e of SID

مروری بر پارامترهای فرمی بلوک‌های شهری تأثیرگذار بر مصرف انرژی و جذب انرژی خورشیدی

هانیه صنایعیان[1] و سیده فاطمه غرابی[2]

تاریخ دریافت: 97/11/30
تاریخ پذیرش: 98/08/28

چکیده: با توجه به رشد جمعیت، افزایش شهرنشینی، ساختمان‌های پر مصرف انرژی در مراکز شهری کشورهای در حال توسعه قرار دارند. از این رو نیاز به افزایش بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها از طریق استفاده منسجم از طراحی فعال و غیر فعال خورشیدی برای راهبردهای کاهش مصرف انرژی، افزایش بهره وری تجهیزات و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، تبدیل انرژی تجدیدپذیر به انرژی حرارتی یا الکتریسیته، اولین گام لازم برای اعمال ترکیب استراتژی‌های طراحی فعال و غیر فعال است. استراتژی‌های طراحی غیر فعال یکی از مؤثرترین و ارزانترین روش‌های کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌هاست. در این مطالعه به بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان از نقطه نظر طراحی غیر فعال در مقیاس بلوک شهری و در مقیاس بنا پرداخته شده است و به مرور اصلی‌ترین شاخص‌های مؤثر در مصرف انرژی ساختمان و پارامترهای فرمی تأثیر گذار بر جذب انرژی خورشیدی از دیدگاه پژوهشگران متعدد مورد بررسی قرار گرفته است. شناخت دقیق و بررسی شاخص‌ها و پارامترهای تأثیرگذار بر مصرف انرژی این امکان را به طراحان و معماران می‌دهد که در مراحل اولیه طراحی با دقتی بیشتر و دیدی تأثیرگذارتر در زمینه مصرف انرژی ساختمان به ارزیابی و طراحی غیر فعال ساختمان بپردازند. در این مقاله مکان قرارگیری توده ساختمان درون سایت در شش حالت کلی در اقلیم شهر تهران مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از مدل‌سازی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر، میزان مصرف انرژی و جذب انرژی خورشیدی در مدل‌ها و در سه جهت گیری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: مطالع پارامتری، پارامترهای فرمی، طراحی غیر فعال خورشیدی، عملکرد بهنیه انرژی.

[1] **استادیار**، معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) sanayeayan@iust.ac.ir
[2] **دانشجوی کارشناسی ارشد**، معماری، گروه معماری، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.

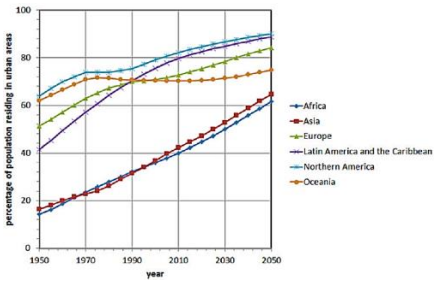
www.SID.ir

Archive of SID

1-مقدمه

در سراسر جهان حدود 40% انرژی در ساختمان مصرف می‌شود. با توجه به رشد جمعیت، افزایش شهرنشینی و بهبود استانداردهای زندگی، اکثر ساختمان‌های پر مصرف انرژی در مراکز شهری کشورهای در حال توسعه قرار دارند. از بین رفتن منابع انرژی و ریسک تغییرات آب‌وهوایی، برای یک مسیر توسعه پایدار بر اساس انرژی های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی، مورد نیاز است. طراحی ساختمانی منعطف یا طراحی خورشیدی می‌تواند نقش مهمی در کاهش تقاضای انرژی ساختمان‌ها داشته باشد بدون این که به استانداردهای زندگی مدرن برسد. مهمترین عملکرد ساختمان‌ها، ارائه سرپناه متناسب با راحتی حرارتی و بصری برای ساکنان آن است (Bodach et al., 2014; Savvides et al., 2019; Zhang et al., 2019).

از قرن 19 میلادی، معماران (Olgyay, 1963) و طراحان شهری(Martin, 1967) به بررسی رابطه میان مصرف انرژی و شکل واحدهای همسایگی پرداختند. رابطه میان ساختمان‌ها و محیط اطرافشان یک چالش مشترک میان معماران، طراحان شهری و هواشناسان است (Berkovic et al., 2012). هواشناس‌ها به تأثیر شهرسازی بر تغییر اقلیم می‌پردازند، طراحان شهری به تأثیر شکل و شاکله شهری بر مصرف انرژی و آسایش حرارتی در محیط‌های شهری و بناها علاقه‌مند هستند و معماران به بررسی آسایش و مصرف انرژی در مقیاس بنا می‌پردازند (Givoni, 1976; Granadeiro et al., 2013; Pakzad and Salari, 2018; Sanaieian et al., 2014; van Esch et al., 2012).



شکل 1-افزایش جمعیت شهرنشینی در جهان (Moonen et al., 2012)

Fig1. Increasing urbanization population in the world (Moonen et al., 2012)

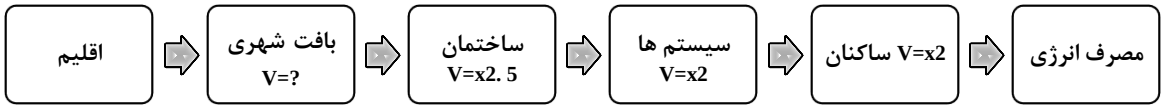
در دهه 1960 میلادی، معماران و طراحان شهری به این نتیجه رسیدند که تمرکز بر ساختمان‌ها به تنهایی و بدون توجه به ساختمان‌های اطراف ارزش چندانی ندارد و در نتیجه باید مطالعات در مورد رفتار حرارتی ساختمان‌ها در سطح بلوک‌های شهری و گروهی از ساختمان‌ها انجام شود (Steemers, 2003). رفتار حرارتی یک ساختمان زمانی که در ردیفی از ساختمان‌ها قرار می‌گیرد با زمانی که به تنها و بدون ساختمان‌های مجاور باشد، متفاوت است. یک از وجوه مهم در طراحی بلوک-های شهری تأثیر شکل بلوک‌ها بر میزان مصرف انرژی است. در همین حال مطالعات زیادی بر روی واحدهای همسایگی و تأثیر شکل آنها در مصرف انرژی انجام شده است (Al-Sallal, 1996; Haapio, 2012; Perkins et al., 2009).

بر اساس مطالعات رتی و همکارانش (Ratti et al., 2005) رفتار حرارتی ساختمان‌ها به پنج عامل بستگی دارد: 1- اقلیم 2- شکل شهری 3- طراحی ساختمان 4-طراحی سیستم ها 5- رفتار کاربران. بر اساس مطالعات آنها طراحی ساختمان‌ها X2/5 طراحی سیستم‌ها 2X، رفتار کاربران 2X در میزان مصرف انرژی تأثیر می‌گذارند (شکل2). تعیین ضریب تأثیر شکل بلوک‌های شهری بر مصرف انرژی ساختمان‌ها امر پیچیده‌ای است؛ به علت آنکه شکل بلوک‌ها شهری نه تنها بر میزان دریافت انرژی خورشیدی ساختمان تأثیر می‌گذارد، بلکه خرداقلیم وجریان هوا را نیز اطراف ساختمان دگرگون می‌کند. همان گونه که گیونی نیز اشاره کرده است، خرداقلیم نه به واسطه انرژی خورشیدی و باد ایجاد می‌شود، بلکه اقلیمی است که به وسیله واحدهای همسایگی اطراف ساختمان‌ها شکل می‌گیرد (Givoni, 1989).

