INSO
20529
1st.Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۰۵۲۹
چاپ اول
۱۳۹۵

محدود نمودن نفوذ آب جهت کاهش آسیب به ساختمان‌ها - راهنما

Limiting Water-Induced Damage to Buildings - Guidance

ICS:91.120.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد(ISO)[1]،کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی(OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی(CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال درزمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران‌بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4-Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«محدود نمودن آسیب ناشی از نفوذ آب به ساختمان‌ها- راهنما»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
رهنماراد، جعفر (دکترای زمین‌شناسی مهندسی)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان
دبیر:	
حسینی، سید احسان (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	اداره کل استاندارد سیستان و بلوچستان
اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اژدری مقدم، مهدی (دکترای مهندسی عمران)	دانشگاه سیستان و بلوچستان
بزرگ‌زاده، عبدالباسط (کارشناسی ارشد معماری)	اداره کل راه و مسکن و شهرسازی
حسینی، سمیرا سادات (کارشناسی ارشد شیمی)	دانشگاه پیام نور زاهدان
سهرابی، محمدرضا (دکترای مهندسی عمران)	دانشگاه سیستان و بلوچستان
سارانی، ناصر (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	دانشگاه سیستان و بلوچستان
سالاری، زهرا (کارشناسی زبان انگلیسی)	بازنشسته آموزش و پرورش
عزیزیان، غلامرضا (دکترای مهندسی عمران سازه‌های آبی)	دانشگاه سیستان و بلوچستان
قوهانی عرب، حامد (دکترای مهندسی عمران)	دانشگاه سیستان و بلوچستان

اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا):	**سمت و/یا محل اشتغال:**
کلانتری، احسان (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	اداره کل استاندارد سیستان و بلوچستان
موسوی، سید روح ا.... (دکترای مهندسی عمران سازه)	دانشگاه سیستان و بلوچستان
هاشمی منفرد، سید آرمان (دکترای مهندسی عمران آب)	دانشگاه سیستان و بلوچستان
ویراستار:	
مجتبوی، سید علیرضا (کارشناسی مهندسی مواد- سرامیک)	سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار و
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۲
۳ اصطلاحات و تعاریف ۴
۴ کاربردهای دیگر ۸
۵ منابع رطوبت و انتقال آن ۹
۶ حالت‌های حدی ۱۳
۷ ابزارهای ارزیابی طراحی ۱۴
۸ نمونه‌هایی از روش‌های افزایش دوام ساختمان در برابر رطوبت ۱۵
۹ مثال‌هایی از طراحی‌ها و موقعیت‌هایی که باید از آن‌ها اجتناب شود ۲۸
۱۰ موضوعات پیشنهادی در فرم‌های کنترلی ۳۳
کتاب‌نامه ۳۷

پیشگفتار

استاندارد «محدود نمودن تخریب ناشی از نفوذ آب به ساختمان‌ها - راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط در سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در ششصد و سی و نهمین اجلاسیهٔ کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۵/۱/۳۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM E241: 2014, Standard Guide for Limiting Water-Induced Damage to Buildings

محدود نمودن آسیب ناشی از نفوذ آب به ساختمان‌ها - راهنما

هشدار- این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند. بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده، قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه راهنما برای طراحی ساختمان، راه اندازی، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری است.

این استاندارد به ضرورت ارزیابی نظام‌مند عواملی اشاره دارد که می‌تواند به آسیب ناشی از نفوذ رطوبت به ساختمان و یا اجزای آن منجر شود. اگرچه از اهمیت بالقوه، قابلیت استفاده که اغلب، مربوط به آسیب‌های فیزیکی در ساختمان و یا اجزاء آن می‌شود، (برای مثال، کیفیت هوای داخل ساختمان و یا ایمنی الکتریکی) به‌طور مستقیم در این استاندارد پرداخته نشده است.

تأکید این استاندارد بر ساختمان‌های کم ارتفاع می‌باشد. بخش‌هایی از این استاندارد به‌خصوص در بندهای ۵، ۶ و ۷ ممکن است برای اجرای ساختمان‌های بلندمرتبه نیز قابل استفاده باشد.

این استاندارد برای استفاده مستقیم در آیین‌نامه‌ها و ویژگی‌ها در نظر گرفته نشده است. این استاندارد سعی در تعیین حدود قابل قبولی از آسیب ندارد. ممکن است ساختمان‌های در نظر گرفته شده برای استفاده‌های متفاوت پیش‌بینی عمر خدمت‌دهی مختلفی داشته باشند، همچنین عمر خدمت‌دهی مورد انتظار برای اجزای مختلف درون یک ساختمان نیز اغلب متفاوت است. همچنین، ممکن است برخی از مالکان ساختمان به طور قابل ملاحظه‌ای در مورد طول عمر کوتاه‌تر اجزای داخلی و یا کل ساختمان رضایت داشته باشند.

در نهایت سطحی از آسیب که یک جزء (قسمت) را غیرقابل بهره‌برداری می‌کند، بسته به نوع آن جزء متفاوت می‌باشد، شرایطی که در آن شکست جزء، بحرانی باشد (به‌عنوان مثال: آن آسیب، خطر ایمنی جانی ایجاد کند) قضاوت در مورد (تعیین میزان خسارت) که با نظر مالک ساختمان تغییر می‌کند. به دلایلی که در این بند ارائه گردید، تعیین حد و حدودهایی برای خسارت مستلزم فهرست نمودن صفحات زیادی از موارد استثناها و عواملی دارد که فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد می‌باشد.

پیشگیری از آسیب ناشی از نفوذ آب باید در مراحل مختلف فرایند طراحی، ساخت‌وساز و راه‌اندازی ساختمان در نظر گرفته شود. این مهم باید در ساخت، بهره‌برداری و نگه‌داری و هم‌چنین هنگام بازسازی ساختمان و یا تغییر کاربری آن، در نظر گرفته شود.

این استاندارد برای هشدار به طراحان و سازندگان، و همچنین صاحبان و مدیران ساختمان در نظر گرفته شده تا آسیب‌های احتمالی ناشی از نفوذ آب صرف‌نظر از منبع آن را، یادآوری نماید. این استاندارد در خصوص منابع رطوبت و نفوذ آن بحث می‌کند. حالات حدی (و یا شرایط خاص رطوبت که به احتمال زیاد

درساخت و ساز و یا دوام هر قسمت ساختمان مؤثر است) و روش‌های طراحی نیز خیلی خلاصه بحث شده است. نمونه‌هایی از روش‌های افزایش دوام ذکرشده و مورد بررسی قرار گرفته، که برای جلوگیری از نفوذ در ساخت و سازه و یا موقعیت‌های خاص بحث شده است. مثال‌های ذکرشده همه موارد را در برنمی‌گیرند و درنهایت، کاربرگ‌های وارسی موضوعی ارائه شده است. این کاربرگ‌های وارسی برای همه شرایط پیشنهاد نشده بلکه با توجه به طرح‌های ساختمانی خاص و شرایط آب و هوایی متفاوت می‌باشد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده‌شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.
درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM C168, Terminology Relating to Thermal Insulation C717 Terminology of Building Seals and Sealants

2-2 ASTM C755, Practice for Selection of Water Vapor Retarders for Thermal Insulation

2-3 ASTM C1193, Guide for Use of Joint Sealants

2-4 ASTM D1079, Terminology Relating to Roofing and Waterproofing

2-5 ASTM E331, Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference

2-6 ASTM E547, Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Cyclic Static Air Pressure Difference

2-7 ASTM E631, Terminology of Building Constructions

2-8 ASTM E632, Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials

2-9 ASTM E1105, Test Method for Field Determination of Water Penetration of Installed Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls, by Uniform or Cyclic Static Air Pressure Difference

2-10 ASTM E1643, Practice for Selection, Design, Installation, and Inspection of Water Vapor Retarders Used in Contact with Earth or Granular Fill Under Concrete Slabs

2-11 ASTM E1677, Specification for Air Barrier (AB) Material or System for Low-Rise Framed Building Walls

2-12 ASTM E1745, Specification for Plastic Water Vapor Retarders Used in Contact with Soil or Granular Fill under Concrete Slabs

2-13 ASTM E2112, Practice for Installation of Exterior Windows, Doors and Skylights

2-14 ASTM E2136, Guide for Specifying and Evaluating Performance of Single Family Attached and Detached Dwellings— Durability

2-15 ASCE/SEI 24–05 Flood Resistant Design and Construction, American Society of Civil Engineers, Structural Engineering Institute, Reston, VA.

2-17 ASHRAE Handbook of Fundamentals Chapter 23: Thermal and Moisture Control in Insulated Assemblies— Fundamentals; Chapter 24: Thermal and Moisture Control in Insulated Assemblies—Applications; Chapter 27: Ventilation and Infiltration; Chapter 29: Residential Cooling and Heating Load Calculations; Chapter 30: Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations; American Society of Heating Refrigerating, and Air Conditioning Engineers; Atlanta, GA, 2005 .

2-18 ASHRAE Standard 62 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

2-19 ASHRAE Technical Data Bulletin, Vol 10, No. 3 Recommended Practices for Controlling Moisture in Crawl Spaces, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1994 .

2-20 ASTM MNL 18 Trechsel, H., (ed.), Moisture Control in Buildings, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 1994.

2-21 ASTM MNL 40 Trechsel, H., (ed.), Moisture Analysis and Condensation Control in Building Envelopes, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2001.

2-22 Bateman, R., "Nail-On Windows" Installation & Flashing Procedures for Windows & Sliding Glass Doors, DTA, Inc., Mill Valley, CA, 1995.

2-23 Connolly, J., "Humidity and Building Materials" in Proceedings: Bugs, Mold & Rot II (W. Rose and A. TenWolde, eds.), National Institute of Building Sciences, Washington, DC, 1993 .

2-24 ISO 6707-1 Building and civil engineering—Vocabulary— General Terms4

2-25 Lstiburek, J., and Carmody, J., The Moisture Control Handbook: New, Low-Rise, Residential Construction prepared for U.S. Department of Energy, Washington, DC, 1991 .

2-26 Timusk, J., Seskus, A., and Linger, K., "A Systems Approach to Extend the Limit of Envelope Performance" in Proceedings: Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings V, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1992.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات با تعاریف ارائه‌شده در استانداردهای ASTM C168, ASTM C717 ASTM D1079 وASTM E631 ، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود.

۳-۱

پرم

perm

واحد اندازه‌گیری مقدار بخارآبی که در واحد زمان در میان مواد و مصالح انتشار می‌یابد. جهت تعریف واضح‌تر به اصطلاحات استاندارد ASTM C168 مراجعه شود.

۳-۲

عایق بخار (مانع)

vapor retarder (barrier)

همچنان‌که در اصطلاحات استاندارد ASTM C168 تعریف‌شده، ماده یا سامانه‌ای که به اندازه کافی مانع انتقال بخارآب تحت شرایط مشخص می‌شود.

یادآوری- در ساخت ساختمان‌های کم ارتفاع مسکونی- مواد یا مصالحی با قابلیت نفوذپذیری بخارآب با مقداری کمتر از یک پرم (۶۰ $ng/(s\ m^2\ pa)$) به‌عنوان عایق بخار در نظرگرفته می‌شود (به استاندارد ASTM C755 مراجعه شود). هرماده‌ای که به‌اندازه کافی مانع از انتقال بخارآب شود، بسته به اختلاف فشار داخل و خارج ساختمان، دارای توانایی و ظرفیتی برای حذف یا جمع‌آوری آب فصلی بدون خسارت می‌باشد. بنابراین، در برخی شرایط مصالح یا سامانه‌ای با ظرفیت نفوذپذیری بخارآب بیش از یک پرم ((۶۰ $ng/(s\ m^2\ pa)$) می‌تواند جهت ممانعت از انتقال بخار مناسب باشد.

۳-۳

قابلیت نفوذ بخار آب

water vapor permeance

به استاندارد ASTM C168 مراجعه شود.

یادآوری- قابلیت نفوذ خاصیتی از ماده نیست بلکه ارزیابی عملکرد آن است. واحد اندازه‌گیری قابلیت نفوذ پرم است که معادل (($ng/(s\ m^2\ pa)$) می‌باشد.

۴-۳

قابلیت نفوذپذیری بخارآب

water vapor permeability

به استاندارد ASTM C168 مراجعه شود.

یادآوری- قابلیت نفوذپذیری خاصیتی از ماده، که حاصل‌ضرب عددی قابلیت نفوذ در ضخامت می‌باشد.

۵-۳

عایق هوا

air barrier

مصالح یا سامانه‌ای در ساخت ابنیه، که جهت کاهش نشت هوا (نفوذ) از میان دیواره‌های بدون بازشو و سقف طراحی و نصب‌شده است.

[منبع: ASTM E1677]

۶-۳

دیوار مات

opaque wall

سطوح نمایان دیوار به‌غیر از پنجره‌ها، درب‌ها و مجاری تأسیسات ساختمانی است.

[منبع: ASTM E1677]

۷-۳

برون‌نشت

exfiltration

جریان کنترل‌نشده هوای داخل به خارج ساختمان از میان ترک‌ها و دیگر بازشدگی‌های ناخواسته که هنگـام استفاده معمولی از درب‌های خروجی ساختمان نیز اتفاق می‌افتد.

۸-۳

درون‌نشت

infiltration

جریان کنترل‌نشده هوای خارج به داخل ساختمان از میان ترک‌ها و دیگر بازشدگی‌های ناخواسته که هنگـام استفاده معمولی از درب‌های خروجی ساختمان نیز اتفاق می‌افتد.

۹-۳

تهویه

ventilation

ورود عمدی هوا از خارج به داخل ساختمان است.

۱۰-۳

نشت هوا

air leakage

درون‌نشت یا برون‌نشت، به‌عبارت دیگر جریان کنترل نشده هوای به داخل یا خارج ساختمان از میان ترک‌ها و دیگر بازشدگی‌های ناخواسته و یا در حین استفاده معمولی از درب‌های خروجی ساختمان است.

۱۱-۳

جزء ساختمان

building component

یک اصطلاح جامع برای ارجاع کلی به مصالح ساختمانی، محصولات، قطعات پیش‌ساخته است.

۱۲-۳

شکست مویینه

Capillary break

عبارت است از مصالح یا تمهیداتی که برای جلوگیری از انتقال آب به‌روش مکش مویینه در نظر گرفته شده است. سازوکار جلوگیری از انتقال آب با تهیه و الحاق قید، برای ایجاد ناپیوستگی در نیروی مکش مویینه است.

یادآوری- بدون در نظر گرفتن جهت شکست مویینگی ممکن است، غشایی با قابلیت جلوگیری از انتقال آب و یا مصالح درشت‌دانه‌ای با قابلیت جلوگیری از صعود مویینگی باشد، همچنین زه‌کشی فضای خالی می‌تواند به‌عنوان شکست مویینگی عمل نماید. جایی‌که چنین ابعاد فضای خالی و وضعیتی باعث جلوگیری از ایجاد پلی از قطرات آب شده است. لایه‌های (غشاء) شکست مویینگی معمولاً از پلیمرهای مصنوعی و یا از ورق‌های فلزی مقاوم در برابر خوردگی، آسفالت ترکیبی و لایه‌های نمدی پوشش داده‌شده و یا آسفالت آغشته، که در آن‌ها درجه کمتری از مقاومت در برابر انتقال مویینگی وجود دارد، ساخته‌شده‌اند.

۱۳-۳

زمان در معرض قرارگیری انباشت بحرانی

critical cumulative exposure time

عبارت است از شرایط رطوبت، این عامل به‌عنوان مجموع زمانی بیان می‌شود که شرایط رطوبت بالاتر از سطحی است که منجر به مجموعه‌ای از آسیب‌ها به قسمتی از ساختمان گردد، به‌طوری‌که سطح آسیب تجمعی بوده و غیرقابل‌قبول می‌باشد.

یادآوری - آسیب عمده به یک قسمت ممکن است در مقدار خاصی از ترکیب رطوبت و دما رخ دهد، و اغلب آسیب در برخی ترکیب‌ها سریع‌تر از دیگران است. (سطح تخریب عمده متفاوت از آسیب در مجموعه‌های مختلف و شرایط متفاوت با ضرایب شدت محاسبه می‌شود، به فصل ۲۶ استاندارد ASTM MNL 18 مراجعه شود).

۱۴-۳

مقدار رطوبت بحرانی

critical moisture content

مقدار معلومی از رطوبت است، این عامل به‌عنوان بالاترین سطح مشخص رطوبت بیان می‌شود که تخریب فوراً در یک قسمت ساختمان در درجه حرارت معین رخ خواهد داد، به‌طوری‌که سطح آسیب غیرقابل‌قبول به نظر می‌رسد.

۱۵-۳

دوام

durability

عبارت است از، ظرفیت یک قسمت ساختمان و یا ساخت‌وساز که همانند شرایط قبل خود (که برای آن در نظر گرفته شده) با یک سری عملیات تعمیر و نگه‌داری معمول و مرسوم در طول مدت عمر طراحی شده تحت شرایط پیش بینی شده محیط داخلی و خارجی قابل استفاده باقی بماند.

یادآوری- این تعریف در استاندارد ASTM C168 زیر عنوان عبارت «عملکرد ساختمان» آمده است.

۱۶-۳

درزپوش

flashing

قطعه‌ای اضافه‌شده به اعضا، که به‌طور معمول بیشتر از فلز ساخته شده، اما بعضی مواقع ممکن است از مواد مرکب ساخته شود، در محل‌های بین دیوارها و سقف‌ها، درزها و انتهای کار برای جلوگیری از نفوذ آب مایع در این نقاط به‌کار می‌رود.

یادآوری- این تعریف در سازگاری و نه کاملاً به‌طور یکسان با استاندارد ISO 6707-1 ارائه شده است.

۱۷-۳

محدود نمودن

limit

برای حفظ مقدار و یا سطح برخی از عامل‌ها، که مشکل‌ساز هستند و یا به‌طور بالقوه به رسمیت شناخته‌شده‌اند و کمتر از یک مقدار یا سطح قابل‌اعتراض تلقی می‌شود.

۱۸-۳

حالت حدی

limit state

مقداری که بیانگر عامل شرایط رطوبت است، به‌طورکلی مقدار رطوبت بحرانی و یا زمان در معرض قرارگیری انباشت بحرانی رطوبت، که در مرز قابل‌قبول در نظر گرفته می‌شود، و بالاتر از آن، سطح غیرقابل‌قبول آسیبی است که ممکن است به یک جزء ساختمان وارد گردد.

۱۹-۳

قابلیت استفاده

serviceability

در ساختمان، ظرفیت اجزا ساختمان و یا ساخت‌وساز برای انجام وظایفی که ویژهٔ آن طراحی و ساخته‌شده است.

یادآوری- این تعریف در استاندارد ASTM C168 در زیرعنوان اصطلاح «عملکرد ساختمان» آمده است.

۲۰-۳

آب یا رطوبت

water or moisture

آب به‌عنوان مایع، بخار و یا جامد (یخ، یخزدگی، یا برف) در هر ترکیبی و یا در حال گذار (تغییر حالت) تعریف می‌شود.

۴ کاربردهای دیگر

۴-۱ نفوذ رطوبت[1] عامل مهمی است که عمر مفید ساختمان را محدود کرده و یا اغلب موجب هزینه تعمیرات می‌گردد. نمونه‌هایی از تخریب رطوبت عبارتند از:

۴-۱-۱ پوسیدگی مواد چوبی؛

۴-۱-۲ پوسته‌پوسته شدن ناشی از چرخه انجماد و ذوب؛

۴-۱-۳ خسارت به دیوارهای گچی از طریق ازهم‌پاشیدگی؛

1- Moisture degradation

۴-۱-۴ خوردگی فلزات؛

۴-۱-۵ آسیب ناشی از انبساط مواد یا قطعات (تورم ناشی از افزایش رطوبت، و یا انبساط به علت خوردگی، آب‌پوشانی[1]، و یا شکل‌گیری رسوب تجمیع شونده با تأخیر[2])؛

۴-۱-۶ پوسته‌پوسته شدن و تخریب ناشی از انتقال[3] نمک؛

۴-۱-۷ شکست پوشش نهایی؛

۴-۱-۸ تغییر شکل تدریجی و کاهش استحکام یا صلبیت.

۴-۱-۲-۱ تجمع رطوبت[4] در داخل قطعات یک سازه ممکن است بدون این‌که لزوماً باعث تخریب فوری و جدی اجزای ساختمان شود، بر قابلیت استفاده آن ساختمان اثر نامطلوبی داشته باشد. نمونه‌هایی از این موارد عبارتند از:

۴-۲-۱ کیفیت هوای داخل ساختمان؛

۴-۲-۲ ایمنی الکتریکی؛

۴-۲-۳ تخریب عملکرد حرارتی عایق‌کاری؛

۴-۲-۴ آسیب در ظاهر فیزیکی ساختمان.

رشد کپک‌ها می‌تواند کیفیت هوای محیط داخلی و ظاهر فیزیکی را تحت تأثیر قرار دهد. در برخی از قسمت‌ها، به‌خصوص در سطوح تمام‌شده داخلی، رشد کپک ممکن است عمر آن قسمت را محدود کند. اغلب انتظار می‌رود که شرایط رطوبت، قابلیت استفاده ساختمان را تحت تأثیر قرار دهد، تا هنگامی که اصلاح گردد موجب تخریب ساختمان یا اجزای آن خواهد بود.

۵ منشاءهای رطوبت و انتقال آن

۵-۱ منابع رطوبت

به‌طورکلی منابع رطوبت برای ساختمان‌ها را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد:

۱. روان‌آب سطحی ناشی از بارش در سطوح زمین؛

1- Hydration
2- Ettringite formation
3- Migration
4- Moisture accumulation

۲. آب زیرزمینی نزدیک به سطح یا خاک مرطوب؛
۳. بارش یا آبی که روی ساختمان فرو می‌ریزد؛
۴. رطوبت داخل ساختمان؛
۵. رطوبت فضای باز بیرون ساختمان؛
۶. رطوبت ناشی از استفادهٔ مصالح مرطوب و یا ساخت‌وساز، تحت شرایط مرطوب؛
۷. اشتباهات، حوادث و مشکلات تعمیر و نگهداری در ارتباط با لوله‌کشی داخلی ساختمان.
در یک لحظه زمانی هر یک از دسته‌بندی‌های فوق می‌تواند به‌صورت مجزا منشاء رطوبت باشد. آب می‌تواند تغییر حالت دهد و با سازوکارهای مختلف در فضا جابه‌جا شود. بنابراین، انتظار می‌رود با گذشت زمان، دسته‌بندی‌های فوق تغییر نماید. در فصل هشتم استاندارد ASTM MNL18 برآورد کمّی از بار رطوبتی بالقوه منابع مختلف ارائه‌شده است.

۵-۱-۱ دلیل مهم مشکلات رطوبتی در آب‌وهوای سرد و معتدل، اغلب رطوبت داخلی بالای ساختمان در فصل زمستان می‌باشد. خسارت ناشی از رطوبت در ساختمان قابل‌انتظار است مگر آنکه ساختمان نسبت به تغییرات سطح رطوبت داخلی در حین بهره‌برداری طراحی‌شده باشد. در مقابل، احتمال آسیب ناشی از رطوبت وجود دارد، مگر آنکه رطوبت محیط داخلی در حدی حفظ شود، که ساختمان برای آن طراحی‌شده است. بهتر است ساختمان به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود، که رطوبت محیط داخلی متناسب استفاده خود را تحمل نماید. برای برخی ساختمان‌ها (برای مثال آن‌هایی که به‌عنوان مسکن افرادی با شرایط خاص پزشکی در نظر گرفته‌شده و یا محل استخرهای شنا و یا تجهیزات تولید پارچه و منسوجات) انتظار می‌رود سطح رطوبت داخل ساختمان بالا باشد، حتی اگر ساختمان در آب‌وهوای سرد واقع شده باشد. حال‌آن‌که بسیاری از ساختمان‌ها برای تحمل رطوبت داخلی بالا در زمستان طراحی و ساخته نشده‌اند. بنابراین، نمی‌توان انتظار داشت در طول زمستان در مقابل رطوبت خوب عمل کنند.

۵-۱-۱-۱ خسارت ناشی از رطوبت داخلی به‌طور بالقوه به شرایط آب‌وهوایی وابسته است. اغلب تراکم ساکنان که عبارت از تعداد سکنه در واحد فضا می‌باشد و فعالیت‌های آن‌ها تأثیر زیادی بر سطح رطوبت داخلی ساختمان دارد. ازجمله فعالیت‌های ساکنان که اثر قابل‌توجهی بر رطوبت داخل ساختمان دارد پخت‌وپز، حمام کردن، لباس شستن و استفاده از وسایل گرمایشی درون‌سوز (وسایل گرمایشی فاقد دودکش) است. تبادل هوا بین فضای داخل و خارج ساختمان می‌تواند در فصل زمستان در آب‌وهوای معتدل تا حدود زیادی سطح رطوبت داخلی را پایین بیاورد. جزئیات بیشتر در مورد کنترل رطوبت داخلی در زیربند (۸-۳) و بخش‌های آن بحث شده است.

۵-۱-۱-۲ ابزارهای تخمین ریاضی (به زیربندهای۷-۱-۲ و ۷-۱-۳ این استاندارد مراجعه شود) می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند تا چنانچه یک ساختمان برای سطح خاصی از رطوبت داخلی طراحی شده است، قابلیت تحمل آن ساختمان را در آب‌وهوای مربوطه تخمین بزنند.

۵-۱-۲ اگرچه استفاده از مواد خشک در ساخت‌وساز بهتر است ولی به‌طور رایج مصالح ساختمانی مرطوب استفاده می‌شوند. در برخی مواد ساختمانی (برای مثال بتن درجا) شرایط مرطوب اولیه جزء خصوصیات ذاتی مصالح بوده و درنتیجه رطوبت غیر قابل‌اجتناب است. تأثیر رطوبت در مواد ساختمانی باید نادیده گرفته نشود، با طراحی، ساخت‌وساز و بهره‌برداری مناسب می‌توان رطوبت مواد و مصالح ساختمانی را تا حدودی بدون این‌که باعث خسارت شود از بین برد.

۵-۱-۲-۱ هنگامی‌که دیوارهای اسکلت چوبی، با مصالح ساختمانی مرطوب و یا تحت شرایط رطوبتی ساخته می‌شوند، توصیه می‌شود قبل از آن‌که با سایر مصالح پوشانده شود بهتر است آن دیوار به‌روش تبخیر خشک گردد. طرح‌های دیواری که رطوبت در آن هر چه سریع‌تر از بین برود در شرایط رطوبتی بالا می‌توانند تطبیق بهتری داشته باشد، در مقایسه با طرح دیوارهایی که ظرفیت کمتری در دفع رطوبت دارند. مدل‌های رایانه‌ای (به زیربند ۷-۱-۲ مراجعه شود) می‌تواند در پیش‌بینی سرعت خشک شدن دیوارهای دارای رطوبت بالاتر از حد ایده‌ال مفید باشند.

۵-۲ تمهیدات پیشگیری و کنترل جمع شدن رطوبت در ساختمان در سه دسته عمده قرار می‌گیرند:

۵-۲-۱ منابع رطوبت محدود شوند؛

۵-۲-۲ ورود رطوبت به ساختمان و یا جدار آن به حداقل رسانده شود؛

۵-۲-۳ رطوبت از ساختمان یا جدار ساختمان حذف گردد.

روش‌های مرکب از سه دسته بالا معمولاً مؤثرتر هستند.

۵-۳ راه‌حل جامع انتقال رطوبت و ذخیره‌سازی در فصل اول استاندارد ASTM MNL18 شرح داده‌شده است. سازوکارهای زیر بهترین روش‌های بالقوه انتقال رطوبت در ساخت‌وساز هستند:

۵-۳-۱ جریان مایع به‌صورت وزنی، فشار هوا، کشش سطحی، ممان و مکش مویینگی

۵-۳-۲ حرکت بخارآب توسط جریان هوا

۵-۳-۳ انتشار بخار براثر تغییرات فشار بخار

این روش‌های انتقال می‌تواند باعث ورود رطوبت به داخل و یا جدار پوششی ساختمان شده و در این موارد بهتر است کنترل نفوذ صورت گیرد. همچنین، این روش‌های انتقال می‌توانند برای حذف رطوبت از ساختمان و جدار پوششی آن عمل نمایند.

برای کنترل ورود رطوبت ابتدا باید سازوکار انتقال که دارای توان بالقوه برای حرکت بیشترین مقدار رطوبت است (جایی که امکان‌پذیر است) کنترل گردد. در خشک کردن ساختمان نیز باید سازوکار انتقالی که دارای توان بالقوه برای حرکت بیشترین مقدار رطوبت می‌باشد ابتدا به‌کار گرفته شود.

۵-۴ واحدهای (عناصر) ساختمانی به سه روش می‌توانند مرطوب شوند:

۵-۴-۱ رطوبت می‌تواند از فضای بیرونی وارد شود

۵-۴-۲ رطوبت می‌تواند منشأ داخلی داشته باشد

۵-۴-۳ قسمت‌های ساختمان درنتیجه به‌کارگیری مصالح ساختمانی مرطوب و یا قرارگیری ساختمان تحت شرایط رطوبتی می‌تواند شروع به خیس شدن نماید.

موارد فوق به‌صورت مشروح در بندهای زیر آمده است:

۵-۴-۱ رطوبت به‌طورمعمول، با سه سازوکار از بیرون وارد مجموعه‌های ساختمانی می‌شود:

الف- جریان مایع تحت تأثیر نیروی جاذبه، فشار هوا، کشش سطحی، ترکیب این حالت‌ها، و یا مکش مویینگی؛

ب- حرکت بخار آب به کمک جریان هوا؛

پ- انتشار بخار آب به دلیل اختلاف فشار بخار.

۵-۴-۲ به‌طورمعمول، رطوبت با منشأ داخلی با دو سازوکار وارد مجموعه‌های ساختمانی می‌شود:

الف- حرکت بخار آب با جریان هوا؛

ب- انتشار بخار آب به‌وسیله اختلاف فشار بخار.

۵-۴-۳ تأثیر بالقوه عملکرد تأسیسات مکانیکی در انتقال رطوبت همواره ناشناخته مانده است. درحالی‌که این اثر بالقوه نباید نادیده گرفته شود. به‌عنوان بیشترین اثر، تجهیزات هواساز می‌توانند به کمک جریان هوا رطوبت زیادی را انتقال دهند. افزایش یا کاهش بی‌ضابطه فشار هوا در ساختمان یا در بخش‌هایی از ساختمان به‌وسیله هواسازها می‌تواند به‌طور قابل توجهی باعث تجمع رطوبت در جدار آن گردد.

۵-۵ به‌طورمعمول رطوبت می‌تواند به سه روش در داخل ساختمان خشک، یا به خارج دفع شود:

۵-۵-۱ جریان مایع تحت تأثیر نیروی جاذبه (زه‌کشی) یا مکش موئینگی؛

۵-۵-۲ حرکت بخارآب از طریق حرکت هوا (تهویه)؛

۵-۵-۳ انتشار بخارآب از طریق اختلاف فشار بخار.

اغلب در جایی‌که تراکم بخارآب یا نشت آب ایجاد می‌شود، مسیرهای چکیدن و زه‌کشی آب مایع به جاهایی که این آب حذف شود مؤثر می‌باشد. همچنین تبدیل آب مایع به بخار، و پراکنده ساختن بخار از طریق حرکت هوا نیز عملی است.

۶ حالت‌های حدی

۶-۱ یکی از مهم‌ترین مراحل در تصمیم‌گیری عملیات و طراحی به‌منظور محافظت اجزای ساختمان از تخریب، شناسایی شرایطی است که باید از آن‌ها اجتناب گردد. با این‌حال عموماً دستورالعمل دقیقی برای شناسایی این شرایط وجود نداشته، بلکه اغلب از ارزیابی‌های حدسی (تخمینی) بر اساس آزمایش‌های تجربی استفاده می‌شود.

۶-۲ زمان و درجه حرارت عواملی هستند که مرتبط با سطح رطوبت در تخریب اجزاء ساختمان می‌باشند.

ترکیب رطوبت، دما و زمان در تخریب مواد مؤثر بوده، به‌علاوه شرایط با توجه به نوع ماده نیز تغییر می‌کند. به‌عنوان‌مثال چوب حتی در میزان رطوبت قابل‌ملاحظه، در شرایطی که درجه حرارت کمتر و یا نزدیک دمای انجماد باشد نمی‌پوسد (خراب نمی‌شود)، و حتی چوب در شرایط دمایی که منجر به فسادش (خرابی) می‌شود، می‌تواند رطوبت‌های با سطح بالا (شدید) که به‌صورت متناوب با مدت‌زمان کوتاه اعمال می‌شوند را بدون ایجاد پوسیدگی تحمل کند. در مقابل، معمولاً از مصالح بنایی توقع تحمل شرایط رطوبت شدید برای یک بازه زمانی طولانی در دمای بیشتر از دمای انجماد وجود دارد (شرایطی که انتظار می‌رود طی آن چوب دچار پوسیدگی گردد)، اما در صورت یخ‌زدگی در شرایط اشباع، احتمال آسیب دیدن آن‌ها وجود دارد.

۶-۲-۱ بسیاری از مواد و سازه‌ها دارای ظرفیت مقدار جذب آب کمی هستند و روند پیشرفت خرابی نیز در مدت عمر مورد انتظار طراحی آن‌ها چنان کند می‌باشد که قابل چشم پوشی است. همان‌گونه که در زیربند ۶-۱ بیان شد، در اغلب مواقع، ارزیابی این مقادیر حدی تقریباً حدسی (تخمینی) است. برای تخمین‌ها، مرجع " رطوبت و مصالح ساختمانی" [2] مشاهده گردد.

۶-۲-۲ مفاهیم میزان رطوبت بحرانی و زمان انباشت در معرض‌قرارگیری بحرانی در فصل ۲۶ استاندارد ASTM MNL18 موردبحث قرار می‌گیرند. اگرچه این مفاهیم معمولاً توسط محققان صنعت ساختمان شناسایی شده‌اند، اما استفاده سازمان‌دهی شده و کاربردی از این مفاهیم به‌عنوان حالات حدی، توسط طراحان هنوز به‌خوبی معرفی نشده است.

۶-۳ حالت حدی اغلب، بر اساس حد اجتناب از آسیب ناشی از مرطوب شدن اجزا تعریف می‌گردد. همچنین این حالت حدی ممکن است بر پایه اجتناب از آسیب یک بخش در اثر میزان رطوبت در بخش

مجاور تعریف گردد. به‌عنوان مثال، ممکن است کم کردن نفوذ رطوبت با تغییر ابعاد پوشش چندلایه (تخته سه لا) به‌منظور جلوگیری از ترک‌خوردگی روکش گچی ضروری باشد.

۷ ابزارهای ارزیابی طراحی[1]

۷-۱ روش‌های ارزیابی طراحی پوشش‌های ساختمان از منظر کنترل (مدیریت) رطوبت را می‌توان بدین شرح دسته‌بندی نمود:

الف- مفهومی؛

ب- ریاضی بر پایه مدل‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای؛

پ- ریاضی بر پایه محاسباتی که بدون نرم‌افزار رایانه‌ای انجام‌پذیر است. (گاهی اوقات به‌عنوان ابزار طراحی دستی نامیده می‌شود).

۷-۱-۱ ارزیابی طراحی مفهومی[2]

این روش شامل سه مرحله زیر است:

۷-۱-۱-۱ تعیین بارهای محتمل محیطی داخلی و خارجی (تعیین آب وهوا و شرایط طراحی داخلی)؛

۷-۱-۱-۲ تعیین سازوکار پیش‌زمینه (استعداد) انتقال رطوبت در هر مجموعه؛

۷-۱-۱-۳ انتخاب راهبردهای کنترل رطوبت.

این رویکرد درک کیفی از چگونگی عملکرد یک ساختمان تحت تأثیر تمام بارهای رطوبت که احتمال دارد ساختمان در معرض آن‌ها قرار بگیرد را فراهم می‌کند. کتابچه استاندارد (هندبوک) کنترل رطوبت مرجع [۳] شرح جامع‌تری از این روش ارائه می‌کند. ارزیابی طراحی مفهومی می‌تواند به‌منظور انتخاب یک ساختمان برای آب‌وهوای مشخص مورد استفاده قرار گیرد، و همچنین ممکن است برای ارزیابی عملکرد ساختمان پیشنهادشده در آب‌وهوای مشخص استفاده شود.

۷-۱-۲ مدل‌های رایانه‌ای شبیه‌سازی تحلیل رطوبتی – دمایی[3]

این مدل‌ها با استفاده از شرایط مرزی موجود برای شرایط آب و هوایی و طراحی داخلی به‌منظور پیش‌بینی کمی شرایط رطوبت و دما برای ترکیبات پیشنهادی تعریف شده‌اند. همان‌طور که در فصل۶ استاندارد ASTM MNL 40 بیان گردیده، مدل‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای دقیق‌تر، از روش‌های اجزای محدود یا تفاضل

1- Design Evaluation Tools
2- Conceptual Design Evaluation
3- Hygrothermal

محدود استفاده می‌کنند. این روش‌های سازوکار انتقال حرارت و رطوبت در سطوح داخلی و خارجی، و داخل مجموعه‌ها را به‌صورت ریاضی مدل‌سازی می‌کنند. برخی از این مدل‌ها انتقال رطوبت با جریان هوا و جریان آب مایع و همچنین انتشار بخار را پیش‌بینی می‌کنند. استفاده از چنین مدل‌هایی به آگاهی از فیزیک ساختمان و محدودیت‌های مدل مورد استفاده، نیازمند است. اکثر مدل‌ها امکان برآورد مدت دوام مجموعه‌ای از شرایط دما و رطوبت داخل مجموعه‌ها را دارند. بحث پیرامون مدل‌های موجود در فصل ۲ از استاندارد ASTM MNL 18، فصل ۶ از استاندارد ASTM MNL 40 و فصل ۲۳ از کتابچه استانداردی اصول بنیادی ASHRAE[1] ارائه شده است.

۷-۱-۳ ابزارهای طراحی دستی[2]

این روش‌ها در فصل ۶ از استاندارد ASTM MNL 40، «مدل‌های روش تحلیل رطوبتی- دمایی ساده شده» و در فصل ۲۳ از کتابچه استانداردی اصول بنیادی ASHRAE، «محاسبات طراحی و تحلیل رطوبتی- دمایی ساده‌شده» نامیده شده‌اند. ابزارهای طراحی دستی، مانند مدل‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای، برآورد کمی از شرایط رطوبت در داخل پوشش‌های ساختمان ارائه می‌دهند. اما این روش‌ها فقط انتقال رطوبت به‌وسیله انتشار بخار را محاسبه می‌کنند. تمرکز این روش‌ها به‌جای ساختارهای ساختمانی بر پیش‌بینی وقوع چگالش استوار است. محاسبات مربوط به ابزارهای طراحی دستی به‌راحتی با یک ماشین‌حساب دستی و یا در یک صفحه گسترده رایانه انجام می‌شود. از ابزارهای طراحی سنتی مورد استفاده در محاسبات، ابزار طراحی دستی با عنوان روش نقطه شبنم می‌باشد. یک مثال بارز از روش نقطه شبنم در پیوست الف ۱ از استاندارد ASTM C755 به‌طور خلاصه بیان شده است. در عین حال اعتبار و اثربخشی برآورد شده با ابزار طراحی دستی محدودیت‌هایی هم دارد، مهم‌ترین نکته در استفاده از ابزار طراحی دستی این است که، از دوره زمانی ممکن که طی آن شرایط ذاتاً زیان‌آور رخ می‌دهد، برآوردی ارائه نداده است. با وجود محدودیت‌های ابزارهای طراحی دستی، برخی از روش‌های نسبتاً ساده تحلیل، مانند تحلیل نقطه شبنم، به‌منظور مقایسه سریع عملکرد نسبی بسیاری از سازه‌های مختلف ارائه‌شده، مفید هستند. توضیح بیشتر در رابطه با ابزارهای طراحی دستی در فصل ۱۱ استاندارد ASTM MNL 18 و فصل ۲۳ از کتابچه استانداردی اصول بنیادی ASHRAE موجود است.

۸ نمونه‌هایی از روش های عملی افزایش دوام ساختمان در برابر رطوبت

۸-۱ هدایت ریزش‌های جوی و روان‌آب سطحی

۸-۱-۱ شیب‌بندی سطح زمین اطراف ساختمان

1- American Society of Heating, Refrigerating, and Air conditioning Engineers
2- Manual Design Tools

شیب سطح زمین اطراف ساختمان باید طوری باشد که روان‌آب ناشی از بارش را به سمتی دور از پی ساختمان هدایت نماید.

۸-۱-۲ لوله‌های ناودانی باران به طرف خارج از ساختمان

جهت شیب لوله‌ها در سطح زمین با فاصله از پی ساختمان طوری قرار گیرد که جریان آب به سمت خارج و هرچه دورتر از ساختمان هدایت شود.

۸-۱-۳ ممکن است در برخی از موارد سامانه‌های زه‌کشی زیرسطحی لازم باشد. در برخی از موارد لازم است، آب جمع‌آوری‌شده به‌وسیله پمپ کردن تخلیه گردد. سامانه‌های زه‌کشی زیرسطحی در کتاب‌های کنترل رطوبت [۲]و[۳] بحث شده است.

۸-۲ محدود نمودن نفوذ آب ناشی از ریزش‌های جوی

۸-۲-۱ بارش به‌طور ذاتی بارهای رطوبتی فوق‌العاده بزرگی را به ساختمان‌ها وارد می‌کند و معمولاً بزرگ‌ترین منبع رطوبت بالقوه می‌باشد (به فصل ۸ از استاندارد ASTM MNL 18 مراجعه شود). کنترل این منبع خیلی ضروری است، به‌خصوص این‌که، بارش باید از پوشش ساختمان خارج شود. در برخی از موارد، ورود مقدار محدودی از بارش در جدار ساختمان را می‌توان به‌سرعت به‌وسیله زه‌کشی خارج نمود و یا خودش (معمولاً خیلی آهسته‌تر) به‌صورت تبخیر از بین می‌رود.

۸-۲-۱-۱ رطوبت ناشی از بارش (بارندگی و یا ذوب یخ یا برف) تقریباً فقط به حالت مایع، وارد جدار ساختمان می‌شود.

۸-۲-۲ تقریباً همیشه سطوح افقی و یا شیب‌دار (سقف‌ها) بیشتر از دیوارها در معرض آب قرار دارند. لذا هدایت و تخلیه آب از سطوح سقف ضروری است. این سطوح در اصل باید در برابر آب عایق باشند. (به‌گونه‌ای که، نشت آب نداشته باشد). نفوذ و نشت آب از نقاط ضعف غشای عایق سقف صورت می‌گیرد، تقریباً همیشه برای چنین نقاط نفوذی، روکش موردنیاز است. طراحی، نصب و تعمیر و نگه‌داری از سقف بسیار مهم است. سالانه حجم زیادی از کتاب‌ها و استانداردها به موضوع بام و ضد آب کردن آن می‌پردازند. لذا، در این استاندارد تلاشی در جهت ارائه راه‌حلی جامع برای این موضوع نشده است.

۸-۲-۳ نفوذ آب از طریق نما به داخل ساختمان (ساختمان‌های کم ارتفاع، در درجه اول از طریق دیوارها) می‌تواند پیامدهای قابل‌توجهی به‌بار آورد. برای کنترل نفوذ آب باران به داخل دیوار دو راهبرد مهم وجود دارد:

۱- کاهش مقدار آب بارانی که بر روی دیوار ساختمان می‌نشیند.

۲- کنترل مقدار آب بارانی که بر روی دیوار ساختمان می‌نشیند.

۸-۲-۳-۱ به‌طور سنتی کاهش مقدار جذب آب باران در قطعات پوششی دیوار، تابع مکان و نوع طراحی معماری می‌باشد. اقدامات مؤثری که می‌توان انجام داد عبارتند از:

۱- موقعیت ساختمان‌ها طوری قرارگیرند که آن‌ها از باد و باران در پناه باشند؛

۲- برآمدگی‌های سقف و ناودان یا دیگر سامانه‌های زه‌کشی سقف طوری قرار گیرند تا دیوارها در معرض باران مستقیم و یا روان‌آب لوله‌کشی سقف نبوده و در پناه باشند.

۸-۲-۳-۲ همان‌طور که در زیربند ۸-۲-۱ اشاره شد، معمولاً روان‌آب سقف یک منبع آب بالقوه فوق‌العاده بزرگ است. در آب و هوای معتدل و سرد، قرار گرفتن در معرض روان‌آب سقف یکی از شایع‌ترین علل پوسته‌پوسته شدن قطعات روکش مصالح بنایی ناشی از دوره‌های تکرار یخ زدن و ذوب شدن است. چوب و سامانه‌های چوبی روکش‌دار، اگر در معرض روان آب سقف قرار گیرند دچار همین مشکل شده و لذا برای پشت‌بام و پوشش دیوارها مناسب شناخته نشده‌اند. در این بین معمول‌ترین نقاط نفوذ آب در دیوارها به‌ویژه در سقف‌های مسطح یا تقریباً مسطح، فاصله بین دیوارها با سقف‌ها است. آستانهٔ درهایی که به بالکن‌ها باز می‌شوند یکی‌دیگر از معمول‌ترین مکان‌های اصلی نفوذ آب به دیوارها هستند.

به‌طورکلی نفوذ آب در این نقاط مورد انتظار است، مگر این‌که برای دیوارهای بالکن زه‌کش آب سطحی در نظر گرفته شود. به دلایل ذکرشده در این پاراگراف، به‌طور کلی پذیرفته‌شده است که دیوارهای ساختمان نباید در معرض زه‌آب سقف قرار بگیرند.

۸-۲-۴ نفوذ آب از تقاطع‌ها (محل‌های اتصال) شامل تقاطع دیوارها، محل‌های اتصال روکش نمای خارجی بر روی دیوارها و محل اتصال روکش نمای خارجی و درب و پنجره‌ها، مستعدترین محل‌های نفوذ آب به داخل ساختمان هستند. محل‌های اتصال دیوارها با سطح افقی یا شیب‌دار بزرگ (به‌عنوان‌مثال سقف‌ها، کف‌ها، یا بالکن‌ها) مستعد نفوذ آب هستند. بنابراین در این مکان‌ها مراقبت ویژه نیاز است.

۸-۲-۵ راهبردهای کنترل آب بارانی که روی دیوارها می‌نشیند را می‌توان به‌طورکلی به شکل زیر طبقه‌بندی نمود:

(۱) راهبردهایی برای جلوگیری از نفوذ آب از خارجی‌ترین سطح نمای دیوار؛

(۲) راهبردهایی برای پراکنده نمودن آبی که به خارجی‌ترین سطح نمای دیوار نفوذ می‌نماید. استفاده ترکیبی این دو روش طبقه‌بندی‌شده می‌تواند بسیار مؤثر باشد. راهبردها برای کنترل آب باران نشسته روی دیوارهای ساختمان در فصل۲ از کتاب کنترل رطوبت [۳] بحث شده‌اند. توضیحات بیشتر دربارهٔ این موضوع، به‌علاوه توصیه‌هایی دربارهٔ جزئیات طراحی در کتاب «میخ روی پنجره‌ها» [۱] ارائه شده است. بسیار مهم

است که راهبردهای انتخابی طراح، برای پیمانکاران ساخت و آن‌هایی که مسئول حفظ و تعمیر ساختمان هستند، به‌روشنی تعریف و تفهیم شود.

۸-۲-۵-۱ تجهیزات خارجی ساختمان – به عنوان مثال تجهیزات الکتریکی که در فضای بیرونی نصب می‌شوند، باید یک نوع خاص، مناسب برای انجام کار در خارج ساختمان باشند و تحت شرایط ضد رطوبتی کافی نصب شوند.

۸-۲-۵-۲ بازشوهای ساختمان- ملاحظات مهم در انتخاب بازشوهای ساختمان (پنجره‌ها و درب‌ها) عبارتند از:

۱- توانایی این بازشوها برای هدایت آب به بیرون؛

۲- قابلیت اجزا بازشوها که بتواند به سامانه زه‌کشی ساختمان مرتبط باشند.

۸-۲-۵-۲-۱ مقاومت اجزاء ساختمان به نفوذ آب می‌تواند تا حدی از طریق آزمون‌های آزمایشگاهی نظیر روش‌های آزمون استانداردهای ASTM E331 وASTM E547 تعیین شوند. بسیار توصیه می‌شود گواهی تائید قابلیت مقاومت یک محصول در برابر آب و مناسب بودن محصول برای کار مورد نظر، توسط یک سازمان ثالث بی‌طرف صادر گردد، (تائید قابلیت قرارگیری محصول در معرض باد و باران).

۸-۲-۵-۲-۲ نصب و یکپارچه‌سازی مناسب اجزاء و قسمت‌ها با سامانه دفع آب ساختمان، ضروری می باشد. استاندارد ASTM E2112 رهنمودهایی برای نصب مناسب محصولاتی مانند درب و پنجره و یکپارچه‌سازی آن ها با سامانه دفع آب ساختمان ارائه می‌کند. برای سامانه‌های پیچیده‌تر یا طراحی های جدید، انجام آزمون بر روی سازه های آزمایشی و انجام آزمون‌های میدانی، پیش از شروع ساخت پروژه، می‌تواند برای اهداف کاهش خطر و تخمین کیفیت، ارزشمند باشد. در هرجایی که جزئیات روند هدایت آب و یکپارچه‌سازی اجزاء ساختمان با کل ساختمان نامشخص باشند یا فراهم نشده باشند، آزمون‌های میدانی به‌طور خاص لازم و ارزشمند هستند. خط مشی ارائه شده در استاندارد ASTM E1105 روش آزمون میدانی مفیدی را به‌صورت مختصر، بیان می‌کند.

۸-۲-۵-۲-۳ وجود ضعف در نماسازی، نصب درب و پنجره و تزئین‌کاری‌های ساختمان می‌تواند امکانی برای نفوذ آب فراهم نماید. طراحی مناسب و نظارت کافی در طول ساخت، برای کاهش استعداد و توانایی نفوذ آب و آسیب به ساختمان لازم و ضروری است.

۸-۲-۵-۲-۴ نگه‌داری مناسب درب و پنجره و نقاط اتصالی آن‌ها با سامانه نمای ساختمان می‌تواند تضمینی طولانی برای جلوگیری از نفوذ آب به دیوارها باشد.

یادآوری- ملاحظاتی که قبلاً در این بخش ذکرشده، همان‌گونه که برای قسمت‌های بازشو در دیوارها (درب ها و پنجره‌ها) کاربردی هستند، می‌تواند برای پنجره‌های سقفی نیز به کار رود. بازشوهای نصب‌شده روی بام معمولاً بیشتر از پنجره در دیوارها، در معرض نفوذ آب‌وهوا قرار می‌گیرند.

۸-۲-۵-۳ استفاده از درزگیرهای مفصلی در سازه‌های کم ارتفاع، نسبت به سازه‌های بلند مرتبه، از توسعه خوبی برخوردار نمی‌باشد. طراحی قابل‌اطمینان مفصل‌های درزگیر می‌تواند شامل بسیاری از عوامل در ساختمان باشند، نظیر: سازگاری بستر درزگیر، اجتناب از اتصال (چسبندگی) سه‌جانبه، شکل هندسی مفصل و حرکت‌های قابل پیش‌بینی در مفصل (به استاندارد ASTM C1193 مراجعه شود). طرز ساخت (کیفیت) و شرایط ساخت که تحت آن شرایط، مفاصل و لولاهای درزگیر نصب می‌شوند، بسیار با اهمیت هستند. تعمیر و نگهداری لولاهای درزگیر نباید نادیده انگاشته شوند، زیرا عمر پیش‌بینی‌شده این لولاهای به‌طور تقریباً قطعی، کمتر از عمر طراحی ساختمان می‌باشد.

۸-۳ نظارت بر رطوبت داخلی

۸-۳-۱ از دیدگاه دوام ساختمان، نگرانی اولیه در طول فصل زمستان و در آب‌وهوای سرد یا معتدل کنترل رطوبت داخلی است. در آب‌وهوای گرم و مرطوب، اگر داخل ساختمان برای خشک بودن طراحی‌شده باشد، کنترل رطوبت داخلی، حتی در ساختمان‌های مجهز به سامانه‌های تهویه مطبوع، بایستی موردتوجه قرار گیرد. در آب‌وهوای معتدل مربوط به هر اقلیمی، امکان دارد کنترل رطوبت از نقطه‌نظر حفظ ویژگی درون ساختار یا از نقطه‌نظر کیفیت هوای داخلی (برای مثال، جلوگیری از رشد قارچ که باعث رهایی هاگ‌ها (تخم) و بوهای پوسیدگی می‌شود، یا جلوگیری از انتشار ذرات گردوخاک) مهم است، ولی این مسئله برای دوام و مقاومت ساختار ساختمان زیاد مورد توجه نیست.

۸-۳-۲ رطوبت داخلی را می‌توان از طریق کنترل منابع رطوبتی داخل، دفع آن از طریق تهویه هوا، یا با تهویه هوا به خارج یا از طریق رطوبت‌گیرهای خشک‌کن هوا، محدود نمود.

۸-۳-۳ همان‌گونه که در دو زیربند ۵-۱-۱ و ۸-۳-۱ اشاره شد، سطح رطوبت نسبی داخلی[1] که یک ساختمان معین می‌تواند تحمل کند، بستگی به اقلیم آن منطقه دارد. مدل‌های تجربی و شبیه‌سازی‌شده رایانه‌ای نشان می‌دهند که در بسیاری از ساختمان‌ها با طراحی معمولی در اقلیم سرد که در زمستان بالاجبار گرم می‌شوند، اگر سطح رطوبت نسبی داخلی زمستانی آن‌ها در سطوحی بیش از (۳۵-۴۰) درصد نگه‌داری شوند، می‌توان در آن ساختمان‌ها تجمع رطوبت‌های مخرب را انتظار داشت. درصورتی‌که در طول فصل گرمایشی در آب‌وهوای سرد، سطح رطوبت داخلی بیش از (۳۵-۴۰) درصد لازم یا مدنظر باشد، باید برای تحمل چنین حجمی از رطوبت، به طراحی و ساخت آن ساختمان‌ها توجه ویژه‌ای مبذول گردد.

1 - RH, relative humidity

۸-۳-۴ در بیشتر اقلیم‌های گرم، هنگامی که هوا خنک است یا در فصل سرما، مبادله هوا از طریق تهویه، می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی از رطوبت داخلی هوا بکاهد. فصل ۵ از استاندارد ASTM MNL 18 و فصل ۲۴ از کتابچه استانداردی ASHRAE نشان می‌دهد که به‌طورکلی در یک آب‌وهوای مرطوب و معتدل، برای پیشگیری از رطوبت داخلی بیش از اندازه، تهویه هوا «در هر ساعت به میزان ٪ ۳۵ از حجم کل هوای یک ساختمان مسکونی»، در یک حد معمولی کافی خواهد بود (به استاندارد ASHRAE 62 مراجعه شود). برای کنترل رطوبت داخلی در فصل سرما، رطوبت‌زدایی مکانیکی به‌ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اقلیم معتدل مرطوب، برای کنترل رطوبت داخلی ساختمان، مبادله هوا با روش تهویه به بیرون می‌تواند اثربخشی محدودی داشته باشد. در چنین اقلیم‌هایی، برای کنترل رطوبت نسبی داخلی، رطوبت‌زدایی می‌تواند نسبت به تهویه با مکنده‌ها، اثر بهتری داشته باشد.

۸-۳-۴-۱ در طراحی برای ایجاد مبادله هوا بین فضای نشیمن و هوای بیرون، معمولاً ملاحظات مصرف انرژی، کیفیت هوا و همین‌طور عامل دوام ساختمان، دارای اهمیت می‌باشند.

۸-۳-۴-۲ در سال‌های اخیر عموماً ساختمان‌ها طوری ساخته شده‌اند که بتوانند با انرژی کمتری گرم شوند. برای ایجاد بهره‌وری فزاینده در مصرف انرژی، در یک ساختمانی با اندازه مشخص، این‌طور نتیجه گرفته شد که تجهیزات گرماساز (وسیله گرمایی) با اندازه کوچک ساخته شود و یا تجهیزات گرماساز (وسیله گرمایی) را در فصول نیاز به گرمایش در مدت زمان کوتاه‌تری روشن نگه داشت. بدین ترتیب مقدار بسیار زیادی از انرژی تولیدی این وسایل که با هوای ساختمان از طریق دودکش خارج می‌شد، کاهش یافت. علاوه بر این، پوشش ساختمان، و همین‌طور بازشوها، در مقابل نشت هوا از بیرون به داخل ساختمان مقاوم‌تر شدند. نتیجه این‌که در حال حاضر میزان تبادل هوای بعضی از ساختمان‌ها نسبت به توصیه‌های کتابچه استانداردی ASHRAE 62 بسیار کمتر می‌باشد، و تبادل کم هوا باعث افزایش بیش از حد سطح رطوبت داخل ساختمان شده است. با کاهش خروج انرژی از دودکش‌های داخل ساختمان، احتمال ایجاد فشار منفی در ساختمان نیز کاهش‌یافته است. دانشمندان علوم ساختمان عموماً تأیید می‌نمایند که مجتمع‌های ساختمانی در اقلیم‌های نیازمند به گرمایش که به‌طور معقول از لحاظ مصرف انرژی بهره‌ور هستند، در بسیاری از موارد به میزان کافی تبادل هوایی ندارند (از دیدگاه های کیفیت هوای داخلی یا کنترل رطوبت هوای داخلی، همان‌گونه که در کتابچه استانداردی ASHRAE 62 آورده شده است)، مگر این‌که آن‌ها با بعضی از سامانه‌های تهویه‌ای مجهز شده باشند. از دیدگاه علمی، توافق کامل در این باره که یک سامانه دمنده کافی شکل گیرد، وجود ندارد. سامانه‌های دمنده برقی، دریچه‌های دودکش بسته و تهویه‌های غیرفعال و یا تهویه‌های پنجره‌ای غیرفعال، همگی آن‌ها می‌توانند ماهیتاً به‌عنوان دمنده‌های کافی مورد استفاده قرار گیرند. سامانه‌های دمنده برقی، به‌طورکلی به‌عنوان سامانه‌های قابل‌کنترل، آسان‌تر از دیگر سامانه‌ها شناخته‌شده هستند. اگر دمنده برقی یا دریچه‌های دودکش غیرفعال انتخاب‌شده‌اند، راه‌های تبادل هوا برای این سامانه‌ها باید مستقیماً بین هوای داخل و خارج ساختمان باشد. هیچ راه عبور هوایی نباید به داخل پوشش حرارتی ساختمان ختم گردد. هواکش‌ها در آشپزخانه‌ها یا در حمام‌ها (که به‌عنوان وسیله تهویه

نقطه‌ای در نظر گرفته می‌شوند)، اگر خوب و مناسب انتخاب و نصب‌شده باشند و توسط ساکنین خوب نگهداری شوند، می‌توانند به‌عنوان سامانه‌های تهویه‌ای ساختمان به‌صورت مؤثر مورد استفاده قرارگرفته شوند. استفاده از سامانه‌های تهویه حرارت بازیافتی، درجایی که استفاده از انرژی یک نگرانی محسوب می‌شود، توجیه‌کننده است، به ترتیبی که هدررفت حرارتی مرتبط با سطح تهویه‌ای که به‌عنوان حداقل در کتابچه استانداردی ASHRAE 62 قبلاً شرح داده شد، به‌طور عمومی بیش‌از اندازه نباشد. طراحی سامانه‌های تهویه‌ای مسئله‌ای خاص و فراتر از چهارچوب این استاندارد می‌باشد.

۸-۳-۵ هواکش‌های نقطه‌ای (در منابع مشخص‌شده رطوبتی داخلی) به‌عنوان یک روش مؤثر عمومی برای کمک به کنترل سطح رطوبت داخلی ساختمان‌ها شناخته‌شده هستند.

۸-۳-۵-۱ تهویه لباس‌خشک‌کن‌ها، شکلی از تهویه‌های نقطه‌ای محسوب شده و برای تمام اقلیم‌ها توصیه می‌شوند. درخانه‌های نوساز با بهره‌وری انرژی، توصیه این است که اطمینان حاصل شود، لباس‌خشک‌کن‌ها با سامانه هوامکشی کافی، ساخته‌شده‌اند.

۸-۳-۵-۲ هواکش‌های نقطه‌ای در آشپزخانه‌ها، در حمام‌ها و توالت‌ها معمول هستند و معمول‌تر این‌که با بادزن[1] به‌طرف خارج همراه هستند، همین‌طور ممکن است در پنجره‌های این مکان‌ها بازشو تعبیه شود. هواکش‌های نقطه‌ای به‌طور نظری توانایی این را دارند که مقدار معینی از هوای مرطوب ساختمان را به‌طور مؤثر از بین ببرند (مقدار تبادل هوای کم، نسبت به هواکشی کل ساختمان). اگر چنانچه رطوبت از منشأ، قبل از این‌که توسط بادزن یا پنجره از ساختمان خارج شود، با هوای داخل ساختمان مخلوط گردد، استفاده اصولی از تهویه نقطه‌ای، دیگر بی‌نتیجه خواهد بود.

۸-۳-۵-۲-۱ ظرفیت مؤثر بادزن‌های به‌طرف خارج می‌تواند توسط مجرای خروجی طولانی، مجاری خروجی خمیده و استفاده از وسایلی در این مجاری که جریان هوا را در مسیر آن محدود می‌نماید، به‌طور قابل‌توجه کاهش یابد.

۸-۳-۵-۲-۲ در برخی منازل (عموماً منازل گران‌قیمت) استفاده از هواکش‌های برون‌دمش آشپزخانه با ظرفیت بالا رایج است. به‌طور کلی این هواکش‌ها برای دفع رطوبت جمع شده در آشپزخانه بسیار مؤثر هستند، اما برای تهویهٔ هوا، ایجاد تدارکات و امکانات کافی مورد نیاز می‌باشد. چنانچه برای تهویه هوا امکانات کافی ایجاد نشود، شاید هوا به‌طور مؤثر تجدید نشده و باعث ایجاد سطح خطرناک فشردگی رطوبت در داخل ساختمان گردد. اگر فشار هوا در محل هواکش وسایل احتراقی تقریباً از پنج پاسکال تجاوز کند، امکان دارد برگشت جریان هوا صورت گیرد. برگشت جریان همچنین در فشارهای منفی کمتر از پنج پاسکال مشاهده شده است. در برخی موارد، نصب قفل‌های ایمنی برای عملکرد طبیعی هواکش وسایل احتراق، در زمانی که هواکش‌های برون دمش آشپزخانه‌های بزرگ در حال عمل هستند، شاید قابل توجیه باشد.

1- exhaust fans

۸-۳-۵-۲-۳ برون‌دمش از تجهیزات تهویه برقی باید همگی به مسیرهای بیرونی منتهی شوند. کانال هواکش‌ها شاید از مکان‌های سرد یا خنک عبور کنند. در چنین وضعیت‌هایی، برای پیشگیری از تراکم هوا و یا میعان که در کانال‌ها اتفاق می‌افتد باید احتیاط‌های لازم انجام شود.

۸-۳-۵-۲-۴ در تعداد زیادی از خانه‌های قدیمی، پنجره ها، تنها ابزار قابل‌دسترس برای تهویه فوری حمام‌ها می‌باشند. توان بالقوه برای پراکندگی رطوبت از حمام‌ها از طریق پنجره‌های بازشو در بیشتر اقلیم‌ها قابل توجه است، اگرچه ساکنین در استفاده مؤثر از آن‌ها برای این منظور شاید کوتاهی کنند.

۸-۳-۶ در زمان نصب و تنظیم تجهیزات تهویه هوا (خنک‌کننده مکانیکی) باید بارهای پنهان رطوبتی در محاسبات درنظر گرفته شود. فصل ۳۰ از کتابچه استانداردی اصول بنیادی ASHRAE که درباره‌ی محاسبات بار گرمایی و سرمایی ساختمان‌های غیرمسکونی می‌باشد، بیان می‌کند که طراحی مناسب سامانه‌های سرمایشی مکانیکی شاید یا از طریق بار پنهان یا بار محسوس هدایت و انجام شوند و بنابراین هر دو نیاز به تحلیل دارند. این فصل رهنمودهایی برای تخمین بار پنهان ارائه می‌کند. در مقابل، فصل ۲۹ از کتابچه استانداردی اصول بنیادی ASHRAE که دربارهٔ محاسبات بار حرارتی و سرمایشی (خنک‌سازی) مسکونی است، به‌طور صریح محاسبات بار پنهان را در نظر نمی‌گیرد. با این وجود این فصل تأیید می‌کند وقتی که مبنای برآورد سامانه خنک‌کننده مکانیکی، دمای بیرون باشد، آن سامانه در تمام طول فصل تحت بار جزئی عمل خواهد کرد (بنابراین بزرگ‌تر از اندازه لازمه طراحی‌شده است). این فصل از کتاب استاندارد همچنین بیان می‌کند که آن سامانه‌های بزرگ‌تر از اندازه اغلب و به‌ویژه در آب‌وهوای مرطوب کنترل ضعیفی انجام می‌دهند. اگرچه عملکرد ضعیف آن سامانه برای کنترل رطوبت خانگی (درونی) در طول ماه‌های تابستان به‌طور کل به ساختار ساختمان آسیب نمی‌رساند، ولی احتمال دارد آسایش و رفاه را تحت تأثیر قرار داده و بدین ترتیب انتظار می‌رود که به سطوح نازک‌کاری داخلی آسیب وارد نماید.

۸-۳-۶-۱ در ساختمان‌های با سامانه تهویه هوای بزرگ‌تر از اندازه، همان‌گونه که در زیربند ۸-۳-۶ اشاره شد، معمولاً به دلایلی غیر از مسئله دوام ساختمان، شاید تجهیزات رطوبت‌زدایی لازم باشد.

۸-۳-۶-۲ دستگاه های تهویه برای تأمین کیفیت هوای داخلی (پراکنده کردن آلوده‌کننده‌های هوای داخلی)، می تواند سطح رطوبت داخلی ساختمان‌ها را در آب‌وهوای گرم و مرطوب، در طول ماه‌های تابستان افزایش دهند. در مقابل، تهویه‌های نقطه‌ای، صرف‌نظر از فصل سال، معمولاً در متعادل نمودن سطح رطوبت داخلی مؤثر هستند، زیرا طراحی آن‌ها به‌گونه‌ای می‌باشد که منابع رطوبت داخلی جمع شده را مدیریت می‌کند. این احتمال که عملکرد تهویه هوا برای کیفیت هوای داخلی، سطح رطوبت داخلی را افزایش یا کاهش دهد، به میزان گردش رطوبت داخلی (که اغلب توسط ساکنین ایجاد می‌شود)، حجم ساختمان، تراوش و نشت به جداره ساختمان، عملکرد تجهیزات رطوبت‌زدایی، زمان سال و ویژگی‌ها و عملکرد تجهیزات تهویه بستگی دارد. تجهیزات تهویه‌ای متعادل کنند که اجازه معاوضه (بخار به‌علاوه گرمای محسوس) بین برون دمش و جریان هوای ورودی را می‌دهد، می‌تواند برای کاهش بارهای پنهان داخل ساختمان که در آن حالت

دماهای نقطه شبنم داخلی به‌طور ثابت پایین‌تر از دماهای نقطه شبنم بیرونی هستند، مورد استفاده قرار گیرد.

۸-۴ محدود نمودن نشست رطوبت بر اجزاء سازه از طریق گردش هوا در ساختمان

۸-۴-۱ نیروهای انتقال‌دهنده و جابه‌جایی هوا در اثر تفاوت فشار هوا به‌وجود می‌آیند. عموماً این جابجایی‌ها از طریق سامانه‌های مکانیکی، تفاوت‌های دمایی، باد یا ترکیبی از این عوامل ایجاد می‌شوند.

۸-۴-۱-۱ اختلاف فشار ایجادشده به‌صورت مکانیکی، کنترل اختلاف فشار هوا که از طریق ابزارهای مکانیکی تهویه ایجاد می‌شوند، در بیشتر موارد ساده‌تر از دیگر روش‌های ایجاد کنندهٔ اختلاف فشار می‌باشند. در ساختمان‌های کم ارتفاع این اختلاف فشارهای مکانیکی می‌تواند از بزرگی و اهمیت بیشتری نسبت به اختلاف فشار ناشی از القا گرمایی باشد. اثر آن‌ها معمولاً دارای مقداری کمتر از اثر حداکثر اختلاف فشار ایجادشده توسط باد است، اما دارای مدت تأثیر بیشتری هستند. اندازه‌ها و مقیاس‌های کنترلی، شامل طراحی مناسب سامانه‌های کنترل هوا، نصب دقیق کانال‌کشی برای به حداقل رساندن نشت از کانال و به‌صورت مناسب متعادل کردن سامانه، البته هنگامی‌که به کار گرفته می‌شود، می‌باشد. برای تعیین توان، باید اصلاحات، هم در سامانه تنظیم هوا و هم در ساختمان (برای مثال تقسیم‌بندی داخلی)، به منظور ایجاد اختلاف فشار هوا، مورد ارزیابی قرار گیرد.

۸-۴-۱-۲ اختلاف فشارهای القاشده به‌صورت گرمایی، به‌طور کلی نمی‌توان از اختلاف فشار گرمایی جلوگیری نمود. بنابراین راهبرد مورد استفاده برای کنترل جابجایی هوای ایجادشده به‌وسیله این اختلاف فشارها از طریق ساختاری است که حرکت هوا را محدود می‌کند. در آب‌وهوای گرم توان بالقوه برای حرکت هوا از فضاهای گرم شده داخلی به فضاهای زیر سقف، با توجه به پتانسیل انتقال رطوبتی که به فضای سقف دارد، کاملاً به‌خوبی تشخیص داده می‌شود. بنابراین سقف‌ها باید طوری ساخته شوند که نشت هوا از طریق آن‌ها محدود شود. این کار شامل مسیرهای نشت هوایی است که در ارتباط با تأسیسات مکانیکی (به‌عنوان‌مثال، وسایل ثابت‌کننده لامپ‌های سقفی و مسیرهای سیم‌کشی) ممکن است در سقف به‌وجود بیاید.

۸-۴-۱-۳ اختلاف فشار ایجادشده از طریق باد، با فرض اینکه یک مسیر باد غالب وجود دارد، قرارگیری موقعیت ساختمان و محوطه‌سازی (استقرار بادشکن‌ها) می‌تواند قرارگیری ساختمان در معرض اختلاف فشار باد را محدود کند. همچنین با فرض اینکه یک مسیر باد غالب وجود دارد، زاویه قرارگیری ساختمان نسبت به آن مسیر شاید افزایش فشارها (القاشده از طریق باد روی بخش‌های منفرد ساختمان) را موجب گردد. تغییرات بالقوه در مجاورت ساختمان، مانند تغییر در فاصله درخت‌ها و ساختمان‌های همسایه امکان دارد باعث تصمیماتی درباره موقعیت قرارگیری مجموعه ساختمان، بادشکن‌ها و شاخص‌های محدود کنندهٔ عمر طراحی آن گردد.

به‌طور کلی در اثر وزش باد می‌توان انتظار داشت که از طریق دیوارهای بیرونی ساختمان، وزش باد به سمت دیگر ساختمان جریان یابد (به کتاب اصول استانداردی ASHRAE مراجعه شود). در طول روزهای سرد زمستان، به‌طور کلی، توان بالقوه یک حجم معینی از هوای بیرونی مرطوب‌کننده پوشش ساختمان از توان بالقوه همان اندازه از حجم هوای داخلی خشک‌کننده، بیشتر می‌باشد. بنابراین مطلوب‌تر آن است که حرکت هوا ناشی از باد در میان اجزای گرم کننده ساختمان محدود گردد. این کار عموماً از طریق طراحی و ساخت وسایل و امکانات ساختمان باید طوری صورت گیرد، که نشت هوا به داخل محدود شود.

۸-۴-۲ اثرهای نشت هوا

۸-۴-۲-۱ تأثیرات نشت هوا در آب‌وهوای سرد:

در آب‌وهوای سرد، خروج هوای داخلی به بیرون از طریق پوشش ساختمان، می‌تواند به طور قابل توجهی باعث تجمع اساسی رطوبت در پوشش ساختمان می‌گردد. شرایطی که در آن خروج هوا به بیرون، رطوبت را در بدنه ساختمان انباشته می نماید، متأثر از سطح رطوبت داخلی و دمای بیرونی می باشد. سطوح رطوبت داخلی پایین‌تر و دماهای بیرونی ملایم‌تر، این توان بالقوه را کاهش می‌دهند. همچنین ویژگی مسیرهای عبور خروجی هوا می‌تواند توان بالقوه برای تجمع رطوبت در بدنه ساختمان را تحت تأثیر قرار دهند. مسیر های عبوری که خروج مقادیر زیاد هوا از طریق بدنه و جدار ساختمان را به طور متمرکز امکان‌پذیر می سازد، (برای مثال، یک محل عبور به‌نسبت کوچک، مستقیم و مسدود نشده) می تواند بدون به‌جا گذاشتن رطوبت زیاد در پوشش ساختمان، صورت پذیرد. اگرچه نفوذ هوا برای به‌جای گذاشتن مقادیر زیادی از رطوبت در پوشش ساختمان توان بالقوه دارد، لزوما به تجمع زیاد و مخرب ختم نمی‌گردد. نفوذ بسیار زیاد هوا اغلب در ساختمان‌های قدیمی اتفاق می‌افتند، تاکنون تخریب ناشی از تجمع رطوبت در جدار این ساختمان‌ها به نسبت کم می‌باشد و بیشتر به این دلیل است، که چرخش هوا در داخل ساختمان اتفاق می‌افتد و سطح رطوبت داخلی اغلب بسیار پایین می ماند.

۸-۴-۲-۱-۱ عبور هوا به خارج از طریق سقف‌ها:

یکی از محل‌های عمده عبور هوا به خارج در بسیاری از ساختمان‌های دارای سقف شیروانی، از فضای بین سقف‌ها و اتاق زیرشیروانی می باشد. در برخی از ساختمان‌ها در آب‌وهوای سرد، عبور هوا به خارج از طریق سقف یک عامل عمده در مبادله هوا بین داخل ساختمان و بیرون آن است. وقتی رطوبت داخلی پایین باشد، تجمع مخرب رطوبت ناشی از عبور هوا به خارج از میان سقف نسبتاً نادر است. اما برخی مواقع می‌توان انتظار داشت تجمع رطوبت در مصالح و پوشش سقف و بخش‌هایی از اسکلت در طول زمستان اتفاق بیفتد. موارد عمده تجمع رطوبت زمستانی در اتاق‌های کوچک زیرشیروانی، معمولاً درنتیجه عبور هوا به خارج (معمولاً در مواردی که سطوح رطوبت درونی به‌طور متوسط بالا بودند)، اتفاق می‌افتد. وقتی عبور هوا به خارج از میان سقف‌ها اساساً میزان تبادل هوای ساختمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، نشان‌دهنده تبادل هوای کنترل نشده

است و بنابراین ممکن است، روی هزینه‌های گرم کردن ساختمان تأثیری عمده داشته باشد. همان‌گونه که در زیربند ۹-۶-۱-۱ اشاره شده، عبور هوا به خارج از میان سقف‌ها گاهی در تشکیل سد یا قندیل یخی روی سقف‌ها نقش دارد.

۸-۴-۲-۲ تأثیرات نشت هوا در آب‌وهوای گرم و مرطوب

در این نوع آب‌وهوا، نفوذ هوا به داخل از طریق پوشش ساختمان‌های دارای تهویه هوا می‌تواند باعث تجمع رطوبت در آن‌ها شود.

۸-۴-۲-۳ محدود کردن نشت هوا

دو نظریه برای کنترل نشت هوا، عبارت‌اند از: ۱- کنترل اختلاف فشار ایجاد شده هوا، ۲- طراحی و ساخت پوشش ساختمان برای کاهش نشت هوا.

۸-۴-۲-۳-۱ کنترل اختلاف فشار هوا

همان‌گونه که در زیربند ۸-۴-۱-۱ اشاره شد. فشارهای ایجاد شده به‌وسیله سامانه‌های مکانیکی می‌تواند از طریق طراحی، نصب، به‌کارگیری و عملکرد سامانه مکانیکی کنترل شود. آن‌طور که در زیربندهای ۸-۴-۱-۲ و ۸-۴-۱-۳ اشاره شد، عموماً اختلاف فشاری که به‌صورت گرمایی ایجادشده به‌طور کامل محدود نمی‌شود و راه‌های کمی وجود دارند که می‌شود انجام داد تا اختلاف فشارهای به‌وجود آمده توسط باد کنترل شوند.

۸-۴-۲-۳-۲ طراحی برای محدود نمودن حرکت هوا

حرکت هوا از میان ساختمان و اجزاء آن می‌تواند به‌وسیله ابزارهای مختلفی محدود شود. غشای ورقه‌ای یا مواد صفحه‌ای می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از نوار، درزگیر، درزبند، یا بتونه فوم منبسط شونده در رابطه با غشای ورقه‌ای یا مواد صفحه‌ای معمولاً مقاومت این سامانه‌ها را برای نفوذ هوا خیلی زیاد افزایش می‌دهند. عایق‌کاری با استفاده از تزریق فوم به‌طور کل این‌گونه‌اند که در کاهش و محدود کردن نشت هوا به داخل ساختمان مؤثرتر هستند. توان بالقوه برای نشت هوا از طریق ساختارهای ایجادشده با صفحات هسته فومی به‌طور کلی بسیار کم است. بنابراین انتظار می‌رود نشت هوا از طریق گذرگاه‌های نسبتاً مستقیم انجام شود. هرچقدر سامانه برای محدود کردن نشت هوا از طریق پوشش ساختمان مورد استفاده قرار گیرد، درزگیری محل‌های اتصال در سامانه که امکان دارد به‌عنوان مسیر عبور یا گذرگاه عمل کند، مهم است. جایی که سامانه‌های عایق هوا روی دیوارهای اسکلتی مات مورد استفاده قرار می‌گیرند، پیروی از ویژگی استاندارد ASTM E1677 توصیه می‌شود. به این دلیل که گذرگاه‌های لوله مانند و سامانه‌های الکتریکی، مسیرهای عبور بالقوه هوا بوده، و آن‌ها نباید نادیده انگاشته شوند. مهارت در نصب سامانه‌های الکتریکی و لوله کشی و درزگیری مسیرهای نشت، بعد از نصب می‌تواند در کاهش و محدود کردن نشت هوا مهم باشند.

۸-۵ محدود نمودن جذب رطوبت از آب‌های زیرسطحی یا از خاک مرطوب

۸-۵-۱ سه راهبرد وسیع برای محدود کردن جذب رطوبت از آب‌های زیرسطحی یا خاک مرطوب وجود دارد که می‌توان آن‌ها را مانند زیر طبقه‌بندی نمود:

- محدود کردن نشت آب‌های سطحی زمین در خاک نزدیک ساختمان (مطابق بند ۸-۱)؛
- رفع رطوبت مفرط خاک با سامانه‌های زه‌کشی زیراساس (مطابق بند ۸-۱)؛ و
- عایق‌کاری ساختمان در مقابل رطوبت خاک با استفاده از لایه‌های عایق بخار و رطوبت مویینگی.

۸-۵-۲ عایق‌های بخار بر روی زمین مشرف به فضاهای کم ارتفاع زیر ساختمان

استفاده از عایق‌های بخار برای محدود کردن ورود رطوبت خاک به داخل هوای فضای زیر ساختمان به‌عنوان یکی از مؤثرترین ابزار جلوگیری از شرایط بالا رفتن رطوبت در فضاهای مذکور تشخیص داده شده است (مطابق نشریه اطلاعات فنی ASHRAE ,Vol 10 ,No. 3). ورق‌های عایق بخار باید در برابر حمله بیولوژیک مقاومت کنند و قدرت و مقاومت کافی برای ممانعت از انتقال بخار را داشته باشند.

۸-۵-۳ عایق‌های بخار زیر دال‌های بتنی

عملکرد ورقه‌های عایق بخار به‌عنوان عامل شکست مویینگی به همان خوبی عایق‌های بخار زیر دال‌های بتنی است. این‌ها باید در برابر حمله‌ی بیولوژیک مقاوم و پایدار باشند و مقاومت ظاهری کافی در برابر حرکت رطوبت داشته باشند. مطابقت مواد با ویژگی‌های استاندارد ASTM E1745 توصیه می‌شود. نصب این مصالح باید با توجه به دستورالعمل استاندارد ASTM E1643 باشد.

۸-۵-۴ پی‌ریزی دیوارهای پیرامونی (احاطه‌کننده)

مواد عایق پوششی یا غشایی برای این‌که به‌عنوان عامل اصلی شکست مویینگی به‌کار روند غالباً روی پی‌ریزی بیرونی دیوارهای احاطه‌کننده نصب می‌شوند، که استفاده از آن‌ها توصیه می‌شود. در مدت چند سال نخست عمر یک ساختمان وقتی پی بتنی هنوز تازه است، تأثیر این مواد بر شرایط رطوبت روی سطوح داخلی دیوارهای احاطه‌کننده طبقه زیرین کمتر از سال‌های بعد خواهد بود.

۸-۵-۴-۱ برخی مواد عایق پوششی یا غشایی برای کاربرد در بخش خارجی دیوارهای پی محیطی از طریق آزمون نشان داده‌اند که قادر به جلوگیری از جریان آب مایع ایجاد شده تحت فشار هیدرو استاتیکی هستند. از آنجایی که سطح بالای درجه فشار هیدرو استاتیک می‌تواند از نظر ساختاری به دیوار پی آسیب وارد کند، بهتر است از جمع شدن آب در پشت دیوار پی جلوگیری به عمل آید.

۸-۵-۵ لایه‌های عایق برای شکست مویینگی بین دال‌ها یا دیوارهای فونداسیون بتنی و اسکلت‌بندی

با توجه به اینکه خشک نگه داشتن بتن معمولاً دشوار است، عایق‌هایی، ساخته‌شده از غشای پلاستیکی یا ورق فلزی مقاوم در برابر خوردگی، توصیه می‌شوند. معمولا سازندگان دیوار پوش یا پوشش‌های مبتنی بر چوب، تصریح می‌کنند که محصولشان در تماس مستقیم با سنگ‌کاری یا بتن قرار نگیرد.

۸-۶ محدود نمودن انتشار بخارآب با استفاده از عایق‌های بخار

۸-۶-۱ در جایی‌که عایق‌های بخار لازم هستند، این لایه‌ها باید به‌طور کلی در آن سمت از ساختمان قرار داده شوند، که میانگین دمای سالانه بالاتری دارد. عایق‌های بخار ممکن است ساختاری جدا و ممکن است یکپارچه با مواد عایق کننده باشند، (برای مثال ، عایق‌های فوم) یا ممکن است در شکل ورقه‌های نازک یا روکش‌ها باشند. به دلیل توان بالقوه حرکت هوا برای انتقال مقادیر قابل ملاحظه و محسوس بخارآب ، انتظار می‌رود عایق‌های بخار بهره‌وری محدودی داشته باشند، مگر این‌که حرکت هوا نیز کنترل شود.

۸-۶-۱-۱ استفاده از مدل‌های رایانه‌ای (به زیربند ۷-۱-۲ مراجعه شود) اجازه تصمیم‌گیری منطقی راجع به استفاده از مواد عایق بخار و قرارگیری‌شان در ساختارها را می‌دهد. ابزارهای طراحی سنتی دستی (به زیربند ۷-۱-۳ مراجعه شود) نیز امکان دارد مورد استفاده قرار گیرند، اگرچه استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای معمولاً ترجیح داده می‌شوند.

۸-۶-۱-۲ برخی از مواد که به عنوان عایق‌های بخار استفاده می‌شوند، مانند غشای پلی‌اتیلنی، مقاومت ثابت انتشار بخار را، صرف‌نظر از شرایط رطوبت در مجاورت خود، حفظ می‌کنند. با این وجود امکان دارد مقاومت انتشار بخار دیگر مواد مورد استفاده به‌عنوان عایق‌های بخار با شرایط رطوبت به‌صورت موضعی تغییر کند. برای مثال، مقاومت انتشار بخار موادی که هیگروسکوپیک[1] (نم‌نما) هستند زمانی که رطوبت جذب می‌کنند کاهش می‌یابد. چنین موادی در زمانی که نسبتاً خشکند می‌توانند به‌عنوان عایق‌های بخار عمل کنند، اما درزمانی که نسبتاً مرطوب‌تر هستند اجازه انتقال رطوبت را می‌دهند. بنابراین امکان دارد به‌عنوان عایق‌های بخار تحت برخی شرایط (به‌عنوان‌مثال: در طرف داخلی یک قسمت یا عضو عایق شده در طول زمستان) به‌صورت مؤثر عمل کنند.

۸-۶-۱-۳ آب‌وهوا و اقلیم‌های دارای رطوبت بالا و دمای بالا، به‌ویژه درجاهایی که تهویه هوا تقریباً مداوم است، امکان دارد ورود رطوبت از طریق یک سامانه عایق بخار در پوشش ساختمان نزدیک سطح بیرونی محدود شود.

---

1 - Hygroscopic

۸-۶-۱-۴ پوشش‌های خارجی با نفوذ پذیری پایین و مقادیر عایق‌بندی پایین امکان دارد باعث مشکلات تجمع رطوبت در اقلیم‌های گرم شوند. با این وجود، اگر پوشش خارجی، یک عایق کننده مؤثر باشد، هنگام وقوع دماهای پایین (که باعث تمرکز رطوبت می‌شوند) از نفوذ به دیوار جلوگیری خواهند کرد. مدل‌های رایانه‌ای یا ابزار طراحی دستی موضوع زیر بندهای ۷-۱-۳ و ۷-۱-۲ می‌توانند برای پیش‌بینی این‌که، آیا تجمع رطوبت در ساختارهای طراحی‌شده دیوار به وقوع می‌پیوندد یا نه، مورد استفاده قرار گیرند.

۸-۶-۲ در اجزای ساختمان، جایی که استفاده از یک عایق بخار مناسب است، استفاده از ورقه‌های پیوسته بزرگ نسبت به عایق‌های ورقه‌ای ناپیوسته کوچک‌تر ارجحیت دارند (برای مثال، عایق‌های بخار پیش‌ساخته به‌کاررفته روی لایه فیبری یا عایق گذاری روکش). مزیت بالقوه ورق‌های پیوسته بزرگ این است که امکان دارد آن‌ها همچنین (اگر به‌دقت نصب شوند) مطابق زیر بند ۸-۶-۱ برای محدود کردن حرکت هوا به کار روند. درجایی که ورقه‌های ناپیوسته کوچک‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند، اتصالات بین آن‌ها باید نوار‌بندی شوند یا در غیر این صورت درزگیری شوند. صفحات بزرگ مواد ساختمانی که دارای عایق‌های یکپارچه هستند یا نمونه‌هایی که عایق‌ها روی آن‌ها به کار می‌روند، نسبت به عایق‌های ورقه‌ای غیر پیوسته کوچک معمولاً ترجیح داده می‌شوند. اگر صفحات جدا از هم مورد استفاده قرار گیرند، اتصالات بین آن‌ها باید درزگیری شوند.

۸-۶-۳ جایی‌که عایق بخار داخلی مورد نیاز است، سطوح داخلی با ویژگی‌های عایق بخار، یا سطوح داخلی که در روی آن‌ها ورق‌های عایق بخار به‌کاربرده شده‌اند شاید، به‌جای عایق‌های بخار ورقه‌ای مورد استفاده قرار گیرند.

۹ مثال‌هایی از طراحی ها و موقعیت‌هایی که باید از آن‌ها اجتناب شود

۹-۱ موقعیت نامناسب ساختمان یا مقابل هم قرار گیری نامناسب ساختمان‌ها

۹-۱-۱ آسیب‌هایی که در اثر سیلاب به سازه می‌رسد، به‌راحتی می‌تواند بیش از آسیب‌های ناشی از سایر وسایل ایجادکننده رطوبت باشد. بنابراین از توان بالقوه جاری شدن سیلاب نباید صرف‌نظر نمود. استاندارد ASTM E2136 اثر انتخاب محل ساختمان بر دوام آن را شرح می‌دهد و پیشنهاد می‌کند که یک بازرسی از محل انجام شود که در آن سطح آب زیرزمینی، حداکثر مقدار سیلاب، حداکثر بارندگی و پیش‌بینی بازه‌های زمانی برای وقوع فرآیند حداکثر بارش و سیلاب تعیین گردد.

۹-۱-۲ مناسب بودن محل ساخت یک ساختمان می‌تواند وابسته به برنامه‌ریزی مناسب و کافی همسایگی در سطوح زیر بخش‌های مناطق شهری باشد، و در برخی موارد در برنامه‌ریزی منطقه‌ای باشد. مناسب بودن محل ساختمان ممکن است وابسته به مشخصات ساختمان که در آن محل برپا می‌شود و همچنین روشی که سازه با زمین در تماس است داشته باشد. متناسب با شرایط محلی، شیب‌بندی برای دفع رطوبت و ساخت

باغ‌های باران‌گیر، مخازن نگه‌داری آب و یا تالاب‌های مصنوعی ممکن است مشکلاتی را برای محل ساخت ایجاد نمایند.

۹-۱-۲-۱ مناطقی با سطح آب زیرزمینی بالا، بعضی طرح‌ها نامناسب می‌باشند برای مثال ساخت خانه‌ها با زیرزمین در این مکان‌ها نامناسب می باشند.

۹-۱-۲-۲ شیب‌بندی گسترده در محل ساخت، بر شرایط خاک در قسمت‌های مجاور تأثیر می‌گذارد و بنابراین باید تحت نظارت افراد وارد محلی ساختمان باشد.

۹-۱-۳ نواحی در معرض سیلاب، وسایلی که ساختمان را از سیلاب دور نگه می‌دارند، ممکن است کمتر قابل‌استفاده باشد. روش‌های عایق کردن ساختمان در مقابل سیلاب (مثل ساخت بر روی ستون‌ها) ممکن است با توجه به‌شدت سیلاب مؤثر یا غیر مؤثر باشد.

۹-۱-۴ اگر آب سیلاب در حال جریان باشد، سامانه‌های عایق‌کاری را تضعیف می‌کند یا ممکن است به‌واسطه تأثیر آشغال‌های بزرگ شناور در جریان سیلاب، نیروها و ضربه‌هایی به آن وارد شود. دربرخی ساخت و سازه‌ها برای مقابله با جریان زیاد سیلاب به روش‌های خاص اقدام می‌شود، (به استاندارد ASCE/SEI 24-05 مراجعه شود).

۹-۲ درزپوش‌های ناکافی و محدودیت‌های آن

۹-۲-۱ از نصب درز پوش‌های عمودی بر روی دیوارهای مرتفع نامساعد باید اجتناب نمود. هنگام انتخاب ارتفاع درز پوش های قائم باید به بارندگی‌های شدید، مقدار روان‌آب و سرعت باد توجه ویژه صورت گیرد. باد می تواند آب باران را به طرف بالا به حرکت درآورد و برف ممکن است بیش از ارتفاع درز پوش‌ها تجمع شود و سپس باعث نشت گردد. برخی از این نشت‌ها ممکن است موقتی باشد، ولی باعث تخریب شدید نامرعی یا افزایش نشت پیشرونده خواهد شد.

۹-۲-۲ ایجاد روکش‌های فلزی و یا سامانه‌های سقفی یکپارچه- ایجاد گسیختگی در هنگام ساخت درز پوش‌ها و روکش‌های فلزی سقفی، یک اشتباه رایج است و باید از آن اجتناب نمود.

۹-۳ محدودیت ابعادی (محدودیتی که ابعاد و اندازه‌ها ایجاد می‌کنند)

۹-۳-۱ نفوذ آب باران یا بخار آب ناشی از آن می‌تواند باعث افت مؤلفه‌های سازه‌ای ساختمان شود. اجزای سازه‌ای که خیس می‌شوند باید به‌گونه‌ای طراحی شده باشند که رطوبت را تخلیه و پراکنده نماید، اجزای سازه‌ای که به‌صورت خشک طراحی و ساخته می‌شوند و در طول عمرشان برای خیس شدن برنامه ریزی نشده‌اند، می‌توانند بدون در نظر گرفتن تخلیه رطوبت، ساخته یا طراحی شوند. با اطمینان از این‌که یک جزء

سازه‌ای هرگز خیس نمی‌شود، نباید در طراحی در نظر گرفته شود، چرا که رطوبت نفوذی می‌تواند از یک منبع، به‌جاهای دیگر منتقل شود.

۹-۳-۲ عایق بخار در قسمت سرد یک سازه

افزایش رطوبت در سطح عایق بخار ممکن است در قسمت سرد یک ساختمان به‌وجود بیاید. بعلاوه عایق بخار نمی‌تواند باعث عدم خشک نگهداشته شدن سازه شود.

۹-۳-۳ کاربرد نامناسب از پوشش‌ها و رنگ‌ها

پوشش‌ها و رنگ‌ها می‌توانند همانند عایق بخار عمل نمایند و باعث ممانعت از خشک نگهداشته شدن سطح سازه شوند. استفاده از آن‌ها در قسمتی از سازه که درجه حرارت آن همواره پائین است، باید با در نظر گرفتن خصوصیت در بالا یادشده، باشد. در چنین مواردی جایگزینی از پوشش‌ها و رنگ‌های با کیفیت‌تر باید مورد توجه قرار گیرد.

۹-۳-۴ استفاده نامناسب از آب‌بندها

آب‌بندی کردن دیوارهای خارجی باید با دقت انجام شود تا مسیرهای عبور آب را نبندد. برای مثال (سوراخ‌های عبور رطوبت یا جاهایی که با ملات پرشده است) نباید مسدود شود.

۹-۳-۵ مواد ریزدانه غیرزهکش زیر دال‌های بتنی

پیوست ب از استاندارد ASTM E1643 (برای نصب عایق بخارآب که در تماس مستقیم با زمین است یا پرکننده‌های زیر دال‌های بتنی) نشان می‌دهد که اگر آب بتواند به مصالح ریزدانه غیرزه‌کش، راه پیدا کند، در آنجا تجمع آب تشکیل خواهد شد. این مسئله بدان معنی است که اندازه مصالح ریزدانه غیرزهکش در زیر دال‌های بتنی، نباید کوچکتر از دانه‌بندی تمام‌شده در قسمت های دیگر دال باشد. پرکننده بالشتکی یا خشک‌کننده در بالای ورق عایق بخار، قبل از اجرای دال، عملا یک لایه غیر زهکش خواهد بود مگر آنکه آن لایه یا ورقه سوراخ های متعدد داشته باشد و به مواد زیر لایه اجازه زهکشی را بدهد. ضمیمه X2 از استاندارد ASTM E1643 نشان می‌دهد، که پرکننده‌های بالشتی معمولاً غیرضروری هستند و عملکرد لایه‌های خشک‌کننده کلا بستگی به راحتی و سرعت استقرار بتن، عمل‌آوری و پرداخت آن دارد.

۹-۴ درون یا برون‌نشت هوا از پوشش‌های ساختمان

۹-۴-۱ درون‌نشت و برون‌نشت هوا از پوشش‌های ساختمان ممکن است باعث ماندگاری رطوبت در آن شود. بنابراین اگر تبادل هوا بین داخل و خارج ضروری باشد، باید به‌صورت مستقیم و نه از طریق پوشش‌های ساختمان انجام شود. یک استثنا برای این مسئله زمانی است که سامانه تهویه در ساختار ساختمان به نحوی

تشکیل شود که جهت جریان هوا از میان پوشش ساختمان، هرگز در جهتی کـه باعـث تشـکیل رطوبـت در پو.شش گرمایی ساختمان شود، قرار نگیرد [۴]. همچنین جریان هوای ناخواسـته از پوشـش‌هـای سـاختمان باید با روش های ارائه شده در زیربند ۸-۴-۲-۳ محدود گردد.

۹-۵ مسیرهای عبور هوا با درجه حرارت بالا

۹-۵-۱ مسیرهای عبور هوا با درجه حرارت بالا باعث میعان می‌شود. این مسئله در درزهای اتصال سقف‌هـا و دیوارها، در نواحی پنجره‌ها و محیط دال‌ها، در اطراف سقف ها و بازشو های سـقفی و در اطـراف دال‌هـای متصل به زمین رخ می‌دهد. اثر این مسیرهای پرمیعان باید در مرحله طراحی، مـورد توجـه قـرار گرفتـه و از جاهایی که محاسبات، تشکیل میعان را نشان می‌دهد، اجتناب گردد.

۹-۵-۲ میعان در درب‌ها و پنجره‌ها و اجزای آن‌ها باعث مشکلات در کارکرد آن‌ها خواهد شد و همچنـین اگر آن اجزا رطوبت جذب نمایند باعث خرابی آن‌ها و دیواره‌های اطراف می‌شـود. بـرای جلـوگیری از میعـان باید:

- رطوبت داخلی راکم کرد.؛
- از اجزای عایق حرارتی و کم میعان کننده استفاده نمود؛ و
- از مصالح شیشه‌ای یا دولایه یا سه لایه لعاب‌دار و یا ترکیبی از آنها استفاده نمود.

۹-۶ انباشتگی یخی[1]

۹-۶-۱ انباشتگی‌های یخی مانع از زه‌کشی سقف‌های شیب‌دار می‌شود

پدیدهٔ تشکیل و تجمع یخ از طریق ذوب پوشش برف از قسمت‌های بالادست بام‌ها و یخزدگی مجـدد آن در قسمت‌های پایین‌تر بام اتفاق می‌افتد (بعضاً نه در محل‌های جان‌پناه و یا قسمت‌های گرم‌شونده). این مسـئله زمانی اتفاق می افتدکه قسمت‌های بالایی سقف، دمایی بالاتر از دمای یخزدگی و اطـراف آن محـیط، دمـایی پائین‌تر از دمای یخزدگی دارند. روش‌های ممانعت می‌تواند به‌صورت زیر دسته‌بندی شوند:

۹-۶-۱-۱ ممانعت از هدررفت حرارت از سقف؛

۹-۶-۱-۲ کاهش دمای زیر سقف با کمک تهویه

بهتر است محتاطانه فرض کنیم با وجود ممانعت از یخزدگی‌ها باز هم سد یخی شکل بگیرد و بنـابراین بایـد اقدامات پیشگیرانه برای کاهش هر چه بیشتر ابعاد این عامل صورت گیرد. ورق‌های جمع‌کننده آب بـه‌انـدازه

1- Ice Damming:

کافی شیب دارند که آب ناشی از ذوب شدگی یخ را جمع‌آوری کنند یک روش مناسب جلوگیری آن است که این ورق‌ها را آن‌قدر بلندتر بگیریم تا سد یخی هر چه دورتر تشکیل گردد.

خروج کم حرارت از قسمت داخلی ساختمان و عبور از آب‌بندها از طریق سقف نقش مؤثری در شکل‌گیری این یخزدگی‌ها دارد. وقتی یخزدگی‌ها روی سقف ساختمانی که اتاق زیرشیروانی دارد زیاد شود، نقش مؤثر آن بیشتر نشان داده می‌شود.

۹-۷ مواد ناسازگار

باید، به مواد سازگار با دیگر مواد موجود، توجه ویژه صورت گیرد. یک مثال از این مواد آب‌بندهای لایه‌ای می‌باشند. یک مثال دیگر ملات در تماس با اجزای بنایی می‌باشد. وقتی سؤال‌هایی در صورت سازگاری مواد مصرفی پیش می‌آید، توصیه این است که آزمون‌هایی برای مواد مورد استفاده در سازه مورد نظر، صورت پذیرد. تسریع در انجام آزمون‌ها لازم می باشد. استاندارد ASTM E632 یکی از این روش‌های تسریع را بیان می‌کند. در خیلی از موارد، قید زمان و مسئله هزینه‌های آن، انجام آزمون های لازم را برای انجام فعالیت زمان‌بندی شده، غیرممکن می سازد. در این گونه موارد طراح‌ها و مهندسین، چاره‌ای جز این ندارند که بیشتر به دانش و تجربه خود و دیگران و اطلاعات تولیدکننده‌های مختلف اکتفا نمایند.

۹-۸ تجمع میعان و بخار آب باران در دیوارها

۹-۸-۱ برخی نماهای پوششی خارجی دیوارها، مخصوصاً بعضی از آجرهای نمای خارجی دیوارها، توانایی جذب آب باران یا آب ذوب‌شده از برف را دارند. گاهی مقادیر باران ریزشی آن‌قدر زیاد هستند که آن دیوارها می توانند مقادیر قابل‌توجهی آب را جذب کنند. در نقطه‌ای که جذب صورت می گیرد، ممکن است لزوماً نشانه‌ای از آسیب‌دیدگی، و یا هیچ نشانه‌ای از نشت آب مشاهده نشود. همچنین اگر آن قسمت از نمای پوششی دیوار تحت تابش اشعه خورشیدی قرار بگیرد، وقتی‌که دیوار خیس باشد، دیوار گرم شده و باعث انتشار فشار بخار در داخل و خارج دیوار خواهد شد. اختلاف فشار بخار آب در قسمت داخلی و بیرونی دیوار ممکن است بسیار افزایش یابد. عملکرد تهویه‌ای داخل ساختمان می‌تواند باعث افزایش اختلاف فشار بخار بین پوشش نمای خارجی و نمای سطح داخلی دیوار شود. تجمع قابل توجه بخار آب ایجاد شده ناشی از تابش خورشید به سطح خارجی دیوار، می‌تواند باعث میعان داخل دیوار شود. این مسئله به ترتیب باعث خوردگی و پوسیدگی اجزای فلزی و چوبی دیوار و همین‌طور باعث افزایش درز در این اجزا خواهد شد که باید با مصالح مناسب جایگزین گردد. میزان جمع شدن رطوبت در داخل دیوار به علت تابش خورشید روی نمای دیوار، اگر عایق بخار نیز موجود باشد، بیشتر خواهد شد. بسته به وضعیت نشتی هوا به داخل ساختمان و وجود اختلاف فشار بخار، هوای تهویه شده ممکن است بعد از گرم شدن نمای دیوار خیس گرم شده در اثر تابش خورشید، اشباع گردد و باعث میعان در بخش‌های خارجی دیوار یا در قسمت های داخلی دیوار شود.

۹-۸-۲ با استفاده از سازوکار ارائه شده در زیربند ۹-۸-۱، می‌توان روش‌های متعددی را، به‌تنهایی یا به صورت ترکیبی، برای محدود نمودن افزایش رطوبت در دیوارها به‌کار برد. می توان از مصالح نما که قابلیت جذب رطوبت کمتری را دارند، استفاده نمود. خصوصیات جذب آب مصالح پوششی دیوار را می‌توان به مقدار بسیار زیادی با استفاده از آب‌بندها کمتر نمود. نفوذ آب به داخل نمای خارجی دیوار را می توان به کمک هریک از روش‌های ارائه شده در زیر بند ۸-۲ و زیرمجموعه‌های آن اصلاح نمود. این‌که نمای خارجی دیوار در معرض روان آب بام قرار نگیرد، معمولا ساده و یکی از روش‌های موثر می باشد. طراحی نمای دیوارها، به‌گونه‌ای باشد که آب از روی نما سریع زهکشی یا تخلیه شود، و زمان ماندگاری آب روی دیوار کاهش یابد. اگر ساختمان در اقلیم گرم ساخته‌شده باشد، استفاده از عایق بخار در پشت نمای دیوارها مناسب است. برای استفاده از عایق ها و دانستن این‌که عایق در کجای دیوار قرار بگیرد، (به زیربندهای ۸-۶ و ۹-۲-۲ این استاندارد مراجعه نمایید). همان‌طور که در زیربند ۸-۶-۱-۱ نشان داده‌شده، استفاده از مدل‌سازی عددی جهت شناسایی این‌که یک دیوار در تماس با عایق بخار چگونه عمل کند، مناسب است. در اقلیم سرد جایگیری یک عایق بخار داخلی که مقاومت ثابتی در انتقال بخار دارد، و مقاومت آن با رطوبت محلی تغییر می‌کند، می‌تواند مناسب باشد، (به زیربند ۸-۶-۱-۲ این استاندارد مراجعه شود).

۱۰ موضوعات پیشنهادی در فرم‌های کنترلی

۱۰-۱ فهرست‌ها معمولا مواردی را ارائه می‌دهند که آن موارد باید در حین و پس از ساخت مورد بازرسی قرار گیرند. در نظر گرفته شده، که این فهرست‌ها، پس از تکمیل شدن طراحی ساختمان، مورد توجه قرار گیرد. فرض بر آن است که طراحی ساختمان برای نوع موقعیت زمین، نوع اقلیم و نوع کاربری آن و با استفاده از یک یا بیش از یک روش طراحی ذکر شده در زیربند ۷-۱، مناسب در نظر گرفته شده است. موارد ذکر شده در فهرستی که در زیربند۱۰-۵ آمده‌اند، مربوط به سازه‌های موجودی هستند که ممکن است مشکل رطوبتی داشته باشند. مسلماً گنجاندن تمامی شرایطی که احتمالاً حاکی از مشکلات رطوبتی هستند، فهرست بلندی از موارد را ایجاد می نماید. آن موارد می تواند با توجه به طرح های خاص ساختمانی و اقلیم های متفاوت، راهنمای مفیدی برای ایجاد لیستی از موارد بازرسی باشد.

۱۰-۲ بایگانی سوابق استفاده از ساختمان

مالک یا مدیر ساختمان باید یک کتابچه بایگانی از موارد استفاده از ساختمان، نگه‌داری و همچنین مشکلات اجرایی و بازتاب آن مشکلات فراهم آورد. این روش، در اجرای کارهای آینده مفید خواهد بود. عدم ثبت یا ثبت ناچیز وقایعی که بر ساختمان یا تعمیر و مرمت آن گذشته، معمولاً مانع ارزیابی شرایط ساختمان و موارد اجرایی آن می‌شود. ثبت تغییرات ویژگی‌های ساختمان و زمان رخداد آن‌ها برای ارزیابی واقعی عملکرد مصالح و اجزاء کلی ساختمان، مهم خواهد بود.

۱۰-۳ در طول ساخت

۱۰-۳-۱ مطمئن شوید که سازندگان، اهداف طراحی را با توجه به مدیریت رطوبت درک کرده‌اند. این اهداف اغلب شامل جزئیات ساخت مربوط به مدیریت آب باران می باشد. در صورتی که جزئیات طراحی شده، قابل اجرا نباشند، می توان با برقراری ارتباط با طراح، مشکلات را حل کرد.

۱۰-۳-۲ بررسی نمایید که اجزاء، متناسب با مشخصات و اهداف طراحی باشند. اگر این‌گونه نبود، با طراح مشورت نمایید. یا از این جزئیات استفاده نکنید، یا اینکه نصب و راه‌اندازی آن‌ها را به‌گونه‌ای اصلاح کنید که با اهداف طراحی متناسب باشند.

۱۰-۳-۳ در حین ساخت رطوبت مصالح را بررسی نمایید. از مصالح مرطوب در مکان‌هایی که در آنجا امکان رفع سریع رطوبت موجود نباشد، استفاده نکنید. به جای این روش ها، می توان برنامه ساخت را اصلاح یا امکان خشک شدن را فراهم نمود.

۱۰-۳-۴ کیفیت ساخت را با بررسی موارد زیر نظارت نمایید:

- زه‌کشی زیرسطحی (درجای مشخص‌شده)؛
- شکست موییننگی؛
- عایق بخار؛
- مانع هوا؛
- درز پوش؛
- نصب پنجره؛ و
- کانال تأسیسات.

۱۰-۴ در هنگام راه‌اندازی اولیه

۱۰-۴-۱ مدیریت ریزش‌های جوی را بررسی نمایید:

- دانه بندی مناسب مواد در زیر شالوده ساختمان؛
- میزان صحیح تقطیر و شناسایی محل زیر نفوذ آب؛
- بازرسی عملکرد درزپوش‌ها و درزگیرها.

۱۰-۴-۲ تعادل فشار سامانه‌های کنترل هوا را بررسی نمایید.

۱۰-۴-۳ مشخص نمایید که عملیات ساخت‌وساز برای اولین سال سکونت، دقیق برنامه‌ریزی شده باشد.

این امر احتمالاً برای حذف رطوبت از مصالح مرطوب ساختمان ضروری است.

۱۰-۵ حین خدمت[1]

۱۰-۵-۱ هرگونه عملکرد غیرمنتظره‌ای را بلافاصله بررسی نمایید. این امر که فقط شامل نشتی‌ها نمی باشد، بلکه مربوط به بخار گرفتگی پنجره و رشد کپک در داخل ساختمان نیز می‌شود. طراحی نامناسب ابزار احتراق نیز باید بلافاصله بررسی گردد.

۱۰-۵-۲ تمامی راه‌حل مشکلات و زمان‌ها را به‌دقت مورد بررسی قرار دهید.

۱۰-۵-۳ هرگونه تغییر در مشخصه‌های مسکونی ساختمان را موردتوجه قرار دهید.

۱۰-۵-۴ دقت شود به موارد اجرا شده روی ساختمان، که شامل رنگ آمیزی و نگهداری از سقف می شود.

۱۰-۵-۵ هرگونه تغییرات یا اصلاحات انجام‌شده بر روی ساختمان یا تغییرات در چشم انداز ساختمان را یادداشت نمایید. تغییرات در چشم‌انداز که شامل تغیرات دراملاک مجاور نیز می‌شود، ممکن است بر زهکشی آن مناطق تأثیر بگذارد.

۱۰-۵-۶ رطوبت داخلی را به‌صورت دوره‌ای(فصلی) ثبت نمایید.

۱۰-۵-۷ استفاده از ابزار احتراق بدون دودکش یادداشت شود. استفاده از چنین ابزاری را در محدوده نرمال و عادی حفظ کنید.

۱۰-۵-۸ شرایط پنجره‌ها و درزگیرها را سالیانه بررسی نمایید.

۱۰-۵-۹ ناودان‌ها و لوله‌های خروجی آب باران را چک کرده و در صورت لزوم زهکش بلوکاژ پاک شود. تکرار این کار بستگی به میزان نزدیکی درختان به ساختمان دارد. از احتمال انسداد ایجادشده توسط لانه پرندگان غافل نشوید.

۱۰-۵-۱۰ نشتی‌های سقف را در مکان‌هایی از سقف که در دسترس هستند، به‌خصوص مکان‌های نفوذ به‌صورت سالیانه بازرسی نمایید.

۱۰-۵-۱۱ نشست لوله‌ها را سالیانه دو بار وارسی نمایید. بخصوص نشتی‌های مرتبط با ظرفشویی، محفظه دوش و وان حمام را مورد بررسی قرار دهید.

۱۰-۵-۱۲ کاربرد آبیاری محوطه را یادداشت و مورد توجه قرار دهید. اجازه ندهید پاشش‌های آبیاری با ساختمان تماس داشته باشد، مگر اینکه برای سازگاری با چنین رطوبت‌هایی طراحی و یا ساخته شده باشد.

---

1 -In Service:

۱۰-۵-۱۳ هر دو ماه یک‌بار، یا همان‌گونه که سازنده توصیه کرده است، شرایط فیلترهـا را بـرای تجهیـزات کنترل هوا وارسی نمایید و در صورت نیاز تمیز یا جایگزین نمایید. جریان هـوا از طریـق بازیـابی حـرارت یـا بازیابی انرژی به‌شدت از فیلترها کاهش می‌یابند یا پیش فیلترها توسط تکه‌های باقیمانده آلوده، مسدود می-شوند.

کتاب‌نامه

[1] Bateman, R., “Nail-On Windows” Installation & Flashing Procedures for Windows & Sliding Glass Doors, DTA,Inc., Mill Valley, CA, 1995.

[2] Connolly, J., “Humidity and Building Materials” in Proceedings:Bugs, Mold & Rot II (W. Rose and A. TenWolde,eds.), National Institute of Building Sciences, Washington,DC, 1993.

[3] Lstiburek, J., and Carmody, J., The Moisture Control Handbook: New, Low-Rise, Residential Construction prepared for U.S. Department of Energy, Washington, DC, 1991.

[4] Timusk, J., Seskus, A., and Linger, K., “A Systems Approach to Extend the Limit of Envelope Performance” in Proceedings:Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings V, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1992.

[5] This guide is under the jurisdiction of ASTM Committee E06 on Performance of Buildings and is the direct responsibility of Subcommittee E06.41 on Air Leakage and Ventilation Performance Current edition approved April 1, 2014. Published May 2014. Originally approved in 1964. Last previous edition approved in 2009 as E241 – 09. DOI:10.1520/E0241-09R14E01.

[6] For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard’s Document Summary page on the ASTM website.

[7] Available from American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE), 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329, http://www.ashrae.org.

[8] Available from International Organization for Standardization (ISO), 1, ch. De la Voie-Creuse, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland, http//:www.iso.ch.