ایده‌های طراحی برای بادگیر کارآمد «گزارشی از آزمایشهای انجام شده بر دو نمونه بادگیر کارآمد»

علی مهیاری

دکترای معماری، عضو هیأت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

چکیده

دو ایده از طرح بادگیر به‌وسیله مؤلف طراحی و با مقیاس ۱/۲۵ نمونه‌سازی و آزمایش شد؛ سپس مشاهده رفتار جریان هوا و اندازه‌گیری ضریب جریان هوا در آنها به ثبت رسید. ایده اصلی طرح، قرارگرفتن دو دهانه ورودی و خروجی جریان هوا در ۱۸۰° و پشت به هم بود. برای این منظور همه عوامل مؤثر در رفتار جریان هوا مانند منحنی سرعت جریان[1] شدت آشفتگی سیال[2]، چسبندگی[3] و محل حسگرهای الکترونیکی[4] و فاصله آنها تا حسگر مرجع[5] با مقیاس یاد شده مدل‌سازی و در تونل باد مورد آزمایش قرار گرفت. نتیجه آزمایشها که بر دو دسته تقسیم می‌شوند، بسیار رضایت‌بخش بود. رفتار جریان بسیار روان و در زاویه ۹۰° به حداکثر می‌رسد. ضرایب محاسباتی نیز برای علاقه‌مندان ثبت و در جداول این مقاله به چاپ رسیده است. نظر به اینکه این آزمایش و نتایج به‌دست آمده از نوع تحقیقات پایه محسوب می‌شود و مؤلف برای اولین بار این آزمایشها را انجام داده است. در حین متن مقاله ارجاعاتی ندارد ولی در خاتمه فهرستی از کتابشناسی در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد.

کلید واژگان: بادگیر، تهویه، خنک‌سازی غیر فعال، تونل باد.

۱- مقدمه

در مطالعات انجام شده به‌وسیله نگارنده در یزد و دانشگاه سیدنی (۱۹۹۰-۱۹۹۵)، مشکل مهم و عمده‌ای در طراحی بادگیرهای سنتی دو و چهارطرفه یزد مشاهده شد. با توجه به آزمایشهای متعدد انجام شده بر روی مدلهای مختلف بادگیرهای سنتی[6] دو نمونه بادگیر طراحی شد. ایده طراحی این دو بادگیر بر دو اصل آیرودینامیک و ترمودینامیک استوار بود. به این ترتیب طرحها نمونه‌سازی شد و مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج آزمایشهای انجام شده به دو شکل یکی «الگوی رفتار جریان هوا در مدل طراحی شده» و دیگری «ضرایب محاسباتی جریان VC[7]» در این مقاله بیان شده است.

1. Wind velocity profile
2. Turbulency
3. Viscosity
4. Hot wire anemometer
5. Reference hight

۶. گزارش آن به صورت مقاله‌ای جداگانه در دست انتشار است.

7. Velocity Coefficient: ضریب سرعت جریان سیال (در فیزیک سیالات)

۲- مشکل بادگیرهای سنتی

مشکل اول بادگیرهای دو و چهار طرفه سنتی در یزد وجود تیغه‌های جداکننده و ختم آن در ارتفاع حدود ۱ متری از کف اتاق بود. وجود فشارهای منفی در جبهه‌های پشت به باد، همواره فشار منفی بزرگتری را نسبت به فشار مثبت درجبهه رو به باد ایجاد می‌کرد. این مسأله خود موجب می‌شد هوای پایین آمده از شفت مرتبط با جبهه رو به باد از شفتهای مرتبط با جبهه‌های پشت به باد بالا رفته و وارد اتاق نشود. این یک مشکل آیرودینامیکی بود که به راه‌حل آیرودینامیکی نیز نیاز داشت.

مشکل دوم مربوط به خنک‌سازی بود. از بعدازظهر تا نیمه شب (در حدود ۸ تا ۱۰ ساعت از روز) که ساکنان نیاز به سرمایش دارند، بادگیرهای سنتی باد گرم تولید می‌کنند. علت این امر را می‌توان چنین بیان کرد: از طلوع آفتاب تا بعد از ظهر، بادگیرها هم از بیرون در معرض تابش آفتاب قرار دارند و گرمای آن را جذب می‌کنند و هم از داخل به دلیل هوای گرم نیمروز رفته رفته گرم می‌شوند؛ به این ترتیب دمای جسم بادگیر از دمای هوا نیز فراتر می‌رود.

