

مقدمه

تدوین معیار مصرف انرژی، یکی از مهمترین اقدامات مدیریت مصرف جهت تعیین چارچوب مناسب برای اعمال قوانین و دستورالعملها و پیش‌بینی‌های مربوط به تقاضا و برنامه‌ریزی جهت تولید انرژی متناسب با آن می‌باشد. بررسی تجربیات کشورهای پیشرفته جهان نشان می‌دهد که طی سالیان گذشته، معیارها و دستورالعملهای متعددی برای مصرف انرژی در بخشهای مختلف صنعتی، خانگی، تجاری و عمومی به منظور برنامه‌ریزی در راستای برآورده شدن سیاستها و رشد اقتصادی آنها، تدوین گردیده است. نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهند که نخستین گام در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی برای هر مجموعه از مصرف‌کنندگان انرژی، شناخت وضعیت موجود آنها و بررسی پتانسیلهای قابل حصول جهت بهبود وضعیت از طریق تهیه دستورالعملها، استانداردها و یا برچسبهای انرژی می‌باشد. بر این اساس طی سالیان اخیر تقریباً در تمامی کشورهای پیشرفته جهان، استانداردها و برچسبهای مصرف انرژی برای بسیاری از تجهیزات انرژی‌بر و ساختمانهای با کاربری‌های مختلف تدوین و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. اثرات این تدوین استانداردها و برچسبهای مصرف انرژی بر کاهش مصرف گروههای مختلف در سطح جهان، به اندازه‌ای قابل توجه بوده که روند استانداردسازی در این زمینه با سرعت چشمگیری در حال رشد و توسعه می‌باشد.

بر این اساس طی سالهای گذشته در کشورمان نیز برچسبهای مصرف انرژی برای بسیاری از تجهیزات انرژی‌بر تدوین گردیده که در حال حاضر در حال اجرا می‌باشند. هر چند که نتایج تدوین استاندارد و برچسبهای مصرف انرژی در کشور تا حدودی قابل قبول بوده است، اما هنوز پتانسیلهای بسیار بالایی جهت کاهش مصرف انرژی در سطح گروههای مختلف مشترکین وجود دارند که لزوم تداوم و افزایش ظرفیت استانداردسازی را در سطح کشور کاملاً روشن می‌نمایند.

بر اساس اطلاعات مندرج در سایت "مدیریت اطلاعات انرژی" دپارتمان انرژی آمریکا، متوسط سالیانه مصرف انرژی الکتریکی در ساختمانهای مسکونی این کشور در سال ۲۰۰۷ برابر با ۴۵ کیلووات‌ساعت بر مترمربع بوده است. این در حالیست که مقدار متوسط شاخص مذکور برای ساختمانهای اداری این کشور برابر با ۲۰۳ کیلووات‌ساعت بر مترمربع ارائه شده است. همچنین متوسط مصرف انرژی الکتریکی ساختمانهای مسکونی و تیپ متوسط ساختمانهای اداری دارای سیستم تهویه مطبوع در کشور انگلستان به ترتیب برابر با ۳۸ و ۲۲۶ کیلووات‌ساعت بر مترمربع تعیین گردیده‌اند. علاوه بر آن متوسط سالیانه کل مصرف انرژی تحویلی در ساختمانهای مسکونی و اداری کشور آمریکا به ترتیب برابر با ۱۳۰ و ۳۷۰ کیلووات‌ساعت در سال بر مترمربع ذکر گردیده‌اند.

بررسی وضعیت مصرف انرژی در ساختمانهای اداری کشورمان و مقایسه آن با کمیتهای مربوط به ساختمانهای مسکونی نیز تفاوتهای قابل توجهی را میان این ساختمانها نمایش می‌دهد. بر اساس نتایج مربوط به متوسط وزنی مصرف انرژی الکتریکی در جامعه نمونه گسترده‌ای از ساختمانهای اداری

کشور در اقلیمهای مختلف آب و هوایی (در بخشهای بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت)، شاخص متوسط مصرف سالیانه انرژی الکتریکی برای این ساختمانها برابر با ۵۹ کیلووات ساعت بر مترمربع تعیین گردیده است. این در حالیست که بر اساس اطلاعات آمار تفصیلی صنعت برق در سال ۱۳۸۷، متوسط مصرف برق مشترکین خانگی کشور برابر با ۲۸۴۳ کیلووات ساعت بوده که با فرض متوسط زیربنای واحدهای مسکونی در محدوده ۱۰۰-۸۰ مترمربع، شاخص مربوطه در محدوده ۲۸/۴۳ تا ۳۵/۵۴ کیلووات ساعت بر مترمربع تغییر خواهد نمود. بدین ترتیب متوسط مصرف برق مشترکین اداری کشور نزدیک به دو برابر متوسط مصرف برق مشترکین خانگی می باشد که لزوم تدوین معیار مصرف و برچسب انرژی مجزا را برای آنها کاملاً روشن می نماید. این اختلاف در خصوص مصرف سایر حاملهای انرژی (سوخته های فسیلی) نیز برقرار می باشد. علاوه بر آن شرایط بهره برداری از ساختمانهای اداری و مسکونی و پروفایل کاری آنها بسیار متفاوت بوده و بدلیل تضاد در ماهیت مالکیت های آنها (مالکیت شخصی در ساختمانهای مسکونی و مالکیت غیر شخصی در ساختمانهای اداری) رفتار مصرفی افراد حاضر در آنها نیز بسیار متفاوت می باشند. بدین ترتیب لزوم مجزا بودن فرآیندهای تدوین معیار مصرف و برچسب انرژی برای ساختمانهای با کاربریهای مختلف کاملاً بدیهی به نظر می رسد. با توجه به وضعیت نابسامان مصرف انرژی در ساختمانهای اداری کشور و امکان کنترل راحتتر این ساختمانها از طریق اعمال قوانین و دستورالعملهای دولتی، در پروژه حاضر این دسته از ساختمانها در اولویت تدوین معیار مصرف و برچسب انرژی قرار داده شده اند.

بخش اول

مروری بر تدوین برچسب انرژی برای ساختمانها در
کشورهای مختلف جهان

۱-۱- دستورالعمل پارلمان اروپا برای کشورهای عضو اتحادیه اروپایی

در راستای تعهدات اتحادیه اروپایی در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، مقررات و استانداردهایی در خصوص ساختمان‌سازی در کشورهای عضو این اتحادیه تدوین و طی سالیان متعدد مورد بازنگری قرار گرفته‌اند. یکی از مهمترین دستورالعمل‌های تهیه شده در راستای کاهش و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمانها که در سال ۲۰۰۲ توسط پارلمان اروپا تهیه گردیده، دستورالعمل 2002/91/EC می‌باشد [۱]. این دستورالعمل، کشورهای عضو را موظف به رعایت حداقل‌هایی در خصوص عملکرد ساختمان‌ها از نقطه‌نظر مصرف انرژی نموده است. در ۱۶ دسامبر سال ۲۰۰۲ دستورالعملی با عنوان کارایی انرژی ساختمان (EPBD) در اتحادیه اروپا تصویب شد و از تاریخ ۴ ژانویه سال ۲۰۰۳ اجباری گردید. اهداف اصلی این دستورالعمل افزایش و بهبود بازده ساختمانها از نظر مصرف انرژی در کشورهای عضو این اتحادیه بوده است. این دستورالعمل شامل چهار هدف اصلی بوده است:

(۱) ایجاد یک متدولوژی محاسباتی عمومی: کشورهای عضو موظف به تکمیل و اجرای یک متدولوژی جامع برای محاسبه مصرف انرژی در ساختمانها با تاثیر دادن تمام پارامترهای موثر می‌باشند.

(۲) تعیین حداقل شرایط لازم برای کارایی ساختمانها از نظر مصرف انرژی: در این کشورها بایستی مقرراتی برای تعیین حداکثر مقدار مصرف انرژی در ساختمانهای جدید و ساختمانهایی که تحت تعمیرات کلی قرار می‌گیرند، وجود داشته باشد.

(۳) تهیه برچسب انرژی: برای شناسایی ساختمانها از نظر مصرف انرژی در هنگام فروش یا اجاره باید یک برچسب تهیه شود.

(۴) بازرسی و نظارت منظم بر سیستمهای گرمایشی و سرمایشی ساختمانها: در این کشورها بایستی قوانین نظارتی بر روی سیستمهای تهویه مطبوع در راستای استفاده از سیستمهای معیوب و کم بازده وجود داشته باشد.

با توجه به موارد کلی مذکور در این دستورالعمل، هر یک از کشورهای عضو اتحادیه اروپا اقدام به تهیه برچسب انرژی ملی برای ساختمانهای خود کرده و یا در حال حاضر در دست بررسی و تدوین دارند. از آنجاییکه همواره پتانسیلهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمانها بسیار قابل توجه می‌باشند، تهیه برچسب انرژی برای ساختمانها یکی از مهمترین و کارآمدترین راهکارها بوده و مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. در این بخش مروری کوتاه بر نمونه‌هایی از برچسبهای انرژی تدوین شده برای ساختمانها در کشورهای مختلف جهان صورت خواهد پذیرفت.

۱-۲- برچسب انرژی ساختمانها در بریتانیا

مقررات ساختمان‌سازی برای انگلستان و ولز در دو بخش ساختمانهای مسکونی و ساختمانهای غیرمسکونی تدوین شده‌اند [۲]. با توجه به این قوانین بایستی در ساختمان‌سازی، پنج معیار زیر رعایت گردند:

- ۱- نرخ تولید CO_2 ساختمان نباید از مقدار مشخصی بیشتر باشد.
- ۲- مشخصات عملکردی سیستم‌های تاسیساتی و عایق‌بندی ساختمان‌ها باید مطابق با مقادیر حداقلی که در استانداردهای مربوطه مشخص گردیده، باشند.
- ۳- بخشهایی از ساختمان که توسط سیستم تهویه مطبوع سرویس‌دهی نمی‌شوند، بایستی از محافظ‌ها و کنترلرهای مناسبی استفاده کنند تا جذب انرژی خورشیدی توسط آنها محدود گردد.
- ۴- عملکرد یک ساختمان از نقطه‌نظر مصرف انرژی، بایستی پس از ساخته‌شدن نیز با محاسبات انجام شده در مرحله طراحی سازگاری داشته باشد.
- ۵- اطلاعات مربوط به شاخصهای ساختمان از نظر مصرف انرژی و تولید CO_2 بایستی در مدارک مربوط به آن مشخص شوند تا خریداران و اجاره‌کنندگان آن در آینده، از عملکرد آن ساختمان مطلع گردند.

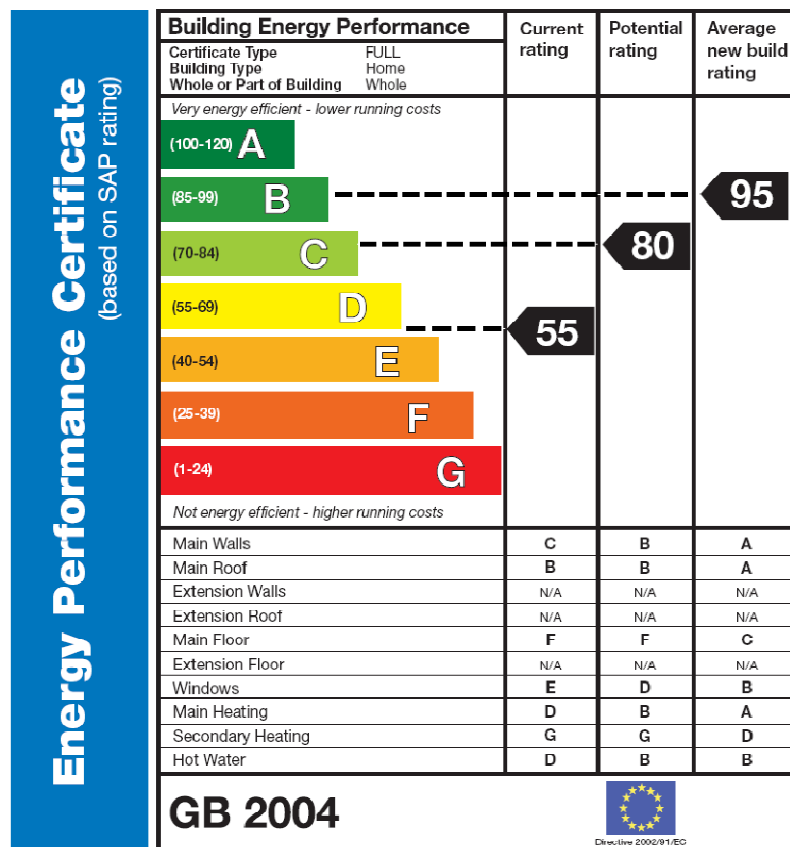
بررسی وضعیت برچسب انرژی ساختمانهای بریتانیا نیز نشان می‌دهد که هر چند در شرایط اقلیمی مختلف آن با توجه به قوانین موجود، بازه‌بندی‌های مختلفی در برچسب مذکور مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ اما قالب کلی آنها تقریباً یکسان می‌باشند. مهمترین بخشی که در همه این شکلهای ظاهری برچسب وجود دارد، مقیاس عملکرد کلی ساختمان از نظر مصرف انرژی است که از رده A تا رده G را با خطوط رنگی مشخص نموده و بعضاً دارای زیررده‌های رنگی نیز در هر رده می‌باشد. این مقیاس، پارامتر خروجی نرم‌افزار SAP برای ساختمانهای مسکونی و SBEM برای ساختمانهای غیر مسکونی است که پس از شبیه‌سازی ساختمان در محیط نرم‌افزاری و اجرای آن، استخراج می‌گردد. بخش دیگری از برچسب انرژی مذکور، اطلاعاتی راجع به محل ساختمان در اختیار قرار می‌دهد. همچنین در بخشهای دیگر این برچسب، اطلاعاتی در مورد عملکرد قسمت‌های مهم ساختمان نظیر دیوارها، پنجره‌ها، سقف‌ها و غیره به صورت جداگانه ارائه شده و در نهایت اطلاعاتی در مورد وضعیت ساختمان از نظر شاخصهای مصرف انرژی به تفکیک حامل مربوطه به همراه میزان تولید و پراکندن CO_2 مشخص می‌گردند. در شکل (۱-۱) نمونه مرسوم برچسب انرژی برای ساختمانهای بریتانیا ارائه گردیده است.

The following report is based on a survey carried out by a Home Inspector for:

Address:
100 Any Street,
Any Town,
Anywhere, AB1 CD2

Certificate Survey Number: XXXX
Name of Surveyor: XXXX
Date of Survey: XXXX

SUMMARY OF THIS HOME'S ENERGY PERFORMANCE RELATED FEATURES



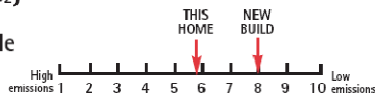
ENERGY RATING AND TYPICAL RUNNING COSTS OF THIS HOME

Electricity £ xxx per year
Gas £ xxx per year
Other fuels £ xxx per year
Carbon dioxide emissions (CO₂) xx tonnes per year

Energy Consumption xxx kWh/m² per year

Delivered energy and typical running costs shown above are for space and water heating assuming a standard occupancy pattern.

Carbon dioxide indicator



Rating method: UK Standard Assessment Procedure

شکل ۱-۱: نمونه مرسوم برچسب انرژی ساختمان در بریتانیا (انگلستان و ولز)

۱-۳- برچسب انرژی ساختمانها در فرانسه

در راستای اجرای تعهدات دستورالعمل 2002/91/EC پارلمان اروپا، کشور فرانسه نیز مانند بسیاری از کشورهای عضو اتحادیه اروپا اقدام به تهیه برچسب انرژی برای ساختمانها نموده است. در شکل (۱-۲) برچسب انرژی ساختمانهای این کشور قابل مشاهده می باشد [۳]. همانطوریکه مشخص است در

برچسب انرژی ساختمانهای این کشور یک رده‌بندی جداگانه نیز برای میزان تولید سالیانه CO₂ به ازای واحد زیربنای ساختمانها بر حسب مترمربع ارائه شده است.

