مدیریت انرژی با تابلو برق هوشمند

حسین بهرامی[1]، طهماسب داودی[2]

۱ـ سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) ـ گروه صنعت
۲ـ شرکت تجهیزات آموزشی سپاهان

چکیده

براساس آمار منتشره وزارت نیرو، مصرف سرانه انرژی در کشور ایران به مراتب بیش از کشورهای صنعتی است. قسمت بسیار زیادی از این مصرف انرژی در بخش ساختمان به هدر می‌رود یا بیهوده به مصرف می‌رسد. در تحقیق حاضر اثر بخشی تابلوهای هوشمند برق در جهت مدیریت انرژی در کلیه ساختمان‌ها و مؤسسات اداری و تجاری مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که بکارگیری این سیستم موجب حذف جریان‌های نشتی یا اتصال زمین، کنترل بهینه سیستم‌های سرمایش و گرمایش و کاهش تلفات حرارتی در تأسیسات ساختمان می‌گردد. از طرفی حوادث و خسارات ناشی از اتصالات الکتریکی به حداقل ممکن می‌رساند. نهایتاً نتایج تحقیق بعمل آمده بیانگر صرفه‌جویی انرژی حدود ۵۰۰ هزار بشکه معادل نفت خام در سال برای تعداد یکصد هزار واحد مسکونی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *سیستم مدیریت انرژی (BEMS)، کنترل هوشمند، کاهش تلفات، جریان نشتی، حفاظت و ایمنی، آلودگی محیط زیست*

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

مقدمه:

همواره پیشرفت تکنولوژی و رشد جمعیت دو عامل اساسی در افزایش مصرف انرژی بوده و با توجه به اینکه منابع انرژی فسیلی محدود است، خطر کمبود انرژی یک بحران جدی برای تمام جامعه بشری تلقی می‌شود. علاوه بر این، آلودگی محیط زیست نیز از عوارض سوء همیشگی آن است.

براساس آمار منتشره وزارت نیرو مصرف سرانه انرژی در کشور ما، سه برابر کشورهای صنعتی است. ممیزان انرژی اعتقاد دارند که این اختلاف ناشی از تلفات بسیار انرژی در بخش ساختمان است.

با توجه به موارد بالا به نظر می‌رسد بهینه‌سازی در مصرف انرژی می‌تواند به طور چشمگیری ما را در کاهش بحران یاری کند.

براساس برآوردهای آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) پتانسیل صرفه‌جویی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف مطابق جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱ـ پتانسیل صرفه‌جویی موجود در ساختمانها براساس برآوردهای آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)

ردیف	نوع ساختمان	شرح	پتانسیل صرفه‌جویی (درصد)
۱	مسکونی	گرمایش و سرمایش فضاها	۱۰ تا ۵۰
۲	مسکونی	آب گرم مصرفی (DHW)	۱۰ تا ۵۰
۳	مسکونی	سرمایش مواد غذایی (یخچالها)	۳۰ تا ۵۰
٤	مسکونی	روشنایی	۵۰ تا ۷۰
۵	تجاری	گرمایش و سرمایش فضاها	متغیر
٦	تجاری	روشنایی	۱۰ تا ۳۰

در ارائه این مقاله بیشترین نگاه به موضوع صرفه‌جویی انرژی بوده و مسائل حفاظت و ایمنی و بالا بودن سیستم‌های کنترل و اتوماسیون جایگاه خود را در عمل نشان می‌دهند و در اینجا تنها به طور خلاصه به آنها اشاره شده است.

تابلوی BEMS امکان ارتباط چند جانبه بین کامپیوتر، آیفون، تلفن و اینترفن را مهیا می‌نماید. تفکیک مدارات قدرت و فرمان در تجهیزات روشنایی علاوه بر کاهش ۵۰ درصدی سطح مقطع هادی‌ها و لوله‌ها، حفاظت جان و امکان ارتباطات پیشرفته کنترل و فرمان را مقدور می‌سازد.

ارتباط با کامپیوتر و دریافت فرامین از طریق پورت سریال و صفحه کلید و LCD، کاربران را قادر می‌سازد که با دو روش سیستم را کنترل نمایند.

وجود یک منبع تغذیه و متمرکز کردن تجهیزات و تشخیص محدوده‌های جریان و ولتاژ و برق اضطراری در کاهش هزینه‌های تولید نقش اساسی را دارا می‌باشد.

استفاده کردن از پردازنده‌های پرقدرت ATMEGA و FPGA و بهره‌گیری از سیستم نرم‌افزاری، هزینه‌های تولید را کاهش و سرمایه‌گذاری را بسیار توجیه‌پذیر می‌نماید.

این مجموعه از سیستم دزدگیر و اعلام حریق با توان ارتباطی ده شماره برخوردار می‌باشد.

با بهره‌گیری از شبکه‌های تک سوییچ قدرت کنترل و فرمان افزایش و قیمت تجهیزات مربوطه به دلیل کاهش جریان و ولتاژ، کاهش می‌یابد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

ـ بحث و تشریح مطالب:

با توجه به قابلیت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری این دستگاه که ایجاد سیستم هوشمند را در کلیه اماکن و ساختمان‌ها ممکن می‌سازد، موارد صرفه‌جویی و امکان مدیریت هوشمند به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته و به شرح ذیل ارائه می‌گردد.

ـ ایجاد صرفه‌جویی در جلوگیری از جریان‌های نشتی یا اتصال زمین ناقص تجهیزات الکتریکی

در این رابطه چنانچه آمار دقیقی گرفته شود بیش از ۳۰٪ مصرف‌کنندگان بدون آنکه اطلاع داشته باشند به دلایل فرسودگی و یا ضعف در عایق‌بندی، بدون استفاده مفید از انرژی الکتریکی آن را تلف نموده و ناچار به پرداخت بهای آن براساس کیلووات ساعت مصرفی که کنتور نشان می‌دهد، می‌باشند و دولت نیز ناگزیر به تأمین این انرژی‌ها خواهد بود.

