

# تحلیل و بررسی ویژگیهای اقتصادی استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر بعنوان منابع تولید پراکنده در شبکه های توزیع

فرهاد شهینا

دفتر تحقیقات و استاندارد- شرکت توزیع نیروی برق آذربایجانشرقی

farhadshahnia@yahoo.com

کلمات کلیدی: انرژیهای تجدیدپذیر، شبکه توزیع، انتخاب بهینه اقتصادی، بهره وری انرژی

## چکیده:

بمنظور تولید انرژی الکتریکی می پردازیم. آنگاه نرم افزارهای تخصصی HOMER و VIPOR ویژه بررسیهای اقتصادی استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در شبکه های توزیع معرفی شده و میزان صرفه جوییهای اقتصادی و بهره وری انرژی را در صورت استفاده از منابع تجدیدپذیر با انجام شبیه سازیهای نمونه و بررسی نتایج آنها مورد بررسی قرار می دهیم.

استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در شبکه های توزیع انرژی با عنوان منابع تولید پراکنده برای بارهای مصرفی پراکنده و کم در یک منطقه می تواند راهکار مناسبی جهت کاهش هزینه های اقتصادی، کاهش آلودگی محیط زیست و افزایش بهره وری انرژی گردد. از آنجاییکه مهمترین هدف از استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، کاهش هزینه هاست لذا لازم است تا بررسیهای اقتصادی دقیقی برای شبکه های توزیع مورد نظر صورت گیرد و نوع منبع انرژی تجدیدپذیر و مقدار انرژی تولید شده با توجه به سایر پارامترهای شبکه نظیر بارهای مصرفی، هزینه احداث و بهره برداری این نیروگاهها و مقایسه آن با هزینه سوخت مصرفی نیروگاهها و شبکه های برق سراسری موجود مد نظر قرار گیرد. از اینرو، در این مقاله ابتدا به بررسی ویژگیهای اقتصادی منابع انرژی تجدیدپذیر پرداخته و سهم این انرژیها را در ایران و سایر کشورهای جهان مورد بررسی قرار می دهیم. سپس به بررسی مسائل اقتصادی و میزان بهره وری انرژی در صورت استفاده از چنین منابعی

## ۱- مقدمه

پیشرفت و توسعه جوامع صنعتی در مقیاس وسیع با استفاده از انرژی میسر شده است و انرژی، ابزاری سیاسی و اقتصادی است که امنیت کشورها به آن وابسته است. آلودگی محیط زیست در اثر احتراق سوختهای فسیلی و شتاب فزاینده در جهت به پایان بردن منابع انرژی دو بحران بزرگی هستند که امروزه بشر با آنها روبروست. تحولات جهانی در زمینه توجه به حفظ محیط زیست و فناپذیر بودن منابع فسیلی، گرایش به استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر را سرعت بخشیده و روز بروز توجه بیشتری را به خود معطوف می کند. مهمترین عامل تعیین کننده در این رهگذر، صرفه جویی در زمان است. ایران با

شبکه برق سراسری هزینه های اقتصادی کمتری را به همراه دارد [۱].

در این مقاله ابتدا به بررسی ویژگیهای اقتصادی منابع انرژی تجدیدپذیر پرداخته و سهم این انرژیها را در ایران و سایر کشورهای جهان مورد بررسی قرار می دهیم. سپس به بررسی مسائل اقتصادی استفاده از چنین منابعی بمنظور تولید انرژی الکتریکی می پردازیم. آنگاه نرم افزارهای تخصصی HOMER و VIPOR ویژه بررسیهای اقتصادی استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در شبکه های توزیع معرفی شده و میزان صرفه جوییهای اقتصادی و بهره وری انرژی را در صورت استفاده از منابع تجدیدپذیر با انجام شبیه سازیهای نمونه و بررسی نتایج آنها مورد بررسی قرار می دهیم.

## ۲- منابع انرژیهای تجدیدپذیر و ویژگیهای آنها

بطور کلی منابع انرژی را می توان به دو گروه تقسیم نمود. انرژی در منابع تجدیدپذیر از جریان تکراری یا پیوسته انرژی که در محیط زیست بطور طبیعی اتفاق می افتد بدست می آید نظیر انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی و جزر و مد دریا. ولی انرژی در منابع تجدید ناپذیر از منابع استاتیکی که تنها می تواند با دخالت بشر آزاد شود و تا قبل از آن بصورت ذخیره است، تامین گردد. انرژی هسته ای و سوختهای فسیلی از قبیل زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی در این گروه قرار دارند. منابع انرژی تجدیدپذیر دارای مزایای بشمار و بسیار مفیدی هستند که عبارتند از:

۱- منابع انرژی تجدیدپذیر عمر طولانی و چرخه های طبیعی داشته و برخلاف منابع انرژی تجدید ناپذیر نظیر سوختهای فسیلی حتی احتمال پایان این منابع نیز وجود ندارد و این مسئله تداوم مصرف انرژی را برای نسلهای بعد تضمین می نماید.

۲- منابع انرژی تجدیدپذیر بخصوص انرژیهای بادی و خورشیدی بدلیل فراوانی و امکانات مناسب جغرافیایی دارای قابلیتهای بالایی در تولید انرژی هستند و استفاده از آنها می تواند موجب صرفه جویی در مصرف سوختهای فسیلی گردد.

د راهکار مناسبی جهت کاهش

هزینه های اقتصادی، کاهش آلودگی محیط زیست و افزایش بهره وری انرژی گردد. همچنین از آنجائیکه مهمترین هدف از استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، کاهش هزینه هاست لذا لازم است تا بررسیهای اقتصادی دقیقی برای شبکه های توزیع مورد نظر صورت گیرد و نوع منبع انرژی لازم برای تامین بارهای مصرفی و مقدار انرژی تولید شده با توجه به سایر پارامترها نظیر نوع و اندازه بارهای مصرفی و نرخ تغییراتشان، هزینه احداث و بهره برداری نیروگاههای بادی یا خورشیدی و مقایسه آن با هزینه سوخت مصرفی نیروگاهها، هزینه احداث و بهره برداری شبکه برق سراسری در منطقه و نرخ برق مصرفی آن توسط مشترکان، شرایط جغرافیایی محیط برای استفاده از انواع انرژیهای تجدیدپذیر ممکن و... مد نظر قرار گیرد. توجه به پارامترهای مختلف و انجام بررسیها و شبیه سازیها برای طرحهای نمونه این حقیقت را آشکار می کند که همواره استفاده محض از منابع انرژی تجدیدپذیر اقتصادی ترین روش نبوده و گاهی استفاده همزمان از منابع انرژی تجدیدپذیر و

۳- استفاده منحصر بفرد از نیروگاههایی با سوختهای فسیلی موجب ایجاد تمرکز در مناطق تولید انرژی خواهد شد ولی با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر براحتی می توان در هر محل با شرایط جغرافیایی مناسب اقدام به تولید انرژی نمود و این امر تولید غیر متمرکز انرژی را در مناطق با جمعیت کم و پراکنده نظیر روستاها و جزایر میسر می سازد.

۴- منابع انرژی تجدیدپذیر برخلاف سوختهای فسیلی دارای ویژگی عدم تولید آلاینده های مختلف بوده و در صورت استفاده از این منابع کاهش آلودگی محیط زیست میسر می گردد.

۵- استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در کنار ایجاد مشاغل مختلف و اشتغال زایی می تواند موجب بهبود مدیریت مصرف بار در شبکه برق شده و در ساعات پرمصرف شبکه برای یاری رساندن به توان تولیدی نیروگاهها و کاستن از اضافه باردار شدن آنها مورد استفاده قرار گیرد.

بررسی تمامی موارد فوق گواهی بر افزایش بهره وری انرژی همزمان با کاهش هزینه ها و نیز بهبود کیفیت آن در صورت استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر است. با این وجود، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در کنار مزایای بیشماری محدودیتهایی نیز است که عبارتند از:

۱- با وجود هزینه های تعمیر و نگه داری پایین منابع انرژی تجدیدپذیر بدلیل هزینه های بالای سرمایه گذاری اولیه استفاده از این منابع انرژی گرانتر از سایر منابع انرژی بنظر می رسد.

۲- استفاده از این منابع با محدودیتهای زمانی و مکانی همراه بوده و مثلاً برای استفاده از انرژی باد، توربینها بایستی در محلهایی با سرعت باد کافی و دائمی در تمام طول سال نصب شوند بطوریکه مینیمم سرعت باد در منطقه برای بحرکت درآوردن پره ها و تولید انرژی کفایت کند و یا سلولهای خورشید بایستی در مناطقی با حرارت و نور زیاد و دائمی خورشید نصب گردند.

دلایل عمده تلاش در جهت استفاده از منابع انرژیهای تجدیدپذیر را می توان در عوامل زیر برشمرد:

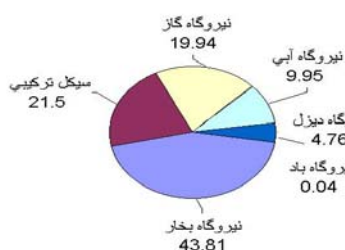
۱- کاهش طول عمر منابع انرژی فسیلی در کنار عواملی همچون افزایش جمعیت و رشد اقتصادی، نیاز به پیدا کردن

جایگزینی برای آن را از هم اکنون ضروری می سازد و اگر کوتاهی در این زمینه رخ دهد، با مشکلات زیادی در آینده نه چندان دور مواجه خواهیم شد. برای این منظور بایستی از هم اکنون به فکر جایگزین کردن یک منبع جدید به جای منابع موجود باشیم.

