بسوي دانشگاههاي سبز در ايران:
مروي بر راهكارهاي تحليل و بهينه سازي مصرف انرژي و نيز الگوي سبز شدن دانشگاهها در جامعه

دكتر سيد علي اكبر صفوی
استاد دانشكده مهندسي برق و كامپيوتر، دانشگاه شيراز

Winter 2018

عناوین بحث

- مقدمه
- بسوی دانشگاه سبز
- اقدامات دانشگاه شیراز
- پروژه ممیزی و مدیریت انرژی دانشگاه شیراز
- پیشنهادات

مقدمه

- بحران انرژی و دغدغه ها و اقدامات جهانی
- در کشور ما، ابتدایی‌ترین تمهیدات >>> جهش های عظیمی در اقتصاد
- حرکت به سوی توسعه پایدار در جامعه و دانشگاههای سبز نیازمند شناخت بهتری از مفاهیم و ابعاد مسئله، ممیزی انرژی و نیز راهکارهای عملی
- این گفتار :
  - الف) مفاهیم و ابعاد وسیع موضوع و الگو قرار گرفتن دانشگاهها در جامعه

(نقش مهم دانشگاهها بعنوان یک مدل در تفهیم و فرهنگ سازی توسعه پایدار و اکو سیستم شهری پایدار)

  - ب) پروژه های مهم و ممیزی و مدیریت انرژی دانشگاه شیراز

بسوی دانشگاه سبز

- جامعه در راستای محیط زیست شهری پنج هدف عمده را باید در نظر بگیرد:
  - گسترش شناخت از ساختار و عملکرد محیط زیست¬های شهری
  - پیشبرد تعامل متعادل بین انسان¬ها و محیط پیرامون آن¬ها در شهرهای بزرگ و کوچک
  - پرورش و گسترش دانش و پیاده¬سازی محیط زیست شهری
  - تقویت ارتباطات و غنی¬سازی گفتگو بین محققان، متخصصان و معلمان
  - در دسترس قرار دادن دانش جمعی و فنی محیط زیست¬های شهری

- نقش دانشگاهها به عنوان الگو در توسعه پایدار درون جامعه باید مورد توجه قرار گیرد.
- زمانی که درک جامعه از توسعه پایدار مطرح میشود، دانشگاهها عملکرد و مسئولیت منحصربفردی به عنوان الگو ایفا می کنند.
- دانشگاه سبز: یک استراتژی در راستای بهینه¬سازی و پایداری منابع

موضوعات مورد بحث در زمینه توسعه پایدار:

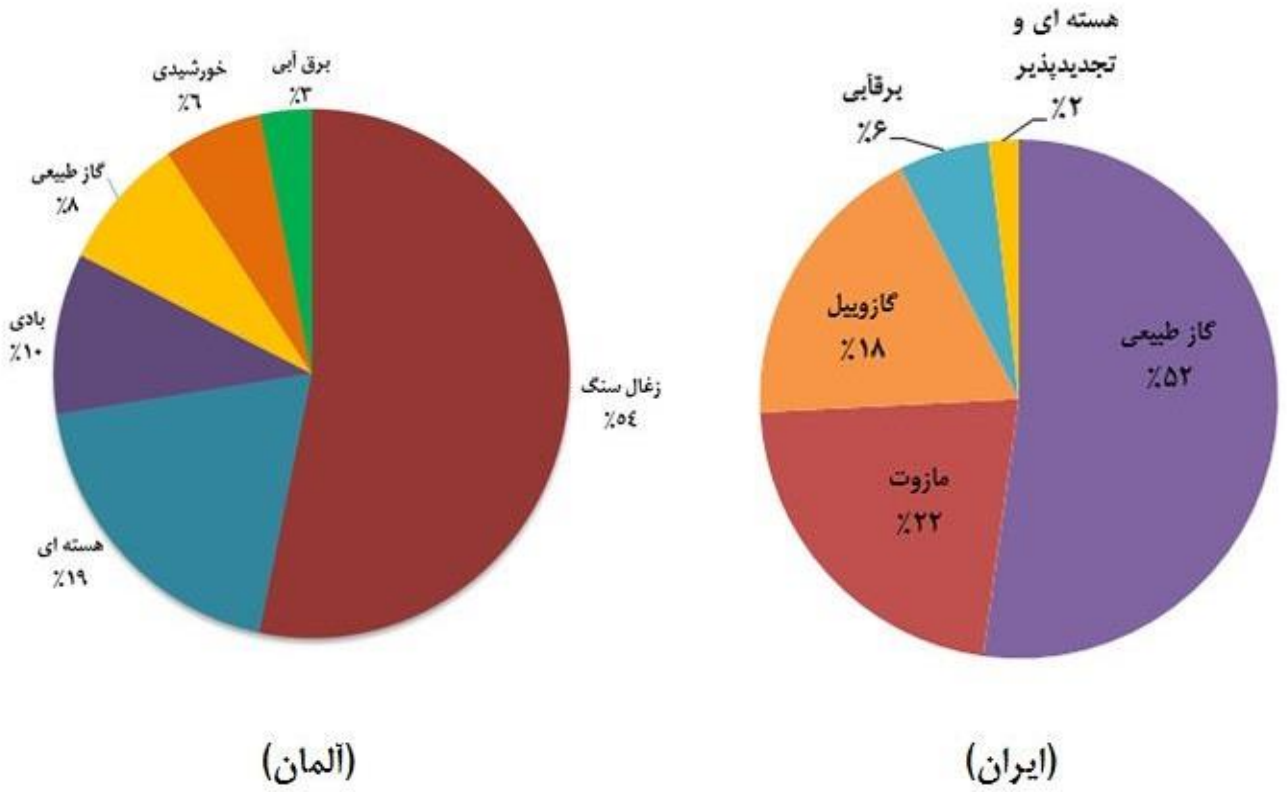
- **ساختمان¬های پایدار (انرژی، CO2، (...**
- **فضاهای باز پایدار (تنوع زیستی، قابلیت استفاده، ...)، گفتگو و مباحث فعال در ارتباط با طبیعت**
- **مفهوم عبور و مرور: محوطه دانشگاهی قابل پیاده¬روی**
- **آموزش و فعالیت¬های تحقیقاتی**
- **مدیریت منابع**
- **رسیدگی آگاهانه به سلامت و تغذیه در محوطه دانشگاهی**
- **کسب و کار منطقی و متعادل در محوطه دانشگاه**

بیایید با همکاری یکدیگر دانشگاه‌های را به الگوهای بین‌المللی پایدار بدل کنیم:

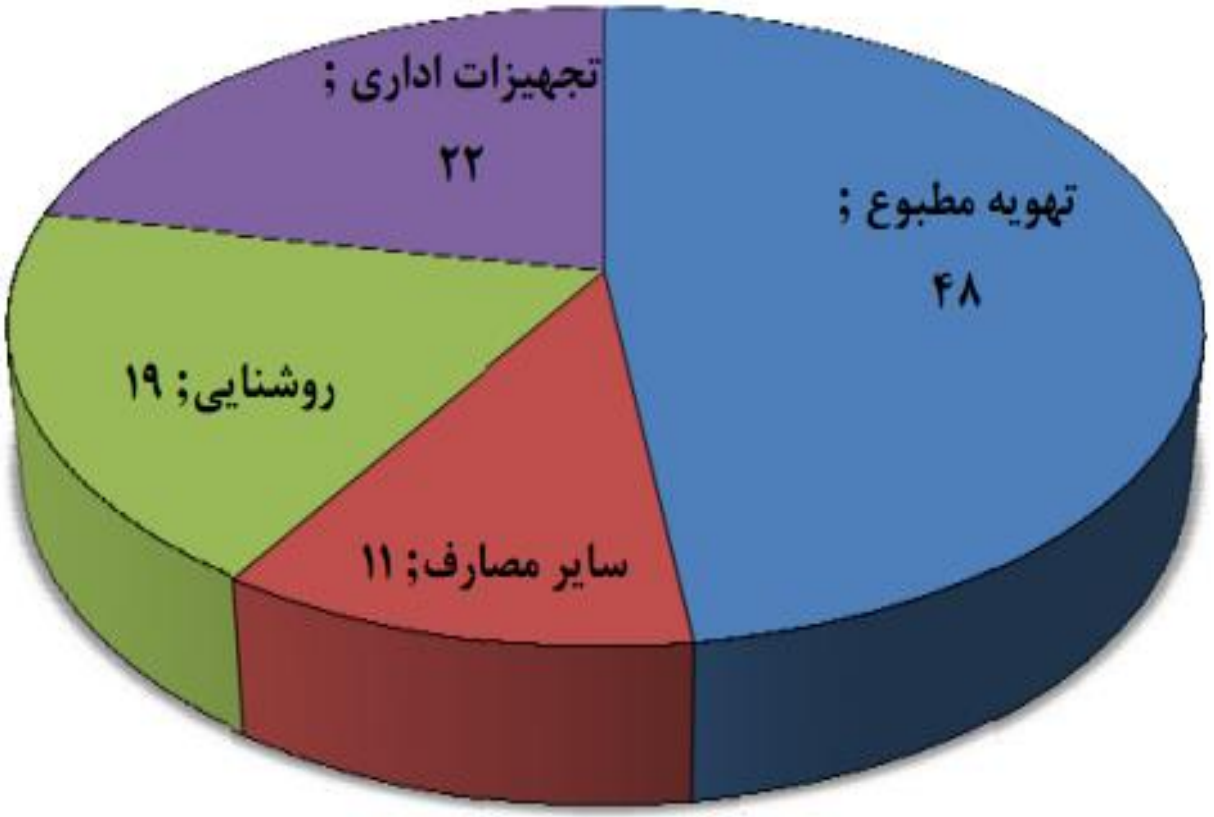
- **محیط های فیزیکی پایدار: ساختمان‌ها، امکانات، تکنولوژی، و سازمان‌ها**
- **گسترش و نمایش راهکارهای پایدارسازی که توسط خود دانشگاه درباره آن تحقیق شده و آموزش داده می‌شود.**
- **یک فرهنگ پایدار که در آن تمامی اعضا ودانشجویان در زندگی روزمره با رفتار و منش پایدار برخورد داشته و همان‌گونه رفتار را نیز از خود بروز می‌دهند. پایداری و بهینه‌سازی منابع باید به صورت کارآمد و هدفمند در سازمان و مدیریت دانشگاه در هم ادغام شوند.**
- **بهبود شاخصهای مربوطه:**
  - مصرف و انتقال انرژی
  - حجم کلی زباله
  - بازیافت از زباله
  - مصرف آب
  - -تهیه و ساخت مواد فاقد آلاینده مضر برای سلامت و محیط
  - - آلودگی کلی دانشگاه و تاثیر مواد شیمیایی بر محیط
  - پایداری و کارآمدی منابع در تمامی تصمیمات و فعالیت‌های مهم

مصرف انرژی‌های فسیلی و آزادسازی انرژی‌های نهفته در این قبیل سوخت‌ها علاوه بر فواید قابل‌توجه، میراث و ارمغان شومی نیز به همراه دارد و این ارمغان ناخواسته چیزی نیست جز گازهای به‌اصطلاح «گلخانه‌ای» که بسان یک تله حرارتی عمل می‌کنند. گازهایی نظیر دی‌اکسید کربن و متان همچون شیشه یک گلخانه، اطراف سیاره زمین را احاطه کرده‌اند و بخش اعظم انرژی گرمایی خورشید را درون خود به دام می‌اندازند و به عبارتی یک گلخانه عظیم‌الجثه در فضا ایجاد می‌کند

در شکل زیر انواع راه‌های موجود برای تولید انرژی الکتریکی در کشور ایران و المان مقایسه شده است.



