

پیاده سازی پروژه سیستم قرائت از راه دور در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

مرسل صالحی^۱ و شاهرخ شجاعیان^۲

^۱ شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان ، M.salehi@eepdc.ir

^۲ دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر ، shojaeian@iaukhsh.ac.ir

چکیده :

در این مقاله یک راه حل عملی به منظور پیاده سازی سیستم قرائت از راه دور که در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان جهت مشترکین دیماندی به تعداد ۴۰۰۰ مشترک پیاده سازی شده است آورده شده است ساخت یک شبکه جامع AMR که صرفه اقتصادی داشته باشد و بتواند نیازهای ذاتی شبکه توزیع را بر آورده سازد و همچنین نیاز های بومی نیز تامین گردد بدون استفاده از تکنولوژی های موجود امکان پذیر نخواهد بود که این مهم در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان با توجه به تجهیزات موجود شبکه از جمله کنتور های دیجیتالی از قبل نصب شده و شبکه محلی مخابرات موجود به تعداد ۴۰۰۰ مشترک برق در حال حاضر از راه دور قرائت می گردند که جهت انتقال اطلاعات از شبکه GPRS به سرورهای ذخیره کننده اطلاعات استفاده می شود و جهت امنیت اطلاعاتی از بستر^۱ VPN استفاده شده است و با لینک نرم افزار مربوط امکان آنالیز اطلاعات و کنترل شبکه وجود دارد.

کلید واژه : AMR^۲ , GPRS^۳ ، قرائت از راه دور

1. Virtual Private Network 2. Automatic Meter READING 3.General Packet Radio Service

۱- مقدمه

سیستم های پیاده شده فوق ، حجم کار به تعداد محدود بوده (به تعداد ۴۰۰۰ عدد انجام نشده) و دوم اینکه عدم بومی بودن نرم افزار ، تجهیزات و سیستم مربوطه باعث شده است که امکان بروز رسانی آن زمان بر و محدودیت های خاص خود را داشته باشد و نیز اینکه ارتباط نرم افزار با نرم افزارهای دیگر از جمله نرم افزار صورتحساب (Billing) وجود ندارد و در این در صورتی است که نرم افزار پیاده شده مورد اشاره در این مقاله قابلیت ارتباط با تمام نرم افزارهای دیگر را نیز داراست .

در حال حاضر با توجه به مصوبه مجلس شورای اسلامی در خصوص پیاده سازی سیستم های اندازه گیری هوشمند همانطوریکه اشاره شد ، ایمنی پروژه ها بصورت پایلوت بوده و در حال حاضر پیاده سازی یک میلیون کنتور هوشمند در حال طراحی کنتور و طبق برآورد صورت گرفته تا سه سال آینده می بایستی تحویل گردد در حالیکه پروژه مزبور به تعداد بیش از نیمی از مشترکین صنعتی توزیع شهرستان اصفهان پیاده سازی شده و در حال بهره برداری است و تا زمان اجرایی شدن طرح ملی در این زمینه بازگشت سرمایه گذاری را به دنبال خواهد داشت و مازول های مربوطه را نیز می توان ضمن ارتقا به شکل دیگری استفاده نمود .

۲- اهداف پیاده سازی قرائت از راه دور

- ۱) کاهش مصرف مشترکین در زمان پیک مصرف (این موضوع موجب صرفه جویی در احداث نیروگاههای جدید می شود زیرا عمده نیروگاههای جدید مورد نیاز به منظور برطرف نمودن نیاز شبکه در ساعات پیک مصرف احداث می شوند)
- ۲) مدیریت بار
- ۳) مدیریت انرژی
- ۴) کاهش تلفات غیر فنی شبکه
- ۵) برآورد تلفات فنی شبکه
- ۶) آگاهی رسانی به مشترکین در جهت راهنمایی برای مصرف بهینه
- ۷) ایجاد یک بستر مخابراتی امن جهت پیاده سازی اهداف آینده شبکه هوشمند در جهت کنترل و نظارت سیستمهای
- ۸) برآورد کیفیت توان تحویلی به مشترک