۲- افزایش آلودگی هوا و محیط زیست که با استفاده بیش از پیش از منابع سوختهای فسیلی و انتشار انواع گازهای آلاینده به وجود آمده است و نیاز برای یک جایگزین برای این سوختها به منظور کاهش آلودگی هوا ضروری می باشد.

۳- توجیه اقتصادی که با عنایت به قیمتهای ایجاد و احداث نیروگاهها با سوختهای تجدیدپذیر و فسیلی و قیمت برق تولیدی آنها، نشان دهنده لزوم استفاده از این منابع برای کاهش هزینه های طرح است.

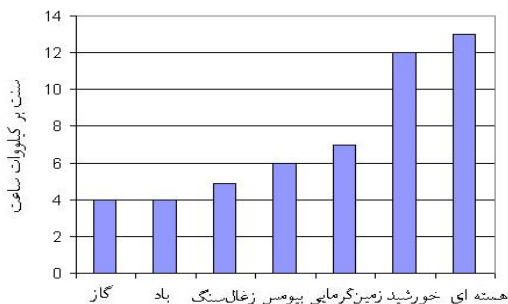
استفاده های گسترده تر از منابع انرژیهای تجدیدپذیر را در طول سالهای آینده شاهد خواهیم بود. محدودیتهایی در این میان وجود دارند که بشمار و پیچیده بوده و گوناگونی منابع تجدیدپذیر و مشکلات فنی هر یک بر این محدودیتهای می افزاید. هر چند این موضوع در کشور ما بسیار شدید به چشم می خورد ولی در کشورهای اروپایی و آمریکایی با گذشت زمان استفاده از سیستمهای تولید پراکنده بیشتر رواج می یابد. میزان تولید انرژی برق ایران از نیروگاههای مختلف در حال حاضر در شکل ۱ دیده می شود [۲].



شکل ۱- نمودار دایره ای سهم نیروگاههای مختلف در تولید برق در ایران

کاربرد گسترده از منابع انرژی تجدیدپذیر در بازار های انرژی جهان در آینده دور انجام خواهد شد ولی مهمترین نکته در این میان سرعت این تحول می باشد بطوریکه کمیته مطالعاتی شورای جهانی انرژی سال ۲۰۲۰ را بعنوان نقطه به نتیجه

انرژی خورشیدی گرانترین روش می باشد که نتایج این بررسی در شکل ۴ دیده می شود.

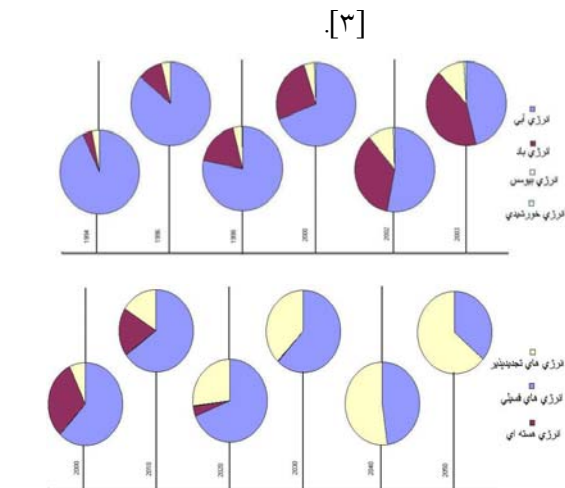


شکل ۴- مقایسه قیمت تولید برق از منابع مختلف انرژی

### ۳- نتایج شبیه سازیهای انتخاب بهینه اقتصادی توسط نرم افزار HOMER

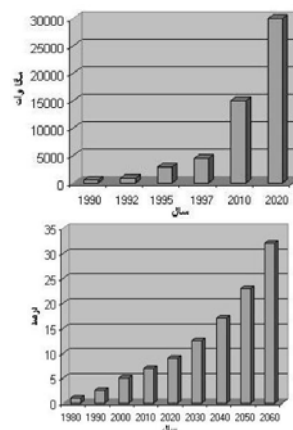
برای بررسی ویژگیهای اقتصادی و گزینش انتخاب بهینه اقتصادی از منابع انرژی تجدیدپذیر برای یک بار مصرفی می توان از نرم افزار تخصصی HOMER استفاده نمود. این نرم افزار که توسط مرکز تحقیقات انرژیهای نو ایالات متحده آماده شده است، به بررسی انتخاب بهینه اقتصادی منابع انرژی تولید پراکنده برای بارهای مصرفی مفروض می پردازد [۴]. این بررسی با مد نظر قرار دادن هزینه های تجهیزات، نصب و نگه داری، عوامل موثر بر کارکرد تجهیزات، نرخ تغییرات بار مصرفی، سرعت باد و میزان تابش انرژی خورشیدی برای توربینهای بادی و سلولهای خورشیدی، هزینه وصل بار به شبکه، نرخ برق مصرفی از شبکه و... صورت می گیرد. بعنوان مثال این تحلیلها برای بار مصرفی و تغییرات سرعت باد برای کارکرد توربین بادی و تغییرات تابش نور خورشید برای فعالیت سلولهای خورشیدی برای محیط جغرافیای مورد نظر بصورت نشان داده شده در شکل ۵ انجام شده است. با مراجعه به کاتالوگهای انواع مختلف توربینهای بادی، سلولهای خورشیدی، کنورتر و ژنراتور دیزلی به تعیین هزینه های اقتصادی و ویژگیهای فنی مورد نظر برای این شبیه سازی پرداخته و آنها را بصورتهای نشان داده شده در جدول ۱ انتخاب می نمایم.

همچنین در این بررسی فرض می شود هزینه سوخت مصرفی ژنراتور دیزلی مقادیر متغیر ۱-۰/۷-۰/۴ دلار بر لیتر، متوسط سرعت باد دارای نرخ تغییرات ۷-۶-۵-۴ متر بر ثانیه



شکل ۲- روند برنامه ریزی افزایش سهم منابع انرژی تجدیدپذیر در اروپا به همراه میزان هر یک از انواع آن

برای مقایسه میزان استفاده ایران و سایر کشورها از میزان انرژیهای تجدیدپذیر، میزان انرژی تولیدی از طریق توربینهای بادی نصب شده برای ایران و اروپا در حال حاضر و در آینده در شکل ۳ آورده شده و بیانگر برنامه ریزی تولید انرژی از این روش در آینده است.

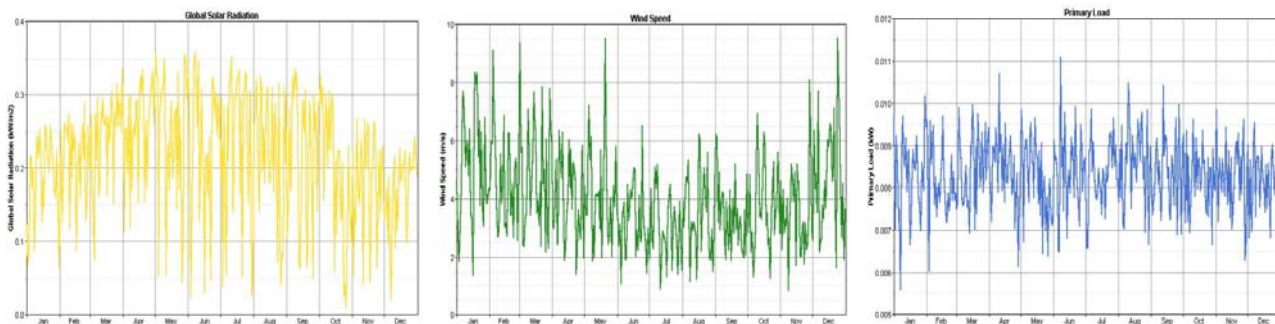


شکل ۳- میزان انرژی تولیدی حال و آینده از انرژی باد در ایران (شکل بالا) و اروپا (شکل پایین)

بررسیهای بعمل آمده حاکی از آن هستند که در میان منابع انرژیهای تجدیدپذیر، استفاده از انرژی باد کم هزینه ترین و

۲۰۰ دلار، هزینه امکان بهره بردای از سیستم ۵۰ دلار و نرخ تقاضای مصرف از شبکه ۵ دلار بر کیلووات در ماه می باشد. نتایج بررسیهای اقتصادی نشان دهنده آن است که برای طرح شبیه سازی شده، روشهای نشان داده شده در جدول ۲ بترتیب بهترین انتخاب اقتصادی و کم هزینه ترین روش از میان منابع مختلف انرژی برای تامین بار مصرفی مفروض می باشد.

و بار مصرفی دارای نرخ تغییرات ۰/۲-۰/۵-۰/۸-۱/۱ کیلووات ساعت در روز می باشد. توان گرفته شده از شبکه نیز دارای قیمت ۰/۴-۰/۷-۱ دلار بر کیلووات مصرفی بوده و ماکزیمم توان قابل ارائه به مصرف کننده برابر ۱۰-۵-۲ کیلووات است. همچنین هزینه اتصال بار مصرفی به شبکه



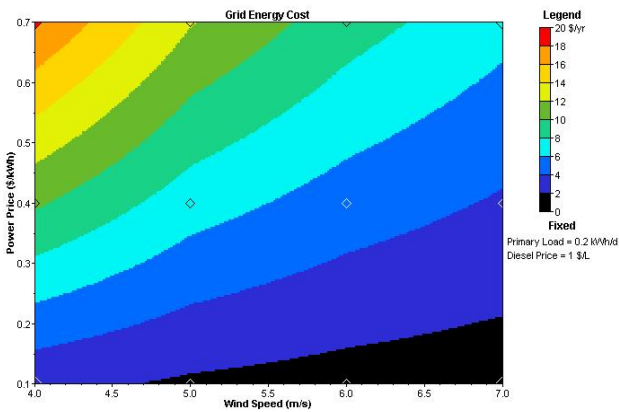
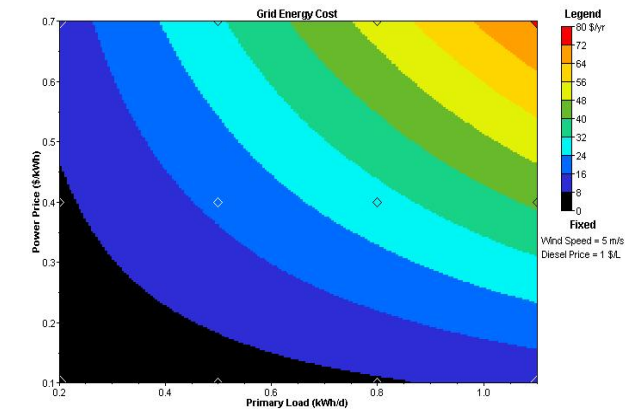
شکل ۵- نرخ تغییرات بار مصرفی (بالا)، سرعت باد (وسط) و تابش خورشید (پایین) برای شبیه سازی

جدول ۱- مشخصات فنی و اقتصادی منابع مختلف انرژی

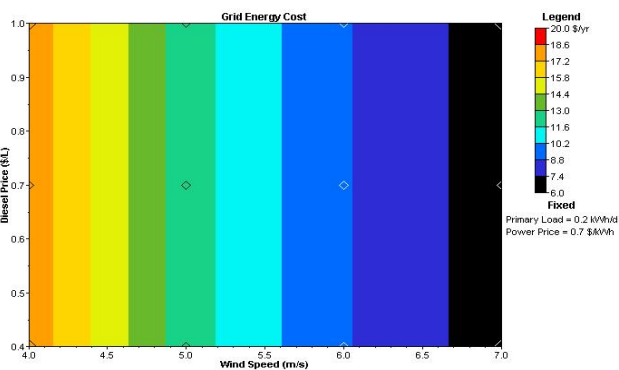
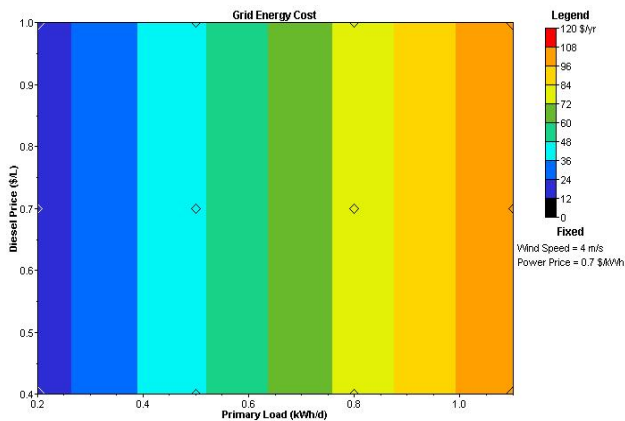
ژنراتور	کنورتر	سلول خورشیدی	توربین بادی	نوع منبع انرژی
Disel 2KW	Converter5KW	PV 1KW	Generic 10 KW	نام تجهیزات
AC	DC/AC	DC	DC	نوع ولتاژ تولیدی
1500 \$	5 \$	8000 \$	1200 \$	قیمت توربین
1400 \$	1 \$	4000 \$	1100 \$	هزینه نصب
0.08 \$/hour	1 \$	30 \$/year	20 \$/year	هزینه نگه داری
0.2.5 KW	0.5 KW	0-0.4 KW	0.1.2.3 No.	میزان قابل نصب
25000 hours	15 years	25 years	15 years	طول عمر
90 %	85 %	80 %	100 %	بازدهی

جدول ۲- نتایج تحلیلها و انتخابهای برتر اقتصادی برای بار مصرفی مفروض از میان منابع مختلف انرژی

کل هزینه	توان ژنراتور	توان دریافتی از شبکه	توان کنورتر	توان توربین	توان سلول خورشیدی	انواع منابع انرژی
2605 \$	-	10 KW	5 KW	2 KW	-	
16205 \$	-	10 KW	5 KW	-	2 KW	
18605 \$	-	10 KW	5 KW	2 KW	2 KW	
20105 \$	2 KW	10 KW	5 KW	2 KW	2 KW	



شکل ۶- هزینه برق مصرفی از شبکه بصورت توابعی از تغییرات بار مصرفی (بالا) و سرعت باد (پایین)



شکل ۷- هزینه سوخت دیزل ژنراتور بصورت توابعی از تغییرات بار مصرفی (بالا) و سرعت باد (پایین)

با مطالعه جدول ۲ می توان دریافت اقتصادیترین روش استفاده از منابع فوق، ترکیب توربینهای بادی و شبکه برق سراسری است که بالطبع استفاده از کنورتر نیز ضروری می باشد. همچنین گرانترین روش استفاده از منابع نیز استفاده همزمان از هر چهار منبع فوق است که هزینه های طرح را در حدود ۱۰ برابر افزایش می دهد و نیز استفاده از توربینهای بادی برای تامین بار مصرفی بسیار ارزاتر از استفاده از سلولهای خورشیدی می باشد. بررسی این نتایج بیان می کند در صورت عدم بررسی و تحلیل اقتصادی و تنها با پیش زمینه کاهش هزینه ها در صورت استفاده از توربینهای بادی و سلولهای خورشیدی، طرح هزینه های بسیار گرانتری را متحمل خواهد شد. بالطبع با تغییر هر یک از پارامترهای فوق می توان نتایج دیگری را انتظار داشت که بسته به شرایط جغرافیایی و مشخصات فنی و اقتصادی تجهیزات متفاوت خواهد بود. تغییرات هزینه برق مصرفی از شبکه بصورت توابعی از تغییرات بار مصرفی و سرعت باد در شکل ۶ دیده می شود و نشان دهنده آن است که با افزایش سرعت باد، توان تولیدی بیشتری توسط توربینهای بادی تولید شده و لذا هزینه برق مصرفی از شبکه کاهش می یابد. همچنین تغییرات هزینه سوخت مصرفی ژنراتور نسبت به تغییرات بار مصرفی و تغییرات سرعت باد در شکل ۷ دیده می شود و نشان می دهد که برای سرعتهای باد بالا دیگر نیازی به استفاده از ژنراتور نبوده و توربین بادی آن قسمت از انرژی را با هزینه کمتری تولید نماید.

## ۴- نتایج شبیه سازیهای انتخاب بهینه اقتصادی

### توسط نرم افزار VIPOR

یکی از مهمترین کاربردهای استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر برای تامین برق مورد نیاز بارهای مصرفی کم و پراکنده مثلاً در روستاهای دور افتاده و یا جزایر می باشد که تامین انرژی آنها از طریق شبکه برق سراسری بصره نیست. اما برای طراحی بسیار دقیق چنین شبکه ای نیاز به تحلیلی اقتصادی است تا نحوه انتخاب منابع مختلف با توجه به عوامل مختلفی همچون پراکندگی بارهای مصرفی و اندازه آنها، هزینه های خرید، نصب و نگه داری منابع مختلف، هزینه احداث شبکه توزیع و میزان توان تحویلی آن به مصرف کنندگان به همراه نرخ برق مصرفی و... صورت گیرد. برای این منظور می توان از نرم افزار تخصصی VIPOR استفاده نمود که این نرم افزار نیز توسط مرکز تحقیقات انرژیهای نو ایالات متحده آماده شده است. بعنوان مثال یک روستای دور افتاده محصور بین کوه و دریا به همراه بارهای مصرفی آن بصورت شکل ۸ شبیه سازی شده است.



شکل ۸- منطقه جغرافیایی شبیه سازی شده به همراه محل بارهای مصرفی و منابع انرژی

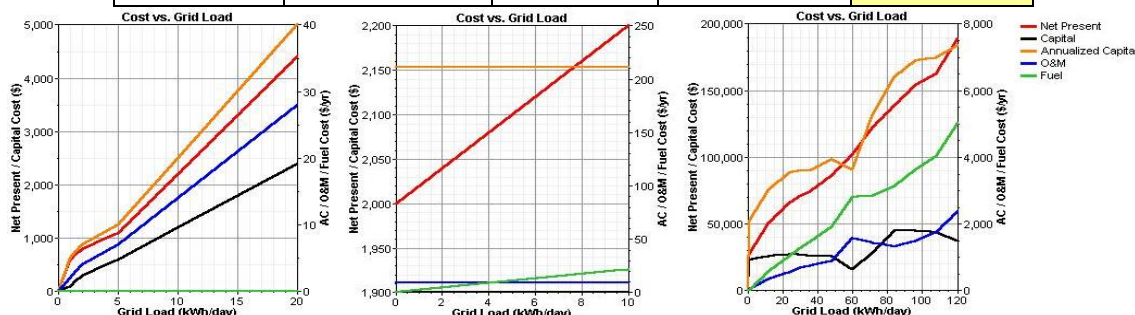
جدول ۳- مشخصات بارهای مصرفی موجود در منطقه

جدا از شبکه		متصل به شبکه		بارهای مصرفی
هزینه \$/month	بار مصرفی kWh/day	هزینه \$/month	بار kWh/day	
۴	۳	۵	۴	بار خانگی

بارهای مصرفی این منطقه به سه دسته تقسیم می شوند. بارهای مصرفی خانگی روستاییان که در ۵ منطقه متمرکز است، بارهای مصرفی موتورهای چاههای باغها و زمینهای کشاورزی بصورت پراکنده در منطقه و بارهای مصرفی مربوط به تجهیزات موجود در معدنی که در منطقه وجود دارد. مشخصات هر یک از این بارها بصورت نشان داده شده در جدول ۳ می باشد.

همچنین با فرض امکان نصب منابع در محلها موجود بر روی نقشه، مشخصات انواع منابع تولید انرژی بصورت جدا از شبکه، متصل به شبکه و ترکیب آنها در شکل ۹ دیده می شود. نتایج تحلیلهای انجام شده توسط این نرم افزار برای انتخاب نحوه برقرسانی به بارهای مصرفی مختلف در شکل ۱۰ دیده می شود که شامل میزان بارهای مصرفی از منابع متصل به شبکه، ایزوله از آن به همراه هزینه های مربوطه و مشخصات شبکه توزیع شامل طول خطوط فشار ضعیف و ولتاژ متوسط، تعداد ترانسهای توزیع و... می باشد. همچنین نحوه اتصال شبکه توزیع طبق نتایج تحلیلهای انجام شده برای بهترین حالت اقتصادی اتصال منابع بصورت شکل ۱۱ می باشد.

۵	۶	۷	۶	بار موتور چاه
۲۰	۱۵	۲۵	۲۰	بار تجهیزات



شکل ۹- مشخصات هزینه های منابع انرژی طرح شبیه سازی برتریب از چپ به راست برای حالات جدا از شبکه، متصل به شبکه و ترکیب آنها

Costs						
Component	Net Present (\$)	Initial Capital (\$)	Total Annualized (\$/yr)	Annualized Capital (\$/yr)	Annual O&M (\$/yr)	Annual Fuel (\$/yr)
Centralized Generation:	18,240	5,700	2,006	633	27	1,346
Isolated Generation:	23,760	12,960	367	216	151	0
Distribution System:	80,547	68,209	8,879	7,515	1,364	
<b>Totals:</b>	<b>122,547</b>	<b>86,869</b>	<b>11,252</b>	<b>8,364</b>	<b>1,542</b>	<b>1,346</b>
Per Load:	921	653	85	63	12	10

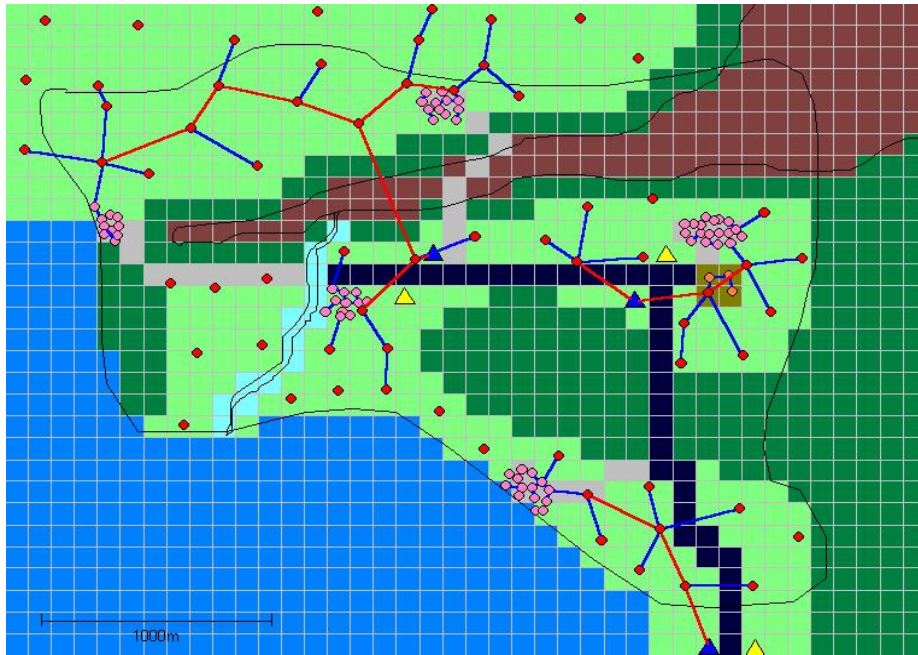
Revenue		Profit	
	Net Present (\$)	Annual (\$/yr)	
Centralized Loads:	80,931	8,916	Net Present Profit: -31,813 \$
Isolated Loads:	9,803	1,080	Annualized Profit: -1,256 \$/yr
<b>Total:</b>	<b>90,734</b>	<b>9,996</b>	Levelized COE: 0.043 \$/kWh
			Levelized Profit: -0.005 \$/kWh

Centralized Loads:	115	Total Centralized Load:	612.0 kWh/d
Isolated Loads:	18	Total Isolated Load:	108.0 kWh/d
LV Line Length:	10,598 m	No. of Transformers:	15
MV Line Length:	4,633 m	Max. Transformer Load:	98.0 kWh/d

شکل ۱۰- نتایج تحلیلهای انجام شده برای منطقه مورد شبیه سازی





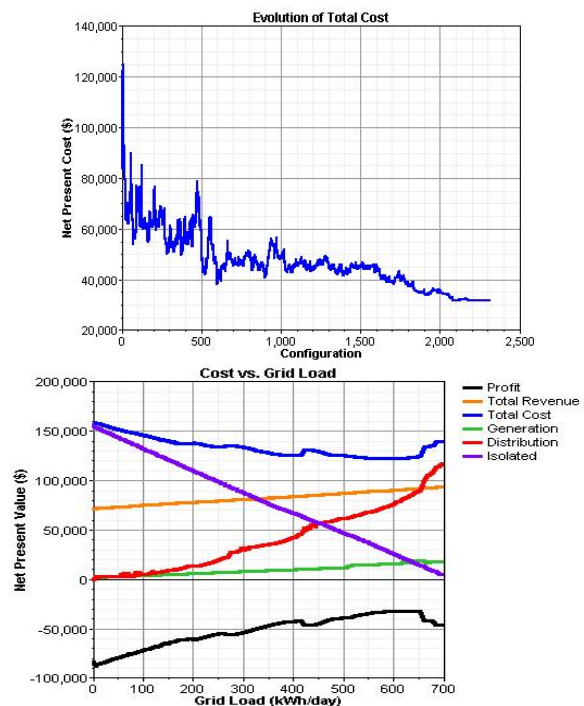
شکل ۱۱- تصویر شماتیک شبکه توزیع دارای بهترین ویژگیهای اقتصادی

به هر دلیلی تغییری در آن صورت گیرد هزینه ها افزایش می یابد بطوریکه در صورت استفاده مجرد از منابع انرژی تجدیدپذیر برای تمامی بارهای مصرفی و بصورت جدا از شبکه، هزینه طرح بالغ بر ۱۵۵ هزار دلار خواهد شد.

#### ۵- نتیجه گیری

گرایش به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر بدلایلی نظیر قیمت کمتر، در دسترس بودن و ایجاد آلودگی کمتر همواره مورد توجه بوده و هر روز شاهد گسترش استفاده از چنین منابعی بعنوان منابع تولید پراکنده در شبکه های توزیع هستیم. بدلی عوامل مختلفی همچون ویژگیهای جغرافیایی، هزینه های نصب و بهره برداری، تعمیرات و نگه داری، بازدهی، طول عمر و همچنین تغییرات هزینه ها سوخت مصرفی با گذشت زمان نمی توان به راحتی به انتخاب بهینه ترین حالت اقتصادی از میان منابع مختلف برای تامین بار مصرفی مفروض پرداخت. در این مقاله به معرفی دو نرم افزار تخصصی و بسیار قوی HOMER و VIPOR پرداخته شد و نوع فعالیت آنها با انجام دو شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسیها و شبیه سازیهای انجام شده با در نظر گرفتن عوامل مختلف اقتصادی، جغرافیایی و فنی تجهیزات بکار رفته لزوم انجام

همچنین شکل منحنیهای نتایج تحلیلهای هزینه های منابع مختلف سیستم مورد شبیه سازی در شکل ۱۲ آورده شده است.



شکل ۱۲- نتایج منحنیهای هزینه منابع مختلف حاصل از تحلیل سیستم مورد شبیه سازی

با بررسی نتایج تحلیلهای انجام شده می توان دریافت در صورت طراحی شبکه توزیع مطابق نتایج بدست آمده، کل هزینه طرح در حدود ۱۲۲ هزار دلار خواهد بود ولی اگر

## ۶- مراجع

- [۱] فرهاد شهنیا، حمیدرضا گیاهی، "انرژیهای تجدیدپذیر و نقش آن در توسعه پایدار اقتصادی"، اولین کنفرانس اکوانرژی، شهریور ۸۳، ارومیه.
- [۲] کتاب «منابع انرژی تجدید پذیر نوین»، وزارت نیرو، امور انرژی، دفتر انرژیهای نو.
- [۳] داریوش آزر، مهرداد عدل، "جایگاه انرژیهای تجدیدپذیر در ساختار انرژی ایران و جهان"، نشریه علمی برق، سال ۴، شماره ۳۱، صفحه ۹۳-۷۴، بهار ۱۳۸۰.
- [۴] اسماعیل خراسانی، "توسعه انرژی بادی و خورشیدی در ایران"، مجله علمی تخصصی صنعت برق، صفحه ۲۳-۱۶، فروردین اردیبهشت ۱۳۸۳.
- [۵] علی محمد احمدی، بتول صفائی، "انرژیهای تجدیدپذیر و توسعه پایدار اقتصادی اجتماعی"، مجموعه مقالات سمینار توسعه کاربرد انرژیهای نو، صفحه ۱۵۱-۱۴۳، بهمن ۷۶۱۳، تهران.
- [6] P. Appleby, "Renewables in the future energy supply", *Renewable Energy World*, Vol. 2, No. 4, 1999.
- [7] Margit Mertens, "Solutions made in Germany", *Deutschland*, No. 2, April 2004.