



# پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران

کارفرما : سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور

مجری : آزمایشگاه تحقیقاتی انرژی و تاسیسات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



## پنجره بندی

کارکرد اصلی پنجره بندی ها در ساختمان تامین نور و دید مناسب است. داشتن دید مناسب و کاهش در مصرف انرژی روشنایی از جمله مزایای پنجره می باشد.

اجزای اصلی پنجره بندی

- قاب به عنوان عنصر کدر
- شیشه عنصر شفاف و عبور دهنده نور
- نگهدارنده های شیشه درون قاب

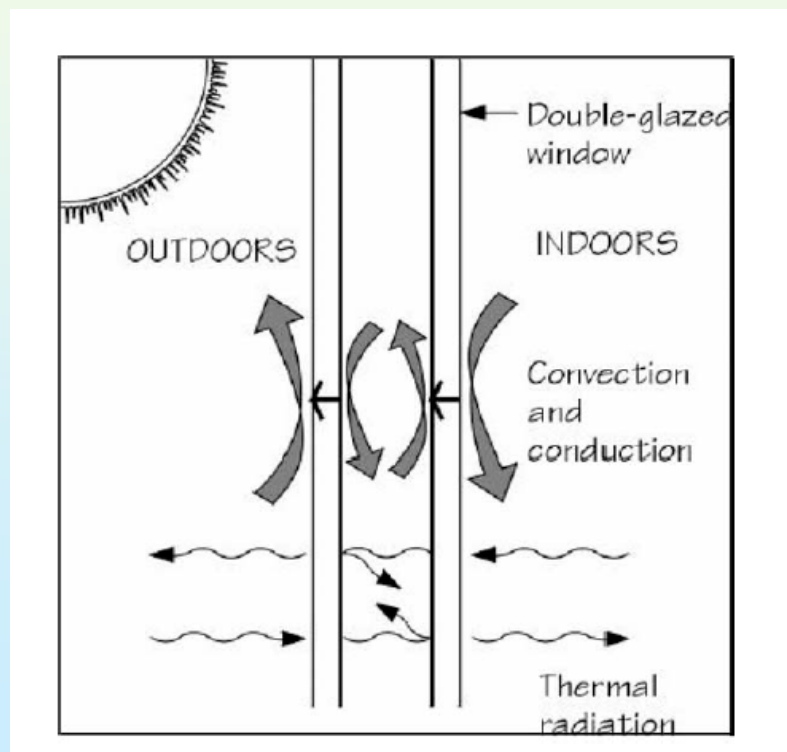
اجزای پنجره بندی، به عنوان عضوی از جدار ساختمان، تاثیر بسزایی در تامین آسایش حرارتی و بالابردن کارایی انرژی ساختمان دارند.



# عملکرد پنجره به عنوان یک جدار

## شارش انرژی

تأمین انتقال طبیعی ناشی از اختلاف دما



- هدایت
- جابجایی
- تابش
- تابش خورشیدی
- نفوذ هوا



# تأثیر پنجره بر بار و مصرف انرژی ساختمان

تأثیر پنجره بر میزان مصرف انرژی

تأثیر پنجره بر بار حرارتی و برودتی

هزینه های اولیه و جاری ساختمان



## خصوصیات یک پنجره مناسب

- کنترل جریان گرما
- کنترل جریان هوا
- کنترل جریان بخار آب و چگالش
- کنترل انرژی خورشید و سایر تشعشعات
- کنترل انتقال صدا
- داشتن زیبایی و متناسب بودن با محیط ساختمان
- کاربری آسان از نظر باز و بسته شدن
- ثابت ماندن خواص کارخانه ای در طول مدت استفاده
- اقتصادی بودن



## پارامترهای بیانگر عملکرد پنجره

ضریب دریافت انرژی خورشیدی

**Solar Heat Gain Coef.**

ضریب مقاومت هدایت حرارتی

**U-Factor**

ضریب مقاومت چگالش

**Condensation Resistance**

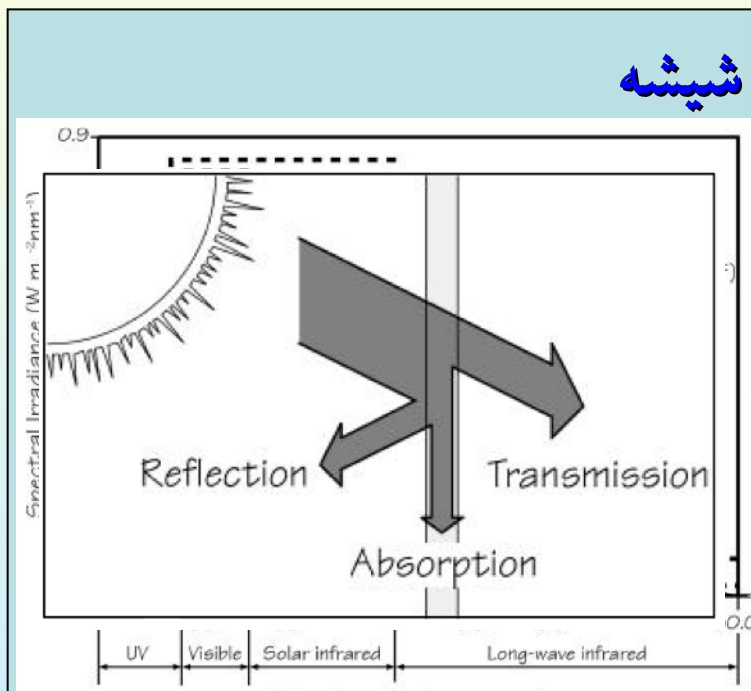
ضریب عبور نور مرئی

**Visible Transmittance**



## پنجره هایی با تکنولوژی جدید

### شیشه



### قاب

در قابها هدف اصلی کاهش ضریب انتقال حرارت هدایتی می باشد. قابهای PVC و UPVC و آلومینیوم ترمال بریک از این دسته هستند.

فاصله بین شیشه های چند جداره استفاده از گازهای مخصوص و همچنین فاصله دهنده های بهبود یافته حرارتی



## وضعیت استفاده از پنجره در ایران

### پنجره های قدیمی

در بسیاری از مناطق ایران پنجره های که دارای شیشه های معمولی و برخی رنگی یا بازتابشی باقاب آهنی، آلومینیمی و گاهی چوبی می باشد استفاده می شود. این پنجره ها در حال حاضر در دو نوع کارگاهی و کارخانه ای ساخته می شوند.

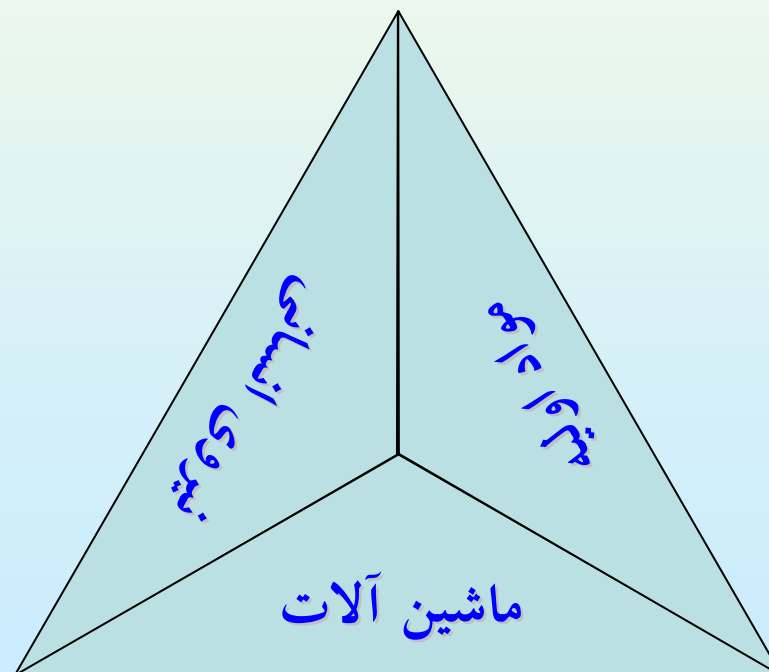
### پنجره های تکنولوژی جدید

در حال حاضر در ایران فقط پنجره های دو یا چند جداره با شیشه معمولی استفاده و ساخته می شود. این پنجره ها با قابهای PVC و آلومینیم معمولی و ترمال بریک توسط سازندگان ارائه می گردد.