نحوه جهت‌گیری ساختمان‌ها و واحدهای همسایگی نسبت به یکدیگر، نحوه توزیع ساختمان‌ها در سایت، تراکم و همه این‌ها در میزان مصرف انرژی ساختمان تأثیر می‌گذارد، و میزان دسترسی به تابش خورشید، جریان باد و شرایط آب و هوایی هر منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ratti et al. ,2003) و (Taleghani, 2013) و (Ratti et al. ,2005).

www.SID.ir

e of SID



شکل 2-سهم پنج فاکتور در میزان مصرف انرژی ساختمان ها؛ بر اساس نظریه Ratti (Ratti et al., 2005)

Fig. 2-Contribution of the five factors to the energy consumption of buildings based on Ratti's theory (Ratti et al., 2005)

استراتژی‌های طراحی منفعل خورشیدی مربوط به بسیاری از جنبه‌های ساختمان، مانند شکل و جهت گیری آن، عایق‌بندی دیوارها، سقف و کف، نسبت پنجره به دیوار، نوع شیشه، سایه و غیره است. کاهش تعداد متغیرهای طراحی خورشیدی در مطالعات بهینه سازی ممکن است به راحتی نسبت به تأثیر نسبی آنها در استفاده از انرژی ساختمان کمک کند (Stevanović, 2013).

دو رویکرد اصلی در مطالعه شکل بافت‌های شهری وجود دارد: گروه اول بر طراحی بافت شهرهای جدید توجه دارند (Luederitz et al., 2013) و گروه دوم به ارتقا بخشیدن به بلوک‌های شهری موجود می-پردازند(Eugenio et al., 2009). رابطه میان اقلیم و شکل بلوک‌های شهری در مقالات متعددی مورد بررسی قرار گرفته است. بسیاری از این مطالعات می‌توانند در یکی از سه گروه زیر قرار گیرند (Sanaieian et al., 2014). مطالعاتی که

- به بررسی رفتار حرارتی درون و بیرون ساختمان در شکل‌های مختلف بلوک‌های شهری می‌پردازند (Givoni, 1989; Olgyay, 1963).
- بر میزان دسترسی به نور خورشید داخل و خارج ساختمان به منظور گرمایش ایستا و استفاده از نور روز می‌پردازد (Al-Sallal, 1996; Cheng et al., 2006; Knowles, 2003; Montgomery, 1987; Ossen and Lam, 2009).
- به تأثیر شکل بلوک‌های شهری به تهویه فضای خارج و داخل ساختمان می‌پردازند (Mathews, 1987; Tsutsumi et al., 1992).

میزان تابش خورشید یکی از مهمترین عناصر اقلیم است و برای آسایش حرارتی انسان، هم در فضای داخل و هم خارج بنا بسیار حیاتی است. در معماری باستانی، یکی از مهمترین عوامل شکل گیری شهرها دسترسی به اشعه‌های خورشیدی بوده است. شواهد متعدد در معماری بومی در سراسر جهان وجود دارد. (Knowles, 2003; Knowles et al., 1980; Morello and Ratti, 2009; Okeil, 2010; van Esch et al., 2012). هدف از طراحی خورشیدی دسترسی به نور خورشید در داخل ساختمان و پیاده‌رو در روزهای سرد است. نادیده گرفتن حقوق خورشیدی هر ساختمان و فضاهای باز اطراف آن ممکن است باعث از بین رفتن آسایش حرارتی شود (Capeluto and Shaviv, 2001). انرژی خورشیدی را نه تنها می‌توان به صورت انرژی‌های ایستا جهت گرایش و نور روز مورد استفاده قرار داد، بلکه به صورت پویا برای تولید برق و آب گرم مصرفی ساختمان نیز به کار برد (Hachem et al., 2013). پارامترهای مختلفی بر میزان دسترسی به نور خورشیدی اثر می‌گذارد مانند جهت گیری و شکل ساختمان، تراکم و ترکیب ساخت در یک ساختگاه (Hachem et al., 2012; Littlefair, 2001). بنابراین، معماران و طراحان، باید هم به شکل ساختمان و هم محیط اطراف آن در مراحل اولیه فرایند طراحی توجه داشته باشند. بنابراین این مقاله به مرور ادبیات در زمینه عوامل و شاخص‌های طراحی تأثیرگذار بر میزان دریافت انرژی خورشیدی، جهت بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان می‌پردازد.

2- روش تحقیق

2-1-تأثیر شکل بلوک‌های شهری برمیزان دسترسی به نور خورشید

طراحی واحدهای همسایگی با توجه به دسترسی انرژی خورشیدی متکی بر سه عامل اصلی است: تراکم ساخت واحدهای همسایگی، جهت ساختمان و طرح خیابان. پارامترهای کلیدی مانند شکل ساختمان، تراکم بناها در

www.SID.ir

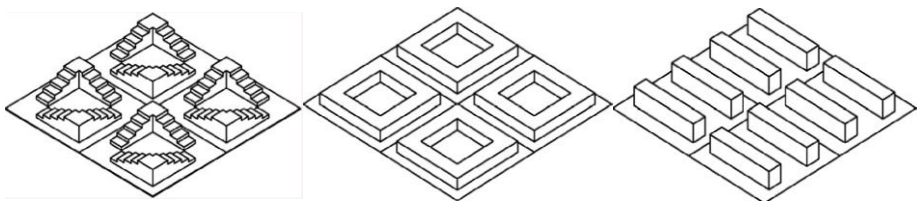
Archive of SID

سایت و طرح سایت در میزان مصرف انرژی در یک بنا بسیار حائز اهمیت است (Zachariah, 2003).

شکل یک ساختمان و بناهای اطراف آن بیشترین تأثیر را در دسترسی به انرژی خورشیدی دارند (Fay et al., 2000; Haapio, 2012). مطالعات متعددی در ارتباط با تأثیر شکل بلوک‌های شهری بر میزان دسترسی به نور خورشید وجود دارد (Hachem et al., 2011b, 2012; Norman et al., 2006; Ratti et al., 2005). به عنوان مثال لیتلفر (Littlefair, 1998, 2001) ارتباط میان مورفولوژی شهر و دسترسی به نور روز در هر بنا را مورد مطالعه قرار داد. علاوه بر آن، اکیل (Okeil, 2010) یک الگوی شهری را با نام بلوک مسکونی خورشیدی[1] مورد بررسی و تحلیل قرار داده و شکل‌های متداول بلوک‌های شهری مقایسه کرده است (شکل3).

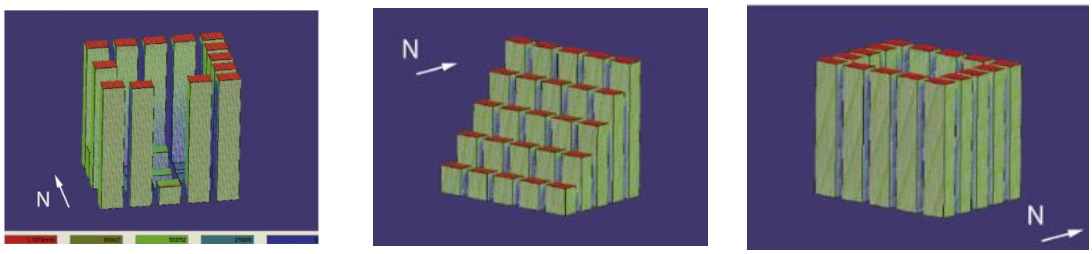
پس از مقایسه میزان تابش مستقیم خورشید بر سطوح مختلف شهری واقع در عرض جغرافیایی 25 درجه، این گونه نتیجه‌گیری کرد که بلوک‌های مسکونی خورشیدی، بیشترین میزان جذب انرژی تابشی را در بر سقف و نمای ساختمان، میان شکل‌های دیگر دارند (Huang12 et al., 2008). کمف و رابینسون (Kämpf and Robinson, 2010) تمرکز خود را بر طراحی شکل‌های جدید شهری قرار داده‌اند که کمترین میزان مصرف انرژی و بیشترین میزان دریافت انرژی خورشیدی را دارا باشند (شکل 4).

