

دورنمای عرضه و تقاضای انرژی در ایران و جهان

نوشته:

ناصر توحیدی

دانشیار دانشکده فنی - دانشگاه تهران

چکیده:

میزان ذخائر ذغال در جهان بمراتب بیش از نفت و گاز طبیعی میباشد اما بعلت کاربرد همه جانبه مواد نفتی در صنایع، درصد مصرف نفت بمراتب بیش از ذغال و گاز طبیعی است. با توجه به میزان ذخائر و مصرف سرانه انواع انرژیها جهت تولیدات صنعتی و غیره باین نتیجه میرسیم که از ۱۹۸۷ میلادی به بعد کمبود نفت و گاز طبیعی در جهان بمرور زمان بیشتر شده است. برای تثبیت نرخ رشد صنایع، کمبود نفت و گاز طبیعی در برخی از زمینه ها باید بوسیله ذغال و سایر انرژیها تامین گردد. بدینجهت ضروری است که زمینه روشهای نوینی جهت کاربرد ذغال و سایر انرژیها بجای نفت و گاز طبیعی در صنایع ابداع گشته و سرمایه گذاری جهت احداث واحدهای تولیدی در آینده با توجه به این واقعیت انجام گردد.

اگر برنامه ریزی بی رویه تولید و مصرف نفت و گاز طبیعی ادامه یابد و مضافاً اینکه هرگاه اقدامات مقتضی در جهت جایگزین کردن سایر انرژیها بجای نفت و گاز طبیعی انجام نگردد کمبود انرژیهای مذکور فاجعه هائی را بهمراه داشته و نسل آینده حتی در کشوری مانند ایران با ۱۰ درصد ذخائر جهانی نفت و ۱۷ درصد ذخائر جهانی گاز طبیعی، با کمبود این انرژیها مواجه خواهد شد.

مقدمه:

در سال ۱۹۷۲ میلادی کتابی تحت عنوان:

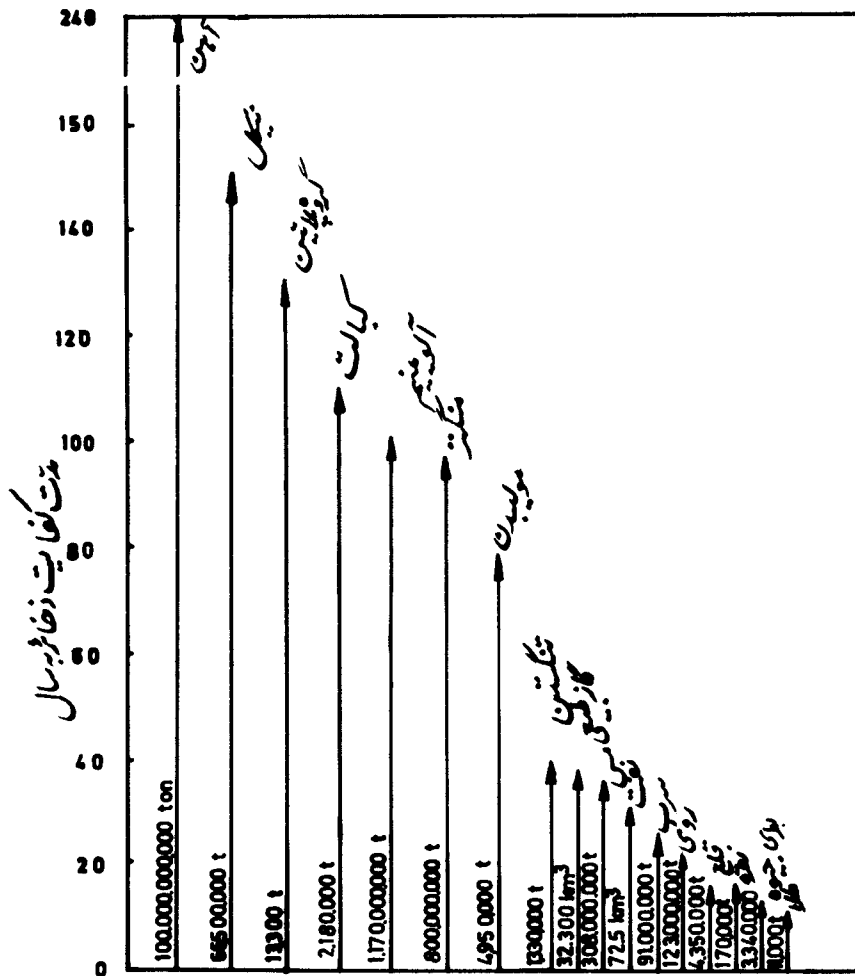
The Limits to Growth، از طرف کلوپ رم بوسیله D.Meadows منتشر شد (ماخذ ۱/۱)، که به فارسی نیز

برگردانده شده است (ماخذ ۱/۲).

در این کتاب برای اولین بار عوامل تعیین کننده وضع جهان بادیدی علمی و متکی برآمار و ارقام سالهای ۱۸۰۰ تا ۱۹۷۰ میلادی و با فرضیاتی نه چندان غیرمنطقی، پیش بینی شده بود. براساس این پیش بینی ها، ذخائر مواد اولیه جهان بعلت توسعه روزافزون تولیدات صنعتی بطور مداوم کاهش یافته و هرگاه پیشگیریهای ضروری انجام نگردد ممکن است دیر و یا زود ذخائر جهان با تمام برسد. در شکل ۱ میزان ذخائر کشف شده و کفایت آنها در صورت ثابت بودن نرخ مصرف در سال ۱۹۷۰ میلادی آورده شده است.

توضیح اینکه در این محاسبات، میزان قراضه فلزات در نظر گرفته نشده و در ضمن فرض شده است که نرخ رشد صنایع در آینده برابر نرخ رشد در ۱۹۷۰ میلادی و مقداری ثابت بوده و تغییرات بزرگ فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی بوقوع نپیوندد.

لازم بتذکر است که براساس آینده نگری این کتاب (ماخذ ۱)، هرگاه ذخائر جهانی مواد اولیه دو و یا سه برابر میزان برآورد شده در شکل ۱ نیز باشند، اما پیشگیریهای ضروری جهت برنامه ریزی و مهار کردن رشد تکنولوژی جهانی انجام نگردد، بازهم فاجعه ای جهان را تهدید خواهد کرد.



شکل ۱- مدت کفایت ذخائر مواد اولیه در صورت ثابت بودن نرخ مصرف آنها در سال ۱۹۷۰ میلادی

مآخذ ۱ صفحه ۴۶

و جهان مورد بحث قرار گیرد.

مصرف سرانه انرژی

انسان اولیه قبل از اینکه آتش را بشناسد و مورد استفاده قرار دهد، انرژی را فقط بصورت مواد غذایی مورد استفاده قرار میداد. میزان مصرف انرژی او در بهترین حالت ۲ کیلو کالری در روز بود.

زمانیکه انسان اولیه آتش را شناخت و مورد استفاده قرار داد، استعداد ذاتی او نسبت به گیاهان و حیوانات آشکار شد. آتش بعلت اهمیت و کارگشایی آن پس از خدای خورشید، خدای بسیاری از اقوام اولیه از جمله آشوریها، بابلی ها، پارسیها بوده است. طبق نظریه یونانیان قدیم

