نوشته: اچ. اتمار
ترجمه: دکتر علی خورشیددوست
مهندس رحمت محمدزاده
دانشگاه تبریز
شماره مقاله: ۴۳۶

# استفاده از انرژی تجدیدپذیر در جهت کمینه‌سازی آسیبهای محیطی*

**Author: Heise Othmar**

**Translated: Dr. Ali Khorshiddoust,**

**Eng. Rahmat Mohammadzadeh**

***University of Tabriz***

## Minimising Environmental Damage by Using Renewable Energy

Due to very important environmental consequences of energy use all over the world, there is a need to introduce new technologies and patterns for energy consumption. This paper attempts to answer the following questions which are related to the issue of environmental damage and the energy consumption: 1) Which environmental damages and costs caused by energy consumption can be avoided by saving conventional energies and using renewable ones? 2) What effects does this have for the energy supplier and consumer? 3) How do the resulting reconstructing processes change the social fabric in the industrial and in the developing countries?

---

* - این مقاله ترجمه‌ای است از :

Othmar, H., "Minimizing Environmental Damage by Using Renewable Energy", **Natural Resources and Development**, 1994, 39:77-84.

تقریباً ۹۰ درصد از تولید کنونی انرژی در جهان مبتنی بر منابع فسیلی و یا معدنی نفت، زغال‌سنگ، گاز و اورانیوم می‌باشد. در حالی که سهم انرژی خورشیدی و بادکمتر از یک درصد است، تنها در حدود ده درصد از انرژی موردنیاز از طریق منابع تجدیدپذیر بویژه برق آبی و منابع زیستی چوب / بیومس تأمین می‌گردد. تردیدی نیست که با ادامه این روند تأمین انرژی با سه مشکل مواجه خواهد شد. اگر تغییری در میزان مصرف انرژی انجام نگیرد، ذخایر انرژی تجدیدناپذیر در طی یک یا دو نسل آینده به اتمام خواهد رسید و مواد زایدی که از این طریق حاصل می‌شود موجب آلودگی آب، خاک و دست‌کم اتمسفر می‌گردند و به عنوان عامل تهدیدکننده‌ای برای انسان و محیط خواهند بود. تأثیرات اقتصادی این قبیل ضایعات و پیامدهای ناشی از مصرف بی‌رویه انرژی هنوز موردمحاسبه قرار نگرفته است. بدین ترتیب پرداخت یارانه‌ای به شکل غیرمستقیم فعلی برای انرژی مبادله‌ای، زمینه رقابت منابع تجدیدناپذیر با منابع تجدیدپذیر را از بین می‌برد (هومیر[1]، ۱۹۸۸). این مقاله از نخستین کوششها در جهت تعیین و برآورد مالی میزان صدمات وارده به محیط با استفاده از روش «کمینه‌سازی آسیبهای محیطی» می‌باشد که به‌منظور تسهیل در استفاده اقتصادی از روشهای صرفه‌جویی انرژی و انرژیهای تجدیدپذیر تهیه شده است (هایز[2]، ۱۹۹۱).

بحث استفاده اقتصادی‌تر (یا مقرون به صرفه‌تر) از انرژیهای تجدیدپذیر نباید محدود به مسأله کاهش هزینه به وسیله تکنولوژیهای تبدیلی و کاربردی و همچنین بهره‌گیری از کمکهای دولتی شود، بلکه بهتر آن است که جنبه‌های زیستی ـ اجتماعی استفاده از منابع متعدد انرژی را که همواره با اقدامات مناسب جهت ذخیره آنها توأم است، تعریف کرده و آن را به عنوان یک چهارچوب عملیاتی مناسب برای دستیابی به اهداف بلندمدت تأمین انرژی تضمین شده و از نظر زیست محیطی قابل قبول بپذیریم. چنانچه این امر با کاهش آسیبها به وسیلهٔ اعمال روشهای مناسب توأم شود، می‌باید پاسخگوی پرسشهای زیر بود:

۱ـ از طریق صرفه‌جویی در مصرف انرژیهای رایج و استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر از

---

1- Hohmeyer 2- Heise

بروز کدام آسیبها و هزینه‌های زیست محیطی می‌توان اجتناب کرد؟

۲ـ این موضوع چه اثراتی بر تولیدکننده و مصرف‌کننده انرژی خواهد داشت؟

۳ـ تغییر در فرایندهای بازساخت انرژی حاصله چه نتایجی در ساختار اجتماعی کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه خواهد داشت؟

## اثرات عرضه و تأمین انرژی کنونی

همه ما اغلب در این مورد تردید داریم که: «ارزش واقعی انرژی از نقطه‌نظر اکولوژیکی بسیار بالاتر از میزان هزینه پرداختی توسط مصرف‌کننده می‌باشد». قیمت پرداخت شده تنها در صورتی شامل هزینه اکولوژیکی می‌شود که کلیه هزینه‌های مربوط به صدمات وارده به محیط را که ناشی از استخراج، تولید، تبدیل و دفع مواد زاید حاصل از مصرف منابع انرژی فناپذیر می‌باشد، دربرگیرد و یا در برگیرنده نوعی از فرآورده‌ها باشد که از همان آغاز تولید فاقد این صدمات باشند. قیمتهای فعلی مواردی همانند پیامدهای ناشی از تغییرات آب و هوایی در نتیجه تأثیر گلخانه‌ای، آلودگی هسته‌ای، به سبب انبار نمودن مواد رادیواکتیو و دورریز و یا حوادث مربوط به نیروگاههای برق‌را در بر نمی‌گیرند. علاوه براین، همچنین می‌توان از صدمات وارده به سلامتی و دارایی انسانها یاد کرد که در آن مقصرین بی‌نام و نشان بوده و مصدومان به دلیل این که هیچ مبنای قانونی در این زمینه موجود نبوده و یا (در مورد نسلهای آینده) به این علت که هنوز پا به عرصه هستی ننهاده‌اند، قادر به دفاع از حقوق انسانی خویش نیستند. نابودی جنگلها، تخریب آثار معماری و خطرهای ناشی از زباله‌های اتمی، تنها نمونه‌هایی چند می‌باشند و این سیاهه به هیچ روی کامل نیست.

## بیان مسأله

با اعتقاد به واقعیتهای اکولوژیکی، ما تنها به اثراتی توجه خواهیم‌کرد که پس از صرف‌نظر نمودن از خودپالایی طبیعت [3] بطور دائم در محیط باقی می‌مانند. با این حال صرف نظر از ملاحظات مربوط به منافع آیندگان با این جنبه می‌باید به طریقی برخورد نمود که گویی

---

3- Self-healing

اثرات ناشی از صدمه و آسیب،شناسایی شده و در گستره بازسازی طبیعی ماندگار است. فقدان دلایل و عدم اثبات این موضوع منجر به آسیبهایی می‌شود که شناخت آنان تا زمانی که قابلیت خودپالایی پایان پذیرد، میسر نخواهد شد. در این صورت دیگر دیر شده و چنین کاری اگر حقیقتاً امکان‌پذیر باشد، معمولاً بسیار پرهزینه‌تر و گرانتر از اجتناب از آسیب‌رسانی می‌باشد.

نمی‌توان انکار نمود که آسیب وارده بر محیط زیست نه تنها توسط منابع انرژی فسیلی بلکه از طریق انرژی هسته‌ای نیز می‌تواند ایجاد گردد. زیرا حتی اگر در مراحل عملیاتی هیچ‌گونه تخریبی حادث نشود، مواد زاید رادیواکتیو پیامدهایی در محیط زیست دارند. گرچه امروزه این پیامدها قابل تجزیه و تحلیل هستند، امّا اثرات طولانی‌مدت آنها تنها به وسیله آیندگان که تحت‌تأثیر آنها واقع می‌شوند قابل بررسی و ارزیابی است. حتی منابع انرژی تجدیدپذیر نیز قادر به کاهش صدمات ناشی از خود نیستند. به عنوان مثال چوب یابیومس در شرایطی که از نظر محیطی هم می‌تواند خطرناک و هم عاری از خطر باشد، قابل بهره‌برداری و سوزانیدن است. حتی موضوع ارزانترین روش کمینه‌سازی اثرات و صدمات تنها به بی‌خطر بودن انرژی از نظر محیطی بستگی ندارد، بلکه از جهت نظری و مطابق با معیار ارزیابی جدید (در مقایسه با سایر معیارها)، اقتصادی‌تر بودن بالقوه آن مطرح است. بنابراین آنچه که موردنظر است، مناسبترین راه‌حل اقتصادی برای استفادهٔ مجموعه‌ای از منابع انرژی خواهد بود که دارای حداقل صدمه و کمترین هزینهٔ احتمالی باشد. البته در این صورت نیز این خطر وجود دارد که مصرف‌کنندگان یک منبع انرژی ترجیحاً تلاشهایی را در راستای کاهش اثرات ایجاد شده از منبع دیگر انرژی و بدون در نظرگرفتن هزینه آن به کار بندند که به نوبه خود نوع دیگری از آسیبهای وارده از جانب خودشان تلقی می‌گردد. این مورد بویژه در رابطه با ایستگاههای برق هسته‌ای صدق می‌کند که مسؤولان به منظور کاهش دی‌اکسیدکربن اقداماتی را انجام داده‌اند، لیکن به برآورد خطر افزایش آلودگی رادیواکتیو ناشی از آنها توجهی نشده است.

## روش تحقیق

مجموع منابع انرژی جهان باید نیاز انرژی دنیا را با حداقل هزینه ممکن فراهم نمایند، در هر زمان و مکانی قابل دسترس باشند و به سهولت و بدون خطر در اختیار مصرف‌کننده قرار

گیرند. بایستی منابع انرژی فناپذیر و بازیافتی به شکلی با یکدیگر ترکیب شوند که تجمع ضایعات غیرقابل تجزیه آنها بطور مرتب و منظم کاهش یافته و سرانجام از بین بروند.

بنابراین تمام کوششهای مربوط به کمینه‌سازی هزینه‌های موردانتظار به شرطی مؤثر است که از تخریب اجتناب شود. با این حال این امر برای برآورد هزینه‌ای معنی‌دار کافی نیست، زیرا پیش‌بینی‌های طولانی‌مدت به سادگی می‌توانند اطلاعات مربوط به هزینه‌ها را که امروز در دسترس هستند، بیش از اندازه واقعی جلوه‌گر سازند. بعلاوه بایستی هزینه‌های آتی تکنولوژیهای رایج در دسترس را نیز بر اساس ویژگیها و پتانسیلهای آنها موردمقایسه قرار داد. جدول شماره ۱ به صورت تقریبی و در یک چهارچوب کلی منابع انرژی در دسترس کنونی را نشان می‌دهد که نیاز (تقاضا)، سهولت کاربرد، میزان ضایعات حاصله، بازیافت و ایمنی آنها را عنوان کرده است.

**جدول شماره ۱: ویژگیهای منابع عمده انرژی**

| منابع انرژی مناسب | مصرف گرا | | محیط گرا | | کارخانه‌ها |
|---|---|---|---|---|---|
| | برآورد تقاضا | آماده مصرف | بدون ضایعات | قابل احیاء | بدون‌خطروحادثه |
| نفت | بلی | بلی | خیر | خیر | بلی |
| زغال سنگ | بلی | بلی | خیر | خیر | بلی |
| گاز | بلی | بلی | خیر | خیر | بلی |
| اورانیوم | بلی | بلی | خیر | خیر | خیر |
| برق آبی | خیر | بلی | بلی | بلی | بلی |
| چوب / بیومس | خیر | خیر | بلی | بلی | بلی |
| باد | خیر | خیر | بلی | بلی | بلی |
| خورشید | بلی | خیر | بلی | بلی | بلی |
| انرژی زمین گرمایی | خیر | بلی | بلی | بلی | بلی |

(البته این طبقه‌بندی بسیار تقریبی است. زیرا انرژی خورشید و باد را می‌توان با منابع دریافتی‌شان جزو طبقه انرژیهای آماده مصرف شمرد.اصطلاح بی‌خطر مربوط به خطرات و صدمه‌های جهانی یک کارخانه مفروض می‌باشد و سرانجام در رابطه با انرژی زمین گرمایی، دفعات احیای منابع از بین رفته را می‌توان با اطمینان محاسبه نمود).

## هزینه‌ها و پتانسیل سودمندی

برای تثبیت حداقل هزینه‌های مربوط به منابع انرژی بی‌خطر، مصرف اوّلیه انرژی در سال ۱۹۸۷ در جدول شماره ۲ خلاصه شده است. هزینه انرژیهای سودمند و سهم آنها در برآورد تقاضای جهانی نیز در جدول شماره ۳ ارایه شده‌است. شکل شماره ۲ نشانگر هزینه فعلی انرژیهای گرمایی و الکتریکی مفید بر مبنای انرژیهای قابل‌تجدید و نیز هزینه‌های موردانتظار و افزایش هزینه به عنوان حد سودمندی بالقوه می‌باشد. در این رابطه نتایج زیر را می‌توان به دست آورد.

ـ هزینهٔ انرژی مفید به دست آمده از یک منبع انرژی، با افزایش مصرف آن کاهش می‌یابد، لیکن افزایش هزینه زمانی وجود دارد که اصل محدودیت سودمندی بالقوه مدنظر قرار گیرد. این اثرات با کمبود منابع انرژی فناپذیر و نیز اصل محدودیت سودمندی بالقوه در رابطه با انرژیهای تجدید شدنی هماهنگ و توأم می‌باشند.

ـ هزینه انرژیهای بی‌خطر از طریق قوانین فیزیکی و نوع منبع انرژی محدود گردیده‌اند، به عنوان مثال این محدودیت در حالت تراکم جریان انرژی قابل استفاده وجود دارد. در مورد انرژیهای فنا شدنی محدودیت فوق در هزینه استخراج اعمال شده است.

ـ کلیه اشکال انرژیهای مفید حاصل از انرژیهای تجدیدپذیر (نظیر نیروی برق آبی و برخی اشکال غیرقابل محاسبه) بسیار پرهزینه‌تر از سایر انرژیهای مخرب می‌باشند، زیرا هزینه‌های مبهم آنها در برآورد قیمت ملاحظه نشده است.

هر چقدر یک منبع انرژی بتواند تقاضای کمتری را برآورده کند، انرژی حاصله ارزانتر خواهد بود. این امر بویژه در مورد اورانیوم صدق می‌کند که مصرف‌کننده قیمت کمی را می‌پردازد؛ زیرا این منبع انرژی تنها نیازهای مصرفی را برآورد می‌کند. در صورتی که در رابطه با انرژی زمینی گرمایی (که در حال حاضر ارزانتر از سایر منابع انرژی بی‌خطر است) هزینه‌های اضافی برای ذخایر تجدیدشدنی قابل پیش‌بینی هستند.

**جدول شماره ۲: مصرف اوّلیه انرژی در جهان در سال ۱۹۸۷**

| منابع انرژی | مصرف جهانی | معادل واحد (نفت) میلیون تن | درصد | میزان مصرف معادل واحد نفت به میلیون تن در آلمان غربی | درصد |
|---|---|---|---|---|---|
| نفت | ۲۱۶۷۸ × ۱۰^۶ بشکه | ۲۹۵۴ | ۳۴/۲ | ۱۱۴ | ۴۲/۰ |
| زغال سنگ | ۴۷۶۵ × ۱۰^۶ + to | ۲۶۲۰ | ۳۰/۲ | ۷۵ | ۲۷/۵ |
| گاز | ۱۹۲۳ × ۱۰^۹ مترمکعب | ۱۶۵۰ | ۱۹/۱ | ۴۶ | ۱۶/۸ |
| انرژی هسته‌ای | ۱۶۷۰ TWH[4] | ۴۳۰ | ۵/۰ | ۲۹ | ۱۰/۸ |
| برق آبی | ۲۰۵۰ TWH | ۵۳۰ | ۶/۱ | ۸ | ۲/۸ |
| چوب / بیومس | ۱۲۱۹ × ۱۰^۶ + to | ۴۶۲ | ۵/۳ | ۰/۲۰ | ۰/۱ |
| باد | ۳ TWH | ۱ | ۱/۱۰^-۲ | ۱/۱۰^-۴ | ۴/۱۰^-۵ |
| خورشید | ۰/۱ TWH | ۰/۰۳ | ۱/۱۰^-۳ | ۱/۱۰^-۵ | ۴/۱۰^-۶ |
| انرژی زمین گرمایی | ۷۶ TWH | ۱۳ | ۰/۱ | ۰ | ۰ |
| جمع | — | ۸۶۶۰ | ۱۰۰ | ۲۷۲ | ۱۰۰ |