در سیم‌کشی منازل به مسئله ارتینگ توجه جدی نشده و بیش از ۹۰٪ واحدهای مسکونی و تجاری از اجرای ارتینگ به خاطر هزینه‌های چاه ارتینگ و سیم‌کشی‌های مربوطه خودداری می‌نمایند و یا اصولاً به اهمیت ارتینگ توجهی ندارند و این مسئله خطرات جانی و مالی فراوانی به همراه دارد. بخش قابل ملاحظه‌ای از انرژی الکتریکی از طریق جریان‌های نشتی و اتصال بدنه تلف می‌گردد، در واقع مدار بسته‌ای بین هادی حامل جریان و زمین ایجاد می‌شود و جریان الکتریکی از کنتور دریافت و به زمین هدایت می‌شود و بدون آنکه مصرف‌کننده مؤثری در مسیر آن قرار گیرد انرژی از بین می‌رود.

مقدار جریان یا توان از دست رفته تابع قانون $I=U\backslash R$ می‌باشد. هر چه مقاومت (یا در واقع عایق بین هادی و زمین) ضعیف و به صفر نزدیکتر شود جریان به همان نسبت افزایش می‌یابد و این مقدار در شرایطی که اتصال کامل صورت گیرد (مقاومت به سمت صفر میل کند) جریان به سمت ماکسیمم می‌رود و درنتیجه اتصال کوتاه رخ خواهد داد ولی ممکن است سال‌ها با مقاومت کمی اما نه در حد اتصال کوتاه جریان برقرار باشد که مقدار جریان عبوری را از طریق کنتور می‌توان محاسبه نمود.

عواملی که سبب می‌شود اینگونه مشکلات به وجود آید به قرار زیر می‌باشد:

۱) عدم انتخاب صحیح سطح مقطع هادی‌ها نسبت به جریان عبوری، سبب گرم شدن هادی و انتقال حرارت به روکش و در نتیجه معیوب شدن عایق خواهد شد.

۲)ـ کشیدگی روکش سیم‌ها در داخل لوله هنگام اجرای سیم‌کشی و معیوب شدن عایق سیم و بروز نشتی.

۳) اتصال هادی‌ها توسط نوار چسب، علاوه بر اینکه این اتصالات به خوبی انجام نمی‌شود در نقطه اتصال پیوسته جریان قطع و وصل و جرقه حاصل از آن باعث سوختن نوار چسب و معیوب شدن عایق می‌شود.

٤) وسایل گردنده (الکتروموتوری) دارای سیم‌پیچ‌هایی هستند که جنس عایق آن از نوع شارلاک می‌باشد و عبور جریان غیر مجاز سبب افزایش دما و از بین رفتن عایق می‌شود و چون بدنه دستگاه‌ها فلزی می‌باشند جریان از طریق بدنه به زمین هدایت می‌شود.

٥) استفاده از کلید، پریزهای غیر استاندارد، که در مواقع روشن یا خاموش کردن اتصال خوبی را به همراه ندارد و این شرایط باعث ایجاد جرقه شده و جریان زیادی را از شبکه دریافت می‌دارد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

عوامل فوق هر کدام به نوبه خود سبب آسیب رساندن به عایق‌ها می‌گردند و در نتیجه جریان‌های نشتی را به وجود می‌آورند.

مقدار تلفات انرژی الکتریکی که از طریق جریان‌های نشتی و اتصالی ایجاد می‌گردد چنانچه به صورت آماری و با حداقل احتمالات در نظر گرفته شود ۳۰٪ مصرف‌کنندگان را شامل می‌گردد و چون این جریان به صورت مستمر و پیوسته صورت می‌گیرد برای هر واحد مسکونی یا تجاری برمبنای محاسبات زیر صرفه‌جویی قابل توجهی را دارد. البته با توجه به نیاز کشور به ساخت حدود پانصد هزار واحد مسکونی در سال، با فرض اینکه حداقل یکصد هزار واحد مسکونی از این سیستم استفاده نمایند، صرفه‌جویی انرژی برمبنای محاسبات زیر بسیار قابل ملاحظه خواهد بود.

جریان اسمی کنتور	۲۵(A)
متوسط جریان مصرفی	۵ (A)
حداقل متوسط جریان نشتی در ۲۰ درصد	۰/۲ × ۵ (A)=۱ (A)
انرژی الکتریکی تلف شده برای یک سال	P=۲۲۰×۲٤×۳٦۵ /۱۰۰۰=۱۹۲۷ Kwh/y
انرژی الکتریکی تلف شده برای حداقل ۳۰٪ واحدهای احداثی	۱۹۲۷×۳۰۰۰۰=۵۷/۸×۱۰^{٦}=۵۷/۸ Mwh/y
مقدار انرژی قابل صرفه‌جویی	۵۷/۸×۱۰^{٦}×۳/٦×۳=٦۲٤/۲ MJ

با استفاده از تابلوی BEMS علاوه بر حفاظت کامل افراد و تجهیزات، هرگونه جریان نشتی شناسایی شده و سیستم قبل از برقراری برق با تجهیزات، مجموعه زیر پوشش خود را کنترل نموده و در صورت وجود اشکال در سیستم به صورت سیگنال و آژیر، موقعیت را اعلام می‌دارد و پیوسته با تأخیر زمانی و پس از تست کامل ایزولاسیون فرمان برقراری ارتباط را صادر می‌نماید.

ـ بهره‌گیری از سیستم مدیریت هوشمند در سیستم‌های کنترل روشنایی

سیستم کنترل روشنایی چنانچه به خوبی طراحی شود قادر است بین ۳۰ تا ۵۰ درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی به عمل آورد. سطح روشنایی لازم است برمبنای سطوح روشنایی نور طبیعی یا برمبنای حضور افراد یا بوسیله ترکیبی از این دو استراتژی انجام شود. حس‌گرهای حضور افراد می‌توانند زمانی که کسی در محیط حضور ندارد روشنایی‌ها را خاموش کنند. کنترل‌های برمبنای نور طبیعی، بهتر است با کم نور کننده‌ها بکار گرفته شوند تا اینکه از کلیدهای (on off) استفاده شود.

بسیاری از انواع کنترل‌ها نه تنها یک کنترل برمبنای حضور افراد در فضای خود را فراهم می‌کنند، بلکه به نور طبیعی روز و حضور افراد نیز از طریق کنترل‌های کم نورکننده و قطع و وصل پاسخ می‌دهند. در این بخش به تشریح برخی از انواع کنترل‌کننده‌های روشنایی و نوع کاربرد آنها می‌پردازیم.