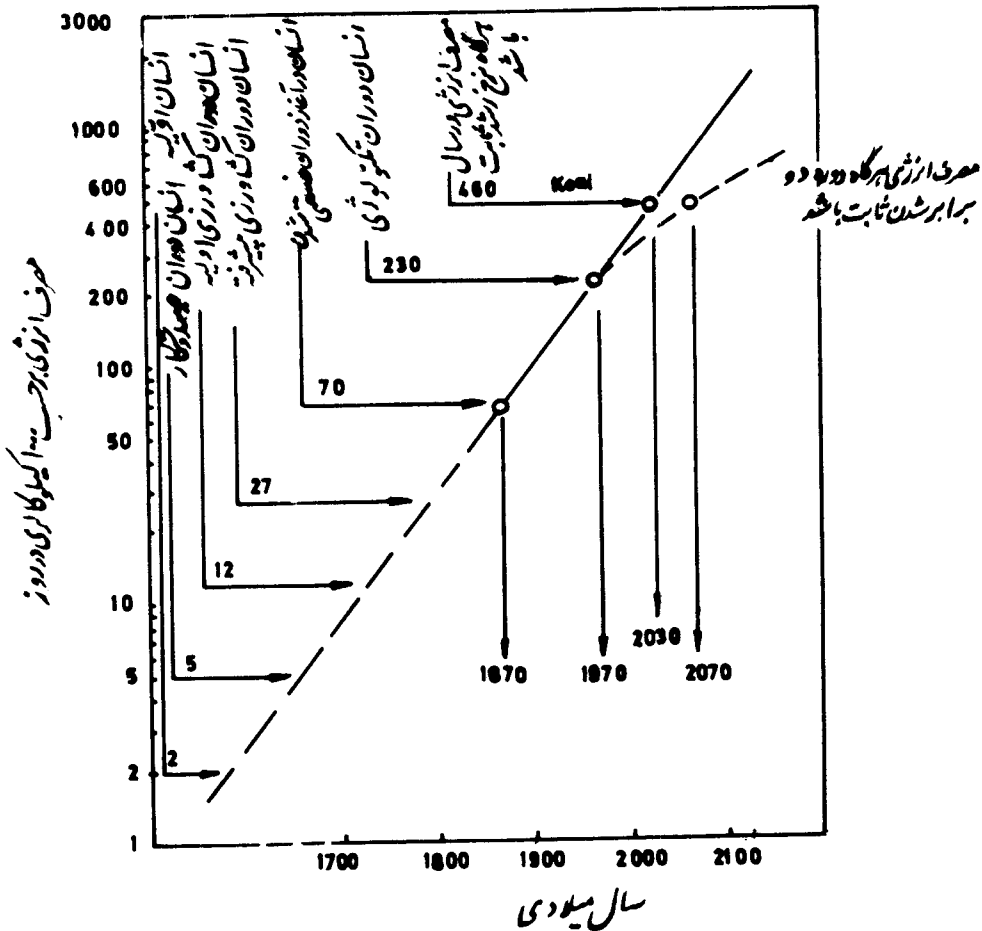
این کتاب (مآخذ ۱) علیرغم انتقادهای اصولی که به آن وارد بوده و نیاز به مقاله ای جداگانه دارد، ولی بعلت نشان دادن عواقب وخیم عوامل تعیین کننده وضع جهان در صورت عدم کنترل آنها از جمله رشد جمعیت، کمبود مواد غذایی، آلودگی محیطزیست، افزایش مرگ و میر و غیره، خدمات با ارزشی به بشریت کرده است.

با انتشار این کتاب (مآخذ ۱)، سیاستمداران و پژوهشگران به ارزش واقعی مواد خام بی برده و در صد صرفه جویی و کاوش روشهای نوینی برای جایگزینی آنها برآمدند. نظریات اینکه میزان ذخائر انرژی در جهان تاثیر تعیین کننده ای بر جهت توسعه تکنولوژی و توابع وابسته آن دارد لذا در این مقاله کوشش میگردد که میزان عرضه و تقاضای انرژی در ایران

انرژی آب بوسیله بابل‌ها، مصریها، چینی‌ها و غیره باعث شد که مصرف سرانه انرژی انسانهای دوران کشاورزی پیشرفته به ۲۷ کیلوکالری در روز برسد. در آغاز صنعتی شدن اروپای غربی و آمریکا حدود ۱۸۷۰ میلادی، مصرف سرانه انرژی در روز به ۷۰ و در ۱۹۷۰ میلادی مصرف سرانه انرژی بشر پیشرفته صنعتی در این کشورها به ۲۳۰ کیلوکالری در روز رسید. پیش بینی میشود که در سال ۲۰۳۰ میلادی مصرف سرانه انرژی بشر به ۴۶۰ کیلوکالری در روز برسد. در شکل ۳ مصرف سرانه انرژی بشر در طول قرون گذشته آورده شده است.

آتش بعلاوه آب، زمین و هوا، چهار جسم اصلی بودند که جهان را بوجود آورده اند. آنها این اجسام را عناصر رابعه مینامیدند.

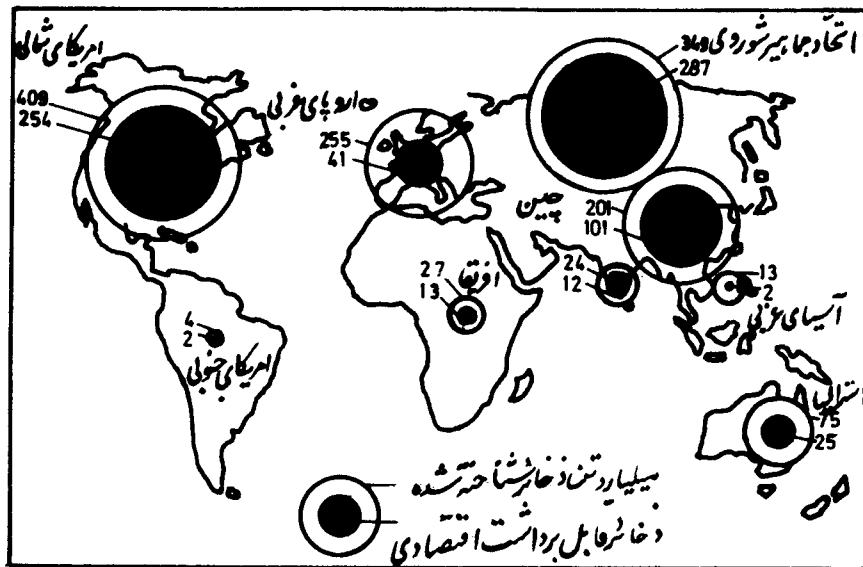
در حدود یک هزار سال پیش میزان مصرف سرانه انرژی انسانهای دوران صید و شکار به ۵ کیلوکالری در روز رسیده بود. انسانهای دوران کشاورزی ابتدائی در پنجهزار سال قبل از میلاد مسیح در منطقه مدیترانه از انرژی خورشید برای تولید محصولات کشاورزی و از انرژی حیوانات جهت حمل و نقل استفاده میکردند. میزان مصرف سرانه انرژی آنها در حدود ۱۲ کیلوکالری در روز بوده است. مصرف چربی حیوانات بوسیله اسکیموها، گاز طبیعی بوسیله چینی‌ها،



شکل ۲- مصرف سرانه انرژی بشر در طول قرون گذشته

درصد بشکل گاز طبیعی تخمین زده شده بود (مأخذ ۳). در شکل ۳ نحوه توزیع و میزان ذخائر ذغال سنگ شناخته شده و قابل برداشت اقتصادی در جهان آورده شده است.

ذخائر ذغال توزیع ذخائر مختلف انرژی در جهان یکسان نبوده و کمیت آنها از طرف محققین کاملاً متفاوت برآورده شده است. در سال ۱۹۷۲ میلادی از کل انرژیهای فسیلی حدود ۸۶ درصد بشکل ذغال سنگ، ۱۱ درصد بشکل نفت خام و سه



مآخذ ۴ صفحه ۱۷۳

شکل ۳ - توزیع ذخایر ذغال سنگ در جهان بر حسب میلیارد* تن

این جداول از ذخایر جدیدی که در طبس کشف شده و میزان آن حدود ۳۰ بیلیون تن برآورد شده، منظور نشده است. با احتساب ذخایر طبس درصد ذخایر ذغال ایران به جهان حدود ۷/۰ درصد میباشد. لازم بتذکر است که میزان ذخایر ممکن در طبس از طرف کارشناسان مورد تأیید قرار نگرفته است.

در مآخذ ۳ میزان حتمی ذخایر ذغال جهان ۸۰۰۰ بیلیون تن و در مآخذ ۱۳ همین ذخایر ۸۷۳۶ بیلیون تن برآورد شده است. هرگاه مصرف سالیانه ذغال ۲/۴۳ بیلیون تن فرض گردد، ذغال برای سه هزار و ششصد سال کافی خواهد بود. توضیح اینکه ۸۶ درصد ذخایر ذغال باثبات رسیده در آمریکا و شوروی است. در جداول ۱ و ۴ میزان ذخایر ذغال ایران و جهان آورده شده است. توضیح اینکه در

جدول ۱- میزان ذخایر ذغال ایران و جهان

معادل:	۵۰۰۰ بیلیون تن (۱۹۷۰ مآخذ ۱ صفحه ۴۶)	ذخایر ذغال دنیا
$۸۷۳۶ \times ۶۷ = ۵۸۵۳۱۲$ بیلیون تن نفت	۸۷۳۶ بیلیون تن (۱۹۷۷ مآخذ ۱۳ صفحه ۲۲)	
$۶/۰۴۹۱ \times ۶۷ = ۴۰۵/۲۹$ بیلیون تن نفت	۶/۰۴۹۱ بیلیون تن (مآخذ ۱۱)	ذخایر ذغال ایران

توضیح اینکه در جداول ۱ تا ۳ مقدار ۳۶۵ میلیون بشکه نفت در سال معادل:

کیلوکالری $۵۳ \times ۱۰^{۱۲} \approx$ متر مکعب ۵۷×۱۰^۹ تن کک $۷۶ \times ۱۰^۶ \approx$ تن نفت ۵۰×۱۰^۶ فرض شده است،

مشروط به اینکه ارزش حرارتی نفت ۱۰۰۰۰ کیلوکالری بازا کیلوگرم، ذغال ۷۰۰۰ کیلوکالری بازا کیلوگرم و گاز طبیعی ۹۴۰۰ کیلوکالری بازا متر مکعب فرض گردد. مصافاً "اینکه حجم گاز در شرایط استاندارد (۲۵ درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر) داده شده است.

* 1 Million (میلیون) = 10^6 1 Billion (میلیارد = بیلیون) = 10^9
 1 Trillion (تریلیون) = 10^{12}

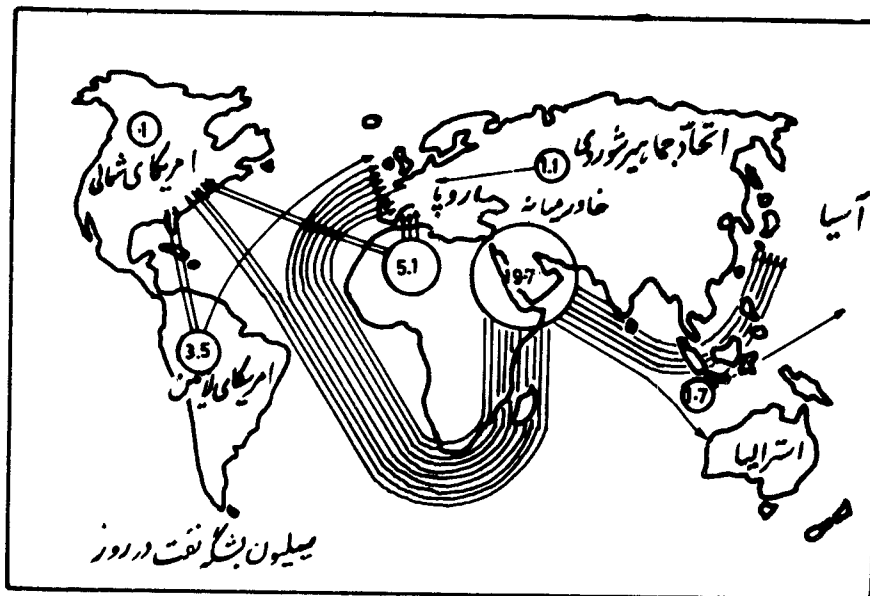
ذخائر نفت

نفت در جهان به میزان ذغال سنگ یافت نشده و توزیع آن در جهان همانند ذغال سنگ یکسان نیست. در شکل ۴ نحوه توزیع و صادرات نفت در جهان (بغیر از کشورهای کمونیستی)، در سال ۱۹۷۳ میلادی آورده شده است. همانطور که ملاحظه میشود در شرایط کنونی ذخائر نفت خاور میانه بیشتر از هر نقطه جهان مورد بهره برداری قرار میگیرد، بطوریکه در سال ۱۹۷۳ میلادی از ۴۵ میلیون بشکه نفت مصرف روزانه جهان (بغیر از کشورهای کمونیستی)، تقریباً ۴۴ درصد آن از منطقه خاور میانه تامین شده است. از شکل ۴ میزان و نحوه توزیع صادرات نفت در جهان دیده میشود.

توضیح اینکه کشورهای عضو سازمان کشورهای صادر کننده نفت: اوپک، که عبارتند از:

(Oil Producing & Exporting Countries: OPEC)

ایران، الجزایر، عربستان سعودی، نیجریه، ونزوئلا، کویت، عراق، لیبی، ابوظبی، اندونزی، قطر، اکوادروگابون میباشند، ۷۰ درصد کل ذخائر نفت جهان، ۵۲ درصد کل تولیدات نفتی جهان و ۸۱ درصد صادرات نفت جهان را در اختیار داشته و ۹۰ درصد تولیدات آنها در ۲۱ کشور صنعتی مصرف میگردد.



شکل ۴ - میزان و نحوه صادرات نفت در جهان (غیر از کشورهای کمونیستی)، در سال ۱۹۷۳ میلادی برحسب
میلیون بشکه در روز
مآخذ ۴ صفحه ۱۴

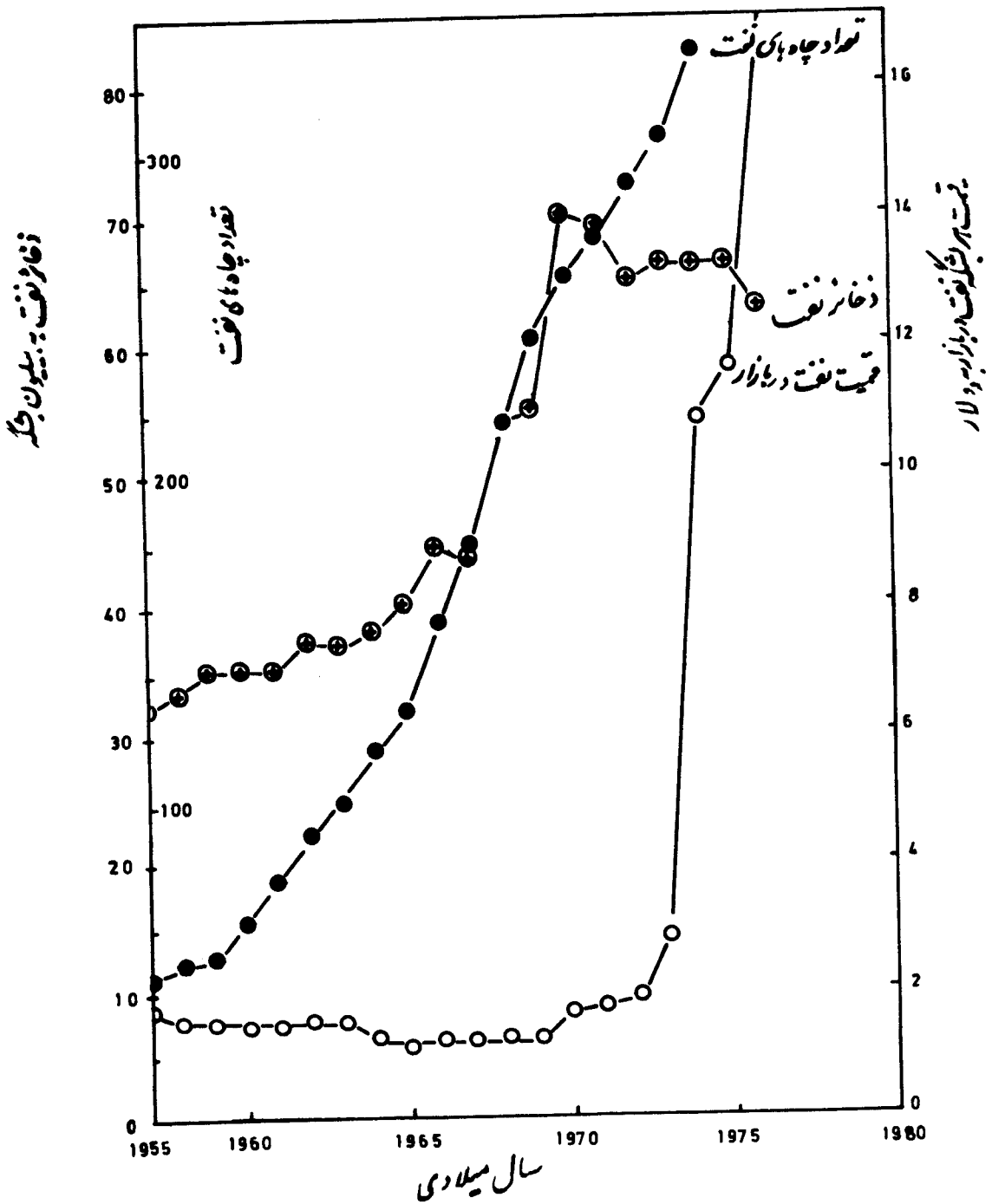
نفت افزایش چشمگیری پیدا کند. این واقعیت بوضوح از شکل ۵ نیز دیده میشود.

میزان ذخائر نفت جهان که تا سال ۱۹۷۵ میلادی باثبات رسیده براساس مآخذ ۳ حدود ۵۹۴ میلیارد بشکه بوده که با مصرف ۵/۵۵۵ میلیارد بشکه در روز، ذخائر نفت جهان برای ۳۰ سال کفایت.

در جدول ۲ کل ذخائر نفت ایران و جهان و در جدول ۴ کمیت ذخائر محلی ایران آورده شده است.

نظر با اهمیت صادرات نفت برای ایران و جهان، کشف، استخراج و بهره برداری از ذخائر نفتی ایران از اهمیت ویژه ای برخوردار میباشد. از شکل ۵ دیده میشود که تعداد چاههای نفت و در نتیجه حفاریهای ضروری برای اکتشاف نفت در دو دهه گذشته در چه سطحی توسعه داشته است.

از سال ۱۹۷۳ میلادی که کشورهای صادرکننده نفت پی به کمبود مواد نفتی و ارزش واقعی آن بردند و همچنین سایر مسائل سیاسی و اقتصادی بین المللی باعث شد که قیمت



شکل ۵ - ذخائر ثابت شده، قیمت و تعداد چاه‌های نفت در ایران با استفاده از ماخذ ۱۷ صفحه ۱

جدول ۲- میزان ذخائر نفت ایران و جهان

ذخائر نفت دنیا	۵۹۹ بلیون بشکه (۱۹۷۶ مآخذ ۱۲ صفحه ۱۰۵) ۷۱۲ بلیون بشکه (۱۹۷۵ مآخذ ۱۳ صفحه ۷)	معادل: $\frac{۵۹۹}{۷/۳۳} = ۸۱/۸$ بلیون تن نفت
ذخائر نفت ایران	۶۳ بلیون بشکه (۱۹۷۶ مآخذ ۱۲ صفحه ۱۰۴)	معادل: $\frac{۶۳}{۷/۳۳} = ۸/۶$ بلیون تن نفت

توضیح اینکه در جدول ۴ از میزان ذخائر آغاچاری، رامشیر، گچساران، لاوان، نوروز و غیره ذکر نشده است، لذا میزان ۶۳ بلیون بشکه ذخائر نفت ایران در جدول ۲ برآبیش از ۲۷/۸ بلیون بشکه مندرج در جدول ۴ میباشد که از منابع متفاوت استخراج شده است. طبق جدول ۲ نسبت ذخائر ایران به جهان حدود ۱۰ درصد میباشد. قابل تذکر اینکه کمیت ذخائر ارائه شده در جدول، مربوط به آنقسمت از ذخائر بوده که از نظر اقتصادی مقرون بصره و در نتیجه قابل استخراج میباشد. بدیهی است بارشد تکنولوژی و افزایش قیمت منابع اولیه، استخراج و کاربرد ذخائر نامرغوب نیز بمرور زمان اقتصادی میگردد.

ذخائر گاز طبیعی

عضو سازمان اوپک، چندان نبوده و اروپا و آمریکا جزء مصرف کنندگان عمده آن میباشد. از شکل های ۶ میتوان میزان ذخائر و میزان مصرف روزانه گاز طبیعی جهان در سال ۱۹۷۵ میلادی را برداشت کرد.

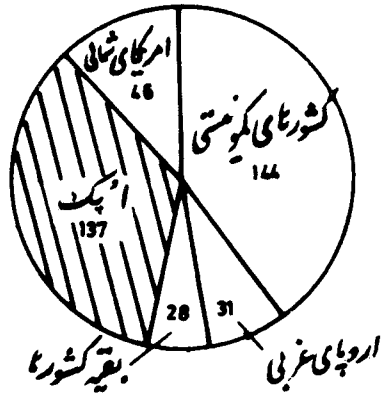
میزان گاز طبیعی جهان که تا سال ۱۹۷۴ میلادی باثبات رسیده است طبق مآخذ ۳ حدود ۵۳۲ ۵۲ کیلومتر مکعب میباشد. با مصرف سالیانه ۱۳۸۹ کیلومتر مکعب، گاز طبیعی برای ۳۸ سال کفایت خواهد کرد. در جدول ۳ میزان ذخائر گاز طبیعی ایران و جهان آورده شده است. نسبت ذخائر گاز طبیعی ایران به جهان طبق جدول ۳ مآخذ ۵، ۱۷/۳۵ درصد میباشد.

میزان برآورد گاز طبیعی در دنیا سال به سال افزایش مییابد. بر اساس تخمین شرکت اسو (Esso AG, Hamburg) در سال ۱۹۶۰ میلادی میزان ذخائر گاز طبیعی ۱۸۶۰۰ میلیارد متر مکعب، در سال ۱۹۷۰ میلادی ۹۷۸ ۴۴ میلیارد متر مکعب، در سال ۱۹۷۳ میلادی ۵۷۹۱۰ میلیارد متر مکعب و در اول ژانویه ۱۹۷۵ میلادی ۶۷۵۸۰ میلیارد متر مکعب برآورده شده است (مآخذ ۱۷ صفحه ۱۹).

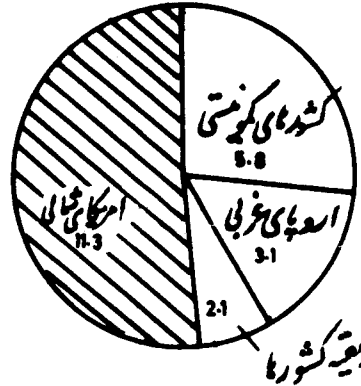
کشورهای عضو سازمان "اوپک" در سال ۱۹۷۲ میلادی ۲۱۳/۵ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی تولید کردند که ۴۱/۶۸۵ میلیارد متر مکعب آن سهم ایران بوده است.

۶۱ درصد تولید گاز طبیعی کشورهای عضو سازمان اوپک یعنی ۱۲۹/۵ میلیارد متر مکعب از گاز طبیعی، بدون استفاده سوزانده شده که ایران با ۲۳/۹۳۸ میلیارد متر مکعب در مقام اول قرار گرفته است. با این مقدار گاز طبیعی ممکن بود که ۲۸۰ میلیون تن آهن خام یعنی تمام تولید آهن خام دنیا در سال ۱۹۷۵ بجای کک با آن گاز تولید میگشت. در سال ۱۹۷۸ از ۵۵ میلیارد متر مکعب گاز ایران ۳۲/۳ میلیارد بدون استفاده سوزانده شده است. مصرف گاز طبیعی کشورهای

ذخائر گاز طبیعی معادل بیلیون بشکه نفت



مصرف روزانه گاز طبیعی



شکل ۶ - میزان مصرف روزانه و ذخائر گاز طبیعی در جهان (معادل بیلیون بشکه نفت) مآخذ ۴ صفحه ۳۳

جدول ۳ - میزان ذخائر گاز طبیعی ایران و جهان

$\frac{2\ 296\ 000}{35/314} = 65\ 000$ کیلومتر مکعب ۶۵ ۰۰۰ (۱۹۷۵، مآخذ ۵ صفحه ۸)	$\frac{2\ 303\ 777}{35/314} = 65002$ کیلومتر مکعب ۶۵۰۰۲ (۱۹۷۶، مآخذ ۴ صفحه ۱۰۵)	ذخائر گاز طبیعی جهان
$\frac{398\ 000}{35/314} = 11270$ کیلومتر مکعب ۱۱۲۷۰ (۱۹۷۵، مآخذ ۵ صفحه ۶)	$\frac{330\ 000}{35/314} = 9346$ کیلومتر مکعب ۹۳۴۶ (۱۹۷۶، مآخذ ۱۲ صفحه ۱۰۴)	ذخائر گاز طبیعی ایران

ماسه های قطران دار (Tar Sand) و شیلهای نفتی (Oil Shales) از جمله ذخائر انرژی فسیلی که حائز اهمیت میباشند، ماسه های قطران دارو شیلهای نفتی را باید نام برد. بزرگترین ذخائر ماسه های قطران دار در کانادا و ونزوئلا میباشد. استخراج ذخائر کانادا در سطح پائین تا بحال مورد بهره برداری قرار گرفته اند. توسعه استخراج بیشتر آنها تا ظرفیت معادل ۲۰۰۰۰ بشکه در روز بدلیل نیاز به سرمایه گذاری وسیع و هزینه کارآوری زیاد (۳۰ تا ۴۰ دلار بازار تولید معادل یک بشکه نفت)، کند بوده است.

مهمترین منابع شیلهای نفتی در آمریکا شمالی (معادل ۴۴۰ بیلیون بشکه نفت)، افریقا (۱۱۴ بیلیون بشکه)، آسیا (۱۰۲ بیلیون بشکه) و اروپا (۸۰ بیلیون بشکه) میباشد (مآخذ ۱۲). توضیح اینکه این برآورد خیلی فرضی است.

بعلت کمبود روز افزون گاز طبیعی در جهان در سال ۱۹۷۰، اولین خطلوله گاز سراسری ایران از اهواز از طریق آستارا به اتحاد جماهیر شوروی و بالاخره به اروپا کشیده شد. قرارداد دومین خطلوله بین اتحاد جماهیر شوروی و ایران در سال ۱۹۷۵ بسته و در نوامبر ۱۹۷۸ این خطازکنان شروع و تا حدودی بموازات خطلوله اول کشیده و آماده بهره برداری گردیده است.

در جدول ۴ ظرفیت ذغال، نفت و گاز طبیعی ایران و در شکل ۷ نحوه توزیع آن ها نشان داده شده است. تذکر اینکه در جدول ۴ ذخائر جدید ذغال که در طبس کشف شده و میزان آن حدود ۳۰ میلیارد تن "ذخیره ممکن" پیش بینی گشته، آورده نشده، چه صحتمت آن به بررسی بیشتری نیاز دارد.

جدول ۴ - میزان ذخائر گاز طبیعی (ماعد ۹) ، نفت (ماعد ۱۰) و ذغال سنگ (ماعد ۱۱) در ایران

ذخائر گاز طبیعی به کیلومتر مکعب	ذخائر نفت به بلیون بشکه	ذخائر ذغال سنگ به میلیون تن
کنگان ۴۹۵۶	اهواز ۶	کرمان ۵۲۹/۹
ساختمان C (جنوب بوشهر)	مارون ۶	نیبند (طبس) ۹۹۰/۸
۱۶۹۹/۲ تا ۲۸۳۲	بی بی حکیمه ۴/۵	البرز :
خانگیران (نزدیک سرخس)	پاریس ۳	قشلاق ۲۳۱/۳
۵۶۶/۲	هفتگل ۱/۹	شاهرود ۲۰۷/۶
قشم ۲۲۶/۵۶	مسجد سلیمان ۱/۹	چهاردشت ۴۳۹/۵
تنگه بیجار ۸۴/۹۶ تا ۱۰۷/۶۲	ساسان ۱/۵	آلاشت ۷۵۰
سراج (نزدیک قم)	کرنج ۱/۳	گلندرود ۸۸۰
۲۸/۳۲ تا ۴۲/۴۸	خارک ۱/۱	نورود ۳۲۰
پازنان (سربوش گازی) ۱۴۱۶	رستم ۱	سنگرود و رامسر ۲۵۰
بقیه سربوش چاههای نفت ۱۱۹۰		شمال (مشهد) ۴۵۰
گازهای محلول ۱۱۹۰		
جمع کل ۱۲۵۲۳/۰۶ تا ۱۱۳۵۳/۴۴	۲۷/۸	۶۰۴۹/۱

چون از هر تن شیلپهای نفتی در دمای ۴۸۰ درجه سانتیگراد حدود ۰/۶۹۵ بشکه نفت بدست میاید ، لذا بهره برداری از شیلپهای نفتی مشابه ماسه های قطران دار پر خرج است . مضافاً اینکه گروههای طرفدار حفاظت محیط زیست فشارهای زیادی اعمال میکنند تا از تخریب محیط زیست که بعلت استخراج ماسه های قطران دار و شیلپهای نفتی همانند استخراج ذغالهای سطحی بوجود میاید، جلوگیری بعمل آید .

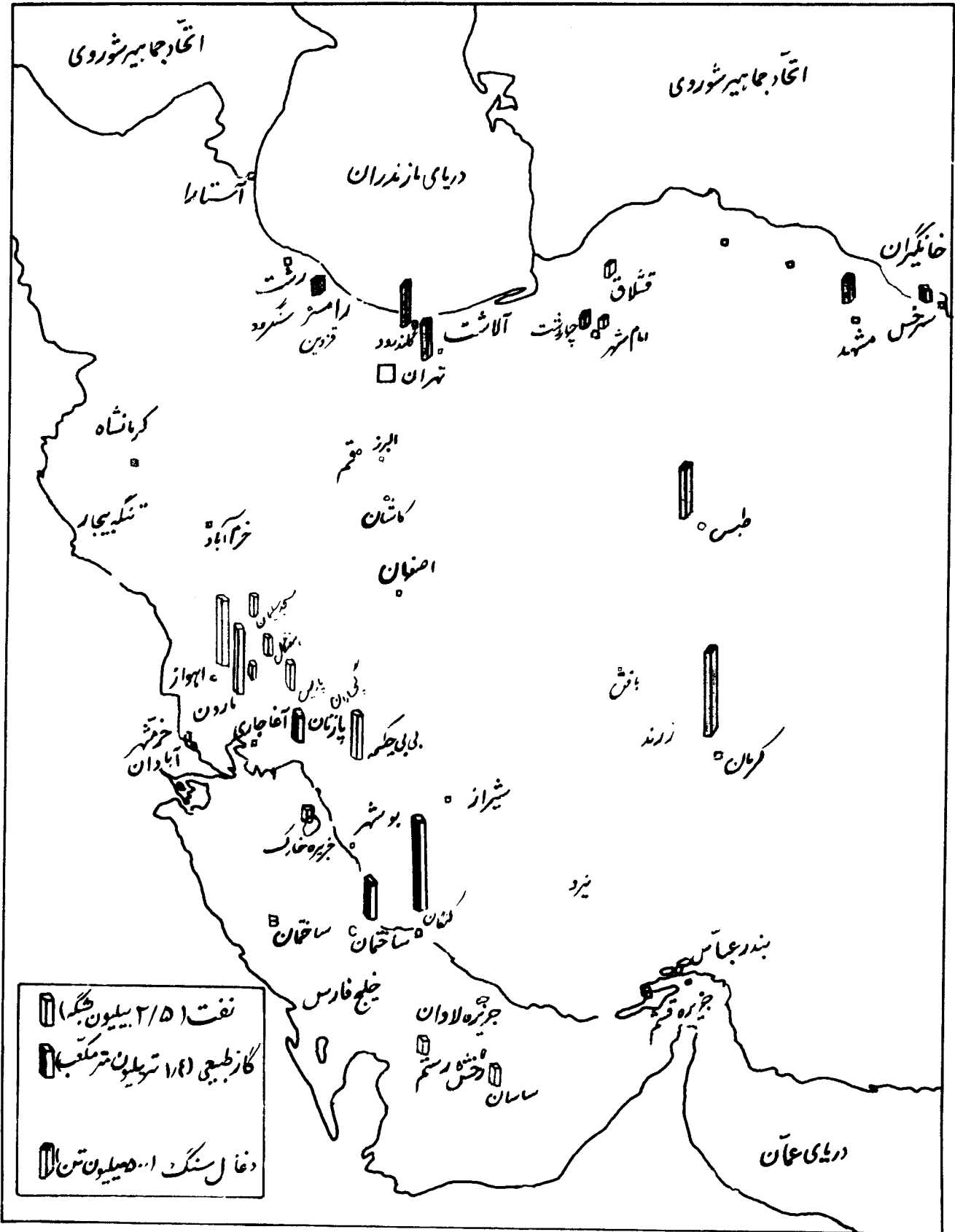
انرژی هسته ای

ماده را میتوان طبق قانون انیشتن $E=mc^2$ به دو روش به انرژی تبدیل کرد . در رابطه فوق E انرژی ، m جرم مبادله شده به انرژی و c سرعت سیر نور میباشد . در روش اول انرژی از شکافت (Fission) هسته سوختهای عناصر سنگین مانند توریم ، اورانیوم و پلوتونیم و تبدیل آنها به عناصر سبکتر تولید میگردد . مثلاً " با بمباران یک هسته اورانیوم ۲۳۵ بوسیله یک نوترون تحریک کننده بروشهای مختلف ،

اتمهای کوچکتر مانند مولیبدن و لانتانیم تولید شده واز یک تا سه نوترون جدید تشکیل میشود . از برخورد این نوترونها به هسته های دیگر اورانیوم ۲۳۵ ، مجدداً " نوترونهای جدید تولید شده که تعداد آنها بطور زنجیری افزایش یافته و مقدار عظیمی انرژی آزاد میگردد . این اساس تولید انرژی دریمب اتمی است که اولین بار در سال ۱۹۴۲ میلادی در صحرای نوادا منفجر گردید .

مثلاً " کاهش وزنی که در اثر بمباران یک مول اورانیم ۲۳۵ با یک نوترون بوجود آمده و تشکیل ایزوتوپهای لانتانیم ، مولیبدن و ۲ نوترون میدهد ، ۰/۲۲۳ گرم میباشد . این تغییر وزنی، برای یک کیلوگرم اورانیم، $۵۳۲۵/۶۶ \times 10^{26}$ مگا الکترون ولت انرژی تولید میکند .

در روش دوم انرژی از تغییر وزنی که در اثر پیوند (Fusion) بین هسته اتمهای سبک، جهت تشکیل هسته اتمهای سنگین حاصل میشود ، تولید میگردد . مانند مبادله هیدروژن سنگین به هلیوم . برای مثال انرژی تولید شده جهت



شکل ۷- نحوه توزیع و میزان ذخائر گاز طبیعی، نفت و ذغال سنگ در ایران.

انرژی خورشیدی، انرژی حرارتی زمین و غیره بنا بر فرضیه‌ای، خورشید با قطر ۴۰۰ ۰۰۰ کیلومتر از ۵۰ درصد هیدروژن، ۴۰ درصد هلیوم و کمتر از ۱۰ درصد عناصر سنگین تشکیل شده، که کره‌ای گازی است و در مرکز آن دما به ۲۰ بیلیون درجه، فشار به بیلیاردها اتمسفر و وزن مخصوص به ۱۰۰ گرم بازاء سانتیمتر مکعب میرسد. درجه حرارت، فشار و وزن مخصوص گازهای خورشید از مرکز بطرف سطح خورشید کاهش مییابد بطوریکه دمای سطح خورشید بین ۴۵۰۰ تا ۶۰۰۰ و فشار آن یکهزارم فشار جو در زمین میباشد. ظاهراً " سرچشمه انرژی خورشید و ستاره‌ها، انرژی اتمی بوده و از تبدیل هیدروژن به هلیوم، آزاد میگردد. خورشید از میلیاردها سال پیش روشنایی و حرارت بزمین میدهد که منشاء اصلی رشد نباتات، تولید سوختهای فسیلی و بالاخره سرچشمه ماده حیات در زمین یعنی آلبومین زنده است. انرژی آزاد شده در خورشید دو میلیارد برابر انرژی است که زمین از خورشید میگردد و این انرژی (که زمین از خورشید میگردد) یک میلیون برابر تولید انرژی در سطح زمین بوسیله سوختن مواد مختلف میباشد (ماخذ ۱۸).

هم اکنون درصد تولید و استفاده از انرژی خورشید نسبت به کاربرد سایر انرژیها چشمگیر نیست. با کاهش هزینه و افزایش بازده مبادلها و از طرف دیگر افزایش روزن افزون انرژیهای فسیلی انتظار میرود که در آینده بخش بیشتری از انرژی ضروری برای ذوب فلزات، برای گرم و سرد کردن ساختمانها، برای تولید برق، برای شیرین کردن آب دریاها و غیره از انرژی خورشید تامین گردد. توده گداخته دل زمین نیز یکی از منابع عظیم انرژی بشمار میآید. هرگاه آبهای زیر زمینی بنحوی با توده گداخته زمین در تماس باشد، بخار آب حاصل تا فاصله بخصوصی از سطح زمین میتواند مورد استفاده برای تامین حرارت ساختمانها، توربینهای بخار برای تولید برق و غیره قرار گیرد. هرگاه مسئله هزینه، میزان تولید و تکنولوژی آن حل گردد از این منبع عظیم انرژی جهان، همه کشورها میتوانند استفاده کنند (ماخذ ۱۹ تا ۲۱) انرژی آب رودها و آبشارها، انرژی جزر و مد آب دریاها، انرژی حاصل از اختلاف دما در آب اقیانوسها، انرژی باد و غیره در مناطق بخصوصی از کره زمین که تکنولوژی استفاده از برخی از آنها پیشرفته است در آینده نیز بخش کمی از انرژی ضروری جهان را تامین خواهد کرد (به شکل

تولید یک کیلوگرم هلیوم، از هیدروژن سنگین، $35/6 \times 10^{26}$ مگا الکترون ولت میباشد. این انرژی معادل $1/36 \times 10^{14}$ ($= 0/935 \times 10^{-20} \times 3/828 \times 10^{26}$) کالری و یا ۹۳۵ میلیون بشکه نفت میباشد. از مقایسه تولید انرژی بدو روش فوق الذکر ملاحظه میگردد که انرژی تشکیل شده بازاء تولید یک کیلوگرم هلیوم از هیدروژن بروش پیوند تقریباً " ۱۵۰ برابر انرژی تولید شده بازاء تحول یک کیلوگرم اورانیم ۲۳۵ بروش شکافت میباشد. تاکنون تولید انرژی هسته‌ای بروش شکافت انجام میگردد که تکنولوژی آن بسیار پیشرفته است.

گرچه سوختهای هسته‌ای در کشورهای مختلف یافت میشود ولی تکنولوژی بسیار پیشرفته استخراج، گانه‌آرایی و کاربرد آنها بانحصار کشورهای معدودی درآمده است. براساس ماخذ ۱۳ طبق برآورد سال ۱۹۷۲ توریم با ذخیره ۷۹۳ ۳۲۱ تن و مصرف سالیانه ۱۰۰۷ تن برای ۳۲۰ سال و اورانیم با ذخیره ۴۷۰ ۹۸۴ تن و مصرف سالیانه ۶۸۱ ۲۰ تن فقط برای ۴۸ سال کافیست. بعلت آلودگی محیط زیست ناشی از بازمانده‌های رادیواکتیو این سوختها و همچنین بعلت محدود بودن ذخائر آن، تامین انرژی بروش شکافت برای آینده بشرنه کافی و نه مناسب است.

تامین انرژی به روش پیوند بعلت تکنولوژی بسیار پیچیده آن برای تولید دمای خیلی بالا، نگهداری پلاسما و مهار کردن انرژی تولید شده برای بشر هنوز کاملاً " حل نشده است، ولی نحوه تولید انرژی در ستارگان از جمله خورشید براین اساس میباشد. با توجه باینکه:

منابع سوختهای ضروری برای تولید انرژی به روش پیوند، لایزال و به روش شکافت محدود میباشد،

– انرژی تولید شده به روش پیوند بازاء واحد وزن سوخت، چندین برابر انرژی تولید شده به روش شکافت است،
– خطرات ناشی از آلودگی محیط زیست در صورت

تولید انرژی به روش پیوند وجود نداشته ولی تولید انرژی به روش شکافت بعلت بازمانده‌های رادیواکتیو جدی است، لذا بنظر میرسد که تولید انرژی هسته‌ای در آینده فقط به روش پیوند انجام شده و بخش عمده انرژی ضروری برای بشر را تامین خواهد کرد.

بدینجهت هم اکنون تمام کشورهای صنعتی پیشرفته بر روی تکنولوژی تولید انرژی به روش پیوند بطور فعال کار میکنند، مع الوصف بعلت مسائل تکنیکی خیلی پیچیده امید نمیرود که تا آخر قرن کنونی تولید انرژی بدو روش متداول گردد.

۸ مراجعه شود).

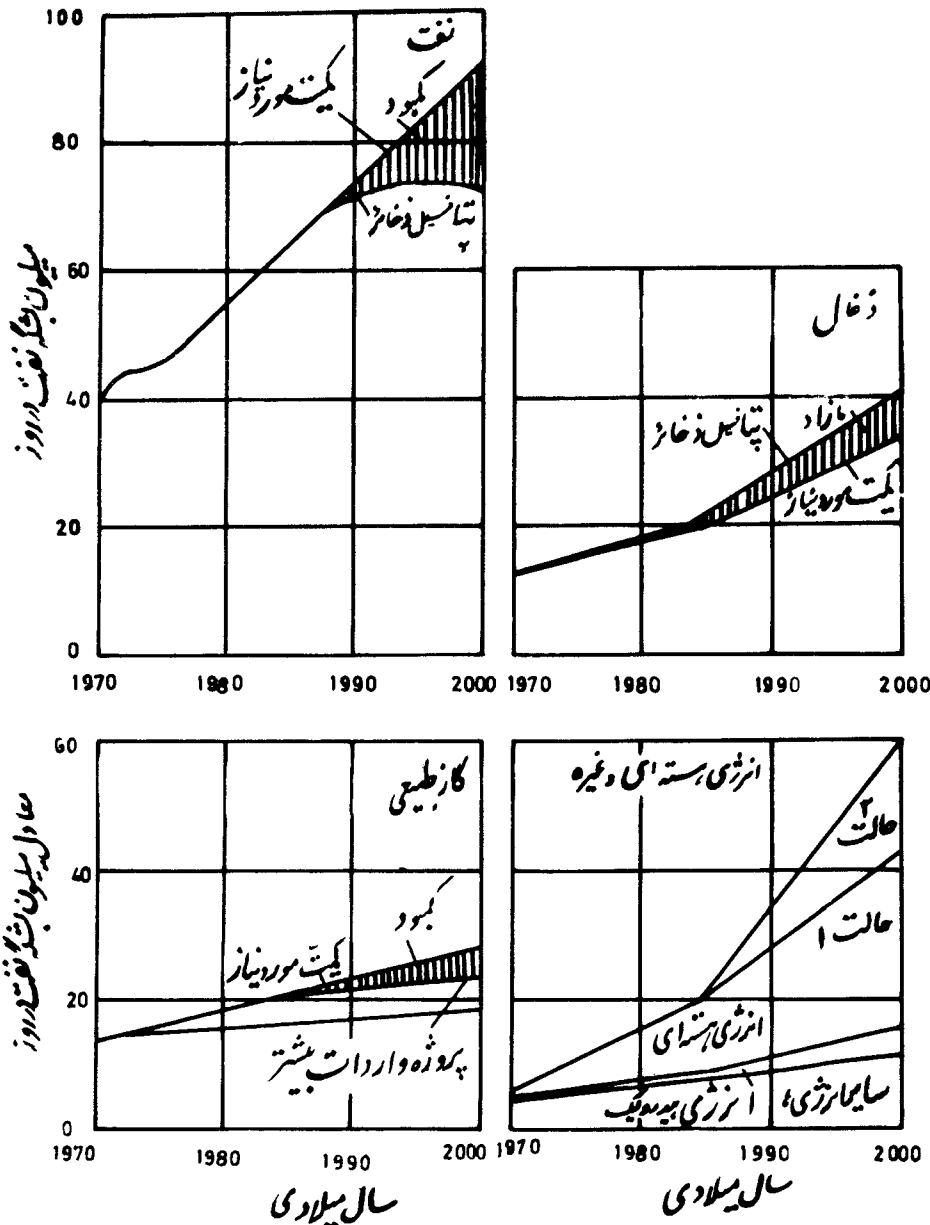
ذغال سنگ و ۲۲ درصد گاز طبیعی بوده است. در شکل ۸ میزان نفت، ذغال، گاز طبیعی و انرژی هسته ای مورد نیاز و پتانسیل روزانه ذخائر آنها در جهان غیر کمونیستی آورده شده است. ملاحظه میگردد که از سال ۱۹۸۷ میلادی به بعد بعلت عدم تکافوی پتانسیل ذخائر نفتی، کمبود نفت و گاز طبیعی بطور چشم گیری افزایش مییابد.

قابل توجه اینکه قیمت انرژیها در بازارهای بین المللی بازاواحد انرژی، بعلت هزینه تولید و شرایط سیاسی و اقتصادی کشورها، متفاوت است. در جدول ۵ هزینه تولید معادل یک بشکه نفت از انواع مختلف انرژیها آورده شده است.

پیش بینی وضع انرژی جهان در ربع چهارم قرن بیستم

بادر نظر گرفتن رشد تکنولوژی و بالا رفتن استاندارد زندگی و در نتیجه افزایش نرخ مصرف انرژی و از طرف دیگر ثابت بودن میزان ذخائر، مدت کفایت ذخائر کم و بیش قابل محاسبه مییابد.

بعلت کاربرد وسیع مواد نفتی، نرخ مصرف نفت نسبت به گاز طبیعی و ذغال بیشتر است. در سال ۱۹۷۲ میلادی از کل انرژی مصرفی جهان، ۴۵ درصد نفت خام، ۳۳ درصد

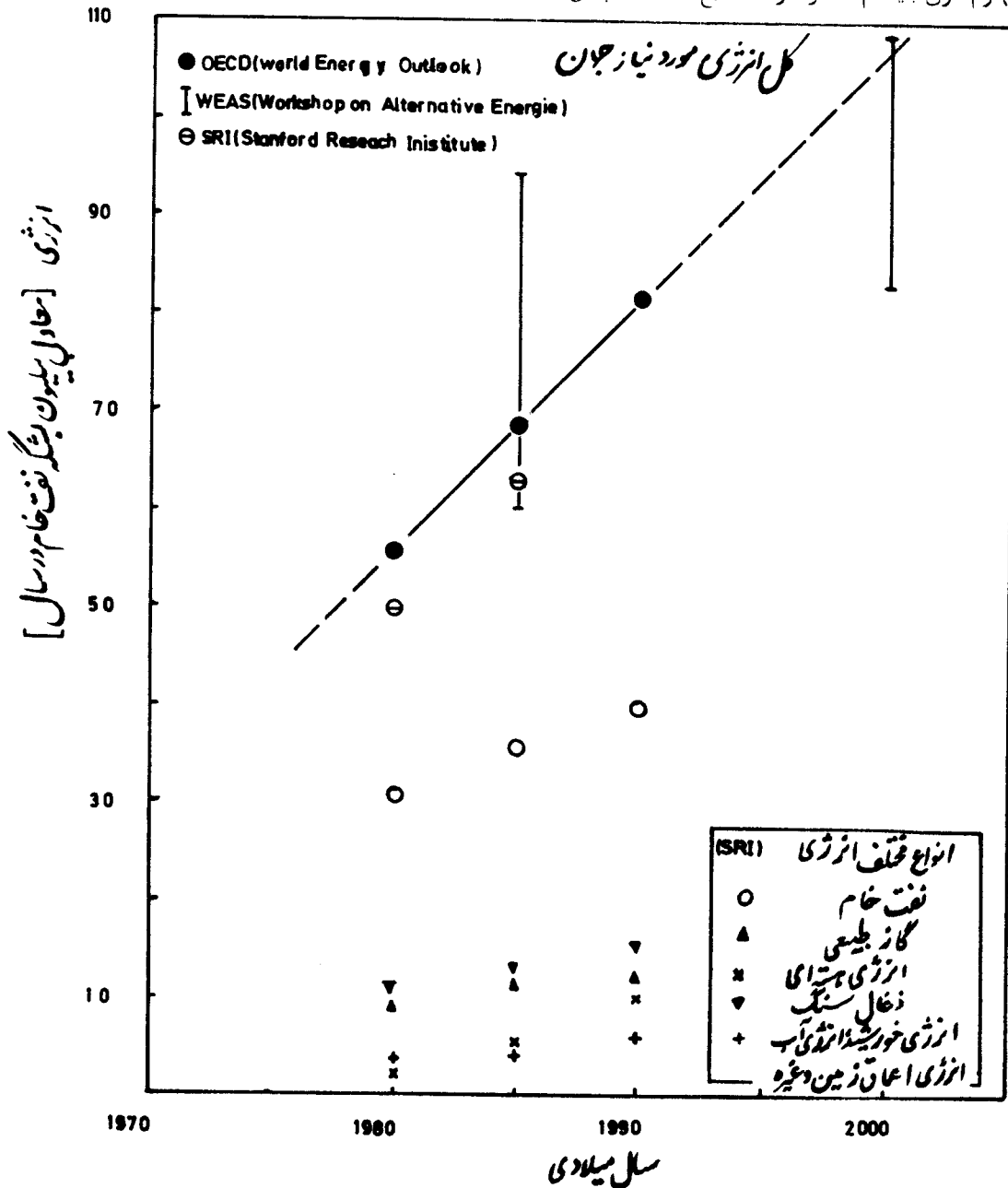


شکل ۸- انرژی های مورد نیاز و انرژی های در دسترس جهان (بغیر از کشورهای کمونیستی) - ماخذ ۴ صفحه ۱۳

بینی گشته نیز آورده شده است .

در شکل ۹ کل انرژی مورد نیاز جهان و انواع مختلف

آن در ربع چهارم قرن بیستم که از طرف منابع مختلف پیش



شکل ۹ - پیش بینی کل انرژی مورد نیاز و انواع آن در ربع چهارم قرن بیستم مأخذ ۱۶ صفحه ۵

جدول ۵ - هزینه تولید معادل یک بشکه نفت از انواع مختلف انرژیها در ۱۹۷۷ میلادی مأخذ ۱۶ صفحه ۸

۱۷۵۰ تا ۹۸۰	مسه های قطران دار	تبدیل ذغال بحالت گازی بیش از ۱۱۹۰
" " " ۸۴۰	شیلهای نفتی	" ۱۵۴۰ تا ۷۷۰
" " " ۱۰۵۰	انرژی خورشید	" ۴۵۹۰ " ۲۵۲۰
	استفاده از انرژی حرارتی اعماق زمین	تولید برق از ذغال
		تولید انرژی هسته ای
		۲۱۷۰
		۱۷۵۰ " ۷۰۰
		عغنی کردن مواد

توضیح اینکه در جدول ۵ یک دلار معادل ۷۰ ریال ارزیابی شده است .

نتیجه‌گیری

بعلت رشد صنایع و بالا رفتن سطح زندگی بشر، مصرف انرژی در گذشته نرخی فزاینده داشته و هم اکنون رشدی معادل ۵ درصد در سال را داراست، از طرف دیگر بعلت پائین بودن قیمت نفت و گاز طبیعی در بازارهای بین المللی بی توجه به محدود بودن ذخائر آنها، به ارزش واقعی این انرژیها توجه نشده است. کمبود مواد نفتی در آینده‌ای نه چندان دور برای تولید بیش از ۷۰ هزار نوع از مشتقات نفت، ضرورت جایگزین کردن سایر انرژیها را بجای نفت در برخی از رشته های صنایع، اجتناب ناپذیر میکند. بدینجهت کمبود نفت و گاز طبیعی از اواسط ۱۹۹۰ بطور چشمگیری افزایش خواهد یافت.

حتی بعضی ها معتقدند که کاربرد نفت و گاز طبیعی برای تولید انرژی حرارتی، بحکم خیانتی به نسلهای آینده بشر است.

ذغال در دنیا مازاد بر احتیاج وجود داشته و مدت کفایت آن بمراتب بیش از نفت و گاز طبیعی میباشد، لذا دنیای صنعتی ناگزیر به فکر استفاده و کاربرد بیشتر ذغال جهت جایگزین کردن آن بجای نفت و گاز طبیعی در کشور خودشان میباشد. ناگفته نماند که روشهای نوینی نیز در جهت تولید فولاد ابداع کرده اند که گاز طبیعی بجای کک جایگزین شده است. قابل تذکر اینک درصد تولید فولاد این کشورها بدین روشها ناچیز و تولید کنندگان اصلی فولاد با استفاده از گاز طبیعی کشورهای نفت خیز عقب نگه داشته شده میباشند. در سال ۲۰۰۰ جمعیت دنیا حدود ۲ برابر و مصرف انرژی سه برابر خواهد گشت. برای تامین کمبود انرژی استفاده از نیروگاههای اتمی، توربین های بادی، انرژی آب دریاها در شرایطی که میزان جزر و مد قابل ملاحظه باشد، انرژی آب سدها، آبشارها، انرژی حرارتی زمین، انرژی خورشید و غیره برای تولید برق و حرارت در اغلب کشورهای پیشرفته صنعتی رو به افزایش است.

بنظر میرسد که در صورت حل پاره ای از مسائل تکنولوژی، منابع اصلی تامین انرژی در سیاره زمین در آینده انرژی لایزال خورشید و انرژی هسته ای به روش پیوند باشد. با توجه باینکه کشور ما خوشبختانه از نقطه نظر انواع انرژیها نسبتا غنی است ولی بعلت قرنهای عقب ماندن از کاروان پیشرفت تکنولوژی، دولتها به فروش نفت و گاز

طبیعی جهت تامین نیازهای مصرفی قناعت میکردند.

صنایع تولید فولاد ما هم اکنون از حدود ۹۰۰ هزار تن در سال تجاوز نمیکند معذا جهت تامین کک کوره بلند شماره یک ذوب آهن اصفهان با ظرفیت ۶۵۰ هزار تن در سال حدود ۸ نوع ذغال و حدود ۱۰ درصد ذغال سنگ کک شو، از آلمان فدرال وارد گشته، مع الوصف هنوز مشکلاتی در روند تولید کوره وجود دارد. برای راه اندازی کوره بلند شماره ۲ و افزایش تولید به ۱/۹ میلیون تن استدلال میشود که ذغال کک شو باندازه کافی در ایران وجود ندارد. باید اذعان کنیم که تحقیقات در ایران چه در مورد کشف و استخراج و چه در امر بهبود کک در دانشگاه ها، صنایع و مراکز تحقیقات در مقایسه با تحقیقات قرن ۱۶ در اروپا در این مورد صفر میباشد. از آنجائیکه در گذشته دولت ها قراردادهای متعددی جهت تولید فولاد در صورت کاربرد گاز طبیعی با کشورهای صنعتی بسته اندو با توجه به میزان عرضه و تقاضای انرژی در جهان، جهت برنامه ریزیهای دراز مدت، باید تعمق بیشتری مبدول گردد.

برای دستیابی به اقتصادی سالم و قدم گذاردن در جهت پیشرفت های اساسی و در نتیجه خودکفائی، نیاز مبرم به برنامه ریزی های دراز مدت در زمینه تولید، تحقیق، آموزش، مصرف، صادرات و غیره بویژه در شرائط کنونی بیش از هر زمان دیگر در این کشور امری حیاتی بنظر میرسد.

بدینوسیله از آقایان فریدون قاسمی و عبدالله استاد حسینی استادیاران دانشکده فنی جهت در دسترس قراردادن منابع مطالعه و همچنین بحث و گفتگو قدردانی میگردد.

فهرست ماء خـذ :

- 1.1 D. Meadows
The Limits to Growth, Universe
Book, New York 1972.
- ۱/۲ محدودیتهای رشد
انتشارات انجمن علمی حفاظت منابع طبیعی و محیط
انسانی، تهران ۱۳۵۳.
- 2- Andrew L. Simon
Energy Resources, Pergamon Press INC.
New York, Toronto, 1975.
- 3- K. Bund
Partner of the World 1975
- 4- Energy, Global Prospects 1985-2000
Report of the Workshop on Alterna-
tive Energy Strategies Mc Graw-Hill
Book Company, New York 1977.
- 5- Adams, D., M. Kirbby
Estimate of the World Gas Reserves,
9th World Petroleum Congress 1975
Tokyo
- 6- Moody, J.D., R.W. Esser
An Stimate of the World's Recovers-
able Crude Oil Resource, 9th World
Petroleum Congress, 1975 Tokyo.
- 7- Minerals Yearbook 1973 Volum III
Area Reports: International prepar-
ed by Staff of the Bureau of Mines,
Washington 1976.
- ۸- کیهان
سه شنبه ۱۱ مرداد ۱۳۵۶، نقل از انتشارات
کارشناسان آلمان فدرال.
- 9- The Petroleum Economist June 1975,
211-215.
- 10- The American Association of Petro-
lium Geologists Bulltin V.54, No.12
(December 1970), 2371-2394.
Geology and Productivity of Persian
Gulf Synclinarium
- 11- کارنامه ذوب آهن در مورد ذخائر ذغال سنگ (تیر
ماه ۱۳۵۶)
- 12- Oil and Gas Journal Dec.1976, 101-106
- 13- K. Pakravan
Evaluation of Energy Resources of
the World Dep. of Economics, Free
University of Iran April 1977
- 14- P. Mina
Strategie for the Development of
Alternative Energie Sources May
1977.

- 15- F. Fesharaki
 A Revaluation of the Middle Eastern
 Oil Teserves: The Cas of Iran
 The Inistitute For International
 Political and Economic Studies
 June 1977
- 16- Fallah, R., F. Fesharaki
 The new World Economic Order: The
 Energy Dimension OPEC Rev. vol. 1
 No 1, Oct. 1977
- 17- Direktreduktion von Eisenerz
 Verlag Stahleisen M.B.H., Dussel-
 dorf 1976.
- ۱۸- آما سوچ
 ساختمان خورشید ،
 انتشارات آبان ، ترجمه محمود کیانوری فروردین
 ۱۳۵۵ .
- ۱۹- زین العابدین نجات
 نشریه دانشکده فنی شماره ۳۰ دس ماه ۱۳۵۳ صفحه ۱ تا ۱۶ .
- ۲۰- زین العابدین نجات
 نشریه دانشکده فنی شماره ۳۱ خرداد ماه ۱۳۵۴ صفحه
 ۱۶۰ تا ۱۶۸ .
- ۲۱- زین العابدین نجات
 نشریه دانشکده فنی شماره ۳۶ اسفند ماه ۱۳۵۵ صفحه ۱ تا ۹ .