## بررسی توان فنی کشور برای تولید پنجره های جدید

بر طبق برآوردهای به عمل آمده در سال در حدود ۳ میلیون مترمربع انواع پنجره های جدید مورد نیاز است





# ابزار بررسی و نتیجه گیری - آنالیز انرژی

## عوامل موثر بر مصرف انرژی یک ساختمان

- پوسته ساختمان
- پنجره ها
- شرایط آب و هوایی (تغییرات روزانه دما)
- کاربری و ...



# تعریف یک ساختمان نمونه و انجام آنالیز انرژی برای انواع مختلف پنجره

## ویژگی های ساختمان نمونه

- توزیع یکسان پنجره در جهات مختلف
- انتخاب جدارها بر اساس مبحث نوزدهم
- انتخاب ابعاد بر اساس استانداردهای موجود



## انجام این آنالیزها برای ۳۰ شهر و با ۷ نوع پنجره

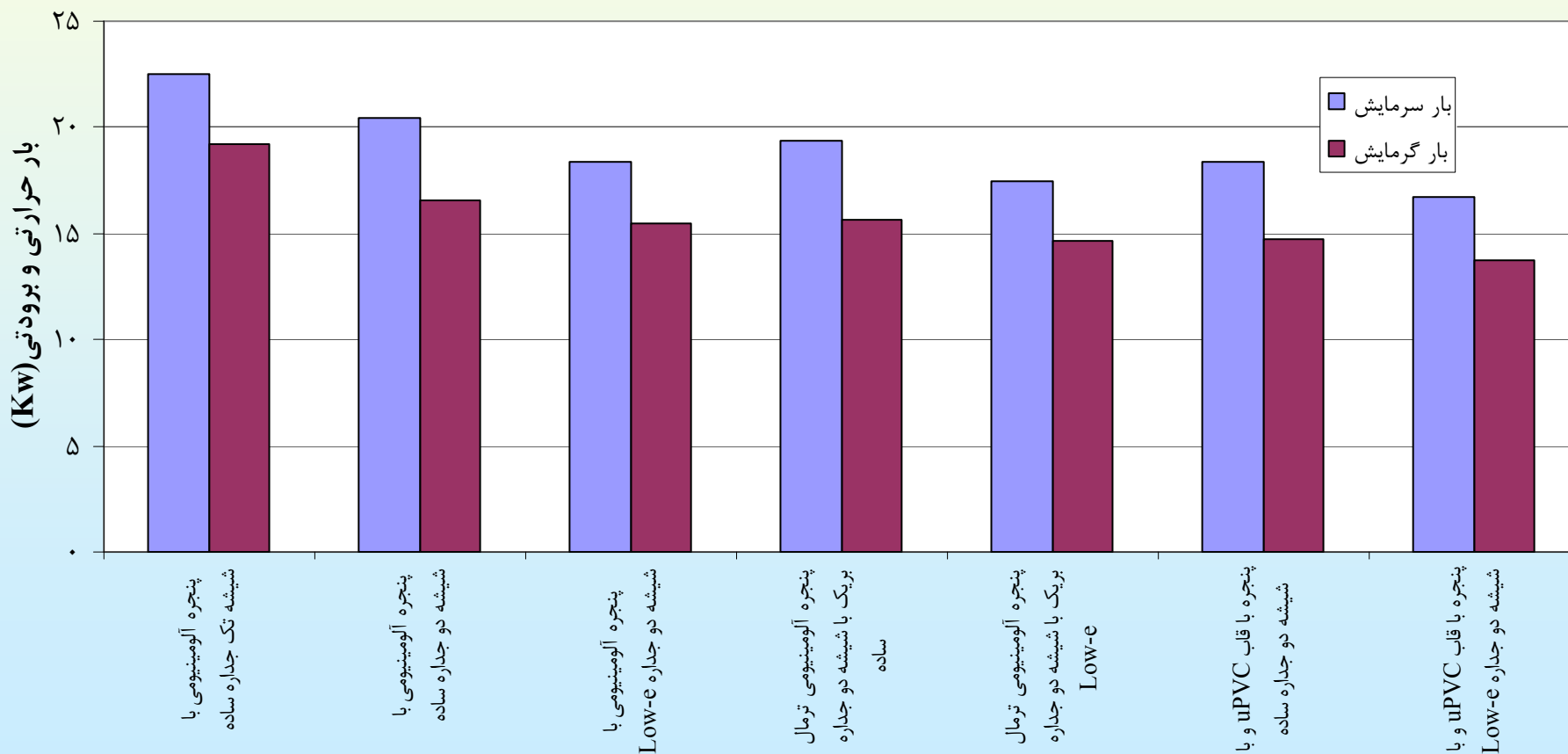
شماره پنجره در نمودارهای نتایج	مشخصات پنجره	ضریب انتقال حرارت $U_{\text{و}}$ $U_{\text{ش}}$	ضریب دریافت گرمای خورشیدی $g_{\text{و}}$
۱- $U_{\text{و}}$	پنجره آلومینیومی با شیشه تک جداره ساده	۶,۵۸	۰,۷۶
۲- $U_{\text{و}}$	پنجره آلومینیومی با شیشه دو جداره ساده	۴,۳۱	۰,۶۸
۳- $U_{\text{و}}$	پنجره آلومینیومی با شیشه دوجداره $U_{\text{و}}$ - $U_{\text{ش}}$	۳,۴	۰,۵۳
۴- $U_{\text{و}}$	پنجره آلومینیومی - ترمال بریک با شیشه دوجداره ساده	۳,۵۷	۰,۶۲
۵- $U_{\text{و}}$	پنجره آلومینیومی - ترمال بریک با شیشه دوجداره $U_{\text{و}}$ - $U_{\text{ش}}$	۲,۷۲	۰,۴۸
۶- $U_{\text{و}}$	پنجره $U_{\text{و}}$ $U_{\text{ش}}$ با شیشه دوجداره ساده	۲,۷۸	۰,۵۶
۷- $U_{\text{و}}$	پنجره $U_{\text{و}}$ $U_{\text{ش}}$ با شیشه دوجداره $U_{\text{و}}$ - $U_{\text{ش}}$	۱,۹۸	۰,۴۴

پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

مقایسه بار سرمایش و گرمایش ساختمان با پنجره های مختلف در شهر تهران

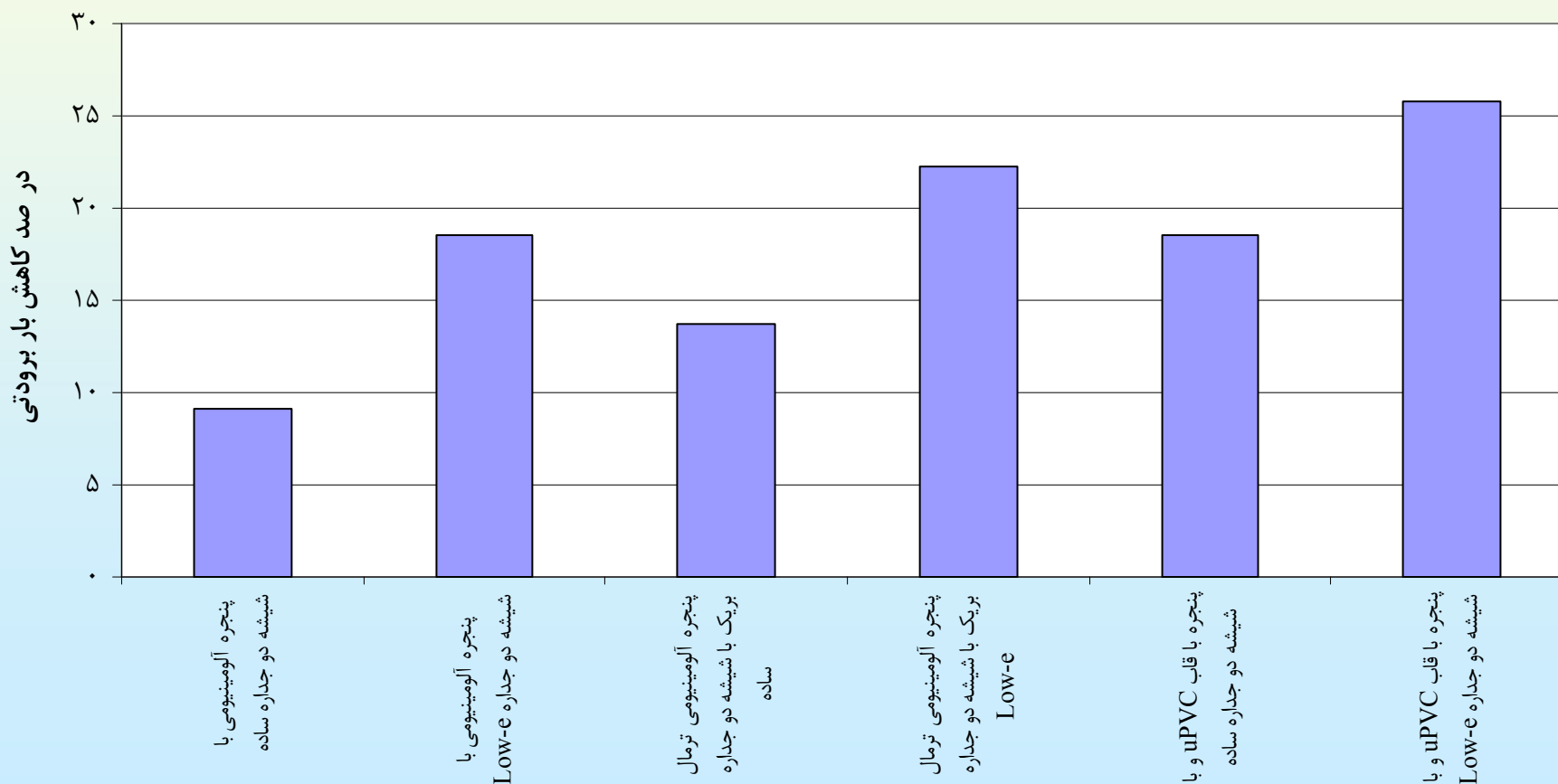


پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

درصد کاهش بار سرمایش ساختمان با پنجره های مختلف در مقایسه با پنجره یک جداره در شهر تهران

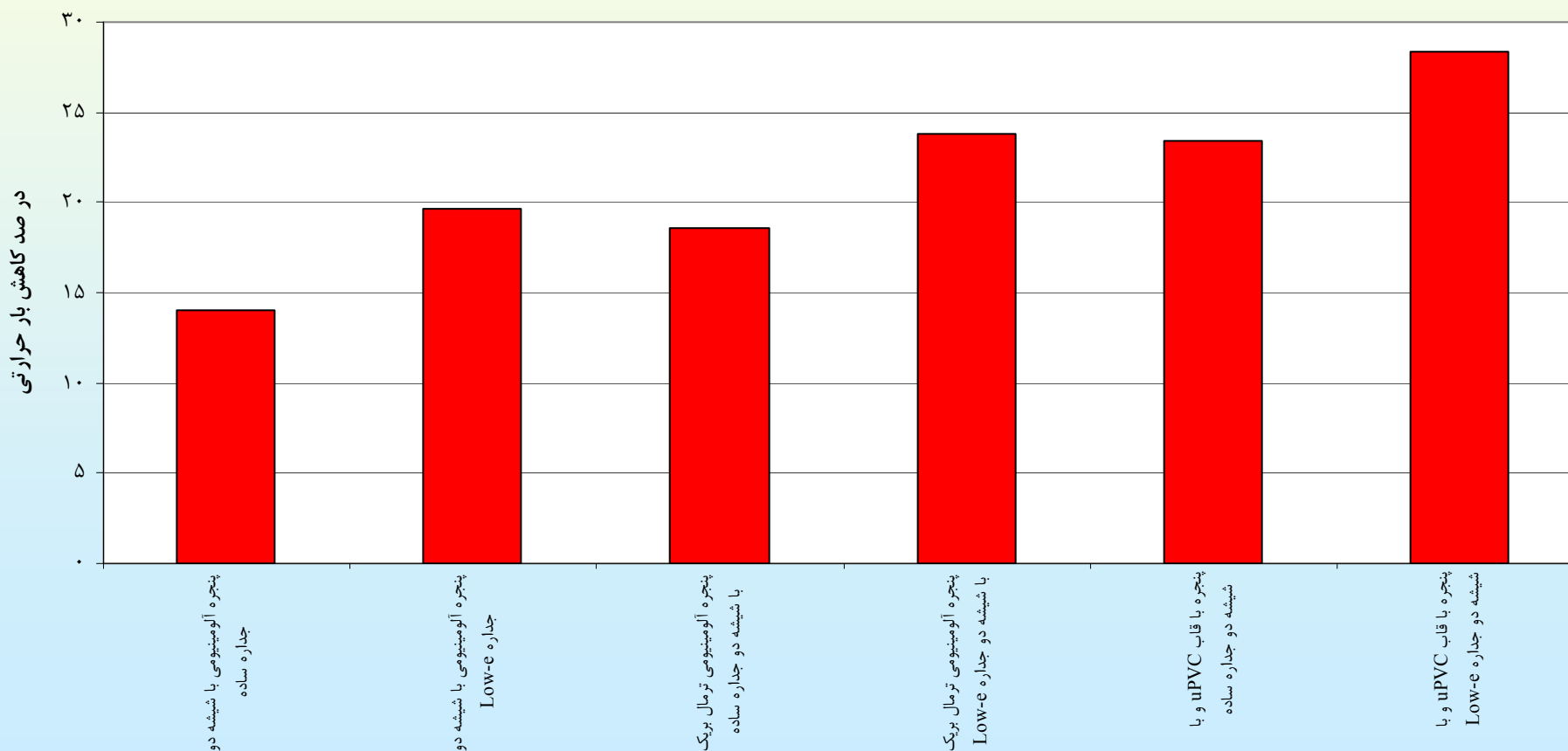


پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

درصد کاهش بار گرمایش ساختمان با پنجره های مختلف در مقایسه با پنجره یک جداره در شهر تهران