• کنترل‌های برمبنای نور طبیعی

کم نورکننده‌های اتوماتیک برمبنای نور طبیعی یک استراتژی کنترل روشنایی مهم در فضاهایی است که مقدار زیادی نور طبیعی وجود دارد، اما خاموش کردن کامل روشنایی الکتریکی مناسب نیست. بنابراین، یک استراتژی مفید برای نواحی پیرامونی دفاتر باز و وسیع، فضای سالن‌ها و محل استراحت کارکنان استفاده از این نوع کنترل‌ها می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

• حس‌گرهای حضوری

حس‌گرهای حضوری (مادون قرمز، آلتراسونیک و ترکیبی) وقتی کسی در ناحیه مورد نظر حضور ندارد، یک روش ایده‌آل برای خاموش کردن روشنایی‌ها هستند به خاطر پرهیز از آزار افراد باید مطمئن شد که حس‌گر حضوری افراد برای نوع ناحیه و کابرد مورد نظر مناسب می‌باشد. مشاوره با سازندگان حس‌گرهای حضور لازم است تا از تعداد، نوع و نحوه نصب صحیح حس‌گرهای حضور به گونه‌ای که پوشش مناسب و کنترل بهینه‌ای را فراهم کنند، اطمینان حاصل شود. انواع مختلف حس‌گرهای حضور عبارتند از:

• حس‌گرهای حضور مادون قرمز

این نوع حس‌گرها برای اتاق‌های کوچک محصور، مانند دفتر کار خصوصی، اتاق‌های کنفرانس، اتاق‌های انباری کوچک و کلاس‌ها کاربرد دارد. حس‌گرهای مادون قرمز مقادیر کمی از جابجایی‌ها را برداشت و نمونه‌برداری می‌کنند و برای محیط‌های کوچک پارتیشن‌بندی نشده مناسب هستند.

• حس‌گرهای حضور آلتراسونیک

این نوع حس‌گرها برای فضای باز وسیع و جاهایی که پارتیشن‌ها وجود دارد، مانند دفاتر کار باز، اتاق‌های کنفرانس وسیع، تالارهای سخنرانی، راه‌روها، ناهار خوری‌های وسیع و سالن‌های انتظار و استراحت مناسب است. حس‌گرهای آلتراسونیک با نصب سقفی بیشتر متداول است.

• حس‌گرهای ترکیبی مادون قرمز و آلتراسونیک

این نوع حس‌گرها قابلیت اطمینان بیشتری برای سیستم ایجاد میکنند، به این دلیل که با استفاده از هر دو مکانیسم تشخیص، نارسایی هایی ناشی از هر کدام از روشها رفع میشود.

• ترکیب کم نورکننده/ مادون قرمز دستی

ترکیب کم نورکننده دستی با حس‌گرهای حضوری یک انتخاب خوب دیگر برای دفاتر کوچک و اتاق‌های کنفرانس است. یک کنترلر نصب شده روی دیوار از این نوع می‌تواند کنترل روشنایی را به صورت دستی برای ساکنین فراهم کند و وقتی همه افراد اتاق را ترک کردند روشنایی‌ها را خاموش کند.

• ارزیابی پس از حضور (کنترل‌های با تنظیم دقیق)

برای استفاده‌کنندگان مهم است که بدانند چگونه از کنترل‌های کم نورکننده و تشخیص دهنده حضور افراد استفاده کنند. تنظیم صحیح حساسیت و تأخیرهای زمانی از آزار و رنجش افراد عبوری جلوگیری می‌کند. به علاوه، زمان‌های تأخیر طولانی‌تر برای جاهایی که روشنایی باید در پایان روز خاموش شود مناسب نیست. روشنایی می‌توانند برای نظافت‌چیان و کارکنانی که در ساعات تعطیلی کار می‌کنند روشن شود. هر دو نوع حس‌گر تشخیص حضور افراد نور طبیعی باید به خوبی تنظیم شوند تا سطوح روشنایی مورد نیاز تأمین شود.

مقدار انرژی صرفه‌جویی ناشی از روش‌های فوق به شرح زیر قابل محاسبه می‌باشد:

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

مقدار متوسط انرژی مصرفی در واحدهای مسکونی ۳۶۰ کیلووات ساعت در ماه در نظر گرفته شده که در ردیف ٦ جدول شماره (٥) قرار دارد.

نسبت سهم انرژی مصرفی در بخش روشنایی ۲۵٪ از کل مصرف را شامل می‌گردد که در نتیجه مقدار مصرف انرژی روشنایی برابر با ۹۰ Kwh=۲۵٪×۳٦۰ خواهد شد.

میزان انرژی صرفه‌جویی شده در این بخش با رعایت موارد فوق‌الذکر و با احتساب حداقل صرفه‌جویی به میزان ۳۰ درصد برابر ۲۷ Kwh=۳۰٪×۹۰ خواهد شد.

میزان صرفه‌جویی انرژی در بخش روشنایی در طول سال و یکصد هزار واحد مسکونی به شرح زیر می‌باشد:

۲۷×۱۲×۱۰۰۰۰۰=۳۲/٤ Mwh

۳۲/٤×۳/٦×۳=۳۵۰ MJ

ـ بهره‌گیری از تابلوی مدیریت انرژی BEMS در سیستم سرمایش و گرمایش و تأمین آب گرم مصرفی و بخش پخت وپز

با اعمال مدیریت انرژی می‌توان ضمن افزایش راحتی و آسایش افراد استفاده کننده از ساختمان صرفه‌جویی گسترده‌ای در بخش تأسیسات حرارتی و برودتی به وجود آورد که در واقع کاهش هزینه‌ها را به همراه خواهد داشت. با توجه به رشد تکنولوژی و نیاز استفاده‌کنندگان در ساختمان، استفاده از سیستم‌های کنترل اتوماتیک الزام‌آور می‌باشد زیرا به صورت دستی نمی‌توان عملیات مرکب را تحت کنترل دقیق قرار داد.

