تحلیل اقتصادی استفاده از پوشاک یکسان برای کارکنان در ساختمانهای اداری و آموزشی

حمید جعفری[1]، سیدهاشم قرائتی[2]، مهرداد[3]

چکیده

تحقیقات نشان داده است که حدود ۴۱درصد مصرف نهایی انرژی در ایران در بخش ساختمان بوده که از این میان بیش از ۲۰درصد انرژی در فضاهای اداری و تجاری به مصرف می‌رسد. در محیطهای اداری میزان فعالیت افراد و در نتیجه میزان فعالیت متابولیکی آنها نسبت به محیطهای مسکونی بیشتر است. همچنین افراد در محیطهای اداری، از آزادی عمل کمتری در مقایسه با محیطهای مسکونی برخوردارند. از این رو، برقراری شرایط آسایش حرارتی در محیطهای اداری دشوارتر است و لزوم بهره‌گیری از تدابیر خاص در این محیطها بیشتر احساس می‌شود. یکی از این تدابیر، استفاده از پوشاک یکسان و مطابق با شرایط فصلی در فضاهای اداری است. اهمیت این امر به حدی است که در بعضی از کشورها، قوانین خاصی مبنی بر الزام و یا ممنوعیت استفاده از برخی پوششها به تصویب رسیده است. تحقیق اخیر به منظور بررسی تأثیر

۱. کارشناس موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، گروه مدیریت انرژی، H_Jafari@iies.net
۲ و ۳. دانشگاه تربیت مدرس، بخش مهندسی مکانیک

پوشاک یکسان کارکنان در بخشهای اداری و آموزشی بر کاهش مصرف انرژی سالانه به همراه تحلیل اقتصادی انجام پذیرفته است. در این تحقیق از نتایج بررسی میزان مصرف انرژی سالانهٔ یک ساختمان اداری در شهر تهران استفاده شده است به‌طوری که در یک ساختمان نمونه، به ازای دو نوع پوشش معمول و پیشنهادی برای کارکنان، میزان مصرف انرژی در فصول سرد و گرم سال مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از این است که به ازای هر ۰/۱clo تغییر در میزان عایق‌بندی حرارتی پوشاک کارکنان، دمای هوای لازم برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی حدود ۰/۵ درجهٔ سانتیگراد تغییر خواهد کرد و به این ترتیب می‌توان با استفاده از پوشاک پیشنهادی به جای پوشاک معمول، سالانه حدود ۳/۲ درصد در مصرف انرژی فضاهای اداری صرفه‌جویی نمود که معادل ۹۹،۸ میلیون دلار می‌باشد. علاوه بر آن شدت انرژی که از شاخصهای مهم اقتصاد انرژی است، در بخش ساختمان به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

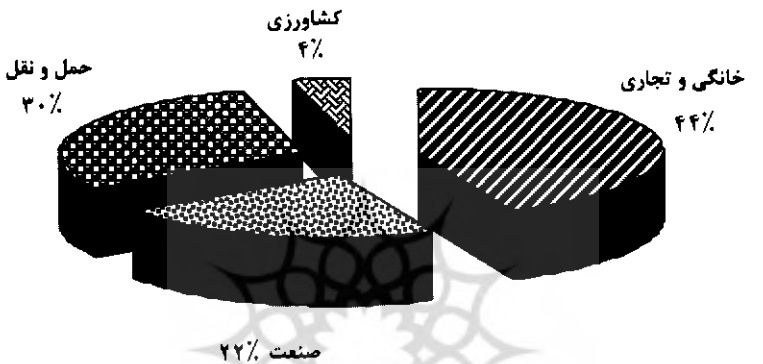
۱. مقدمه

ایران با داشتن حدود یک درصد جمعیت جهان، تقریباً دو درصد از فرآورده‌های نفتی جهان را مصرف می‌کند. رشد مصرف انرژی در ایران بیش از پنج برابر متوسط رشد مصرف جهانی است و سالانه ۱ تا ۱۳ میلیارد دلار نیز یارانه مستقیم انرژی پرداخت می‌شود.[۱] تحقیقات نشان داده است که در سال ۱۳۸۴ تقریباً ۴۱درصد از کل انرژی مصرف شده در کشور در بخش ساختمان بوده است[۲] که ارزش مالی و اعتباری آن را می‌توان نزدیک به ۱۰ میلیارد دلار در نظر گرفت. شکل ۱ سهم مصرف در بخشهای مصرف‌کنندهٔ نهایی در سال ۱۳۸۴، و شکل ۲ سهم ارزش انرژی مصرفی در هر یک از بخشهای مصرف‌کننده را نشان می‌دهد[۳]. در شکل ۱ مشاهده می‌شود که بخشهای

۱. فتحیان پور، مژگان؛ تجزیه و تحلیل انرژی مصرفی کشور، چهارمین همایش ملی انرژی، تهران، بهار ۱۳۸۴.
۲. ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.
۳. همان.