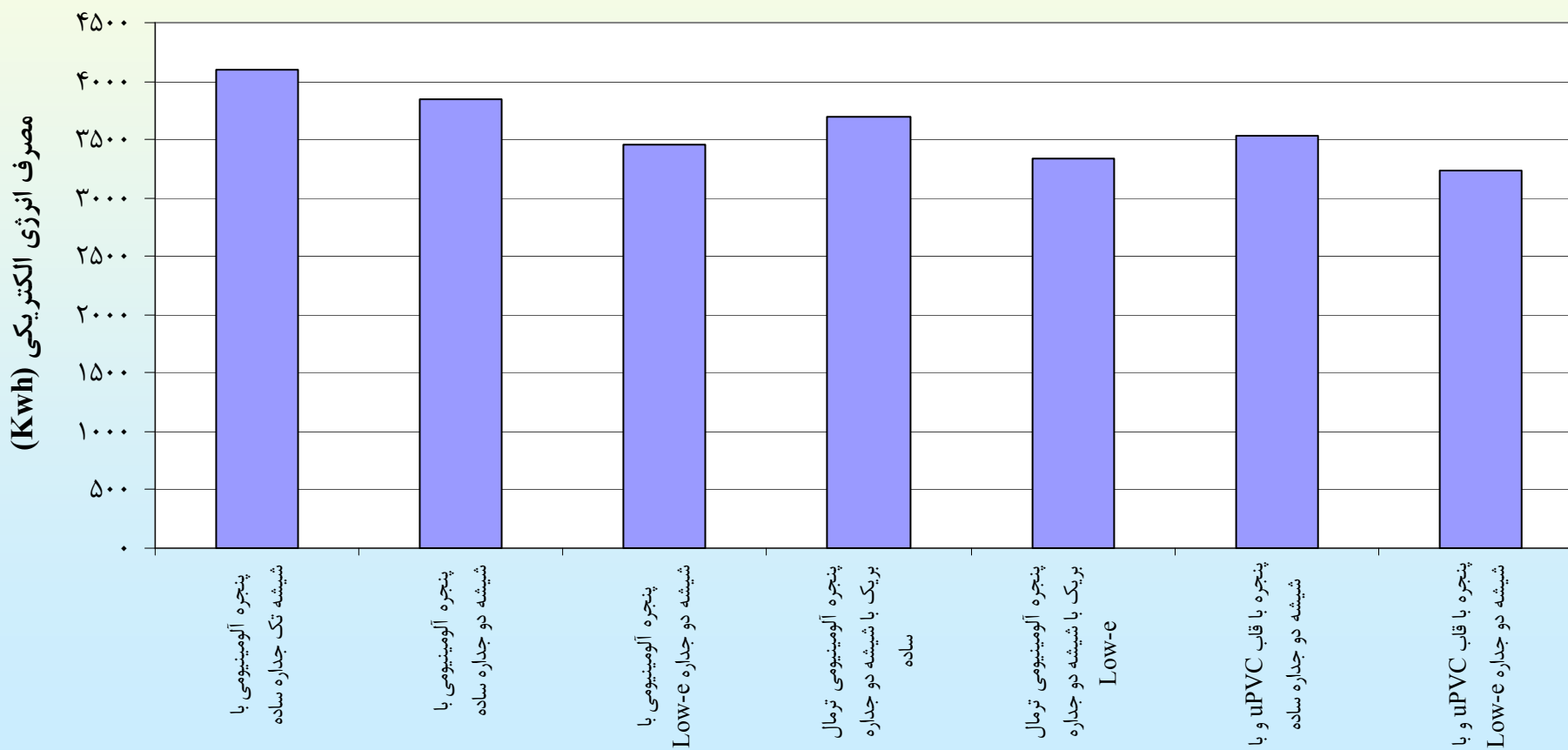


پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

مقایسه مصرف انرژی الکتریکی به منظور سرمایش ساختمان با پنجره های مختلف در شهر تهران

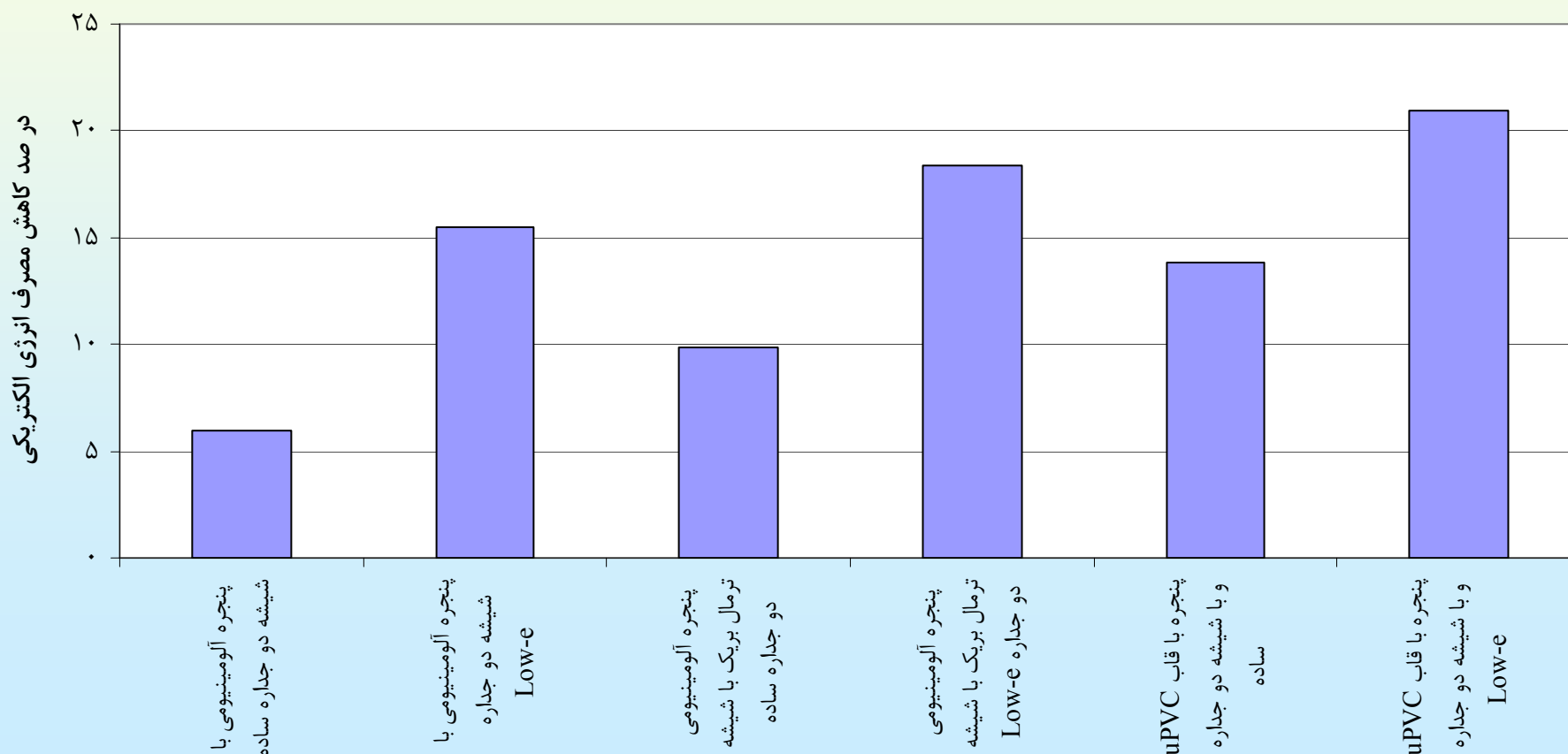


پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

درصد کاهش مصرف انرژی الکتریکی به منظور سرمایه‌ش ساختمان با پنجره‌های مختلف در مقایسه با پنجره یک جداره در شهر تهران