Diagnostic de performance énergétique – logement (6.1)			
N° :		Date :	
Valable jusqu'au :		Diagnosticteur :	
Type de bâtiment :		Signature :	
Année de construction :			
Surface habitable :			
Adresse :			
Propriétaire :		Propriét. des installations communes (s'il y a lieu) :	
Nom :		Nom :	
Adresse :		Adresse :	
Consommations annuelles par énergie			
	Consommations en énergies finales	Consommations en énergie primaire	Frais annuels d'énergie
	détail par énergie et par usage en kWh _{tep}	détail par usage en kWh _{tep}	
Chauffage	kWh _{tep}	kWh _{tep}	€
Eau chaude sanitaire	kWh _{tep}	kWh _{tep}	€
Refroidissement	kWh _{tep}	kWh _{tep}	€
CONSOMMATION D'ÉNERGIE POUR LES USAGES RECENSÉS	kWh _{tep}	kWh _{tep}	€
Les consommations énergétiques, les émissions de gaz à effet de serre et les coûts indiqués ci-dessous sont obtenus par la méthode , version , prix moyens indexés à la date du			
Consommations énergétiques (en énergie primaire) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement		Émissions de gaz à effet de serre (GES) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement	
Consommation conventionnelle :	kWh _{tep} /m ² .an	Estimation des émissions :	kg CO ₂ eq/m ² .an

شکل ۱-۲: نمونه برچسب انرژی ساختمان در فرانسه

۴-۱- برچسب انرژی ساختمانها در آلمان

در طول دو دهه گذشته با توجه به قوانین استانی کشور آلمان بیش از ۳۰ نوع برچسب انرژی محلی و منطقه‌ای برای ساختمان‌های موجود تهیه گردیده که هر یک در نوع جمع‌آوری داده، متدولوژی مورد استفاده و اهداف موردنظر متفاوت از سایرین بوده‌اند. اما از سال ۲۰۰۲ با توجه به قوانین جدید ارائه شده توسط اتحادیه اروپا، برچسب واحدی در سطح این کشور جایگزین گردیده است. شکل کلی برچسب انرژی ساختمان در کشور آلمان به یکی از دو صورت نشان داده شده در شکل‌های (۱-۳) و یا

(۴-۱) مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که بازه‌بندی‌های مربوط به رده‌های A تا I در اقلیم‌های آب و هوایی مختلف این کشور با یکدیگر تفاوت دارند [۴].



شکل ۳-۱: برچسب انرژی ساختمان با مقیاس پیوسته در آلمان

zukunft haus
Energie sparen. Weit gewinnen.

ENERGIEPASS

Nummer dena 01-075-0018

Erstellt am 15. Januar 2004

Gesamtbewertung

Gebaudetyp/Nutzungsart	Mehrfamilienhaus / Wohnen
Adresse	Hauptstraße 28, 10456 Berlin
Eigentümer	K. Wertbau AG
Baujahr Gebäude	1928
Baujahr Heizungsanlage	1982
Anzahl Wohneinheiten	9
Beheizte Wohnfläche	575 m ²
Energiepass erstellt mit	☒ Ausführlichem Verfahren ☐ Kurz-Verfahren

Eigentümer
 K. Wertbau AG
 Müllerstr. 182
 10456 Berlin
 030 765 54 32

Aussteller
 Architekturbüro Meyer
 Fassadenstr. 182
 10123 Berlin
 Hans Meyer

 Unterschrift

شکل ۴-۱: برچسب انرژی ساختمانها به فرمت کلاسه‌بندی در آلمان

۵-۱- برچسب انرژی ساختمانها در ایتالیا

در برچسب انرژی ساختمانهای کشور ایتالیا، بازه‌بندی رده‌های مصرف انرژی برای مناطق مختلف اقلیمی بصورت جداگانه تدوین گردیده‌اند. طبقه‌بندی ساختمانها در این برچسب از رده A تا رده G است که A مربوط به کمترین و G مربوط به بیشترین شاخصهای مصرف انرژی می‌باشند. در شکلهای (۵-۱) و (۶-۱) نمونه‌هایی از برچسب انرژی در این کشور به ترتیب برای مناطق بولزانو و پروجا قابل مشاهده می‌باشند [۵].

KlimaHaus CasaClima
Certificato

tipo di edificio
anno di costruzione
comune
ubicazione
proprietario/costruttore
progettista

Indice termico dell'edificio
(calcolato secondo i dati contenuti in Bolsoni)

categoria di consumo di calore

Scala
 A $HWB_{tot} \leq 30 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$
 B $HWB_{tot} \leq 50 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$
 C $HWB_{tot} \leq 70 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$
 D $HWB_{tot} \leq 90 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$
 E $HWB_{tot} \leq 120 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$
 F $HWB_{tot} \leq 150 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$
 G $HWB_{tot} > 150 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$

alto fabbisogno di calore
 * Più la rientra a edifici che vengono realizzati secondo i criteri ecologici stabiliti

fabbisogno di calore annuale per riscaldamento
 fabbisogno di calore annuale specifico alla superficie netta HWB_{net}
 (in $\text{kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$)

questo corrisponde a:
 consumo contribuito emissioni di CO_2
 gasolio
 gas metano
 legna

senza considerare le perdite dell'impianto di riscaldamento ed il fabbisogno per acqua calda sanitaria

Provincia Autonoma di Bolzano
Ufficio Aisi e Rumore

Direttore d'ufficio: Norbert Lantschmeier

data:

ai sensi della direttiva SAVE 93/76/CEE secondo KOM (87) 461 def.

شکل ۱-۵: برچسب انرژی ساختمان در منطقه بوبرانو کشور ایتالی

Comune di Perugia
Certificato energetico

Data Rilascio: gg/mm/aaaa
Validità: 10 anni

Protocollo n° _____ del _____
 Frazione _____ via/piazza _____ n° _____
 Scala _____ piano _____ int. _____ foglio NCEU _____ part. _____ sub _____
 Categoria immobile _____
 Proprietario _____
 Superficie utile (S_u) _____
 Volume lordo riscaldato (V_l) _____
 Anno di costruzione _____
 Valore dei Gradi Giorno per la località (GG) 2289

Consumo specifico annuo di energia primaria per riscaldamento (FSR): _____ $\text{kWh/m}^2 \text{ anno}$
 Contributo specifico annuo di energia primaria da fonti rinnovabili (RFS): _____ $\text{kWh/m}^2 \text{ anno}$
 Consumo specifico annuo di energia primaria per acqua calda sanitaria (FSA): _____ $\text{kWh/m}^2 \text{ anno}$

Determinazione del valore del consumo specifico annuo di energia primaria (CS):
 $CS = FSR - RFS + FSA \rightarrow CS = ??? \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{anno}}$

Attribuzione della classe di consumo dell'edificio:

CLASSE	A	B	C	D	E	F	G
Consumo [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{anno}$]	<50	50 - 70	70 - 90	90 - 110	110 - 130	130 - 150	>150

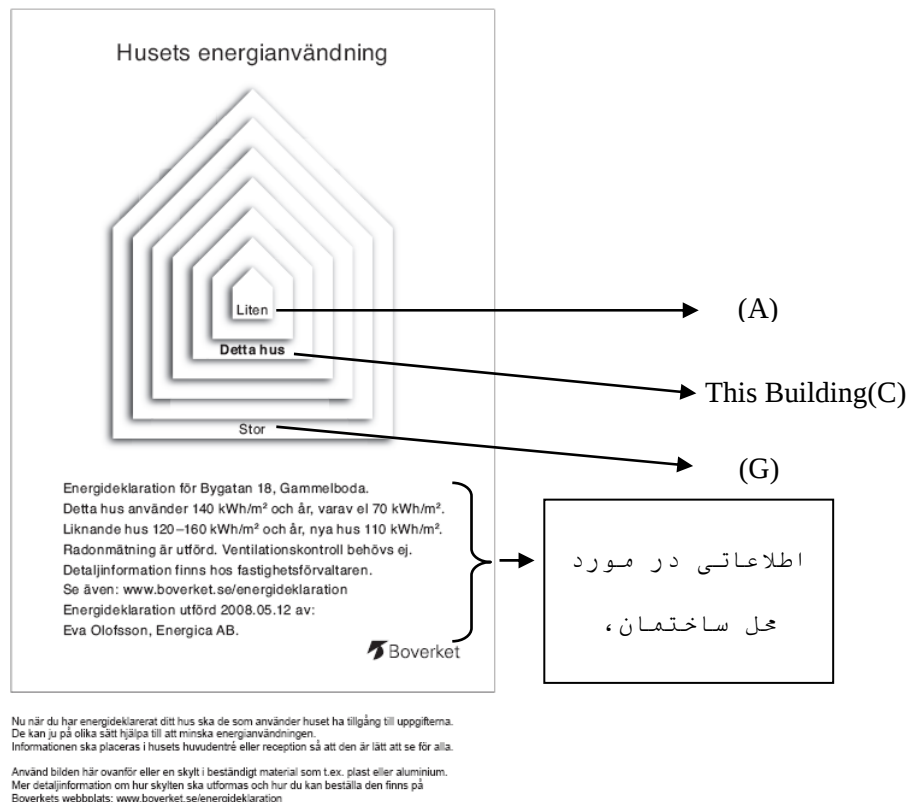
CS

La classe di consumo "D" rappresenta il valore minimo accettabile per i consumi energetici specifici ai fini del rilascio dell'abitabilità da parte del Comune di Perugia.

شکل ۱-۶: برچسب انرژی ساختمان در منطقه پروجا کشور ایتالیا

۱-۶- برچسب انرژی ساختمانها در سوئد

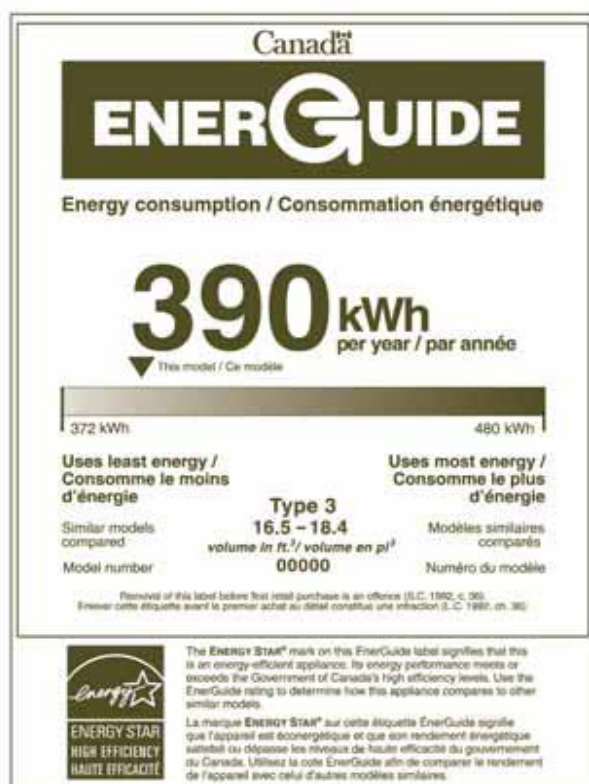
کشور سوئد از نظر شرایط اقلیمی به دو منطقه اساسی شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود که مقررات موجود برای هر منطقه متفاوت می‌باشد. همانطوریکه در شکل (۱-۷) مشاهده می‌شود، شکل برچسب انرژی در این کشور با شکل برچسبهای معمول در کشورهای دیگر متفاوت است. در اینجا از نمادی شبیه به صفحه نشانه‌گیری استفاده شده که قسمت وسطی نشانه، مصرف انرژی کم (رده A) و قسمت بیرونی نشانه مصرف انرژی بالا (رده G) را نمایش می‌دهند [۶].



شکل ۱-۷: برچسب انرژی ساختمان در کشور سوئد

۱-۷- برچسب انرژی ساختمانها در کانادا

سازمان منابع طبیعی کانادا، استانداردهای مربوط به ساختمانها را در دو قالب ساختمانهای مسکونی و غیرمسکونی دسته‌بندی کرده و دستورالعملهای مربوطه را ارائه نموده است. شکل ظاهری برچسب انرژی برای ساختمانهای مسکونی این کشور در شکل (۱-۸) قابل مشاهده می‌باشد [۷]. ظاهر بخش رده‌بندی این برچسب شبیه به برچسب طیف پیوسته ساختمانها در آلمان می‌باشد، با این تفاوت که بجای طیف رنگی از طیف تک‌رنگ استفاده شده است.



شکل ۸-۱: برچسب EnerGuide برای ساختمانهای مسکونی کانادا

۸-۱- برچسب انرژی ساختمانها در آمریکا

در سال ۱۹۷۴ برای نخستین بار در کشور آمریکا، استاندارد مصرف انرژی برای ساختمانها در ایالت کالیفرنیا تهیه گردید. پس از آن به منظور گسترش استانداردسازی به ایالات دیگر و تدوین یک استاندارد مناسب کلی، استاندارد ملی این کشور (بصورت اختیاری و نه اجباری) تدوین شد که هر چند سال یک بار مورد بازنگری قرار می گیرد. با توجه به قوانین فدرال در آمریکا هر ایالت مختار است استاندارد ویژه خود را داشته باشد. با وجود اختیاری بودن استاندارد ساختمان، در حال حاضر ۴۱ ایالت در آمریکا از استاندارد مصرف انرژی ساختمانها بهره می برند. بر اساس نتایج موجود، دو استاندارد ملی ساختمان در آمریکا وجود دارند که در ایالات مختلف از آنها استفاده می شود. استاندارد اول، استاندارد بین المللی کاهش مصرف انرژی (IECC) و استاندارد دوم مربوط به انجمن مهندسان گرمایش، تبرید و تهویه مطبوع آمریکا می باشد.

هر چند که تهیه برچسب انرژی برای تجهیزات انرژی بر داخل ساختمانها از برنامه های اصلی ایالات مختلف آمریکا بوده است، اما تدوین برچسب انرژی برای ساختمانها کاری نسبتا جدیدتر می باشد. در راستای این تلاشها در سال ۱۹۸۰ برچسبی با نام Energy Guide برای تجهیزات خانگی تهیه گردید که تنها مصرف انرژی دستگاه را نمایش داده و کم بازده یا پربازده بودن دستگاه را به عهده خریدار

می‌گذاشت. پس از آن در سال ۱۹۹۲ برچسبی با عنوان Energy Star توسط آژانس ملی حفاظت از محیط زیست آمریکا^۱ تهیه شد که اطلاعات جامعتری را در اختیار مشتریان قرار داده و موفقیت بیشتری نسبت به برچسب قبلی کسب نمود. به دلیل اثرات خوب برنامه Energy Star، استفاده از آن برای رتبه‌بندی و امتیازدهی ساختمان‌ها نیز آغاز گردید. لذا در تکمیل این برنامه، معیارهایی برای سنجش ساختمان‌های غیرمسکونی گنجانده شد و به این ترتیب به ۲۵ درصد از ساختمان‌هایی که در رتبه‌بندی پایگاه داده‌های آژانس ملی حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA) در بالای لیست قرار داشتند، نشان Energy Star داده شد. پس از آن به منظور تشویق بیشتر مشترکان انرژی در ساختمانها، به ساختمانهایی که دارای حداقل شرایط مربوط به ساختمان‌های منتخب بودند نیز این نشان اعطا گردید. نمونه‌ای از این برچسب در شکل (۱-۹) ارائه شده است [۸].



شکل ۱-۹: نشان ENERGY STAR برای ساختمانها در آمریکا

همچنین آژانس ملی حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA) برنامه مشابهی برای ساختمانهای مسکونی داشته است. بر این اساس یک ساختمان مسکونی نوساز جهت دریافت Energy Star باید دو شرط را ارضا نماید. شرط اول این است که حداقل ۳۰ درصد از استاندارد مدل‌سازی انرژی سال ۱۹۹۳ این موسسه، پربازده‌تر باشد و شرط دوم اینکه حداقل ۱۵ درصد از استاندارد انرژی ایالتی که در آن قرار دارد، پربازده‌تر باشد. برای خانه‌های موجود (غیرنوساز) نیز برنامه‌هایی برای دریافت Energy Star وجود دارد که منوط به ارتقای سطح کیفی سیستمهای گرمایش و تهویه مطبوع ساختمان می‌باشد.

