انرژی به کار رفته است.

۶- صرفه‌جویی انرژی: صرفه‌جویی انرژی به مجموعه اقداماتی گفته می‌شود که عرضه‌کنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی برای کاهش مصارف غیرضروری انرژی انجام می‌دهند. اصطلاح Energy Conservatio نیز به همان مفهوم است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴، ص ۵۸۵).

۷- معادل بشکه نفت خام:

---

1 . Max planc.

2 . Malcolm Slessor, General Editor, "Dictionary of Energy", Mac Millan Reference Book, 1982.

3 . Primary Energy

4 . Secondary Energy (Derived Energy)

5 . Final Energy

واحد عمومی اندازه‌گیری انرژی است و بر حسب حامله‌های انرژی معادل است با: ۰/۱۳۶۷ تن نفت خام برای فرآورده‌های نفتی، ۱۶۴/۲ متر مکعب گاز طبیعی، ۰/۱۹۴ کیلووات در سال برق.

## ۲-۲- رشد اقتصادی

رشد اقتصادی به افزایش کمی در تولید یا درآمد سرانه کشور از طریق ارتباط با افزایش در نیروی کار، مصرف سرمایه و حجم تجارت اطلاق می‌شود (قره‌باغیان، ۱۳۷۰، ص ۷).

به بیان دیگر رشد اقتصادی در مفهوم کلی خود عبارت است از افزایش تولید خالص سالانه ملی به قیمت‌های ثابت که معمولاً از طریق استفاده بیشتر از عوامل تولید-به‌فرض آنکه شرایط تکنیکی در اقتصاد ثابت باشد- انجام می‌گیرد (تفضلی، ۱۳۶۶، ص ۴۸۶).

از لحاظ تاریخی، رشد در مقدار مطلق کالاها و خدمات معمولاً با افزایش در میانگین رفاه مادی و یا مقدار تولید برای هر نفر و همچنین با رشد جمعیت همراه بوده است. تعریف مدرن رشد اقتصادی در برگیرنده افزایش رفاه اقتصادی نیز می‌باشد. برای اندازه‌گیری رشد اقتصادی همواره از تغییرات تولید ناخالص ملی (GNP)، تولید خالص ملی، درآمد ملی (NI) و تولید ناخالص داخلی بکار گرفته می‌شود. تئوری‌های رشد اقتصادی بر روی سه عامل؛ جمعیت، تشکیل سرمایه و تغییرات تکنولوژیکی تأکید فراوان نموده‌اند. تأثیرات این عوامل توسط اقتصاددانان کلاسیک مورد بررسی قرار گرفته است. آدام اسمیت «تولید در مقیاس وسیع» را منشاء اساسی در پیشرفت اقتصاد ملی کشورها می‌داند. در میان اقتصاددانان کلاسیک؛ ریکاردو و مالتوس با تبیین اصل «بازدهی نزولی» محدودیت‌های رشد اقتصادی را نشان دادند.

## ۲-۳- جایگاه مصرف انرژی در تابع تولید و رشد اقتصادی از لحاظ نظری

از دیدگاه مکاتب مختلف اقتصادی، مهمترین عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی که در توابع رشد در نظر گرفته می‌شوند، عبارتند از: سرمایه و نیروی کار اعم از متخصص و غیر متخصص.

امروزه علاوه بر نهاد نیروی کار و سرمایه، انرژی نیز به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در مباحث اقتصاد کلان مطرح است. لذا تولید تابعی از نهاد نیروی کار، سرمایه و انرژی خواهد بود.

$$Q = f(K, L, E)$$

در این رابطه  $Q$  محصول ناخالص داخلی،  $K$  نهاد سرمایه،  $L$  نهاد نیروی کار و  $E$  انرژی است.

همچنین فرض بر این است که بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد، به بیان ریاضی داریم:

$$\frac{\partial Q}{\partial K} > 0, \frac{\partial Q}{\partial L} > 0, \frac{\partial Q}{\partial E} > 0$$

نهاده E می‌تواند توسط حامله‌های انرژی که شامل نفت، گاز، برق و زغال‌سنگ و ... است تأمین شود. از سوی دیگر مصرف انرژی تابعی معکوس از قیمت آن بوده و تغییر قیمت انرژی، تأثیر مهمی در مصرف انرژی و در نتیجه تولید ناخالص داخلی دارد (ملکی، ۱۳۷۸، ص ۶).

اگر فرض کنیم که در تعیین عرضه کل در اقتصاد کلان، نیروی کار متغیر و بقیه عوامل تولید ثابت باشند، در این صورت افزایش در قیمت انرژی منجر به کاهش در مصرف آن شده و موجب می‌شود که بهره‌وری نیروی کار کاهش یابد و به دنبال آن منحنی تقاضا برای نیروی کار به سمت چپ منتقل و در نتیجه میزان اشتغال کاهش می‌یابد، با کاهش سطح اشتغال، محصول ملی کاهش و قیمت‌ها افزایش می‌یابند. در این حالت منحنی عرضه کل اقتصاد به سمت چپ منتقل می‌شود (احمدیان، ۱۳۷۸، صص ۲۷۷-۲۹۷).

در اکثر مدل‌های رشد نئوکلاسیک تنها سه عامل؛ سرمایه، نیروی کار و زمین بعنوان عوامل اصلی در توابع تولید وارد می‌شدند. در این راستا، نظریه دیگری توسط برنت و وود (۱۹۷۵) مطرح شد. آنها استدلال می‌کردند که در تابع تولید کل، انرژی نیز یک عامل تولید محسوب می‌شود. تابع تولید پیشنهادی آنها به صورت  $Q = f\{G(K, E), L\}$  می‌باشد. مفهوم این تابع آن است که انرژی و سرمایه با هم ترکیب شده و عامل تولید G را ایجاد می‌کند که پس از ترکیب با نیروی کار، محصول به دست می‌آید. بنابراین کار تنها با G ترکیب می‌شود، نه با سرمایه و انرژی به طور جداگانه. لذا با توجه به این تابع، مصرف انرژی بدون اثر گذاشتن بر تولید نهایی کار، تولید نهایی سرمایه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.<sup>۱</sup>

عامل انرژی، در نظریه‌های جدید رشد وارد مدل شده است، ولی اهمیت آن در مدل‌های مختلف یکسان نیست. در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی تنها و مهمترین عامل رشد می‌باشد، چون مطابق اصل اول ترمودینامیک، انرژی در طبیعت میزان ثابتی دارد، قابل تبدیل به ماده است و از بین نمی‌رود. لذا کالاهای تولید شده در اقتصاد، حتی نیروی انسانی آموزش دیده و غیر متخصص با صرف مقادیر فراوان انرژی حاصل شده و در تولید بکار گرفته می‌شوند. بطور صریح، ارزشی

1. Berndt & Wood, 1975, pp269-268