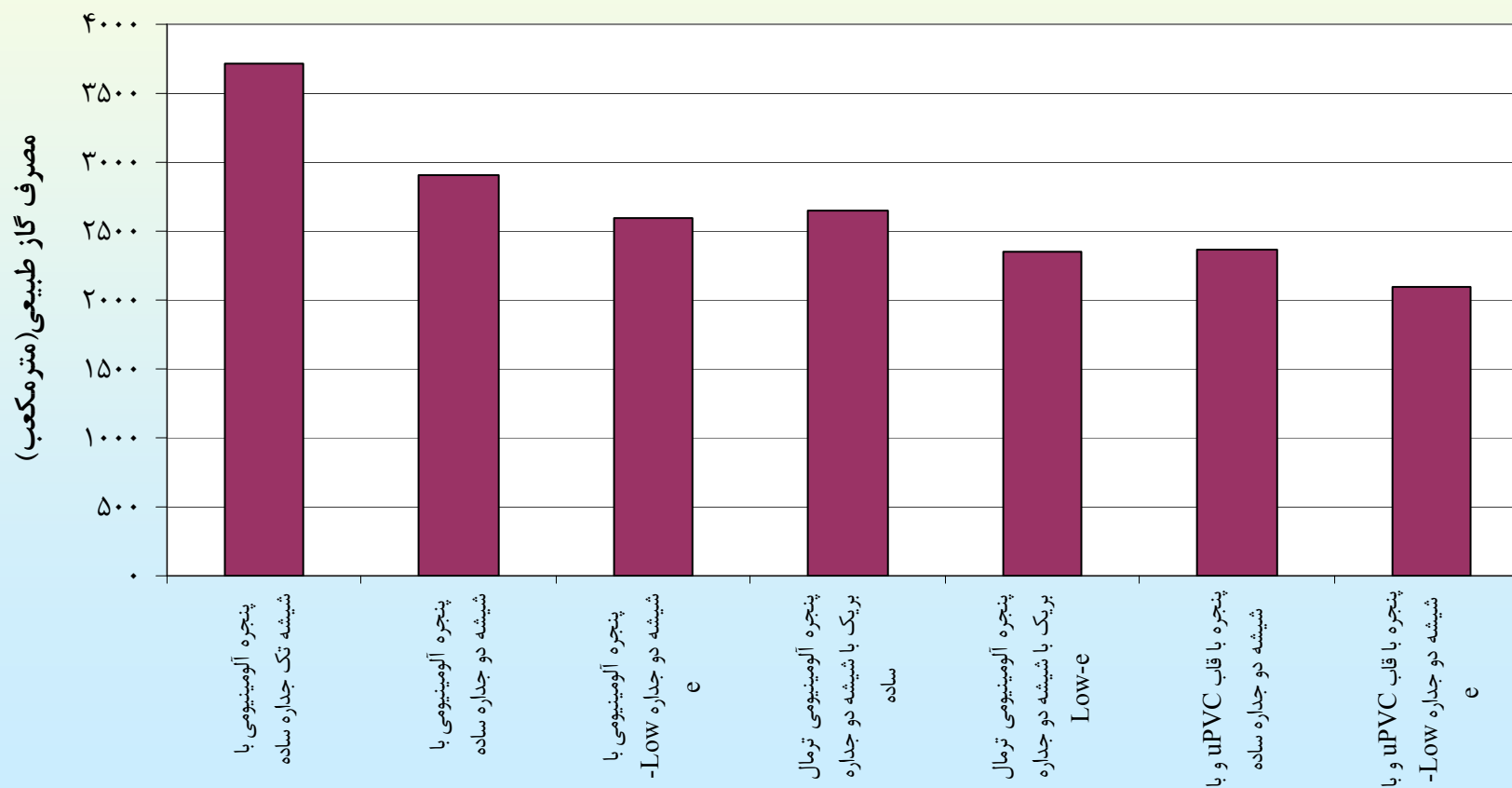


پروژه بررسی و امکان‌سنجی استفاده از شیشه‌ها و پنجره‌هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

مقایسه مصرف گاز طبیعی به منظور گرمایش ساختمان با پنجره های مختلف در شهر تهران

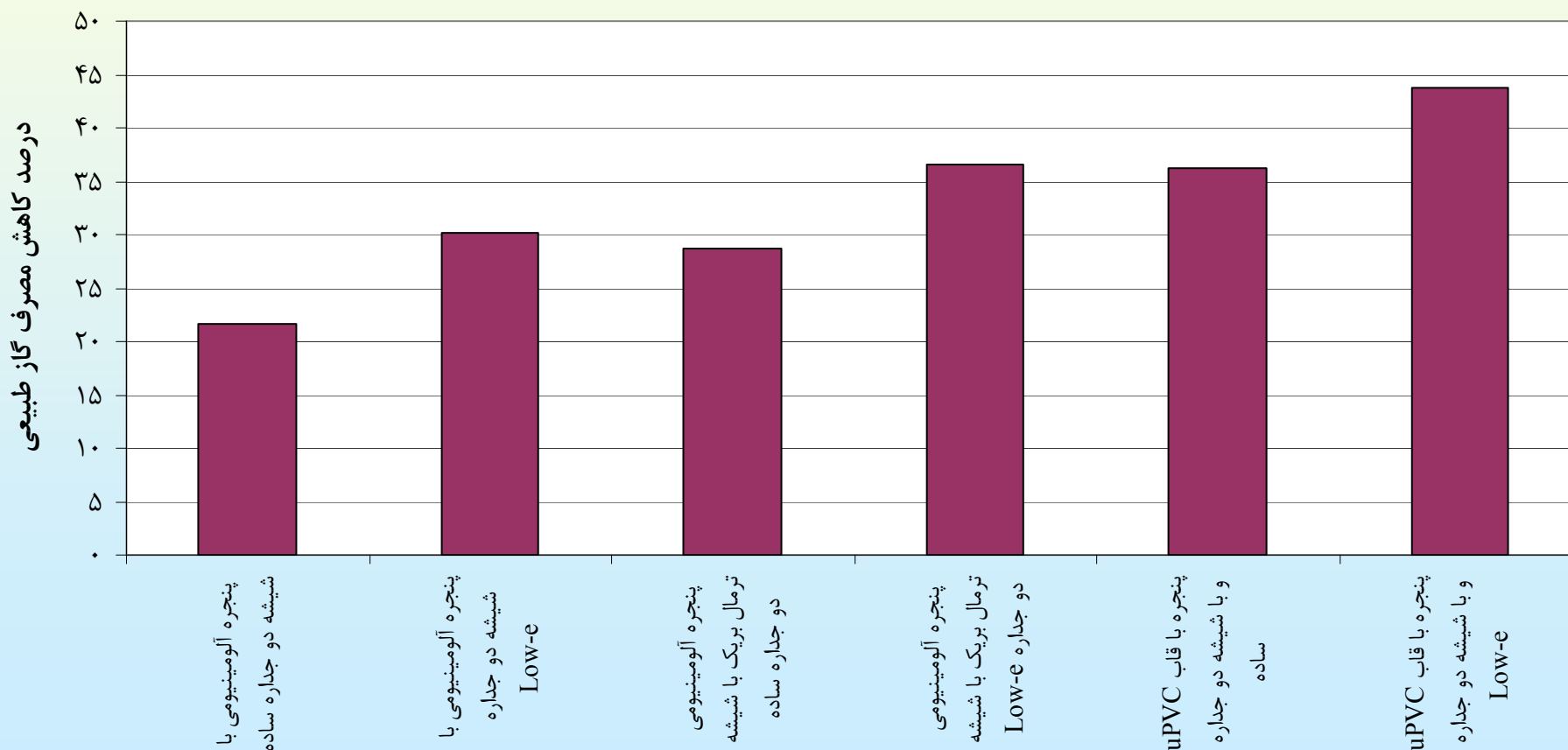


پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

درصد کاهش مصرف گاز طبیعی به منظور گرمایش ساختمان با پنجره های مختلف در مقایسه با پنجره یک جداره در شهر تهران