کنترل‌کننده‌های ساده شامل ساعت‌ها، حس‌گرهای حضور افراد، فتوسل‌ها و ترموستات‌های قابل برنامه‌ریزی می‌باشند که به طور خودکار و براساس یک برنامه‌ریزی مشخص یا براساس رفت و آمد افراد به محل مورد نظر یا بر اساس میزان نور طبیعی مورد استفاده ساختمان یا براساس شرایط مختلف محیطی و زمانی مانند طول روز، طول شب و تعطیلات آخر هفته، تأسیسات ساختمان را روشن و خاموش و یا تنظیم می‌کنند.

سیستم‌های کنترل و مدیریت انرژی بر مبنای کامپیوتر (BEMS) می‌توانند صدها و یا هزارها پارامتر را در یک مجموعه ارزیابی و نظارت کنند. در این سیستم امکان استفاده از روش‌های کنترل مؤثرتر و پیچیده‌تر مانند کنترل‌های صرفه‌جویی‌کننده و کنترل آنتالپی وجود دارد و از سیستم BEMS معمولاً برای کنترل بارهای بزرگ که تجهیزات HVAC، برج‌های کنترل برای کاهش بار الکتریکی و پایین آوردن هزینه‌ها طراحی شده‌اند که از اهداف اصلی آنها کاهش دیماند است و اجرای آنها از طریق یک سیستم BEMS قابل انجام است. BEMSها معمولاً از طریق کاهش انرژی مصرفی و کاهش هزینه‌های نیروی کار (مربوط به تعمیرات و نگهداری) باعث صرفه‌جویی می‌شوند و می‌توانند بازگشت سرمایه مطلوبی داشته باشند.

مدیران تأسیسات بایستی برای تجهیزاتی که می‌توانند براساس برنامه‌ریزی خاصی، مانند دما، فشار، سطح روشنایی یا حضور و عدم حضور افراد، خاموش و روشن شوند، کنترل‌های اتوماتیک و حس‌گرها را به کار گیرند. کاربرد سیستم‌های کنترل اتوماتیک در سیستم‌های تهویه مطبوع (HVAC) و روشنایی در کاهش مصرف انرژی بسیار مؤثر است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

ساعت‌ها وسایل الکتریکی مکانیکی هستند که تجهیزات را براساس یک برنامه‌ریزی مشخص، روشن و خاموش می‌کنند. بارهای کوچک می‌توانند مستقیماً قطع و وصل شوند و بارهای بزرگ می‌توانند به صورت غیر مستقیم از طریق رله‌ها کنترل شوند. بسیاری از ساعتها وسایل ٢٤ ساعته هستند که برنامه‌ها را هر روز تکرار می‌کنند. برخی از آنها دوره‌های هفتگی و حتی سالیانه دارند که امکان برنامه‌ریزی‌های پیچیده‌تر را نیز فراهم می‌آورند.

جدول ٢ـ مقادیر سهم انرژی مصرفی و درصد صرفه‌جویی شده در یک واحد نمونه

ردیف	شرح مصرف انرژی	درصد سهم انرژی	مقدار مصرف	درصد صرفه‌جویی	مقدار انرژی صرفه‌جویی شده Kw
١	سرمایش و گرمایش	٤٤٪	١٥٨/٤	٥٠٪	٧٩/٢
٢	تأمین آب گرم	١٤٪	٥٠	٣٠٪	١٥
٣	پخت و پز	١٧٪	٦١	١٨٪	١٨
٤	روشنایی	٢٥٪	در بخش ٢ محاسبه شده است		
جمع	**مجموع انرژی‌مصرفی**	١٠٠٪	**٣٦٠**	٣١/٣٪	**١١٢/٢**

انرژی صرفه‌جویی شده در طول سال ١١٢/٢×١٢=١٣٤٦/٠٤(KwR)

انرژی صرفه‌جویی شده برای یکصد هزار واحد در سال ١٣٤٦/٠٤×١٠٠٠٠٠=١٣٤/٦×١٠^٦ (KwR)

توضیح: مقادیر واقعی را با احتساب ٧٥٪ مقادیر اصلی در نظر می‌گیریم که ناشی از عدم آموزش عمومی و عدم نظارت در نظر گرفته شده است.

١٣٤/٦×١٠^٦×٧٥٪=١٠٠/٩٥×١٠^٦ Kwh=١٠٠٠٠٠ MwR

١٠٠×١٠^٦×٣/٦×٣=١٠٨٠×١٠^٦ MJ

ـ کاهش تلفات حرارتی و کاهش مصرف تجهیزات سیم و لوله‌کشی در اجرای تأسیسات

پیوسته بخش کوچکی از انرژی‌های الکتریکی به صورت حرارت و در هادی‌های حامل جریان تلف می‌شود و در جمع‌بندی همین مقادیر کوچک با توجه به طول هادی و مصرف مداوم رقم قابل ملاحظه‌ای را تشکیل خواهد داد.

در تابلوهای BEMS ٥٠٪ از مسیر هادی‌های جریان حذف می‌گردد و به جای آنها از هادی‌های بسیار نازک که معمولاً از سیم‌های تلفن می‌باشد استفاده می‌گردد زیرا جریان عبوری از هادی‌ها در حد میلی آمپر و ولتاژ مدارات در حدود ١٢ ولت خواهد بود. در این سیستم کلیدهای معمول از مدار حذف و به جای آنها از پوش سوییچ یا ریموت کنترل استفاده می‌شود و فرمان‌ها به صورت مدارات کوچک (١ ، ٠) عمل می‌کنند و در نتیجه هیچ نوع جرقه‌ای در هنگام قطع یا وصل بوجود نمی‌آید همین پدیده کوچک گاهی جلوی حوادث خیلی بزرگ را خواهد گرفت بطوریکه بارها شاهد بوده‌ایم بدلیل نشت گاز در منازل با قطع یا وصل کلید انفجار رخ داده و توسط این سیستم جلوی اینگونه حوادث گرفته خواهد شد.

مقدار تلفات انرژی در این بخش براساس طول هادی‌ها و جنس آنها که معمولاً از مس می‌باشد و سطح مقطع انتخابی تابع قانون R=pL/S خواهد بود و P=RI^٢ مقدار توان تلف شده به صورت حرارت را به دست خواهیم آورد که البته مقدار انرژی تلف شده به طور مستقیم ناچیز خواهد بود ولی چنانچه سطح

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

مقطع هادی‌ها صحیح انتخاب نشوند و یا مسیرهای عبور جریان در توزیع به خوبی انجام نگیرد مقدار انرژی حرارت تلف شده قابل ملاحظه خواهد بود برای مثال در یک واحد با زیر بنای ۱۰۰ متر مربع که طول هادی‌های حامل جریان حدود ۲۰۰۰ متر خواهد بود و جریان عبوری توسط ۲/۵ آمپر پیش‌بینی شده مقاومت حاصل و انرژی تلف شده مطابق روابط زیر است.

جرقه‌های ناشی از عدم رعایت استاندارد سطح مقطع، انتخاب مسیرها و افزایش تعداد رشته هادی‌ها در یک لوله مواردی هستند که موجب افزایش تلفات انرژی الکتریکی می‌شوند. البته امکان ارائه محاسبات و ارقام توجیهی برای این موارد مشکل خواهد بود ولی در واقع بسیار قابل توجه می‌باشد.

ـ حذف غیرضروری مصرف‌کنندگان

بارها وقتی از منزل خارج می‌شویم فراموش می‌کنیم تمامی منابع روشنایی را از مدار خارج نمائیم و یا سیستم گرمازا و سرمازا را عمداً یا سهواً قطع نمائیم و استفاده بی‌مورد و غیرمفید عملاً سبب اتلاف انرژی خواهد شد که با وجود تابلوهای BEMS از اینگونه مصارف جلوگیری به عمل می‌آوریم.

در طراحی و اجرای تابلوی BEMS مقادیر لوله‌گذاری ۴۰٪ کاهش پیدا می‌کند و همچنین ۵۰٪ هادی‌های حامل جریان از مقاطع ۱/۵ و ۲/۵ و ٤ تبدیل به سیم‌های تلفنی ۰/۵۰ با ۰/۷۵٤ خواهد شد و با محاسبات نه چندان دقیق مقادیر انرژی صرفه‌جویی شده غیرمستقیم در این رابطه برای ۱۰۰۰۰۰ واحد ساختمانی برابر 5×10^{6} kwh خواهد شد و جمع انرژی صرفه‌جویی شده مستقیم و غیرمستقیم به شرح زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$R=0/0175\times330 \,/\, 1/5=3/85\ \Omega$

$P=RI^2=3/85\times(2/5)^2=24W$

$24\times12\times365=105/4$ Kwh

$105/4\times100000=10/54\times10^{6}$ Kwh/year

$10/54\times10^{6}+5\times10^{6}=15/54\times10^{6}$ Kwh/year

$15/54\times10^{6}\times3\times3/6=167/8\times10^{6}$ MJ

ـ پیشگیری از عوارض سوء مسائل حفاظت و ایمنی و خسارات ناشی از آن

حفاظت‌هایی که این سیستم پیش‌بینی شده طبق فلوچارت پیوست به چند بخش نتقسیم گردیده است که شامل:

۱) حفاظت از جان انسانها در مقابل برق گرفتگی
۲) حفاظت از تجهیزات در مقابل تغییرات و نوسان ولتاژ و جریان
۳) حفاظت از تجهیزات در مقابل سرقت و آتش سوزی

اگر به اهمیتی که جهان به مسئله ایمنی می‌دهد، با استانداردهای جهانی به مسئله ایمنی توجه نمائیم و از حوادث ناشی از برق گرفتگی آماری دقیق تهیه شود، اجرای تابلوی BEMS حتی فقط به منظور حفاظت جان افراد توجیه‌پذیر خواهد بود هر چند نمی‌توان مقدار انرژی صرفه‌جویی شده در این خصوص را به اعداد و ارقام تبدیل کرد و برای محاسبه انرژی تلف شده در اثر تغییرات ولتاژ که بسیاری از وسایل منزل مانند یخچال، تلویزیون و مخصوصاً مصرف کنندگان الکتروموتوری (گردنده‌ها) و یا سلفی ما

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

را دچار آسیب می‌نماید. اگر به صورت آماری از هر ۱۰۰۰۰ واحد مسکونی یکی از وسایل مثل یخچال یا تلویزیون آسیب ببیند برای جایگزینی آن انرژی زیادی بایستی صرف شود و نیز مقدار انرژی تلف شده ناشی از تخریب و تلف شدن تجهیزات در مقابل آتش‌سوزی بسیار حائز اهمیت می‌باشد، به طوریکه اگر سیستمی حفاظت‌های مربوطه را به عهده گیرد و یا احتمال بروز آن را کاهش دهد، بی شک صرفه‌جویی بسیار بزرگی در سطح کلان مملکت خواهد آورد. سیستم تابلوی BEMS به گونه‌ای طراحی شده که پس از دریافت اولین علامت توسط سنسورهای مربوطه قادر است با ده مرکز ارتباط تلفنی برقرار کند. به طور آماری اگر از هر ۱۰۰۰۰ واحد مسکونی در طول سال جلوی ۱ مورد حریق گرفته شود صرفه‌جویی انرژی ناشی از بازسازی برای یک واحد در خوشبینانه‌ترین شرایط رقمی معادل ۵۰۰۰ کیلووات ساعت را می‌توان پیش‌بینی نمود که برای ۱۰٪ از ۱۰۰۰۰۰ واحد مسکونی برابر با ۵۰ میلیون کیلووات ساعت یا ۵٤۰ میلیون مگاژول خواهد بود.

ـ مدیریت در صرفه‌جویی انرژی الکتریکی براساس کنترل دامنه پیک مصرف

موضوع صرفه‌جویی مصرف انرژی امروزه در کلیه جوامع صنعتی به شدت کنترل می‌گردد ولی متأسفانه در کشور ما به دلیل پایین بودن نرخ انرژی به این مهم توجه چندانی نشده به طوریکه سرانه مصرف انرژی در ایران ۵ برابر کشورهای صنعتی می‌باشد.