علاوه بر EPA، انجمن ساختمان سبز ایالات متحده^۲ نیز برنامه‌ای با عنوان مدیریت در طراحی انرژی و زیست‌محیطی ساختمان^۳ پیاده نموده است. این برنامه تنها بر عملکرد ساختمان از نظر مصرف انرژی متمرکز نشده و بر جنبه‌های دیگر نظیر زیبایی و سازگاری با محیط زیست نیز توجه دارد. برای دریافت نشان LEED یک ساختمان علاوه بر مطابقت با نیازمندیهای جنبی ذکر شده باید با آخرین

1 - U.S. National Environment Protection Agency (EPA)

2 - U.S. Green Building Council (USGBC)

3 - Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

استاندارد انرژی ASHRAE 90.1 نیز مطابقت داشته باشد. همچنین لازم به ذکر است که در صورت دارا بودن بازده بیشتر از حداقل‌های تعیین شده در این استاندارد، ساختمان حتی امتیازهای اضافی نیز دریافت می‌نماید. شمایی از نشان LEED در شکل (۱۰-۱) ارائه گردیده است.



شکل ۱۰-۱: نشان LEED برای ساختمانها در آمریکا

۹-۱- برچسب انرژی ساختمانها در استرالیا

در حال حاضر در این کشور برای ارزیابی مصرف انرژی ساختمانها و رده‌بندی آنها دو استاندارد وجود دارند. استاندارد اول، استاندارد ستاره سبز^۱ و استاندارد دوم، استاندارد سیستم ملی رده‌بندی ساختمانهای استرالیا است که به اختصار NABERS Energy نامیده می‌شود. استاندارد اخیر در گذشته تحت عنوان ABGR شناخته می‌شد. Green Star یک سیستم شناخته شده برای رده‌بندی ساختمانها در استرالیا است که توسط انجمن ساختمان سبز استرالیا (GBCA) تهیه گردیده است. در این استاندارد کارایی بالقوه یک ساختمان (شرایط طراحی و نه واقعی ساختمان) مورد امتیازدهی قرار گرفته و با توجه به امتیاز کسب‌شده، در محدوده ۱ تا ۶ ستاره به ساختمان تعلق می‌گیرد. علی‌رغم شهرت زیاد استاندارد مذکور، از آنجاییکه مبنای آن بر پایه کارایی پیش‌بینی شده ساختمان در مرحله طراحی (و نه بر مبنای وضعیت آن پس از ساخته شدن) می‌باشد، ابزاری مناسب برای رده‌بندی ساختمانها نبوده و به همین دلیل در حال جایگزین شدن است. در شکل (۱۱-۱) نمونه‌ای از گواهی‌نامه Green Star نمایش داده شده است [۹].



شکل ۱-۱۱: نمونه گواهی نامه Green Star برای ساختمانها در استرالیا

استاندارد NABERS Energy برخلاف Green Star مصرف انرژی واقعی ساختمان را در حالت عملکردی آن ملاک سنجش قرار می‌دهد. در این استاندارد پارامتر مورد استفاده جهت سنجش مشخصه‌های مصرف انرژی ساختمان بر مبنای واحد سطح آن ارائه می‌گردد. روش اجرای کار بر مبنای اندازه‌گیری بازده انرژی ساختمان و استفاده از ضریب تبدیل گلخانه‌ای جهت وارد نمودن اثرات زیست محیطی این مصرف، بنا شده است. به منظور برآورد بازده انرژی ساختمان و عملکرد گلخانه‌ای آن در استاندارد مورد بررسی، اطلاعات مربوط به میزان مصرف حاملهای مختلف انرژی ساختمان در طول ۱۲ ماه سال موردنیاز می‌باشند. پس از تعیین بازده انرژی یک ساختمان و مقایسه آن با معیارهای مدون، تعداد ستاره‌هایی که آن ساختمان اخذ می‌نماید تعیین شده و رتبه‌بندی می‌گردد. در استاندارد مذکور تعداد ستاره‌هایی که به یک ساختمان داده می‌شود، بین ۱ تا ۵ بوده و همانطوریکه اشاره گردید، نحوه رده‌بندی براساس بازده انرژی و عملکرد گلخانه‌ای ساختمان می‌باشد. در نهایت با توجه به تعداد ستاره‌های تعلق گرفته به یک ساختمان، گواهی بهره‌وری انرژی ساختمان صادر می‌گردد. در شکل (۱-۱۲) یک نمونه از گواهی مذکور (NABERS Energy) ارائه گردیده است.

BUILDING ENERGY EFFICIENCY CERTIFICATE

Company name
Building name
101 Something Street
Sydney NSW 2000

Certificate reference number 2008-1234ABC
Certificate issued by Department of the Environment,
Water, Heritage and the Arts
Certificate Date 30 October 2008

Building Information

This certificate covers energy consumption in the base building, with a net lettable area of 12,800 m².

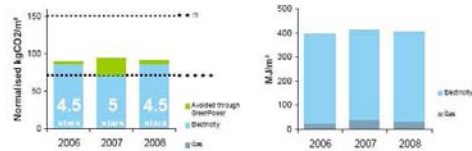
NABERS Energy rating



This building has achieved a
4 star NABERS Energy
rating

With 5% GreenPower, this
rating is increased to 4.5 star
Rating is valid until
30 October 2009

Building performance history



Building energy consumption details

For the period 1 September 2008 – 30 September 2009, this building has:

394 MJ/m² p.a. energy consumption
1,261,298 kgCO₂ p.a. actual greenhouse gas emissions
92 kgCO₂/m² p.a. normalised greenhouse emissions without GreenPower (equivalent to a 4 star rating)
4 kgCO₂/m² p.a. greenhouse emissions offset using GreenPower

Building assessment details

Assessor name: John Smith
Assessor number: XYZ012345
Employer name: Energy Engineering
Trading address: 12 One St Sydney NSW 2000
Issue date: 1 July 2009

About NABERS

- 1 Star – Poor energy management or outdated systems
- 2 Star – Below average building performance
- 3 Star – Good – above average market performance
- 4 Star – Very good – strong performance
- 5 Star – Excellent – best building performance

This performance rating is based on 12 months operational energy use in the Base building only. Please note that if you are intending to sell or lease the rated premises, you may be required to provide a separate tenancy rating certificate to comply with the requirements of the National Mandatory Disclosure of Building Energy Efficiency Act 2008.

NABERS is an initiative of the Commonwealth, New South Wales, Northern Territory, Tasmania, Victoria and Western Australia Governments, to rate the environmental performance of Australian buildings. It is managed by the Department of Environment and Climate Change NSW Government.

For more information about how to interpret and use this certificate, visit www.buildingrating.gov.au/commercial.

شکل ۱-۱۲: گواهی بهره‌وری انرژی ساختمان بر اساس استاندارد NABERS Energy در استرالیا

بخش دوم
متدولوژی اجرا

۲-۱- متدولوژی استخراج کمیتهای موردنیاز

بررسی رویه تدوین برچسب انرژی در کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد که مناسب‌ترین و مرسوم‌ترین متدولوژی جهت بررسی شاخصهای مصرف انرژی به تفکیک مولفه‌های متشکله آن و تدوین معیار مصرف و برچسب انرژی در ساختمانها، استفاده از جامعه نمونه‌ای از آنها جهت تامین اطلاعات و بهره‌گیری از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مصرف انرژی به عنوان ابزاری دقیق و موثر، بوده است. حتی برخی از کشورها نظیر انگلستان و آمریکا، جهت اعطای برچسب انرژی به یک ساختمان نیز تنها بر نتایج مربوط به شبیه‌سازی آن با نرم‌افزار مربوطه استناد می‌نمایند. این متدولوژی علاوه بر افزایش دقت و سرعت در تعیین شاخصهای مصرف انرژی به تفکیک مولفه‌ها و حاملهای مربوطه، امکان بررسی و اثرسنجی تاثیرات مربوط به اعمال تغییر در هر یک از بخشهای ساختمان و تحلیل حساسیت کلیه این تغییرات نظیر اعمال فرصتهای صرفه‌جویی را مهیا نموده و علاوه بر آن فرآیندی تکرار پذیر می‌باشد. نتیجه بهره‌گیری از این روش استخراج معیارهای مصرف انرژی به تفکیک مولفه و حامل مربوطه، ایجاد برچسب انرژی بر اساس داده‌های واقعی و تحلیل اثربخشی برچسب تدوین‌شده در راستای کاهش مصرف انرژی و تشویق مصرف‌کنندگان به بهینه‌سازی خواهد بود.

بر این اساس، نیاز به انتخاب جامعه نمونه‌ای مناسب در سطح کشور جهت مدلسازی در محیط نرم‌افزار شبیه‌ساز مصرف انرژی و استخراج کمیتهای مورد نیاز به منظور تدوین معیار مصرف و بازه‌بندی برچسب انرژی، وجود خواهد داشت. لذا پس از انتخاب نرم‌افزار شبیه‌ساز مصرف انرژی، پرسشنامه‌ای مفصل جهت تامین اطلاعات ورودی آن طراحی و پس از انتخاب ساختمانهای نمونه، اطلاعات مربوط به آنها جمع‌آوری خواهند گردید. پس از جمع‌آوری این اطلاعات و مدلسازی نمونه‌های مربوطه در محیط نرم‌افزار، اطلاعات موردنیاز جهت تدوین معیارها و بازه‌های انرژی مهیا خواهند گردید.

بخش سوم

تعریف ویژگیها و شبیه‌سازی ساختمانهای مرجع (بهینه)

۳-۱- تعریف و شبیه‌سازی ساختمانهای مرجع (بهینه) در کشور

بر اساس تحقیقات موجود در سطح کشورهای مختلف، مهمترین عوامل در تعریف ساختمانهای استاندارد و بهینه مربوط به پارامترهای پوشش ساختمان نظیر ضریب انتقال حرارت، ضرایب عبور و جذب تشعشعات خورشیدی و سطح نورگذرها، نوع سیستمهای تهویه مطبوع و تامین آب گرم بهداشتی، توان نصب شده سیستم روشنایی و نوع آن می‌باشند. لذا در صورتیکه هر یک از بخشهای تاثیرگذار بر مصرف انرژی در یک ساختمان از بهترین انواع موجود انتخاب شده و به درستی مورد بهره‌برداری قرار گیرند، ساختمان مذکور به عنوان ساختمان بهینه (مرجع) محسوب خواهد گردید.

هر چند که استانداردها و دستورالعملهای متعددی در سطح جهان برای تعریف ساختمانهای استاندارد و بهینه وجود دارند، اما به دلیل وجود شرایط آب و هوایی و فرهنگی و الگوهای مصرف مختلف در کشورهای مختلف، اقتباس و بهره‌گیری مستقیم از آنها نه تنها مثمر ثمر نمی‌باشد؛ بلکه باعث انحراف بسیار زیاد از شرایط واقعی و در نهایت اجرایی نشدن رویه بهینه‌سازی پس از تدوین برچسب انرژی خواهد گردید. اما بررسی همه این استانداردها و دستورالعملها نشان می‌دهد که وجه مشترک موجود در بین آنها تاکید بر مولفه‌های ذکر شده فوق بوده و تنها برخی کمیتها و شرایط ویژه هستند که در این میان متفاوت می‌باشند.

خوشبختانه طی سالهای گذشته در کشورمان استانداردهای مختلفی مرتبط با برخی مولفه‌های مصرف انرژی در ساختمان تدوین گردیده‌اند. مهمترین این استانداردها، مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان کشور می‌باشد که به طور کامل دستورالعملهای مربوط به پوسته خارجی ساختمان به عنوان مهمترین بخش قابل توجه در ساختمانهای مرجع را در بر می‌گیرد. همچنین استانداردها و برچسبهای انرژی مربوط به برخی متعلقات سیستمهای سرمایش و گرمایش و تجهیزات اداری و غیر اداری ساختمانها طی سالهای گذشته برای تجهیزات مرسوم در سطح کشور تهیه و به روز شده‌اند. علاوه بر آن، برچسب انرژی برای لامپها و بالاستهای روشنایی تهیه گردیده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مهمترین مزیت استانداردها و برچسبهای انرژی تدوین شده در سطح کشور، سازگاری آنها با تجهیزات و مصالح مصرفی در داخل کشور و واقعی بودن آنها برای شرایط مذکور می‌باشد.

بر این اساس کلیه مشخصات مربوط به ساختمانهای مرجع که بر اساس استانداردها و برچسبهای انرژی مذکور قابل تعیین می‌باشند، از این منابع استخراج خواهند گردید. اما با توجه به این نکته که برخی پارامترهای موثر بر مصرف انرژی ساختمانهای مرجع نظیر پروفایل‌های کارکرد، به صورت استاندارد قابل تعریف نمی‌باشند نیاز به رویه دیگری برای تعیین آنها وجود دارد. هر چند که بر اساس قوانین کاری، ساعات کارکرد هفتگی استاندارد ساختمانهای اداری مختلف یکسان می‌باشد، اما برخی شرایط ویژه باعث بروز تفاوتی جزئی و یا جابجایی‌هایی در این ساعات کاری می‌گردد. از سوی دیگر همانطوریکه پیشتر نیز بدان اشاره شد، تعریف و انتخاب شرایط برای ساختمانهای مرجع بایستی به

گونه‌ای باشد که کمیته‌های غیرواقعی در نتایج وارد نگردند. بدین منظور پیش‌بینی شده که پارامترهای غیر قابل تعریف به صورت استاندارد نظیر پروفایل کارکرد افراد و تجهیزات، بر مبنای ساختمانهای مناسب‌تر هر اقلیم از نظر شاخصهای مصرف انرژی تعریف گردند تا نتایج حاصله کاملاً با واقعیت در تطابق باشند. بررسی اطلاعات موجود در مراجع بررسی شده در سطح جهان نیز موید این رویه می‌باشد. این مراجع نیز برای تعیین مشخصات ساختمانهای مرجع با بهره‌گیری از استانداردهای تدوین شده به همراه اطلاعات واقعی مربوط به ساختمانهای مناسب‌تر در سطح جامعه مورد بررسی، نتایج مربوطه را به دست آورده‌اند.

بر اساس توضیحات فوق، در این تحقیق کلیه ضرایب انتقال حرارت مربوط به تمامی اجزای سازه‌ای ساختمانهای مرجع، بر مبنای اطلاعات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان کشور استخراج می‌گردند. همچنین رنگ پوشش خارجی و داخلی کلیه جداره‌های ساختمانهای مرجع روشن فرض می‌شوند تا علاوه بر کاهش مصرف انرژی سیستم روشنایی، مصرف انرژی سیستم سرمایش نیز کاهش یابد. علاوه بر آن، کلیه تجهیزات انرژی‌بر و متعلقات سیستمهای سرمایش و گرمایش که برچسبها و استانداردهای مصرف انرژی آنها در داخل کشور تدوین گردیده، بر مبنای این اطلاعات از میان بهترین‌های موجود انتخاب می‌گردند.

برای سایر تجهیزات که هنوز استاندارد و برچسب انرژی آنها در داخل کشور تهیه نگردیده، اطلاعات مربوط به بهترین نوع موجود در سطح کشور که در بانک اطلاعات نرم‌افزار موجود می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نهایت مشخصات مربوط به لامپها و بالاستهای روشنایی نیز بر اساس انواع بالاترین رده در برچسبهای انرژی مربوطه لحاظ می‌گردد. بدین ترتیب شبیه‌سازی ساختمانهای مرجع در هر اقلیم در محیط نرم‌افزار صورت گرفته و نتایج مربوطه استخراج می‌شوند.

به منظور تکمیل اطلاعات و بررسی کاملتر طیف ساختمانهای بهینه در سطح کشور، با توجه به بهره‌گیری از نرم‌افزار جامع شبیه‌ساز مصرف انرژی با قابلیت ارزیابی راهکارهای بهینه‌سازی در یک ساختمان، می‌توان علاوه بر ساختمانهای مرجع تعریف شده فوق، ساختمانهای واقعی را نیز پس از بهینه‌سازی مورد توجه قرار داد. به عبارت دیگر می‌توان تعدادی از ساختمانهای مناسب‌تر هر اقلیم از نقطه‌نظر مصرف انرژی را انتخاب نموده و پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی بر آنها در محیط نرم‌افزار، شاخصهای مصرف انرژی بهینه را نیز استخراج نمود. بدین ترتیب علاوه بر ساختمانهای مرجع تعریف شده، تعداد زیادی ساختمان بهینه نیز بر اساس اعمال راهکارهای بهینه‌سازی بر روی ساختمانهای واقعی، ایجاد گردیده و در تدوین معیارهای بهینه و رده‌های بالای برچسب انرژی مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

راهکارهای بهینه‌سازی در مصرف انرژی ساختمان عبارتند از مجموعه‌ای از اقدامات و اعمال تغییرات در ساختمان که در نتیجه اعمال آنها، مصرف انرژی یک ساختمان کاهش می‌یابد. این راهکارها بر

اساس محل اثربخشی در یک ساختمان قابل دسته‌بندی به راهکارهای بهینه‌سازی در (۱) اتلافات حرارتی پوسته ساختمان، (۲) مصرف انرژی سیستم سرمایش، (۳) مصرف انرژی گرمایش آب بهداشتی و فضاها، (۴) مصرف انرژی سیستم روشنایی و (۵) مصرف انرژی تجهیزات اداری و غیراداری می‌باشند. بخش اول شامل راهکارهایی نظیر عایقکاری جداره‌های خارجی ساختمان، جایگزینی پنجره‌های نامناسب با انواع دو یا چند جداره با قابهای کارآمد (نظیر PVC، UPVC و مواد جدیدتر)، روشن کردن رنگ پوشش خارجی ساختمان در مناطق گرمسیر، بهبود وضعیت درزبندی در و پنجره‌ها، استفاده از سایه‌بانهای داخلی یا خارجی برای پنجره‌ها و موارد مشابه آنها می‌باشد. این راهکارها منجر به کاهش بارهای گرمایشی و سرمایشی ساختمان و به تبع آن مصرف انرژی مرتبط با آنها گردیده و بدین ترتیب مصرف انرژی مهمترین مولفه‌های ساختمان را کاهش می‌دهند.

دسته دوم راهکارها نظیر عایقکاری تاسیسات سرمایش، جایگزینی کمپرسورها و فن‌های دور ثابت با انواع دور متغیر و بهره‌گیری از متعلقات پربازده در سیستم سرمایش یک ساختمان، مستقیماً بر بازده این سیستم تاثیر داشته و مصرف انرژی مولفه سرمایش ساختمان را می‌کاهند. در دسته سوم راهکارها، مجموعه‌ای نظیر عایقکاری تاسیسات گرمایش و آب گرم بهداشتی، جایگزینی فن‌های دور ثابت با انواع دور متغیر و بهره‌گیری از متعلقات پربازده در سیستم گرمایش ساختمان، نصب اکونومایزر و یا پیش‌گرم‌کن هوای ورودی به بویلر (دیگ) حرارت مرکزی و جایگزینی شیر آلات بهداشتی ناکارآمد با انواع کم‌مصرف قرار داشته و منجر به کاهش مصرف انرژی مولفه گرمایش فضاها و آب بهداشتی ساختمان می‌گردند. جایگزینی لامپهای ناکارآمد نظیر التهای و یا فلورسنت قدیمی با انواع کم‌مصرف (CFL یا T5 و انواع جدیدتر) و حذف روشنایی‌های غیرضروری و غیراستاندارد از ساختمان که در دسته چهارم راهکارهای بهینه‌سازی قرار می‌گیرند، علاوه بر اینکه مصرف انرژی سیستم روشنایی را کاهش می‌دهند؛ منجر به کاهش بارهای سرمایشی ناشی از آن گردیده و در نتیجه مصرف انرژی سیستم سرمایش را نیز می‌کاهند.

در نهایت جایگزینی تجهیزات ناکارآمد اداری و غیر اداری در یک ساختمان منجر به کاهش مصرف انرژی این تجهیزات و به تبع آن بارهای سرمایشی و در نتیجه مصرف انرژی سیستم سرمایش ساختمان خواهد گردید. بدین ترتیب در صورتی که مجموعه راهکارهای بهینه‌سازی معرفی شده بر یک ساختمان اعمال گردند، نتیجه‌ای جز یک ساختمان بهینه از دیدگاه مصرف انرژی حاصل نخواهد گردید. لذا با توجه به این نکته که بررسی ساختمانهای مرجع و بهینه کمک شایانی به پتانسیل‌سنجی بهینه‌سازی و تعیین مرزهای قابل دسترس توسط ساختمانهای موجود و جدیدالاحداث می‌نماید، به کمک نرم‌افزار مورد استفاده در شبیه‌سازی ساختمانهای اداری، مجموعه راهکارهای بهینه‌سازی در مصرف انرژی نیز بر تعدادی از ساختمانهای مناسب‌تر جامعه نمونه (از دیدگاه شاخصهای مصرف

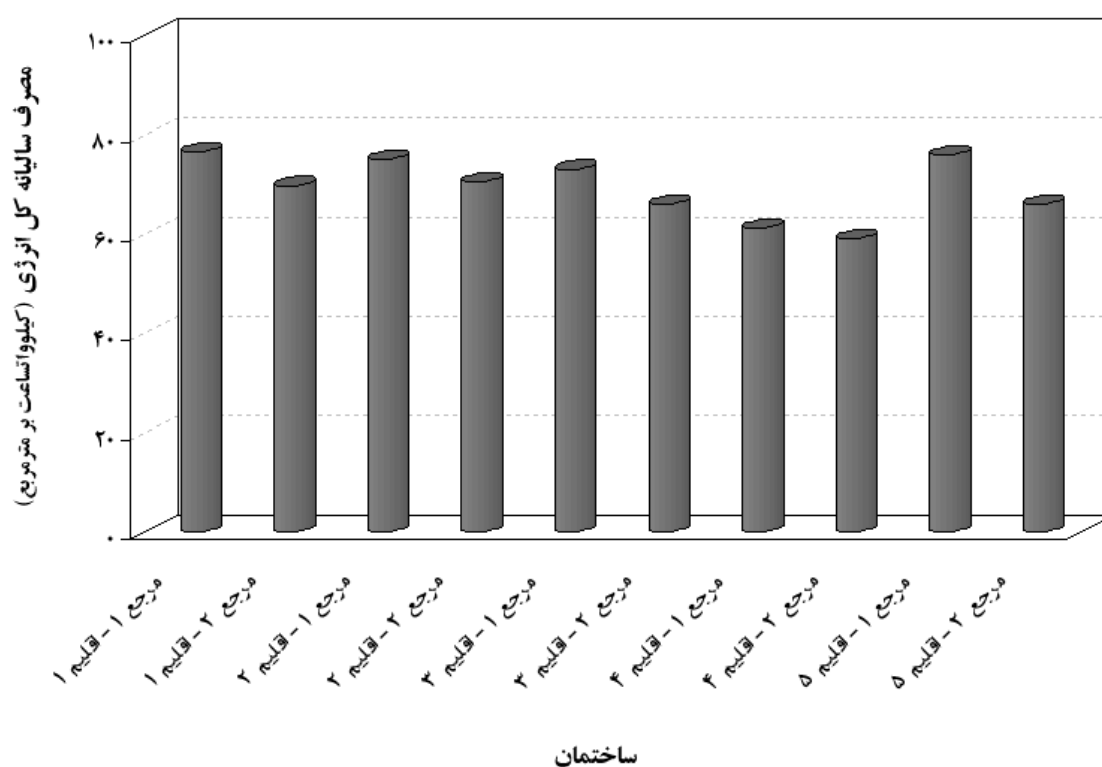
انرژی) اعمال شده و نتایج مربوطه استخراج گردیده‌اند. در جدول (۳-۱) راهکارهای بهینه‌سازی مورد بررسی به همراه بخشهای متاثر از آنها در ساختمان ارائه گردیده‌اند.

جدول ۴-۱: راهکارهای بهینه‌سازی مورد بررسی و بخش متاثر از آنها در ساختمان

شماره راهکار	نام راهکار	بخش اثر گذار
۱	بهینه‌سازی پوسته ساختمان	سرمایش، گرمایش
۲	عایقکاری مناسب کانالها و لوله‌های تاسیسات	سرمایش، گرمایش
۳	نصب سایه‌بان خارجی بر روی پنجره‌های فاقد آن	سرمایش
۴	نصب سایه‌بان داخلی بر روی پنجره‌های فاقد آن	سرمایش، گرمایش
۵	روشن کردن رنگ پوشش خارجی جداره‌ها در مناطق گرمسیر	سرمایش
۶	جایگزینی متعلقات سیستم سرمایش با انواع پر بازده	سرمایش
۷	جایگزینی متعلقات سیستم گرمایش با انواع پر بازده	گرمایش
۸	نصب اکونومایزر بر روی دیگ حرارت مرکزی	گرمایش
۹	نصب پیش گرم‌کن هوای ورودی به دیگ حرارت مرکزی	گرمایش
۱۰	جایگزینی کمپرسورها و فن‌های دور ثابت با انواع دور متغیر	سرمایش، سرمایش
۱۱	جایگزینی شیر آلات بهداشتی ساده با انواع کم‌مصرف	گرمایش
۱۲	جایگزینی لامپهای روشنایی موجود با انواع فلورسنت فشرده	روشنایی، سرمایش

لازم به ذکر است که راهکار اول یعنی بهینه‌سازی پوسته ساختمان شامل عایقکاری کلیه دیوارها و سقف و کفهای ساختمان، جایگزینی پنجره‌های ناکارآمد با انواع دو و سه جداره و درزبندی کامل کلیه در و پنجره‌های ساختمان می‌باشد. ملاک عایقکاری مورد نظر، دستیابی به مقاومتهای حرارتی بر اساس ضرایب مرجع در نسخه جدید مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان کشور بوده است. همچنین با توجه به استانداردها و برجسبهای انرژی تدوین شده در خصوص تجهیزات و متعلقات سیستمهای سرمایش و گرمایش در سطح کشور (استانداردهای شماره ۳۶۷۸-۲ و ۴۹۱۰-۲)، در خصوص راهکارهای جایگزینی متعلقات سیستمهای سرمایش و گرمایش با انواع پربازده تنها فرض شده که یک رده بهبود در برجسب مربوطه حاصل گردد که بطور متوسط در حدود ۱۰ درصد بهبود در ضرائب

کارآیی این تجهیزات ایجاد می‌نماید. بدین ترتیب علاوه بر اینکه کمیت‌های منطقی و قابل حصول برای ساختمانها مهیا می‌گردند، نیاز به صرف هزینه‌های هنگفت نیز وجود نخواهد داشت. در نهایت همانطوریکه ذکر گردید، شبیه‌سازی کلیه ساختمانهای مرجع (بهینه) در محیط نرم‌افزار مورد استفاده صورت گرفته و نتایج مربوط به آنها استخراج گردیده‌اند. در نمودار شکل (۳-۱) شاخصهای مصرف کل انرژی به ازای واحد مساحت زیربنا برای تعدادی از ساختمانهای مرجع، ارائه گردیده است. ترتیب نامگذاری اقلیمها در این نمودار بصورت (۱) اقلیم با نیاز انرژی گرمایی زیاد، (۲) اقلیم با نیاز انرژی سرمایی زیاد، (۳) اقلیم با نیاز انرژی متوسط، (۴) اقلیم با نیاز انرژی کم و (۵) اقلیم گرم و مرطوب، می‌باشد.



شکل ۳-۱: شاخصهای مصرف کل انرژی برای تعدادی از ساختمانهای مرجع شبیه‌سازی شده

بخش چهار

تعیین بازه‌های A تا G و طراحی برچسب انرژی

۴-۱- معیارهای رده‌بندی برای برچسب انرژی

مطالعه فرآیندهای تدوین معیار مصرف انرژی برای ساختمانها در سطح کشورهای جهان نشان می‌دهد که بیشتر این رده‌بندی‌ها به صورت بازه‌های مصرفی مساوی و یا دارای استثنای جزئی در برخی رده‌ها (خصوصاً A و G) صورت پذیرفته‌اند. علت این امر خطی بودن تغییرات مصرف انرژی در میان ساختمانها و عدم حضور پارامترهای موثر غیرخطی بر رفتار مصرفی آنها بوده است. بررسی روند تدوین معیار مصرف انرژی برای تجهیزات انرژی بر در سطح کشور نیز نشان می‌دهد که بجز موارد با حضور پارامترهای تاثیر گذار متعدد و بعضاً رفتار مصرفی غیر خطی متناسب با آنها، در سایر موارد رده‌بندی‌ها به صورت یکنواخت صورت پذیرفته‌اند. برچسب انرژی لباسشویی‌ها و اتوهای برقی نمونه‌هایی از این برچسبها می‌باشند. مطالعه رویه‌های مختلف تدوین استاندارد در سطح کشور و جهان نشان می‌دهد که بر اساس اهداف از پیش تعیین شده، ممکن است چند پارامتر اساسی در مرحله رده‌بندی حائز اهمیت باشند که بایستی مورد توجه قرار گیرند.

از آنجاییکه در پروژه حاضر، هدف از تدوین معیار مصرف و برچسب انرژی برای ساختمانهای اداری کشور تشویق کلیه مشترکین به بهینه‌سازی و ارتقای وضعیت مصرف انرژی ساختمانهای مربوطه می‌باشد، بایستی امکان بهینه‌سازی و رشد برای همه ساختمانها مهیا باشد. بدین ترتیب نیاز است که حتی برای بهترین ساختمانهای موجود نیز فضای رشد مناسبی پیش‌بینی شود. بر این اساس و با توجه به معرفی ساختمانهای مرجع و بهینه در بخش گذشته، در مرحله رده‌بندی سعی بر آن شده است تا رده A و حتی‌المقدور رده B برای ساختمانهای موجود قابل دسترسی نباشند. بدین ترتیب ساختمانهای مرجع و بهینه می‌توانند رده B و حتی (در صورت بسیار مناسب بودن) رده A را اکتساب نمایند. در این صورت برای ساختمانهای نمونه نیز از طریق اعمال راهکارهای بهینه‌سازی معرفی شده در فصل گذشته و رعایت الگوی مصرفی مناسب امکان رسیدن به رده B و شاید حتی رده A فراهم آید. بنابراین با مشخص بودن این هدف، اولین نکته اساسی در رده‌بندیها تعیین می‌گردد.

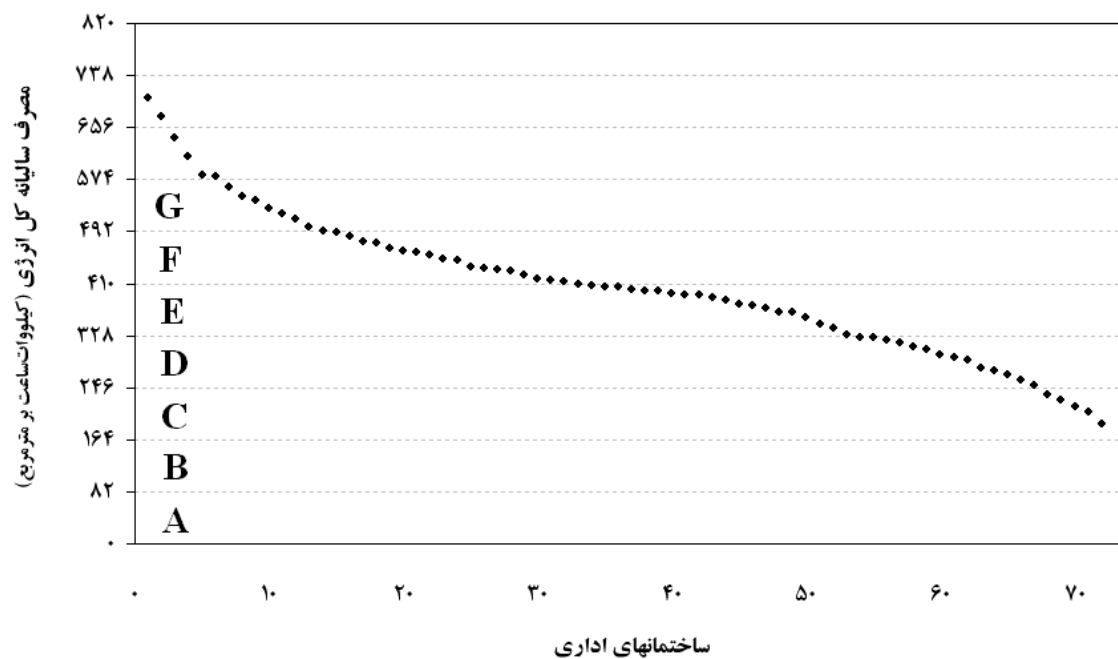
نکته حائز اهمیت دیگر که در تعیین بازه‌های مصرفی مربوط به رده‌های برچسب انرژی نقش مهمی را ایفا می‌کند، این است که این رده‌بندیها باید به گونه‌ای باشند که تعداد کمی از نمونه‌ها هیچ رده‌ای را اکتساب ننمایند (حتی G). زیرا در صورتی که تعداد زیادی از ساختمانها نتوانند رده پایین برچسب را به خود اختصاص دهند، عملاً اثربخشی برچسب جهت بهبود وضعیت مصرف انرژی در ساختمانهای کشور کاهش یافته و فاقد محرکهای لازم جهت بهینه‌سازی در ساختمانها خواهد گردید. نکته مهم دیگری که در فرآیند رده‌بندی مصرف انرژی ساختمانها حائز اهمیت است اینکه حتی‌الامکان بایستی توزیع نمونه‌ها در رده‌ها به صورت نرمال قرار گیرند. به عبارت دیگر، بهتر است رده‌های مصرفی به گونه‌ای تعیین گردند که فراوانی نمونه‌ها در رده‌های مصرفی دارای توزیع نرمال گردند. لذا بر اساس

نکات مطرح شده فوق و شاخصهای انرژی استخراج شده، تعیین بازه‌های مصرفی در اقلیمهای مختلف امکان‌پذیر خواهد بود.

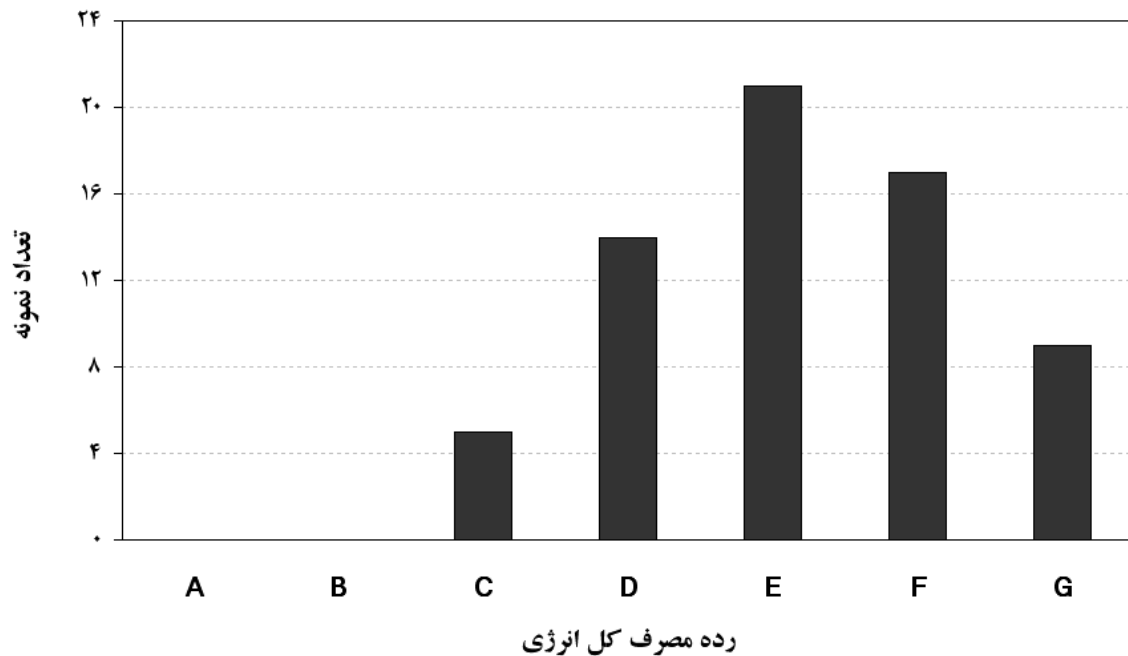
۴-۲- تعیین بازه‌های انرژی

بر اساس توضیحات مطرح شده، بازه‌بندی رده‌های مصرف کل انرژی و همچنین حاملهای الکتریکی و غیرالکتریکی در هر اقلیم (از A تا G) صورت پذیرفته است. بدین منظور، نمودار شاخصهای مصرف کل انرژی و همچنین حاملهای الکتریکی و غیر الکتریکی نمونه‌ها در هر اقلیم بصورت نزولی تهیه و سپس با رعایت نکات مطرح شده، بازه‌بندی انرژی بر روی آنها اعمال گردیده است. با توجه به ساختار برجسبهای انرژی موجود در کشورهای اروپایی و بر اساس تصمیمات جلسه کارشناسی تدوین استاندارد برای ساختمانهای اداری، مناسب‌ترین شاخص برای اعمال رده‌بندی اصلی در برجسب انرژی ساختمانها، شاخص کل مصرف انرژی می‌باشد. در نسخه پیشین گزارش حاضر، رده‌بندی‌های انرژی الکتریکی و غیرالکتریکی ارائه و مورد بررسی قرار گرفتند. هر چند این رده‌بندی‌ها نیز در قالب رده‌های مصرف برق و سوخت، بصورت اطلاعات تکمیلی در برجسب قرار خواهند گرفت، اما رده‌بندی اصلی ساختمان بر مبنای کل انرژی مصرفی آن صورت خواهد پذیرفت. بدین منظور با لحاظ تلفات تبدیل و انتقال انرژی برای حامل الکتریکی (در فصل آخر این گزارش محاسبه شده است) و یکسان‌سازی ابعادی شاخصهای انرژی الکتریکی و غیرالکتریکی، شاخصهای مصرف کل انرژی ساختمانهای نمونه استخراج گردیده و رده‌بندی‌های آنها در نمودار شکلهای (۵-۱) تا (۵-۱۰) ارائه گردیده است. در این نمودارها، ترتیب توزیع نزولی به همراه محدوده رده‌های A تا G برای مصرف کل انرژی ساختمانهای نمونه و نحوه توزیع این نمونه‌ها در رده‌های مصرفی مربوطه برای اقلیمهای پنج‌گانه کشور ارائه گردیده‌اند.

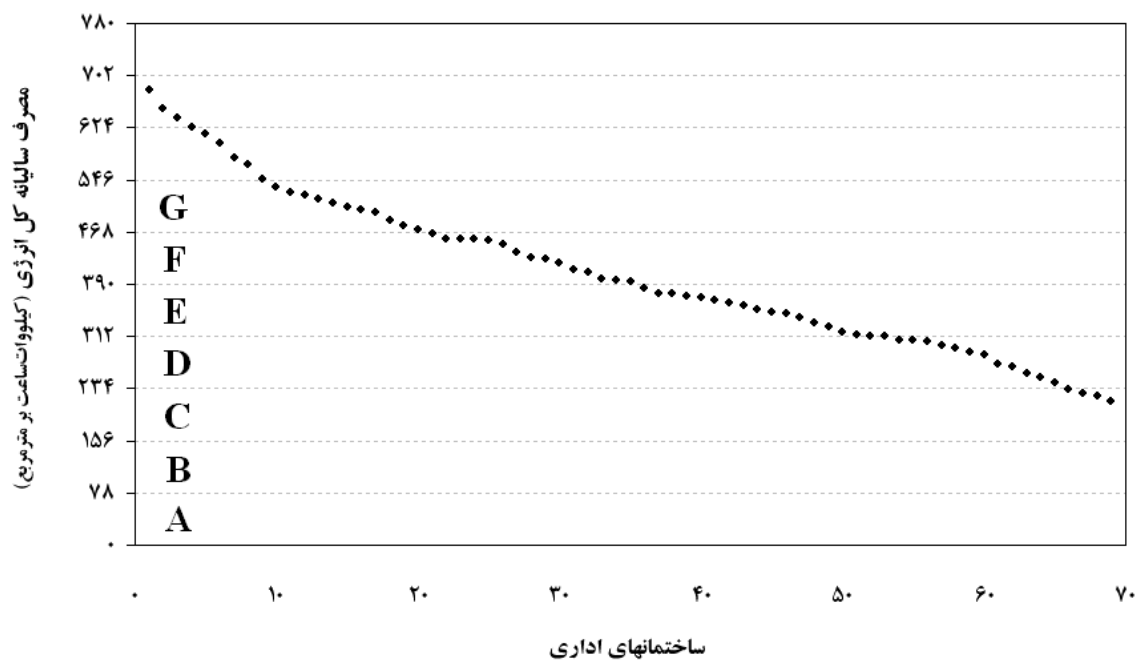
همانطوریکه مشخص است، بر اساس نتایج حاصله کلیه نمودارهای فراوانی نمونه‌ها در رده‌های مصرفی دارای توزیع نرمال گردیده و از سوی دیگر، بازه‌بندی‌های صورت گرفته منجر به حذف تنها تعداد محدودی از نمونه‌ها در هر اقلیم شده که مانع از کم‌رنگ شدن انگیزه‌های لازم جهت بهینه‌سازی در سطح مشترکین ساختمانهای اداری کشور خواهد گردید. بررسی فراوانی نمونه‌ها در رده‌بندیهای مختلف نشان می‌دهد که در همه رده‌بندیهای صورت گرفته، بیشترین فراوانی نمونه‌ها مربوط به رده E می‌باشد. بدین ترتیب علاوه بر اینکه بیشترین تعداد نمونه‌ها قادر به اخذ برجسب انرژی شده و اصطلاحاً Fail نمی‌گردند، فضای نسبتاً زیاد و مناسبی نیز برای رشد تا رسیدن به رده‌های بالاتر در اختیار خواهند داشت که این امر با اعمال راهکارهای بهینه‌سازی محقق خواهد گردید. در نهایت لازم به ذکر است که بر اساس نتایج شبیه‌سازی ساختمانهای مرجع (بهینه) در هر اقلیم، این ساختمانها با اختصاص شاخصهای مصرف انرژی کمینه به خود، در رده‌های A و B برجسب قرار می‌گیرند.



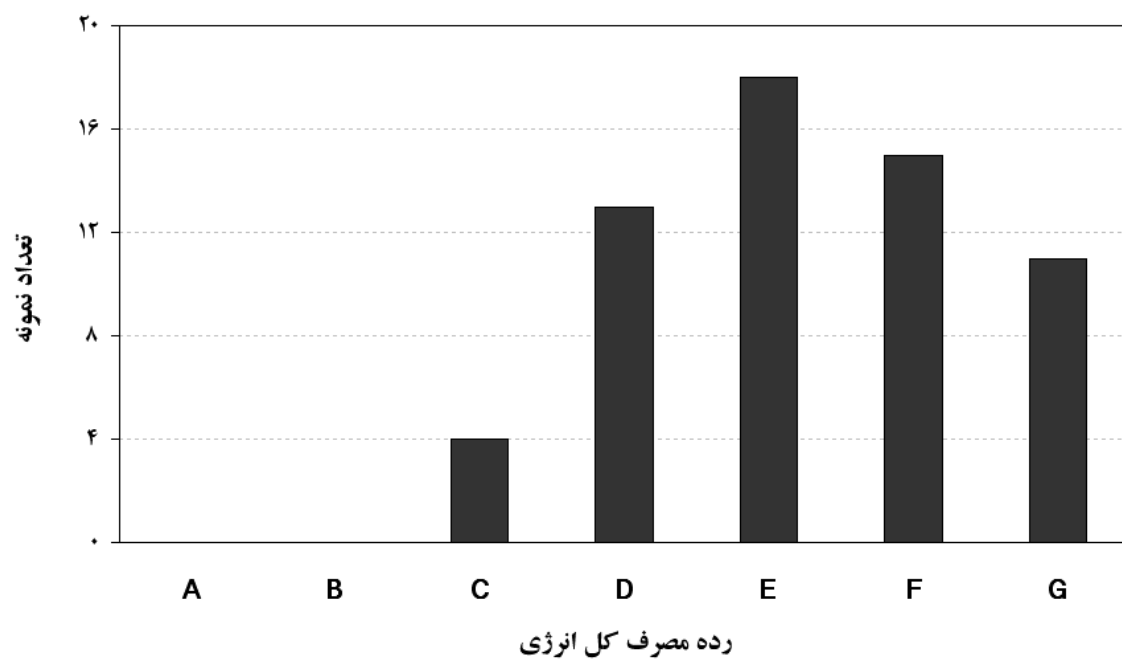
شکل ۴-۱: توزیع نزولی و رده بندی مصرف کل انرژی برای اقلیم با نیاز انرژی گرمایی زیاد



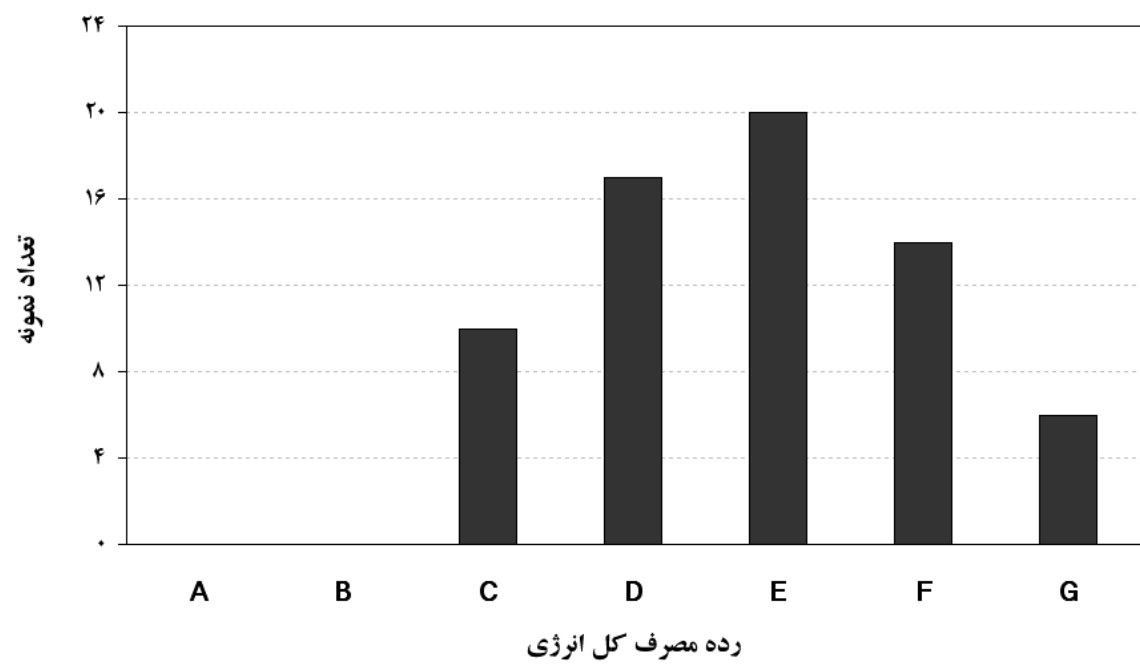
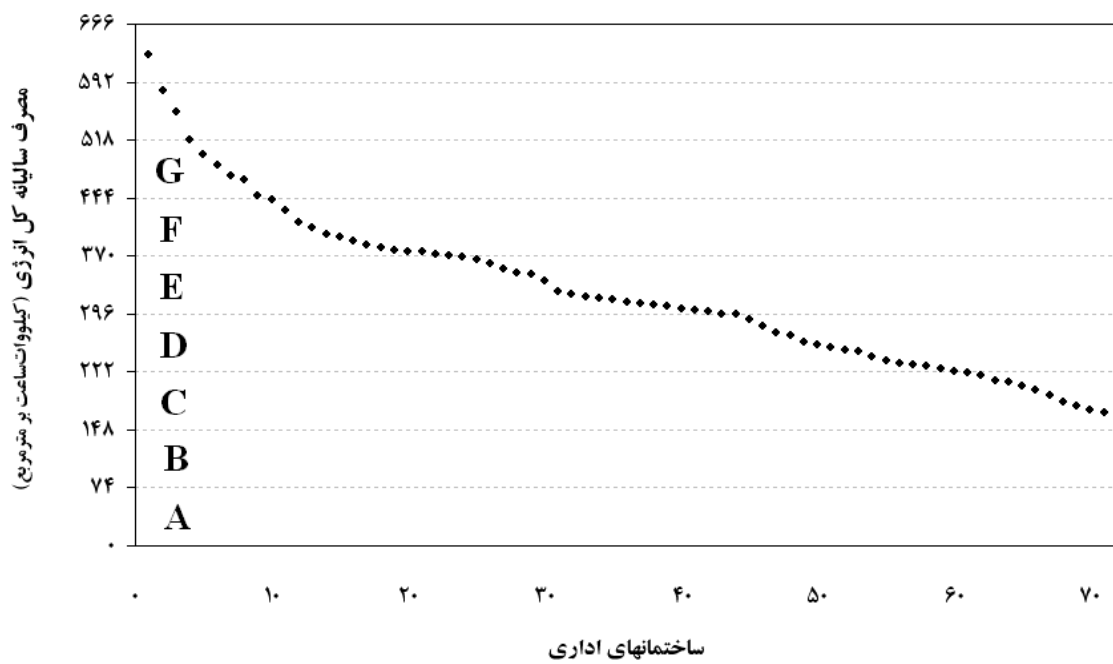
شکل ۴-۲: فراوانی گروههای مصرف کل انرژی در اقلیم با نیاز انرژی گرمایی زیاد



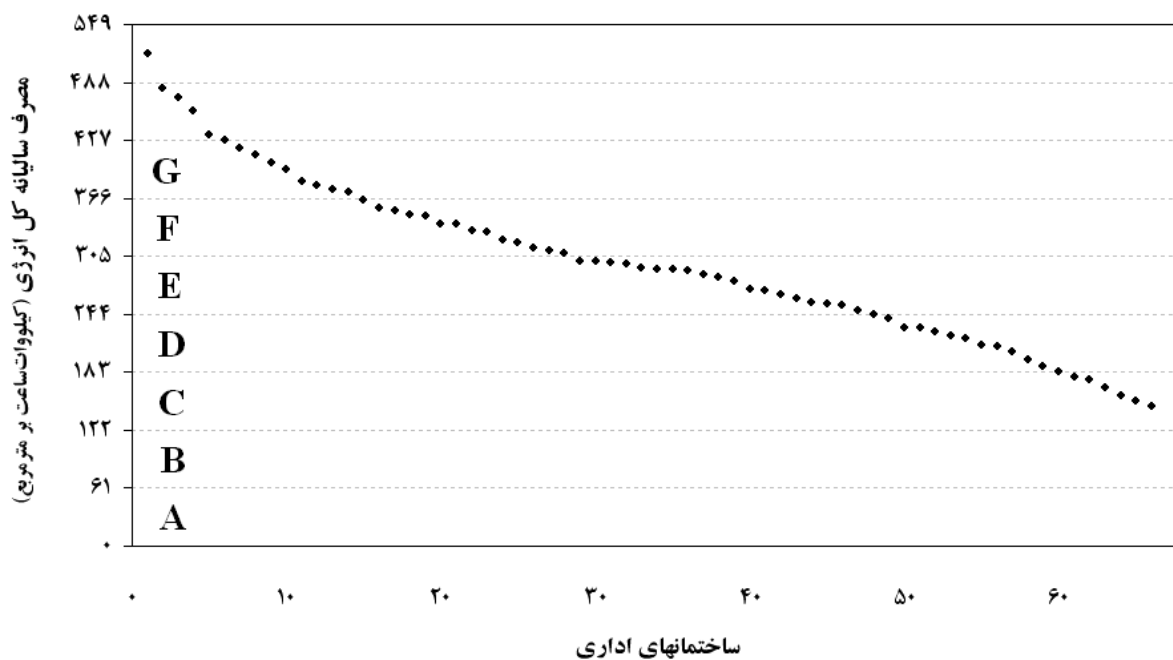
شکل ۳-۴: توزیع نزولی و رده بندی مصرف کل انرژی برای اقلیم با نیاز انرژی سرمایه زیاد



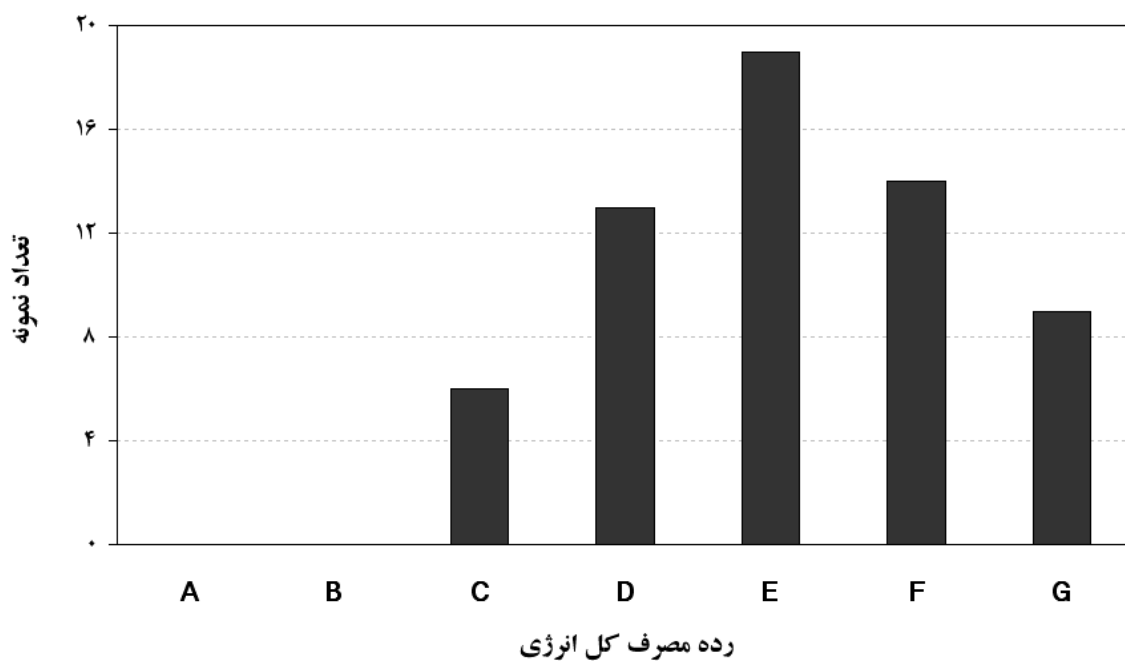
شکل ۴-۴: فراوانی گروههای مصرف کل انرژی در اقلیم با نیاز انرژی سرمایه زیاد



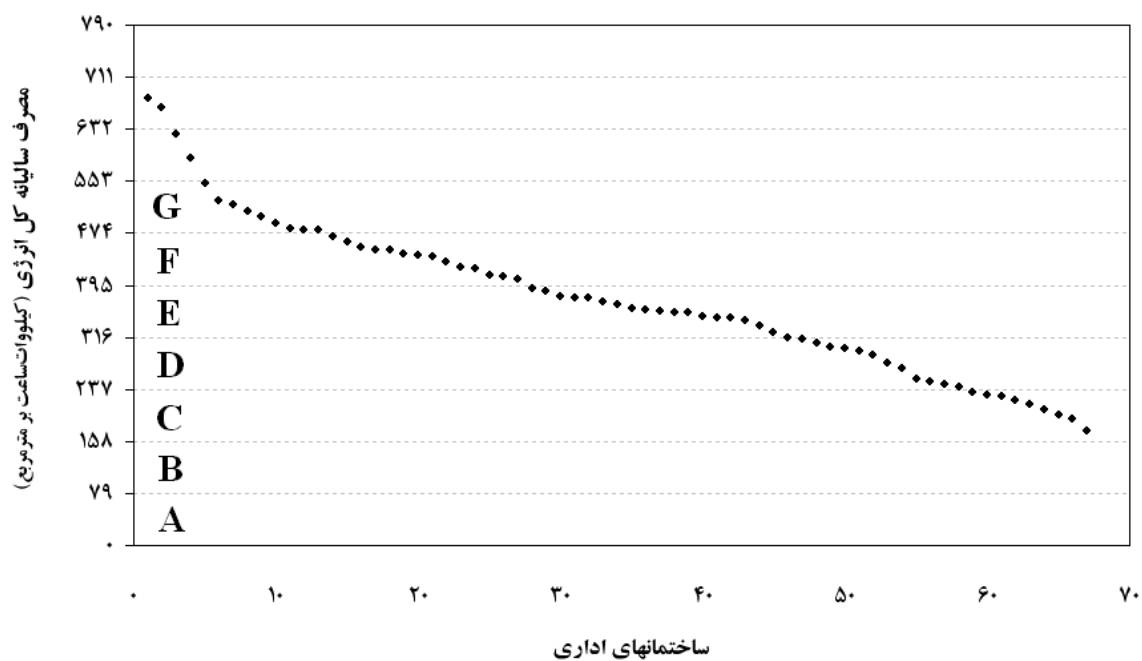
شکل ۴-۵: فراوانی گروههای مصرف کل انرژی در اقلیم با نیاز انرژی متوسط



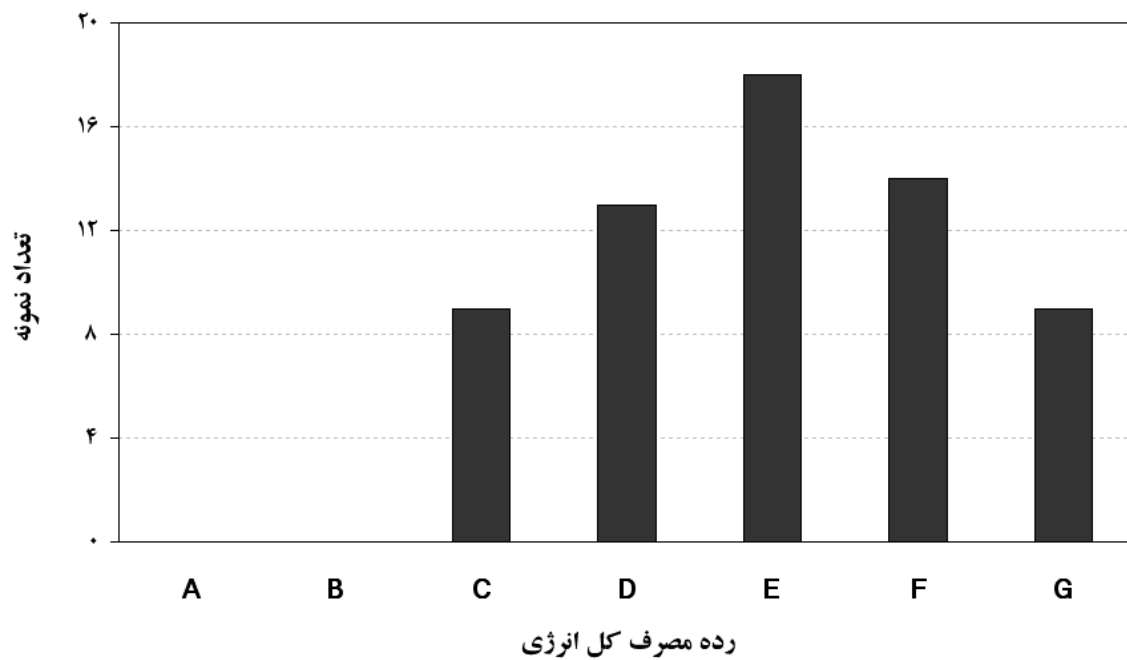
شکل ۴-۶: توزیع نزولی و رده بندی مصرف کل انرژی برای اقلیم با نیاز انرژی کم



شکل ۴-۷: فراوانی گروههای مصرف کل انرژی در اقلیم با نیاز انرژی کم



شکل ۴-۸: توزیع نزولی و رده بندی مصرف کل انرژی برای اقلیم گرم و مرطوب



شکل ۴-۹: فراوانی گروههای مصرف کل انرژی در اقلیم گرم و مرطوب

۴-۳- مروری بر ساختار برچسب انرژی ساختمانها در کشورهای جهان

در بخش اول این گزارش، برچسبهای انرژی ساختمانهای برخی از کشورهای جهان مورد بررسی قرار گرفتند. از آنجائیکه چکیده تمامی شاخصها و کمیتهای قابل توجه در خصوص مصرف انرژی یک ساختمان در قالب برچسب انرژی آن خلاصه می‌گردد، مشخصات ظاهری و محتویات آن از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. بر این اساس در این زیربخش مروری مختصر بر ساختار ظاهری برچسبهای انرژی سایر کشورها صورت پذیرفته و در زیربخش بعد، محتویات مطلوب برای برچسب انرژی ساختمانهای کشور با توجه به اهداف پروژه و تجربیات سایر کشورهای جهان تعیین خواهد گردید.

بررسی برچسب انرژی ساختمانها در بریتانیا نشان می‌دهد که ناحیه مربوط به رده‌های A تا G در قالب طیف رنگی سبز تا قرمز، مهمترین و پر جلوه‌ترین بخش برچسب می‌باشد. در قسمت فوقانی این برچسب، نوع بررسی ساختمان از نقطه نظر برآورد کل یا بخشی از آن به همراه کاربری آن ساختمان ذکر گردیده‌اند. در قسمت پایین، رده‌بندی اجزای سازه‌ای بر اساس استانداردهای ساختمانی این کشور ارائه گردیده‌اند. این رده‌ها در قالب حروف A تا G برای هر جزء سازه‌ای مشخص شده و در کنار آنها، رده سیستمهای اولیه و ثانویه گرمایشی و همچنین آب گرم بهداشتی نیز عنوان گردیده‌اند. در نهایت در قسمت تحتانی برچسب مذکور، شاخصهای مصرف انرژی به تفکیک حاملهای برق، گاز و سایر سوختها و در کنار آن شاخص تولید دی اکسید کربن در اثر مصرف انرژی در ساختمان مربوطه به همراه یک طیف بندی نمایش خطی، ارائه شده‌اند.

برچسب انرژی ساختمان در کشور فرانسه شامل دو رده‌بندی نمایشی رنگی A تا G برای مصرف انرژی و تولید دی اکسید کربن در کنار یکدیگر می‌باشد که برجسته‌ترین بخش برچسب را تشکیل می‌دهند. در قسمت فوقانی برچسب، کاربری ساختمان، سال ساخت، سطح زیربنا، آدرس، تاریخ ممیزی و امضای مرجع صادر کننده قرار گرفته‌اند. پس از آن در یک ناحیه مجزا، شاخصهای مصرف انرژی گرمایشی و کل به همراه هزینه‌های انرژی ذکر گردیده‌اند.

بررسی برچسب انرژی کشور آلمان نیز نشان می‌دهد که مهمترین بخش این برچسب هم طیف رنگی رده‌های مصرفی A تا I می‌باشند. در قسمت فوقانی این برچسب، تاریخ ممیزی ساختمان و در قسمت پایین آن آدرس، سال ساخت و زیربنای ساختمان ارائه گردیده‌اند.

در خصوص برچسب انرژی کشور آمریکا نیز همانطوریکه قبلاً بررسی شده، تنها یک مهر ستاره انرژی (Energy Star) جهت تایید یک ساختمان از دیدگاه شاخصهای مصرف انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین نشان LEED که علاوه بر مصرف انرژی بر جنبه‌های زیست‌محیطی و حتی ظاهری ساختمان نیز تکیه دارد، در قالب یک مهر تاییدی بوده و هیچ کمیت یا نماد دیگری در آن وجود ندارد.

برچسب مصرف انرژی ساختمانهای کشور کانادا دارای طیف رنگی متنوع نبوده و تنها یک نمایشگر بر روی طیف روشن تا تیره تک رنگ حرکت می‌نماید. در این برچسب شاخص مصرف انرژی ساختمان در کنار نمایشگر مذکور مشخص بوده و نوع ساختمان نیز ذکر گردیده است. بدین ترتیب همانطوریکه مشخص است، به طور کلی مشخصاتی نظیر محل ساختمان، زیربنا، نوع کاربری، رده مصرفی و شاخصهای انرژی به عنوان مهمترین بخش در اکثر برچسبهای موجود در سطح کشورهای جهان وجود داشته و تنها تفاوت‌های جزئی در شکل ظاهری و برخی پارامترهای جانبی آنها قابل مشاهده می‌باشند.

۴-۴- تعیین ساختار برچسب انرژی ساختمانهای کشور

بر اساس بررسیهای صورت گرفته در زیربخش قبل، پارامترهای متعددی در برچسب انرژی ساختمانهای کشورهای مختلف جهان به صورت پارامترهای اصلی نظیر رده ساختمان و شاخصهای مصرف انرژی آن و یا پارامترهای جانبی نظیر قدمت ساختمان و زیربنای آن مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجاییکه هدف از تدوین برچسب انرژی حاضر ایجاد دید کلی نسبت به وضعیت مصرف انرژی ساختمان به همراه ارائه شاخصها و پارامترهای کمی جهت اطلاع متخصصین مربوطه می‌باشد، به نظر منطقی می‌رسد که دو یا چند بخش مختلف در برچسب ایجاد گردند. با توجه به شکل ظاهری برچسبهای انرژی تدوین شده در سطح کشور برای تجهیزات انرژی بر و جا افتادن این نوع ساختار در بین مشترکین انرژی، بهتر است شکل رده‌های مصرفی از A تا G مانند برچسب انرژی تجهیزات انرژی بر (نظیر یخچال - فریزرها) و به صورت رنگی باشد تا فهم ساده‌تر و در عین حال اثرگذارتری در میان مشترکین انرژی داشته باشد. لذا ساختار رنگی از سبز تا قرمز تیره برای رده‌های A تا G مناسبترین شکل ظاهری برای بخش رده‌های مصرفی خواهد بود.

از آنجاییکه علاوه بر رده‌بندی ساختمانهای اداری اقلیمهای پنج‌گانه بر اساس شاخصهای کل مصرف انرژی، رده‌بندی‌های الکتریکی و غیرالکتریکی آنها نیز در پروژه حاضر به انجام رسیده است، این رده‌بندی‌ها نیز به عنوان اطلاعات تکمیلی برچسب در کنار رده‌بندی کل مصرف انرژی ارائه خواهند گردید تا متولیان برق و سوخت کشور بصورت جداگانه نیز بتوانند از آن بهره‌مند گردند. همچنین همانطوریکه ذکر گردید، علاوه بر مشخص نمودن رده‌بندیهای مصرف انرژی در برچسب انرژی ساختمان، وجود مشخصات عمومی، شاخصها و پارامترهای فنی نیز در برچسب مذکور اطلاعات تکمیلی مناسبی را در اختیار مشترکین و حتی خریداران ساختمانها قرار می‌دهد. بررسی برچسبهای سایر کشورها نیز نشان داد که کمابیش این اطلاعات در برچسبهای مربوطه وجود داشته و کمک فراوانی به شناسایی دقیق‌تر وضعیت یک ساختمان می‌نمایند. به منظور نهایی نمودن پارامترهای قابل ذکر در برچسب انرژی ساختمانهای کشور، پس از برگزاری جلسات متعدد کارشناسی با متخصصین

امر، تصمیم بر لحاظ پارامترهای جانبی در قالب دو بخش شاخصهای انرژی و مشخصات عمومی و فنی ساختمان، تحت عنوان شناسنامه ساختمان، گرفته شد. نکته قابل توجهی که وجود دارد این است که برچسب انرژی ساختمانها علاوه بر ارائه اطلاعات مفید از یک ساختمان نمی‌بایست خیلی مملو از اطلاعات بوده و بایستی علاوه بر سادگی، اطلاعات چکیده و مطلوبی را از ساختمان در اختیار قرار دهد.

بر اساس بررسیهای صورت گرفته در خصوص شاخصها و مولفه‌های مصرف انرژی ساختمانها، مهمترین شاخصها در این ساختمانها مربوط به مولفه‌های سرمایش الکتریکی، گرمایش غیر الکتریکی و روشنایی می‌باشند. لذا این سه شاخص انرژی به خوبی می‌توانند در کنار شاخصهای کل مصرف انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی که در رده‌بندی برچسب مشخص گردیده‌اند، وضعیت کلی و نیز وضعیت بخشهای مختلف ساختمان را از نظر مصرف انرژی روشن نمایند.

بخش دیگری از اطلاعات مناسب که در برچسب انرژی ساختمانهای کشور قابل ارائه و مفید خواهد بود، اطلاعات مربوط به مشخصات عمومی و فنی ساختمان می‌باشد. با توجه به اطلاعات مندرج در برچسب انرژی ساختمان کشورهای مختلف و بررسی اهمیت پارامترهای عمومی و فنی، می‌توان چند مشخصه را در حدی که ظاهر برچسب خیلی شلوغ نشود، در آن قرار داد. مهمترین مشخصه قابل ذکر، محل ساختمان می‌باشد که بیانگر اقلیم و شرایط محیطی یک ساختمان می‌باشد. بدین ترتیب استان و شهر استقرار ساختمان به همراه کدپستی آن به راحتی محل یک ساختمان را بصورت دقیق مشخص می‌نمایند. علاوه بر آن زیربنا، تعداد طبقات و کاربری ساختمان اطلاعات مفیدی در خصوص ابعاد و نحوه بهره‌برداری از ساختمان در اختیار قرار می‌دهند. در نهایت با توجه به اهمیت بسیار زیاد نوع سیستمهای سرمایش و گرمایش یک ساختمان بر مصرف انرژی آن و کمک بسیار زیاد در راستای تجزیه و تحلیل شاخصهای مصرفی مربوطه، ذکر نوع سیستمهای سرمایش و گرمایش نیز مفید به نظر می‌رسد. بدین ترتیب مجموعه‌ای از اطلاعات چکیده و مفید در خصوص وضعیت ساختمان نیز در اختیار کاربر قرار داده می‌شوند.

۴-۵- طراحی شکل ظاهری برچسب انرژی ساختمان

با توجه به توضیحات ارائه شده در زیربخشهای قبل، در این بخش شکل ظاهری برچسب انرژی ساختمانهای کشور ارائه می‌گردد. با توجه به شکل ظاهری برچسب انرژی تجهیزات انرژی بر کشور و همچنین الگوهای برچسب انرژی ساختمان در سایر کشورهای جهان، برچسب انرژی ساختمانهای کشور به صورت شکل (۴-۱۰) پیشنهاد می‌گردد.

برچسب مصرف انرژی ساختمانهای اداری	
بازدهی بیشتر A (0-70) kWh/Y/m² B (70-140) kWh/Y/m² C (140-210) kWh/Y/m² D (210-280) kWh/Y/m² E (280-350) kWh/Y/m² F (350-420) kWh/Y/m² G (420-490) kWh/Y/m² بازدهی کمتر	انرژی رده مصرف کل انرژی C 180 kWh/Y/m²
شاخص مصرف برق (کیلووات ساعت در سال بر متر مربع)	A B C D E F G
شاخص مصرف سوخت (مگاژول در سال بر متر مربع)	A B C D E F G
شاخص مصرف برق سرمایش فضاها (کیلووات ساعت در سال بر متر مربع)	
شاخص مصرف برق روشنایی (کیلووات ساعت در سال بر متر مربع)	
شاخص مصرف سوخت گرمایش فضاها (مگاژول در سال بر متر مربع)	

شماره ساختمانی

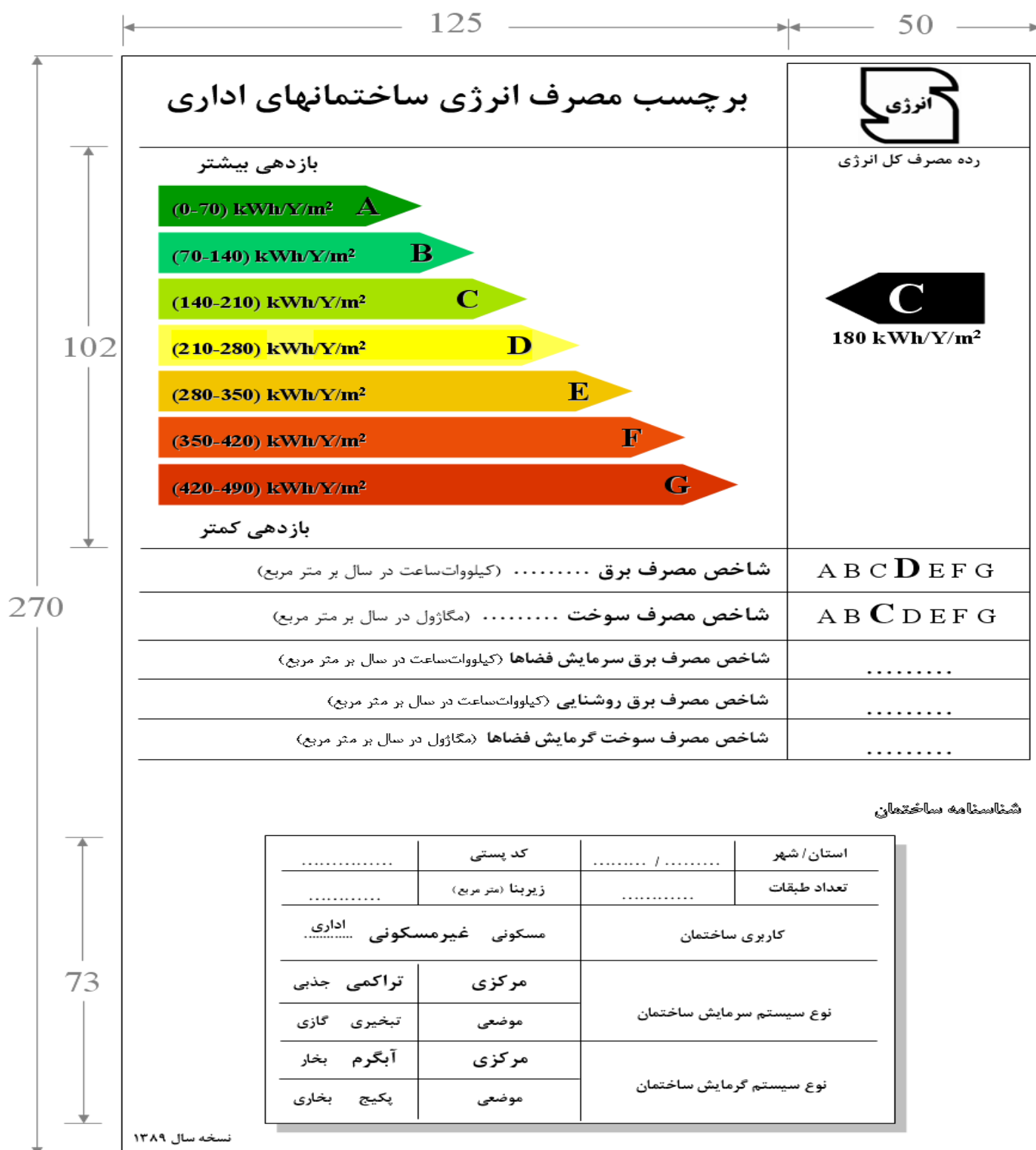
.....	کد پستی	 /	استان / شهر
.....	زیربنا (متر مربع)		تعداد طبقات
اداری	مسکونی	کاربری ساختمان	
تراکمی	مرکزی	نوع سیستم سرمایش ساختمان	
تبخیری	موضعی		
آبگرم	مرکزی	نوع سیستم گرمایش ساختمان	
بخاری	موضعی		

لازم به ذکر است، همانطوریکه در بخش قبل بدان اشاره شد سعی بر این بوده که این برچسب علاوه بر دارا بودن اطلاعات مفید و چکیده از مشخصات فنی و مصرف انرژی ساختمان، دارای ظاهری شلوغ نباشد. از آنجاییکه این برچسب شبیه به پلاک شهرداری بر روی یک ساختمان اداری نصب خواهد گردید، به منظور ایجاد وضوح و خوانا بودن از فاصله حدودا یک متری، ابعاد آن به صورت شکل (۴-۱۱) در نظر گرفته می‌شود.

در خصوص رنگهای مورد استفاده بر روی برچسب نیز لازم به ذکر است که این رنگ‌بندی بر اساس رنگهای اصلی چاپ (روش CMYK) و بر مبنای رنگهای فیروزه‌ای (Cyan)، زرشکی روشن (Magenta)، زرد (Yellow) و سیاه (Black) می‌باشد. با ترکیب درصدهایی از رنگهای فوق، شکل کلی برچسب رنگی حاصل می‌گردد. در این روش ترکیب قرار گرفتن رنگها نیز به صورت CMYK است. به طور مثال 07X0 بیانگر آن است که صفر درصد فیروزه‌ای، ۷۰ درصد زرشکی روشن، ۱۰۰ درصد زرد و صفر درصد سیاه با یکدیگر ترکیب شده‌اند. بر این اساس هر کدام از رده‌ها به ترتیب از بالا به پایین با کدهای رنگی جدول (۴-۱) مشخص می‌گردند. در نهایت لازم به ذکر است که هر چند شکل ظاهری برچسب در همه اقلیمهای کشور یکسان می‌باشد، اما رده‌های مصرفی انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی آنها با یکدیگر تفاوت دارند.

جدول ۴-۱: رنگ گروه‌های بازده انرژی ساختمانها

گروه بازده انرژی	ترکیب رنگ
A	X0X0
B	70X0
C	30X0
D	00X0
E	03X0
F	07X0
G	0XX0



شکل ۴-۱۱

در جداول (۴-۲) تا (۴۵-۶) بازه بندی مصرف انرژی برای اقلیمهای پنج گانه کشور، بر اساس نتایج پروژه (مراجعه شود به نمودارهای رده بندی در همین فصل از گزارش) ارائه گردیده اند. بدین ترتیب شکل ظاهری و بازه بندی گروههای مصرف برای برچسب انرژی ساختمانهای اداری کشور به تفکیک اقلیمهای آب و هوایی پنج گانه تعیین گردیده اند.

جدول ۴-۲: بازه‌بندی گروه‌های مصرف کل انرژی ساختمانهای اداری - اقلیم با نیاز انرژی گرمایی زیاد

بازه مصرف کل انرژی	شاخص مصرف کل انرژی (کیلووات‌ساعت در سال بر مترمربع)
A	$I < 82$
B	$82 \leq I < 164$
C	$164 \leq I < 246$
D	$246 \leq I < 328$
E	$328 \leq I < 410$
F	$410 \leq I < 492$
G	$492 \leq I < 574$

جدول ۴-۳: بازه‌بندی گروه‌های مصرف کل انرژی ساختمانهای اداری - اقلیم با نیاز انرژی سرمایی زیاد

بازه مصرف کل انرژی	شاخص مصرف کل انرژی (کیلووات‌ساعت در سال بر مترمربع)
A	$I < 78$
B	$78 \leq I < 156$
C	$156 \leq I < 234$
D	$234 \leq I < 312$
E	$312 \leq I < 390$
F	$390 \leq I < 468$
G	$468 \leq I < 546$

جدول ۴-۴: بازه‌بندی گروه‌های مصرف کل انرژی ساختمانهای اداری - اقلیم با نیاز انرژی متوسط

بازه مصرف کل انرژی	شاخص مصرف کل انرژی (کیلووات‌ساعت در سال بر مترمربع)
A	$I < 74$
B	$74 \leq I < 148$
C	$148 \leq I < 222$
D	$222 \leq I < 296$
E	$296 \leq I < 370$
F	$370 \leq I < 444$
G	$444 \leq I < 518$

جدول ۴-۵: بازه‌بندی گروه‌های مصرف کل انرژی ساختمانهای اداری - اقلیم با نیاز انرژی کم

بازه مصرف کل انرژی	شاخص مصرف کل انرژی (کیلووات‌ساعت در سال بر مترمربع)
A	$I < 61$
B	$61 \leq I < 122$
C	$122 \leq I < 183$
D	$183 \leq I < 244$
E	$244 \leq I < 305$
F	$305 \leq I < 366$
G	$366 \leq I < 427$

جدول ۴-۶: بازه‌بندی گروه‌های مصرف کل انرژی ساختمانهای اداری - اقلیم گرم و مرطوب

شاخص مصرف کل انرژی (کیلووات‌ساعت در سال بر مترمربع)	بازه مصرف کل انرژی
$I < 79$	A
$79 \leq I < 158$	B
$158 \leq I < 237$	C
$237 \leq I < 316$	D
$316 \leq I < 395$	E
$395 \leq I < 474$	F
$474 \leq I < 553$	G

۴-۶- تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی ناشی از برچسب انرژی ساختمانهای اداری

چنانکه در زیربخشهای قبلی گزارش نیز بدان اشاره شد، هدف از تدوین معیار مصرف و برچسب انرژی برای ساختمانهای اداری کشور، ایجاد محرکهای لازم جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در سطح این مشترکین می‌باشد. بررسی فواید ناشی از تدوین معیار مصرف و برچسب انرژی در ساختمانهای بسیاری از کشورهای جهان نشان می‌دهد که این فرآیند موجب ایجاد پتانسیل‌های صرفه‌جویی بسیار بزرگی در سطح مشترکین انرژی گردیده است. لذا به منظور روشن‌تر شدن فواید این طرح در سطح کشور و مشخص نمودن اثربخشی برچسب انرژی ساختمانهای اداری بر کاهش مصرف انرژی از دیدگاه کلان، در این بخش پتانسیل‌های صرفه‌جویی قابل حصول مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت.

بدین منظور بایستی مقادیر متوسط صرفه‌جویی قابل حصول به ازای هر مشترک اداری کشور پس از اعمال برچسب انرژی، مشخص شده و تعداد ساختمانهای اداری کل نیز معین گردند. با مشخص شدن بازه‌بندی‌های برچسب انرژی در سطح کشور، پتانسیل‌های موجود در اثر بهبود رده مصرفی هر ساختمان به ازای واحد مساحت زیربنا قابل تعیین می‌باشند. لذا بایستی تعداد ساختمانهای اداری کشور تعیین شده و پتانسیل صرفه‌جویی کل در سطح کشور از دیدگاه کلان محاسبه گردد.

بررسی اطلاعات موجود در سطح مراکز آماری و اطلاعاتی کشور، آمارهای تفصیلی صنعت برق، ترازنامه‌های انرژی و هیدروکربوری و اطلاعات مندرج در مستندات وزارت مسکن و شهرسازی نشان می‌دهد که اطلاعات دقیقی در خصوص تعداد کل ساختمانهای اداری کشور به طور مستقیم در دسترس نمی‌باشد. قدیمی بودن بسیاری از ساختمانهای اداری و نبود مشخصات و مستندات مناسبی از آنها در شهرداریها و یا سازمانهای مسکن و شهرسازی، تغییر کاربری برخی ساختمانها و عدم جمع‌آوری گسترده اطلاعات مربوط به این ساختمانها در سطح کل کشور تا کنون، از علل اصلی عدم وجود آمار مستقیم و دقیق از تعداد و خصوصیات این مشترکین در سطح کشور می‌باشند. اما بررسی اطلاعات موجود نشان می‌دهد که می‌توان بر اساس اطلاعات مربوط به کل مشترکین عمومی انرژی کشور و تلفیق آن با مشخصات جوازهای ساختمانی صادر شده در سطح کشور طی سالهای گذشته، تخمین مناسبی از تعداد ساختمانهای اداری کشور به دست آورد.

بر اساس اطلاعات مندرج در آمار تفصیلی صنعت برق کشور در سال ۱۳۸۷، تعداد مشترکین خانگی در این سال برابر با ۱۸۶۰۶۱۵۱ مشترک بوده است. مراجعه به آمار مربوط به جوازهای ساختمانی صادر شده در سطح کشور نشان می‌دهد که تعداد این جوازها به تفکیک مسکونی، مسکونی و کارگاه، صنعتی، بازرگانی، آموزشی، بهداشتی و سایر، طی بیست سال گذشته موجود می‌باشند [۲۱]. با توجه به قرار گرفتن تقریباً تمامی انواع ساختمانهای مسکونی، عمومی و تجاری در قالب دسته‌های مذکور، با دقت مناسبی می‌توان فرض کرد که بخش سایر ساختمانها مربوط به ساختمانهای اداری می‌باشد. بدین ترتیب تعداد ساختمانهای اداری ساخته شده و نسبت آنها به کل ساختمانها طی بیست سال گذشته، مشخص می‌باشد. در نمودار شکل (۴-۱۲) روند تغییرات سهم جوازهای ساختمانی مربوط به سایر ساختمانها (که تقریباً تمامی آنها اداری می‌باشند) ارائه گردیده است.

همانطوریکه در این نمودار مشخص است، متوسط سهم ساخت و ساز ساختمانهای اداری کشور طی بیست سال گذشته برابر با ۱/۰۷۳ درصد از کل ساخت و ساز ساختمانها بوده است. از آنجاییکه قدمت برخی از ساختمانهای با کاربری اداری در کشور بیشتر از بیست سال می‌باشد، تعدادی از این ساختمانها طی سالهای قبل از آن بنا شده‌اند. با در نظر داشتن متوسط نسبت سهم ساخت و ساز ساختمانهای اداری به کل ساختمانها و تعمیم آن به دوره‌های قبل، در صورت مشخص بودن کل تعداد ساختمانهای کشور، تعداد ساختمانهای اداری نیز قابل تعیین خواهد بود. بر اساس آمار بیست ساله اخیر، متوسط سهم ساخت و ساز ساختمانهای مسکونی کشور برابر با ۸۷/۹۷ درصد بوده است [۲۱]. بدین ترتیب در صورتی که تعداد ساختمانهای مسکونی کشور مشخص باشد، تعداد ساختمانهای کل کشور از طریق تعمیم سهم ساختمانهای مسکونی طی بیست سال گذشته به کل دوره زمانی، قابل محاسبه خواهد بود.



شکل ۴-۱۲: روند تغییرات سهم جوازهای ساخت و ساز گروه "سایر ساختمانها" به کل ساختمانهای کشور

بررسی آمار و اطلاعات موجود نشان می‌دهد که تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده طی بیست سال گذشته به تفکیک تعداد طبقات نیز موجود می‌باشند. متوسط‌گیری از مقادیر مربوطه نشان می‌دهد که سهم ساختمانهای یک طبقه ساخته شده طی این سالها برابر با $39/8$ درصد بوده است. به همین ترتیب سهم ساختمانهای ۲، ۳، ۴ و ۵ طبقه یا بیشتر نیز به ترتیب برابر با $31/2$ ، $14/1$ ، $7/3$ ، $7/6$ درصد بوده است [۲۱]. بررسی وضعیت ساخت و ساز در سطح کشور نشان می‌دهد که اکثریت ساختمانهای یک طبقه مسکونی، تک واحدی می‌باشند. هر چند ممکن است تعداد محدودی از ساختمانهای یک طبقه، به صورت دو واحدی و حتی بیشتر نیز ساخته شوند، اما اکثریت قریب به اتفاق آنها تک واحدی می‌باشند.

در خصوص اکثریت ساختمانهای دو طبقه مسکونی نیز، فرض دو واحدی بودن کاملاً منطقی بوده و جامعیت بسیاری زیادی دارد. اما بررسی ساختمانهای آپارتمانی مسکونی ۳ طبقه یا بیشتر نشان می‌دهد که هر چند در برخی از آنها تعداد طبقات و واحدها یکسان می‌باشند (در هر طبقه تنها یک واحد موجود می‌باشد) اما در برخی دیگر نیز تعداد سه، چهار و حتی بیشتر، واحد مسکونی در هر طبقه موجود هستند. در این میان در خصوص آپارتمانهای مسکونی ۳ تا ۵ طبقه، بیشترین جامعیت مربوط به تعداد دو واحد در هر طبقه می‌باشد. از سوی دیگر هر چند که در برجهای مسکونی معمولاً بیش از دو واحد در هر طبقه حضور دارند اما به دلیل کم بودن تعداد آنها و محدود شدنشان به شهرهای بزرگ، تاثیر خاصی بر کل مقادیر متوسط نخواهند داشت. لذا با توجه به حضور ساختمانهای با یک واحد در هر طبقه و همچنین بیش از دو واحد در هر طبقه، فرض متوسط دو واحد در هر طبقه

برای آپارتمانهای بیش از ۳ طبقه فرضی قابل قبول به نظر می‌رسد. حال با توجه به تعداد کل مشترکین خانگی کشور و اطلاعات استخراج شده فوق، تخمینی از تعداد ساختمانهای مسکونی کشور قابل حصول خواهد بود. با فرض تعداد ساختمانهای مسکونی کشور به صورت مجهول X در معادله زیر، این کمیت قابل تعیین خواهد بود. این رابطه از مجموع حاصلضرب سهم هر نوع ساختمان (از لحاظ تعداد طبقات) در تعداد واحدهای آن که بایستی برابر با تعداد کل مشترکین خانگی باشد، استحصال گردیده است:

$$\frac{39.8}{100} \times X \times 1 + \frac{31.2}{100} \times X \times 2 + \frac{14.1}{100} \times X \times 6 + \frac{7.3}{100} \times X \times 8 + \frac{7.6}{100} \times X \times 10 = 18606151$$

$$\Rightarrow X = 5792700$$

بدین ترتیب تعداد تخمینی کل ساختمانهای مسکونی کشور برابر با ۵۷۹۲۷۰۰ تعیین می‌گردد. همانطوریکه ذکر گردید، متوسط سهم ساختمانهای مسکونی از کل ساختمانهای کشور برابر با ۸۷/۹۷ درصد می‌باشد. بدین ترتیب تعداد کل ساختمانهای کشور برابر با ۶۵۸۴۸۵۸ عدد تخمین زده می‌شود. حال با توجه به سهم ۱/۰۷۳ درصدی ساختمانهای اداری از کل ساختمانهای کشور، تعداد این ساختمانها برابر با ۷۰۶۵۵ عدد تعیین می‌گردد. با توجه به تعداد کل مشترکین عمومی کشور یعنی ۸۴۹۵۰۴، سهم ساختمانهای اداری از کل مشترکین عمومی از نظر تعداد برابر با ۸/۳۲ درصد می‌باشد که با توجه به حضور بیمارستانها، مراکز آموزشی و پژوهشی، مراکز ورزشی، مساجد، کنتور مشترک ساختمانهای مسکونی و کاربریهای دیگر در این مجموعه، نسبتی منطقی خواهد بود. حال با مشخص شدن تعداد ساختمانهای اداری کشور، امکان تعمیم نتایج مربوط به متوسط نمونه‌ها به کل کشور مهیا گردیده است.

از آنجاییکه بازه‌های مربوط به رده‌های مصرفی در برچسب انرژی ساختمانهای اداری کشور بر اساس شاخص مصرف انرژی به ازای واحد مساحت زیربنای ساختمانها تدوین گردیده‌اند، بایستی بر اساس متوسط مساحت زیربنای این ساختمانها به شاخص مصرف به ازای هر مشترک تبدیل شوند، تا امکان تعمیم نتایج وجود داشته باشد. بر اساس اطلاعات مندرج در مرحله قبل پروژه، متوسط مساحت زیربنای ساختمانهای اداری جامعه نمونه مورد بررسی مشخص می‌باشد. بدین ترتیب می‌توان با مشخص نمودن متوسط محدوده تغییرات بازه‌های برچسب انرژی اقلیمهای مختلف و استفاده از متوسط زیربنا به همراه تعداد کل ساختمانهای اداری کشور، پتانسیلهای موجود را تعیین نمود.

از آنجاییکه تعداد ساختمانهای اداری اقلیمهای مختلف با یکدیگر تفاوت داشته و هر اقلیم نیز محدوده تغییرات متفاوتی نسبت به سایر اقلیمها در برچسب انرژی دارا می‌باشد، به منظور بالا بردن دقت محاسبات، میانگین وزنی محدوده تغییرات بازه‌های انرژی برای کل کشور با توجه به تعداد

ساختمانهای اداری هر اقلیم و بازه آن تعیین خواهد گردید. بر اساس نتایج پروژه، محدوده تغییرات بازه‌های انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی در کلیه اقلیمهای پنج‌گانه با نیاز انرژی گرمایی زیاد، با نیاز انرژی سرمایی زیاد، با نیاز انرژی متوسط، با نیاز انرژی کم و گرم و مرطوب، مشخص می‌باشند. همچنین بر اساس تعداد تفکیکی ساختمانهای اداری ساخته شده در سالهای اخیر در اقلیمهای مختلف و تعمیم اطلاعات موجود به سالهای پیش از آن (مشابه با تعیین درصد کل ساختمانهای اداری کشور)، متوسط سهم اقلیمهای با نیاز انرژی گرمایی زیاد، با نیاز انرژی سرمایی زیاد، با نیاز انرژی متوسط، با نیاز انرژی کم و گرم و مرطوب از ساختمانهای اداری کشور به ترتیب برابر با ۲۱، ۱۲، ۶۰، ۵ و ۲ درصد بوده است.

لذا با متوسط‌گیری وزنی بازه‌ها و با توجه به متوسط زیربنای ساختمانهای اداری کشور، متوسط وزنی محدوده تغییرات بازه‌های انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی کشور به ترتیب برابر با ۶۰۵۷۶/۵ کیلووات‌ساعت در سال و ۵۴۸۹۱۸/۱ مگاژول در سال به ازای هر مشترک اداری خواهند بود. در نهایت به منظور تعیین پتانسیلهای صرفه‌جویی ناشی از اعمال برچسب انرژی بر مشترکین اداری کشور فرض می‌شود که همه ساختمانهای اداری موجود از طریق اعمال راهکارهای بهینه‌سازی، یک رده در شاخصهای برق و سوخت برچسب مصرف انرژی ترقی نمایند. از آنجاییکه در همه اقلیمها دو رده (رده‌های A و B) از برچسب خالی می‌باشند، این پیشرفت در رده مصرفی برای همه نمونه‌ها مهیا خواهد بود.

با توجه به تعداد ساختمانهای اداری کشور و متوسط رشد بازه‌ای به ازای یک مرتبه بهبود در رده‌بندی‌های برق و سوخت، پتانسیلهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی ساختمانهای اداری کشور به ترتیب برابر با ۴۲۸۹/۰۳ میلیون کیلووات‌ساعت در سال و ۳۸/۷۸ میلیون گیگاژول در سال برآورد می‌گردند. بر اساس اطلاعات مندرج در آمار تفصیلی صنعت برق کشور، مصارف سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ کل بخش عمومی کشور به ترتیب برابر با ۱۹۶۴۸ و ۲۰۴۳۷ میلیون کیلووات‌ساعت بوده‌اند. بر این اساس مصرف برق این بخش در سال ۱۳۸۸ فراتر از ۲۱۰۰۰ میلیون کیلووات‌ساعت برآورد می‌گردد. بدین ترتیب اعمال برچسب انرژی و بهبود یک رده الکتریکی برای ساختمانهای اداری کشور منجر به کاهش ۲۰/۳۸ درصدی در کل مصرف برق بخش عمومی کشور خواهد گردید.

در خصوص حاملهای غیرالکتریکی نیز مصرف سوخته‌های فسیلی بخش تجاری و عمومی در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به ترتیب برابر با ۵۸/۵۵ و ۶۲/۴۳ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده‌اند. این اطلاعات از ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۸۶ استخراج گردیده‌اند. بر این اساس مصرف سوخته‌های فسیلی بخش تجاری و عمومی در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۷۰ میلیون بشکه معادل نفت خام پیش‌بینی می‌شود. با لحاظ ضریب ۶/۱۲ هزار مگاژول برای هر بشکه معادل نفت خام براساس اطلاعات ترازنامه

هیدروکربوری، صرفه‌جویی حاصل از اعمال برچسب و یک رده بهبود در مصرف انرژی غیرالکتریکی ساختمانهای اداری کشور برابر با ۹/۰۵ درصد از کل مصرف سالیانه سوخت بخش تجاری و عمومی خواهد بود.

لازم به ذکر است که در صورتیکه صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی ساختمانهای اداری نیز مانند صرفه‌جویی در مصرف انرژی غیر الکتریکی، بر کل مصرف بخشهای تجاری و عمومی تقسیم شود (به جای تقسیم شدن صرفاً بر بخش عمومی)، درصد کاهش قابل حصول برابر با ۱۳/۱۲ درصد خواهد بود. بدین ترتیب همانطوریکه مشخص است پتانسیلهای بسیار بالایی از طریق اعمال برچسب انرژی بر ساختمانهای اداری کشور و بهینه‌سازی آنها، برای هر دو مولفه انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی مهیا خواهند بود.