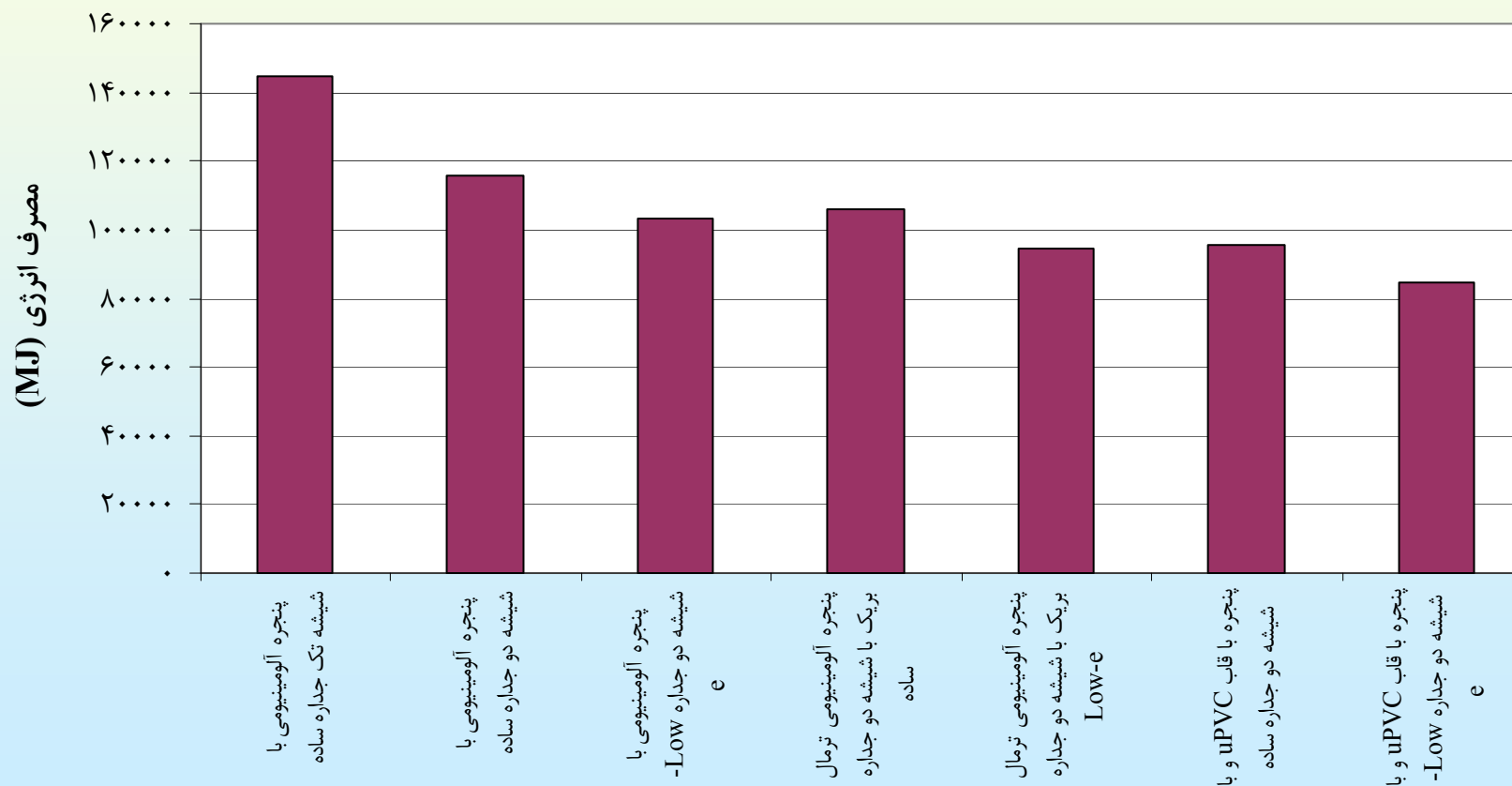


پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

مقایسه مصرف انرژی کل ساختمان با پنجره های مختلف در شهر تهران

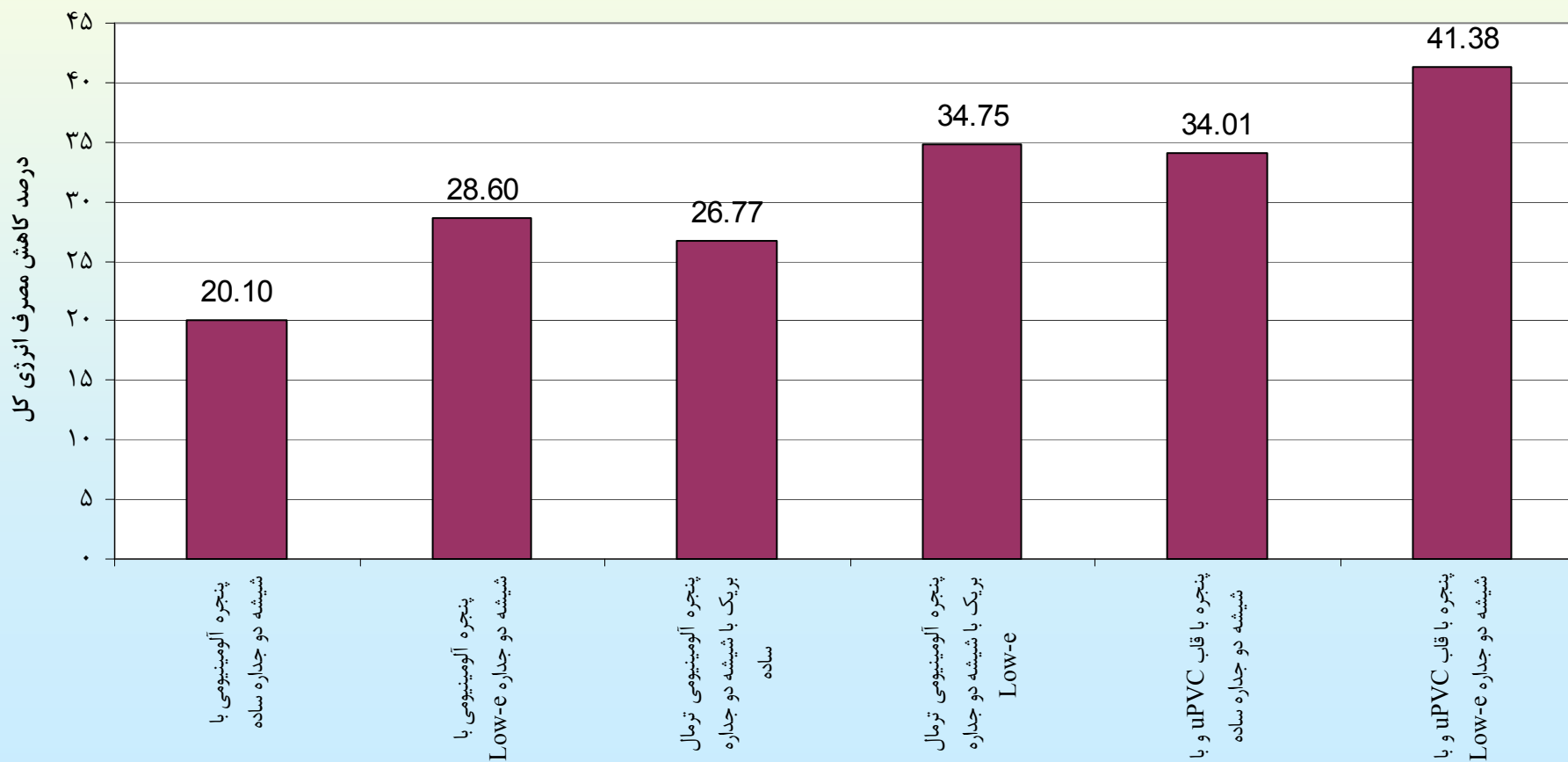


پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# نتایج به دست آمده برای شهر تهران

درصد کاهش مصرف انرژی کل ساختمان با پنجره های مختلف در مقایسه با پنجره یک جداره در شهر تهران



پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



# آنالیز اقتصادی استفاده از پنجره های جدید

محاسبات مربوط به بازگشت سرمایه با استفاده از نتایج به دست آمده از آنالیز انرژی و با در نظر گرفتن عوامل مختلفی مانند

§ نرخ بهره

§ نرخ داخلی و بین المللی سوخت

§ نرخ داخلی و بین المللی برق

§ ارزش هزینه های اولیه و جاری در حال حاضر و آینده



## بررسی بازگشت سرمایه از دو دیدگاه

دولت به عنوان سرمایه گذار (ارائه سوبسید)

مصرف کننده به عنوان سرمایه گذار

۱۰۰۰۰۰۰ ریال هزینه اضافی

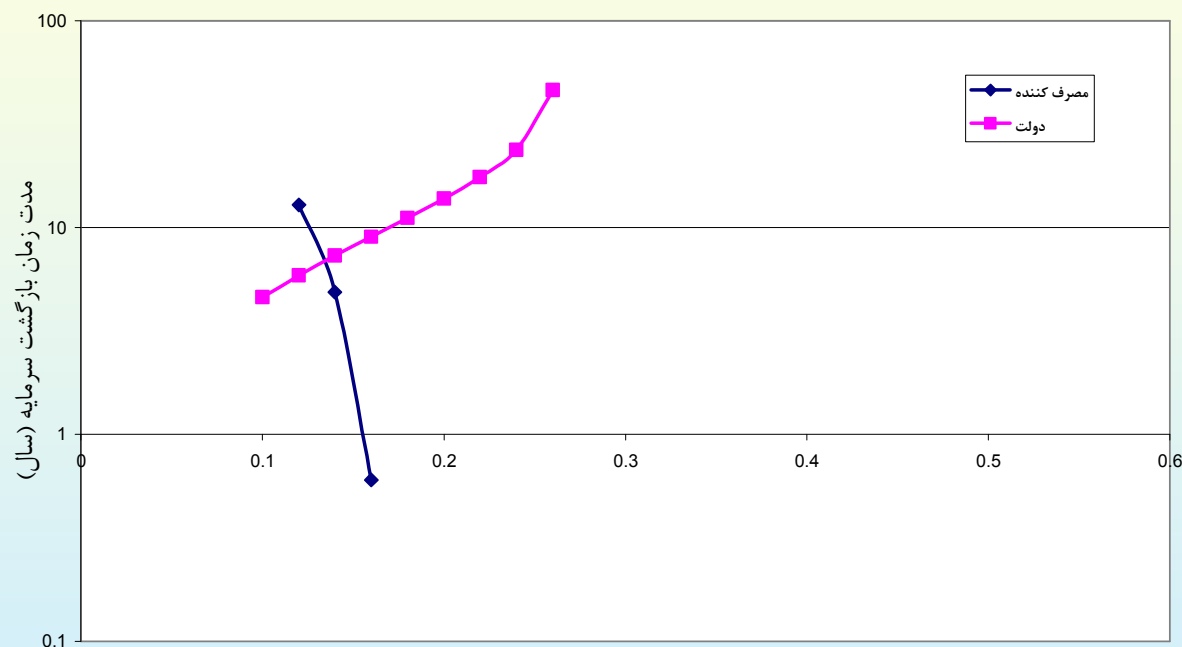
۲۰ درصد سوبسید دولتی

سرمایه گذاری دولت : ۲۰۰۰۰۰۰ ریال

سرمایه گذاری مصرف کننده : ۸۰۰۰۰۰۰ ریال



## یک نمونه از نتایج به دست آمده برای شهر تبریز و برای پنجره uPVC



درصد سوبسید دولتی بر هزینه اولیه پنجره

با توجه به اینکه بازگشت سرمایه مناسبی نه برای مصرف کننده و نه ارائه دهنده سوبسید قابل تصور است و با توجه به اینکه سایر مزایای استفاده از پنجره ها متوجه مصرف کننده است، هزینه اضافی نیز باید به عهده مصرف کننده باشد.



# انجام بررسی های تجربی

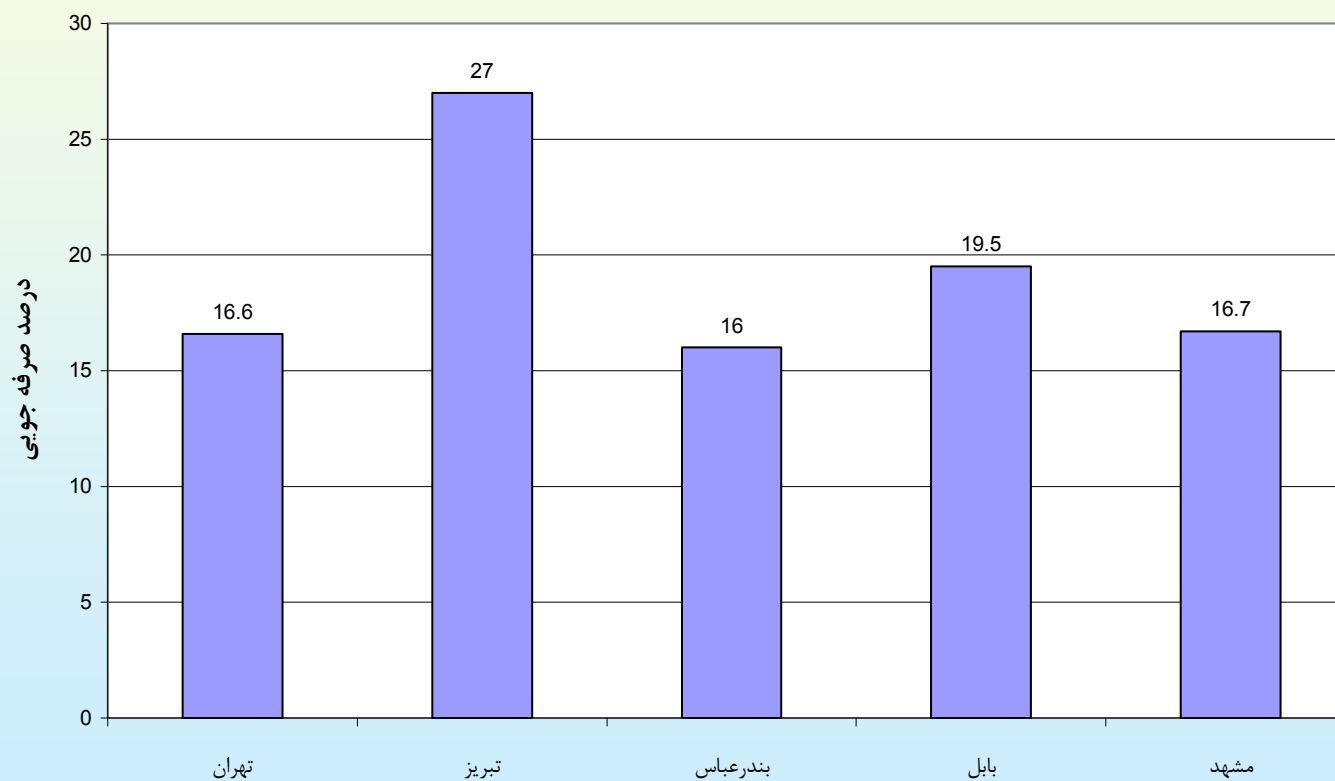
یافتن دو ساختمان مشابه برای انجام بررسی های تجربی از نظر

- مساحت بنا
- کاربری
- مساحت و نوع پنجره ها
- آب و هوای یکسان
- جدارهای ساختمانی مشابه

بررسی های تجربی برای ۵ شهر در کشور انجام شده که یکی از ساختمانها دارای پنجره معمولی و دیگری پنجره ۲ جداره بوده است.

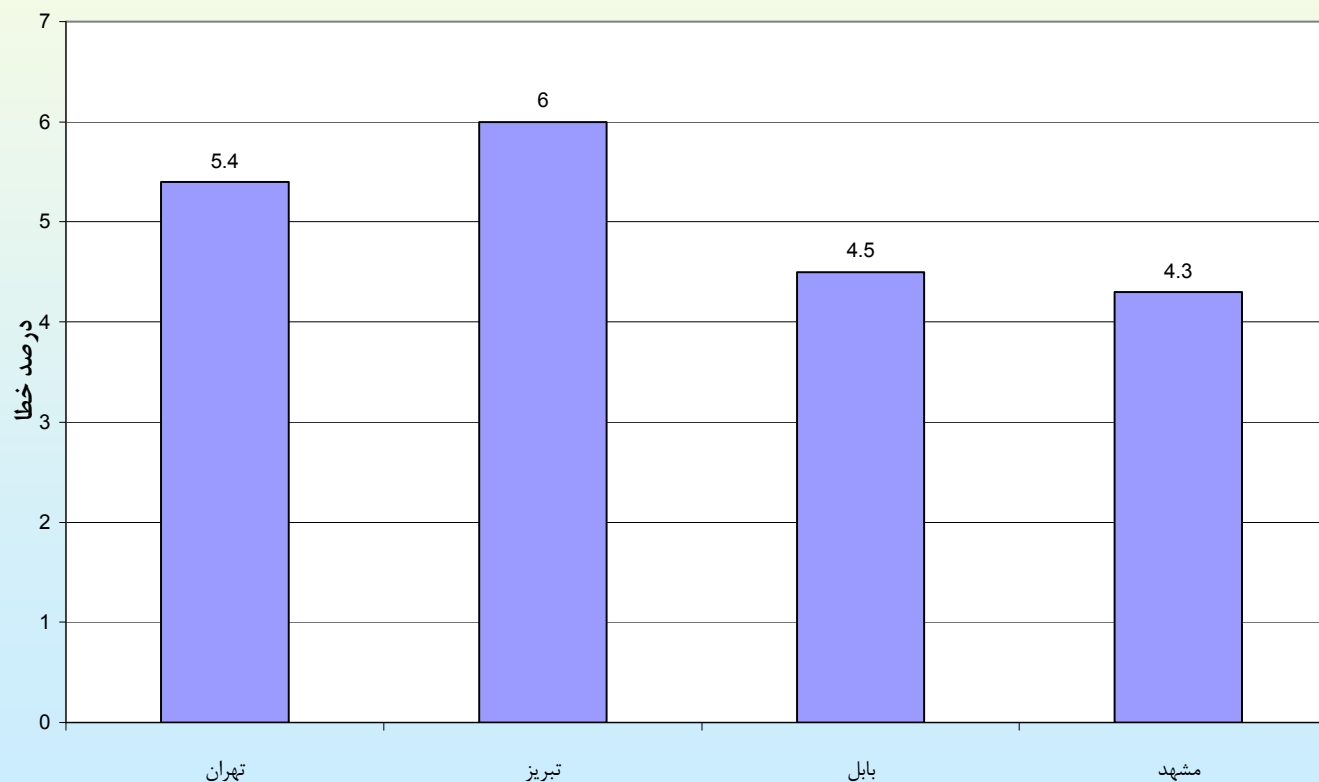


## میزان صرفه جویی انجام شده برای ساختمان های مورد بررسی در شهرهای مختلف





## تفاوت نتایج به دست آمده از آنالیز انرژی و بررسی های تجربی در صرفه جویی انجام شده برای ساختمان های مورد بررسی در شهرهای مختلف