پس در بعدازظهر و تا پاسی از شب، هوایی که از داخل بادگیر عبور می‌کند دمای جسم بادگیر را جذب کرده و گرمتر می‌شود. این مسأله یک مشکل ترمودینامیکی بود که باید برای آن راه‌حلی ترمودینامیکی اندیشه می‌شد.

۳- فرضیه‌های طراحی بادگیرهای کارآمد

۳-۱- اصلاح الگوی جریان هوا بر پایه آیرودینامیک

برای این منظور باید پایین شفتهای رو و پشت به باد در یک نقطه با یکدیگر مجاورت نداشته باشند. به‌عنوان مثال در گوشه یک اتاق می‌توان دو دریچه برای این منظور اختصاص داد. یا اینکه، شفت رو به باد به یک اتاق و شفت پشت به باد به اتاق مجاور ختم شود؛ در این صورت لازم است بین دو اتاق مجاور دریچه‌ای وجود داشته باشد که امکان جریان هوا را میسر سازد. دو اتاق می‌توانند بر روی یکدیگر قرار داشته باشند و باز به همین ترتیب دریچه‌ای دو اتاق روی سر هم را به همدیگر مرتبط سازد.

به این ترتیب سرعت جریان هوا به دو دلیل مهم بالا می‌رود، یکی فشار مثبت وارد شده بر دهانه ورودی مسیر (رو به باد) و دیگری فشار منفی وارد شده بر دهانه خروجی مسیر (پشت به باد).

۳-۲- اصلاح انتقال حرارت به نفع ساکنان بر پایه ترمودینامیک

در این خصوص رعایت اصول زیر به منظور اصلاح حرارتی بادگیر ضروری به نظر می‌رسد:

۱. بادگیر تا حد ممکن بلند باشد تا در نتیجه طول مسیر جریان هوا قبل از ورود به اتاق افزایش یابد. بنابراین فرصت کافی برای انتقال حرارت فراهم می‌شود.

۲. بدنه بادگیر از مصالح با ظرفیت حرارتی زیاد انتخاب شود تا همانند خازن مناسبی برای جذب و انباشت انرژی حداقل از بعد از ظهر تا نیمه شب عمل کند.

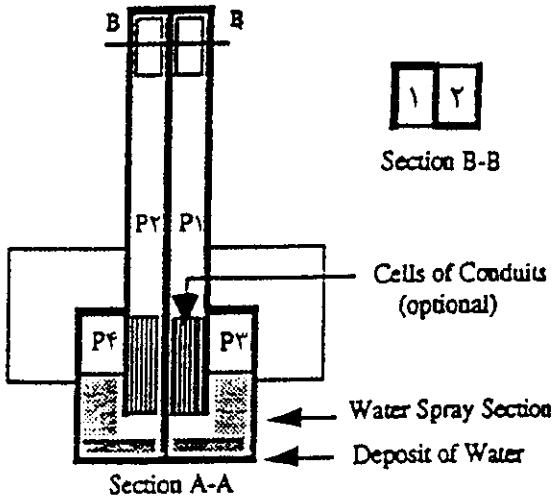
۳. پوسته بیرونی بادگیر با عایق مناسب حرارتی (مواد با ضریب انتقال حرارتی بسیار کم) پوشانده شود تا از جذب انرژی خورشید در خازن حرارتی (بدنه بادگیر) جلوگیری شود.

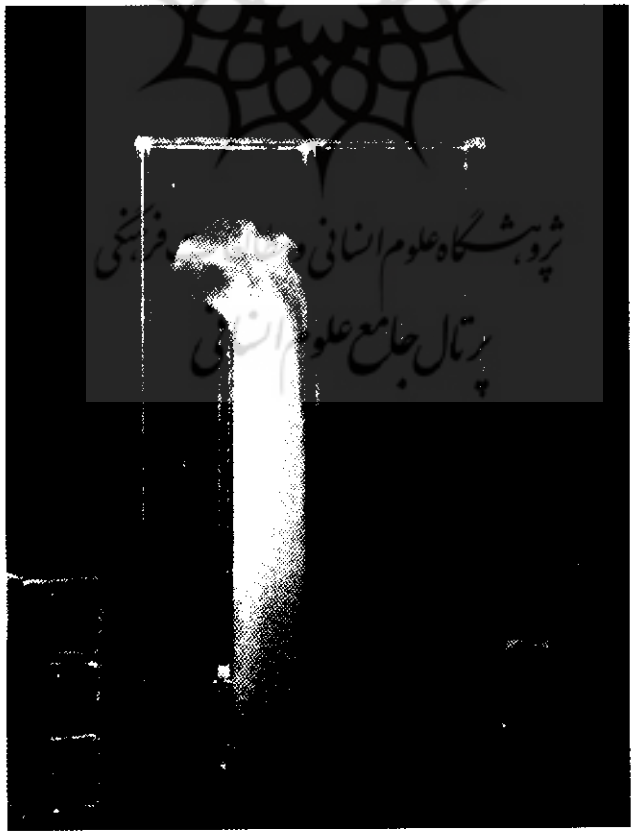
۴. نصب دریچه بای پس[1]. این دریچه باید قادر باشد از نیمه شب تا صبح که دمای هوای بیرون به حداقل می‌رسد، دو شفت رو و پشت به باد را به یکدیگر مرتبط سازد. این عمل

---

۱. باز پس‌خور یا مسیر انحرافی (by pass) که جریان سیال را از مسیر اصلی خود به یک مسیر فرعی هدایت کند.

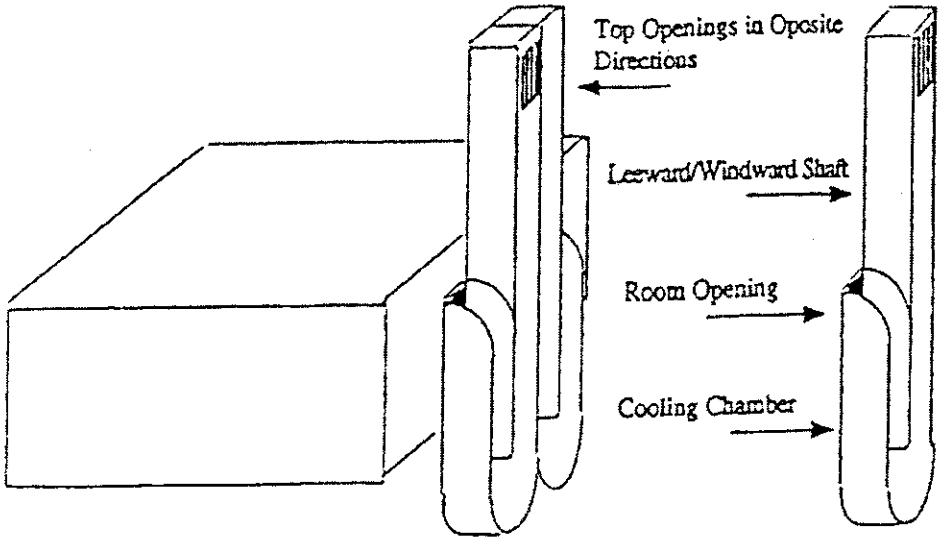
مدرس هنر ـــ
ـــ
ـــ



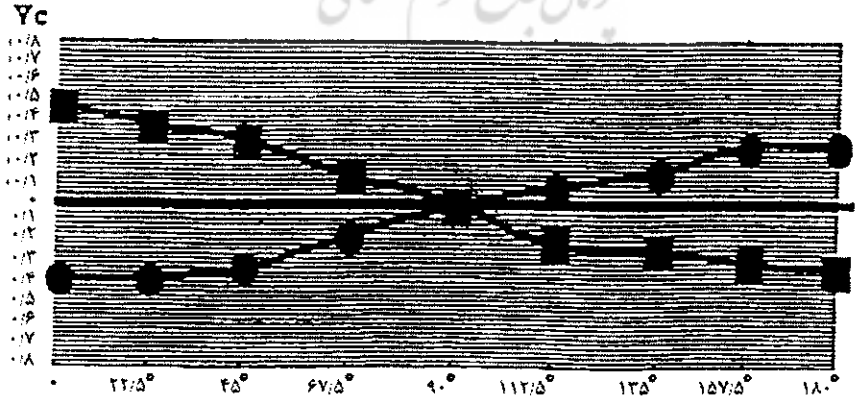


پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

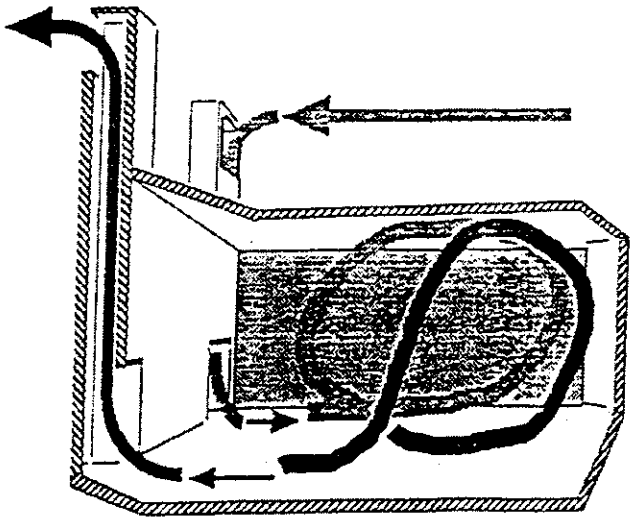
شکل ۱ الف: پلان و مقطع بادگیر کارآمد؛ ب: تصویر مدل (ماکت) طرح در حال آزمایش تونل باد



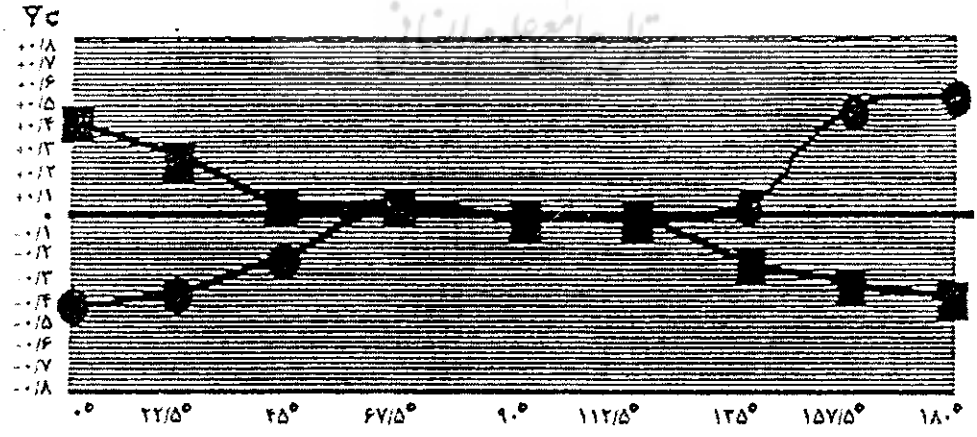
Vς Shaft٤	Vς Shaft٣	Vς Shaft٢	Vς Shaft١	زاویه وقوع جریان هوا
۰/۳۵	۰/۲۲	۰/۳۵↑	۰/٤۸↓	α=۰۰۰/۰
۰/۳۵	۰/۲٤	۰/۳۵↑	۰/۳۷↓	α=۰۲۲/۵
۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۲۸↑	۰/۳۵↓	α=۰٤۵/۰
۰/۱٦	۰/۰٦	۰/۱٤↑	۰/۱٦↓	α=۰٦۷/۵
۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۱۲	α=۰۹۰/۰
۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۷↓	۰/۱٤↑	α=۱۱۲/۵
۰/۰٤	۰/۱۲	۰/۱٦↓	۰/۱۸↑	α=۱۳۵/۰
۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۲٦↓	۰/۲٦↑	α=۱۵۷/۵
۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۲٦↓	۰/۲۹↑	α=۱۸۰/۰



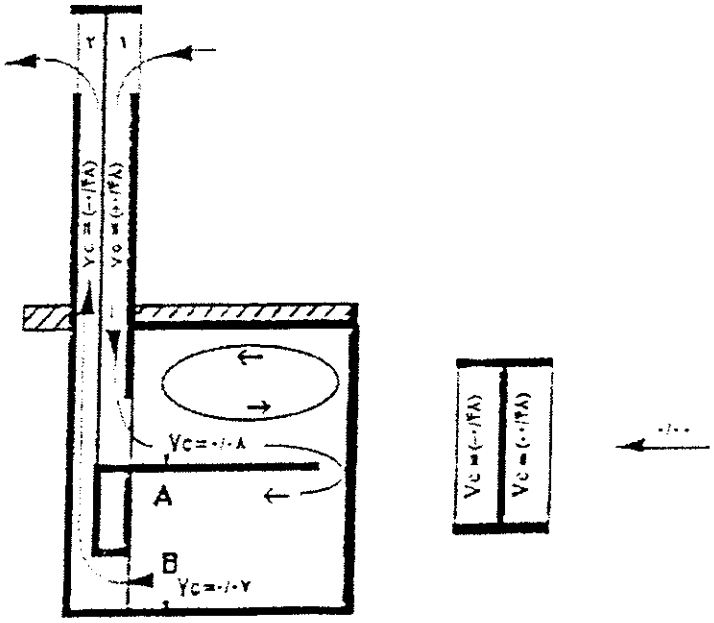
شکل۲ ایده طرح در بالا و ضرایب محاسباتی به‌دست آمده در وسط و نمایش همان ضرایب در پایین



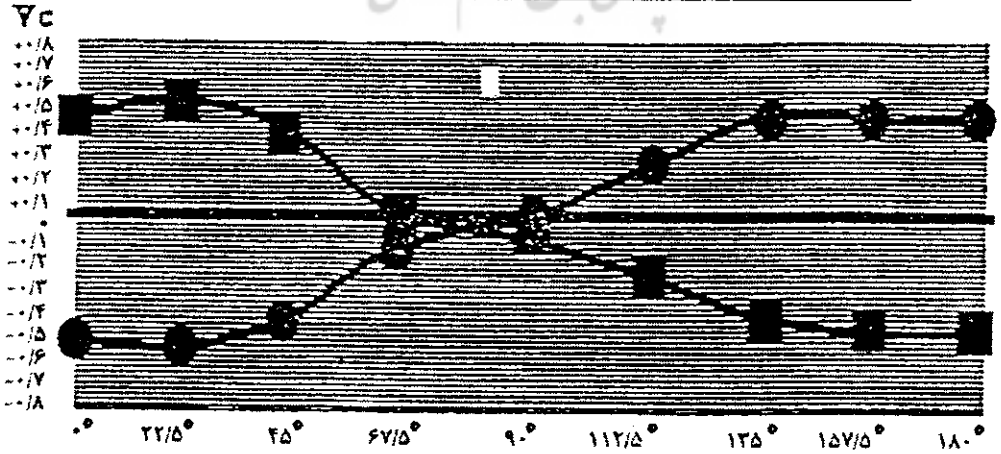
Vς Point B	Vς Point A	Vς Shaft۲	Vς Shaft۱	زاویه وقوع جریان هوا
۰/۰٤	۰/٤۰	۰/٤۱↑	۰/٤۳↓	α=۰۰۰/۰
۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۳٤↑	۰/۲٦↓	α=۰۲۲/۵
۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۲۱↑	۰/۰۳↓	α=۰٤۵/۰
۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۵↑	۰/۰۲↓	α=۰٦۷/۵
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۲	α=۰۹۰/۰
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵↓	۰/۰۲↑	α=۱۱۲/۵
۰/۳۱	۰/۰۲	۰/۰۵↓	۰/۱۹↑	α=۱۳۵/۰
۰/۵۰	۰/۰٤	۰/۵۰↓	۰/۳۰↑	α=۱۵۷/۵
۰/۵۰	۰/۰٤	۰/۵۲↓	۰/۳۲↑	α=۱۸۰/۰



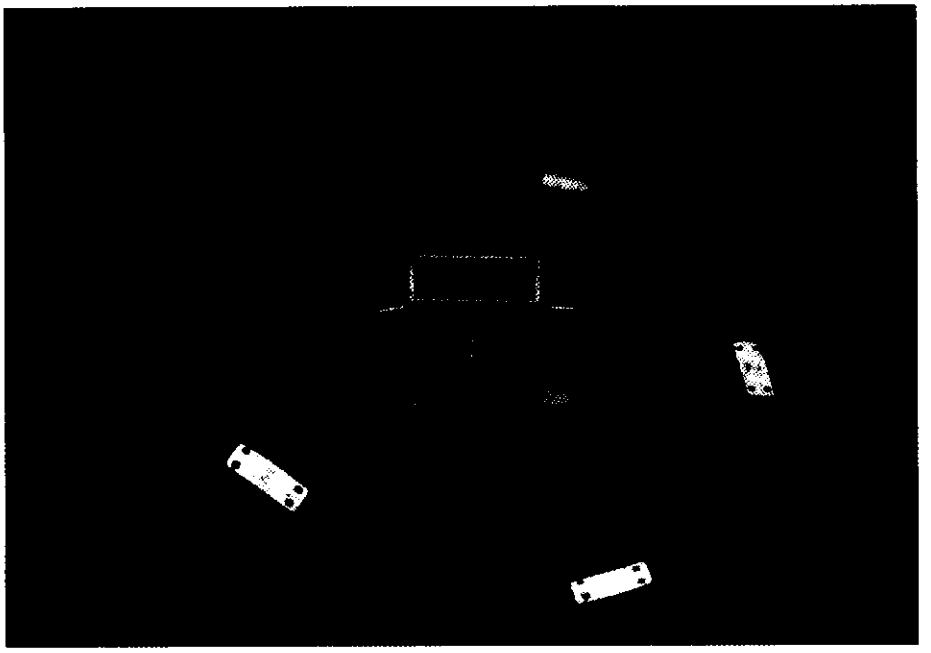
شکل۳ نمایش شکل جریان هوا در بالا و جدول محاسباتی بادگیر کارآمد بدون اتاق دوش در وسط و تصویر همان در پایین



Vς Point B	Vς Point A	Vς Shaft۲	Vς Shaft۱	زاویه وقوع جریان هوا
۰/۰۷	۰/۰۸	۰/٤۸↑	۰/٤۸↓	α=۰۰۰/۰
۰/۰۷	۰/۰٤	۰/۵۳↑	۰/۵۷↓	α=۰۲۲/۵
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/٤۱↑	۰/٤۱↓	α=۰٤۵/۰
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۹↑	۰/۰٤↓	α=۰٦۷/۵
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۰	α=۰۹۰/۰
۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۲۷↓	۰/۲۰↑	α=۱۱۲/۵
۰/۲۳	۰/۰۲	۰/٤۸↓	۰/٤۱↑	α=۱۳۵/۰
۰/۲۸	۰/۰۲	۰/٤۹↓	۰/٤۰↑	α=۱۵۷/۵
۰/۳۲	۰/۰۲	۰/٤۸↓	۰/٤۵↑	α=۱۸۰/۰



شکل٤ شکل جریان هوا در بادگیر کارآمد بدون اتاق دوش دو طبقه در بالا؛ ضرایب محاسباتی سرعت جریان بر حسب زاویه گردش باد در بادگیر کارآمد بدون اتاق دوش در وسط؛ تغییرات ضریب سرعت جریان Vcبرحسب تغییرات زاویه گردش در بادگیر کارآمد بدون اتاق دوش دو طبقه در پایین



شکل ۵ تصویر بدنه بادگیر کارآمد در حال آزمایش و اندازه‌گیری ضریب سرعت جریان هوا

شکل ٦ تصویر اتاق و زیرزمینی که در آنها سرعت سنج وصل و در حال آزمایش و اندازه‌گیری است

٦- نتیجه‌گیری

در خاتمه برای استفاده هر چه بهتر از طرحهای پیشنهادی به همه همکاران، معماران، جامعه مهندسی و طراحان توصیه می‌شود، پیش از مرحله طراحی در شهرهای گرم و خشک که البته اغلب شهرهای ایران جزء اقلیم گرم و خشک محسوب می‌شود ـ به‌سرعت و جهت باد غالب در فصل تابستان در محل مورد نظر توجه داشته باشند؛ سپس بادگیر پیشنهادی را در زمان طراحی

معماری هنر ـــ

[9] Bahadori, M.N., Passive Cooling System in Iranian Architecture Scientific American; 1978; 238. No. 2. pp.144-154.

[10] Bahadori, M.N.; Country Monograph Iran. 909. Passive Cooling, Bowen, A. (ed); The International Solar Energy Society; Inc., USA, 1981; pp. 909-914.

[11] Bahadori, M.N., Passive and Hybrid Convective Cooling System, Passive Cooling, Bowen, A.(ed); The Internatinal Solar Energy Society, Inc., USA, 1981; pp 715-727.

[12] Bahadori, M.N.; Pressure Coefficients to Evaluate Air Flow Pattern in Wind Towers, Passive Cooling, Bowen, A.(ed); The International Solar Energy Society, Inc., USA; 1981; pp.206-210.

[13] Bahadori, M.N.; An Improved Design of Wind Towers for Natural Ventilation and Passive Cooling, "Solar Energy", 1948; Vol 35, No 2, pp. 119-129.

[14] Fathy, H.; The Arab House in the Urban Setting; Past, Present and Future. Longman, London; 1970.

[15] Fathy, H.; Natural Energy and Vernacular Architecture, The University of Chicago Press, Chicago; 1986.

[16] Givoni, B.; Modelling a Passive Evaporative Cooling Tower and a Building Cooled by It. University of UCLA, Los Angelous; 1991.

[17] Givoni, B.; Passive and low Energy Cooling of Buildings, Van Nostrand Reinhold, New York; 1994.

[18] Humphey, M.; Thermel Comfort in the Context of Energy Conservation, Energy Efficient Building: Design Guide, (ed: Roaf, S., et.al.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, 1992, pp. 3-13.

[19] Mahyari, A.; The Wind Catcher,... Ph.D. Thesis, Department of Architectural and Design Sciences, The University of Sydney; 1996.

یک عنصر طراحی به حساب آوردند و با طرح خود اعم از مسکونی، اداری، فرهنگی یا تجاری و صنعتی در هم آمیزند. به این ترتیب شاید بتوان مصرف کننده را از یک خنک‌ساز طبیعی که نیازی به انرژی مصنوعی ندارد، بهره‌مند ساخت. تا فرزندان ما، فرزندان آنها و نسلهای بعدی دور از آلودگی جهان صنعتی، محیطی مناسب برای زندگی داشته باشند.

۷- منابع

[1] ASHRAE Handbook, Fundamentals, Georgia, American Society Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.; 1981.

[2] ASHRAE, 1981, ASHRAE Standard 55-1981: Thermal Environment Conditions for Human Occupancy, Atlanta, Georgia, American Society Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.; 1981.

[3] Aynsley, R.; Dean, M., Julian, W., Characteristic of Mean Wind Speed Peofiles and their Reproduction in Wind Tunnel, Models lab Report MR12, Sydney: University of Sydndy; 1974.

[4] Aynsley, R. Melbourne, W., Vickery, B.J., Architectural Aerodynamics, Applied Science Publisher LTD, London; 1977.

[5] Aynsley, R., Wind-Generated Natural Ventilation of Housing for Thermal Comfort in Hot Humid Climates, Proceeding of the Fifth International Wind Engineering Conference, 1979.

[6] Aynsley, R., Tropical Housing Comfort by Natural Airflow, Building Research and Practice, July/August, 1980.

[7] Aynsley R., "Natural Ventilation Model Studies", Proceedings of the Internation Workshop on Wind Tunnel Modelling Criteria and Techniques in Civil Engineering Application, Cambridge University Press, 1982.

[8] Aynsley, R.; Shape and Flow: The Essence of Architectural Aerodynamics, Archiectural and Science and Design in Harmony, Joint, 1990.

[20] Roaf, S.: Wind Catcher, Living With the Desert. Beazley, E. (ed); Aris & Philips, England, 1982; pp. 57-72.

[21] Roaf, S; The Wind Catchers of Yazd, Ph.D. Thesis, Department of Architecture, Oxford Polytechnic; 1988 a.

[22] Roaf, S.; Wind Catchers of Yazd and the Middle East, Unpublished Book; 1988.

[23] Roaf, S., Hancock, Energy Efficient Building: a Design Guide, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London; 1992.

[24] Roaf S., Nicol, J.F.; Thermal Comfort in Islamic Architecture, University Paper, Oxford Brooks University; 1993.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی