

## بررسی ضرورت ها و اصول بهینه اتوماسیون شبکه های توزیع

احمد وحید نیا

شرکت برق منطقه ای آذربایجان

### چکیده مقاله:

بحث اتوماسیون شبکه های توزیع چند سالی است که در کشور ما شروع شده و نمونه هایی نیز در بعضی از شرکت های توزیع اجرا شده و یا در دست اقدام می باشد. با توجه به اینکه منظور از اتوماسیون شبکه های توزیع نصب سیستم مدیریت و نظارت بر شبکه توزیع شهر یا منطقه مورد نظر است باید از مرحله مطالعات اولیه و طراحی تا مرحله نصب تجهیزات و بهره برداری سیستم اتوماسیون با استفاده از تجربیات بدست آمده و نظر مشاورین عالی و با سابقه، طرح جامع اتوماسیون جهت تعیین پست های مانوری و سیستم های مونیتورینگ، پردازشگرها، سیستم های مخابراتی و مرکز دیسپاچینگ تهیه شده و در فازهای مختلف با توجه به امکانات و اعتبارات به اجرا گذاشته شود. بدیهی است در تهیه طرح جامع باید به نیازها، ضرورتها و امکانات توجه لازم بعمل آید تا ضمن تهیه یک طرح اقتصادی کلیه انتظارات از یک سیستم مکانیزه و اتوماتیک بدست آید. سیستم اتوماسیون باید در جهت مدیریت و نظارت شبکه با دقت و صحت عمل نماید و ضمن ارائه و ثبت کلیه پارامترهای مورد نیاز شبکه تحت مدیریت، قادر به تحلیل سیستم و خطاهای بوجود آمده باشد و محدوده خطا را تشخیص و از شبکه جدا نماید. بنابراین دریافت اطلاعات و تحلیل سیستم و ارسال فرمانهای قطع و وصل به کلید ها و پردازشگرها بایستی بدون خطا و سرعت انجام گیرد. کاهش زمان خاموشی ها انرژی توزیع نشده، تعداد قطع و وصل کلید ها، انجام تحلیل های لازم، پخش بار و ارائه اطلاعات پارامترهای شبکه و خطاهای بوجود آمده (جهت تصمیم گیری) از نتایج بدیهی سیستم اتوماسیون می باشد لذا باید در انتخاب تجهیزات پست ها و تابلو ها و سیستم های اینترلاک و اینترفیس، RTU ها، سیستم های مخابراتی و تجهیزات مرکز کنترل و نرم افزارهای مورد نیاز سیستم دقت لازم را بعمل آورده و پروتکل های استاندارد را رعایت نمود. توسعه پذیری سیستم، دقت و صحت عملکرد آن و امنیت سیستم از اهم موضوعاتی است که باید در طراحی و نصب سیستم های مورد نیاز اتوماسیون مورد توجه قرار گیرد. جهت افزایش ضریب اطمینان سیستم تجهیزات مرکز کنترل باید بصورت دوال اجرا شود که در صورت از کار افتادن یک دستگاه سیستم دوم قادر به انجام وظایف کنترل شبکه باشد. همچنین ارتباط بین مرکز و RTU ها باید از نظر قطعی ارتباط و یا نفوذ پذیری اطمینان بخش باشد، لذا باید پیش بینی های لازم در طراحی و نصب تجهیزات ارتباطی بعمل آید.

# بررسی ضرورت ها و اصول بهینه اتوماسیون شبکه های توزیع

احمد وحید نیا

شرکت برق منطقه ای آذربایجان

کلیات کلیدی: اتوماسیون، ریکلوزر و سکشنالایز هوشمند، رله های میکروپرسور، RTu

## چکیده:

چند سالی است که بحث اتوماسیون شبکه های توزیع در بین شرکتهای برق و وزارت نیرو شروع شده و نمونه هایی نیز در پاره ای از مناطق اجرا شده و یا در دست اقدام است که هر کدام دارای نقاط ضعف و قوت مخصوص به خود می باشد (نقاط ضعف نظیر نبودن سیستم DMS و کم بودن نقاط IO و غیره و نقاط قوت نظیر استفاده از کلیدهای گازی و غیره). در این مقاله ضرورت ها، امکانات و نیازهای سیستم اتوماسیون و ابزار مربوطه بررسی شده و نکات مهم مورد توجه قرار خواهند گرفت.

اتوماسیون شبکه های توزیع با امکانات، تجهیزات، روشها و وظیفه های مختلف قابل پیاده سازی است و این امر کاملاً بستگی به نیازها و خواسته های شرکت های برق دارد. در واقع قبل از امکان سنجی باید نیاز سنجی بعمل آید و مشخص شود که اتوماسیون سیستم ها تا چه حد ضرورت دارد و پاسخ چرا، کی، کجا، چگونه، تا چه حد، چطور و سایر پرسشها با دقت و شفاف تهیه شود. باید مشخص کنیم از سیستم اتوماسیون مورد نظر چه انتظاری داریم؟ تا چه حد امکان سرمایه گذاری وجود دارد؟ و آیا از سرمایه گذاری بعمل آمده استفاده بهینه بعمل خواهد آمد یا نه؟ باید شبکه ها و شهرها طبقه بندی شوند. بطور مثال مشکلات شبکه های هوایی گسترده و طولانی حومه شهرها با وضعیت های اقلیمی متعدد با مشکلات شبکه های شهری بزرگ و یا کلان شهرها فرق های اساسی دارد و نوع طراحی سیستم اتوماسیون برای اینگونه شبکه ها نیز متفاوت خواهد بود. در شبکه های طولانی 20 کیلوولت استفاده از کلید های ریکلوزر و سکشنالایزرهای اتوماتیک و هوشمند در طول شبکه توصیه میشود که بسته به نیاز باید انتخاب و مورد استفاده قرار گیرند. این کلید ها باید قابلیت مونیتورینگ و اتصال به مرکز کنترل دیسپاچینگ توزیع جهت ارسال و دریافت اطلاعات و فرمانها را داشته باشد. استفاده از این گونه سیستم های اتوماتیک جهت کاهش خاموشی ها و جدا کردن قسمت معیوب شبکه بکار می رود. اما در شهر های بزرگ با شبکه های کابلی و هوایی و با تعداد زیادی پست های توزیع باید طرح جامع اتوماسیون و نیز توسعه شبکه و سیستم ها را تهیه کرد. ارتباطات بین پست ها را تقویت نموده و پست ها را ساماندهی نمود تا جهت نصب دستگاههای RTu آماده شوند. مسلماً استفاده بهینه از سیستم اتوماسیون منوط به بررسی کلیه نیازهای سیستم، سپس طراحی و اجرای آنهاست. برای اتوماسیون شش مرحله تعریف می کنیم:

مرحله 1: نیازسنجی

مرحله 2: امکان سنجی

مرحله 3: تهیه طرح جامع

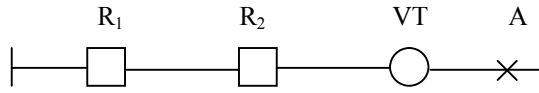
مرحله 4: بررسی های اقتصادی طرح (هزینه ها و منافع)

مرحله 5: تهیه طرح عملیاتی

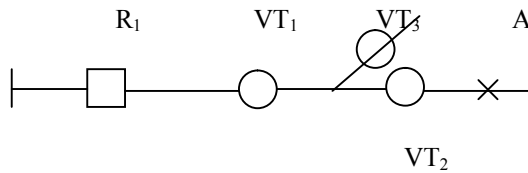
مرحله 6: نصب و پیاده سازی و بهره برداری

اصولاً اتوماسیون شبکه ها بصورت محدود با نصب کلید های دژنکتور و اتوریکلوزر در شبکه های توزیع 20 کیلوولت از سالهای پیش وجود داشته و در سالهای اخیر با نصب کلید های سکشنالایزر هوشمند و رله های هوشمند میکروپروسور سیستم های مزبور توسعه یافته اند. این گونه سیستم ها اغلب در یک فیدر خاص قابل استفاده بوده و امکانات جدا کردن قسمت معیوب شبکه را دارند بطوریکه سایر قسمتها برقرار بمانند بدیهی است در خطوط طولانی 20 کیلوولت هوایی جهت حفاظت بهینه باید تعداد لازم از کلید های مزبور نصب شود تا پاسخ

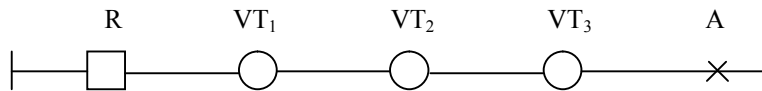
لازم بدست آید ضمن اینکه مکان یابی محل نصب ریکلوزرها نیز باید با مطالعات کافی انجام پذیرد در غیر اینصورت ممکن است نصب کلید نه تنها مفید نباشد بلکه مضر هم باشد. در شکل های ذیل نمونه هایی از سیستم های مزبور شامل چند ریکلوزر و سکشنالایزر در شبکه های شعاعی و حلقه ای نشان داده شده است.



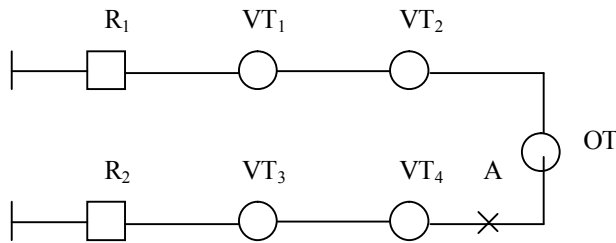
شکل 1: خط هوایی شعاعی با طول متوسط با یکدستگاه سکشنالایزر و دو دستگاه ریکلوزر



شکل 2: خط هوایی شعاعی با دو شاخه با سه دستگاه سکشنالایزر



شکل 3: خط شعاعی با یکدستگاه ریکلوزر و سه دستگاه سکشنالایزر



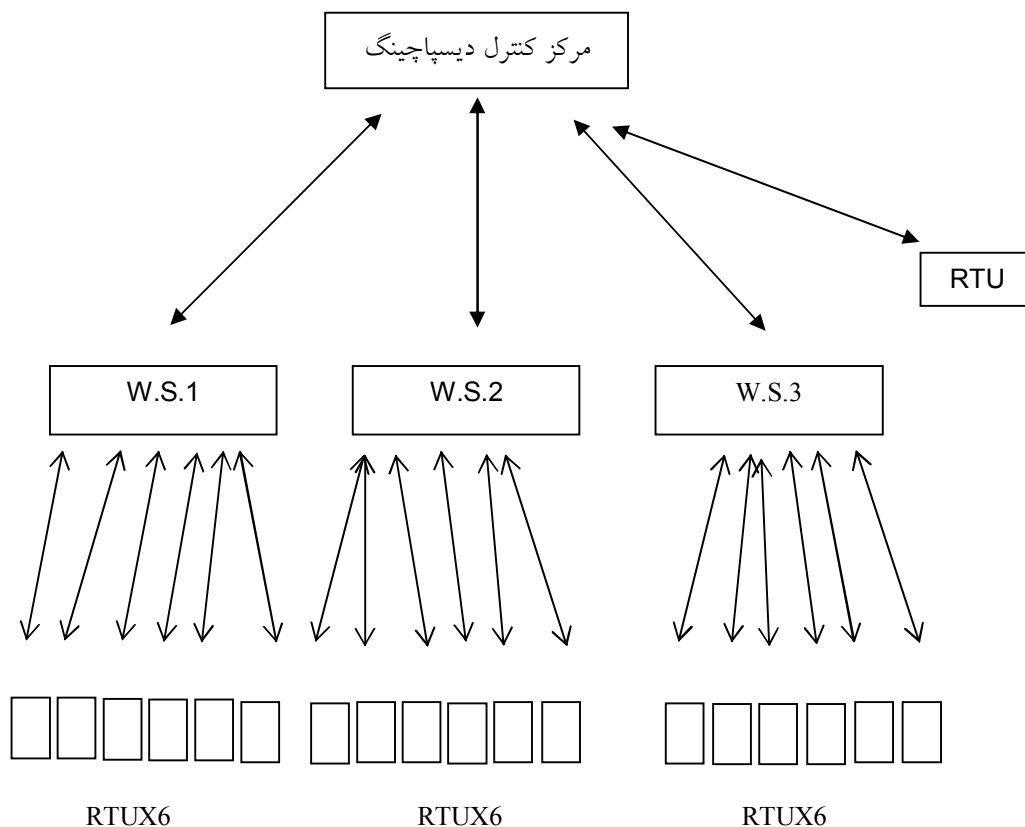
شکل 4: شبکه حلقوی با 4 سکشنالایزر VT و یکدستگاه سکشنالایزر OT و دو دستگاه ریکلوزر

در صورت اتصالی در نقطه A در هر یک از شکل های یک الی چهار پس از دو بار قطع و وصل، در شکل 1 سکشنالایزر VT<sub>1</sub>، در شکل 2 سکشنالایزر VT<sub>2</sub>، در شکل 3 سکشنالایزر VT<sub>3</sub> و در شکل 4 سکشنالایزرهای OT و VT<sub>4</sub> قطع شده و در نتیجه قسمت معیوب خط از مدار خارج میشود تا پس از رفع عیب توسط مسئولین مربوطه مجدداً برقرار شود.

با توسعه سیستم اتوماسیون و نصب نرم افزارهای مناسب در مراکز کنترل برق سیستم های هوشمند ریکلوزرها و سکشنالایزرها با یک سیستم مخابراتی به مراکز مزبور متصل میشود و امکانات مونیورینگ و فرمان از دور نیز فراهم می گردد. لذا در صورت نصب کلیدهای مذکور در شبکه های مختلف باید موضوع فوق را در نظر گرفته و از سیستم هایی استفاده گردد که بعداً اتصال آنها به شبکه سیستم دیسپاچینگ توزیع مقدور باشد.

بطوریکه گفته شد جهت اتوماسیون شبکه های توزیع و ایجاد مراکز دیسپاچینگ توزیع در یک شهر باید طرح جامع یک سیستم اتوماسیون برای کل شبکه های شهرستان را تهیه کرد و سپس با توجه به امکانات، نیازها و اولویت ها و البته اعتبارات تخصیصی به تدریج طرح کامل در فازهای مختلف پیاده گردد. مسلماً طرح هر مرحله نیز باید به دقت آماده شده و اجرا شود. در انتخاب و نصب تجهیزات و نرم افزارهای هر فاز یا مرحله رعایت پروتکل های استاندارد و قابل توسعه الزامی است بطوریکه ضمن استفاده بهینه از تجهیزات سیستم اتوماسیون و دیسپاچینگ، بتوان باسانی بقیه ی مراحل اتوماسیون رادر کل شبکه پیاده نمود و ظرفیت های لازم را ایجاد کرد. بدیهی است تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری مراکز کنترل و RTUها و سیستم های مخابراتی اعم از تجهیزات و باند فرکانس باید پاسخگوی کل سیستم و شبکه باشد و آنچه را که از یک سیستم مدرن مدیریت و

نظارت شبکه (DMS) مورد انتظار هست ارائه نماید لذا انتخاب تجهیزات مزبور و نیز کلید ها و اینترفیس ها و سایر تجهیزات بسیار مهم اند و باید استانداردهای مربوطه کاملاً رعایت شود لذا استفاده از مشاورین با تجربه جهت طراحی سیستم و اطلاع از آخرین تکنولوژی های ارائه شده در سطح جهان بسیار مهم است.



شکل 5 - نمونه یک طرح اتوماسیون شبکه توزیع با 19 دستگاه پست توزیع و سه مرکز کنترل فرعی

بطور کلی باید توجه داشت که پروژه اتوماسیون یک پروژه اساسی مدیریت شبکه است که موارد ذیل از آن مورد انتظار می باشد:

- 1- کاهش زمان خاموشی
  - 2- کاهش میزان انرژی توزیع نشده
  - 3- کاهش زمان عملیات قطع و وصل کلیدها
  - 4- کاهش تعداد قطع و وصلها و عملیات شبکه
  - 5- تعیین محدوده خطا و جدا سازی آن از شبکه
  - 6- ثبت و ضبط اطلاعات مربوط به شبکه در زمانهای مختلف
  - 7- ثبت و ضبط اطلاعات و پارامترهای مربوط به خطا در مواقع بروز خطا
  - 8- تحلیل شبکه با استفاده از اطلاعات رسیده به مراکز کنترل (دیسپاچینگ)
  - 9- بروز سازی اطلاعات و انجام محاسبات فنی و تحلیلی از جمله پخش بار شبکه
- بطور کلی بهبود بهره برداری و رضایت مشتریان نتایج اجرای پروژه خواهد بود. اصولاً برگشت سرمایه پروژه اتوماسیون نه تنها از موارد نه گانه فوق الذکر و صرفه جویی های حاصل از کاهش هزینه های عملیات و انرژی های توزیع نشده خواهد بود بلکه رضایت مشتریان مهمترین عامل بوده و کل سیستم بخصوص مشتریان صنعتی و خدماتی از طریق کاهش خاموشی های ناخواسته برق از این پروژه سودمند خواهد شد که در اقتصاد کشور موثر می باشد. انتظار این است که در یک سیستم توزیع مکانیزه و اتوماتیک هزینه های پرسنلی، هزینه های حمل و نقل و استهلاک کاهش یابد بشرط اینکه در طراحی سیستم و انتخاب پست های مانوری مطالعه و دقت

لازم بعمل آمده باشد و نیز تجهیزات سیستم اعم از کلیدها، تابلوها، اینترلاکها و اینترفیس‌ها، RTUها، سیستم مخابراتی، سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری کلاً درست و کامل انتخاب شده، پاسخگوی سیستم جامع بوده و با استانداردهای مربوطه مطابقت داشته باشد. مسلماً در غیر این صورت ممکن است هزینه‌های پروژه به هدر رفته و اجباراً مجبور به جمع‌آوری و تعویض بعضی از قسمت‌ها یا کل سیستم اجرا شده باشیم. لذا انتخاب کلیه تجهیزات و نرم‌افزارها باید با دقت و کیاست کامل انجام پذیرد. ضمناً باید سیستم از ضریب اطمینان لازم برخوردار باشد بطوریکه با از کار افتادن یک بخش یا واحد سایر بخش‌ها و قسمت‌ها به کار ادامه دهند و نیز اطلاعات ذخیره شده در مرکز کنترل از بین نرود لذا باید سیستم‌های مرکز کنترل بصورت دوال اجرا شود. برای بالا بردن ضریب اطمینان سیستم مخابراتی نیز میتوان در پاره‌ای از مناطق از شبکه‌های مخابراتی دوال استفاده کرد بطور مثال برای یک مسیر از سیستم بی سیم (رادیویی) و با سیم (تلفن، خطوط برق کابل‌های نوری و ...) استفاده نمود. استفاده از کابل نوری اگر مقدور باشد بهترین و ایمن‌ترین سیستم جهت ارسال اطلاعات RTU به مراکز دیسپاچینگ می باشد. در صورت استفاده از سایر سیستم‌ها باید بنحوی در ایمن‌سازی سیستم اقدام کرد تا از بروز خطا و احتمال فرمانهای غلط در اثر پارازیت یا عوامل نفوذی (هکرها) جلوگیری بعمل آید لذا نرم‌افزارها و سیستم عامل انتخاب شده باید امکانات لازم جهت رمزگذاری را داشته باشد.

همچنین تجهیزات داخلی پست‌های 20 کیلو ولت اعم از کلیدهای 20 کیلو ولت و فشار ضعیف و تجهیزات اندازه‌گیری نظیر ترانس جریان و ولتاژ، رله‌ها و اینترلاکها و اینترفیس‌ها و غیره باید از بهترین نوع انتخاب شود تا استهلاک آنها به حداقل رسیده و دستگاه‌ها به بهترین شکل کار نمایند و خطاهای اندازه‌گیری و فرمانهای اشتباهی به حداقل برسد. استفاده از سکسیویزهای موجود موتور دار شده به هیچ وجه توصیه نمی‌شود و تجربه بعضی از شرکتها در این مورد موید این نظر می باشد. بنابراین اجرای سیستم جامع اتوماسیون شبکه توزیع با توجه به هزینه‌های زیاد آن تنها در شهرهای بزرگ قابل توجیه خواهد بود که اغلب در آنها مشکلات ترافیک نیز مطرح است و تسریع در عملیات قطع و وصل کلیدها و مانورهای ضروری شبکه 20 کیلو ولت مورد نیاز و توجه است، همچنین کلیدهای منصوبه در خطوط هوایی با فاصله نسبتاً زیاد (بالای 20 کیلو متر) که در حومه بعضی از شهرها گسترده است باید در طرح اتوماسیون جامع قرار گیرد.

طراحی سیستم اتوماسیون مانند هر پروژه دیگر باید با دید اقتصادی و فنی تهیه گردد و همانطوریکه قبلاً گفتیم نیاز سنجی در ابعاد مختلف بعمل آید. تعداد پست‌های مانوری و کلیدهای مانوری هر پست مشخص گردد ارتباطات لازم جهت ایجاد شبکه 20 کیلو ولت پایدار و مطمئن که قابل تغذیه از چندین طرف باشد (شبکه تار عنکبوتی) ایجاد شود و البته در اینکار نباید زیاده از حد گشاده دستی نمود بلکه اقتصاد مهندسی همیشه مد نظر باشد می‌توان در تعدادی از پست‌ها و یا نقاط لازم تنها امکانات مونیتورینگ نصب کرد و فقط در نقاط مورد نیاز امکانات قطع و وصل اتوماتیک و فرمان از دور نصب نمود. مسلماً در مناطق پر ترافیک و یا دور از دسترس، پست‌های مانوری با استفاده از تجربه و محاسبات مهندسی و نرم‌افزارهای لازم تعیین میگردد. اگر مکانیزاسیون شبکه‌های توزیع (مدک) در شهر مورد نظریافته شده باشد استفاده از اطلاعات سیستم مزبور جهت انجام محاسبات کمک بزرگی به حل مسئله خواهد نمود. به هر حال تعیین نقاط مزبور پس از مطالعات امکان سنجی و نیاز سنجی خواهد بود که به کمک اطلاعات تهیه شده از شبکه انجام می‌گیرد.

## نتیجه گیری:

هدف از اجرای سیستم اتوماسیون شبکه توزیع و ایجاد مراکز کنترل (دیسپاچینگ) توزیع ایجاد سیستم مدیریت و نظارت بر شبکه توزیع می باشد بنابراین سیستم باید بر وضعیت شبکه در هر موقعیت نظارت نموده و با تحلیل‌های لازم قادر به مدیریت شبکه نیز باشد بنابراین مرکز کنترل باید اتفاقات و وضعیت شبکه را بموقع ثبت و ضبط نموده و تحلیل‌های لازم را ارائه دهد. انجام محاسبات پخش بار در زمانهای مختلف جهت پایدار نمودن شبکه با انجام مانورهای لازم، دریافت و ارسال فرمانهای لازم به RTU و کلیدهای اتوماتیک، ارائه اطلاعات جامع از پارامترهای ضروری و متعدد شبکه و تحلیل آنها از وظایف این سیستم می باشد. بنابراین یک سیستم دیسپاچینگ توزیع باید موارد بالا را انجام داده و فرمانهای صادره را به راحتی به مقاصد مربوطه برساند این فرمانها ممکن است توسط اپراتورها و یا سیستم پردازشگر مرکزی صادر شود. اگر در شهرها و مناطقی که در صدد ایجاد سیستم اتوماسیون توزیع هستیم باید طرح جامع اتوماسیون شهر یا منطقه بر اساس نیازها و امکان سنجی تهیه شده و روی انتخاب تجهیزات و نرم‌افزارهای لازم مطالعات کافی صورت گیرد استفاده از تجارب سایر شرکتها و مشاورین و سایر کشورها در انتخاب بهینه سیستم‌ها راهگشا خواهد بود. ضمناً چون سیستم اتوماسیون هزینه بر می‌باشد لازم است از تجهیزات با کیفیت بالا و در نتیجه با عمر زیاد استفاده گردد تا ضمن پرهیز از خطاها و عیوب احتمالی استهلاک آنها نیز به حداقل برسد بخصوص کلیدهای اتوماتیک 20 کیلوولت از نوع گازی و یا خلاء با کیفیت بالا تهیه گردد. در انتخاب نرم‌افزارها نیز باید دقت نموده و از پروتکل‌های استاندارد تبعیت کرد. نرم‌افزارهای SCADA و سایر نرم‌افزارهای لازم باید در سیستم‌های عامل جدید نظیر Unix و Linux نیز قابل پیاده‌سازی باشند. تا بتوان راحت‌تر امنیت سیستم را بالا برد. ضمناً در مراکز کنترل جدید باید امکانات شبیه‌سازی شبکه نیز فراهم باشد تا به کاربران سیستم آموزش لازم از طریق آن داده شود. و

بالاخره تامین قطعات یدکی و پشتیبانی سیستم از موارد مهم و ضروری است که باید در انتخاب و خریدها لحاظ گردد.

اقتصاد مهندسی حکم می‌کند که برگشت سرمایه نیز مد نظر باشد لذا استفاده از تجهیزات با کیفیت بالا و نیز قابل توسعه بودن سیستم توصیه می‌گردد و اقتصادی بودن طرح را به هیچ وجه نباید بمعنی صرفه‌جویی بی‌مورد و با استفاده از تجهیزات ارزان قیمت دانست.

### **منابع:**

- 1- جزوه سیستم های ISKRA موجود در شرکت
- 2- جزوه سیستم های SCADA موجود در شرکت
- 3- MICROCEL HANDBOOK FOR AUTOMATION
- 4- طرحهای تهیه شده برای اتوماسیون شبکه‌های توزیع در برق آذربایجان
- 5- اتوماسیون سیستم های توزیع IEEE