عوامل متعددی مربوط به شکل یک بنا و ساختمان‌های اطراف آن هستند که در میزان دسترسی به نور خورشید مؤثر است. از آن جمله عبارتند از: تراکم شهری، جهت نما ساختمان، ارتباط میان ساختمان‌ها و خیابان (نسبت ارتفاع ساختمان به عرض خیابان). پارامترهای طراحی شهری (عرض خیابان و تراکم شهری) و پارامترهای طراحی ساختمان (جهت نمای ساختمان و شکل بنا) نقش مهمی در دسترسی به نور خورشید در بافت شهری و ساختمان‌ها دارند. درک قابلیت دریافت انرژی تابشی برای معماران و برنامه‌ریزان شهری مهم است. طراحی خطوط کلی یک ساختمان و خیابان یک مسأله کلیدی در طراحی بیوکلیماتیک (اقلیمی) شهری است. جهت نمای ساختمان، یکی دیگر از عوامل مهم است که تعیین کننده میزان نفوذ تشعشات خورشیدی به داخل ساختمان است. نمای یک ساختمان فصل مشترک میان معماری و طراحی شهری است و می‌تواند به عنوان رابط بین مقیاس‌های معماری و شهری دیده شود. Hachem نیز در بخش طراحی پلان به طرح هفت پلان متفاوت در آب‌وهوای شمالی (مونترال-کانادا) پرداخت، او به این



شکل 3- سه شکل بلوک‌های شهری مقایسه شده توسط Okeil (Okeil, 2010)

Fig. 3-Three forms of urban blocks compared by okeil (Okeil, 2010)



شکل 4-بررسی شکل‌های جدید شهری از دیدگاه دریافت حداکثر انرژی تابشی (Kämpf and Robinson, 2010)

Fig. 4-Exploring new urban forms of viewpoint receive maximum radiant energy (Kämpf and Robinson, 2010)

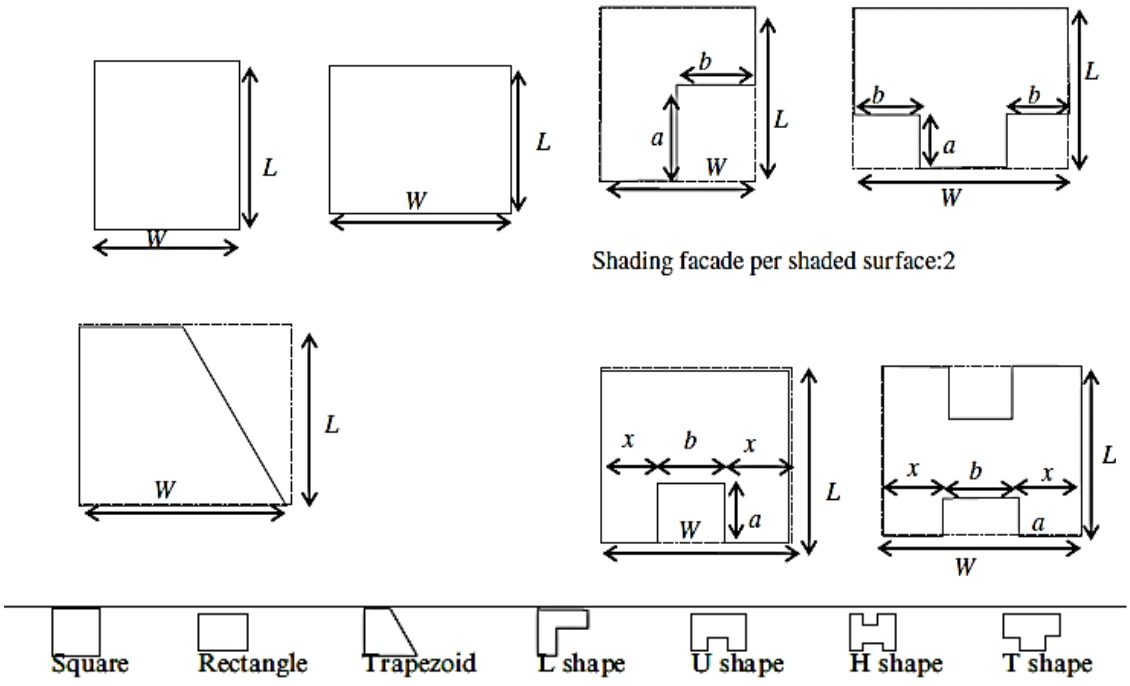
www.SID.ir

e of SID

نتیجه رسید که تابش خورشیدی در اشکال غیر کانونی به طور قابل توجهی تحت تأثیر نسبت عمق قرار دارند. به طور مثال اشکال U و L به دلیل سایه اندازی بال‌ها روی سطح‌های دیگر کمتر از تابش آفتاب بهره می‌برند (شکل5) (Hachem, 2011).

نسبت سطح به حجم (S /V) شاخصی از فشرده‌سازی ساختمان‌ها و چارچوب شهری است و می‌تواند برای ارزیابی کلی تلفات حرارت استفاده شود. به حداقل رساندن نسبت سطح به حجم منجر به کاهش تلفات گرما در فصل سرد می‌شود، اما ممکن است مصرف انرژی را برای روشنایی مصنوعی افزایش دهد به این دلیل که فضاهای تحت تابش اشعه خورشیدی را به حداقل می‌رساند (Sanaieian et al., 2014).

Depecker و همکاران رابطه بین مصرف انرژی گرمایی و ضریب شکل ساختمان را بررسی کردند (ضریب شکل به عنوان نسبت بین سطح خارجی و حجم داخلی ساختمان تعریف می‌شود). مطالعه روی رفتار حرارتی 14ساختمان(شکل6) در دو اقلیم متفاوت، اقلیم سرد پاریس و آب‌وهوای مدیترانه‌ای خلیج Carpentras در جنوب فرانسه انجام شد. در نتیجه، بار گرما در آب‌وهوای سرد تقریبا مستقیما با ضریب شکل با توجه به افزایش گرمای تابشی از طریق تابش خورشید، ارتباط دارد. از سوی دیگر، سطوح دیوار مات در اهمیت کمتری در آب-وهوای معتدل و آفتابی مشاهده می‌شود و هیچ ارتباطی بین بار حرارت و ضریب شکل وجود ندارد (Depecker et al., 2001).

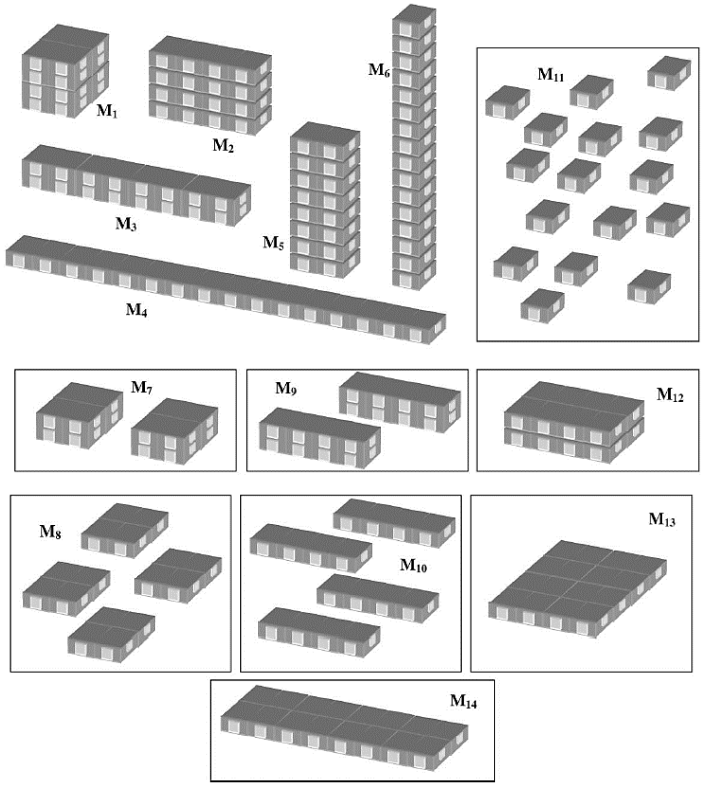


شکل5-طرح‌های اولیه پلان (Hachem, 2011)

Fig. 5-Floor plan layouts of basic shapes (Hachem, 2011)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 6-تعریف 14 شکل مورد مطالعه (Depecker et al., 2001)

Fig. 6-Description the 14 forms studied (Depecker et al., 2001)

3- نتایج و بحث

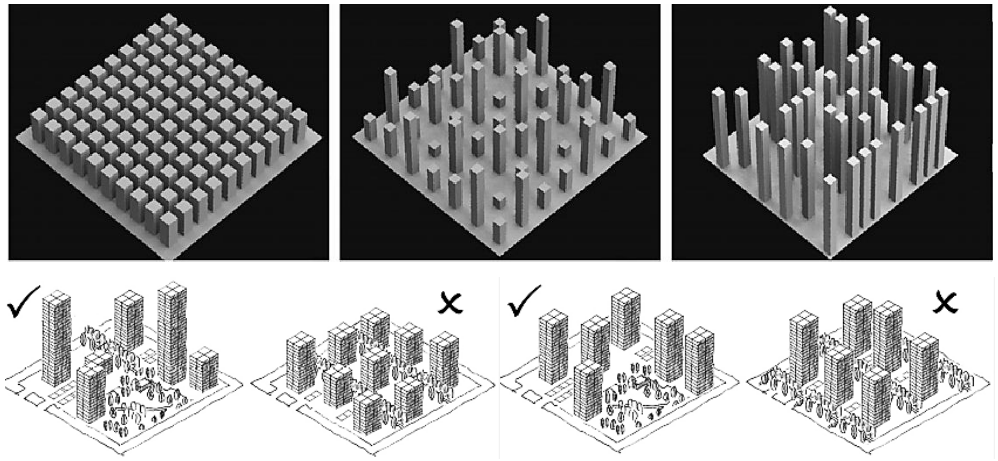
3-1-تراکم شهری

یکی از مهمترین پارامترهایی که عامل کاهش یا افزایش دسترسی به نور خورشید است، تراکم شهری است. افزایش تراکم بافت شهری با افزایش میزان سایه در واحدهای همسایگی بر میزان دسترسی به نور روز اثر می‌گذارد (Steemers, 2003). چنگ و همکاران (Cheng et al., 2006) به کمک یک مطالعه پارامتری تلاش کردند که به بهترین شکل بلوک‌های شهری از دیدگاه دسترسی به نور خورشید دست یابند. آنها رابطه بین شکل ساخته شده، تراکم شهری و پتانسیل دسترسی به نور خورشید را بر اساس سه معیار طراحی مورد بررسی قرار دادند: 1) میزان گشایش در سطح زمین، که رابطه مستقیم با آسایش حرارتی عابران پیاده دارد؛ 2) دسترسی به نور روز در نمای ساختمان، که نشان دهنده عملکرد نور روز در ساختمان است و 3) پتانسیل استفاده از سلول‌های خورشیدی بر بدنه ساختمان، که نشان دهنده میزان سطح قابل استفاده در ساختمان برای نصب سلول‌های خورشیدی است. یافته‌های این مطالعه، ارائه دهنده برخی راهکارهای مفید برای برنامه‌ریزان شهری و معماران در راستای طراحی در بافت‌های متراکم است (70).

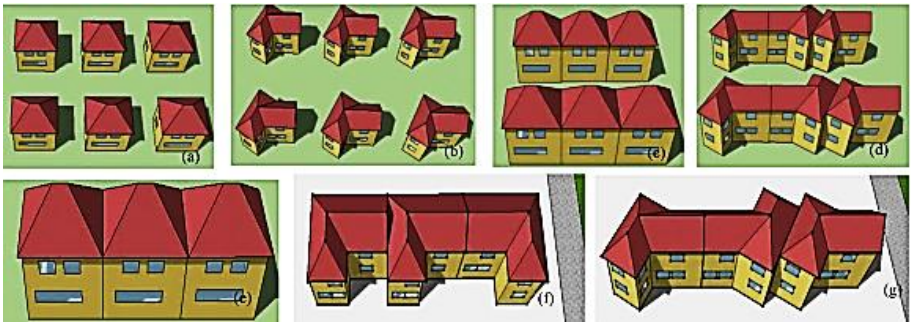
(Hachem et al., 2011) به بررسی چند نکته در ارتباط با طراحی بلوک‌های شهری و دسترسی به نور روز پرداخت: چگونگی طراحی مورفولوژی شهری برای دسترسی حداکثری به نور خورشیدی در یک تراکم شهری مشخص، چگونگی یافتن بهترین مکان قرارگیری ساختمان برای قرار نگرفتن در سایه، چگونگی بهره‌گیری از شکل خیابان به عنوان یک پارامتر طراحی به منظور بهبود عملکرد کلی انرژی واحدهای همسایگی (شکل8).

www.SID.ir

e of SID



شکل 7-بلوک‌های شهری بررسی شده توسط چنگ و همکاران (Cheng et al., 2006)
Fig. 7-Urban Blocks study by Cheng et al (Cheng et al., 2006)



شکل 8-چند نمونه از شکل‌های بلوک شهری بررسی شده توسط Hachm (Hachem et al., 2011)
Fig. 8-Some examples of urban block shapes examined by Hachm (Hachem et al., 2011)

3-2-جهت نمای ساختمان

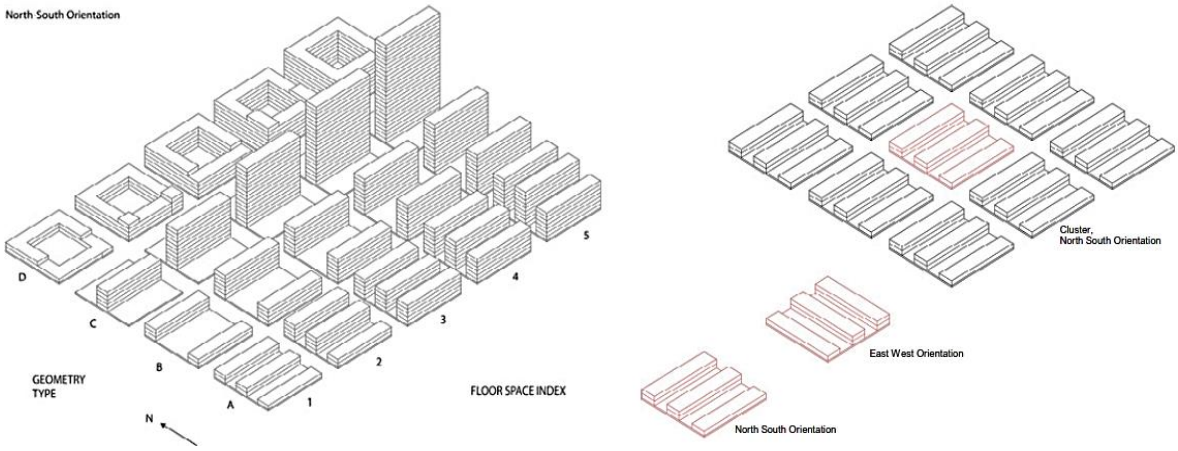
جهت‌گیری نمای ساختمان یکی دیگر از فاکتورهای مهم در مطالعه خورشیدی بلوک‌های شهری است. قوش و واله (Ghosh and Vale, 2006) مساحت سقف مورد نیاز برای گرمای خورشیدی و نصب صفحات فوتوولتائیک را مورد محاسبه قرار دادند. آنها این گونه نتیجه گرفتند که در مقیاس محلی، شکل سقف و جهت گیری‌های ساختمان تأثیر قابل توجهی در میزان جذب انرژی خورشیدی دارند. کانتر و هوروات (Kanters and Horvat, 2012) اشکال هندسی بلوک‌های شهری و چگونگی دریافت انرژی خورشیدی توسط این شکل‌ها را مورد مطالعه قرار دادند. آنها چهار بلوک شهری را در شهر لوند در جنوب سوئد مورد مطالعه قرار دادند و اعلام کردند که شکل و جهت گیری بلوک‌های شهری تأثیر قابل توجهی بر میزان دسترسی به نور خورشید دارد. در انتها این گونه نتیجه گیری کردند که در بلوک‌های شهری احاطه شده به وسیله ساختمان‌های دیگر دسترسی به نور خورشید حدود 75-10٪ کاهش یافته است (شکل 9).

3-3-طرح ساختمان‌ها و خیابان‌ها

بسیاری از مطالعات خورشیدی در بنا، مربوط به نسبت ارتفاع ساختمان به عرض خیابان است(Ali-Toudert and Mayer, 2006; Harzallah, 2007). شکل ساختمان به حجم کلی آن اطلاق می‌شود که بنا نباید از حدود آن خارج شود. این نسبت به وسیله ارتفاع عمودی ساختمان به عرض افقی خیابان تعریف می‌شود.

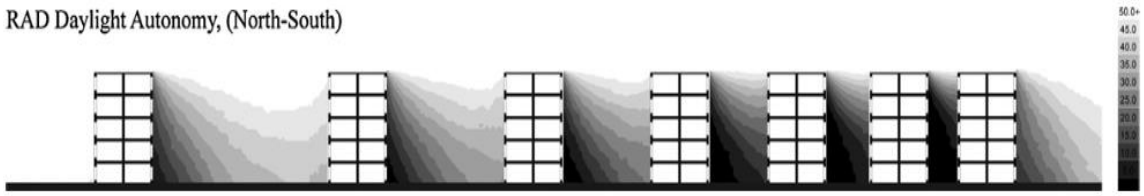
www.SID.ir

Archive of SID



شکل 9-چهار شکل مطالعه شده توسط کانتر و هوروات (Kanters and Horvat, 2012)

Fig. 9-The four shapes studied by Kanters and Horvat (Kanters and Horvat, 2012)



شکل 10-بررسی تأثیر نسبت ارتفاع ساختمان به عرض خیابان بر دریافت انرژی خورشیدی (Strømann-Andersen and Sattrup, 2011)

Fig. 10-Investigation of the effect of building height to street width ratio on solar energy consumption (Strømann-Andersen and Sattrup, 2011)

مطالعات زیادی برای یافتن رابطه میان این نسبت و میزان دریافت انرژی خورشیدی انجام شده است. به عنوان مثال مایر و همکارانش(Meir et al., 1995) از لحاظ سایه، نسبت بزرگ‌تر H /W در امتداد یک محور، باعث کاهش جذب انرژی خورشیدی در سطوح عمودی و افقی ساختمان می‌شود(شکل 10) ون و همکاران (van Esch et al., 2012) اثرات پارامترهای طراحی شهری (عرض خیابان و جهت گیری) و پارامترهای طراحی ساختمان (شکل سقف و طراحی پوسته ساختمان) در میزان دسترسی به نور خورشید در بافت‌های شهری، و استفاده از گرمایش خورشیدی در ساختمان‌های مسکونی بحث کردند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که عرض خیابان تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر دسترسی به نور خورشید دارد در حالی‌که جهت گیری خیابان کمترین میزان تأثیر را دارد. علاوه بر این، گوپتا (Gupta, 1987) دسترسی به انرژی خورشیدی در چندین شکل با یکدیگر مقایسه کرد. وی این مقایسه را به وسیله پارامترهایی مانند ارتفاع ساختمان، عرض و جهت گیری خیابان در اقلیم گرم‌وخشک انجام داد. گوپتا مطالعات خود را با بررسی رابطه بین نور خورشید در هر متر مربع نما و مصرف انرژی در یک ساختمان برای گرمایش و سرمایش به پایان رساند.

3-4-تحلیل تأثیر متغیرهای شکلی و جهت گیری حیاط بر رفتار حرارتی ساختمان

مکان قرارگیری توده ساختمان درون سایت در شش حالت کلی در اقلیم شهر تهران مورد بررسی قرار می‌گیرد. تمامی مدل‌ها دارای سطح اشغال، ارتفاع،

www.SID.ir

e of SID

تناسبات، مصالح و جهت گیری یکسانی هستند و 60٪ از سایت توسط ساختمان پوشیده شده است. ابعاد زمین‌ها 36 x13 است که با توجه به میزان سطح اشغال مجاز (60 درصد زمین) ابعاد 21/6 x13 قابل ساخت است. برای انتخاب اشکال قابل ساخت در زمین، دو سایت همجوار با یکدیگر تجمیع شده و به عنوان یک سایت در نظر گرفته می‌شوند. بر اساس قانون شهرداری هیچ مجموعه-ای مجاز نیست که بر روی دیوار حیاط همسایه پنجره ایجاد کند. در نتیجه در حالاتی که نیاز به ایجاد پنجره است باید نورگیرهایی تعبیه شود و پنجره درون نورگیر قرار گیرد. سازنده مجاز است 60 درصد طول زمین به علاوه 2 متر را ساخته و به ازای مساحت اضافه شده به بنا، نورگیر ایجاد کند. این نکته در شبیه‌سازی مدل‌ها رعایت شده است. در هر ردیف بلوک ساختمانی شش بلوک در نظر گرفته شده است که تنها دو بلوک میانی که در روبروی یکدیگر واقع شده‌اند، مورد تجزیه‌وتحلیل مصرف انرژی قرار گرفته‌اند. حالت نخست که به آن به اصطلاح رایج[2] گفته می‌شود، مدل متداول و دارای مجوز ساخت در تهران است. در این مدل ساختمان در قسمت شمالی سایت قرار می‌گیرد. در بلوک‌های جنوبی، نورگیرهایی در جداره دیوار همسایه در نظر گرفته شده اند که تأمین کننده نور بلوک ها هستند. مدل خطی[3] به حالتی اطلاق می‌شود که بناها در شمالی‌ترین و جنوبی-ترین بخش زمین قرار می‌گیرند؛ در این حالت نیازی به ایجاد پاسیو نیست و نور بلوک‌ها از طریق پنجره‌هایی که به حیاط بلوک یا خیابان باز می‌شوند، تأمین می‌شود. ساختمان‌های حیاط مرکزی[4] کامل درون‌گرا هستند که هر بلوک در آن‌ها به شکل ال[5] در آمده است. این بلوک-های ال شکل در دو سایت مجاور به گونه‌ای چرخیده‌اند که یک فضای باز میانی ما بین خود ایجاد می‌کنند. با چرخش بلوک‌های ال شکل، مدل‌های شهری یو[6] و ال حاصل شده است که هر دو آن‌ها برای نورگیری مناسب به پاسیو نیاز است. مدل آخر پاوالیون[7] است که به بناهای کامل برون‌گرا اشاره دارد. مساحت زیربنای ساخته شده در همه اشکال یکسان و برابر 560 متر مربع در هر طبقه و دارای چهار طبقه روی پیلوت است.

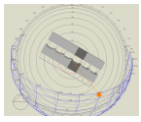
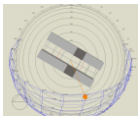
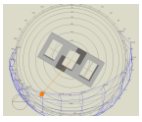
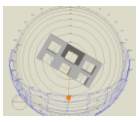
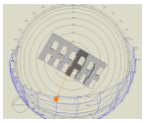
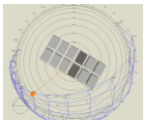
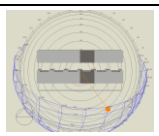
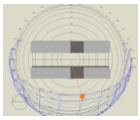
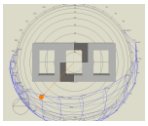
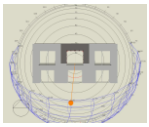
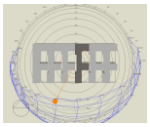
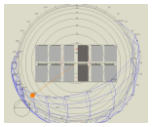
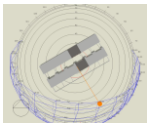
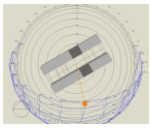
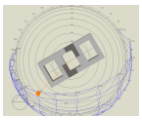
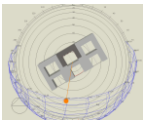
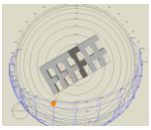
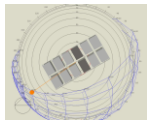
برای بررسی تأثیر جهت‌گیری ساختمان‌ها در یک بلوک شهری بر مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی درون ساختمان، 6 شکل ساختمانی مورد مطالعه در سه جهت (رو به جنوب، چرخش 30 درجه به سمت غرب و چرخه 30درجه به سمت غرب) شبیه سازی و نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه شده‌اند (شکل 11).

همان گونه که در شکل 12 دیده می‌شود در دو شکل رایج و خطی، تفاوت در جهت گیری ساختمان، بیشترین تأثیر بر میزان مصرف انرژی را دارد و بیشترین اختلاف بین چرخش به سمت غرب و جهت‌گیری به سمت جنوب بود و مقدار آن به 5 kWh/m2 می‌رسد. در سه شکل رایج، خطی و برون‌گرا قرارگرفتن در راستای شرقی و غربی کمترین میزان مصرف انرژی را نسبت به دو حالت دیگر دارد و در بقیه اشکال تفاوت چندانی در مصرف انرژی چرخش‌های مختلف دیده نمی‌شود. در تمامی اشکال چرخش به سمت غرب باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود. این گونه به نظر می‌رسد که در تمامی اشکال قرار گرفتن به سمت جنوب بهینه است و کمترین میزان مصرف انرژی الکتریسیته و گاز را دارد.

در (شکل 13) اختلاف میزان جذب انرژی خورشیدی و تهویه در اشکال مختلف با یکدیگر مقایسه شده است. برای تحلیل میزان انرژی مصرفی برای سرمایش در تابستان میزان جذب انرژی خورشیدی ملاک است. همان گونه که مشاهده می‌شود به جز شکل ال، در همه اشکال با چرخش ساختمان به سمت شرق و غرب جذب انرژی خورشیدی بیشتر می‌شود و این روند در مصرف انرژی سرمایشی در تابستان ملاحظه می‌شود. تنها شکل ال با چرخش به سمت شرق انرژی خورشیدی کمتری دریافت می‌کند و به همان نسبت انرژی سرمایشی کمتری مصرف می‌شود. در ارتباط با تهویه دو شکل رایج و خطی با چرخش به سمت غرب و شرق، بنا بیشتر در جریان هوای سرد قرار می‌گیرند و هنگامی که چرخش به سمت غرب باشد، جریان هوا بیشتر شده و به همان نسبت مصرف انرژی گرمایشی افزایش می‌یابد.

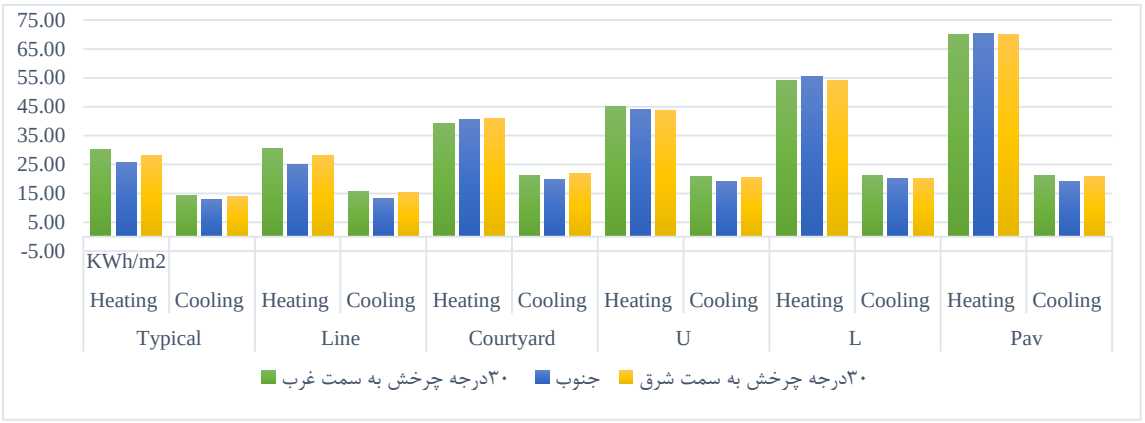
www.SID.ir

Archive of SID

Typical	Liner	Courtyard	U	L	Pav
					
					
					

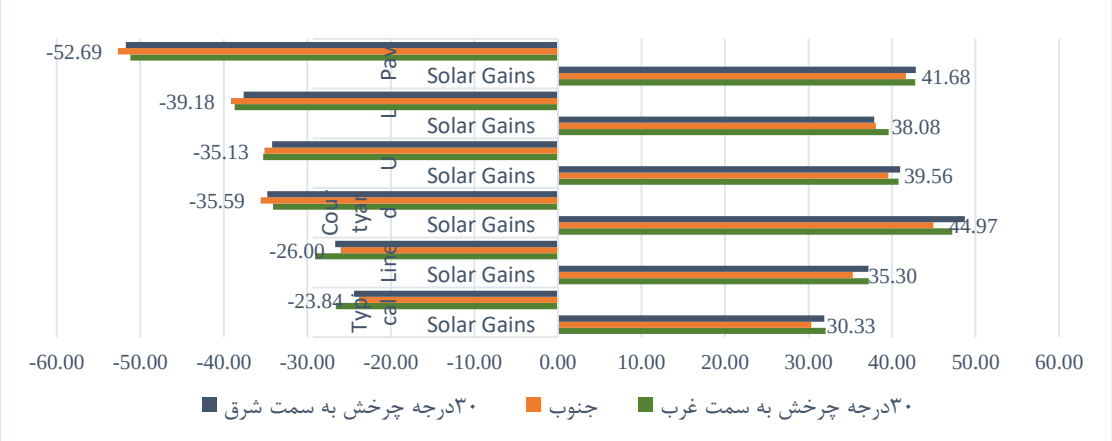
شکل 11- جهت گیری در شکل‌های مختلف

Fig. 11-Orientation in different shapes



شکل 12- مقایسه مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی در شکل‌ها و جهت گیری‌های متفاوت

Fig 12-Comparison of cooling and heating energy consumption in different shapes and directions



شکل 13-میزان اثر سرمایشی تهویه و گرمایشی نور خورشید در اشکال مختلف در کل سال

Fig 13-The amount of cooling and heating effect of sunlight in different forms throughout the year

www.SID.ir

e of SID

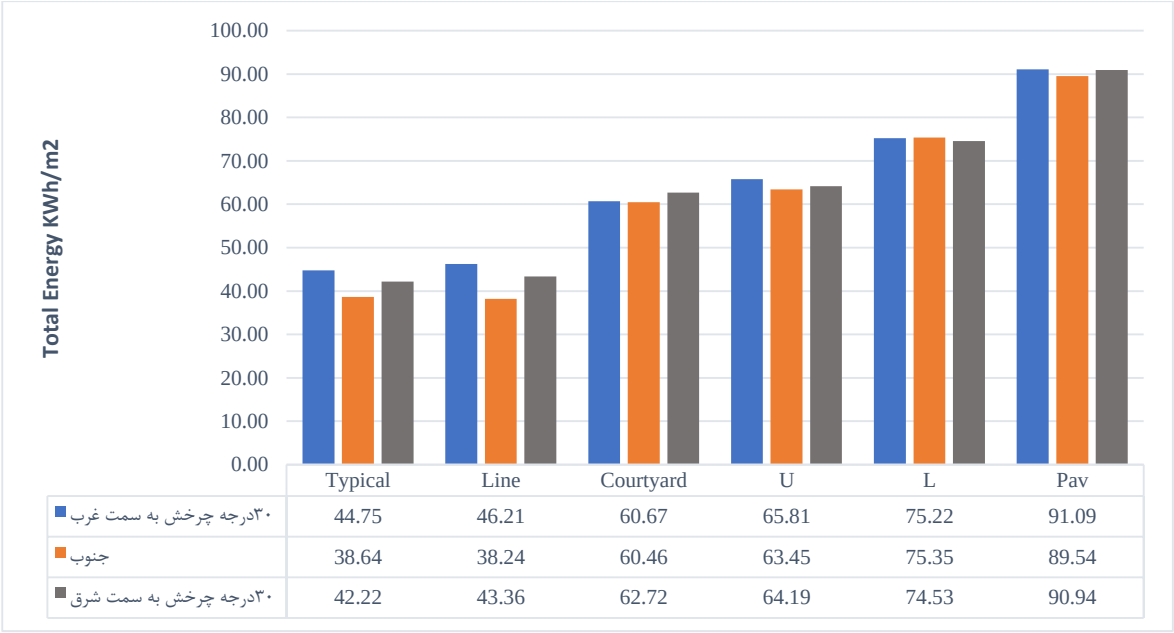
در بقیه اشکال میزان مصرف انرژی گرمایشی در جهت گیری مختلف تفاوت زیادی با یکدیگر ندارد و می‌توان ارتباط نمودار مصرف انرژی و نمودارهای تهویه و تابش را به خوبی ملاحظه کرد.

(شکل 14) تفاوت کل انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش را در طول یک سال نمایش می‌دهد. همان گونه که ملاحظه می‌شود در اکثر اشکال تفاوت چندانی در مصرف انرژی با چرخش ساختمان دیده نمی‌شود و تنها دو شکل خطی و رایج بین 8 تا 6 kWh/m2، کشیدگی شرقی- غربی کمتر انرژی مصرف می‌کند. نکته مهم افزایش مصرف انرژی به واسطه چرخش ساختمان به سمت غرب است که در تمام اشکال دیده می‌شود.

در نتیجه در تمام اشکال چرخش به سمت غرب باعث افزایش انرژی مصرفی می‌شود. این گونه به نظر می‌رسد که جهت گیری شمالی-جنوبی در همه اشکال باعث کاهش مصرف انرژی سرمایشی در تابستان می‌شود.

4- نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی بر این بود که ادبیات مربوط به پارامترهای اصلی تأثیرگذار بر مصرف انرژی ساختمان‌ها مرور شود. همان گونه که بررسی‌های انجام شده نشان داد، شناخت تأثیر پارامترهای فرمی در طراحی غیر فعال خورشیدی ساختمان‌ها جهت بهینه سازی انرژی، در مراحل اولیه طراحی ساختمان تأثیر به سزایی دارد. روش‌های ارزیابی و مقایسه تأثیر هر پارامتر توسط نرم-افزارهای محاسبه انرژی مختلفی صورت گرفته و هر محقق روش خاص خود را اعمال کرده است. در نتیجه، هدف دست‌یابی به میزان تأثیر هر پارامتر بر مصرف انرژی بوده است نه روش محاسبه و نرم‌افزار مورد استفاده. در بخش مرور ادبیات، مطالعاتی که به بررسی نقش شکل بلوک‌های شهری در عملکرد انرژی ساختمان پرداخته‌اند، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.



	Typical	Line	Courtyard	U	L	Pav
۳۰درجه چرخش به سمت غرب	44.75	46.21	60.67	65.81	75.22	91.09
جنوب	38.64	38.24	60.46	63.45	75.35	89.54
۳۰درجه چرخش به سمت شرق	42.22	43.36	62.72	64.19	74.53	90.94

شکل 14-مقایسه مصرف انرژی کل در اشکال و جهت گیری‌های متفاوت

Fig. 14-Comparison of total energy consumption in different shapes and orientations

www.SID.ir

Archive of SID

تمام پژوهش‌های بررسی شده در این فصل به بررسی رفتار حرارتی ساختمان نه به عنوان یک تک بنا بلکه در گروهی از ساختمان‌هایی که آن را احاطه کرده‌اند، پرداخته شده است. برای این منظور، تمام مطالعات به سه گروه اصلی طبقه‌بندی شده است. مطالعاتی که:

- میزان تأثیر شکل بلوک‌های شهری را بر رفتار حرارتی داخل و خارج ساختمان. بررسی می‌کنند.
- بر دسترسی به نور خورشید در داخل و خارج از ساختمان به منظور استفاده از گرمایش ایستا و نور متمرکز شده‌اند.
- به ارزیابی اثر شکل بلوک‌های شهری در تهویه محیط داخلی و خارجی ساختمان می‌پردازد.

پس از تجزیه‌وتحلیل پژوهش ها موجود در این زمینه، این گونه نتیجه‌گیری می‌شود که بررسی تأثیر واحدهای همسایگی بر رفتار حرارتی ساختمان بسیار دشوار است، زیرا که بررسی تمامی پارامترهای دخیل به صورت همزمان امری مشکل است. علاوه بر آن روش‌ها و تکنیک‌هایی که بتواند همه این پارامترها را بررسی کنند، بسیار محدود است.

در نهایت، به علت آن که تابش خورشید مهمترین فاکتور قابل بررسی در رفتار حرارتی ساختمان است، بسیاری از تحقیقات در این زمینه بر تابش خورشیدی متمرکز شده-اند و روش‌های بیشتری برای تخمین پتانسیل انرژی خورشیدی در مقیاس شهری وجود دارند. از این بررسی متون، به نظر می‌رسد که مطالعاتی که به بررسی میزان تأثیر شکل بلوک‌های شهری در الگوی جریان باد در خارج و به طور هم زمان مطالعه الگوهای جریان هوا در داخل ساختمان می‌پردازند، بسیار محدود است.

پی نوشت

[1] RSB
[2] Typical
[3] line
[4] Courtyard
[5] L
[6] U
[7] Pavilion

منابع

Al-Sallal, K.A., (1996). Solar access/shading and building form: Geometrical study of the traditional housing cluster in Sana'a. Renewable Energy 8(1–4), 331-334.

Ali-Toudert, F., Mayer, H., (2006). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. Building and Environment 41(2), 94-108.

Berkovic, S., Yezioro, A., Bitan, A., (2012). Study of thermal comfort in courtyards in a hot arid climate. Solar Energy 86(5), 1173-1186.

Bodach, S., Lang, W., Hamhaber, J., (2014). Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. Energy and Buildings 81, 227-242.

Capeluto, I.G., Shaviv, E., (2001). On the use of ‘solar volume’ for determining the urban fabric. Solar Energy 70(3), 275-280.

Cheng, V., Steemers, K., Montavon, M., Compagnon, R., (2006). Urban Form , Density and Solar Potential. 6-8.

Eugenio, M., Gori, V., Balocco, C., Ratti, C., (2009). Sustainable Urban Block Design through Passive Architecture: A tool that uses urban geometry optimization to compute energy savings. … on Passive and Low Energy Architecture, …, 22-24.

Fay, R., Treloar, G., Iyer-Raniga, U., (2000). Life-cycle energy analysis of buildings: a case study. Building Research & Information 2.41-31 ,(1)8

Ghosh, S., Vale, R., (2006). The Potential for Solar Energy Use in a New Zealand Residential Neighbourhood: A Case Study Considering the Effect on CO2 Emissions and the Possible Benefits of Changing Roof Form. Australasian Journal of Environmental Management 13(4), 216-225.

Givoni, B., (1976). Man, Climate and Architecture. Applied Science Publ.

Givoni, B., (1989). Urban Design in Different Climates. World Meteorological Organization.

Granadeiro, V., Correia, J.R., Leal, V.M.S., Duarte, J.P., (2013). Envelope-related energy

www.SID.ir

e of SID

Knowles, R.L., Berry, R.D., Bank, S.E.I.D., Institute, S.E.R., (1980). Solar Envelope Concepts: Moderate Density Building Applications : Final Report. Solar Energy Information Data Bank.

Littlefair, P (1998). Passive solar urban design : ensuring the penetration of solar energy into the city. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2(3), 303-326.

Littlefair, P., (2001). Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment. Solar Energy 70(3), 177-185.

Luederitz, C., Lang, D.J., Von Wehrden, H., (2013). A systematic review of guiding principles for sustainable urban neighborhood development. Landscape and Urban Planning 118, 40-52.

Martin, L., (1967). Architect's approach to architecture. R.I.B.A. Journal.

Mathews, E.H., (1987). Prediction of the wind-generated pressure distribution around buildings. J Wind Eng Ind Aerod 25(2), 219-228.

Meir, I.A., Pearlmutter, D., Etzion, Y., (1995). On the microclimatic behavior of two semi-enclosed attached courtyards in a hot dry region. Building and Environment 30(4), 563-572.

Montgomery, D.A., (1987). Landscaping as a passive solar strategy. Passive Solar Journal 4(1), 79-108.

Moonen, P., Defraeye, T., Dorer, V., Blocken, B., Carmeliet, J., (2012). Urban Physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. Frontiers of Architectural Research 1(3), 197-228.

Morello, E., Ratti, C., (2009). Sunscapes: 'Solar envelopes' and the analysis of urban DEMs. Computers, Environment and Urban Systems 33, 26-34.

Norman, J., MacLean, H., Kennedy, C., (2006). Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions. Journal of Urban Planning and Development 132(1), 10-21.

Okeil, A., (2010). A holistic approach to energy efficient building forms. Energy and Buildings 42(9), 1437-1444.

demand: A design indicator of energy performance for residential buildings in early design stages. Energy and Buildings 61(0), 215-223.

Gupta, V., (1987). thermal efficiency of building clusters: an index for non air-conditioned buildings in hot climates, Energy and Urban Built Form. Butterworth-Heinemann, pp. 133-145.

Haapio, A., (2012). Towards sustainable urban communities. Environmental Impact Assessment Review 32(1), 165-169.

Hachem, C., Athienitis, A., Fazio, P., (2011). Investigation of solar potential of housing units in different neighborhood designs. Energy and Buildings 43, 2262-2273.

Hachem, C., Athienitis, A., Fazio, P., (2011) Parametric investigation of geometric form effects on solar potential of housing units. Solar Energy 85, 1864-1877.

Hachem, C., Athienitis, A., Fazio, P., (2012). Evaluation of energy supply and demand in solar neighborhood. Energy and Buildings 49, 335-347.

Hachem, C., Fazio, P., Athienitis, A., (2013). Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology. Solar Energy 95, 42-64.

Harzallah, A., (2007). Émergence et évolution des préconisations solaires dans les théories architecturales et urbaines en France, de la seconde moitié du XIXe siècle à la deuxième guerre mondiale.

Huang1 ,2Y., Musy, M., Hégron, G., Chen, H., Li, B., (2008). 663: Towards urban design guidelines from urban morphology description and climate adaptability. plea-arch.org.

Kämpf, J.H., Robinson, D., (2010). Optimisation of building form for solar energy utilisation using constrained evolutionary algorithms. Energy and Buildings 42(6), 807-814.

Kanters, J., Horvat, M., (2012). Solar Energy as a Design Parameter in Urban Planning. Energy Procedia 30, 1143-1152.

Knowles, R.L., (2003). The solar envelope: its meaning for energy and buildings. Energy and Buildings 35(1), 15-25.

www.SID.ir

Archive of SID

Steemers, K., (2003). Cities, energy and comfort: a PLEA 2000 review. Energy and Buildings 35(1), 1-2.

Steemers, K., (2003). Energy and the city: density, buildings and transport. Energy and Buildings 35(1), 3-14.

Strømann-Andersen, J., Sattrup, P.a., (2011). The urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains. Energy and Buildings 43, 2011-2020.

Tsutsumi, J., Katayama, T., Nishida, M., (1992).Wind tunnel tests of wind pressure on regularly aligned buildings. J Wind Eng Ind Aerod 43(1–3), 1799-1810.

van Esch, M.M.E., Looman, R.H.J., de Bruin-Hordijk, G.J., (2012). The effects of urban and building design parameters on solar access to the urban canyon and the potential for direct passive solar heating strategies. Energy and Buildings 47(0), 189-200.

Zachariah, J.A.L., (2003). Towards Sustainable Homes Through Optimization [microform] : an Approach to Balancing Life Cycle Environmental Impacts and Life Cycle Costs in Residential Buildings. Thesis (Ph.D.)--University of Toronto.

Zhang, J., Xu, L., Shabunko, V., Tay, S.E.R., Sun, H., Lau, S.S.Y ,.Reindl, T., (2019). Impact of urban block typology on building solar potential and energy use efficiency in tropical high-density city. Applied Energy 240, 513-533.

Olgyay, V., (1963). Design with Climate. Princeton University Press, Princeton NJ.

Ossen, D., Lam, J., (2009). Urban morphology to minimize solar insolation on out door urban spaces in the tropics. 25-30.

Pakzad, E., Salari, N., (2018). Measuring sustainability of urban blocks: The case of Dowlatabad, Kermanshah city. Cities 75, 90-100.

Perkins, A., Hamnett, S., Pullen, S., Zito, R., Trebilcock, D., (2009). Transport, Housing and Urban Form: The Life Cycle Energy Consumption and Emissions of City Centre Apartments Compared with Suburban Dwellings. Urban Policy and Research 27(4), 377-396.

Ratti, C., Baker, N., Steemers, K., (2005). Energy consumption and urban texture. Energy and Buildings 37(7), 762.776-

Sanaieian, H., Tenpierik, M., van den Linden, K., Seraj, F.M., Shemrani, S.M.M., (2014). Review of the impact of urban block form on thermal performance, solar access and ventilation. Renewable and Sustainable Energy Reviews 38, 551-560.

Savvides, A ,.Vassiliades, C., Michael, A., Kalogirou, S., (2019). Siting and building-massing considerations for the urban integration of active solar energy systems. Renewable Energy 135, 963-974.

www.SID.ir