شکل زیر میزان مصارف مختلف برق در یک ساختمان اداری باهم مقایسه شده است



با پیشرفت تکنولوژی هرروزه سهم مصرف در تجهیزات اداری افزایش می‌یابد فلذا ارائه راهکارها درزمینه‌ی کاهش مصرف انرژی در تجهیزات اداری و اجرای مناسب و به‌موقع این راهکارها می‌تواند تا حد زیادی کاهش مصرف برق در ساختمان‌های اداری شود. با توجه به نوع کاربری تجهیزات اداری و پیشرفت‌های حاصل در سالهای اخیر درزمینه‌ی تولید تجهیزات کم‌مصرف به‌طور بالقوه امکان صرفه‌جویی ۷۰ درصدی در این زمینه وجود دارد.

برخی اقدامات دانشگاه شیراز در حوزه انرژی

- عضویت دانشگاه در اتحادیه دانشگاههای سبز جهان
- عضویت دانشگاه در رتبه بندی دانشگاهی ژاپن
- انجام توافقات اولیه جهت تولید انرژی بازیافتی در دانشگاه با همکاری آلمان
- طراحی و توسعه مدل تراز سبز جهت ارزیابی سبز دانشگاههای ایران
- نصب سیستمهای خورشیدی فتو ولتائیک جهت برخی ساختمانهای دانشگاه شیراز
- نیروگاه خورشیدی کالکتور سهموی وزرات نیرو و دانشگاه شیراز
- راه اندازی اولین سیستم انرژی خورشیدی جهت چاههای کشاورزی ایران در دانشگاه شیراز
- ممیزی انرژی ۴۰۰۰ واحد مسکونی و تجاری و صنعتی شیراز توسط دانشگاه شیراز
- پروژه ممیزی و مدیریت انرژی ساختمانهای دانشگاه شیراز
- مطالعه اقتصادی جایگزینی روشنایی ها در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز جهت بهره وری بیشتر

بسم الله الرحمن الرحیم

بهینه سازی انرژی ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز

سید علی اکبر صفوی
علیرضا سیفی
روزبه باپیری

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
دانشگاه شیراز

سرفصل مطالب

ممیزی انرژی در ساختمان

راهکاهار ی کلی صرفه جویی انرژی

تعریف ممیزی انرژی

ممیزی انرژی به روشی گفته می‌شود که

طی آن با انجام سلسله اقداماتی می‌توان مقادیر مصرف انواع حامل‌های انرژی و موقعیت‌های این مصارف را در محل‌های مصرف و به تفکیک مصرف کنندگان انرژی مشخص و معین نمود و در نهایت نیز با روش مقایسه‌ای نسبت به شناسایی و ارزیابی وضعیت انرژی ساختمان پرداخت.

هدف از انجام ممیزی انرژی

تعیین مقادیر مصرف و شاخص‌های انرژی برای بخش‌های مختلف در ساختمان، شناسایی فرصت-های بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی و در نهایت ارزیابی فنی و اقتصادی اجرای راهکارهای مؤثر در دستیابی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی.

روش های ممیزی انرژی

❖ممیزی انرژی عبوری (Walk- Through Energy Audit)

این نوع ممیزی انرژی کم هزینه ترین ممیزی انرژی است که در نتیجه بازدید از واحد، پتانسیل های صرفه جوئی انرژی به صورت کلی مشخص می گردد.

❖ممیزی انرژی مقدماتی (Elementary-Energy Audit)

این نوع ممیزی انرژی علاوه بر طی مراحل ممیزی انرژی عبوری برای تعیین کمی کلیه مصارف و اتلافهای انرژی کلی واحدهای مختلف ساختمان نیازمند دستگاه های اندازه گیری دقیق و انجام آزمایشهای متفاوت می باشد.

❖ممیزی انرژی جامع (Comprehensive Energy Audit)

این ممیزی انرژی جامعتر از ممیزی انرژی مقدماتی است. در این نوع ممیزی انرژی ضمن بررسی چگونگی و میزان مصرف انرژی در بخشهای مختلف نظیر روشنایی ، فرآیندها و ... با تجزیه و تحلیل تفصیلی تجهیزات به کمک مدلهای آنالیز (در صورت نیاز) الگوی مصرف انرژی در بخشهای مختلف تعیین می گردد

مراحل اصلی فرآیند ممیزی انرژی

فرآیند ممیزی انرژی بطور استاندارد در سه مرحله اصلی انجام می‌گیرد:

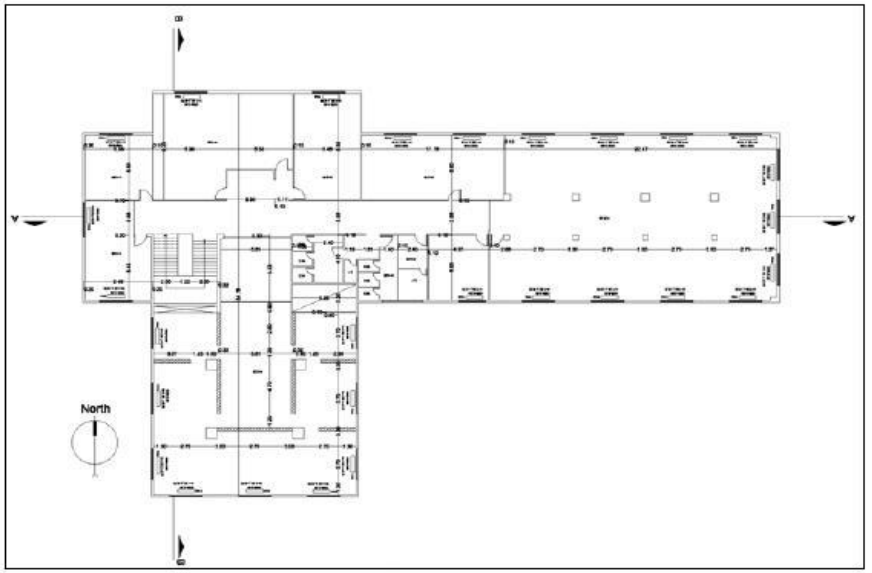
مرحله اول : فاز بازدید و جمع‌آوری اطلاعات

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

مرحله سوم : توجیه فنی و اقتصادی و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی بدون هزینه و کم هزینه

مرحله اول : بازدید و جمع‌آوری اطلاعات

نقشه کلی ساختمان



پلان طبقه اول

پرسشنامه برداشت اطلاعات تجهیزات

نام محل:							
ردیف	نام وسیله مصرف کننده	تعداد موجود	تعداد مورد استفاده	ساعات مورد استفاده در روز	روزهای مورد استفاده	وات مصرفی کیلووات ساعت	توضیحات

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

این مرحله در چندین گام انجام می گیرد:

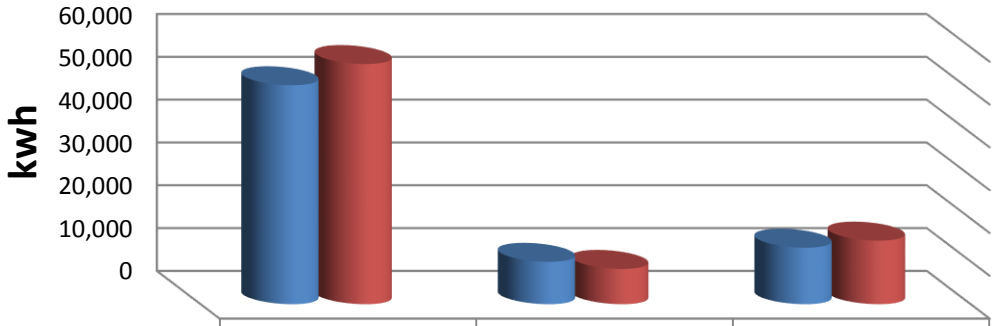
جهت بررسی مصارف انرژی برق و سوخت های فسیلی در ماه های مختلف، لازم است سوابق مصرف انرژی ساختمان از طریق قبوض جمع آوری و نمودارهای آن تهیه و مورد تحلیل و بررسی گردد.

عوامل مختلف در قبوض :

- ✓ افزایش مصرف انرژی اعم از تغییر فصول
- ✓ اضافه شدن مصرف کنندگان انرژی
- ✓ مصارف بی مورد
- ✓ مقایسه میزان مصرف انرژی در سال
- ✓ مینیمم و ماکزیمم مصرف انرژی در هر فصل
- ✓ تعیین شاخص های مصرف انرژی
- ✓ امکان مقایسه با استانداردهای مصرف انرژی در ساختمان را با توجه به کاربری ساختمان

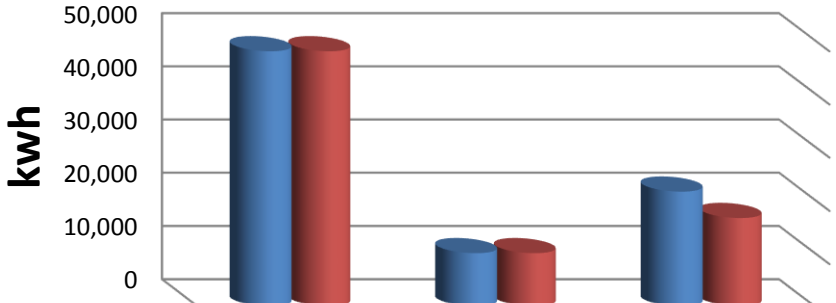
گام ۱: تحلیل قبوض مصارف انرژی و تهیه نمودارهای مصارف ماهیانه و سالیانه

تیر



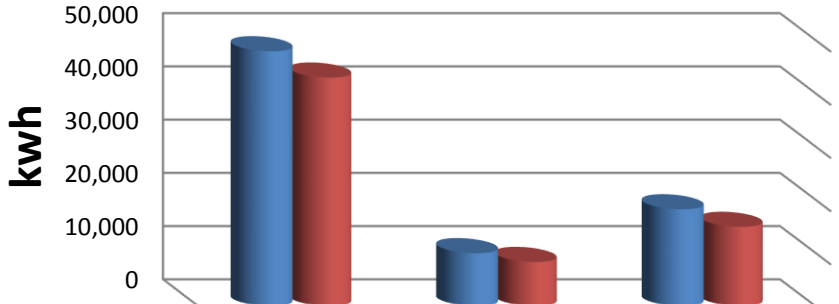
	میان باری	اوج بار	کم باری
سال 93	51,150	9,900	13,200
سال 94	56,100	8,250	14,850

