

ebook2009.blogfa.com

## ارزیابی فنی و اقتصادی اتوماسیون شبکه های توزیع برق

سیدحمیدرضا حیدری نژاد

[Hamid\\_hm2008@yahoo.com](mailto:Hamid_hm2008@yahoo.com)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب و سازمان توانیر  
علیرضا صفرزاده

[Alireza\\_sa2008@yahoo.com](mailto:Alireza_sa2008@yahoo.com)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

سیدمحمدحسن حسینی

[Smhh110@yahoo.com](mailto:Smhh110@yahoo.com)

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب

**چکیده:** رشد روز افزون جمعیت شهری و به تبع آن گسترش بیش از پیش مناطق شهری توزیع انرژی الکتریکی را با اهمیت تر و به همان نسبت مشکل تر ساخته است. تداوم انرژی رسانی و کیفیت مطلوب تحویلی در مناطق شهری با تراکم بالا یا دشواریهای خاص خود روبروست که در این میان بحث اتوماسیون با توجه به برخورداری از فن آوری مدرن و به روز و همچنین مزایای اقتصادی جایگاه خاصی را در سیستم مدیریت توزیع داراست. در این مقاله سعی شده است اهداف کلی اتوماسیون شبکه توزیع و همچنین مزایای اقتصادی و کاهش هزینه های حاصل از انجام اتوماسیون شبکه های توزیع به اختصار بیان شود.

**واژگان کلیدی:** اتوماسیون توزیع، شبکه توزیع، مخابرات

### مقدمه:

اساسی ترین وظیفه شرکتهای توزیع علاوه بر تامین به موقع برق متقاضیان، تداوم برق با کیفیت مناسب، برای مشترکین می باشد برای رسیدن به این هدف والا، ضرورت دارد شبکه های توزیع اتومات گردیده و قابل کنترل نیز باشد. در شبکه های توزیع برق غیراتومات پس از بروز هر خاموشی، مدت زمان زیادی برای پیدا کردن محل عیب و ایزوله کردن آن محل از بقیه شبکه صرف می گردد که این زمان در شبکه های با طول زیاد ممکن است به چندین ساعت نیز افزایش یابد، این در حالی است که در صنایع پیشرفته امروزی، قطع برق حتی برای کمتر از چند ثانیه نیز صدمات جبران ناپذیری را به اقتصاد وارد می آورد، لذا می بایست در شبکه های توزیع، تمهیدات لازم برای به حداقل رساندن خاموشیها در نظر گرفته شود. برای این منظور می بایست قابلیت اطمینان شبکه و همچنین قابلیت مانور شبکه را افزایش و زمان انجام مانور را کاهش دهیم.

### 1\_ تعریف سیستم اتوماسیون توزیع:

بر طبق تعریف انجام شده در استاندارد IEEE سیستم اتوماسیون توزیع سیستمی است که یک شرکت توزیع را به نظارت از راه دور، هماهنگ نمودن و اعمال فرمان روی تجهیزات توزیع در زمان حقیقی و مسافتهای دور قادر می سازد. [1]

## 2\_ اهداف و جنبه های اقتصادی اتوماسیون شبکه توزیع:

در این بخش ابتدا به بررسی اهداف کلی اتوماسیون شبکه توزیع پرداخته، سپس ویژگیهای شرکتیهای توزیع که امکان کسب بیشترین سود از اتوماسیون شبکه توزیع را دارند بررسی خواهیم کرد.

### 2\_1\_ اهداف کلی اتوماسیون توزیع:

اهداف پیاده سازی سیستم اتوماسیون توزیع:

- کاهش هزینه های بهره برداری تعمیرات و نگهداری (Operation & maintenance)
- به تعویق انداختن سرمایه گذاری جهت ساخت تاسیسات جدید
- بهبود راندمان سیستم توزیع و بهبود زمان بازیابی
- افزایش قابلیت اطمینان سیستم
- ارائه خدمات بهتر و سریعتر به مصرف کنندگان و افزایش رضایت آنها
- کسب اطلاعات و آمار بهتر و دقیقتر از شبکه توزیع و مصرف کنندگان
- کاهش خاموشی ها و مدت میانگین قطع برق
- کاهش انرژی توزیع نشده
- افزایش عمر مفید تجهیزات در نتیجه جلوگیری از اضافه بار آنها
- استفاده از اطلاعات در بازار برق
- جلوگیری از سرقت برق
- کاهش تلفات و بهبود ضریب قدرت
- بهره برداری صحیح و قانونمند از شبکه توزیع و مصرف کنندگان
- تسهیل تغییرات پیکربندی و توسعه شبکه
- ارتباط با مرکز فوق بالا دست جهت اخذ اطلاعات به هنگام
- فراهم کردن سهولت برای تصمیم گیری و برنامه ریزی مهندسی [2]

## 3\_ سیستمهای اتوماسیون شبکه توزیع:

براساس نیازها و خواسته های مدیریت شرکتیهای توزیع اتوماسیون شبکه های توزیع با انواع مختلف اجرا و مورد استفاده قرار می گیرد این سیستمها را میتوان به ترتیب زیر در نظر گرفت:

### 3\_1\_ سیستم مانیتورینگ شبکه توزیع (Distribution Monitoring):

سیستم مانیتورینگ شبکه توزیع اولین نسل از سیستمهای اتوماسیون شبکه توزیع بوده و یک سیستم جمع آوری اطلاعات (Data Acquisition) و پردازش اطلاعات می باشد. با اجرای این سیستم، امکان نظارت بر سیستم توزیع و آگاهی از وضعیت تجهیزات شبکه نظیر کلید، سکسیونر، ترانسفورماتور و... همچنین مقادیر کمیتهای مهم نظیر ولتاژ، جریان، ضریب قدرت و... در پستها و فیدرهای تحت نظارت ایجاد می شود.

### 3\_2\_ سیستم جمع آوری و اطلاعات و کنترل نظارتی توزیع (Distribution SCADA):

در این سیستم، علاوه بر جمع آوری اطلاعات و نظارت بر وضعیت تجهیزات و مقادیر کمیتهای مهم، امکان ارسال فرمان از طرف اپراتور سیستم به تجهیزاتی نظیر کلیدها، سکسیونرها، تپ ترانسها و... وجود دارد. این فرمانها برای تغییر توپولوژی شبکه به هنگام خطا، تعمیرات و... اعمال شده و باعث سهولت در بهره برداری و کاهش هزینه ها میشود.

### 3\_3\_ سیستم جمع‌آوری اطلاعات و کنترل خودکار توزیع (Distribution Automation System)

این سیستم نسل سوم از سیستم‌های توزیع می‌باشد. ویژگی‌های این سیستم این امکان را میدهد که در مواردی نظیر وقوع خطا که نیاز به تصمیم‌گیری‌های فوری و انجام یک سری از عملیات ضروری می‌باشد. خود سیستم بتواند با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، عملیات مورد نیاز را به منظور تسریع در کارها بدون دخالت اپراتور انجام دهد. در حال حاضر سیستم‌های مدرن اتوماسیون توزیع موجود در سطح جهان عمدتاً از این نوع می‌باشد.

### 3\_4\_ سیستم‌های اتوماسیون توزیع هوشمند:

سیستم‌های اتوماسیون توزیع برای انجام وظایف خود نیاز به تصمیم‌گیری دارند و برای تسهیل در این امر از سیستم‌های هوشمند، نظیر سیستم‌های خبره، فازی و... استفاده می‌کنند. این مرحله از سیستم اتوماسیون توزیع در حال طی مراحل تکاملی است و در حال حاضر، جزء پیشرفته‌ترین نوع سیستم‌های اتوماسیون توزیع محسوب می‌شود. البته سیستم‌های فوق‌الذکر به ترتیبی که آمده‌اند دارای پیچیدگی بیشتری نسبت به قبل می‌باشند و جهت ارتقاء از یک نوع سیستم اتوماسیون به سیستم دیگر لزوماً نیازی به برچیدن سیستم قبلی و نصب سیستم جدید نمی‌باشد و با تغییرات نرم‌افزاری و بعضاً سخت‌افزاری معمولاً امکان افزودن ویژگی‌های جدید به سیستم اتوماسیون توزیع ممکن می‌باشد. هر یک از سیستم‌های فوق می‌توانند در سه بخش مطرح باشند:

- اتوماسیون پست: اتوماسیون پست شامل جمع‌آوری اطلاعات و کنترل کلیدها، سکسیونرها، خازنها و سایر تجهیزات موجود در پست می‌باشد.
- اتوماسیون فیدر: اتوماسیون فیدر شامل جمع‌آوری اطلاعات و کنترل تجهیزات فیدرها از قبیل کلیدها، سکسیونرها، خازنها و رگولاتورهای خطوط، مجزا کننده‌ها و نمایشگرهای خطا می‌باشد.
- اتوماسیون ارائه خدمات به مصرف کننده‌ها: این جزء از اتوماسیون شامل قرائت از راه دور کنتورها، برنامه‌ریزی کنتورهای چند تعرفه و کنترل بارهای خاص مصرف کنندگان می‌باشد. [1]

### 4\_ وظایف سیستم اتوماسیون توزیع:

برای هر یک از اجزاء سیستم اتوماسیون توزیع، میتوان وظایفی تعریف کرد. انتخاب وظایف یک سیستم اتوماسیون توزیع به مسائل متعددی از جمله موارد ذیل بستگی دارد:

- مشخصات شبکه
- مشخصات بارها
- سیاستهای قیمت گذاری
- مسائل اجتماعی، سیاسی و اقتصادی
- نیازها و خواسته های مدیران شرکتهای توزیع

انتخاب وظایف مناسب هر سیستم اتوماسیون توزیع با بررسی موارد فوق صورت میگیرد اما بطور کلی وظایف سیستم اتوماسیون توزیع را میتوان برای هر یک از اجزای سیستم های اتوماسیون بصورت زیر در نظر گرفت.

### 4\_1\_ وظایف مناسب اتوماسیون پست:

- از جمله وظایفی که در اتوماسیون پست تعریف میشود عبارتند از:
- نظارت بر وضعیت تجهیزات پست
- کنترل تجهیزات پست
- جمع آوری اطلاعات آماری درمورد پست
- مجزا سازی خطا ، بازیابی سرویس و تشخیص اضافه بار

- کاهش تلفات ترانسها
  - تقسیم بار روی ترانسهای موازی
  - تقسیم بار روی فازهای مختلف
  - کنترل ولتاژ و توان راکتیو
  - کنترل جریانهای چرخشی ترانسهای موازی
- یادآوری می شود که در برخی موارد نظیر کنترل تجهیزات یا جمع آوری اطلاعات سیستم اتوماسیون پست بصورت مستقیم و در برخی موارد نظیر متعادل نمودن بار روی فازها بصورت غیر مستقیم و با ارائه اطلاعات تاثیر گذار می باشد.

#### 4\_2\_ وظایف مناسب در اتوماسیون فیدر:

- برای اتوماسیون فیدر معمولاً موارد ذیل انتخاب میشوند:
- جداسازی خطا و بازیابی سرویس
  - کنترل تجهیزات فیدر
  - جمع آوری اطلاعات آماری در مورد فیدر
  - کنترل از راه دور رگولاتورها و خازنها

#### 4\_3\_ وظایف مناسب در اتوماسیون مصرف کننده ها:

- این وظایف شامل موارد ذیل می باشد:
- قرائت از راه دور کنتورها، کنتورهای چند تعرفه و کنتورهای پیک بار
  - کشف دستکاری کنتور و انشعابات غیرمجاز
  - نظارت بر کارکرد صحیح کنتورها
  - بررسی مشخصات و ویژگیهای بارها
  - قطع و وصل برق از راه دور [2]

#### 5\_ مزایای اقتصادی و کاهش هزینه های حاصل از انجام اتوماسیون شبکه:

بطور کلی دو نوع سود اقتصادی از اجرای اتوماسیون شبکه توزیع حاصل می شود که عبارتند از:

- \_ سودهای کمی یا ملموس (Tangible Quantifiable)
- \_ سودهای کیفی یا غیر ملموس (Intangible benefits)

#### 5\_1\_ سودهای کمی:

سودهایی هستند که بوسیله عدد و رقم قابل بیان می باشند. برخی از این سودها عبارتند از:

- به تعویق انداختن سرمایه گذاری ناشی از استفاده بهینه از تجهیزات و کاهش تلفات: این سود بدلیل استفاده موثر از تجهیزات شبکه حاصل میشود بعنوان نمونه در پستهای توزیع با کنترل جریانهای چرخشی بین ترانسهای موازی، کاهش تلفات از طریق بهبود پروفیل ولتاژ و کنترل توان راکتیو، کاهش اضافه بار ترانسها به دلیل موجود بودن اطلاعات زمان حقیقی از ترانسها همچنین در فیدرها با ایجاد تعادل بار و کاهش تلفات امکان استفاده از ظرفیتهای اضافی ایجاد شده برای مشترکین جدید مهیا می شود و نیاز به سرمایه جدید برای خرید تجهیزات کاهش یافته یا به تعویق میافتد.
- کاهش هزینه های ناشی از قطع برق: این سود بدلیل کاهش زمان قطع برق در شبکه توزیع حاصل میشود و از دو جزء تشکیل شده است یک جزء آن مربوط به فروش انرژی توزیع نشده میباشد و جزء مهمتر آن مربوط به مصرف کنندگان است. در واقع ارزش برق برای مصرف کنندگان به مراتب بیشتر از قیمتی است که بابت مصرف آن می پردازند. این مسئله بخصوص برای مصرف کنندگان تجاری و صنعتی قابل توجه است در واقع شرکتهای صنعتی و تجاری بوسیله برق کالا یا خدماتی تولید

میکنند که تاثیر بسزایی در تولید ناخالص ملی دارد. به عنوان نمونه در سال ۱۹۹۲ در آمریکا ارزش برق برای مصارف صنعتی بین  $5/8\$/kwh$  تا ۲۱، در کانادا حدود ۵ و در نروژ حدود  $1/25\$/kwh$  بوده است بنابراین واضحست که با کاهش زمان قطع برق، تولید ناخالص ملی افزایش می یابد که این مسئله بر بهره وری ملی تاثیر مثبت خواهد داشت.

– افزایش درآمد بدلیل کشف دستکاری کنتورها و انشعابات غیرمجاز: با اجرای اتوماسیون توزیع امکان نظارت برمیزان انرژی مصرفی مشترکین و جلوگیری از سوء استفاده های احتمالی ممکن شده و این مسئله باعث افزایش درآمدهای شرکتهای توزیع می شود.

– کاهش هزینه های ناشی از صرفه جوئی مصرف کننده ها: این مورد ناشی از بهبود زمانی بازایی سیستم و جلوگیری از هزینه های ناشی از قطع برق برای مصرف کننده ها می شود. مفهوم ارزش خدمات (Value Of Service-VOS) برای بیان این مورد استفاده می شود. برای هر مصرف کننده، انرژی الکتریکی دارای ارزشی است که بستگی به نوع استفاده از برق دارد.

## 5\_2\_ سودهای کیفی:

منظور از سودهای کیفی (غیرملموس) سودهایی است که امکان برآورد و بیان آنها با عدد مقدور نیست. اهم این سودها شامل موارد زیر میباشد:

- کنترل و مدیریت موثرتر شبکه توزیع توسط مدیران ذیربط
- روابط بهتر مصرف کننده ها با شرکتهای توزیع: طبیعی است که آرائی سرویس بهتر منجر به رضایت مصرف کنندگان و در نهایت ذهنیت بهتر آنها از شرکت توزیع می شود. در مواردی که مصرف کننده ها، نهادها و سازمانهای مهم داخلی یا خارجی مانند سفارتخانه ها، شعبه های شرکتهای تجاری و صنعتی کشورهای خارجی، مراکز دولتی و حکومتی باشند، ارائه سرویس مطمئن دارای اهمیت و ضرورت بالایی می باشد.
- ایجاد فضای رقابتی بین شرکتهای توزیع نیروی برق جهت ارائه خدمات بهتر: با توجه به تشکیل بازار برق در وزارت نیرو، اتوماسیون و اطلاعات حاصله از آن می تواند نقش بسیار مؤثری در توسعه بازار برق و رسیدن به اهداف مورد نظر ایفا نماید.
- اطلاعات بهتر و دقیقتر برای برنامه ریزی و مهندسی: با دسترسی به اطلاعات زمان حقیقی و آماری از وضعیت شبکه، امکان برنامه ریزی برای توسعه سیستم، تعمیرات آن بسیار آسانتر و کم هزینه تر می شود. تصمیم گیری صحیح و به موقع بر مبنای اطلاعات صحیح میسر خواهد بود و به این ترتیب از خسارتهای ناشی از تصمیم گیریهای غیر صحیح و خطای نیروی انسانی به طور قابل ملاحظه ای کاسته خواهد شد.

## 6\_ هزینه های ناشی از اتوماسیون شبکه توزیع:

هزینه های اتوماسیونتوزیع به عوامل مختلفی از جمله موارد زیر بستگی دارد:

- مساحت و ابعاد تحت پوشش
- وظایف مورد نیاز در اتوماسیون سیستم
- اطلاعات و سیگنالهای مورد نیاز
- وضعیت فعلی تجهیزات شبکه توزیع
- وظایف کنترلی مورد نیاز
- سخت افزار و نرم افزار به کار رفته در مرکز کنترل و پایانه ها
- روشهای مخابراتی مورد استفاده

## 7\_ محاسبه سودهای کمی ناشی از اتوماسیون توزیع

سودهای ناشی از افزایش درآمد (کاهش هزینه ها)

همانگونه که توضیح داده شد انجام اتوماسیون سودهای زیادی را در پی خواهد داشت، که محاسبه همه آنها مستلزم در اختیار داشتن اطلاعات بسیار دقیق و Online از شبکه می باشد که البته این اطلاعات با اجرای اتوماسیون قابل دسترس خواهد بود. لذا در این مرحله جهت محاسبه سودهای ناشی از اتوماسیون تنها تعدادی از آنها که امکان محاسبه قطعی دارند، محاسبه شده است که عبارتند از:

### 7\_1\_ سودهای ناشی از فروش انرژی توزیع نشده و کاهش خاموشیها و مدت میانگین برق:

با انجام اتوماسیون توزیع، به دلیل بازبایی سریعتر سرویس این امکان بوجود می آید که انرژی توزیع نشده را کاهش داد. محاسبات کاهش خاموشیها (انرژی توزیع نشده) و مدت میانگین قطع برق بر اثر اتوماسیون در خصوص این سود با توجه به شاخصهای قابلیت اطمینان به شرح زیر می باشد:

شاخص مدت متوسط قطع برق سیستم SAIDI System Average Interruption Duration Index

که به اختصار SAIDI نامیده می شود. این شاخص بیانگر مدت زمان قطع برق هر مشترک در سال می باشد و بصورت زیر بیان می شود:

SAIDI = مجموع کل مدت زمان قطع برق مشترکین

تعداد کل مشترکین

انجام اتوماسیون روی شبکه توزیع باعث بهبود این شاخص خواهد شد که در ادامه به این مهم پرداخته می شود. نحوه محاسبه شاخصهای قابلیت اطمینان

$$SAIDI = \frac{A}{N}$$

A = مدت زمان خاموشی مشترکین

N = تعداد کل مشترکین

برای محاسبه پارامترها داریم:

$$A = \sum Ni \lambda_i R_i$$

$$N = \sum Ni$$

$N_i$  = تعداد مشترکین موجود در ناحیه  $i$  ام

$\lambda_i$  = تعداد خطا در سال در ناحیه  $i$  ام

$R_i$  = میانگین زمان خطا در ناحیه  $i$  ام

یادآوری می شود با اضافه شدن پست مانوری، فیدر به چند ناحیه (Section) تقسیم می شود که  $\sum$  برای جمع زدن مقادیر این ناحیه بکار رفته است.

توضیح اینکه قبل از اتوماسیون  $n=1$  می گردد.

چنانچه در هر فیدر ۱ نقطه مانور در اتوماسیون نصب گردد  $n=2$  میگردد.

چنانچه در هر فیدر ۲ نقطه مانور در اتوماسیون نصب گردد  $n=3$  میگردد.

### 7\_2\_ سودهای سالیانه ناشی از کلید زنی:

یکی از مسائلی که در شرکتهای توزیع حائز اهمیت و حیاتی است مسئله کلیدزنی است. این مسأله هم به صورت عادی و هم غیر عادی محتمل می باشد. به این شکل که تجهیزات و شبکه ناگزیر باید سرویس و تعمیر شوند و همچنین مسأله نوسازی و گسترش شبکه نیز متصور است که برای انجام چنین امری طبیعتاً کلیدزنی اتفاق خواهد افتاد. به این نکته باید کلیدزنیهای مواقع اضطراری را نیز اضافه کرد که در مواقع بروز خطا در شبکه نیاز به اعزام گروه و انجام کلید زنی است. پس از

اجام اتوماسیون برای این کلیدزنیها به سبب اینکه امکان ارسال فرمان قطع و وصل از مرکز دیسپاچینگ میسر است، نیازی به اعزام گرهای عملیاتی در صحنه نخواهد بود و کلیه هزینه های مرتبط صرفه جویی خواهد شد. حال چنانچه کلیدزنیهای خواسته و ناخواسته را برابر  $n$  و زمان لازم برای انجام هر کلیدزنی را برابر  $t$  و همچنین هزینه متوسط هر ساعت از کلیدزنی را برابر  $r$  ریال بگیریم، پس از انجام اتوماسیون میزان هزینه صرفه جویی شده بر اساس فرمول زیر بدست میاید:

$$\text{ارزش ریالی سودسالیانه ناشی از کلیدزنی از راه دور} = n \times t \times r$$

### 7\_3\_ سود ناشی از استفاده بهینه از ظرفیتهای موجود و به تعویق انداختن سرمایه گذاری افزایش ظرفیت و افزایش عمر تجهیزات در نتیجه جلوگیری از اضافه بار آنها:

با انجام پروژه اتوماسیون به علت خالی شدن ظرفیتهای جدید بر اثر بهبود ضریب قدرت و خصوصاً متعادل نمودن بار فیدرها نیازی به احداث و نصب فیدرهای جدید نخواهد بود. در اثر این عدم احداث و استفاده از ظرفیتهای موجود هزینه های قابل توجهی صرفه جویی خواهد شد.

### 7\_4\_ ارزش واقعی برق:

برای محاسبه سود ناشی از افزایش قابلیت اطمینان از مقدار VOS برق (Value Of Service) استفاده می شود، که به مراتب بیشتر از قیمت فروش آن است. به عنوان مثال مقدار VOS در امریکا در سال ۱۹۸۹ حداقل ۵٫۸ دلار و در نروژ حدود ۱۰٫۲۵ دلار به ازای هر کیلووات ساعت بوده است. این رقم برای مراکز صنعتی امریکا تا حدود ۲۱ دلار نیز برآورد شده است. در سال ۱۹۹۰ در ایالت تنسی (Tennessee) امریکا برای مصارف سنگین کمترین مقدار VOS برابر ۵٫۸۱ دلار به ازای هر کیلووات ساعت و در ایالت بریتیش کلمبیا ۵ دلار به ازای هر کیلووات ساعت بوده است. همچنین در سال ۱۹۹۸ در کشور مالزی مقدار VOS به ازای هر کیلووات ساعت ۷ دلار محاسبه شده است. با توجه به عدم دسترسی به مقدار واقعی VOS در ایران، نرخ واقعی خسارتی که مشترکین در ازای قطع برق متحمل می شوند را برابر ۱۵٪ حداقل نرخ کشورهای دیگر (نروژ) در سال ۱۹۸۹ (\$۱٫۲۵) در نظر گرفتیم و نرخ دلار را نیز برابر ۸۵۰۰ ریال محاسبه نمودیم:

$$\text{VOS(Iran)} = 1.25 * 0.15 * 8500 = 1600 \text{ Rials/kwh} \quad [4]$$

### 8\_ هزینه های صرفه جویی شده سالیانه ناشی از اتوماسیون

- \_ درآمد ناشی از فروش انرژی
  - \_ درآمد ناشی از کاهش هزینه های بهره برداری
  - \_ درآمد ناشی از صرفه جویی توسعه شبکه
  - \_ درآمد ناشی از ارزش واقعی برق صرفه جویی شده
- که با جمع درآمدهای ذکر شده بالا، مقدار هزینه صرفه جویی شده (درآمد) سالیانه بدست می آید.

### 9\_ هزینه های ناشی از اتوماسیون:

#### 9\_1\_ هزینه های مرکز کنترل:

که این هزینه ها شامل موارد زیر می باشد:

- \_ سخت افزار: رایانه های پردازشگر اولیه (FEP)، رایانه های پردازشگر اسکادا (Scada Server)، رایانه های اجرا کننده برنامه های کاربردی (Application Server)، مودمها، چاپگرها، ایستگاه های کاری و منبع تغذیه بدون وقفه

\_ نرم افزار: نرم افزار اصلی و پایه، نرم افزارهای مربوط به سیستم اسکادا، واسط بهره برداران با سیستم، مرود اطلاعات نگهداری و انتقال آنها  
 \_ نرم افزارهای کاربردی (APAS): محاسبات آنالیز شبکه، نرم افزارهای مربوط به کاهش تلفات در شبکه، مدیریت انرژی، تعیین محل حادثه، محاسبات پخش بار، سیستم مدیریت قطعیها، کنترل اتوماتیک توان اکتیو و راکتیو و سیستمهای خبره  
 \_ صفحه نمایشگر (با تکنولوژی Rear Projection)

## 9\_2\_ هزینه های تجهیز پست زمینی و هوایی:

که این هزینه ها شامل موارد زیر می باشد:  
 \_ تاسیسات قدرت: کلید قدرت موتوردار، کنتاکت، میروسوئیچ، رله، CT و PTها  
 \_ RTU، تاسیسات تغذیه و مخابرات [3]

## 10\_ ارزش سود خالص فعلی:

= ارزش سود خالص فعلی  
 هزینه فعلی بهره برداری - کل هزینه اولیه - ارزش اقساطی + ارزش فعلی سودها

## 11\_ نرخ بازگشت سرمایه:

نرخ بازگشت سرمایه نیز از رابطه زیر بدست می آید:  
 $100 \times (\text{کل هزینه اولیه} / \text{ارزش سود خالص فعلی}) = \text{نرخ بازگشت سرمایه}$

## 12\_ نتیجه گیری

پروژه اتوماسیون شبکه توزیع در طول عمر مفید خود سود ده خواهد بود و هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری و نگهداری خود را جبران خواهد کرد. همچنین علاوه بر سودهای کمی محاسبه شده، سودهای کمی دیگری نیز که قبلاً توضیح داده شده محاسبه نشده و نیز سودهای کیفی فراوانی نیز با انجام اتوماسیون توزیع کسب خواهد شد. ضمناً نکته بسیار مهم قابل ذکر این است که بر اساس نامه ۲۳/۸۴۴۱/۲۷۴۶ مورخ ۸۱/۵/۲۸ معاونت پژوهشی سازمان توانیر نرخ سوخت ۲ سنت برای هر کیلووات ساعت انرژی و همچنین مطابق نامه شماره ۱۱/۴۷۴/۳۱۳۶ مورخ ۸۳/۳/۲۷ مدیریت عامل توانیر به طور متوسط نرخ انرژی توزیع نشده هر کیلووات ساعت برابر ۱،۵ دلار امریکا و تقریباً برابر ۱۳۰۰۰۰ ریال می باشد.

## 13\_ منابع

- [1] مطالعات و تحقیقات انجام شده ای بنحانب در طول اجرای پروژه اتوماسیون شبکه توزیع در توانیر
- [2] گزارش مطالعات امکان سنجی شرکت مهندسی ن مشاور مونکو ای ران
- [3] مدیریت مالی نوشته ریموند پی. نوو ترجمه و اقتباس دکتر علی جهابخانی و دکتر علی پارسیان
- [4] پروژه شرکت اشنایدر در خصوص ارزیابی نرخ واقعی برق در کشورهای مختلف