مأخذ: بررسی منابع انرژی، کنفرانس جهانی، ۱۹۸۹.

مقایسه هزینه‌ها، مطالب شکل شماره ۱ را تصدیق می‌کند و آن را به شکل کمّی ارایه می‌دهد که عبارت است از فراهم کردن نیاز هزینه‌های مالی، خواه این هزینه‌ها توسط مصرف‌کننده از طریق پرداخت بهاء تقبل شود و خواه بطور غیرمستقیم به صورت هزینه‌های بیرونی پرداخت شود. با این وجود، مقایسه هزینه‌ها میزان اطمینان در ارزیابی هزینه‌های حداقل را بهبود می‌بخشد و همچنان که انتظار می‌رود، هزینه‌های مستقیم مصرف‌کننده زمانی افزایش می‌یابند که منابع انرژی فناشدنی توسط انرژیهای تجدید شدنی قابل جایگزینی باشند. تحت چنین شرایطی صرفه‌جویی در هزینه‌های اضافی تنها زمانی به صورت مفید مقدور است که بطور غیرمستقیم و تعیین شده باشد.

4- Trillion Watt Hour

**جدول شماره ۳: هزینه انرژیهای مهم سودمند**

**(به مارک آلمان، کیلووات / ساعت) و پتانسیل تقاضای قابل برآورد جهانی)**

| منابع انرژی | گرما | استفاده برای نیروی برق | | مجموع | تولید نیروی برق / انتقال آن | | | برآورد نیاز جهانی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سوخت | کارخانه | | تبدیل شده | برق | $H_2$ | درصد | براساس قوانین سال ۸۷ |
| نفت | ۰/۰۳ | ۰/۰۹ | ۰/۰۳ | ۰/۱۲ | ۰/۰۱ | – | – | ۱۰۰ | ٪ ۳۴/۲ |
| زغال سنگ | ۰/۰۳ | ۰/۰۹ | ۰/۰۳ | ۰/۱۲ | – | ۰/۳۱ | ۰/۷۸ | ۱۰۰ | ٪ ۳۰/۳ |
| گاز | ۰/۰۴ | ۰/۱۲ | ۰/۰۳ | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | – | – | ۱۰۰ | ٪ ۳۰/۳ |
| اورانیوم | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | ۰/۰۵ | ۰/۰۸ | – | ۰/۲۵ | ۰/۶۷ | ۱۰۰ | ٪ ۵/۰ |
| برق آبی | – | ۰ | ۰/۱ | ۰/۲۵ | – | ۰/۴۰ | ۰/۶۷ | ۳۰ | ٪ ۶/۱ |
| چوب / بیومس | ۰/۰۶ | ۰/۱۸ | ۰/۰۳ | ۰/۲۱ | – | ۰/۴۴ | ۱/۰۰ | ۴۰ | ٪ ۵/۳ |
| باد | – | ۰ | ۰/۱۵ | ۰/۲۵ | – | ۰/۴۳ | ۱/۱۷ | ۱ | < ۰/۱ ٪ |
| فتوولتائ | – | ۰ | ۰/۷ | ۳/۶۰ | – | ۱/۵۷ | ۴/۵ | ۱۰۰ | < ۰/۱ ٪ |
| گرمای خورشید | ۰/۰۶÷۰/۱۲ | ۰ | ۰/۲۵ | ۰/۴۰ | – | ۰/۶۸ | ۱/۷۵ | | |
| انرژی زمین گرمایی بادمای بالا | – | ۰ | ۰/۰۵ | ۰/۱۹ | – | ۰/۳۳ | ۱/۳۰ | ۱۰ | ٪ ۰/۱ |
| بادمای پایین | ۰/۰۳÷۰/۱۵ | ۰ | – | – | – | – | – | ۱۰ ٪ | < ۰/۱ ٪ |

(در رابطه با نیروی برق هزینه شبکه وزیر ساختارها آورده نشده‌اند، برای هر کیلووات بر ساعت اکسیژن حاصل از نیروی برق آبی مبلغ ۰/۶۷ مارک است و تولید آن مربوط به کانادا می‌باشد).