مرداد



	میان باری	اوج بار	کم باری
سال 93	47,850	9,900	21,450
سال 94	47,850	9,900	16,500

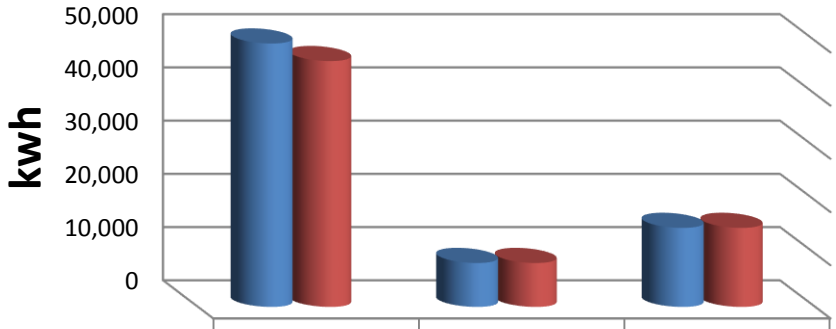
شهریور



	میان باری	اوج بار	کم باری
سال 93	47,850	9,900	18,150
سال 94	42,900	8,250	14,850

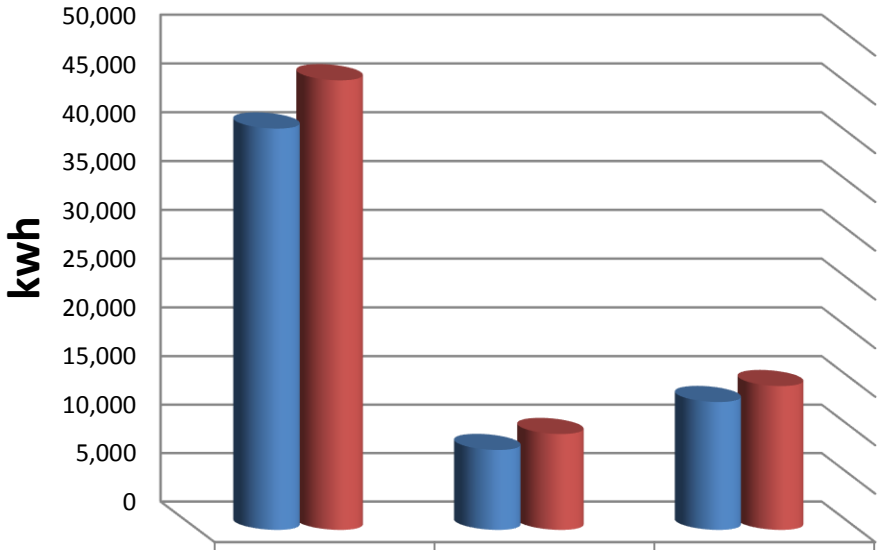
گام ۱: تحلیل قبوض مصارف انرژی و تهیه نمودارهای مصارف ماهیانه و سالیانه

بهمن



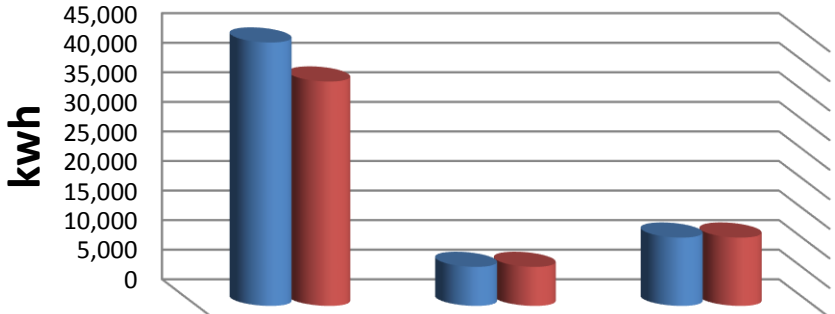
	میان باری	اوج بار	کم باری
سال 93	49,500	8,250	14,850
سال 94	46,200	8,250	14,850

دی



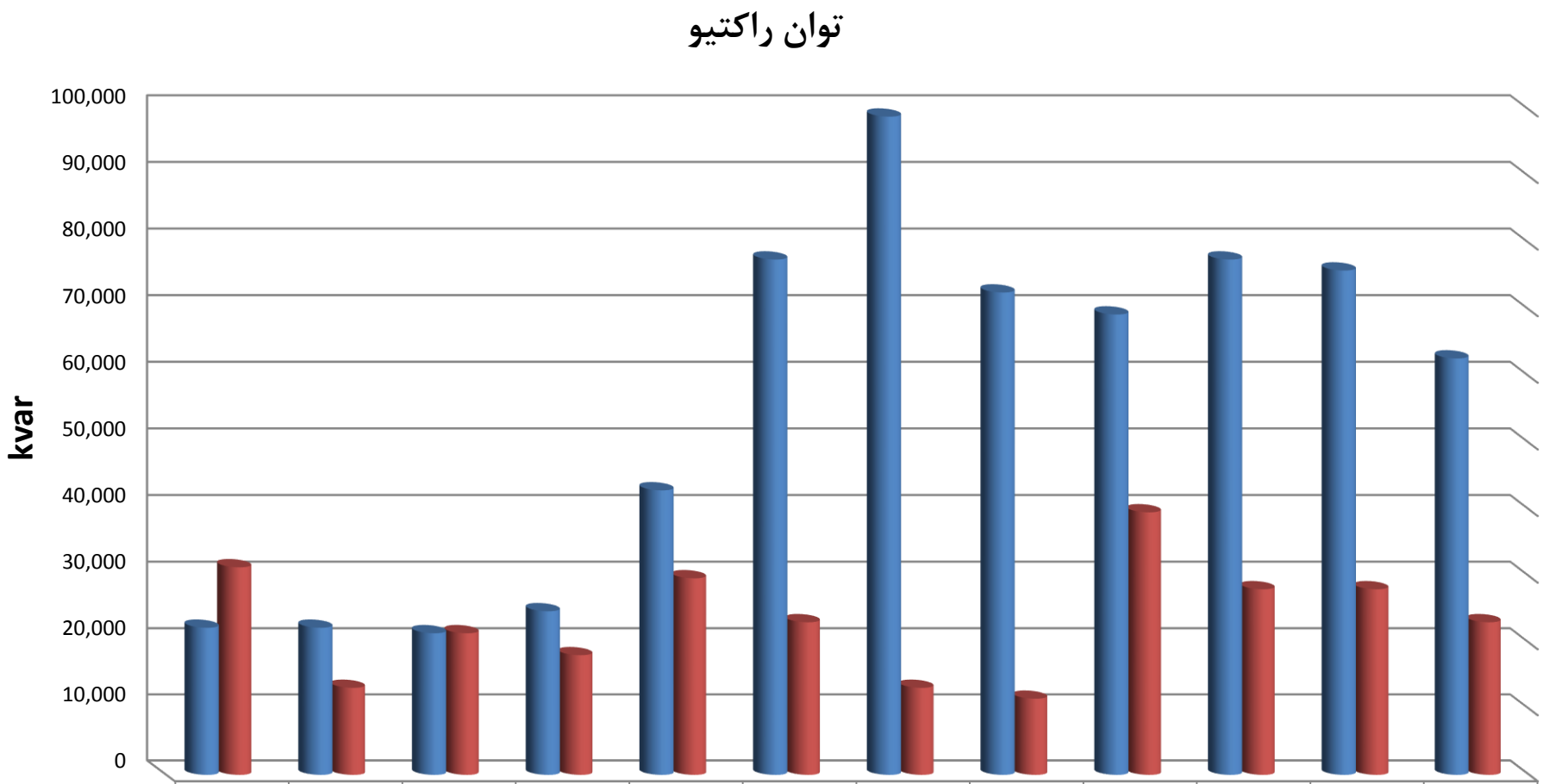
	میان باری	اوج بار	کم باری
سال 93	41,250	8,250	13,200
سال 94	46,200	9,900	14,850

اسفند



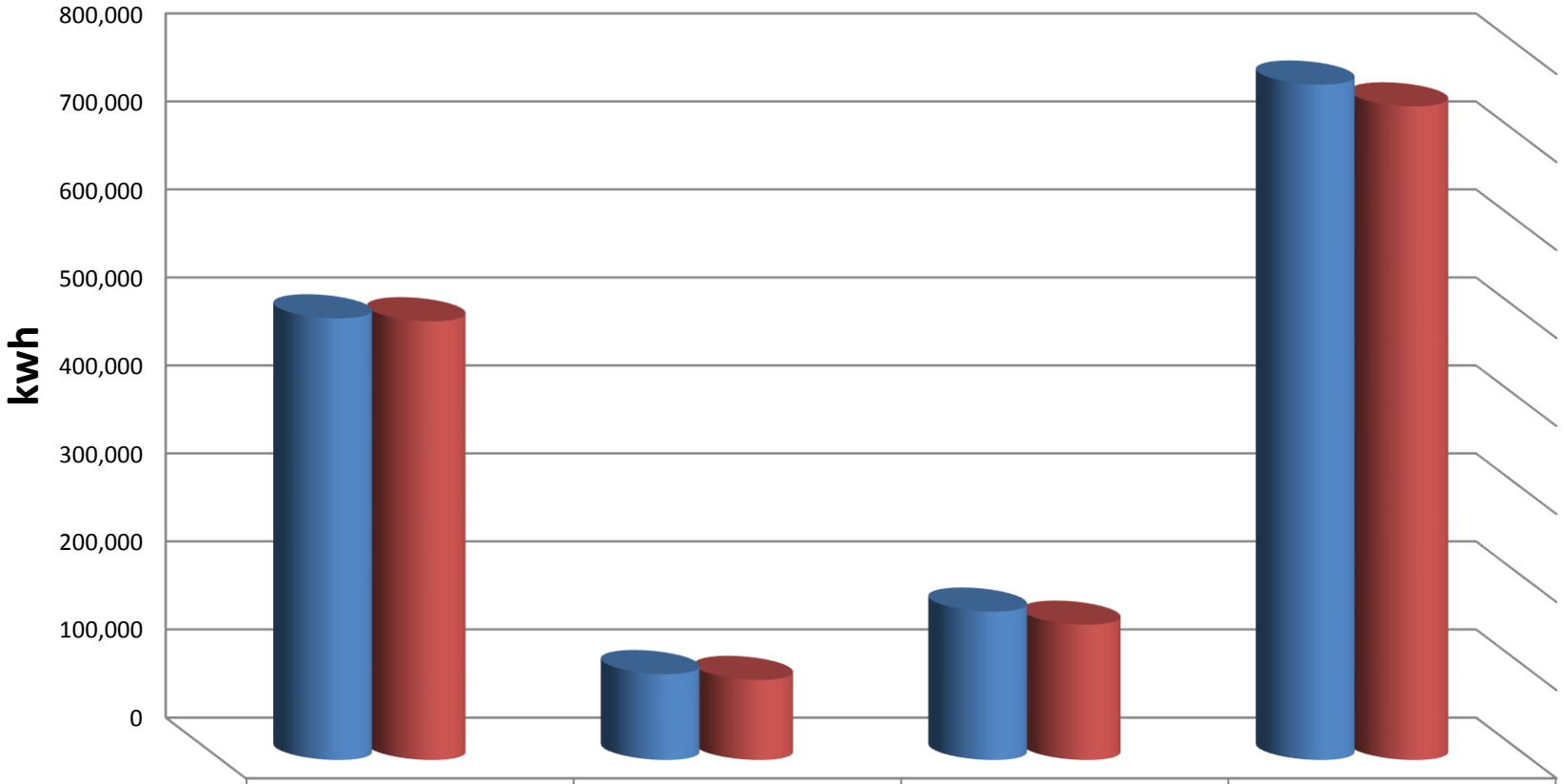
	میان باری	اوج بار	کم باری
سال 93	44,550	6,600	11,550
سال 94	37,950	6,600	11,550

گام ۱: تحلیل قبوض مصارف انرژی و تهیه نمودارهای مصارف ماهیانه و سالیانه



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
سال 94	22,275	22,275	21,450	24,750	42,900	77,550	99,000	72,600	69,300	77,550	75,900	62,700
سال 93	31,350	13,200	21,450	18,150	29,700	23,100	13,200	11,550	39,600	28,050	28,050	23,100

نمودار مقایسه ای مصرف برق



	میان باری	اوج بار	کم باری	جمع کیلو وات
سال 93	501,600	97,350	168,300	767,250
سال 94	498,300	90,750	153,450	742,500