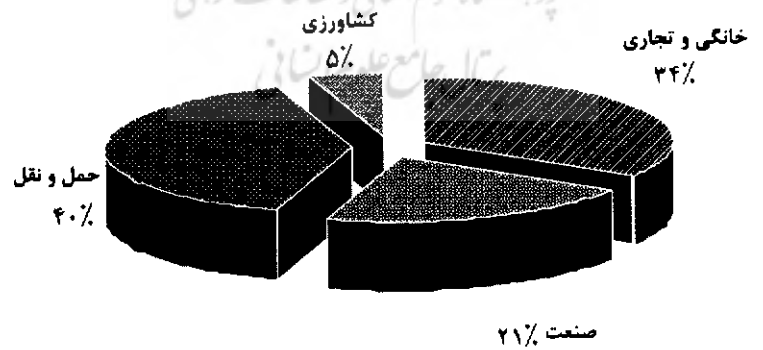
خانگی و تجاری بیشترین سهم از انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در شکل ۲ ملاحظه می‌شود که سهم قابل توجهی از ارزش انرژی مصرفی کشور در بخشهای خانگی و تجاری هزینه می‌شود.

شکل ۱. سهم مصرف انرژی در هر یک از بخشهای مصرف‌کننده در سال ۱۳۸۴



ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

شکل ۲. سهم ارزش انرژی مصرفی در هریک از بخشهای مصرف‌کننده در سال ۱۳۸۴



ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

از کل انرژی مصرف شده در بخش ساختمان، بیش از ۲۰درصد آن متعلق به فضاهای اداری و تجاری بوده و مابقی در بخش خانگی به مصرف رسیده است.[۱] به این ترتیب، حدود ۸درصد کل انرژی مصرفی کشور به بخشهای اداری و تجاری اختصاص دارد. مقایسه میزان مصرف سرانه انرژی بین کشورهای توسعه یافته و ایران نشان داده است که در ایران میزان مصرف انرژی به ازای هر متر مربع در بخش ساختمان و مسکن ۲/۶ تا ۴ برابر کشورهای صنعتی است.[۲]

چنانچه گفته شد، توجه به بحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بخش ساختمان امری بسیار مهم است. از سوی دیگر، بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها و آسایش حرارتی دو موضوع اصلی هستند که باید به‌طور همزمان مورد توجه قرار گیرند. در واقع ایجاد شرایط آسایش حرارتی، معیار اصلی طراحی سیستمهای تهویه مطبوع به حساب می‌آید. شرایط آسایش حرارتی به عوامل محیطی (دمای هوا، دمای متوسط تابش نور، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا) و عوامل انسانی (میزان پوشش، نرخ متابولیک بدن افراد و میزان کار آنها) بستگی دارد.[۳] عوامل محیطی معمولاً به طراحی ساختمان از لحاظ معماری و تهویه مطبوع مرتبط می‌شوند، در حالی که عوامل انسانی به نوع کاربری فضا و میزان آزادی عمل افراد بستگی دارند. در محیطهای اداری میزان فعالیت افراد و در نتیجه نرخ متابولیک بدن آنها نسبت به محیطهای مسکونی بیشتر است[۴]. از سوی دیگر، افراد در محیطهای اداری از آزادی عمل کمتری در مقایسه با محیطهای مسکونی برخوردارند. از این رو، برقراری شرایط آسایش حرارتی در محیطهای اداری دشوارتر بوده و لازم است از تدابیر خاص در چنین محیطهایی بیشتر بهره‌گیری شود. استفاده از پوشاک یکسان[۵] و مطابق با شرایط فصلی در فضاهای اداری، یکی‌از این تدابیر به‌حساب می‌آید. اخیراً این امر در برخی از کشورها از جمله چین و

1. www.mabnaco.net, (June 2007).

۱. قانع، محمدعلی؛ ممیزی انرژی در ساختمان اولین قدم در بهینه‌سازی انرژی، پنجمین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران، بهار ۱۳۸۵.

3. P.O. Fanger, Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering, McGraw-Hill, (1970).

4. ASHRAE handbook-fundamentals. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, 2001 [chapter 8]

5. Uniform

ژاپن مورد توجه ویژه قرار گرفته است، به نحوی که قوانین خاصی مبنی بر الزام و یا ممنوعیت استفاده از برخی پوششها (مثلاً الزام به پوشیدن کت در زمستان و ممنوعیت آن در تابستان) به تصویب رسیده است[1 و 2]. توجه به این موضوع در ایران، می‌تواند تأثیرات چشمگیری بر کاهش مصرف انرژی در بخش اداری و آموزشی داشته باشد. در این تحقیق سعی شده است تا تأثیر استفاده از پوشاک یکسان کارکنان در بخشهای اداری و آموزشی بر همگن‌سازی حرارتی محیط[3] و تاثیر آن بر شاخصهای اقتصاد انرژی همچون کاهش مصرف سالانه انرژی و شدت آن مورد بررسی قرار گیرد.

۲. مفهوم کلی آسایش حرارتی در فضاهای اداری و آموزشی

در یک بحث کلی می‌توان چنین گفت که انرژی در فضاهای مختلف، اعم از مسکونی و یا اداری، جهت تامین آسایش حرارتی انسان مصرف می‌شود. مدل فنگر[4] یکی از شناخته شده‌ترین مدل‌ها برای پیش‌بینی شرایط آسایش حرارتی است. فنگر احساس حرارتی افراد را به چهار عامل محیطی (دمای هوا، دمای متوسط تابش، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا) و سه عامل انسانی (میزان پوشش، نرخ متابولیک و میزان کار افراد) مرتبط می‌داند و هفت عامل مذکور را در قالب یک پارامتر (احساس حرارتی افراد[5]) بیان می‌دارد. معیار تعیین شرایط آسایش حرارتی PMV می‌باشد. مقدار PMV بین ۳- و ۳ است و طبق دستورالعمل تأسیساتی انجمن مهندسان دستگاه‌های حرارتی - برودتی و تهویه آمریکا (ASHRAE)[6] هر عدد صحیح بین این دو مقدار به نوعی بیانگر احساس حرارتی ساکنان ساختمان از شرایط محیطی است[7] به طوری که: ۳ خیلی گرم، ۲ گرم، ۱ کمی گرم، ۰ خنثی، ۱- کمی سرد، ۲- سرد، ۳- خیلی سرد است. مقدار این پارامتر با

1. http:// www. spiegel. De / international /world /0,1518, 488739, 00.html, (June 2007).
2. .http:// www.careerjournal.com/ myc/ workabroad/ 20060612-morse. html, (June 2007).
۳. سیدعلیرضا ذوالفقاری، بررسی مدلهای آسایش حرارتی، پژوهش یک دوره دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، بهار ۱۳۸۶.
4. P.O. Fanger, Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering, McGraw-Hill, (1970).
5. Predicted Mean Vote (Pmv)
6. American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers
7. ASHRAE handbook-fundamentals. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, 2001 [chapter 8]

درصد نارضایتی افراد مرتبط است.

معمولاً پارامترهای محیطی تأثیرگذار بر شرایط آسایش حرارتی، به نحوهٔ معماری و طراحی حرارتی فضا ارتباط دارند و پارامترهای انسانی بـه نـوع کـاربری فـضا و میـزان آزادی عمل افراد وابسته‌اند. در واقع تغییر در پارامترهای انسانی یکی از شیوه‌های ایجـاد تطبیق حرارتی با محیط می‌باشد. به عبارت دیگر، افراد می‌تواننـد بـا تغییـر پارامترهـای انسانی در محدوده‌ای معین، تا حدی با شرایط حرارتی محیط سـازگار شـوند. تحقیقـات نشان داده است که تغییر در پارامترهای انسانی یکی از شیوه‌های مؤثر در ایجاد آسـایش تطبیقی[1] با محیط‌بحساب می‌آید[2و3]. از طرفی، چنانچه که قبلاً گفتیم در فـضاهای اداری و آموزشی، آزادی عمل افراد برای تغییر پارامترهای انسانی چندان زیاد نیست. در چنین فضاهایی افراد به دلیل انجام کارهای مشخص، قادر به کاهش نرخ متابولیـک بـدن خـود نیستند. همچنین شرایط فرهنگی و حجب و حیای افـراد، مـانع از آن مـی‌شـود کـه در فصل گرم سال از طریق کم‌کردن لباس‌های خود به آسایش تطبیقی دسـت پیـدا کننـد. این در حالی است که پوشیدن لباس‌های بیشتر در فـصل زمـستان مـی‌توانـد راهکـاری مؤثر در جهت کاهش مصرف انرژی و دستیابی بـه آسـایش تطبیقـی در فـضاهای اداری باشد. از سوی دیگر، از آنجا کـه معمـولاً پوشـیدن لباسـهای یکـسان در ادارات مرسـوم نیست و افراد بسته به سلیقهٔ شخصی از پوششهای متنوع اسـتفاده مـی‌کننـد، احـساس حرارتی افراد، در گسترهٔ نسبتاً وسیعی واقع می‌شود و همین امر سـبب ایجـاد نـاهمگنی حرارتی در محیط خواهد شد. بنابراین ایجاد شرایط آسایش حرارتی برای ساکنان چنین فضاهایی دشوار است و همواره بخشی از ساکنان از شرایط حرارتی محیط ابراز نارضایتی می‌کنند. از این رو، با استفاده از پوشـشهای یکـسان در ادارات و محـیط‌هـای آموزشـی، می‌توان تا حد زیادی شرایط آسایش حرارتی همگن را فراهم نمود.

لازم به ذکر است که عواملی همچون جنسیت و سن، تأثیر چندانی بـر احـساس

1. Adaptive Thermal Comfort

2. Havenith, G., Holmer, I., and Parsons, K., "Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production", Energy and Buildings, Vol. 34, pp. 581-591, 2002.

3. Newsham, G.R., "Clothing as a thermal comfort moderator and the effect on energy consumption", Energy and Buildings, Vol. 26, pp. 283-291, 1997.

حرارتی افراد ندارند.[1و2] بنابراین عوامل مذکور موجب ناهمگنی حرارتی محیط نمی‌شوند. همچنین در هنگام طراحی سیستمهای تهویه مطبوع، با فرض همگن بودن پارامترهای انسانی، سعی می‌شود تا با طراحی مناسب، ناهمگنی حرارتی ناشی از پارامترهای محیطی به حداقل برسد. بنابراین در مجموع، استفاده از پوششهای یکسان موجب همگن سازی حرارتی محیط خواهد شد. در اینجا اشاره می‌شود که گرچه استفاده از پوششهای یکسان، به ایجاد محیطی به لحاظ حرارتی همگن و با شرایط آسایش حرارتی نسبتاً یکسان منجر می‌شود، ولی بایستی میزان مقاومت حرارتی این پوشاک مطابق با شرایط فصلی و آب و هوایی به‌گونه‌ای تعیین شود که مصرف انرژی را بطور مطلوبی کاهش داده و در کنار آن موجب بر هم زدن راحتی افراد نگردد. در ادامه نتایج مطالعه‌ای[3] که در مورد دو دسته پوشش‌های تابستانی و زمستانی انجام گرفته است و میزان کاهش مصرف سالانهٔ انرژی به شرط پوشیدن این لباس‌ها در مقایسه با حالتی که از پوشاک معمولی استفاده شود،ارائه خواهد شد.

۳. تأثیر پوشاک یکسان بر مصرف انرژی

این مطالعه[4]، میزان مصرف انرژی سالانهٔ یک ساختمان اداری (۱۰ واحد در ۵ طبقه) به عنوان یک ساختمان نمونه در شهر تهران مورد بررسی قرار گرفته و به منظور بررسی تأثیر استفاده از لباس‌های یکسان بر همگن‌سازی حرارتی محیط و کاهش مصرف انرژی، دو دسته پوشش یکسان برای کارکنان در فصل زمستان و تابستان پیشنهاد شده و تأثیر استفاده از این پوششها به جای پوشاک معمول تابستانه و زمستانه مورد بررسی قرار گرفته است (جداول ۱ و ۲). لازم به ذکر است که با توجه به مسائل اجتماعی و رعایت

1. P.O. Fanger, Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering, McGraw-Hill, (1970).

2. Parsons, K.C., "The effects of gender، acclimation state, the opportunity to adjust clothing and physical disability on requirements for thermal comfort", Energy and Buildings, Vol.34, pp. 593-599, 2002.

۳. سیدعلیرضا ذوالفقاری، بررسی مدلهای آسایش حرارتی، پژوهش یک دوره دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، بهار ۱۳۸۶

۴. همان

حجاب کارکنان، امکان تغییر چندانی در میزان پوشش اداری افراد در فصل گرم سال وجود نداشت.

در جدول ۱، I_{cl} میزان مقاومت حرارتی پوشاک کارکنان می‌باشد و با واحد clo سنجیده می‌شود که هر clo معادل $۰/۱۵۵ m^2K/W$ است.

امکان تطبیق کارکنان با محیط از طریق پوشیدن لباس گرم‌تر در فصل سرد سال بیشتر است. به عبارت دیگر، با تغییر در نوع پوشش و میزان عایق‌بندی لباس در فصل سرد، می‌توان تا حد زیادی به لحاظ آسایش، با محیط سازگاری ایجاد نمود. اما باید توجه داشت که در محیطهای اداری، نباید پوشیدن لباس بیشتر یا گرم‌تر برای کارکنان به حدی برسد که موجب سلب آسایش آنان گردد و یا از کارایی آنها بکاهد. با توجه به آنچه گفته شد و به منظور کاستن از مصرف انرژی، پوششی مناسب با شرایط فصل سرد سال برای فضاهای اداری در جدول ۲ پیشنهاد شده است.

جدول ۱. جزئیات پوشش معمول و پوشش پیشنهادی تابستانه در فضای اداری

پوشش معمول تابستانهٔ اداری	پوشش پیشنهادی تابستانه اداری
لباس زیر	لباس زیر
جوراب و کفش	جوراب و کفش
شلوار کتان نازک	شلوار کتان نازک
پیراهن کتان آستین بلند	پیراهن کتان آستین کوتاه
$I_{cl} = ۰/۸۰$ clo	$I_{cl} = ۰/۷۲$clo

جدول ۲. جزئیات پوشش معمول و پوشش پیشنهادی زمستانه در فضاهای اداری

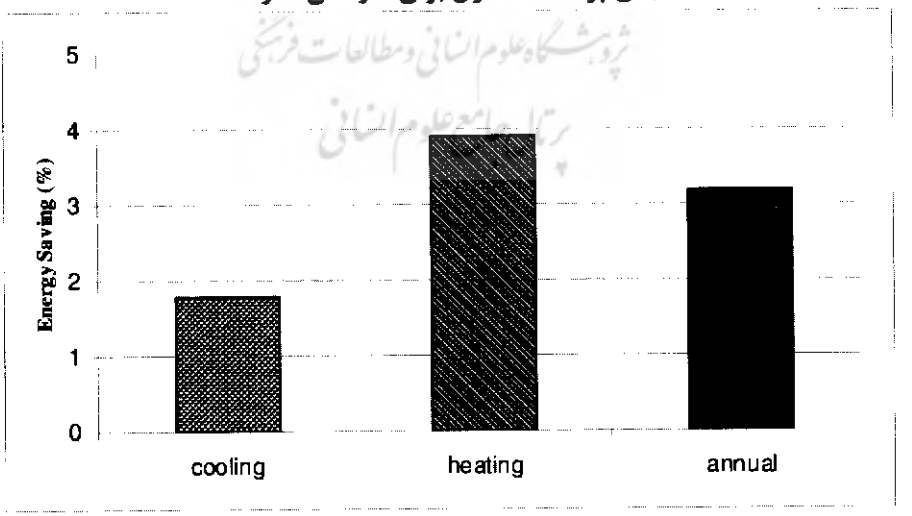
پوشش معمول زمستانهٔ اداری	پوشش پیشنهادی زمستانهٔ اداری
لباس زیر	لباس زیر
جوراب و کفش	جوراب و کفش
شلوار فاستونی ضخیم	شلوار فاستونی ضخیم
پیراهن پشمی آستین بلند	پیراهن آستین بلند معمولی
-	کت یا پلیور کاموایی
$I_{cl} = ۰/۹۲$ clo	$I_{cl} = ۱/۱۳$ clo

نتایج بررسی مذکور نشان می‌دهد، با استفاده از پوشـشهای پیـشنهادی بـه‌جـای پوششهای معمول، می‌توان حدود ۱/۸ درصد در فصل گرم و ۳/۹ درصـد در فـصل سـرد سال و بطور کلی ۳/۲ درصد در مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی سـالانه در فـضاهای اداری صرفه‌جویی کرد (شکل۳). به‌این ترتیب، بررسی اقتصادی میزان ارزش صرفه‌جویی در مصرف سوخت ناشی از بـه‌کـارگیری پوشـاک پیـشنهادی بـه‌جـای‌پوشـاک معمـول، می‌تواند اهمیت این امر را آشکارتر سـازد. لـذا در ادامـه بـا رویکـردی اقتـصادی، تـأثیر استفاده از البسهٔ یکسان و مناسب با شرایط فصلی بر اقتصاد انرژی بررسی شده است.

۴. وضعیت شاخصهای اقتصاد انرژی در بخش ساختمان و مسکن

بخش انرژی از زیربخشهای اقتصادی است که با سایر بخشها در ارتبـاط اسـت. در اینجـا به بررسی شاخصهائی همچون شدت انرژی در بخش ساختمان، مصارف سرانه انرژی‌کـه به نوعی وابسته به درآمد خانوار می‌باشد و یارانه انرژی می‌پردازیم و در بخش بعدی نیـز تاثیر استفادهٔ کارکنان ادارات‌از پوششهای یکسان برشاخصهای مـذکور نـشان داده شـده است.

شکل۳. میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی به‌دلیل استفاده از پوشاک پیشنهادی به جای پوشاک معمول برای کارکنان ادارات



۴-۱. مصرف سرانه انرژی در بخش ساختمان

مصرف سرانه انرژی در بخش خانگی در جدول۳ نشان داده شده است.[۱] همانطور که ملاحظه می‌شود بر اساس مطالعات صورت گرفته مصرف سرانه انرژی در بخش ساختمان از ۲/۶۵ بشکه به ازاء هر نفر در سال ۱۳۷۳ به ۴/۱۵ بشکه به ازاء هر نفر در سال ۱۳۸۴ رسیده که متوسط رشد سالانه مصرف‌سرانه انرژی معادل ۴/۱۷ درصد بوده است. نرخ رشد جمعیت طی دوره ۸۴-۱۳۷۳ به‌طور متوسط سالانه ۱/۴۸ درصد بوده که کمتر از رشد مصرف سرانه انرژی در بخش خانگی است. علت افزایش مصرف بوخت در بخش خانگی را می‌توان به ارتقاء نسبی رفاه عمومی و کاهش راندمان تجهیزات انرژی‌بر خانگی و پایین بودن قیمتها نسبت داد. مصرف انرژی یک خانوار نیز از ۱۲/۸۰ بشکه در سال ۱۳۷۳ به ۱۶/۲۶ بشکه در سال ۱۳۸۴ افزایش یافته است. در طی این سالها مصرف انرژی هر خانوار به‌طور متوسط سالانه ۲/۲۰ درصد رشد داشته است که به دلیل کوچکتر شدن حجم خانوارها و در نتیجه افزایش تعداد خانوارها نسبت به رشد جمعیت، مصرف انرژی یک خانوار رشد کمتری را نسبت به مصرف سرانه آن نشان می‌دهد.

جدول۳. روند مصرف سرانه انرژی در بخش ساختمان (خانگی/تجاری)

(واحد: بشکه به نفر)

سال	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸
مصرف سرانه	۲/٦٥	۲/۷۲	۲/۹۳	۳/۰۹	۳	۳/۱۵
مصرف هرخانوار	۱۲/۸۰	۱۲/۹۷	۱۳/۷۲	۱٤/۱٦	۱۳/٤۷	۱۳/۸٤
سال	**۱۳۷۹**	**۱۳۸۰**	**۱۳۸۱**	**۱۳۸۲**	**۱۳۸۳**	**۱۳۸۴**
مصرف سرانه	۳/۳٥	۳/۳٥	۳/٦٤	۳/۸۱	۳/۹۸	٤/۱٥
مصرف هرخانوار	۱٤/٤٦	۱٤/۲۰	۱٥/۱٦	۱٥/٥٤	۱٥/۹۳	۱٦/۲٦

۱. ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

۵. تحلیل اقتصاد انرژی

در این قسمت با استفاده از نتایج حاصل از شبیه سازی کامپیوتری با نرم افزار کریر، میزان انرژی مصرفی به ازای هر مترمربع زیربنا در ایران محاسبه شده و بر اساس شاخصهای اقتصادی مطرح در بخش قبل، به تحلیل اقتصادی ناشی از کاهش مصرف سوخت در بخشهای اداری و آموزشی کشور خواهیم پرداخت.

۵-۱. تاثیر مصرف انرژی بر شاخصها و هزینه های آن

مصرف انرژی در بخش خانگی ـ تجاری (ساختمان و مسکن) در جدول۴ نشان داده شده است.[1] همانطور که ملاحظه می‌شود در روند کلی مصرف انرژی در بخش خانگی ـ تجاری، رشد مصرف انرژی در سال ۱۳۸۱ از ۹/۹۴ درصد به حدود ۶/۶۸ درصد رسیده و در سال ۱۳۸۴نیز نسبت به سال قبل کاهش داشته است. این کاهش می‌تواند نقطه آغاز حرکت و اقدامات لازم جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در این بخش باشد.

هرچند ارائه یک رقم متوسط برای انرژی هدر رفته در ساختمانهای تجاری ـ خانگی کشور با توجه به تنوع ساخت و موقعیت جغرافیایی آنها بسیار مشکل است، اما

جدول۴. تغییرات مصرف انرژی در بخش ساختمان

(برحسب میلیون بشکه معادل نفت‌خام)

سال	مصرف کل	تغییرات نسبت به سال قبل (درصد)
۱۳۸۰	۲۳۹/۵۸	-
۱۳۸۱	۲۶۳/۴۰	۹/۹۴
۱۳۸۲	۲۷۹/۸۴	۶/۲۴
۱۳۸۳	۲۹۵/۹۰	۵/۷۴
۱۳۸۴	۳۱۵/۶۶	۶/۶۸

۱. ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

با توجه به تقسیم‌بندی سه‌گانه شهرهای کشور برحسب آب و هوا و تحلیلهای انجام شده، ارقام سالیانه مصرف انرژی گرمایشی را که عمدتا از طریق سوختهای فسیلی و یا گازطبیعی تأمین می‌شود، می‌توان در مناطق سه گانه آب و هوایی (معتدل، سرد و گرم) مطابق جدول۵ به‌دست آورد.

با دانستن سرانه مصرف سوخت از بخش قبل، متوسط افزایش مصرف انرژی در ساختمانها و متوسط بار حرارتی ـ برودتی به‌ازای یک مترمربع در کشور، متوسط مصرف سوخت در هر متر مربع به ازای هر ساعت به شرح جدول۶ (شکل۴) برای سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۴ محاسبه شده است. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که متوسط مصرف انرژی به ازای هر مترمربع سطح زیر بنای ساخته شده در کشور رقمی معادل ۱۶۵ وات می‌باشد[۱].

جدول۵. متوسط بار انرژی حرارتی به ازای یک متر مربع سطح زیر بنا در ساختمانهای یک طبقه

منطقه	متوسط بار حرارتی و برودتی کشور (وات در هر مترمربع)
معتدل	۱۴۷
سرد	۱۷۷
گرم	۴۰

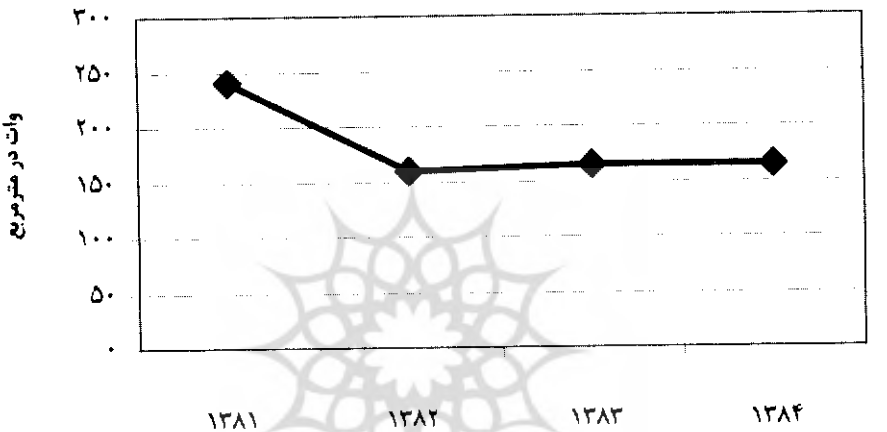
جدول۶. متوسط مصرف انرژی در هر متر مربع ساختمان در ساعت

سال	متوسط بار حرارتی و برودتی کشور (وات در هر مترمربع)
۱۳۸۱	۲۴۱
۱۳۸۲	۱۵۹
۱۳۸۳	۱۶۵
۱۳۸۴	۱۶۵

۱. ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

متعاقبا استفاده از پوشاک یکسان در ادارات و اماکن آموزشی، با توجه به اینکه اماکن اداری و آموزشی ۲۰درصد از مصرف انرژی در بخش ساختمان را به خود اختصاص می‌دهند[۱]، باعث تغییر در مقادیر انرژی مصرفی کشور خواهد شد. با توجه به مورد فوق، این تاثیر بر شاخصهای مصرف انرژی، در جدول ۷ نشان داده شده است.

شکل۴. مصرف انرژی در بخش ساختمان (خانگی ـ تجاری)



جدول۷. تاثیر استفاده از البسه یکسان در محیطهای اداری و آموزشی بر شاخصهای مصرف انرژی

شاخص تحت تاثیر	میزان تاثیر	نوع تاثیر
کل مصرف در بخش ساختمان	۲،۲۸ میلیون بشکه معادل نفت‌خام در سال	کاهش
رشد سالانه مصرف	٪ ۰،۰۴	کاهش
سرانه مصرف انرژی	٪ ۰،۰۳	کاهش
مصرف انرژی یک خانوار	۰،۱ بشکه معادل نفت خام در سال	کاهش

۲. ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

همانطور که قبلاً اشاره شد، طبق آمارهای منتشره حدود ۴۱درصد کل انرژی کشور در بخش ساختمان مصرف می‌شود[۱] که هزینه‌ای معادل ۳۰درصد درآمد حاصل از فروش نفت را به خود اختصاص می‌دهد[۱۵]. ضمن این که حدود ۷۰درصد کل انرژی مصرف شده در ساختمان،یعنی رقمی معادل ۱۵/۶ میلیارد دلار در سال صرف سرمایش و گرمایش می‌شود[۲]. همچنین از کل انرژی مصرف شده در بخش ساختمان، بیش از ۲۰درصد آن در فضاهای اداری مورد مصرف قرار می‌گیرد[۳]. بنابراین سالانه حدود ۳،۱۲ میلیارد دلار صرف سرمایش و گرمایش فضاهای اداری می‌گردد. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از پوشاک یکسان و مناسب فصل برای کارکنان ادارات و مراکز آموزشی می‌توان به‌طور متوسط سالانه حدود ۳/۲درصد این مبلغ را صرفه‌جویی کرد که رقمی معادل ۹۹،۸ میلیون دلار (معادل ۸۹،۸ میلیارد تومان) است. این رقم در مقایسه با هزینه نهایی ساخت برج میلاد که تقریباً ۹۸ میلیارد تومان برآورد شده است[۴]، رقمی چشمگیر به نظر می‌آید. علاوه بر موارد فوق، شاخص شدت مصرف انرژی را نیز می‌توان از این طریق حدود ۰/۰۱ بشکه بر میلیون ریال کاهش داد که فهرست آن در جدول ۸ آمده است.