امروزه در دنیا با بهره‌گیری از علوم و همچنین علم الکترونیک و میکروپروسسورها و وجود سنسورها و سیستم‌های هوشمند و بالا رفتن سطح تکنولوژی به منظور بهره‌گیری مناسب از ساختمان و تأسیسات و تجهیزات آن با صرفه‌جویی انرژی همراه گردیده‌اند.

جدول شماره ۳ درصد انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف را در کشور نشان می‌دهد. همانطور که از جدول پیداست بیشترین مقدار مصرف انرژی در شاخه‌های غیر مولد مصرف می‌شود یعنی مصارف انرژی الکتریکی در بخش خانگی به تنهایی بیش از مجموع مصرف انرژی در بخش صنعت و کشاورزی می‌باشد.

جدول ۳ـ درصد انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف

بخش مصرف کنندگان	درصد
خانگی	۳٦/۹
صنعت	۲٦/۸
کشاورزی	۵/۲
حمل و نقل	۲۳/٤
سایر	۸/۱

برآوردهای وزارت نیرو در سال ۱۳۷۹ نشان می‌دهد که سرانه مصرف انرژی هر فرد ایرانی ۲۰۰٤٦۵۰ ریال و یارانه به ازاء هر خانواده ۹۲۲۱۳۹۵ ریال پرداخت شده که این رقم سالیانه معادل ۱۱ تا ۱۳ میلیارد دلار برای کشور هزینه در بر داشته است.

در راستای پیشبرد اهداف مدیریت انرژی شیوه‌هایی از سوی شرکت‌های برق منطقه ای اعمال گردیده تا مشترکان را به فعالیت در ساعات غیر پیک تشویق نمایند که سبب شده مصرف کنندگان متناسب با جدول شماره ٤ از تخفیف‌های ویژه برخوردار گردند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

جدول ۴ـ ضریب بهای برق در ساعات مختلف شبانه روز

ساعات کم مصرف	ساعات عادی	پیک بار	ولتاژ تغذیه
۰/۵	۱	۲/۸	۶۳ Kv به بالا
۰/٤	۱	۲/۵	۳۳ Kv و ۲۰ و ۱۱
۰/٤	۱	۲/۵	فشار ضعیف

در روش دیگری که برق منطقه‌ای برای کنترل مقدار مصرف اعمال نموده است طبق جدول شماره ۵ تنظیم گردیده است که در این جدول مقدار مصرف با قیمت بهای انرژی به صورت تصاعدی محاسبه گردیده است.

جدول ۵ـ هزینه برق متناسب با مقدار مصرف

ردیف	مصرف در ماه	مبلغ به ریال
۱	تا ۶۰ کیلووات ساعت	۳۳۲۸
۲	تا ۱۲۰ کیلووات ساعت	۹٤۳۸
۳	تا ۱۸۰ کیلووات ساعت	۱٤۸٦٤
٤	تا ۲٤۰ کیلووات ساعت	۲۰۷٦٤
۵	تا ۳۰۰ کیلووات ساعت	۲٦۹٤٤
٦	تا ۳٦۰ کیلووات ساعت	٤۵٤۲٤
۷	تا ٤۲۰ کیلووات ساعت	٦۳۹۰٤
۸	تا ٤۸۰ کیلووات ساعت	۸۲۳۸٤
۹	تا ۵٤۰ کیلووات ساعت	۱۰۰۸٦٤
۱۰	تا ٦۰۰ کیلووات ساعت	۱۱۹۳٤٤

به مبالغ فوق ۳٪ عوارض شهرداری تعلق خواهد گرفت.

شناخت و آگاهی چگونگی نوع مصرف و استفاده از وسایل و تجهیزات در ساعات پیک بار و اعمال روش‌های بهینه برای صرفه‌جویی علاوه بر اینکه جلوی هزینه‌های اضافی را می‌گیرد در عین حال سبب می‌شود که به محیط زیست چه در بخش تولید یا مصرف کمترین اثر آلایندی را تحمیل نماید. طبیعی است که تنها شناخت و ایجاد محدودیت برای صرفه‌جویی کافی نیست بلکه بایستی روش‌های اجرایی و مدیریتی اعمال گردد تا به خواسته‌هایمان جامه عمل بپوشانیم. در این رابطه با بهره‌گیری از تابلوهای هوشمند BEMS قادر خواهیم بود که به این مهم دست یابیم. در واقع بدون اعمال کاهش خدمات، صرفه‌جویی گسترده‌ای را برای مصرف کنندگان به وجود آوریم.

برای مثال بهایی را که مشترک ردیف ۹ جدول شماره ۵ بایستی قبل از اعمال سیستم مدیریت انرژی پرداخت نماید به شرح زیر خواهد بود:

۱) محاسبه مقدار مصرف واقعی به کیلووات ساعت

۲) اعمال ضریب بهره‌برداری که طبق جدول شماره ٤ در فشار ضعیف در زمان پیک مصرف ۲/۵ و در زمان کم مصرف ۰/٤ می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

۳) تصاعدی بودن مقدار مصرف مطابق جدول شماره ۵

مبلغ بهای برق ردیف ۹ جدول	۱۰۰۸٦٤	٥٤۰ kwh
عوارض شهرداری	۱۰۰۸٦٤×٪۳=۳۰۲٦	
کل هزینه پرداختی در سال	(۱۰۰۸٦٤+۳۰۲٦) ۱۲=۱۲٤٦٦۸۰	

اگر مصرف انرژی ساختمان مدیریت شود بدون اینکه مصرف‌کننده دخالت چندان در سیستم اعمال نماید سیستم به صورت هوشمند صرفه‌جویی گسترده‌ای را به عمل خواهد آورد به طوریکه هزینه‌های پرداختی را بیش از ۵۰٪ کاهش می‌دهد.

چنانچه از تابلوی BEMS استفاده شود حدود ۳۰ درصد صرفه‌جویی عمومی خواهیم داشت و همچنین در خصوص خارج کردن بار مصرفی از ناحیه پیک بار به نواحی عادی و کم مصرف حدود ۵٪ با اعمال ضرایب از ۲/۵ به ۰/٤ خواهیم داشت که این عمل با استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند که تابع زمان، درجه حرارت و برودت و نور عمل خواهد کرد، بهره گرفت یعنی به طور مشروط به مصرف‌کنندگان خاص مانند اتوی برقی، ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی و جارو برقی فرمان داده می‌شود که در زمان غیر پیک مصرف وارد مدار شوند. این اعمال به صورت برنامه‌ریزی شده و به شکل اتوماتیک انجام می‌شود و در مجموع مقدار هزینه پرداختی به شرح زیر کاهش می‌یابد.