سال	مبلغ راکتیو(ریال)	مصرف راکتیوkvar	جمع مبلغ اکتیو(ریال)	جمع مصرف اکتیوkw	بهای دیماند(ریال)	حداکثر دیماندkw	دیماندقرارداد kw	پرونده
۹۳	۶۸,۳۳۵	۲۸۰,۵۰۰	۱۸۵,۱۱۲,۷۸۸	۷۶۷,۲۵۰	۱۶۸,۹۴۷,۵۲۰	۲۸۲	۱۰۰۰	۱۷۵۱۵۳۵
۹۴	۹۶,۲۰۶,۷۷۸	۶۶۸,۲۵۰	۲۱۴,۰۹۶,۵۷۶	۷۴۲,۵۰۰	۱۹۱,۲۳۷,۷۶۰	۲۸۲	۱۰۰۰	۱۷۵۱۵۳۵
شش ماه اول۹۵	۸۳,۵۳۵,۶۹۲	۵۰۱,۶۰۰	۱۲۶,۳۰۹,۹۷۵	۴۴۳,۸۵۰	۱۰۲,۳۱۴,۸۸۰	۲۹۴	۱۰۰۰	۱۷۵۱۵۳۵

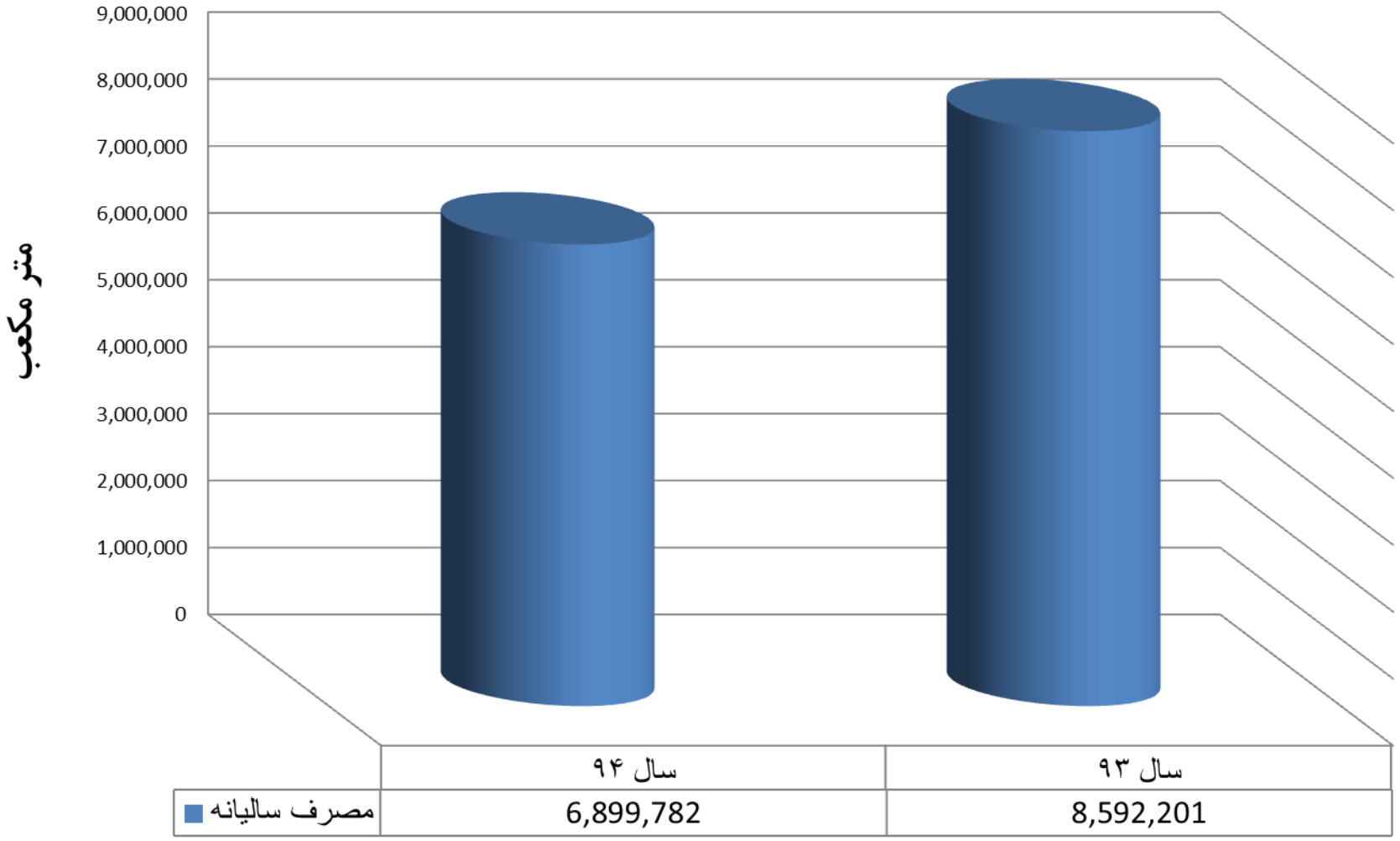
- قدرت خریداری شده ۱۰۰۰ کیلو وات
- حداکثر مصرف**294** کیلو وات

تعرفه‌های برق و شرایط عمومی آنها

تعرفه شماره ۲ : مصارف عمومی

کدتعرفه		با قدرت بیش از ۳۰ کیلووات				با قدرت ۳۰ کیلووات و کمتر			
		بهای‌قدرت (ریال/kw)	بهای انرژی (ریال/kwh)			بهای‌قدرت (ریال/kw)	بهای انرژی (ریال/kwh)		
			ساعات میان‌باری	ساعات اوج بار	ساعات کم باری		ساعات میان باری	ساعات اوج بار	ساعات کم باری
۲-الف	۱	٤٩١٠٤	۱۸۰۱	۳٦۰۲	۹۰۰,۵	–	۲۱۲۷	٤۲٥٤	۱۰٦۳,٥
	۲	٤۰۹۲۰	٥٥۷	۱۱۱٤	۲۷۸,٥	–	۷۲۱	۱٤٤۲	۳٦۰,٥
۲-ب		۱۹٦٤۲	۳۱۱	٦۲۲	۱٥٥,٥	–	۳۹٤	۷۸۸	۱۹۷

مصرف گاز



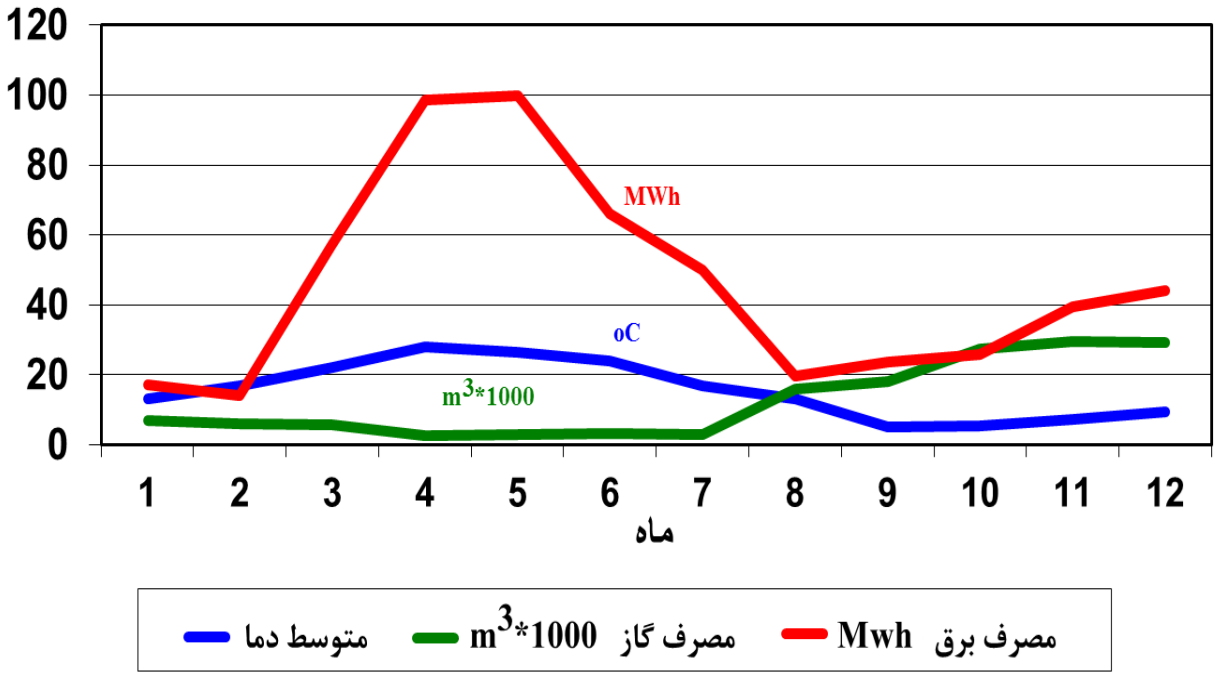
	سال ۹۴	سال ۹۳
مصرف سالیانه	6,899,782	8,592,201

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

گام ۲ : تهیه اطلاعات هواشناسی منطقه

برای بررسی روند تغییرات مصرف انرژی در سال با دمای هوا و همچنین تعیین روز درجه گرمایش و روز درجه سرمایش نیاز به اطلاعات هواشناسی منطقه مورد نظر می باشد.



مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

گام ۳

تعیین معیار مصرف انرژی در ساختمان (برچسب انرژی)

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ساختمان های غیرمسکونی- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

Non-Residential Building- Criteria for Energy Consumption and Energy Labeling Instruction

استاندارد ملی ایران

۱۴۲۵۴

چاپ اول

ISIRI
14254
1st. Edision

ساختمان ما در چه وضعیتی از مصرف انرژی قرار دارد؟

- صورت حساب گاز ، سوخت و برق را در طول یک سال جمع آوری می کنیم.
- واحد حامل های انرژی را به "Kwh" تبدیل می کنیم.

- مقدار بدست آمده (مصرف سالانهٔ انرژی) را بر مقدار زیربنای ساختمان تحت اختیار خود تقسیم می کنیم.
- از این طریق مقدار انرژی مصرفی بر هر متر مربع از ساختمان بدست می آید (Kwh/m^2) .

جدول ۳- شاخص مصرف انرژی ساختمان غیرمسکونی ایده آل

در اقلیم‌های مختلف بر حسب $kWh/m^2/year$

اقلیم	شاخص	
	ساختمان دولتی	ساختمان خصوصی
۱، ۲	۸۰	۱۲۰
۳، ۴	۶۴	۱۵۲
۵	۷۴	۱۲۴
۶	۶۴	۱۱۷
۷	۸۶	۱۲۱
۸	۹۱	۱۹۷

جدول ۴- تعیین رده مصرف انرژی ساختمان غیر مسکونی بر اساس نسبت انرژی *(R)*

رده مصرف انرژی	ساختمان اداری دولتی	ساختمان اداری خصوصی
A	$R < 1$	$R < 1$
B	$1.0 \leq R < 2.0$	$1.0 \leq R < 2.2$
C	$2.0 \leq R < 3.0$	$2.2 \leq R < 3.2$
D	$3.0 \leq R < 4.0$	$3.2 \leq R < 4.0$
E	$4.0 \leq R < 5.0$	$4.0 \leq R < 4.6$
F	$5.0 \leq R < 6.0$	$4.6 \leq R < 5.2$
G	$6.0 \leq R < 7.0$	$5.2 \leq R < 5.5$
برچسب تعلق نمی گیرد	$7.0 \leq R$	$5.5 \leq R$

بررسی ساختمان نمونه:ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز

مشخصات ساختمان نمونه	
نوع ساختمان	اداری – ساختمان دولتی
منطقه	شیراز - نیمه خشک اقلیم ۵
مصرف گاز (m3/year)	۱۲۷۷۵۰
مصرف برق (kwh/year)	۷۴۲۵۰۰
مساحت زیر بنای مفید (m2)	۱۵۸۶۵

$$R = \frac{\text{شاخص مصرف انرژی سالیانه ساختمان موجود برحسب واحد زیر بنای مفید } kWh/m_2/year}{\text{شاخص مصرف انرژی اولیه سالیانه ساختمان ایده آل (رده مصرف انرژی A) (جدول ۳)}}$$

میزان مصرف انرژی سالیانه ساختمان موجود بر حسب واحد زیربنای مفید (Kwh/m²/year) = (مجموع میزان مصرف برق × ۳/۷) + (مصرف حامل انرژی × ارزش حرارتی حامل انرژی × ۰/۲۷۸) / مساحت زیربنای مفید (m²)

$$= \frac{(0.278 * 37.68 * 127750) + (3.7 * 742500)}{15865} = 257.512$$

۳/۷- ضریب تبدیل برق به انرژی اولیه (راندمان متوسط تولید و توزیع برق کشور معادل ۲۷درصد برای تبدیل انرژی الکتریک مصرفی به انرژی اولیه)

جدول۲- ارزش حرارتی سوخت های مختلف

سوخت	واحد مصرف	ارزش حرارتی واحد مصرف (MJ)
گاز طبیعی	*Nm^3	۳۷/۶۸
گازوییل	lit	۳۷/۳
مازوت	lit	۴۱

*حجم گاز در شرایط نرمال ۰ °C و ۱atm

جدول ۳- شاخص مصرف انرژی ساختمان غیرمسکونی ایده آل

در اقلیم‌های مختلف بر حسب $kWh/m^2/year$

اقلیم	شاخص	
	ساختمان دولتی	ساختمان خصوصی
۱، ۲	۸۰	۱۲۰
۳، ۴	۶۴	۱۵۲
۵	۷۴	۱۲۴
۶	۶۴	۱۱۷
۷	۸۶	۱۲۱
۸	۹۱	۱۹۷

$$R = \frac{\text{شاخص مصرف انرژی سالیانه ساختمان موجود برحسب واحد زیر بنای مفید } kWh/m_2/year}{\text{شاخص مصرف انرژی اولیه سالیانه ساختمان ایده آل (رده مصرف انرژی A) (جدول ۳)}}$$

$$R = \frac{257.512}{74} = 3.48$$

جدول ۴- تعیین رده مصرف انرژی ساختمان غیر مسکونی بر اساس نسبت انرژی (R)

رده مصرف انرژی	ساختمان اداری دولتی	ساختمان اداری خصوصی
A	$R < 1$	$R < 1$
B	$1.0 \leq R < 2.0$	$1.0 \leq R < 2.2$
C	$2.0 \leq R < 3.0$	$2.2 \leq R < 3.2$
D	$3.0 \leq R < 4.0$	$3.2 \leq R < 4.0$
E	$4.0 \leq R < 5.0$	$4.0 \leq R < 4.6$
F	$5.0 \leq R < 6.0$	$4.6 \leq R < 5.2$
G	$6.0 \leq R < 7.0$	$5.2 \leq R < 5.5$
برچسب تعلق نمی گیرد	$7.0 \leq R$	$5.5 \leq R$

براساس نسبت انرژی بدست آمده(3.48) و جدول فوق به ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز برچسب D تعلق میگیرد

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

گام ۶: شبیه سازی

گام ۵: اندازه گیری

گام ۴: تعیین تراز مصارف انرژی

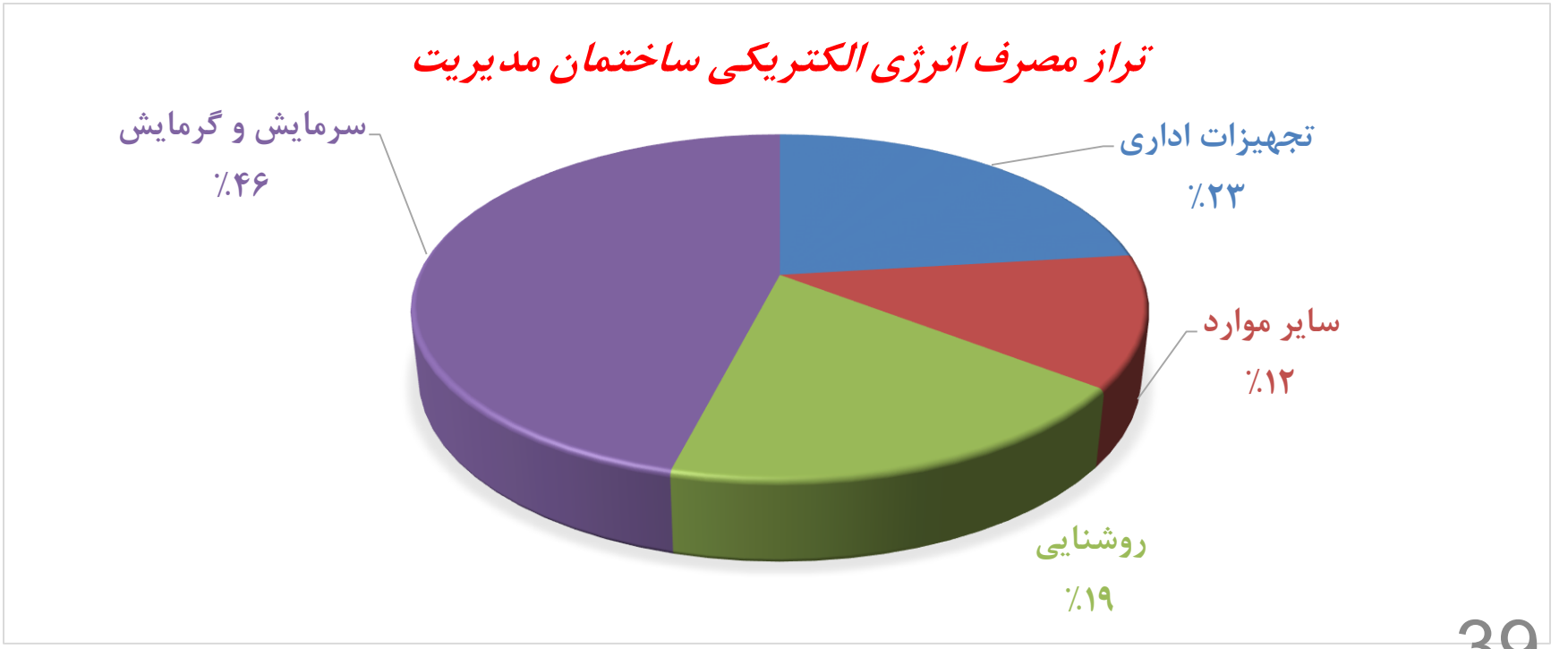
گام ۳ : تعیین معیار مصرف انرژی در ساختمان

گام ۲ : تهیه اطلاعات هواشناسی منطقه

گام ۱: تحلیل قبوض مصارف انرژی

گام ۴: تعیین تراز مصارف انرژی با استفاده از اطلاعات پرسشنامه

با استفاده از ظرفیت نامی تجهیزات مورد استفاده در ساختمان اعم از روشنایی، تجهیزات الکتریکی، سیستم گرمایشی و سرمایشی ساختمان می توان میزان مصرف انرژی هر بخش را به صورت نامی تعیین نمود. این موضوع کمک شایانی در تحلیل پتانسیل های کاهش مصرف انرژی ساختمان می کند. با استفاده از نمودارهای تراز مصرف انرژی مشخص می شود که بیشترین سهم مصارف در ساختمان مربوط به کدام بخش بوده و راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی بر آن بخش معطوف گردد.



مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

گام ۶: شبیه سازی

گام ۵: اندازه گیری

گام ۴: تعیین تراز مصارف انرژی

گام ۳ : تعیین معیار مصرف انرژی در ساختمان

گام ۲ : تهیه اطلاعات هواشناسی منطقه

گام ۱: تحلیل قبوض مصارف انرژی

مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

گام ۶: شبیه سازی

گام ۵: اندازه گیری

گام ۴: تعیین تراز مصارف انرژی

گام ۳ : تعیین معیار مصرف انرژی در ساختمان

گام ۲ : تهیه اطلاعات هواشناسی منطقه

گام ۱: تحلیل قبوض مصارف انرژی

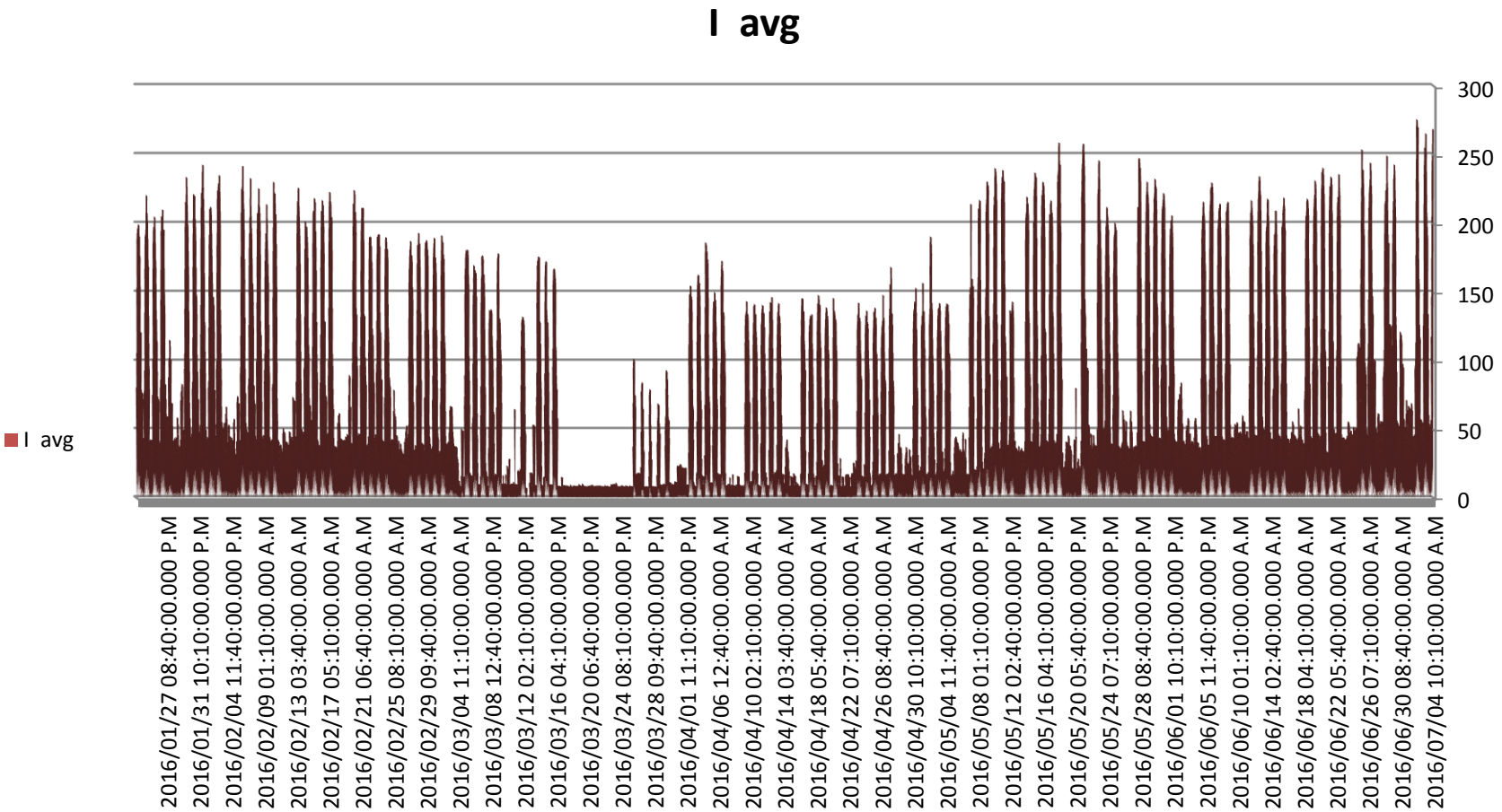
گام ۵: اندازه گیری الکتریکی و حرارتی

هدف از اندازه گیری شناخت کامل سیستم های مورد نظر از نقطه نظر مصرف انرژی با هدف شناسایی زمینه هایی است که امکان صرفه جویی در آنها وجود دارد بی آنکه خللی در فرآیند مصرف وارد آید.

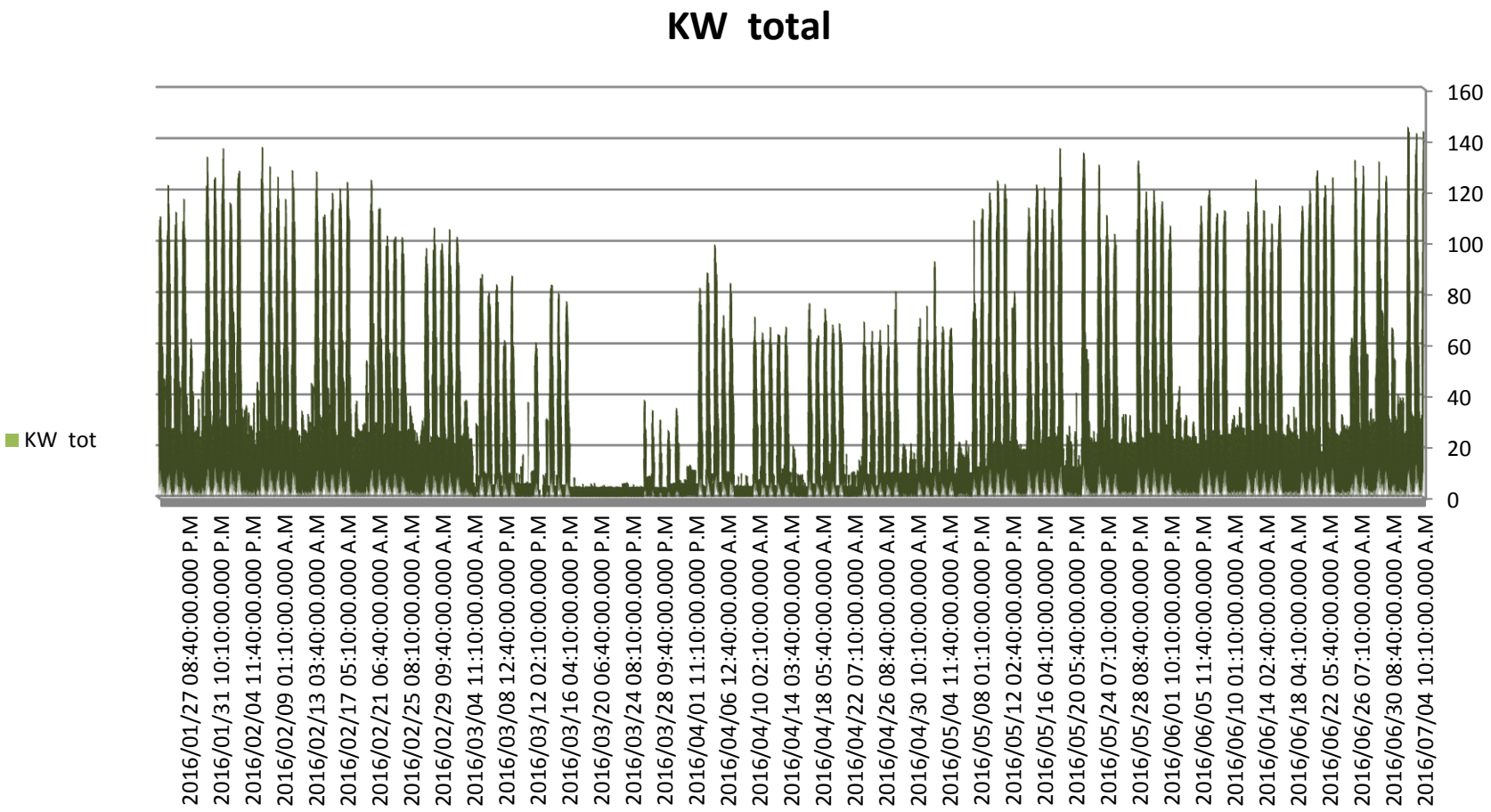
با اندازه گیری از وضعیت تجهیزات و شرایط موجود اهداف زیر حاصل می گردد:

- دسترسی مقداری به وضعیت موجود درمقایسه آن با مقادیر استاندارد
- تصویر دقیق از مصارف انرژی
- شناسایی تجهیزات با مصرف انرژی بالا
- شناسایی گلوگاه های مصرف جهت اجرای راهکارهای صرفه جویی

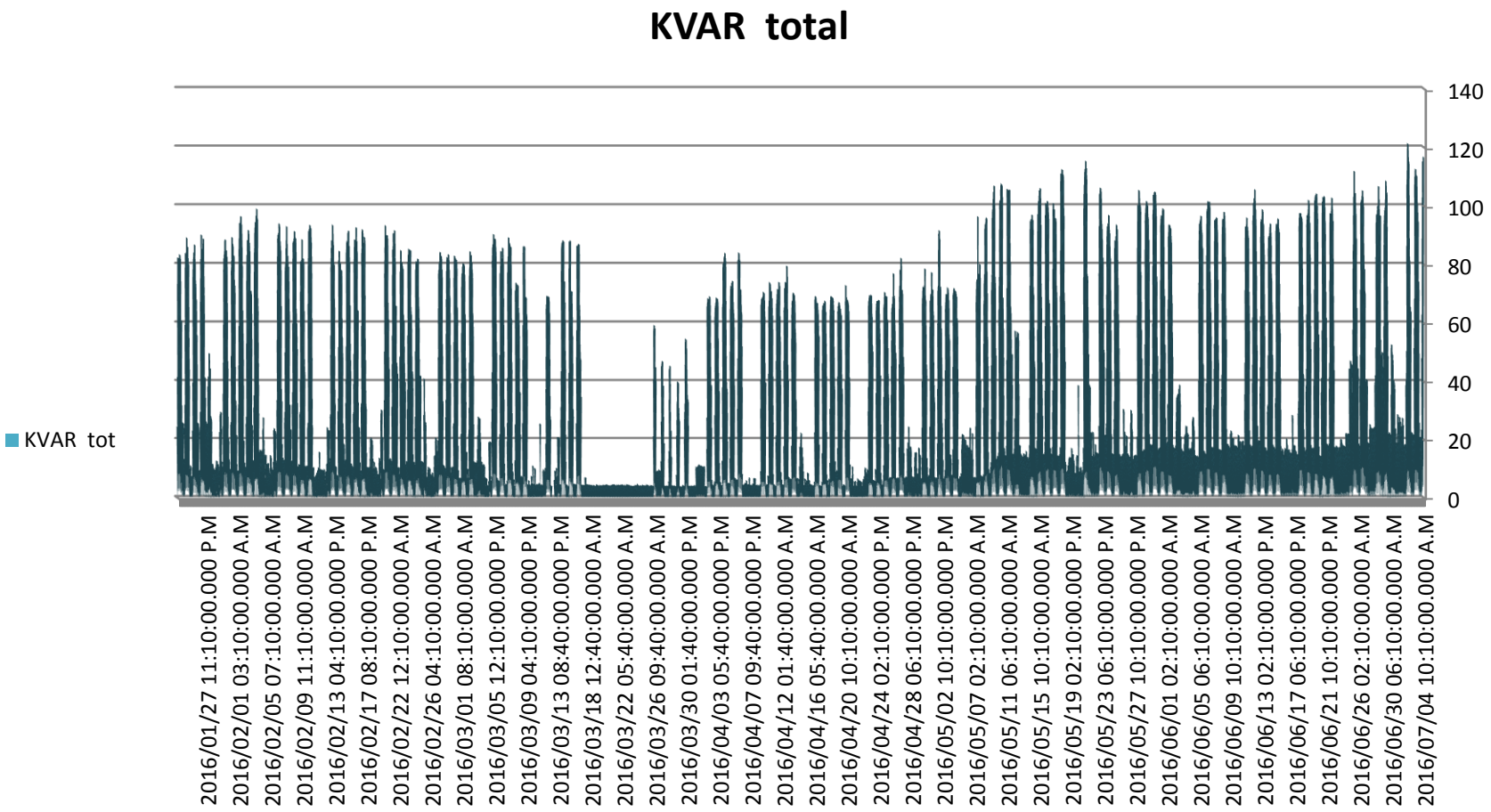
Measurement



Measurement



Measurement



مرحله دوم : شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

گام ۶: شبیه سازی

گام ۵: اندازه گیری

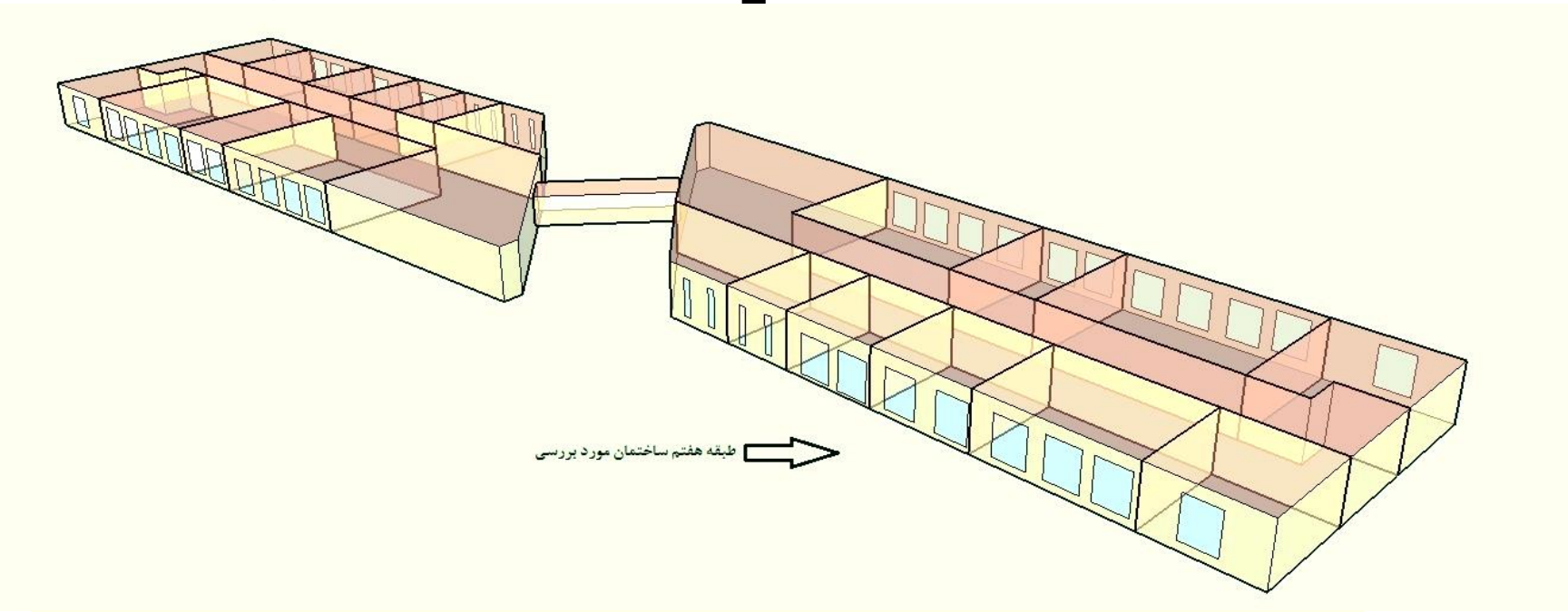
گام ۴: تعیین تراز مصارف انرژی

گام ۳ : تعیین معیار مصرف انرژی در ساختمان

گام ۲ : تهیه اطلاعات هواشناسی منطقه

گام ۱: تحلیل قبوض مصارف انرژی

Sketch up software



Energy Plus

نوع انرژی مصرفی		غیر برقی			برقی		
گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی		گروه۱	گروه۲	گروه۳	گروه۱	گروه۲	گروه۳
دیوار	$\hat{U}_W$	۰.۸۰	۱.۰۱	۱.۱۷	۰.۶۷	۰.۸۴	۰.۹۸
بام تخت یا شیبدار	$\hat{U}_R$	۰.۵۰	۰.۶۳	۰.۷۳	۰.۴۲	۰.۵۳	۰.۶۱
کف در تماس باهوا	$\hat{U}_F$	۰.۵۰	۰.۶۳	۰.۷۳	۰.۴۲	۰.۵۳	۰.۶۱
کف درتماس‌باخاک	$\hat{U}_P$	۱.۴۵	۱.۸۳	۲.۱۲	۱.۲۱	۱.۵۳	۱.۷۶
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	۲.۷۰	۳.۴۰	۳.۹۴	۲.۲۵	۲.۸۳	۳.۲۸
در	$\hat{U}_D$	۳.۵۰	۴.۴۱	۵.۱۱	۲.۹۲	۳.۶۸	۴.۲۶
فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	۰.۵۵	۰.۶۹	۰.۸۰	۰.۴۶	۰.۵۸	۰.۶۷

آنالیز انرژی و نتایج بدست آمده:

Zone	Annual Energy Transfer (J)
راهرو و سرویس بهداشتی	2.63686×10^{11}
سالن کنفرانس	2.31426×10^{11}
مسئول دفتر	2.35086×10^{11}
اطاق ریاست ۲	2.43033×10^{11}
اطاق ریاست ۱	2.36463×10^{11}
ماشین نویسی	2.34129×10^{11}
برنامه و بودجه	2.3378×10^{11}
دبیرخانه	2.31427×10^{11}
دکتر گشتاسبی	2.32049×10^{11}
ابدارخانه	2.37348×10^{11}
کارشناس بودجه	2.31329×10^{11}

Zone	Annual Energy Transfer (J)	Adding 5cm polyoran in External Wall	Energy Saving %
راهرو و سرویس بهداشتی	2.63686×10^11	2.41247×10^11	8.509449158
سالن کنفرانس	2.31426×10^11	2.29771×10^11	0.71502372
مسئول دفتر	2.35086×10^11	2.34641×10^11	0.189000163
اطاق ریاست ۲	2.43033×10^11	2.41540×10^11	0.61423259
اطاق ریاست ۱	2.36463×10^11	2.33845×10^11	1.107033983
ماشین نویسی	2.34129×10^11	2.31548×10^11	1.102113594
برنامه و بودجه	2.3378×10^11	2.32082×10^11	0.725922181
دبیرخانه	2.31427×10^11	2.30438×10^11	0.427217877
دکتر گشتاسبی	2.32049×10^11	2.3109×10^11	0.412464826
ابدارخانه	2.37348×10^11	2.3308×10^11	1.796595164
کارشناس بودجه	2.31329×10^11	2.30256×10^11	0.463680309
TOTAL ENERGY SAVING IN BUILDING =			16.06273357

برآورد هزینه صرفه جویی انرژی کل ساختمان با مساحت ۵۹۰ متر مربع				
Annual Energy Transfer (Kwh)	Adding 5cm polyoran (Kwh)	Difference (Kwh)	هزینه برق در سال ۹۵ به ازای هر Kwh	Energy Saving
7.24931×10^5	7.13761×10^5	1.11708×10^4	۶۰تومان	۶۷۰/۰۰۰تومان
هزینه جهت انجام پروژه کل ساختمان با مساحت ۵۹۰ متر مربع				
هزینه هر متر مربع عایق پلی یوران پاششی	کل ساختمان با مساحت ۵۹۰ متر مربع			
۱۶/۰۰۰تومان	۹/۴۴۰/۰۰۰			

$$\text{بازگشت هزینه} = \frac{9440000}{670000} = 14$$

Project 1

DIALux 07.06.2016

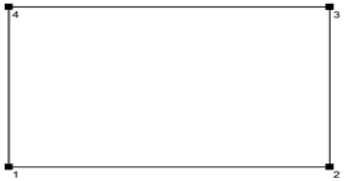
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

office / Input Protocol

Height of working plane: 0.750 m
Boundary Zone: 0.500 m

Maintenance factor: 0.67

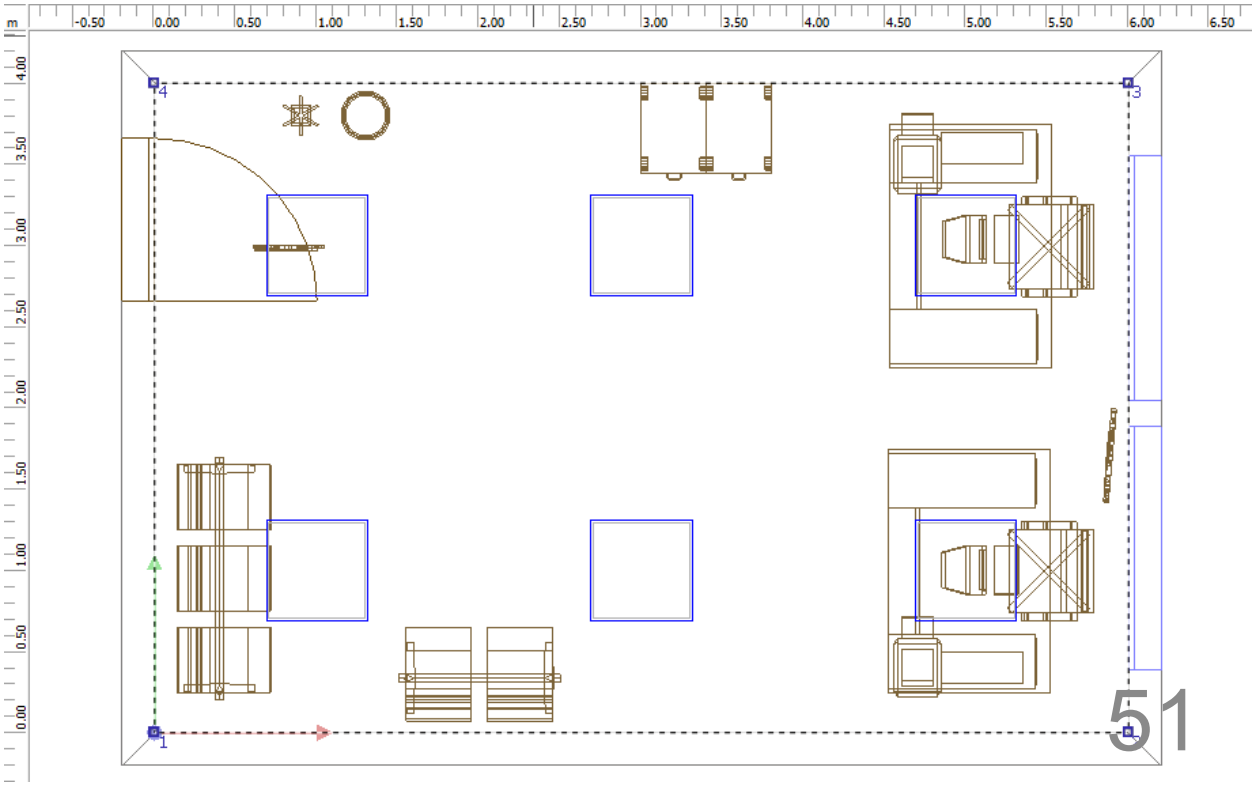
Height of Room: 3.000 m
Ground area: 24.00 m²



Surface	Rho [%]	from ([m] | [m])	towards ([m] | [m])	Length [m]
Floor	50	/	/	/
Ceiling	70	/	/	/
Wall 1	84	(0.000 | 0.000)	(6.000 | 0.000)	6.000
Wall 2	84	(6.000 | 0.000)	(6.000 | 4.000)	4.000
Wall 3	84	(6.000 | 4.000)	(0.000 | 4.000)	6.000
Wall 4	84	(0.000 | 4.000)	(0.000 | 0.000)	4.000

DIALux 4.12 Output Page 9 of 20

Dialux



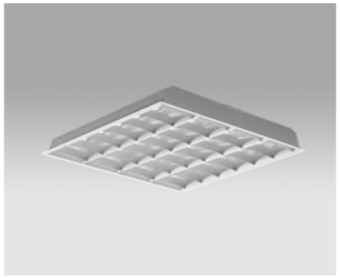
Project 1

DIALux
07.06.2016

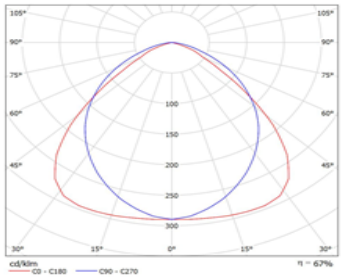
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

PHILIPS Leuchten IMPALA TBS162 4xTL-D18W HFP M2 / Luminaire Data Sheet

چراغ ها و چیدمان آنها



Luminous emittance 1:



Luminous emittance 1:

Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 59 91 99 100 67

Einbau-/Einlegeleuchte direkt strahlend,
mit mattem Raster
elektronisches Vorschaltgerät
für Leuchtstofflampe TL-D, 4xTL-D18W

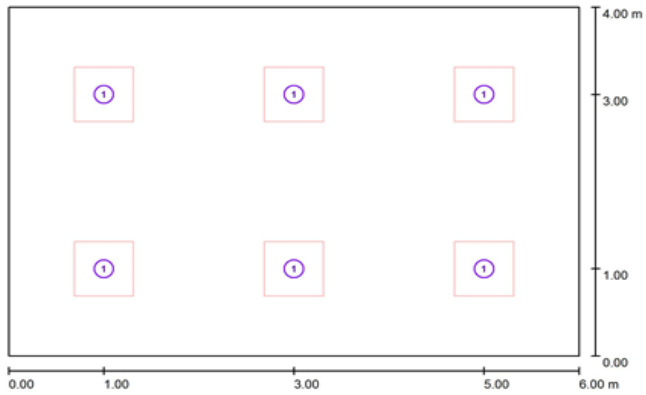
Schutzklasse I, Schutzart IP 20, ENEC 08, F-Zeichen

Project 1

DIALux
07.06.2016

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

office / Luminaires (layout plan)



Scale 1 : 43

Luminaire Parts List

محاسبات

Project 1

DIALux
07.06.2016

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

office / Photometric Results

Total Luminous Flux: 21611 lm
Total Load: 417.0 W
Maintenance factor: 0.67
Boundary Zone: 0.500 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m²]
	direct	indirect	total		
Workplane	406	149	555	/	/
Floor	233	148	381	50	61
Ceiling	0.00	182	182	70	41
Wall 1	104	169	272	84	73
Wall 2	63	123	186	84	50
Wall 3	102	163	265	84	71
Wall 4	99	183	283	84	76

Uniformity on the working plane
u0: 0.069 (1:15)
E_{min} / E_{max}: 0.052 (1:19)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.486, Ceiling / Working Plane: 0.327.

Specific connected load: 17.38 W/m² = 3.13 W/m²/100 lx (Ground area: 24.00 m²)

Marked point:
(0.500 m, 0.500 m, 0.750 m)

Grid: 64 x 64 Points

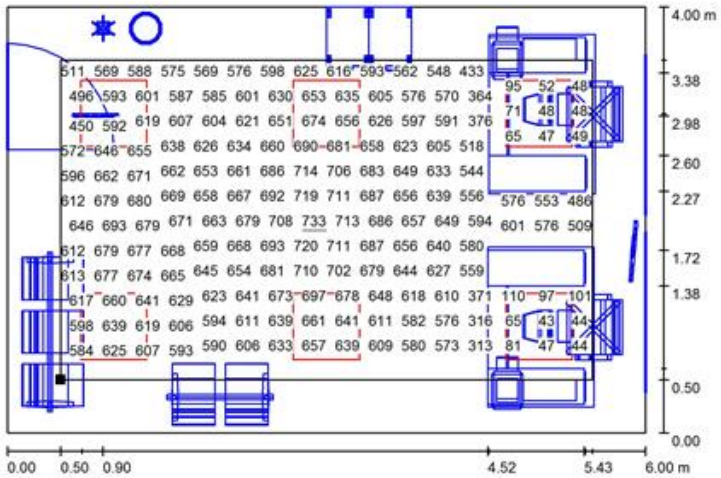
E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
555	38	733	0.069	0.052

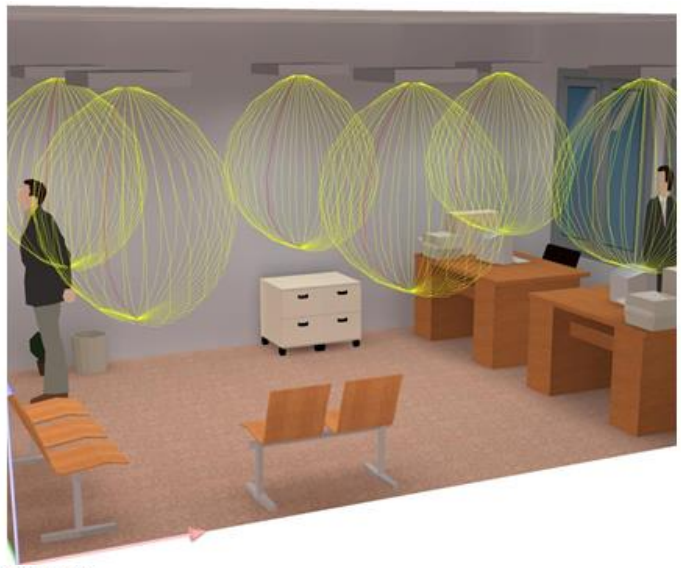
Project 1

DIALux
07.06.2016

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

office / Workplane / Value





Values in Lux, Scale 1 : 43

Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in room:
Working plane with 0.500 m Boundary Zone

مرحله سوم : ارائه راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی و توجیه فنی و اقتصادی

میزان انتشار انواع گازهای گلخانه ای به ازای یك كيلووات ساعت انرژی الكتريكی

جدول (۲۵۳-۱) : شاخص انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای بخش نیروگاهی کشور در سال ۱۳۹۱

(گرم بر کیلووات ساعت)

نوع نیروگاه	NO_x	SO_2	SO_3	CO	SPM	CO_2	CH_4	N_2O	C
وزارت نیرو									
بخاری	۲/۴۹۳	۸/۵۳۴	۰/۰۳۹	۱/۶۶۷	۰/۱۸۷	۸۶۴/۴۵۸	۰/۰۲۴	۰/۰۰۴	۲۳۵/۷۶۱
گازی	۲/۷۷۷	۰/۷۴۲	۰/۰۱۸	۰/۱۰۰	۰/۱۳۶	۸۴۹/۸۰۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳	۲۳۱/۷۶۴
سیکل ترکیبی	۲/۹۰۹	۰/۲۸۴	۰/۰۱۰	۰/۰۷۴	۰/۰۸۴	۴۸۳/۱۱۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۱۳۱/۷۵۹
دیزلی	۱/۸۹۱	۵/۷۰۹	۰/۰۹۱	۰/۰۰۱	۰/۳۶۶	۹۶۲/۹۰۲	۰/۰۴۶	۰/۰۱۵	۲۶۲/۶۱۰
بخش خصوصی	۱/۹۵۷	۰/۷۴۴	۰/۰۱۶	۰/۰۵۵	۰/۱۲۳	۷۵۷/۳۸۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۲	۲۰۶/۵۵۹
صنایع بزرگ	۲/۷۸۶	۰/۰۳۹	۰/۰۰۱	۰/۳۲۸	۰/۰۶۸	۷۶۷/۸۷۹	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۲۰۹/۴۲۲
میانگین کل	۲/۶۲۵	۳/۴۳۵	۰/۰۲۲	۰/۶۷۵	۰/۱۳۳	۷۱۹/۴۶۸	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳	۱۹۶/۲۱۹

=

922.6 g / Kwh

سوالی که در این جا مطرح می شود اینست که کدامیک از این راهکارها برای یک ساختمان از اولویت اجرایی برخوردار است؟ برای پاسخ به این سوال، می بایست راهکارهای ارائه شده را از نظر فنی و اقتصادی ارزیابی نمود. بدین منظور ابتدا، پتانسیل های کاهش مصرف انرژی در هر بخش ساختمان اعم از عایقکاری، تاسیسات حرارتی و برودتی و تجهیزات الکتریکی و روشنایی ساختمان تعیین و میزان هزینه انرژی سالیانه هر بخش محاسبه می شود . در مرحله بعد، راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در هر بخش و هزینه اجرای هر راهکار محاسبه می شود. براین اساس کلیه راهکارهای ارائه شده از نظر فنی و اقتصادی مورد ارزیابی قرار می گیرد. از نظر اقتصادی محاسبه مدت زمان بازگشت سرمایه هر راهکار، معیار بسیار خوبی برای تعیین اولویت های اجرایی راهکارها است که بصورت نسبت هزینه اجرای راهکار به صرفه جویی هزینه های انرژی سالیانه در اثر اجرای آن راهکار تعریف می شود. براین اساس راهکارها به سه دسته زیر تقسیم می شود:

- **کم هزینه (بازگشت سرمایه کمتر از یک سال)**
- **هزینه متوسط (بازگشت سرمایه بین یک تا سه سال)**
- **پر هزینه (بازگشت سرمایه بیشتر از سه سال)**

خلاصه رفتار مصرفی وهزینه پرداخت شده اشتراکهای منصوبه دانشگاه شیراز۹۵-۹۳

ردیف	شرح	تعداد ماه	دیماند قرارداد	حدکثر دیماند مصرفی	هزینه دیماند	جمع مصرف اکتیو	جمع مبلغ اکتیو	جمع مصرف راکتیو	جمع مبلغ ر اکتیو
			KW	KW	ریال	KWh	ریال	KVARh	ریال
1	تعداد ۷۲ اشتراک سال ۹۳	12	18,205	12,500	2,864,772,595	23,847,712	6,492,071,964	7,324,289	405,652,332
2	تعداد ۷۲ اشتراک سال ۹۴	12	18,205	12,011	3,547,938,477	24,634,787	8,334,374,755	9,852,192	688,144,481
3	تعداد ۷۲ اشتراک سال ۹۵	6	18,205	8,809	1,887,326,862	14,105,147	4,646,368,132	5,862,351	432,750,456

لازم به توضیح است که رفتار مصرفی سال ۹۵ فقط شش ماه اول می باشد که با تقریب قابل قبولی برای کل سال می توان با ضریب ۲ در نظر گرفته شود.

کلیه ۷۲ اشتراک از لحاظ قدرت خریداری شده و حداکثر دیماند مصرفی بررسی شده است

1. تعداد انشعابهای نصب شده با توجه به لیست ارسالی از ان مدیریت ۷۲ انشعاب اعلام شده است.
2. جمع قدرت قرار دادی خریداری شده ۱۸۲۰۵ کیلووات می باشد.
3. با توجه به بررسی رفتار مصرفی از سالهای ۹۳ لغایت ۹۵ امکان کاهش دیماند به نصف و بازگشت پنجاه در صد ازهزینه قدرت خریداری شده به قیمت روز ازشرکت توزیع نیروی برق شیراز وهمچنین حذف نیمی از هزینه دیماند در سال در قبوض پرداختی امکان پذیر می باشد .
4. در صورتیکه قدرت خریداری شده با حداکثر قدرت مصرف شده تفاوت فاحشی داشته با شد در انشعابهای منصوبه بر روی ولتاژاولیه به علت تلفات بی باری ترانسفور ماتور توزیع بار مصرف اکتیو وراکتیو خواهیم داشت که توسط کنتور ثبت میشود وافزایش هزینه ها را خواهد داشت .
5. پیشنهاد می گردد در صورت تصمیم به کاهش قدرت خریداری شده بر اساس نیازهای دانشگاه در آینده نه چندان دور بررسی شود.
6. نتایج بررسی میدانی وبازدید نشانگروجود ونصب خازن میباشد که منجر به صفر نمودن هزینه بار راکتیو می گرددو پرداخت هزینه راکتیو در اکثر قبوض جای تعجب دارد وبیانگر این موضوع است که:

الف: خازن در سرویس نمی باشد که نشانگر عدم سرویس وبازرسی دوره ای می باشد.

ب: خازن سوخته است که در این صورت خازن علاوه بر عدم جبران سازی وافزایش مبلغ هزینه راکتیو به یک بار اکتیو تبدیل شده ومصرف اکتیو را نیز افزایش می دهد .

ج- در هرصورت با ید گونه ای عمل شود که هزینه پرداخت راکتیو صفر گردد.

در این مرحله پس از تعیین عوامل مختلف اتلاف انرژی در ساختمان، راهکارهای اجرایی لازم جهت افزایش بهره وری انرژی و کاهش مصرف انرژی ارائه می شود که شامل موارد زیر است.

تغییر ساختار سازمانی و تجدید نظر در چارت سازمان با توجه به اضافه نمودن مدیر انرژی به چارت(تغییر نگرش)

تغییر در معماری ساختمان به منظور بهینه سازی مصرف انرژی(جهت ساختمانهای جدید)

- مدیریت مصرف انرژی در ساختمان (تنظیم دماها، پیک سایی، بهینه سازی مصرف در لوازم اداری و خانگی)
- عایقکاری ساختمان
- مدیریت انرژی در سیستم های روشنایی
- استفاده از درب ها و پنجره های عایق
- استفاده از انرژی خورشیدی (استفاده از پنل های فتوولتاییک، آبگرمکن خورشیدی، سیستم های سرمایش خورشیدی و سیستم های غیرفعال در ساختمان)
- بهینه سازی مصرف انرژی در موتورخانه
- تاسیسات نوین حرارتی و برودتی
- موتورخانه هوشمند
- ساختمان هوشمند

با تشکر از توجه شما