

تأثیر کج باران بر نمای ساختمان

مهندس منصوره طاهباز

پیشگفتار

باران این نعمت آسمانی زمانی که با باد همراه شود می‌تواند باعث فرسایش نمای ساختمان گردد. میزان این فرسایش بستگی به حجم بارش و سرعت باد در زمان بارندگی دارد. برای طراحان، سازندگان و استفاده‌کنندگان از ساختمان، تعیین میزان فرسایش حاصل از کج باران حایز اهمیت است چرا که با آگاهی از آن می‌توان در انتخاب محل و جهت گیری بهتر بنا، حفاظت جبهه‌های رو به کج باران و انتخاب مصالح مقاومتر در برابر نفوذ رطوبت اقدامات لازم به عمل آورد.

برای تعیین میزان تأثیر کج باران بر نمای ساختمان، فرمولی درست است که بر اساس آن سه وضعیت تأثیر ناچیز، متوسط و شدید فرسایشی باران قابل تخمین است. این مقاله به معرفی روش ترسیمی مکمل فرمول بالا جهت تعیین تأثیر کج باران بر نمای ساختمان‌های واقع در شهرهای ایران و راه‌حل‌های مقابله با آن اختصاص دارد.



فرمول کج باران:

با کمک فرمول زیر می‌توان ضریب کج باران با تأثیر فرسایشی باران همراه با باد بر نمای ساختمان را محاسبه نمود.

ضریب کج باران = متوسط سرعت باد سالیانه \times بارندگی سالیانه

در این فرمول، بارندگی سالیانه بر حسب متر، متوسط سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه و ضریب کج باران بر حسب متر مربع بر ثانیه محاسبه می‌شود. چنانچه این ضریب کم‌تر از سه باشد، تأثیر کج باران در آن محل ناچیز و قابل اغماض است، چنانچه سه تا هفت باشد، تأثیر کج باران متوسط و چنانچه بیشتر از هفت باشد تأثیر کج باران شدید است و حتماً باید اقدامات حفاظتی صورت گیرد.

همانطور که در فرمول بالا ملاحظه می‌گردد، با افزایش بارندگی سالیانه و یا افزایش سرعت باد، تأثیر فرسایشی باران بر نما افزایش می‌یابد. بدیهی است که ضریب به دست آمده از این فرمول تقریبی بوده و تنها احتمالات را نشان می‌دهد و مقدار واقعی تأثیر کج باران به شدت بارندگی (مقدار باران در واحد زمان) و سرعت باد در زمان بارش بستگی دارد.

نمودار کج باران:

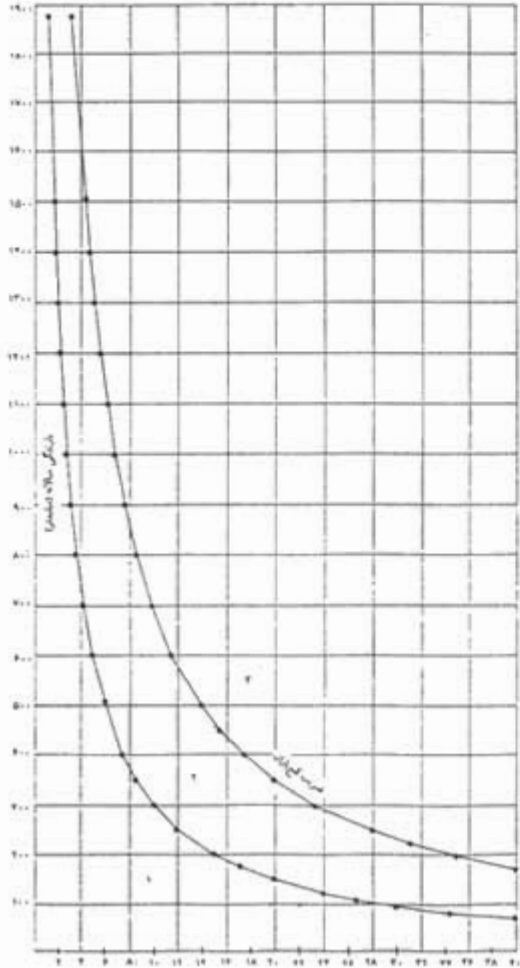
استفاده از فرمول برای محاسبه تأثیر کج باران بر نمای ساختمان کاری وقت‌گیر و تا حدی مشکل است. چرا که نیاز به تعیین عوامل مختلف داشته و در هر بار محاسبه تنها وضعیت یک شرایط خاص روشن می‌شود. حال آن‌که با استفاده از نمودار می‌توان برای شرایط مختلف بدون صرف وقت وضعیت‌های متفاوت را تعیین نمود. به این منظور نمودار تصویر یک بر اساس فرمول بالا ترسیم شده است. در این نمودار، محور افقی سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه و محور قائم، بارندگی سالیانه بر حسب میلیمتر را نشان می‌دهد، خطوط منحنی روی نمودار نشان دهنده ضریب کج باران است. با مشخص کردن بارندگی

سالیانه محل روی محور قائم و ترسیم رابط افقی از آن، و مشخص کردن سرعت باد روی محور افقی و ترسیم رابط قائم از آن، نقطه‌ای به دست می‌آید. وضعیت این نقطه نسبت به دو منحنی مزبور، میزان اهمیت اثر فرسایشی باران روی نمای ساختمان‌های آن محل را نشان می‌دهد. اگر این نقطه زیر منحنی مربوط به ضریب کج باران سه مترمربع بر ثانیه واقع شود، تأثیر کج باران ناچیز، اگر بین دو منحنی قرار گیرد، تأثیر کج باران متوسط و چنانچه بالاتر از منحنی

مربوط به ضریب کج باران هفت مترمربع بر ثانیه قرارگیرد، تأثیر کج باران شدید است. بنابراین می‌توان به کمک این نمودار، وضعیت کج باران در محل را تشخیص داد.

نحوه استفاده از نمودار کج باران:

با توجه به این که سرعت باد یا نزدیک شدن به سطح زمین کاهش و یا دور شدن از سطح زمین افزایش می‌یابد (۲)، نمای خارجی یک ساختمان مرتفع در



- ۱ تأثیر ناچیز کج باران
- ۲ تأثیر متوسط کج باران
- ۳ تأثیر شدید کج باران

تصویر ۱- نمودار تأثیر کج باران روی نمای ساختمان

ارتفاعات مختلف از سطح زمین به یک میزان تحت تأثیر کج‌باران قرار نمی‌گیرد. به عبارت دیگر قسمت‌های فوقانی ساختمان به دلیل شدیدتر بودن سرعت باد، بیشتر در معرض فرسایش کج‌باران قرار دارد. همچنین با توجه به اینکه سرعت باد گزارش شده توسط سازمان هواشناسی، مربوط به ارتفاع ده متری از سطح زمین است، ساختمان‌های یک، دو و سه طبقه که دارای ارتفاعی کمتر از ده متر هستند قاعدتاً تحت تأثیر کمتر سرعت باد کمتر و در نتیجه فرسایش کمتری قرار می‌گیرند. بنابراین قبل از استفاده فرمول یا منحنی کج‌باران برای تعیین میزان تأثیر فرسایشی باد و باران بر ساختمان، باید سرعت باد در ارتفاعات مورد نظر تعیین گردد.

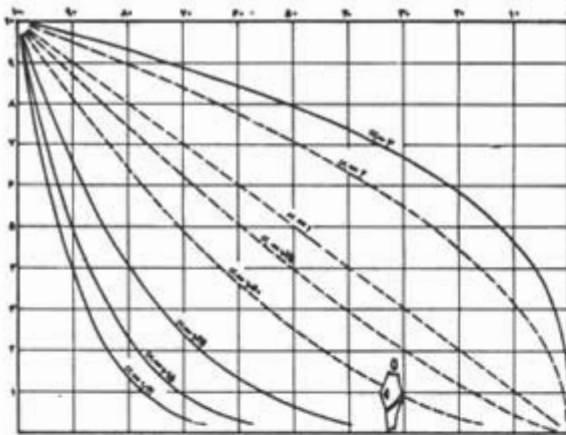
تعیین سرعت باد در ارتفاعات مختلف :

برای تعیین سرعت باد در ارتفاعات مختلف، دو روش محاسبه‌ای و ترسیمی وجود دارد (۳) در تصویر دو نمودار ترسیمی تعیین سرعت باد در ارتفاعات کمتر از ده متر ارائه گردیده است. تصویر سه نمودار محاسبه سرعت باد برای ارتفاعات بیش از ده متر را که با همان روش ترسیم گشته، ارائه می‌دهد. بخش بالایی تصویر سه درصد افزایش سرعت باد در ارتفاع مورد نظر، و بخش پایینی آن سرعت باد در همان ارتفاع را نشان می‌دهد. روش استفاده از این نمودارها به شرح زیر است :

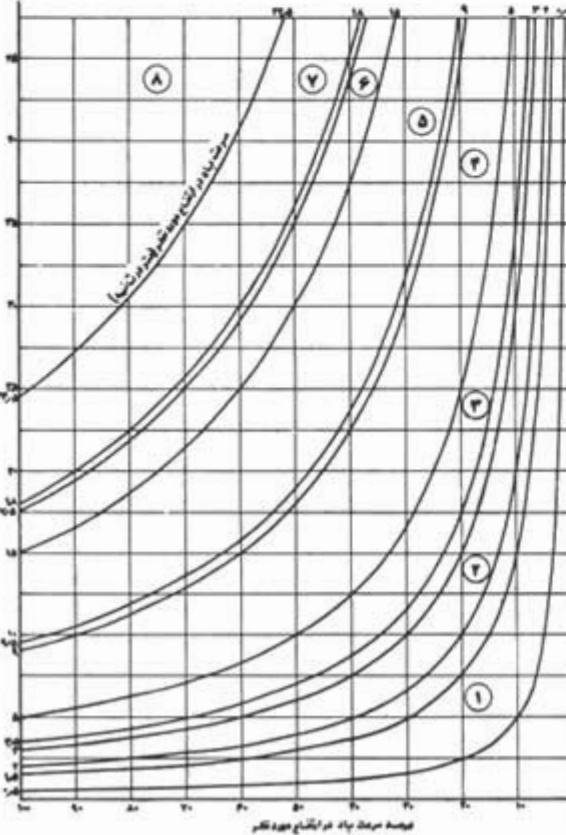
ابتدا با استفاده از جدول یک که ضریب کاهش سرعت باد در بافت‌های مختلف با تراکم‌های مختلف را نشان می‌دهد، با توجه به تراکم بافت مورد نظر ضریب C_e را تعیین می‌کنیم. سپس با توجه به این‌که ارتفاع ساختمان مورد نظر کمتر یا بیشتر از ده متر است، به کمک نمودار بالایی تصاویر دو و سه درصد کاهش یا افزایش سرعت باد تعیین می‌گردد. به این ترتیب که روی محور قائم نمودار، ارتفاع مورد نظر تعیین و از آن جا رابط افقی ترسیم می‌گردد تا منحنی مربوط به C_e را قطع کند. از محل تقاطع رابط قائم به سمت پایین رسم می‌گردد تا محور افقی مربوط به

تصویر ۲ - نمودار سرعت سطح باد در ارتفاعات کمتر از ۱۰ متر

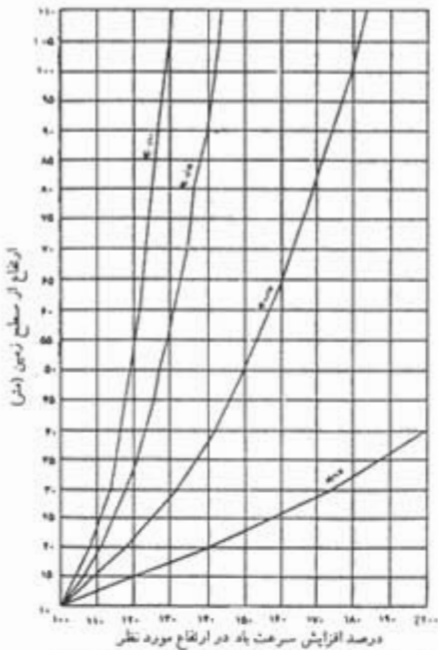
جدول سرعت باد در ارتفاع مختلف (متر)



تعیین سرعت باد



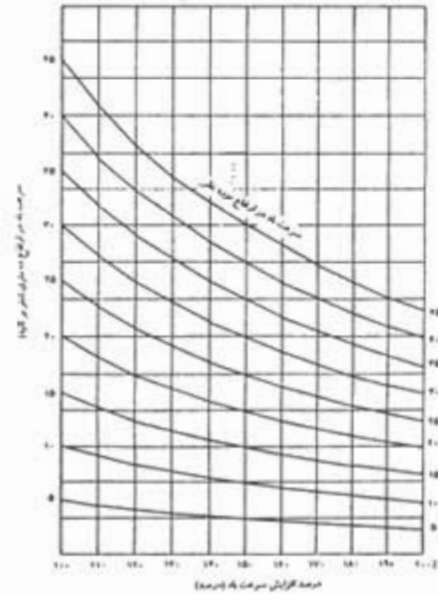
تعیین سرعت باد در ارتفاعات مختلف (بیش از ده متر)



CK	توصیف منطقه
۰.۱۱	دریا - بومای دریا - زمین صاف
۰.۱۶	مناطق غیر شهری و مناطق کشاورزی - درختان پراکنده
۰.۲۵	مناطق شهری - شهرهای کوچک - مناطق پراکنده درخت
۰.۳	مناطق کوهستانی و مناطق دارای درختان پراکنده

جدول ۱ - میزان CK در مناطق مختلف

نوع باد	سرعت باد (متر در ثانیه)	محدوده جغرافیایی یا نام منطقه
سرعت باد در مناطق	۱	مناطق کوهستانی و مناطق آتشفشانی
	۲	مناطق ساحلی و مناطق دریا
	۳	مناطق شهری و مناطق صنعتی
سرعت باد در مناطق مسطح	۱	مناطق کوهستانی و مناطق آتشفشانی
	۲	مناطق ساحلی و مناطق دریا
	۳	مناطق شهری و مناطق صنعتی



موارد کاربرد نمودار کج باران :

نمودار کج باران موارد استفاده متعددی دارد، از جمله به کمک آن می توان :

اولاً : شدت تأثیر کج باران بر نمای ساختمان ها با تراکم ها و ارتفاعات مختلف را تعیین نمود ؛

ثانیاً : در رابطه با برج های بلند که غالباً ارتفاعی بیش از ساختمان های مجاور خواهند داشت، حد ارتفاع نمای صدمه پذیر از کج باران را معلوم کرد ؛

ثالثاً : با در نظر گرفتن سرعت باد در ارتفاعی معین می توان برای ساختمان های کوتاهتر از آن حد، بارندگی سالیانه را که منجر به صدمه دیدن نما در اثر کج باران خواهد شد، برای مناطق مختلف تعیین کرد.

مثال یک : قرار است در مسحوطه ای بساز

درصد سرعت باد را قطع کنند. محل تقاطع، درصد کاهش یا افزایش سرعت باد در آن ارتفاع را نشان می دهد. امتداد این رابط روی نمودار پایینی، سرعت جدید باد را معلوم می کند، به این ترتیب که روی محور قائم نمودار پایینی سرعت باد دیده بانی شده در ارتفاع ده متری تعیین و از آن جا رابطی افقی ترسیم می شود. موقعیت محل تقاطع این دو رابطه، نسبت به منحنی های سرعت باد روی نمودار، سرعت باد در ارتفاع مورد نظر را نشان می دهد. به عنوان مثال اگر سرعت باد دیده بانی شده در ارتفاع ده متری ده متر در ثانیه باشد، در یک منطقه با تراکم کم (حومه ای) با ضریب $\alpha = 0.25$ ، سرعت باد در ارتفاع شش متری $8/8$ متر در ثانیه و در ارتفاع شانزده متری $11/2$ متر در ثانیه خواهد بود.

سرعت باد در ارتفاع - جدول ۱ و تصویر ۳

تصویر ۳ - نمودار سرعت باد در ارتفاع مورد نظر

تحت تأثیر شدید کج باران قرار می‌گیرند (تصویر پنج). حال باید تعیین نمود باد در چه ارتفاعاتی به این سرعت‌ها می‌رسد. با استفاده از نمودار تصویر سه و با احتساب $\alpha = 0/15$ (مناطق غیر شهری با بوته‌های پراکنده)، سرعت باد در ارتفاع چهل و پنج متری به $7/5$ متر در ثانیه و در ارتفاع بسیار بیش از صد متر به $17/5$ متر در ثانیه می‌رسد (تصویر چهار). لذا برج‌های مورد نظر از ارتفاع چهل و پنج متر به بالا در جبهه غربی تحت تأثیر متوسط کج باران قرار خواهند گرفت.

تأثیر کج باران در شهرهای ایران:

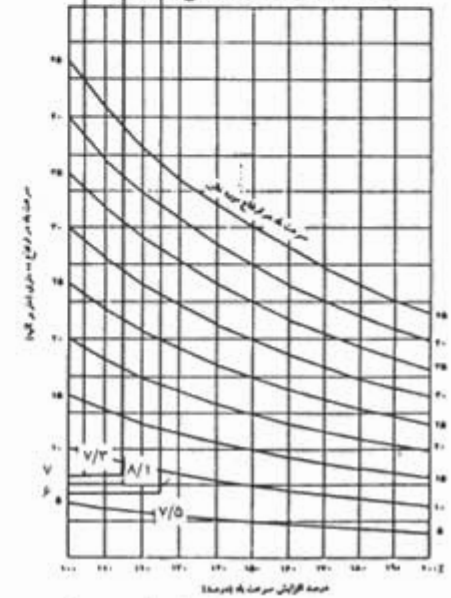
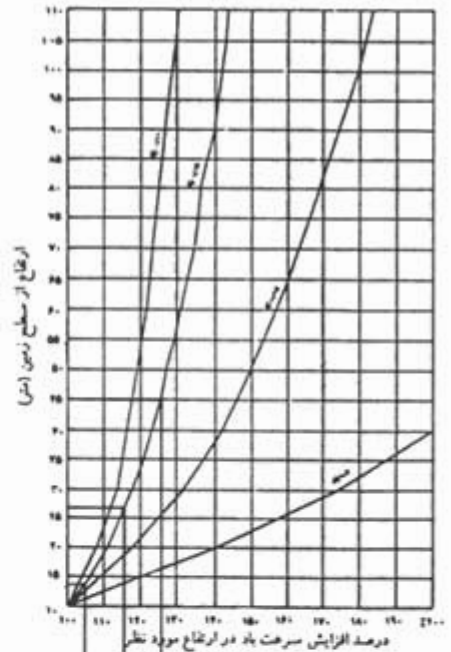
با استفاده از آمار مربوط به بارندگی سالیانه و متوسط سرعت باد در تعدادی از شهرهای ایران که توسط سازمان هواشناسی ارایه شده است، می‌توان به کمک نمودار تصویر یک تأثیر کج باران در این شهرها را تعیین نمود. با توجه به این‌که سرعت باد در ارتفاع ده متری دیده‌بانی می‌شود، ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ده متر (یک، دو و سه طبقه) تحت تأثیر سرعت‌های کمتر قرار می‌گیرند که با فرض احتیاط می‌توان همان سرعت‌ها را برای آن‌ها در نظر گرفت. نمودار تصویر شش وضعیت ساختمان‌های یک، دو و سه طبقه در تعدادی از شهرهای ایران را از نظر تأثیر فرسایش کج باران نشان می‌دهد. همانطور که در این تصویر مشاهده می‌گردد در تعداد زیادی از شهرها که غالباً بارندگی سالیانه آنها کمتر از پانصد میلیمتر است مشکل کج باران برای ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ده متر وجود ندارد. در شهرهای با بارندگی بیش از پانصد میلیمتر در سال احتمال تأثیر متوسط کج باران بر نمای ساختمان‌ها زیاد است و در شهرهای با بارندگی بیش از یک هزار و چهارصد میلیمتر در سال نمای ساختمان‌ها در جبهه‌های رو به باد غالب، تحت تأثیر شدید فرسایش کج باران قرار می‌گیرند.

ساختمان‌های چهار و هشت طبقه به ارتفاع سیزده و بیست و شش متر با تراکم کم ساخته شود. چنانچه سرعت متوسط باد در این منطقه هفت متر در ثانیه از سمت غرب و شمال غربی و بارندگی سالیانه سیصد و پنجاه میلیمتر باشد، می‌خواهیم وضعیت جبهه‌های رو به باد این بناها را از نظر فرسایش کج باران تعیین کنیم.

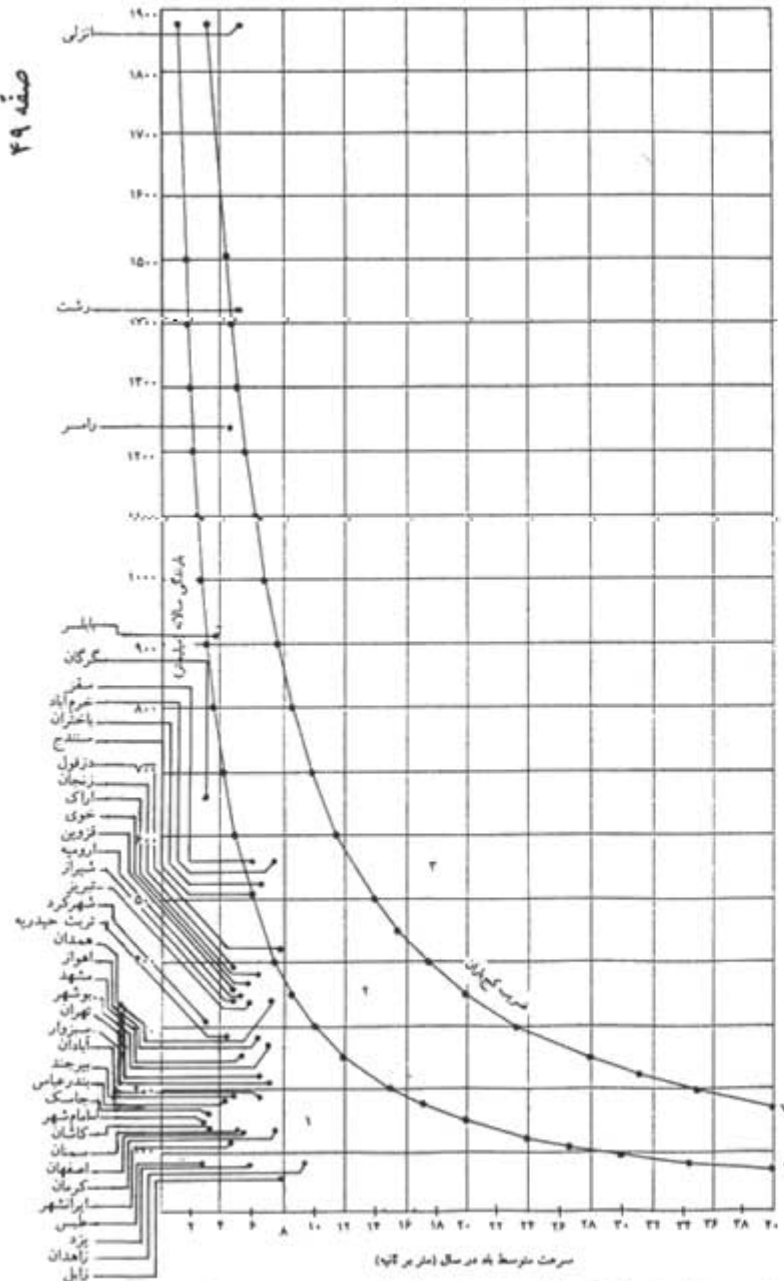
با توجه به اینکه سرعت باد ارایه شده توسط سازمان هواشناسی در ارتفاع ده متری از سطح زمین و در زمینی باز اندازه‌گیری می‌شود، سرعت باد در ارتفاعات بیشتر در همان محوطه باز، بر اساس جدول یک بازا $\alpha = 0/15$ (مناطق غیر شهری با بوته‌های کوچک) تعیین خواهد شد. با استفاده از نمودارهای تصویر سه سرعت باد در همان محوطه باز در ارتفاع سیزده متری برابر $7/3$ متر در ثانیه و در ارتفاع بیست و شش متری برابر $8/1$ متر در ثانیه خواهد بود. مسلم است که سرعت باد در همین ارتفاعات در شهرک کمتر از میزان فوق است ولی اگر با فرض احتیاط سرعت باد در شهرک نیز همان باشد، با بارندگی سیصد و پنجاه میلیمتر در سال، بر اساس نمودار تصویر یک، ساختمان‌های چهار طبقه این شهرک از نظر کج باران مشکلی ندارند ولی ساختمان‌های هشت طبقه از سمت غرب و شمال غربی تحت تأثیر متوسط این فرسایش قرار خواهند گرفت (تصویر چهار).

مثال دو: قرار است در یک محوطه باز برج‌هایی به ارتفاع یکصد متر ساخته شود. چنانچه متوسط سرعت باد در این منطقه برابر شش متر در ثانیه، جهت باد غالب از سمت غرب و بارندگی سالیانه برابر چهارصد میلیمتر باشد، می‌خواهیم بدانیم بدنه غربی این برج‌ها از چه ارتفاعی با مشکل کج باران مواجه خواهند بود.

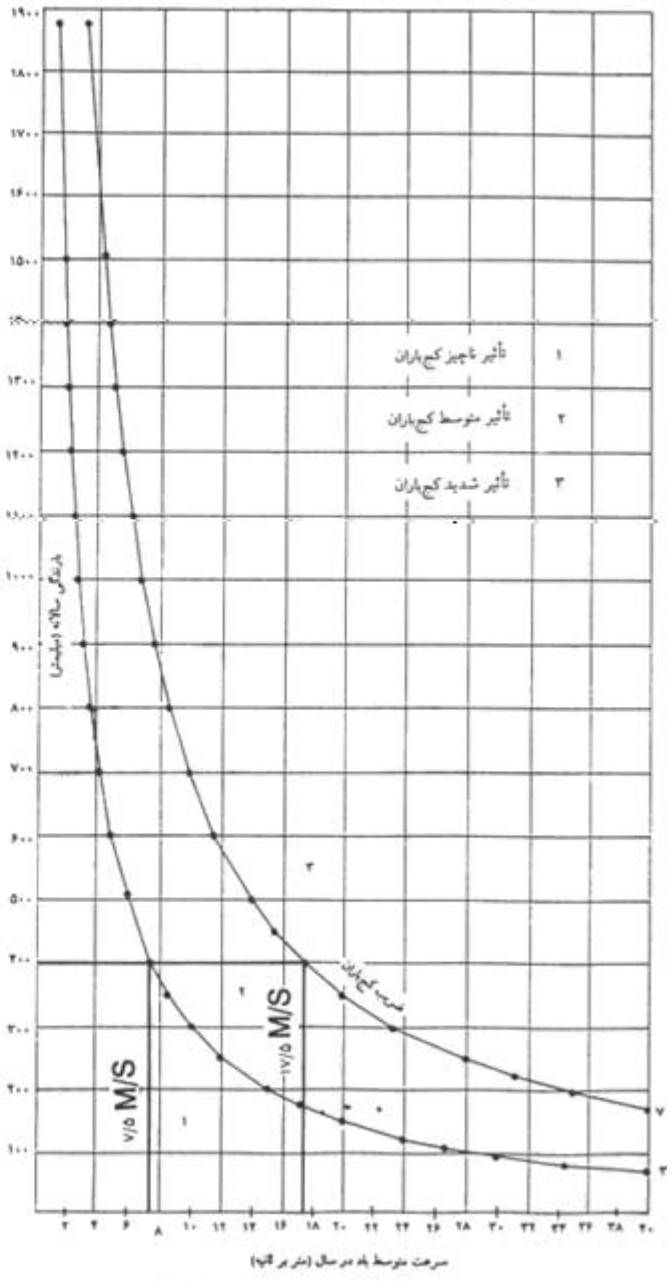
با استفاده از نمودار تصویر یک و با احتساب بارندگی چهارصد میلیمتر در سال روشن می‌گردد در صورتیکه سرعت باد به $7/5$ متر در ثانیه برسد نماهای غربی تحت تأثیر متوسط و در صورتی‌که سرعت باد به $17/5$ متر در ثانیه برسد نماهای غربی



تصویر ۴- نمودار سرعت باد در ارتفاع مورد نظر



تصویر ۶- نمودار تأثیر کج باران روی نمای ساختمان در تعدادی از شهرهای ایران



تصویر ۵- نمودار تأثیر کج باران روی نمای ساختمان

حفاظت ساختمان از تأثیر کج باران :

در شرایطی که نمای ساختمان تحت تأثیر کج باران قرار می‌گیرد، با استقرار آن در محل و جهت مناسب، انتخاب فرم مناسب برای بنا و حفاظت جبهه‌های رو به باد، انتخاب مصالح مقاوم در برابر نفوذ رطوبت و دقت در اجرا و درزبندی منافذ نما، می‌توان از تأثیر فرسایشی کج باران کاست.

الف - طراحی مناسب

۱- انتخاب محل مناسب برای احداث ساختمان :

اولین اقدام برای حفاظت بنا از اثرات نامطلوب باد و باران انتخاب محلی محفوظ از پادهای مزاحم است. این اقدام با بررسی توپوگرافی زمین و تعیین محل‌های بادگیر و در پناه باد، امکان پذیر است

۲- جهت مناسب ساختمان :

جهت فرارگیری ساختمان از این نظر حایز اهمیت است که می‌تواند تأثیر باد بر ساختمان را افزایش یا کاهش دهد. هر چه جبهه رو به باد ساختمان وسیعتر باشد، تأثیر باد بر آن بیشتر خواهد بود (۴). این حالت در مواردی که جبهه طولانی‌تر ساختمان روبه باد قرار گیرد و یا ساختمان با زاویه حدود چهل و پنج درجه نسبت به جهت وزش باد واقع شود پیش می‌آید (تصویر هفت).

۳- انتخاب فرم مناسب برای بنا:

انتخاب فرم مناسب برای ساختمان به نحوی که سطح نمای جبهه رو به کج باران به حداقل ممکن کاهش یابد، از قدیم در نواحی پر باران کشور رایج بوده و با پایین آوردن سقف شیبدار بنا در جبهه رو به باد در جلگه‌ها و یا فروربردن قسمتی از بنا در خاک در

نواحی کوهستانی به انجام رسیده است (تصویر هشت). پیش‌بینی ایوان یا فرم مناسب سقف نیز راه حل دیگری است.

۴- حفاظت جبهه‌های رو به باد :

برای حفاظت جبهه‌های رو به باد دو راه حل وجود دارد :

۱- کاهش سرعت باد روی بدنه ساختمان به کمک انواع بادشکن : با استفاده از بادشکن‌های گیاهی یا صلب در جبهه رو به باد بنا می‌توان مناسب با ابعاد و تراکم بادشکن، سرعت باد را به نحو چشمگیری کاهش داد (۴). این شیوه برای ساختمان‌های مسفردی که ارتفاعی کمتر از بادشکن دارند مؤثر است.

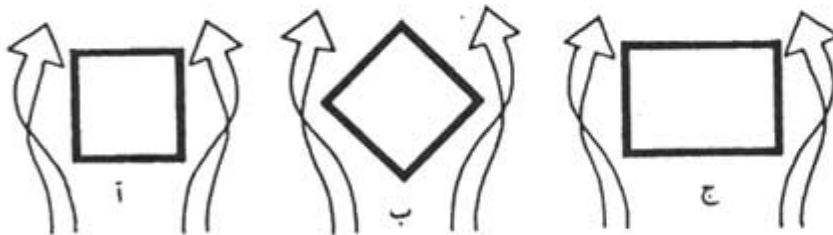
۲- تراکم مناسب ساختمان‌ها:

با متراکم کردن ساختمان‌های مجاور به گونه ای که سرعت جریان باد در داخل بافت کاهش یابد، می‌توان نما را از تأثیر کج باران حفظ کرد. میزان کاهش سرعت باد به نحوه همجواری، ارتفاع و شکل سقف ساختمان‌ها بستگی دارد. این روش برای ساختمان‌های مشابه از نظر ارتفاع مناسب است.

ب مصالح نما و اجرای مناسب :

نمای رو به باد، به دو طریق تحت تأثیر کج باران واقع می‌شود :

اول فرسایش مصالح نما در اثر برخورد قطرات باران، دوم نفوذ رطوبت از درز بازشوها، یا اتصالات به



- فشردگی فرم در پلان و مقطع با اولین قاعده در کم کردن سطح تماس با جریان باد است. جهت قرارگیری نیز به همین اندازه مهم است. پلان ب از نظر شکل و ابعاد فضا ماند پلان آ است. باین وجود چرخش آن به اندازه ۴۵ موقعیت سطوح در معرض باد این پلان را تا حد حد پلان ج افزایش داده است.

تصویر ۷ - تأثیر جهت ساختمان در میزان اثر باد بر بنا

که درزهای قائم کاملاً از ملات پر شود تا منفذی برای نفوذ رطوبت وجود نداشته باشد (۷).

۲- عایقکاری رطوبتی نما :

صرفنظر از مصالح، نقاط ضعف نما در برابر کج باران، عبارتند از : محل اتصال مصالح، درزهای موجود در نما، نظیر درز انبساط، محل عبور تیرها و آبروها از دیوار، اطراف بازشوها. برای مقاوم کردن نما در برابر نفوذ رطوبت باید برای هر یک از این نقاط ضعف، راه حلی به کار برد.

محل اتصال مصالح باید با استفاده از ملات‌های مقاوم در برابر رطوبت آب بندی شود. چنانچه میزان بارندگی کم یا مدت آن کوتاه باشد، می‌توان با افزودن قدری آهک در ملات اندود سیمانی نما، آن را تا حدود زیادی آب‌بندی کرد. در موارد شدیدتر مصرف مواد آب‌بند کننده بتن در ملات اندود، مصرف ملات‌های پریمری از قبیل ملات‌های رزین اپوکسی (بدون سیمان یا به همراه سیمان) و بالاخره اجرای رنگ‌های ضد آب بر روی نما می‌تواند موثر واقع شود (۶).

برای جلوگیری از نفوذ رطوبت از درزهای نما می‌توان از انواع چسب‌ها، سیلرها و درزبند‌های ساختمانی استفاده کرد. بهترین مصالح برای عایقکاری درزهای نما، ماستیک یا نوارهای لاستیکی است و چنانچه روی آنها با مصالح فلزی پوشانده شود، اطمینان بیشتری برای عدم نفوذ آب به وجود می‌آید (۶).

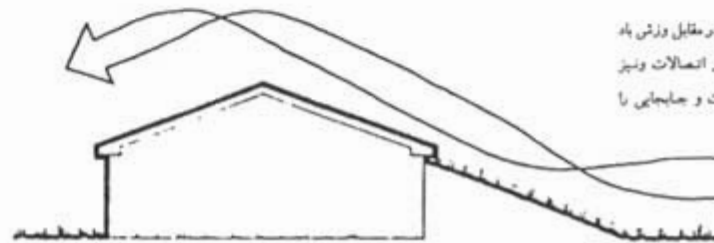
یکی دیگر از نقاط ضعف نما در برابر کج باران، بازشوها یا آن است که شامل درها و پنجره‌ها می‌شود. آب باران از محل اتصال شیشه، قاب و دیوار می‌تواند به درون بازشو و نما نفوذ کرده و انباشته شود. برای جلوگیری از این امر باید به چند نکته توجه کرد (۸) : اول، درزبندی محل اتصالات که با استفاده از انواع درزبند و چسب و سیلر انجام می‌گیرد. دوم، انتخاب شکل مقاطع صحیح برای بازشو که از مکش و نفوذ آب به درون درزها جلوگیری کند. سوم، استفاده از

آجرهای نامرغوب، موجب سفیدک زدن سطح آن می‌گردد (۵).

اگر مصالح مورد مصرف در نماسازی را به چند دسته مصالح سنگی، آجری، سیمانی، قطعات پیش ساخته و صنعتی مانند صفحات پیش ساخته بتنی یا دیوار پوش‌های شیشه‌ای، دیوار پوش از فلزات رنگین غیر آهنی لعابدار و غیره تقسیم کنیم، می‌توان مشخصات مصالح مقاوم در برابر کج باران را به شرح جدول (دو) خلاصه کرد (۶). نکته مهم در انتخاب مصالح مقاوم برای نما، مشابه بودن نفوذپذیری مصالح و ملات و اندود نما بر برابر رطوبت است، زیرا در غیر این صورت رطوبت باران از طریق ملات یا اندود تا اعماق دیوار نفوذ کرده و چون امکان تبخیر ندارد، باعث صدمه خواهد شد. ضخامت ملات نیز باید به اندازه کافی باشد و در حین ساخت دقت شود



خانه های سنتی در نیوانگلند موسوم به سالت "salt box" این خانه پشت به جهت وزش باد دارد. بام بدون پنجره آن جریان باد به آرامی از روی خود عبور می‌دهد و سدی در مقابل جریان باد ایجاد نمی‌کند. توجه کنید که سطوح بنا فاقد هرگونه برآمدگی می‌باشد.



ایجاد خاکریز و یا حفاظ خاکریز در مقابل وزش باد از میزان نفوذ هوای خارج در اتصالات و نیز اتلاف انرژی از طریق هسابت و جابجایی با کاهش می‌دهد.

تصویر ۸ - تأثیر فرم کلی ساختمان در میزان اثر باد بر بنا

انواع مصالح مورد مصرف در نما، مقاوم در برابر کج‌باران	
مصالح سنگی	سنگ‌های آهکی متراکم، ماسه سنگ‌ها، سمرهای رنگی گره‌گون، توف‌های آتش‌فشانی (غیرباربر) گرانیت، زینیت، دیوریت، لابرادوریت، گابرو، بازالت.
مصالح آجری (آجر، سرامیک)	آجر رسی ماشینی و فزانی، آجر ماسه آهکی، قطعات تارک ماسه آهکی و رسی.
مصالح سیمانی (بلوک سیمانی، روکش‌های سیمانی، ورق‌های موج‌دار)	سیمان پرلند معمولی سفید و رنگی، سیمان بانی، سیمان آهکی - پوزولانی، سیمان آهکی - سراره، بلوک‌های سیمانی با مصرف سیمان کمی بیشتر از بلوک‌های معمولی، استفاده از رنگ‌های ثابت برای سیمان‌های رنگی.
مصالح بتنی (بتن، موزاییک)	شن و ماسه از جنس سیلیسی یا سیسکانی و یا آهکی سخت، استفاده از مواد آب‌بند کننده نظیر اسیداولتیک یا اسید استریک یا پتاکتریفیل و پوزولان‌ها.
مصالح چوبی	انواع کاج و صنوبر خشک شده و فاقد شیره گیاهی و ترجیحاً عمل آمده، چسب ضدآب در چوب‌های مصنوعی، مصالح فلزی اتصالات از نوع ضدزنگ.
مصالح گچی	گچ برمری، ملات گچ و آهک.
مواد پلاستیکی (انواع موزائیک و دیوارپوش)	رزین‌های پلی‌استر، آکریلیک، ملامین، فنولی، پی‌وی‌سی، پلی‌استایرن (بیشتر به صورت مسلح با فومیت شده)، مصالح فلزی اتصالات از نوع ضد زنگ، مصرف چسب‌های سازگار با نوع پلاستیک.
فلزات غیر آهنی (آلومینیوم، مس، برنج، برنز، روی)	آلومینیوم انداز شده به صورت ساده یا رنگی، کاشی آلومینیوم با لعاب پخته شده، کاشی مسی جلا دار، کاشی‌های روی با پوشش کرم.

سیستم‌های تخلیه آب، نظیر آبچکان که بتواند آب جمع شده روی سطح بازشو را بدون صدمه زدن به نما تخلیه کند. استفاده از کف پنجره‌های نفوذ ناپذیر مانند سنگ لوح، کف سفالی یا آجری، کف‌های فلزی یا پلاستیکی و یا کف‌های یکپارچه با قاب پنجره که از حد دیوار نما جلو زده و دارای آبچکان باشد ضروری است (۷). چهارم، پرداخت سطوح بازشو که بستگی به جنس زوار و قاب آن دارد که در مبحث انتخاب مصالح مقاوم در برابر رطوبت درباره آن صحبت شد.

جدول (سه) مشخصات انواع درزبند، چسب و

سیلر قابل استفاده در نما و محل کاربرد آن را ارائه می‌دهد.

۳- استفاده از پوشش‌های مقاوم برای نما در شرایط حاد:

در مواردی که اثر کج‌باران بر نمای ساختمان شدید است، تداوم برخورد قطرات باران بر نما، حتی نماهای نفوذ ناپذیر را نیز تحت فرسایش قرار می‌دهد. در چنین شرایطی، استفاده از پوشش‌های محافظ نما نظیر رنگ‌های ضدآب سفید است. در بعضی

کشورهای صنعتی از قطعات چوب و سایر مصالح همانند آنچه در سقف‌ها مرسوم است برای پوشش نما استفاده می‌کنند. (۶) این مصالح می‌تواند شامل سنگ لوح، سفال، ورق‌های پوششی پروفیل فلزی یا پلاستیکی باشد. دو جداره کردن دیوار نما، با احتساب یک لایه هوای ساکن بین دو جداره راه حل مناسب دیگری است (۷).

در جدول (چهار)، نام برخی از پوشش‌های محافظ مناسب با جنس مصالح به کار رفته در نما آورده شده است.

یادداشت‌ها:

1- " The Manual of tropical Housing and building", Keonigsberger, 1975 ,

۲- همان مأخذ، ص ۳۶.

۳- منصوره طاهباز، مقاله "تعیین سرعت باد در بافت‌های شهری"، نشریه صفا، شماره ۳ و ۴، تهران، پاییز ۱۳۷۰، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهیدبهشتی، ص ۵۸ تا ۶۷.

۴- دانتلد وانسون و کنتاب، "طراحی اقلیمی" ترجمه وحید قبادیان و محمد فیض‌مهروی، تهران ۱۳۷۲، انتشارات دانشگاه تهران. در این کتاب و کتاب‌های مشابه، راه حل‌های عملی برای طراحی معماری مناسب اقلیم پیشنهاد شده است.

۵- سیاوش کسبازی، "مصالح شناسی"، تهران، ۱۳۷۱، انتشارات قائم.

۶- "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی"، نشریه شماره ۵۵، تهران، ۱۳۷۳، معاونت امور فنی دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، سازمان برنامه و بودجه.

۷- "رأبیین بری"، ساختمان‌سازی، مجلدات ۱ و ۲، ترجمه "ژرشیر لطیفی"، تهران، ۱۳۴۱، چاپ شفق.

۸- "پنجره در طراحی و نگهداری ساختمان" مقاله اصول پنجره‌های خوب، کارستن دیر، ترجمه زهرا اهری، تهران، ۱۳۷۱، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

۹- سالنامه هواشناسی، ۱۹۶۴ تا ۱۹۸۳ میلادی، تهران، سازمان هواشناسی کل کشور.

جدول ۳. مشخصات و محل کاربرد انواع درزبند، چسب و سیلر در نما برداشت از مأخذ ۶.

نوع ماده	محل کاربرد
چسب سیلیکات سدیمی	برای پوشش سطوح بتنی و سایر مصالح و حفظ آنها از اثرهای جوی، ساختن زاموسقه دور شیشه و در، ساختن فرآورده‌های چوبی.
سیلیکون‌های مایع	جلوگیری از نفوذ رطوبت در مصالح بتنی و اندودها.
درزبندهای یک بخشی و دو بخشی بر پایه پلی‌سولفاید و اورتان، درزهای یک بخشی بر پایه سیلیکون	انواع درزهای افقی و قائم، دور پنجره‌ها، بین قطعات پیش‌ساخته سنگین و سبک و درزین دال‌های بتن‌آرمه.

جدول ۴. مصالح مناسب برای پوشش نما در شرایط حاد برداشت از مأخذ ۶.

پوشش‌های محافظ و زینتی برای مقابله با عوامل جوی شدید.	
سطوح فولادی	الکیدی عادی سختی سرنج، انواع رنگ‌های پراکسیدنیوم، آستر درویه روغنی یا انواع مناسب دیگر.
سطوح بتنی و اندود سیمانی	سیلر لانتکس امولسیون با یک سیلر پرایمر اولتورزینی.
سطوح بلوک سیمانی	پرایمر از نوع لانتکس فیلر.
سطوح چوبی	پرایمر از لعاب الکیدی رویه رنگ یا لعاب.
سطوح گچی	لایه‌های آستر و رویه از رنگ روغن، الکیدی، امولسیون پلاستیک لعابی، رنگ رویه از امولسیون پلاستیک روی زیرسازی روغنی.
سطوح آلومینیوم	پرایمر از نوع کرومات روی آستر و رویه از انواع روغنی و مناسب غیر سربی.

خلاصه و جمع‌بندی:

در برابر رطوبت و دقت در اجرا و درزبندی منافذ نما پیشنهاد گردید.

در این مقاله، اثرات سوء کج‌باران بر نمای ساختمان بررسی شد و نموداری برای تعیین شدت اثر آن در مناطق مختلف، به نام "نمودار کج‌باران" ارائه گردید. سپس موارد استفاده این نمودار در طراحی، شرح داده شد و به کمک آن تأثیر کج‌باران در تعدادی از شهرهای ایران تعیین گردید. در خاتمه، روش‌هایی برای کاهش تأثیر کج‌باران بر نما، از قبیل انتخاب محل، جهت و فرم مناسب برای ساختمان، استفاده از یادشکن یا تراکم ساختمان‌ها، انتخاب مصالح مقاوم