



دانشگاه ساه نور

اقتصاد انرژی

(رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی)

دکتر فاطمه علیجانی دکتر مهدیه مسنن مظفری

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار مؤلفان.....	یازده
پیشگفتار.....	سیزده

فصل اول. اصول و مبانی اقتصاد انرژی.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
۱-۱ تعریف اقتصاد.....	۱
۲-۱ تعریف انرژی.....	۲
۳-۱ اقتصاد انرژی.....	۵
۱-۳-۱ تراز انرژی.....	۷
۲-۳-۱ عرضه انرژی.....	۷
۳-۳-۱ تقاضای انرژی.....	۸
۴-۳-۱ بازارهای انرژی.....	۸
۵-۳-۱ بازار تک‌محموله.....	۹
۶-۳-۱ مخازن مشترک.....	۹
۷-۳-۱ کارایی انرژی.....	۹
۸-۳-۱ شدت انرژی.....	۱۰
۹-۳-۱ چالش‌های زیست‌محیطی.....	۱۱
۱۰-۳-۱ توسعه پایدار.....	۱۲
۱۱-۳-۱ انرژی و رشد اقتصادی.....	۱۲
۱۲-۳-۱ انرژی و توسعه.....	۱۳
۱۳-۳-۱ سیاست‌گذاری انرژی.....	۱۴
۱۴-۳-۱ انرژی‌های نو.....	۱۵

۱۶.....	۴-۱ واحدها و معادل‌های تبدیل انرژی
۱۸.....	خلاصه فصل اول
۱۹.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۲۳.....	فصل دوم. انرژی‌های تجدیدپذیر
۲۳.....	هدف کلی
۲۳.....	هدف‌های یادگیری
۲۳.....	۱-۲ ضرورت و اهمیت منابع انرژی تجدیدپذیر
۲۵.....	۲-۲ مزایای منابع انرژی تجدیدپذیر
۲۶.....	۳-۲ محدودیت‌های منابع انرژی تجدیدپذیر
۲۷.....	۴-۲ انواع انرژی‌های تجدیدپذیر
۲۸.....	۱-۴-۲ انرژی خورشیدی
۲۹.....	۲-۴-۲ انرژی بادی
۳۲.....	۳-۴-۲ انرژی زمین‌گرمایی
۳۵.....	۴-۴-۲ انرژی زیست‌توده
۳۷.....	۵-۴-۲ انرژی برق‌آبی
۳۹.....	۶-۴-۲ انرژی دریایی
۴۱.....	۵-۲ فناوری‌های مربوط به انرژی تجدیدپذیر
۴۲.....	۶-۲ موانع مشترک ظهور منابع و فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر
۴۲.....	۱-۶-۲ توسعه فناوری
۴۲.....	۲-۶-۲ سیاست‌های اقتصادی و تشکیلاتی
۴۳.....	۳-۶-۲ آموزش عمومی
۴۴.....	۴-۶-۲ همکاری و مشارکت بین‌المللی
۴۴.....	۷-۲ چشم‌انداز انرژی‌های تجدیدپذیر
۴۵.....	۸-۲ الزامات توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران
۴۶.....	۹-۲ چالش‌های موجود انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران
۴۸.....	۱۰-۲ ضرورت توجه ویژه به انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران
۴۸.....	۱۱-۲ راهکارها و راهبردهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور
۵۰.....	۱۲-۲ توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و تأثیر اقتصادی و اجتماعی آن
۵۱.....	خلاصه فصل دوم
۵۲.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۵۷.....	فصل سوم. بخش کشاورزی ایران
۵۷.....	هدف کلی
۵۷.....	هدف‌های یادگیری
۵۷.....	۱-۳ نقش بخش کشاورزی در اقتصاد ایران
۶۳.....	۲-۳ زیربخش‌های کشاورزی

۶۳	۱-۲-۳ زراعت و باغبانی
۶۵	۲-۲-۳ دامپروری و شکار
۶۶	۳-۲-۳ جنگل‌داری
۶۶	۴-۲-۳ شیلات و ماهیگیری
۶۷	خلاصه فصل سوم
۶۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۷۱	فصل چهارم. اقتصاد انرژی در بخش کشاورزی ایران
۷۱	هدف کلی
۷۱	هدف‌های یادگیری
۷۱	۱-۴ الگوی مصرف انرژی در بخش کشاورزی
۷۵	۲-۴ مصرف انرژی در زیربخش‌های کشاورزی
۷۶	۱-۲-۴ جدول داده ستانده
۷۷	۲-۲-۴ مصرف برق در زیربخش‌های کشاورزی
۷۸	۳-۲-۴ مصرف گاز در زیربخش‌های کشاورزی
۸۰	۴-۲-۴ مصرف فراورده‌های نفتی در زیربخش‌های کشاورزی
۸۱	۵-۲-۴ مقایسه مصرف حامل‌های انرژی در زیربخش‌های کشاورزی
۸۲	۳-۴ شاخص‌ها یا مصرف انرژی در بخش کشاورزی
۸۲	۱-۳-۴ شاخص شدت مصرف انرژی
۸۴	۲-۳-۴ شاخص بهره‌وری و کارایی انرژی
۸۶	۳-۳-۴ شاخص ضریب انرژی (کشش نقطه‌ای انرژی)
۸۸	۴-۳-۴ انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها در بخش کشاورزی
۹۱	خلاصه فصل چهارم
۹۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۹۷	فصل پنجم. قیمت و یارانه انرژی و تأثیر آن بر مصرف
۹۷	هدف کلی
۹۷	هدف‌های یادگیری
۹۷	۱-۵ تاریخچه مصرف انرژی در جهان
۹۹	۲-۵ تاریخچه پرداخت یارانه در ایران
۱۰۰	۱-۲-۵ سابقه تلاش برای حذف یا هدفمندکردن یارانه‌ها در ایران
۱۰۱	۲-۲-۵ ضرورت هدفمندسازی یارانه‌ها
۱۰۲	۳-۲-۵ طرح تحول اقتصادی و محورهای آن
۱۰۳	۴-۲-۵ فواید قانون هدفمندسازی یارانه‌ها
۱۰۵	۵-۲-۵ قانون هدفمندکردن یارانه‌های انرژی
۱۰۷	۳-۵ هدفمندسازی یارانه انرژی در سایر کشورها
۱۰۷	۱-۳-۵ لهستان

۱۰۸	 ۲-۳-۵ بلغارستان
۱۰۸	 ۳-۳-۵ اندونزی
۱۰۹	 ۴-۳-۵ چین
۱۱۰	 ۵-۳-۵ ترکیه
۱۱۱	 ۴-۵ دلایل کاهش و افزایش قیمت نفت و تأثیرات آن بر اقتصاد ایران
۱۱۱	 ۱-۴-۵ کاهش قیمت نفت و دلایل آن
۱۱۳	 ۲-۴-۵ عوامل تأثیرگذار بر افزایش قیمت نفت
۱۱۶	 ۳-۴-۵ اثر تغییرات قیمت نفت در اقتصاد ایران
۱۱۷	 ۵-۵ قیمت و یارانه انرژی در بخش کشاورزی
۱۲۳	 خلاصه فصل پنجم
۱۲۴	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۲۷	 فصل ششم. پیامدهای مصرف کنونی انرژی، بهره‌وری و مدیریت آن
۱۲۷	 هدف کلی
۱۲۷	 هدف‌های یادگیری
۱۲۷	 ۱-۶ تعریف کارایی و بهره‌وری
۱۳۰	 ۲-۶ اهمیت و ضرورت ارتقای بهره‌وری
۱۳۱	 ۳-۶ روش محاسبه بهره‌وری
۱۳۱	 ۱-۳-۶ روش غیرپارامتری
۱۳۳	 ۲-۳-۶ روش اقتصادسنجی
۱۳۳	 ۴-۶ بهره‌وری و انرژی
۱۳۴	 ۵-۶ بهره‌وری انرژی در ایران
۱۳۷	 ۶-۶ بهره‌وری انرژی و مشکلات محاسبه شاخص‌های آن
۱۳۷	 ۷-۶ راهکارهای رسیدن به الگوی مصرف بهینه انرژی
۱۳۸	 ۱-۷-۶ تقویت پایه‌های علمی و اطلاعاتی کشور در زمینه انرژی
۱۳۸	 ۲-۷-۶ فرهنگ‌سازی در زمینه مصرف انرژی
۱۳۸	 ۳-۷-۶ ارتقای بهره‌وری فنی و فناورانه
۱۳۹	 ۸-۶ مدیریت مصرف انرژی در کشاورزی
۱۴۷	 خلاصه فصل ششم
۱۴۸	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۵۱	 فصل هفتم. مدل‌سازی انرژی
۱۵۱	 هدف کلی
۱۵۱	 هدف‌های یادگیری
۱۵۱	 ۱-۷ اهمیت مدل‌سازی
۱۵۲	 ۲-۷ تاریخچه توسعه مدل‌سازی انرژی
۱۵۳	 ۳-۷ مدل‌سازی انرژی

۱۵۴	۱-۳-۷ مدل سازی عرضه
۱۵۷	۲-۳-۷ مدل سازی تقاضا
۱۶۳	۳-۳-۷ مدل سازی جامع
۱۶۵	خلاصه فصل هفتم
۱۶۵	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هفتم
۱۶۹	فصل هشتم. منابع پایان پذیر انرژی
۱۶۹	هدف کلی
۱۶۹	هدف های یادگیری
۱۶۹	۱-۸ منابع طبیعی پایان پذیر
۱۷۴	۲-۸ مبانی نظری منابع پایان پذیر
۱۷۸	۳-۸ شرایط بهره برداری مطلوب از منابع پایان پذیر
۱۸۷	۴-۸ ساختار بازار و استفاده از منابع
۱۸۷	۱-۴-۸ انحصار در محصولات کارخانه ای
۱۸۸	۲-۴-۸ انحصار در استخراج
۱۹۳	۵-۸ نحوه بهره برداری بهینه از منابع پایان پذیر
۱۹۵	۱-۵-۸ نوسان های قیمت نفت خام
۱۹۸	۶-۸ توابع عرضه منابع پایان پذیر
۱۹۹	۷-۸ مسیرهای بهینه، مشخصات و دینامیک مقایسه ای
۱۹۹	۱-۷-۸ مسیر استخراج با شرایط ثابت در طول زمان
۱۹۹	۲-۷-۸ نقش پیشرفت فناوری
۲۰۰	۳-۷-۸ نقش انتظار قیمت
۲۰۲	۴-۷-۸ تأثیر مالیات های خرید و فروش
۲۰۳	۵-۷-۸ نقش عوامل بیرونی محیط زیستی
۲۰۴	۶-۷-۸ نقش عامل برونی امنیت ملی
۲۰۴	۷-۷-۸ نقش نرخ بازگشت سرمایه
۲۰۶	۸-۷-۸ کارتل ها
۲۱۲	۹-۷-۸ حد بهینه استخراج نفت در ایران
۲۱۵	۱۰-۷-۸ محدوده مجاز هزینه کردن درآمدهای نفتی
۲۱۷	۱۱-۷-۸ ماهیت هزینه های مجاز از محل درآمدهای نفتی
۲۱۹	خلاصه فصل هشتم
۲۱۹	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هشتم
۲۲۵	پاسخنامه خودآزمایی چهارگزینه ای فصل ها
۲۲۷	منابع

پیشگفتار مؤلفان

تأثیر انرژی بر رشد و توسعه اقتصادی کشورها به کسی پوشیده نیست. این عامل، سبب شده است که مقوله انرژی در مرکز و هسته اصلی مطالعات بسیاری از مجامع علمی و دانشگاهی قرار گیرد. اقتصاد انرژی، ضمن ارتباط بسیار نزدیک با دیگر بخش های علم اقتصاد همچون اقتصادسنجی، اقتصاد منابع، اقتصاد خرد و کلان و اقتصاد صنعتی، با بسیاری از شاخه های دیگر علمی از جمله اکولوژی، محیط زیست، زمین شناسی و صنعت مرتبط بوده باشد و موضوعاتی چون تولید و مصرف انرژی، ساختار بازارهای انرژی، تحلیل ریسک و امنیت عرضه، سیاست انرژی، مشتقات انرژی، پیش بینی تقاضای انرژی، انرژی و رشد اقتصادی و بسیاری موارد دیگر را تحت پوشش قرار دهد. بخش کشاورزی نیز یکی از مهم ترین استفاده کنندگان انرژی است و به تدریج به دلیل صنعتی شدن، مصرف این بخش از انرژی در حال افزایش است؛ در نتیجه، بحث درباره کاربرد اقتصادی انرژی و شاخص های مختلف کاربرد انرژی در بخش کشاورزی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

در این کتاب، اقتصاد انرژی به گونه ای ساده مورد بحث قرار گرفته است تا دانشجویان بتوانند به راحتی مفاهیم اقتصاد انرژی را به خوبی درک و در بخش کشاورزی از آن استفاده کنند. امید است این کتاب بتواند راهنمای مناسبی برای دانشجویان رشته های مختلف باشد.

مهدیه مسنن مظفری - فاطمه علیجانی

پیشگفتار

اقتصاد انرژی یکی از بخش‌های کاربردی علم اقتصاد است که موضوعات اقتصادی مرتبط با تولید، عرضه و استفاده بهینه از انرژی در جوامع را در بر می‌گیرد. این شاخه از علم اقتصاد با در نظر گرفتن انرژی به عنوان یک کالای مهم و ضروری از اصول، الگوها و نظریه‌های علم اقتصاد در زمینه انرژی و حامل‌های آن استفاده می‌کند.

انرژی یکی از عوامل بنیادی تولید در میان تمام بخش‌های اقتصادی از جمله، بخش کشاورزی است. این بخش افزون بر وابستگی به سوخت‌های فسیلی، به انرژی خورشید و الکتریسیته برای تأمین احتیاج روزافزون مردم به مواد غذایی نیاز دارد. مصرف انرژی در کشاورزی به مقدار بهینه، تولید را افزایش می‌دهد. از آنجا که عرضه انرژی محدود و تقاضای آن رو به افزایش است، نیاز به استفاده بهینه از این منبع، همواره در حال افزایش است. در صورت عدم تطابق عرضه و تقاضا، همه بخش‌ها از جمله بخش کشاورزی با مشکل مواجه خواهند شد. یکی از راه‌های مقابله با کمبود منابع انرژی، مدیریت آن و افزایش کارایی و بهره‌وری انرژی است که نقش مهمی در استفاده درست از این منبع دارد.

در نظریه‌های اقتصادی، انحراف قیمت‌های نسبی از مقادیر تعادلی، به تخصیص ناکارای منابع اقتصادی منجر می‌شود. در چند دهه اخیر، قیمت حامل‌های انرژی، انحراف شدیدی از قیمت تعادلی داشته و این عامل در کنار رشد جمعیت، به استفاده بیشتر انرژی و اتلاف شدید آن در اقتصاد منتهی شده است. دولت با پرداخت یارانه و پایین نگه داشتن قیمت این حامل‌ها، یارانه‌های فراوانی به همه بخش‌ها از جمله بخش کشاورزی پرداخت کرده است؛ بنابراین بحث مصرف بهینه بخش کشاورزی از انرژی و مفاهیم مربوط به آن، از اهمیت خاصی برخوردار است که در این کتاب مورد بحث قرار می‌گیرد.

فصل اول

اصول و مبانی اقتصاد انرژی

هدف کلی

هدف از این فصل، معرفی اقتصاد، انرژی و اقتصاد انرژی به دانشجویان است.

هدف‌های یادگیری

در پایان این فصل با توجه به هدف‌ها مورد نظر از دانشجویان انتظار می‌رود:

۱. با مفاهیم مختلف اقتصاد آشنا شده، تعاریف آن را درک کند.

۲. با انرژی و انواع آن آشنا شود.

۳. کاربرد علم اقتصاد را در بخش انرژی تشریح کند.

۴. با واحدهای انرژی آشنا شود.

۱-۱ تعریف اقتصاد

واژه اقتصاد^۱ از دو واژه یونانی اویکوس^۲، به معنی خانه و واژه نمین^۳، به معنی اداره کردن آمده که از نظر لغوی به معنی مدیریت خانواده است. اقتصاد از دیرباز مورد توجه انسان بوده است، ولی تا مدت‌ها تعریف جامع و کاملی از آن وجود نداشت، به طوری که اقتصاد را پول، هنر خرج کردن پول، اعتدال و میانه روی (ریشه عربی قصد) و برخی، ثروت می‌دانستند. از زمان آدام اسمیت و کتاب معروف ثروت ملل وی، اقتصاد

1. Economic

2. οἶκος

3. νέμω

به صورت علم اقتصاد، به جامعه جهانی معرفی شد و پس از آن بود که تعریف کاملی از اقتصاد شد و بیشتر اقتصاددانان این تعریف را جامع دانستند.

«اقتصاد استفاده بهینه از منابع محدود و کمیاب است»

در این تعریف، واژه‌های بهینه، منابع و محدودیت منابع، قابل بحث‌اند. ابتدا بحث از محدودیت است. منابع نامحدود، ارزش اقتصادی ندارند. بدین معنا که محدودیت به اقتصادی شدن یک کالا منجر می‌شود و اگر کالایی نامحدود باشد، استفاده از آن نیز نامحدود خواهد بود. در دنیای کنونی می‌توان از هوا به عنوان منبع نامحدود نام برد که چون در اختیار همه است و به وفور یافت می‌شود، از آن به عنوان کالای اقتصادی نام برده نمی‌شود.

در اقتصاد دو نوع منبع وجود دارد، منابع اولیه و ثانویه. منابع اولیه، زمین و سرمایه بوده و سایر منابع مانند انرژی، منابع ثانویه هستند. منابع در عین محدود بودن می‌توانند به تولید کالا بینجامند، ولی هر نوع استفاده‌ای از آن‌ها اقتصادی نیست. اگر از منابع محدود، به صورتی استفاده شود که بیشترین تولید را داشته باشند یا به عبارتی، به طور بهینه از منابع استفاده شود، آنگاه می‌توان گفت که از این منابع به صورت اقتصادی استفاده شده است. وجه تمایز افراد نیز روش استفاده از منابع است، در صورتی که بسیاری از بنگاه‌ها نیروی کار و سرمایه در اختیار دارند، ولی در مقایسه با سایر بنگاه‌ها دارای درآمد بسیار اندکی هستند یا ورشکست می‌شوند. می‌توان گفت روش استفاده از منابع است که یک بنگاه را اقتصادی و بنگاه دیگر را غیراقتصادی می‌کند.

۲-۱ تعریف انرژی

انرژی واژه‌ای یونانی به معنی فعالیت است. هر چیزی که اطراف ما اتفاق می‌افتد، از انرژی ناشی می‌شود. در فیزیک، انرژی، خاصیتی از اجسام است که می‌تواند یا به دیگر اجسام منتقل شود یا به شکل‌های دیگر تبدیل شود، اما نه می‌تواند به وجود بیاید و نه می‌تواند از بین برود. اگرچه ارائه تعریف دقیق و کاملی از انرژی بسیار سخت است، اما تعریف متداول انرژی، توانایی انجام کار است. انرژی به اشکال مختلفی وجود دارد: انرژی شیمیایی، انرژی الکتریکی، انرژی گرمایی، انرژی تابشی، انرژی مکانیکی و انرژی هسته‌ای (وزارت نیرو، ۱۳۹۵).

۳ اصول و مبانی اقتصاد انرژی

انرژی شیمیایی، انرژی است که درون مولکول‌ها وجود دارد، مانند انرژی موجود در فراورده‌های نفتی و بیوگاز (درواقع این انرژی به‌شکل پیوندهای کووالانسی میان اتم‌ها ذخیره‌شده و هنگام شکسته‌شدن این پیوندها در فرایند احتراق و تشکیل پیوندهای کمتر در محصولات، مابه‌التفاوت آن به‌شکل انرژی قابل مصرف به‌دست می‌آید).

منظور از فراورده‌های نفتی، ترکیبات نهایی است که پس از تقطیر نفت خام در پالایشگاه‌ها و انجام عملیات پالایش از قبیل شست‌وشو با ترکیبات شیمیایی، خالص‌سازی و اضافه‌کردن ترکیبات جنبی، به‌صورت آماده مصرف، تحویل مخازن می‌شود. فراورده‌های نفتی از تنوع بسیاری برخوردارند، ولی فراورده‌های عمده نفتی عبارت‌اند از: نفت سفید، گاز طبیعی، انواع بنزین، گاز مایع، نفتا، نفت‌گاز (گازوییل)، سوخت کشتی، مازوت و انواع روغن‌های روان (وزارت نیرو، ۱۳۹۵).

گاز مایع. گاز مایع، سبک‌ترین محصول هر پالایشگاه و مخلوطی از گازهای پروپان و بوتان است. این محصول معمولاً در کپسول‌های خانگی برای مصرف عرضه می‌شود.

نفتا. به‌مایعات حاصل از استخراج چاه‌های گاز طبیعی و نیز به‌برش‌های بالای تقطیر در فشار اطلاق می‌شود. از نوع سنگین آن برای تصفیه مجدد بنزین و از نوع سبک آن، در مخلوط‌سازی بنزین‌ها و تأمین خوراک واحدهای پتروشیمی استفاده می‌شود.

نفت‌گاز (گازوییل). از برش تحتانی برج تقطیر به‌دست می‌آید که علاوه بر مصرف در موتورهای با سوخت دیزل، به‌عنوان سوخت در دستگاه‌های حرارت مرکزی نیز به‌کار می‌رود.

سوخت کشتی. عبارت است از فراورده‌های نفتی که کشتی‌های نفت‌کش برای تولید نیروی محرکه از آن استفاده می‌کنند.

گاز طبیعی. هر نوع هیدروکربن یا مخلوط هیدروکربنی که در شرایط عادی، یعنی در فشار اتمسفر و درجه حرارت معمولی به‌صورت گاز باشد، به‌عنوان گاز طبیعی معرفی می‌شود ازجمله می‌توان به‌گاز متان اشاره کرد.

انرژی الکتریکی. انرژی حاصل از وجود اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو نقطه است، مانند انرژی برق.

بیوگاز. بر اثر واکنش‌های تجزیه‌ای میکروارگانیسم‌های زنده، در محیطی که مواد آلی وجود دارد، بیوگاز تولید می‌شود. این گاز مخلوطی از سه ترکیب به نام‌های متان، دی‌اکسیدکربن و سولفید هیدروژن است. ترکیب عمده و قابل اشتعال بیوگاز، متان است که سهم بیشتر این گاز یعنی ۶۰-۷۰ درصد آن را شامل می‌شود. این گاز بی‌رنگ و بی‌بو، می‌تواند به‌طور مستقیم برای تولید برق، حرارت و روشنایی به‌کار رود. دو ترکیب دیگر به‌ویژه سولفید هیدروژن که سهم آن ناچیز است، جزء ترکیب‌های سمی‌اند. انرژی بیوگاز علاوه بر تأمین انرژی، از سوزاندن مستقیم چوب و هیزم و فضولات حیوانی نیز جلوگیری می‌کند.

انرژی گرمایی، نوعی از انرژی حرارتی است که از انتقال حرارت از جسم گرم‌تر به سردتر به‌وجود می‌آید، مانند انرژی ژئوترمال که نوعی انرژی تجدیدپذیر حامل است. انرژی تابشی، که نوعی از انرژی تابشی، انرژی حاصل از تابش نور خورشید است. از انرژی حاصل از خورشید استفاده‌های زیادی می‌توان کرد. از جمله تولید نیروی برق که به‌طور مستقیم از طریق سلول‌های فتوولتائیک استفاده می‌شود.

انرژی مکانیکی، مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل است، مانند انرژی باد و آب. باد به‌وسیله گرمای غریک‌نواخت سطح کره زمین که حاصل عملکرد خورشید است، به‌وجود می‌آید. روند تولید باد در طبیعت پیچیده است. از آنجا که زمین به‌طور نامساوی به‌وسیله نور خورشید گرم می‌شود، بنابراین در قطب‌ها، انرژی گرمایی کمتری نسبت به مناطق استوایی وجود دارد. هوای روی خشکی سریع‌تر از هوای مناطق آبی گرم می‌شود، زیرا در خشکی‌ها تغییرات دما با سرعت بیشتری انجام می‌پذیرد و در نتیجه، خشکی‌های زمین نسبت به دریاها زودتر گرم و زودتر سرد می‌شوند. هوای گرم روی خشکی بالا می‌رود و هوای خنک‌تر و سنگین‌تر روی آب، جای آن را می‌گیرد که این فرایند، بادهای محلی را می‌سازد. استفاده از انرژی باد در آسیاب‌های بادی یا کشتی‌های بادبانی به‌قرن‌ها پیش برمی‌گردد، ولی مدرن‌ترین طریق استفاده از آن، تبدیل این نیرو به‌وسیله چرخش پره‌های یک توربین و انتقال حرکت آن‌ها به ژنراتورها برای تولید نیروی برق است.

انرژی هیدروالکتریک، استفاده از انرژی آب است. در بسیاری از نقاط جهان به‌خصوص در کشور ژاپن برای تولید برق مصرفی خانه‌ها یا واحدهای کوچک، از ژنراتورهای کوچک استفاده می‌شود که با انرژی آب جاری در نهرا و جویبارها به حرکت درمی‌آیند. انرژی به‌دست آمده، انرژی هیدروالکترولیک نام دارد.

انرژی هسته‌ای، نوعی انرژی است که نوکلئون‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند تا هسته‌های اتمی را تشکیل دهد.

اورانیوم که در حال حاضر، منبع اصلی تأمین انرژی برق حاصل از نیروی اتمی به‌شمار می‌رود، خود مخلوطی از ایزوتوپ‌های مختلف است. یکی از خصوصیات مهم این ایزوتوپ‌ها، شکافت هسته‌ای آن‌ها در اثر بمباران نوترونی است که در اثر آن، جرم به انرژی تبدیل می‌شود و با استفاده صحیح می‌توان این انرژی را به نیروی برق تبدیل کرد.

۱-۳ اقتصاد انرژی

از قرن نوزدهم این رشته به عنوان یک حوزه علمی میان رشته‌ای پیشنهاد شده بود. پیش از اینکه نفت به عنوان انرژی اولیه در دنیای صنعتی استفاده شود، چوب و سپس زغال سنگ، به عنوان سوخت صنعتی مورد استفاده قرار می‌گرفت. در سال ۱۸۶۵ میلادی، اقتصاددان انگلیسی به نام جی ونز در کتاب خود تحت عنوان *معمای زغال سنگ*، نگرانی خود را از کاهش ذخایر زغال سنگ اظهار داشت. هتلینگ، از پیشگامان اقتصاد انرژی و اقتصاد منابع طبیعی، توانست با استفاده از مبانی اقتصادی، روش جامعی برای استخراج طبیعی پایان پذیر از نظر اقتصادی ابداع کند. این روش که امروزه به نام او، *قاعده هتلینگ* خوانده می‌شود، را می‌توان نخستین پیوند میان علم اقتصاد و مباحث انرژی و در نتیجه نقطه آغاز رشته اقتصاد انرژی دانست. بحران نفتی دهه هفتاد به عنوان یک بحران شدید، هیچ‌گاه از اذهان پاک نخواهد شد. این بحران به پیامدهای اقتصادی ناگواری مانند افزایش قیمت شدید حامل‌های انرژی و نرخ تورم بی‌سابقه در آمریکا و سایر کشورهای صنعتی منجر شد. طی این بحران، تأثیر انرژی بر اقتصاد جهان مشخص شد و پس از آن بود که از اقتصاد انرژی، به عنوان یک رشته نام برده شد (احمدیان، ۱۳۸۱).

اهمیت انرژی و آثار آن در همه ابعاد زندگی انسان‌ها، از نیازهای اولیه گرفته تا سیاست، توسعه و حتی فرهنگ باعث شده است که ارائه تعریف دقیقی از اقتصاد انرژی، به عنوان یک رشته علمی مشکل باشد. زیست‌شناسی را می‌توان علم مطالعه موجودات زنده نامید. به همین روال می‌توان نجوم، ستاره‌شناسی، فیزیک، زمین‌شناسی و سایر علوم

پایه را نیز تعریف و قلمرو آنان را مشخص کرد. اما در مورد علوم اجتماعی همچون اقتصاد، علوم سیاسی و جامعه‌شناسی، کار اندکی دشوارتر می‌شود، زیرا موضوع این علوم، انسان‌ها هستند و معرفی یک رشته علمی با عبارت شناخت انسان‌ها بیش از اینکه کمکی به درک موضوع کند، گمراه‌کننده است.

اقتصاد انرژی یکی از گرایش‌های اقتصاد به‌عنوان یک رشته علمی یا یک حوزه علمی میان‌رشته‌ای است و اشتراکاتی با علوم پایه (زمین‌شناسی، مهندسی انرژی، فیزیک و ...) و علوم اجتماعی (بیش از همه اقتصاد و پس از آن علوم سیاسی، جامعه‌شناسی، حقوق و ...) دارد. این رشته، استفاده انسان را از منابع انرژی مطالعه کرده، نتایج این مصارف را بیان می‌کند. بدین معنا که در مباحث اقتصاد انرژی، انرژی به‌عنوان یکی از عوامل تولید در کنار سایر نهاده‌ها از قبیل سرمایه و نیروی کار قرار می‌گیرد تا به‌صورت بهینه استفاده شود. البته باید توجه کرد که علاوه بر اینکه انرژی یکی از منابع تولید است، عاملی سیاسی نیز محسوب می‌شود که تأثیر بسیاری بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی کشورها به‌خصوص، کشورهای صادرکننده نفت دارد.

با توجه به گفته‌های بالا، می‌توان گفت که اقتصاد انرژی کاربرد اصول، مدل‌ها و آموزه‌های اقتصاد در زمینه یک کالای مهم، ضروری و استراتژیک به‌نام انرژی و حامل‌های آن است. بدین معنا که در اقتصاد انرژی، تأثیر انرژی بر رشد و توسعه اقتصادی کشورها، روش استخراج بهینه منابع پایان‌پذیر انرژی مانند سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز، ...) به‌وجودآمده در تحولات زمین‌شناسی طی زمان، چالش‌های اقتصادی و سیاست‌گذاری‌ها در خصوص مسائل انرژی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از افزایش روزافزون مصرف سوخت‌های فسیلی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و جدید به‌جای انرژی‌های فسیلی، مورد مطالعه و بررسی علمی قرار می‌گیرد.

بنابراین برای شناخت بهتر این رشته علمی، ضروری است مفاهیم اصلی آن شناخته شود. محورهای اصلی اقتصاد انرژی که در سال‌های اخیر بیشتر از همه موردتوجه قرار گرفته‌است، عبارت‌انداز: تراز انرژی، عرضه انرژی، تقاضای انرژی، بازارهای انرژی، مخازن مشترک، کارایی و شدت انرژی، چالش‌های زیست‌محیطی، توسعه پایدار، رشد اقتصادی، انرژی و توسعه، سیاست‌گذاری انرژی و انرژی‌های نو که در ادامه به‌اختصار به آن‌ها خواهیم پرداخت.

۱-۳-۱ تراز انرژی

عبارت تراز به این معناست که مقادیر انرژی‌های اولیه باید برابر مقادیر مصرف‌شده (پس از منظورکردن تغییر در موجودی، واردات و صادرات، و سهمی که برای تبدیل انرژی اولیه به حامل‌های ثانویه انرژی شامل تلفات، مصرف می‌شود) باشد. تراز انرژی در ترازنامه انرژی آورده می‌شود. این ترازنامه، یک سیستم حسابداری است که جریان انرژی را در یک اقتصاد (در سطح منطقه‌ای، استانی یا ملی)، طی یک دوره معین زمانی (معمولاً یک سال تقویمی) نشان می‌دهد.

مکان‌های قرارگرفتن مراکز عرضه و مصرف انرژی، چگونگی برقراری جریان ارتباط میان مراکز تولید و مصرف، نوع سازوکارها و آثار ورودی‌ها (تزریق) و خروجی‌ها (نشتی) بر جریان انرژی و مسائلی از این دست، همگی در این حوزه می‌گنجد.

۱-۳-۲ عرضه انرژی

هم‌اکنون بخش عمده منابع انرژی، به‌رغم وجود پتانسیل زیاد برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نور خورشید، باد، امواج و گرمای زمین، همچنان از استخراج ذخایر پایان‌پذیر سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود.

منابع پایان‌پذیر انرژی مانند سوخت‌های فسیلی (نفت و گاز و...) در تحولات زمین‌شناسی و طی سالیان دراز به‌وجود آمده و ذخایر آن ثابت است و پس از بهره‌برداری تجدید نخواهند شد. تجدیدنشدن این منابع، به‌معنای این است که در آینده اگر منابع دیگری از انرژی اعم از تجدیدپذیر یا فسیلی کشف نشود و به‌بهره‌برداری اقتصادی نرسد، کره زمین عاری از منابع انرژی خواهد شد. حال با اندکی تأمل، دنیای اطراف خود را بدون انرژی تصور کنید، بدون برق، گاز، نفت، بنزین، گازوییل و ...، در این صورت همه بخش‌های جامعه از کار خواهند افتاد. حتی برای داشتن آب لوله‌کشی در منازل، صرف انرژی در تصفیه‌خانه‌ها و برای توزیع آن لازم است. درواقع، حتی تصور زندگی بدون حامل‌های انرژی غیرممکن است. در حال حاضر، منابع متعددی از ماهیت پایان‌پذیری و کمیابی موجب شده‌است که مبحث عرضه انرژی (به‌ویژه سوخت‌های فسیلی) برخلاف عرضه کالاها و خدمات (که عمدتاً متأثر از ساختار هزینه تولید است)، متأثر از یک عامل مهم دیگر به‌نام رانت کمیابی نیز باشد. به بیان دیگر،