

جریان انتقال ناپایدار (۱)

دکتر شهرام پوردیهیمی

در مطالعات مرتبط با تنظیم شرایط محیط داخلی فضاها از جمله محاسبه انتقال گرما از جدارهای ساختمان، معمولاً از فرضیه «شرایط پایدار (۲)» استفاده می‌شود (۱). در این حالت شرایط محیطی داخل و خارج فضا ثابت فرض می‌شود. با توجه به اینکه در طبیعت شرایط کاملاً ایستا وجود ندارد، این روش به نوبه خود یک نوع ساده سازی است. لذا چنانچه نوسانات دما زیاد باشد، نتایج آن معتبر نیست (۳). از این رو در ساختمانهایی که از سیستم غیر فعال انرژی بهره می‌برند، باید از روش جریان انتقال ناپایدار استفاده گردد تا اطلاعات دقیقتری از رفتار جداره در دست باشد.

مقاله زیر با استفاده از روش انتقال ناپایدار مشخصات دیوارهای معمول در ساخت و سازه‌های متداول را از جهت تشخیص رفتار آنها بر انتقال گرما در اختیار خواننده می‌گذارد.

برای شرایط احتمالاً سخت اقلیمی نیز در نظر گرفته شده است (۲ و ۴).

در طبیعت، تغییرات عوامل اقلیمی شرایطی ناپایدار دارند، لذا این تغییرات، سطوح خارجی ساختمان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این حالت، رفتار حرارتی پوسته ساختمان، از یک سو نتایج نوسانات اقلیمی هوای خارج و از دیگر سو خواص فیزیکی مصالح به کار رفته در ساختار جداره ساختمان، می‌گردد. تغییرات عوامل اقلیمی، تقریباً یک دوره تکراری بیست و چهار ساعته از افزایش و کاهش دما را به وجود می‌آورند. تأثیر این تغییرات بر روی یک ساختمان موجب می‌شود که هرگونه تغییرات دمایی هوای بیرون سبب تغییر جهت حرکت انرژی از طریق دیوارها گردد.

برای نشان دادن تقریبی میزان انتقال انرژی از طریق جداره‌های ساختمان، از فرضیه شرایط پایدار و محاسبه ضریب U برای جداره ساختمان‌ها استفاده می‌شود (ضریب U از ترکیب منکوس مقاومت‌های حرارتی مصالح به کار رفته در لایه‌های جداره ساختمان و نیز لایه‌های نازک هوای مجاور سطوح بیرونی و درونی به دست می‌آید) (۳). فرضیه شرایط پایدار برای تعیین حداکثر میزان حرارت تلف شده یا کسب شده و هم چنین در مورد تعیین اندازه قدرت تجهیزات گرمایش یا تبرید کارآست. هدف شرایط پایدار، پیش‌بینی وضع حرارتی ساختمان نیست. ریوا و سائل مکابکی، وظیفه اصلی را برای تنظیم شرایط محیط داخلی به عهده دارند و فقط طراح تأسیسات باید مطمئن گردد که قدرت گرمایش یا تبرید کافی

در روزهای تابستان و در طول دوره گرم که دمای هوای بیرون بالاتر از دمای هوای داخل ساختمان است، حرارت از محیط خارج به داخل ساختمان جریان می‌یابد. چون مقداری از انرژی در ساختار ساختمان ذخیره می‌شود، لذا به هنگام شب و در طول دوره سرد، جهت جریان حرارت بر عکس می‌شود. یعنی، حرارت از ساختمان به محیط خارج جریان می‌یابد. این دوره مرتباً تکرار می‌شود، می‌توان آن را به صورت «جریان انتقال ناپایدار» و یا جریان انتقال دوره‌ای (۳) تعریف کرد (۲ و ۵). برای محاسبه جریان انتقال ناپایدار، روش‌های متعددی ارائه گردیده که یکی از ساده‌ترین آنها، «روش پذیرش» (۴) است. این روش توسط انستیتیوی تحقیقاتی تأسیسات ساختمان در انگلستان معرفی شده است (۳ و ۶). در این روش، محاسبه پنج ضریب و توجه به رابطه آنها بر طراحی جداره ساختمان ضروری است. محاسبه ضرایب فوق، مراحل بسیار پیچیده‌ای را شامل می‌گردد که مستلزم استفاده از کامپیوتر است.

در گزارش حاضر با استفاده از کامپیوتر، نتیجه محاسبات ضرایب پنجگانه برای دیوارهای قابل احداث در اقلیم‌های مختلف کشور ارائه می‌شود. هم چنین در زیر توضیحات لازم در مورد ضرایب فوق به

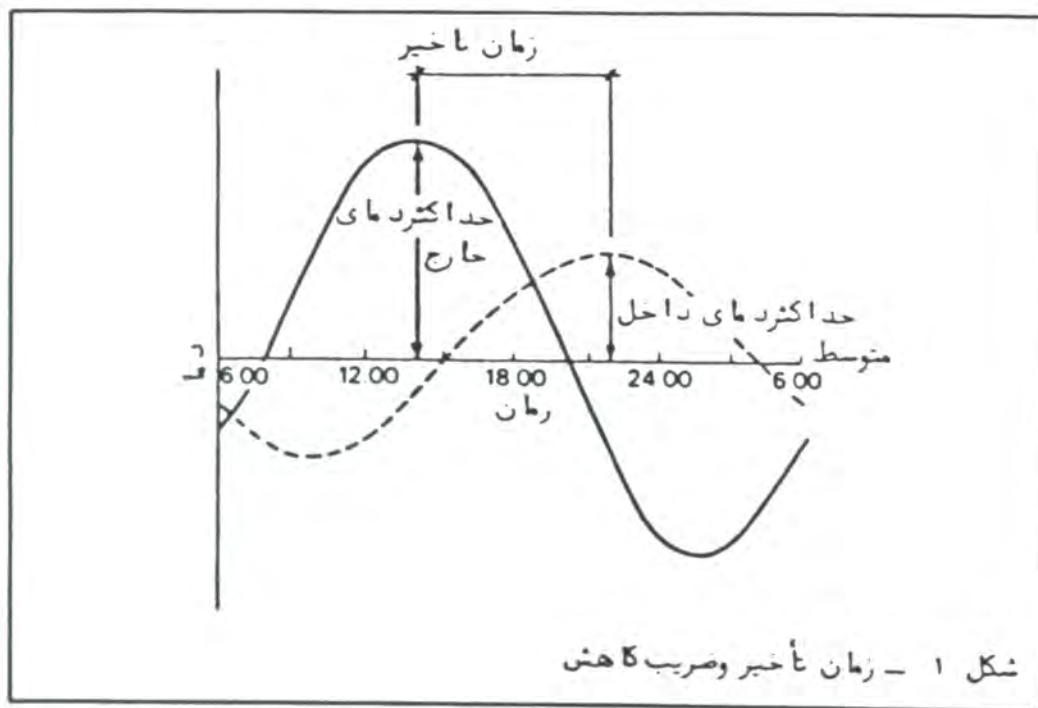
تفضیل بیان می‌گردد.

عوامل مؤثر در جریان انتقال ناپایدار

اساساً انتقال انرژی حرارتی از طریق جداره ساختمان زمانی صورت می‌گیرد که اختلاف دمایی بین هوای بیرون و هوای درون ساختمان وجود داشته باشد. برای اینکه جداره ساختمان گرما را انتقال دهد، باید ابتدا آن را جذب نماید. هر ذره از دیوار به ازاء هر درجه افزایش دما مقدار مشخصی حرارت جذب می‌کند، این مقدار حرارت به گرمای ویژه مصالح بستگی دارد. انتقال حرارت از ذره‌ای به ذره دیگر تنها بعد از آن که دمای ذره اول افزایش یافت انجام خواهد شد. صبح هنگام، با افزایش دمای هوای خارج، ذرات خارجی دیوار به تدریج گرم می‌شوند و دما از طریق انتقال ذره‌ای به سطح درونی ساختمان می‌رسد. از لحظه‌ای که اولین ذره خارجی - یوار گرم می‌شود و حرارت خود را به ذره بعدی می‌دهد تا آخرین ذره که به درون ساختمان ارتباط پیدا میکند مدت زمانی طول می‌کشد. بدین معنی که دمای سطح خارجی قبل از آن که دمای سطح داخلی به حداکثر خود برسد، قبلاً به نقطه اوج خود رسیده و شروع به کاهش نموده است (تصویر شماره ۱) (۲ و ۳). از این لحظه به بعد قسمتی از حرارت ذخیره شده در توده

جداره دیوار به سطح داخل ساختمان رسیده و دما از طریق سطح داخل به هوای داخل انتقال پیدا می‌کند. هنگامی که دمای هوای خارج کمتر از دمای هوای داخل شود، جهت حرکت جریان کاملاً برعکس

می‌شود. برای آگاهی از نقش جداره در این رفتار، باید اطلاعات زیر در دست باشد: ضریب کاهش (۵)، زمان تأخیر (۶)، ضریب پذیرش (۷) و ضریب سطح (۸). عوامل فوق به ضخامت، ضریب هدایت حرارت (۹)، چگالی و ظرفیت ویژه حرارتی هر یک از



مصالح مورد مصرف در جداره بستگی دارد.

«ضریب کاهش (۵)»

همانطور که قبلاً اشاره شد، در مرحله انتقال انرژی جداره ساختمان بخشی از آن را جذب و بخش دیگر را انتقال می‌دهد. در طی زمان با سردتر شدن هوای بیرون، بخش جذب شده به طرف خارج جریان می‌یابد. از این رو، میزان انرژی انتقالی به داخل فضا کاهش می‌یابد که در این صورت ضریب کاهش، تعیین کننده میزان کاهش انرژی توسط دیوار است. این امر به ضخامت دیوار و ظرفیت ویژه حرارتی مصالح مصرفی در جداره ساختمان بستگی خواهد داشت. این ضریب برای دیوارهای با ضخامت کم نزدیک به یک خواهد بود و واحد آن بر حسب درصد

«زمان تأخیر (۶)»

زمان تأخیر مدت زمانی است که در آن انرژی جذب شده از یک سطح دیوار به سطح دیگر آن انتقال می‌یابد. این کمیت نیز به ضخامت، ضریب هدایت حرارتی و ظرفیت ویژه گرمایی مصالح مصرف شده در جداره بستگی دارد. واضح است که به هر میزان تأخیر بیشتر باشد، کسب یا دفع انرژی در داخل فضای ساختمان به تعویق خواهد افتاد. واحد زمان تأخیر بر حسب ساعت بیان می‌شود.

«ضریب پذیرش (۷)»

ضریب پذیرش که ضریب «Y» نیز نامیده می‌شود یکی از کمیت‌های بسیار مهم در روش انتقال

ناپایدار محسوب می‌گردد. این کمیت، تعیین کننده قابلیت تبادل انرژی گرمایی بین جداره داخلی ساختمان و هوای درون است. این میزان نمایانگر قابلیت انتقال انرژی است که یک درجه سانتی گراد دمای متوسط هوای درونی را تغییر می‌دهد. واحد اندازه‌گیری ضریب «Y» W/m^2k است که در این رابطه «W» بیانگر وات و m^2 نشان دهنده متر مربع سطح دیوار، و K درجه کلون را مشخص می‌سازد. چنانچه نقش ظرفیت ویژه گرمایی مصالح نادیده گرفته شود، میزان کمیت ضریب «Y» معادل ضریب «U» دیوار خواهد بود. ضریب «Y» دیوارهای چند لایه‌ای بستگی به جنس لایه‌های نزدیک به هوای داخل ساختمان خواهد داشت. لذا هر قدر لایه مجاور هوای داخل از مصالح با وزن مخصوص سبک‌تر باشد ضریب «Y» کوچکتر، و چنانچه لایه مجاور هوای داخلی از مصالح سنگین باشد ضریب «Y» بزرگتر خواهد شد. برای مثال ضریب «Y» یک دیوار بتنی به ضخامت ۲۰ سانتی متر با ۱۰ سانتی متر عایق پشم سنگ بر روی سطح جداره خارجی آن برابر W/m^2k ۵/۴ است. در صورتی که برای همان دیواره چنانچه عایق پشم سنگ بر روی جداره داخلی نصب گردد میزان ضریب Y به W/m^2k ۰/۳۸ کاهش خواهد یافت. در حالی که ضریب «U» دیوار در هر دو حالت برابر W/m^2k ۰/۳۵ است (۷).

«ضریب سطح» (۸)

هنگامی که انرژی حرارتی به سطوح کدر می‌رسند، بخشی از آن توسط سطوح جذب و بخش دیگر منعکس می‌گردند. آن بخش که توسط سطوح جذب می‌گردند مجدداً به صورت انرژی انتشاری به

فضا داده می‌شود. ضریب سطح، تعیین کننده قابلیت انتشار انرژی سطوح داخلی به درون فضا است. کمیت آن از نسبت متوسط میزان قابلیت انتشار سطحی به متوسط میزان قابلیت جذب سطحی دیوار به دست می‌آید. در نتیجه هر قدر ظرفیت گرمایی دیوار بیشتر باشد، میزان انرژی جذب شده توسط آن زیادتر شده و در نتیجه ضریب سطحی دیوار کوچکتر خواهد شد. چنانچه این عامل بزرگ باشد (نزدیک به یک)، به هر میزان که انرژی جذب گردد به همان مقدار هم انرژی به فضا داده می‌شود. در اقلیم‌های مختلف، این کمیت همراه با عامل کاهش در انتخاب مصالح از اهمیت والاتری برخوردار است.

رابطه ضرایب پنجگانه برای انتخاب جدار

آگاهی به همبستگی و ارتباط ضرایب پنجگانه که در قبل توضیح داده شد، برای عناصر گوناگون ساختمان از مسائل بسیار ضروری در طراحی جدار ساختمان در اقلیم‌های مختلف است. بدین معنی که دستیابی به طرح بهینه برای جداره ساختمان، بدون آگاهی از این ارتباط میسر نمی‌گردد.

باید توجه داشت که بطور کلی ضخامت جداره، نقش مهمی در تعیین ضرایب فوق خواهد داشت. لیکن ضخیم‌تر شدن جداره تنها راه حل مطلوب برای دسترسی به شرایط محیطی مناسب نخواهد بود. برای مثال با ازدیاد ضخامت «ضریب کاهش» کاهش یافته و زمان تأخیر بزرگ خواهد شد. لیکن به دلیل ذخیره بیشتر انرژی در داخل جداره میزان ضریب «Y» بزرگتر می‌گردد (تساوی ۲ و ۳). که این امر در اقلیمی مطلوب و در اقلیمی دیگر

نامطلوب خواهد بود.

در طراحی جداره ساختمان ظرفیت حرارتی مصالح از جمله عواملی است که می‌بایست مورد توجه قرارگیرد. مصالح با ظرفیت حرارتی کم یا بناهای با عکس‌العمل سریع خیلی زود گرم اما در عوض به سرعت حرارت خود را از دست می‌دهند، ضریب « γ » این نوع بناها کوچک و ضرایب کاهش و سطحی آنها بزرگ خواهد بود (تساویر ۲۸، ۲۹ و ۳۰). از این گونه جداره‌ها می‌توان در مناطق با اقلیم گرم و مرطوب استفاده کرد.

ساختمان‌هایی که جداره آنها از مصالح با ظرفیت حرارتی زیاد است در زمان طولانی‌تری گرم می‌شوند، و نیز انرژی ذخیره شده در دیوار، مدت طولانی‌تری باقی خواهد ماند. در این حالت ضریب « γ » بزرگ و ضرایب کاهش و سطحی کوچک خواهند بود.

تساویر (۳، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳). از این گونه جداره‌ها در مناطق با اقلیم سرد می‌توان در نگهداری انرژی گرمایی برای آسایش گرمایی در درون فضا استفاده نمود. ساختمانهایی که جداره آنها ضخیم و از مصالح با ظرفیت حرارتی کم است (نظیر عایق‌ها). انرژی ذخیره شده در داخل جداره کم بوده، ولی در مقابل زمان انتقال انرژی از یک طرف به طرف دیگر جداره طولانی‌تر می‌گردد. در این حالت ضریب « γ » و ضریب کاهش کوچک شده و زمان تأخیر و ضریب سطح بزرگ خواهد شد. تساویر (۱۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷). از این گونه جداره‌ها در اقلیم گرم و خشک می‌توان استفاده کرد. چنانچه اجباراً از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا، مثل بتن در مناطق گرم استفاده شود، باید سطوح داخل از مصالح با ظرفیت حرارتی ویژه کم پوشانیده شود. در این صورت ضریب « γ » و ضریب

کاهش کوچک خواهند بود و ضریب سطح بزرگ خواهد شد تساویر (۲۵، ۲۶، ۲۷).

نتیجه‌گیری

گزارش حاضر، بررسی موضوع انتقال انرژی توسط جدار ساختمان و محاسبه آن به «روش پذیرش» را هدف قرار داده بود. در این راستا جدارهای مناسب اقلیم‌های گرم و مرطوب، سرد و گرم و خشک معرفی گردید.

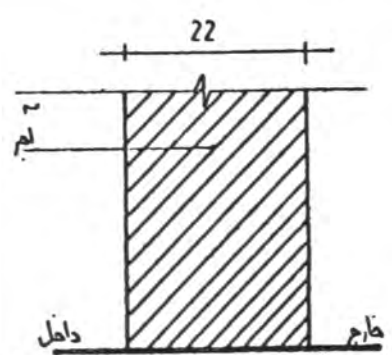
همانطور که می‌دانیم جداره ساختمان نه تنها از نقطه نظر اقلیمی، بلکه از نظر انتخاب و تهیه مصالح، ایستایی، زیباشناسی، اقتصاد و دیگر ابعاد باید جوابگوی خواسته طراح باشد. رعایت نکات مندرج در این گزارش می‌تواند به کیفیت شرایط محیطی داخلی فضاها و همسازی بنا با محیط اطراف خود بیافزاید.

پانویس:

- 1- None-Steady state condition.
- 2- Steady state condition.
- 3- Periodic heat transfer.
- 4- Admittance Procedure.
- 5- Decrement factor.
- 6- Time lag.
- 7- Admittance factor.
- 8- Surface factor.
- 9- Thermal Conductivity.
- 10-Specific heat capacity.

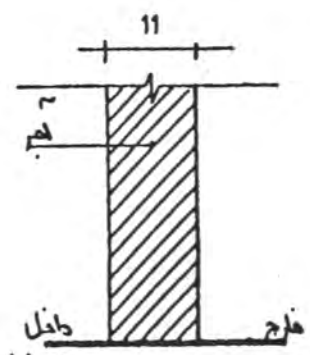
مراجع:

- 1- I.H.V.E. Gulde, Vole A, Insitution of Heating and ventilating Engineers, 1970, London England.
- 2- Koeings bergers. O.H. & etell, Manual of tropical Building Part one climatic design longman 1980 London.England
- 3- CIBS Guide, Vol A, the chartered Institution of Building Services, 1982 London England.
- 4- American Society of Heating Refrigerating' Air conditioning Engineers 'Hand Book of Fundamentals, 1972, New.York.
- 5- Markus, TA & N Morris 'Buildings Climate and Energy' Pitman Publishing limited '1980' London England.
- 6- Burberrg, Peter 'Building for Energy Consesvation The Architectural Psess Ltd 1978 London England
- 7- PourDeihimi. S. Control of sunshine in Buildings By fixed Shading in continontal climate (Ph.D. University of leeds, leeds 1984).



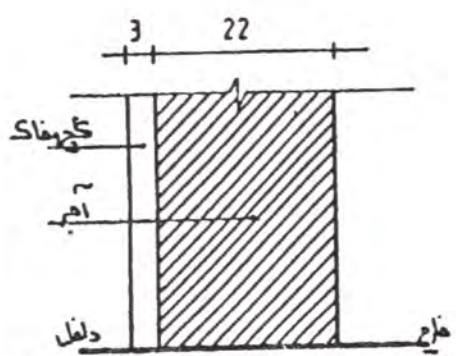
$U = 2.3 \text{ W/}^2\text{MK}$ $SF = 0.52$
 $Y = 4.6 \text{ } \neq$
 $DF = 0.54$
 time lag = 6 h

۲



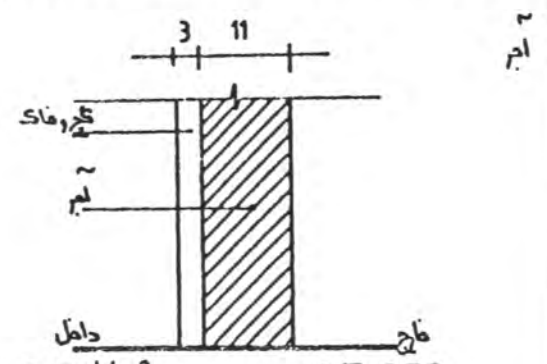
$U = 3.3 \text{ W/}^2\text{MK}$ $SF = 0.54$
 $Y = 4.2 \text{ } \neq$
 $DF = 0.88$
 time lag = 2.4 h

۱



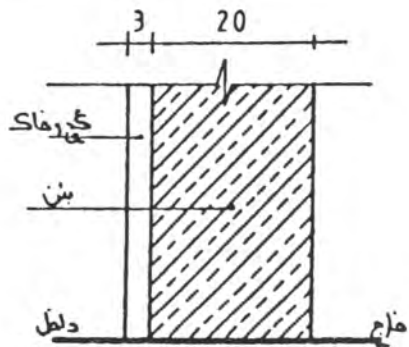
$U = 1.99 \text{ W/}^2\text{MK}$ $SF = 0.55$
 $Y = 4.3 \text{ } \neq$
 $DF = 0.44$
 time lag = 7 h

۴



$U = 2.7 \text{ W/}^2\text{MK}$ $SF = 0.58$
 $Y = 4 \text{ } \neq$
 $DF = 0.76$
 time lag = 3.7 h

۳



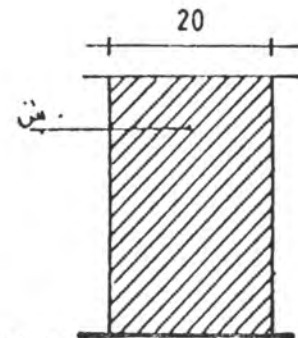
$$U = 2.8 \frac{W}{MK} \quad SF = 0.47$$

$$Y = 4.8 \text{ //}$$

$$D.F = 0.39$$

$$\text{time lag} = 7 \text{ h}$$

۶



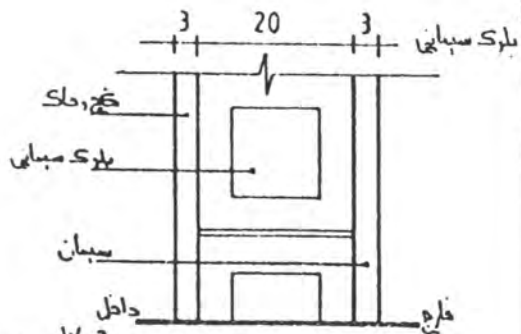
$$U = 3.1 \frac{W}{MK} \quad SF = 0.42$$

$$Y = 5.4 \text{ //}$$

$$D.F = 0.57$$

$$\text{time lag} = 5 \text{ h}$$

۵



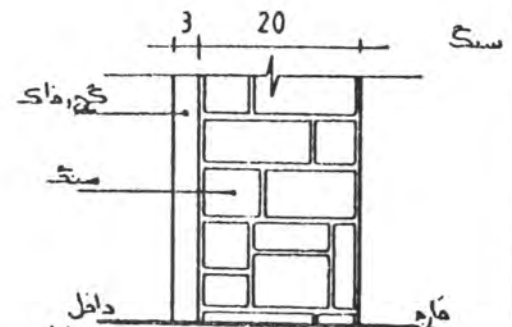
$$U = 1.73 \frac{W}{MK} \quad SF = 0.69$$

$$Y = 3.6 \text{ //}$$

$$D.F = 0.79$$

$$\text{time lag} = 4 \text{ h}$$

۸



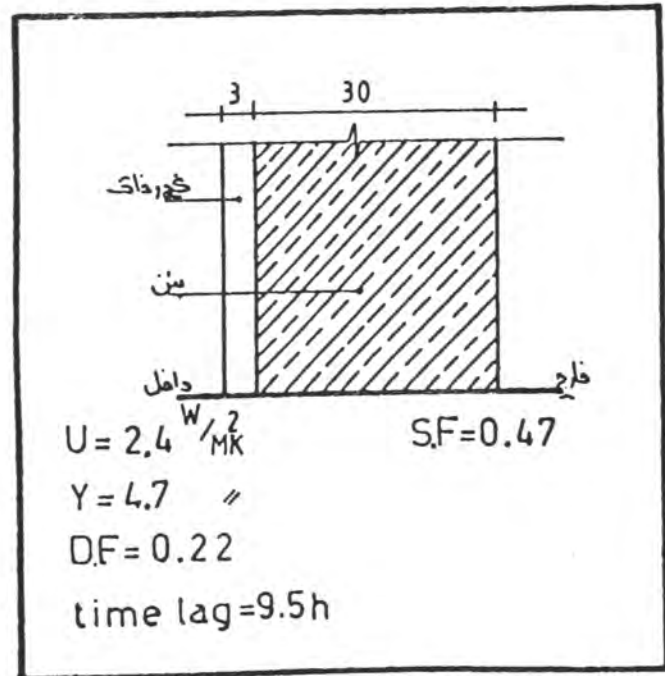
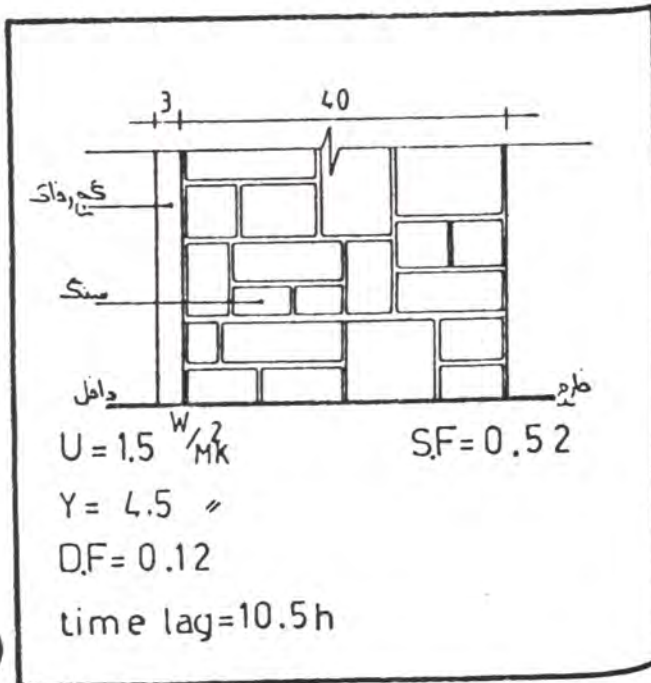
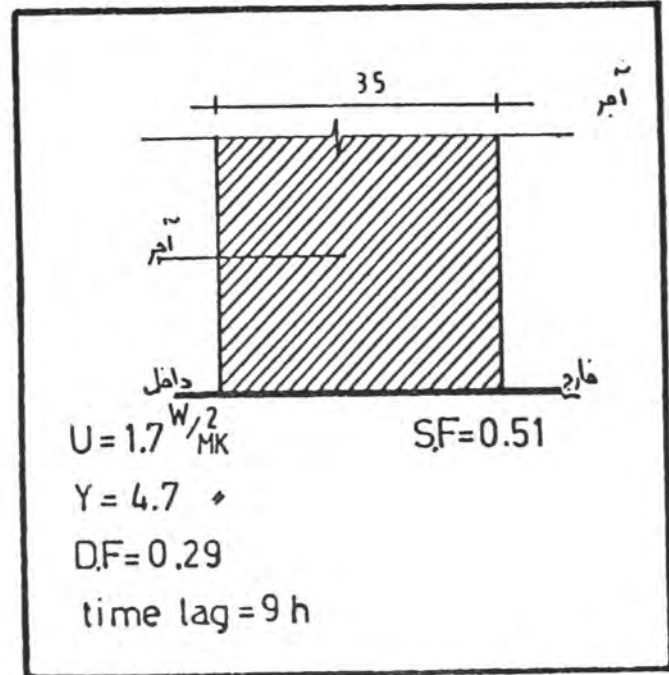
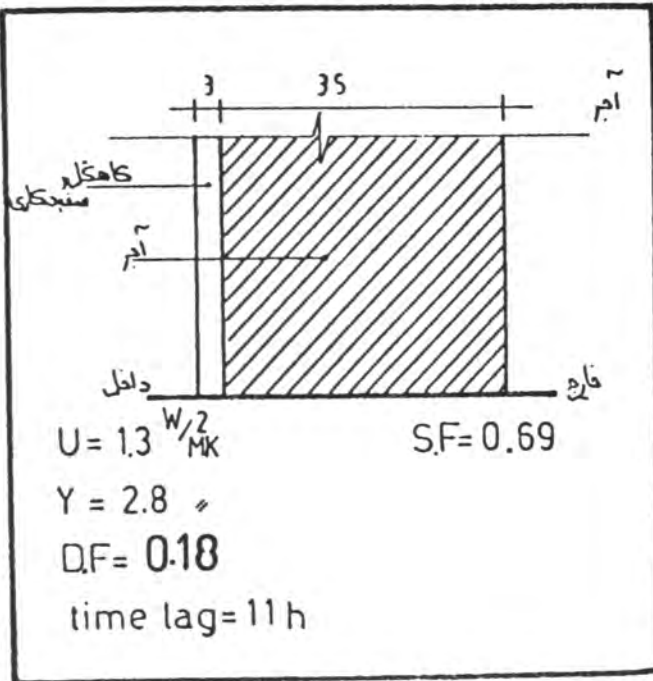
$$U = 2.2 \frac{W}{MK} \quad SF = 0.52$$

$$Y = 4.5 \text{ //}$$

$$D.F = 0.41$$

$$\text{time lag} = 7 \text{ h}$$

۷

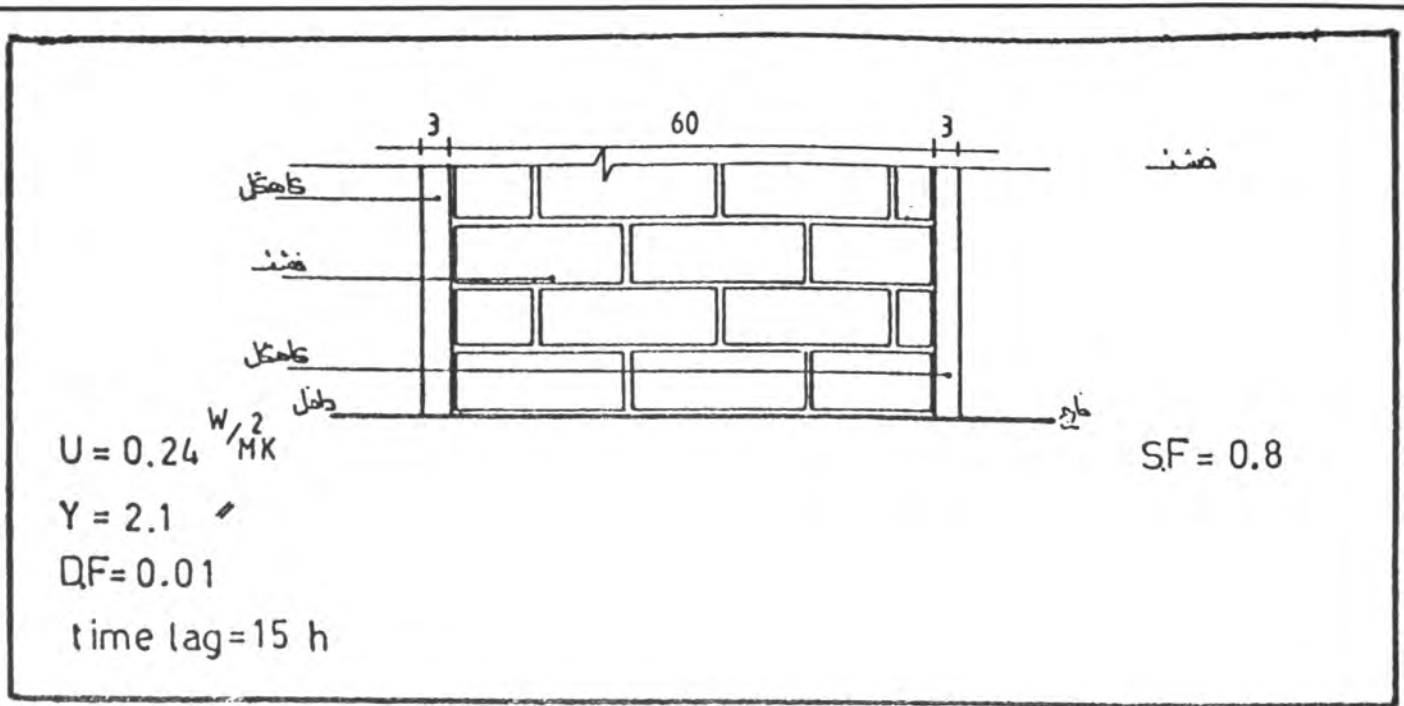


۱۰

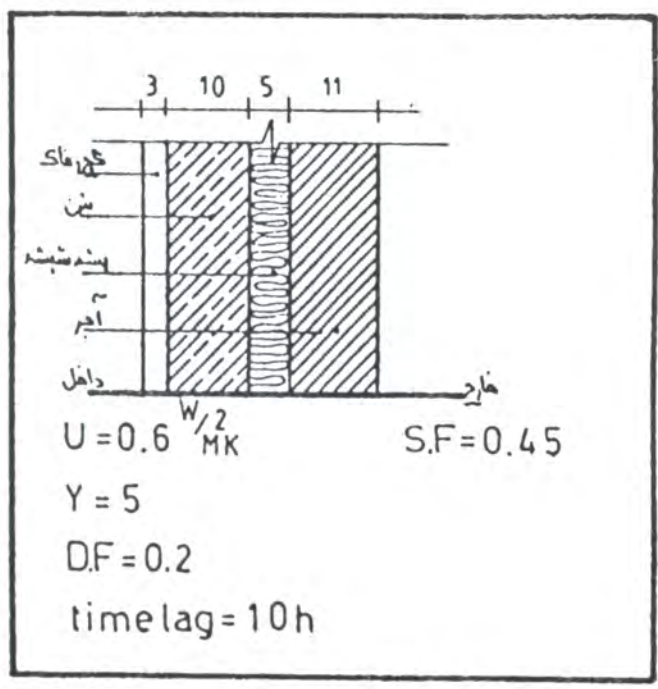
۹

۱۲

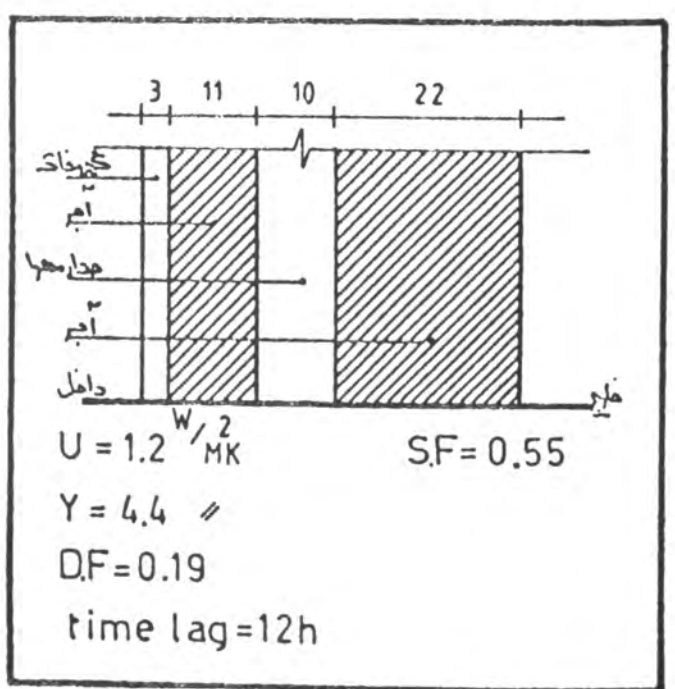
۱۱



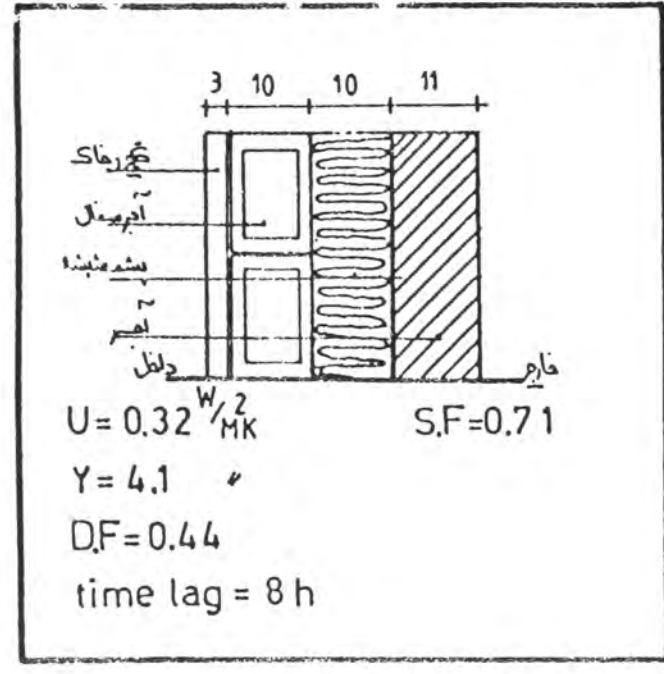
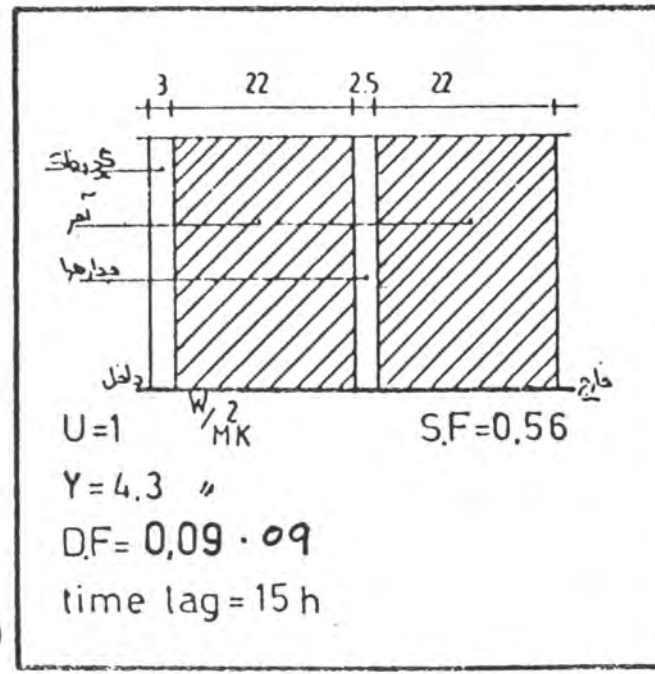
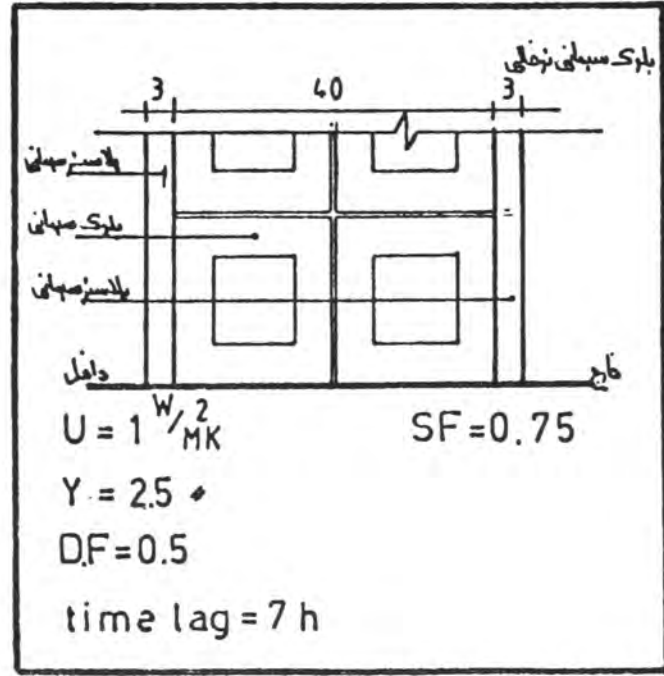
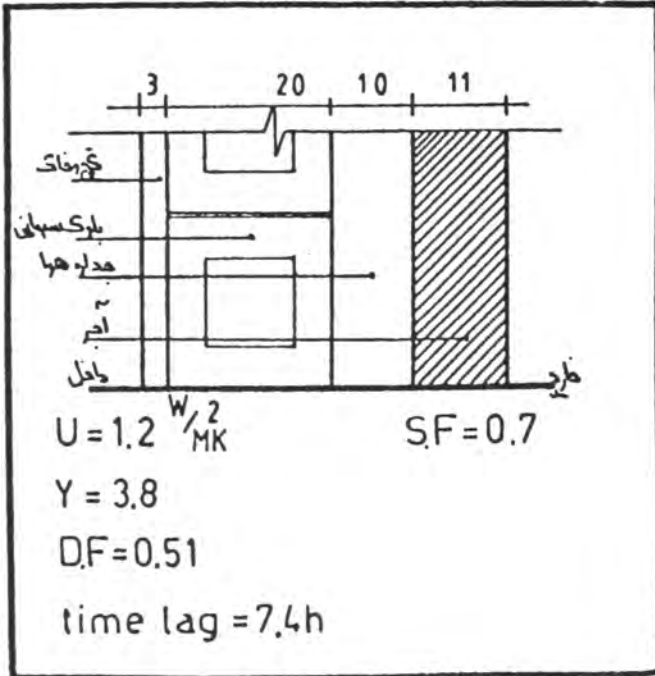
۱۳



۱۵



۱۴

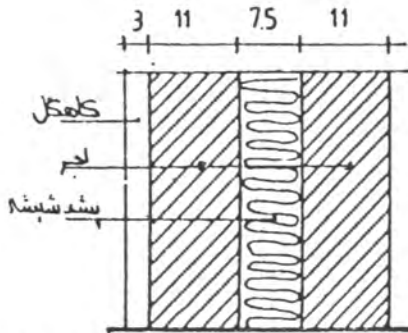


۱۷

۱۸

۱۹

۱۸



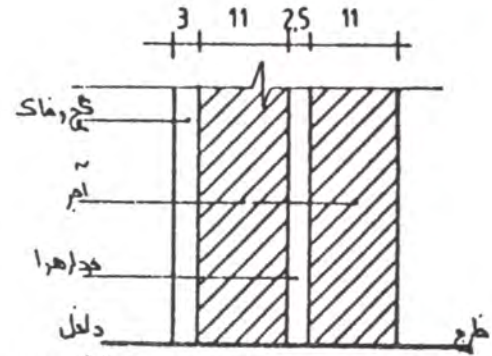
$$U = 0.37 \frac{W}{MK} \quad S.F. = 0.61$$

$$Y = 3.7 //$$

$$D.F. = 0.26$$

$$\text{time lag} = 10 \text{ h}$$

۲۱



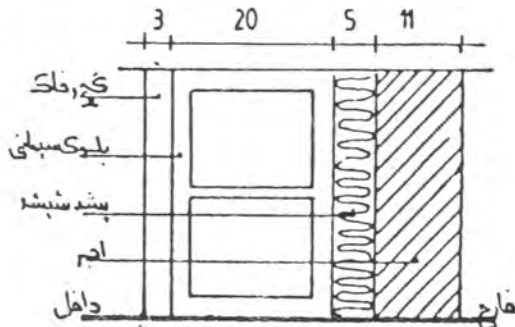
$$U = 1.5 \frac{W}{MK} \quad S.F. = 0.58$$

$$Y = 4.4 //$$

$$D.F. = 0.44$$

$$\text{time lag} = 8 \text{ h}$$

۲۰



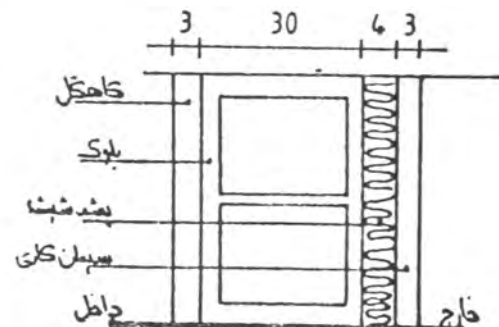
$$U = 0.52 \frac{W}{MK} \quad S.F. = 0.7$$

$$Y = 4 //$$

$$D.F. = 0.4$$

$$\text{time lag} = 9 \text{ h}$$

۲۳



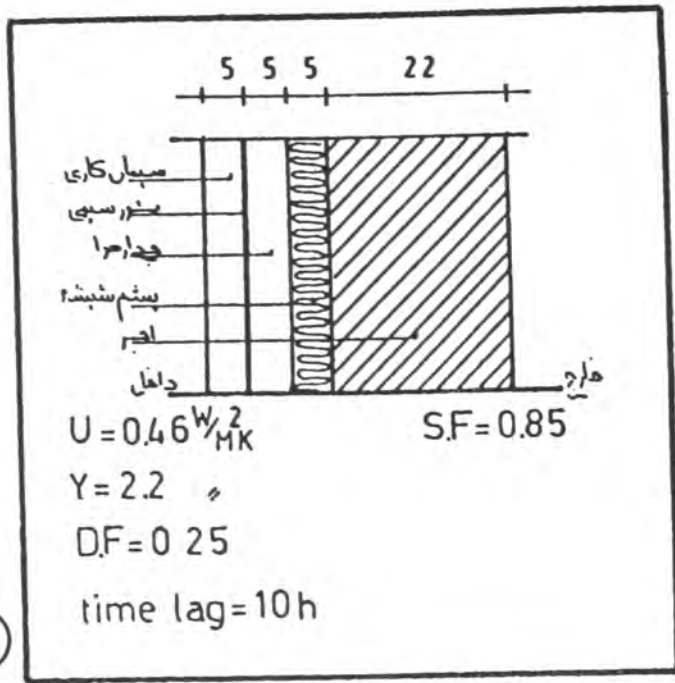
$$U = 0.4 \frac{W}{MK} \quad S.F. = 0.78$$

$$Y = 2.2 //$$

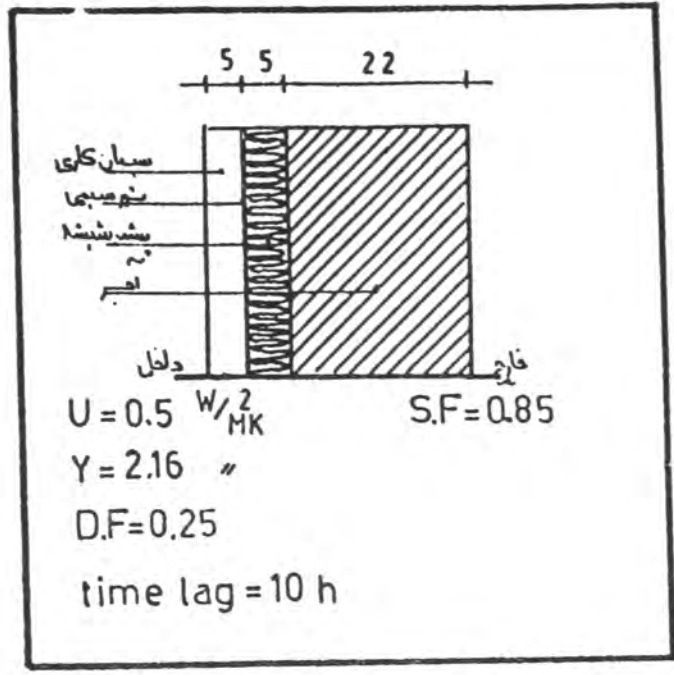
$$D.F. = 0.26$$

$$\text{time lag} = 10 \text{ h}$$

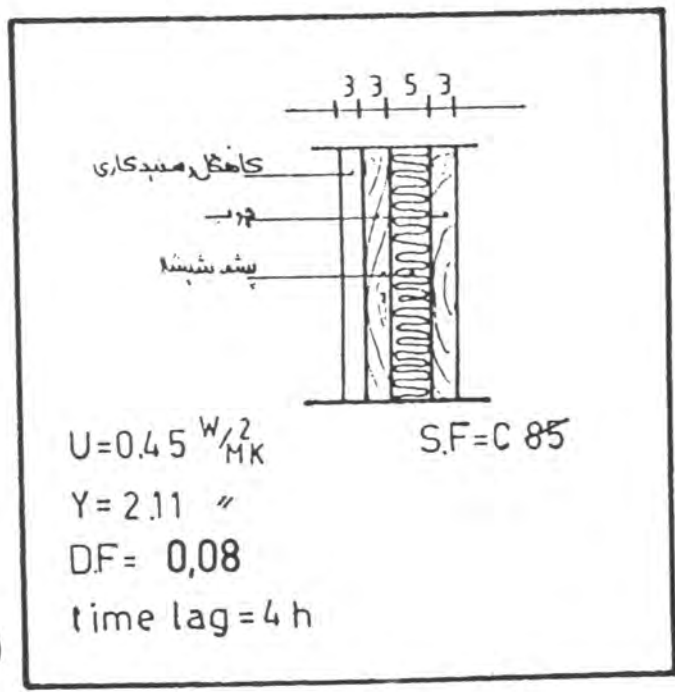
۲۲



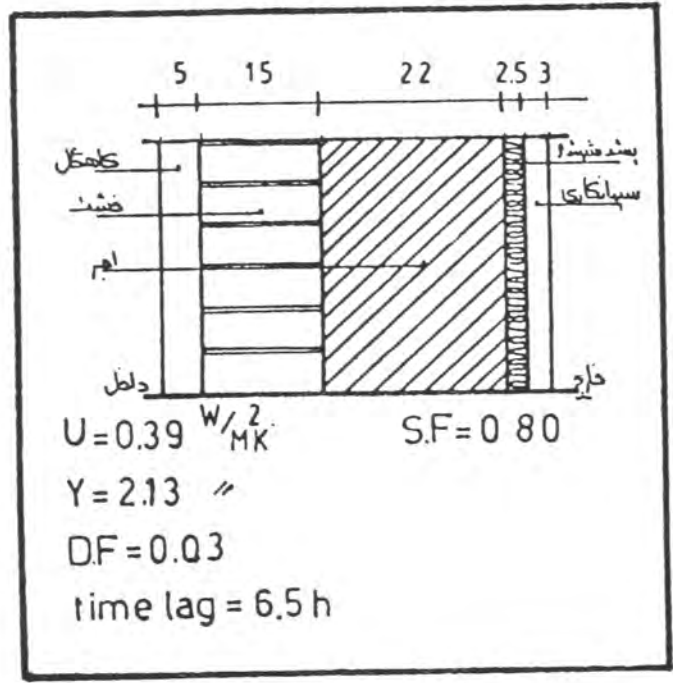
۲۵



۲۴



۲۷



۲۶

بد
صفحه

جهت اشتراك ساليانه صفه لطفاً مبلغ ۲۴۰۰ ريال به حساب شماره ۹۰۰۲۰ بانک ملي شعبه دانشگاه شهيد بهشتي - اوين و اريز و اصل رسيد بانكي مربوطه را به همراه برگه تکميل شده زير به صندوق پستي ۱۹۸۳۵/۳۴۶ ارسال نمايند.
در صورت تمايل به دريافت تک شماره‌هاي صفه براي هر شماره مبلغ ۶۰۰ ريال به حساب فوق و اريز و رسيد بانكي مربوطه را به همراه درخواست خود به دفتر نشریه ارسال فرمايد.