از دیر باز معیار سنجش هزینه برق مصرف کنندگان کنتورهای مکانیکی بود که در ورودی محل استفاده مشترک نصب می شد و انرژی مصرفی آن واحد را اندازه گیری می کرد. با پیشرفتهایی که در سالهای اخیر در تکنولوژی ساخت لوازم اندازه گیری بوجود آمده است کنتور های جدیدی به بازار وارد شده که امکان اندازه گیری دقیق مصرف انرژی را با تعرفه های مختلف ممکن می سازد. که به حالت سنتی توسط مامور به صورت دوره ای قرائت می گردد. لیکن شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان از سال ۱۳۸۳ تلاش برای راه اندازی سیستم قرائت از راه دور مصرف مشترکین (AMR) در حوزه تحت مسئولیت خود را آغاز نمود و برای دستیابی به هدف نهایی روش های مختلفی از جمله بستر مخابراتی خط تلفن شهری Wifi+PSTN ، UHF و UHF+PSTN آزمایش گردید و در نهایت بستر مخابراتی GPRS+GSM استفاده و با توجه به شرایط محیطی بکار گرفته شد .

در این زمینه پروژه های زیادی بصورت پایلوت انجام شده که با مشکلات عدیده ای نیز روبرو بوده است . از جمله این روش ها می توان به استفاده از بسترهای مخابراتی PLC یا ZigBee اشاره کرد که در استفاده از بستر مخابراتی PLC در پروژه های مزبور از وجود مشکلاتی چون اشکال در محل اتصالات انشعابات مشترکین و وجود اشکالات دیگر در شبکه های توزیع و همچنین عدم تکنولوژی روشن در تبدیل PLC سمت شبکه فشار ضعیف به سمت فشار متوسط می توان نام برد . همچنین بستر ZigBee فقط برای فواصل کم قابل استفاده بوده و جهت مجموعه های مسکونی مناسب می باشد .

در خصوص پروژه های مشابه انجام شده نیز می توان الزام به تعویض کنتورهای موجود و تبدیل آن ها به کنتورهایی با قابلیت های تعریف شده را برشمرد که باعث صرف هزینه های زیاد و در نتیجه عدم توجیه اقتصادی است مگر اینکه بسترهای دیگر آمادگی لازم برای پیاده سازی شبکه هوشمند به معنای واقعی را داشته باشد در اینصورت می توان تجهیزات موجود در سیستم را مطابق تعاریف قابل انتظار از شبکه های هوشمند تعویض کرد از دیگر مواردی که بسیار اهمیت دارد این که در

کنتور های سه فاز دیجیتال عموماً برای انتقال اطلاعات از استاندارد DLMS/COSEM و IEC1105 برای انتقال اطلاعات استفاده می کنند. این استاندارد که بر پایه IEC61334-4-41 بنا نهاده شده ، چهارچوبی برای انتقال اطلاعات تعیین می کند که رعایت آن قابلیت استفاده از این اطلاعات را برای سایرین فراهم می سازد [۱] و [۲].

برای انتقال اطلاعات علاوه بر استاندارد بسته بندی اطلاعات، استاندارد های ارسال هم اهمیت خاص خود را دارند، استفاده از پروتکل های مناسب در لایه فیزیکی امنیت اطلاعات مورد نیاز را فراهم می نماید. در حال حاضر چهار پروتکل RS485 , RS232 , CLO و DBO برای ارسال اطلاعات از کنتور مورد استفاده قرار می گیرند. مودم مورد استفاده در کنار کنتور باید امکان برقراری ارتباط با همه این پروتکل ها را داشته باشد.

محل نصب مودم با توجه به پروتکل انتقال اطلاعات حداکثر در ۵ متری محل کنتور می باشد که با توجه به این موضوع خود پست توزیع مناسب ترین محل برای نصب مودم می باشد. محیط پست یک محیط پر اغتشاش می باشد لذا مودم علاوه بر موارد یاد شده باید از استاندارد های سازگاری الکترومغناطیسی لازم در این زمینه هم برخوردار باشد. همچنین قابلیت تغییر برنامه مودم به منظور برآوردن خواسته های جدید شرکت های توزیع بدون حضور در محل و از راه دور نیز وجود داشته باشد.

۳-۲- کانال انتقال اطلاعات

برای انتخاب یک سیستم مخابراتی که بتواند نیازهای این پروژه را مرتفع کند، باید تمامی راه حل های مخابراتی ممکن و قابل حصول مورد بررسی قرار گیرد. به عنوان مثال شرایط محیطی پروژه، نیاز های عملیاتی مانند دو طرفه بودن ارتباط، سرعت تبادل اطلاعات، حجم اطلاعات، قابلیت اطمینان، قابلیت توسعه سیستم، هزینه راه اندازی و آبونمان سیستم، سابقه و قابلیت پیاده سازی در کشور و . . . پارامترهایی است که در بررسی های اولیه باید مورد توجه قرار گیرد.

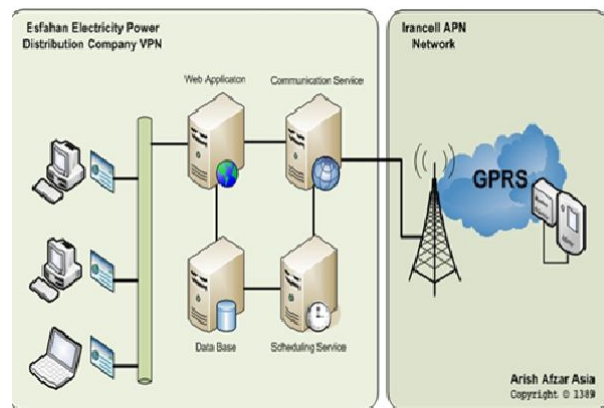
بدین ترتیب اولین بستر مخابراتی که در اصفهان مورد آزمایش قرار گرفت خطوط تلفن شهری بود. در دسترس بودن خطوط ارتباطی در سطح شهر و بی اهمیت شدن بعد مسافت در انتقال اطلاعات از امتیازات ویژه این بستر می باشد. با استفاده از یک مودم PSTN در سمت مشترک و یک مودم جهت دریافت اطلاعات در محل سرور مرکزی، اطلاعات تعدادی از کنتورها

(۹) امکان پیاده سازی سناریوی تعرفه شناور به منظور کاهش و بهینه شدن مصرف مشترکین در ساعات مختلف شبانه روز (۱۰) پیش بینی مصرف بار مشترکین و اتخاذ تصمیم های مناسب (۱۱) اعمال قانون در مورد مشترکین بد حساب از راه دور (۱۲) پیاده سازی بستر سخت افزاری و نرم افزاری مناسب جهت پیاده سازی اهداف بازار برق از قبیل پیش خرید (۱۳) خرده فروشی و عمده فروشی (۱۴) توزیع انرژی به نحو مطلوب

۳- سیستم قرائت از راه دور

به طور کلی سیستم قرائت از راه دور از سه بخش عمده تشکیل می شود :

- (۱) کنتور و مودم (سمت مشترک)
 - (۲) کانال مخابراتی برای انتقال اطلاعات
 - (۳) سرور مرکزی که نرم افزار مدیریت بر وضعیت مشترکین بر روی آن وجود دارد .
- ارتباط بین اجزاء سیستم در شکل (۱) آورده شده است .



شکل ۱ - نحوه ارتباط اجزا در سیستم GPRS

۳-۱- کنتور و مودم

کنتور های مورد استفاده برای مشترکین پرمصرف در سطح شهرستان اصفهان به طور کلی کنتور های دیجیتال سه فاز هستند که اکثراً علاوه بر انرژی، خروجی هایی مانند ولتاژ هر فاز، جریان هر فاز، ضریب توان و . . . را با زمانبندی قابل تنظیم اندازه گیری و ثبت می کنند. علاوه بر این اندازه گیری مقادیر فوق به صورت لحظه ای هم توسط کنتور های مذکور قابل اجراست.

۳-۳- سرور مرکزی

- سرور مرکزی، مرکز تحلیل و آنالیز اطلاعات جمع آوری شده می باشد. اهدافی که برای سیستم تعریف شده عبارتند از:
- ۱) قرائت مقادیر انرژی و صدور قبض
 - ۲) کنترل لوازم اندازه گیری و سیستم گزارش دهی با قرائت مقادیر لحظه ای، رفتار بار، ثبت وقایع و ...
 - ۳) مدیریت تنظیم بار پستهای توزیع برق
 - ۴) محاسبه تلفات با قرائت مقادیر انرژی کنتورهای منصوبه بر روی هر فیدر و کنتور اصلی فیدر
 - ۵) مدیریت بار مشترک بصورت محلی
 - ۶) اعمال فرمان قطع و اجازه فرمان وصل یا دریافت اطلاعات از محل مشترک
 - ۷) تنظیم کنتور
 - ۸) امکان واگذاری خدمات جانبی به مشترکین
 - ۹) میزان دیماند مصرف ، مواقع تجاوز از دیماند و ...

۴- خروجی سیستم

- با توجه به اهداف تعریف شده و الگوریتم تعریف شده نتایجی به ترتیب زیر حاصل می شود.
- ۱) خروجی مرتبط نرم افزار صورت حساب گیری (Billing) و صدور قبض برق برای مشترک
- با ایجاد ارتباط بانک اطلاعات AMR و سیستم صدور صورتحساب هم بصورت لحظه ای و هم به صورت برنامه ریزی شده می توان مشترک را قرائت و صورتحساب را محاسبه و از طریق نرم افزار به صورت پیامک به مشترک میزان مصرفی را اعلام نمود که در حال حاضر این موضوع در حال اجراست.
- ۲) ارتباط با نرم افزار جامع لوازم اندازه گیری ، گزارش دهی و ایجاد جهت تست و بازرسی
- موقعی که احتمال دستکاری مشترک وجود دارد سریعاً موارد از طرف مودم بصورت آلامر هایی نظیر کاهش جریان ، باز شدن درب کاور کنتور و ... اعلام می گردد که در ارتباط با نرم افزار جامع لوازم اندازه گیری موارد جهت تست ارسال می گردد که در اولین فرصت ضمن سرکشی ، کنترل های لازم انجام می پذیرد .

قرائت و مورد بررسی قرار گرفت. این روش با توجه به الزام وجود خط تلفن ثابت در کنار کنتور هزینه قابل توجهی را به سیستم تحمیل می نماید، از طرفی با توجه به نویز شدید محیطی در اتاقک پست از قابلیت اطمینان اطلاعات کاسته می شود.

بستر مخابراتی UHF با سرعت بالای انتقال اطلاعات و امکان قرائت موازی با توجه به حجم اطلاعات مورد نظر برای انتقال گزینه مناسبی به نظر می رسد، در حالی که هزینه بالای راه اندازی بستر، امنیت کم اطلاعات و نگهداری و سرویس تخصصی این کانال ارتباطی مشکلاتی را برای پیاده سازی این روش ایجاد می کند.

استفاده از یک بستر ثانویه برای انتقال اطلاعات در شرایطی که بستر اول امکان ارسال اطلاعات را به هر ترتیب نداشته باشد راه کار مناسبی در بالا بردن قابلیت اطمینان سیستم است. در این راستا استفاده از ترکیبی از سیستم WIFI یا UHF به عنوان بستر اولیه بسته به شرایط محیطی و خط تلفن به عنوان بستر ثانویه مورد بررسی قرار گرفت. این روش برای مناطق متمرکز مناسب است اما در مناطقی که مشترکین توزیع پراکنده ای دارند از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر نمی باشد.

استفاده از کانال های ارتباطی ماهواره ای با توجه به پوشش وسیع، سرعت بالا در انتقال اطلاعات، قابلیت قرائت همزمان اطلاعات و هزینه های توجیه پذیر این روش را به عنوان یک گزینه مناسب معرفی می نماید. با توجه به لزوم انتخاب دو بستر برای انتقال اطلاعات GPRS به عنوان بستر اول و GSM به عنوان بستر دوم مورد بررسی قرار گرفتند.

در زمان هایی که به هر دلیلی اختلالی در سیستم GPRS مشاهده می شود سیستم به صورت خودکار کانال ارتباطی را به GSM منتقل نموده و اطلاعات را ارسال می نماید.

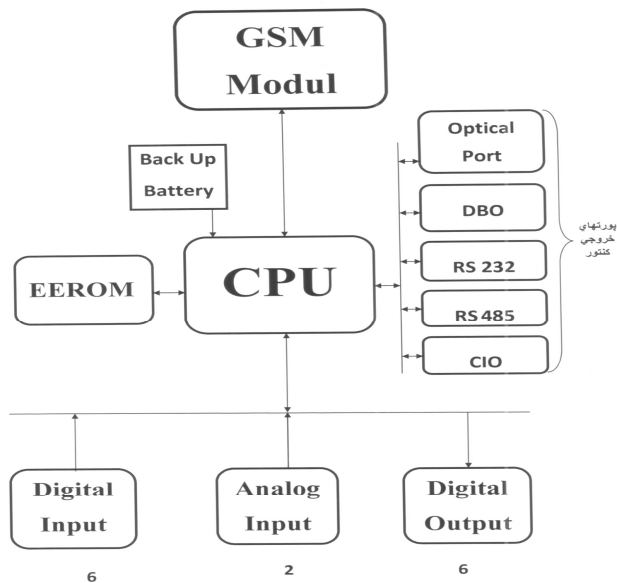
ارسال اطلاعات توسط سیم کارت موجود در مودم ها انجام می شود، با توجه به اینکه برای ارسال اطلاعات ابتدا باید سیم کارت به شبکه وصل شود و این امر با توجه به اینکه روزانه به دفعات انجام می شود و به ازای هر بار ارتباط به اندازه یک کیلو بایت از شارژ سیم کارت کاسته می شود، این موضوع در هزینه آبونمان پروژه تاثیر بسزایی دارد.

دریافت VPN اختصاصی برای یک گروه سیم کارت فعال مشکل اتصال مجدد را مرتفع می نماید، با توجه به این موضوع هزینه آبونمان سیستم ارتباطی به شکل چشمگیری کاهش می یابد .

- ۳) سهولت در نصب و برکناری
- ۴) طراحی و ساخت سخت افزار و نرم افزار توسط متخصصین ایرانی بدون هیچ گونه وابستگی به شرکت های خارجی
- ۵) هزینه مناسب نسبت به نمونه های مشابه خارجی

۶- مشخصات سخت افزار منصوبه

- ۱) مودم منصوبه دارای شش ورودی ایزوله دیجیتال ، دو ورودی آنالوگ و چهار خروجی ایزوله دیجیتال و دو رله جهت قطع و وصل می باشد .
- در شکل (۴) بلوک دیاگرام داخلی ماژول قرائت از راه دور آورده شده است .



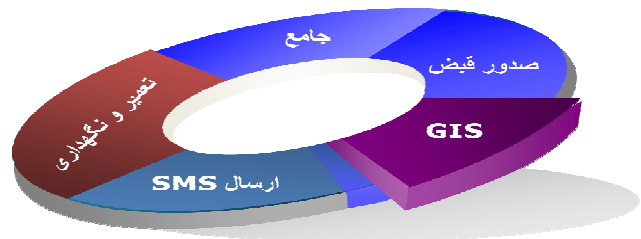
شکل ۴ - بلوک دیاگرام داخلی ماژول قرائت از راه دور

- ۲) دارای پورتهای ارتباطی RS232 , RS485 , CIO , DBO جهت ارتباط با انواع کنتورها است .
- ۳) دارای پورت نوری جهت تخلیه اطلاعات در صورت قطع بودن شبکه GPRS می باشد .
- ۴) مجهز به باطری داخلی است .
- ۵) دارای قابلیت آدرس دهی انواع است .
- ۶) دارای قابلیت تنظیم پارامترهای مورد نیاز مودم از طریق GSM/GPRS می باشد .
- ۷) دارای RTC داخلی جهت حفظ تاریخ و ساعت است .



شکل ۲ - نمونه گزارش رفتار بار مشترک در نرم افزار

- ۳) گزارش گیری از وضعیت بار هر ترانس و مدیریت
- ۴) محاسبه تلفات هر فیدر فشار متوسط و فشار ضعیف
- ۵) ارتباط با نرم افزار مرکز ارتباط (Contact Center) و ارسال پیام برای مشترک
- ۶) ارتباط با نرم افزار GIS و نمایش وضعیت مشترک
- بانک اطلاعاتی مزبور با بانک اطلاعاتی GPS در ارتباط قرار گرفته است و می توان در این نرم افزار از وضعیت لحظه ای با انجام قرائت های دوره ای استفاده کرد و کلیه اطلاعات و اتفاقات مثل قطعی های منطقه ای را شناسایی کرده و زمان حضور جهت برطرف نمودن خاموشی را کاهش داد .
- در شکل (۳) ارتباط نرم افزاری آورده شده است .
- ۷) ارتباط با کنتور و ایجاد تغییرات در پیکربندی کنتور در مواقعی که نیاز به انجام تغییرات جدید به منظور اعمال خواسته های جدید می باشد می توان این موضوع را از راه دور با به روز رسانی برنامه مودم انجام داد.



شکل ۳- ارتباط نرم افزاری

۵- مزایای پیاده سازی سیستم قرائت از راه دور برق شهرستان اصفهان

- ۱) پیاده سازی سیستم فوق با حفظ کنتورها و تابلوهای موجود
- ۲) عدم قطع برق مشترک حین نصب یا تعمیرات

پیاده سازی سیستم قرائت از راه دور با روشی که در این مقاله آورده شده تاکنون در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان تعداد ۴۰۰۰ مشترک با این روش قابل رصد می باشند . اکنون به عنوان جمع بندی به مزایا و معایب هر یک از روش های موجود به شرح زیر می پردازیم :

(۱) پیاده سازی سیستم قرائت از راه دور با استفاده از سیستمی که در این مقاله آورده شده است :

مزایا : عدم صرف هزینه زیاد برای تعویض تجهیزات موجود
معایب : در بعضی از موارد برای پیاده سازی سیستم هوشمند اندازه گیری به دلیل نیاز به وجود تکنولوژی در تجهیزات منصوبه جوابگو نخواهد بود که می توان با لحاظ نمودن امکانات مزبور در ماژول قرائت از راه دور تا حدی مشکل را مرتفع نمود .

(۲) پیاده سازی سیستم قرائت از راه دور با تعویض تجهیزات موجود :

مزایا : امکان پیش بینی قابلیت های تجهیزات مورد انتظار جهت پیاده سازی سیستم هوشمند اندازه گیری

معایب : صرف هزینه زیاد و مشکلات اجرایی تعویض تجهیزات و همچنین عدم امکان پیش بینی دقیق امکانات مورد نیاز تجهیزات جهت پیاده سازی سیستم هوشمند اندازه گیری که این امر باعث می شود که مجددا در آینده آن تجهیزات منصوبه نیز تعویض گردند . لذا نیاز به مطالعات گسترده و دقیق و استفاده از تجربیات پیاده شده کشورهای دیگر می بایست مورد استفاده قرار گیرد .

لیکن در سیستم اشاره شده که بصورت عملی پیاده سازی شده است با استفاده از تجهیزات موجود ، سیستم قرائت از راه دور پیاده سازی شده و نیازی به صرف هزینه های اضافی نمی باشد . همچنین می توان قابلیت هایی را در ماژول تا حد امکان اضافه کرد تا در زمان پیاده سازی دقیق سیستم هوشمند از آن استفاده نمود .

مراجع

- [1] Philgriffite, Metering_Protocol_v0.53 2291, 2002
- [2] DLSM/COSEM and ION technology protocol_document 70022-0123-00-05 , 2007
- [3] R.Sen, C.Namovicz & J.Kish, "Distributed Generation Technologies Today & Tomorrow: Accelerating Grid-Based Renewable Energy Power Generation For a Clean Enviroment", 3-8 , 2000

(۸) امکان به روزرسانی برنامه دستگاه از راه دور وجود دارد .
(۹) قطع و وصل برق مشترک از راه دور با وجود تجهیزات رله دار میسر می باشد .

امکان ارتباط با تمامی کنتور های دیماندی وجود دارد .

(۱۱) اتصال یک مودم به چندین کنتور (شبکه بندی کنتورها با باس RS485 یا RF) امکان پذیر است .

در شکل (۵) نحوه نصب مودم آورده شده است .

(۱۲) امکان ذخیره سازی رفتار بار به صورت مجازی و ارسال آن به نرم افزار به منظور پردازش های بعدی وجود دارد .

(۱۳) امکان ثبت و ارسال آلام ها و هشدار های بوجود آمده در کنتور وجود دارد .



شکل ۵ - نحوه نصب مودم در کنار کنتور

۷- توجیه اقتصادی

با توجه به شرایط پیاده سازی پروژه قرائت از راه دور به صورت کلی هزینه هایی که پیاده سازی، راه اندازی و بهره برداری از پروژه در بر دارد از یک سو و سود ناشی از پیاده سازی طرح از سوی دیگر مورد توجه قرار می گیرد. با توجه به این که با پیاده سازی این سیستم نیاز به حضور مامورین قرائت نمی باشد و هزینه های مربوطه کاهش می یابد و همچنین با توجه به کنترل مصارف تلفات فنی و غیر فنی نیز کاهش می یابد .

شبکه هوشمند هزینه های نگهداری و عملیات شبکه را حداقل می کند . نحوه انتقال انرژی را بهینه نموده و امکان استفاده از کم هزینه ترین امکانات تولید را فراهم می سازد [۳] .

۸- نتیجه گیری

باتوجه به این که شرکت های توزیع نیاز به اطلاعات لحظه ای مصارف مشترکین برق به منظور مدیریت شبکه دارند نیاز است اطلاعات دقیقی از عوامل ایجاد تلفات حاصل شود که اینک با