## انگیزه‌های اقتصادی

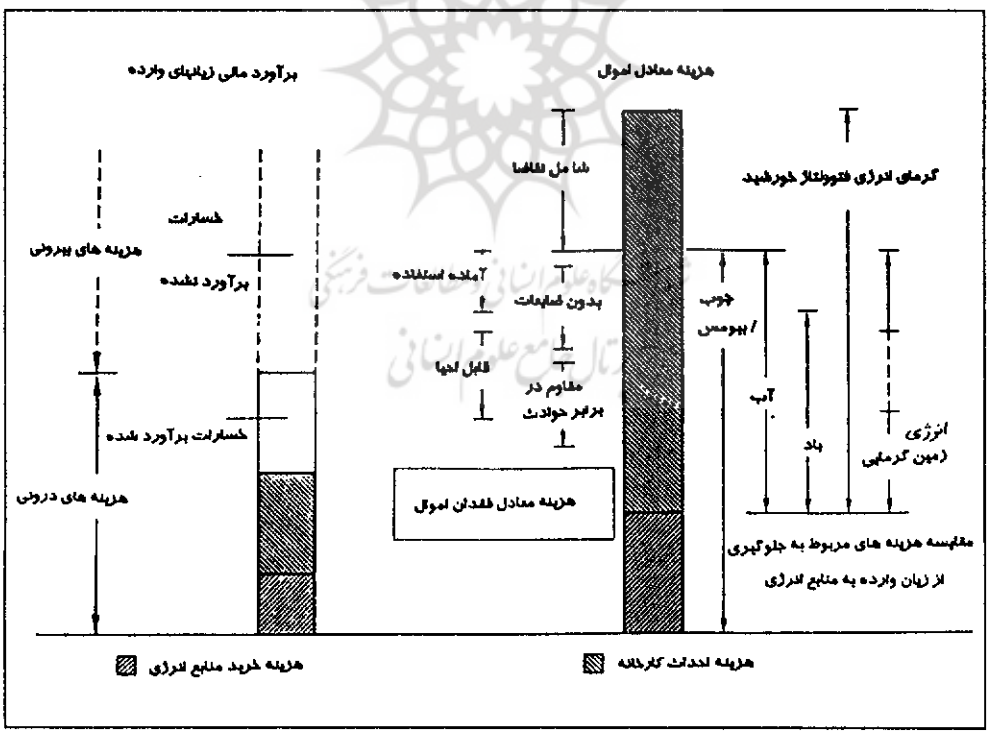
در راستای نیل به فرآیند صرفه‌جویی و جایگزینی انرژیهای سنتی، باید رقابت ناسالم حاصل از تخصیص اشتباه هزینه‌های بیرونی اصلاح گردد. افزایش غیرعمدی قیمت نفت در خلال سالهای ۷۴-۱۹۷۳ و ۱۹۷۹ از سوی کشورهای تولیدکننده چنین اقدامی محسوب می‌شد، هر چند ارزش افزوده حاصله، اساساً برای پوشش هزینه‌های بیرونی استفاده نشد. به همین دلیل زمانی که قیمتهای نفت مجدداً در اواسط دهه ۸۰ کاهش یافت، عده زیادی عقیده

داشتند که از طریق مالیاتهای تدریجی باید تعادلی در کاهش قیمتها به وجود آورد. چنین روشی می‌باید به موازات افزایش مداوم قیمتهای مصرفی، هشداری در رابطه با کمبود موادخام، تصمیم بازخرید روشهای جایگزینی و مهمتر از همه فراهم نمودن سرمایه‌ای برای از بین بردن آسیبهای زیست محیطی باشد. به حداقل رساندن تخریب از طریق افزایش قیمت خرید و به تبع آن کاهش در مصرف باید توسط افراد مسبب آن انجام گیرد و بنابراین چنین فعالیتی می‌تواند به مقابله با اعمال اختیاری عرضه‌کنندگان انرژی بپردازد. انجام اقداماتی جهت ذخیرهٔ انرژی و نیز استفاده از انرژیهای تجدید شدنی در صورتی در بازار آزاد موفق خواهد بود که با حداقل هزینه همراه باشد و قیمت انرژی سنتی مصرفی همسو با هزینه‌های خارجی افزایش یابد. برای دستیابی به این حداقل هزینه، شکل شماره ۲ مقایسه‌ای بین انرژیهای بازیافتی را نشان می‌دهد. از این نظر انرژی برق آبی ارزانترین انرژی است. با وجود محدودیت منابع، این انرژی حدود ۳۰ درصد تقاضای جهانی را برآورده می‌کند. در مقایسه انرژی بادی نیز چنانچه از طریق شبکه‌ای بدون زواید و اضافات متصل گردد، گرانتر خواهد بود. بیومس (بویژه چوب) که اساساً به عنوان منبع گرمازا مدنظر است، برای تبدیل به انرژی برق موردتوجه قرار نمی‌گیرد، مگر این که توانایی تأمین آب منطقه‌ای و انرژی بادی در سطح وسیعی از بین برود.

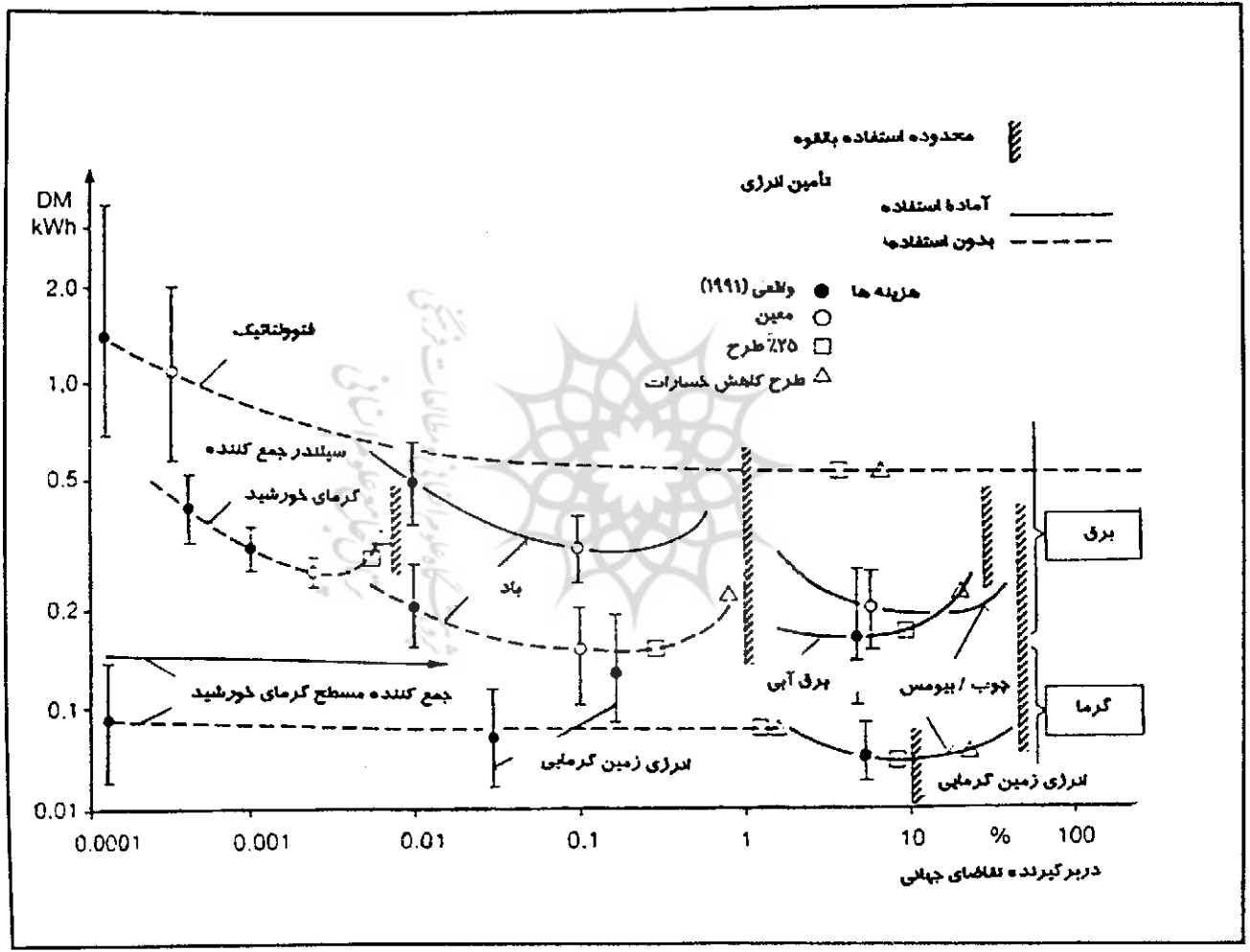
انرژی خورشیدی تنها منبع انرژی بی‌خطر سودمند با منابع نامحدود است. با این حال با توجه به شکل شماره ۲ می‌توان گفت که این نوع انرژی هنگامی دارای حداقل هزینه‌ها است که بتوان تحت شرایط خاصی به آن دسترسی یافت و این شرایط بسیار محدود هستند. به عنوان نمونه، هزینه گرمایشی جمع‌کننده‌های انرژی خورشیدی در مجتمعهای ساختمانی به ازای هر کیلووات ساعت برابر ۰/۱۵ مارک و در استخرهای آبگرم فضاهای بیرونی برابر ۹٪ مارک می‌باشد و ۱/۵ مارک برای هر کیلووات ساعت فتوولتایی باید پرداخت که این امر تنها در کشورهای جنوبی از طریق استفاده از جریان مستقیم بدون کمک جمع‌کننده‌ها قابل دستیابی است. از طرف دیگر محدودیت اندکی برای استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد، چنانچه هزینه آن ۰/۶ مارک به ازای هرکیلووات ساعت‌می‌باشد که احتمالاً قابل‌کاهش به ۰/۴ مارک به‌ازای هرکیلووات ساعت‌در بلندمدت است. به عبارت دیگر برای آغاز مرحله جانشینی و جایگزینی منابع انرژی قابل توجه و

محدود نمودن گسترش اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از منابع انرژی فسیلی و معدنی، در ابتدا ضروری است که طرحهای قابل محاسبه و معینی به منظور افزایش قیمتهای منابع انرژی فسیلی موردبررسی قرار گیرند. چنین طرحهایی در واقع فراهم آورنده چهارچوب واقع‌بینانه‌ای برای سرمایه‌گذاری‌های صنعتی نیز می‌باشند. این امر به نوبهٔ خود موجب سرعت بخشیدن به فرایند فروش و توسعهٔ آتی اقدامات و طرحها برای صرفه‌جویی انرژی و کاربرد انرژیهای مولد گردیده و موجب تثبیت نرخ سودمندی آنها در یک سطح مناسب و حتی ایده‌آل خواهد شد.

از آنجاکه این روش تا به حال به عنوان روشی منطقی و توجیه‌پذیر شناخته نشده، بنابراین انگیزه‌های سرمایه‌گذاری باید در حداقل ممکن خود ایجاد شود ـ نظیر مورد انتقال دهنده‌های معکوس ـ تا بدین ترتیب زمینه استفاده از تکنولوژیهای جدید با کمترین صدمات و اثرات سوء زیست محیطی فراهم گردد.




شکل شماره ۱: موارد انتخابی جهت تخصیص هزینه‌های بیرونی




شکل شماره ۲: هزینه‌های انرژی سودمند از طریق منابع بی‌خطر (برپایه حداقل هزینه‌های ممکن برای کاربردهای بهینه)