پروژه بررسی و امکان سنجی استفاده از شیشه ها و پنجره هایی با تکنولوژی جدید در ایران



## علل اصلی اختلاف نتایج به دست آمده

- عدم وجود ترموستات اتاقی در بررسی های تجربی
- عدم تشابه کامل دو ساختمان مورد بررسی
- بررسی های تجربی برای ۱ سال مشخص بوده در حالی که آنالیزهای کامپیوتری با توجه به میانگین های چند سال انجام شده است



## پیشنهاد الزامات قانونی

طبقه بندی شهرهای مختلف کشور در ۱۴ گروه

تدوین یک استاندارد بر مبنای روز درجه گرمایش

خصوصیات استاندارد ارائه شده

تاسادگی کاربرد

تاجداکردن محدوده استانها

تاقابلیت افزایش شهرهای جدید

معرفی استاندارد تدوین شده و روش استفاده از آن



1 استاندارد انرژی در زمینه استفاده از پنجره در ساختمان‌های استان تهران

2 نحوه استفاده از این استاندارد

3

برای استفاده از این استاندارد نخست شهر یا ناحیه مورد نظر خود را انتخاب نمایید سپس با توجه به گروهی که شهر مورد نظر در آن قرار می‌گیرد، به جدول مشخصات پنجره‌های مورد تأیید استاندارد مراجعه کرده و محدودیت ضریب انتقال حرارت\* و ضریب دریافت گرمای خورشیدی\*\* مناسب را از جدول استخراج نمایید پنجره‌ی مورد استفاده باید دارای ضریب انتقال حرارت\* و ضریب دریافت گرمای خورشیدی کمتری از مقدار درج شده در این جدول باشد. ویژه فاقد محدودیت به معنای عدم وجود محدودیتی در مورد آن مشخصه‌ی بکمیوس در آن ناحیه می‌باشد. استاندارد مربوط به سایر شهرهای استان به دلیل عدم وجود اطلاعات آب و هوایی در مورد آنها ارائه نشده است و در مورد آنها باید با استفاده از نزدیکترین شهر یا ناحیه همین استان یا استان مجاور در مورد انتخاب پنجره اقدام شود. برای آگاهی از محدوده تقریبی خواص پنجره‌ها به جدول پیوست مراجعه نمایید.

4 ضریب انتقال حرارت عددی است که بیانگر نرخ انتقال حرارت از پنجره می‌باشد که پایین‌تر بودن میزان آن نشان‌دهنده عملکرد بهتر پنجره می‌باشد. ضریب دریافت گرمای خورشیدی بخشی از انرژی گرمای خورشید است که از طریق پنجره به داخل انتقال می‌یابد. کمتر بودن این ضریب به معنای انتقال کمتر گرمای تابشی خورشید به داخل می‌باشد.

5 مثال فرض کنید هدف انتخاب پنجره‌ای مطابق با استاندارد برای یک ساختمان با نسبت مساحت پنجره به سطح کلی دیوارها ۱۵ درصد در شهر تهران باشد. به این منظور نخست با توجه به جدول طبقه‌بندی شهرهای استان، گروه شهر تهران که گروه الف می‌باشد تعیین می‌گردد. سپس به جدول مشخصات پنجره‌های مورد تأیید استاندارد مراجعه نموده و با توجه به نسبت مساحت پنجره به سطح کلی دیوارها که ۱۵ درصد می‌باشد، ضریب انتقال حرارت ۴/۱ و ضریب دریافت گرمای خورشیدی ۰/۴۵ استخراج می‌شود. اکنون باید پنجره‌ای انتخاب نمود که ضریب انتقال حرارت آن کمتر از ۴/۱ و ضریب دریافت گرمای خورشیدی آن کمتر از ۰/۴۵ باشد.

6 طبقه بندی شهرهای استان بر اساس روز درجه‌ی گرمایش

تهران	گروه الف	۱۷۹۹ تا ۱۵۰۰
تجریش	گروه ب	۲۰۹۹ تا ۱۸۰۰
کرج	گروه پ	۲۳۹۹ تا ۲۱۰۰
فیروزکوه	گروه ت	۲۵۹۹ تا ۲۳۰۰
ایلی	گروه ث	۲۸۹۹ تا ۲۶۰۰

7 مشخصات پنجره های مورد تأیید استاندارد

دسته بندی	نسبت مساحت پنجره به مساحت کلی دیوارها**	ضریب انتقال حرارت (U-Factor) [W/m <sup>2</sup> .K]	ضریب دریافت گرمای خورشیدی (SHGC)
گروه الف ۱۷۹۹ تا ۱۵۰۰	۱۵ درصد**	۴/۱	۰/۴۵
	۲۰ درصد	۲/۴	۰/۴۵
	۲۵ درصد	۳/۲	۰/۴۵
گروه ب ۲۰۹۹ تا ۱۸۰۰	۱۵ درصد	۳/۸	فاقد محدودیت
	۲۰ درصد	۲/۲	فاقد محدودیت
	۲۵ درصد	۳	فاقد محدودیت
گروه پ ۲۳۹۹ تا ۲۱۰۰	۱۵ درصد	۳/۵	فاقد محدودیت
	۲۰ درصد	۳	فاقد محدودیت
	۲۵ درصد	۲/۸	فاقد محدودیت
گروه ت ۲۵۹۹ تا ۲۳۰۰	۱۵ درصد	۲/۶	فاقد محدودیت
	۲۰ درصد	۲/۲	فاقد محدودیت
	۲۵ درصد	۲	فاقد محدودیت
گروه ث ۲۸۹۹ تا ۲۶۰۰	۱۵ درصد	۲/۳	فاقد محدودیت
	۲۰ درصد	۲/۱	فاقد محدودیت
	۲۵ درصد	۲	فاقد محدودیت

8 مساحت کلی دیوار مجموع مساحت خالص دیوارها به علاوه مساحت پنجره‌ها می‌باشد. به عنوان مثال در ساختمانی با ابعاد ۱۲ متر و ارتفاع ۱۸ متر و ارتفاع پنجره که ۲۲ متر مربع نیز پنجره در آن تعبیه شده است، مساحت کلی دیوارها بصورت محیط ساختمان ضربدر ارتفاع آن تعریف می‌شود. در مورد این ساختمان نمونه داریم:

$$18 \times 3 \times 12 = 648 \text{ مترمربع}$$

$$177 = 648 / 3.7 \text{ - نسبت مساحت پنجره به مساحت کلی دیوارها}$$

برای درصدهای پنجره بندی که مانند مثال فوق با درصدهای ارائه شده در جدول بالا اختلاف دارند، نزدیکترین درصد پنجره بندی به عنوان مبنا مورد استفاده قرار گیرد.



## دامنه اعمال و پیش بینی نتایج استفاده از استاندارد

این استاندارد تقریباً برای تمامی کاربری های مسکونی و مشابه مسکونی قابل استفاده است.  
در مورد کاربری صنعتی و موارد مشابه استاندارد مجزایی باید تهیه شود.

با توجه به اینکه این استاندارد بر مبنای صرفه جویی در مصرف انرژی در حدود ۳۰ درصد تدوین شده است، و با توجه به نتایج تجربی بین ۲۰ تا ۲۵ درصد صرفه جویی در مصرف انرژی حاصل می شود.



# پیشنهادات

## ابزارهای بررسی کارایی انرژی ساختمان

روش های تجربی

ابزار های مدل سازی

■ روش های استاتیک

■ روش های دینامیک