جدول۸. تاثیر استفاده از البسه یکسان در محیطهای اداری و آموزشی بر شاخصهای اقتصاد انرژی

شاخص تحت تاثیر	میزان تاثیر	نوع تاثیر
هزینه‌های انرژی در کشور	۹۹،۸ میلیون دلار در سال	کاهش
شدت انرژی	۰،۰۱ بشکه بر میلیون ریال	کاهش

۶. نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده در این تحقیق نشان داد که با استفاده از پوشاک پیشنهادی به

۱. ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

۱. همان

3 . www.mabnaco.net, (June 2007).

4. http://www.irancivilcenter.com ,(Sep 2006).

جای پوشاک معمول، می‌توان میزان مصرف انرژی را کاهش داد. این امر به‌دلیل تغییر دمای هوای لازم برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی به ازای پوششهای مختلف صورت می‌گیرد. تحقیق اخیر نشان داد که به ازای هر ۰/۱clo تغییر در میزان عایق‌بندی حرارتی پوشاک کارکنان، دمای هوای لازم برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی حدود ۰/۵درجهٔ سانتیگراد تغییر خواهد کرد. از این رو، با استفاده از پوشش مناسب به جای پوشش معمول در فصول گرم و سرد سال، می‌توان حدود ۳/۲ درصد در مصرف سالانهٔ انرژی در فضاهای اداری صرفه‌جویی نمود. شایان ذکر است که ارزش اقتصادی این میزان صرفه‌جویی در حدود ۹۹/۸ میلیون دلار می‌باشد. از دیگر نتایج مثبت استفاده از پوشاک یکسان در ادارات و محیطهای آموزشی می‌توان به کاهش شدت انرژی، کاهش سرانه مصرف انرژی و همچنین کاهش رشد مصرف در کشور اشاره کرد.

بر اساس نتایج ارائه شده در مطالعه حاضر، توصیه می‌شود از پوشاک یکسان در محیطهای اداری و آموزشی کشور استفاده گردد و حتی محدودیتهایی مانند عدم استفاده از کت در تابستان و یا الزام به استفاده از آن در زمستان به اجرا گذاشته شود.

منابع

۱. فتحیان پور، مژگان ، تجزیه و تحلیل انرژی مصرفی کشور، چهارمین همایش ملی انرژی، تهران، بهار ۱۳۸۴.

۲. ترازنامهٔ هیدروکربنی کشور، مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۴.

3. Farhanieh, B., Sattari, S., Simulation of energy saving in Iranian buildings using integrative modeling for insulation, Renewable Energy, Vol. 36, pp. 417-425, 2006.

4. www.mabnaco.net, (June 2007).

۵. قانع، محمدعلی؛ ممیزی انرژی در ساختمان اولین قدم در بهینه‌سازی انرژی، پنجمین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران، بهار ۱۳۸۵.

6. P.O. Fanger, Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering, McGraw-Hill, (1970).

7. ASHRAE handbook-fundamentals. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, 2001 [chapter 8]

8. http:// www. spiegel. De / international /world /0,1518, 488739, 00.html, (June 2007).

9.http:// www.careerjournal.com/ myc/ workabroad/ 20060612-morse. html, (June 2007).

۱۰. سیدعلیرضا ذوالفقاری، بررسی مدلهای آسایش حرارتی، پژوهش یک دوره دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، بهار ۱۳۸۶

11. Chapman, K.S., and Sengupta, J., "Window performance for human thermal comfort", ASHRAE Final Report, ASHRAE TC.4.5, RP. 1162, May 2004.

12. Havenith, G., Holmer, I., and Parsons, K., "Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production", Energy and Buildings, Vol. 34, pp. 581-591, 2002.

13. Newsham, G.R., "Clothing as a thermal comfort moderator and the effect on energy consumption", Energy and Buildings, Vol. 26, pp. 283-291, 1997.

14. Parsons, K.C., "The effects of gender، acclimation state, the opportunity to adjust clothing and physical disability on requirements for thermal comfort", Energy and Buildings, Vol.34, pp. 593-599, 2002.

15. http://www.saba.org, (Sep, 2006).

16. http://www.irancivilcenter.com ,(Sep 2006).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی