



انرژی بیوماس

همایون نسیمی *

بیوماس چیست؟

قبل از آنکه به بحث راجع به بیوماس بپردازیم، لازم است تا مفهوم بیوماس را مورد بررسی قرار دهیم. هر ارگانیسم زنده‌ای که انرژی خورشید را جذب نموده و در خود به صورت ذخیره نگهدارد، بیوماس نامیده می‌شود.

طبق نظر باکمینستر فولر^(۱)، انرژی به سه دسته تقسیم می‌شود: ۱- انرژی به عنوان سرمایه (مانند سوختهای فسیلی)، ۲- انرژی به عنوان نقدینگی (مانند انرژی‌های خورشیدی، بادی و آبی) و ۳- انرژی به عنوان سپرده در حسابهای کوتاه‌مدت (مانند بیوماس). انرژی خورشیدی در صورتی که توسط ارگانیسم‌های بیولوژیکی جذب و ذخیره شود، به بیوماس تبدیل خواهد شد.

امروزه وقتی از بیوماس صحبت به میان می‌آید، منظور مواد زاید به جا مانده از صنایع چوب، کشاورزی، جنگلی و فضولات بعضی از کارخانجات و شهرها می‌باشد. شایان یادآوری است که میزان انرژی تجدیدپذیر حاصل از بیوماس به قدری زیاد است که می‌تواند بخش قابل توجهی از نیازهای انسان را به انرژی مرتفع سازد.

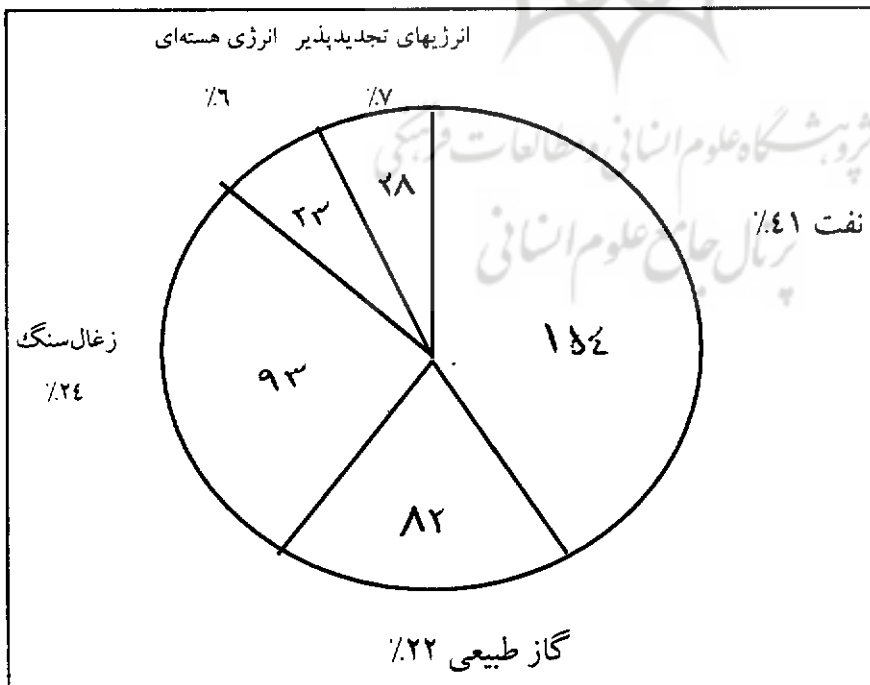
طبق برآوردهای وزارت انرژی آمریکا (DOE)، در سال ۱۹۹۷، جهان چیزی معادل ۳۸۰ کوادریلیون BTU انرژی مصرف کرده است. این رقم می‌تواند از لحاظ مالی، نشان دهنده درآمد کشورهای جهان باشد، ولی از

سوی دیگر، نشان دهنده میزان برداشت سالیانه ما از حساب خود در بانک انرژی جهانی می‌باشد. شکل شماره ۱، مصرف سوخت جهانی را برحسب نوع سوخت نشان می‌دهد. در خلال سالهای ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۰ میانگین مصرف سالیانه انرژی بیوماس در جهان،

معادل ۱۴ کوادریلیون BTU بوده است. چوب و زغال از مهمترین سوخت‌های بیوماس در بسیاری از نقاط جهان می‌باشند. در جوامع شهری در کشورهای توسعه یافته، تقاضا برای زغال به سبب فواید آن روبه فزونی است. در آفریقای مرکزی و جنوبی، صنعت زغال سالیانه

شکل شماره ۱

مصرف جهانی انرژی در سال ۱۹۹۷ برحسب نوع سوخت (کوآدریلیون BTU)



منبع: وزارت انرژی آمریکا (DOE)

۲/۵ میلیارد دلار درآمد دارد که خود عامل مهمی در اشتغال‌زایی در بخش کشاورزی می‌باشد. در جدول شماره ۱، میزان مصرف سالیانه انرژی بیوماس در بخشهای مختلف جهان دیده می‌شود.

حدود ۴۰ درصد از تنه درخت دور ریخته می‌شود. در ایالت میشیگان آمریکا، مواد زاید حاصل از برش درختان جنگلی، حدود یک درصد از انرژی برق این ایالت را تأمین می‌کند. بدین

انرژی بیوماس می‌رسد. این مقدار چوب، تقریباً معادل ۳۷۵ هزار تن می‌باشد که برای تولید حدود ۲۵ مگاوات برق کافی است. ضایعات حاصل از برش الوارها نیز به میزان ۳۸۵ هزار تن است که از آن می‌توان ۲۷/۵ مگاوات برق به دست آورد.

طبق گزارش سال ۱۹۹۰ سازمان FAO، از مجموع سه میلیون و سیصد و سه هزار هکتار جنگلهای موجود در خاورمیانه، یک میلیون و ششصد و پنجاه و هشت هزار هکتار از آن به ایران تعلق دارد که از هر هکتار آن می‌توان ۸۰ مترمکعب مواد بیوماس تهیه نمود. یعنی در مجموع از کلیه جنگلهای ایران، می‌توان سالانه ۱۳۳/۲ میلیون مترمکعب و یا ۳۳۱/۶ میلیون تن مواد بیوماس جمع‌آوری نمود. با توجه به اعداد و ارقام ارائه شده در مورد میزان تولید برق از بیوماس حاصل از جنگل‌ها در ایالت میشیگان در آمریکا، می‌توان انتظار داشت که با به کار بردن فن‌آوریهای مشابه در ایران، بتوان سالیانه تقریباً معادل ۲۴۸۷۰ مگاوات برق تولید نمود. ظرفیت عملی نیروگاههای وزارت نیرو در سال ۱۳۷۸ در حدود ۲۳۵۹۲ مگاوات بود.

شایان تذکر است، در یک ارزیابی که در سال ۱۹۹۰ به عمل آمد، معلوم شد که ۹۶ درصد از مواد زاید حاصل از بریدن درختان جنگل، صرف مصارف دیگر می‌شود که از آن جمله می‌توان، سوخت صنعتی (۳۱ درصد)، سوخت خانگی (۷ درصد)، تولید سایر محصولات چوبی (۳۴ درصد) و تولید مالچ، پوشال مورد نیاز مرغداری‌ها و دامداری‌ها و یا مکمل خاک (۲۴ درصد) را نام برد. البته گفتنی است که این برآوردها درباره بخشهایی است که به هیچ عنوان از طرح‌های کوتاه‌مدت کاشت درختان و نیز برنامه‌های بهبود و توسعه جنگل‌ها سود نمی‌برند، در حالی که گزارش اخیر اتحادیه دانشمندان علاقه‌مند به بیوماس^(۴) حاکی از آن است که با اجرای این گونه طرح‌ها در میشیگان و با استفاده از نژاد اصلاح شده درخت سپیدار، موفق به تولید بیش از ۲۶۰۰ مگاوات برق با هزینه‌ای کمتر از ۷ سنت در هر کیلووات ساعت شده‌اند.

ضایعات کشاورزی

ضایعات کشاورزی که ممکن است برای تولید انرژی بیوماس مفید باشد، شامل تمامی انواع ضایعات محصولات کشاورزی و فضولات دامی است. اتحادیه دانشمندان علاقه‌مند به

جدول شماره ۱

تولید و مصرف سوخت بیوماس (۱۹۸۵-۱۹۹۰) در بخش‌های مختلف جهان

منطقه	تولید و مصرف سوخت بیوماس (برحسب کوآدریلیون BTU)
آمریکای شمالی	۳/۶۳
اروپا	۰/۹۹
کشورهای اسکاندیناوی	۰/۲۴
کشورهای جامعه اروپایی	۰/۲۳
جامعه اقتصادی اروپا (EEC)	۰/۰۳
اروپای مرکزی	۰/۳۳
اروپای شرقی	۰/۱۶
آفریقا	۲/۱
آسیا	۴/۴
آمریکای لاتین	۱/۵
اقیانوسیه	۰/۱ وات

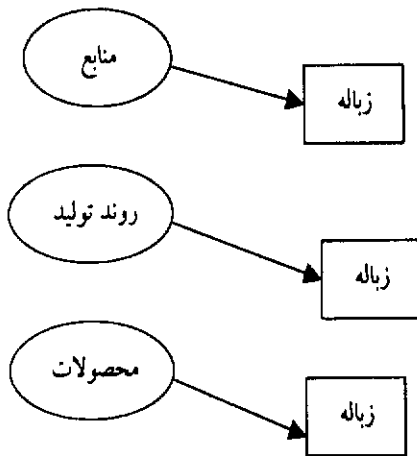
ترتیب که در حال حاضر، ۳۰۰ مگاوات ظرفیت فعلی نیروگاهها، حاصل از این مواد زاید است و در مراحل بعدی که تحت بررسی و اجرا می‌باشد، ۱۰۰ مگاوات دیگر به این ظرفیت افزوده خواهد شد. البته طبق مطالعات اولیه انجام گرفته در این ایالت، چنین برآورد شده است که مواد زاید حاصل از بریدن درختان جنگل و نیز ضایعات صنایع چوب، می‌تواند حدود ۷۵۰ مگاوات از برق مورد نیاز ایالت میشیگان را تأمین نماید. برای درک میزان انرژی قابل تولید توسط بیوماس، لازم است یادآوری شود که کل ظرفیت انرژی برق این ایالت حدود ۲۰ هزار مگاوات می‌باشد و در صورت استفاده کامل از بیوماس، ۳/۷۵ درصد از این ظرفیت تأمین خواهد شد.

طبق گزارش سازمان جنگلداری ایالات متحده در سال ۱۹۹۳ که توسط هکت^(۲) و پیلن^(۳) تهیه شده است، حدود ۸۱ میلیون فوت مکعب مواد زاید حاصل از بریدن درختان در جنگل‌های میشیگان رها می‌شود که این میزان معادل ۲ میلیون تن می‌باشد که برای تولید ۱۵۰ مگاوات برق کافی است. در حال حاضر، از این جنگل‌ها ۱۵ میلیون فوت مکعب ضایعات چوب به دست می‌آید که به مصرف تأسیسات تولید

مواد زاید جنگلها

این گونه مواد در درجه اول، شامل مواد باقی‌مانده از قطع درختان می‌باشد. به طور کلی، ۴۵ درصد از درخت جهت ساختن محصولات چوبی و صنایع کاغذسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد و ۵۵ درصد باقی‌مانده که شامل برگها، شاخه‌ها و ریشه‌ها می‌شود، پس از بریدن درخت، بر روی زمین رها می‌شود. حتی زمانی که تنه درخت (به عنوان مثال جهت ساختن الوار) به کارخانه چوب بری فرستاده می‌شود، حدود ۴۰ درصد دیگر از آن به هدر می‌رود که این ۴۰ درصد شامل پوست، لبه‌های برش و خاک‌اره می‌باشد که حاصل فرآیند برش تنه درختهاست. در مرحله بعد، این الوارها پس از خشک شدن به کارگاههای تجاری ارسال می‌شوند تا از آنها مبلمان و یا سایر وسایل چوبی ساخته شود و در این مرحله نیز حدود ۳۰ درصد از درخت، طی مراحل ساخت به صورت تراشه، خاک‌اره و قسمت‌های زاید دیگر هدر می‌رود. بنابراین، از مجموع ۱۰۰ درصد یک درخت می‌توان گفت که حدود ۷۵ درصد از آن طی مراحل ساخت و فرآوری محصولات چوبی به هدر می‌رود. حتی در صنایع کاغذسازی نیز

شکل شماره ۲
اقتصاد خطی



به علاوه، تقریباً در هر کارخانه صنعتی، مقادیری کاغذ باطله، صندوقهای چوبی و پوشال به عنوان ضایعات تولید می‌شود. البته باید متذکر شد که میان فضولات صنعتی و شهری تفاوتی وجود دارد. به عنوان مثال، فضولات صنعتی حداقل در هر یک از مراحل تولید یکدست و یکنواخت می‌باشند، بدین معنی که استفاده از این گونه فضولات به مراتب ساده‌تر است، زیرا برای استفاده از آنها برای تولید انرژی، کافی است مقادیری از این مواد را از روند دفع زباله خارج نماییم.

فضولات شهری

فضولات شهری یا زباله، دربرگیرنده

نمود.

انواع مختلفی از اشکال بیوماس از قبیل مقوا، کاغذ، نخاله‌های ساختمانی و زباله منازل می‌باشد. چنین برآورد می‌شود که حدود ۷۰ درصد از زباله‌های شهری، از این گونه مواد ارگانیک تشکیل شده‌اند. طبق مطالعات به عمل آمده توسط اتحادیه دانشمندان علاقه‌مند به بیوماس، در ایالت میشیگان می‌توان با به کارگیری تأسیسات تبدیل زباله به انرژی (WTE)^(۶)، تا ۴۲۸ مگاوات برق تولید نمود. در حال حاضر، سه نیروگاه بزرگ WTE در این ایالت وجود دارد و تعداد زیادی نیز در حال طی مراحل طراحی می‌باشند.

علاوه بر این، فاضلاب‌ها می‌توانند منبع بسیار خوبی برای تولید انرژی بیوماس به حساب آیند. اگرچه تاکنون در این باره هیچ‌گونه برآوردی انجام نگرفته است، لیکن استحصال و جمع‌آوری گاز متان حاصل از فرآیند تصفیه آب در تأسیسات تصفیه فاضلاب‌ها، غیرممکن به نظر نمی‌رسد و تقریباً در نیمی از روش‌های تصفیه غیرهوازی آب، می‌توان به مواردی از استحصال و استفاده از گاز متان حاصله برخورد

بیوماس، میزان این مواد را در ایالت میشیگان، ۳ میلیون تن برآورد نموده‌اند. با به کارگیری فن‌آوری‌های پیشرفته برای تبدیل بیوماس به گاز^(۵) که در آینده نزدیک وارد بازار خواهد شد، این مقدار ضایعات حدود ۸۳۰ مگاوات برق را با هزینه‌ای کمتر از ۷ سنت در هر کیلووات ساعت تولید خواهد نمود. مجموع فضولات حیوانی در ایالت میشیگان، تقریباً معادل ۱۸/۵ میلیون تن در سال است که اگر بتوان آن را به طور کامل به انرژی تبدیل نمود، می‌تواند حدود ۴ هزار مگاوات برق تولید نماید. به علاوه در بخش کشاورزی، بسیاری از منابع بالقوه برای انرژی بیوماس وجود دارد که لازمه استفاده از آنها، به کارگیری صنایع تبدیلی بعضی از محصولات خاص و یا محصولات خوراکی است که از لحاظ کیفی برای مصارف خوراکی مناسب شناخته نمی‌شوند.

طبق برآوردهای مرکز آمار ایران، میزان تولید محصولات کشاورزی در سالهای ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۹، ۴۱/۳۳۵ میلیون تن بوده است که این میزان، نشان دهنده توان بالقوه این بخش در تولید مواد بیوماس می‌باشد. همچنین براساس آمار ارائه شده توسط این مرکز، کل تولیدات شیلات کشور از سال ۱۹۹۸ تا ۱۹۹۹، معادل ۸۰۰ هزار تن گزارش شده است. البته برای استفاده از ضایعات بخش کشاورزی، مطالعاتی صورت پذیرفته است. به عنوان مثال، می‌توان به طرح آرتمیا در دریاچه ارومیه اشاره نمود که در این طرح قواز است این جاندار تک سلولی به صورت تجاری پرورش داده شود، سپس به عنوان ماده بیوماس مورد استفاده قرار گیرد.

فضولات صنعتی

علاوه بر بخش کشاورزی و جنگلها، سایر صنایع نیز می‌توانند به عنوان منابع عظیم برای انرژی بیوماس مورد استفاده قرار گیرند، لیکن تاکنون مطالعه جامعی در این مورد صورت نسیذیرفته است. محصولات جانبی حاصل از تولید صابون، مواد شوینده، الکل (منجمله نوشابه‌های الکلی)، مواد غذایی، آسیاب دانه‌ها و غلات، بسته‌بندی مواد غذایی و تولید چرم و منسوجات گیاهی و حیوانی، از جمله منابع بالقوه برای تولید انرژی بیوماس به حساب می‌آیند.

روشی جدید در مدیریت منابع و ضایعات^(۷)

شکل شماره ۲، نشان دهنده یک باور همگانی تا چند سال اخیر بود، بدین ترتیب که به صنعت به عنوان یک فعالیت خطی و یک بعدی نگریسته می‌شد که از منابع استفاده کرده و طی مراحل مختلفی، محصولات گوناگونی را تولید می‌نماید و در هر مرحله از این روند، مقداری زباله تولید می‌شود و حتی محصولات نیز پس از مصرف به دور انداخته شده و جایگزین می‌شوند. از این دیدگاه، طبیعت و محیط زیست مانند یک زباله‌دان غول‌پیکر است که محل تخلیه انواع زباله‌ها به حساب می‌آید و باور عمومی بر این قرار گرفته بود که طبیعت در مقایسه با فعالیت‌های بشر آن قدر بزرگ است که به راحتی قابلیت جذب تمامی انواع زباله‌های تولید شده توسط انسان را داراست. لیکن امروزه با مشاهده فجایع زیست محیطی متعدد و مسائل مزمن و خطرناک مربوط به آلودگی در نقاط مختلف جهان، به این نتیجه رسیده‌ایم که این باور چه در سطح منطقه‌ای و چه در سطح جهانی اساساً غلط بوده است.

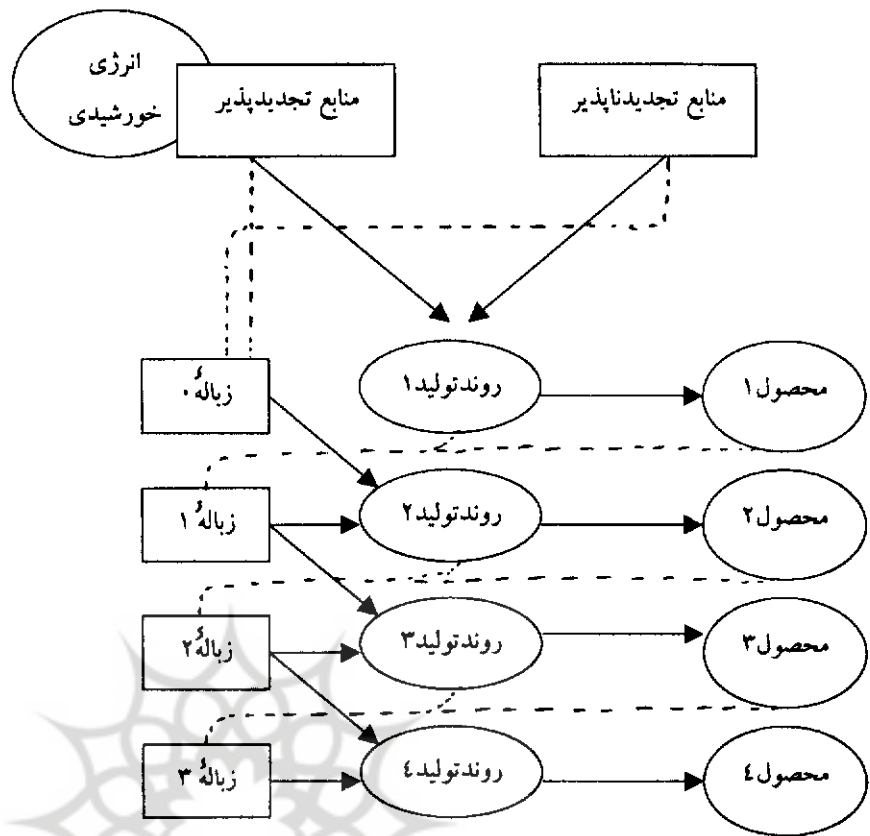
در روش اقتصاد خطی، در اکثر موارد هزینه دفع زباله به قدری ناچیز محاسبه می‌شد که از قلم می‌افتاد و نیز انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید به قدری ارزان بود که کسی به

برای کشورهای وار دکننده انرژی،

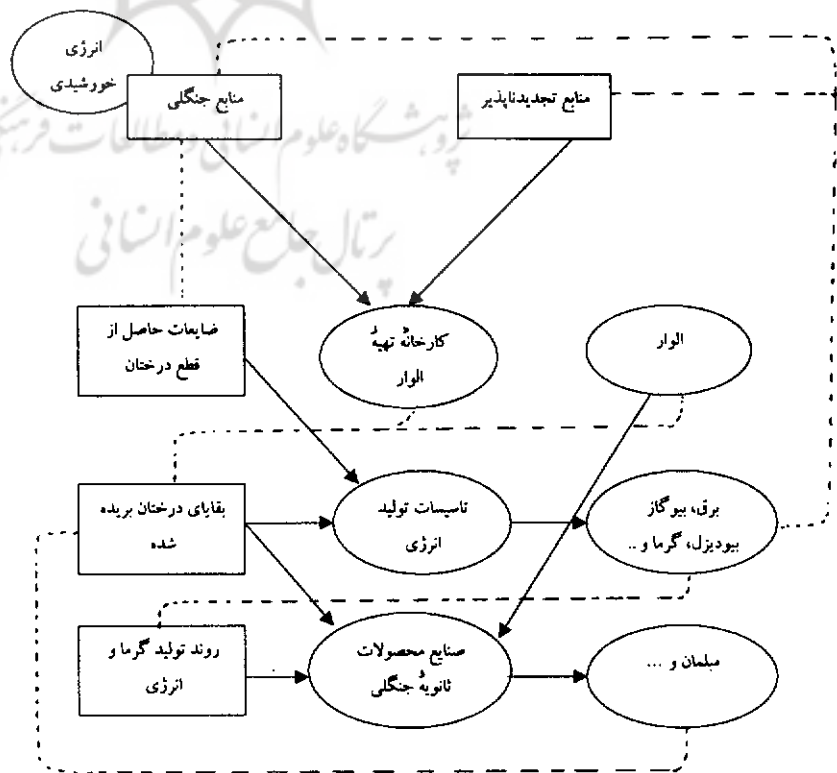
بیوماس به معنای

صرفه جویی داخلی و ایجاد اشتغال است

شکل شماره ۳
اقتصاد چرخه‌ای



شکل شماره ۴
صنایع جنگلی



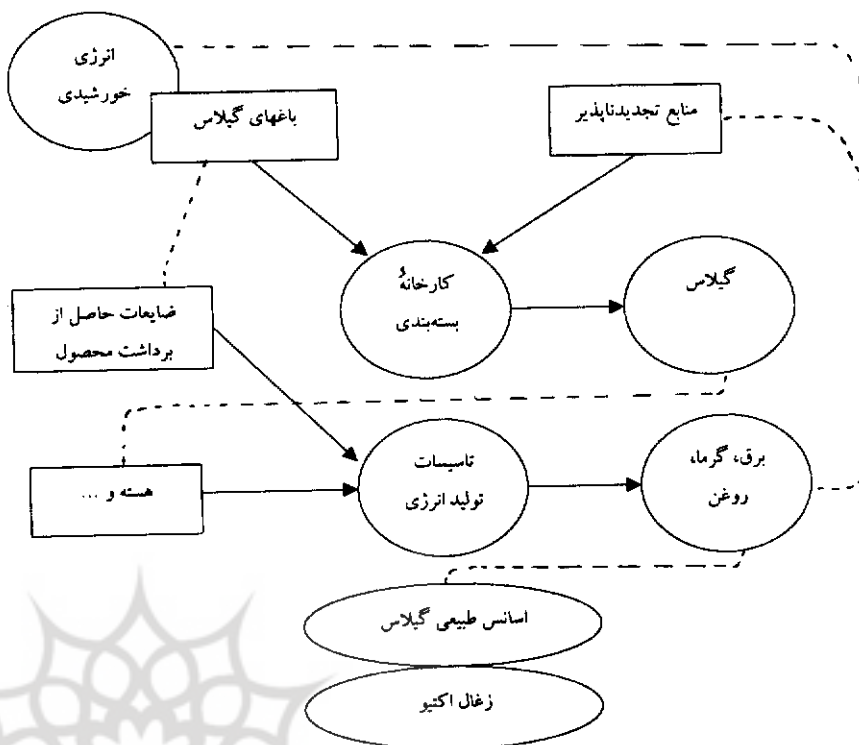
کارآیی مصرف انرژی اهمیت نمی‌داد. شکل شماره ۳، نشان دهنده روشی کاملاً متفاوت می‌باشد که در آن تمامی انواع زباله‌ها به عنوان منابعی بالقوه برای تولید مطرح می‌باشند. این مدل، تا حدی مشابه نظام طبیعت و ارگانیسم‌های زنده است که در آن‌ها مواد زاید مرتباً بازیافت می‌شوند. در این روش، ضایعات هر یک از روندهای تولید به عنوان ماده خام روند دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. طرفداران این مدل بر این باورند که روش خطی نهایتاً باعث اتمام منابع و آلودگی محیط زیست می‌شود.

مهم نیست که کدام یک از دو روش مذکور به نظر شما درست باشد، ولی حقیقت امر این است که اقتصاد منابع در سالهای اخیر به سرعت دگرگون شده است، زیرا قیمت‌های انرژی، هزینه‌های دفن زباله و مقررات حفاظت از محیط زیست، همگی باعث شده‌اند تا در تصمیم‌گیری‌های مربوط به مدیریت ضایعات، چرخه‌های حساب شده‌ای از بازیافت مورد توجه قرار گیرند. مدنظر قرار دادن این چرخه‌های بازیافت مواد، باعث به وجود آمدن تفاوت‌های مهمی در مدیریت مواد خام و ضایعات در تمامی رشته‌های تولید شده است. شکل‌های شماره ۴ و ۵، نمونه‌هایی از این تغییرات را نشان می‌دهند. مثالی که در شکل شماره ۴ نشان داده شده است، به سرعت در حال تبدیل شدن به یک معیار می‌باشد. این مثال مربوط به صنایع جنگلی است که طی مطالعات انجام گرفته در سال ۱۹۹۰، ۹۶ درصد از ضایعات حاصل از صنایع اولیه جنگلی در این واحد تولیدی، صرف سایر موارد شده است. شکل شماره ۵، واحد تولیدی باغ‌های گیلاس را نشان می‌دهد که امروزه یک طرح رویایی به نظر می‌رسد، لیکن در آینده جامعه واقعیت خواهد پوشید.

آینده انرژی بیوماس

برای استفاده از انرژی بیوماس، روشهای متعددی پیشنهاد می‌شود. سوزاندن مستقیم، اولین روشی بود که برای تولید انرژی بیوماس مطرح گردید و به مورد اجرا گذارده شد. در انتهای قرن بیستم، تأسیسات سوزاندن چوب که قادر به سوزاندن مقادیر معتدله‌ی چوب بودند، ساخته شدند. امروزه انرژی بیوماس و روشهای استفاده از آن به طور جدی مورد توجه قرار گرفته است، لیکن توجه مسئولان، بیشتر به تبدیل این نوع انرژی به سایر صور انرژی می‌باشد. تجزیه

شکل شماره ۵
واحد تولیدی باغهای گیلاس



بیوماس روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود، زیرا هم می‌تواند جایگزین و با تأمین‌کننده مواد شیمیایی مورد نیاز صنایع شود و هم در آینده نزدیک، بیوماس ارزان‌تر از محصولات پتروشیمیایی ساخته شده از نفت و گاز طبیعی خواهد شد و این بدان سبب است که برای ساخت جایگزین‌های بیولوژیک، نیروی کار کمتری در مقایسه با محصولات مشابه نیاز است و نیز بدین علت که مواد شیمیایی حاصل از مواد زنده و بیولوژیک طوری طراحی و مهندسی شده‌اند که از محصولات شیمیایی مشابه بهتر و کارآمدتر خواهند بود.

بنابراین، سیاست‌گذاران باید در نظر بگیرند که ضایعات و زباله‌ها در آینده تبدیل به منابع تأمین انرژی شده و مشکلات مربوط به دفع آن‌ها، به مهندسی مواد خام تبدیل خواهد شد و این درسی است که اقتصاد چرخه‌ای به ما می‌آموزد. سیاست‌گذاران باید مراقب تغییرات سریع در روش‌های دفع زباله، بازارهای جایگزین برای ضایعات بیوماس و ارزش مواد در ضایعات و زباله‌ها باشند. بنابراین، حتی طراحی تأسیسات بازیافت زباله‌های شهری نیز کاری مملو از خطر به حساب می‌آید، چون محتویات این زباله‌ها به سرعت در حال دگرگونی است و علت آن، این حقیقت است که کارخانجات شروع به بازیافت روند تولید محصولات خود نموده‌اند. اغلب کارخانجات بزرگ هم اکنون در حال بررسی امکان به صفر رساندن آلودگی، کاهش ضایعات و به صفر رساندن عملیات مربوط به دفع زباله می‌باشند. یک دهه قبل، این گونه اقدامات کاملاً ناشناخته بودند، لیکن امروزه از قوانین اصلی تجارت نوین به حساب می‌آیند. به عنوان مثال، با توجه به اینکه امروزه تأسیسات بازیافت زباله‌های شهری به علت وجود مقادیر کمی جیوه در زباله به سختی می‌توانند خود را با استانداردهای مربوط به آلاینده‌های هوا و نیز قوانین مربوط به دفع زباله‌ها تطبیق نمایند، چه اتفاقی برای جیوه موجود در

تبدیل این زباله‌ها به کود و یا سوزاندن با هدف بازیافت انرژی و سرانجام دفن زباله‌های بیولوژیک، در درجه اول اولویت قرار دارند. به عنوان مثال، می‌توان کاغذ باطله روزنامه‌ها را در نظر گرفت. راه‌های زیادی برای بازیافت کاغذ باطله روزنامه وجود دارد: ۱- می‌توان آن را بازیافت نموده و مجدداً استفاده نمود، ۲- برای ساخت عایق‌های سلولزی از آن استفاده کرد، ۳- می‌توان برای تولید انرژی آن را سوزاند. البته می‌توان کاغذ باطله را با سایر غلات مخلوط کرد و برای خوراک دام از آن استفاده نمود که این امر در صورتی ممکن است که برای چاپ روزنامه، از جوهر غیرسمی که از سویا ساخته می‌شود، استفاده نمود.

غیرهوازی^(۸)، تبدیل به گاز و تجزیه شیمیایی حرارتی^(۹)، از جمله روش‌های مورد توجه برای تولید انرژی بیوماس می‌باشند که به سرعت به مرحله تجاری شدن نزدیک می‌شوند. امروزه، این امکان وجود دارد که از انواع مختلف بیوماس چه به صورت جامد (ضایعات بخشهای مختلف) و چه به صورت مایع (هرگونه مایع حاصل از مواد بیولوژیک مانند انواع روغن)، برای تولید بیودیزل جهت مصارف خانگی و حمل و نقل، اتانول و سایر انواع الکل‌ها استفاده نمود. امروزه، حتی ساخت سوخت‌های جامد بیولوژیک^(۱۰) که نوعی زغال سنگ مصنوعی می‌باشد، نیز میسر شده است.

وقتی که صحبت از سوخت‌های بیوماس به میان می‌آید، یادآوری این نکته ضروری به نظر می‌رسد که بیوماس در آینده، علاوه بر تأمین انرژی، صرف منظوره‌های دیگری نیز خواهد شد. طبق سیاست مدیریت ضایعات و زباله‌های جامد ایالت میشیگان که در سال ۱۹۸۹ به تصویب رسیده است، کاهش ضایعات و یا استفاده مجدد از آن‌ها و نیز بازیافت و یا

بیوماس روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود، زیرا هم می‌تواند جایگزین و یا تأمین‌کننده مواد شیمیایی مورد نیاز صنایع شود و هم در آینده نزدیک، بیوماس ارزان‌تر از محصولات پتروشیمیایی ساخته شده از نفت و گاز طبیعی خواهد شد

پلاستیک و حتی باتری‌ها از این ماده بوده‌اند.

حل مشکلات از جنبه مثبت آنها

منابع و سیستم‌های تولید انرژی، آمیزه‌ای از هزینه و سود می‌باشند، بدین ترتیب که نمی‌توان گفت یک سیستم کاملاً خوب و یا بد است. ولی سیستم‌های تولید انرژی بیوماس

در مقایسه با انرژی تولید شده از سوخت‌های فسیلی، از مزیت‌های بسیاری برخوردار هستند که اصلاح اقتصاد خرد و کلان و پرهیز از خطرپذیری، از جمله برتری‌های این سیستم می‌باشد. سیستم‌های تولید انرژی بیوماس می‌توانند نقش اساسی در سیاست‌های فراگیر کشورها در جهت ارتقای انرژی‌های تجدیدپذیر، کارایی انرژی، توسعه پایدار و مدیریت ضایعات داشته باشند.

تأثیر بیوماس بر اقتصاد کلان کشورها

تکیه بر سوخت‌های بیوماس بهترین راه حل برای اقتصاد کشورها می‌باشد، خصوصاً اگر این امر با تلاش برای ارتقای کارایی انرژی هماهنگ شود. از لحاظ اقتصاد کلان، به سه طریق می‌توان به توسعه اقتصادی دست یافت: ۱- جایگزینی واردات، ۲- اصلاح کارایی و ۳- رشد اقتصادی از طریق گسترش فعالیت‌های تجاری و ایجاد فعالیت‌های جدید.

متأسفانه اغلب دولت‌ها و سازمان‌های رسمی متولی توسعه اقتصادی، راه سوم را برگزیده‌اند. انتخاب این روش کشورها را وادار می‌کند تا در زمینه چند صنعت محدود که در حال گسترش می‌باشد با یکدیگر به رقابت برخیزند و اغلب این روش با مخاطرات فراوان و بازدهی بسیار کم همراه بوده است. برعکس، اگرچه دوروش اول بسیار کم‌خطر و پرفایده می‌باشد، ولی متأسفانه نتوانسته است نظر مسئولان را به خود جلب نماید.

برای کشورهای واردکننده انرژی، بیوماس به معنای صرفه‌جویی داخلی و ایجاد اشتغال است به عبارت کلی‌تر، برای این گونه کشورها به علت گران بودن سوخت‌های فسیلی و هزینه‌بر بودن تأسیسات سوخت‌های جانبی، بیوماس از هر لحظه از ارجحیت برخوردار می‌باشد.

تأثیر بیوماس بر اقتصاد خرد کشورها

با اندکی تأمل متوجه می‌شویم که بیش از

قیمت‌های انرژی،

هزینه‌های دفن زباله و مقررات حفاظت از محیط زیست،

همگی باعث شده‌اند

تا در تصمیم‌گیری‌های مربوط به مدیریت ضایعات،

چرخه‌های حساب شده‌ای از بازیافت

مورد توجه قرار گیرند

نیمی از تمام سیستم‌های تولید انرژی بیوماس در ایالات متحده، از سال ۱۹۸۰ به بعد نصب و راه‌اندازی شده‌اند که این امر به طور عمده به دلیل دو عامل اقتصادی بود: ۱- افزایش قیمت‌های انرژی‌های فسیلی در اواخر دهه ۷۰ و اوایل دهه ۸۰ و ۲- تغییر در قوانین مربوط به دفع زباله و ضایعات و هزینه‌های دفن زباله در این کشور. بسیاری از پیشرفت‌های حاصله در زمینه انرژی بیوماس، ناشی از فشارهای اقتصادی در سطح خرد بود. به موازات بالا رفتن قیمت‌های سوخت در اواخر دهه ۷۰ و اوایل دهه هشتاد، بسیاری از شرکت‌ها خط‌مشی دفع زباله‌های خود را مورد بازنگری قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که سیستم‌های تولید انرژی بیوماس، زمینه‌های خوبی برای سرمایه‌گذاری هستند.

تأسیسات تولید انرژی بیوماس اگر با سود قابل توجه اقتصادی همراه نبودند، هرگز نصب و راه‌اندازی نمی‌شدند. بدین ترتیب که اگر پیش‌بینی می‌شد که این تأسیسات نمی‌توانند در عرض ۸ سال و یا کمتر، هزینه‌های انجام شده را جبران نمایند، مسلماً هیچ تأسیساتی پا نمی‌گرفت. به عنوان مثال، طبق یک قانون کلی در ایالت میشیگان، یک نیروگاه برق کوچک که به طور مشترک توسط بیوماس و نوع دیگری از حامل‌های انرژی تغذیه می‌شود، باید بتواند در عرض ۳ الی ۸ سال، کلیه مخارج و هزینه‌های ساخت خود را جبران نماید. یک نیروگاه کوچک که از گرما و برق تولید شده توسط بیوماس استفاده می‌نماید، در مقایسه با نیروگاه‌های معمولی چیزی معادل ۷۵ درصد در سوخت صرفه‌جویی می‌کند که این مقدار سوخت، صرف ایجاد انرژی حرارتی در سیستم کوره‌های سایر نیروگاه‌ها می‌شود. در حال حاضر در آمریکا، قیمت چوب مصرفی به عنوان سوخت، معادل دو سوم قیمت گاز طبیعی می‌باشد که در مقایسه

با گازوئیل و سایر سوخت‌ها، قیمت چوب بسیار ارزانتر می‌باشد. با توجه به هزینه‌های لازم برای دفع زباله‌ها و ضایعات که معادل ۴۰ دلار برای هر تن است، بیوماس برای بسیاری از نیروگاه‌ها هزینه منفی دربردارد. در نتیجه، تأسیساتی که از انرژی بیوماس استفاده می‌کنند، هزینه کمتری برای تولید انرژی و دفع زباله‌ها و ضایعات متقبل می‌شوند و می‌توانند به راحتی با سایرین به رقابت برخیزند.

فواید زیست‌محیطی استفاده از انرژی بیوماس و اجتناب از خطرپذیری

تأسیساتی که از ضایعات چوب برای تولید انرژی استفاده می‌کنند، بر روی محیط‌زیست تأثیرات مخرب ندارند. بیوماس در مقایسه با سایر سوخت‌ها، مانند زغال سنگ و نفت و حتی گاز طبیعی، مواد شیمیایی و گازهای گلخانه‌ای بسیار کمتری تولید می‌کند در نتیجه، باعث به وجود آمدن باران‌های اسیدی و سایر پدیده‌های زیانبار زیست‌محیطی نمی‌شود.

در سال ۱۹۹۰، اوتینگر^(۱۱) و همکارانش از دانشگاه پیس^(۱۲)، طی مطالعاتی آثار زیست‌محیطی تمام انواع انرژی‌ها را مورد بررسی قرار دادند. آنها تلاش کردند تا با ارزیابی زیانها و صدمات محیط‌زیستی، هزینه‌های بالاسری آلودگی را که در قراردادهای منعقد شده میان خریداران و فروشندگان انرژی به هیچ عنوان مطرح و محاسبه نمی‌شود، برآورد نمایند. این گونه هزینه‌ها، جزو تأثیرات بیرونی^(۱۳) تولید و مصرف انرژی محسوب می‌شوند. باید توجه داشت که در غیاب تأسیسات تولید انرژی بیوماس، اغلب مواد زائد و زباله‌ها در فضای باز سوزانده و یا رها می‌شدند. به علاوه، بیوماس جانشین سوخت‌های فسیلی خواهد شد که این سوخت‌ها از آلودگی بالایی برخوردار هستند. به کارگیری انرژی بیوماس، باعث کاهش وابستگی کشورهای توسعه یافته به نفت و خطرات ناشی از این وابستگی شدید می‌شود. همچنین، حضور جدی انرژی بیوماس، اثرات مخرب افزایش قیمت نفت و وقفه‌های احتمالی در عرضه و صادرات نفت را کاهش می‌دهد. از آنجایی که تأسیسات تولید انرژی بیوماس، اغلب باعث بهبود وضعیت

اقتصادی عملیات جنگلداری می‌شوند، می‌توانند با ایجاد درآمد، پایه‌های جنگلداری و صنایع جنگل را تثبیت و پایدار نمایند.

موانع موجود بر سر راه استفاده از انرژی بیوماس
در راه رسیدن به استفاده گسترده و همه‌جانبه از انرژی بیوماس، سه مانع اساسی وجود دارد:

۱- موانع اطلاعاتی، ۲- موانع سازمانی و ۳- موانع قانونی. البته برای رفع این موانع، راه‌حل‌های قطعی وجود ندارد، لیکن می‌توان با شناخت آنها و با بحث و تبادل نظر، به راه‌حل‌های منطقی دست یافت.

موانع اطلاعاتی

ما در مورد منابع بیوماس، هنوز به اطلاعات بیشتری نیازمند هستیم. آگاهی از نوع منبع بیوماس در هر منطقه جغرافیایی و میزان قابل استحصال آن، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. بدون شک، بدون در دست داشتن چنین اطلاعاتی، فعالیت تأسیسات بیوماس باعث لطمه زدن به محیط‌زیست و عقد قراردادهایی می‌شود که به مصلحت منطقه نمی‌باشد.

در هر صورت، اطلاعات درباره چگونگی و کمیت منابع بیوماس در منطقه، شرط اصلی طراحی یک سیستم تولید انرژی بیوماس می‌باشد. این اطلاعات شامل نوع منابع، محل قرار گرفتن آنها و مقدار آنها می‌باشد. البته کسب این اطلاعات، هنوز آغاز راه می‌باشد. علاوه بر کسب اطلاعات در مورد منابع سوخت، سیاست‌گذاران و طراحان باید از فن‌آوریهای موجود در این زمینه، تأسیسات مورد نیاز برای تولید انرژی بیوماس و مشتریان احتمالی آن، اطلاعات کاملی کسب نمایند. با تجاری شدن فن‌آوریهای جدید در عرصه انرژی بیوماس، به نظر می‌رسد که کسب این اطلاعات بیش از پیش ضروری می‌باشد.

موانع سازمانی

رفع موانع سازمانی بسیار مشکل‌تر از سایر موانع می‌باشد. یک علت آن، شاید این موضوع باشد که این گونه سازمان‌ها به کندی دستخوش

از آنجایی که تأسیسات تولید انرژی بیوماس،

اغلب باعث بهبود وضعیت اقتصادی

عملیات جنگلداری می‌شوند،

می‌توانند با ایجاد درآمد،

پایه‌های جنگلداری و صنایع جنگل را

تثبیت و پایدار نمایند

تحولات می‌شوند، زیرا حجم زیادی از اطلاعات آمار و ارقام لازم است تا سبب شود که الگو یا سیاست مورد پذیرش فعلی کنار گذاشته شود یا حداقل تغییر کند. یکی از جنبه‌های پیچیده موانع سازمانی، تنگ‌نظری سازمان‌ها و محدود شدن آنها به منافع خود می‌باشد. در حقیقت، اگر انرژی بیوماس راهی جدید برای مدیریت ضایعات، توسعه اقتصادی و بهینه‌سازی مصرف انرژی باشد، چه سازمانی باید متولی و مسئول آن باشد. بسیاری از اوقات چنین به نظر می‌رسد که همه، منتظر اولین حرکت از جانب یک نفر هستند تا آنها نیز کار خود را شروع کنند.

موانع قانونی

در سال‌های اخیر در کشورهای توسعه یافته، پیشرفت‌های زیادی در زمینه مقررات مربوط به تأسیسات تولید برق به دست آمده است که هدف از این تغییرات، تسهیل توسعه و پیشرفت

است. اما در اکثر کشورها، توجهی به فواید انرژی بیوماس نشده است و مسئولان آنها از تنوع بخشیدن به منابع انرژی خود غافل مانده‌اند.

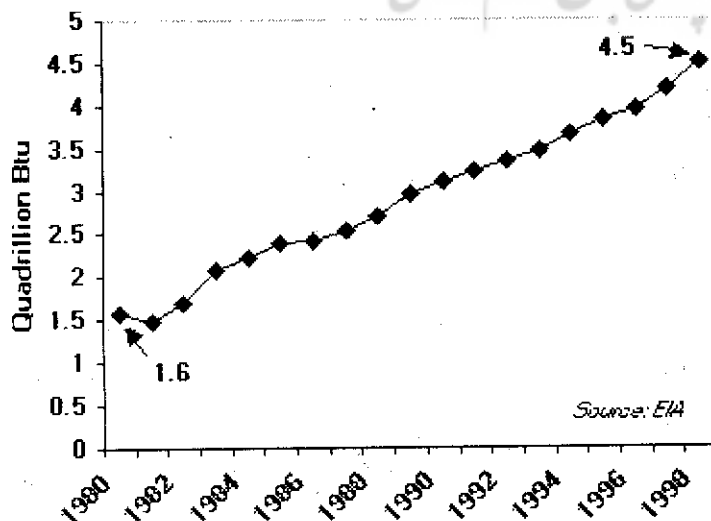
تکاتی در مورد ایران

ایران از دیرباز درگیر مشکلات زیست‌محیطی بوده است، که بسیاری از آنها در حال حاضر به نقطه اوج خود رسیده‌اند. اگرچه سازمان حفاظت از محیط زیست در سال ۱۹۷۱ در ایران تأسیس شد، لیکن اهداف بلند مدت این سازمان همواره قربانی مصالح سیاسی و پیشرفت‌های مقطعی صنعتی شده است. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، اهداف این سازمان دنبال شد، لیکن جنگ ۸ ساله تحمیلی و به دنبال آن تحریم‌های سیاسی و اقتصادی ایران، مانع از ادامه سیاست‌های جمهوری اسلامی در جهت حفظ محیط‌زیست و منابع ملی شد.

بزرگترین مشکل زیست‌محیطی ایران در حال حاضر، آلودگی هوا مخصوصاً در تهران و شهرهای بزرگ دیگر می‌باشد. سالیانه به طور متوسط ۱/۵ میلیون تن از انواع آلاینده‌ها وارد هوای تهران می‌شود که باید دی‌اکسید کربن متصاعده از آگزوز خودروها را نیز به آن افزود. عامل اصلی افزایش آلودگی در شهرهای بزرگ ایران را می‌توان افزایش چشمگیر مصرف

نمودار شماره ۱

میزان مصرف انرژی در ایران، از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۸



انرژی در کشور دانست. کل مصرف انرژی کشور از ۱/۶ کوادریلیون BTU در سال ۱۹۸۰، به ۴/۵ کوادریلیون BTU در سال ۱۹۹۸ رسیده است که این میزان، ۲۸۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد. بخش اعظم این انرژی به صورت بنزین و توسط خودروها مصرف می‌شود. به گزارش نهضت سبز ایران، ایران با داشتن مصرف

بزرگترین مشکل زیست‌محیطی ایران در حال حاضر، آلودگی هوا

مخصوصاً در تهران و شهرهای بزرگ دیگر می‌باشد

سالانه هر خودرو معادل ۴۳۴۵ لیتر، پس از آمریکا در رتبه دوم قرار گرفته است. فقط در تهران، روزانه ۷ میلیون لیتر بنزین توسط دو میلیون خودرو مصرف می‌شود. به دلیل فراوانی سوخت‌های فسیلی در ایران، بنزین به صورت یارانه‌ای به مصرف‌کنندگان فروخته می‌شود که این امر باعث تشویق آنان به مصرف بی‌رویه این حامل انرژی می‌شود.

به طور کلی، نفت به میزان ۵۵ درصد و گاز طبیعی ۴۵ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده‌اند و در این میان، سهم زغال بسیار ناچیز است. مصرف سرانه انرژی در سال ۱۹۹۸ در ایران معادل ۷۲/۴ میلیون BTU بوده است که یک پنجم مصرف سرانه آمریکا می‌باشد. میزان شدت انرژی در ایران معادل یک دلار برای هر ۲۶۹۰۰ BTU در سال ۱۹۹۸ بوده است.

میزان تولید گازهای گلخانه‌ای نیز در ایران در

حال افزایش است. میزان تولید این گازها از ۳۳/۱ میلیون تن در سال ۱۹۸۰، به ۷۹/۴ میلیون تن در سال ۱۹۹۸ رسیده است. یعنی افزایش تولید این گازها با ۲۴۰ درصد رشد مواجه بوده است. افزایش بی‌رویه جمعیت و تعداد خودروها در ایران سبب شده است که سهم ایران در آلودگی جهان از لحاظ تولید گازهای گلخانه‌ای معادل ۱/۳ درصد باشد. شکل‌های شماره ۶ و ۷، میزان مصرف انرژی و میزان تولید گازهای گلخانه‌ای را در سال‌های ۱۹۸۰ الی ۱۹۹۸، در ایران نشان می‌دهد.

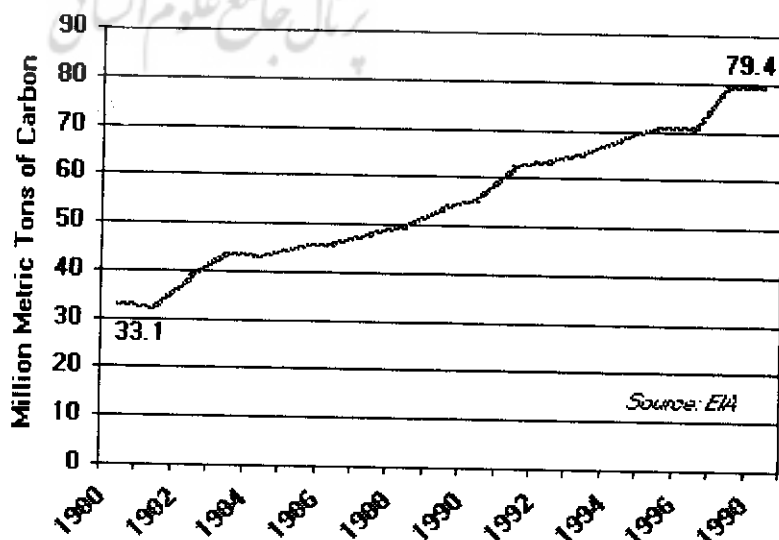
اما مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران بسیار پایین می‌باشد. در سال ۱۹۹۷، مجموع مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، اعم از هیدروالکتریک، انرژی خورشیدی، بادی، جزر و مد، ژئوترمال (زمین‌گرمایی)، بیوماس، بیوگاز در ایران معادل ۱۰۶ تریلیون BTU بوده است که

منابع:

- 1- Renewable Energy Annual 1996, 1997, and 1998.
- 2- Forest Resources Assessment 1990-Global Synthesis.
- ۳- گزارش سالیانه مرکز آمار ایران.
- 4- EIA Report on Enviromental Issues of Iran.
- 5- Biomass Energy: It's not just for breakfast anymore; Tom Stanton, 1995 Food and Agriculture Organization (FAO) annual reports (1998).

نمودار شماره ۲

میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در ایران، از سال ۱۹۸۰ الی ۱۹۹۸



پی‌نوشت:

1. Buckminster Fuller
2. Hackett
3. Pilon
4. The Union of Concerned Scientists
5. Gasification
6. Waste to Energy
7. Waste and Resource Management
8. Ahaerobic
9. Pyrolysis
10. Biosolid Suel
11. Ottinger
12. Pace University
13. Externalities