

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خدمات انرژی روستایی

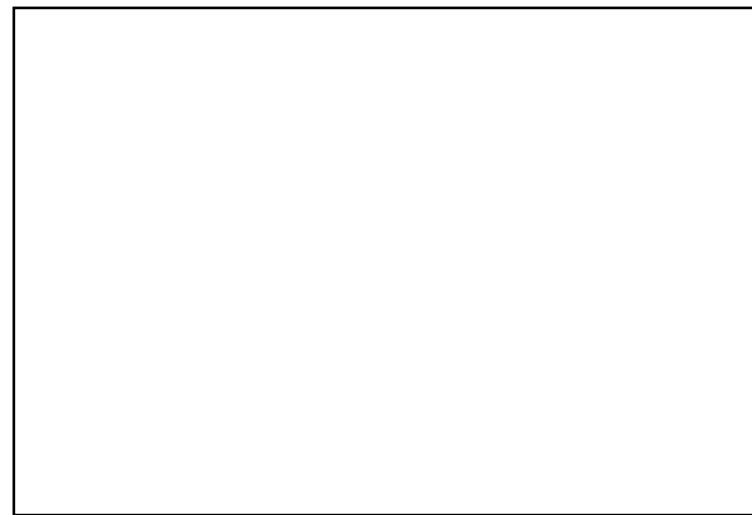
کتابی در راهنمایی توسعه‌ی پایدار انرژی

اثری از ترزا اندرسون، آلیسون دوییگ دای رس و سمیل خناس

مترجمان: دکتر امیر عباس صدیقی

مریم صاحب علم

انتشار سال ۱۹۹۹



نام کتاب	خدمات انرژی روستایی
مترجمان	دکتر امیر عباس صدیقی، مریم صاحب علم
ناشر	نگاه شرقی سبز
چاپ اول	پاییز ۱۳۸۴
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	مؤسسه انتشارات نزهت
تیراز	۳۰۰۰ جلد
قیمت	تومان
	شابک

آدرس ناشر: تهران، خیابان ولیعصر، بالاتر از سه راه توانی، شماره ۱۲۳۹ طبقه دوم

واحد ه تلفن: ۸۸۸۷۸۸۳۳، فاکس: ۸۸۸۷۹۵۶۵

فهرست

۹	مقدمه شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت
۱۱	قدرتانی
۱۳	مقدمه – گزینه‌های انرژی روستایی
۲۲	بخش اول – گزینه‌های توزیع
۲۵	فصل اول – ارزیابی نیازها و بازار
۲۶	ملزومات خدمات انرژی
۳۷	راهنمایی نظارت خدمات انرژی
۴۳	طراحی و مدیریت مشارکتی و تعاونی عرضه برق روستایی
۵۷	فصل دوم – تأمین منابع مالی انرژی برای جوامع روستایی
۵۸	گزینه‌های مالی
۷۰	شاخص‌های مالی
۷۷	بازارهای بازاری و سیاستگذاری
۹۶	بخش خصوصی در برابر بخش عمومی
۱۰۵	فصل سوم – ارزیابی اثر و موفقیت
۱۰۶	تأثیرات زیست محیطی سیستم‌های انرژی
۱۱۷	عواملی که بر موفقیت سیستم اثر می‌گذارند
۱۲۹	بخش دوم – گزینه‌های فنی
۱۳۱	فصل چهارم – فن‌آوری‌های متداول
۱۳۲	دیزل
۱۴۳	گاز مایع و نفت سفید

۱۵۳	اتصال شبکه‌ای
۱۶۳	فصل پنجم - منابع انرژی تجدیدپذیر
۱۹۴	پمپاژ باد
۲۰۷	انرژی باد برای تولید برق
۲۱۳	انرژی برق آبی میکرو
۲۲۵	انرژی فتوولتائیک
۲۴۴	انرژی گرمایی خورشید
۲۵۵	فصل ششم - موارد کلیدی فن آوری
۲۵۶	شبکه برق رسانی در برابر تولید و عرضه خود اتکای برق
۲۷۹	بخش سوم - مطالعات موردی
۲۸۰	سیستم برق آبی میکروی چالان (پرو)
۲۸۶	آرونون ۳ (نپال)
۳۰۱	اجاق‌های روستایی در کنیای غربی
۳۱۶	انرژی فتوولتائیک جهت مصارف نهایی داخلی و سازمانی
۳۲۴	آشپزی الکتریکی با سیستم برق آبی میکرو در نپال
۳۳۵	ضمیمه - عملکرد گروهی: طرح فانوس فتوولتائیک و بازاریابی
۳۵۱	مراجع و منابع

مقدمه شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت

شرکت بهینه سازی مصرف سوخت در راستای سیاست‌های استراتژیک کشور در بخش انرژی و بر اساس ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران به منور اعمال صرفه جویی و منطقی کردن مصرف انرژی، حفاظت از محیط زیست، همچنین اجرای اقدامات مرتبط با بهره برداری کارآمد و بهینه از نوع حاملهای انرژی، در سال ۱۳۷۹ توسط وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران تأسیس گردید.

بطور کلی فعالیت شرکت بهینه سازی مصرف سوخت بر مطالعه، پژوهش، بستر سازی، ممیزی و تدوین استانداردهای مصرف انرژی و انجام اقدامات لازم برای بهینه سازی مصرف سوخت در تمامی فعالیتهایی که بنحوی در فرآیند تولید و یا بعنوان مصرف کننده نهایی، سوخت مصرف می‌نماید، متمرکز می‌باشد.

در همین ارتباط، این شرکت انتشار فعالیتها، یافته‌های پژوهشی، مطالعات و گزارشات علمی در زمینه بهینه سازی انرژی در بخش‌های صنعت، ساختمان و حمل و نقل را از رسالت‌های مهم خود قلمداد نموده و تاکنون نیز با نشر دهها عنوان

خدمات انرژی رستایی

کتاب، سعی در گسترش فرهنگ تفکر، دانایی محوری و رویکرد کاوشگری و پژوهش با هدف توسعه دانش بهینه سازی انرژی در کشور نموده است.

کتاب حاضر از سری کتابهایی است که بصورت تخصصی در مدیریت محترم بخش ساختمان و مسکن و به همت واحد انتشارات روابط عمومی و فرهنگ سازی برای ارتقاء سطح آگاهی متخصصان از فناوری‌ها و روش‌های بهینه سازی مصرف انرژی تدوین و منتشر شده است.

شرکت بهینه سازی مصرف سوخت

روابط عمومی و فرهنگ سازی

پاییز ۱۳۸۷

قدردانی

نویسنده‌گان از تمام کسانی که از لحاظ مادی و معنوی با ارایه طریق و اظهارنظر در این امر شرکت جسته و اهتمام ورزیده‌اند سپاسگزاری می‌کنند.

این کتاب در ابتدا به صورت مجموعه‌ای از اسناد در یک سری از کارگاه‌ها در هندوستان و اوگاندا، به عنوان یک منبع مهم و اساسی مورد استفاده قرار گرفت و سپس به واسطه نظرات و تجربیات به دست آمده از این کارگاه‌ها تکمیل شد و متحول گشت به طوری که کتاب راهنمای فوق را تشکیل داد.

نویسنده‌گان به ویژه از بخش توسعه‌ی بین‌المللی (DFID)، در انگلستان و انجمن انگلیسی تأمین مالی کارگاه‌ها و مؤسسه انتشاراتی کتاب، کمال امتحان را دارند.

همچنین از یاری‌های بخش توسعه بین‌المللی (DFID) هندوستان، مرکز علوم و فناوری انرژی و محیط زیست (CEE SAT)، تیرا چیرا پیالالی، دانشکده آزاد فن‌آوری مائولانا (MACT)، بوپال و فن‌آوری اینترمیدیت تکنولوژی (IT) در کنیا برای سازماندهی کارگاه‌ها، شیام ساندر، (CEDAR)، ری هلنند، دنیل استارت و رونا و بیل کین سون (ITC) برای داده‌های یارانه‌ای و نظریاتشان سپاسگزاری می‌نماییم.

خدمات انرژی روستایی

مقدمه

گزینه‌های انرژی روستایی

در اغلب کشورهای جهان ساکنین مناطق شهری، به طور کلی به عرضه انرژی مدرن و بهینه دسترسی دارند. لیکن جمعیت‌های روستاشین کلاً در این مورد از شانس کمتری برخوردارند، به ویژه در کشورهایی که روند صنعتی شدن در آنها رشداندکی داشته است، روستائیان بر سوخت‌های سنتی یا سیستم‌های تولید برق و انرژی تکیه دارند که بسیار پرهزینه بوده و بهینه نمی‌باشند.

به عنوان مثال، در افريقا، برآورد شده است که تنها در حدود ۱۰ درصد خانوارهای شهری از عرضه برق برخوردار می‌باشند و درصد خانوارهای روستایی برخوردار از انرژی برق نیز بسیار کمتر از این مقدار می‌باشد. تحقیقی که توسط مرکز بین‌المللی پژوهش در مورد محیط زیست و توسعه صورت پذیرفته است، داده‌های جدول (۱-۰) را به نمایش می‌گذارد.

جدول (۱-۰) کسری از جمعیت روستایی مناطق جهان

که از عرضه برق بهره‌مند می‌باشند

منطقه	درصدی از جمعیت روستایی که به برق دسترسی دارند
آمریکای لاتین	۲۷
آسیا	۱۹
آفریقای شمالی	۲۱
سایر مناطق آفریقایی	۴

به علاوه می‌بایست اشاره نمود که در مناطق روستایی بسیاری از سیستم‌های عرضه برق رسانی (مانند زیمبابوه)، مردم اغلب توانایی پرداخت هزینه اشتراک را ندارند. در زیمبابوه ۹۰ درصد خانوارهای شهری از برق استفاده می‌کنند، اما تنها در حدود ۶ درصد از خانوارهای روستایی به سیستم برق رسانی متصل می‌باشند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جمعیت‌های روستایی که در حدود ۵۰ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌دهند نیاز انرژی خویش را با برق تأمین نمی‌نمایند. این کتاب به بررسی روش‌هایی می‌پردازد که به واسطه آنها می‌توان نیازهای انرژی روستایی را برآورده نمود و به مسائل مربوط به این روند پرداخت.

این کتاب بخشی از رویکرد کلی آموزش در مورد گزینه‌های انرژی را تشکیل می‌دهد و جلسات کارآموزی، کارگاه‌ها، جلسات سخنرانی اوراق حقیقی و کار مطالعات موردي و مثال‌ها را شامل می‌شود. با این وجود می‌توان کتاب را جدا از عنوان آن، که گام نخست در آموزش است، مورد مطالعه قرار داد و برای ادامه جلسات آموزشی از آن استفاده نمود.

ساختار کتاب

این کتاب به سه بخش اصلی تقسیم‌بندی می‌شود:

بخش اول. گزینه‌های توزیع

بخش دوم. گزینه‌های فنی

بخش سوم. مطالعات موردنی

متن کتاب به نحوی سازماندهی شده که اطلاعات مربوط به موارد توزیعی از اطلاعات مرتبط با موارد فنی جدا شده است (نرم افزار و سخت افزار) گرچه تأکید بر این امر حائز اهمیت می‌باشد که موفقیت سیستم‌های عرضه انرژی روستایی به هر دو مورد مذکور بستگی دارد و می‌بایست تمامی موارد مطرح شده در اینجا را به دقت مدنظر قرار داد. گزینه‌های توزیعی، قبل از گزینه‌های فنی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، زیرا گزینه‌های توزیعی اغلب عامل پیروزی یا شکست روش‌های تأمین انرژی می‌باشند.

کتاب‌های بسیاری در باب فناوری‌های انرژی در دسترس می‌باشند. گزینه‌های انرژی تجدید پذیر و تمرکز زدایی شده بیش از گذشته در دسترس قرار گرفته و در حال حاضر به طور منظم در کشورهای در حال توسعه استفاده می‌شوند. گرچه آگاهی از عملکرد فنی به تنها یکی منجر به عرضه انرژی پایدار برای جوامع روستانشین نمی‌گردد.

برای تداوم بخشنیدن به روش عرضه انرژی، سیستم می‌بایست به نحوی برنامه‌ریزی و اداره گردد که نه تنها پاسخگوی نیازهای انرژی باشد بلکه تا حد زیادی به خود و سیستم جانشین خویش بپردازد، تا بدین ترتیب تأثیرات زیست محیطی منفی بر جای نگذارد و هنگامی که برای حمایت از فعالیت‌های درآمدزا به

گسترش مصرف انرژی نیاز است، شرایط را برای مصرف‌کنندگان انرژی فراهم آورد.

به طور خلاصه، طراحی و مدیریت یک سیستم عرضه انرژی می‌تواند تأثیر به سزاوی بر موفقیت آن داشته باشد، درست به همان ترتیبی که انتخاب فن‌آوری و درصد دقت و رقابت در نصب، دریافت کارمزد، عملکرد و نگهداری آن نقش مهمی را در این موفقیت‌آیفا می‌نمایند.

بخش اول – گزینه‌های توزیع

این بخش به ارایه برخی از رویکردهای مربوط به عرضه انرژی روستایی می‌پردازد که در حال حاضر مورد استفاده قرار گرفته یا در حال توسعه می‌باشند. فصل اول این بخش یعنی ارزیابی بازار و نیازهای موجود، روش‌هایی را فهرست می‌نماید که از طریق آنها، اندیشه‌های موجود در تأمین انرژی روستایی بیش از آنکه به نوعی خاص از فن‌آوری‌های چاره‌ساز بپردازد بر رویکردهای مربوط به نیاز تمرکز داردند. برای دست‌یابی به این هدف، ابتدا باید نیازهای انرژی جوامع روستایی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در بخشی که عنوان آن ملزومات خدمات رسانی انرژی می‌باشد، مابه ارزیابی نیازهای انرژی می‌پردازیم، نیازهایی که ممکن است به طور نمونه در جوامع روستایی دیده شوند و از سوی دیگر روش‌هایی را ارزیابی می‌کنیم که از طریق آنها می‌توان نیازهای موجود را شناسایی نمود و در پرتو سایر نیازهای موجود در جامعه، آنها را اولویت‌بندی کرد. به علاوه ما به بحث در مورد روش‌هایی خواهیم پرداخت که از طریق آن‌ها، رویکرد جامعی برای برنامه‌ریزی تأمین خدمات انرژی اتخاذ گردد و بحث خود را در مورد روش‌هایی ادامه خواهیم داد که ممکن است به واسطه آنها مناسب‌ترین گزینه‌های انرژی برای برآوردن نیازهای انرژی، مورد استفاده قرار گیرند. البته این موضوع با

در نظر گرفتن منابع انرژی موجود در جامعه صورت خواهد پذیرفت. ما، در راهنمای نظارت خدمات رسانی انرژی، چهارچوبی را برای نظارت ویژه انرژی ارایه می‌نماییم. این لیست‌های راهنمای، مواردی را که می‌بایست آنها را از طریق ارزیابی مناسب انرژی شناسایی نمود، فهرست می‌نماید. همچنین این فهرست راهنمای، حداقل خروجی‌هایی را که می‌توان از ارزیابی انتظار داشت را نیز مشخص می‌نماید.

بخش مشارکت و همکاری در طراحی و مدیریت عرضه برق روستایی، مواردی را مشخص می‌نماید که برنامه‌ریزی اجتماعی، مالکیت و مدیریت عرضه برق را در بر می‌گیرد. برق نشانگر پیچیده‌ترین روش‌ها در برآوردن نیازهای خدمات انرژی رسانی می‌باشد، با این حال درصد تقاضای مناطق روستایی به شدت رو به افزایش است. بنابراین تکنیک‌های مورد استفاده برای اجرای برنامه‌ریزی جامعه و مدیریت عرضه برق را می‌توان از طریق روش‌های ساده‌تر گسترش داد (مثال، مدیریت منابع انرژی بیوماس یا سیستم‌های پمپ باد). این بخش شامل اقداماتی است که اخیراً در بسیاری از کشورها صورت پذیرفته است و در حال حاضر راه پیشرفت به مناطق شهری را طی می‌کنند.

فصل دوم این بخش با عنوان تأمین سرمایه در عرضه انرژی برای جوامع روستایی، به بحث پیرامون تأمین سرمایه در سیستم‌های عرضه انرژی می‌پردازد. بحث‌های بسیاری در این باب صورت گرفته‌اند، مبنی بر این که آیا برق رسانی به مناطق روستایی بخشی از کارهای زیر بنایی ملی توسعه را تشکیل می‌دهد (که در نتیجه وضع یارانه را توجیه می‌کند) یا آنکه برق رسانی به مناطق روستایی را بایست به بخش بازار محدود نمود؟ به همین علت، ما در این بخش به ارایه برخی از موارد پیرامون این بحث می‌پردازیم. گزینه‌های تأمین سرمایه، برخی از مفاهیم اصولی و

وازگان مورد استفاده در بحث را فهرست می‌نماید و عملکرد مالی به توصیف روش‌هایی می‌پردازد که به واسطه آنها میزان دوام‌پذیری امور مالی یک سیستم (که برای پایداری بلند مدت آن ضروری می‌باشد) را می‌توان مورد ارزیابی قرار داد. بخش ابزارهای بازار و سیاستگذاری به برآورده روش‌هایی می‌پردازد که از طریق آنها دولت می‌تواند محیطی توانمند را فراهم آورد، به طوری که بازار بتواند حتی نیازهای فقیرترین بخش‌های جامعه را مرتفع نماید. (در یک قسمت)، بخش خصوصی در برابر بخش عمومی مقایسه شده و مواردی را پیرامون تأمین انرژی مطرح می‌نمایند. خواه این انرژی از خدمات عمومی یا به واسطه بازار آزاد تأمین گردد و نقاط ضعف و قوت این دو رویکرد را ارایه می‌دهند.

فصل سوم که دارای دو بخش می‌باشد به ارزیابی "اثر و موفقیت آن" می‌پردازد. بخش تأثیرات زیست محیطی به ارزیابی تأثیراتی که تنها منابع انرژی تجدیدپذیر می‌توانند بر محیطهای محلی، ملی و جهانی داشته باشند، می‌پردازد. عواملی که بر موفقیت سیستم اثر می‌گذارند، تنها به نحوه طبقه‌بندی موفقیت سیستم‌ها و دیگر موارد اشاره می‌نمایند.

بخش دوم – گزینه‌های فنی

این بخش مروری بر گزینه‌های فنی را ارایه می‌دهد که برای برآوردن نیازهای خدمات رسانی انرژی به مناطق روستایی در دسترس است. این بخش نیز شامل سه فصل می‌باشد.

فصل ۴، فن‌آوری‌های متداول، به بررسی فن‌آوری‌هایی می‌پردازد که برای تأمین خدمات انرژی تمرکزدایی شده در سطح کوچک مناسب می‌باشند، اما به عنوان انرژی تجدید پذیر طبقه‌بندی نمی‌شوند. هر چند منابع انرژی تجدید پذیر برای

بسیاری از نیازهای خدمات رسانی انرژی روستایی به عنوان پاسخی مثبت قلمداد می‌شوند، اما در واقع اغلب پر هزینه بوده و گاهی تا آن حد اطمینان بخش نمی‌باشد که بتوانند نیازهای جامعه را برآورده نمایند. فصل موجود در مورد "گازوئیل" به توصیف سوختی می‌پردازد که متداولترین نوع سوخت برای برآوردن ملزمات نیروی مکانیکی مناطق روستایی می‌باشد. بخش‌های مربوط به نفت سفید و گاز مایع به توصیف سوخت‌هایی می‌پردازند که غالباً برای روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، هر چند بخشی از این سوخت‌ها نیز در آشپزی استفاده می‌شوند. بخش ارتباط با شبکه برق رسانی، همان گزینه‌ای که در هنگام در نظر گرفتن نیاز مناطق روستایی به انرژی نادیده گرفته می‌شود، در پرتو گزینه‌های کم هزینه و گزینه‌هایی نظیر مدیریت مشارکتی یا شبکه‌های کوچک محلی توصیف شده، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

فصل "منابع انرژی تجدید پذیر" به ارزیابی فن‌آوری‌هایی می‌پردازد که به طور معمول برای تجهیز منابع انرژی تجدیدپذیر مورد استفاده قرار می‌گیرند تا نیاز انرژی مناطق روستایی را برآورده نمایند. این فصل با پر مصرف‌ترین منبع انرژی تجدیدپذیر یعنی بیوماس آغاز می‌شود و سپس در بخش بیوگاز و سوخت‌های مایع زیستی با دقت بیشتری به بررسی سوخت‌های تجدیدپذیر می‌پردازد. این دو منبع از مصرف بالایی در مناطق روستایی برخوردار هستند، هر چند که برای تولید و مصرف بهینه‌ی این دو نوع منبع سوخت، به دانشی نیاز است که همواره در حال توسعه باشد. دو بخش نیروی باد، یعنی پمپ بادی و انرژی باد برای تولید الکتریسیته، به توصیف روش‌هایی می‌پردازند که از طریق آن‌ها می‌توان باد را مهار کرد تا مانند قرون گذشته از آن برای پمپاژ آب و عرضه به مردم، حیوانات و محصولات بهره برد. از سوی دیگر در این بخش چگونگی مهار باد به منظور تولید

برق مورد بحث قرار می‌گیرد. بخش نیروی برق آبی کوچک تواماً نحوه استفاده از نیروی آب را در تولید انرژی الکتریکی و مکانیکی، توصیف نموده و تقریباً به طور جامع بر سیستم‌های کوچکتری تمرکزمنماید که با عنوان پایگاه‌های آبی "کوچک" و "خرد" گروه‌بندی می‌شوند.

بخش انرژی فتوولتائیک خورشیدی به توضیح روشی می‌پردازد که فن آوری فتوولتائیک (PV) به منظور تولید برق مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالی که این نوع فن آوری هنوز هم به شدت گران است اما به مرور زمان از گزینه‌های آن کاسته شده است و توجه بسیاری از سرمایه‌گذاری‌های نوین و کلان جهانی را به خود مبدول می‌دارد. بخش انرژی حرارتی خورشیدی به نحوه مهار و استفاده از انرژی خورشیدی برای تولید حرارت مفید می‌پردازد و خلاصه‌ای کوتاه از کاربردهایی نظیر گرمایش آب و هوا، سرمایش و آشپزی خورشیدی و خشک کردن خورشیدی محصول را ارایه می‌نماید.

بخشی که به گزینه‌های فن آوری می‌پردازد، با فصلی کوتاه در مورد موارد کلیدی فن آوری خاتمه می‌یابد. این موارد نوعی از فن آوری انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهند که برای برآوردن ملزمات خدمات رسانی می‌توان از آنها استفاده نمود. بخش شبکه برق رسانی در برابر سیستم‌های مستقل تولید و عرضه برق به بحث در مورد ارزش‌های مرتبط با عرضه برق متمرکز و تمرکززدایی شده می‌پردازد.

بخش سوم – مطالعات موردي

این کتاب از چندین مطالعه موردی تشکیل یافته است که برخی از موارد پیرامون تأمین خدمات رسانی انرژی در مناطق روستایی را به تصویر می‌کشد.

مطالعه موردي سیستم برق آبی کوچک چالان به توصیف عرضه برق آبی در روستایی از پرو می پردازد. مطالعه موردي آران سوم، مساله "میزان مناسب" توسعه انرژی را از طریق روش برق آبی در مقیاس بزرگ درنیپال مورد ارزیابی قرار می دهد. مطالعه موردي اجاق های روستایی، استفاده از اجاق های هیزم سوز در غرب کنیا را مدنظر قرار داده و به شیوه هایی توجه می نماید که به واسطه آنها ساخت اجاق های پیشرفته خوراک پزی بتوانند برای تولید کنندگان زن اجاق های خانگی، درآمدزا باشند. مطالعه موردي فتوولتائیک ها به توصیف مصرف فتوولتائیک برای برآوردن نیازهای انرژی خانگی و اداری در اندونزی و زیمبابوه می پردازد و مطالعه موردي آشپزی با نیروی برق آبی کوچک، و چگونگی استفاده از سیستم های آشپزی با برق کم را به منظور بهبود در مدیریت بار در روستاهای غیر متصل در نیپال را توصیف می نماید.

بخش ضمیمه شامل مواردی برای گروه نمونه است که احتمالاً در روشنگری و بیان بسیاری از موارد ارزیابی شده در این کتاب کمک حال می باشد.

بخش اول

گزینه‌های توزیع

فصل اول

ارزیابی نیازها و بازار

ملزومات خدمات انرژی

طراحی انرژی اغلب به عنوان تأمین و نصب فن‌آوری‌های انرژی قلمداد می‌شود و به شرح زیر می‌باشد:

- درصد جوامع برخوردار از انرژی برق
- تعداد اجاق‌های خورشیدی توزیع شده
- تعداد واحدهای برق آبی کوچک نصب شده
- میزان تناز کود حیوانی عرضه شده به تخمیر کننده‌های بیوگاز و غیره

تمرکز بر فن‌آوری در جایی که مصارف مؤثر نهایی به عنوان فکری ثانویه در نظر گرفته می‌شوند، صورت می‌پذیرد. اما آنچه که مورد توجه قرار نمی‌گیرد خدماتی هستند که در عمل از فن‌آوری‌های مختلف انرژی انتظار می‌رود و مورد نیاز است. بسیاری از پروژه‌های انرژی به این دلیل با شکست مواجه می‌شوند که فن‌آوری انرژی عرضه شده به یک منطقه بدون ارزیابی عملی ملزمات انرژی صورت پذیرفته است. دلایل شکست فن‌آوری را می‌توان به شرح زیر بر شمرد:

- مردم نیاز چندانی به منبع خاصی از انرژی نداشته باشند.
- مردم از ابزار لازم برای توسعه مصارف سودبخش یا درآمد زای انرژی برق برخوردار نباشند.
- انرژی عرضه شده از طریق فن‌آوری کافی نباشد.
- انرژی در زمان نامناسب روز یا سال جهت مصرف در اختیار مردم قرار گیرد.
- مردم از مهارت‌های مرتبط با تعمیر، حفظ و اجرای نصب فن‌آوری بی‌اطلاع باشند.

یک سیستم برق آبی کوچک مثالی است که برای روشنایی شبانه به شدت تحت فشار قرار می‌گیرد، اما به دلیل آنکه مصرف نهایی دیگری برای نیروی مورد نظر طراحی نشده است، در خلال روز بدون استفاده باقی می‌ماند. مثال دیگر، اجاقی است که می‌باشد در طول روز در هوای آزاد زیر نور خورشید مورد استفاده قرار گیرد و به همین دلیل استفاده از تکنیک‌های آشپزی فوق، تفاوت بسیار زیادی با روش‌های آشپزی محلی دارد.

در چنین مواردی فن‌آوری‌ها، خدمات انرژی روستایی مورد نیاز را عرضه نمی‌کنند. این رویکرد اغلب بدین معناست که فن‌آوری مذکور از لحاظ اقتصادی ناموفق و بی‌دوام می‌باشد، زیرا فن‌آوری کاربرد چندانی نداشته است یا به حدی نامطمئن عمل می‌نماید که روستاییان از استفاده‌ی آن منصرف می‌شوند و به منابع انرژی سنتی روی می‌آورند. به منظور برآوردن موقفيت‌آمیز نیازهای انرژی، رویکرد تأمین گزینه‌های انرژی جوامع روستایی باید بر عرضه خدمات انرژی تأکید ورزد.

خدمات انرژی چیست؟

روستاییان نیازی به سیستم برق آبی کوچک ندارند، بلکه نیاز آنها آرد آماده است. روستاییان نیازی به سلول فتوولتائیک ندارند، آنان نیازمند روشنایی درون خانه‌هایشان هستند. آنها نیازی به تخمیر کننده بیوگاز ندارند، بلکه نیازمند آشپزی هستند.

خدمت انرژی عملکردی است که برای انجام کار به انرژی نیازمند است. خدمت انرژی، نیاز روستاییان به انرژی است. نمونه‌هایی از خدمات انرژی شامل موارد زیر می‌گردند: روشنایی، آشپزی، گرمایش هوا،

توان مکانیکی، راهاندازی رادیو و تلویزیون و آب پمپاژ شده. برای مقایسه گزینه‌های انرژی نه تنها بایستی درصد اطمینان را در نظر گرفت بلکه توانایی فن‌آوری انرژی را در تأمین انرژی کافی در زمان و مکان مناسب نیز در نظر داشت تا به کیفیت مورد نیاز بازده دست یافت.

به عنوان مثال ممکن است خدمات انرژی مورد نیاز به شرح زیر باشند:

- یک کیلوگرم آرد که تا حد ویژه‌ای آسیاب شده باشد.
- روشنایی کافی برای مطالعه بین ساعت‌های ۷ تا ۱۱ شب
- تأمین دمای دقیق برای سیستم یخچال‌های قابل اطمینان جهت نگهداری دارو یا
- پخت غذای خانواده بدون ایجاد تغییر چندان در شیوه و زمان آشپزی محلی.

بنابراین اهداف برنامه‌ریزی انرژی بر مبنای کیلووات ساعت‌های عرضه شده یا تعداد خانه‌های برخوردار از فن‌آوری نصب شده طراحی نمی‌شوند بلکه بر مبنای خدمات تأمین شده مدنظر قرار می‌گیرند.

ارزیابی ملزمات خدمات انرژی

نیازهای انرژی مردم روستایی به طور مستقیم با زندگی اجتماعی و اقتصادی آنها در ارتباط می‌باشند و بدین ترتیب نیازهای مذکور در بین گروه‌های مختلف اجتماعی و مکان‌های متفاوت به شدت تغییر می‌نماید. میزان تقاضای انرژی به تغییرات ایجاد شده در وضعیت اقتصادی جامعه مصرف کننده بستگی دارد و تحت تأثیر توسعه‌های کلی فنی و اقتصادی نظیر ارایه لوازم خانگی پیشرفته یا جدید نیز قرار می‌گیرد، لوازمی که برای صرفه‌جویی بیشتر انرژی و سازش با محیط زیست

طراحی می‌گردند. برای تعیین نیازهای خدمات انرژی، می‌بایست نگاهی دقیق‌تر به نحوه مصرف انرژی و شرایط فنی و اجتماعی - اقتصادی موجود انداخت. این امر فرآیندی متداوم است، زیرا شرایط ویژه مکانی با گذشت زمان دستخوش تغییر می‌شوند.

نکته مهم این است که نباید تقاضای بالقوه را با میزان مصرف فعلی یکی دانست زیرا ممکن است در هر زمان میزان مصرف تحت تأثیر قیمت‌های متداول و میزان دسترسی به سوخت و فن‌آوری‌ها قرار گیرد و همچنین این امکان وجود دارد که مصرف‌کنندگان بیش از توانایی پرداخت خواish به انرژی نیاز داشته یا خواهان آن باشند (تفاوت بسیار زیادی میان نیاز و تقاضای مؤثر وجود دارد). اشاره به این امر حائز اهمیت است که جوامع روستایی که مایل یا قادر به پرداخت بهای خدمات انرژی هستند، مبلغی را به عنوان سقف مبلغ پرداختی در ازای خدمات انرژی در نظر می‌گیرند. اگر این مبلغ کمتر از میزان مورد نیاز برای پوشش هزینه‌های جاری و سرمایه‌ی یک فن‌آوری جدید باشد، پروژه انرژی از لحاظ اقتصادی ناپایدار خواهد بود. در چنین مواردی یا می‌بایست راه حلی ارزانتر برای برآوردن نیاز عرضه انرژی یافت یا آنکه پروژه را مشمول یارانه نمود. یارانه به طور معمول تنها به پروژه‌های اختصاص می‌باید که مزایای زیست محیطی و اجتماعی را برای جامعه به ارمغان می‌آورند.



انجام تحقیقات انرژی در روستا

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی بت کاک

درک نیازهای مصرف‌کنندگانی از این قبیل تنها از طریق نظارت‌های مناسب در امور مصرف، تقاضا و نیازها حاصل می‌گردد. تقاضای انرژی روستایی را می‌توان به بخش‌های متعددی تقسیم نمود: تقاضای انرژی خانگی، زراعت جهت امرار معاش، کشاورزی، بازار- زندگی، صنعت، تجارت، دفاتر، حمل و نقل، خدماتی چون مدارس و بیمارستان‌ها و غیره. هر طبقه‌بندی نیازمند مجموعه ملزمات و محدودیت‌های خویش می‌باشد. ارزیابی ملزمات خدمات انرژی مناطق روستایی به رویکردهای اشتراکی در راستای طراحی انرژی نیاز دارد تا بدین ترتیب نیازهای انرژی را با سیستم عرضه‌ی مناسب هماهنگ نماید.

نظارت و بررسی انرژی تعیین خواهد نمود که درصد تقاضای منابع نوین انرژی تا چه حد باشد. این بررسی پرسش‌های موارد زیر را پاسخ می‌دهد: چه میزان انرژی مورد نیاز است، انرژی مذکور در کدام منطقه مورد نیاز می‌باشد، چه نوع انرژی مورد نیاز است (مکانیکی، حرارتی، سردکننده، برقی و سایر موارد) و آیا مصرف‌کنندگان واقعاً توانایی پرداخت هزینه انرژی عرضه شده جدید را دارند و با کمال میل مبلغ مورد نظر را پرداخت خواهند نمود؟ چنین نظارتی به پژوهش در مورد شیوه‌هایی می‌پردازد که از طریق آنها می‌توان با عرضه انرژی نوین به مردم محروم روستاشین، آنان را از این مزایا بهره‌مند نمود و در عین حال نقایص سیستم نوین را نیز آشکار کرد.

نظارت و بررسی انرژی نمی‌بایست به صورت یک پرسشنامه رسمی صورت پذیرد. این بررسی فهرست کنترلی است که می‌توان از آن برای جمع‌آوری اطلاعات رسمی استفاده نمود. بدین ترتیب امر بررسی، تمایلات طراحان انرژی را نیز تحت پوشش قرار می‌دهد. همچنین گروه‌های نظیر زنان و طبقات پایین‌تر

اجتماع را که در حاشیه قرار دارند می‌بایست مورد توجه قرار داد. در بخش بعدی یک فهرست کنترل راهنمایی گنجانده شده است.

ارزیابی موفقیت‌آمیز نیاز به خدمات انرژی، از طریق آزمایشی در روستای پیورا واقع در جنوب هندوستان نزدیک بنگلور مشخص شده است. تلاش‌های اولیه برای ارتقاء سیستم‌های بیوگاز این بخش با شکست روبرو شدند. در ابتدا گاز به عنوان جایگزین سوخت چوب برای آشپزی ارایه گردید، اما این روستا از منبع چوب بسیار غنی برخوردار می‌باشد. مذاکرات بعدی با کشاورزان مشخص نمود که نگرانی اصلی آنها در مورد فقدان عرضه‌ی آب پاکیزه قابل اطمینان و قابل دسترسی می‌باشد. بنابراین بیوگاز به عنوان سوخت یک ژنراتور مورد استفاده قرار گرفت تا برق خانه‌ها و یک موتور آب را تأمین نماید. تمامی روستاییانی که در اجرای این پروژه مشارکت داشتند از یک شیر آب پاکیزه در مقابل منازل خویش برخوردار شدند.

ادغام طراحی انرژی با سایر بخش‌های توسعه

طراحی انرژی را نمی‌توان از سایر جوانب توسعه روستایی از جمله کشاورزی، صنایع کوچک روستایی و خدماتی که شامل درمانگاه‌های بهداشتی و مدارس می‌باشند متمایز نمود.

به عنوان مثال، ممکن است یک درمانگاه بهداشتی نیازمند خدمات انرژی برای موارد زیر باشد:

- یخچال پزشکی
- استریل کردن
- آب گرمکن

• روشنایی

ممکن است این نیازها از طریق تعدادی از منابع انرژی برآورده گردند که مواردی چون ژنراتورهای دیزلی، برق رسانی شبکه‌ای، ردیفی از سلول‌های فتوولتائیک، ژنراتورهای الکتریکی بادی یا آبی و آبگرمکن‌های خورشیدی را شامل می‌شوند.

در جایی که بخش‌های متنوعی از نوآوری‌های توسعه، نیازمند خدمات انرژی می‌باشند، فرصتی برای توسعه گزینه‌های عرضه انرژی روستایی فراهم می‌شود تا بدین ترتیب نیازهای فعلی به خوبی نیازهای بعدی بخش توسعه نوآوری فراهم گردد. با این شیوه می‌توان منافع حاصل از عرضه انرژی را به حداقل رساند، بدین ترتیب منافع حاصل از عرضه بیش از حد نیازهای اولیه می‌باشد. در بسیاری از پروژه‌های توسعه، انرژی یک عامل ساده تشویق کننده نبوده و در دست یابی به موفقیت نقش بسیار اساسی را ایفا می‌نماید. در چنین مواردی موضوع ابعاد انرژی در برنامه توسعه روستایی را می‌بایست از مراحل اولیه وارد پروژه نمود.

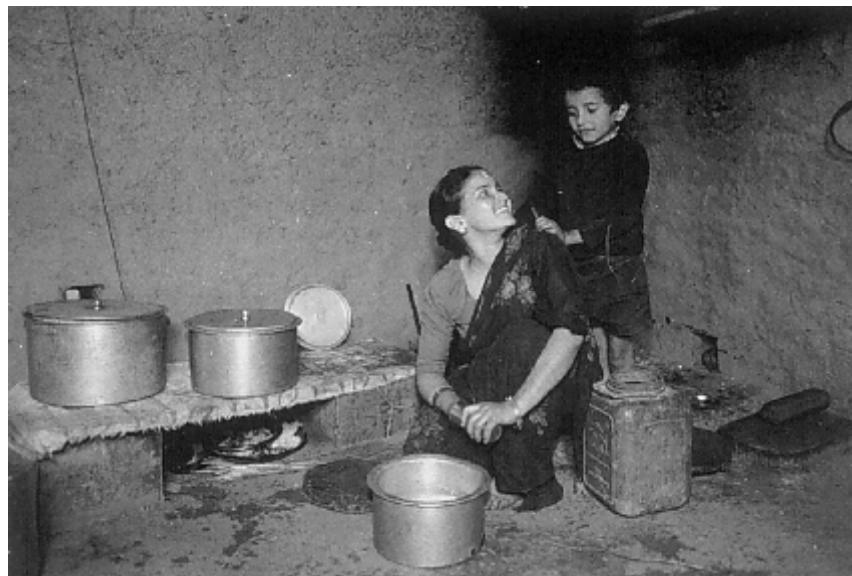
هماهنگ کردن گزینه‌های انرژی با خدمات انرژی

بهترین انتخاب در میان گزینه‌های موجود، به تعداد عواملی بستگی خواهد داشت که اغلب آنها در سایر بخش‌های کتاب مستور می‌باشند.
این عوامل شامل موارد زیر خواهند بود:

- در دسترس بودن انرژی کافی در زمانی که خدمات انرژی مورد نیاز می‌باشند.
- مقایسه هزینه‌های ثابت و هزینه‌های جاری هر یک از گزینه‌ها

• دسترسی محلی به فنآوری و حمایت در امر تعمیر و نگهداری از فنآوری و کیفیت خدمات انرژی ارایه شده باز هم ممکن است، رویکردی مشارکتی برای انتخاب گزینه انرژی مورد نیاز جامعه، مؤثرترین شیوه برای گزینش مناسب‌ترین سیستم عرضه انرژی روستایی باشد.

مثالی از یک رویکرد ابداعی برای هماهنگی گزینه‌های انرژی با نیازهای انرژی، توسعه اجاق‌های آشپزی با وات پا یعنی برای مصرف در خانه‌هایی می‌باشد که در نیپال به سیستم‌های انرژی برق آبی کوچک متصل بوده‌اند. نیاز اصلی انرژی خانه‌های روستایی نیپال، در امر آشپزی است که در حدود (دو سوم) $\frac{2}{3}$ تقاضای انرژی را به خود اختصاص می‌دهد. آشپزی برقی نقش بالقوه‌ای را در کاهش فشار روز افزون بر عرضه کمیاب هیزم ایفا می‌نماید. متأسفانه کارخانه‌های انرژی برق آبی کوچک، انرژی لازم، معادل با استاندارد چرخه الکتریکی یک کیلووات اجاق‌های آشپزی را برای عرضه به هر خانواده تولید نمی‌کنند. برای فائق آمدن بر این مشکل و هماهنگ نمودن نیاز انرژی با عرضه انرژی مناسب (در این مورد انرژی برق آبی کوچک) یک اجاق با وات پایین ارایه گردید که بی‌جولی دکچی^۱ نام داشت و برای جوشاندن آب و پخت برنج و عدس به شیوه پخت اجاق‌های سنتی مورد استفاده قرار گرفت و توسعه یافت.



اجاق بیجولی دکچی یک راه حل ابداعی برای مشکل

کمبود سوخت چوب در نپال.

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی، کارولین پن

سایر جوانب خدمات انرژی

گزینه فنآوری تنها عاملی نیست که هنگام تأمین خدمات انرژی باید مدنظر قرار داد. خدمات ارایه شده می‌بایست از دو جنبه هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های جاری روزانه، در حد استطاعت مصرف کننده باشند. اغلب ایجاد یک تغییر در منبع انرژی، نیاز به سرمایه‌گذاری توسط مصرف کننده دارد، این امر ممکن است یا به دور از خواست مصرف کننده باشد یا خدشهای جدی بر درآمد وی وارد نماید. در چنین مواردی به دلیل عدم اطمینان از توانایی فنآوری نوین در رویارویی با برآورده نیازهای مصرف کننده، احتمال خطر و ریسک در سرمایه‌گذاری افزایش می‌یابد.

احتمالاً باید رویکردهای ابداعی را که مصرف‌کنندگان استطاعت استفاده از آنها را داشته باشند برای تأمین خدمات انرژی در نظر گرفت. به عنوان مثال، فن‌آوری استفاده از خدمات انرژی را می‌توان به جای فروش به مصرف‌کننده اجاره داد. بدین ترتیب ریسک کلی که متوجه مصرف‌کننده می‌باشد، کاهش می‌یابد. این امکان وجود دارد که اعتبار نوآوری و سیستم‌های تعریف‌هایی به طور متناوب به کار گرفته شوند تا به ویژه، خدمات انرژی را تا فقیرترین روستاهای گسترش دهند. جزئیات این گزینه‌ها در سایر فصل‌های کتاب مورد بحث قرار می‌گیرند.

سایر مواردی که در خدمات انرژی ارایه شده گنجانده شده‌اند، احتمالاً شامل آموزش اولیه‌ی نحوه استفاده و جنبه‌های این‌منی فن‌آوری و تأمین خدمات نگهداری و تعمیر آن می‌باشند. بدون این خدمات جانبی، ممکن است فن‌آوری انرژی از ارایه خدمات مؤثر انرژی مورد نیاز باز ماند. در کشور زیمبابوه، قبل اقداماتی جهت نصب سیستم‌های پمپ فتوولتائیک به عمل آمده بود که دارای مشکلاتی بودند. در مراحل بعدی نکاتی جهت حل این مسائل در نظر گرفته شدند که حاکی از رعایت موارد فوق می‌باشد. پس از انجام مطالعه برنامه‌های فتوولتائیک اخیر سازمان انرژی زیمبابوه و آژانس انرژی آلمان GTZ دریافتند که دو جنبه‌ی کلیدی عدم موفقیت پروژه‌های پیشین، فقدان آموزش مصرف‌کننده و خدمات تعمیر و نگهداری تخصصی در کنار توانایی مالی مردم محلی بوده است.

راهنمایی نظارت خدمات انرژی

مردم روستا

هدف از این نظارت، شناسایی انواع مردم روستانشین و تعداد آنها می‌باشد تا بدین ترتیب تک‌تک گروه‌ها، حتی گروه‌هایی که در اقلیت قرار دارند یا در حاشیه هستند در مطالعه گنجانده شوند.

- مردان مزرعه دار، مردان بدون مزرعه
- زنان دارای درآمد نقدی، زنان بدون درآمد نقدی
- تعداد میانگین کودکان در هر خانه
- سالخوردگان
- گروه‌های محروم (معلول، بیمار مزمن و به شدت فقیر)
- شاغلان (مدرسان، پزشکان، مقامات دولتی)
- مردمی که تنها بخشی از سال را در روستا سپری می‌کنند
- بازدیدکنندگان / جهانگردان
- فعالیت‌های اصلی هر گروه از مردم چیست؟
- ایجاد تغییر در جمعیت از طریق مهاجرت مردم به داخل یا خارج روستا و دلیل ایجاد تغییر

مؤسسه روستایی

این بخش فهرستی از مؤسسات روستایی را تهیه می‌کند که احتمالاً با برنامه انرژی در ارتباط باشند.

مؤسسات مذکور از چه قابلیت‌هایی برخوردار می‌باشند؟ میزان تجربه و وضعیت فعلی آنها چگونه است؟

- شرکت‌های خصوصی
- اجتماعات
- بانک‌ها
- دفاتر دولتی
- سازمان‌های داومطلب / سازمان‌های غیر دولتی NGOS
- جوامع مذهبی
- کارگاه‌های فنی

الگوهای انرژی روستایی

این بخش از مطالعه، الگوهای جاری مصرف انرژی روستایی را شناسایی می‌نماید و شامل سوخت‌های مصرفی و نیازهای پیش‌بینی شده آتی انرژی در روستا به شرح زیر می‌باشد:

- انواع سوخت مصرفی (چوب، فضولات حیوانی، نفت سفید و...)
- موانع دسترسی به این سوخت‌ها شامل چه مواردی می‌شوند؟
دستیابی، هزینه، جمع‌آوری سوخت توسط کارگر و دشواری‌های موجود بر سر راه مصرف سوخت چه عواملی هستند؟
- احتمال اتصال با شبکه برق رسانی به چه صورت است؟
- مزایای ارایه منبع انرژی نوین در روستا چه خواهد بود؟
- انتظار می‌رود که در خلال پنج سال آینده چه تغییراتی در الگوی انرژی ایجاد شود؟

سازمان‌های روستایی

شناسایی شیوه سازماندهی روستا برای اجرای امور تجاری روزانه، امری حائز اهمیت است. به همین منظور ویژگی‌های زیر شناسایی می‌شوند:

- انواع سازمان‌ها: جوامع بهزیستی، انجمن کشاورزان، پروژه‌های دولتی، گروه‌های زنان، سازمان‌های تجاری
- مدت زمان فعال بودن سازمان چقدر بوده است؟
- آیا این سازمان‌ها موفق بوده‌اند؟
- نحوه اداره این سازمان‌ها و برخورداری آنها از حساب بانکی چگونه بوده است؟
- توانایی سازمان در اجرای فعالیت‌های مرتبط با سیستم انرژی نوین تا چه حد است؟

ارزیابی‌های خانگی و فردی

ارزیابی‌های جزیی بیشتری را به اجرا در آورید تا از شناسایی الگوهای مصرف انرژی مختص به منطقه، اطمینان حاصل نمایید. نکات زیر را تحت پوشش قرار

دهید:

- ابعاد خانه، سن و شغل ساکنان آن
- درآمد نقدی، درآمد غیرنقدی و تولید کشاورزی
- میزان زمین، حیوان اهلی و ابزار کشاورزی
- الگوهای فعلی مصرف انرژی - منابع انرژی سنتی و تجاری
- تمایل به منبع انرژی جدید
- استطاعت مالی روستاییان در پرداخت خدمات انرژی

- تأثیر خدمات انرژی نوین بر اعضای خانواده: مردان، زنان، کودکان، خردسالان
- آیا در پنج سال بعد، تقاضای انرژی خانگی تغییر خواهد کرد؟
- آیا هیچ نگرانی در مورد مصرف خدمات انرژی جدید وجود ندارد؟

کارآفرینان و اشتغال محلی

شناسایی مصرف انرژی که در جامعه درآمد زا خواهد بود، حائز اهمیت می‌باشد. اطلاعاتی را جمع‌آوری نمایید تا به تعیین موارد زیر بپردازید:

- خدمات انرژی جاری در روستا نیازمند حرفه‌های متعدد می‌باشد.
- قابلیت اشتغال در هماهنگی با گزینه‌های انرژی جدید یا ایجاد اشتغال در زمینه انرژی جدید. در این رابطه چه میزان انرژی مورد نیاز خواهد بود؟
- موارد اشتغال در روستا به چه صورت می‌باشند: ضبط و تهیه‌ی اسناد و مدارک برای سرمایه‌گذاری، نگهداری و تعمیر فن‌آوری، ابزار جمع‌آوری تعرفه، حل و فصل کشمکش‌ها، انجام استخدام، گسترش مزایای اشتغال به امور انرژی در مناطق حاشیه‌نشین.
- آیا منبع نوین انرژی تأثیر منفی بر اشتغال روستا دارد؟ تأثیراتی از جمله پراکندن مشتریان و از دست دادن شغل یا غیره.
- بخش اشتغال روستا چه مبلغی را در ازای خدمات انرژی نوین می‌پردازد؟
- آیا بخش اشتغال می‌تواند خدمات انرژی نوین را پیش برد و آن را اداره کند؟ چه کسی اپراتورها را استخدام می‌کند، حساب‌ها را نگه

خدمات انرژی روستایی

می دارد و فهرست لوازم بذکری را حفظ و تعرفه ها را جمع آوری می نماید؟

خدمات روستایی

برخی از جوامع مصرف انرژی مشترک دارند (نظیر ارتباطات الکترونیکی یا سردسازی در یک درمانگاه). حال آنها به چه نوع انرژی نیاز دارند و برای برآوردن این نیازها چه نوع خدماتی لازم است؟

- مدرسه؟
- درمانگاه؟

سایر برنامه های روستایی

در نهایت، حصول اطمینان از این امر مهم می باشد که تأمین خدمات انرژی با سایر توسعه های جامعه روستایی و منطقه ای در ارتباط و هماهنگ باشد. بنابراین به طور ویژه به شناسایی موارد زیر بپردازید:

- سایر سیستم های توسعه روستایی چه مواردی می باشند؟
- سیستم های انرژی مشابه در روستاهای همسایه

نتایج ارزیابی

نظرارت می بایستی به یک گزارش منتهی گردد که شامل موارد زیر باشد:

- نقشه روستا که نشان دهنده خانوارها و فعالیت های تجاری و تولید باشد.
- خلاصه ای از گروه های مختلف روستانشین
- فهرستی از مؤسسات، سازمان ها و روستای روستا

- گزارشی از مدیریت منابع انرژی فعلی و طرح‌های آتی روستا برای توسعه منابع انرژی
- خلاصه‌ای از نکته‌هایی که در مصاحبه‌ها به آن اشاره شده است. این امر نشان دهنده نیازهای خدمات انرژی و اشتیاق مردم در قبال پرداخت هزینه‌های مذکور می‌باشد.
- تقسیم‌بندی بخش به بخش، ملزمات خدمات انرژی (نوع و مقدار انرژی مورد نیاز) در روستا
- ارزیابی پتانسیل گسترش خدمات انرژی نوین به مناطق حاشیه‌نشین جوامع روستایی
- ارزیابی قابلیت سازمان‌ها یا مؤسسات محلی در اداره پروژه جدید انرژی (قابلیت‌های فنی، دانش مالی و مهارت‌های مدیریتی).
- ارزیابی سیستم‌های مدیریتی و سازمانی برای مدنظر قرار دادن توانایی آنها در سرمایه‌گذاری پروژه، جمع‌آوری تعرفه‌ها و سازماندهی امور حفظ و تعمیر و غیره.

(برگرفته از ارزیابی مربوط به قابلیت و تقاضا در طراحی سیستم برق آبی کوچک: راهنمای برنامه‌های انرژی آبی کوچک، الف، هاروی و همکاران، انتشارات IT، لندن، ۱۹۹۳)

طراحی و مدیریت مشارکتی و تعاونی عرضه برق روستایی

جمعیت‌های روستایی به طور معمول انرژی برق خود را از شبکه‌های ملی دریافت نمی‌نمایند. مناطق روستایی اغلب از طریق شبکه‌های کوچک محلی یا سیستم‌های خود اتکایی نظیر مجموعه‌های تولید برق دیزلی کوچک تغذیه

می‌شوند. به علاوه ساکنین غیر رسمی مناطق شهری کشورهای در حال توسعه نیز از دسترسی به شبکه برق محروم می‌باشند.



معمولًاً جمعیت‌های روستایی برق خود را از شبکه‌های ملی دریافت نمی‌کنند

در جوامع روستایی و ساکنین غیر رسمی مناطق شهری، مبالغ پرداختی یک مصرف کننده برق تا حدی پایین است که برای شرکت برق، برق‌رسانی به این مناطق مقرون به صرفه نمی‌باشد. در چنین موقعیت‌هایی، تعاونی‌ها می‌توانند به عنوان پیکره‌های جمعی برای خانواده‌های کم درآمد وارد عمل شوند یا منابع تولید انرژی و توزیع شبکه‌ها را در اختیار گیرند.

این بخش به ارزیابی روش‌هایی می‌پردازد که به واسطه آنها مدیریت و مالکیت مشارکتی و تعاونی می‌تواند دسترسی مناطق روستایی به عرضه انرژی برق را

افزایش دهد. ثابت شده است که اتخاذ رویکردهای مشارکتی که جامعه روستایی را در کل فرآیند شرکت می‌دهند (به عنوان مثال، طراحی، نصب، اجرا، نظارت، عملکرد، نگهداری و تعمیر سیستم)، در اعتماد به نفس و قدرت روستاییان اثرات مثبتی دارند.

رویکردهای برقرسانی به مناطق روستایی

رویکردهای مربوط به عرضه

دولت‌های بسیاری از کشورهای توسعه نیافته از برنامه‌های برقرسانی برخوردار می‌باشند که هدف آنها رساندن برق به مناطق روستایی است. برقرسانی روستایی مساله‌ای است که غالب مبارزات انتخاباتی محلی براساس آن صورت می‌پذیرد و اغلب به عنوان عاملی مهم و مقدم برای مردم روستانشین قلمداد می‌گردد. برقرسانی مسئله‌ای است که روستاییان آن را مهم‌تر از گسترش جاده‌سازی و تأمین بهداشت محلی می‌دانند. در کل، برنامه‌های ملی برقرسانی به عنوان توسعه زیر ساختهای ملی محسوب می‌شوند و به طور مرکزی طراحی می‌گردد. این برنامه‌ها عموماً شامل موارد مربوط به عرضه می‌باشند و بر افزایش ظرفیت تولید و گسترش شبکه انتقال دلالت می‌نمایند. چنین برنامه‌هایی به طور کلی با عرضه در ارتباط هستند:

مرحله تولید برق طراحی می‌شود و به محض رسیدن شبکه برق، جوامع روستایی به آن متصل می‌گردند. ارزیابی تقاضای چنین برنامه‌هایی که برای برقرسانی به روستا صورت می‌پذیرد، احتمالاً براساس ارزیابی اندازه جامعه روستایی و ارقام استاندارد مصرف ملی انجام می‌گیرد. در این بخش رویکردهای تعاونی چندان متدائل نمی‌باشند.

در کل مشخص شده است که برنامه‌های ملی گسترش شبکه برق رسانی با سرعتی پیش می‌روند که پاسخگوی رشد تقاضا نمی‌باشند. در مواردی بدتر، سرعت گسترش شبکه برق رسانی حتی با نرخ رشد جمعیت نیز برابری نماید. هزینه برق تولید شده از طریق ایستگاه‌های متداول نیرو نیز معمولاً کمتر از هزینه برق تولید شده در پایگاه‌های تمرکزدایی شده کوچک می‌باشد.

از لحاظ ملی میزان نرخ‌های تعرفه برای توزیع برق شبکه‌ای به گونه‌ای هستند که غالباً هزینه واقعی آن را منعکس نمایند. در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه، مصرف‌کنندگان اغلب انتظار دارند که مبلغ پرداختی آنها برای برق شبکه‌ای بیش از مناطق شهری نباشد. در جایی که مصرف‌کنندگان، برق را به عنوان خدمتی کنترل شده و قانونمند قلمداد می‌نمایند و از قبول این موضوع که تعرفه باید هزینه واقعی تولید انرژی را منعکس کند، امتناع می‌ورزند، این نگرش نیز می‌تواند برنامه‌های برق رسانی روستایی را که بر تولید تمرکزدایی شده مبتنی می‌باشند، تحت تأثیر قرار دهد.

رویکردهای مربوط به تقاضا

در کشورهایی که صد درصد مردم به شبکه برق رسانی دسترسی ندارند، برنامه‌های برق رسانی روستایی که به صورت مرکزی طراحی می‌گردند به موازات توسعه‌های برق رسانی کارآفرین عمل می‌نمایند. در مناطق دور افتاده‌ی برخی از کشورها، مالکان تجارت محلی براساس تنوع فناوری‌های تولید برق در مقیاس کوچک به ارایه روشنایی برق و شارژ باتری می‌پردازند. چنین سیستم‌هایی در کل به تقاضا مربوط می‌شوند (به عنوان مثال بر اساس بازار) و کاملاً تجاری هستند و هیچ نوع یارانه‌ای را از نهادهای ملی دریافت نمی‌کنند. گرچه این سیستم‌ها توانایی

پوشش تمامی جوامع روستایی را ندارند، اما معمولاً در یک جامعه روستایی خدمات برق‌رسانی می‌توانند به واسطه عوامل اقتصادی تنها شامل کسری از جمیعت باشند.

برنامه‌هایی که ایجاد تحولات مناسب در ساختارهای سیاسی در سطح ملی را تسهیل می‌نمایند و ظرفیت اداری انجمن‌های واسطه را تقویت می‌کنند (از جمله انجمن‌های برق‌رسانی روستایی، اجتماعات هماهنگ کننده انرژی روستایی، انجمن‌های تعاونی برق‌رسانی و گردهمایی‌های انرژی) می‌توانند تا حد بسیار زیادی، سطح فعالیت در بخش عرضه انرژی کارآفرین را افزایش دهند و شرایط دسترسی هر چه بیشتر به انرژی برق را در مناطق روستایی فراهم سازند. به ویژه باید تغییراتی در سیاست و استراتژی صورت پذیرد تا توسعه‌ی سیستم‌های عمومی متعددی که از ساختارهای مدیریتی و مالکیتی متنوع برخوردار می‌باشند، تسهیل گرددند.

رویکردهای مربوط به تقاضا، نیازها و تمایلات فعلی را برآورده می‌نمایند، سپس برای مورد هدف قرار دادن این نیازها، عامل مشاوره با بازار یا گروه مورد هدف، امری حیاتی است. اشاره به این امر حائز اهمیت می‌باشد که، مشاوره با مشارکت تفاوت دارد، زیرا مشارکت به معنای شرکت گروه مورد هدف در گام آتی پرورده می‌باشد. بدین ترتیب گروه بر فرآیند طراحی و اداره عرضه انرژی خویش کنترل کامل و واقعی دارد. بنابراین رویکردهای مشارکتی درا مر توسعه که در زمینه‌های اداره منابع طبیعی و کشاورزی به کار گرفته می‌شوند، مشارکت را در طراحی فرآیند مشاوره، خود فرآیندهای مشاوره، مرحله ارزیابی تجربه و تحلیل نهایی پرورده، اجرا و مدیریت متعاقب پرورده دخیل می‌نمایند. بخش بعدی به مرور رویکردهای مشارکتی و کاربرد آنها در زمینه برق‌رسانی روستایی می‌پردازد.

مشارکت و توسعه

رویکردهای مشارکتی توسعه بر این باور مبتنی می‌باشد که افراد لایقی که کانون پژوهش، اجرا یا تجزیه و تحلیل مسائل هستند، مطالب بیشتری در مورد زندگی و محیط زیست آنها می‌دانند و چیزی که آنان برای ارتقاء کیفیت زندگی به آن نیاز دارند، فراتر از مشاغلی است که با آن سرو کار دارند. گروه‌هایی که از رویکردهای مشارکتی استفاده می‌نمایند در کل در جستجوی حدائق اطلاعات لازم برای یک موضوع یا مشکل می‌باشند و منابع اطلاعاتی متفاوتی را به کار می‌بندند و به دنبال پژوهش، تجزیه و تحلیل و طراحی روش‌هایی هستند که تجربه فرهنگی فعلی آنها را منعکس می‌نماید.

طراحی مشارکتی عرضه برق

در امر توسعه، در ارتباط با منابع طبیعی و کشاورزی، نیازها و اقدامات جامعه‌ی محلی را می‌توان به عنوان شاخص قوی در اقدامات و تکنیک‌ها مورد استفاده قرار داد به طوری که از حمایت لازم برخوردار بوده و به شیوه‌ای مناسب در جامعه اتخاذ شوند. سطح دانش فنی مورد نیاز جهت اجرای یک فرآیند نمونه برای یک سیستم برق‌رسانی در اختیار تمامی افراد یک کشور توسعه یافته یا در حال توسعه نمی‌باشد و تنها در اختیار گروهی خاص است.

سیستم‌های برق‌رسانی را در واقع می‌توان تنها از طریق مهندسان کارآزموده طراحی و نصب نمود. تأمین سرمایه را می‌توان به واسطه پیشنهادات هماهنگ و سالم اقتصادی بدست آورد و برای حصول اطمینان از عملکرد سیستم نیز حضور مدیران و اپراتورهای کار آزموده ضروری است. بنابراین رویکردهای مشارکتی توصیف شده نیازمند اندکی تغییر می‌باشند تا شرایط مشارکت بانک دارها

(سرمایه‌داران) خارج از جامعه مصرف کننده فراهم گردد. امر مشاوره را می‌توان در فرآیند ارزیابی تقاضا و طراحی بار، مدل‌های مالکیتی و تأمین سرمایه و اداره و اجرای پروژه به کار بست.

یک راه برای انجام کار، این است که از طریق فرآیند مشاوره‌ی صورت گرفته در سازمان‌های واسطه، به عنوان مشاور در امر پروژه بهره برد، این روش مشاوره، سرمایه داران سیستم را شناسایی می‌نماید و به مشورت با آنها می‌پردازد تا بدین ترتیب موانع موجود در راه تمرکزدایی برق رسانی روستایی را مشخص کند و اقدامات لازم برای غلبه بر این موانع را معرفی نماید. در حالی که می‌توان چنین سازمان واسطه‌ای را جدا از نمایندگان جامعه مصرف کننده تشکیل داد، سایر سازمان‌ها نیز می‌بایست در پروژه شرکت نمایند تا از اعتبار و تداوم آن در سایر جوانب اطمینان حاصل گردد.

مالکیت تعاوون و مدیریت سیستم‌ها

سیستم‌های برق رسانی که توسط مصرف کنندگان سیستم کنترل می‌شوند به طور معمول در جوامعی آغاز به کار می‌نمایند که قبلاً در آنها سیستم عرضه وجود نداشته است.

جوامع فقیر کشورهای در حال توسعه به طور کلی استطاعت پرداخت هزینه‌های برق را ندارند و ممکن است به دلیل فقر، بیش از برق به دیگر ملزمات اساسی زندگی (نظیر عرضه آب پاکیزه یا دسترسی به جاده تا نزدیکترین مرکز شهری) نیاز داشته باشند. بنابراین سیستم‌های عرضه برق تحت کنترل جامعه، اغلب در جوامعی به کار گرفته می‌شوند که نسبتاً مرتفه می‌باشند. به عنوان مثال در مقایسه با جوامعی که برخوردار از سیستم‌های عرضه آب تحت کنترل هستند.

علی رغم توانگری نسبی برخی از مناطق روستایی، گروههای مصرف کننده به ندرت ثروتمند هستند و اغلب در مناطقی سکنی گزیده‌اند که مشکلاتی در مورد تهیه و رساندن امکانات و قابلیت لازم (امکانات مدیریتی و فنی) برای مدیریت سیستم آنها وجود دارد. در کشورهایی از جمله نپال که به جز خانوارها یا افراد، واحدهای تجاری دیگری تأسیس نشده است، چنین مشکلاتی دو چندان شده و شدت می‌یابند. به هر حال تمامی گروههای مصرف کننده حاضر در تأمین برق می‌توانند مالکیت امکانات تولید و شبکه‌های توزیع را در اختیار داشته باشند. این امر در تمامی سطوح میزان تولید صدق می‌نماید.



برنامه‌های مشارکتی می‌توانند به پویایی پروژه کمک کنند.

میزان تولید

معمولًاً سطوح مشارکت مصرف‌کنندگان با توجه به میزان سیستم در حال اجرای شرکت برق تغییر می‌نماید. هر چند که چهار چوب‌های مالکیت و اداره امور نیز بر این امر تأثیر می‌گذارند، اما از سوی دیگر، میزان دوام‌پذیری سیستم را تحت تأثیر قرار داده و ممکن است پیامدهایی را نیز به دنبال داشته باشد، براساس این واقعیت که هزینه‌های بالای پروژه‌های بزرگتر، احتمالاً مالکیت خارجی را تشویق می‌نماید و نقش مالکان محلی را کم رنگ می‌کند.

در کل مشارکت گروه‌های روستانشین با افزایش میزان اجرایی پروژه‌های شرکت برق، کاهش می‌یابد. ارتباط مؤسسات مدیریت محلی موجود با پروژه کمتر می‌شود و نیاز هر چه بیشتر به مالکیت جدید و ساختارهای مدیریتی نوبن احساس می‌گردد. این امر به ویژه در مورد تعاوونی‌های عرضه برق صادق است، تعاوونی‌هایی که نیازمند قابلیت مدیریت فنی می‌باشند.

در پروژه‌های بزرگتر، مدیریت جامعه روستانشین در مرحله بعدی توسعه پروژه رخ می‌دهد. این امر خطر عدم شناسایی نیازهای محلی را افزایش داده و درصد درک و تعهد جامعه نسبت به پروژه را کاهش می‌دهد.

مدل‌های مالکیت

موارد زیر به ارایه یک شیوه گروه بندی برای گروه‌های حاضر در تأمین برق تحت کنترل مصرف کننده می‌پردازد.

کمیته‌ی برق رسانی روستایی – در این مورد سیستم عرضه‌ی مورد نظر بسیار کوچک بوده و حداقل، توانایی عرضه برق به چند صد خانه را دارد. این کمیته، مالک سیستم توزیع برق بوده و به نحوی سازماندهی گردیده است که مانند یک

نمایندگی، برای جماعت جامعه‌ی محلی عمل می‌نماید. شیوه مالکیت و نمایندگی کمیته از طریق چند عامل مشخص می‌گردد که شامل موارد زیر می‌باشند:

- رسوم محلی
- ملزومات قانونی
- شرایط وام یا اهدا

نمایندگی در کمیته، از طریق انتخابات، و مشخص نمودن نقش و وضعیت رهبری کار، عمل می‌نماید. در عمل چنین کمیته‌ای اغلب بازتابی از سلسله مراتب و رؤسای هر یک از گروه‌های محلی می‌باشد. اما در کل اگر نقش نمایندگی تمام اقشار یک جامعه را ایفا نماید از پایداری و اعتبار بیشتری برخوردار خواهد بود.

کمیته احتمالاً در طراحی و اجرای سیستم نظارت جمع‌آوری درآمدها، صورت حساب‌ها، عملکرد و نگهداری سیستم شرکت خواهد داشت. در مورد مساله برق، گروه مصرف کننده می‌تواند یا مالک کارخانه‌ای باشد که برق تولید می‌کند یا انرژی برق را به میزان زیاد از شرکت تولید کننده خریداری نموده و آن را میان مردم توزیع نماید. مسئولیت‌های روزانه کمیته نیز شامل بازتابی از منبع الکتریکی است که کمیته به توزیع آن می‌پردازد. این گروه، احتمالاً حداقل تعهد فردی و فعالیت‌های تک تک اعضاء از جانب مصرف‌کنندگان را در نظر می‌گیرد.



کمیته‌های برق‌رسانی روستایی به طور رسمی توسط پیشگامان توسعه‌ی روستایی تشکیل و حمایت شدند.

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی، آن وائز

سازمان مصرف کننده محلی

در این سطح، گروههای عرضه کننده برق احتمالاً پیکرهای خرید نیرو از شرکت بزرگتر و توزیع آن می‌باشند. امری که درست در مورد کمیته برق رسانی نیز صدق می‌نماید. چنین سازمان‌هایی نیازمند سطح متوسط تعهد از سوی مصرف‌کنندگان می‌باشند. در عمل چنین سازمان‌هایی تنها در آغاز عملکرد سیستم و در صورت بروز مشکل در پروژه دخالت داده می‌شوند. فعالیت‌های روزانه سازمان تنها به عده محدودی از اعضاء سپرده می‌شوند.

تأسیسات در مقیاس بالا. اعضای چنین گروههایی (غلب تعاونی‌های به ثبت رسیده) میان تأمین انرژی برق از سوی یک گروه یا یک شرکت برق معمولی تفاوت ناچیزی قابل می‌شوند. هر چند مصرف‌کنندگان با توجه به پذیرش عرضه برق به عنوان اعضای سازمان شناخته می‌شوند، اما فعالیت و تعهد شخصی چندای در امور سازمان ندارند.

مدل‌های دیگری نیز وجود دارند و تا حدی پا را از مرزهای مجموعه‌های مذکور فراتر می‌گذارند. به عنوان مثال، یک شرکت سهامی که توسط جامعه محلی اداره می‌شود به تولید و توزیع نیروی خود در روستای سالری چیالسا¹ در کشور نپال می‌پردازد. این شرکت از لحاظ فنی یک شرکت خصوصی است اما بخشی از سهام آن، در عوض آنکه متأمی قابل مبادله باشد، در اختیار نمایندگی مردم قرار می‌گیرد (به عنوان مثال، حق رأی).

نتایج

بسیاری از گزینه‌های مالکیت و مدیریتی متصور، برای سیستم‌های برق رسانی روستایی توسعه یافته‌اند (به عنوان مثال مطالعه موردي ۱ درباره سیستم برق آبی کوچک چالان در کشور پرو را مشاهده نمایید یا مالکیت جامعه در مطالعه موردي شماره ۵ درباره آشپزی برقی با انرژی سیستم برق آبی کوچک در نپال را مدنظر قرار دهید).

گزینه‌های مالکیتی و مدیریتی را می‌توان به تناسب محل اجرای پروژه، توسعه و تطبیق داد اما بایستی دقیق لازم را به عمل آورد تا ساختارهای مالکیتی و مدیریتی نامناسب به جوامع مصرف کننده تحمیل نگردد. به منظور از میان برداشتن فاصله موارد مدیریتی و موارد اجرایی، مالی و فنی، سرمایه داران سیستم برای ادامه کار می‌بایست از طریق فرآیند مشاوره در پروژه شرکت نمایند. در صورت امکان، می‌باید این امر را از طریق نهادهای واسطه‌ای بی‌طرف گروه یا نهادی که به طور ایده‌آل از اعتماد جوامع فنی و مالی برخوردار بوده و علاوه بر آن اطمینان جامعه مصرف کننده را نیز جلب کرده است، تسهیل نمود.

فصل دوم

تأمین منابع مالی انرژی

برای جوامع روستایی

گزینه‌های مالی

مطالعات بسیار نشان داده‌اند که مانع اصلی موجود بر سر راه عرضه انرژی به مناطق روستایی دسترسی به سرمایه اولیه‌ای است که برای خرید تجهیزات لازم به منظور مهار کردن منابع، مورد نیاز می‌باشد. این امر سبب می‌شود که جوامع روستایی برای نیازهای اساسی روزانه، گزینه‌های ارزان قیمت انرژی را برگزینند که از لحاظ عرضه انرژی کیفیت پایینی دارند ولی در طولانی مدت گران تمام می‌شوند.

موانع دیگری نیز وجود دارند که جوامع روستایی را از انتخاب گزینه‌های مقرن به صرفه باز می‌دارند. به عنوان مثال می‌بایست موارد نهادی و اداری، زیر ساختاری و دسترسی به حمایت فنی و سایر موارد حمایتی را در خط مشی‌های انرژی روستایی مدنظر قرار داد. این بخش به مرور ابزارهای موجود پرداخته و به پرسش‌های کلیدی مرتبط با اجرای آنها پاسخ می‌دهد.

کمک هزینه‌ها

قواعد و ساز و کارها

کمک هزینه‌ها ارزان‌ترین منبع سرمایه‌گذاری برای مجریان طرح انرژی می‌باشند. با این وجود، تجربیات حاصل از پروژه‌هایی که به طور کامل بر مبنای کمک هزینه استوار شده‌اند حاکی از کیفیت ضعیف در نگهداری و فقدان مسئولیت از سوی صاحبان منافع هستند. به عنوان مثال، یکصد سیستم فتوولتائیک که شامل کمک هزینه بودند در جزایر اقیانوس آرام نصب شدند (تونگ، گینه نوپایا، فیجی، جزایر مارشال) اما سازوکاری برای اداره یا حفظ و

اجرای این سیستم‌ها وجود نداشتند. به دلیل تأخیرات به عمل آمده و هزینه بالای آن، عملکرد سیستم‌ها پایین بوده و در نهایت، سیستم‌ها یا از کار افتادند یا با کسری از ظرفیت اولیه به کار خود ادامه دادند. در میان سیستم‌های مذکور سیستمی به چشم نمی‌خورد که مطابق طرح عمل نماید. از سوی دیگر به نظر می‌رسد پروژه‌هایی که در همین مناطق توسط مالکان و از طریق تعاونی‌ها حفظ و اداره می‌شوند و قبضه‌های برق به طور منظم جمع‌آوری می‌گردد، موفق بوده‌اند.

یارانه‌ها

قواعد و سازو کارها

در کل یارانه‌ها به خدمات، فرآورده‌ها یا فعالیت‌هایی اختصاص می‌یابند که دولت آن‌ها را برای زندگی مردم کم درآمد (حمل و نقل، انرژی، سلامتی، غذا) یا برای حفظ بخش‌های استراتژیک نظیر کشاورزی، دفاع و غیره، حیاتی می‌داند. یارانه‌ها هنگامی به کار گرفته می‌شوند که فروش، هزینه تولید یا واردات را پوشش نمی‌دهد. به عنوان مثال در بیشتر کشورهای در حال توسعه به برخی از انواع انرژی به طور مستقیم یا غیر مستقیم یارانه تعلق می‌گیرد (به عنوان مثال نفت سفید و برق برای مناطق روستایی و غیره). همه‌ی دولتها منابع را به واسطه‌ی امور اقتصادی از گروهی به گروه دیگر از مردم انتقال می‌دهند و بر این باورند که به این وسیله رفاه و آسایش جامعه و عملکرد اقتصادی را بهبود می‌بخشند.

یارانه‌ها یا به صورت مستقیم ارایه می‌شوند، نظیر پرداخت‌هایی که هزینه‌های مصرف شده برای یک سرمایه‌گذاری را کاهش می‌دهند یا به صورت غیر مستقیم تخصیص می‌یابند که از جمله آنها می‌توان به تغییر قیمت‌ها، مالیات‌ها و یا

پرداخت‌هایی اشاره نمود که مربوط به آموزش و یا هزینه‌های در ارتباط با زیرساختارها می‌باشند. به علاوه یارانه‌ها می‌توانند اختیاری یا غیر اختیاری باشند. مقوله آخر می‌تواند بخش اعظم از روش یارانه هر کشور را شامل شود. به عنوان مثال، زمانی که دولت، ضررهای یک شرکت را تقبل می‌نماید (به عنوان مثال، در مورد الکتریسیته با شرکت‌های برق)، یا در جایی که وام گیرندگان مجبور نمی‌شوند که بدھی خود را پرداخت نمایند. از آنجایی که این گونه موارد به گروه خاصی اختصاص ندارند و این امر غیر قابل تشخیص می‌باشد، ممکن است به سود گروهی جز گروه مورد نظر تمام شوند. تورم نیز می‌تواند اثرات غیر قابل پیش‌بینی داشته باشد. همانگونه که اگر درصد تورم بالا باشد و مبلغ وام هماهنگ با افزایش تورم افزایش نیابد، قطعاً ارزش مبلغ قرض داده شده به سرعت کاهش می‌یابد.

اثرات جانبی یارانه‌ها

بیشترین منطق نهفته در تشخیص یارانه، بر این فرض استوار است که عرضه از این امر متاثر خواهد شد. اغلب گونه‌های یارانه‌ای اثرات جانبی دارند که در طولانی مدت برای توسعه‌های پایدار خود مضر بوده و یا سود مورد نظر را برای سرمایه‌گذاران به همراه ندارند. به عنوان مثال، حمایت فعلی از سوخت‌های فسیلی، رقابت را برای انواع منابع انرژی تجدیدپذیر دشوار می‌نماید. تشخیص یارانه به گاز مایع در برخی از کشورهای غربی آفریقایی برای خانواده‌هایی با درآمد متوسط و بالاتر که توانایی پرداخت مخارج اجاق‌های گازی را دارند، سودمند است. هنگامی که یارانه به محصولات وارداتی تعلق می‌گیرد از توسعه داخلی جلوگیری به عمل می‌آید. این امر در بخش کشاورزی و به طور فزاینده‌ای در بخش انرژی‌های تجدید پذیر از جمله انرژی فتوولتائیک رخ می‌دهد.

اعتبار

قواعد و سازو کارها

اعتبار، واسطه مالی میان عوامل اقتصادی معتبر و آنهایی است که با کسری بودجه مواجهند. به دلایل مختلف (اعتماد، جمع‌آوری منابع وامدهندگان کوچک، مهارت‌ها و سایر موارد) برای برقراری ارتباط مالی میان دو عامل مذکور حضور یک واسطه، عموماً یک مؤسسه مالی، امری ضروری است. در بخش کشاورزی، به علت شکاف بین درآمد حاصل از فروش محصول و مخارج، انواع مختلف اعتبار ارایه گردیدند تا به حمایت از کشاورزان فقیر و ثروتمند بپردازنند. هر چند که انواع اعتبارات به طور گسترده در بخش کشاورزی به کار بسته می‌شوند، اما برای سرمایه‌گذاری در طرح‌های انرژی روستایی برای جوامع فقیر مناسب نمی‌باشند، به خصوص زمانی که دوره باز پرداخت آن در حد متوسط باشد. هزینه پوشش وام‌های کوچک در مناطق دور افتاده خیلی بالاست. بیشتر بانک‌ها در مورد اعتبار روستایی برای طرح‌های کوچک یا میکرو، تجربه لازم را ندارند. به علت ریسک موجود، بانک‌ها تمایل دارند تا برای رویارویی با مشکلات پرداخت اعتبار در جامعه‌های فقیر روستایی ضمانت‌هایی را در اختیار داشته باشند. به عنوان مثال، در سری لانکا ممکن است نوعی وام که به سیستم فتوولتائیک تخصیص می‌یابد تقریباً بیش از ۸۰ درصد هزینه‌ها را در یک دوره ۵ ساله پوشش دهد اما لازم به یادآوری است که بهره‌های این وام نسبتاً بالا می‌باشد و بانک از وام گیرندگان درخواست ضمانت می‌نماید. تکنیک‌های برنامه‌ریزی مشارکتی می‌توانند در چنین موقعیت‌هایی مفید واقع شوند، البته در ک سهامداران و اهدافشان از سوی یکدیگر امری حیاتی به شمار می‌آید. پرداخت وام برای سرمایه‌گذاری در بخش عرضه انرژی به مناطق روستایی، ایده‌ای نسبتاً جدید است و اغلب توسط سازمان‌های غیردولتی یا تعاونی‌هایی اجرا

خدمات انرژی روستایی

می شود که ضمانت های درخواست شده توسط مؤسسات مالی را تأمین می کنند. وام ها حتی با وجود نرخ بهره های یارانه بندی شده کمترین ضمانت را به همراه دارند تا جوامع را به کسب فن آوری خاص و حفظ سیستم علاقه مند سازند. روش های مختلفی برای واگذاری وام ها و باز پرداخت آنها مورد استفاده قرار گرفته اند.



پروژه های برق رسانی روستایی در پرو می توانند با استفاده از صندوق های گردان تأمین سرمایه شوند.

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - استیو فیشر

به عنوان مثال در پرو سازمان فن آوری اینترمیدیت تکنولوژی Inter mediate Technology در حال اجرای یک پروژه می باشد که به اعطای وام به سازمان های مناطق روستایی می پردازد تا بدین ترتیب سازمان های مذکور، کارخانه های برق آبی کوچک را تأسیس نمایند. یک صندوق تن خواه گردان به ارایه وام می پردازد صندوقی که وام را به منظور خاصی ارایه می نماید و در صورت باز پرداخت از سوی وام گیرنده، وام دیگری را برای تاسیس بیشتر سیستم های برق آبی کوچک ارایه می دهد. سود حاصل از وام، هزینه هی مدیریت طرح را پوشش

می‌دهد. سرمایه اولیه مشترکاً توسط سازمان فن‌آوری اینترمیدیت تکنولوژی در پرو و بانک توسعه داخلی آمریکا تأمین می‌شود و وام‌ها فقط به پروژه‌هایی تعلق می‌گیرند که از معیارهای فن‌آوری و اقتصادی برخوردار باشند.

در خلال پروژه سه سیستم نیروی برق آبی کوچک راهاندازی شد و گذشته از آن بیش از چهار سیستم دیگر در حال ساخت می‌باشند. هر یک از سیستم‌های نصب شده به بیش از ۲۵۰ خانواده سود رسانی می‌نماید. از سه وام اول ارایه شده یکی از آنها تحت پوشش قرار گرفته است. برنامه به نحوی خاص طراحی شده است تا به واسطه پرداخت یارانه از سوی RENON (دولت ناحیه‌ای شمالی‌ترین ناحیه مارانون) بر جوامع بسیار فقیر تأثیر بگذارد، همانگونه که به تولید کنندگان کوچک روستایی که به طور مستقیم به اعتبار دسترسی دارند نیز سود رسانی می‌نماید. این برنامه نوآوری‌هایی را در زمینه‌هایی نظیر استفاده از لوله‌های PVC، تجهیزات الکترومکانیکی ساخته شده داخلی و تکنیک‌های ساخت کارهای عمرانی متنوع معرفی نموده است.

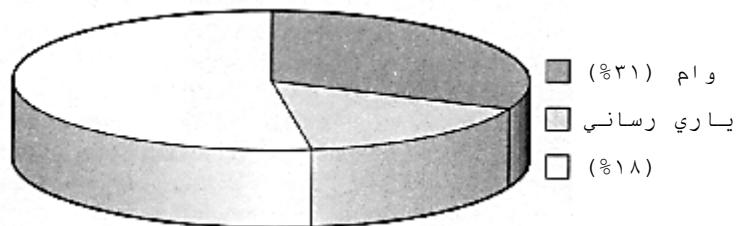
در مورد سیستم‌های فتوولتائیک، در جایی که اغلب صاحبان منافع افراد هستند، اعتبار نیز بر مبنای افراد واگذار می‌شود. وام‌های ارایه شده انواع گوناگونی داشته و در کل، نرخ بهره آنها پایین‌تر از نرخ بهره تجاری معمول است. به عنوان مثال در رواندا، اتحادیه بانک‌های مردمی با بیش از ۱۰۰ شعبه در مناطق روستایی، اقدام به پرداخت وام‌های اعتباری ۱۲ تا ۳۶ ماهه (با سود بسیارندک ۹ درصد) نموده است. با این وجود وام گیرنده می‌باشد برای دسترسی به وام مورد نظر، حساب پس‌اندازی معادل با ۲۰ درصد از هزینه کل تجهیزات را در اختیار داشته باشد.

شیوه‌ی دیگری که فیلیپینی‌ها آن را اتخاذ نموده‌اند این است که وام به هزینه‌ی صفحات فتوولتائیکی محدود می‌شود که دوره طول عمر و کارکرد آنها از دوره باز پرداخت وام خیلی بیشتر می‌باشد. درصورت عدم باز پرداخت قسط، بانک می‌تواند صفحات را پس گیرد. تجربه نشان می‌دهد که خانوارهای روستایی منابعی را برای سرمایه‌گذاری در باتری‌ها و لامپ‌ها می‌یابند. نرخ باز پرداخت وام بسیار بالاست زیرا بانک در صورت عدم پرداخت از طرف مشتری در عوض وام، صفحات را پس می‌گیرد.

تأمین سرمایه برای طرح‌های انرژی جامعه روستایی (ترکیبی از اشکال مختلف سرمایه‌گذاری منابع و ابزار).

به طور فراینده، الگوی متداول برای تأمین سرمایه طرح‌های انرژی روستایی شامل انواع مختلفی از تأمین بودجه از جمله کمک هزینه‌ها، یارانه‌ها، وام‌ها و سایر کمک‌ها می‌باشدند. مثال مطرح شده زیر در مورد کشور نپال نمونه بارزی از این روند است.

طرح ۲۵ کیلوواتی سیستم برق آبی کوچک واقع در دهکده موکتی نات^۱ (ناحیه موستانگ با اعتبار از طریق آمریکا USAID و اینترمیدیت تکنولوژی)، از طریق وامی از بانک توسعه کشاورزی نپال و با همکاری و مشارکت اهالی در دهکده سرمایه‌گذاری شده است (آنالیز آماری در شکل ۲-۱ را مشاهده نمایید).



شکل ۲-۱- جزئیات تأمین سرمایه برای پروژه‌ی

برق آبی میکروی ماک تینات در نپال

وام (با نرخ بهره ۱۴ درصد) باید در ۸ قسط، و در مدت ۸ سال باز پرداخت شود، اما در واقع باید قبل از زمان سرسیید، تسویه شود. افراد ذینفع، یعنی مالکان، در اجرای طرح و در جا به جایی مواد اولیه شرکت می‌نمایند. در حدود ۹۸ درصد از اهالی ناحیه پورنگ از این طرح نفع می‌برند. ۱۲ درصد از این رقم که خود منبع خوبی برای درآمد جامعه می‌باشد از طریق جهانگردان تأمین می‌شود.



غالباً برنامه‌های برق آبی میکرو، با استفاده از ترکیب ابزار سرمایه‌گذاری تأمین سرمایه می‌شوند.

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی

طرح توسط ۱۱ عضو از افراد جامعه اداره می‌شود که کمیته مدیریت نیروی برق را تشکیل می‌دهند و مواردی از جمله تعیین نرخ تعرفه و ارایه انرژی برق به مصرف‌کنندگان را بر عهده دارند. تعیین میزان اولیه‌ی تعرفه برابر با ۲۵ روپیه برای هر کیلووات در هرماه بوده است. (برابر با ۰/۰۶ دلار به ازای هر وات درماه، برابر با نرخ دلار در مارس ۱۹۹۸)، مصرف‌کنندگان تعرفه ثابتی را بر مبنای ظرفیت عرضه خویش پرداخت می‌نمایند. به دلیل استفاده از وسائل ساده و ارزان محدود کننده جریان، عرضه آنها محدود می‌شود و به همین علت سیستم از کنترلهای برق، به علت گران قیمت بودن آنها، استفاده نمی‌کند.

عملکرد مالی

عملکرد مالی یکی از عوامل اساسی است که می‌بایست آن را برای انتخاب گزینه‌های انرژی در مناطق روستایی مدنظر قرار داد. هر چند که ممکن است برخی از فناوری‌ها، منافع غیرمالی را با خود به همراه داشته باشند و مزایایی نظیر دستاوردهای زیست محیطی، جوانب بهداشت محیط زیست و یا منافع اجتماعی، ولیکن این عملکرد مالی فناوری است که عامل تصمیم‌گیری قلمداد می‌شود. مواردی از جمله هزینه‌های سرمایه‌ای پرداخت شده، هزینه‌های جاری و سوخت روزانه، هزینه نگهداری سالیانه و هرنوع درآمد ناشی از فروش انرژی را می‌بایست مدنظر قرار داد. برای مقایسه هزینه‌ها و منافع کلی گزینه‌های متفاوت در عرضه نیازهای انرژی، به عمل آوردن تجزیه و تحلیل مالی جزء به جزء هر گزینه امری ضروری می‌باشد.

این امر به دو دلیل ضرورت دارد:

- مقایسه گزینه‌های متنوع از دیدگاه مالی

- اطمینان از این که پروژه انرژی از نظر مالی دوام‌پذیری دارد.

این بخش برخی از اصلاحات مالی را بیان می‌دارد و شیوه‌های متعدد تجزیه و تحلیل مالی را برای مقایسه گزینه‌های انرژی توصیف می‌نماید.

اصطلاحات مالی

هزینه‌ی سرمایه‌ای یک پروژه انرژی، شامل تمام هزینه‌های پیش پرداخت می‌باشد، این هزینه‌ها، هزینه‌های پرداخت شده از زمان طراحی پروژه تا زمان راهاندازی فن‌آوری را شامل می‌شوند. موارد مذکور هزینه‌های لازم برای امور زیر را در بر می‌گیرند:

- مدیریت پروژه، طراحی و مهندسی

- هزینه‌های تجهیزات، از جمله انتقال تجهیزات به مکان مورد نظر و...

- هزینه‌های نصب، از جمله فراهم آوردن مکان لازم یا مستقر نمودن فن‌آوری، بسته به دسترسی محلی فن‌آوری، مسافت حمل تجهیزات، تولید داخلی یا وارداتی بودن تجهیزات و مواردی از این قبیل، هزینه‌های سرمایه‌ای فن‌آوری‌های انرژی از محلی به محل دیگر تغییر می‌یابند. هزینه‌های سرمایه‌ای اغلب تا حدودی یا به طور کامل توسط وام بانک پوشش داده می‌شوند.

هزینه‌های اجرایی سالیانه شامل استخدام پرسنل، سوخت، نگهداری و تعمیر و هزینه‌های راهاندازی فن‌آوری انرژی می‌باشند. بیشتر این هزینه‌ها هر ساله ثابت و قابل پیش‌بینی خواهند بود. بخش اعظم هزینه‌های اجرایی غیرقابل پیش‌بینی به

تعمیرات، آسیبها و خرابی‌های غیرمنتظره فنآوری مرتبط می‌گردند بنابراین مبالغی چند را می‌بایست برای تعمیرات غیرمنتظره منظور نمود.

در مقایسه گزینه‌های انرژی، طول عمر پروژه امری حائز اهمیت می‌باشد. برخی از فنآوری‌ها نظیر سیستم برق آبی کوچک یا صفحات خورشیدی، طول عمری بالغ بر ۲۰ سال دارند. فنآوری‌های دیگر از جمله ژنراتورهای دیزلی بعد از ۱۰ سال بازسازی یا جایگزین می‌شوند. هزینه مالی بازسازی یا جایگزینی فنآوری در طول مدت عمر پروژه نیز می‌بایست در قیاس مالی فنآوری‌ها گنجانده شود.

معمولًاً برای عرضه هر نوع انرژی، مقرنون به صرفه‌ترین فنآوری برای مهار کردن منابع قابل دسترس انرژی انتخاب می‌گردد. گرچه مقرنون به صرفه بودن ظاهری فنآوری بسته به شیوه محاسبه آن می‌تواند تغییر چشم‌گیری نماید. گاهی اوقات فنآوری‌هایی که هزینه اولیه راهاندازی آنها پایین است به دلیل بالا بودن قیمت سوخت گران تمام می‌شوند. این امر در مورد فنآوری سوخت متداول فسیلی رایج است. از سوی دیگر در مورد بسیاری از فنآوری‌های تجدید پذیر، تجربه نشان داده است که هر چند سرمایه اولیه آنها نسبتاً بالاست اما هزینه‌های جاری و مستمر آنها بسیار پایین است.

کلارآیی فنآوری بر هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری اثر می‌گذارد. کارآیی یک سیستم برابر است با نسبت انرژی مفید خروجی به انرژی ورودی (به شکل سوخت، نور خورشید، انرژی برق آبی یا باد). فنآوری‌های کارآمدتر غالباً هزینه‌های سرمایه‌ای بیشتری در بر دارند، زیرا اجرای آنها به امور مهندسی دقیق‌تری نیاز دارد، با این وجود در مورد فنآوری‌های سوخت تجاری، فنآوری‌های کارآمدتر، هزینه‌های سوخت را کاهش می‌دهند.

ضریب بار در یک فن آوری انرژی تا حد بسیار زیادی بر درآمد حاصل از طرح عرضه انرژی اثر می‌گذارد. ضریب بار فن آوری نصب شده را می‌توان به عنوان انرژی مصرفی سالانه تعریف نمود. این رقم به صورت درصدی، نشانگر میزان انرژی می‌باشد که در صورت عملکرد تمام وقت سیستم می‌تواند تولید گردد. به طور ایده‌آل یک سیستم انرژی می‌باشد که نحوی برنامه‌ریزی گردد تا از ضریب بار بسیار بالایی برخوردار باشد تا بدین ترتیب بالاترین درآمد از فروش انرژی حاصل شود و عملکرد تجهیزات تا حد امکان ثابت نگاه داشته شوند.

در شرایط زیر ضریب بار پایین خواهد بود:

- ظرفیت سیستم بیش از بار مورد نیاز جامعه باشد.
- تقاضای انرژی در طول مدت کوتاهی از ماه یا سال صورت پذیرد و
- فن آوری انرژی در طول سال متناوباً با خرابی روبرو شود.

بنابراین طی برنامه‌ریزی یک پروژه انرژی، برنامه‌ریزی الگوهای بازدهی بهینه روزانه امری اساسی است. ارزیابی بار به منظور پیش‌بینی الگوهای بار و ظرفیت مورد نیاز سیستم ضروری خواهد بود (بخش خدمات انرژی فصل اول را مشاهده نمایید).

شاخص‌های مالی

هزینه‌های واحد انرژی

برای اثبات این موضوع که کدام گزینه فن آوری، انرژی ارزان قیمت‌تری را تولید می‌نماید، باید هزینه تولید یک واحد انرژی از هر گزینه را تخمین زد. به علاوه این امر حداقل آbonمان فروش انرژی برای پوشش تمامی هزینه‌های تولید را در نظر می‌گیرد.

هزینه‌های واحد، با هزینه‌های کلی سالیانه تقسیم بر تعداد واحدهای عرضه شده در یکسال برابر است.

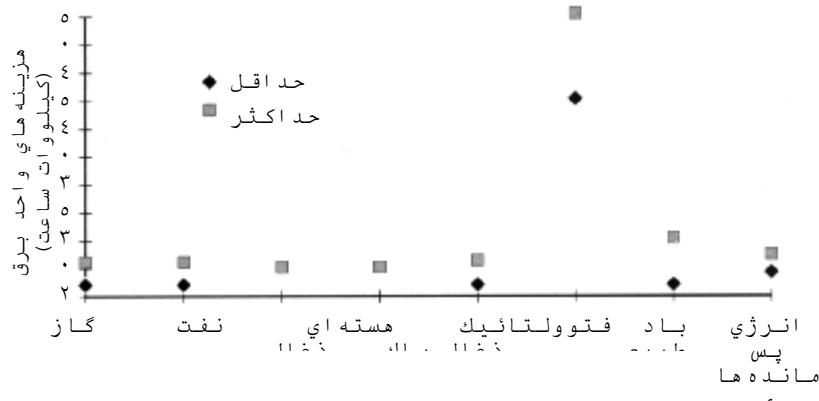
$$\text{هزینه‌های کلی سالیانه} \quad = \quad \frac{\text{هزینه‌های}}{\text{انرژی عرضه شده در یکسال}}$$

هزینه‌های سالیانه شامل هزینه‌های اجرا و نگهداری ($O+M$) به علاوه C (هزینه سرمایه‌ای سالیانه صرف شده در سیستم می‌باشد. هزینه سالیانه C_{annual}) احتمالاً باز پرداخت‌های سالیانه وام سرمایه‌ای می‌باشد. انرژی عرضه شده با حداکثر تولید انرژی سیستم (E_{\max}) ضرب در ضریب بار پیش‌بینی شده (LF)، برابر است.

به عنوان مثال، یک سیستم برق آبی ۱۰ کیلوواتی که باز پرداخت سالیانه وام آن ۲۰۰۰ دلار و هزینه اجرایی سالیانه آن ۲۰۰ دلار است، هزینه کلی سالیانه‌ای برابر با ۲۲۰۰ دلار خواهد داشت. اگر بنابر انتظار، سیستم فقط برای تولید روشنای سه ساعت از روز مورد استفاده قرار گیرد، ضریب بار سیستم برابر با $12/5$ درصد خواهد بود. تعداد مجموع واحدهای فروخته شده در یکسال 10950 kWh و بنابراین، هزینه واحد انرژی برابر با $20/2$ سنت در هر کیلووات ساعت خواهد بود. اگر باری در نظر گرفته شود که روزانه به مدت بیش از چهار ساعت انرژی عرضه شده را مصرف نماید، ضریب واحد تولید دو برابر شده و هزینه واحد تولید نصف می‌شود.

پیش‌بینی هزینه تولید یک واحد الکتریسیته برای فناوری‌های مختلف، بر حسب سنت آمریکایی، در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. گرچه هزینه‌های واقعی واحد از یک مکان به مکان دیگر متفاوت است، شکل ۲-۲ الگوی کلی پیش‌بینی شده در

یک دوره زمانی ۱۵ ساله یعنی تا سال ۲۰۱۰ را نشان می‌دهد. در این شکل، گزینه فتوولتائیک گران قیمت‌ترین است. گرچه انتظار می‌رود هزینه سرمایه‌ای سلول‌های فتوولتائیک به طور چشمگیری تا سال ۲۰۱۰ کاهش پیدا کند. که این امر خود هزینه واحد فتوولتائیک را با دیگر گزینه‌های فن‌آوری برابر خواهد کرد.



نمودار ۲-۲- هزینه‌های واحد برای انواع منابع تولید مت مرکز برق

دوره باز پرداخت ساده

عامل دیگری که مراتب نگرانی سرمایه‌گذار را فراهم می‌کند، دوره بازگشت سرمایه است. محاسبه دوره‌ای باز پرداخت ساده به تخمین سریع این دوره می‌پردازد.

کل هزینه سرمایه‌گذاری

= باز پرداخت ساده

هزینه جاری سالیانه - درآمد سالیانه

به عنوان مثال، اگر کل هزینه سرمایه‌گذاری یک سیستم بادی ۴۰۰۰۰ دلار و درآمد سالیانه از فروش انرژی ۱۶۰۰۰ دلار و هزینه‌های سالیانه ۳۰۰۰ دلار باشد. بنابراین دوره باز پرداخت ساده به شرح زیر خواهد بود:

$$\frac{40000}{16000 - 3000} = 3 \text{ سال}$$

این محاسبات، تغییر ارزش پول با گذشت زمان یا بهره باز پرداخت را در نظر گرفته است. بنابراین محاسبات مذکور را می‌بایست به جای محاسبه واقعی دوره باز پرداخت به عنوان ساده‌ترین تخمین ممکن، مورد استفاده قرار داد. این شاخص توسط بانکداران به عنوان یک راهنمایی برای باز پرداخت به ویژه در وام‌های کوچکتر به کار می‌رود.

ارزش پول در طول زمان

پول در کل به عنوان عاملی برخوردار از "ارزش" قلمداد می‌شود. این امر بازتاب این واقعیت است که امروزه با برخورداری از مبلغ مشخصی پول، فرد می‌تواند فعالیت‌هایی را انجام دهد که در آینده پول بیشتری را به همراه آورد. همچنین ارزش زمانی پول، این واقعیت را منعکس می‌نماید که میزان کالای خریداری شده با ۱۰۰۰ دلار در سال آینده کمتر از میزان خرید امروز می‌باشد. به طور کلی "ارزش" مبلغ مشخصی از پول (به عنوان مثال قدرت خرید آن) با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

اگر ارزش پول به میزان ۱۰ درصد در یکسال کاهش یابد، می‌توان گفت که ۱۰۰۰ دلار در سال آینده معادل با ۹۰۹ دلار امروز می‌ارزد. این امر کاهش ارزش پول فعلی با کاهش ۱۰ درصدی را نشان می‌دهد.

برای یافتن ارزش فعلی مبلغی پول، طی چندین سال معادله کلی به شرح زیر است:

$$\text{ارزش} = \frac{\text{ارزش آینده}}{(1+r)^n}$$

که در آن n تعداد سال‌های آینده و r نرخ تنزیل می‌باشد.

به طوری که، به عنوان مثال، اگر من در طول مدت سه سال ۱۰۰۰ دلار داشته باشم، با نرخ تنزیل ۱۰ درصدی، ارزش فعلی پول من به شرح زیر خواهد بود:

$$\frac{1000}{(1+0.1)^3} = 751$$

البته، نرخ تنزیل می‌بایست برای این محاسبات تخمین زده شود. گزینش نرخ تنزیل، براساس ارزش در نظر گرفته آتی مبالغ صورت می‌گیرد و البته ممکن است که مصرف کننده، براساس ارزش آتی مبالغ خویش، نرخ تنزیل را انتخاب کند. به کارگیری نرخ بالای تنزیل می‌تواند مغایر با پروژه‌هایی باشد که مخارج سرمایه‌ای بالایی دارند، ولی هزینه‌های سالیانه آنها کم است. (نظیر اکثر فنآوری‌های تجدید پذیر) به کارگیری نرخ بالای تنزیل، مطلوب پروژه‌هایی با هزینه‌های سرمایه‌ای اندک اما هزینه‌های سوختی بالا (نظیر فنآوری‌های سوت فسیلی) می‌باشد. دلیل این امر پایین بودن هزینه‌های آتی در مقایسه با هزینه‌های جاری خواهد بود.

معادله سرمایه (سالپرداخت)

یک طرح انرژی در یکسال، هزینه‌های بازگشتی و هزینه‌های درآمدی را به همراه دارد. بنابراین محاسبه مجموع هزینه‌ها و درآمد در طی سال‌ها الزامی

خواهد بود. ارزش فعلی مجموع درآمد خالص (درآمد منهای هزینه‌های جاری) با استفاده از معادله سرمایه‌گذاری بدست می‌آید.

اگر فرض کنیم که درآمد خالص برابر با مبلغ ثابتی است، این امکان وجود دارد که ارزش فعلی درآمد کلی را در طی چند سال محاسبه نمود. مجموع ثابت سالیانه، سالپرداخت نامیده می‌شود.

برای یافتن ارزش فعلی مجموع کل سالپرداخت (A) در طول چندین سال، معادله سالپرداخت را به کار می‌بریم (مراجع و منابع را برای جزئیات بیشتر مشاهده کنید).

$$\text{ضریب تنزیل} = \frac{A \{ (1+r)^n - 1 \}}{r(1+r)^n}$$

به عنوان مثال، با نرخ تنزیل ۱۲ درصد، درآمد سالیانه‌ی ۱۰۰۰ دلاری طی ۱۵ سال از ارزش کلی فعلی ۶۸۰۰ دلار برخوردار خواهد بود. این امر نشان می‌دهد که درآمد سالیانه‌ی ۱۰۰۰ دلاری در طی ۱۵ سال برابر با داشتن ۶۸۰۰ دلار در حال حاضر می‌باشد.

ارزش خالص فعلی

ارزش خالص فعلی (NPV) مجموع تمام درآمدها منهای سرمایه و هزینه‌های اجرایی بر مبنای ارزش فعلی می‌باشد. در یک نرخ تنزیل تعیین شده، اگر نرخ تنزیلی برابر با r درصد باشد، ارزش فعلی خالص به شرح $NPV(r\%)$ محاسبه می‌گردد. برای محاسبه تخمین اولیه NPR ما فرض می‌کنیم که درآمد خالص سالیانه یک پروژه در طول مدت عمر پروژه ثابت است. ما می‌توانیم ارزش فعلی کل درآمد خالص را با استفاده از معادله سرمایه‌ی سالپرداخت فوق محاسبه نماییم.

بنابراین NPV معادل با ارزش فعلی (PV) درآمد خالص منهای هزینه سرمایه‌ای (C) سیستم می‌باشد.

$$NPV = PV - C$$

بنابراین با استفاده از مثال بالا، در جایی که ارزش فعلی درآمد خالص، معادل با 6800 دلار با نرخ تنزیلی 12 درصد، اگر هزینه سرمایه‌ای پروژه انرژی 5500 دلار باشد، سپس دلار 1300 $NPV =$ می‌باشد. در این مثال فرض بر این است که مخارج هزینه سرمایه‌ای درست در ابتدای پروژه در نظر گرفته شود.

نرخ بازگشت سرمایه داخلی

نرخ بازگشت سرمایه داخلی (IRR) تابع نرخ تنزیل یا r است که در آن $NPV = 0$ با صفر برابر است. یعنی در واقع نرخ تنزیل به اندازه‌ای باشد که درآمد کل، با کل هزینه‌ها با ارزش فعلی، برابر نماید. در واقع نرخ تنزیل در کل درآمد با کل هزینه‌های ارزش فعلی برابر می‌نماید. نرخ بازگشت سرمایه داخلی را می‌توان از طریق آزمایش توابع ارزش‌های مختلف r در فرآیندهای تکراری تا صفر شدن معادله محاسبه نمود. اگر از جدول عوامل تنزیل ارایه شده در امر سالپرداخت یا IRR شیوه متداول محلی، مبنی بر به کارگیری برگه‌های گسترده محاسبه سریع استفاده شود، محاسبه این معادله تسهیل می‌گردد. پروژه‌هایی که از بهترین کارآیی مالی برخوردارند بیشترین IRR را خواهند داشت.

برای یافتن IRR در مثال بالا، ارزش فعلی درآمد خالص می‌باشد با $NPV = 0$ برابر با 5500 دلار باشد. ما سپس به معادله سالپرداخت باز خواهیم گشت و ارزش‌هایی را جایگزین r می‌نماییم تا ارزش فعلی آن را با 5500 دلار برابر نماید. این امر زمانی به وقوع می‌پیوندد که $r = 16\%$ باشد. بنابراین در مثال بالا $IRR =$

هزینه‌های متغیر سالیانه و درآمدها

لازم به یادآوری است که مثال‌های بالا بر این فرض استوار است که درآمد خالص سالیانه مجموع ثابتی است، این رویکرد در تخمین اولیه عملکرد مالی برای مطالعه پیش احتمالی مفید واقع می‌گردد. با این وجود چنین فرضیه‌ای بیش از حد غیر واقعی است. چرا که احتمالاً هزینه‌ها و درآمدها با گذشت سال تغییر می‌نمایند. برای تخمین دقیق‌تر NPV و IRR تخمین ارزش واقعی درآمد خالص سالیانه پروژه امری ضروری است، سپس ارزش فعلی هر سال می‌بایست به طور مجزا مورد محاسبه قرار گیرد. مجموع ارزش فعلی هر سال نشانگر ارزش فعلی کل درآمد خالص می‌باشد.

به علاوه پس از گذشت چند سال کارکرد، فن‌آوری برخی از طرح‌های انرژی می‌بایست اصلاح یا تعویض گردد. این امر به معنای متحمل شدن هزینه‌های سنگین در آن سال است. بنابراین هزینه‌های مذکور را باید در محاسبه ارزش‌های فعلی مورد محاسبه قرار داد.

ابزارهای بازاری و سیاستگذاری

می‌توان بخش خصوصی را مورد تشویق قرار داد تا از طریق ساخت "ابزار بازاری" در امر تأمین خدمات عرضه انرژی شرکت نماید. ابزارهای بازاری احتمالاً به شکل مشوق‌های مالیاتی با معاف‌سازی / واگذاری حق گمرک وارداتی، پیشنهاد مناقصه رقابتی، تولید خصوصی برای طرح‌های تولیدی متصل به شبکه برق یا عرضه برق غیر متمن‌کر، ارایه می‌گردد.

ابزارهای بازاری تا حد بسیار زیادی با ابزارهای سیاستگذاری همپوشی دارند، ابزارهایی که در این متن به معنای ساختارهای سیاستگذاری قلمداد می‌گردند، در

راستای توسعه گزینه‌های عرضه انرژی روستایی عمل می‌نمایند، خواه گروههای دولتی عامل توسعه باشند و خواه سازمان‌های غیردولتی (Parastatal) در این امر مشارکت داشته باشند. ابزارهای سیاستگذاری می‌توانند به حمایت از گزینه‌های عرضه انرژی غیر متداول، مدیریت و مشارکت جامعه، توسط استانداردهای کم هزینه و مناسب عرضه (مثال: گزینه‌های عرضه انرژی برق کم هزینه)، رفع ممنوعیت محدود از سیستم‌های عرضه انرژی برق و سایر موارد بپردازند. در اینجا ابزارهای مذکور فهرست شده و به روش‌هایی می‌پیوندند که طی آنها می‌توان ابزار مذکور را در حمایت از توسعه گزینه‌های عرضه انرژی روستایی به کار گرفت.

انگیزه‌های مالیاتی و واگذاری حق گمرک کالاهای وارداتی

ابزارهای فوق اغلب به شکل معافیت گمرکی از کالاهای وارداتی مورد نیاز برای مقاصد عرضه‌ی انرژی روستایی ارایه می‌گردند. برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی می‌توان از نرخ‌های متفاوت تجهیزات انرژی تجدیدپذیر استفاده نمود و بدین ترتیب هزینه تجهیزات اشتعالی سوخت فسیلی را کاهش داد. به عنوان مثال در حال حاضر چندین کشور شرایط مالیاتی مطلوبی را برای سیستم‌های تولید انرژی تجدید پذیر (RE) وضع کرده‌اند که از این میان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- استهلاک: از آنجایی که توسعه دهنده‌گان مجاز می‌باشند تا میزان استهلاک تجهیزات انرژی تجدیدپذیر را تسريع نمایند، این امر توسعه‌ی انرژی تجدید پذیر را دستخوش هزینه‌های پیش پرداخت بالا می‌نماید. بنابراین، نرخ بالای استهلاک، انگیزه‌ی سرمایه‌گذاری را فراهم می‌آورد. این ابزار سیاستگذاری به عنوان مثال در هندوستان کاربرد دارد. این ابزار را می‌توان در گروههایی که به

کار برق رسانی به مناطق روستایی یا ارایه برنامه‌های عرضه گاز طبیعی می‌پردازند، به کار گرفت.

- **مالیات روزهای تعطیلی:** درست مانند ابزار استهلاک، مالیات روزهای تعطیل برآمد حاصل از طرح‌های انرژی تجدید پذیر در سراسر دنیا به عنوان انگیزه سرمایه‌گذاری به کار گرفته می‌شوند تا ماهیت سرمایه بری صنعت انرژی‌های تجدید پذیر را تحت الشعاع قرار دهند. ابزار مذکور را می‌توان در جایی مورد استفاده قرار داد که مؤسسات کارآفرینی روستایی، سیستم‌های عرضه انرژی را نصب می‌نمایند.
- **تأثیر ساختارهای مالیاتی بر محیط زیست:** کشورها وایالات می‌توانند ساختارهای مالیاتی مطلوبی را برای انرژی تجدید پذیر وضع نمایند. ساختارهای مذکور این واقعیت را مدنظر قرار می‌دهند که چنین گزینه‌هایی تولیدی از تأثیرات زیست محیطی کمتری نسبت به سوخت‌های فسیلی برخوردار می‌باشند. به عنوان مثال موضوع مورد بحث "مالیات کربن" را می‌توان به عنوان شکست مالیاتی قلمداد نمود که بر عکس توسعه انرژی تجدید پذیر عمل می‌نماید. چنین طرح‌هایی (همراه با انتشار طرح‌های تجاری نظیر مکانیزم توسعه‌ی پاک (CDM) مطرح شده در کیوتو) احتمالاً به سود طرح‌های عرضه انرژی روستایی تمام می‌شوند.
- **یارانه‌های هدفمند:** کشورها می‌توانند طرح‌های تخصیص یارانه‌ای را راهاندازی نمایند که یک منبع انرژی را به سایر موارد ترجیح می‌دهد. به عنوان مثال، در بسیاری از کشورها یارانه دولتی، قیمت گاز مایع را به طور محسوسی کاهش داده است. در دیگر کشورها جهت افزایش قیمت بنزین برای مصرف کنندگان می‌توان، مالیات‌های بالایی را وضع نمود.

قراردادهای عرضه

دولت‌ها می‌توانند در امر ارایه امتیاز خدمات برق یا سایر انرژی‌ها به بخش خصوصی تصمیم‌گیری نمایند. با این وجود ممکن است تمایل داشته باشند تا فرآیند برنامه ریزی را کنترل نمایند و این امر را از طریق ارایه قراردادهای رقابتی عرضه انرژی به مناطق خاص به اجرا در آورند. احتمالاً از شرکتها دعوت به عمل می‌آید تا در مورد سیستم‌های خاص به ارایه طرح‌های پیشنهادی خوبیش بپردازنند (به عنوان مثال در مورد سیستم‌های برق آبی کوچک، بیوماس، خورشیدی یا گازوئیلی). ممکن است فراخوان ارایه‌ی پیشنهاد طرح‌های انرژی براساس فراخوان طرح پیشنهادی عرضه‌ی انرژی به منطقه‌ای خاص، یا از جانب منابع خاص و ارزیابی آنها در مقابل صحت روش شناسی مطرح شده یا بر اساس هزینه‌ها و تجربه‌ی شرکت صورت پذیرد. در مورد سیستم‌های متصل به شبکه برق ممکن است قیمت خرید انرژی برق براساس قدرت عرضه تولیدی شرکت مورد توافق قرار گیرد. این قیمت ممکن است بسته به فصل، منبع و ساعت ارایه انرژی در روز تغییر نماید. به عنوان مثال، شرکت دادن برخی از آب انبارها در یک سیستم برق آبی کوچک سودبخش می‌باشد، البته در صورتی که طی ساعت‌های خاصی از روز مبلغ بیشتری در ازای انرژی برق پرداخت شود.

در مورد تولید برق تمرکزدایی شده، اعطای امتیاز عرضه انرژی برق به منطقه‌ای خاص احتمالاً با دیدگاه رقابتی صورت می‌پذیرد. التزام شرکت‌های ملی در عرضه انرژی به مناطق کم جمعیت با تقاضای کم از میان برداشته شده است و بدین ترتیب مالکیت تسهیلات برق رسانی تمرکزدایی شده و اختیاری و حتی اجباری براساس رقابت به شرکت‌ها واگذار می‌گردد تا تسهیلات جدید ارایه شده و درصد فروش برق به مصرف‌کنندگان افزایش یابد. مساله اصلی در چنین قراردادهایی در نظر گرفتن هزینه برای ارایه سطح خاصی از خدمات می‌باشد. استانداردهای فنی عرضه برق، در دسترس

بودن عرضه و تعرفه‌های تعیین شده برای مصرف‌کنندگان در قرار داد پیمانکاری تعریف شده و مورد توافق قرار می‌گیرد.

از سوی دیگر، ملاحظات اولیه‌ای صورت می‌پذیرد تا در مورد انتخاب شرکت‌های خواهان قرارداد عرضه تصمیم‌گیری شود و بدین ترتیب تداوم پذیرترین قرارداد عرضه اجرا گردد. این امر می‌تواند اطلاعات و موضوعات محلی‌ای را مدنظر قرار دهد که تنها به شیوه‌ی مشارکتی می‌توان آنها را تعیین نمود. بدین ترتیب به احتمال زیاد شرکتی برنده قرار داد خواهد بود که برای عرضه برق تولیدی خود از مدیریت و مالکیت محلی برخوردار باشد.

معیارهای کاهش هزینه برق

هزینه‌های عرضه خدمات برق برای مناطق دور دست بیش از مناطق پرترکم جمعیت است. در ضمن ممکن است هزینه‌های مذکور از درآمد برنامه‌ریزی شده حاصل از پرداختی مصرف‌کنندگان نیز تجاوز نماید.

این امر می‌تواند تا حدی از طریق کاهش سطح عرضه جبران گردد (به عنوان مثال، ساعت‌های در دسترس بودن خدمات، پیک تقاضای کمتر)، اما احتمالاً دولت خواستار محدود کردن هزینه‌های مصرف کننده تا سطحی پایین‌تر از سود دلخواه تولید کننده است. در واقع، دولت می‌تواند رفتار شرکت را با محدود نمودن سطح سود تا مبلغ توافقی و همچنین محدود نمودن تعرفه‌های قابل پرداخت برای مصرف‌کنندگان با سطح پایین‌تر تقاضا تنظیم نماید. این امر خود نیازمند سطحی از یارانه برای مصرف‌کنندگان کوچکتر است. به عنوان مثال، سطح یارانه‌ای که توسط تولید کننده درخواست می‌شود تا با درآمدهای جمع‌آوری شده از مصرف‌کنندگان مطابقت داشته باشد. در این حالت تعرفه‌ها با افزایش سطح تقاضا

افزایش می‌یابند به عنوان مثال، تعرفه‌ها به صورت بلوکی افزایش می‌یابند. مثلاً به ۳۰ کیلووات اول، تعرفه پایین و به ۳۰ کیلووات بعدی تعرفه بالاتر و برای مصرف بیش از ۶۰ کیلووات بالاترین تعرفه تعلق می‌گیرد. هزینه‌ی عرضه انرژی به مصرف کنندگان کوچکتر را می‌توان به شیوه‌های مختلف کاهش داد. شیوه‌هایی نظیر پیش پرداخت کنتوری، تعرفه‌های مربوط به حداکثر تقاضای ثابت محدود کننده‌های جریان الکتریکی، و عرضه‌ی محدود به ساعات مشخصی از روز.



تراکم پایین تقاضا در مناطق روستایی،
مشکل اصلی برنامه انرژی محسوب می‌شود.

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - لیندل کی ن

عرضه‌ی جریان بار محدود برق

هزینه جانبی متداول تعرفه اشتراک و کنتور برای بسیاری از مالکین کم درآمد بسیار بالا می‌باشد. به منظور غلبه بر این مانع، یک گزینه مطلوب، "عرضه

محدود بار" می‌باشد. چنین سیستم‌هایی از تعریفه ظرفیتی و مبلغ ثابت ماهیانه‌ی برق پرداختی مشتری برخوردارند که بدون توجه به کل انرژی مصرفی ماهیانه (بر حسب محدودیت بار) تعیین می‌گردند. مالک در این حالت کنتور برق ندارد بلکه به ابزار محدودیت بار مجّهز است.

محدودکننده‌های بار با محدود نمودن عرضه انرژی مصرفی مشتری، تا مبلغ توافق شده کار می‌کنند. اگر جریان مصرفی از این مقدار تجاوز نماید این ابزار به طور خودکار عرضه را قطع می‌نمایند. انواعی از محدودکننده‌های بار باید به صورت دستی تنظیم شوند. در حالیکه بقیه به صورت اتوماتیک و با حذف اضافه بار تنظیم می‌شوند. گزینه‌های عرضه مذکور غالباً به عنوان گزینه‌های "اقتصادی" یا "بدون کنتور" بازاریابی می‌گردند، تا بدین ترتیب بر جنبه‌های منفی عرضه‌های محدود غلبه نمایند.

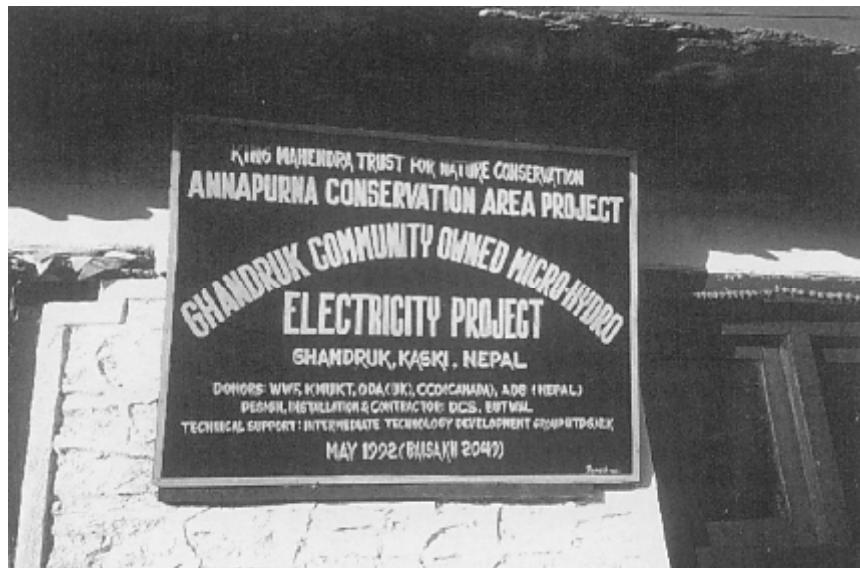
مزایای اصلی عرضه‌های بار محدود به شرح زیر می‌باشند:

- هزینه‌های جمع‌آوری درآمد کم
- هزینه‌های کاهش یافته‌ی انتقال - توزیع و تولید
- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه‌ی اندک
- پیش پرداخت برای شرکت برق و
- تنظیم بودجه‌گذاری ساده‌تر برای پرداخت توسط مصرف کننده

معایب اصلی محدودکننده‌های بار عبارتند از:

- فرصت‌های فزاینده برای فریب و دزدی
- قابلیت اطمینان پایین
- مصرف برق محدود شده

- دقت پایین و استفاده غیر اقتصادی از برق



پروژه‌های تحت تملک جامعه‌ی گندروک در نپال از فن‌آوری محدود کننده‌های بار به عنوان بخشی از مدیریت تقاضای خویش بهره می‌برد.

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - استیو فیشر

سیستم‌های سیم کشی پیش ساخته

سیم کشی خانه هزینه‌ای کلی است که می‌تواند مالک خانه را از حق اشتراک و اتصال به شبکه اصلی باز دارد. هزینه‌های کار برای سیم کشی متداول به ویژه برای خانه‌هایی با ساختار سنتی، بسیار بالاست زیرا نصب سیستم در خانه‌هایی از این قبیل دشوار است. یک راه حل برای غلبه بر این مشکل، استفاده از سیستم‌های

سیم کشی خانگی فراغیر ارزان قیمت است. این سیم کشی به دو شکل میسر می‌باشد:

"سیم کشی آماده" و سیم کشی سنتی. سیستم‌های سیم کشی متداول که در غرب استفاده می‌شوند، خیلی گران بوده و برای خانواده‌های کم درآمد برحی از کشورها، غیر قابل انعطاف می‌باشند.

در برخی کشورها، توسعه سیم کشی منازل امری متداول است. با افزایش تعداد افراد خانواده یا بهبود درآمد، خانواده‌ها ترجیح می‌دهند تا به جای تغییر مکان، خانه خود را بزرگتر نمایند. بنابراین، حتی اگر سیم کشی اولیه با استاندارد بالای نصب شده باشد، توسعه‌ی سیم کشی می‌تواند توسط افراد ناوارد صورت پذیرد. سیستم‌های سیم کشی سنتی خانگی مطمئن و فراغیر مورد نیاز است تا تطبیق لازم با شرایط مورد نظر فراهم آید.

سیم کشی سنتی هزینه‌های سیم کشی خانه را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد و شرایط نصب مناسب روشنایی و پریزهای برق را فراهم می‌سازند. این شیوه برای مصرف کنندگانی که فقط از یک یا دو لامپ روشنایی و شاید یک رادیو استفاده می‌کنند مناسب است. "بردهای آماده" به طور قابل ملاحظه‌ای از سیم کشی سنتی گرانتر می‌باشند، اما برای مالکینی که وسایل کاربردی زیادی دارند یا از وسایل برقی با جریان بالا استفاده می‌نمایند، مناسب است.

کنتورهای پیش پرداختی

کنتورهای پیش پرداختی، مشتری را ملزم می‌نمایند تا از پیش، واحدهای برق را از مرجع عرضه خریداری نمایند. در بیشتر سیستم‌های موجود، مصرف کننده کارتی مغناطیسی می‌خرد که واحدهایی روی آن ذخیره شده است. مصرف کننده

این کارت را داخل کنتور قرار می‌دهد، کنتور واحدهای جدید را به عنوان اعتبار ثبت می‌کند. کنتور به صورت خودکار کد روی کارت را از بین برده و استفاده مجدد را ناممکن می‌سازد. کنتور مجموع اعتبارات قابل دسترس را براساس نوع ساخت معین می‌کند و نرخ مصرف را نشان می‌دهد یا به هنگام پایان اعتبار به مصرف کننده هشدار می‌دهد. مزایای کنتور از پیش پرداخت شده شامل موارد زیر است:

- عدم نیاز به خواندن کنتور
- عدم نیاز به قبض
- پیش پرداخت به این مفهوم است که ما حساب‌های دیرکرد، قطعی و هزینه اتصال مجدد را نخواهیم داشت.
- بودجه‌گذاری آسان توسط مصرف کننده و قابلیت پرداخت کم، به روشنی مشابه برای خرید نفت سفید اعمال می‌شود.
- عدم پرداخت هزینه برای تغییر مستأجر یا صاحبخانه
- عدم پرس و جو از مصرف کننده و عدم ثبت شکایات بر روی قبض
- برنامه‌ریزی زمانی بر روی کنتور و تغییرپذیری آسان آن

مهمنترین معایب کنتورهای پیش پرداخت به شرح زیر می‌باشند:

- هزینه‌های بالای کنتور و
 - نیاز به فروش خوب سازماندهی شده / خدمات پشتیبانی
- کنتورهای پیش پرداختی به طور گسترده طی سال‌های گذشته در آفریقای جنوبی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عموماً این کنتورها در شهرهای کوچک به کار

گرفته شده‌اند و با بردهای آماده مذکور در هماهنگی کامل هستند. هزینه کنترهای شرکت برق حدود ۹۰ دلار است.

فن‌آوری کنترهای پیش پرداختی به سرعت در حال توسعه می‌باشد. سیستم‌های کنترل از راه دوری توسعه یافته‌اند که امکان خواندن کنترول، اعتباردهی به کنترهای پیش پرداختی و قطع و اتصال مجدد از طریق ارتباط با شبکه توزیع را فراهم می‌نمایند. این سیستم‌ها می‌توانند از سیستم‌های پیش پرداختی متداول، هم از دیدگاه سخت افزاری و هم از نظر هزینه‌های جاری، ارزانتر باشند. در حالی که فن‌آوری سیستم‌های کنترول از راه دور در بازار موجود می‌باشد، اما به نظر می‌رسد که استفاده از آنها، تنها به دلیل ارتقاء تجهیزات شرکت‌های تولید کننده برق صورت می‌پذیرد، امری که احتمالاً در خلال دهه‌های آتی رخ خواهد داد.

استانداردهای ایمنی تجدید نظر شده

موضوعات بسیاری در رابطه با پیچیدگی‌های ایمنی سیم کشی خانگی در بخش‌های فقیر جوامع و روستاهای وجود دارند:

- دربیشتر کشورها، مالکین خانه‌هایی با سقف کاهگلی، به دلیل نداشتن سقف نفوذناپذیر دائمی در برابر آب، اجازه دریافت عرضه برق را ندارند. گرچه سقف‌های کاهگلی غالباً از ایمنی لازم برای مقاومت در برابر آب برخوردار می‌باشند، اما کابل وست‌های آن در مصرف خارجی، نیازمند به رعایت ایمنی بیشتری می‌باشند.

استفاده از کابل‌های پوشش‌دار یا محفظه‌ای لوله‌ای که سیم‌ها را داخل آن قرار می‌دهند، برای کنتور یا محدود کننده‌های بار می‌توانند خطرهای مرتبط با اتصالات خدمات زیر سقفی کاهگلی را کاهش دهد.

• گسترش سیم کشی خانگی اغلب توسط افراد فاقد صلاحیت صورت می‌پذیرد و این کار به دلیل صرفه‌جویی درهزینه می‌باشد. همانگونه که بیان گردید سیم‌کشی سنتی می‌تواند مشکل سیم - کشی‌های خطرساز خانه‌های مجاز درامر نصب مجدد ابزار الکتریکی را کاهش دهد و اضافه نمودن ابزار آلات الکتریکی جانبی را تسهیل نماید. سیم کشی همبست اینمی سیم کشی نصب شده ثابت را ندارد، اما غالباً ضریب اینمی آنها بیش از سیم کشی‌هایی است که در خانه فقرا وجود دارد. هنگامی که این نوع سیم کشی به تنها یی استفاده گردد، برای خانه‌هایی مناسب می‌باشد که تنها به نیروی برق یک یا دو لامپ و احتمالاً یک رادیو نیاز است.

• زمانی که وسایل برقی بیشتری مورد استفاده قرار می‌گیرند، به ویژه مواردی که می‌بایست اتصال به زمین حفظ شود، خطر شوک الکتریکی افزایش می‌یابد و به اجبار باید امور محافظتی نشت اتصال به زمین را مدنظر قرار داد. برای وسایل برقی فعلی که جریان قوی دارند اغلب یک کنتور نصب می‌گردد و از آن جایی که کنتور به تنها یی از سیم کشی خانه محافظت نمی‌نماید، اقدامات محافظتی بیشتری مورد نیاز می‌باشند.

• از طریق آموزش بیشتر در مورد خطرات نیروی برق و بازرگانی بیشتر در مورد سیم‌کشی خانه، اینمی برقی، بیش از پیش افزایش خواهد یافت.

- هنگام بررسی دقیق ملزومات ایمنی نصب سیستم برق، آگاهی از مسائل ایمنی استفاده از نفت سفید و شمع امری حائز اهمیت می‌باشد. زیرا از آن جایی که استفاده از این وسایل عادی شده است اغلب بی‌اهمیت قلمداد می‌گردد.
- در اجرای سیم کشی می‌باشد با کارشناسان ایمنی شرکت‌های برق و مؤسسات بهداشتی و ایمنی مشورت نمود و در مورد گزینه‌هایی نظیر مدار شکنان نشت اتصال به زمین و سیم کشی سنتی به بحث و تبادل نظر پرداخت. اطلاعات مذکور را می‌باشد در امر رعایت ایمنی و استانداردهای نصب سیستم برق مورد استفاده قرار داد.

اعتبار

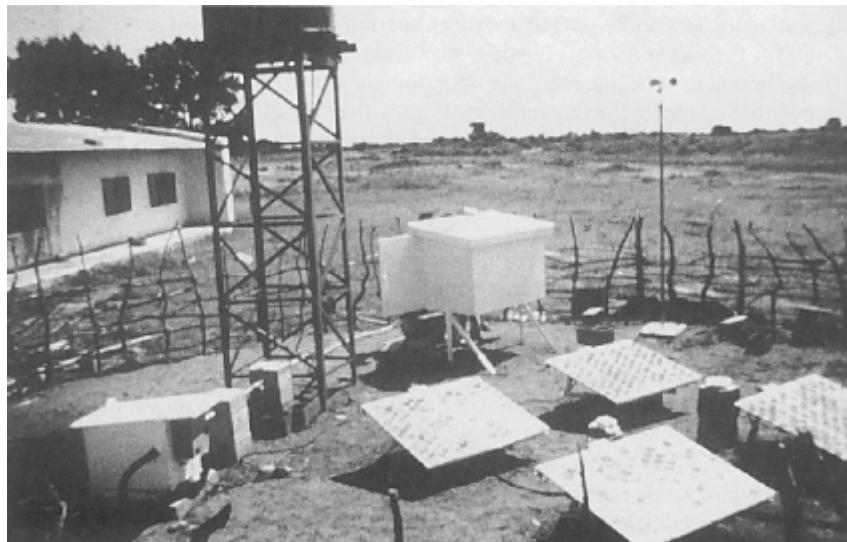
تأمین اعتبار برای برآوردن هزینه‌های اولیه راهاندازی سیستم، انگیزه مثبتی برای عرضه انرژی به مناطق روستایی می‌باشد. خانوارهایی که احتمالاً توان پرداخت هزینه‌های سنگین یک سیستم فتوولتائیک، اشتراک سیستم گاز طبیعی یا اشتراک برق و سیم کشی را ندارند، اغلب می‌توانند همین مبلغ را در بلند مدت پرداخت نمایند و گاهی بخشی از هزینه‌های مذکور را از طریق صرفه‌جویی و پسانداز دیگر سوختها تأمین کنند.

اعتبار نصب سیستم برق‌رسانی و تجهیزات انرژی تجدید پذیر(نظیر فتوولتائیک) در اختیار کشورهای معهودی می‌باشد. مبلغ اعتبار موجود و دوره باز پرداخت، در کشورهای مختلف بسیار متغیر است. به عنوان مثال در برخی از کشورها نرخ بازاری اشتراک برق‌رسانی را می‌توان طی مدت چهار تا شش ماه پرداخت نمود، اما در جایی چون کشور کلمبیا، اعتبار برای اتصال سیستمی مشابه، طی دو تا چهار سال در اختیار متقاضی قرار می‌گیرد. در برخی از موارد نظیر سری

لانکا و کوتیز جیوتوی در هند، اعتبار، هزینه سیم کشی خانگی را نیز تحت پوشش قرار می‌دهد. یک سازمان خارجی یا پیمانکاران محلی امور برق می‌توانند بهترین اعتبار ممکن را عرضه نمایند، زیرا شرکت‌های برق اغلب مشکلات نقدینگی خود را دارند و از توانایی لازم برای ارایه اعتبار به مصرف‌کنندگان، برخوردار نمی‌باشند.

اصلاحات تعرفه‌ای

تعرفه‌ها می‌بایست به نحوی وضع گردند که بدون دلسرب نمودن مصرف کننده از دریافت عرضه یا مصرف انرژی برق، درآمد کافی را عاید مالک سیستم انرژی نمایند و پایداری مالی را برای شرکت برق فراهم کنند. بانک جهانی حداقل میزان تعرفه، معادل با ۸/۵ سنت برای هر کیلووات ساعت را پیشنهاد می‌نماید تا بدین ترتیب هزینه‌های اجرایی را تحت پوشش قرار دهد و کمک‌های ویژه‌ای را در راستای سرمایه‌گذاری اعمال نماید و سرمایه‌گذاری از طریق اعطای وام در امور تجاری را جذب نماید. میزان تعرفه اغلب بیش از حد پایین است و بدھی‌های سنگینی را برای شرکت‌های برق به همراه دارد و آنها را از حفظ و گسترش سیستم عرضه باز می‌دارد.



برای تأمین سرمایه‌ی برنامه‌های عرضه برق فتوولتائیک از برنامه‌های اعتباری جهانی استفاده می‌شود.

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی

تعرفه اغلب شامل مبلغ ثابت یا دائمی شارژ متغیر و هزینه انرژی می‌باشد. معمولاً مبلغ ثابت در کل، هزینه مجموع درآمد را تحت پوشش قرار می‌دهد. این مبلغ را می‌توان با استفاده از محدود کننده‌های بار و مشارکت جوامع محلی کاهش داد، درست بهترتبی که در بخش پیش توصیف گردید. خانوارهای کم درآمد نمی‌توانند از عهده هزینه‌های سنگین ثابت برآیند، زیرا آنها فقط مبلغ اندکی پول نقد دارند که برای صورت حساب کلی برق می‌پردازنند.

هزینه‌های بالای انرژی، بسیار کمتر از هزینه شارژ ثابت سنگین، عامل بازدارنده در امر مصرف انرژی می‌باشند. هزینه‌های انرژی احتمالاً میزان برق مصرفی را محدود می‌کنند، اما خانوارهای کم درآمد را از دست یابی به عرضه باز نمی‌دارند. برخی از شرکت‌های برق تعرفه‌اندکی را تعیین می‌نمایند که اغلب به عنوان تعرفه

"راه نجات" شناخته شده و به خانوارهای کم درآمد اختصاص دارد. این نوع تعرفه‌ها خانوارهای کم درآمد را تشویق می‌کند تا به سیستم وصل شوند و به آنها کمک می‌نماید تا مبلغ انرژی مصرفی را پرداخت کنند. با این وجود تعرفه "راه نجات" را باید به سطوح مصرفی بسیار پایین محدود نمود تا بدین ترتیب از وارد آوردن فشار زیاد بر شرکت‌های برق جلوگیری به عمل آید.

سطوح تعرفه تحت کنترل دولت می‌تواند تأثیر بسیار زیادی بر توسعه پایدار سیستم‌های عرضه انرژی داشته باشد. به عنوان مثال، در جایی که تعرفه‌های برقی مطلوب برای برق‌رسانی شبکه‌ای مناطق روستایی (مانند هند) وجود دارد، سطوح تعرفه به نحوی تعیین می‌گردند تا در صورت عدم پذیرش، اقدامات اولیه سیستم‌های مالکیت خصوصی یا عمومی از سوی مصرف‌کنندگان، در مورد باز پرداخت وام، اطمینان حاصل شود. در مواردی چند مصرف‌کنندگان تصمیم گرفته‌اند تا به جای مالکیت و مدیریت سیستم خویش در امر برق‌رسانی، منتظر اتصال به خط شبکه برق‌رسانی بمانند (که اغلب ممکن است سال‌ها به طول انجامد).

مالکیت جامعه محلی

مالکیت سیستم‌های برقی یا سایر سیستم‌های عرضه انرژی نمی‌باشد به شرکت‌های انرژی محدود گردد. گزینش جوامع روستایی برای مالکیت سیستم‌های عرضه انرژی خویش، امتیازات بسیاری در بر دارد. البته در صورتی که این جوامع خودشان مالکیت مذکور را به عهده گیرند تناسب این گزینه، به عوامل اجتماعی محلی و اقتصادی بستگی دارد. چنین مالکیتی احتمالاً در جایی مناسب واقع می‌شود که دارای تاریخچه فعالیت‌های طراحی شده اجتماعی و توسعه مالکیت

محلی باشد یا در جایی که سازمان‌های غیر دولتی می‌توانند طراحی مشارکتی عرضه را تسهیل نمایند. در واقع، مشارکت امر حائز اهمیتی برای موفقیت تمامی سیستم‌های تحت اختیار بخش خصوصی به شمار می‌آید.

مالکیت جامعه شامل تأسیس یک شرکت می‌گردد که شاید در مراحل اولیه، جامعه به طور کامل در آن مشارکت نمی‌نماید اما با اجرای اقدامات سودبخش و موفقیت‌آمیز، درصد مالکیت جامعه محلی با گذشت زمان تا ۱۰۰ درصد افزایش می‌یابد. مدیریت موفق شرکت شامل آموزش اصول خواهد بود. امری که نقش مهمی را برای بخش خصوصی ایفا می‌نماید. در واقع ممکن است ترقیع مالکیت جامعه محلی، از سوی دولت به آژانس‌های غیرانتفاعی اختصاص یابد، مانند تعاونی‌های برق‌رسانی روستایی که در بسیاری از کشورها نظیر فیلیپین و بخشی از کشورهای آمریکای جنوبی موفقیت‌آمیز بوده‌اند.

مشارکت جامعه محلی می‌تواند در امر طراحی و نصب یک پروژه برق‌رسانی و در برخی موارد برای جمع‌آوری تعرفه سودمند واقع گردد. جامعه می‌تواند در مورد میزان خواسته‌ها و آمادگی خوبیش برای مشارکت تصمیم بگیرد. بدین ترتیب شرکت‌های برق می‌توانند از هزینه‌های کاهش یافته، پوشش بیشتر و تسهیل در امر اجرای پروژه بهره‌برداری کنند.

همچنین در برخی از موارد جوامع می‌توانند در پرداخت هزینه تأمین سیستم عرضه برق کمک نمایند، که این امر احتمالاً به صرفه‌جویی چشمگیری در هزینه‌ها منجر می‌گردد. حتی در صورتی که کمک شایان توجهی از جهت تأمین مواد اولیه یا نیروی کار صورت نپذیرد، رابطه خوب میان شرکت برق و جامعه می‌تواند احساس مسئولیت بیشتری را به همراه داشته باشد. درصد کاهش یا اتلاف انرژی و سرقت از دیگر ویژگی‌های این امر می‌باشد. به علاوه، فشار اجتماعی می‌تواند افراد

را از کارشکنی و فعالیتهای شرکت برق یا ادعای غرامت سنگین برای جبران خدمات رسانی و عرضه ضعیف انرژی باز دارد.

جامعه می‌تواند از طریق تعهد در برابر دادن تعدادی شماره اشتراک به مردم در امر عرضه و تشویق برق رسانی فعالیت نماید. این فعالیتها می‌توانند طراحی سیستم را از طریق مشاوره در امر راهاندازی مسیر خطوط توزیع و همکاری در مباحثات تعیین هرگونه حق تقدیم، تسهیل نمایند. جامعه می‌تواند کمیته‌ای را برای برقراری ارتباط بین شرکت برق و جامعه برگزیند.

یکی از زیان‌های مشارکت اجتماعی این است که به دلیل آشنایی مردم محلی با نصب سیستم برق داخلی، آنها احتمالاً سیستم‌های محدود کننده بار الکتریکی یا کنتورها را از کار می‌اندازند یا اتصالات غیر قانونی را برقرار می‌نمایند. در مورد مصرف کنندگانی که کنتور آنها وصل می‌باشد، مشکلات بیشتری در زمینه به عهده گرفتن مسئولیت جامعه برای حصول اطمینان از جمع‌آوری مبالغ انرژی عرضه شده خدمات وجود دارد. در شرایطی که صاحبان خانه با صورت حساب‌های سنگین و غیرمنتظره‌ای روبرو شوند که توان پرداخت آن را نداشته باشد، از پرداخت هزینه‌های مذکور سرباز می‌زنند. زیرا چنین می‌پنداشند که مأمور جمع‌آوری درآمد برق، بر میزان مبلغ مذکور افزوده است. شغل مأموران جمع‌آوری هزینه برق بسیار پیچیده است زیرا آنها می‌بایست اموری چون خوanden کنتور، حسابداری و پرداختن به مشکلاتی نظیر عدم پرداخت صورت حساب‌ها را انجام دهند. از آنجایی که مبالغ پرداختی انرژی مصرفی ثابت نمی‌باشند، برای مأمور جمع‌آوری درآمد، راحت است که بر مبلغ صورتحساب مصرف کنندگان بیفزاید یا اینکه مبالغ کمتری را در اختیار شرکت قرار دهد. بنابراین شرکت می‌بایست به طور دقیق بر عملکرد مأموران جمع‌آوری صورت حساب‌ها و میزان انرژی عرضه

شده به جامعه، نظارت به عمل آورده. یک گزینه برای مصرف‌کنندگانی که مطابق با کنتور عمل می‌نمایند این است که این وظیفه میان شرکت برق و افراد جامعه تقسیم شود، به طوری که شرکت وظیفه خواندن کنتور و صدور صورتحساب‌ها و افراد جامعه وظیفه جمع‌آوری مبالغ را بر عهده گیرند.

احتمال مشارکت جامعه در مناطق روستایی بیش از مناطق شهری است، زیرا جوامع روستایی منسجم‌تر می‌باشند و در این جوامع صرفه‌جویی در هزینه تأثیر بیشتری بر جامعه دارد چون اقتصاد روستا کمتر بر مبنای پول نقد بنا نهاده شده است. در مناطق شهری استفاده از نیروی کار محلی نیز می‌تواند روشی برای کاهش هزینه‌های نصب باشد.

بسیج منابع جوامع محلی می‌بایست از ابتدا بخشی از سیاست منسجم و سنجیده را تشکیل دهد. این امر در برنامه برق‌رسانی مناطق روستایی تایلند و طرح Andhi Khola در نپال مصدق دارد. اگر مقصود این است که رویکردهای مذکور در هر نقطه از جهان با موفقیت اجرا شوند، می‌بایست آنها را با دقت و حساسیت اجرا نمود. اهمیت حمایت از جامعه محلی را نمی‌توان نادیده گرفت. اغلب در جوامع روستایی نا برابری و تبعیض بیشتری به چشم می‌خورد. سازمان‌هایی که دارای تجربه توسعه انرژی به مناطق روستایی می‌باشند، می‌بایست در امر انرژی رسانی با این جوامع، شرکت نمایند تا از رعایت عدالت در طراحی سیستم اطمینان حاصل گردد. با این وجود حتی با چنین مشارکتی، مشارکت جامعه می‌تواند فرآیند بلند مدت و زمان بری باشد.

بخش خصوصی در برابر بخش عمومی

بحث در مورد نقش بخش عمومی در برابر بخش خصوصی بسیار پیچیده است. رویارویی این دو بخش به معنای کشمکش میان حامیان کنترل مجموع عرضه انرژی کشور از یک سو و رویکرد کلی بخش خصوصی از سوی دیگر نمی‌باشد، بلکه بیشتر به معنای برقراری توازن مناسب میان عملکردهای دولت و بخش خصوصی است. دولت می‌تواند جوانبی را که بخش خصوصی آنها را بر عهده نمی‌گیرد، اداره نماید و بدین ترتیب محیطی توانمند ایجاد کند یا بازی را به گونه‌ای کنترل نماید که طی آن بخش خصوصی نقش دولت را تکمیل کند.

مالکیت شرکت برق

مالکیت شرکت‌های برق در اغلب کشورهای آفریقا، آسیای جنوبی و آمریکای جنوبی از قدیم در اختیار عموم جامعه بوده است. غالباً این شرکت‌ها با برخورداری از حقوق انحصاری عرضه برق، مسئولیت تأمین تولید، ارسال و توزیع برق را از طریق یک شرکت بر عهده داشته‌اند. شاید این سیستم در مراحل اولیه برق‌رانی به خوبی عمل می‌کرده و از طراحی متتمرکز و تأمین سرمایه‌گذاری دولتی در امر توسعه سیستم بهره‌مند بوده است، اما احتمالاً چنین پرسشی مطرح می‌گردد که آیا در موقعیتی که سرمایه‌های دولتی یا اهدایی محدود باشند و تقاضا با سرعت بیشتری نسبت به عرضه، افزایش یابد، سیستم مذکور همچنان به عملکرد مناسب خویش ادامه خواهد داد؟ این موفقیت اغلب به دلیل رشد جمعیت، افزایش درآمدها و صنعتی‌سازی به وجود می‌آید. در چنین مواردی غالباً مشخص شده است که شرکت‌های تحت مالکیت عمومی، مشکلاتی را در زمینه گسترش مدیریت، پیش روی دارند. در کل شرکت‌های برقی که مالکیت آنها در اختیار

عموم می‌باشد در مورد ارایه خدمات انرژی تمرکزدایی شده در مناطق دور افتاده روستایی، عملکرد موفقیت‌آمیزی نداشته‌اند.

بنابراین در این راستا پرسش‌های زیر مطرح می‌گردد که:

- محدودیت‌های مسئولیتی شرکت‌های عمومی برق، چه مواردی را شامل می‌شوند و در تحت چه شرایطی بخش خصوصی می‌تواند بهتر از عهده وظیفه خویش برآید؟
- آیا حق انحصار خصوصی عرضه محلی انرژی برق منجر به ارایه خدمات رسانی ضعیف به مصرف کننده می‌گردد؟
- چگونه می‌بایست بخش خصوصی را قانونمند نمود؟
- نقش دولت در طراحی و وضع استاندارد چیست؟

اخیراً موقعیت انحصار عمومی در بسیاری از موارد تغییر گردیده است تا شرایط ایجاد شبکه‌ی برق یا توزیع محلی خصوصی را فراهم آورد. این امر بر شرایط توسعه خصوصی محلی سیستم‌های کوچک و همچنین بر توسعه عمومی سیستم‌های بزرگتر اثر می‌گذارد. فراهم آوردن شرایط مذکور به شرکت‌های برق کمک می‌کند تا موانع موجود در راه ظرفیت مدیریت را مرتفع نمایند و با ایجاد افزایش ظرفیت از طریق کشت سیستم‌های کوچک، تأخیر در توسعه‌ی سیستم‌های بزرگ را کاهش دهند. گرچه قراردادهای تولید برق خصوصی می‌بایست به دقت مدیریت گرددند تا در مورد برخورد عادلانه مصرف کننده و شرکت اصلی برق، اطمینان حاصل شود.

در بسیاری از کشورها خصوصی‌سازی شرکت‌های برق صورت پذیرفته است اما هریک از آنها شیوه‌ای متفاوت را برگزیده‌اند، به عنوان مثال:

• با حفظ تکامل عمودی می‌توان شرکت‌های تولید برق را به صورت منطقه‌ای تقسیم نمود. به عنوان مثال بخش تولید، انتقال و توزیع یا شرکت‌های تولید برق دسته‌بندی نشوند، تا بدین‌ترتیب شرکت‌های خصوصی تولید برق (یا برخی از شرکت‌های عمومی) بتوانند یک سیستم خود انتقال مرکزی را عرضه نمایند و مالکیت توزیع را بر عهده شرکت جدگانه‌ای بگذارند.

در مورد دوم، امتیازات تقسیم‌بندی صنعت عرضه برق به این روش، در کل برای شرکت‌های تولید برق بزرگتر، بسیار بیشتر از شرکت‌هایی می‌باشد که اخیراً در کشورهای کوچکتر آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین پا به عرصه نهاده‌اند، زیرا در شرکت‌های کوچکتر موقعیت‌های خلق رقابت، بسیار کمتر از شرکت‌های بزرگ می‌باشد.

دسترسی به انرژی برق

امروزه الزام تمرکز شرکت‌های برق، بر گسترش شبکه برق رسانی به مناطق پرtraکم جمعیت و صنایع بزرگتر امری متداول و هوشمندانه است. در مناطق کم جمعیت و مناطقی که ذاتاً تقاضای کمی دارند، درآمد حاصل از فروش برق شاید نتواند هزینه‌های گسترش نقل و انتقال و توزیع به مصرف‌کنندگان را به خوبی تحت پوشش قرار دهد. بنا بر این در چنین مواردی که احتمالاً مناطق روستایی بیشتری را در بر می‌گیرند، گزینه تولید و توزیع تمرکز‌زدایی شده برق، مقرر به صرفه‌تر خواهد بود. بدین ترتیب نقش بخش عمومی اندکی شفافیت خود را از دست می‌دهد. گاهی شرکت‌های برق موظف می‌شوند تا نقش تأمین برق در چنین موقعیت‌هایی را بر عهده گیرند، اما چنین امری نیازمند به تخصیص یارانه‌های

سنگین می‌باشد و اغلب با مشارکت بخش خصوصی می‌توان آن را با سرعت بیشتر و هزینه‌های کمتر به انجام رسانید. در حقیقت، بازیگر سومی وارد صحنه می‌شود و آن جامعه‌ی روستایی است که احتمالاً در نهایت مالک سیستم‌های عرضه‌ی انرژی ارایه شده توسط بخش خصوصی خواهد بود. البته حتی در مورد توسعه‌ی شبکه برق‌رسانی مانند برق‌رسانی تمرکزدایی شده، می‌توان اقدامات قراردادی و فنی را بر عهده پیمانکاران خصوصی‌ای نهاد که در امر برق‌رسانی تخصص دارند.

محیطی توانمندکننده

نقش دولت در فراهم آوردن محیطی توانمندکننده، قانونمندسازی صنعت، مشخص نمودن اهداف و ارتقاء برنامه‌های برق‌رسانی تمرکزدایی شده به مناطق روستایی، در سطح منطقه‌ای و ملی می‌تواند حائز اهمیت باشد. این نقش احتمالاً شامل موارد زیر می‌باشد:

- ارایه چهار چوب برنامه‌ریزی شده که مناطق را برای توسعه سیستم برق‌رسانی از طریق شبکه و برق‌رسانی تمرکزدایی شده مشخص می‌نماید.
- فراهم آوردن قوانین توانمندسازی برای اجازه تولید و فروش انرژی برق بوسیله‌ی گروه‌های خصوصی
- تعریف مقدمات برای مناطق یا روستاهای و تعریف اهداف برای گسترش عرضه برق به مناطق جدید
- تعریف سطوح استاندارد خدمات (که ممکن است در برخی از موارد به طور کامل در دسترس نباشند)
- تعریف شرایط استاندارد قراردادها و ملزومات ضمانتی

- تعیین سطح تعریفهای ابزار بازرگانی و بازبینی آنها با توجه به مرور زمان
- تأمین شرایط آموزش فنی و مدیریتی
- حصول اطمینان از دستیابی به تأمین مالی
- اجرا و تخصیص هر گونه یارانه برای اتصال به مصرف‌کنندگان کم تقاضا و ارایه مجاز به تأمین‌کنندگان خدمات و تجهیزات ویژه

این امکان وجود دارد که دولتها انجام امور مذکور را بر عهده یک سازمان نیمه دولتی یا غیر دولتی قرار دهند. بدین‌ترتیب چهار چوبی فراهم می‌گردد تا براساس آن، بخش‌های خصوصی و عمومی برای تأمین عرضه انرژی وارد عمل گردند. به عنوان مثال، شاید دولت تصمیم بگیرد تا از طریق فرآیند رقابتی مناقصه، امتیاز عرضه برق را واگذار نماید، امری که طی چند سال اخیر در بخش‌هایی از آرژانتین صورت پذیرفته است. شرکت‌هایی که امتیاز مذکور به آنها واگذار می‌گردد، تعهد دارند تا بنابر استانداردهای مورد توافق، خدمات برق‌رسانی را به بخش خاصی از جمعیت ارایه نمایند.

پیش شرایط شرکت‌ها برای واگذاری چنین امتیازی به شرح زیر می‌باشد:

- شرکت‌هایی که از تجربه در امور اجرایی خدمات رسانی عمومی از جمله آب، ارتباطات تلفنی یا عرضه برق برخوردار باشند.
- تولیدکنندگان و عرضه‌کنندگان ژنراتورهای گازوئیلی و تجهیزات انرژی تجدید پذیر
- پیمانکاران م梗ب در امر نصب تجهیزات گازوئیلی، برق آبی و دیگر موارد

بخش عمومی مسئولیت نظارت در امر اجرای خدمات انرژی برق رسانی توسط بخش خصوصی را عهده دار است. نظارت بخش عمومی احتمالاً شامل راهاندازی سیستم مدیریت کیفیت می‌باشد که به نظارت در امر رضایت مصرف کنندگان می‌پردازد. این رویکرد، نظارت و قانونگذاری چشم گیر بخش عمومی را شامل می‌شود. این رویکرد به احتمال زیاد در کشورهایی ثمر بخش‌تر است که تنها اقلیت جمعیت آنها از عرضه‌ی انرژی شرکت‌های برق بهره‌مند نگردیده باشند و همچنین مناطقی که از امتیاز عرضه توسط دولت محلی قوی برخوردار باشند.

در بسیاری از موارد هزینه اولیه اتصال به شبکه برق رسانی، مانعی است که بر سر راه مصرف کنندگان بی‌بضاعت‌تر قرار می‌گیرد. این امکان وجود دارد که شرکت‌های برق، از هزینه‌های اولیه اتصال به شبکه حمایت به عمل آورند. این امر از طریق تأمین و تخصیص یارانه‌هایی خاص یا بواسطه حمایت از سیستم‌های اعتباری صورت می‌پذیرد. به عنوان مثال در آفریقای جنوبی، مصرف کنندگان مناطق روستایی از حق انتخاب برخوردار می‌باشند تا هزینه اولیه اتصال به شبکه را خود بپردازند و سپس به پرداخت تعریفه عادی اکتفا نمایند یا از اتصال رایگان برخوردار شوند و تعریفه بالاتری را بپردازند. اکثریت مردم پرداخت تعریفه بالاتر را برمی‌گزینند.

همچنین ممکن است مبالغی به عنوان تأمین سرمایه بیشتر در اختیار عرضه کنندگان تجهیزات قرار گیرد. این مبالغ به هزینه‌های کرایه تجهیزات برای سیستم‌های انرژی خانگی یا هزینه‌های اشتراک برق نیز تخصیص می‌یابند. در مورد ابزار افرادی انرژی خانگی، دولت نیز ممکن است به ایفاده نقش در زمینه تعیین استانداردها برای عرضه کنندگان انرژی بخش خصوصی بپردازد. به عنوان

مثال، برای سیستم‌های خورشیدی خانگی، فانوس‌های خورشیدی، ایمن برقی، ایمن سد و آب بند و حداقل جریان رودخانه‌ای برای طرح‌های برق آبی. علاوه بر موارد مذکور، ممکن است که بخش عمومی اهدافی را به منظور گسترش تأمین برق به شهروندان در نظر بگیرد و سپس در این راستا بتواند سیاست‌ها و ابزار بازاری متنوعی را به کار بندد تا بدین ترتیب بخش خصوصی را تحریک نماید و در به ثمر رساندن اهداف، آنها را توانمند سازد.

فصل سوم

ارزیابی اثر و موفقیت

تأثیرات زیست محیطی

طی دو دهه اخیر موارد زیست محیطی به یک نگرانی جهانی در حال رشد مبدل شده است. امروزه واژگانی نظیر پویایی، گسترش جهانی و تنوع زیستی به طور متداول به کار برده می‌شوند. در چهارچوب معاهده کنگره‌ی سازمان ملل متعدد در باب تغییر آب و هوای کره زمین، نگرانی بین‌المللی موجود در مورد محیط زیست مطرح گردید. این معاهده به همراه دیگر معاهدات بین‌المللی در مورد گرمایش کره زمین و تنوع زیستی، در سال ۱۹۹۷، در کیوتوی ژاپن به امضای رهبران جهان رسید. امروزه می‌باشد پیچیدگی‌های زیست محیطی را در هر نوع از توسعه جدید مدنظر قرار داد. این فصل قصد دارد تا به تشریح موارد زیست محیطی مرتبط با طراحی انرژی روستایی و توصیف شیوه‌هایی برای ارزیابی محیط زیست بپردازد و در تعیین اولویت‌های موارد زیست محیطی پروژه‌ها، طراحان امر را یاری نماید.

تأثیرات زیست محیطی سیستم‌های انرژی

به طور کلی تأثیرات زیست محیطی در سه مقوله طبقه‌بندی می‌گردند، این امر براساس شدت اثر صورت می‌پذیرد:

- محلی: تأثیرات در سطح بسیار محلی در یک روستا، به عنوان مثال آلوگی دود در خانه‌های مسکونی.
- منطقه‌ای: شامل تأثیراتی است که بیش از یک روستا یا یک ایالت را با پیچیدگی‌های برون مرزی مواجه می‌نماید. مانند جنگل‌زدایی.

- جهانی: اثراتی که به طور یکسان، تمامی قسمت‌های جهان را در بر می‌گیرند و از پیچیدگی‌ها و مشکلات بین‌المللی برخوردار می‌باشند. مانند بالا رفتن درجه حرارت جهان.

دامنه تأثیرات مشکلات زیست محیطی

جهانی	منطقه‌ای	محلي	
✓✓✓			گرمایش جهانی
✓✓✓			کاهش سوخت فسیلی
✓	✓✓	✓✓✓	بهداشت محیط زیست
✓✓	✓✓	✓✓✓	جنگل‌زدایی
	✓	✓✓✓	انتشارات سمی
			(بهداشت محیط زیست)

(تأثیر در برخی از موارد، تأثیر به سزا، تأثیر بسیار چشمگیر)

احتمالاً نگرانی‌های زیست محیطی مخصوص دیگری نظری صدای توربین بادی، بوی بد تخمیرکنندگان بیوگاز یا تأثیر مناظر ناخوشایند کارخانه‌های برق نیز وجود دارند. چنین تأثیراتی در کل بیش از آنکه با ارزیابی محیط زیست در ارتباط باشند با قوانین برنامه‌ریزی محلی مرتبط هستند، بنابراین در اینجا مورد بحث قرار نخواهد گرفت.

گرمایش جهانی

گرمایش جهانی نتیجه تأثیر یک گروه از گازها به نام گازهای گلخانه‌ای می‌باشد که به طور حتم بر آب و هوای جهانی اثر می‌گذارند. این گازها با حضور

خویش شرایط ورود تشعشع خورشید به درون جو زمین را میسر می‌سازند، اما از خروج حرارت باز تابیده شده جلوگیری می‌نمایند. بنابراین بدین ترتیب دمای جهان به تدریج افزایش می‌یابد. هر چند که در کل، در مورد رخداد تأثیر گلخانه‌ای اتفاق نظر حاصل است، اما هنوز بحث‌هایی در مورد بزرگ بودن این مشکل مطرح می‌باشد. بسیاری از دانشمندان از جمله افرادی که جزء هیئت بین‌الدول تغییر آب و هوا

¹ می‌باشند، پیامد تغییر شدید آب و هوای زمین در خلال قرن آتی را مدنظر قرار داده‌اند. این پیامد احتمالاً می‌تواند یخچال‌های قطبی را ذوب نموده و منجر به بالا آمدن سطح دریاها و افزایش گستردگی کویرها گردد.

بهداشت محیط زیست و تنوع زیستی

سیستم زیست محیطی یا محیط زیست طبیعی، دامنه وسیعی از سیستم‌های طبیعی را حفظ می‌کند، سیستم‌هایی که برای بقای حیات بر روی کره خاکی امری حیاتی محسوب می‌گرددند. هر سیستم انرژی که بر اکوسیستم محلی اثر می‌گذارد از پتانسیل تأثیر بر بهداشت محیط زیست منطقه‌ای محلی نیز برخوردار است. سوخت‌های زیستی بالاترین پتانسیل برای آسیب رسانی به محیط زیست را در بر دارند، مگر آنکه عرضه سوخت از طریق یک منبع پویای جنگلی صورت پذیرد. همچنین اگر رشد طبیعی زمین زراعی برای کشت محصول بیوماس در نظر گرفته شود، این احتمال وجود دارد که منابع طبیعی و تنوع زیستی از میان بروند. سایر منابع انرژی که بر فراز چشم‌اندازهای طبیعی ساخته می‌شوند یا با سیستم‌های طبیعی در ارتباط می‌باشند، احتمالاً محیط زیست محلی را نیز تحت

1. Inter governmental Panel on Climate Change

تأثیر قرار می‌دهند. ارزیابی پتانسیل آسیب زیست محیطی باید پیش از شروع هر نوع توسعه جدید صورت پذیرد، تا بدین ترتیب اطمینان حاصل گردد که به ویژه به گونه‌های در حال انقراض و منابع طبیعی محلی آسیبی وارد نشود.

جنگل‌زدایی

قطع درختان (مناطق گرمسیری و معتدل) بدون کاشت مجدد نهال، به جنگل‌زدایی منجر می‌شود، این امر پیچیدگی‌ها و مشکلات خاصی را برای تنوع زیستی به همراه دارد. از آن جایی که جنگل فقط جایگاه درختان نیست و بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری را نیز در خود حفظ می‌نماید، از دست رفتن جنگل به معنای از دست رفتن زیست گاه طبیعی گیاهان و جانوران است.



این شیب در نپال اکثر پوشش
جنگلی خود را از دست داده است

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی

دلایل اصلی جنگل‌زدایی ریشه در الوارسازی تجاری یا پاکسازی جنگل برای ساخت و ساز و اهداف کشاورزی دارد و تنها به موضوع تهیه سوخت مربوط نمی‌باشد. گرچه تهیه چوب به عنوان سوخت، دلیل اصلی جنگل‌زدایی نیست، اما تأثیر جنگل‌زدایی برای افرادی که جهت امر آشپزی و تولید حرارت، چوب جمع‌آوری می‌نمایند، محسوس می‌باشد. مصرف روز افزون چوب برای تهیه ذغال چوب و هیزم به منظور فروش در مناطق شهری، به عاملی تهدیدآمیز و خطرناک برای جنگل‌ها مبدل شده است. جنگل‌زدایی تأثیر به سزاگی بر تحلیل و فرسایش خاک دارد. طی مطالعه‌ای در اتیوپی مشخص شد، درجایی که پوشش درختی عملکردهای بازگرداندن مواد مغذی به سطح خاک را از دست داده است، ارزش غذایی خاک سطحی تا حد زیادی کاهش یافته است. این امر هم به دلیل از بین رفتن درختان می‌باشد وهم به علت استفاده از ضایعات کشاورزی برای تهیه سوخت است، در حالی که بهتر است ضایعات گیاهی به عنوان کود، مصرف گردد.

انتشارات سمی (بهداشت محیط زیست)

بهداشت محیط زیست به دو طریق اثرگذار می‌باشد. در مناطق شهری انتشارات سمی ناشی از منابع متعدد (نظیر خودرو، صنعت و سوخت داخلی) غلظت سوموم هوای اطراف را تا حدی افزایش داده است که سلامت مردم در مناطق محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در اغلب مناطق روستایی مانند مناطق فقیر نشین شهری، آلودگی هوای درون خانه وجود دارد. اجاق‌های آشپزی که با سوخت بیوماس کار می‌کنند دود را در محدوده فضای خانه متصاعد می‌نمایند.



اجاق‌های آشپزی دود را به محل
سکونت منتشر می‌سازد

عکس از: اینترمیت تکنولوژی

دود شامل انتشارات سمی به همراه ذرات بسیار ریز و منواکسید کربن می‌باشد. منواکسید کربن به طور مستقیم بر سلامت آشپز و کودکانی که اوقات خود را همراه مادر در آشپزخانه سپری می‌نمایند، اثر می‌گذارد. مهمترین بیماری‌هایی که با آلودگی هوای داخلی خانه‌ها در ارتباط می‌باشند، عفونت حاد تنفسی (ART) به شکل ذات الريه، سرطان و تأثیرات گوناگون دیگر در بارداری هستند. در حدود یک سوم مرگ و میر کودکان زیر پنج سال در کشورهای در حال توسعه ناشی از عفونت حاد تنفسی و ذات الريه می‌باشد. اجاق‌های آشپزی پیشرفته می‌توانند مشکلات ناشی از دود را کاهش دهند. هر چند که قبل از ریشه

کن نمودن کامل این مشکل باید مسئله خارج شدن دود از منازل را نیز مدنظر قرار داد.

کنترل‌های زیست محیطی

ساختکارهای بسیاری در دست می‌باشند که تأثیرات زیست محیطی را کنترل می‌نمایند. نوع ساختکار معمولاً به میزان جغرافیایی تأثیر محیط زیست بستگی خواهد داشت. ساختکارهای کنترل کننده شامل موارد زیر می‌باشند:

اهداف و معاهدات بین‌المللی

به عنوان مثال، معاهدات بین‌المللی در باب گرمایش جهانی و تنوع زیستی در ریودوژنیرو و کیوتو که توسط رهبران جهانی صورت پذیرفته است، شکل توافق نامه‌ای رسمی را به خود گرفته و هدف آن برآورده نمودن اهداف زیست محیطی می‌باشد. ابزار اصلی و نیروی مؤثر در اجرای این معاهدات، فشار سیاسی بین‌المللی است.

توافق نامه‌های منطقه‌ای

به عنوان مثال، توافق نامه‌های منطقه‌ای در مورد حقوق آب یا توافق نامه‌های حمایتی در مورد گونه‌های گیاهی و حیوانی، توافق نامه‌هایی دو جانبه و مشترک میان دو یا چند کشور هستند که هدف آنها از بین بردن مشکل زیست محیطی برون مرزی می‌باشد. این توافق نامه‌ها معمولاً توسط کشورهای مذکور تنظیم می‌گردند.

قوانين و قواعد مدنی

به عنوان مثال تنظیم قوانین برای تعیین استانداردهای انتشار در مورد کارخانه‌های احتراقی یا واریز فاضلاب به منابع آبی، به منظور ساماندهی به مشکلات زیست محیطی ملی صورت می‌پذیرد. متداولترین قوانین موجود به شکل استانداردهای انتشار برای انواع صنایع می‌باشند که مواردی نظیر کارخانه‌هایی با سوخت احتراقی در بخش صنعت و تولید نیروی برق را شامل می‌شوند.

قوانين محلی

به عنوان مثال قوانین مربوط به قطع درختان، قوانین بسیار خاصی برای مناطق محلی می‌باشند که هدف آنها حفاظت از اکوسیستم حساس محلی می‌باشد. از این قوانین می‌توان برای کنترل نمودن مواردی نظیر دسترسی به آب و سوخت استفاده نمود، قوانین مذکور می‌توانند در قالب حقوق سنتی (از جمله حقوق آب خانواده‌ها) و توسعه‌های نوین‌تر از جمله قوانین کمیته‌های آب یا گروه‌های مدیریت کمیته جنگل داری نیز مطرح گردند.

ارزیابی تأثیر زیست محیطی

ارزیابی تأثیر زیست محیطی (EIA)، مطالعه تأثیر یک توسعه بر منطقه محلی می‌باشد که تأثیرات موجود بر اکوسیستم طبیعی (آلودگی زمین، آب و هوا)، بهداشت جمعیت محلی و اختلال محیط اطراف (بینایی، صوتی، بویایی و ازدحام ترافیکی) را شامل می‌گردد و این امکان وجود دارد که رویکرد مذکور به برآورد پتانسیل اتفاقات یا تأثیرات ناگهانی و زیست محیطی بپردازد (به عنوان مثال انتشار ناگهانی گاز).

ارزیابی تأثیر زیست محیطی (EIA) دارای سه مرحله اساسی می‌باشد:

- تعیین محدوده خاص پایگاه و اجرای ناظرت پایه.
- پیش‌بینی و ارزیابی تأثیرات.
- و آماده‌سازی بیانیه قانون اثرات زیست محیطی.

مرحله نخست در این رویکرد، درک موقعیت فعلی است، موقعیتی که توسعه مورد نظر در خلال آن به وقوع می‌پیوندد. این مرحله، ارزیابی و ویژگی‌های زیست محیطی منطقه را بدون در نظر گرفتن توسعه مدنظر قرار می‌دهد. ثبت این موقعیت برای مقایسه تأثیرات بعدی با شرایط اولیه، امری حیاتی است. مرحله دوم پیش‌بینی مشکلات ذاتی زیست محیطی و ارزیابی اثر این مشکلات بر منطقه محلی را شامل می‌شود. پیش‌بینی، تعریف کمیتی تأثیرات احتمالی مطالعه و ارزیابی قضاوت در مورد اهمیت این تأثیرات می‌باشد. اغلب تأثیرات به صورت ارزیابی خطر ناشی از آنها تعیین می‌گردد، که اغلب در این مورد می‌باشد احتمال وقوع حادثه را به علاوه تأثیر آن در صورت وقوع، مدنظر قرار داد. مرحله نهایی، آماده‌سازی یک بیانیه قانونی در مورد تأثیرات زیست محیطی است.

بیانیه قانونی تأثیر زیست محیطی مبنایی برای تصمیم‌گیری خواهد بود. براساس این بیانیه تصمیم‌گیری می‌شود که آیا روند توسعه مورد نظر با طرح پیشنهادی ادامه باید یا آنکه باید تغییراتی در آن به وجود آورد تا اطمینان حاصل گردد که طرح مذکور تأثیرات زیست محیطی کمتری را در بر داشته باشد. همچنین اگر بیش از یک طرح توسعه پیشنهاد شود، می‌توان ارزیابی تأثیر بر محیط زیست را در طرح‌های مختلف مقایسه نمود و طرحی را انتخاب کرد که کمترین اثر را بر محیط زیست داشته باشد.

ارزیابی چرخه سوخت

در جایی که یک مطالعه ارزیابی تأثیر محیط زیست (EIA) به ارزیابی جزء به جزء در مورد تعیین محل تأسیس پروژه‌ی انرژی می‌پردازد، بررسی چرخه سوخت (FCA)، به ارزیابی تأثیرات زیست محیطی کل زنجیره‌ی فرآیندهای موجود در تولید انرژی مفید می‌پردازد.

این ارزیابی شامل تأثیرات زیر می‌باشد:

- استخراج یا گردآوری سوخت از زمین
- تولید تجهیزات تبدیل انرژی
- حمل و نقل تجهیزات و سوخت
- فرآیند سوخت احتراقی یا تبدیل انرژی
- جدا نمودن هر نوع ضایعات از فرآیند

هنگامی که چرخه کامل سوخت تعیین می‌شود، مراحل زیر رخ می‌دهند:

- تهییه فهرستی از تمامی انتشارات چرخه سوخت و منابع مورد استفاده در خلال این چرخه
- ارزیابی تأثیر مشکلات زیست محیطی مهم، از روی چرخه سوخت
- ارزیابی اهمیت این تأثیرات

این ارزیابی احتمالاً تمامی تأثیرات ممکن چرخه را مدنظر قرار می‌دهد. مواردی که شامل گازهای گلخانه‌ای، انتشارات سمی، مصرف نمودن و تقلیل منبع و سایر موارد می‌باشند. علاوه بر آن با توجه به اهداف اصلی ارزیابی، انجام مطالعه محدودی از یک یا دو جنبه موجود میسر می‌باشد. به عنوان مثال، بهتر است که

گاهی ورودی‌های اولیه انرژی چرخه سوخت را مدنظر قرار دهیم و آن را با انرژی خروجی در خلال پروژه مقایسه نماییم.

از طریق ارزیابی چرخه کامل سوخت، تمام پیچیدگی‌های توسعه نوین انرژی‌اندازه‌گیری می‌شوند. به عنوان مثال، در جایی که یک ژنراتور دیزلی در هنگام کار کردن از انتشارات بالایی برخوردار است، یک سلول خورشیدی از تأثیرات زیست محیطی‌اندکی برخوردار خواهد بود، اما در فرآیند تولید یک سلول خورشیدی از تعدادی مواد شیمیایی سمی استفاده می‌شود و این فرآیند از ورودی انرژی بالایی برخوردار است.

ارزیابی چرخه سوخت (FCA) تعیین می‌نماید که کدام جنبه چرخه سوخت از بیشترین تأثیرات زیست محیطی برخوردار است. این شیوه احتمالاً مشخص می‌کند که سرمایه‌گذاری در کدام بخش از فناوری‌های پیشرفته به بهبود بیشتر زیست محیطی منجر می‌گردد. به عنوان مثال، سرمایه‌گذاری در بهبود کارآیی اجاق‌های ذغالی از نظر زیست محیطی منافع بیشتری را به همراه دارد یا سرمایه‌گذاری در بهبود کارآیی خود ذغال؟

ارزیابی چرخه سوخت احتمالاً نتایج بحث انگیزی را به همراه دارد. به عنوان مثال در جایی که هیزم کمیاب است جایگزینی نفت سفید به جای چوب برای آشپزی امری معقول به نظر می‌رسد. گرچه از دیدگاه جهانی، چوب یک منبع انرژی تجدید پذیر است، اما نفت از منابع سوخت فسیلی تحلیل رونده تشکیل می‌شود.

عواملی که بر موفقیت سیستم اثر می‌گذارند

بسیاری از سیستم‌های عرضه انرژی در جوامع روستایی تکمیل و راهاندازی شده‌اند، برخی از این سیستم‌ها موفق بوده و برخی با شکست روبرو گردیده‌اند. دلایل این امر چیست؟ در واقع چگونه می‌توانیم میزان موفقیت سیستم در توزیع ملزمومات خدماتی انرژی به یک جامعه روستایی را ارزیابی نماییم.

این بخش، فصل اول کتاب را مرور نموده و تمامی موارد نرم افزاری مورد بحث در فصل اول را با یکدیگر مرتبط می‌سازد و به برآورد شیوه‌ای می‌پردازد که طی آن نرم افزارهای مذکور می‌توانند به عنوان یک کل به طور هماهنگ با یکدیگر عمل نمایند. مواردی که می‌توانند برموقعیت سیستم اثر بگذارند، از قرار زیر می‌باشند:

- فرآیند تصمیم‌گیری و مدیریت
- روشی که در آن نیازهای خدمات انرژی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.
- توانایی در پرداخت و سطوح تعرفه‌ها
- رقابت و قابلیت اطمینان
- رابطه با عرضه‌کنندگان تجهیزات و
- گرینه‌های تأمین سرمایه‌ی مناسب

برخی از این موارد در این بخش توصیف شده‌اند، برای جزئیات بیشتر سایر بخش‌های کتاب را مشاهده نمایید.

فرآیند تصمیم‌گیری و مدیریت

همانگونه که توسط مطالعه جزء‌به جزء زیر در مورد سری لانکا نشان داده شده است، اتخاذ رویکردهای مشارکتی که جامعه را در کل فرآیند شرکت می‌دهد (به

عنوان مثال، طراحی، نصب، پیش برد و تکمیل، نظارت، اجرا و حفظ سیستم) تأثیرات مثبتی را به همراه دارد که میزان آنها به اعتماد به نفس و قدرت جامعه بستگی دارد.

رویکردهای مشارکتی: جامعه مصرف کننده برق (ECS) در سری لانکا هر جامعه برای مدیریت طراحی، تکمیل و راهاندازی، اجرا و نگهداری یک کارخانه برق آبی تمرکزدایی شده یک ECS تشکیل می‌دهد. هر یک از خانوارها که به سیستم متصل هستند به جامعه مصرف کنندگان برق ECS تعلق دارند و از طریق ساختار مهیا شده توسط اعضاء اداره می‌شوند. هر یک از خانوارهای عضو جامعه مصرف کنندگان برق (ECS) حق عضویت کمی را می‌پردازند و علاوه بر آن تعریفه ماهیانه‌ای را در ازای برق مصرفی پرداخت می‌نمایند.

جامعه مصرف کنندگان برق توسط کمیته برگزیده مردم اداره می‌گردد، این کمیته شامل رئیس، دفتردار، خزانه دار، نایب رئیس، نایب دفتردار و نایب خزانه دار می‌باشد و در حدود شش تا هشت عضو دارد، تعداد اعضای مذکور به وسعت روستا بستگی دارد. کمیته اجرایی جامعه مصرف کنندگان برق عموماً چهار روز یکبار جلسه‌ای را برگزار می‌نمایند و جلسه عمومی ماهی یکبار برگزار می‌گردد. جلسه عمومی سالیانه، کمیته اجرایی جامعه مصرف کنندگان را بر می‌گزیند.

على رغم تأکیدی که در مورد رویکردهای مشارکتی و مشارکت جامعه برای حصول اطمینان از موفقیت پروژه صورت می‌گیرد، در بسیاری از موارد سیستم‌ها بدون هر نوع مشارکت حقیقی از سوی صاحبان منافع آنها به اجرا در می‌آیند. در نتیجه این امكان وجود دارد که یک سیستم از طراحی ضعیفی برخوردار باشد و مدیریت که امری حیاتی به شمار می‌آید در اکثر موارد نادیده گرفته شود. چنین وضعیتی

می‌تواند کشمکش‌های اقتصادی و اجتماعی را پس از تکمیل پروژه به بار آورد. به عنوان مثال، هنگامی که صاحبان منافع کم، از مدیریت سیستم برکنار می‌شوند، تصمیم‌گیری در مورد تعرفه‌ها و تصمیم قدرت، احتمالاً به شیوه‌ای تبعیض‌آمیز صورت می‌پذیرد.

ارزیابی نیازها

زمانی که نیازها به خوبی مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرند، از جمله، مدنظر قرار دادن ابعاد فرهنگی و اجتماعی و مقوله‌های متفاوت مصارف نهایی (داخلی، تولیدی و خدمات اجتماعی)، یا پروژه خاتمه می‌یابد یا به پروژه‌ای کوچکتر از ابعاد معمول تبدیل می‌شود.

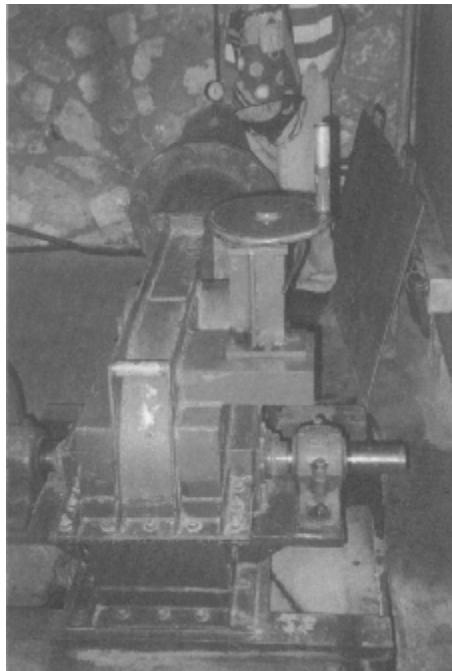
به عنوان مثال بزرگتر کردن یک سیستم برق آبی کوچک بدین معناست که:

- آب بیشتری مورد نیاز است، مثلاً، کانالی بزرگتر و افزایش هزینه‌های کار داخلی یا
- فشار آب بالاتر: به عنوان مثال، دریچه‌های آبی بزرگتر (و گرانتر) و
- ماشین‌های بزرگتر: مانند توربین و ژنراتورهای بزرگتر

در نتیجه، هزینه‌ها در حال افزایش اساسی می‌باشند و راهی برای تغییر این وضعیت وجود نخواهد داشت.

هنگامی که ابعاد پروژه افزایش می‌یابد، هزینه‌ها نیز افزایش چشمگیری پیدا می‌کنند، به ویژه در مورد سیستم‌های برق آبی کوچک که جبران چنین اشتباهاتی، امری بسیار دشوار است.

جدا از تجهیزات، حمل و نقل نیز افزایش هزینه را به دنبال دارد که با توجه به مقادیر بسیار زیاد مواد اولیه به کار برده شده در تکمیل و اجرای سیستم‌های برق آبی کوچک هزینه‌ای نسبتاً هنگفت است.



توربین در برنامه‌ی برق آبی
میکروی نیافار و

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - آلیسون دوییگ

در مورد سیستم‌هایی که ابعادی کوچکتر از ابعاد معمولی دارند، توسعه‌ی هر نوع مصرف نهایی جدید از انرژی سیستم بنابر توافق صورت می‌پذیرد، به ویژه در مورد فعالیت‌های تولیدی نظیر آسیاب غلات، تهیه‌ی نفت و شارژ باتری. علاوه بر

آن ممکن است بین نیازهای داخلی و فعالیتهای تولیدی درآمد زا، تضاد به وجود آید. چنین وضعیتی اغلب منجر به نارضایتی‌های اجتماعی می‌گردد. شرایطی که به عنوان مثال به دلیل عدم توانایی اتصال خانه‌های جدید به شبکه برق رسانی و کاهش درآمد ناشی از عدم توانایی در عرضه انرژی برای مصارف نهایی تولیدی به وجود می‌آیند. به عنوان مثال، در سیستم برق آبی کوچک زیمبابوه، در نیافارو انرژی به شیوه‌ای توزیع گردید که منافع خانوارهای پردرآمدتر را به همراه داشت.

تعرفه‌ها، تخصیص نیرو و صاحبان منافع: سیستم برق آبی کوچک زیمبابوه

تعرفه‌های سیستم نیافارو، با توجه به مقادیر آمپرهای اختصاص داده شده بر هر خانوار تعیین می‌گردند. این شیوه بر گرفته از اصول کاری شرکت برق است (امتیاز عرضه برق زیمبابوه: ZESA). در سیستم نیافارو تخصیص نیرو از ۱/۱ کیلووات تا ۳/۳ کیلووات متغیر است. در مقایسه با سایر کشورهایی که پروژه‌های برق آبی مشابهی دارند، تخصیص انرژی از دامنه بسیار بالایی برخوردار است. در کشورهایی از جمله نپال و سریلانکا تخصیص انرژی برای مصارف نهایی داخلی معمولاً از ۵۰۰ وات تجاوز نمی‌نماید. در نیافارو ترکیبی از دو عامل، تعرفه بدون بهره و اهمیت در نظر گرفته شده از سوی مصرف‌کنندگان به میزان نیروی برق تخصیص یافته، منجر بدين امر گردیده است که خانواده‌ها از تمامی لوازم برقی ممکن استفاده نمایند. این امر مسئله‌ای کاملاً محتمل است زیرا سیستم از هیچ نوع نظارت یا ابزار محدود‌کننده بار الکتریکی (نظیر مدارشکن‌ها) استفاده نمی‌کند. بیشتر کشورهایی که سیستم‌های تعرفه بدون بهره را به کار می‌بندند از محدود کننده‌های بار استفاده می‌نمایند. بنابراین، این شیوه غیر معمول است. علاوه بر آن این واقعیت که در حدود یک سوم خانه‌ها به سیستم متصل نیستند، مصرف‌کنندگان را متوجه این امر می‌سازد که هنوز ظرفیت‌هایی در دسترس می‌باشند. برخی از خانواده‌ها از بار الکتریکی بسیار بالا، از جمله چراغ‌های خوراک پزی برقی و بخاری برقی استفاده می‌نمایند (مقادیر بالایی از انرژی برق را مصرف می‌کنند)، امری که در یکی از موارد موجود ثبت گردیده است. البته استفاده از چنین وسائلی منجر به افزایش بیش از حد بار الکتریکی در سیستم عرضه می‌شود و احتمالاً کاهش چشمگیر طول عمر تجهیزات مکانیکی - الکتریکی را در پی دارد.

با اقتباس از: فرناندو اس، ری کی، ارزیابی کارخانه برق آبی میکروی نیافارو،

گزارش ITDG

توانایی پرداخت و سطوح تعرفه

در مورد سیستم‌های منفرد، بر خلاف سیستم‌های متمنکز، صاحبان منافع می‌بایست به تنها‌ی هزینه‌ی اجرای سیستم و نگهداری آن را تأمین نمایند. این امر بدین معناست که حتی، هنگامی که سیستم‌ها تا حدودی یا کاملاً از یارانه برخوردار باشند، کمیته مدیریت می‌بایست مدلی ساده را بیابد تا بدین ترتیب: تعرفه‌ها را تعیین نموده، مبالغ برق را جمع‌آوری کند و سیستم را اداره نماید. وقتی تعرفه درسطحی پایین‌تر از هزینه‌های اجرا و نگهداری سیستم تعیین شود، جامعه یا با افزایش تعرفه‌ها روبرو می‌گردد یا آنکه پروژه متوقف می‌شود. این امر در مورد نیروی کار اپراتورها مصدق دارد.

صرف کنندگان اغلب از ابزار لازم برای پرداخت تعرفه‌هایی بیش از تعرفه اولیه برخوردار می‌باشند، اما از پذیرش افزایش شدید تعرفه‌های بعدی روی گردانند. قانون طلایی تعیین سطوح حمایت از صرف کنندگان به شرح زیر می‌باشد: پیش از آنکه مقدمات سیستم را فراهم کنید، هزینه‌هایی را که صرف کنندگان به پرداخت آنها عادت دارند، مورد ارزیابی قرار دهید (از جمله هزینه‌های شمع، فانوس بادی، باتری‌ها).

مشارکت جامعه می‌بایست حداقل، کل هزینه‌های جاری را پوشش دهد، این هزینه‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

- حقوق اپراتورها (نیمه وقت یا تمام وقت)
- پرداخت سرمایه اصلی و سود (درصورت دریافت وام)
- قطعات یدکی و
- در صورت مصرف، هزینه‌ی سوخت

اگر سیستم‌ها موظف به بازپرداخت وام با نرخ تجاری باشند، فرآیند طراحی می‌بایست چنین هزینه‌هایی را مدنظر قرار دهد. در مورد برخی از انرژی‌های تجدید پذیر نظیر فتوولتائیک‌ها، در صورت عدم موفقیت جامعه یا صاحبان منافع در امر تکمیل بازپرداخت وام، عرضه کننده می‌تواند، مالکیت تجهیزات را مجدداً در اختیار بگیرد. در سایر موارد، اعتبار بدون بهره، برای دوره زمانی کوتاهی تضمین می‌گردد (سه تا شش ماه) و اگر مشتری در باز پرداخت وام موفق نباشد، مجبور به پرداخت وام به همراه بهره خواهد بود.

نمونه‌ای از سیستم فتوولتائیک خانگی در کنیا

هزینه سیستم: ۵۰۰ دلار آمریکا

پرداخت نقد: ۵۰ درصد به علاوه ۲۵ درصد به هنگام نصب

دوره باز پرداخت: ۲۵ درصد باقی مانده طی سه ماه

میزان بهره: اگر باز پرداخت در طی مدت مورد توافق صورت پذیرد بهره‌ای به همراه نخواهد داشت، در غیر این صورت ۱۵ درصد سود ماهیانه را باید بپردازد، مالکیت مجدد امکان پذیر است.

وقتی که هزینه‌های جاری از مخارج انرژی پیشین تجاوز نماید، به نظر می‌رسد که برای مطلع شدن از تمایل جامعه در مورد حمایت از مخارج بالاتر انرژی در بهره‌وری از کیفیت برتر خدمات، مشورت با مصرف‌کننده امری حیاتی به شمار می‌آید. جدا از هزینه‌های جاری، در نظر گرفتن صندوقی برای اتصال سایر مشتریان یا توسعه مصارف نهایی جدید تولیدی، جهت پویایی سیستم لازم است.

رقابت و دوام‌پذیری

زمانی که سیستم جدیدی نظیر یک کارخانه انرژی برق آبی کوچک راهاندازی می‌گردد در مقایسه با تسهیلات موجود یا شیوه‌ها و تجهیزات سنتی، مشتریان توقع دارند تا از کیفیت خدمات بهتری برخوردار گردند، البته اگر سیستمی از پیش وجود داشته باشد.

در مورد آسیاب غلات، دوری از تسهیلات، زمان پردازش، کیفیت تولید، میزان و قابلیت اطمینان سیستم، عوامل مهمی در امر جلب مشتری و اشاعه نوآوری به شمار می‌آیند. تجربیات بسیاری از کشورها نشان می‌دهند که در صورت شکست یا عدم موفقیت سیستم جدید در ارایه نتایج مورد نظر، مردم به شیوه‌های سنتی یا تجهیزات گازوئیلی روی می‌آورند. پس از به وجود آمدن چنین موقعیتی، جلب مجدد اعتماد مردم بسیار دشوار است.

رابطه با عرضه‌کنندگان تجهیزات

تاکنون رابطه مشخصی برای برقراری ارتباط با عرضه‌کنندگان انرژی سنتی وجود نداشته است. برخی از سیستم‌ها بدون پیروی از دستورالعمل راهاندازی و راهبردهای ارایه شده توسط عرضه کننده، راهاندازی می‌شوند. در این صورت مالکان مسئول راهاندازی سیستم نبوده و از تمامی مفاد قرارداد و ضمانت‌های موجود در مورد تجهیزات آگاهی ندارند (این امر در اکثر موارد رایج است). به عنوان مثال صفحات خورشیدی فتوولتائیک عموماً از ضمانتی ده ساله برخوردار هستند.

هر چند، در برخی از کشورها بحث و تبادل نظر اندکی با عرضه‌کنندگان تجهیزات صورت می‌گیرد، اما گزینه‌هایی در دسترس هستند که به ارائه مفادی

در مورد ضمانت طول عمر تجهیزات و خدمات پس از فروش می‌پردازند. تجربه حاصل از سراسر جهان در مورد اشکال متفاوت انرژی تجدیدپذیر نشان می‌دهد که این عامل در تداوم پذیری سیستم‌های کوچک نقشی حیاتی دارد.

گزینه‌های مالی مناسب

علاوه بر آن تجربه نشان می‌دهد که مجموعه‌ی تأمین سرمایه‌ی مناسب می‌تواند از توسعه سیستم‌های انرژی روسایی حمایت به عمل آورد. در بسیاری از موارد تأمین سرمایه اولیه برای سرمایه‌گذاری، بزرگترین مانع برسر راه نصب سیستم تلقی می‌شود و در حال حاضر رویکردهای بسیاری جهت غلبه بر این مانع وجود دارند. (بخش گزینه‌های تأمین سرمایه را در بخش ۲، مشاهده نمایید). علاوه بر آن، این امر نیز صحت دارد که گزینه‌های نامناسب تأمین سرمایه می‌توانند تأثیر شدیدی بر جوامع روسایی داشته باشند، تا حدی که نه تنها این جوامع را از راه‌اندازی سیستم عرضه انرژی باز می‌دارند، بلکه تا حدی آنها را معرض می‌نمایند که برای رهایی خویش باید تلاش بسیار نمایند.

ارزیابی موفقیت

یکی از بزرگترین مشکلات سیستم عرضه انرژی، ارزیابی سطح موفقیت آن پس از چند سال راه‌اندازی است. آگاهی از بهترین زمان برای اجرای ارزیابی نیز امر دشواری است. مثالی را در نظر بگیرید که در آن سیستم به دلیل حمایت تیم اصلی نصب، طی چند سال اولیه به خوبی عمل می‌نماید. پس از چهار یا پنج سال سیستم آسیب می‌بیند و دچار مشکل می‌شود در حالی که مدیران پروژه می‌کوشند تا در بلند مدت سیستم بتواند به عمل خویش ادامه دهد.

در نهایت سیستم بر مشکلات فائق می‌آید و نسبتاً از مشکلات موجود رهایی می‌یابد. اگر ارزیابی اولیه در این هنگام صورت پذیرد، سیستم در ظاهر موفق به نظر می‌رسد، اما اگر ارزیابی در اواسط کارسیستم صورت گرفته باشد، ارزیابی، عملکرد ناموفقی خواهد داشت و بار دیگر اگر در مرحله آخر مورد ارزیابی قرار گیرد باز هم طرح موفق ارزیابی خواهد گردید. مشخص نمودن بهترین دوره برای ارزیابی طرح امر دشواری است. اما در کل می‌بایست امکان ارزیابی سیستم پس از دو یا سه سال نصب و راهاندازی میسر باشد و همچنین امکان ارزیابی و مقایسه عملکرد سیستم نسبت به سال‌های پیش نیز فراهم گردد.

برای اجرای ارزیابی مناسب، بازگشت به ارزیابی اولیه‌ی نیازهای انرژی در هنگام طراحی سیستم و استفاده از این ارزیابی به عنوان معیار سیستم در برآورده نمودن نیازهای مذکور بهترین اقدام ممکن است. (بخش موجود در فصل اول ملزومات خدمات انرژی و به ویژه راهبرد نظارت خدمات انرژی را مشاهده نمایید). در ارزیابی عملکرد سیستم، تقسیم جامعه به همان شکلی که ارزیابی اولیه‌ی نیازهای انرژی صورت پذیرفت، امری حائز اهمیت است.

بخش دوم

گزینه‌های فنی

فصل چهارم

فن آوری‌های متداول

دیزل

موتور احتراق داخلی (IC) طی دهه‌های بسیاری مورد استفاده قرار گرفته و نقش بسیار مهمی را در تأمین انرژی برای مصارف روستایی ایفا می‌کند. بسیاری از واحدهای خود ایستا، انرژی لازم برای آسیاب نمودن، تولید انرژی برق در میزان کوچک، پمپاژ آب و دیگر موارد را فراهم می‌آورند. در بسیاری از شهرها و شهرک‌های اصلی کشورهای در حال توسعه کالاهای آماده به مصرف تجاری در ابعادی متناسب با مصارف گوناگون موجود می‌باشند. مناطق شهری و مراکز روستایی نیز به طور معمول از لوازم یدکی و شبکه نگهداری خوبی برخوردار می‌باشند.

موتور احتراق داخلی (IC) دو مدل اصلی دارد و می‌توان آنها را بر حسب نوع سوخت مصرفی یعنی بنزین یا گازوئیل طبقه‌بندی نمود. موتور بنزینی به طور عمده برای وسایل نقلیه کوچک و وسایل روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حالی که موتورهای گازوئیلی بیشتر برای تولید انرژی مداوم با بار بالاتر و دوره‌های طولانی مدت، مناسب می‌باشند، بنابراین در وسایل غیر متحرک و وسایل نقلیه تجاری از میزان مصرف بالاتری برخوردار هستند.



راهاندازی پمپ دیزلی

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی

فنی

اصول عملکرد موتور احتراقی

همانگونه که در بالا اشاره شد، تمایز اصلی میان انواع متدالو موتور در نوع سوخت مصرفی آنها می‌باشد. فرآیند اشتعال در موتور بنزینی و گازوئیلی تفاوت چشمگیری با یکدیگر دارند که در ذیل بیان می‌گردد: در موتور بنزینی ترکیب بنزین و هوایی که به درون سیلندر کشیده می‌شود فشرده شده (ضریب تراکم از ۴:۱ تا ۱۰:۱ است) و سپس توسط جرقه‌ای که در سیستم برق آن تولید می‌شود، محترق می‌گردد. از طرفی در موتور دیزلی هوا به تنها یی به درون سیلندر کشیده می‌شود و با ضریب بالاتری نسبت به موتور بنزینی متراکم می‌گردد (۱۴:۱ تا

۱۲۵)، در نتیجه تراکم مذکور، هوا ۷۰۰-۹۰۰ درجه گرم می‌شود، سپس مقدار معینی از سوخت دیزل به درون سیلندر تزریق می‌شود و به دلیل وجود حرارت بالا، سوخت همزمان با ورود، محترق می‌گردد. بنابراین موتور بنزینی اغلب به عنوان موتور احتراقی جرقه‌ای (SI) و موتور گازوئیلی به عنوان موتور احتراقی تراکمی (CI) نامیده می‌شوند.

با توجه به نوع چرخه نیز، نوعی تقسیم‌بندی فرعی در این دو نوع موتور وجود دارد: چرخه دو زمانه یا چهار زمانه. این نوع گروه‌بندی موتورهایی را که در هر بار گردش میل لنگ یا سایر چرخش‌ها دارای مرحله احتراقی می‌باشند از سایر موتورها متمایز می‌نماید. شیوه‌ی ترکیب و تزریق هوا و سوخت برای هر دو نوع چرخه متفاوت است. حجم موتورهای (IC) برای چرخه چهار زمانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این امر بر مبنای چرخه‌ای صورت می‌پذیرد که نخستین بار در سال ۱۸۶۲، آلفونس بودور و روشاں آن را مطرح و بعدها نیکولاوس اتو ورودلوف دیزل آن را به دو نوع بنزینی و گازوئیلی ارتقاء دادند.

در اینجا بر سیستم عملکرد موتور چهار زمانه نگاهی می‌اندازیم. از آنجایی که انرژی لازم تنها در خلال یکی از زمان‌های مذکور تولید می‌شود، موتور یک سیلندری چهارزمانه، گشتاور ضربه‌ای و انرژی خروجی را فراهم می‌سازد. با وجود پروانه یاترکیب پروانه با چند محوری که در ارتباط با یکدیگر بر روی میل لنگ نصب شده‌اند و به طور متناوب حرکاتی را انجام می‌دهند، حرکات نرم‌تری حاصل می‌گردد. تفاوت‌های بسیاری در شکل موتورها وجود دارد، از آن جمله می‌توان موتورهای ۴ یا ۶ سیلندری، خطی، افقی متضاد، وی شکل یا دایره‌ای شکل را نام برد.

جدول ۱-۴ نشان دهنده مقایسه‌ای میان مزایا و معایب نسبی موتورهای دیزلی و بنزینی می‌باشد.

جدول ۱-۴: مزایا و معایب موتورهای بنزینی در مقابل موتورهای دیزلی

بنزینی	دیزلی
مزایا	مزایا
معایب	معایب
سبکی - از این رو قابل حمل‌تر می‌باشند	هزینه‌های کمتر سوخت
هزینه‌های سرمایه‌ی پایین‌تری دارند	بازدهی بالاتر
نگهداری آنها ارزانتر تمام می‌شود	آمادگی دسترسی برای دامنه وسیعی
سرعت حرکت بالاتری دارند	از ابعاد و کاربردها را دارد
	سرعت حرکتی کمتر
چندان دوام پذیرنی‌ستند - به ویژه اگر به طور	نگهداری آن گرانتر تمام می‌شود
در یک نیروی معین سنگین‌تر و حجمی‌تر است	در یک نیروی معین سنگین‌تر و حجمی‌تر است
بازدهی پایین‌تری در قدرت مساوی	هزینه سرمایه بالاتری دارد
سوخت گرانتری دارند	
موتورهای خارج از ردیه کمتری در دسترس	
دارند	
موتورهای کوچک‌تر بیشتر قابل دسترس	
می‌باشند	آلودگی
آلودگی	

کاربرد انتخاب موتور

جهت انتخاب مناسب‌ترین موتور برای کار بردی خاص، عوامل گوناگونی را باید مدنظر قرار داد. دومین مسئله مهم قدرت و سرعت موتور است. قدرت مورد نیاز موتور در هر مورد توسط حداکثر بار مشخص می‌گردد. میزان قدرت موتور باید ۱۰ تا ۲۰ درصد بیش از حداکثر قدرت مورد نیاز مصرف کننده نهایی باشد. این امر از فشار آوردن به موتور در خلال روشن شدن موتورها یا توسط برخی از سیستم‌های روشناکی یا با بالا بردن مصرف انرژی به علت فرسودگی ماشین آلات، از بالا رفتن بیش از حد بار ماشین ممانعت به عمل می‌آورد.

به عنوان مثال، مولدی با خروجی انرژی مورد نیازی برابر با ۱۰ کیلووات و کارآیی ۷۵٪ درصد به موتوری با ظرفیت زیر نیاز دارد.

نیاز خروجی کارآیی	۱۰ کیلووات ٪۷۵
نیروی مورد نیاز میل لنگ	$10 \div 0.75 = 13\frac{1}{3} \text{ kW}$
نیروی مورد نیاز موتور	$13\frac{1}{3} \text{ kW} \times 1.10 = 14\frac{6}{3} \text{ kW}$

از آنجایی که انرژی موتور به طور معمول به صورت اسب بخار در نظر گرفته می‌شود. (یک اسب بخار برابر است با 746 kW ، می‌بایست موتوری به ابعاد ۱۹/۶ اسب بخار یا موتور استانداردی با ابعاد بالاتر را انتخاب نماییم. عامل مهم دیگری که در انتخاب یک موتور وجود دارد، سرعت آن است. سرعت در محور خروجی اندازه‌گیری شده و در هر دقیقه گردش (r.p.m) ارایه می‌گردد. هر موتور با میزان دامنه سرعت خاص خود عمل می‌نماید، سرعتی که در

موتورهای دیزلی کمتر (p.m. ۳۰۰۰—۱۳۰۰) و در موتورهای بنزینی بیشتر (r.p.m. ۱۵۰۰—۵۰۰) است. هر موتور سرعت بهینه‌ای دارد که در آن کارآیی سوخت به بالاترین حد می‌رسد. موتورها باید تا سرحد امکان با سرعتی نزدیک به سرعت مناسب خویش به کار گرفته شوند تا بدین ترتیب از کارآیی ضعیف و تشکیل رسوبات موتوری حاصل از احتراق ناقص که منجر به نگهداری بیشتر و هزینه‌های بالاتر می‌گردد، جلوگیری به عمل آید. برای تعیین سرعت لازم موتور، بار دیگر نگاهی به میزان بار مورد نیاز می‌اندازیم. در برخی از کاربردها سرعت موتور امری حیاتی نیست ولی در سایر موارد، به عنوان مثال در یک ژنراتور، هماهنگ نمودن سرعت مناسب امری حائز اهمیت می‌باشد. اگر سرعت هماهنگ مورد نظر حاصل گردد احتمال گشتاور مستقیم فراهم می‌گردد در غیراینصورت به برخی از اشکال دنده‌ای نیاز خواهیم داشت، به عنوان مثال سیستم کمربندی یا جعبه دنده، هزینه‌ی کلی افزوده و کارآیی را کاهش خواهد داد.

عوامل گوناگون دیگری نیز وجود دارند که می‌بایست در انتخاب موتور برای مصارف ویژه، آنها را مدنظر قرار داد. این عوامل شامل سیستم خنک کننده، شرایط زیست محیطی غیر معمول (غبار، خاک، سایر موارد) کیفیت سوخت، تعیین سرعت (ثبت یا قابل تغییر)، نگهداری ضعیف، سیستم کنترل، تجهیزات راهاندازی، نوع محرک، دمای محیط، ارتفاع و رطوبت می‌باشند. متون مربوط به عرضه کنندگان یا تولیدکنندگان که به رشته تحریر درآمده است اطلاعات لازم برای خرید یک موتور را ارایه می‌دهند.

ملزومات انرژی و مصارف

همانگونه که قبلاً اشاره شد، موتورهای بنزینی یا گازوئیلی از دامنه مصرف بالایی برخوردار می‌باشند. برخی از کاربردهای روستایی و ملزمات انرژی خاص آنها در زیر ارایه می‌گردند:

کاربرد	انرژی و بیزه لازم
پمپ‌های آبیاری در میزان کوچک	۲-۱۵ کیلووات
تولید برق در میزان کوچک	۲ - ۵۰ کیلووات
شارژ باتری	۵۰۰ وات
آسیاب غلات یا خرمن کوبی	۵-۱۵ کیلووات

مجموعه‌های ژنراتور دیزلی

به دلیل مصرف گسترده ژنراتورهای دیزلی در سراسر جهان، این نوع ژنراتورها به توجه بیشتری نیاز دارند. مجموعه‌های ژنراتور دیزلی در ابعاد تجاری مختلف از ۵ کیلووات تا ۳۰ مگاوات در دسترس می‌باشد: این مجموعه‌ها طول عمر زیادی دارند و به طور معمول از دوره عمر مفید ۷ تا ۱۰ سال (با کارکرد ۳۰/۰۰۰ ساعت) برخوردارند، اما ممکن است به دلیل عدم نگهداری مناسب، این مدت به شدت تقلیل یابد.



دستگاههای ژنراتور دیزلی در تمام دنیا مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - نیل کوبر

این مجموعه‌ها توسط افراد، شرکت‌های برق و شرکت‌های تجاری نصب می‌گردند و اغلب برای عرضه انرژی به شبکه‌های کوچک برق مناطق دور دستی مورد استفاده قرار می‌گیرند که تاکنون به شبکه ملی دسترسی نداشته‌اند. مجموعه‌های مذکور معمولاً با کنترل کننده‌ای که به‌طور خودکار همگام با تغییر بار مجموعه، سرعت ماشین را تغییر می‌دهند هماهنگ هستند، بنابراین ولتاژ و فرکانس را ثابت نگه می‌دارند.

کارآیی ماشین به میزان بار آن بستگی دارد. هنگامی که الگوی بار (الگوی مصرف انرژی در طی روز)، نیازمند کارآیی بیشتر باشد، دو یا چند ماشین کوچکتر به کار برده می‌شوند تا کارآیی بیشتری حاصل گردد. مجموعه ژنراتورهای دیزلی

که تقریباً پر سر و صدا می‌باشند به‌طور معمول در نیروگاه‌های کوچک جداگانه دور از محوطه ساختمان یا خارج از شهر نصب می‌گردند (بسته به کاربرد آنها). مجموعه ژنراتورهای بنزینی ابعاد کوچک‌تری دارند که بین ۵۰۰ وات تا چندین کیلووات می‌باشند و طول عمر آنها نسبت به نوع گازوئیلی کوتاه‌تر است (۵۰۰۰ ساعت). این نوع ژنراتورها بیشتر برای مصارف حرکتی و نیازهایی در حد بسیار کوچک مناسب می‌باشند.

سوخت‌های جایگزین

موتورهای احتراق داخلی (IC) برای استفاده از سوخت‌های نفتی طراحی شده‌اند، هر چند که عملکرد آنها فقط به این نوع سوخت‌ها محدود نمی‌شود، اتانول و متanol (که به عنوان الكل شناخته شده‌اند) مستقیماً جایگزین بنزین می‌شوند و روغن‌های گیاهی را نیز می‌توان به طور مستقیم جایگزین گازوئیل نمود. از دهه ۱۹۷۰ میلادی تاکنون تهدید گرانی هر چه بیشتر سوخت‌های نفتی مشوق آزمایش این گونه سوخت‌ها و سایر سوخت‌های جایگزین حاصل از بیوماس بوده است. اتانول به صورت تجاری به عنوان سوخت موتور در بزرگ استفاده می‌شود. در برخی از کشورها با بنزین مخلوط می‌گردد تا مخلوطی با نام بنزین الكلی^۱ را تولید سازد. دسترسی به سوخت‌های جایگزین برای موتورهای احتراق داخلی (IC) بدین معناست که در آینده‌ی نزدیک موتورهای احتراق داخلی (IC) رقیب‌های جدی برای کاربردهای غیر متحرک در جهت تأمین نیروی محور به شمار می‌آیند، به ویژه در مواردی که مصرف نهایی انرژی در حد پایین‌تری باشد.

موارد

سیستم‌های هیبریدی^۱

در برخی موارد سیستم‌های ترکیبی یا مختلط در جهت ایجاد یک گزینه قابل انعطاف و مقرن به صرفه برای سیستم‌های بنزینی یا گازوئیلی خالص مورد استفاده قرار می‌گیرند. سیستم‌های ترکیبی دو یا چند فن‌آوری را با یکدیگر ترکیب می‌نمایند تا بدین وسیله قابلیت‌های یکدیگر را افزایش دهند. به عنوان مثال، یک توربین بادی را می‌توان برای اتصال به یک مجموعه ژنراتور دیزلی به کار برد. هنگامی که به دلیل کمبود باد، خروجی انرژی توربین بادی از یک حد مشخصی پایین‌تر شود، می‌توان ژنراتور دیزلی را به منظور تأمین و جبران کمبود انرژی مورد نظر، به کار گرفت. بسته به شرایط موجود ممکن است سیستم‌های مذکور از ترکیب فن‌آوری‌های ناب انرژی تجدیدپذیر یا فن‌آوری‌های انرژی سوخت فسیلی، حاصل گردند. طراحی دقیق در چنین سیستم‌هایی امری حائز اهمیت است.

هزینه

هزینه نقش مهمی در انتخاب فن‌آوری برای کاربردهای روسایی دارد. در بررسی و تحقیق در مورد گزینه‌های متفاوت، دو هزینه اصلی وجود دارند. این هزینه‌ها شامل هزینه‌ی سرمایه و هزینه‌های جاری می‌باشند. در موتورهای گازوئیلی نظیر پمپ‌های آبیاری، آسیاب ذرت یا ژنراتورهای الکتریکی، هزینه تجهیزات در مقایسه با هزینه فن‌آوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پایین‌تر است، اما هزینه‌های جاری بالاتری دارند. هزینه‌های جاری مستقیماً به میزان انرژی مصرفی

1. Hybrid

و هزینه سوخت بستگی دارند. به خاطر سپردن این موضوع که در بلند مدت هزینه‌های سوخت موتور بنزینی یا گازوئیلی در مقایسه با سرمایه اولیه بیشتر خواهد بود، قابل توجه است.

به عنوان مثال، اگر یک موتور گازوئیلی برای آسیاب نمودن مورد استفاده قرار گیرد، هزینه افزوده شده اضافه نمودن یک ژنراتور در جهت عرضه انرژی برای مصارف روشنایی یا شارژ باتری احتمالاً بسیار پایین خواهد بود. بسیاری از ماشین‌ها به دلیل فقدان سرمایه جهت تأمین سوخت یا کمبود سوخت وارداتی مدت‌های مديدة بدون استفاده باقی می‌مانند. سوخت به آسانی نیز سرقت می‌شود. بخش مقایسه هزینه گزینه‌های انرژی در فصل ششم را برای کسب اطلاعات و مقایسه هزینه‌های منابع متفاوت عرضه انرژی، مشاهده نمایید.

عرضه‌کنندگان، قطعات یدکی و نگهداری

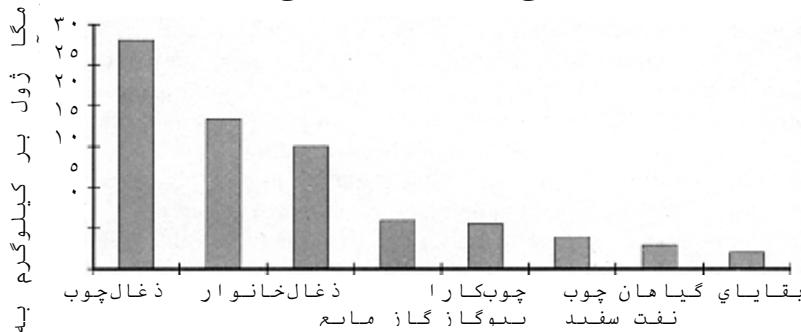
عامل مهمی که در مورد خرید یک موتور باید به آن توجه نمود، در دسترس بودن قطعات یدکی آن، در کشور است. اگر در کشور نمایندگی یا عرضه کننده سازنده ماشین خریداری شده، حضور داشته باشد، مشکل تهیه لوازم یدکی وجود نخواهد داشت. از این رو، امروزه بسیاری از ماشین‌ها در کشورهای در حال توسعه تولید می‌شوند. به طور معمول تولیدکنندگان در شهرها و شهرک‌های اصلی اکثر کشورهای جهان نمایندگی‌های متعددی دارند. کسب آگاهی در مورد وجود یا عدم وجود نمایندگی در کشور، قبل از خرید، امری ارزشمند است. برخی از کشورها تحت تأثیر محدودیت‌های تجاری یا تحریم بازرگانی قرار دارند، این موضوع دسترسی به لوازم یدکی را دشوار می‌نماید.

در جهان در حال توسعه، حفظ و نگهداری هر نوع ماشین موضوعی تکراری است که توجه بسیاری را به خود معطوف داشته است، اما این امر هنوز مشکلات بسیاری را در بر دارد. حصول اطمینان از این بابت که ماشین به طور منظم توسط فردی با کفایت مورد مراقبت قرار گیرد، حائز اهمیت است. در مناطق روستایی دور افتاده مراقبت منظم از ماشین مشکلاتی را به همراه دارد. اغلب در این مناطق کسی که از دانش ماشین بهره‌مند باشد وجود ندارد و اگر در امر مراقبت از ماشین هیچ اقدامی صورت نپذیرد بهتر از آن است که این کار مهم را به فردی ناشی بسپاریم. آوردن یک مکانیک حرفه‌ای از نزدیکترین شهر جهت امر نگهداری نیز بسیار گران تمام خواهد شد. فرستادن یکی از اهالی محل برای آموزش، در اجرای امر نگهداری منظم و شایسته بسیار ارزشمند می‌باشد.

گاز مایع و نفت سفید

بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه برای برطرف نمودن نیازهای انرژی خود از سوخت‌های بیوماس استفاده می‌نمایند. این سوخت‌ها دامنه وسیعی دارند و شامل هیزم، ذغال، ضایعات کشاورزی و فضولات حیوانی می‌باشند. در مناطق روستایی، دیگر منابع سوختی‌ای که روستاییان توانایی مالی استفاده از آن را داشته باشند، کمتر قابل دسترس هستند. با این وجود همگام با رشد درآمد، مردم هر چه بیشتر به مصرف سوخت مدرن روی می‌آورند. هنگامی که مردم توان تهیه گاز مایع یا نفت سفید برای آشپزی را داشته باشند، این سوخت‌ها را به هیزم یا فضولات حیوانی ترجیح می‌دهند. همانگونه که در شکل ۴-۱ مشاهده می‌نمایید، نفت سفید و گاز مایع بسیار کارآمدتر و کم زیان‌تر بوده و استفاده از

آنها برای آشپزی آسانتر است. نفت سفید نیز به طور گسترده در کشورهای در حال توسعه به منظور روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۴ - کارآبی انرژی سوخت‌های منتخب آشپزی

منبع: انرژی روستایی و توسعه، بانک جهانی واشنگتن دی سی، ۱۹۹۶

فنی

نحوه تشکیل، استخراج و تصفیه نفت سفید و گاز مایع

نفت سفید یک سوخت فسیلی مایع است. این سوخت اغلب در حجم بالا منتقل می‌گردد و در کشورهای در حال توسعه به صورت لیتری و در بطری خریداری می‌شود. در مراکز روستاهای نفت به صورت متداول از طریق فروشگاه‌های کوچک خرده فروشی یا تعمیرگاه خودروها به فروش می‌رسد.

نفت سفید به طور عمدۀ فقط برای آشپزی و روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک اجاق نفتی که طراحی مناسبی داشته باشد می‌تواند کارآبی و سرعت پخت را افزایش دهد. این نوع اجاق در مقایسه با سایر فناوری‌های آشپزی روستایی به راحتی کنترل می‌شود، مناسب و پر طرفدار است. استفاده از نفت می‌تواند از بیماری‌های مربوط به محیط دودآلود جلوگیری نماید و به حفظ

درختان و کاهش زمان مورد نیاز برای جمع‌آوری هیزم در مناطقی که هیزم کمیاب است کمک کند.

از سوی دیگر، اجاق‌های نفتی بویی نامطبوع متصاعد می‌نمایند و می‌توانند در صورت عدم استفاده مناسب یا استفاده از تجهیزات معیوب خطرناک باشند. روش نمودن یک اجاق نفتی نیز کسل کننده است و کار کردن آنها نیز گهگاه سر و صدا ایجاد می‌نماید. هزینه‌ی خرید نفت در بسیاری از بخش‌های جهان در حال توسعه گزارف بوده و اغلب کیفیت آن پایین است.



نفت سفید در مراکز روستایی سراسر جهان به فروش می‌رسد

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - لیندل کین

گاز مایع یا گاز کپسولی شامل گاز بوتان یا پروپان است که هر دو از گازهای هیدروکربنی می‌باشند و در خلال فرآیند پالایش نفت، تولید می‌شوند. این گازها در دمای طبیعی گازی شکل هستند، اما پس از فشردگی به حالت مایع در می‌آیند. گاز مایع نوعاً در سیلندرهایی با ابعاد متفاوت خریداری می‌شود. این نوع

سوخت به طور عمدۀ در آشپزی کاربرد دارد و استفاده از آن بسیار ساده است. گاز مایع کار آمد بوده و تمیز می‌سوزد. هزینه‌ی اولیه‌ی بسیار بالای خرید وسایل و فن‌آوری سیلندرهای به نسبت پیشرفته، بی‌نظمی عرضه و خطر انفجار باعث می‌شود که گاز مایع در بخش اعظمی از مناطق فقیر نشین مورد استفاده قرار نگیرد. معمولاً سیلندرها در ایستگاه‌های پرسازی معاوضه می‌شوند و از آنجایی که تعداد اندکی از این ایستگاه‌ها در مناطق روستایی وجود دارند و سیستم حمل و نقل آنها ضعیف است، دسترسی به این منبع سوختی نیز دشوار می‌باشد.

سخت افزار

نفت سفید

انواع متفاوتی از اجاق‌ها و لامپ‌ها در دسترس هستند، اما دو نوع اصلی آن، اجاق فتیله‌ای و اجاق فشاری می‌باشند. انتخاب یکی از این دو اجاق آسان است. اجاق فشاری قوی‌تر است اما در کل گرانتر بوده و به دلیل پیچیدگی فن روشن کردن و محتويات فشرده‌ی درون آن، بیشتر در معرض حادثه قرار دارد. خلاصه‌ای از شرح هر یک از این اجاق‌ها در زیر ارایه گردیده است.

اجاق فتیله‌ای

این نوع اجاق می‌تواند یک یا چند فتیله داشته باشد. اجاق‌های پیشرفته نفتی فتیله‌ای می‌توانند از 30° یا 40° فتیله تشکیل شوند و حداکثر انرژی‌ای برابر با 5 کیلووات را با کارآیی 50 درصد تولید نمایند. اجاقی با طرح معمولی، مجموعه‌ای از فتیله‌ها را با یکدیگر هماهنگ می‌سازد، فتیله‌هایی که معمولاً از پنبه بافته و به

آرامی تابیده شده‌اند و بر روی یک پایه قرار گرفته‌اند تا به وسیله‌ی محور یا پیچ کنترل، بالا یا پایین کشیده شوند.

اجاق فشاری

اجاق نفتی فشاری استاندارد متشکل از یک مخزن سوخت (اغلب به وسیله تلمبه دستی پیستونی فشرده می‌شود)، یک بخار سوز و یک محفظه نگهدارنده می‌باشد. سوخت نفتی تبخیر شده‌ی تحت فشار، در لوله به حرکت در می‌آید و با هوای اولیه‌تر کمپ می‌شود تا شعله‌ای آبی و قوی را تشکیل دهد. برای آغاز فرآیند، تبخیر کننده بایستی با استفاده از شعله‌ای الکلی از پیش گرم شود، این شعله در یک سینی که در زیر تبخیر کننده نصب گردیده است به مدت چندین دقیقه می‌سوزد. هنگامی که حرارت تبخیر کننده به حد کافی بالا رود، نفت به واسطه حرارت شعله‌ی آشپزی بخار می‌شود در این موقع می‌توان شعله الکلی را جدا نمود.

این فشار پیوسته، نفت را به درون تبخیر کننده وارد می‌کند که توسط پیچ تنظیم کننده یا تنظیم فشار مخزن کنترل می‌شود و بدین ترتیب شدت شعله را کنترل می‌نماید. همچنین طرح‌های بسیاری در دسترس می‌باشند که طبق این قاعده عمل می‌کنند، برخی از آنها که بیش از یک تبخیر کننده دارند برای ایجاد حلقه‌های آشپزی چندگانه تعییه شده‌اند. ابزار دیگر فشرده‌سازی نفت، استفاده از مخزن سردار است. هر چند این مخزن نیازی به مخزن فشاری ندارد اما استفاده از اجاق را دشوارتر می‌سازد. خروجی حداکثر انرژی این نوع اجاق بین ۳ تا ۱۰ کیلووات است.



اجاق فشاری نفت سفید

عکس از: اینترمیت تکنولوژی

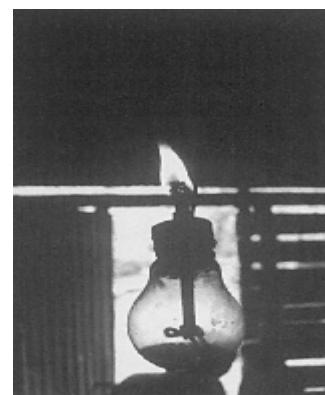
برای ارزیابی عملکرد فنی اجاق نفتی موارد زیر را باید مدنظر قرار داد:

- حداکثر قدرت
- میزان کارآیی در نیروهای خروجی مختلف
- توانایی کنترل انرژی خروجی که با عنوان ضریب کاهش شناخته می‌شود.
- استانداردهای امنیتی

ضریب پایین کشیدن شعله امری حائز اهمیت می‌باشد زیرا اغلب غذا می‌بایست با خروجی کمتر انرژی، کم کم جوشیده شود.

روشنایی: با نگاهی به فن آوری روشنایی حاصل از نفت سفید در می‌باییم که تفاوت چندانی میان فن آوری اجاق و روشنایی وجود ندارد. دو نوع اصلی لامپ‌های نفتی نیز فتیله‌ای و فشاری می‌باشند. لامپ فشاری که با نام Tilley Petromax یا شناخته می‌شود، با شیوه‌ای مشابه با اجاق فشاری عمل می‌نماید. اما شعله آن در یک محفظه‌ی رویه دار که در اثر حرارت زیاد مشتعل می‌گردد نور قابل رویتی را

ایجاد می کند. لامپ فتیلهای چندین شکل دارد و شامل انواع ساده، ساخت محلی، لامپ فتیلهای در قوطی و فانوس‌های بادی (یا دریایی) و پیشرفته‌تر می‌باشد.



لامپ فانوسی

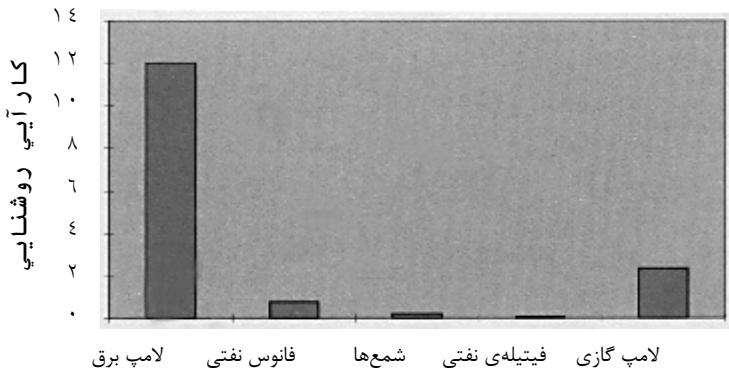
عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - آروی‌ولادوچاگ

نمونه‌ای از لامپ فیتیلهای

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - دایرس

کارآیی چنین لامپ‌هایی بسیار پایین است. نمودار ۴-۲ نشان دهنده مقایسه‌ای میان اثر درخشندگی انواع گوناگون فن‌آوری‌های روشنایی است، که دارای شعله می‌باشند.

خدمات انرژی روستایی



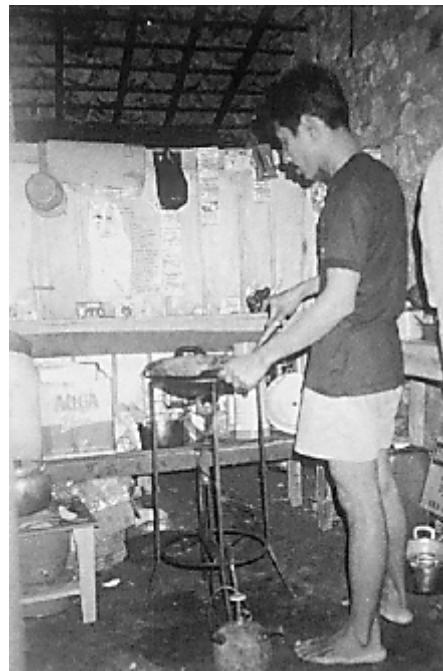
نمودار ۴-۲- کارآیی روشنایی لامپ های شعله ای

منبع: انرژی روستایی و توسعه، بانک جهانی، واشنگتن دی سی ۱۹۹۶

کارآیی روشنایی، برابر است با میزان نور منتشر شده توسط یک منبع تقسیم بر مقدار توان مصرف شده.

گاز مایع

اجاق های آشپزی که با گاز مایع کار می کنند، اشکال و ابعاد گوناگونی دارند این نوع اجاق ها از دایره های سوزان و ساده و حفاظی برای تابه و یک کپسول گاز مایع ۳ تا ۶ کیلویی تشکیل شده اند. اجاق های چند دایره های که دارای اجاق ترکیبی هستند نیز در دسترس می باشند.



استفاده از اجاق گاز مایع

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - ام لید بتر

لامپ‌های گازی از یک محفظه روشن کننده که با زمین اتصال ظرفی دارد، تشکیل شده‌اند و از این جهت با لامپ‌های فشاری نفتی شباهت دارند، زیرا گاز با شعله آبی رنگی که درخشندگی ندارد می‌سوزد. لامپ‌های گازی که ساختاری ساده دارند شامل دو بخش گیرنده محفظه و پیچ تنظیم کننده هستند و هر دو به طور مستقیم به کپسول متصل می‌باشند. کاربرد دیگر گاز مایع در سردسازی است. گاز به عنوان منبع گرمایش در رابطه با جذب چرخه سردسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا سرمای لازم جهت نگهداری از واکسن‌ها و آب سردکن‌های بیمارستانی را فراهم نماید. علاوه بر آن گاز را می‌توان در بیمارستان‌ها برای فرآیند میکروب‌زدایی مورد استفاده قرار داد.

سایر موارد

یارانه‌ها

گاهی یارانه‌های دولتی برای کاهش هزینه سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرند تا بدین ترتیب مصرف سوخت را تشویق نموده و هزینه‌ها را به طور مساوی میان بخش‌های مختلف کشور تقسیم نمایند. اغلب در کشورهایی که با کمبود منابع سوخت‌های سنتی روپرتو هستند یا دولت آنها نیاز به مدرن‌سازی بخش انرژی را احساس می‌نماید، تخصیص یارانه امری حائز اهمیت است. از آنجایی که تخصیص یارانه‌ها برای دولت گران تمام می‌شود، زیان بار هستند. یارانه‌ها غالباً بخش اعظم بودجه‌ی ملی را مصرف می‌نمایند و کمیت سوخت موجود را محدود می‌سازند. برخی در این باب به بحث می‌پردازند که آزادسازی بازار، روشی مؤثرتر در امر تشویق ایجاد تغییر و تحول در عادات مصرف سوخت به شمار می‌آید.

اجاق‌های بیوماس پیشرفته – جایگزین موجود

یک جایگزین مناسب برای تشویق مصرف سوخت‌های مدرن ایجاد شیوه‌هایی کم هزینه در بهبود کارآیی و مطلوب بودن فن‌آوری‌های سنتی سوخت احتراقی است. جهان در حال توسعه اقدامات بسیاری را در مورد اجاق‌های پیشرفته انجام داده است تا بدین ترتیب سوخت‌های بیوماس را وارد چرخه مصرف نماید. بخش اعظم تلاش‌ها در جهت بهبود کارآیی (کاهش مصرف سوخت و سپس زمان جمع آوری) و خارج کردن دود از محیط مصرف‌کننده صورت پذیرفته است (تا مشکلات بهداشتی مرتبط با مصرف سوخت سنتی مرفوع گردند). بسیاری از تکنیک‌های اجاق‌های پیشرفته بیوماس در سراسر جهان، توسعه یافته و برگزیده شده‌اند.

قابلیت دسترسی و هزینه‌ی مقایسه‌ای چنین اجاق‌هایی به طور مستقیم نیاز تغییر به منابع سوختی مدرن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (بخش بیوماس در فصل پنجم را مشاهده نمایید).

اتصال شبکه‌ای

انرژی برق بی‌نهایت کاربرد دارد، پاکیزه و آسان است و می‌توان آن را با فشار یک کلید وصل یا قطع نمود. نیروی برق مزایای اجتماعی بسیاری را در تمام زمینه‌های زندگی بشر به همراه داشته است. برق شیوه‌ای ارجح در عرضه انرژی برای بسیاری از وسایل خانگی و روشنایی است، اما اتصال به شبکه برق ملی امری است که در مناطق روستایی جهان در حال توسعه به ندرت اتفاق می‌افتد. در اکثر کشورهای فقیرتر جهان، درصد اتصال روستاییان به شبکه برق ملی کمتر از ۵ درصد برآورد شده است. دلایل فنی و اقتصادی بسیاری وجود دارند که برقراری اتصال با شبکه را دشوار می‌نمایند. دلایل مذکور در این فصل به اختصار مورد توجه قرار می‌گیرند. در مناطق شهری جهان در حال توسعه اتصال به شبکه برق امری عادی‌تر به شمار می‌آید.

احتمالات دیگری برای تأمین انرژی برق در مناطق روستایی وجود دارند. در بسیاری از مناطق که به انرژی برق نیاز است اما به آسانی نمی‌توان به شبکه دسترسی داشت، می‌توان با استفاده از منابع محلی، شبکه‌های محلی (یا شبکه میکرو) را راه‌اندازی نمود. این شبکه‌های محلی شامل مجموعه ژنراتورهای دیزلی یا سیستم انرژی برق آبی کوچک می‌باشند. برخی از خانه‌ها می‌توانند به صورت انفرادی به سیستم‌های خوداتکایی متصل شوند که از طریق منابع گوناگون انرژی تغذیه می‌گردند.

فنی

شبکه

شبکه ملی، شبکه‌ای از خطوط انرژی است که انتقال و توزیع برق را در یک بخش یا در تمامی بخش‌های کشور فراهم می‌آورد. این شبکه می‌تواند به یک منبع انرژی منفرد یا کارخانه تولید برق متصل باشد. اما معمولاً این شبکه به سایر نیروگاه‌ها متصل می‌گردد تا شبکه‌ای مطمئن‌تر و قابل انعطاف‌تر را به وجود آورد. معمولاً انرژی برق با ولتاژ بسیار بالایی منتقل می‌شود، ولتاژی که نوعاً به چند صد هزار ولت می‌رسد (بسته به انرژی منتقل شده، راهبردهای ملی و غیره). این امر همانطور که میزان افت را کاهش می‌دهد این معنی را نیز در بردارد که می‌توان از رسانگرهای کوچکتری استفاده نمود و هزینه کلی شبکه را کاهش داد. حجم برق تولید شده با جریان متناوب ۳ فاز (a.c. ۵۰-۶۰ Hz) منتقل و به صورت ۳ فاز یا تک فاز، بنابر ملزمات مصرف نهایی، میان مصرف‌کنندگان تقسیم می‌گردد. انتقال به صورت جریان مستقیم (d.c) نیز صورت می‌پذیرد. بنابر دلایل زیر در انتقال‌هایی با فواصل طولانی، جریان مستقیم به متناوب ترجیح داده می‌شود:

- نیازی به جریان ثابت ظرفیت نیست.
- کنترل آن آسانتر است و
- پیوستن به سیستم‌های فعال در طول موج‌های متفاوت، آسانتر است.
- تجهیزات مورد نیاز برای تبدیل جریان مستقیم به متناوب و بر عکس، گرانقیمت بوده و انجام چنین کاری پیچیده و دشوار است. بنابراین جریان مستقیم همیشه هم، بهترین گزینه نیست.

پس از تولید برق با استفاده از ترانسفورماتور، ولتاژ برای انتقال و توزیع افزایش می‌یابد و سپس برای مصارف نهایی، ولتاژ مجدداً کاهش می‌یابد برای اجرای این امر نیز به ترانسفورماتور نیاز است. هنگامی که ظرفیت شبکه کاهش می‌یابد، فرآیند کاهش به طور معمول در چندین مرحله صورت می‌پذیرد. ولتاژ خاص مصرف کننده داخلی ۲۴۰ ولت است که به استانداردهای ملی بستگی دارد.

هزینه‌ی اتصال به شبکه

موانع بسیار زیادی بر سر راه برق‌رسانی شبکه‌ای مناطق روستایی وجود دارند. نخستین مانع، مسئله‌ی هزینه است. هزینه‌ی سرمایه‌ی سیستم توزیع بسیار سنگین و حجم تقاضای مناطق روستایی بسیارند ک است. این امکان وجود دارد که خانه‌ها به طور پراکنده از هم قرار گرفته باشند و مصرف کنندگان روستایی اغلب خواستار استفاده از چند لامپ و یک رادیو در اوقات شامگاهی باشند. در این صورت انگیزه‌ی ضعیفی برای شرکت‌های تولید برق وجود دارد تا به گسترش شبکه در مناطق روستایی دور افتاده بپردازند.

اغلب مراکز مناطق روستایی، برق‌رسانی می‌شوند اما معمولاً یا پیشرفت شبکه در این مناطق متوقف می‌گردد یا به دلیل گرانی هزینه‌های رسانگرهای ولتاژ بالا، روستائیان مناطق دور افتاده نادیده گرفته می‌شوند. در جوامع فقیرتر هزینه سیم کشی خانگی، خرید لوازم برقی و قیمت‌های برق نیز می‌توانند عوامل محدود کننده به شمار آیند.



سیستم شبکه در مناطق روستایی

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - استیو فیشر

سایر موانع موجود در اتصال به شبکه

گرچه ارایه برق به یک جامعه محلی اغلب همگام با ایجاد انگیزه برای فعالیت‌های درآمدزا می‌باشد و به طور تدریجی میزان مصرف نیز افزایش می‌یابد، اما به طور طبیعی و عادی شرایط مناسب برای ارایه برق به مناطق روستایی وجود ندارد. اغلب فعالیت‌های تجاری و صنعتی در مراکز محلی متمرکز هستند. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، ظرفیت تولید موجود، قادر به رفع نیاز میزان تقاضا نمی‌باشد. قطع برق یکی از مواردی است که به ویژه با رشد سریع فرآیند شهرسازی به امری متداول مبدل می‌گردد.

اتصال به شبکه‌ی کم هزینه

در جایی که اتصال شبکه‌ای، یک گزینه محسوب می‌شود، خواه این شبکه ملی یا میکرو باشد، یک روش برای آنکه شبکه را قابل دسترس روستاییان قرار داد به طوری که آنان توانایی مالی استفاده از آن را داشته باشند، این است که هزینه‌های اتصال و صورت حساب‌های بعدی آن‌ها را در پایین‌ترین حد ممکن در نظر بگیرند. غالباً مصرف برق خانگی روستاییان پایین است. راه حل‌های زیادی موجود می‌باشند که می‌توانند به ویژه به خانواده‌های کم درآمد یاری رسانند تا آنان نیز بتوانند از نعمت اتصال به شبکه بهره‌مند گردند. این راهبردها همچنین به بازگشت سرمایه شرکت‌های برق نیز کمک می‌نمایند واز قرار زیر می‌باشند:

- **عرضه‌ی محدود بار:** محدود کننده‌های بار از طریق محدودیت میزان مقرر جریان عرضه به مصرف کننده عمل می‌نمایند. اگر جریان بیش از میزان مقرر باشد تجهیزات به طور خودکار عرضه انرژی را قطع می‌کنند. مصرف کنندگان بدون توجه به میزان کل انرژی مصرف شده ملزم به پرداخت مبلغ شارژ ثابت ماهیانه می‌باشند. ابزار این کار ساده و ارزان قیمت است و نیازی به کنتورهای گران قیمت و خواندن متعاقب آن را ندارد.
- **کاهش هزینه‌های خدماتی اتصال:** عرضه محدود بار به کاهش هزینه‌های رساننگرها نیز کمک می‌کند. زیرا اگر حداکثر نیروی مصرفی پایین باشد می‌توان از رساننگرهای کوچکتری استفاده نمود. همچنین گاهی اوقات می‌توان کابل‌های قطبی متناوب را به منظور کاهش هزینه‌ها به کار برد.
- **سیستم‌های سیم کشی پیش ساخته:** سیم‌های روکش دار بافته شده‌ای که می‌توانند به صورت "آماده نصب" تولید شوند، نه تنها هزینه‌ها را کاهش خواهند داد بلکه استانداردهای ایمنی را نیز تضمین می‌نمایند.

- اعتبار: شیوه‌های اعتباری به خانواده‌ها این فرصت را می‌دهند تا بتوانند بر سد مشکلات هزینه‌های اولیه جهت ورود و اتصال به شبکه فایق آیند. هنگامی که اتصال به شبکه برقرار شد، صرفه‌جویی انرژی در دیگر سوخت‌ها، توانایی بازپرداخت را برای مصرف‌کنندگان میسر می‌سازد. به عنوان مثال، استفاده از برق برای روشنایی فقط کسری از هزینه استفاده ازنفت سفید بدین منظور را شامل می‌شود.
- شرکت جامعه‌ی محلی: تشکیل کمیته‌های محلی و تعاونی‌هایی که در تمام مراحل فرآیند برق‌رسانی پیش فعال باشند، می‌توانند همگام با ارایه خدمات برتر در کاهش هزینه‌ها مؤثر باشند. به عنوان مثال جامعه‌ی محلی جمع‌آوری درآمدها می‌تواند هزینه جمع‌آوری را برای شرکت برق و مصرف‌کنندگان تقلیل دهد.

مناطق کاربرد

مصارف

کاربرد برق دامنه وسیعی دارد. موتورهای الکتریکی نیروی میل لنگ را تأمین می‌کنند، نیرویی که می‌توان از آن برای فعالیت‌های متعدد صنعتی و کشاورزی و همچنین در ترابری استفاده نمود. با تری‌ها شرایط ذخیره برق را برای موقع لزوم فراهم می‌آورند. در بافت روستایی، برق مصارف بسیاری دارد، موارد زیر برخی از مصارف مذکور را در بر می‌گیرند:

روشنایی - که احتمالاً مهمترین نوع پمپهای آبیاری	صرف از دیدگاه جامعه است
فرآیند (شامل آسیاب، روغن‌کشی، خرمن کوبی و سایر موارد)	ارتباطات - تلویزیون، رادیو و غیره
کارگاه‌های کوچک (نجاری، آهنگری خودروهای موتوری و غیره)	گرمایش آب
بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی	آشپزی
تجارت‌های کوچک - صنایع سنتی روستایی و بسیاری از موارد دیگر	سردسازی
ماشین‌های نساجی پمپاژ آب از رودخانه‌ها، آب انبارها (درسطح محلی)	

ارایه برق به یک منطقه می‌تواند تأثیری ژرف بر آن جامعه داشته باشد. برق

مزایای خدماتی پیشرفت‌های نظری روشنایی در مراکز بهداشتی، بیمارستان‌ها و

مدارس و سردسازی واکسن‌ها را در بر می‌گیرد. دستاوردهای اجتماعی دیگری

چون روشنایی خیابان، سینما و تلویزیون و خدمات جامعه‌ی محلی از جمله

آسیاب غلات، چرخ اره یا شارژ باتری به دلیل دسترسی به برق می‌باشند (که اغلب

جانشینی برای اتصال به شبکه برق رسانی محسوب می‌شوند).

ارایه برق، اشتغال‌زایی خلاق در مناطق روستایی را بهبود بخشیده و بر رشد

اقتصادی و اجتماعی تأثیر مثبت می‌گذارد.

موارد ویژه

شبکه در برابر سیستم‌های مستقل

یکی از روش‌های اجتناب از هزینه محدود کنندهٔ شبکهٔ توزیع، تمرکزدایی ظرفیت تولید انرژی و نصب شبکه‌های محلی کوچک با ولتاژ پایین است که با عنوان شبکه‌های میکرو شناخته می‌شوند. در حال حاضر راهاندازی چنین شبکه‌هایی بخش اعظم فعالیت برق‌رسانی روستایی در برخی از کشورها را تشکیل می‌دهد. شبکه‌های برق‌رسانی محلی شرایط استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر محلی را فراهم می‌کنند. منابع انرژی نظیر انرژی برق آبی کوچک، خورشیدی (فتولتائیک)، نیروی باد و بیوگاز با موفقیت کامل در پروژه‌های برق‌رسانی روستایی کشورهای در حال توسعه به کار گرفته می‌شوند.

طراحی و اجرا

طراحی برنامه برق‌رسانی در سطح ملی کار پیچیده‌ای است و در انجام این امر می‌باشد موارد بسیاری را مدنظر قرار داد: سیاست‌گذاری انرژی، ظرفیت تولید، اولویت مناطق و نواحی، طراحی شبکه، هماهنگی عرضه و تقاضا، شناخت بازار، گزینه‌های فن‌آوری، مدیریت بار الکتریسیته، قیمت‌گذاری تأمین سرمایه، تولید تمرکزدایی شده یا متتمرکز، گزینه‌های سوخت و سیاست توسعه ملی، از جمله این موارد می‌باشند.

فصل پنجم

منابع انرژی تجدیدپذیر

بیوماس

بیوماس چیست؟

بهره برداری از انرژی بیوماس نقش کلیدی در تحول بشر را ایفا نموده است. به طوری که تا این اواخر بیوماس تنها شکلی از انرژی بود که به طور مؤثر توسط بشر استفاده می‌شد و هنوز هم منبع اصلی انرژی برای رفع نیازهای داخلی بیش از نیمی از جمعیت جهان به شمار می‌آید.

از دیدگاه سنتی، کسب انرژی از بیوماس به سه مقوله متمایز تقسیم‌بندی می‌گردد:

- بیوماس جدید، شامل استفاده از درختان، ضایعات کشاورزی، فضولات حیوانی و انسانی (هر چند که منبع سوخت جامد نیست، اما به دلیل تناسب در این مقوله گنجانده می‌شود)، سپس ضایعات صنعتی و خانگی برای سوزاندن مستقیم جهت تولید گرما می‌باشد. اغلب بیوماس جامد تحت فرآیندهای فیزیکی نظیر قطع کردن، خرد کردن و قالبسازی قرار می‌گیرد، اما با این وجود شکل جامد خود را حفظ می‌نماید.
- بیوگاز، از هضم غیر هوایی (در محیط خلاء) ماده آلی به دست می‌آید تا بدین ترتیب گاز متان قابل احتراق را تولید نماید. ضایعات حیوانی و شهری اغلب به عنوان ماده خام هضم غیر هوایی به کار می‌روند. به عنوان مثال در انگلستان ضایعات شهری برای تولید گاز مصرف می‌شوند. این ضایعات پس از تولید گاز می‌سوزند.
- بیوگاز مایع، به واسطه پردازش گیاهان، دانه‌ها یا میوه‌های متفاوت (به عنوان مثال نیشکر، دانه‌های روغنی یا مغز بادام و فندق) به دست می‌آید.

فرآیندی که برای تولید سوخت مایع مناسب و قابل احتراق از فرآیندهای گوناگون شیمیایی و فیزیکی استفاده می‌نماید. فشرده‌سازی یا تخمیر برای تولید روغن‌ها یا اتانول از ضایعات صنعتی یا تجاری از جمله تفاله چغندر (پس مانده نیشکر که پس از استحصال شکر باقی می‌ماند) یا از محصولات انرژی زایی که برای این منظور پرورش یافته‌اند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. سوخت‌های زیستی اغلب به جای سوخت‌های مایع مشتق شده از نفت خام استفاده می‌شوند.

ما در این بخش فقط بیوماس جامد و فنآوری‌های مربوطه را مدنظر قرار می‌دهیم. سایر سوخت‌های زیستی، بیوگاز و بیوگاز مایع در بخش بعدی تحت پوشش قرار خواهند گرفت.

صرف بیوماس

بیش از دو میلیارد نفر از مردم برای اغلب مصارف خانگی از بیوماس استفاده می‌کنند. این نوع سوخت به طور عمده برای آشپزی، گرم کردن آب و فضای داخلی خانه کاربرد دارد. جدول ۱-۵ مصرف انرژی خانگی برخی از کشورهای منتخب قاره آفریقا را بر حسب درصدی از کل مصرف بیوماس سالانه نشان می‌دهد. سوخت بیوماس برای کاربردهای غیر خانگی نیز به طور گسترده مورد استفاده دارد.

در سراسر جهان بیوماس در مقادیر مختلفی وجود دارد، از مناطق متراکم جنگلی نواحی گرم و مرطوب جهان گرفته تا مناطق بی‌آب و علفی که جمع‌آوری هیزم، برای رفع نیازهای خانگی، امری زمان بر و طاقت‌فرساست.

جدول ۱-۵: مصرف انرژی خانگی بر حسب درصدی از کل مصرف بیوماس در
تعدادی از کشورهای منتخب آفریقا.

کشور	مصرف انرژی بیوماس (درصد کل مصرف انرژی)	مصرف انرژی خانگی (درصد کل مصرف بیوماس)
بروندی	۹۴	۷۸/۵
اتیوپی	۸۶	۹۷
کنیا	۷۰	۹۳
سومالی	۸۷	۹۲
سودان	۸۴	۹۰
اوگاندا	۹۵	۷۸/۶

منبع: کارکزی و رنجا، ۱۹۹۷

در دهه‌های اخیر با وجود جنگل‌زدایی جهانی، به ویژه در مناطقی که با کمبود سوخت چوب مواجه هستند، مصرف بهینه‌ی بیوماس (همانند آشنایی با سوخت‌های جایگزین) به شدت مورد توجه قرار گرفته است. گرچه مصرف کنندگان محلی سوخت چوب به شدت از تأثیر جنگل‌زدایی آسیب پذیرند، اما دلیل اصلی جنگل‌زدایی، پاکسازی زمین برای مصارف کشاورزی، الوارسازی تجاری یا مصارف سوخت چوب است.



اجاق آشپزی پیشرفتی در کنیا

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - نیل کوبر

در خلال سه دهه اخیر، برنامه‌های بسیاری با هدف توسعه و گسترش فن آوری‌های اجاق پیشرفتی به اجرا درآمده‌اند تا زحمت گردآوری سوخت چوب را که بخش عمدی آن بر دوش زنان است و همچنین خطرات سلامتی ناشی از سوزاندن سوخت چوب را کاهش دهند. به علاوه فن آوری‌هایی ارایه گردیده‌اند تا به امر پردازش بیوماس بپردازند این امر خواه برای ارتقاء کارآیی یا برای تسهیل شرایط ترابری صورت می‌پذیرد.

امروزه در بسیاری از کشورها، ضایعات بیوماس صنعتی و گیاهی به طور گستردگی در تولید متمرکز فرآیند حرارتی در میزان متوسط و بالا به کار برده می‌شوند. این امر برای تولید نیروی برق یا سایر مصارف نهایی تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمونه‌هایی از کارخانه‌های پردازش الوار دراندونزی وجود

دارند که برای تولید حرارت و نیروی برق مورد نیاز و گاهی برای فروش به سایر مصرف‌کنندگان از بویلرهای پسماندهای ذغال چوب استفاده می‌کنند. در گینه واقع در آمریکای جنوبی، آسیاب‌های شکر، بخش اعظم فرآیند گرما و نیروی الکتریکی خود را از تفاله نیشکر یعنی پس مانده‌های نیشکری که از فرآیند پردازش شکر به جا می‌ماند، تولید می‌نمایند. این امر در صنعت شکرسازی سراسر جهان امری متداول است.

فني

منابع بیوماس

همانگونه که پیش‌تر اشاره شد، بسته به موقعیت جغرافیایی، منابع طبیعی بیوماس انواع و بافت متفاوتی دارند. برای سهولت امر می‌توانیم مناطق تولید کننده بیوماس را به سه ناحیه جغرافیایی متمايز تقسیم نماییم:

- نواحی حاره‌ای، چوب، ضایعات کشاورزی از جمله کاه، برگ سبزیجات و ضایعات حیوانی و انسانی را تولید می‌کنند. در اروپا کوتاه کردن چرخشی درختان (SRC) به شیوه‌ای پر طرفدار در امر عرضه سوخت چوب برای تولید انرژی بر مبنای پایدار مبدل شده است. گونه‌های چوبی برخوردار از رشد سریع از جمله بید، هر دو یا سه سال یکبار قطع می‌شوند و چوب آنها برای تأمین سوخت بویلرها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کشورهایی که از تولید مقادیر بسیار بالای ضایعات شهری برخوردارند، ضایعات مذکور اغلب برای تولید انرژی مفید یا از طریق زباله سوزی یا به واسطه تصفیه گاز متان در پایگاه‌های دفن زباله پردازش می‌شوند.

- نواحی بیابانی و نیمه بیابانی، گیاهان سوختی بسیار کمی را تولید می‌نمایند.
مردمی که در این نواحی ساکن هستند احتمالاً تحت تأثیر توسعه‌ی بیابان قرار می‌گیرند و در یافتن سوخت چوب کافی با مشکل رو به رو می‌گردند.
- نواحی گرمسیری مرطوب، منابع چوبی، ضایعات گیاهی، فضولات حیوانی و انسانی و ضایعات تجاری صنعتی، کشاورزی و ضایعات حاصل از پردازش غذایی متنابه‌ی را تولید می‌نمایند. سبوس برنج، غلات پنبه و پوسته‌های دانه‌های زمینی به طور گسترده در خصوص تأمین حرارت در فرآیند تولید نیرو استفاده می‌شوند.

برای تهیه گاز اتانول، تفاله نیشکر تحت پردازش قرار می‌گیرد، همانگونه که می‌توان آن را مستقیماً سوزاند و گاز اتانول را به دست آورد. بسیاری از گیاهان نظیر آفتابگردان و نخل روغنی برای تهیه روغن سوختی پردازش می‌شوند.

کارآیی احتراق

برای تبدیل بیوماس به انرژی حرارتی مفید می‌باشد آن را مشتعل نمود. در خلال اشتعال فرآیندهای زیر به وقوع می‌پیوندد:

- خشک کردن - حرارت شعله سوخت را خشک می‌کند و آب آن را به صورت بخار خارج می‌نماید، سوختهای خشک‌تر با؛ بازدهی بالاتری می‌سوزند.
- آذرکافتی - هنگامی که درجه حرارت بین ۲۰۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، گازهای فرار آزاد می‌شوند. این گازها با شعله‌ای زرد رنگ می‌سوزند. حرارت گازهای مشتعل سبب می‌شود که گازهای بیشتری از سوخت متصاعد شود، بدین ترتیب روند شعله ورشدن گازهای فرار به صورت خود پویا ادامه

می‌یابد. این بخش از فرآیند اشتعال به اکسیژن نیاز دارد. پس از سوخت کامل گازها، ذغال چوب باقی می‌ماند.

- اکسیداسیون - در درجه حرارت حدود ۸۰۰ درجه سانتی گراد ذغال چوب سوخته یا اکسیده می‌شود. این فرآیند نیز همچنین به اکسیژن نیاز دارد. فرآیندهای آذر کافتی و اکسیداسیون هر دو گرما تولید می‌نمایند.
- میزان کارآیی اشتعال بسته به عوامل بسیاری که شامل سوخت، میزان رطوبت و نوع سوخت می‌باشد، دستخوش تغییر می‌شود. طرح اجاق یا سیستم اشتعال نیز کارآیی کلی اشتعال را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جدول ۲-۵ شاخص کارآیی برخی از سیستم‌های خاص را ارایه می‌نماید (که شامل سیستم‌های غیر بیوماس برای مقایسه می‌باشد).

جدول ۲-۵: کارآیی برخی از سیستم‌های متغیر انرژی بیوماس

درصد کارآیی	نوع فن آوری اشتعال
۱۰-۱۵	آتش سه سنگی
۲۰-۲۵	اجاق پیشرفته با سوخت چوب
۳۰-۳۵	اجاق ذغال چوبی با لایه سرامیکی
۴۰ تا	اجاق پیشرفته با سوخت ذغال چوب
۵۳	اجاق فشاری نفتی
۵۷	اجاقی که با گاز مایع کار می‌کند

منبع: با اقتباس از کریستوفرسون و بوکالدرز، ۱۹۹۱

فن آوری ها

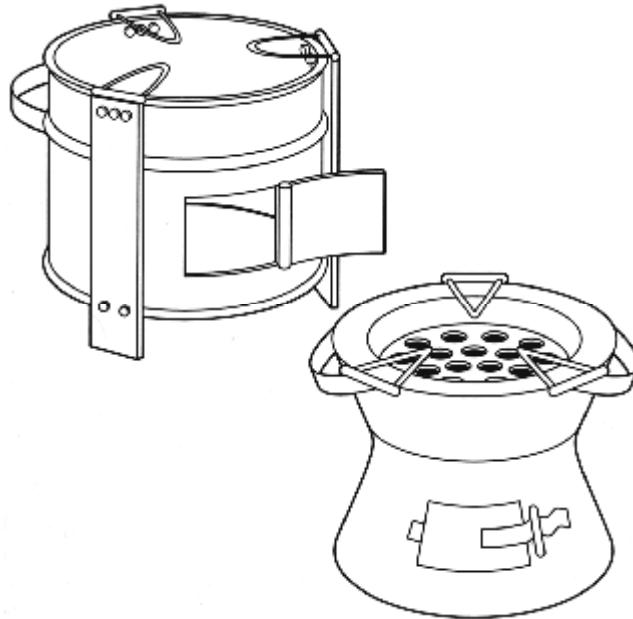
اجاق های پیشرفته

بسیاری از اقدامات پژوهشی و توسعه‌ای فن آوری‌های بیوماس در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه، براساس پیشرفت اجاق‌های سنتی صورت گرفته‌اند. اقدامات مذکور در ابتدا جهت پاسخگویی به خطر جنگل‌زدایی به اجرا درآمدند، اما نیازهای زنان در کاهش زمان صرف شده برای گردآوری سوخت و بهبود فضای آشپزخانه از طریق خروج دود نیز مورد توجه واقع شدند. رویکردهای بسیاری در راستای بهبود اجاق اتخاذ گردیده‌اند که برخی از آنها به صورت محلی و برخی دیگر به عنوان بخشی از برنامه‌های گسترش‌تر توسط سازمان‌های بین‌المللی اجرا گردیده‌اند. شکل ۱-۵ انواع گوناگونی از اجاق‌های پیشرفته موفق را نشان می‌دهد، برخی از اجاق‌ها کوچک و قابل حمل می‌باشند، اما سایر موارد به منظور استفاده دائمی در منازل طراحی شده‌اند.

طراحی اجاق پیشرفته، فرآیند پیچیده‌ای است که به درک موارد بسیاری نیاز دارد. مشارکت مصرف کننده در فرآیند طراحی، امری اساسی در جهت کسب آگاهی از نیازهای وی و ملزومات اجاق به شمار می‌آید. اجاق تنها وسیله گرم کردن غذا نیست (امری که در جامعه غرب مصدق دارد)، بلکه اغلب به عنوان کانون جامعه و ابزار روشنایی و گرم کردن فضای خانه عمل می‌نماید. علاوه بر آن آتش می‌تواند از سقف کاهگلی محافظت کند و دود می‌تواند حشرات و سایر آفات را دور نگه دارد.

رسوم پخت و پز و شیوه زندگی مصرف کنندگان را نیز باید مدنظر قرار داد. اجاق‌های سبک ذغال چوب که برای پخت گوشت و سبزیجات استفاده می‌شوند،

برای مردمی که برنامه عمده‌ی رژیم غذایی آنها شامل غذاهایی نظیر یوگالی می‌باشد مصرف چندانی ندارد زیرا این گونه خوراک‌ها به دیگ بزرگ و هم زدن زیاد نیاز دارند. نوع سوخت نیز می‌تواند تفاوت‌های بسیاری داشته باشد. در برخی از کشورها که چوب کمیاب است فضولات گاو به عنوان منبع سوختی متداول مورد استفاده قرار می‌گیرد. در میان گروه‌های کم درآمد هزینه نیز عامل مهمی به شمار می‌رود. عدم توانایی در شناخت موارد کلیدی اقتصادی - اجتماعی به طور حتم به عدم موفقیت برنامه اجاق منجر خواهد شد. عملکرد یک اجاق پیشرفته تنها جهت صرفه‌جویی در سوخت نیست.

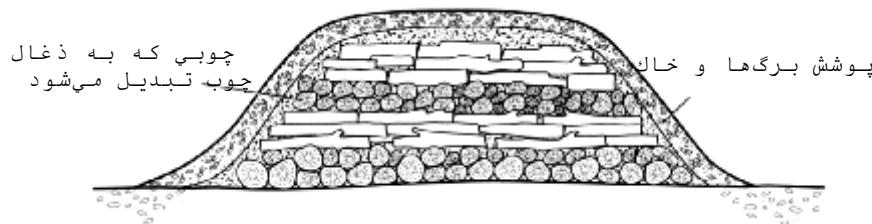


شکل ۱-۵-۱- یک اجاق فلزی سنتی و یک کی سی جی

تولید ذغال چوب

روش‌های بسیاری برای پردازش ضایعات چوبی وجود دارند که از طریق آنها می‌توان ضایعات مذکور را پاکتر و مصرف و حمل و نقل آنها را ساده‌تر نمود. تولید ذغال چوب متداول‌ترین شیوه‌ی پردازش ضایعات چوبی است. در اینجا اشاره به این نکته حائز اهمیت است که تبدیل سوخت چوب به ذغال چوب ظرفیت انرژی سوخت را افزایش نمی‌دهد بلکه در واقع ظرفیت انرژی مذکور کاهش می‌یابد. اغلب ذغال چوب در مناطق روستایی تولید می‌شود و برای مصرف به مناطق شهری حمل می‌گردد.

ذغال چوب در یک کوره یا گودال تولید می‌شود. یک کوره زمینی سنتی نمونه سوخت را برای کربنی کردن مهیا می‌کند (شکل ۲-۵ را مشاهده نمایید). کوره‌ی مذکور که در یک گودال محصور است، با لایه‌ای از برگ و خاک پوشیده می‌شود. زمانی که فرآیند احتراق آغاز می‌شود دهانه کوره بسته می‌شود و سپس هنگامی که فرآیند به طور کامل صورت می‌پذیرد و مرحله خنک‌سازی انجام می‌گیرد می‌توان ذغال چوب را خارج نمود. پیشرفت ساده‌ای که در ساختار کوره سنتی صورت پذیرفته در شکل ۵-۳ نشان داده می‌شود. دودکش و لوله‌های هوایی مذکور پیشرفتی در سیستم گردش گاز و گرما ایجاد می‌کنند، به طوری که با سرمایه‌گذاری مالی‌اندک افزایش چشمگیری در محصول به چشم می‌خورد.



شکل ۲-۵- یک کوره زمینی سنتی برای تولید ذغال چوب

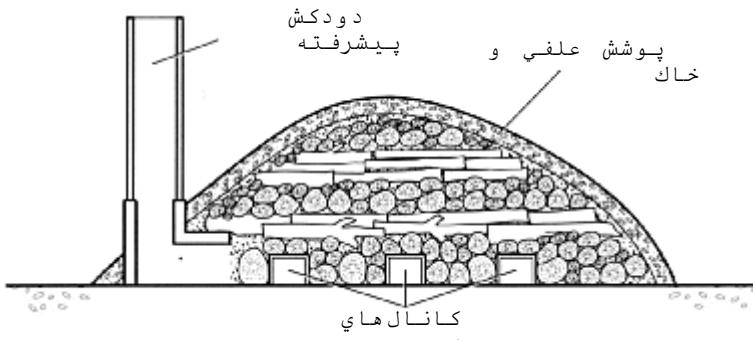
ذغالسازی قالبی

ذغال سازی، فشرده نمودن مواد ناپیوسته بیوماس است. بسیاری از ضایعات از جمله ضایعات چوبی و خاک اره صنایع الوارسازی، ضایعات شهری، تفاله نیشکر حاصل از فرآیند شکرسازی با خاک ذغال متراکم گردیده و به ذغال تبدیل می‌شوند تا تراکم و قابلیت حمل و نقل آنها افزایش یابد. ذغالسازی اغلب حرکتی تجاری و گسترده است در خلال این فرآیند، مواد خام به کربن تبدیل می‌شوند تا گازهای قابل مصرف و ذغالی مصرفی‌تر تولید نمایند. برخی از اجاق‌های پیشرفته، مخصوص استفاده از ذغال فشرده ساخته شده‌اند.



کوره ذغال چوب، کنیا

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - هینزمویر



شکل ۳-۵: کوره‌ی پیشرفته‌ی ذغال چوب در برزیل،
سودان و ملاوی یافت شده است

استفاده تجاری از بیوماس

بیوماس را می‌توان برای بسیاری از فعالیت‌های تجاری استفاده نمود. فن‌آوری‌های بسیاری وجود دارند که احتراق مستقیم بیوماس پردازش نشده یا نیمه پردازش شده را در جهت تولید گرما در فرآیند برای بسیاری از مصارف نهایی به کار می‌گیرند. کوره ساده و سیستم بویلر متدائل ترین مصرف بیوماس می‌باشند که برای پروراندن توتون، تولید برق و تخمیر آبجو، بخار بیشتری را تولید می‌نمایند. همچنین بیوماس برای تأمین حرارت مستقیم در آجر پزی، حرارت دادن سنگ آهک، پردازش شکر و کوره‌های سیمانی نیز استفاده می‌شود. مزیت استفاده از بیوماس دسترسی محلی به این نوع سوخت است، عاملی که از کمبودهای مرتبط با شبکه سوخت رسانی ضعیف و هزینه‌های در حال نوسان اجتناب می‌ورزد.

سایر موارد

انرژی بیوماس و محیط زیست

در ابتدای نگرانی زیست محیطی در مورد اجاق‌های پیشرفته وجود داشت و آن هم نجات درختان بود، اما امروزه با گذشت زمان و کسب درک شفافتری از دلایل اصلی و واقعی جنگل‌زدایی، نگرانی مذکور تا حد چشمگیری کاهش یافته است. در عین حال سایر موارد زیست محیطی نیز حائز اهمیت گشته‌اند: محیط خانه و دود آن، ملزومات حرارتی و روشنایی بیش از سایر موارد مورد توجه قرار گرفته‌اند. این نیازهای زیست محیطی کوچک اغلب پیچیدگی نگرانی‌های زیست محیطی گسترده‌تر را در بر دارند و این امر بازتابی از این حقیقت است که هیچ یک از طرح‌های اجاق‌های پیشرفته نمی‌توانند نیازهای گوناگون مردم را برآورده نمایند.

تولید بیوماس در میزان انبوه می‌تواند براساس تداوم محیط زیستی پایدار صورت پذیرد، البته اگر کنترل در برداشت (به عنوان مثال از کشت درختان مناسبی که برای قطع شدن دوره‌ای پرورش می‌یابند و به طور متناوب قطع می‌گردند یا از بریدن شاخه‌های تنہ درخت) چند ساله به طور گردشی رعایت شود. در چنین مواردی مواد مغذی خاک باید جانشین گردد، به عنوان مثال از ضایعات فاضلابی می‌توان استفاده کرد. برداشت مداوم و زیاد منابع بیوماس بدون توجه به جایگزینی و تولید مجدد آن منجر به آسیب دیدن محیط زیست و به مخاطره‌انداختن منبع سوخت می‌گردد.

تولید محلی اجاق

از سال ۱۹۸۲ به بعد، کنیا سرامیک جیکو (KCJ) که یک اجاق ذغال سوز پیشرفته می‌باشد با هدف ارایه به بازار شهری در میزان انبوه توسط تولیدکنندگان کوچک تولید گردید. اجاق KCJ دو جزء اصلی فلزی و سرامیکی (رس پخته شده) دارد. این دو بخش را کارآفرینان می‌سازند. بخش فلزی (رویه) در ابتداء توسط شرکت‌های کوچک یا صنعتگران شخصی ساخته شد، در حالی که بخش سرامیکی (پوشش داخلی) در شرکت‌های بزرگتر و سازمان یافته‌تر یا توسط گروه‌های بانوان ساخته شد. صنعتگران، اجاق KCJ را یا به طور مستقیم یا از طریق فروشگاه‌های تجاری نظیر مغازه‌های خردۀ فروشی و سوپر مارکت‌ها به مشتریان می‌فروشنند. این اجاق‌ها در ابتداء توسط سازمان غیر دولتی KENGO و وزارت انرژی کنیا ارائه یافت تا از طریق رسانه‌های گروهی، نمایش و تبلیغات بازار و معاملات، بازار آن گسترش یابد. در نتیجه‌ی این پیشرفت اساسی، اکنون بیش از ۲۰۰ صنعتگر و مؤسسات کوچک وجود دارند که ماهیانه ۱۳۶۰۰ اجاق پیشرفته تولید می‌کنند. برآورد می‌شود که در حال حاضر تعداد ۷۰۰۰۰۰ اجاق در خانه‌های کنیا استفاده می‌شوند. این امر نشان می‌دهد که این اجاق‌ها حدود ۱۶/۸ درصد به خانه‌های کنیا و ۵۶ درصد به تمام خانوارهای شهری کشور نفوذ کرده‌اند.

منبع: دومینیک والوبنگو در تصاویر اجاق ۱۹۹۵

زنان، هیزم، کار و سلامتی

جمع‌آوری هیزم وظیفه سنگینی است که بخش اعظم آن بر عهده زنان، کودکان و کهنسالان می‌باشد. زنان با فشار کاری در زمان کم روبرو هستند و

آشپزی و گردآوری هیزم پر مشقت‌ترین وظیفه آنان است. تأثیرات استنشاق دود حاصل از هیزم در خلال آشپزی موضوعی جدی است که در حال حاضر تحت بررسی و پژوهش می‌باشد. برونشیت‌های مزمن، بیماری قلبی، بیماری‌های حاد تنفسی و عفونت‌های چشمی با دود درون خانه‌ها مرتبط هستند. سنجش تأثیر کمبود سوخت بر آشپزی و تغذیه امری دشوار است و آن طور که باید و شاید مورد توجه قرار نگرفته است.

از آن جایی که کمبود سوخت منجر به تقاضای بیشتر در امر زمان و انرژی می‌گردد، زنان الگوهای کاری خود را با کمبودهای موجود تطبیق می‌دهند تا بدین ترتیب زمان بیشتری صرف گردآوری سوخت شود و این امر به معنای وجود زمان کمتری برای رشد یا تهییه غذا و کاهش کیفیت و کمیت آن می‌باشد. زنان مبتلا به سوء تغذیه بیش از سایر زنان از آلودگی دود صدمه می‌بینند. این آلودگی به ریه‌ها، چشم‌ها، کودکان و جنین‌هایشان آسیب می‌رساند. اما اجاق‌های پیشرفته می‌توانند غذا را با سرعت بیشتری بپزند و سوخت را با کارآیی بیشتری می‌سوزانند. این امر سبب می‌شود که آنها کمتر در معرض دود ناشی از سوخت بیوماس قرار گیرند و زمان بیشتری را برای انجام سایر فعالیت‌ها در اختیار داشته باشند.



زنی در حال ساختن یک اجاق آشپزی پیشرفته

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - سیمون اکلس

انتخاب فنآوری برتر نیز می‌تواند در امر رهایی زنان از کار سخت بدنی مؤثر واقع شود و توانایی کنترل بیشتر بر منابع ارزشمند را در اختیار آنان قرار دهد. در برخی از نواحی، آشپزی کاری زمان بر است، بنابراین اجاق پیشرفته‌ای که غذا را با سرعت بیشتری می‌پزد، احتمالاً پر طرفدار خواهد بود. از سوی دیگر رعایت استراتژی‌های مدیریت که توسط زنان اعمال می‌شود نسبت به برنامه‌های دقیق اجاق پیشرفته، در امر صرفه‌جویی انرژی، مؤثرتر می‌باشند. طراحان اجاق می‌توانند گزینه‌هایی را پیشنهاد نمایند، اما تصمیم‌گیری در مورد فنآوری‌های انرژی خانگی

بایستی توسط زنان آشپز صورت پذیرد. زیرا آنان می‌دانند که چه نوع اجاقی برای آشپزی مؤثر لازم است و کدام نوع اجاق قابل قبول می‌باشد.

بیوگاز و سوخت‌های زیستی مایع

ضایعات بیوماس نیز می‌توانند به اشکال گوناگون سوخت غیر جامد تبدیل شوند. این سوخت‌ها شامل بیوگاز و سوخت‌های زیستی مایع می‌باشند. هدف از فرآیند تبدیل، همانا بهبود در امر کیفیت، ظرفیت ویژه اнерژی و قابلیت حمل منبع خام بیوماس یا به دست آوردن گازهایی می‌باشد که به طور طبیعی طی فرآیند تجزیه‌ی میکروبیولوژیکی بیوماس یا از احتراق ناقص بیوماس تولید می‌شوند. در بسیاری از کشورها بیوگاز سوخت خوبی برای آشپزی و روشنایی به شمار می‌رود، در حالی که عامل اصلی و انگیزه توسعه‌ی سوخت‌های زیستی مایع همانا محركی در جایگزینی سوخت‌های نفتی می‌باشد. در این بخش ما برخی از این سوخت‌ها، کاربرد و فن‌آوری‌های مورد استفاده برای تولید آنها را مورد توجه قرار می‌دهیم.

فنی

بیوگاز

بیوگاز از طریق عملیات میکروبیولوژیکی در شرایط بی‌هوایی تولید می‌گردد. فعالیت مذکور که به طور طبیعی در اعماق دریاچه‌ها و مرداب‌ها صورت می‌پذیرد گاز قابل اشتعال متان را متصاعد می‌سازد. دو فن‌آوری که ساخته انسان است برای به دست آوردن بیوگاز وجود دارند، نخستین فن‌آوری (که گسترش بیشتری دارد)

تخمیر ضایعات حیوانی و انسانی در هاضمهایی با طراحی ویژه است. فن آوری دوم که به تازگی ارایه گردیده است، به دست آوردن گاز متان از پایگاه‌های دفن زباله‌ی ضایعات شهری می‌باشد. میزان کارخانه‌های ساده بیوگاز از سیستم‌های خانگی کوچک تا طرح‌های بزرگ تجاری، به وسعت هزاران متر مکعب تغییر می‌نماید.

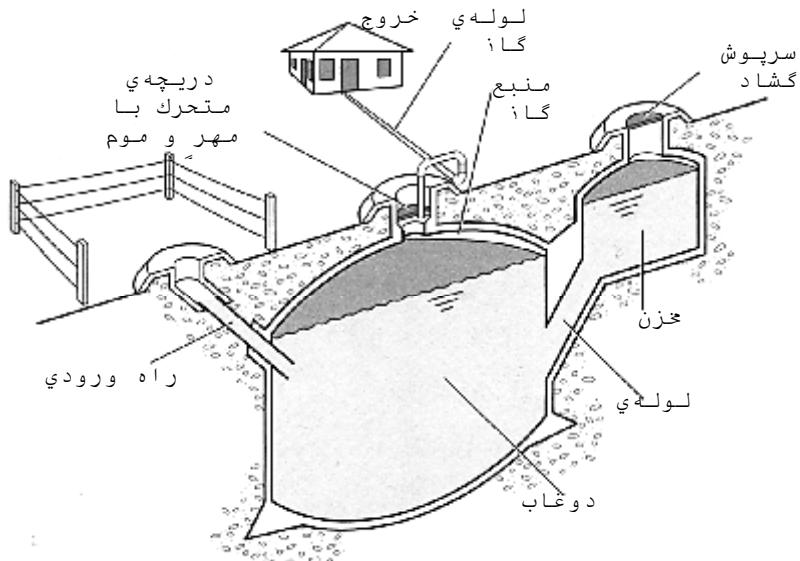
تجزیه ضایعات حیوانی و انسانی مزایای بسیاری را به همراه دارد.

- در نتیجه‌ی این فرآیند از گاز متان تولید شده می‌توان به عنوان سوخت بهره برد.

- مواد پس مانده به عصاره‌ای تبدیل می‌گردد که از محتوای غذایی بالایی برخوردار بوده و در ساخت کودهای مناسب به کار می‌رود. در برخی از موارد، این کود محصول اصلی هاضم را تشکیل می‌دهد و بیوگاز به محصول جانبی مبدل می‌گردد.

- در خلال فرآیند تجزیه، باکتری‌های موجود در کود کشته می‌شوند، این امر مزایای بسیاری را برای بهداشت و سلامتی محیط زیست به ارمغان می‌آورد. دو طرح ساده و پرطرفدار هاضم گسترش یافته است. هاضم ثابت چینی گنبدی شکل و هاضم بیوگاز هندی با سرپوش شناور و سیال (که در شکل ۴-۵ و ۵-۵ نشان داده شده‌اند). فرآیند تجزیه در هر دو هاضم مشابه است، اما شیوه‌ی جمع‌آوری گاز در هر یک متفاوت می‌باشد. در نوع هاضم با پوشش سیال شناور، سرپوشی که در مخزن را مهر و موم می‌کند و می‌بندد دارای آب است و این قابلیت را دارد که به محض تولید گاز توسط دستگاه رو به بالا حرکت کند و مانند یک اتاقک ذخیره عمل نماید. در حالی که هاضم ثابت گنبدی شکل از ظرفیت ذخیره‌سازی کمتری برخوردار است و برای پیشگیری از نشت گاز به آببندی

مناسب نیاز دارد. هر دو هاضم برای استفاده از ضایعات یا فضولات حیوانی طراحی گردیده‌اند.

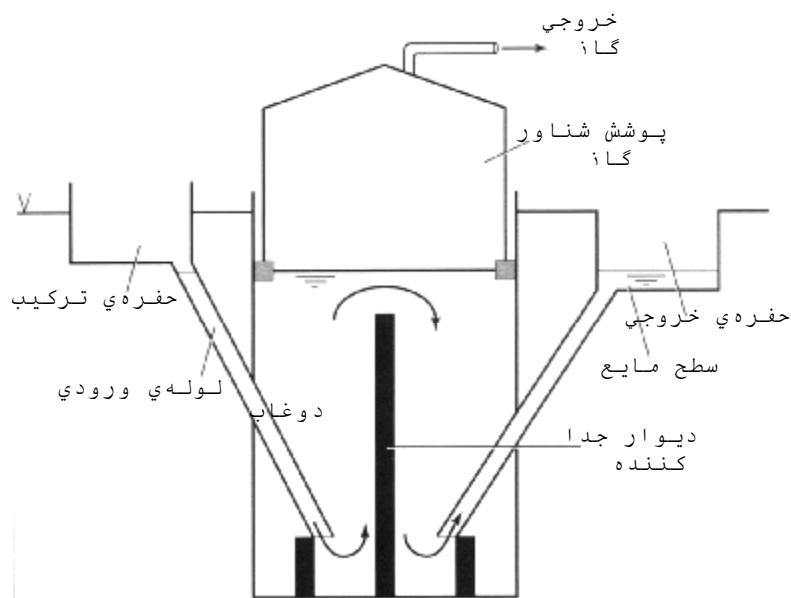


شکل ۵-۴ - هاضم ثابت چینی

ضایعات از طریق لوله ورودی وارد هاضم شده و در اتاقک تجزیه مورد تجزیه قرار می‌گیرند. دمای فرآیند، نکته‌ای کاملاً حائز اهمیت می‌باشد، زیرا باکتری تولید کننده متان در دمای بین ۳۰ تا ۴۰ یا ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد با بهترین بازدهی عمل می‌کند و در نواحی سردتر احتمالاً باید بر حرارت اتاقک افزود تا بدین ترتیب باکتری را تحریک کرد تا به اجرای نقش خود بپردازد. محصول تجزیه، ترکیبی از گاز متان و دی‌اکسید کربن به نسبت ۶ به ۴ است. زمان تجزیه بسته به نوع مواد خام و دمای تجزیه از چند هفته تا چند ماه متغیر است. ته مانده از خروجی هاضم خارج می‌شود و می‌توان از آن به عنوان کود استفاده نمود.

بیوگاز موارد مصرف بسیاری دارد. جدول ۳-۵ برخی از کاربردهای خاص یک متر مکعب بیوگاز را نشان می‌دهد. معمولاً هاضم‌های کوچک بیوگاز، سوخت و روشنایی خانه و آشپزی را فراهم می‌نمایند.

برخی از کشورها مانند تانزانیا، برنامه‌های وسیع بیوگاز را آغاز نموده‌اند. مدل تانزانیایی براساس بازیافت جامع، از منابع ضایعات شهری و صنعتی برای تولید برق شبکه‌ای و کود استفاده می‌نماید.



شکل ۵-۵- هاضم هندی با پوشش شناور

جدول ۳-۵: برخی از معادلهای بیوگاز

کاربرد	معادل با یک متر مکعب بیوگاز
روشنایی	برابر با نیروی لامپ ۱۰۰-۶۰ وات به مدت ۶ ساعت
آشپزی	این نیرو می‌تواند ۳ وعده غذایی را برای خانواده ۵
	یا ۶ نفری تهیه نماید
سوخت جایگزین	۷ کیلوگرم بنزین
نیروی میل لنگ	قادر است موتوری با قدرت یک اسب بخار را به مدت
	دو ساعت به کار آورد
تولید برق	می‌تواند ۱/۲۵ کیلووات ساعت برق تولید کند

منبع: اقتباس از کریستوفرسون و بوکالدوز سال ۱۹۹۱

تولید گاز از بیوماس

فرآیند تبدیل بیوماس به گاز کاملاً با تولید بیوگاز متفاوت است. تولید گاز فرآیندی است که مواد جامد بیوماس با استفاده از حرارت تجزیه می‌گردند تا گاز قابل اشتعال تولید نمایند. گازی که معمولاً آن را به عنوان گاز تولید کننده می‌شناسند. مواد خام سوختی در این مورد شامل چوب، ذغال چوب، سبوس برنج و پوست نارگیل می‌باشند. کارخانه‌ی تولید گاز از بیوماس، متشکل از یک راکتور، مشابه با اجاق ساده است که از سوخت بیوماسی تغذیه می‌نماید. تأمین هوای سوخت به دقت کنترل می‌شود تا تنها قسمتی از سوخت محترق گردد. در خلال این فرآیند گازهایی متصاعد می‌شوند که می‌توان آنها را جمع‌آوری کرد و به عنوان سوخت گازی مورد استفاده قرار داد. در طی این فرآیند در کنار دی‌اکسید کربن و نیتروژن، گازهای قابل اشتعال متعددی نظیر هیدروژن، مونواکسید کربن و متان نیز متصاعد می‌شوند.

دو نوع راکتور وجود دارد: راکتور بستر سیال که در سیستم تولید گاز در مقیاس زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد و راکتور بستر ثابت که در سیستم‌های تولید گاز در مقیاس کوچک به کار گرفته می‌شود. راکتورهای بستر ثابت سه مدل متفاوت دارند: راکتور با جریان رو به بالا، رو به پایین و عرضی. هریک از این راکتورها در دمای متفاوت مقدار گاز متفاوتی را با درجه پاکیزگی متفاوت تولید می‌کنند.

این گاز کاربردهای متعددی دارد. برای تأمین حرارت فرآیند، می‌توان مستقیماً گاز را در یک مشعل قرار داد یا در موتورهای احتراقی داخلی IC از آن استفاده نمود، اما کاربرد نوع دوم به پاکسازی و خنکسازی نیاز دارد. میزان تولید کارخانه‌های کوچک از چند کیلووات تا چند صد کیلووات متغیر است و میزان تولید انرژی گرمایی خروجی سیستم به چند مگاوات می‌رسد. بسته به نوع ساخت، نوع راکتور و کاربرد، کارآیی سیستم به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. تولید کننده گاز غالباً برای کاربردهای طبخ تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فن‌آوری تولید گاز در مقیاس کوچک بسیار ساده و ارزان است و می‌توان آن را در محل تولید کرد. با این وجود می‌بایست در مورد گاز مونواکسید کربن که سمی دقت لازم را به عمل آورد، خصوصاً در مورد گاز مونواکسید کربن که سمی می‌باشد و در خلال فرآیند احتراق به وجود می‌آید. در چین طرح یک راکتور با جریان رو به پایین از سال ۱۹۶۰ میلادی وارد مرحله تولید شده است. این راکتور از سبوس برنج به عنوان ماده خام استفاده می‌کند. در حال حاضر صدها مورد از این سیستم‌ها در حال بهره برداری هستند. سیستم‌های مذکور در کشورهایی نظیر مالی، سورینام و هند (استاسن ۱۹۹۵) نیز نصب گردیده‌اند. در خلال جنگ جهانی دوم هنگامی که عرضه سوخت بسیار کم بود، میلیون‌ها وسیله‌ی نقلیه در

اروپا خود را با استفاده از این گاز تطبیق دادند و امروزه در کشورهایی نظیر برزیل، فیلیپین، تولیدکنندگان گاز، دسترسی تجاری به این گونه سوخت را برای کاربردهای گوناگون میسر ساخته‌اند.

سوخت‌های زیستی مایع

سوخت‌های زیستی مایع، همانگونه که از نام آنها پیداست از سوخت‌های زیستی مشتق و پردازش می‌شوند تا بدین ترتیب سوختی مایع و قابل اشتعال فراهم گردد. این سوخت‌ها دو نوع اصلی دارند:

- سوخت‌های الکلی، شامل اتانول و متانول می‌باشند.
- روغن‌های گیاهی، از دانه‌های گیاهانی نظیر آفتاب گردان، کنجد، بزرک و شلغم روغنی گرفته می‌شوند.

اتانول پر مصرف‌ترین سوخت زیستی مایع است. اتانول نوعی الکل است که از تخمیر نیشکر، نشاسته یا بیوماس سلولزی گرفته می‌شود. تجارتی ترین تولید اتانول از نیشکر یا چغندر قند است که مانند نشاسته و بیوماس سلولزی معمولاً به پیش پردازش گران قیمتی نیاز دارد. اتانول به عنوان یک منبع سوختی انرژی تجدید پذیر در تولید مواد آرایشی، بهداشتی و نوشیدنی‌های الکلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

متانول از طریق فرآیند تغییر شیمیایی تولید می‌شود. این گاز را می‌توان از هر نوع سوخت بیوماس با رطوبت کمتر از ۶۰ درصد تولید نمود.

اتانول به عنوان سوخت موتور

جایگزینی اتانول به جای بنزین در خودروهای سواری و وسایل نقلیه سبک دربریزیل یکی از بزرگترین برنامه‌های به دست آوردن انرژی از بیوماس می‌باشد. موتورهایی که منحصراً از بنزین استفاده می‌کنند دیگر در این کشور در دسترس نیستند، زیرا این موتورها توسط موتورهایی که اتانول پاکیزه را مصرف می‌کنند و موتورهایی که از ترکیب ۷۸ درصد بنزین و ۲۲ درصد اتانول به عنوان سوخت بهره می‌برند، جایگزین گردیده‌اند.

پیشرفت‌های فنی که شامل کارآیی بهینه تولید و پردازش نیشکر می‌باشند مسئولیت قابل دسترس بودن و قیمت پایین اتانول را بر عهده دارند. انتقال به سوخت اتانول وابستگی برزیل به نفت خارجی را کاهش داده است (در نتیجه در صد واردات و صادرات نیز کاهش می‌یابد) و فرصت‌های شغلی چشمگیری را ایجاد نموده و همچنین کیفیت هوای شهر را بالا می‌برد. علاوه بر آن چون اتانول از نیشکر مشتق می‌گردد یک منبع تجدید پذیر محسوب می‌شود (درصد کاشت و برداشت نیشکر یکسان می‌باشد و به صورت همزمان صورت می‌پذیرد). احتراق اتانول عملأً دی‌اکسید کربن خالص جو را افزایش نمی‌دهد، بنابراین به بهبود گرمایش جهانی کمک می‌نماید.

منبع: گلدنبرگ ات آل، انرژی تجدیدپذیر، منابع سوخت‌ها و برق، ۱۹۹۳

نیروی نهفته در این گاز از ضایعات جنگلی و کشاورزی، چوبی و گیاهان انرژی‌زای متعددی تشکیل می‌شود. درست مانند اتانول، متانول را نیز می‌توان با گازوئیل ترکیب نمود تا به این ترتیب ضریب اکتان سوخت را افزایش داد یا به

شکل ساده آن را مورد استفاده قرار داد. غالباً اتانول و متانول هر دو برای مصرف در اتومبیل‌های مسابقه‌ای ترجیح داده می‌شوند.

روغن‌های گیاهی – شیوه‌ای دیگر برای کسب انرژی از بیوماس تولید روغن گیاهی به عنوان یک سوخت است. فرآیند استخراج این روغن به شیوه‌ای مشابه با شیوه استخراج روغن خوراکی از گیاهان صورت می‌پذیرد. محصولات کشاورزی بسیاری نظیر نارگیل، دانه پنبه، بادام زمینی، نخل، شلغم روغنی، دانه‌ی سویا و سایر موارد در مناطق روستایی کشورهای درحال توسعه می‌رویند که برای تولید روغن مناسب می‌باشند.

برای استخراج روغن دو فن‌آوری مناسب وجود دارد:

- پرس ساده‌ی پروانه‌ای، ابزاری برای استخراج روغن گیاه به شیوه‌ی فیزیکی است. این فن‌آوری کاملاً مناسب با تولید روغن در مقیاس کوچک به عنوان سوخت یا ماده غذایی در مناطق روستایی به شمار می‌رود. پرس را می‌توان از طریق موتور یا با استفاده از دست به کارانداخت.
- به دست آوردن حلال، فرآیندی شیمیایی است که به تجهیزات بزرگ و پیشرفته نیاز دارد. این شیوه نسبت به پرس ساده کارآیی بیشتری دارد زیرا در صد روغن بیشتری را از گیاه استخراج می‌نماید. با این حال چندان مناسب کاربردهای روستایی نیست.

همانگونه که از روغن‌ها در مصارف روشنایی و گرمایشی استفاده می‌شود می‌توان از آن‌ها به عنوان سوخت در موتورهای احتراق داخلی نیز بهره برد، گرچه مصرف روغن‌های خالص گیاهی (از جمله روغن نخل) می‌تواند تأثیرات منفی بر

موتورهای دیزلی داشته باشد، نظیر تشکیل رسوب استلاکتیت‌ها در ازثکتورهای سوختی. برخی از روغن‌های گیاهی مانند جاتروفا عملکرد بهتری دارند. ترکیب روغن‌های گیاهی و گازوئیل بدون آنکه آسیبی به موتور وارد کنند به کاربرده می‌شوند، اما در مورد تأثیرات سوء گازهای خروجی چنین ترکیباتی نگرانی‌هایی وجود دارد. از آنجایی که احتمالاً موتورهای دیزلی در فضاهای بسته کاربرد دارند، این تأثیرات سوء بر سلامتی را باید مدنظر قرار داد. به عنوان مثال، ظرفیت انرژی روغن آفتابگردان در حدود ۸۵ درصد سوخت دیزل است و بعيد به نظر می‌رسد که از این سوخت به عنوان منبع انرژی در آینده استفاده شود.

ساير موارد

وضعیت کنونی

امروزه به ویژه در کشورهایی نظیر چین و هند تولید بیوگاز در مقیاس کوچک در مناطق روستایی، فناوری مناسبی به شمار می‌آید. در پایان سال ۱۹۹۳ حدود پنج میلیون و دویست و پنجاه هزار نفر از خانواده‌های کشاورزان، هاضم بیوگاز داشتند که سالیانه در حدود $1/2$ میلیارد متر مکعب گاز متان تولید می‌کردند. علاوه بر آن کارخانه برقی با ظرفیت انرژی ۳۵۰۰ کیلووات را تاسیس نمودند که سوخت آن از طریق بیوگاز تأمین می‌شد.

در هندوستان برای رویارویی با نیازهای گوناگون انرژی روستایی فناوری تولید گاز به طور گستردگی ارایه و منتشر گردیده است.

برنامه‌های تولید اتانول در بسیاری از کشورهای در حال توسعه آغاز شده است. موفقیت برنامه کشور برزیل قبلاً بیان شد، در حالی که به عنوان مثال در کشوری

چون زیمبابوه ظرفیت تولید سالیانه گاز از سال ۱۹۸۳ تاکنون حدود ۴۰ میلیون لیتر بوده است، این دستاورد با استفاده از تجهیزات محلی حاصل گردیده‌اند.

انرژی بیوماس و محیط زیست

استفاده از بیوماس به عنوان شکلی از انرژی، دو نگرانی زیست محیطی را به همراه دارد. نخست موضوع فرسایش و جنگل‌زدایی مطرح می‌شود. با مدیریت مناسب محصولات انرژی پایدار می‌توان بر این نگرانی فائق آمد. هر چند با استفاده از ضایعات صنایع غذایی، کشاورزی یا فعالیتهای تجاری می‌توان بخش اعظم نیاز به بیوماس برای تولید انرژی را برآورده نمود، اما برای جلوگیری از فشار بیش از حد بر محیط زیست به طراحی دقیق برداشت انرژی نیاز داریم.

دوم آنکه با توجه به فراخوان جهانی کاهش انتشار دی‌اکسید کربن، نیاز شدیدی به بهبود مصرف بیوماس پایدار در فن‌آوری‌های جهانی تولید انرژی احساس می‌شود. با استفاده از فن‌آوری مدرن، انتشار دی‌اکسید کربن تا حد بسیار زیادی کاهش می‌یابد، خصوصاً اگر سوخت‌های زیست توده‌ای مایع به جای سوخت‌های فسیلی استفاده شوند. در واقع اگر تولید انرژی بیوماس بر مبنای پایدار صورت پذیرد، دی‌اکسید کربن ناجیزی وارد محیط خواهد شد. استفاده از هر نوع سوخت دیگر نیز نگرانی‌های زیست محیطی خاص خود را به همراه دارد، نگرانی‌هایی نظیر انتشارات سمی و تولید قیر و دوده، که می‌باشد آنها را به خاطر سپرده.

تولید و مشارکت محلی

بسیاری از فنآوری‌های تبدیل بیوماس برای مصارف روستایی به راحتی توسط صنعتگران یا کارگاه‌های مهندسی کوچک و متوسط ساخته می‌شوند. در زیمبابوه ساخت محلی تجهیزات تولید اтанول در مقیاس زیاد، منجر به کاهش هزینه تولید هر لیتر اتانول نسبت به کارخانه‌های سراسر جهان گردیده است. در چین و هند، صنعتگران محلی، کارخانه‌های تولید بیوگاز بی‌شماری را تولید کرده‌اند. در کنیا، کشوری که فنآوری بیوگاز هنوز در مراحل اولیه بکارگیری است، تولیدکنندگان محلی به سرعت استعداد نهفته و امتیاز تولید این فنآوری را درک کرده و در تولید واحدهای بیوگاز سهیم می‌شوند.

انتشار

کنیا برای برآوردن ۷۵ درصد از انرژی تجاری خویش بر نفت وارداتی تکیه دارد. در سال ۱۹۸۰ در راستای تلاشی برای کاهش این حجم عظیم وابستگی به یک منبع سوختی که تحت کنترل کشورهای خارجی می‌باشد، دولت کنیا برنامه ویژه انرژی (ESP) را راهاندازی نمود. یک جنبه از این برنامه، معرفی و انتشار فنآوری کارخانه بیوگاز بود. این برنامه پس از شروعی ضعیف طی همکاری با مؤسسات آموزشی، به صنعتگران محلی و فروشگاه‌های تجاری در بخش خصوصی روی آورد. بناها و لوله کش‌ها تحت آموزش حرفه‌ای قرار گرفتند و بازاریاب‌های خصوصی در امر تولید و بازار یابی لوازم خانگی مانند اجاق و روشنایی تشویق گردیدند. برآورد گردیده است که تا سال ۱۹۹۵ تعداد ۸۸۰ کارگاه در کنیا نصب شده‌اند.

پمپاژ باد

پمپاژ با د برای مناطق روستایی

در حال حاضر، در کشورهای در حال توسعه، تولیدکنندگان بیشماری مشغول تولید پمپ بادی میباشند، هر چند فن آوری پمپ باد به خوبی با تقاضای انرژی مناطق افریقایی، آسیایی و آمریکای لاتین مطابقت دارد، اما قدرت جذب ماشین های بادی برای پمپاژ آب در کل بسیار پایین بوده است. استفاده از ماشین های مذکور در هر منطقه با توجه به تقاضای یکی از مصارف نهایی زیر صورت پذیرفته است:

- عرضه آب روستایی
- آبیاری یا
- عرضه آب برای دام

پمپاژ آب یکی از اساسی ترین و گسترده ترین نیازهای انرژی در مناطق روستایی جهان محسوب می شود. بنابر برآوردهای به عمل آمده، نیمی از جمعیت روستایی جهان از دسترسی به عرضه آب پاکیزه محروم می باشند.

فنی

(بخش انرژی باد برای تولید الکتریسیته را مشاهده نمایید).

نیروی باد

سیستم های بادی که در سطح زمین وجود دارند از طریق تغییر فشار هوا کار می کنند. در عوض سیستم هایی نیز در اثر تغییر حرارت خورشیدی به وجود

می‌آیند. هوای گرم به علت سبکی به سمت بالا می‌رود و هوای سرد جای آن را می‌گیرد. باد حرکت هوا از منطقه‌ای به نقطه دیگر است. الگوهای بادی موجود در جهان با گرمایش خورشید در مقیاس عظیم در مناطق مختلف سطح زمین و تغییرات فصلی ناشی از حرکت وضعی در ارتباط می‌باشند. علاوه بر آن الگوهای محلی بادی نیز وجود دارند که حاصل تأثیرات تفاوت دما میان خشکی و دریا یا کوه و دره هستند.

آمارهای مربوط به سرعت باد را می‌توان از نقشه‌های باد یا دفتر هواشناسی تهیه نمود. متأسفانه دسترسی و قابلیت اطمینان کلی آمارهای مربوط به سرعت باد در بسیاری از مناطق جهان بسیار پایین است. با این وجود مناطق بادخیز جهان از میانگین سرعت بالای ۳ متر در ثانیه برخوردار می‌باشند این امر استفاده از پمپ‌های بادی را به گزینه‌ای جذاب و اقتصادی مبدل می‌سازد. پیش از هر نوع تصمیم‌گیری در مورد مناسب بودن محل پایگاه، محاسبه دقیق سرعت باد امری حائز اهمیت می‌باشد. شیوه‌های ارزیابی سرعت میانگین باد در متون مربوطه ارایه گردیده‌اند. (منابع و مأخذ را مشاهده نمایید).

نیروی باد با موارد زیر متناسب است:

- مساحت آسیاب بادی که در معرض باد قرار دارد
- مکعب سرعت باد
- چگالی هوا، که در ارتفاعات مختلف متغیر است

فرمولی که برای محاسبه نیروی باد استفاده می‌شود در زیر ارایه می‌گردد.

$$A V^3 \rho Pw = ^{1/2}$$

به طوری که، Pw نیروی موجود در باد (بر حسب کیلووات) است.

ρ چگالی هوا بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب است.

A مساحت گستره‌ی پروانه بر حسب متر مربع است.
V سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه است.

تبدیل انرژی باد به وات

هر چند معادله بالا میزان نیروی باد را به ما نشان می‌دهد، اما نیرویی که به طور عملی از باد به دست می‌آید، به صورت قابل ملاحظه‌ای از رقم به دست آمده کمتر می‌باشد. میزان انرژی عملی به عوامل بسیاری نظیر نوع ماشین، نوع پروانه‌ای که استفاده می‌شود، طراحی مناسب و پیشرفت‌های تیغه، اتلاف انرژی ناشی از اصطکاک، میزان انرژی هدر رفته در پمپ یا سایر تجهیزات متصل به ماشین باد بستگی دارد. علاوه بر آن محدودیت‌های فیزیکی نیز میزان انرژی حقیقی کسب شده از باد را دستخوش تغییر می‌نمایند. از دیدگاه نظری می‌توان نشان داد که هر آسیاب بادی فقط توان کسب $59/3$ درصد از انرژی باد را دارا می‌باشد (این رقم به عنوان حد بتن شناخته می‌شود).

در واقع رقم مذکور به طور معمول در حدود ۳۰ یا ۴۰ درصد و برای یک توربین بزرگ تولید برق حداکثر در حدود ۴۵ درصد است (توضیح مربوط به ضریب عملکرد را در صفحه ۱۹۵ مشاهده نمایید).
بنابراین، با در نظر گرفتن فرمول محاسبه انرژی باد، می‌توان گفت که نیروی تولید شده توسط ماشین باد به شیوه زیر محاسبه می‌گردد:

$$P_M = C_p^{1/2} \rho A V^3$$

به طوری که P_M انرژی حاصل از ماشین (بر حسب کیلووات) و C_p ضریب عملکرد ماشین باد است.

باید به خاطر سپرد که ماشین باد فقط در بخشی از زمان گردش خویش با حداقل کارآیی عمل می‌کند، این امر ناشی از تغییراتی است که در سرعت باد رخ می‌دهد. برآورد کلی خروجی پمپ باد را می‌توان با استفاده از معادله زیر محاسبه نمود:

$$P_A = \rho / V A V^3$$

به طوری که: P_A میانگین خروجی انرژی سالیانه بر حسب وات و V میانگین سرعت سالیانه باد بر حسب متر بر ثانیه است.

قواعد تبدیل انرژی باد

دو قاعده فیزیکی اصلی برای استخراج انرژی باد وجود دارند، این دو قاعده توسط نیروی بالا بر یا کششی (و یا ترکیبی از هر دو نیرو) پدید می‌آیند. تفاوت میان نیروی بالا بر و کششی از طریق تفاوت در استفاده از یک بادبان که مانند یک چتر نجات عمل می‌نماید و قایق بادی را توسط باد به حرکت در می‌آورد و یک بادبان برمودا مشخص می‌گردد، بادبانی مثلثی شکل که برای ما آشنا است و جهت باد را منحرف می‌کند و شرایط حرکت قایق در مسیر باد یا در جهت مخالف را فراهم می‌سازد.

نیروهای کششی آشکارترین ابزار رانش را فراهم می‌آورند. این نیروها را می‌توان با ایستادن یک شخص یا قراردادن یک شیء در برابر باد احساس نمود.

نیروهای بالابر کارآمدترین ابزار رانش هستند، اما نسبت به نیروهای کششی نا محسوس‌تر می‌باشند، زیرا نیروهای مذکور به خوبی شناخته و درک نشده‌اند.

ویژگی‌های خاص نیروهای بالابر و کششی به شرح زیر می‌باشند:

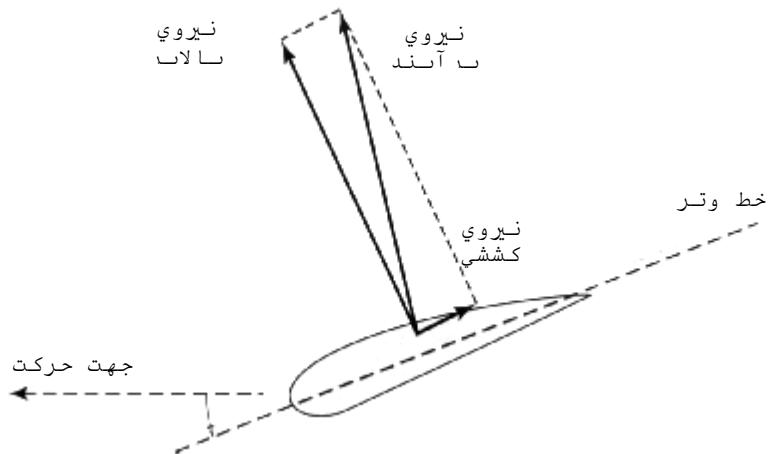
نیروی کششی در مسیر جریان باد قرار دارد.

نیروی بالابر عمود بر جهت باد قرار می‌گیرد.

تولید نیروی بالابر همیشه منجر به ایجاد میزان خاصی از نیروی کششی می‌گردد.

با بهره‌گیری از صفحه فضایی مناسب، نیروی بالابر تولید شده سی برابر نیروی کششی خواهد بود.

ابزار نیروهای بالابر به طور کلی کارآمدتر از ابزار نیروی کششی می‌باشند.



شکل ۶-۵- نیروی بالا و نیروی کششی

منبع: اسپرا، دیویدای، فن آوری توربین بادی ۱۹۹۴

انواع و مشخصات پروانه‌ها

دو خانواده‌ی اصلی از ماشین‌های بادی وجود دارند: ماشین‌هایی که دارای محور عمودی می‌باشند و ماشین‌هایی که محور افقی دارند. این ماشین‌ها از دو

نیروی بالابر و کششی برای مهار باد استفاده می‌کنند. ابزار بالابر ماشین‌هایی که محور افقی دارند بیش از سایر موارد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در واقع به جز چند ماشین آزمایشی، عملاً تمامی آسیاب‌های بادی در این مجموعه قرار دارند. پارامترهای فنی متعددی وجود دارند که برای تعیین ویژگی‌های پروانه‌های آسیاب بادی مورد بهره برداری قرار می‌گیرند. ضریب سرعت رأس به عنوان نسبت سرعت حداکثر پروانه آسیاب بادی به سرعت باد آزاد تعریف می‌شود. ابزارهای نیروی کششی همواره از ضریب سرعت Tip رأس کمتر از یک برخوردار می‌باشند و بنابراین آرامتر می‌چرخند، حال آنکه ابزارهای نیروی بالابر از ضرایب سرعت (Tip) رأس بالاتری برخوردارند و در نتیجه نسبت به تغییرات سرعت باد سریعتر می‌چرخند (۱۳:۱).

نسبت انرژی بادی که توسط پروانه تولید می‌شود، ضریب عملکرد یا ضریب نیرو یا کارآیی با علامت C_p نامیده می‌شود و تغییر آن به عنوان تابع ضریب سرعت (Tip) رأس، غالباً برای مشخص کردن انواع متفاوت پروانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همانطور که قبلًاً اشاره شد، حد بالای C_p ، $59/3$ درصد است. هر چند که عملاً حداکثر ضریب عملکرد پروانه‌های بادی واقعی بین ۲۵ تا ۴۵ درصد می‌باشد.

معمولًاً درصدی از فضای محیط که توسط مواد به کار رفته در پروانه اشغال می‌شود، تا هوا، استحکام یا توپر بودن نامیده می‌شود. ماشین‌هایی که استحکام بالایی دارند مواد زیادی را حمل کرده و تیغه‌ی زاویه‌ای دارند. این ماشین‌ها نسبت به ماشین‌هایی با استحکام پایین، گشتاور راهاندازی قوی‌تر را ایجاد می‌نمایند (گشتاور نیروی گرداندهای است که توسط پروانه تولید می‌شود)، اما ذاتاً کارآیی کمتری دارند.

پمپ‌های بادی عمدتاً از این نوع پروانه‌ها می‌باشند، ماشین‌هایی با استحکام پایین، بیشتر برای تولید برق کاربرد دارند. ماشین‌هایی که استحکام بالایی دارند از ضرایب سرعت رأس کمتری برخوردارند و بر عکس ماشین‌هایی که استحکام پایینی دارند ضریب سرعت رأس بیشتری را دارا می‌باشند.



پروانه‌ای با استحکام (توپری) بالا

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - ترزا اندرسون

پروانه‌ای با استحکام (توپری) پایین

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی

پمپ آب

هماهنگ‌سازی پمپ و پروانه

هماهنگ‌سازی ویژگی‌های پمپ و ماشین بادی، امری حائز اهمیت در نصب پمپ باد به شمار می‌آید. تعامل مناسب میان پمپ و پروانه عاملی اساسی است. متداولترین نوع پمپ مصرفی برای پمپ آب (خصوصاً برای کشیدن آب از چاه) متصل به آسیاب بادی، پمپ دو سویه یا پیستونی است. راهاندازی پمپ پیستونی

به گشتاور بالای نیاز دارد زیرا در هنگام شروع کار، پروانه این پمپ می‌باشد گشتاور لازم برای غلبه بر وزن محورهای پمپ و آبی که از راه شاه لوله به طرف بالا کشیده می‌شود را فراهم آورد. هنگامی که پروانه به گردش در می‌آید، گشتاور به دلیل شتاب پروانه کاهش می‌یابد. بدین ترتیب پیش ازتوقف پمپ، سرعت باد تا دو سوم سرعت راهاندازی کاهش پیدا می‌کند.

انواع دیگر پمپ‌های متدالو که برای مصارف پمپاژ بادی کاربرد دارند، پمپ‌های حفره‌ای متواالی یا تک و پمپ‌های گریز از مرکز می‌باشند. هر دو نوع این پمپ‌ها در شرایط خاص خود دارای مزایایی هستند، اما هر دو بسیار گران قیمت بوده و کمتر استفاده می‌شوند. یک مثال نمونه از پمپ بادی مدرن چند تیغه‌ای را می‌توان در تصویر پروانه‌ای با استحکام بالا مشاهده نمود. استحکام بالا به معنای گشتاور راهاندازی بالا و سرعت عملکرد پایین است که برای مصرف پمپ‌های پیستونی دلخواه می‌باشد.

هماهنگ سازی اندازه پمپ باد با تقاضای آب و باد موجود امری حائز اهمیت است و بنابراین انتخاب یک پروانه مناسب نیز از اهمیت مذکور برخوردار است. برای محاسبه تقاضای آب و باد آگاهی از آمارهای زیر ضروری می‌باشد:

- ارتفاعی که آب می‌باشد تا آنجا پمپاژ گردد، بر حسب متر
- حجم آب پمپاژ شده روزانه بر حسب متر مکعب

انرژی تقریبی آب سطح دریا را می‌توان با استفاده از معادله زیر محاسبه نمود:

$$E = 0.002725 \times \text{ارتفاع} \times \text{حجم}$$

نوعاً ارتفاع پمپاژ آب بین چند متر تا یکصد متر (و گاهی بیشتر) تغییر می‌نماید، در حالی که حجم مورد نیاز از چند متر مکعب برای مصرف داخلی تا چند صد متر مکعب برای آبیاری متغیر است.

ساختار پمپ باد

متداول‌ترین منبع آب که پمپ بادی از آن آب می‌کشد، چاه است. یک پمپ چند تیغه کشاورزی که بهترین نمونه است، پیستونی دارد که عملیات پمپاژ به درون مخزن ذخیره نصب شده در بالای پمپ را انجام می‌دهد. بسته به ماهیت منبع آب و تقاضا، اشکال متعدد دیگری نیز وجود دارند. معمولاً این ماشین‌ها، پروانه‌هایی به قطر $1/5$ تا ۸ متر دارند و قطر این پروانه‌ها به ندرت از ۴ تا ۵ متر تجاوز می‌نماید. نیرو از طریق یک سیستم دنده‌ای یا یک ساختار حرکتی مستقیم از پروانه به محورهای پمپ منتقل می‌گردد. حرکت محورها موجب می‌شود که پمپ آب را بالا کشیده و به درون مخزن بریزد، سپس آب از مخزن وارد شبکه توزیع می‌شود. عملکرد پره انتهایی، حفظ جهت پروانه در جهت باد است. اغلب پمپ‌های بادی یک پره انتهایی دارند که برای چرخش خودکار طراحی گردیده‌اند (که ماشین پمپ را از مسیر باد خارج می‌سازند) تا در سرعت بالای باد، از وارد آمدن آسیب جلوگیری به عمل آورند.

پمپاژ بادی با استفاده از برق

هر چند پمپ بادی چند تیغه‌ای متداول‌ترین نوع پمپ آبی مصرفی است، اما گزینه‌های دیگری نیز در دسترس می‌باشند. یکی دیگر از گزینه‌ها، به ویژه در مواردی که پمپ باید دور از ماشین باد نصب شود، استفاده از یک ژنراتوری است که با هوا کار می‌کند تا بدین ترتیب برق مورد نیاز پمپ برقی را فراهم آورد. هر چند چنین گزینه‌هایی گران قیمت هستند اما در مواقعی که پمپ کار نمی‌کند، این گزینه‌ها امکان استفاده از برق برای سایر کاربردها را فراهم می‌سازند و

در صورت عدم کفایت سرعت باد برای عرضه مستقیم برق می‌توان از انرژی ذخیره شده در باتری‌ها استفاده نمود.

سایر موارد

تولید محلی

در بسیاری از کشورهای جهان، تعداد معنودی از پمپ‌های بادی تولید می‌شوند. در اروپا، استرالیا، افریقای جنوبی و آمریکا تولیدکنندگان، پمپ‌های بادی را جهت صادرات تولید می‌نمایند، اما در کشورهای در حال توسعه، شرکت‌های تجاری نیز پمپ‌های بادی را تولید می‌کنند. مرکز صنایع و ابداعات روستایی (RIIC) در بوتسوانا از جمله چنین تولیدکنندگانی است که در صفحه‌ی ۲۰۶ به آن اشاره می‌گردد.

طی دو دهه اخیر چندین پروژه با هدف انتقال فن‌آوری پمپ آب به تولیدکنندگان جنوب مورد بهره‌برداری قرار گرفت که برخی از آنها نیز موفق بوده‌اند. پمپ بادی کی جی تو که در کنیا تولید می‌شود، از جمله موفقیت‌های حاصل است. ابتدا این پمپ بادی توسط گروه توسعه‌ی فن‌آوری اینترمیدیت تکنولوژی (ITDG) واقع در انگلستان که با یک تولید کننده محلی در کنیا مرتبط بود، ارایه گردید. طرح کی جی تو پیشرفت بیشتری داشته است به طوری که در حال حاضر سالیانه ۲۵ پمپ بادی تولید می‌شود. یک طرح تقریباً نمونه نیز توسط یک تولید کننده محلی در هاراره زیمبابوه ساخته می‌شود.



پمپ بادی کی جی تو

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی

جدول زیر نمایانگر مقایسه هزینه در متداولترین گزینه‌های پمپاژ است.

جدول ۵-۴ مقایسه هزینه در گزینه‌های پمپاژ آب

هزینه سرمایه	موتور دیزلی	بادی	خورشیدی
۱۵۰۰ دلار	۲۰۰۰ دلار	۸۰۰۰ دلار	
۲۵۰ دلار	۶۰۰ دلار	۴۵۰ دلار	مخزن ذخیره
۶۰۰ دلار	۴۰۰ دلار	۱۳۰۰ دلار	کل هزینه سالانه
۱۲ سنت	۷/۵ سنت	۲۵ سنت	هزینه هر مترمکعب

مثال: برای آب رسانی به مخزنی با مشخصات $ha = 0.5$ و با جدول عمق آبی برابر با ۴ متر، اگر از پمپ دیزلی استفاده کنیم، کل تقاضای سالیانه آب 5000 m^3 مترمکعب خواهد بود که در این صورت به مخزن ذخیره سوخت نیاز داریم. استفاده از پمپ‌های بادی و خورشیدی هنگامی بهترین گزینه محسوب می‌شوند که منابع آن در دسترس باشند. در این حالت نیز می‌بایست آب را در مخزن ذخیره نمود یا در صورت نیاز از آن استفاده کرد.

مالکیت، مصرف، نگهداری و تأثیرات زیست محیطی

دیدگاه مصرف کننده - پمپهای بادی در بوتسوانا

یک تحقیق در مورد مالک و مصرف کننده پمپهای بادی در کشور بوتسوانا صورت پذیرفت. هدف از این تحقیق تعیین مالکیت، تهیه تدارک و نصب، استفاده، تأثیر بر محیط زیست و طرح ارتقای بود. تحقیق مذکور نشان داد که ۵۴ درصد پمپهای آبی تحت مالکیت خانه‌ها و ۲۳ درصد آن‌ها در اختیار گروه‌ها و سندیکاهای کشاورزی بودند، ۲۳ درصد باقیمانده نیز تحت تملک جامعه محلی قرار داشت. بخش اعظم پمپهای بادی بانک‌ها وام گرفتند تا آنها را خریداری نمایند. در جایی که ۱۸ درصد پمپ‌ها با کمک اعضای گروه‌های مختلف خریداری گردیدند. اغلب پاسخ دهنده‌گان پمپ را از RIIC عرضه کننده محلی خریداری نمودند. نسب پمپهای بادی در ۶۹ درصد موارد توسط مرکز صنایع و ابداعات روستایی و در ۲۳ درصد موارد از طریق مالکان و در ۸ درصد باقی مانده توسط عوامل خارجی صورت پذیرفت.

سی و یک درصد جمعیت منطقه برای پمپ آب به طور کامل به پمپهای بادی وابسته بودند، حال آنکه ۹۶ درصد باقیمانده سیستم‌های دیگر را در اختیار داشتند. پاسخ دهنده‌گان، پمپهای بادی را به عنوان یک فناوری خوب ارزیابی نمودند، زیرا استفاده از آن ارزانتر بود. یکی از مشکلات پمپهای بادی خرابی بیش از حد آنها بود. چهل و شش درصد مصرف کننده‌گان بیان داشتند که پمپهای آنها سالی یک بار خراب می‌شود، ۳۱ درصد تعداد خرایی را دو بار در سال و ۲۳ درصد خرایی‌ها را بیش از سه بار در سال اعلام نمودند. عمده تعمیرات از طریق عرضه کننده پمپ (۵۴ درصد)، تکنسین‌های محلی (۸ درصد) یا ترکیبی از هر دو صورت می‌پذیرد. به علاوه، تحقیق مذکور عقیده پاسخ دهنده‌گان در مورد تأثیرات زیست محیطی مصرف پمپهای بادی را نیز تحت بررسی قرار داد. اکثریت (۸۵ درصد) پاسخ دهنده‌گان بر این باور بودند که پمپهای بادی چشم‌انداز آینده را بهبود می‌بخشند، در حالی که ۱۵ درصد آنان اظهار داشتند که پمپهای مذکور تفاوت چندانی را ایجاد نمی‌نمایند. هیچ تأثیر منفی بر محیط زیست هم گزارش نشد. ۹۲ درصد پاسخ دهنده‌گان صدای پمپهای بادی را آزار دهنده نمی‌دانستند. به عقیده پاسخ دهنده‌گان، گزینش فناوری پمپ باد به دلایلی نظیر فقدان سیاست‌های مناسب، فقدان آگاهی در مورد فناوری، هزینه‌های بالای نگهداری و جریان‌های نامناسب باد، محدود می‌گردد.

انرژی باد برای تولید برق

ژنراتورهای توربین بادی نوین

ژنراتورهای توربین بادی نوین، ماشین‌هایی بسیار پیشرفته می‌باشند که از آخرین مواد و تکنیک‌های تولید بهره می‌برند. با بهره‌گیری از پیشرفتهای ایرودینامیک و طراحی ساختاری، فن آوری مواد و مهندسی مکانیک، الکترونیک و کنترل، ژنراتورهای مذکور قادر به تولید یک یا چند مگاوات برق از هر ماشین می‌باشند. امروزه از دیدگاه اقتصادی، انرژی باد گزینه‌ای جذاب برای تولید تجاری برق در شرایط صحیح محسوب می‌شود. مزارع بادی بزرگ یا ایستگاه‌های انرژی باد در بسیاری از کشورها، مناظری عادی به شمار می‌آیند. در درجه‌ای پایین‌تر، ژنراتورهای بادی کوچک نیز برای عرضه‌ی ذخیره برق جهت شارژ باتری، کاربردهای خود اتکا و اتصال به شبکه‌های کوچک پیشرفت کرده‌اند. جدول ۵-۵ سیستم طبقه‌بندی توربین‌های بادی را نشان می‌دهد.

فنی

نیروی باد

الگوهای جهانی باد همگی با گرمایش عظیم خورشیدی در مناطق مختلف سطح زمین و تغییرات فصلی ناشی از حرکت وضعی در ارتباط می‌باشند. به علاوه الگوهای محلی بادی نیز وجود دارند که حاصل تأثیرات تفاوت دما میان خشکی و دریا یا کوه و دره می‌باشند. سرعت باد در کل با ارتفاع افزایش می‌یابد. این امر به دلیل ویژگی ناهمواری‌های زمین، از جمله گیاهان و خانه‌ها است که از سرعت باد می‌کاهد.

ساختار و ویژگی‌های ژنراتورهای بادی

ژنراتور بادی کوچک، پروانه‌ای دارد که به طور مستقیم به ژنراتوری متصل شده است که جریان برق متناوب $120/240$ ولت را برای مصرف داخلی یا جریان مستقیم $12/24$ ولت را برای شارژ باتری تولید می‌نماید.

ماشین‌های بزرگتر، برق سه فاز تولید می‌کنند. اغلب یک پره انتهایی در این ژنراتور وجود دارد که پروانه را در راستای جهت باد نگه می‌دارد.



اکنون ژنراتورهای نیروی باد در سراسر دنیا معمول گشته‌اند

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی

جدول ۵-۵ طبقه‌بندی سیستم در توربین‌های بادی

خدمات انرژی روستایی

میزان	قطر پروانه	مقدار نیرو
میکرو	کمتر از ۳ متر	شارژ نمودن باتری بیش از ۵۰ وات
کوچک	کمتر از ۱۲ متر	تا حدود ۱ یا ۲ کیلووات
متوسط	بین ۱۲ تا ۴۵ متر	کمتر از ۴۰ کیلووات
بزرگ	۴۶ متر و بیشتر	از ۴۰ کیلووات تا بیش از ۱ مگاوات

برخی از ماشین‌های بادی پرهی انتهایی دارند که برای جلوگیری از هر گونه آسیب به ژنراتور در سرعت‌های بالای باد، به طور خودکار می‌پیچد. (ماشین را از جهت باد خارج می‌سازد). ماشین‌های بزرگتر، تیغه‌های زاویه دار پیچی کنترل شده‌ای دارند (زاویه‌ای که برخورد تیغه‌ها با باد را کنترل می‌کند) که به شیوه‌ای مشابه عمل می‌کنند. برج از استحکام کمی برای جلوگیری از تداخل باد برخوردار است و غالباً برای محافظت از برج آن را با تسمه محکم می‌بندند.

مشخصات ویژه یک توربین نمونه کوچک بادی در جدول ۶-۵ ارایه می‌گردد.

جدول ۶-۵: جزئیاتی در مورد ۱۵۰۰BWC

شرکت نیروی باد برزی، ایالات متحده آمریکا

نوع	
قطر پروانه	۳ تیغه باد در جهت بالا
حرکت	۳ متر مستقیم
میزان نیرو	۱۵۰۰ وات
سرعت باد برای راهاندازی	۳/۶ متر در ثانیه
سرعت باد برای توقف	۳/۶ متر در ثانیه
میزان سرعت باد	۱۲/۵ متر در ثانیه
سرعت باد برای چرخش	۱۴/۳ متر در ثانیه
حداکثر طرح سرعت باد	۵۳/۶ متر در ثانیه
حمایت از سرعت بیش از حد	AUTOFURL
ژنراتور	دینام مغناطیسی ثابت
مشکل بازده	۳ فاز c.a. بافر کانس قابل تغییر یا ۱۲ تا ۲۴ ولت c.d.

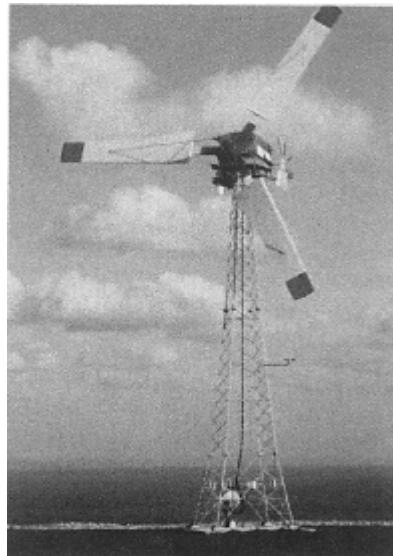
منبع: از کاتالوگ نیروی باد برزی

اتصال به شبکه یا شارژ باتری

در مناطقی که خانه‌ها در فواصل دور از هم و به طور پراکنده قرار گرفته‌اند یا هزینه شبکه بسیار گران است، شارژ باتری یک گزینه جایگزین محسوب می‌شود. برای مردم روستانشین، چند وات انرژی برای روشنایی، منبع تغذیه، رادیو و تلویزیون کفایت می‌کند. باتری‌ها را می‌توان هر چند وقت یک بار برای شارژ مجدد به ایستگاه شارژ برد. استفاده از باتری زحمت عرضه‌ی متناوب را که ناشی از نوسانات سرعت باد می‌باشد کاهش می‌دهد. ژنراتورهای تجاری بادی ۱۲ و ۱۴ ولت با جریان مستقیم وجود دارند که برای شارژ باتری‌ها مناسب هستند.

خدمات انرژی روزتایی

توربین‌های کوچکتر (۱۵۰ - ۵۰ واتی) نیز موجود می‌باشند که برای اتصالات خانگی به کار برد هم می‌شوند.



نمونه توربین بادی کوچک

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی

سایر موارد

هزینه – اقتصاد

هزینه تولید جریان برق از باد تا حد بسیار زیادی به سیستم باد محلی بستگی دارد. همانطور که قبلاً اشاره شد، خروجی انرژی ماشین باد با حجم و سرعت باد متناسب است و به همین دلیل اندکی افزایش در سرعت باد منجر به افزایش چشمگیر انرژی و متعاقباً کاهش هزینه‌های واحد خواهد شد.

هزینه سرمایه انرژی باد سنگین است، اما هزینه‌های اجرای این انرژی‌اندک می‌باشد. بنابراین هنگامی که یک سیستم الکتریکی بادی را مشاهده می‌نماییم متوجه می‌شویم که دسترسی به منابع مالی اولیه، یارانه‌ها یا وام‌های کم سود از امتیازات بارز انرژی بادی هستند و برای به حداقل رساندن مصرف انرژی بادی، میزان بار و گزینه‌های عرضه‌ی انرژی می‌بایست با دقت هماهنگ گردند، میزان بادی که ورودی متغیر را می‌پذیرد به صورت‌ایده‌آل با ماهیت متناوب انرژی باد هماهنگ می‌باشد.



مزارع بادی بزرگتر بدون تأثیرات زیست محیطی منفی می‌توانند شبکه‌ی برق تولید کنند

عکس از: اینترمیت تکنولوژی

تولید محلی

بسته به قابل دسترس بودن مواد، تیغه‌های پروانه را می‌توان به صورت محلی از چوب روکش‌دار، فولاد، پلاستیک‌ها یا ترکیبی از این مواد ساخت، در حالی که برخی از اجزای این ماشین آلات را می‌توان در کارگاه‌های مهندسی کوچک تولید نمود. البته در صورتی که در کشور مذکور در دسترس نباشند، سایر بخش‌ها از جمله بلبرینگ‌های مخصوص، جعبه دنده‌ها، ژنراتورها و سایر تجهیزات الکتریکی را باید وارد نمود. برج‌های آن را می‌توان از فولاد جوشکاری شده و ترجیحاً گالوانیزه‌ای ساخت که در بسیاری از کارگاه‌های مهندسی محلی قابل تولید می‌باشند، در حالی که پایه‌های پمپ را می‌توان در محل از بتن مسطح قالب‌بریزی کرد. (منبع: کریستوفر سان و بوکالدرز ۱۹۹۱).

انرژی برق آبی میکرو

آب را می‌توان در مقیاس کوچک یا زیاد مهار نمود. جدول ۵-۷ مقوله‌هایی را که در تعریف خروجی انرژی از انرژی آب کاربرد دارند، فهرست می‌نماید. انرژی برق آبی میکرو، مهارسازی انرژی حاصل از آب در حال ریزش در مقیاس کوچک است. به عنوان مثال، مهار نمودن مقدار کافی از آب رودخانه‌ی محلی برای تهیه انرژی در تغذیه یک کارخانه کوچک یا یک روستا را می‌توان نام برد. این فصل به طور کلی به نیروگاه‌های برق آبی میکرو تکیه دارد.

جدول ۷-۵ طبقه‌بندی انرژی برق آبی بر حسب اندازه

برق آبی بزرگ	بیش از ۱۰۰ مگاوات که معمولاً شبکه برق رسانی عظیم را تغذیه می‌نماید.
برق آبی متوسط	بیش از ۱۵ تا ۱۰۰ مگاوات که شبکه را تغذیه می‌نماید
برق آبی کوچک	بین ۱ تا ۱۵ مگاوات که شبکه را تغذیه می‌نماید.
برق آبی مینی	بالای ۱۰۰ کیلووات ولی کمتر از ۱ مگاوات که برای برنامه‌های مستقل یا در غالب موارد برای تغذیه شبکه استفاده می‌گردد.
برق آبی میکرو	از چند صد وات تا ۱۰۰ کیلووات متغیر است. در مواردی که این نیرو چند صد وات است برای شارژ باتری یا فرآیندهای غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مواردی که این نیرو به ۱۰۰ کیلووات یا بیشتر می‌رسد، معمولاً نیروی برق یک جامعه محلی کوچک یا یک روستای صنعتی محروم از شبکه را در مناطق دور افتاده تأمین می‌نماید.

(kW) کیلووات = ۱۰۰۰ وات و (MW) مگاوات = ۱۰۰۰۰۰۰ یا کیلووات ۱۰۰۰

طی چند دهه‌ی اخیر، کشورهای در حال توسعه به تدریج در یافته‌اند که سیستم‌های برق آبی میکرو نقش مهمی را در توسعه اقتصادی مناطق روستایی دور افتاده، خصوصاً مناطق کوهستانی، ایفا می‌نمایند. سیستم‌های برق آبی میکرو از توانایی تأمین برق برای مصارف داخلی، کشاورزی و صنعتی برخوردار می‌باشند. این انرژی از طریق انرژی مکانیکی مستقیم با اتصال توربین به یک ژنراتور برای تولید برق حاصل می‌گردد.



برنامه برق آبی میکرو در نپال

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - آدام هاروی

فنی

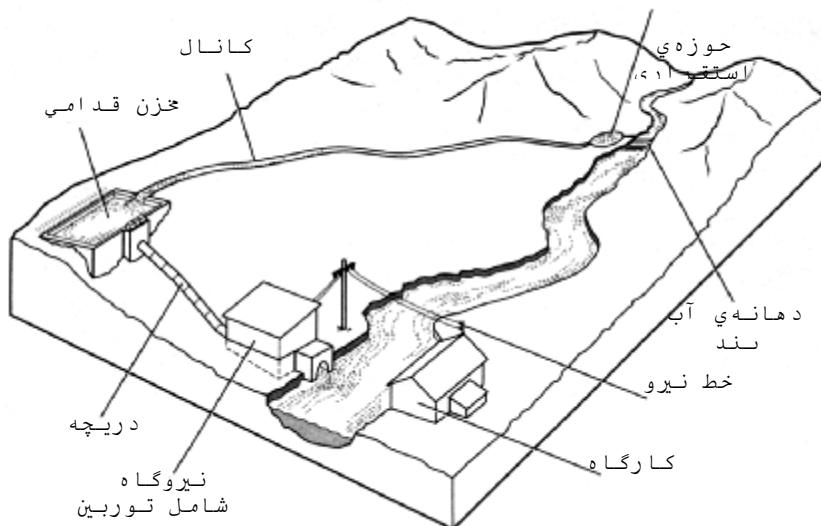
اجزای سیستم

شکل ۷-۵، نمایانگر اجزای اصلی یک سیستم برق آبی میکرو است که از آب جاری رودخانه تغذیه می‌شود. این نوع سیستم نیازی به ذخیره‌ی آب ندارد، اما در عوض بخشی از آب رودخانه را از مسیر اصلی آن منحرف می‌سازد. این مقدار آب پیش از آنکه از طریق لوله‌ی آبرسانی به درون توربین ریخته شود در طول شیب دره جاری می‌شود و توربین ژنراتوری را که انرژی برق یک کارگاه را تأمین می‌کند را به حرکت می‌اندازد. به منظور عرضه‌ی انرژی داخلی برای روشنایی و سایر مصارف می‌توان خط انتقال را در یک روستای محلی گسترش داد.

سایر اشکال متعدد سیستم‌های برق آبی در بازار موجود می‌باشند که تمامی آنها از یک قاعده کلی پیروی می‌نمایند و بسته به شرایط آب شناسی و نقشه برداری خاص محیط می‌توان از آنها بهره برد.

تبديل انرژی آب به واحد الکتریکی وات

تعیین شدت جریان و ارتفاع ریزش آب امری ضروری در اندازه‌گیری مقدار انرژی پتانسیل جریان آب در یک چشمه یا رودخانه به شمار می‌آید.



شکل ۷-۵- آرایش یک سیستم نمونه برق آبی میکرو

(P) انرژی نظری آب با (Q) شدت جریان \times (H) ارتفاع ریزش آب متناسب است.

انرژی واقعی آب همواره کمتر از مقدار انرژی نظری آن است و این امر به دلیل اتلاف انرژی در توربین و ژنراتور و اتلاف انرژی در اثر وجود اصطکاک در لوله هاست.

مثال: ژنراتور توربینی که در ارتفاع ۱۰ متری و با جریان $\frac{1}{3}$ متر مکعب در ثانیه عمل می کند به طور تقریبی ۱۵ کیلووات برق تولید می نماید

$$کیلووات = ۱۵ \times \frac{۹}{۸} \times \frac{۰}{۵} \times \frac{۰}{۳}$$

اگر ماشین در شرایطی کار کند که از بار کامل یا جریان کامل بهره نبرد، باید سایر تلفات را نیز مدنظر قرار داد. بهتر است همواره تمامی تجهیزات، در شرایط بار و جریان طراحی شده به کار گرفته شوند، اما با وجود نوسانات سالیانه جریان رودخانه یا تغییر چشم گیر الگوهای روزانه بار، بر آوردن چنین شرایطی همواره عملی و میسر نمی باشد.

بسته به نیاز نهایی انرژی تولید شده، خروجی محور توربین را می توان به عنوان انرژی مکانیکی به کار برد یا آنکه توربین را برای تولید برق به یک ژنراتور برق وصل کرد. برای بسیاری از مصارف صنعتی روستایی (مانند فرآیند تهیه مواد غذایی نظیر آسیاب یا به دست آوردن روغن، اره برقی یا کارگاه نجاری یا تجهیزات حفاری در مقیاس کوچک) انرژی محور دستگاههای بادی مناسب می باشد، اما در بسیاری از موارد نیاز است که انرژی الکتریکی را تبدیل کنیم. برای مصارف داخلی، انرژی برق ترجیح داده می شود، انرژی مورد نظر را می توان به شیوه های زیر فراهم نمود:

- یا از طریق یک سیستم توزیع مستقیم برق به خانه وصل شود یا به وسیله‌ی باتری‌هایی که به طور مداوم برای شارژ مجدد به مرکز نیرو منتقل می شوند. در

جایی که به دلیل خانه سازی‌های پراکنده، امکان هزینه برق‌رسانی مستقیم وجود ندارد، این سیستم متداول است.
(بنابراین سیستم توزیع گران قیمت نیز مفید واقع می‌شود).

شرایط مناسب برای انرژی مستقیم برق آبی میکرو

بهترین مناطق جغرافیایی برای بهره برداری از سیستم‌های برق آبی در مقایسه کوچک، رودخانه‌های شیب داری هستند که در طول سال جاری می‌باشند. به عنوان مثال مناطق تپه‌ای کشورهایی که در سراسر سال از میزان بارش سالیانه‌ی بالایی برخوردارند یا رشته کوه‌های بزرگ و تپه‌هایی که در دامنه آنها قرار دارند، نظیر رشته کوه‌های آند و هیمالیا و جزایری با آب و هوای مرطوب دریایی از جمله جزایر کارائیب، فیلیپین و اندونزی نیز برای استفاده از سیستم‌های برق آبی در مقایس کوچک مناسب می‌باشند. در جایی که فشار و ارتفاع کم است ولی جریان آب برای تولید انرژی کافی می‌باشد، توربین‌های کم فشار برای بهره برداری از رودخانه‌ها در مقایس کوچک ارایه گردیده‌اند.

برای ارزیابی مناسب بودن یک پایگاه از نظر توان و کارآیی، آگاهی از آب شناسی پایگاه مذکور امری ضروری به شمار می‌آید و بررسی پایگاه برای محاسبه جریان واقعی و آمار ارتفاع و فشار صورت می‌پذیرد.

اطلاعات آب شناسی را می‌توان از اداره آبیاری یا هواشناسی کسب نمود. معمولاً اطلاعات مذکور توسط دولت محلی جمع‌آوری می‌گردد. این آمارها تصویر کلی خوبی از الگوهای بارش سالیانه و احتمالاً نوسانات بارش و در نتیجه الگوهای جریان آب را ارایه می‌نمایند. تحقیق و بررسی در مورد محل نصب توربین‌ها، اطلاعات جزء به جزء و مفصل بیشتری را در مورد شرایط محل نصب، و همچنین

جهت محاسبه انرژی ارایه نموده و شرایط آغاز طراحی کار را فراهم می‌آورد. اطلاعات مربوط به جریان رودخانه‌ای را نیز می‌بایست حداقل طی دوره‌ای یکساله جمع‌آوری نمود تا در صورت امکان در مورد نوسانات جریان آب در خلال فصول مختلف سال اطمینان حاصل گردد. شیوه‌های بسیاری برای اجرای محاسبه جریان و ارتفاع وجود دارند که در متون مربوطه یافت می‌شوند. (منابع و مأخذ را مشاهده نمایید).

توربین‌ها

یک توربین، انرژی آب در حال ریزش را به انرژی محوری تبدیل می‌کند. توربین‌ها انواع متفاوتی دارند که به شیوه‌های متفاوت می‌توان آنها را طبقه‌بندی نمود. گزینش توربین در کل به فشار موجود در ارتفاع ریزش و جریان طراحی شده برای نصب سیستم انرژی برق آبی بستگی دارد. توربین‌ها به طور کلی به سه گروه توربین‌هایی با فشار ریزش بالا، فشار ریزش متوسط و فشار ریزش کم و دو مقوله ضربه و واکنش تقسیم می‌شوند. انتخاب نوع توربین براساس فشار موجود در ارتفاع ریزش، اندازه و جریان آب صورت می‌پذیرد.

ضریب بار

این عامل نسبت انرژی تولید شده به انرژی‌ای است که در صورت استفاده دائم توربین، تولید می‌شود. بر خلاف فن‌آوری‌هایی که بر منابع سوختی هزینه بر تکیه دارند، «سوخت» تولید انرژی برق آبی رایگان می‌باشد، بنابراین در صورت استفاده بلند مدت از تجهیزات و طرح به برنامه‌ای مقرن به صرفه‌تر نیز مبدل می‌گردد. اگر توربین فقط شب‌ها برای روشنایی منازل استفاده شود، ضریب بار خیلی پایین

خواهد بود و هزینه آن عادلانه نخواهد بود. اگر توربین در خلال روز انرژی لازم برای صنعت روستا و در طول شب تقاضای داخلی را مرتفع سازد، سطح مصرف ثابت خواهد ماند. در صورتی که هدف ساخت توربین برخورداری از سیستمی مقرن به صرفه‌تر می‌باشد، اطمینان از میزان ثابت مصرف امری حائز اهمیت است که در طی مراحل طراحی باید آن را مدنظر قرار داد.

کنترل کننده‌های بار توربین

سرعت توربین‌های آبی، مانند موتورهای گازوئیلی یا بنزینی، به هنگام اعمال یا برداشت بار تغییر می‌نماید. هر چند مانند ماشین‌هایی که به طور مستقیم از نیروی محور استفاده می‌کنند، تغییر سرعت، مشکل چندان بزرگی برای ماشین ایجاد نمی‌نماید، اما این تغییر سرعت به طور جدی بر فرکанс و ولتاژ خروجی ژنراتور تأثیر می‌گذارد. از دیدگاه سنتی، مجموعه‌های کنترل شده هیدرولیکی یا مکانیکی سرعت با تغییر بار، شدت جریان را تغییر می‌دهند، اما در این اواخر کنترل کننده‌های الکترونیکی (ELC) به بازار آمده‌اند و سادگی و اطمینان‌پذیری مجموعه‌های برق آبی میکروی جدید را افزایش داده‌اند، کنترل کننده‌های الکترونیکی بار با اضافه نمودن یا کاستن دائمی بار مصنوعی از تغییر سرعت جلوگیری می‌نمایند و در عوض توربین نیز به طور دائم با بار کامل به عملکرد خود ادامه می‌دهد. مزیت دیگر کنترل کننده‌های الکترونیکی بار این است که بخش متحرک ندارند. این امر سبب می‌شود که عملاً قابلیت اطمینان و نگهداری این سیستم مجانی تمام شود. امتیاز کنترل بار الکترونیکی، مقدمات راهاندازی توربین‌های ساده و کارآی چند جتی (multi jet) را فراهم آورده و نیاز به کنترل کننده‌های هیدرولیکی گران قیمت را بر طرف ساخته است.

سایر موارد

کاهش هزینه اقتصادی

معمولًا نصب سیستم‌های برق آبی در مقیاس کوچک در مناطق روستایی مزایای مالی چشمگیری را برای جوامع محلی به ارمغان می‌آورد، به ویژه در جایی که طراحی دقیق، مصارف انرژی درآمدزا را شناسایی می‌نماید. هزینه اصلی یک سیستم مربوط به آماده‌سازی پایگاه و هزینه سرمایه تجهیزات آن می‌باشد. در کل هزینه‌ی واحد در دستگاه‌های بزرگتر با ارتفاع و فشار بالای آب کاهش می‌یابد. در اینجا می‌توان، در این مورد که فناوری سیستم برق آبی در مقیاس کوچک از لحاظ سنجش اقتصادی امتیازاتی را در بر ندارد بحث نمود، اما معمولًا بسیاری از برنامه‌ها و هزینه‌های مربوط به دستگاه‌های برق آبی بزرگتر را برای سیستم‌های برق آبی میکرو در نظر می‌گیرند تا هزینه واحد سیستم‌های برق آبی میکرو را با هزینه واحد دستگاه‌های بزرگتر طراز نمایند. این برنامه‌ها شامل نوآوری‌های زیر می‌باشند:

- استفاده مداوم از سیستم‌های جاری رودخانه‌ای، در جایی که امکان آن وجود داشته باشد. این امر نیاز به هزینه تأسیس سدهای گران قیمت برای ذخیره آب را مرتفع می‌سازد.
- استفاده از تجهیزات تولید شده در محل در صورت امکان و مناسب بودن

شرایط

- استفاده از دریچه‌های HDPE پلاستیکی در صورت مناسب بودن شرایط
- استفاده از کنترل‌کننده‌های بار الکتریکی در کارخانه‌های نیرو هزینه‌های کار را کاهش می‌دهند زیرا در این صورت سیستم به توجه چندانی نیاز ندارد و

محصولات جانبی مفیدی چون شارژ باتری یا گرم کردن آب یا تخلیه الکتریکی بار برای نیروی برق اضافی را به همراه می‌آورد به علاوه نیاز به دندنه‌ی کنترل مکانیکی گران و حجمی را مرتفع می‌سازد.

- استفاده از زیر ساختارهای موجود. به عنوان مثال، کانالی که سیستم آبیاری را راهاندازی می‌کند.

قرار دادن پایگاه انرژی در مناطق نزدیک به روستا به منظور اجتناب از مصرف تجهیزات گران قیمت توزیع ولتاژ بالای برق از جمله ترانسفورماتورها.

- استفاده از پمپ‌ها به عنوان توربین‌های (PAT) - در برخی از موقعیت‌ها می‌توان از پمپ‌های استاندارد به جای توربین‌ها استفاده کرد، این امر هزینه‌ها و زمان توزیع را کاهش داده و شرایط نصب و نگهداری آسان را فراهم می‌سازد.

استفاده از موتورها به جای مولدات - درست مانند موارد فوق می‌توان از موتورها به جای مولدات استفاده کرد. معمولاً پمپ به همراه موتوری که مناسبشان باشند با هم خریداری می‌شوند و می‌توان از کل واحد به عنوان یک مجموعه توربین مولد استفاده نمود.

- استفاده از مواد اولیه محلی برای کارهای شهری
- استفاده از نیروی کار جامعه محلی

طراحی یک سیستم با عامل بالا (بالا را مشاهده نمایید) و الگوی بار الکتریکی متوازن (نوسانات تقاضای انرژی در طی روز).

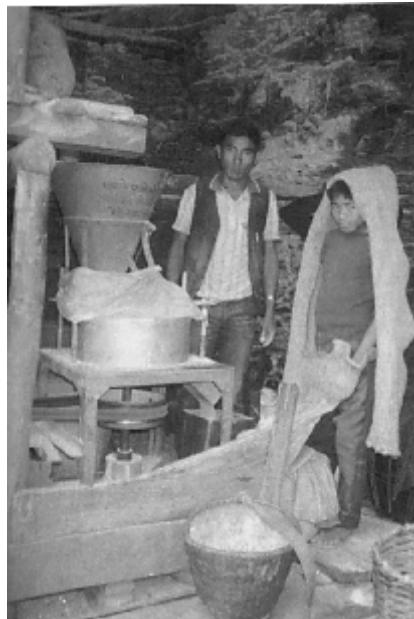
- کار برد اتصالات کم هزینه برای مصرف کنندگان داخلی و استفاده از صفحات ورودی خود پاکساز، نوآوری اخیری است که در این نوآوری در دهانه ورودی

کanal صفحه‌ای توری نصب می‌نمایند تا از ورود سنگ‌ها و گل و لای به کanal آسیاب جلوگیری به عمل آورند.

این امر نیاز به سرریز شدن آب و ساختارهای گل‌گیری در طول کanal آسیاب را مرتفع می‌سازد و همچنین به این معناست که در بسیاری از موارد می‌توان به جای کanal، یک لوله زیر زمینی کم فشار را جایگزین نمود. در حال حاضر این فن‌آوری هنوز مراحل اولیه اشاعه خود را طی می‌کند.

هزینه نگهداری (شامل بیمه و هزینه‌های عینی آب در صورت کاربرد) در مقایسه با کل هزینه‌ها بسیار ناچیز هستند هر چند که در موارد اقتصاد جانبی مدنظر قرار دادن این نوع هزینه‌ها حائز اهمیت می‌باشند.

برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد جزئیات به مطالعه موردی چالان در بخش سوم رجوع نمایید.



برق آبی میکرو می تواند نیروی مکانیکی آسیاب را تأمین می کند
عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی

مالکیت و مدیریت

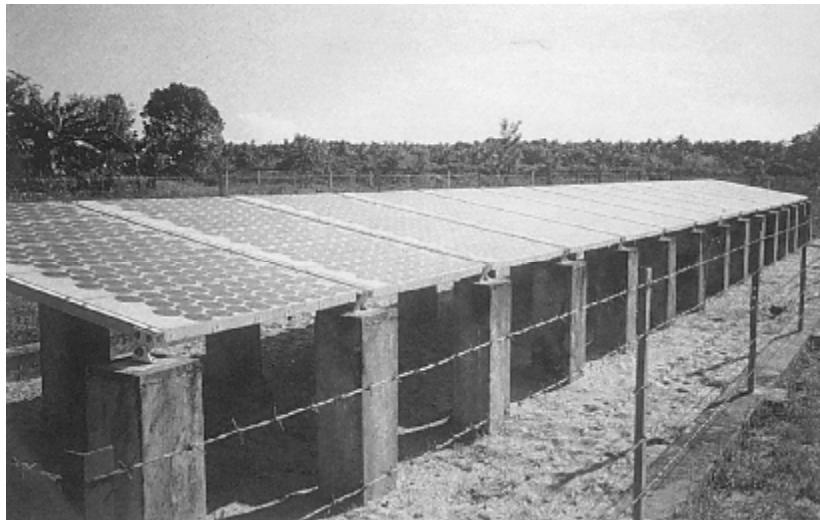
در کشورهای در حال توسعه برنامه‌های بهبود مصرف انرژی برق آبی میکرو به همان اندازه که بر جنبه‌های اجتماعی آن تأکید دارند، جنبه‌های تکنیکی و اقتصادی این منبع انرژی را نیز مدنظر قرار می‌دهند. برنامه‌های انتقال فناوری و ایجاد ظرفیت، شرایط انتخاب طراحی و تولید محلی را فراهم ساخته‌اند. مدیریت محلی، مالکیت و مشارکت در جامعه به این معناست که بسیاری از سیستم‌ها، تحت کنترل افراد محلی می‌باشند، کسانی که مالکیت، راهاندازی و اجرا و محافظت از آنها را عهده‌دار هستند. معمولاً راهاندازی و محافظت از سیستم توسط صنعتگران محلی کار آزموده صورت می‌پذیرد.

انرژی فتوولتائیک

در انرژی فتوولتائیک، نور خورشید مستقیماً به الکتریسیته تبدیل می‌شود. استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک در مناطقی که از شبکه برق رسانی دور هستند حائز اهمیت می‌باشد. زیرا این سیستم‌ها انرژی لازم برای پمپاژ آب، روشنایی، سردسازی واکسن، نصب حفاظ الکتریکی برای دام‌ها، ارتباطات تلفنی و بسیاری از کاربردهای دیگر را فراهم می‌سازند. در حال حاضر دهها هزار سیستم مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما این تعداد در مقایسه با نیروی پتانسیل وسیعی که در فتوولتائیک‌ها به عنوان یک منبع انرژی وجود دارد بسیار ناچیز است.

واحدهای فتوولتائیک در هنگام کاربرد، یک منبع انرژی الکتریکی قابل اطمینان و مستقلی را بوجود می‌آورند که آنها را خصوصاً با مناطق دور دست

سازگار می‌نماید. سیستم‌های فتوولتائیک از نظر فنی دوام پذیرند و با توجه به کاهش اخیر در هزینه‌های تولید و افزایش کارآیی‌ها می‌توان از نظر اقتصادی در بسیاری از کاربردها از آنها بهره برد.



ردیف صفحات فتوولتائیک

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - اسماعیل خناس

استفاده از برق فتوولتائیک

سیستم‌های فتوولتائیک، به ویژه در نواحی گرسییری کاربرد دارند، مناطقی که حتی در طی فصل بارش از تنوع فصلی‌اندکی در میزان تابش آفتاب برخوردارند. این امر بدان معناست که بر خلاف کشورهای صنعتی شمالی، می‌توان از دیدگاه اقتصادی، انرژی خورشیدی را در خلال سال مهار نمود.

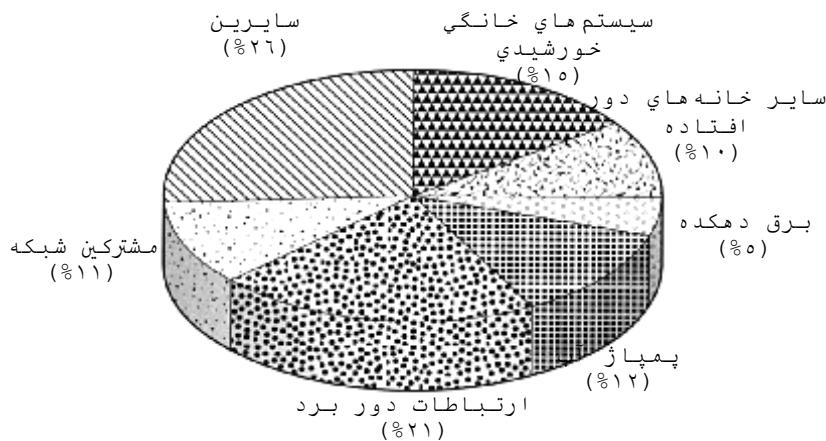
در دهه ۱۹۸۴-۱۹۹۴، ظرفیت جهانی نصب سیستم‌های فتوولتائیک به طور چشمگیری افزایش یافت. نکته ارزشمند و قابل توجه موضوع اینجاست که الگوی رشد این ظرفیت در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تقریباً یکسان بوده

است. به عنوان مثال در اروپا ظرفیت نصب که در سال ۱۹۸۴ فقط ۳/۷۵ مگاوات بود، در سال ۱۹۹۴ به ۶۰/۵ مگاوات رسید و به این ترتیب در خلال این دهه ضریب رشد تولید از ۱۶ بیشتر بود. در آمریکای لاتین تولید در سال ۱/۴، ۱۹۸۴ مگاوات بود و در سال ۱۹۹۴ به ۳۲/۲ مگاوات رسید و به این ترتیب در خلال دهه، ۲۳ بار افزایش یافت. نمودار دایره‌ای (شکل ۵-۸) که انواع گوناگون کاربردهای مصرف فتوولتائیک را در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۱۹۹۴ نشان می‌دهد، به اهمیت بازار فتوولتائیک در کشورهای در حال توسعه اشاره می‌نماید، کاربردهایی نظیر پمپاژ آب، تأمین انرژی روستایی، سیستم‌های خانگی خورشیدی و دیگر مصارف خانگی مناطق دور افتاده، ۴۲ درصد از کل ظرفیت فتوولتائیک نصب شده در جهان را تشکیل می‌دهند.

فنی

طبيعت و دسترسی به تشعشع خورشیدی

حداکثر تراکم انرژی تشعشعات خورشید بر سطح زمین تقریباً به ۱ کیلووات در هر متر مربع می‌رسد. اجزاء تشعشعات واقعی و قابل استفاده نور خورشید با توجه به موقعیت جغرافیایی، پوشش ابری و ساعات تابش نور آفتاب در هر روز تغییر می‌کند، همانگونه که انتظار می‌رود، بالاترین میزان تشعشع خورشید در نواحی استوایی به ویژه کویرهای آفتابی این مناطق است.



شکل ۸-۵- توزیع کاربردهای اصلی (میانگین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴)

منبع: پس از فتوولتائیکها در سال ۲۰۱۰، کمیسیون اروپایی، بروسل ۱۹۹۶

تشعشع خورشید به شکل پرتو مستقیم بر جو بیرونی زمین می‌تابد. سپس مقداری از این نور توسط ابر، مه، غبار یا دیگر پدیده‌های جوی پراکنده می‌شود (شکل ۹-۵) بنابراین ما این تشعشعات خورشیدی را به صورت تابش مستقیم یا پراکنده دریافت می‌نمائیم.

درصد این تابش به شرایط جوی بستگی دارد. مؤلفه‌های تابش هر دو نوع تشعشعات مستقیم یا پراکنده مفید می‌باشند با این تفاوت که تابش پراکنده را نمی‌توان برای استفاده متمرکز نمود.

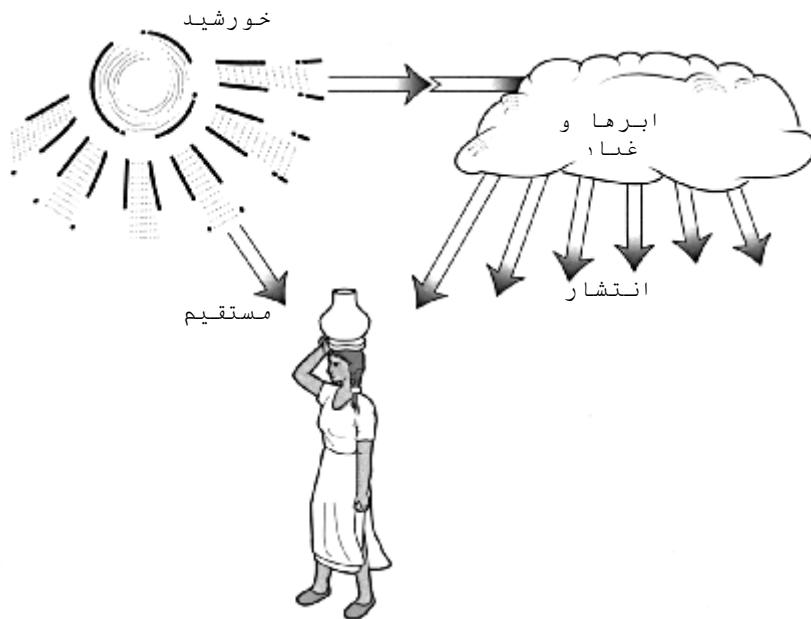
هندسه، زمین، خورشید و صفحه جمع آوری خورشیدی

زمین در حول محور شبکه‌داری با زاویه $23/5$ درجه‌ای به دور خورشید می‌چرخد. این شیب زاویه، سبب پدید آمدن فصول می‌باشد. میزان تغییر مدام تراکم تشعشعات خورشیدی به زاویه برخورد آنها به سطح زمین بستگی دارد، بنابراین با تغییر زاویه در خلال گردش سالیانه مقدار تابش آفتاب نیز تغییر می‌کند. در نتیجه در فصل زمستان، خورشید در کشورهای شمالی در پاییین و افق جنوبی آسمان قرار می‌گیرد یا حتی ممکن است در برخی از نواحی قطبی به طور کامل رویت نشود.

بنابراین چون تشعشعات خورشیدی به طور مورب به سطح زمین برخورد می‌کنند، دستاوردهای انرژی خورشیدی کاهش می‌یابند. اگر برای جذب انرژی خورشید از یک صفحه فتوولتائیک استفاده کنیم، تعیین دقیق زاویه این صفحه نیز بر میزان جذب انرژی، تأثیر به سزایی می‌گذارد. رابطه میان زاویه و میزان جذب انرژی بسیار پیچیده است و تنها با استفاده از سیستم‌های مسیریابی دقیق و پیشرفته می‌توان حداکثر انرژی هر یک از موقعیت‌های در نظر گرفته شده را محاسبه نمود.

سلول فتوولتائیک، واحدها و ردیف‌ها

هنگامی که نور خورشید بر روی یک سطح فعال می‌تابد، الکترون‌های سلول خورشیدی متناسب با تراکم و توزیع طیفی نور (پخش طول موج) انرژی جذب کرده و فعال می‌شوند، وقتی سطح انرژی آنها از نقطه معینی تجاوز کرد، اختلاف پتانسیلی در سلول خورشیدی ایجاد می‌گردد. بدین ترتیب سلول قادر خواهد بود تا توسط یک بار خارجی انرژی را به جریان اندازد.



شکل ۵-۹- تابش خورشیدی مستقیم و تابش انتشاری خورشید

تمامی دستگاه‌های تجاری نوین فتوولتائیک از سیلیکون به عنوان ماده اصلی در سلول‌های تک کریستالی یا چند کریستالی استفاده می‌کنند، اخیراً سیلیکون‌هایی که بی‌شکل و نامرتب می‌باشند نیز در این سلول‌ها به کار رفته‌اند. سلول سیلیکونی تک کریستالی از یک لایه نازک کریستال سیلیکون خالص و ناب ساخته می‌شود، این لایه با مقدار کمی بُر تقویت می‌شود، فسفر نیز در بخش فعال لایه سیلیکونی پخش می‌شود. در بخش جلو از طریق یک شبکه فلزی تماس الکتریکی برقرار می‌شود. معمولاً این تماس در بخش پشتی، تمامی سطح فعال را می‌پوشاند. در سطح جلو یک پوشش ضد بازتابش نور به کار می‌برند. اندازه قطر یک سلول نمونه حدود ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد.

برای رسیدن به جریان و ولتاژ اجرایی دلخواه، سلول‌های خورشیدی به صورت سری و موازی به هم متصل می‌گردند. به این ترتیب سلول‌ها در محفظه موجود میان شیشه در جلو و ماده سخت رزین در قسمت پشت محافظت می‌شوند. شیشه ماده‌ی سخت رزین از طریق یک قالب فولادی یا آلومینیومی به یکدیگر وصل شده و یک واحد را تشکیل می‌دهند. عموماً این واحدها که مشتمل بر ۳۰ سلول فتوولتائیک می‌باشند، قطعات ساختار اصلی یک ردیف خورشیدی را تشکیل می‌دهند. به منظور افزایش جریان و ولتاژ ممکن است واحدها به طور سری یا موازی به یکدیگر متصل گردند تا بدین ترتیب شرایط هماهنگی ردیف سلول‌های خورشیدی با میزان بار انرژی فراهم شود. اندازه واحدهای نمونه ۵۰ وات پیک است که جریان برق مستقیمی برابر با ۱۲ ولت را تولید می‌کنند (به عنوان مثال برای شارژ باتری).

فرآیند تولید سلول‌های خورشیدی بهینه به دلیل استفاده از سیلیکون خالص گران قیمت و انرژی مصرفی، پر هزینه است اما با پیشرفت فناوری مواد، هزینه‌ها به تدریج کاهش می‌یابند و بر جذبیت فن‌آوری فتوولتائیک افزوده خواهد شد. (نمودار ۵-۱۰ را مشاهده نمایید). هزینه مانع اصلی جذب و گسترش فن‌آوری فتوولتائیک محسوب می‌شود. عموماً واحد فتوولتائیک بر حسب وات حداکثر (W_p) قیمت‌گذاری می‌گردد. وات حداکثر که همان برآورد انرژی صفحه خورشیدی در بهترین شرایط ممکن می‌باشد برابر ۱ کیلووات در هر متر مربع است $.1 \text{ kW m}^{-2}$.



شکل ۵-۱۰ - روند قیمت و کارآیی فتوولتائیک

واحدهای فتوولتائیکی که از لحاظ تجاری در دسترس میباشند بر حسب استفاده از سلول‌های خورشیدی به سه نوع تقسیم میشوند:

- واحدهای سلولی تک کریستالی. بیشترین بازده سلول در این نوع واحدها در حدود ۱۵ درصد است. این سلول‌ها از یک کریستال سیلیکونی تک کریستالی بریده میشوند.
- واحدهای سلولی چند کریستالی. فرآیند تولید این نوع سلول‌ها از هزینه کمتری برخوردار است. اما بازده سلول فقط ۱۲ درصد میباشد. سلول چند کریستالی از یک قالب شمش سیلیکونی چند کریستالی بریده میشود و معمولاً به شکل چهار گوش است.
- واحدهای سیلیکونی نامرتب و بیشکل. این واحدها از لایه‌های نازک سیلیکون بیشکل و نامرتب تشکیل شده‌اند هر چند که بازده آنها بسیار کمتر (۶-۹ درصد) است، اما مواد کمتری در فرآیند تولید آنها به کار میروند. امکان

کاهش هزینه در این نوع واحدها بسیار زیاد است و در سال‌های اخیر اقدامات بسیاری برای توسعه فن‌آوری سیلکیون نامرتب صورت پذیرفته است. در سیلکیون بی‌شکل نامرتب بر خلاف سلول‌های تک کریستالی و چند کریستالی با گذشت زمان، نیرو نیز تحلیل می‌رود.

یک ردیف خورشیدی می‌تواند به طور متنوع از یک یا دو واحد تشکیل شود و ۱۰ کیلووات یا کمتر انرژی تولید نماید. برای تولید چندین کیلووات یا حتی مگاوات می‌توان از چندین واحد بهره برد.

- ردیف‌های صفحه‌ای مسطح که در زاویه‌ای شیبدار و ثابت در جهت خط استوا تعییه می‌شوند. متداول‌ترین نوع ردیف‌های خورشیدی هستند. شیب زاویه مذکور می‌بایست با زاویه عرض جغرافیایی زمینی که روی آن نصب می‌شوند برابر باشد. زاویه بسته بازدهی واحد را در زمستان و زاویه باز بازدهی آن را در تابستان افزایش می‌دهد. زاویه شیب باید حداقل ۱۰ درجه باشد تا آب باران بتواند از روی صفحه خارج شود.

- ردیف‌های مسیریاب در طول روز مسیر آفتاب را دنبال می‌نمایند و در نتیجه از دیدگاه نظری آفتاب بیشتری را جذب می‌کنند. هر چند افزایش پیچیدگی و هزینه تجهیزات نصب این ردیف‌ها سبب می‌شوند که استفاده از آنها از ارزش چندانی برخوردار نباشد.

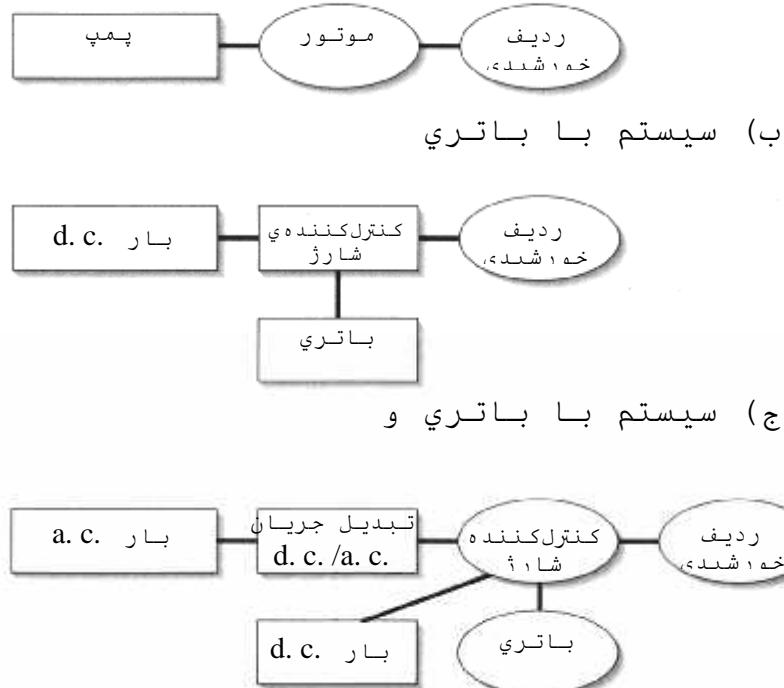
- در مکان‌های مختلف اگر به تجهیزات اجرایی نیاز باشد می‌توان از ردیف‌های متحرک (سیار) استفاده نمود. به عنوان مثال در برخی از سیستم‌های روشنایی یا سیستم‌های پمپ آبیاری کوچک می‌توان از این ردیف‌ها بهره برد.

سیستم‌های فتوولتائیک

سیستم‌های فتوولتائیک عمدها در کاربردهای مستقل مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال می‌توان در خلال ساعات تابش خورشید از این سیستم‌ها برای هدایت جریان مستقیم برق به پمپ آب و ذخیره انرژی برای مصارف بعدی استفاده نمود یا می‌توان از یک باتری برای ذخیره انرژی جهت روشنایی در طی عصرها بهره برد. در صورتی که از یک سیستم شارژ باتری استفاده شود برای نظارت سیستم به ابزار کنترل الکتریکی نیاز خواهیم داشت. سایر سازه‌ها جز واحد فتوولتائیک به عنوان سازه‌های توازن سیستم (BOS) قلمداد می‌گردند. در شکل ۱۱-۵ سه نوع ترکیب ممکن از سیستم‌های فتوولتائیک مستقل به نمایش گذاشته شده است. اغلب، چنین سیستم‌هایی را می‌توان به صورت کیت (ابزار کار) خریداری نمود و توسط کارگری نیمه ماهر نصب کرد.

(هالشر، دابلیو. و فرانکل، P. ۱۹۹۴)

الف) سیستم بدون باتری



شکل ۵-۱۱- اشکال متداول سیستم‌های فتوولتائیک

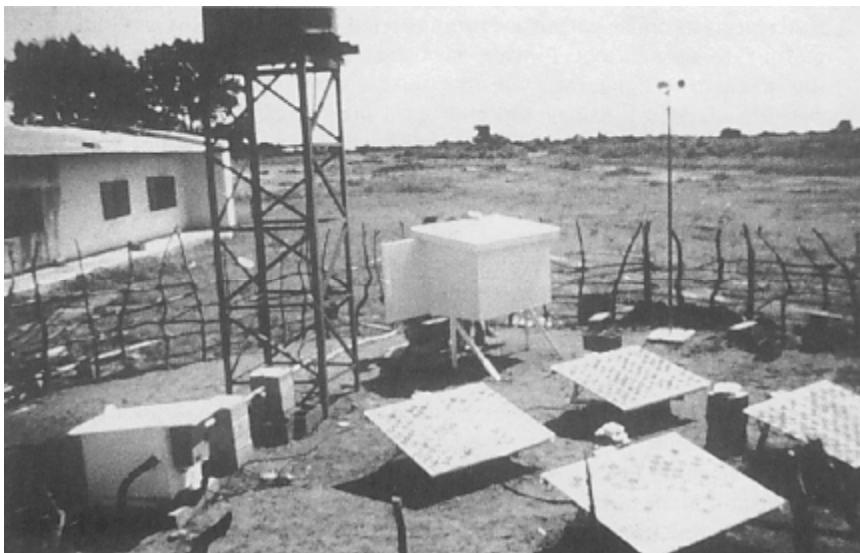
به منظور انتخاب دقیق‌اندازه سیستم‌های فتوولتائیک و همچنین برای دستیابی به اطلاعاتی در مورد مقدار تابش آفتاب در محیط، مصرف کننده می‌بایست تقاضای بار الکتریکی سیستم را برآورده نماید (اگر آماری در دسترس نباشد می‌توان آن را به دست آورد). معمولاً فرض برآن است که به ازای هر وات حداکثر W_p از میزان نیروی برآورده شده، واحد می‌بایست به ازای هر روز آفتابی برای یک کیلووات ساعت در هر متر مربع 85 kWh m^{-2} وات ساعت انرژی تولید کند. بنابراین اگر ما واحدی به اندازه 200 وات حداکثر W_p و میزان تابش آفتاب منطقه را (kWhm^{-2}) 5 کیلووات ساعت به ازای هر متر مربع در نظر بگیریم (این مقدار

مخصوص نواحی استوایی است)، سیستم ما در روز ۸۵۰ وات ساعت توان تولید خواهد داشت. ($۲۰۰ \times ۵ = ۸۵۰$)

برخی از سیستم‌ها برای متمرکز نمودن اشعه مستقیم خورشید بر روی سطح کوچکتر سلول‌های خورشیدی از عدسی‌ها یا آینه‌ها استفاده می‌کنند. از آنجایی که بازدهی توان مستقیماً متناسب با انرژی خورشیدی هدایت شده به سوی سلول فتوولتائیک است، این روش در کاهش سطح مورد نیاز برای جذب تشعع خورشیدی مفید خواهد بود. گرچه هزینه‌های ناشی از تهیه متمرکز کننده‌ها بالا هستند اما مبلغ صرفه‌جویی شده در کاهش اندازه واحد، این ضرر را جبران می‌کند.

برخی از فواید فتوولتائیک‌ها:

مزیت	ذیان
قابلیت اطمینان و بهتر بودن از موتور - درصورت بروز آسیب دیدگی تعمیر آن مشکل گازوئیلی، نیاز به نگهداری اندکی دارند، آسانی است سازه‌های توازن سیستم BOS به حفاظت، عمر طولانی صفحات خورشیدی، هزینه‌های می‌افزایند با تری‌ها نیاز به مراقبت نداشتن بخش‌های متحرک، بی‌نیاز از واردات دارند.	صفحات خورشیدی عمدتاً هزینه‌های بالای سوخت، زیان‌های زیست محیطی اندک، ایمن دارند و غالباً وارد می‌شوند. می‌باشند و بدون حرارت، صدا و آلودگی به راحتی سرقت می‌شوند.



فتولوئیک می‌تواند برای سیستم‌های برقی پمپاژ آب مورد
بهره‌برداری قرار گیرد

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی

کاربرد فتوولوئیک در مناطق روستایی

۱- برقرسانی به مناطق روستایی

- تأمین روشنایی و نیروی برق برای ساختمان‌های دور افتاده، مساجد، کلیساها، مزارع اطراف معبد، مدارس، کلبه‌های پناهگاهی کوهستانی)، برای مکان‌های فوق لامپ‌های فلورسنت کم مصرف توصیه می‌گردد.
- عرضه برق به دهکده‌های دور افتاده
- روشنایی خیابان
- سیستم‌های شخصی خانگی
- شارژ باتری

- شبکه‌های کوچک برق

۲- سیستم‌های پمپاژ آب و تعمیر

- پمپاژ آب آشامیدنی

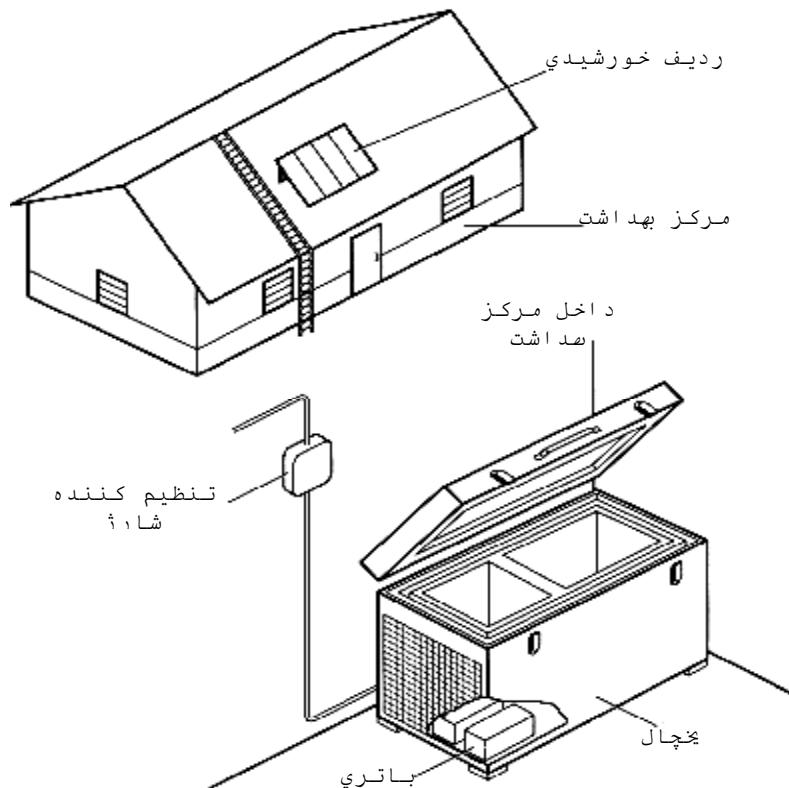
- پمپاژ آب جهت آبیاری

- کشیدن آب و زهکشی

- تولید یخ

- سیستم‌های نمکزدایی از آب شور

- تصفیه آب



شکل ۵-۱۲ - در مراکز بهداشتی دور افتاده به طور متناوب در

یخچال‌های برقی و نگهداری واکسن، از فتوولتائیک استفاده می‌شود

۳- سیستم‌های مراقبتی و بهداشتی

- روشنایی درمانگاه‌های روستایی
- نصب فرستنده و گیرنده‌های رادیویی UHF بین مراکز پزشکی
- سردسازی واکسن
- منجمدسازی بسته یخ جهت حمل واکسن
- ضدغوفونی کننده
- یخچال‌های ذخیره خون

۴- ارتباطات

- تکرار کننده‌های رادیویی
- گیرنده‌های رادیویی و تلویزیونی کنترل از راه دور
- هواشناسی از راه دور
- کیوسک‌های تلفن روستایی

۵- ترابری

- روشنایی علائم جاده‌ای و چراغ‌های خطر و احتیاط
- علائم و گذرگاه‌های راه آهن
- علائم راه یابی
- علائم جاده‌ای

۶- سیستم‌های ایمنی

- روشنایی ایمنی
- سیستم هشدار دهنده از راه دور
- حصارهای برقی

۷- موارد متفرقه

- سیستم‌های تهویه
- ماشین حساب
- سیستم‌های تغذیه خودکار و پمپاژ آب برای مزارع پرورش ماهی
- پمپ‌هایی که آب درون آبگرمکن‌های خورشیدی را به جریان می‌اندازد.
- دستگاه‌های شارژ باتری وسایل نقلیه
- سیستم‌های لرزه نگاری
- نیروی اضطراری امداد در صورت بروز بلایا

سایر موارد

تولید - موقعیت مکانی

فتولوتائیک یک فناوری پیشرفته و پیچیده است که تولید تجهیزات آن گران قیمت می‌باشد. با این وجود در هندوستان تولیدکنندگان واحدهای فتوولوتائیک در مقیاس زیاد مشغول به کار می‌باشند. شرکت برق مرکزی قاضی آباد نه تنها بزرگترین تولیدکننده فتوولوتائیک ملی است بلکه پنجمین تولید کننده سلول‌های سیلیکونی تک کریستالی در جهان به شمار می‌آید. تنها در هندوستان بیش از ۶۰ شرکت وجود دارند که سلول‌ها، واحدها و سیستم‌های خورشیدی را تولید می‌نمایند.

اشاعه

هندوستان از دامنه پتانسیل بالایی برای استفاده از فنآوری فتوولتائیک برخوردار است. هنوز بیش از ۹۰۰۰۰ دهکده در این کشور از نعمت برق محروم میباشند. دولت با درک اهمیت فنآوری فتوولتائیک در بافت هندوستان، برنامه پوششی جامع R&D را اجرا کرده است که عرضه و نمایش، تجاری‌سازی و کار برای سیستم خورشیدی را طی ۱۵ سال تحت پوشش قرار می‌دهد.

اهداف زیر از جمله عناصر این طرح اقدامی می‌باشند:

- جایگزینی ۴۰۰/۰۰۰ فانوس خورشیدی به جای فانوس‌های نفتی
- برقرسانی به ۴۰۰ دهکده و آبادی از طریق سیستم‌های فتوولتائیک
- برنامه ویژه‌ای برای سیستم‌های پمپاژ آب
- تقویت R & D در فنآوری‌هایی که منجر به کاهش هزینه می‌شوند.
- تجاری کردن سیستم‌های فتوولتائیک در کاربردهای متنوع از طریق جهت‌گیری بازار در راستای برنامه‌ها و بهبود تولید و فعالیت‌های مرتبط با آن

در نتیجه معیارهای فوق نشان می‌دهند که هند یکی از کشورهای پیشرو در توسعه و استفاده از فنآوری فتوولتائیک در جهان به شمار می‌آید.

منبع: ای. وی. آر. در گرّات آل، فنآوری‌های انرژی تجدید پذیر،

مؤسسه فنآوری هندوستان و کمیسیون انگلیس . ۱۹۹۷

سیستم‌های هیبریدی

سیستم‌های فتوولتائیک را می‌توان در کنار سایر فنآوری‌های انرژی به کار برد تا سیستمی قابل انعطاف و جامع جهت تولید انرژی در مناطق دور افتاده فراهم

آورد. این سیستم‌ها به سیستم‌های هیبریدی معروفند. اشکال رایج سیستم‌های هیبریدی شامل یک ردیف فتوولتائیک، ژنراتور بادی و مجموعه ژنراتورهای دیزلی می‌باشند که تولید انرژی را در تمام شرایط آب و هوایی ممکن می‌سازند. چنین سیستم‌هایی به طراحی دقیق نیاز دارند و راهاندازی و نگهداری از آنها ممکن است پیچیده باشد، زیرا این سیستم‌ها شامل فناوری‌های متعدد و گران قیمت می‌باشند.

فانوس‌های خورشیدی

فانوس خورشیدی از جمله نوآوری‌های اخیر فناوری خورشیدی است. در اصل این نوع فانوس برای روشنایی بازارهای تغیری رو باز در کشورهای غربی طراحی شده است. این فانوس با داشتن یک واحد فتوولتائیک کوچک (۱۰-۵ واتی) کاملاً برای مصرف و جایگزینی لامپ‌های نفتی در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه مناسب می‌باشد. هر چند هزینه‌ی تولید مانع در راه این فناوری محسوب می‌شود، اما طراحی برتر و تولید انبوه لامپ‌های مذکور سبب می‌شود تا لامپ‌های فانوسی در دسترس اکثر مصرف‌کنندگان قرار گیرند. باتری‌ها را می‌توان در اکثر کشورهایی که زمینه صنعتی متعادلی دارند تولید نمود. از مزایای این باتری‌ها می‌توان به قیمت مناسب و عدم نیاز به یارانه اشاره کرد.

شبکه‌های برق‌رسانی میکرو یا مستقل

در حال حاضر فناوری فتوولتائیک برای کاربردهای مستقل بزرگترین گزینه محسوب می‌شود اما می‌توان از آن برای تولید انرژی سیستم‌های شبکه‌ای میکرو با تولید برق مرکز نیز استفاده نمود. هر چه هزینه تولید سلول فتوولتائیک کاهش

می‌باید احتمالاً بر میزان مصرف آنها برای تولید برق در مقیاس متوسط افزوده می‌گردد و متعاقباً در صورت فراهم آوردن نیروی حداکثر می‌توان از سلول‌های مذکور جهت تولید برق در مقیاس زیاد نیز بهره برد.

جدول ۸-۵: تشعشعات خورشیدی نواحی برگزیده

در کشورهای در حال توسعه (میانگین ارقام)

آفریقای ساحلی	۴ کیلووات ساعت در هر متر مربع در روز
آفریقای شمالی	۵ کیلووات ساعت در هر متر مربع در روز
ساحل	۶ کیلووات ساعت در هر متر مربع در روز

تغییر تشعشعات خورشیدی (جدول ۸-۵ را مشاهده نمایید)، از جنبه‌های مهم انرژی خورشیدی محسوب می‌گردد زیرا این عامل بر طراحی سیستم و اقتصاد انرژی خورشیدی تأثیر می‌گذارد. میزان تابش تا حد چشمگیری هزینه‌ها و بازده یک واحد ۵۰ وات حداکثر را تغییر خواهد داد.

جدول ۹-۵: بازده میزان برق تولید شده نسبت به دریافت تشعشع خورشید به

ازای هر متر مربع در روز در یک صفحه خورشیدی با توان ۵۰ وات حداکثر

جدول ۹-۶

بازده (وات ساعت / روز)	درمعرض آفتاب بودن (کیلووات ساعت / مترمربع / روز)
۱۲۸	۳
۱۷۰	۴
۲۵۵	۵

خانه‌ای که در روز به ۲۳۰ وات ساعت انرژی برق نیاز دارد (مقدار نیاز روزانه برای روشنایی و در برخی موارد برای تلویزیون)، با تشعشع خورشیدی ۶ کیلووات در ساعت در هر متر مربع در روز، به یک صفحه خورشیدی و با تشعشع خورشیدی ۳ کیلووات ساعت در هر متر مربع در روز به دو صفحه خورشیدی نیاز خواهد داشت. این اختلاف به این معناست که در واحدهای مستقر در مناطقی که تابش نور آفتاب به حداقل مقدار خود می‌رسد، ۳۰ تا ۴۰ درصد بر میزان هزینه‌ها (صفحات خورشیدی ۳۰ تا ۴۰ درصد به هزینه سیستم می‌افزایند) افزوده خواهد شد.

انرژی گرمایی خورشید

صرف مستقیم انرژی گرمایی خورشیدی کاربردهای بسیاری دارد، از این جمله می‌توان به گرمایش و سرمایش فضا، گرم کردن آب، خشک کردن محصولات و آشپزی با گرمایی خورشید اشاره نمود. این فن‌آوری جایگاه مناسب خود را به دست آورده و در بسیاری از کشورهای جهان به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. در قرن‌های متمادی اکثر فن‌آوری‌های خورشید گرمایی به صورت‌های گوناگون موجود بوده‌اند و در اکثر کشورهای توسعه یافته‌ای که از تابش غنی آفتاب برخوردارند به خوبی جایگاه خود را بدست آورده است.

رایج‌ترین شکل استفاده از فن‌آوری خورشیدی، آبگرمکن‌های خانگی می‌باشد. در سراسر جهان خصوصاً مناطقی نظیر مدیترانه و استرالیا که غنی از نور آفتاب می‌باشند صد هزار آبگرمکن خانگی وجود دارند. این فن‌آوری به سرعت به عنوان یک معیار صرفه‌جویی انرژی در آبگرمکن‌های خانگی و تجاری پذیرفته شده

است. در حال حاضر آبگرمکن‌های خانگی را معمولاً می‌توان در بخش‌های مرفه جامعه مشاهده نمود.

فن‌آوری‌های دیگری وجود دارند که از مزیت رایگان بودن انرژی خورشید بهره می‌برند. فن‌آوری‌های گرمایش آب معمولاً از جمله فن‌آوری‌های فعال خورشیدی محسوب می‌شوند، در حالی که دیگر فن‌آوری‌ها نظیر سیستم‌های گرمایش و سرمایش فضای که انرژی خورشیدی را به صورت غیرفعال جذب می‌کنند و اجزای متحرک ندارند از جمله فن‌آوری‌های غیر فعال خورشیدی به شمار می‌آیند.

فنی

طبیعت و دسترسی به تشعشعات خورشیدی

شیشه امواج کوتاه خورشیدی را از خود عبور می‌دهد، اما تشعشعات موج‌های بلند یا گرما را از خود عبور نمی‌دهد. برای ذخیره‌ی این گرمای جمع‌آوری شده مایع یا جسم جامدی که جرم گرمایی بالایی دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در یک سیستم گرمایش آبی، آب مایعی است که در منبع گردآورنده گرما جریان می‌یابد در حالی که در یک ساختمان، دیوارها نقش جرم گرمایی را به عهده خواهند داشت. گاهی دریاچه‌ها یا استخرها برای ذخیره فصلی گرما مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اگر انرژی خورشید توسط یک صفحه خورشیدی جمع‌آوری گردد و برای گرم کردن آب مورد استفاده قرار گیرد، شبیب و جهت این صفحه در میزان دستاورد انرژی خورشیدی تأثیر به سزاوی داشته و در نتیجه باعث افزایش درجه حرارت آب خواهد شد. سطح صفحه‌ی جمع‌آوری کننده باید حتی المقدور در جهت نور خورشید تعابیه گردد.

کاربردهای انرژی گرمایش خورشیدی

گرمایش آب. در اکثر کشورهای جهان گرم کردن آب با درجه حرارت پایین (زیر ۱۰۰ درجه) برای مصارف خانگی و تجاری مورد نیاز است. انواع بسیاری از آبگرمکن‌های خورشیدی وجود دارند که ساده‌ترین آنها لوله‌ی پلاستیکی سیاهرنگی است که از آب پر شده و در معرض نور آفتاب قرار می‌گیرد تا گرم شود. معمولاً آب گرمکن‌های خورشیدی ساده شامل یک سری لوله‌های سیاهرنگی هستند که در درون یک جعبه عایق‌بندی شده در مقابل یک صفحه شیشه‌ای در معرض تابش نور آفتاب قرار می‌گیرند. این صفحه شیشه‌ای به عنوان جمع‌آوری کننده نور خورشید شناخته می‌شود. مایع برای گرم شدن از جمع‌آوری کننده مذکور عبور نموده و در داخل مخزنی ذخیره می‌گردد. برای رساندن درجه حرارت مایع به میزان مورد نیاز می‌توان چندین بار مایع داخل مخزن را به جریان انداخت. دو نمونه از اشکال ساده و رایج چنین سیستمی موجود می‌باشند که در زیر به آنها اشاره می‌گردد:

- سیستم ترموسیفون، جریان آب گرم به طور طبیعی در بالای آب سرد قرار می‌گیرد و سیستم ترموسیفون از این گرایش طبیعی استفاده می‌نماید. مخزن همواره در بالای صفحه جمع‌آوری کننده قرار می‌گیرد و زمانی که آب منبع گرم شود به سمت بالا حرکت می‌کند و آب سردی که در پایین مخزن قرار دارد جایگزین آن می‌گردد. این چرخه تا زمانی که در جه حرارت آب موجود در مخزن با درجه حرارت صفحه خورشیدی برابر شود، ادامه خواهد داشت. معمولاً دریچه یک سویه‌ای درسیستم تعییه می‌گردد تا در هنگام شب که حرارت کاهش می‌یابد از جریان معکوس آب جلوگیری به عمل آورد. موقعی که آب گرم موجود در سیستم مورد استفاده قرار گیرد

و از مخزن خارج شود، آب سرد تازه از لوله اصلی وارد سیستم می‌گردد.
همانند اکثر جمع‌آوری کننده‌های خورشیدی که در سقف خانه‌ها نصب
می‌شوند، استفاده از این سیستم همیشه هم ساده و راحت نیست، زیرا
نصب مخزن در بالای جمع‌آوری کننده خورشیدی مشکل بوده و برای
گردش آب در سیستم به پمپ نیاز است.

- آبگرمکن‌های خورشیدی مجهز به پمپ از ابزاری جهت پمپاژ استفاده
می‌نمایند تا آب را در طول محفظه جمع‌آوری کننده انرژی خورشیدی به
حرکت در آورند.

یکی از مزایای سیستم مذکور این است که مخزن ذخیره را می‌توان در قسمت
تحتانی جمع‌آوری کننده خورشیدی نصب نمود. البته نیاز به نیروی الکتریسیته
برای راهاندازی پمپ را نیز می‌توان از جمله معایب این سیستم بر شمرد. مایع
موجود در جمع‌آوری کننده اغلب توسط یک ماده شیمیایی ضد زنگ یا ضد یخ
تقویت می‌شود. در این صورت برای انتقال حرارت به سیستم عرضه آبگرمکن
صرفی به یک مبدل نیاز داریم.

در سیستم‌های جامع، عملکردهای مخزن ذخیره و جمع‌آوری کننده با یکدیگر
ادغام می‌شوند تا هزینه و اندازه سیستم را کاهش دهند.

طی سال‌های اخیر فناوری‌های جمع‌آوری کننده بسیار پیشرفته شوند. طراحی
جمع‌آوری کننده‌های خورشیدی از انواع مواد اولیه مدرن تولید می‌شوند. مذکور
به منظور دستیابی به بازاری بهینه صورت می‌پذیرد. لوله جمع‌آوری کننده
که دارای سازه‌ای با قدرت جذب حرارت بالا می‌باشد در درون یک محفظه
شیشه‌ای عاری از هوا تعییه می‌گردد تا هدر رفتن حرارت را به حداقل برساند.
پیچیدگی سیستم زیر بنا بر حسب نوع مصرف تغییر می‌نماید. در کاربردهای

تجاری برای تهیه آب گرم بیشتر مورد نیاز از تعداد زیادی جمع‌آوری کننده استفاده می‌کنند.

آشپزی خورشیدی

در سال‌های اخیر فن‌آوری آشپزی خورشیدی توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. طرح اولیه‌ی این فن‌آوری شامل جعبه‌ای با پوشش شیشه‌ای است. این جعبه در معرض تشعشع آفتاب قرار می‌گیرد و از یک سطح منعکس کننده برای متمرکر نمودن تشعشعات و حرارت بر روی دیگ استفاده می‌نماید. برای کمک به جذب حرارت می‌توان دیگ‌ها را رنگ مشکی زد. تشعشعات خورشیدی درجه حرارت لازم برای جوشاندن محتويات دیگ را فراهم می‌آورند. گرچه زمان پخت در این سیستم اغلب بسیار طولانی‌تر از اجاق‌های متداول است اما هیچ هزینه سوختی را در بر ندارد.

در زمینه آشپزی خورشیدی تغییرات بسیاری در راه پیشرفت حاصل گردیده است، اما مانع اصلی در راه گسترش این فن‌آوری همانا نیاز به کاهش هزینه‌ها در حد مطلوب می‌باشد. از سوی دیگر در این سیستم، آشپز با محدودیت زمانی کار روبروست زیرا او فقط در طی ساعتی که تابش آفتاب شدید است می‌تواند با راندمان بالا کار کند و موقعی که هوا ابری است یا در طول ساعات صبح و غروب معمولاً به اجاق دیگری نیاز است. در هندوستان، پاکستان و چین به منظور حمایت از برنامه‌های ترویج اجاق‌های آشپزی خورشیدی، یارانه‌های گستردگی را به این امر اختصاص داده‌اند.

خشک کردن محصول. خشک کردن کنترل شده روشی است که برای انواع محصولات از جمله غلات، قهوه، تنباکو، میوه‌ها و سبزیجات، گیاهان دارویی و

ادویه جات و ماهی ضروری می‌باشد. اگر عمل خشک کردن درست انجام گیرد کیفیت این محصولات افزایش می‌یابد. با استفاده از فن‌آوری خورشید گرمایی می‌توان به خشک کردن این محصولات کمک کرد. روش خشک کردن خورشیدی به سرمایه‌گذاری در تجهیزات و ساختارها نیاز دارد. غالباً هزینه‌ی این سخت افزار تنها برای محصولات با ارزش‌تری مقرر شده است که برای نگهداری و حفاظت از آنها باید عمل خشک کردن به دقت انجام گیرد. قاعده اصلی عمل خشک کردن، افزایش درجه حرارت محصول است که عموماً در یک محفظه یا اتاقک صورت می‌پذیرد و به طور همزمان برای از بین بردن رطوبت، هوا را از این محفظه عبور می‌دهند و با استفاده از اثر یک دودکش، جریان هوا را بهبود می‌بخشند. در این فن‌آوری از مزیت صعود هوای گرم بهره می‌برند، به این صورت که هوای گرم به سمت بالا رفته و از دودکش خارج می‌گردد و به طور همزمان هوای سرد از پایین به درون محفظه کشیده می‌شود.

همچنین می‌توان به طور دلخواه از یک پنکه نیز استفاده نمود. اندازه و شکل محفظه بنا بر نوع محصول و اندازه سیستم خشک کن تغییر می‌نماید. در سیستم‌های بزرگتر می‌توان از انبارهای بزرگتر استفاده کرد، در حالی که در سیستم‌های کوچکتر احتمالاً از چند سینی که در یک محفظه چوبی قرار گرفته‌اند استفاده می‌نمایند.

فن‌آوری‌های خشک کردن خورشیدی محصولات از کاهش هیزم منطقه ممانعت به عمل می‌آورند، زیرا در این روش دیگر از هیزم یا سوخت فسیلی استفاده نمی‌شود. علاوه بر آن، این امر در کاهش هزینه‌های مرتبط با مصرف سوخت‌های مذکور و در نتیجه کاهش هزینه تولید محصول مفید می‌باشد.

همچنین کمک به بهبود و نگهداری از محصولات، تأثیرات به سازی بر سلامتی و تغذیه دارند.

گرمایش فضای اغلب در نواحی سرد سیر دنیا (از قبیل مناطقی که در مدار زمین از عرض جغرافیایی بالایی برخوردارند) در طی ماههای فصل زمستان به گرم کردن فضا نیاز است. برای دستیابی به این امر، انرژی بسیار زیادی لازم می‌باشد. اگر طراحی ساختمان به دقت و به نحوی صورت پذیرد که شرایط بهره‌وری کامل از دریافت تابش خورشید در آن رعایت شود بخش عمدah از این نیاز از طریق انرژی خورشید مرتفع خواهد شد. با رعایت و الحاق اصول ساده طراحی، خانه‌های نوین از بهره‌وری سوخت برخوردار گردیده و منزل به محلی راحت برای سکونت مبدل خواهد شد. بخش عمدah این فناوری‌ها بر مبنای معماری استوارند و در طبیعت یافت می‌شوند. کاربرد مواد ساختمانی با جرم گرمایی بالا (که گرما را ذخیره می‌کند)، عایق‌بندی مناسب و سطح وسیع جذب تابش خورشید سبب می‌شوند که ظرفیت ساختمان در جذب و ذخیره گرمای خورشید افزایش یابد. بسیاری از فناوری‌های موجود به رفع نیاز گرمای روزانه کمک می‌کنند، اما ذخیره فصلی گرما دشوارتر و پر هزینه‌تر می‌باشد.

سرماشی فضای کشورهای مناطق گرمسیری کره زمین نیاز چندانی به گرم کردن فضای ندارند، در عوض تقاضای مردم این منطقه سرمایش فضای می‌باشد. در اکثر فرهنگ‌های مناطق گرمسیری دنیا، مردم برای خنک کردن هوای خانه‌هایشان مجدداً از فنون پیشرفته سنتی، ساده و ظریفی بهره می‌برند که اغلب از تأثیرات حاصل از پدیده‌های خورشیدی غیر فعال سرچشمه می‌گیرند. به چندین روش می‌توان جذب گرما را به حداقل رساند. در این روش‌ها می‌توان ساختمان را در سایه یا نزدیک آب بنا نهاد و در اطراف آن انواع گیاهان را

کاشت یا آنکه چشم‌انداز ساختمان به گونه‌ای باشد که مستقیماً در معرض وزش باد قرار گیرد یا ساختمان را طوری طراحی نمود که از باد و سایه موجود به نحو بهینه بهره برد. ساختمان‌ها باید با توجه به شرایط آب و هوای منطقه مورد نظر ساخته شوند به عنوان مثال سقف‌های گنبدی شکل و ساختارهای جرم گرمایی در آب و هوای گرم و خشک بیابانی، پنجره‌های سایه بان دار و کرکره‌ای برای ممانعت از جذب گرما و ساختمان‌هایی که ساختارشان از نی بوده و رو باز می‌باشند در مناطق گرم و مرطوب مناسب خواهد بود. در برخی از کشورها ساختمان‌های مسکونی در زیر زمین ساخته می‌شوند و از دمای ثابت نسبتاً پایین زمین پیرامون خود بهره‌مند می‌گردند. گزینه‌های بسیار دیگری نیز برای مردم دنیا وجود دارند.

سایر مصارف. فن‌آوری خورشید گرمایی در بسیاری از موارد دیگر کاربرد دارد و این موارد شامل سرد سازی، تهویه هوا، دستگاه تقطیر خورشیدی، نمک‌زدایی از آب شور و تولید برق می‌باشد. چالش‌های بسیاری در راستای طراحی و ساخت ایستگاه‌های تولید نیروی خورشید گرمایی انجام پذیرفته است، ایستگاه‌های مذکور از تشعشع خورشیدی برای ایجاد بخار در توربین‌ها استفاده نموده و بدین ترتیب ژنراتورهای الکتریکی را به کار می‌اندازند اما در حال حاضر ایستگاه‌های نامبرده برای کاربردهای انرژی روستایی مناسب نمی‌باشند. سایر آمار اطلاعات مربوط به فن‌آوری‌های مذکور در متون مراجع و منابع ارایه گردیده‌اند.

سایر موارد

تولید در نواحی دور افتاده روستایی

تولید بسیاری از فن‌آوری‌های فعال خورشیدی بر مواد اولیه پیشرفت‌ه و مدرن تکیه دارد. این امر در کشورهایی که مجبور به واردات این نوع مواد هستند

مشکلات خاصی را به وجود آورده است. برخی از کشورها زمینه تولید محصولات حرارتی خورشیدی را دارا می‌باشند، اما این تولیداندک بوده و به هیچ وجه در عرصه‌ی جهانی گسترش نمی‌باید. بازار محصولات خورشیدی نظیر آبگرمکن‌های خورشیدی نیز کوچک است و به کندی پیشرفت می‌نمایند.

فن‌آوری غیرفعال خورشیدی به ویژه سرمایش خورشیدی، از دیدگاه سنتی در برخی از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است. طی دو دهه اخیر پیشرفت‌های بسیاری در امر طراحی ساختمان‌های خورشیدی صورت پذیرفته است اما به این دلیل که هنوز در اغلب موارد سطح فن‌آوری و هزینه‌ی آن بالا می‌باشد، دسترسی به آن برای جوامع روستایی محدود نخواهد بود.

اشاعه

اجاق‌های خورشیدی

اقدامات بسیاری برای مصرف اجاق‌های خورشیدی در کنیا صورت پذیرفته است. با این وجود پذیرش این نوع اجاق با مشکلات عدیده‌ای روبرو گردیده است. ۹۰ درصد افرادی که در یک نظر سنجی مورد مصاحبه قرار گرفتند اظهار نمودند که قدرت پخت این اجاق بسیار پایین است. پنجاه و چهار درصد این افراد از عدم قابلیت این اجاق در پخت غذای دلخواهشان شکایت داشتند و در بسیاری از موارد آشپزها نتوانستند غذای کافی برای تمام اعضای خانواده خود را بپزند. در برخی از نواحی که اجاق جعبه‌ای خورشیدی رواج دارد، مردم به شدت با کمبود غذا روبرو می‌باشند، از این اجاق‌ها برای پخت غذای‌اندک خود استفاده نخواهند کرد. ۵۳ درصد پاسخ دهنده‌گان، این اجاق را جزو اقلام گرانقیمت قلمداد نمودند، خصوصاً به

این دلیل که اجاق خورشیدی فقط در مدت روز از قابلیت پخت برخوردار است. عوامل اجتماعی، اقتصادی بیش از ویژگی‌های فنی اجاق در انتخاب اجاق اثر می‌گذارد. نظر سنجی صورت گرفته نشان داد که شیوه‌ی تبلیغ اجاق، عامل اصلی محسوب می‌شود. اگر بخواهیم این اجاق‌ها به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گیرند، می‌بایست راه دقیق‌تری برای ترویج آن اتخاذ نماییم تا بتوانیم مشکلات فوق را مرتفع سازیم.

منبع: ارتباط شخصی استفان جی تونگا، اینترمدیت تکنولوژی، کنیا

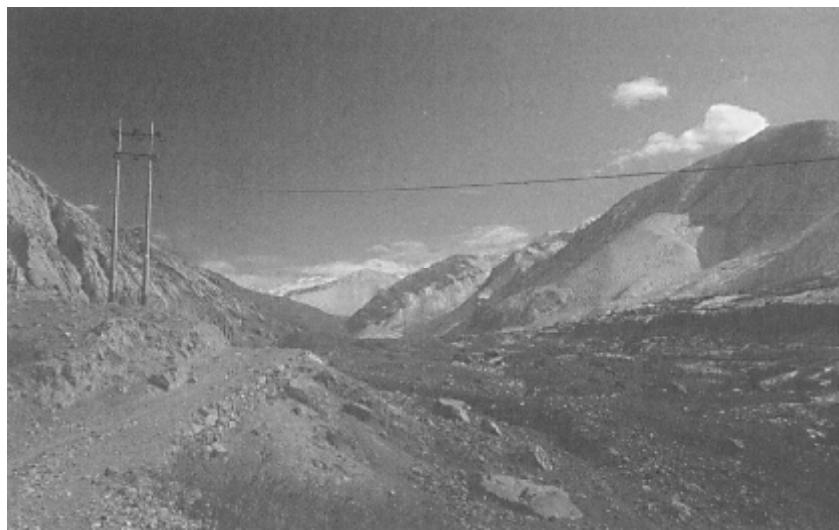
خدمات انرژی روستایی

فصل ششم

موارد کلیدی فن آوری

شبکه برق رسانی در برابر تولید و عرضه خود اتکای برق

در بسیاری از کشورها، آمارهای مربوط به برق رسانی روستایی نشان می‌دهند که کمتر از ۲۵ درصد خانواده‌های روستایی از نیروی برق بهره‌مند هستند. دلایل این امر فاصله زیاد میان مصرف کننده و سیستم تولید برق و همچنین طبیعت پراکنده مناطق روستایی می‌باشند. در نتیجه هزینه‌ی برق رسانی در این مناطق بسیار بالا خواهد بود و از سوی دیگر ساخت و نگهداری خطوط گستردۀ برق رسانی نیز با مشکلات فنی رو به رو می‌گردد. اغلب در هر روستا تنها یک یا دو خانواده به شبکه برق متصل هستند. این امر ناشی از عدم توانایی روستانشینان در پرداخت هزینه‌های اتصال به شبکه می‌باشد.



برخی از مناطق وجود دارند که در مورد چگونگی برق رسانی به آنجا می‌بایست بین اتصال به شبکه یا تولید غیر متمرکز برق تصمیم‌گیری به عمل آورد

عکس از: اینترمیت تکنولوژی

سیستم‌های غیر متمرکز نیروی برق به عنوان گزینه‌ی جایگزین عرضه‌ی شبکه‌ای قلمداد می‌گردند. سیستم‌های خود اتکا می‌توانند نیروی برق مورد نیاز جوامع محلی دور افتاده را تأمین نمایند، مناطقی که برای اتصال به شبکه تقریباً شناسی ندارند. علاوه بر آن اگر مالکیت سیستم‌های مذکور در اختیار افراد محلی قرار گیرد، احتمال اتصال روستاییان به شبکه برق رسانی افزایش خواهد یافت. در برخی مناطق به ناچار می‌بایست از میان اتصال به شبکه و برق رسانی غیر متمرکز یکی را برگزید. این فصل به توضیح برخی از مسائل فنی، اقتصادی و مدیریتی که در انتخاب نوع سیستم برق رسانی یک روستا اثر دارند، می‌پردازد.

ویژگی‌های فنی و میزان بار

برای انتخاب یک سیستم عرضه‌ی نیرو در یک جامعه روستایی چندین عامل فنی و ویژگی‌های بار را می‌بایست مدنظر قرار دارد.

فاصله تا شبکه برق رسانی موجود

اگر فاصله میان شبکه برق رسانی و منطقه مورد نظر زیاد باشد، می‌بایست به این نکته توجه داشت که آیا هزینه گسترش شبکه برق رسانی از دیدگاه اقتصادی - اجتماعی توجیه پذیر است یا خیر. غالباً اگر این فاصله از حد معینی تجاوز نماید اتصال به شبکه عملی نخواهد بود. به منظور شناسایی موانعی نظیر کوه یا مرداب که گسترش خطوط نیرو را بسیار مشکل می‌سازند، می‌بایست ساختار زمین شناسی منطقه مورد نظر را بررسی نمود. به عنوان مثال، بیشتر جمعیت روستانشین نیپال در دهکده‌های پراکنده یا زمین‌های کشاورزی رشته کوه‌های هیمالیا زندگی می‌کنند، منطقه‌ای که احتمال رانش زمین در آنجا امری کاملاً

طبیعی به شمار می‌آید. گسترش شبکه برق رسانی در چنین شرایطی بی‌نهایت دشوار است. در مناطقی که از شبکه برق رسانی دور هستند، سیستم‌های برق رسانی خود اتکا ثمر بخش می‌باشند.

تراکم بار الکتریکی

میزان تراکم بار الکتریکی همان میزان تقاضای انرژی در منطقه‌ای معین است. بنابراین اگر در منطقه‌ای کوچک تقاضای نیروی برق بالا باشد، اتصال به شبکه کاملاً توجیه پذیر خواهد بود، اما خانه‌های پراکنده در اکثر جوامع روستایی نیاز چندانی به مقدادیر بالای برق ندارند و این امر به شدت از تراکم بار الکتریکی می‌کاهد.



تراکم بار می‌تواند بر دوام پذیری کارخانه‌های مستقل برق تأثیر گذارد
عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - آندره بارنت

کاهش بار الکتریکی نیز در صد موقیت‌های سیستم‌های خود اتکا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در صورت پراکندگی بیش از حد بار الکتریکی در منطقه، استفاده از سیستم‌های عرضه انرژی خانگی از جمله سیستم‌های فتوولتائیک مؤثرتر خواهد بود، زیرا سیستم‌های برق‌رسانی محلی به سیستم‌های توزیع گستردگی نیاز دارند. متناظراً به جای استفاده از سیستم توزیع خانگی می‌توان از یک سیستم شارژ باتری مرکزی بهره برد. این امر در سیستم آبی میکروی نیافارو در ارتفاعات شرقی زیمبابوه اجرا می‌گردد. این سیستم نه تنها نیروی برق مورد نیاز خانه‌های محلی نزدیک به هم را تأمین می‌نماید، بلکه سیستم شارژ باتری را در اختیار مناطق کشاورزی دور افتاده نیز قرار می‌دهد.

تلفات برق سیستم

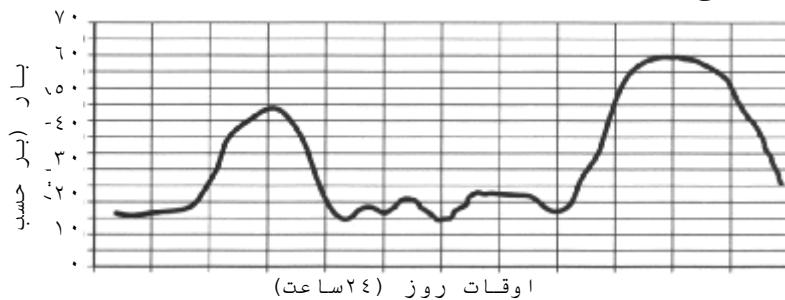
افت جریان برق، خصوصیت قابل ملاحظه‌ی تمامی سیستم‌های انتقال و توزیع در سیستم‌های برق‌رسانی روستایی است. به ویژه خطوط انتقال با ولتاژ پایین از جمله خطوط انتقال ۱۱kVA یا ۳۳ kVA- که تا فواصل طولانی کشیده می‌شوند، با چنین مشکلی روبرو هستند. سیستم‌های روستایی عموماً از افت ۲۰ درصدی جریان برق برخوردارند. برق ریابی نیز مشکلی است که مناطق شهری با آن مواجه می‌باشند. این اوامر پیامدهای زیر را به همراه دارند:

- عرضه گران برق
- خدمات رسانی ضعیف به جوامع روستایی به دلیل قطع پی در پی بار الکتریکی. و ناپایداری در عرضه برق با نوسان ولتاژ و شدت جریان در انتهای خطوط طویل انتقال توسعه شبکه برق‌رسانی به مناطق روستایی.

- توسعه شبکه جهت برق رسانی به مناطق روستایی، اغلب نه تنها شامل گسترش خطوط طولانی‌تر می‌باشد بلکه سیستم انتقال نیرو نیز باید ارتقاء یابد تا میزان افت جریان کاهش یابد. نکته حائز اهمیت این است که با در نظر گرفتن خطر افزایش تلفات برق، آیا باید خطوط شبکه را گسترش داد یا آنکه برای تأمین برق مناطق دور افتاده از سیستم‌های غیر مرکز بهره برد (مطالعه موردنی ناحیه هیلز را مشاهده نمایید).

بار پایه / بار حداکثر – مدیریت تقاضا

یکی دیگر از محدودیت‌های شبکه برق‌رسانی در بسیاری از کشورها، میزان برق موجود در شبکه می‌باشد. اغلب سطح تقاضای نیروی برق کشور، از میزان عرضه شبکه برق‌رسانی بیشتر است. حتی شبکه‌های ملی که احتیاجات بار پایه کشور را تأمین می‌نمایند(با فرض بر اینکه تمامی کارخانه‌های برق آنها در تمام مدت به طور کامل فعال باشند)، گاهی در پاسخ به تقاضای پیک نیرو با مشکل روبه رو می‌شوند. معمولاً در صورت بروز چنین شرایطی اولویت با بخش صنعت و شهرهای بزرگتر می‌باشد. این امر کیفیت عرضه برق روستایی را کاهش می‌دهد و منجر به قطع دائمی برق در ساعات پر مصرف می‌گردد. در بسیاری از کشورها، حداکثر تقاضای انرژی به روشنایی و گرم کردن آب طی ساعات شب و صبح زود اختصاص دارد (منحنی بار در شکل ۱-۶ را مشاهده نمایید).



شکل ۱-۶ - منحنی ویژه بار در مناطق روستایی‌ای که دارای برخی از بارهای صنعتی می‌باشد

گسترش شبکه برق رسانی بدون افزایش ظرفیت تولید نیروی برق کشور، اغلب کیفیت خدمات برقی را کاهش می‌دهد. تولید نیروی برق غیر متتمرکز می‌تواند تا حدی در رفع مشکلات عرضه برق رسانی جوامع روستایی متمرث نمود باشد. در بسیاری از مناطق روستانشین، نیروی برق تنها جهت روشنایی شامگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این امر سبب کاهش درآمد شرکت‌های برق در جوامع روستایی می‌شود.

استفاده از نیروی برق برای اجرای فعالیت‌های درآمدزاوی به غیر از روشنایی، گسترش شبکه برق رسانی را از نظر مالی دوام‌پذیر می‌نماید. از دیدگاه اقتصادی، تداوم فعالیت‌های سیستم‌های مستقل با ضریب بار الکتریکی پایین ناممکن است. یکی از مزایای سیستم‌های مستقلی که تحت مالکیت جامعه‌ی روستایی می‌باشد، برنامه‌ریزی بهتر برای توسعه مصارف نهایی پر بازدهی است که به گسترش سیستم برق رسانی کمک می‌کند.

مطالعه‌ی موردنی نواحی هیل در بخش اوتار پرداش در هند شمالی
عرضه‌ی برق شبکه‌ای به محدوده تپه چامولی از طریق خط انتقالی KVA ۳۳ صورت می‌پذیرد که بیش از ۱۵۰ کیلومتر طول دارد. اتلاف عرضه‌ی برق در روستای چامولی بیش از ۳۰ درصد است که شامل افت بار و خاموشی‌ها، افت ولتاژ و نوسانات متداول جریان می‌باشد. نویسنده‌ی ما در این منطقه با تجربه کم شدن تدریجی نور لامپ به هنگام مطالعه در شامگاه روبرو شد، تا جایی که او مجبور بود برای ادامه مطالعه و

تأمین نورکافی از نور شمع نیز کمک بگیرد. بنابر دلایل فوق از نیروی برق آبی میکرو به عنوان جایگزین عرضه برق در جوامع روستایی این منطقه استفاده نمودند. سیستم برق آبی میکرو با نام دیور در همسایگی پائوری، نیروی برق تعدادی از روستاهای محلی را تأمین می‌کرد. روستاییان از اتصالات برق با قیمت پایین برخوردار بوده و بسیاری از آنان از برق لازم برای روشنایی بهره‌مند گشتند. تقاضا تحت کنترل نبود و سیستم هرگز طبق میزان بازدهی توان طراحی شده خویش عمل نمی‌کرد، در نتیجه تعداد مشترکین سیستم به تدریج بالا رفت تا جایی که پاسخگویی به میزان تقاضای بیشتر بار روشنایی از توانایی عرضه خارج شد. به این سبب به طور هم زمان هیچ یک از روستاهای در طی روز برق نداشتند. پیامد این امر، عدم عملکرد نیروگاه در طی روز و ناتوانی آن در عرضه بار شباه بود. روستاهای مذکور به نحوی برنامه‌ریزی کردند تا هر یک طی روزهای مورد توافق در هفته از نیروی برق بهره‌مند گردند و بدین ترتیب بار روزانه سیستم محدود شود. این سیستم نشانگر اهمیت مدیریت بار در موفقیت سیستم غیر متوجه است.

منبع: منابع انرژی و نقش نیروی میکرو و مینی در هند شمالی،
ا. دویگ، تز دکتری دانشگاه ادینبورگ در سال ۱۹۹۴.

معیار اقتصادی شبکه برق‌رسانی یا عرضه خود اتکا

هزینه‌های مربوط به اجرای طرح که به شرکت برق تعلق می‌گیرد، عامل اصلی تصمیم‌گیری در اتصال به شبکه برق ملی به شمار می‌آید: طرح‌های مربوط به برق‌رسانی روستایی اغلب از یارانه‌های سنتگین مصرف‌کنندگانی که سودآوری بیشتری دارند بهره‌مند می‌گردند. این مصرف‌کنندگان معمولاً بخش صنعت و مصرف‌کنندگان شهری می‌باشند. در صورتی که گسترش شبکه برق‌رسانی از سوی

دولت یک خدمت اجتماعی محسوب شود، پرداخت یارانه بر عهده این نهاد قرار می‌گیرد. معمولاً شرکت‌های برق یک حد نهایی را برای فاصله معین خواهند کرد تا بدین ترتیب گسترش خطوط برق رسانی شبکه‌ای را برای تعداد مشخصی از مصرف‌کنندگان، موفقیت‌آمیز و عملی گردانند و انجام چنین امری فقط به هزینه گسترش خطوط بستگی دارد.

هزینه اصلی یک سیستم مستقل، هزینه نصب دستگاه و هزینه توزیع آن می‌باشد. کارخانه‌های برقی که تحت مالکیت جامعه محلی هستند، به منظور تأمین بخش عمده‌ی هزینه‌های نصب از وام‌هایی با سوداندک یا کمک‌های مالی بهره‌مند می‌گردند (بخش گزینه‌های مالی در فصل دوم را مشاهده نمایید). پرداخت یارانه‌ها و کمک‌های مالی موجود که برای انتخاب گزینه‌های مختلف عرضه انرژی صورت می‌پذیرند در انتخاب گزینه‌ها تأثیر چشمگیری دارند.

به دلیل وجود پراکندگی جمعیت که به طور طبیعی در مناطق روستایی وجود دارد، جمع‌آوری تعرفه‌ها و صورت حساب‌های برق مشکل ویژه‌ای را به وجود می‌آورند. شرکت‌های برق با مشکل روپرو هستند زیرا هزینه‌ی خواندن کنتور و جمع‌آوری تعرفه‌ها، احتمالاً بیش از درآمدهای حاصل در جوامع روستایی‌ای خواهد بود که فقط برای روشنایی از برق استفاده می‌کنند. اغلب در شرایطی که مسئول جمع‌آوری هزینه برق می‌باشد از دفتر مرکزی شرکت که در شهر واقع است به روستا سفر کند، این مشکل وجود دارد.

هزینه‌های بالای جمع‌آوری درآمد

برآورد هزینه خواندن ماهیانه کنتور، تعیین صورت حساب، جمع‌آوری و محاسبه مخارج بسیار متغیر است. در بیشتر مناطق روستایی پر جمعیت تنها خواندن کنتور برای هر مصرف کننده از ۰/۰۳ دلار در بنگلادش و بخش‌هایی از گواتمالا تا ۰/۱۵ دلار یا بیشتر در کاستاریکا و السالوادور تغییر می‌کند. هنگامی که هزینه‌ی آماده‌سازی صورت حساب و مبالغ خدمات شارژ و هزینه‌های سر بار مورد محاسبه قرار می‌گیرند، هزینه کلی خواندن کنتور، تعیین صورت حساب و محاسبه آن در حدود سه و نیم برابر هزینه اولیه کنتور خوانی خواهد بود. از این‌رو، هزینه کل از ۰/۱ دلار تا بیش از ۰/۵ دلار در مناطق پر جمعیت متغیر است.

از طریق خانوارهایی که از اتصال و عرضه برق کنتوردار بخوردارند و به خانواده‌های نزدیک به خود به طور قانونی یا غیر قانونی برق می‌دهند می‌توان هزینه‌های جمع‌آوری درآمد را کاهش داد. در بنگلادش چنین اتصالات فرعی مجاز می‌باشند و این گونه برآورد شده است که به طور میانگین به هر ۲/۵ خانوار از طریق یک کنتور برق عرضه می‌گردد. این امر سبب می‌شود کسانی که به طور غیرمستقیم به سیستم برق رسانی متصل شده‌اند و معمولاً خانواده‌های فقیرتری هستند، بتوانند از مصرف کنندگان کنتور داری که مبالغ زیادی را جهت عرضه برق پرداخت نموده‌اند، سوء استفاده نمایند. این گونه موارد در نیپال مشاهده گردیده است.

راه حل‌هایی وجود دارند که می‌توانند به ویژه به خانوارهای کم‌درآمد کمک کنند تا از اتصالات برق بهره‌مند گردند و از سوی دیگر به شرکت‌های برق در بازیابی سرمایه خویش یاری رسانند.

این راه حل‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

- محدود کننده‌های بار
- سیستم‌های سیم‌کشی پیش‌ساخته
- مشارکت اجتماعی
- اصلاحات تعریف‌هایی.

اقتباس از: نصب سیستم‌های برقی برای خانواده‌های کم‌درآمد در کشورهای در حال توسعه به گونه‌ای که آنان توانایی پرداخت هزینه‌ها را داشته باشند، مشاوران فنی فن‌آوری اینترمودیت تکنولوژی راگبی ۱۹۹۵.

در خصوص برنامه‌های غیرمت مرکز، جامعه‌ی روستایی احتمالاً می‌تواند شیوه‌های مناسب‌تری برای پرداخت مبالغ مذکور فراهم آورد، به عنوان مثال می‌توان به پرداخت در یک فروشگاه محلی اشاره نمود. علاوه بر آن سیستم تعریف‌های به خواندن کنتور نیاز ندارند و تنها بر ظرفیت انرژی عرضه شده به خانه‌ها تکیه می‌نماید (و معمولاً توسط مدارشکن‌ها تنظیم می‌شود).

موارد مالکیتی و مدیریتی

با این اوصاف، موانع هزینه‌ای و فنی تنها عوامل اثر گذار بر عرضه موفق نیروی برق از طریق شبکه یا سیستم‌های خود اتکا به شمار نمی‌آیند، بلکه سیستم عرضه برق با مسائل مالکیتی و مدیریتی نیز روبروست. معمولاً در شهرهای نزدیک و احتمالاً مناطق اداری که برق از طریق شرکت برق عرضه می‌گردد، مدیریت به صورت مت مرکز می‌باشد. یک سیستم مستقل اغلب از سیستم مدیریت و مالکیت غیر مت مرکز بهره می‌برد، حال آنکه خواه یک سرمایه‌دار در امور بازرگانی ریسک تجاری راهاندازی سیستم را بر عهده گیرد یا آنکه جامعه روستایی پیاده‌سازی طرح عرضه‌ی برق روستا را تقبل نماید. برخی از مزايا و مضرات مالکیت و مدیریت غیرمت مرکز در مقایسه با مالکیت و مدیریت مت مرکز سیستم‌های عرضه برق در جدول ۱-۶ ارایه گردیده است.

جدول ۱-۶ ارایه گردیده است.

جدول ۱-۶: مزایا و معایب مالکیت مت默کز و غیرمت默کز و
مدیریت عرضه برق روستایی

معایب	مزایا
عرضه‌ی توان به مخاطره نمی‌افتد، بنابراین شرکت برق برای تعمیر سیستم علاقه‌ای نشان نمی‌دهد.	مدیریت مت默کز شبکه خطر تأمین مالی شرکت برق وجود دارد.
کارمندان اجرایی و تعمیرسیستم غالباً خارج از جامعه محلی تأمین می‌شوند.	ظرفیت و مدیریت از قبل وجود داشته است.
مدیریت تشریفات اداری	ظرفیت فنی از قبل موجود بوده است.
مرمت سیستم زمان بیشتری به طول می‌انجامد زیرا باید با موافقت مدیریت مرکزی صورت پذیرد.	مدیریت مت默کز (سیستم تحت تملک جامعه مستقل)
جمع‌آوری تعرفه‌ها گران تمام می‌شود.	سودآوری در تداوم عملکرد برنامه وجود دارد.
مدیریت بار وجود ندارد.	احتمال مدیریت بار وجود دارد.
احتمال مجادله میان شرکت برق و جامعه محلی وجود دارد.	احتمال انعطاف‌پذیری تعرفه‌ها وجود دارد.
خطر تأمین سرمایه در جامعه محلی وجود دارد.	تعمیرات سریع انجام می‌پذیرد.
آموزش فنی لازم است.	تشrifفات اداری کمتری دارد.
آموزش مدیریت لازم است	استخدام افراد محلی به عنوان کارورز صورت می‌پذیرد.
برای تغییرات اساسی به نیروی خارجی نیاز است (این امر هزینه بر است).	استفاده کردن از افراد محلی به عنوان کارگر، کاهش سرمایه‌ی راهاندازی اولیه برای انجام
در صورت ضعف یا عدم مدیریت احتمال مجادله افراد محلی وجود دارد.	پرورژ.

مقایسه هزینه‌های انرژی

این بخش نمونه‌هایی از هزینه‌های جاری فن‌آوری‌های متفاوت انرژی را ارایه می‌نماید و با مسائلی که در مقایسه فن‌آوری‌ها حائز اهمیت هستند آغاز می‌گردد. بخش بعدی به ارایه برخی از شاخص‌ها و روندهای کلی در مورد مقایسه هزینه‌های جاری فن‌آوری‌های انرژی می‌پردازد، همانگونه که در متون اخیر آمار آن ارایه گردیده است. بخش عملکرد مالی در فصل دوم شبوهای مورد استفاده در مقایسه‌های هزینه‌ای فن‌آوری‌های خاص در شرایط خاص منطقه‌ای را توصیف می‌نماید.

مواردی که می‌بایست مدنظر قرار داد:

مقایسه گزینه‌های انرژی به سادگی، مقایسه صرف هزینه تولید یک واحد انرژی از منابع گوناگون نیست، بلکه عوامل متعددی را می‌بایست برای مقایسه هزینه‌ی تولید انرژی مدنظر قرار داد.

ارزش زمانی پول

برخی از منابع انرژی از هزینه سرمایه‌ای بالایی بر خوردار هستند، اما هزینه جاری آنها اندک می‌باشد (که اغلب منابع انرژی تجدیدپذیر چنین هستند)، حال آنکه سایر منابع انرژی هزینه‌ی سرمایه‌ای اندک و هزینه راهاندازی سنگینی دارند (نظیر برخی از گزینه‌های سوخت‌های فسیلی). به منظور مقایسه کامل عملکرد مالی این منابع، تحلیل مالی جزء به جزء امری حائز اهمیت است که تغییر در میزان ارزش پول با گذشت زمان را مدنظر قرار می‌دهد (به بخش عملکرد مالی مراجعه فرمایید).

خدمات انرژی

انجام چنین مقایسه‌ای کاملاً ضروری است. مقایسه هزینه‌های سوخت آشپزی با هزینه روشنایی برق کاملاً بی‌فایده می‌باشد، اما می‌توان هزینه‌های آشپزی برقی را با هزینه‌های آشپزی با بیوماس قیاس نمود. این مقایسه نمی‌بایست میان فن‌آوری‌های خاص انرژی صورت پذیرد، بلکه هزینه‌های فن‌آوری‌هایی را که خدمات انرژی مشابهی را عرضه می‌دارند باید با هم مقایسه کرد(به بخش ملزومات خدمات رسانی انرژی رجوع نمایید)، نظیر آشپزی، روشنایی، شارژ باتری، انرژی مکانیکی یا پمپاژ آب. به عنوان مثال در مورد سردسازی که در بخش بعدی آن را مطالعه می‌نماییم، مقایسه هزینه‌ای بر مبنای مصرف انرژی خورشیدی و گاز برای سردسازی ارایه می‌گردد.

تولید محلی یا فن‌آوری وارداتی

هزینه فن‌آوری انرژی در یک کشور به تولید محلی یا وارداتی بودن آن فن‌آوری بستگی دارد. اغلب در صورتی که مهارت تولید تجهیزات فراهم باشد، هزینه تولید و نصب فن‌آوری، پیوسته در حال کاهش خواهد بود. هزینه‌های نگهداری نیز اندک خواهند بود زیرا برای تعمیر تجهیزات نیازی به استخدام کارشناس خارجی نیست.

یارانه‌های پنهان

اگر یارانه‌های مستقیم یا غیر مستقیم در اختیار برخی از منابع خاص انرژی قرار گیرند، مقایسه هزینه واقعی فن‌آوری‌های انرژی بسیار دشوار می‌گردد. به عنوان مثال، بسیاری از کشورها برای عرضه برق، شبکه روستایی و نفت سفید یارانه در نظر می‌گیرند(بخش گزینه‌های مالی را مشاهده نمایید). گاهی این امر

مقایسه هزینه‌های را به سوی فن‌آوری‌هایی سوق می‌دهد که از تخصیص یارانه بی‌بهره باشند.

جدول ۲ - ۶ - گزینه‌های رویارویی با ملزمومات خدمات رسانی انرژی

ملزمومات خدمات انرژی				
گزینه انرژی	آشپزی و روشنایی	رادیو و مکانیکی:	کارگاه‌ها، تلویزیون	گرمایش آسیاب‌ها، پمپ‌ها
✓	✓			نیروی انسانی
	✓			بیوماس
	✓			بیوگاز
✓	✓	✓		شبکه برق
✓	✓	✓	✓	گازوئیل / بنزین
		✓	✓	نفت سفید
			✓	ذغال چوب
✓	✓	✓	✓	برق‌آبی مینی و میکرو
✓			✓	فتولتائیک‌ها
✓	✓	✓		نیروی باد
			✓	غیرفعال خورشیدی
		✓		شمع‌ها

سوخت‌های بی‌هزینه

مقایسه میان هزینه‌ی سوخت‌هایی که از نظر تجاری ارزشمند هستند و سوخت‌هایی که عملأً فاقد هر نوع هزینه می‌باشند، کار مشکلی است. به عنوان

مثال، اکثر خانواده‌های روستایی از هیزمی که از زمین‌های معمولی جمع‌آوری می‌کنند، استفاده خواهند کرد. قابل توجه است که با جایگزینی سوخت تجاری به جای هیزم می‌توان زمانی را که برای گرداوری هیزم سپری می‌شود، صرف کارهای تولیدی مفید نمود. از سوی دیگر ممکن است کاهش زمان جمع‌آوری سوخت به ارزشی اجتماعی تبدیل شود (به عنوان مثال می‌توان از مدت زمان مورد نظر برای مراقبت بهتر از فرزندان یا استراحت بهره برد). علاوه بر آن احتمالاً تبدیل سوخت بی‌هزینه به سوخت تجاری مزایای زیست محیطی را نیز در بر خواهد داشت، به عنوان مثال، در جایی که منابع سوخت چوب محلی با کمبود مواجه باشند، مسائل اجتماعی دیگری نظیر عدم پیشرفت بانوان را به دلیل تغییر نقش آنها در خانواده نیز می‌بایست مدنظر قرار داد.

مقایسه‌های هزینه‌ای

این بخش برخی از ارقام مقایسه‌ای هزینه در متون اخیر را، به منظور راهنمایی بر هزینه‌های پیش‌بینی شده اشکال مختلف انرژی ارایه می‌نماید. باید توجه داشت که هزینه‌ی واقعی فن‌آوری‌ها به محل نصب آنها بستگی دارند و این هزینه‌ها بسته به محل نصبشان کاملاً متفاوت می‌باشند. بنابراین هزینه‌هایی را که در زیر به آنها اشاره می‌گردد باید به عنوان شاخص در نظر گرفت زیرا این ارقام قطعی نیستند.

تولید برق

مقایسه هزینه‌ی پنج گزینه‌ای مربوطه به برقرسانی روستایی در جدول ۳-۶ ارایه گردیده است. این مقایسه نشان می‌دهد که هزینه‌ی شبکه برقرسانی در مناطق دور افتاده یا

مکان‌هایی که از جمعیت پراکنده‌ای برخوردارند بسیار گران می‌باشد. هزینه‌های نصب در کنیا بیش از ۱۲۰۰۰ KSh است، مبلغی که از هزینه‌ی نصب یک سیستم فتوولتائیک تجاوز می‌نماید. هزینه‌های راهاندازی سیستم فتوولتائیک و شبکه برق رسانی در این منطقه با یکدیگر برابر است. در حالی که، سیستم دیزلی که از نظر هزینه‌ی نصب ارزان‌ترین گزینه محسوب می‌شود، از بالاترین هزینه راهاندازی برخوردار است.

جدول ۳-۶: مقایسه هزینه‌های ویژه برای انواع عرضه‌ی برق

در مناطق روستایی آفریقا

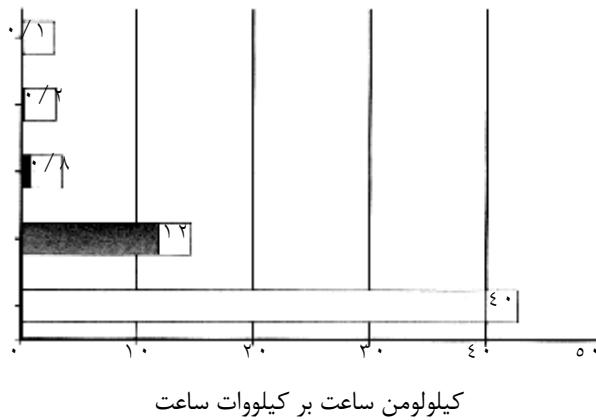
هزینه (بر حسب دلار آمریکا برای هر کیلووات ساعت)	نوع عرضه‌ی برق
۰/۳	شبکه
(گسترش خطوط ۳ کیلومتری برای ۵۰ خانوار)	
۰/۱۷	شبکه
(گسترش خطوط ۱ کیلومتری برای ۵۰ خانوار)	
۰/۵	ژنراتور دیزلی
(۵ خانوار ماهانه ۲۵ کیلووات ساعت دریافت می‌نمایند)	
۰/۱۵	برق آبی میکرو
(در هزینه سرمایه‌ای ۱۵۰۰ دلار آمریکایی به ازای ظرفیت هر کیلووات ساعت)	
۰/۲۵	فتولتائیک

منبع: انرژی روستایی و توسعه: بهبود عرضه انرژی برای دومیلیارد نفر از مردم بانک جهانی واشنگتن، ۱۹۹۶

روشنایی

جدول ۴-۶ نشان می‌دهد که کارآیی روشنایی لامپ فلورسنت ۴۰ برابر کارآیی نفت سفید است. این امر نشان می‌دهد که کیفیت خدمات، عاملی مهم و کلیدی

در مقایسه‌ی گزینه‌های روشنایی به شمار می‌آید. با این وجود گرچه استفاده از شمع یک گزینه‌ی ارزان قیمت محسوب می‌گردد، اما خدمات انرژی که توسط این گزینه ارایه می‌شود بسیار ضعیفتر از روشنایی لامپ می‌باشد.



شکل ۲-۶- کارآبی انرژی و روشنایی

جدول ۶-۴ و ۶-۵ هزینه‌های بلند مدت روشنایی خانگی در یک لامپ روشنایی نفت سفید را با یک فانوس فتوولتائیک مقایسه می‌نماید. در این مقایسه عامل ۱۰ درصدی کاهش ارزش بول را در نظر می‌گیرند. در این مورد گرچه هزینه‌ی اولیه کیت فتوولتائیک بسیار بالا است، اما در بلند مدت این گزینه مقرن به صرفه‌ترین گزینه محسوب می‌گردد. هر چند نتایج حاصل از مقایسه نشان می‌دهد که فتوولتائیک‌ها به شدت تحت تأثیر کاهش ۱۰ درصدی پول هستند.



گزینه‌های روشنایی می‌بایست با شرایط محلی سازگار باشند

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - لیندل کین

جدول ۴-۶- آماری جهت مقایسه‌ی بین هزینه‌ی طول عمر روشنایی خانگی

آمار کلی	
دوره تجزیه و تحلیل	۱۲ سال
میزان تخفیف	۱۰ درصد
تقاضای روشنایی	۴ ساعت در روز
اطلاعات لامپ فانوسی (به ازای هر لامپ)	هزینه‌ی سرمایه
طول عمر	۳ سال
صرف سوخت	۰/۰۳ (لیتر بر ساعت)
قیمت سوخت	۰/۸ دلار آمریکایی بر لیتر
بازدهی روشنایی	۵۰ لومن
اطلاعات کیت‌های روشنایی فتولتائیک	هزینه‌ی سرمایه
هزینه‌ی سرمایه	۳۵۰ دلار آمریکایی
بازدهی روشنایی (هر لامپ)	۴۰۰ لومن
اجزای کیت	
اقلام	
هزینه جایگزینی (بر حسب دلار آمریکایی)	هزینه جایگزینی (بر حسب سال)
۱۲	۰
۳	۷۰
۳	۸
۶	۱۰۰
واحد فتوولتائیک Wp	۱۸
باتری Ah	۷۰
لوله‌ها (۲×۸W)	
تنظیم کننده	

منبع: جی - پی لویی منیوات آل، روشنایی روستایی، انتشارات IT، لندن

آشپزی

در کشور هندوستان، مقایسه قیمت سوخت‌های آشپزی در مناطق شهری نشان می‌دهد که گرچه قیمت واحد گاز مایع بسیار بالاتر است، اما این سوخت به دلیل بازدهی انرژی بالایی که دارد، ارزانترین گزینه‌ی ممکن به شمار می‌آید. نقطه ضعف آشپزی با گاز مایع، پرداخت هزینه‌ی سنگین اجاق گاز برای خانواده‌های فقیر می‌باشد که برای آنها عاملی باز دارنده محسوب می‌گردد.

در مناطق شهری، آشپزی با هیزم گرانترین گزینه به شمار می‌آید. البته این امر در مورد مناطق روستایی مصدق پیدا نمی‌کند، زیرا در این مناطق جمع‌آوری هیزم رایگان است. با این وجود رایگان بودن قیمت هیزم، هزینه‌ی موقعیت از دست رفته‌ی زمانی را که صرف گردآوری هیزم می‌شود، جبران نمی‌نماید زیرا از نظر اقتصادی می‌توان از این زمان در فعالیت‌های تولیدی بهره برد.

جدول ۶-۵- مقایسه‌ی مستقیم هزینه‌ی بازده روشنایی

روشنایی خانگی		بر مبنای شعله	
کیت روشنایی فتوولتائیک		هزینه‌ی هر ساعت	هزینه‌ی هر ساعت
دلار آمریکایی	روشنایی	در ساعت	روشنایی
در ساعت			
هزینه بازده	هزینه بازده	هزینه بازده	هزینه بازده
روشنایی			
کیلو لومن	کیلو لومن	کیلو لومن	کیلو لومن
در ساعت			
هزینه بازده			

۱ کیلو لومن = ۱۰۰۰ لومن

سردسازی برای نگهداری واکسن در مناطق دور افتاده

نگهداری واکسن به خدماتی با کیفیت بسیار بالا از سوی منبع انرژی نیاز دارد. در این حالت، یخچال سردسازی باید همیشه به طور ثابت کار کند. بنابراین عرضه انرژی نیز بایستی دائمی و ثابت باشد. جدول ۶-۶ مقایسه سردسازی توسط نیروی سلول‌های فتوولتائیک از طریق یک باتری یا انرژی گاز را ارایه می‌نماید. ستون اول شاخص هزینه‌های بلندمدت هر دو گزینه می‌باشد که ارزش زمانی پول را در نظر نمی‌گیرد. این ستون نشان می‌دهد که هزینه‌ی سرمایه‌ی گزینه فتوولتائیک بسیار بیشتر است. بنابراین انتخاب، بین این دو گزینه با توجه به قابل دسترس بودن گاز صورت می‌پذیرد. اگر گاز در دسترس نباشد یا آنکه میزان آن بسیار نامشخص باشد فتوولتائیک بهترین و تنها گزینه ممکن محسوب خواهد شد. دو ستون آخر هزینه‌های سالیانه را نشان می‌دهند، در این هزینه‌ها ارزش زمانی پول را در نظر می‌گیرند. در این ستون عامل ۱۴ درصدی کاهش ارزش پول منظور می‌گردد.

جدول ۶-۶ مقایسه سردسازی توسط نیروی فتوولتائیک و گاز

هزینه‌های سالیانه با در نظر گرفتن نرخ تنزیل	هزینه	فتوولتائیک	گاز	فتوولتائیک	گاز	هزینه‌های سالیانه با در نظر نرخ تنزیل
		(دلار آمریکا)	(دلار آمریکا)	(دلار آمریکا)	(دلار آمریکا)	
۱۴۰	۱۱۳۵	۱۰۰۰	۵۰۵۰	سرمایه‌گذاری		
۲۶۰		۲۶۰		کل سرمایه‌گذاری		
۳۰	۵۰	۳۰	۵۰	هزینه‌های جاری گاز		
۴۳۰	۱۱۸۵			کل هزینه‌های سالیانه (با تخفیف)		
نرخ تنزیل: ۱۴٪ درصد						

منبع: WHO، سردسازی واکسن، درس‌هایی که از برسی و تحقیق در برنامه‌هایی در میزان - زیاد گرفته‌ایم، ژنو ۱۹۹۱. هزینه‌های سالیانه توسط نویسنده‌گان صورت گرفته است.

مطلوبی که در مقایسه‌ی هزینه به آن اشاره نمی‌شود، قابل اطمینان بودن منبع انرژی است. هر دو گزینه از سوابق خوبی در کارآیی و استاندارد برخوردارند. با این وجود، درصورتی که کمبود چند ماهه گاز (بیش از سه ماه) مطرح باشد، احتمال دارد گزینه خورشیدی را در نظر گیرند. در صورت لزوم می‌توان گاز مصرفی یک سال را ذخیره نمود، اما این امر سرمایه‌ی اولیه‌ی این طرح را ۷۸۰ دلار آمریکایی افزایش می‌دهد. درمورد سردسازی از طریق نیروی خورشیدی، بهره‌مندی از تضمین تابش خورشید یا ذخیره کافی انرژی در باتری‌ها در روزهایی که تابش خورشید وجود ندارد، امری ضروری به شمار می‌آید. اما اگر گاز با قیمتی مناسب آماده و قابل دسترس باشد، استفاده از این منبع انرژی گزینه‌ای واقع گرایانه محسوب می‌گردد.

بخش سوم

مطالعات موردي

۱- سیستم برق آبی میکروی چالان (در پرو)

موقعیت

روستای چالان در بخش شمالی کاجامارکا در کشور پرو و در ارتفاع ۲۷۵۰ متری از سطح دریا واقع شده است. این روستا در بالای دره عمیقی با شیب زیاد به رودخانه مارانون که یک رود فرعی از آمازون است، سرازیر می‌شود. روستای چالان توسط یک ساکن اسپانیایی در طی دوران استعمار در منطقه‌ای دور از مسیرهای اصلی تجاري درآند تأسیس گردید. توسعه‌ی این روستا با وجود پیشرفت‌های عمدی دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ بسیار آرام صورت پذیرفته است. در سال ۱۹۸۵ جاده‌ای از سلندون به روستای چالان کشیده شد و اخیراً ارتباط مخابراتی از طریق سیستم تلفن ملی ایجاد گردیده است. در حال حاضر این روستا مرکز بهداشت و مدرسه دارد و سه سال پیش انجمن این روستا لوازم موتوری را برای فعالیت‌های عمومی منطقه خریداری نمود.

جمعیت

روستای چالان دهکده‌ی اصلی در منطقه میگوئل ایگلسیا می‌باشد و دارای جمعیتی بالغ بر ۵۴۰ نفر در ۱۲۰ خانواده می‌باشد. ۱۹ دهکده کوچک یا قصبه‌ی دیگر در مناطق اطراف وجود دارند که از روستای چالان به عنوان مرکز اصلی بهره می‌برند. نزدیکترین شهر بزرگ به این روستا سلندون می‌باشد که با اسب هشت ساعت با آن فاصله دارد.

بسیاری از خانواده‌هایی که در روستای چالان زندگی می‌کنند درآمد خود را از راه کارگری در زمین‌های مالکان سواحل مارانون به دست می‌آورند. فرود از ۲۰۰۰

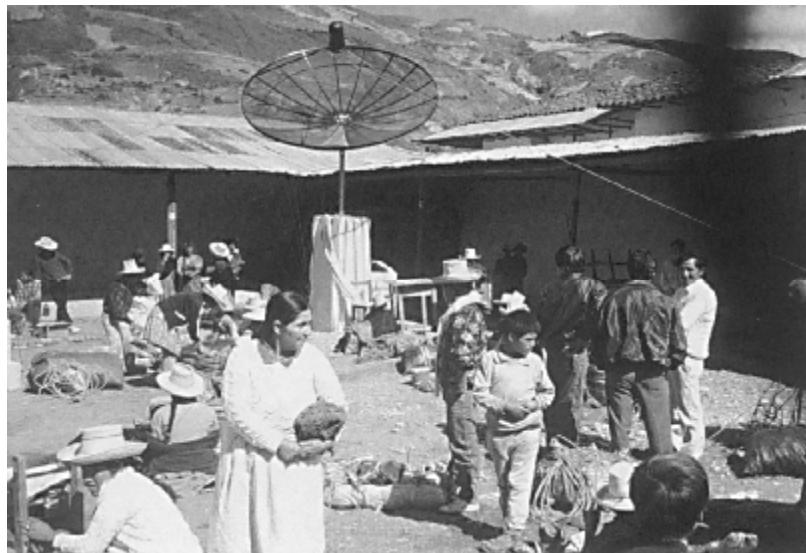
متری با پای پیاده هشت ساعت به طول می‌انجامد و معمولاً روستاییان در اوایل هفته از چالان خارج می‌شوند و با میوه‌های گرسیری و سبزیجاتی که در شرایط متفاوت آب و هوایی روییده‌اند، به موقع برای یکشنبه بازار به دهکده باز می‌گردند. تقریباً تمام خانواده‌های این منطقه در کنار شغل اصلی خود در زمین‌های کوچک تحت مالکیت خویش به فعالیت‌های کشاورزی می‌پردازنند. میانگین درآمد سالیانه هر خانواده ۴۰۰ دلار آمریکایی است.

سیستم برق آبی میکرو

چالان در هشتاد کیلومتری نزدیکترین خط انتقال شبکه برق رسانی قرار دارد. فاصله‌ای که به دلیل وضعیت ضعیف جاده، عبور از آن با وسیله نقلیه هفت ساعت به طول می‌انجامد. نخستین زمزمه‌های بر پایی سیستم برق آبی میکرو از طرف شهردار و یک سازمان غیر دولتی با نام DIACONIA به گوش رسید. این سازمان از طریق آبیاری و دیگر فناوری‌های کشاورزی به کشاورزان محلی کمک می‌کرد. برنامه‌ی فناوری انرژی اینترمیت تکنولوژی کاجamar کا، رویکردی را ارایه نمود که توجه اهالی چالان را به خود جلب کرد و بدین ترتیب مراحل طراحی سیستم برق آبی آغاز شد.

سرمایه‌ی این طرح از چهار منبع تأمین گردید، وام برنامه‌ی اعتباری فناوری اینترمیت تکنولوژی، منبع اهدایی DIACONIA، شورای روستا و نیروی کار تک تک خانواده‌های چالان که همگی با اختصاص دادن زمان به منظور ساخت کانال آب، نصب لوله و ساخت نیروگاه موافقت کرده بودند. در مجموع ۴۳۱۸ روز کاری توسط نیروهای محلی تأمین گردید. فناوری اینترمیت تکنولوژی پرو به نظارت

مراحل ساخت سیستم پرداخت و درطی یک سال اول راهاندازی، حمایت فنی و مدیریتی سیستم را بر عهده گرفت.



سیستم ارتباطی دهکده‌ی چالان

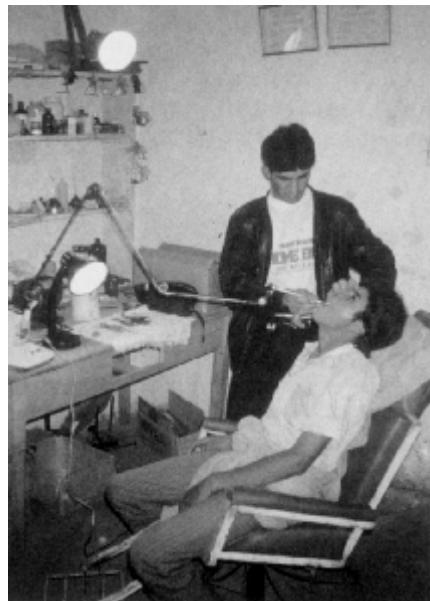
از طریق پروژه‌ی برق آبی میکروی دهکده برق رسانی می‌شود

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - استیو فیشر

هزینه‌ی سرمایه‌ی طرح بالغ بر ۴۳۰۰۰ دلار بود که تا به امروز ارتباط مستقیم برق برای ۸۰ خانوار را تأمین نموده است، ولی با این حال هنوز اکثر خانواده‌ها در انتظار اتصال به شبکه به سر می‌برند. تعرفه میانگین ۶سول (۲ دلار) در ماه است. ۶۱۷ خانوار دیگر به طور مستقیم از مزایای این سیستم بهره می‌برند و از بهبود خدمات بهداشتی، آموزشی، شارژ باتری، فرآوری کشاورزی، کارگاهی، ارتباطی و روشنایی عمومی در روستا استفاده می‌نمایند.

خدمات انرژی روستایی

سیستم برق آبی میکروی چالان توسط کمیته منتخب مردم اداره می‌گردد، این کمیته مستقل از شورای روستا عمل می‌کند و مسئولیت‌های ویژه راهاندازی، نگهداری و تعمیر، جمع‌آوری تعرفه، ترویج مصرف‌ایمن و کارآمد انرژی و اداره‌ی مصارف جدید نظیر تجهیزات کارگاهی را بر عهده دارد. این سیستم دارای دو کارورز تمام وقت و یک مدیر نیمه وقت است و هر روز از ساعت ۱۲ ظهر تا ۱۲ شب یکسره در حال تولید برق می‌باشد.



دندانپزشکی چالان از طریق برق آبی میکرو برق‌رسانی می‌شود.

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - استیو فیشر

جزیيات فنی طرح از قرار زیر است:

کanal طول ۸۳۰ متر

شیب زاویه ۴ در ۱۰۰۰

شدت جریان ۵۲ لیتر در ثانیه

خط بتونی

دریچه Head ۹۶ متر

طول ۲۰۲ متر

قطر ۲۰ سانتی متر

ماده PVC از نوع ۱۵، ۱۰، ۷/۵

توربین پلتون میل لگ عمودی با سه موتور جت

انرژی ظاهری ۳۸ کیلووات

ولتاژ ۲۲۰ ولت سه فاز

فرکانس ۶۰ هرتز

سرعت.. p m.. ۱۸۰۰ (دور در دقیقه)

تنظیم توسط کنترل کننده‌ی الکتریکی بار

توزیع

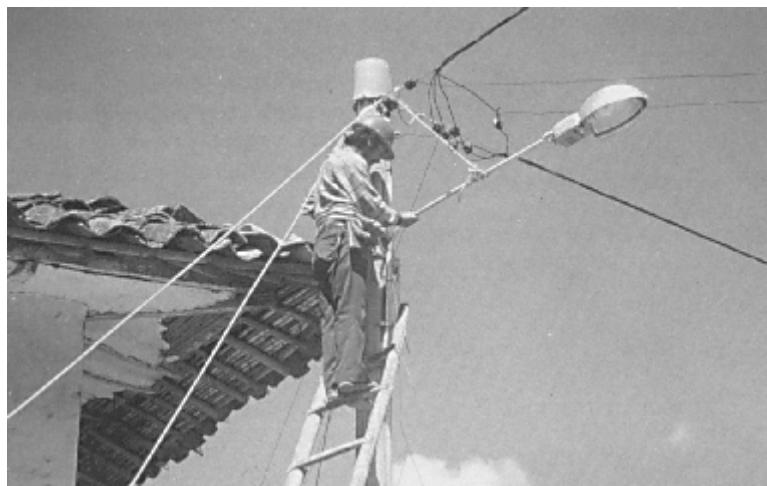
ماکزیمم افت ولتاژ ۵ درصد

روشنایی عمودی، ۳۰ لامپ خیابانی

اتصال داخلی بین ۵۰ تا ۳۵۰ وات در هر خانوار

کارهایی که تاکنون صورت پذیرفته

در ژوئن سال ۱۹۹۸، سیستم برق آبی میکروی چالان به خوبی وارد عمل شد و خدمات انرژی گسترهای را در اختیار جامعه محلی قرار داد. ۸۷ خانوار هم جوار این منطقه مستقیماً از مزایای سیستم بهره می‌برند. در حدود ۲۴۰ خانوار نیز به صورت غیر مستقیم از این سیستم استفاده می‌نمایند.



روشنایی خیابان از طریق پروژه‌ی برق آبی میکروی چالان

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - استیو فیشر

۲- میزان توسعه انرژی برق آبی

(میزان آب مناسب در نپال: مورد آرون^۳)

آرون ۳ (نپال)

نپال یکی از معدهود کشورهای جهان است که می‌تواند به سادگی تمام نیازهای برقی خود را از طریق انرژی آب مرتفع نماید. دولت به خوبی از این استعداد آگاه است و طرح‌هایی را برای توسعهٔ منابع آبی نپال در نظر دارد طرح‌های اولیه بر سیستم‌های در میزان بزرگ تمرکز داشته‌اند.

در آگوست سال ۱۹۹۵، رئیس بانک جهانی، جیمز ولفسون، به طور ناگهانی وام ۱۷۵ میلیون دلاری پیشنهادی بانک برای اجرای طرح بحث برانگیز برق آبی نپال را لغو نمود. بر خلاف گروه‌های مبارزاتی در نپال، انگلستان و ایالات متحده، این طرح را گامی بلند در راستای سیاست‌های انرژی مناسب در نپال قلمداد نمودند.



نیال دارای منبع عظیم نیروی برق آبی می‌باشد

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - آدام هاروی

این مطالعه موردنی دلایل مخالفت سازمان‌های غیر دولتی (NGOs) با طرح آرون را بیان می‌دارد و به توصیف رویکرد مناسب توسعه‌ی نیروی برق آبی می‌پردازد. گزینه‌ای که به عنوان یک جایگزین مطرح گردیده است.

چرا سدهای بزرگ بسازیم؟

سدهای بزرگ علاوه بر عرضه انرژی برق آبی اهداف بسیاری را بر آورده می‌نمایند. از دریاچه‌ای که توسط سد به وجود می‌آید می‌توان برای عرضه‌ی آب آشامیدنی یا برای آبیاری زمین‌های کشاورزی استفاده نمود. منطقه‌ی آبگیر احتمالاً موقعیت‌های ماهیگیری جدیدی را فراهم می‌آورد و برای مقاصد تفریحی می‌توان از آن بهره برد. در برخی از نقاط سدهای بزرگ به عنوان ابزاری برای کنترل سیل‌های سالیانه جاری شده از مسیر رودخانه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در دهه‌های پیش، بانک جهانی با در نظر گرفتن مزایای حاصل از سد در کنار مؤسسات داخلی دولتی نظیر بانک توسعه آسیا، در ساخت سدهای بزرگ سرمایه‌گذاری نموده است. با این وجود به دلیل وجود اثرات منفی زیست محیطی و آسیب‌رسانی به منطقه‌ی پیرامون سد، مخالفت‌های بسیاری با این توسعه عظیم صورت گرفته است. این مخالفت چشمگیر، بانک جهانی را وادار کرد تا به بازنگری نقش خویش به عنوان مروج طرح سدهای بزرگ بپردازد.

تاریخچه پروژه آرون

تاریخچه آرون ۳ هنگامی آغاز شد که یک گزارشگر ژاپنی، پایگاه آرون را با پتانسیل پروژه برق آبی ۴۰۲ مگاواتی شناسایی نمود. در سال ۱۹۸۷ بانک جهانی، آرون ۳ را به عنوان گزینه‌ی منتخب توسعه‌ی برق آبی نیال برگزید و به مشارکت در این پروژه پرداخت. اما هنوز شش سال از آغاز پروژه نگذشته بود که اهداکنندگان اصلی سرمایه‌ی پروژه آرون طی ملاقاتی طرح عملی توسعه‌ی "آرون کوچک" را ارایه دادند، طرح کوچکی که توان تولید ۲۰۱ مگاوات نیرو را داشت و برای دسترسی به پایگاه از جاده‌ای ۱۲۲ کیلومتری برخوردار بود (هر چند این

طرح هنوز طرح بزرگی به شمار می‌آمد). آنان در نظر داشتند که این سد را در دره آرون بسازند، دره‌ای که از دامنه‌های تبت تا نزدیک به کوه اورست گسترشده بود. طرح آرون کوچک هزینه‌ای بالغ بر ۱۰۸۲ میلیون دلار دربرداشت، بیش از یک و نیم برابر بودجه‌ی توسعه‌ی سالیانه دولت نپال، رقمی که بدھی قابل ملاحظه‌ای را نیز به همراه داشت. در فوریه سال ۱۹۹۳ با توجه به وضعیت مالی طرح سازمان‌های غیر دولتی محلی جلسه‌ای عمومی در کاتماندو پایتخت نپال برگزار نمودند تا به بحث در مورد توسعه‌ی آرون کوچک بپردازنند. در این جلسه رویکرد جایگزین توسعه‌ی برق آبی مطرح گردید.

موارد مرتبط با آرون

بحث‌هایی در مورد مزایای آرون کوچک	بحث‌هایی علیه آرون کوچک
<ul style="list-style-type: none"> • طی دوران ساخت آرون، توانایی ساخت طرح‌های کوچکتر دیگر وجود نداشت. • ریسک بالای توسعه در یک سیستم بزرگ، در عوض ریسک تقسیم شده میان طرح‌های متعدد کوچک می‌باشد. • حداقل ده سال تا بازدهی طرح زمان لازم است. • توسعه صنعت انرژی برق آبی محلی با شکست روبرو خواهد شد. • طرح آرون فقط به ۱۵ درصد از جمعیت محلی برق رسانی خواهد کرد و به ۸۵ درصد از جمعیت محروم از نعمت برق کمکی نخواهد نمود. هزینه‌های تولید انرژی آرون، هزینه برق را برای وجود نیاز فوری به عرضه‌ی نیروی مصرف‌کنندگان نپالی افزایش خواهد داد. • طرح آرون خسارات زیست محیطی و اجتماعی را به همراه دارد، خساراتی که جبران نمودن آن از ظرفیت توان مردم نپال خارج است. • طرح آرون ۱۰۸۲ میلیون دلار هزینه در برخواهد داشت، این مبلغ معادل با یک برابر و نیم بودجه توسعه سالیانه ملی نپال است. 	<ul style="list-style-type: none"> • آرون می‌توانست در طی سال بازده خروجی‌ماکزیمم تولید انرژی برق را داشته باشد، در حالی که سایر سیستم‌ها طی فصول خشک توان تولید میزان مشابه برق را ندارند. پروژه‌های زمین‌شناسی آرون را پایگاهی مطلوب اعلام نمودند. جاده پروژه آرون نیز می‌تواند پس از ساخت تحت بهره‌برداری سایر توسعه‌های برق آبی قرار گیرد. با اختصاص دادن طرح به بخش خصوصی عواید حاصل از آن به دولت نپال می‌رسد. وجود نیاز فوری به عرضه‌ی نیروی مصرف‌کنندگان نپالی افزایش خواهد داد. برق اضافی چرا وقتی که دولت نپال پرداخت هزینه‌های طرح توسعه‌ی آرون را ندارد، شرایط حضور خارجیان برای ساخت را فراهم نمی‌آورد؟ وام بانک جهانی به همراه یک بخشش ۱۷۵ میلیون دلاری به این طرح تخصیص داده شد.

تأثیرات زیست محیطی بر مردم محلی

در نظر گرفتن تأثیرات زیست محیطی قابل پیش‌بینی که همان حرکت سیلابی پشت دیواره‌ی سد می‌باشد، نگرانی‌هایی را در مورد سدهای بزرگ به وجود می‌آورد. از سوی دیگر آسایش مردمی که در منطقه‌ی پشت سد زندگی می‌کنند در خطر است. زیرا آنان از بیم سیلاب مجبور به ترک منطقه خواهند بود.

نگرانی‌های مذکور موارد کلیدی علیه پروژه‌های سد بزرگ در نارمادا به شمار می‌رفتند. سدی که می‌توانست مساحتی برابر با ۱۰۰۰ کیلومتر مربع را به زیر آب ببرد و سه سد گرجس که بیش از ۱ میلیون نفر از مردم را از منطقه سیلابی خود بیرون خواهند کرد.

اما در مورد پروژه آرون چنین نگرانی‌هایی وجود نداشت، زیرا منطقه سیلابی سد آرون بزرگ نبود و تعداد اندکی از مردم مجبور به ترک محل سکونت خود بودند. در واقع مهمترین خطری که ناحیه محلی را تهدید می‌کرد تأثیرات زیست محیطی ناشی از ساخت جاده برای دسترسی به پایگاه سد بود که به طور مستقیم از میان منطقه‌ی حساس روستایی عبور می‌کرد.

مردم محلی ساکن دره به طور کلی با پروژه آرون مخالف نبودند زیرا چنین می‌پنداشتند که اجرای چنین طرحی به اقتصاد محلی کمک خواهد کرد، اقتصادی که امروزه نیز بر مبنای کشاورزی و صادرات محصولات آن استوار می‌باشد. با این وجود، مطالعات صورت گرفته توسط بانک جهانی به طور کلی نشانگر تأثیرات منفی ساخت جاده بود و نحوه‌ی اجرای معیارهای کاوش اثرات منفی زیست محیطی جاده نیز در پرده‌ای از ابهام قرار داشت.

موارد کلیدی مربوط به سد آرون پیچیده‌تر و بیشتر با ظرفیت توسعه‌ی کشور نیپال مرتبط بود آن موارد به شرح زیر می‌باشند:

- هزینه‌های سرمایه‌گذاری
- تأثیر بر صنعت برق آبی نپال
- تأثیر بر بخش انرژی نپال

ظرفیت انرژی برق آبی محلی

یکی از قوی‌ترین بحث‌های موجود علیه این طرح مبنی بر این امر بود که پروژه آرون ظرفیت صنعت در حال رشد انرژی برق آبی نپال را افزایش نمی‌داد. بزرگی پروژه آرون به این معنا بود که ساخت این طرح کلاً توسط پیمانکاران بین‌المللی میسر بود و شرکت‌های محلی نقش مهمی را در ساخت آن ایفا نمی‌کردند. آرون بهترین مثال برای اصطلاح «کمک محدود شده» بود. به عنوان مثال، توربین‌های سد می‌بایست از کشور آلمان به نپال انتقال پیدا می‌کردند (دولت آلمان یکی از سرمایه‌گذاران بود) و کابل‌های خطوط انتقال نیز می‌بایستی از ژاپن به این کشور منتقل می‌شدند (ژاپن یکی دیگر از سرمایه‌گذاران بود). علاوه بر آن بانک جهانی به این امر اصرار می‌ورزید که آرون بر سایر سیستم‌های تولید برق اولویت داشته است، امری که حاصلی جز سرکوبی مهارت‌ها و صنایع محلی را به همراه نداشت. عوامل اساسی صنعت برق آبی خود اکتفا از قبل در کشور نپال موجود بوده‌اند. این کشور از ظرفیت مهندسی، پژوهش و ساخت سیستم‌هایی در ابعاد ۶۰ مگاوات نیز برخوردار بوده است. با این وجود اغلب مهندسان این کشور هنوز هم به آموزش جدی نیاز دارند و بایستی در خارج از کشور تحت آموزش قرار گیرند.

هزینه‌های سرمایه‌گذاری

از آنجایی که از دیدگاه مالی بزرگترین نگرانی در طرح آرون ریسک متحمل شدن بد هی‌های سنگین، در حدود ۱میلیارد دلار، از سوی کشور نپال بود، دولت نپال با بر عهده گرفتن چنین بدھی سنگینی از منافع کافی برخوردار نمی‌گردید. هر چند از دیدگاه جهانی سد آرون پروژه انرژی چندان بزرگی نیست (آرون کوچک ۲۰۱ مگاوات برق تولید می‌نماید در مقایسه با سد ایتاپورد در بربازیل که ۱۲۶۰۰ مگاوات و سد سه گرجس در چین که ۱۸۲۰۰ مگاوات برق عرضه می‌کنند) اما همین سد بزرگترین پروژه‌ی زیر بنایی دولت نپال محسوب می‌شد. مخالفان این طرح معتقد بودند که خطرات انجام چنین کار مخاطره‌آمیزی بسیار بیشتر از منافع حاصل از آن خواهد بود. استفاده از مقادیر بسیار بالای بودجه‌ی عمومی در پروژه‌ای که ۱۰ سال بعد کار خود را آغاز خواهد کرد، نگران‌کننده می‌باشد. خطرات سرمایه‌گذاری تمامی بودجه دریک پروژه شامل مواردی نظری هزینه‌های اضافی، مشکلات فنی، زمان اضافی، تاخیرات مدیریتی و بلایای طبیعی چون سیل می‌باشند.

توسعه‌ی انرژی و برق در نپال

طرح آرون میزان انرژی قابل اطمینانی را در اختیار شبکه ملی نپال قرار می‌داد و عمدتاً به شهرها و مناطق پرجمعیت برق‌رسانی می‌نمود. با وجود اجرای این طرح هنوز هم ۸۵ درصد از مردم نپال به انرژی برق دسترسی پیدا نمی‌کردند. بخش عمدی جمعیت نپال در مناطق روستایی سکونت دارند که بسیاری از آنها در تپه‌ها و کوه‌های دور افتاده‌ی رشته کوه هیمالیا و برفراز این

سرزمین زندگی می‌کنند. اغلب اهالی چنین مناطقی حتی از شانس ارتباط با سیستم شبکه برق رسانی ملی محروم می‌باشند.

جريان برقی که از اجرای پروژه آرون تولید می‌شود از طریق خطوط ولتاژ بالا از دره به جلگه‌ها و دشت‌های شهری نپال ارسال می‌گردد. بنابراین مردمی که در مدت اجرای پروژه بیشترین تأثیرپذیری را متحمل شده‌اند از مزایای آن بی‌بهره می‌مانند.

مردم کشور نپال به برق اضافی نیاز مبرمی دارند، در حالی که ساخت پروژه آرون حداقل ۱۰ سال به طول می‌انجامد و علاوه بر آن در این پروژه به برآورده شدن نیاز به برق اضافی طی این ۱۰ سال اشاره‌ای نگردیده است.

گزینه‌های برق آبی جایگزین

بسته به رشد اقتصادی نپال، نیاز افزوده‌ی انرژی این کشور طی ۱۵ سال آتی از ۷۰۰ تا ۱۶۰۰ مگاوات خواهد بود. رویکرد جایگزین پیشنهادی برای انرژی برق آبی شرایط ثابتی را برای توسعه صنعت برق آبی به وجود می‌آورد. این امر از طریق کارخانه‌هایی که سالیانه راهاندازی می‌شوند محقق می‌گردد.

سیستم برق آبی میکرو و مینی

در جایی که ۸۵ درصد از جمعیت نپال در مناطق روستایی ساکن هستند و از شبکه‌ی برق رسانی بهره می‌برند، طرح‌های برق آبی موفقیت‌های بسیاری را در ارایه منابع انرژی پاک و گسترش کسب نموده‌اند. طی دو دهه اخیر، اقداماتی برای توسعه سیستم برق آبی میکرو در نپال صورت گرفته است. به ویژه در مناطق روستایی دور افتاده‌ای که اتصال به شبکه برق رسانی ملی هرگز ممکن نخواهد بود.

طی ۲۵ سال گذشته بیش از ۱۰۰۰ سیستم برق آبی میکرو ساخته شده است و بیش از یک میلیون نفر از آسیاب‌هایی که نیروی آنها از طریق سیستم برق آبی میکرو تأمین می‌شود بهره می‌جویند. گرچه این سیستم، جایگزین برق شبکه‌ای که به شهرها و صنایع بزرگتر برق ارایه می‌نماید، نخواهد شد ولی مبنایی را برای توسعه و کارشناسی نیروی برق آبی فراهم می‌آورد.

سیستم برق آبی در مقیاس کوچک و متوسط

سیستم برق آبی میکرو به عنوان جایگزین مستقیم سیستم برق آبی در میزان زیاد پیشنهاد نمی‌شود، زیرا این سیستم نمی‌تواند پاسخگوی تقاضای روز افزون شبکه ملی باشد. سیستم‌هایی در میزان متوسط (مگاوات ۱۰۰-۱۵) و در میزان کوچک (مگاوات ۱-۱۵) برای تغذیه‌ی شبکه‌ی برق‌رسانی لازم است. توسعه‌ی سیستم‌های کوچکتر نه تنها خطرات را کاهش می‌دهند و تولید سریع‌تر نیروی برق را میسر می‌سازند، بلکه از طریق توانمندسازی شرکت‌های نپالی در اجرای بخش‌های عمده کار، هزینه‌ها را کمتر می‌کنند. تقریباً در حدود ۸۰ سیستم برق آبی در میزان کوچک و متوسط در نپال مشغول فعالیت هستند که طی چند سال آتی می‌توان آنها را توسعه داد. بزرگترین سیستم موجود، سیستم ۶۰ مگاواتی در کانکایی است. ۸۰ سیستم در کل، ظرفیت تولید بیش از ۱۲۰۰ مگاوات نیرو را دارد. سه چهارم این نیرو توسعه ۲۹ سیستم در اندازه متوسط تولید می‌شوند و در صورتی که اجرای پروژه آرون لغو گردد، بخش خصوصی اجرای آن را بر عهده می‌گیرد.



پروژه برق آبی میکرو در نپال

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - آدام هاروی

بودجه‌ی توسعه‌ی برق آبی

سازمان‌های غیر دولتی (تحت رهبری گروهی در نپال با عنوان ائتلاف انرژی) تصریح نمودند که به منظور دستیابی به هدف توسعه‌ی طرح‌هایی در میزان متوسط مینی و میکرو، باید بودجه آرون را در راه توسعه طرح‌های کوچکتر کشور مصرف نمایند. این سازمان‌ها پیشنهاد کردند که سرمایه ۶۰۰ میلیون دلاری در گردش پروژه آرون به توسعه‌ی چندین سیستم برق آبی در ابعاد مختلف اختصاص داده شود. این بودجه می‌باشد شرایط خودکفایی نپال در تولید انرژی برق آبی و کاهش وابستگی این کشور به کمک‌های خارجی و فنی را در دراز مدت فراهم آورد.

ویژگی‌های اصلی این رویکرد به شرح زیر می‌باشند:

- سرمایه‌گذاری در راستای ارتقاء قابلیت‌های فنی محلی
- دست یابی به مدل تولید انرژی غیر متتمرکز که تقسیم خطرات موجود میان برخی از سیستم‌ها را تضمین نماید و
- اتخاذ رویکردی تکاملی در راستای توسعه‌ی انرژی برق آبی که مشوق صنعت در مراحل پیشرفت می‌باشد، پذیرش و اجرای پروژه‌های بزرگتر را میسر می‌سازد، همانطور که قابلیت‌های این بخش نیز رشد و تکامل خواهند یافت.

نتیجه

پروژه آرون برای هیأت جدید بازرگانی مستقل از بانک جهانی به نمونه‌ای آزمایشی مبدل شد که برای برآورد نقص‌های احتمالی خط مشی بانک، در نظر گرفته شده بود. آن هم در جایی که مردم احساس می‌کردند که پروژه‌ی مطرح شده به شدت تأثیر منفی بر زندگی آنها خواهد داشت. در آستانه‌ی ارایه‌ی گزارش هیات مورد نظر که بنا بر گفته‌ی برخی، در راستای انتقاد از بانک صورت پذیرفته است، رئیس بانک، جیمز ولفسون اعلام نمود که بانک از سرمایه‌گذاری در پروژه آرون صرف نظر کرده است. لغو وام پروژه ۲۱۰ مگاواتی آرون در سال ۱۹۹۵ دولت نپال را وادار کرد تا استراتژی انرژی برق آبی خویش را دوباره مورد ارزیابی قرار دهد. دولت رویکردی متفاوت را در نگرش جدید خویش اتخاذ نمود و به حمایت بیشتر از سیستم‌های کوچکتر و ایجاد ظرفیت پرداخت. به طوری که در صورت امکان از مهندسان و تولیدکنندگان محلی استفاده نمایند.

نتیجه‌ی دیگر لغو پروژه آرون، حمایت بانک جهانی از توسعه بودجه تخصیص یافته به توسعه انرژی نیال است. این بودجه جهت توسعه‌ی پروژه‌های برق آبی کوچک و متوسط نیال مورد استفاده قرار می‌گیرد تا تقاضای داخلی نیروی برق آبی را برآورده نماید و در صورت امکان انرژی تولید شده صادر گردد. پروژه‌های برق آبی که بودجه تخصیص یافته، شرایط توسعه آن‌ها را فراهم می‌آورد، می‌باشد از طریق فرآیند غربال کردن مورد قبول واقع شوند. این پروسه به ارزیابی امکان موفقیت فنی و اقتصادی و تأثیرات اجتماعی زیست محیطی پروژه می‌پردازد. فرآیند غربال کردن عقاید گروههای اجتماعی تحت تأثیر پروژه را مدنظر قرار می‌دهد.



روشنایی برق انجام کارهای تولیدی در عصر هنگام را میسر می‌سازد

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - کارولین پن

توسعه‌ی خصوصی پروژه آرون

در حال حاضر، احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که پروژه آرون از طریق سرمایه‌گذاری شرکت‌های خصوصی به اجرا گذارد شود. در این صورت احتمال می‌رود که نیروی برق تولید شده به طور مستقیم به هند یا چین فروخته شود. اما سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، بار مالی مسئولیت پروژه را از دولت نپال بر می‌دارد. بدین ترتیب دولت آزاد خواهد بود تا سایر پروژه‌های برق آبی بخش نیرو را که مناسب‌تر با نیازهای مردم نپال می‌باشند توسعه دهد.

نگرانی‌های موجود در مورد اجرای پروژه آرون توسط بخش خصوصی تأثیرات منفی زیست محیطی و اجتماعی این پروژه است. توسعه دهندگان بخش خصوصی می‌بایست تضمین نمایند که تأثیرات منفی زیست محیطی و اجتماعی ساخت سد و جاده منتهی به آن را به حداقل میزان خود کاهش می‌دهند.

۳- اجاق‌های روستایی در کنیا غربی: تولید و تجاری سازی

بیش از دو سوم جمعیت کنیا بر انرژی بیوماس (چوب، ذغال چوب، ضایعات کشاورزی) تکیه دارند. اغلب مصرف کنندگان انرژی بیوماس جوامع فقیری هستند که با مشکلات مرتبط با مصرف دائمی اجاق‌های ناکارآمد روبرو می‌باشند. هر چند اجاق‌های پیشرفته تنها در راه رویارویی با این مشکلات نیستند، اما نقش حیاتی و مهمی را در کاهش مصرف سوخت و بهبود سلامت و امنیت کل افراد خانه در آشپزخانه ایفا می‌نمایند.

در غرب کنیا، پروژه‌ی فن‌آوری اینترمیدیت تکنولوژی، در امر تولید اجاق‌های روستایی از طریق دو فعالیت از پیش صورت گرفته، متحوال گردیده است:

- پروژه‌ای برای آزمایش میدانی اجاق‌های هیزم سوز
- پروژه‌ای آموزشی برای زنان سفالگر

پروژه‌ی اجاق‌های هیزم سوز چندین طرح اجاق هیزم سوز را در مناطقی از کنیا به آزمایش گذاشت تا مطلوب‌ترین گزینه‌ی موجود را برای اشاعه در میان خانواده‌های روستایی تعیین نماید. این پروژه به روشنی نشان داد که اغلب مصرف کنندگان، اجاق‌های سفالی پیشرفته تک دیگی را مطلوب دانستند.

پروژه آموزش زنان سفالگر به منظور کمک به سفالگران ایالت نیانزا در غرب کنیا صورت گرفت تا دوام‌پذیری فعالیت‌های تولیدی آنها را از طریق معرفی تولیدات جدید جهت رفع نیازهای محلی ارتقاء بخشد.

تولیدات

اجاق اوپسی پیش از آماده‌سازی برای نصب در آشپزخانه مراحل بسیاری را پشت سر می‌گذارد. این اجاق ابتدا با استفاده از یک قالب و خاک رس سفالگری شکل داده می‌شود. سپس پیش از قرارگرفتن در کوره به مدت دو هفته در هوای آزاد خشک می‌شود و در خاتمه به مدت شش ساعت در کوره حرارت می‌بیند.

این اجاق‌ها اغلب یک روز پس از پخته شدن از کوره خارج می‌شوند تا وقتی که به اندازه کافی سرد شوند و بتوان آنها را با دست جابه جا کرد. اجاق‌های پخته شده در کوره را می‌توان با استفاده از پایه‌ای که مخلوطی از گل و سنگ است در آشپزخانه نصب نمود. بسته به مهارت‌های شخص نصب کننده، نصب این اجاق از ۱۵ دقیقه تا دو ساعت به طول می‌انجامد (اگر تمامی مواد لازم از قبل در محل آماده باشند). مصرف کننده می‌بایست، پس از نصب به مدت یک هفته منتظر خشک شدن پایه اجاق بماند.

اگر از این اجاق به طور صحیح استفاده شود، میزان دودزدایی آن تا حد چشمگیری کاهش می‌یابد. پژوهشی که در سال ۱۹۹۴ صورت پذیرفت، نشان داد که تحت هر شرایطی اجاق‌های اوپسی پاکیزه‌تر از اجاق‌های سنتی می‌باشند. با این وجود رعایت نکات و اصول آشپزی نظیر خشک کردن چوب پیش از مصرف و خرد کردن آن به قطعات کوچک که سوختن را آسانتر می‌نماید حائز اهمیت می‌باشد.

کار با ذینفعان

اجاق هیزمی پیشرفت‌های که توسط G T D I در غرب کنیا ارایه گردید، با نام اوپسی شناسایی می‌شود (البته در ابتدا اجاق مذکور Maende Leo نامیده می‌شد،

زیرا در ابتدا از طریق سازمان MaendeLeo Ya Wanawake وارد بازار شد، سازمانی که در ارتباط با پروژه ویژه انرژی (SEP) GTZ کارمی کرد. پروژه‌ای که اوپسی را وارد بازار کرد بر سودرسانی به تولید کنندگان و توسعه‌ی بازار تجاری اجاق‌ها تمرکز داشت. تجربیات حاصل از سه دهه گذشته نشان می‌دهد که تولید تجاری و بازار یابی در ایجاد تجارت پایدار اجاق از اهمیت بسیاری برخوردار است.



زنان در حال ساختن اجاق‌های اوپسی

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - تیم جونز



حرارت دادن اجاق‌های اوپسی

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - نیل کویر

این پروژه کار خود را با زنان آغاز کرد، زیرا سفالگری (به ویژه در امر تولید اجاق) به خوبی با نیازهای زنان جوامع روستایی مطابقت دارد. علاوه بر آن استعدادهای نهفته‌ای برای مزایای اجتماعی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به شناخت هر چه بیشتر وضعیت زنان و کنترل بیشتر بودجه‌ی خانواده‌ها اشاره نمود.



زنی در حال ساخت یک اجاق اوپسی

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - نیل کوبر

طرح اقدامی رهبری گروه‌ها

این پروژه ۱۹ گروه از زنان سفالگر کنیای غربی (درایالت‌های نیانزا، بخش غربی و بخش‌هایی از دره ریفت) را تحت آموزش قرار داد. ده گروه که در مجموع ۱۲۰ زن را شامل می‌شدند تا جایی پیشرفت کردند که به عنوان تولیدکنندگان حرفه‌ای اجاق، شناخته شدند.

پروژه مذکور، رویکرد مشارکتی خود را (با نام طرح اقدامی رهبری گروه‌ها (GLAP) ارایه نمود تا از کنترل میزان مشارکت زنان در پروژه و ماهیت و سرعت آموزش آنان اطمینان حاصل گردد. مراحل متعددی برای تشویق و تواناسازی

تولیدکنندگان اجاق طراحی گردیده‌اند تا نیازهای آنان را شناسایی نموده و سرعت آموزش در خلال پروژه را تعریف کنند. جدول زمانی یا الگوی زمانی ثابتی برای آموزش وجود ندارد. هدف ما حصول اطمینان از این امر است که سازمان یافته‌ترین و با انگیزه‌ترین گروه‌ها از آموزش ارایه شده در بلند مدت بهره جویند.

این پروژه گروه‌های تولید کننده را تشویق نموده است تا در اجرای طرح‌های سه ماهه‌ای شرکت داشته باشند که در آن زنان مسئولیت تعریف نیازهای آموزشی خود و تدابیر برنامه‌ها را برعهده گیرند. زمانی که پروژه مذکور برای نخستین بار به اجرا گذاشته شد، اهداف آن توسط گروه‌هایی تعیین گردیدند که بیش از سایرین در صدد تلاش برای کسب موفقیت بودند. اقدامات بعدی طرح‌های واقع گرایانه‌ی بیشتری را به اجرا گذاشت. GLAP کارآیی طرح مذکور را تایید نمود، به ویژه با گروه‌های جدید زنانی که تمامی مراحل GLAP را به اجرا در آورده بودند و بعدها نسبت به سایر گروه‌ها مستقل‌تر و خود اتکاتر گشتند.

بازار یابی

بازار اولیه اوپسی در خلال دوره‌ای توسعه یافت که اجاق‌های کوچک مشابه از طریق سرمایه GTZ تا حدی از یارانه وزارت کشاورزی بهره می‌برند. تداوم تخصیص یارانه به این اجاق‌ها ظاهرأً به کاهش مصنوعی قیمت اجاق‌های کوچک و رقابت نابرابر آنها با اوپسی منجر شد. بنابراین یکی از اهداف کلیدی و مهم پروژه اثر گذاری بر G T Z و وزارت کشاورزی بود تا آنان ساختار قیمت‌گذاری واقع گرایانه را بپذیرند امری که هزینه‌های حقیقی تولید را تحت تأثیر قرار می‌داد. اقدامات دیگری نیز برای ایجاد بازاری پایدار ضروری بودند.

- تولید محصول پیشرفته‌ای که قابل اطمینان باشد و مردم روستاشین توان خرید آن را داشته باشند، امری حائز اهمیت و اساسی است. بارها شرایط لازم برای ارایه محصولی با کیفیت خوب نادیده گرفته شده است و در نتیجه اعتماد مشتریان از بین رفته است. افراد کم بضاعت به ناچار می‌بایست از قابل اطمینان بودن محصول خریداری شده اطلاع داشته باشند.
- عدم دسترسی به مواد خام نیز می‌تواند دلیل اصلی شکست یک اجاق محسوب شود. خاک رس سفالگری ماده‌ی اصلی مورد استفاده در تولید اجاق‌های گلی است. هر گاه منبع خاک رس در دسترس تولیدکنندگان نباشد به طوری که آنان برای حمل مواد ناگزیر به پرداخت هزینه باشند، قیمت اجاق بسیار گران تمام می‌شود.
- ممکن است که بازار ایجاد شده از طریق ارائه محصولات تقلیبی ارزان قیمت، دستخوش ضرر و زیان گردد.

این امر دو پیامد عمدی را به همراه دارد:

- احتمال می‌رود که تولیدکنندگان حرفه‌ای و با سابقه توان رقابت با متقلبان کم ارزش را نداشته باشند.
- به دلیل پایین بودن کیفیت محصولات ارایه شده، احتمالاً مشتریان به اجاق‌های سنتی روی می‌آورند و به این ترتیب جلب اطمینان مجدد مشتریان به زمان نیاز دارد. یکی از راه حل‌های موجود، تضمین و ارتقاء محصولاتی است که مانند نمونه‌های زیر از معیارهای کیفیتی خاص برخوردار می‌باشند.

مثال ۱: بخش محافظ سرامیکی KCJ، کنیای غربی

در کنیای غربی، یک صنعتگر، بخش سرامیکی اجاق فلزی کنیایی را به مدت سه ماه ضمانت نمود (KCJ: جیکو سرامیکی کنیایی)^۱. اخیراً سالیانه بیش از ۱۰۰۰۰ اجاق پیشرفته تولید می‌گردد. اکنون تولیدکنندگان، خرد فروشان و فروشنده‌گان قسمت اعظم محصولات را تحت کنترل دارند. بازار طبیعی به واسطه "تجاری سازی" وزارت انرژی، تصدی امور را بر عهده گرفته است.

مثال ۲: اجاق آناغی، سری لانکا

در سری لانکا خانواده‌ها برای آشپزی از اجاق‌های سرامیکی استفاده می‌کنند. یک اجاق پیشرفته با نام آناغی با همکاری گروه‌های سفالگر سری لانکایی توسعه یافت و وارد بازار شد (درکل به گونه‌ای مشابه با اجاق "اوپسی" در کنیا است). استراتژی بازاریابی و تجاری‌سازی این اجاق نیز با موفقیت انجام گرفت. تولیدکنندگان نا آزموده، اجاق‌های ارزان قیمتی را ساختند که کاملاً شبیه به اجاق‌های آناغی بود و به این ترتیب به تقلید از این اجاق پرداختند. اگر مشتری در هنگام خرید به پرداخت تمام وجه تمايل داشته باشد از بر چسب اطمینان کیفیت بهره‌مند می‌گردد. نتایج حاصل از این عملکرد چشمگیر وقابل توجه است، زیرا با توجه به ارزیابی اخیر، طی شش سال اخیر در حدود ۴۵۰۰۰۰ اجاق آناغی پیشرفته‌ی هیزمی به فروش رسیده است و تولیدکنندگان از سود متنابهی برخوردار گردیده‌اند.

۱- ارزیابی اجاق‌های روستایی کنیای غربی، اس و الینگو. دی و وی من، اسناد داخلی *ITDG* نایروبی را در سپتامبر ۱۹۹۵ مشاهده نمایید.

علم اقتصاد

در کل پروژه به نتایج چشمگیری دست یافته است. تولید سالیانه‌ی اجاق اوپسی بیش از ۱۲۰۰۰ عدد و تولید محافظ برای اجاق چیکوی سرامیکی کنیا بیش از ۲۵۰۰۰ عدد می‌باشد. مجموع سود حاصل از تجارت اجاق برای گروه زنان بین ۳۹۷۵۰۰ و ۲۱۷۵۰۰ Ksh براورد می‌گردد.



حراج اجاق‌ها در کنیا غربی، به نمایش گذاشتن اجاق

چیکو با روکش سرامیکی

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - ژرمی هارت لی

صرفه‌جویی انرژی و دوره باز پرداخت. دوره بازپرداخت، شیوه‌ای است که بیشتر برای سنجش مزایای مصرف کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. دوره‌ی باز

پرداخت مدت زمانی است که پس انداز قابل اندازه‌گیری و فزاینده با سرمایه‌ی اولیه برابر می‌گردد. (هیزم در مورد این اجاق).



استفاده‌ی اجاق آناغی در سری لانکا

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - استیو بونیست

در این مورد، مبلغ فروش اوپسی به مصرف‌کننده نهایی، بین $120 - 100$ Ksh می‌باشد که میانگین فروش آن 110 Ksh است. اگر محافظت اجاق نیز نصب شود، مصرف‌کننده به طور متوسط ملزم به پرداخت 40 Ksh می‌گردد و این امر میانگین کل را تا مبلغ 150 Ksh افزایش می‌دهد.^۱ با نصب اجاق اوپسی به جای اجاق آتشی سه سنگی که به طور گسترده در مناطق روستایی استفاده می‌شود.^۲ در حدود 30 درصد در مصرف هیزم صرفه‌جویی می‌گردد.^۳ صرفه‌جویی

۱- معدل، میانگین ارزش است. میانگین نصب اجاق اوپسی از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$((100+40) / 2 = 150)$$

۲- بسته به ناحیه مذکور در حدود 80 تا 99 درصد خانوارها با اجاق‌های سه سنگی آشپزی می‌کنند GTZ را مشاهده نمایید. منافع صرفه‌جویی انرژی خانوار در سیستم‌های میکرو و ماکروی اقتصادی در نواحی روستایی کننا، جولای ۱۹۹۴ از انتشارات‌هاؤس

۳- در بیشتر موارد، بیش از 50 درصد ثبت گردیده است. فرض ما از 30 درصد بر مبنای صرفه‌جویی مشاهده شده در میدان است.

صرف هیزم برای یک خانوار روستایی با میانگین ۶ نفر، که از اجاق اوپسی اتفاده می‌کند بـ ازای

۱/۵ کیلوگرم هیزم برای هر نفر به شرح زیر می‌باشد:

$$1/5 \times ۲/۷ \text{ Kg}$$

قیمت‌گذاری هیزم - در کنیای غربی، هیزم به کالایی بازاری تبدیل می‌شود.

قیمت هیزم از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر تغییر می‌کند. در کل برای مصارف داخلی (آشپزی) هیزم را در بسته‌های ۲۰ کیلوگرمی خریداری می‌نمایند و قیمت آن ۲۰ Ksh است. بنابراین با در نظر گرفتن مبلغ ۲/۷ صرفه جویی روزانه، دوره باز پرداخت آن به شرح زیر است:

$$\text{روز } ۴۱ = ۲/۷ \div ۱۱۰ \text{ بدون هزینه نصب}$$

$$\text{روز } ۵۶ = ۲/۷ \div ۱۵۰ \text{ با هزینه نصب}$$

ارقام فوق این مفهوم را می‌رسانند که با توجه به گزینه‌های موجود، طی دوره‌ای یک ماه و نیمه یا دو ماhe سرمایه‌ی اولیه‌ی مصرف کننده از طریق کل صرفه جویی‌های سوختی صورت گرفته در خلال دوره‌های مذکور باز پرداخت می‌گردد. بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که خرید یک اجاق اوپسی برای مشتری حتی هنگامی که هزینه‌ی نصب اجاق نیز پرداخت گردد، در صورتی که طول عمر اجاق بیشتر از سه سال باشد ارزشمند می‌باشد. احتمالاً در آینده با افزایش قیمت هیزم به میزان واقعی آن، دوره باز پرداخت کاهش خواهد یافت. گرچه این ارقام کلی، موقعیت خاص هر یک از گروه‌ها را نشان نمی‌دهند، اما به خوبی بیانگر میزان درآمد و سود حاصل از این گونه فعالیت‌ها می‌باشند. به این

ترتیب نگاهی بر اقتصاد موارد ویژه‌ای نظیر مورد گروه زنان و بوللا جالب توجه است.

گروه زنان و بوللا

این گروه در بدو امر از ۴۸ عضو تشکیل یافت. در این اوآخر گروه فعال به ۱۴ عضو محدود گردیده است که از این میان دو تن مشغول تولید ظروف سفالی می‌باشند. ظرفیت کوره‌ی این گروه ۶۵ اوپسی و ۳۵ محافظ KCJ است. هزینه‌های متفاوتی طبق مقوله‌های اصلی زیر گروه‌بندی شده‌اند تا میزان کاربری و سرمایه بری این فعالیت مشخص گردد. این هزینه شامل هزینه مواد خام، کار و سرمایه می‌باشند.

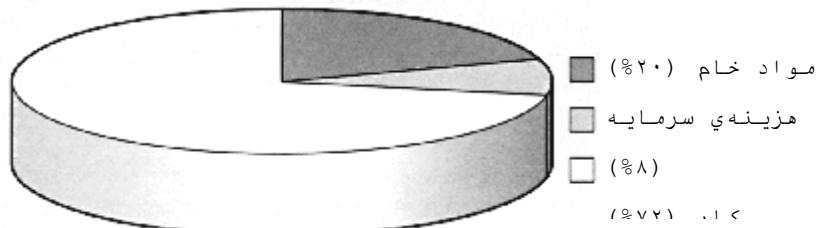
قیمت عمده فروشی اجاق اوپسی Ksh ۵۵ است. بنابراین حاشیه سود آن ۳۱Ksh خواهد بود. این امر نشانگر حاشیه سود ۱۲۹ درصدی اوپسی است. هزینه‌ی تولید محافظ KCJ برابر با Ksh ۸ برآورده می‌گردد. با در نظر گرفتن قیمت عمده فروشی Ksh ۲۰، حاشیه سود هر یک از این اجاق‌ها به ۱۲Ksh رسد (به عنوان مثال ۱۵۰ درصد)، که به شدت بالا است.

جدول ۱-۷: هزینه‌های تولید گروه زنان و بوللا (بر حسب شیلینگ کنیا - Ksh)

کنیایی	شیلینگ کنیا	سب شیلینگ	برای هر اجاق بر حسب واحد	تولید آب
۲	۶۰	۱ بشکه برای هر اجاق		
۲/۳۳	۷۰	گردآوری برای ۳۰ اجاق	خاک رس	
۹/۳۳	۲۸۰	۷ روز به مبلغ ۴۰ شیلینگ	آماده سازی خاک رس	
		کنیایی برای ۳۰ اجاق		
۲/۳	۷	۳ اجاق در هر ساعت	قالب‌گیری	
۳				هیزم
۰/۲۱	۲۱	۳ ساعت برای ۱۰۰ اجاق	بارگیری	
۰/۸۴	۸۴	۱۲ ساعت برای ۱۰۰ اجاق	حرارت دادن	
۰/۰۱	۱۰/۵	۱/۵ ساعت برای ۱۰۰ اجاق	تخلیه‌ی بار	
۰/۰۷	۷	یک ساعت	انبار	
۲	۲	برای هر اجاق	هزینه‌ی سرمایه	
۰/۷۶			افتها (۴درصد)*	
۲			هزینه‌های سرشکن	
۲۴/۹۴			مجموع	

افتها توسط پروژه به ثبت رسیده‌اند.

هزینه‌ی تولید = ۲۴/۹



شکل ۷-۱ - تجزیه‌ی هزینه‌ی تولید اجاق اوپسی

در سال ۱۹۹۴ پروژه رقم تولید ۲۰۳۸ اجاق اوپسی را به ثبت رسانید. این رقم نشانگر سود ۶۷۲۵۰ Ksh یا سود سرانه ۵۶۰۵ Ksh می‌باشد. تولید KCJ توسط پروژه ثبت نگردیده است، اما به راحتی می‌توان آن را برآورد نمود. به عنوان مثال، ۶۵ اجاق اوپسی و ۳۵ اجاق محافظ KCJ به طور هم زمان وارد کوره‌ی تولید می‌شوند. بنابراین نسبت تولید اجاق‌های KCJ به اوپسی $0.54/0.54$ است و نتیجه می‌گیریم که تولید KCJ در سال ۱۹۹۴ برابر با ۱۱۰۰ واحد بوه است. این رقم سودی معادل با ۱۴۲۶۵ Ksh را برای این گروه در برداشته است.

مجموع سود میانگین حاصل از تولید اجاق ۸۱۵۱۵ Ksh و یا ۶۷۹۰ Ksh بطور سرانه است. حتی اگر فرض نماییم که تنها ۸۰ درصد کل تولیدات به فروش برسند، رقم سود حاصل بیش از میانگین درآمد در مناطق روستایی خواهد بود (به عنوان مثال درآمد کارگران مزرعه). در راستای تحقق این امر، زنان در کنار سایر فعالیت‌های خویش به ویژه کشاورزی به یک درآمد جانبی نیز دست می‌یابند.

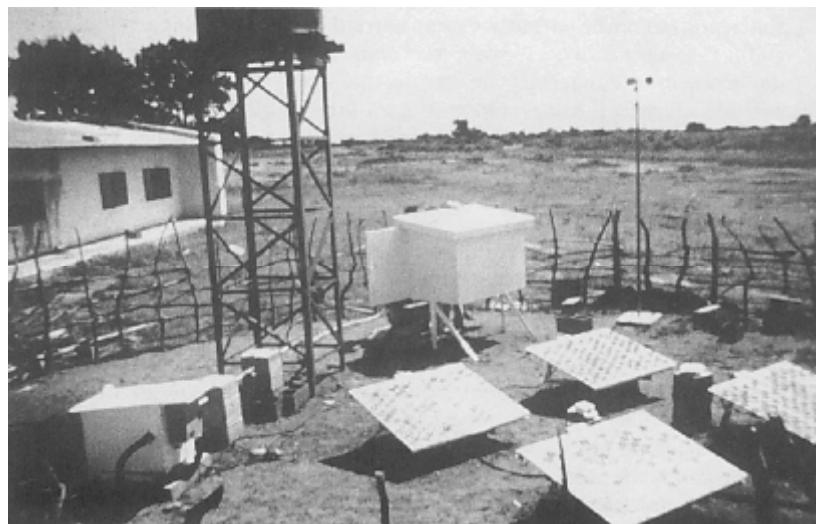
درس‌هایی که آموخته‌ایم:

- عملکرد بهینه رویکردهای مشارکتی به زمان نیاز دارد.
- آموزش فنی به تنها ی کافی نیست، بلکه همراه با آموزش در سازماندهی گروه، آموزش مدیریت و بازار یابی و مهارت‌های تجاری نیز ضروری می‌باشد.
- کار با گروه‌های زنان روستایی می‌تواند روشی بسیار مؤثر در پیشرفت آنان باشد. کار گروهی به انگیزه و تداوم امر می‌افراشد و متضمن توزیع منافع میان اعضای گروه است.
- اگر در تولید اجاق‌ها، معیارهای کیفی را رعایت نمایند. فروش اجاق می‌تواند تجاری سودبخش باشد. یک نکته‌ی کلیدی این است که گرچه احتمالاً استراتژی‌های اشاعه اجاق متفاوت می‌باشند ولی ساخت کارهای طبیعی بازار می‌بایست پابرجا باقی بمانند. درآمدزایی تمامی دست‌اندرکاران جهت توسعه بازار و در امر تولید تجاری اجاق‌های قابل اطمینان امری حائز اهمیت می‌باشد.
- هرچه زنجیره‌ی میان تولیدکننده و مصرف‌کننده نهایی کوتاه‌تر باشد، قیمت‌ها پایین‌تر خواهد بود. با این وجود، یک مغازه دار به ندرت از یک تولید کننده خریداری می‌نمایند و غالب خرید آنها از طریق یک فروشنده یا دلالی صورت می‌پذیرد که عموماً از درآمد بیشتری برای خرید عمده از تولید کننده و فروش آن به یک خرده فروش برخوردار است.
- ممکن است که کل فرآیند پیش از رسیدن به مرحله تجاری سازی، سال‌های متمادی به طول انجامد.

۴- انرژی فتوولتائیک جهت مصارف نهایی داخلی و سازمانی

بازار فتوولتائیک دو نوع متفاوت از مشتریان را دارد می‌باشد:

- مؤسسات یا نهادهای کوچک تجاری نظیر مدارس یا درمانگاهها و خانوارها
- سیستم‌های انرژی خانگی اندونزی



فتوولتائیک می‌تواند برای عرضهی بارهای کوچک نظیر پمپاژ آب

مورد بهره برداری قرار گیرد

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - اسماعیل خناس

یک سیستم چند جانبی

طبق برآوردهای صورت گرفته بیش از ۲۰ میلیون خانوار در مناطق روستایی که جمعیتی بالغ بر ۱۱۰ میلیون نفر را تشکیل می‌دهند، از دسترسی به نیروی برق

محروم می‌باشند. از آغاز دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی، اندونزی استراتژی خود را با هدف افزایش مصرف سیستم فتوولتائیک در برنامه‌های برق‌رسانی روستایی خویش به کار برده است. میزان تابش خورشید در این مناطق نسبتاً بالا است و میانگین آن برابر با $4/5$ تا 5 کیلووات در هر متر مربع در روز می‌باشد. به همین دلیل انرژی فتوولتائیک حدوداً به 25000 خانوار برق عرضه می‌کند و ظرفیت سیستم‌های نصب شده آن به 3MW_P می‌رسد. صرف نظر از روش‌نایی که بازار اصلی را در اختیار دارد، از نیروی فتوولتائیک برای پمپاژ آب، سردسازی و ارتباطات استفاده می‌شود. اخیراً دولت اندونزی بودجه‌ی هنگفتی را از بانک جهانی و تسهیلات محیط زیست جهانی (GEF) دریافت نموده است تا خدمات روش‌نایی و سایر خدمات برقی را در اختیار نزدیک به 200000 خانوار قرار دهد. هزینه کلی این پروژه در حدود 118 میلیون دلار آمریکایی است که 38 درصد آن توسط بانک جهانی (20 میلیون دلار آمریکایی) و اهدای تسهیلات محیط زیست جهانی ($24/3$ میلیون دلار آمریکایی) تحت پوشش قرار گرفته است. فروشنده‌گان و دلالان انرژی خورشیدی (توزیع کنندگان) و مصرف کنندگان نهایی در حدود 57 درصد از بودجه‌ی پروژه را فراهم می‌نمایند، این امر یک مشارکت اساسی به شمار می‌آید. دولت تنها یک درصد از بودجه‌ی پروژه را تحت پوشش تخصیص یارانه‌ای خویش قرار می‌دهد و بقیه بودجه توسط بانک‌های تجاری تأمین می‌گردد.

وام‌هایی بر مبنای اصول تجاری در اختیار توزیع کنندگان قرار گرفته است. هر چند که اجرای شرایط دسترسی به این وام‌ها ساده نیست، اما پذیرش برخی از نرخ‌های تجاری، نسبتاً گامی بلند در راستای تداوم پذیری پروژه محسوب می‌شود. اعتبارات فعلی که بر مبنای اصول تجاری در اختیار پروژه قرار گرفته‌اند از نرخ

بهره‌ی ۲۴ درصدی و مدت زمان باز پرداخت ۴۸ ماهه و وثیقه‌گذاری ۱۰۰ درصد برخوردارند.

استراتژی برای دستیابی خانوارهای روستایی به انرژی فتوولتائیک:

مثال سودیمارا

سودیمارا انرژی سوریه، شرکتی خصوصی دراندوزی است که در تجارت سیستم‌های خانگی انرژی خورشیدی شرکت دارد. برای انرژی رسانی به مصرف‌کنندگان مناطق روستایی، این شرکت شبکه‌ای از مراکز خدمات رسانی را فراهم آورده است و مسئولیت فروش، خدمات رسانی و اعطای اعتبار را بر عهده دارد. این ساختار از امتیاز تلفیق و مؤلفه‌های کلیدی یک پروژه بهره‌مند می‌باشد، مؤلفه‌هایی که غالباً میان دست‌اندرکاران مختلف رواج دارند. مراکز خدماتی، خدمات پس از فروش را ارایه می‌نمایند تا ارایه خدمات مطابق با استانداردها را تضمین نموده و اطلاعات را جمع‌آوری کنند. شبکه‌ی مذکور در سطح زیر بخش عمل می‌نماید و متشکل از ۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ خانوار می‌باشد. با توجه به عملکرد شرکت، سالیانه در حدود ۳۰۰ تا ۲۰۰ مصرف کننده در هر یک از مناطق به این شبکه‌ی زیر بخش می‌پیونددند و از نیروی برق بهره‌مند می‌شوند. ژنراتورهای خورشیدی از ضمانت یک ساله برخوردارند، در حالی که بازده خروجی برق آنها به مدت ده سال ضمانت دارند.

صرف‌نظر از صفحات خورشیدی که وارد کشور می‌شوند، این شرکت برخی از بخش‌های مهم و کلیدی را خودش تولید می‌کند و از طریق تسهیلات خویش در سوکابامی و جاوه غربی سیستم‌ها را مونتاژ می‌نماید. به عنوان مثال تنظیم‌کننده‌های خورشیدی، تنظیم‌کننده‌های لامپ‌های مهتابی و لامپ‌های غیر مهتابی کم ولتاژ، توسط سودیمارا تولید می‌شوند. علاوه بر آن شرکت موارد

ضمانت بخش‌های ارایه شده از طریق سایر عرضه‌کنندگان نیرو، نظیر باتری‌ها و لامپ‌ها را نیز پیگیری می‌نماید.

سازکارها

سیستم‌هایی که از طریق شرکت به فروش می‌رسند شامل یک تا سه صفحه، یک باتری، چند کابل و ۶ لامپ مهتابی کم مصرف (۳ واتی و ۲ واتی) می‌باشند. جدا از مورد روشنایی، سیستم، انرژی لازم برای عرضه به یک تلویزیون سیاه و سفید و ضبط صوت را فراهم می‌آورد. از اکتبر سال ۱۹۹۳ که شرکت تجاری سازی را آغاز نمود تا پایان سال ۱۹۹۵، بیش از ۸۰۰۰ صفحه خورشیدی به فروش رسید. سهم عمده‌ی این سیستم‌ها به صورت اعتباری فروخته شدند و از میزان کامل بازیابی هزینه در درازمدت برخوردار بودند. هر چند که مبالغ پیش پرداخت نسبتاً بالاست (۳۰ درصد هزینه‌ها)، اما بازار به طور یکتواختی رشد کرده و احتمال می‌رود که با کاهش پیش پرداخت، فروش تا حد چشمگیری افزایش یابد، گرچه چنین گزینه‌ای خالی از خطرات مالی نخواهد بود.

استفاده از سیستم فتوولتائیک برای مصارف نهایی سازمانی در زیمبابوه

از دیدگاه کلی، مؤسسات دولتی (راه‌آهن ملی، ارتش، مدارس، درمانگاه‌ها) بخش اعظم بازار فتوولتائیک در زیمبابوه را تشکیل می‌دهند. ارزیابی صورت گرفته در سال ۱۹۹۱ نشان می‌دهد که این بخش بیش از ۵۰ درصد ظرفیت سیستم‌های نصب شده را که برابر با ۱۵۱ kW بود، تشکیل می‌دهد. از آنجایی که این

سیستم‌ها بر آموزش و پرورش و بهداشت تأثیر به سزایی دارند، تجزیه و تحلیل سیستم‌های نصب شده مذکور در مدارس و درمانگاه‌ها نیز حائز اهمیت می‌باشد.

جدول ۷-۲: شیوه‌های بازپرداخت در هر سیستم

اعتباری	نقدی	
۱۰۰۰ RP	۱۰۰۰ RP	
پیش پرداخت و اقساط ۲۶ ماهه	۸۹۰	سیستم دارای یک صفحه خورشیدی
مبلغ هر قسط ۳۱ هزار روپیه در هر ماه		
پیش پرداخت و اقساط ۳۱ ماهه		
مبلغ هر قسط ۲۶ هزار روپیه در هر ماه		
پیش پرداخت و اقساط ۲۶ ماهه	۱۴۹۰	سیستم دارای دو صفحه خورشیدی
مبلغ هر قسط ۴۱/۵ هزار روپیه در هر ماه		
پیش پرداخت و اقساط ۲۶ ماهه	۲۱۹۰	سیستم دارای سه صفحه خورشیدی
مبلغ هر قسط ۲۶ هزار روپیه در هر ماه		
	۱۹۹۵	قیمت‌های نهایی

نرخ تبدل در سال ۱۹۹۵: دلار آمریکایی $RP=0.45/1000$. در سال ۱۹۹۷، ارزش پول محلی بر حسب بحران‌های اقتصادی و مالی به شدت تنزل یافت.

مصارف نهایی

ارزیابی فوق در هفت مدرسه و ۱۶ بیمارستان و درمانگاه صورت پذیرفت. این ارزیابی مشخص نمود که مصرف نهایی اصلی چنین سیستم‌هایی (۷۴ درصد) در روشنایی است که بیشتر جهت مطالعه و روشن نمودن بخش‌های مختلف درمانگاه به کار برد می‌شوند. سایر مصارف نهایی شامل مخابرات راه دور و سرددسازی می‌باشند.

تولید

در آغاز دهه ۱۹۹۰ میلادی، در زیمبابوه ۱۰ تولید کننده در امر تولید سیستم فتوولتائیک مشارکت داشتند، هر چند که تولیدکنندگان مذکور در تولید سایر محصولاتی که با فن‌آوری فتوولتائیک ارتباطی نداشتند نیز فعالیت داشتند. باتری‌ها، قطعات الکترونیکی کنترلی و وسایل نوری، بخش‌های اصلی تولید شده در شرکت‌های خورشیدی زیمبابوه می‌باشند. یک شرکت که اغلب سیستم‌های مورد نظر را در مؤسسات نصب نموده است از تسهیلات مونتاژ نمودن سیستم‌های فتوولتائیک برخوردار است. این کارخانه با همکاری سیستم کمکی کانادایی‌ها عرضه شد و برای تولید صفحات W_P ، $15 W_P$ ، $30 W_P$ و $50 W_P$ با ظرفیت مجموع Y 320 kW طراحی گردید. این ظرفیت به طور کامل مورد بهره برداری قرار نگرفت. دلیل اصلی این امر ناشی از فقدان برخی از اجزاء بود و عدم کفايت تقاضا نقش چندانی در آن نداشت.

نگهداری

تا جایی که به مدارس مربوط می‌شد، یک گروه محلی مسئولیت نگهداری و تعمیر سیستم‌های مدرسه‌ای را بر عهده داشت، اما فهرستی از وظایف و کارهای لازم الاجرا جهت انجام امور محافظتی در دست نبود. تنها اقدامات صورت گرفته شامل اضافه نمودن آب مقطر به باتری‌ها و تمیز کردن ترمینال‌ها بودند. دو سوم موارد قطع سیستم به دلیل اشکال در باتری‌ها و یک چهارم موارد ناشی از حباب‌ها (درصد) بودند. به این ترتیب مشاهده شد که کیفیت محافظت از سیستم با مدیریت عمومی مؤسسه ارتباط نزدیکی داشت. با توجه به اندازه، می‌توان گفت که سیستم‌های کوچک عملکرد بهتری نسبت به سیستم‌های بزرگ‌تر داشتند و تفاوت

خدمات انرژی روستایی

چندانی میان حفاظت از سیستم‌های اهدایی و خریداری شده توسط مدارس به چشم نمی‌خورد.

تأمین سرمایه

به طور متوسط، اندازه سیستم‌ها W_p ۲۰۰ بود. اغلب سیستم‌ها به صورت نقدی خریداری شدند و وجه آنها یا توسط اهداکنندگان خیر یا خود مؤسسه پرداخت گردید. شهریه مدارس به عنوان کمک هزینه‌ای برای خرید سیستم مذکور مورد استفاده قرار می‌گرفت.

جدول ۳-۷: نمونه سیستم W_p (قیمت‌های) اواخر سال ۱۹۹۱(بر حسب دلار نرخ تبدیل $5/72$ دلار = ۱ دلار آمریکایی)

بخش‌ها	قیمت	%	طول عمر (بر حسب سال)
صفحات	۲۵۵۰	۴۵/۵	۱۰
کنترل کننده شارژ	۲۰۰	۳/۶	۵
قباب	۲۰۰	۳/۶	۱۰
باتری‌ها	۲۶۰	۴/۶	۳
کلابله‌او سویچ‌ها (کلیدها)	۲۰۰	۳/۶	۵
روشنایی‌ها ($4 \times 8W$) شامل وسایل	۵۶۰	۱۰	۵
انتقال و نصب (فاصله با فروشنده $200 km$)	۳۰۰	۵/۳	
سود فروشنده	۸۵۰	۱۵/۲	
مالیات فروش (۱۰ درصد)	۴۸۲	۸/۶	
مجموع سرمایه اولیه	۵۶۰۲	۱۰۰	

سیستم‌های فتوولتائیک می‌بایست با منابع انرژی‌ای که مصارف نهایی مشابهی را ارایه می‌نمایند، مقایسه شوند. در مناطق روستایی متغیرهای جایگزین فتوولتائیک، شمع‌ها و لامپ‌های فتیله‌ای پارافینی می‌باشند. مقایسه‌ی این منابع نشان می‌دهد که حتی اگر میزان تخفیف قیمت نسبتاً پایین باشد، فتوولتائیک گزینه‌ای مقرن به صرفه به شمار می‌آید. این امر به دلیل هزینه‌ی بالای سرمایه‌گذاری اولیه، کاملاً طبیعی است.

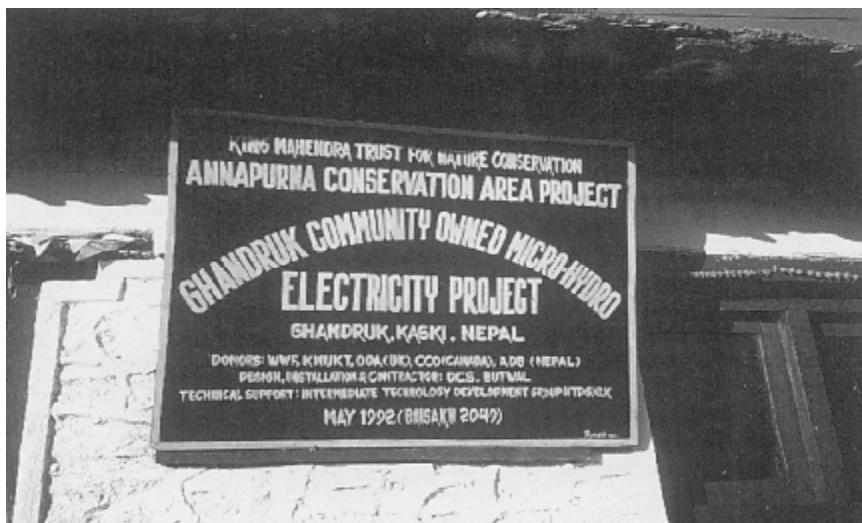
۵- آشپزی الکتریکی با سیستم برق آبی میکرو در نپال

نپال برای برآوردن نیازهای انرژی خویش با چالش‌های بسیاری روبروست. نپال کشوری محصور در خشکی است که بدون بهره‌مندی از هیچ نوع ذخیره‌ی سوخت فسیلی در قلب قاره‌ی آسیا جای دارد. این کشور توان پرداخت هزینه‌های گزارف سوخت‌های وارداتی گران قیمت را ندارد. از این رو در حدود ۹۰ درصد از مصرف انرژی کشور نپال از طریق سوخت‌های بیوماس تأمین می‌گردد، یکی دیگر از دلایل این امر ناشی از تجمع جمعیتی این کشور در بخش‌های کوهستانی دور افتاده است.

با این وجود، نپال از لحاظ انرژی برق آبی یک کشور غنی به شمار می‌آید. نپال پتانسیل لازم برای تولید ۳۰۰۰ مگاوات نیرو را دارا می‌باشد، این امر از طریق بهره‌گیری از رودخانه‌های هیمالیا که جریان تندری دارند، صورت می‌پذیرد. دولت نپال، پتانسیل مذکور را شناسایی نموده است، بنابراین بخش انرژی برق آبی این کشور به سرعت در حال توسعه می‌باشد. سیستم‌هایی در میزان متوسط و بزرگ بر روی تأمین نیروی برق شبکه ملی تمرکز دارند. تنها ۱۰ درصد از جمعیت ۱۹ میلیونی نپال به شبکه برق رسانی دسترسی دارند. از دیدگاه زمین شناسی عملاً به علت کوهستانی بودن ساختار این کشور، گسترش شبکه برق رسانی برای مردم پرهزینه بوده و آهسته صورت می‌پذیرد.

سیستم‌های غیرمت مرکز در میزان کوچک می‌توانند نیروی برق لازم را در دسترس ۵۰ درصد از جمعیت این کشور قرار دهند. امروزه سیستم‌های برق

آبی مینی و میکرو در سراسر کشور به چشم می خورند، این سیستم‌ها نیروی برق روستاهایی را که به شبکه برق رسانی متصل نیستند، تأمین می نمایند. در حال حاضر بیش از ۸۰۰ سیستم برق آبی میکرو در کشور نپال نصب گردیده‌اند. اغلب این سیستم‌ها در فرآیندهای کشاورزی نظیر آسیاب کردن، پوست کندن یا خرد کردن دانه‌های روغنی استفاده می شوند، اما بیش از یک صد سیستم در امر تولید برق فعالیت دارند.



پروژه‌ی برق جامعه گاندروک

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - استیو فیشر

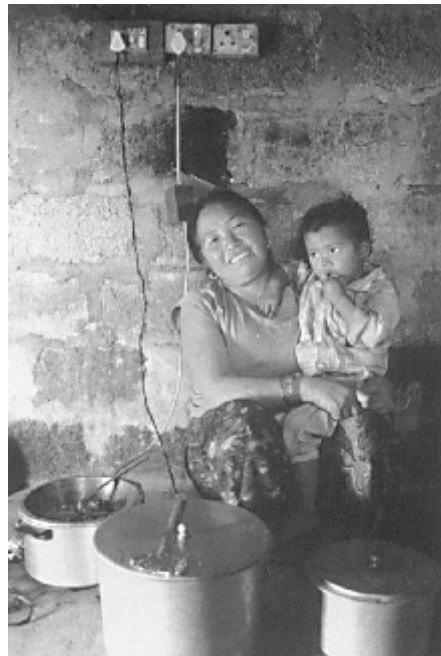
این مطالعه‌ی موردی با بهره‌گیری از نمونه‌ی گاندروک، روستایی کوهستانی در نپال، توصیف می کند که چگونه نیروی برق آبی میکرو به کمک جوامع روستایی می‌شتابند و آنان را در رفع نیازهایشان یاری می‌نماید و علاوه بر آن نشان می‌دهد

که چگونه می‌توان از این نیرو برای آشپزی الکتریکی و ذخیره نمودن هیزم استفاده کرد.

آشپزی با نیروی برق

روشنایی نیاز اولیه و حائز اهمیت برای اغلب روستاهای شمار می‌آید، اما می‌توان از برق در امر آشپزی نیز استفاده نمود. برق از پتانسیل لازم جهت کاهش فشار بر منابع کمیاب هیزم برخوردار است و از افت بی‌رویه آن جلوگیری می‌نماید. از آنجایی که توان اجاق‌های برقی موجود در بازار حداقل ۱ کیلووات بر آورد می‌گردد، این اجاق‌ها برای پایداری و تداوم خویش در اغلب سیستم‌های برق آبی میکرو نیروی بسیار زیادی را صرف می‌کنند. در نتیجه در پال، با در نظر گرفتن وضعیت روستاهای دو نوع اجاق برقی طراحی گردیده است.

اجاق بی‌جولی دکچی متشکل از یک دیگ ثابت آشپزی و یک المنت ظریف است. این المنت میزان جریان برق کم وات و ضعیفی را از خود عبور می‌دهد. این اجاق در ابتدا برای گرم کردن آب و سپس برای پختن برنج، عدس و سبزیجات استفاده می‌شد. این اجاق در ابعاد (۳ تا ۲۰ لیتری) و رنگ‌های مختلف تولید گردیده است.



کاربرد اجاق بیجولی دکچی

عکس از: اینترمیت تکنولوژی - کارولین پن

اجاق ذخیره حرارتی مذکور از یک قالب عایق‌بندی شده سنتگی برای ذخیره گرما استفاده می‌کند. این حرارت از طریق المنش برقی کم واتی که دائماً روش است، تولید می‌شود. هنگام آشپزی جریان هوای گرمی که از مخزن حرارتی خارج می‌شود، مستقیماً پایه ظرف آشپزی را حرارت می‌دهد. از آنجایی که از بالای سر این اجاق که طاقچه مانند است، می‌توان برای سرخ کردن غذا و جوشانیدن آب استفاده کرد، احتمال می‌رود که این اجاق در برخی از مناطق، گزینه‌ای مناسب‌تری محسوب گردد. این امر به روش‌های آشپزی محلی بستگی دارد.

در حال حاضر مجموع شواهد نشان می‌دهند که در شرایط خاص اجتماعی - اقتصادی، آشپزی برقی با سیستم برق آبی میکرو می‌تواند تأثیر چشمگیری بر زندگی مردم و حفظ محیط زیست داشته باشد. مطالعه موردنی گاندروگ به خوبی نشانگر این امر می‌باشد.

سیستم و محل آن

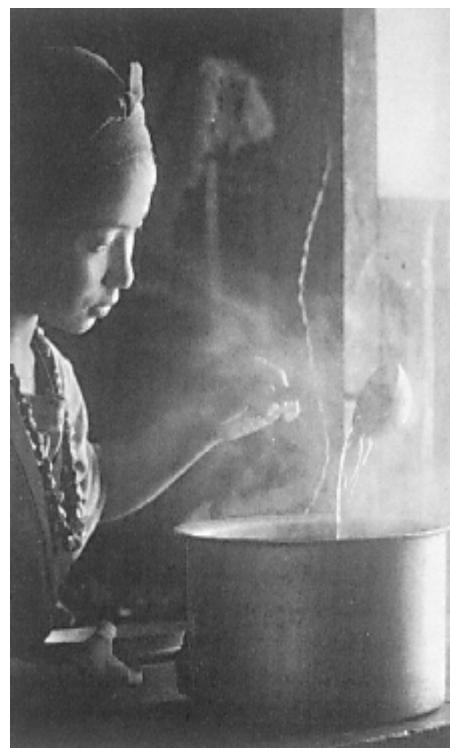
روستای گاندروک در منطقه آناپورنای نپال در قلب توریستی‌ترین منطقه‌ی این کشور واقع شده است. روستای مذکور در دامنه پرشیب و بر فراز رودخانه مودی خولا قرار دارد. اهالی منطقه اغلب کشاورز هستند هر چند که بسیاری از خانواده‌ها عضوی دارند که در حال خدمت یا بازنشسته ارتش گورفاست. بنابراین روستای مذکور نسبت به سایر روستاهای نپالی مردمان ثروتمندتری دارد، دلیل این امر کسب درآمدهای گردشگری و ارتش می‌باشد.

از وقتی که دامپروری سنتی به کشاورزی ساکن تبدیل شد، منابع جنگلی تحت فشار بسیار زیادی قرار گرفتند. علاوه بر آن جمعیت محلی در حال رشد و ورود گردشگران میزان تقاضای هیزم را افزایش داده است.

در سال ۱۹۸۷، شرکت بزرگ شاه ماهندراء، کار خود را در زمینه صرفه‌جویی طبیعی آغاز نمود و با توجه به روش‌های جایگزین آشپزی و گرم کردن آب نظری اجاق‌های نفتی و خورشیدی، مشکل منبع را مورد ارزیابی قرار داد. خریداری آب گرمکن‌های خورشیدی برای بسیاری از خانواده‌ها و مهمناسراهای جهانگردی بسیار گران تمام می‌شد، در صورتی که سایر گزینه‌ها عملکرد نسبتاً موفقیت‌آمیزی داشتند. در نهایت آشپزی از طریق نیروی نهفته در سیستم برق آبی میکرو مورد توجه قرار گرفت.

در فصل خشک، سیستم گاندروک از جریان آب یک رود کوچک با عرض یک متر، برق تولید می‌کند. این سیستم، معادل با ۵۰ کیلووات برق تولید می‌نماید، این مقدار برق برای روشنایی کل روستا و تعدادی از مهمانسراهای جهانگردی کافی است، علاوه بر آن ۱۸ درصد از خانواده‌ها نیز می‌توانند با بهره‌گیری از این نیرو آشپزی کنند.

اغلب تجهیزات مورد نیاز سیستم برق آبی میکرو توسط تولیدکنندگان نپالی تأمین شدند. یک سازمان غیر دولتی نپالی با نام خدمات توسعه و مشاوره، وظیفه نصب سیستم‌ها را بر عهده گرفت. این سازمان با بهره‌مندی از حمایت فنی شرکت اینترمیدیت تکنولوژی، نیروی برق آبی میکرو را ترویج می‌نماید.



آشپزی با برق

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی - لیندل کین

اقتصاد

ساخت هر سیستم ۵۰ کیلوواتی مذکور، هزینه‌ای معال با RS. ۳۵۹۰۰۰۰ دلار آمریکایی) در بر دارد. به عنوان مثال به ازای هر یک کیلووات نصب شده ۱۴۴۰ دلار هزینه می‌برد. در حالی که در سیستم‌های آبی بزرگتر، برای اتصال به شبکه به ازای هر کیلووات برق می‌بایست دو تا سه برابر مبلغ مذکور را پرداخت نمود.

۳. درصد هزینه‌های سیستم را روستای گاندروک تأمین کرد، نیمی از آن به صورت نیروی کار و نیمی دیگر به صورت وام بانک توسعه‌ی کشاورزی نپال پرداخت شد. ۷۰ درصد باقی مانده‌ی هزینه‌ها به صورت اهدا و تخصیص یارانه از جانب یک شرکت صرفه‌جویی انگلیسی به نام شاه ماهندراء، دفتر تعاونی کانادا و دولت بلند پایه نپال تأمین گردیدند. پایداری پروژه و مناسب بودن قیمت برق جهت تشویق آشپزی برقی به ضمانت محکمی از جانب اهداکنندگان نیاز داشت که این ضمانت از طریق در نظر گرفتن بودجه‌ی زیادی برای پیش برد امر تأمین شد.

تعرفه‌های برقی در سطحی مکفی تنظیم شدند تا مبلغ وام طی پنج سال باز پرداخت گردد و هزینه‌های نگهداری و حقوق کارمندان (سه فرد محلی برای راهاندازی سیستم آموزش دیدند) تأمین شود، به طوری که تمامی خانواده‌های این منطقه توان پرداخت تعرفه‌ی مذکور را داشته باشند. تعرفه‌ها در سه سطح متفاوت تنظیم شدند، به طوری که مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری، یارانه‌ای را به مصرف‌کنندگان داخلی اختصاص دادند تا خانواده‌های فقیرتر کمترین میزان تعرفه را پرداخت نمایند.



انجمان اطلاعاتی در گاندروک

عکس از: اینترمیدیت تکنولوژی - زانت بوسون

یک کمیته‌ی برق رسانی روستایی با مسئولیت نظارت بر تمامی جوانب پروژه، از ساخت تا جمع‌آوری تعریفه، تشکیل گردید. هر خانواده نیروی کاری را در اختیار پروژه قرار داد. این امر از یک سو دوام‌پذیری طرح را تضمین می‌کرد و از سوی دیگر حس مالکیت را در میان تمامی اهالی روستا بر می‌انگیخت. کمک‌های نیروی کار شامل حمل مواد، ساخت نیروگاه، امور داخلی و نصب ماشین‌آلات و خطوط انتقال بودند. در عوض هر خانواده در صورت نیاز با اطمینان کامل از مزایای روشنایی و شانس آبونه شدن و دسترسی به نیروی برق بیشتر برای آشپزی، بهره‌مند می‌گردید.

به منظور تشویق مردم برای خریداری اجاق، بودجه‌ای را برای تخصیص یارانه به اجاق‌های بیجولی دکچی در نظر گرفتند. تخصیص یارانه‌ی ۳۳ درصدی اولیه

سبب کاهش قیمت‌ها شد به طوری که، قیمت اجاق سه لیتری به ۱۳ دلار آمریکایی و قیمت اجاق هشت لیتری به ۲۰ دلار آمریکایی رسید. به اجاق‌های ۲۰ لیتری که توسط مهمانسراهای گردشگری استفاده می‌شدند یارانه تعلق نگرفت. طی دو سال اولیه برنامه ۸۵ اجاق به فروش رسیدند.

تأثیر بر جامعه

در حال حاضر سیستم برق آبی میکروی گاندروک روشنایی تمامی خانوارهای روستایی را تأمین می‌کند. تنها ۱۸ درصد از اهالی روستا می‌توانند هزینه آبونه شدن و اشتراک واستفاده از برق برای آشپزی را تأمین نمایند و مهمانسراهای جهانگردی در حدود یک سوم کل نیروی برق را مصرف می‌کنند. پرداخت تعرفه‌های سطح بالاتر توسط مهمانسراهای جهانگردی به معنای بهره‌مندی خانواده‌های فقیرتر از نیروی برق ارزانتر است.

قبل از راهاندازی سیستم برق آبی میکرو، خانواده‌های این روستا ماهیانه از یک تا پنج لیتر نفت سفید برای روشنایی استفاده می‌کردند. روشنایی یک لامپ ۲۵ واتی برقی دو سوم هزینه یک لیتر نفت سفید را دارا می‌باشد. سایر مصارف برقی شامل رادیو، تلویزیون، آسیاب غلات و یک نانوایی کوچک می‌باشند.

نکاتی که آموختیم

نکات آموخته شده‌ی مذکور به شرح زیر می‌باشند:

- رویکردهای ابداعی که به منظور هماهنگی نیازهای انرژی روستایی با توسعه‌ی بار الکتریکی ارایه می‌گردند، در یک پژوهش انرژی موفق به نتیجه‌ی می‌رسند.

- این مثال نشان می‌دهد که در کجا و چه موقع برای دوام‌پذیری طرح به تخصیص یارانه نیاز بوده است. در این مورد به دلیل آن که طرح از مزایای اجتماعی و زیست محیطی برخوردار بود، تخصیص یارانه، مناسب تشخیص داده شد.
- مشارکت محلی در توسعه‌ی پروژه امری اساسی در موقوفیت بلند مدت طرح به شمار می‌آید.

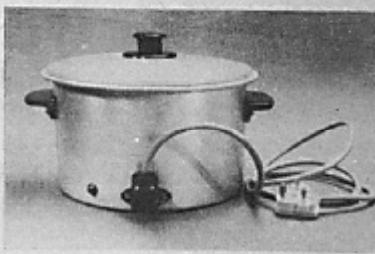


६. चामल पकाउँदा एक दुई पटक चलाई दिनु भएमा राग्रो हुनेछ।

७. स्वाना पाकि सकेपछि प्लग निकाली दिनु होला। प्लग निकालेपछि पनि ३-४ घण्टासम्म तातो रहने छ।

सम्पर्क स्थान:
काठमाडौं बुटवल
फोन ४-१५३४३ फोन (०७३) २०-८९७

बिजुली डेक्ची



बुटवल बिजुली डेक्ची उद्योग

ورقهی دستورالعمل اجاق دکچی

عکس از: اینترمدیت تکنولوژی

ضمیمه. عملکرد گروهی: طرح فانوس فتوولتائیک و بازاریابی

این کتاب به عنوان مجموعه‌ای از اسناد ارایه شده توسط گروه توسعه‌ی فن‌آوری اینترمدیت تکنولوژی به رشته تحریر درآمد تا به عنوان یک منبع آموزشی در کارگاه‌های فعالی که در کشورهای در حال توسعه برگزار می‌شود مورد

استفاده قرار گیرد. کادر انرژی فن‌آوری اینترمیدیت تکنولوژی IT در هنگام راهاندازی کارگاه‌ها، اسناد مذکور را اصلاح نمود و گسترش داد تا تجربیات و شرایط عملی شرکت‌کنندگان را مدنظر قرار دهد. این شرکت‌کنندگان اهل کشورهای در حال توسعه جهان در آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین می‌باشند. اسناد گردآوری شده دریک "مجموعه منبع" در نهایت کتاب فوق را تشکیل دادند. یکی از ویژگی‌های ارزشمند کارگاه‌های مذکور طراحی عملکرد نهایی برای شرکت‌کنندگان بود تا به این وسیله آنان بتوانند آموخته‌های خود را در شرایط زندگی واقعی عملی نمایند. علاوه بر آن برای این سنجش، شرکت‌کنندگان می‌بایست به طور گروهی فعالیت نمایند و در نتیجه عنصر همکاری خلاق و مؤثر را ترویج دهند، عنصری که برای بر عهده گرفتن مسئولیت چنین مؤسسه‌ای در "دنیای واقعی" ضروری می‌باشد.

این ضمیمه عملکرد گروهی را دقیقاً به همان شکلی که به شرکت‌کنندگان ارایه شد تقدیم می‌نماید.

مقدمه

این اسناد عملکرد گروهی را، از اطلاعات ارایه شده در مجموعه منبع بیرون آورده و فهرست می‌نمایند.

عملکرد مذکور برای سه گروه، موارد زیر را به ترتیب مورد سنجش قرار خواهد داد:

گروه ۱ - نیازهای مصرف کنندگان بالقوه فانوس، تمایلات آنها نسبت به پرداخت هزینه‌ی فانوس و ویژگی‌های فانوس از نظر آنها.

گروه ۲ - ویژگی فنی فانوس شامل پوشش محافظ، باتری و سایر موارد.

گروه ۳- فرآیند تجاری‌سازی فانوس شامل ترویج، زنجیره عرضه از کارخانه تا خانه مشتری و سایر موارد.

زمینه عملکرد

این بخش تمام اطلاعات لازم برای اجرای عملکرد مذکور را در اختیار تان قرار می‌دهد.

دست‌اندرکاران حرفه‌ای و سابقه‌ی آنها:

آفای راج، تکنسین ۳۰ ساله برق، تنها دو سال پس از اتمام یک مأموریت طراحی سیستم، با شرکت اروپایی متخصص در امور محصولات فتوولتائیک، تصدی امور تجارت خانوادگی را بر عهده گرفت. پدر راج تجارتی در مقیاس متوسط را راهاندازی کرده بود و به تولید رادیوهای ترانزیستوری و سیستم‌های موسیقی کم مصرفی می‌پرداخت که بازار بزرگ روستایی منطقه را تحت الشاعع قرار داده بودند. از آنجایی که این بازار به دلیل وجود فراوانی محصولات کم هزینه هنگ‌کنگی و تایوانی دچار رکود شد، راج به فکر فرو رفت و طرح‌های گوناگونی را در سر پروراند. او با توجه به تجربیات خود در زمینه فتوولتائیک، احساس کرد که یک فانوس خورشیدی می‌تواند گزینه‌ی دوام‌پذیری برای مصارف روستایی محسوب شود. زیرا کارخانه در درون خود قابلیت مهندسی برق و پلاستیک را دارد.

وی بانک، آژانس بزرگی در امور اهدایی است که مأموریت آن ایجاد بازارهای پایدار برای فن‌آوری‌های مناسب، توسط روستاییان در بازارهای روستایی کشورهای در حال توسعه است. پیتر نماینده‌ی «وی بانک» در روستا، متخصص امر توسعه و دارای تجربه‌ی تجاری‌سازی پایدار در فن‌آوری‌هایی بود که روستاییان

توانایی پرداخت هزینه‌ی آن را داشتند. او در برخی از مأموریت‌های اولیه‌اش در سایر کشورها، در امر ایجاد بازارهای فن‌آوری مناسب در مقیاس متوسط برای اجاق‌ها و پمپ‌های پدالی با موفقیت به همراه کارآفرینان کار کرده بود.

طرح پیشنهادی مورد بحث قرار گرفت

راج، نخست در یک میهمانی با پیتر ملاقات نمود و به دلیل علاقه‌ی مشترکشان در فن‌آوری، حس تفاهمی میان آن دو شکل گرفت. زمانی که پیتر از کارخانه دیدن می‌کرد، راج به بحث در مورد متنوع‌سازی محصولات فتوولتائیک پرداخت و به این نکته اشاره نمود که موانع کلی و هزینه توسعه پایدار بازار فتوولتائیک روستایی به قدری زیاد است که او نمی‌تواند خطر مالی آن را پذیرد. پیتر از شنیدن صحبت‌های راج در مورد طرح مذکور هیجان زده شد و در نهایت دریافت که توانایی پرداخت هزینه‌ها بزرگترین مانع موجود به شمار می‌آید. او اشاره نمود که استراتژی دولت به عنوان اولین اهدافنده، سیاست تخصیص یارانه به محصول بود. این امر گرچه از تأمین هزینه‌ها حمایت می‌کرد اما در واقع به پایداری طرح لطمه می‌زد و بر علیه آن عمل می‌نمود.

او احساس کرد که وی بانک می‌تواند به حمایت از ترویج محصولات فتوولتائیک بپردازد، این امر از طریق تقسیم مسئولیت‌ها و ریسک‌ها در فرآیندهای اولیه‌ی تولید محصول و همچنین تأمین مالی مخارج اولیه‌ی پژوهش، ارتقاء و تنظیم زنجیره‌ی عرضه قابل اجرا بود.

پیتر و راج هر دو توافق نمودند تا کار خود را در راستای تولید فانوس خورشیدی میکرو آغاز نمایند، این فانوس در خصوص مرفوع نمودن نیازهای

مشتریان روستایی طراحی گردیده بود. فکر بکر این دو نفر عوامل حیاتی موفقیت را مشخص نمود.

این عوامل به شرح زیر می‌باشد:

- درک کامل نیازهای مشتری از یک فانوس
- طرح محصول و فرآیندهای تولید برای رفع این نیازها
- ساخت کاری برای ارایه محصول به مشتریان و خدمات پیشتبانی پس از فروش.

راج به پیتر اطمینان داد که خود طرح پیشنهادی تجارت کاملاً نوپای او را توسعه می‌دهد و برای ایجاد بازار پایدار فانوس‌های خورشیدی، آن را در منطقه مطرح می‌نماید، سپس این طرح پیشنهادی از حمایت صندوق توسعه «وی بانک» برخوردار می‌گردد.

موارد کلیدی در تولید و بازاریابی

پس از اندیشیدن بسیار و بحث‌های طولانی با کادر شرکت و مشاوران آن، راج دریافت که یک طرح دوام پذیر برای تولید و بازار یابی فانوس‌های خورشیدی سه بخش مجزای زیر را دارا می‌باشد:

- ۱- ارزیابی مشتری: این بخش شرح حال مشتریان بالقوه را در نظر می‌گیرد، مقدار نیازهای روشنایی را اندازه‌گیری می‌کند و توانایی پرداخت و ویژگی‌های مطلوب محصول را مدنظر قرار می‌دهد.
- ۲- ارزیابی فن‌آوری: این بخش تصویر کلی فن‌آوری را ترسیم می‌نماید، محصولات جاری را برآورد می‌کند، ویژگی‌ها را طراحی می‌نماید، چگونگی شکل دهی به محصولات را درنظر می‌گیرد و فن‌آوری مذکور را با انتظارات مشتریان

هماهنگ می‌نماید. هدف کلیدی از اجرای این طرح دستیابی به محصول مناسب است به طوری که این بخش توانایی پرداخت هزینه‌های آن را داشته باشد.

۳- طرح تجاری: تنها داشتن محصولی که نیاز مشتری را مرتفع سازد، کافی نیست. یک پروژه تنها زمانی موفق خواهد بود که محصول از طریق خط مشی تخصیص منابع یا تولید منسجم پشتیبانی شود و از استراتژی توزیع، خدمات پس از فروش و اعتبار برخوردار باشد. یک طرح تجاری باید دو مورد فوق را ادغام نماید تا بدین ترتیب طرحی جامع و دوام پذیر برای ارائه محصول به مصرف کننده نهایی فراهم آورد.

راج تصمیم گرفت تا سه گروه سازمان یافته را برای ارزیابی هر یک از موارد فوق در نظر بگیرد و پیشنهادات مقدماتی را بررسی نماید.

مأموریت گروه‌های سازمان یافته

گروه سازمان یافته شماره (۱)

مأموریت

شرح حال مشتریان بالقوه را دقیقا در نظر بگیرد، نیازهای آنان به روشنایی را اندازه‌گیری کند و توانایی پرداخت و ویژگی‌های محصول مطلوب را مد نظر قرار دهد. بر اساس برداشت و درک گروه سازمان یافته از مناطق روستایی، در یک منطقه می‌باشد شرح حال کاملی از نظر مشتری در مورد فانوس خورشیدی به دست آورد تا بر این مبنای محصول مناسب را طراحی و انتخاب نمود. در راستای دستیابی به چنین هدفی موارد کلیدی زیر را مد نظر قرار دهید:

- مبلغی که مشتریان با کمال میل برای فانوس خورشیدی پرداخت می‌نمایند.
- بخش بازار مناسب را برای فانوس‌های خورشیدی تعریف کنید، در تعریف مذکور باید جزئیات زیر را در نظر بگیرید:
 - ۱- میزان درآمد خانوار مورد نظر(هدف)
 - ۲- موقعیت مکانی احتمالی (نظیر دهکده‌ها، روستاهای بزرگ، مراکز بخش و سایر موارد)
 - ۳- میزان تحصیلات و شرح حال اشتغال
 - ۴- سایر شاخص‌های جمعیت شناسی و روان نموداری که در شناخت استعدادهای نهفته بازار، سودبخش واقع می‌شوند.
- ارزیابی نیازهای روشنایی بر مبنای:
 - ۱- تعداد ساعتهايی از روز که به روشنایی نیاز است
 - ۲- ظرفیت ذخیره‌ی روشنایی
 - ۳- شدت روشنایی مورد نیاز و رنگ دلخواه نور
 - ۴- چگونگی پراکندگی نور (به عنوان مثال ۳۶۰ درجه کامل یا به صورت پرتو متتمرکز)
 - ۵- وزن مطلوب فانوس
- برقراری تعادل بین قیمت و کیفیت
- نیازهای اعتباری
- منابع روشنایی فعلی، الگوهای مصرف، میزان نارضایتی و سایر موارد.

گروه سازمان یافته شماره (۲)

مأموریت

می‌بایست توسعه‌های متفاوت را در بخش فتوولتائیک بررسی نماید. گزینه‌های متفاوت فانوس‌های فتوولتائیک موجود را ارزیابی کند و ویژگی‌های مناسب یک فانوس را پیشنهاد نماید. ویژگی مذکور می‌بایست شامل شکل واحد، طراحی و رنگ پوشش محافظ، کنترل کننده شارژ، لامپ و باتری باشد. به منظور اجرای این امر می‌بایست موارد کلیدی لیست زیر را مورد توجه قرار دهید:

موارد کلیدی

گزینه‌های رایجی که گروه سازمان یافته می‌بایست به آنها توجه نمایند به روشی در فهرست زیر ذکر گردیده‌اند.

ویژگی واحد فتوولتائیک

در حال حاضر دو گزینه برای واحد فتوولتائیک موجود می‌باشند:

- واحدهایی با غشاء نازک پلاستیکی: این گزینه ارزانترین گزینه موجود است. واحدهایی با غشاء نازک را می‌توان برید و در محل شکل داد تا متناسب با ولتاژ و نیروی برق مورد نیاز هماهنگ گردند. واحد مذکور را می‌توان روی یک قالب ساده سوار کرد. معایب این گزینه تضعیف عملکرد به مرور زمان و کارآبی کمتر در تبدیل انرژی خورشیدی به برق می‌باشد.

- سیلیکیون کریستال: این واحدهایی با غشاء نازک پلاستیکی گرانتر هستند. اندازه استاندارد آنها کوچکتر است و در تبدیل انرژی خورشیدی به برق از کارآیی بیشتری برخوردارند. از دیدگاه فنی جمع و سوار کردن صفحات سیلیکون کریستال نسبت به واحدهایی که غشاء نازک پلاستیکی دارند بسیار دشوارتر است.

ویژگی‌های پوشش محافظ

می‌بایست گزینه‌های زیر را مدنظر قرار دهید:

- پلی استرن: این ماده را می‌توان با استفاده از قالب‌گیری بسیار دقیق شکل داد، اما قالب مذکور بسیار شکننده است.
- HDPE: ماده‌ای ارزان قیمت اما طبیعی و خام است که کار کردن با آن مشکل است و دستیابی به محصول نهایی با کیفیت بالا از این ماده امکان پذیر نیست.
- پلی پروپیلن: تنها در صورتی این ماده را انتخاب کنید که حجم تولید شما بالا باشد زیرا دسترسی به دانه‌های ریز این ماده بسیار دشوار است.
- عدسی‌های فانوس خورشیدی را می‌توان از شیشه یا پلی کربنات تهیه نمود. هر یک از این عدسی‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارد.

کنترل کننده‌ی شارژ

می‌توان حد واسط مصرف کننده‌ی برق را طراحی نمود تا تمامی احتمالات را تحت پوشش قرار داد. گرچه نوع مداربندی را می‌بایست از نظر توانایی‌های موجود

ارزیابی کرد. گزینه‌های متنوع موجود شامل قطع ولتاژ پایین، حفاظت از شارژ بی‌رویه، شاخص شارژ و سیستم هشدار دهنده‌ی صوتی می‌شوند.

ویژگی‌های لامپ

انتخاب لامپ از طریق شاخص‌های زیر صورت پذیرد:

- وات
- رنگ نور
- طول عمر
- هزینه
- موجودیت
- سیاه شدن حباب

گزینه‌هایی که شما می‌توانید انتخاب کنید به شرح زیر می‌باشند:

- CFL
- لامپ مهتابی فلورسنت
- هالوژن با وات پایین

انتخاب لامپ به شکل واندازه‌ی کنترل شارژ و باتری بستگی دارد.

ویژگی‌های باتری

از میان گزینه‌های زیر یکی را انتخاب کنید:

- اسید سرب: این نوع باتری به تطبیق ویژه‌ی شارژ و عدم شارژ دائمی در سیستم فتوولتائیک نیاز دارد. باتری پر از اسید است، بنا بر این سنگین است و از آنجایی که مهر و موم و پلمپ درستی ندارد می‌تواند خطرناک باشد. گرچه، این نوع باتری اقتصادی است و به آسانی در دسترس می‌باشد.

- اسید ژل: این نوع باتری‌ها اقتصادی می‌باشند و به طور کامل مهر و موم هستند و به طور معمول در فانوس‌های خورشیدی کاربرد دارند. گرچه می‌توان برای مدتی طولانی آنها را بدون شارژ نگه داشت اما طول عمری کوتاه دارند.
- NiCd: باتری‌های نیکل کادمیم می‌توانند در برابر بی‌شارژی بلند مدت، مقاومت نمایند. این باتری‌ها بسیار سبک بوده و در برابر چرخه‌های شارژ و بی‌شارژی دائمی مقاوم هستند و جوابگو می‌باشند. اما باتری‌های مذکور حافظه‌ی خوبی ندارند و چندان در دسترس نمی‌باشند.
- آهن لیتیوم: از لحاظ فنی این نوع باتری برای کاربرد در فانوس‌های خورشیدی کاملاً مناسب است. هر چند که بسیار گران بوده و عموماً در مناطق روستایی در دسترس نمی‌باشند.

گروه سازمان یافته‌ی شماره (۳)

مأموریت

می‌بایست فرآیندهای تجاری‌سازی فانوس را ارزیابی نمایید. تمام جزیيات مربوط به عملیات اجرایی موفقیت‌آمیز انتقال فانوس از کارخانه تا خانه‌ی مشتری را در ذهن مرور کنید و این موارد را به صورت لیست در جدولی مشخص نمایید. در مورد بودجه احتمالی، تجزیه و تحلیل به عمل آورید و نتیجه‌گیری کنید، سپس این بودجه را به ترویج فانوس و ایجاد زنجیره‌ی عرضه اختصاص دهید.

برای انجام این کارها شما می‌بایست موارد کلیدی بخش بعدی را مدنظر قرار دهید.

موارد کلیدی

- همکاری: آیا نیازی هست تا شریکی بیابیم که با کفایت بوده و از مهارت‌های فنی لازم بهره‌مند باشد به طوری که در اشاعه‌ی روستایی فانوس‌ها به ما کمک کند؟
- تدارکات توزیع

برای تعیین و اجرای این تدارکات می‌بایست عوامل زیر را مدنظر قرار دهید:

- شبکه‌ی توزیع چند مرحله‌ای باشد؟ ویژگی‌های مذکور چیستند؟
- وثیقه‌های بازرگانی (هر کس مبلغی را برای حضور در شبکه می‌پردازد).
- مشکلات پیش‌بینی شده‌ی حمل و نقل (نوع حمل و نقل، دسترسی به سوخت، دسترسی به بازار محلی مورد نظر را مورد توجه قرار دهید).
- نقش سازمان‌های غیردولتی محلی (آیا این سازمان‌ها می‌توانند اطلاعات یا آموزش مورد نیاز را فراهم نمایند؟)
- آموزش بازرگانی
- حمایت پس از فروش (آیا زنجیره‌ی عرضه دوام‌پذیر خواهد بود؟)
- مدیریت اعتبار: فانوس‌های فتوولتائیک از هزینه‌ی اولیه‌ی بالایی برخوردار می‌باشند، اما هزینه‌های سوختی ندارند. مدیریت اعتبار روش مناسبی برای پراکنده نمودن هزینه‌های اولیه است به طوری که مردم توان پرداخت هزینه‌ها را داشته باشند. این امر احتمالاً به حمایت بیشتر پروژه نیاز دارد. بنابراین می‌بایست برخی یا تمامی عوامل زیر را مدنظر قرار داد:
- نیاز به تأمین مالی مشتری و میزان سرمایه‌ی مورد نیاز برای هر مشتری و در کل، در صورت مناسب بودن قیمت، آیا فانوس‌ها را اجاره می‌دهید؟

- پرداخت‌های اعتباری چگونه گردآوری خواهند شد؟ آیا این امر تأثیری بر هزینه‌ی کلی فانوس خواهد گذاشت؟
- در واقع سیستم‌های اعتباری همیشه تا حدی شامل بدھی‌های سنگین می‌باشند. آیا می‌توانید میزان پوشش و نیاز احتمالی به بدھی سنگین را در این پروژه بر آورد نمایید؟

استراتژی ترویج

به منظور دست‌یابی به بازار در مناطق روستایی می‌بایست عوامل زیر را مدنظر قرار داد و از آنها برای طراحی استراتژی ترویج فانوس بهره برد.

- ابزارهای مناسب ترویج روستایی (چه عاملی مردم روستایی منطقه‌ی شما را به ظرفیت لازم می‌رساند؟ آیا مبادلات بازار قدیم هنوز هم وجود دارند تا نکاتی را از آنها بیاموزیم)؟
- ترویج ابداعی و ابراز عقاید (نمایشنامه و نمایشات را مورد توجه قرار دهید. چه تکنیک‌های دیگری ممکن است سود بخش واقع شوند)؟
- هزینه‌ی ترویج را بر آورد نمایید.
- تقسیم هزینه‌ها با زنجیره‌ی عرضه (تمام افرادی که در امر فروش فانوس‌ها شرکت دارند از ترویج مؤثر بازار سود خواهند برد - در صورتی که شاید سایرین در برابر برخی از هزینه‌ها مقاومت نمایند. مردم حاضر در زنجیره‌ی عرضه نیز احتمالاً بیش از شما به مشتری نزدیک خواهند شد - بنابراین شاید آنها نیز به هم صحبتی با مشتریان و به نمایش گذاشتن فانوس علاقه مند باشند).

- طراحی و ساختار نیروی انسانی (چند نفر در ترویج بازار شرکت خواهند داشت؟ چگونه می‌بایست آنان را اداره نمود تا به اهدافشان برسند)؟
- بودجه عملیاتی
برای فهرست نمودن بودجه عملیاتی، باید فانوس را بازاری کنید. این بودجه می‌بایست بخش‌های زیر را پوشش دهد:
 - ترویج
 - پوشش دادن بدھی‌های سنگین
 - هزینه‌های آموزشی
 - هزینه‌های بازاریابی نیروی انسانی

References and Resources

Chapter 1

1. Foley, G. *Electricity for Rural People*, Panos Rural Electrification Programme, Panos Publications, London, 1989.
2. Hurst, C. and Barnett, A. *The Energy Dimension: A practical guide to energy in rural development programmes*, IT Publications, London, 1990.
3. Inversin, A. *New Designs for Rural Electrification: Private sector experiences in Nepal*, National Rural Electric Cooperatives Association, International Programs Division, USAID, 1995.
4. ITDG (Intermediate Technology) *Cook Elctric: The Ghandruk experience*, Intermediate Technology, Rugby, 1994.
5. NRECA (National Rural Electric Cooperative Association) *International Program Report*, NRECA, Washington, 1994.
6. Smith, N. *Affordable Electricity Installation for Low – Income Households in Developing Countries*, Intermediate Technology Consultants, Rugby, 1996.
7. WEDC *Reaching the Unreached*, WEDC, Loughborough University and IT Publications, London, 1997.

- 8- Word Bank *Rural Energy and Development: Improving energy supplies for two billion people*, Word Bank, Washington, 1996.

Chapter 2

- 1- Gregory, J. et al. *Financing Renewable Energy Projects. A guide for development workers*, IT Publications, London, 1997.
- 2- Hankins, M. *Solar Rural Electrification in the Developing Word: Four case studies*, Solar Electric Light Fund, Washington, 1993.
- 3- Khalizadeh – Shirazi and Shab, A. (eds.) *Tax Policy in Developing Countries*, World Bank, Washington, 1991.
- 4- OECD *Taxing Energy: Why and how*, OECD, Paris, 1993.
- 5- Padmanbhan, K.P. *Rual Credit: Lessons for rural bankers and policy makers*, IT Publications, London, 1988.
- 6- Rodot, M. and Benallou, M. (eds.) *Energie solaire au service du développement rural*, IEPF, Quebec, 1993.
- 7- Seymour, A. and Mabro, R. *Energy Taxation and Economic Growth*, OPEC fund for international development (Pamphlet series) Vienna, 1994.
- 8- Wade, H. *Photovoltaic Rural Electrification Projects in the Pacific Region and Lessons* World Bank/IFC (1994).

Chapter 3

- 1- Anton, D. *Diversity, Globlisation and the Ways of Nature*, IDRC, Ottway, 1994.
- 2- ExternE. *Externalities of Energy, Volume 1: Summary*, European Commission, Brussels, 1995.
- 3- Household Energy and Agenda 21 *HEDON, Discussion paper No.1, disussion paper of HEDON meeting*, Lund, September 28-30, 1995.

4. MacDonald, M., Chadwick, M. and Aslanian, G. *The Environmental Management of Low-grade Fuels*, Earthscan, London, 1996.
5. Munasinghe, M. *Environmental Economics and Natural Resource Management in Developing Countries*, International Bank for Reconstruction and Development/World Bank, Washington, 1993.
6. ODA *Manual of Environmental Appraisal*, Overseas Development Administration, London, 1995.
7. WHO *Epidemiological, Social and Technical aspects of Indoor Air Pollution from Biofuels*, World Health Organisation, Geneva, 1992.

Chapter 4

1. Anon. *Diesel and Gas Turbine Catalogue: Engine Power Products Directory and Buyers Guide*, Diesel and Gas Turbine Publications, Wisconsin, USA.
2. Anon. *How Things Work*, Heron Books, London, 1963.
3. Anon, ‘An investigation on the Colombian kerosene stove’, *Boiling Point No.20*, December 1989.
4. Anon. ‘Kerosene and gas stoves in Nagercoil, South India’, *Boiling Point No.20*, December 1989.
5. Anon. ‘Kerosene stoves in Ethiopia’, *Boiling Point No.32*, January 1994.
6. Anon. ‘Kerosene wick stoves’, *Boiling Point No.20*, December 1989.
7. Anon. *Rural Energy and Development*, The World Bank, Washington, 1996.
8. Desai, Ashok V. *Electricity*, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1990.
9. Fenn, J.B. *Engines, Energy and Entropy*, W.H. Freeman and Company, New York, 1962.

10. Floor, W., and van der Plas, R. *Kerosene Stoves: Their performance, use and constraints*, Joint UNDP/World Bank Energy Sector Management Assistance Program, Washington, October 1991.
11. Foley, G. *Electricity for Rural People*, Panos Publications, London, 1990.
12. Grauw, C. *Getting the most from your Diesel Engine*, Botswana Technology Center, Gaborone, Botswana.
13. Hancock, D., Katerere, Y., and Moyo, S. *Rural Electrification in Zimbabwe*, Panos, London, 1988.
14. Louineau, J., Dicko, M., et al, *Rural Lighting*, IT Publications and The Stockholm Environment Institute, London, 1994.
15. Smith, Nigel, *Low-cost Electrification: Affordable electricity installation for low-income households in developing countries*, Intermediate Technology Consultants, Rugby, 1995.
16. Stone, R. *Introduction to Internal Combustion Engines*, Macmillan, London, 1992.
17. Walubengo, D., and Onyango, A. *Energy systems in Kenya: Focus on rural electrification*, Kengo Regional Wood Energy Programme for Africa, Nairobi, 1992.
18. Westhoff, B. and Germann, D. *Stove Images*, Commission of the European Communities.

Chapter 5

Biomass

1. Anon. *Boiling Point*, Nos. 21, 26, 27, 28, 39, Rugby.
2. Gauser, M. *Power from the People: Innovation, users participation and forest energy programmes*, IT Publications, London, 1988.

- 3- Karekezi, S. and Ranja, T. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPEN, London, 1997.
- 4- Kristoferson L. A., and Bokalders V. *Renewable Energy Technologies: Their application in developing countries*, IT Publications, London, 1991.
- 5- Rosillo Calle, F. *The Charcoal Dilemma: Finding a sustainable solution for Brazilian industry*, IT Publications, London, 1996.
- 6- Stewart, B. et al, *Improved Wood, Waste Charcoal Burning Stoves*, IT Publications, London, 1987.
- 7- Westhoff, B. and Germann, D. *Stove Images*, Brades and Aspel Verlag GmbH, 1995.

Biogases and liquid biofuels

- 1- Anon. *Biomass Energy: Key issues and priority needs, conference proceedings, 3rd-5th February 1997*, International Energy Agency, OECD 1997.
- 2- Gitonga, S. *Biogas Promotion in Kenya*, Intermediate Technology Kenya, Nairobi, 1997.
- 3- Gunnerson C.G. and Stuckey D.C. ‘Anaerobic Digestion – Principles and Practices for Biogas Systems’, *World Bank Technical Paper No. 49*, The World Bank, Washington, 1986.
- 4- Johansen, T.B. et al. *Renewable Energy Sources for Fuels and Electricity*, Island Press, Washington, 1993.
- 5- Karekezi, S. and Ranja, T. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPEN, 1997.
- 6- Kristoferson (1995).
- 7- Kristoferson, L.A. and Bokalders V. *Renewable Energy Technologies: Their application in developing countries*, IT Publications, London, 1991.

- 8- Ravindranath, N.H. and Hall, D.O. *Biomass, Energy and the Environment: A Developing Country Perspective from India*, Oxford University Press, Oxford, 1995.
- 9- Stassen, H.E., *Small-scale, Biomass Gasifiers for Heat and Power: A Global Review*, World Bank Technical Paper No. 296 Energy Series, World Bank, 1995.

Wind pumping

- 1- Fraenkel, P. et al. *Windpumps: A guide for development workers*, IT Publications, IT Power and the Stockholm Environment Institute, London, 1993.
- 2- Golding, E.W. *The Generation of Electricity by Wind Power*, E. & F.N. Spon, London, 1955.
- 3- Karekezi, S. and Ranja, T. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPREN/SEI, 1997.
- 4- Piggot, H. *Windpower Workshop*, Center for Alternative Technology, Wales, 1997.
- 5- Smulders, P.T. and de Jongh, J. ‘Wind Pumping: Status, prospects and barriers’, Wales, *Renewable Energy*, Vol 5., Part 1, pp. 587-94, 1994.
- 6- Spera, D.A. *Wind Turbine Technology*, ASME Press, New York, 1994.

Wind pumping

- 1- Fraenkel, P. et al. *Windpumps: A guide for development workers*, IT Publications, IT Power and the Stockholm Environment Institute, London, 1993.
- 2- Golding, E.W. *The Generation of Electricity by Wind Power*, E. & F.N. Spon, London. 1955.
- 3- Karekezi, S. and Ranja, T. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPREN/SEI, 1997.
- 4- Piggot, H. *Windpower Workshop*, Center for Alternative Technology, Wales, 1997.

- 5- Smulders, P.T. and de Jongh, J. ‘Wind Pumping: Status, prospects and barriers’, Wales, *Renewable Energy*, Vol 5., Part 1, pp. 587-94, 1994.

Wind power for electric generators

- 1- Anon, *The Power Guide*, IT Publications, London, 1994.
- 2- Golding, E.W. *The Generation of Electricity by Wind Power*, E. & F. N. Spon, London, 1955.
- 3- Karekezi, S. and Ranja, T. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPREN/SEI, London, 1997.
- 4- Kristoferson, L.A. and Bokalders, V. *Renewable Energy Technologies*, IT Publications, London, 1991.
- 5- Piggot, H. *Windpower Workshop*, Center for Alternative Technology, Wales, 1997. Spera, D.A. *Wind Turbine Technology*, ASME Presss, New York, 1994.

Micro-hydro power

- 1- *Low-cost Electrification: Affordable electricity installation for low-income households in developing countries*, IT Consultants/ODA, 1995.
- 2- *Rural Energy in Peru: Power for living*, Intermediate Technology, 1996.
- 3- Fraenkel, P., Paish, O., Bokalders, V., Harvey, A. and Brown, A. *Micro-hydro power: A guide for development workers*, IT Publications, IT Power, Stockholm Environment Institute, London, 1991.
- 4- Hangzhou Regional Center for Small Hydro Power *Small Hydro Power in China*, IT Publications, London, 1985.
- 5- Harvey, A. and Brown, A. *Micro-hydro Design Manual*, IT Publications, London, 1992. Holland, R.E. *Micro-hydro Electric Power*, ITDG, Rugby, 1986.

- 6- Smith, N. *Motors as Generators for Micro-Hydro Power*, IT Publications, London, 1994.
- 7- Williams, A. *Pumps as Turbines: A user's guide*, IT Publications, London, 1995.

Solar photovoltaic energy

- 1- Derrick, A., et al, *Solar Photovoltaic Products: A guide for development workers*, IT Publications and IT Power, London, 1991.
- 2- Grag, H. P., Gouri, D., and Gupta, R. *Renewable Energy Technologies*, Indian Institute of Technology and the British High Commission, New Delhi, 1997.
- 3- Hulscher, W., and Fraenkel, P. *The Power Guide*, IT Publications, London, 1994.
- 4- Johansson, T.B. et al. *Renewable Energy Sources for Fuels and Electricity*, Island Press, Washington, 1993.
- 5- Karekezi, S. and Ranja, T. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPREN/SEI, 1997.
- 6- Louineau, J-P., et al. *Rural Lighting*, IT Publications and The Stockholm Environment Institute, London, 1994.
- 7- Twidell, J. and Weir, T. *Renewable Energy Resources*, E & F.N. Spon, London, 1990.

Solar thermal energy

- 1- Anon. *Boiling Point*, Issue Number 36, November 1995.
- 2- Grage, H.P., Gouri, D. and Gupta, R. *Renewable Energy Technologies*, Indian Institute of Technology and the British High Commission, New Delhi, 1997.
- 3- Hulscher, W., and Fraenkel, P. *The Power Guide*, IT Publications, London, 1994.
- 4- Karekezi, S. and Ranja, T. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPREN/SEI, 1997.

- 5- Twidell, J. and Weir, T. *Renewable Energy Resources*, E & F.N. Spon, 1990.

Case Study No. 4

- 1- Hawkins, M. *Solar rural electrification in the developing world: Four country case studies*, Solar Electric Light Fund, Washington, 1993.
- 2- Khennas, S. ‘Strategies in the solar energy industry and South-North relationships’, *Africa Environment*, Issues 20-22, 1985 (in French).
- 3- Ministry of Energy and Water Resources *Dissemination of Photovoltaic Systems in Zimbabwe*, Energy Programme Zimbabwe, Harare, February 1992.
- 4- Sudimara Marketing Strategy, Indonesia, 1995 (Company Information).
- 5- Energy From the Sun: Photovoltaics, ITDG technical brief, Rugby, 1993.