محاسبه انرژی صرفه‌جویی شده مشترک ردیف ۹ جدول شماره ۵ با بهره‌گیری از تابلوی BEMS به ردیف ٦ منتقل به ردیف ٦ منتقل می‌گردد.

مقدار صرفه‌جویی ناشی از مزایای عمومی BEMS	٥٤۰×٪۳۰=۳۷۸ Kwh	٥٤۰Kwh
۰/٤ به ناحیه کم مصرف ۲/۵ مقدار صرفه‌جویی ناشی از تغییر ضریب پیک	۳۷۸×۰/۹٥= ۳٥۹ Kwh	
تغییر مکان از ردیف ۹ تا ٦	۳٦۰Kwh	

مبلغ بهای ردیف ٦ جدول	٤٥٤۲٤	۳٦۰Kwh
عوارض شهرداری	٤٥٤۲٤×٪۰/۰۳=۱۳٦۳	
کل هزینه پرداختی در سال	(٤٥٤۲٤+۱۳٦۳) ×۱۲=٥٦۱٤٤٤	

همانطور که ملاحظه می‌شود هزینه‌ای که مشترک در شرایط عادی پرداخت می‌نمایند بالغ بر ۱۲٤٦٦۸۰ ریال بوده که پس از استفاده از تابلوی BEMS به رقم ٥٦۱٤٤۰ ریال تقلیل پیدا نموده یعنی بیش از۵۰٪ صرفه‌جویی را به همراه دارد و با شناخت و آگاهی از نتیجه عملکرد بکارگیری تابلوهای BEMS برای مصرف‌کنندگان یک الزام تشویقی به همراه خواهد داشت. براساس محاسبه مقدار خالص انرژی صرفه‌جویی شده حاصل از ضریب پیک بار به شکل زیر قابل محاسبه میباشد:

$۳۷۸-۳٥۹=۱۹\times۱۲\times۱۰۰۰۰۰=۲۲/۸\times۱۰^{٦}$ Kwh

ـ صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیرات و نگهداری سیستم‌ها

تابلوی مدیریت انرژی BEMS علاوه بر مسائل صرفه‌جویی انرژی و بالا بردن سیستم‌های کنترل و اتوماسیون و حفاظت و ایمنی قادر است با اعمال مدیریت و برنامه‌ریزی نسبت به ثبت اطلاعات و پردازش

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

و ارسال اطلاعات صرفه‌جویی گسترده‌ای در هزینه‌های تعمیرات و نگهداری بعمل آورد که بعضاً به شرح زیر می‌باشد:

۱) کنترل دامنه‌های ولتاژ و جریان که سبب حفاظت و پایداری تجهیزات می‌شود
۲) با تنظیم جداول زمانی دوره‌ای براساس ساعات روزانه و شبانه ماهانه و سالانه و تشخیص ساعات و روزهای تعطیل زمان کارکرد تجهیزات را کاهش داده و در نتیجه عمر مفید تجهیزات را افزایش خواهد داد
۳) تنظیم دامنه‌های حرارتی و برودتی به کمک سنسورها و ترموستات‌ها و فتوسل‌ها ترکیب زمان‌بندی سبب کاهش زمان کارکرد تجهیزات و افزایش عمر مفید آنها خواهد شد
٤) با ترکیب زمان سنج‌ها و جریان‌های مصرفی قادر خواهیم بود دیماند مصرف انرژی را پایین آوریم با محدود کردن بعضی از مصرف‌کنندگان غیر ضروری پیک مصرف انرژی را کنترل نمائیم.
٥) با اندازه‌گیری میزان آنتالپی درون و بیرون منزل از انرژی خارج از ساختمان به صورت رایگان استفاده نمائیم.
٦) با کنترل سرعت فن در مواقع غیرضروری علاوه بر صرفه‌جویی مصرف سوخت بار کویل‌ها را کاهش دهیم.
۷) با کنترل دمای برگشت و مقایسه Set Point قادر خواهیم بود چیلرها و بویلرها را در حال کار کنترل نمود.
۸) با افزایش سیستم‌های کنترلی و پردازش اطلاعات توسط کامپیوتر و امکان ارسال اطلاعات حضور نیروی انسانی را در محل به صورت فیزیکی کاهش دهیم.
۹) سبب کاهش نیروی انسانی، افزایش عمر تجهیزات، کاهش نرخ خرابی‌ها، کاهش هزینه‌های نگهداری و عملکرد بهینه ساختمان می‌شود.

هر ساختمانی بالاخص ساختمان‌های بزرگ اعم از مرتفع یا گسترده در سطح با توجه به نیازهای کاربری آنها و یا گستردگی و تعدد تجهیزات و تأسیسات موجود در آنها دارای نیازهایی در مدیریت و بهره‌برداری مناسب و بهینه هستند که برخی از آنها به شرح زیر می‌باشد:

- کاهش مصرف برق بدون ایجاد کمبود خدمات
- عدم وجود شناسنامه و سوابق تعمیراتی تجهیزات و تأسیسات و مراتب سرویس آنها
- عدم سرویس دهی به موقع و پیشگیرانه برای تجهیزات موجود
- هر نوع تنظیم و کنترل با تشخیص اپراتور و به صورت دستی انجام می‌شود و از دستگاه‌های تنظیم کننده استفاده نمی‌شود لذا تنظیمات به اطلاعات فنی و سلیقه‌های فردی وابسته است نه به اطلاعات سیستماتیک و آنچه باید عمل شود.
- هزینه بالای دستمزد نیروی انسانی اپراتوری و نگهدارنده
- وجود استهلاک زیاد به علت نبودن سیستمی هوشمند به عنوان ابزاری برای نیروهای نگهدارنده و اپراتورها جهت کنترل کیفیت عملکردها
- نبود یک برنامه مدون تعمیرات پیشگیرانه (P.M.) برای تجهیزات و تأسیسات ساختمان

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

- علمی نبودن برنامه‌ریزی با هدف صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی الکتریکی، سوخت فسیلی و غیره به دلیل نداشتن اطلاعات مورد نیاز به خاطر فقدان ابزارهای لازم که نتیجه‌اش بالا بودن رقم هزینه‌های مختلف و بازدهی کم و نامطلوب است.
- مشخص نبودن ارزش دقیق فعالیت مدیران خدمات پشتیبانی به خاطر اشراف نداشتن به نحوه عملکرد آنها با مشکلات و آگاه نبودن از امکانات آنها و چگونگی برخوردشان با نیازها.
- عدم امکان استفاده از متخصص زبده به منظور ارائه خدمات فنی مناسب به ساختمانها بالاخص در مناطق محروم.

بر مشکلات فوق، کنترل سایر تجهیزات اعم از دائم کار و غیردائم کار نظیر راه‌اندازی و توقف آسانسورها بر حسب نیاز، باز و بسته‌کردن درهای خاص مثل درهای اضطراری هنگام وقوع حادثه و نظایر آنها نیز اضافه می‌گردد. لزوم پاسخگویی به چنین نیازهایی برای مدیریت مطلوب یک ساختمان باعث گردیده راه‌حل‌های سیستماتیک الکترونیکی ابداع شود.

ـ پیشگیری از هزینه های ناشی از رفع آلودگی محیط زیست

همانطوریکه موارد انرژی صرفه‌جویی شده در جدول مشخص گردیده با استفاده از تابلوی BEMS در اجرای پروژه‌های ساختمانی احداثی (یکصد هزار واحد) سالیانه بیش از ۳۰۰۰ میلیون مگاژول معادل ۵۲۳ هزار بشکه نفت خام در مصرف انرژی در کشور صرفه‌جویی می‌شود و بیش از یازده میلیون دلار صرفه‌جویی ارزی خواهیم داشت در شرایطی که همراه این سیستم رفاه، آرامش و امنیت به ارمغان آورده می‌شود.

بازگشت سرمایه‌گذاری نصب تابلوی BEMS در ساختمان‌ها ماکسیمم ۱/۲ سال خواهد بود.

به دلیل هزینه پایین تولید و قابلیت‌های بالای سیستم، در آینده نزدیک کاربرد این تابلو در واحدهای مسکونی الزام تشویقی را به همراه خواهد داشت.

کاهش ۲۷۸/۵ Mwh انرژی، صرفه‌جویی معادل ۸۰۰×۱۰^{۶} ریال را در بخش رفع آلودگی محیط زیست به همراه خواهد داشت. نهایتاً کلیه نتایج این تحقیق در جدول شماره ٦ خلاصه شده است.

جمع‌بندی

بکارگیری سیستم مدیریت انرژی ساختمان (BEMS) پیآمدهای ارزنده و مفید از لحاظ صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بهینه‌سازی آن، ایجاد سیستم ایمنی و جلوگیری از خسارات ناشی از اتصالات و آتش سوزی را به دنبال دارد. قابلیت‌های این سیستم کنترلی هوشمند و برآورد تقریبی صرفه‌جویی‌ها در ذیل و جدول شماره ٦ آورده شده است:

ـ جلوگیری از جریان‌های نشتی یا اتصال زمین تجهیزات الکتریکی
ـ بهره‌برداری بهینه و هوشمندانه از سیستم روشنایی
ـ امکان کنترل قابل برنامه‌ریزی جهت تأمین سرمایش، گرمایش و آب گرم
ـ کاهش تلفات حرارتی ناشی از سیم‌ها به سبب کاهش سیم‌کشی و تجهیزات الکتریکی
ـ ایجاد سیستم حفاظت و ایمنی و جلوگیری از خسارات
ـ کنترل توان مصرف در ساعات پیک برق شبکه

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]

ـ کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری
ـ کمک به کاهش آلودگی محیط زیست به سبب کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها

جدول ۶ـ مقادیر قابل صرفه‌جویی با بکارگیری سیستم مدیریت انرژی ساختمان (BEMS)

ردیف	موارد صرفه‌جویی	مقدار صرفه‌جویی سالیانه				هزار دلار
		mwh	معادل هزار بشکه نفت خام	میلیون مگاژول	میلیون دلار	
۱	حذف جریانهای نشتی و اتصال ناقص به زمین	۵۷/۸	۱۰۸	٦۲٤	۱۷۳۸۰	۲۱۷۲
۲	اعمال مدیریت در سیستمهای روشنایی	۳۲/٤	٦۱	۳٥۰	۹۷٤۰	۱۲۱۷
۳	اعمال مدیریت در بارهای حرارتی و برودتی	۱۰۰	۱۸۸	۱۰۸۰	۳۰۰۸۰	۳۷٦۰
٤	کاهش تلفات حرارتی هادیها	۱٥/٥	۲۹	۱٦۷	٤٦٦۰	٥۸۲
٥	ایجاد حفاظت و ایمنی	٥۰	۹٤	٥٤۰	۱٥۰٤۰	۱۸۸۰
٦	کاهش مصرف در ساعات پیک (پیک سائی)	۲۲/۸	٤۳	۲٤٦	٦۸٦۰	٥۸٥
۷	کاهش هزینه تعمیرات و نگهداری	----	----	----	۱۸۰۰	۲۲٥
۸	کاهش آلودگی محیط زیست	----	----	----	۸۰۰۰	۱۰۰۰
۹	**جمع**	**۲۷۸/٥**	**٥۲۳**	**۳۰۰**	**۹۳٥۶۰**	**۱۱۶۹٥**

۴ـ منابع:

۱ـ٤ـ تحقیق میدانی از دست اندرکاران واگذاری نیروگاه‌ها به بخش غیردولتی، در ستاد صنعت برق کشور، مهندسین مشاور، خریداران

۲ـ٤ـ مستندات مهندسین مشاور خارجی خصوصی در این رابطه

۳ـ٤ـ مجموعه قوانین و مقررات خصوصی‌سازی در برنامه سوم توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، سازمان خصوصی سازی، اردیبهشت ۱۳۸۱

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-26]