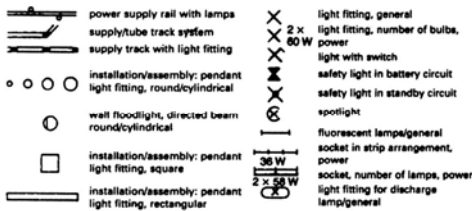


روشنایی: لامپها و اتصالات

عوامل مهم روشنایی

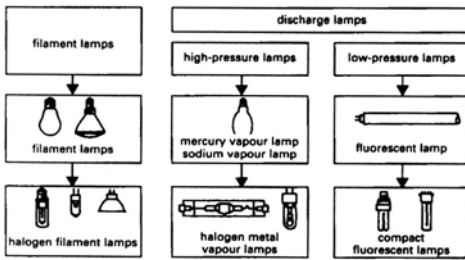
radiation physics quantity	lighting technology quantity and symbol	lighting technology unit and abbreviation
radiation flux	luminous flux Φ	lumen (lm)
radiant intensity	light intensity I	candela (cd)
irradiance	illuminance E	lux (lx)
radiance	lighting density L	(cd/m ²)
radiant energy	quantity of light Q	(lm · h)
irradiation	light exposure H	(lx · h)

(۱) کمیت‌های مرتبط با فیزیک انتشار و تکنولوژی روشنایی

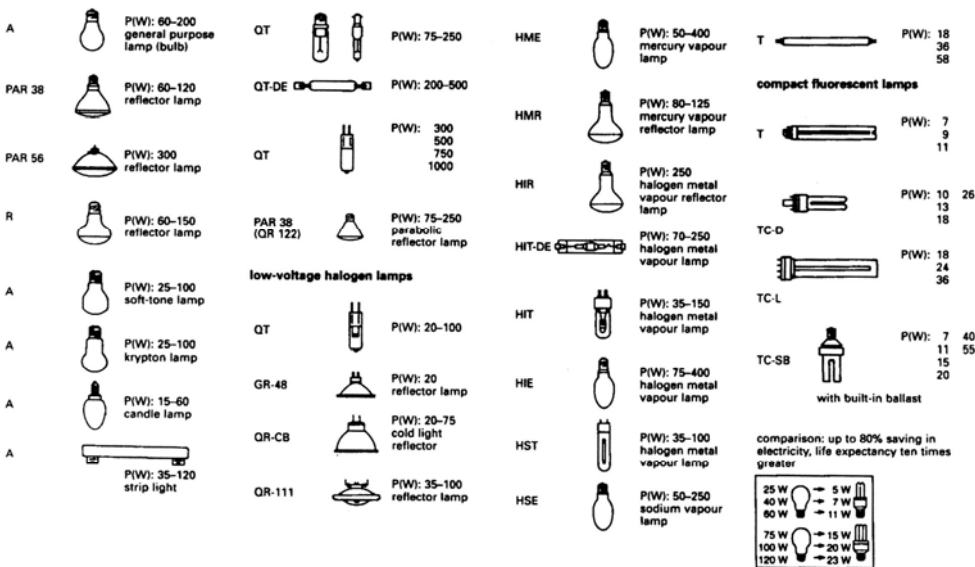


(۲) نمادهای عمومی روشنایی برای طرح‌های معماری

(۳) نمادهای استاندارد روشنایی برای طرح‌های معماری



(۴) نمودارهای انواع لامپ



(۵) جدول انواع لامپها

قدرت انتشار از نور، آنگونه که با چشم درک می‌شود، بر حسب سرعت تابش Φ اندازه‌گیری خواهد شد. سرعت تابش منتشره در یک زاویه مشخص، در یک جهت تعریف شده، به عنوان شدت نور شناخته می‌شود. توزیع شدت نور در تمام جهات انتشار، به وسیله توزیع شدت نور نشان داده می‌شود که معمولاً به عنوان منحنی توزیع شدت نور نمایش داده می‌شود (صفحه بعد را ببینید). منحنی توزیع شدت نور، انتشار منبع نور را به صورت باریک، متوسط یا پهن و به حالت متقارن یا غیر متقارن مشخص می‌کند. سرعت تابش در هر واحد سطح، شدت نور یا روشنایی E است. مقادیر نوعی عبارتند از:

- انتشار جهانی (آسمان صاف) حداکثر 1×100000
- انتشار جهانی (آسمان آبی) حداکثر 1×20000
- دید بهینه حداکثر 1×200
- حداقل در محل کار حداکثر 1×20
- جهت یابی نوری حداکثر 1×10
- نور خیابان حداکثر 1×0.7
- نور ماه

شدت نور (I)، مقدار روشنایی دریافتی است. برای چراغ‌ها، این نسبت زیاد است و درخشندگی زیاد را نتیجه می‌دهد که احتیاج به محافظ در محیط‌های بسته را ضروری می‌کند. شدت نور سطوح اتاق، با استفاده از شدت نور E و درجه بازگشت محاسبه می‌شود.

لامپها

لامپ‌ها قدرت الکتریکی W را به قدرت تابش (lumen, lm) تبدیل می‌کنند. مقدار نور (lm/w) تعیین کننده کارایی آن است.

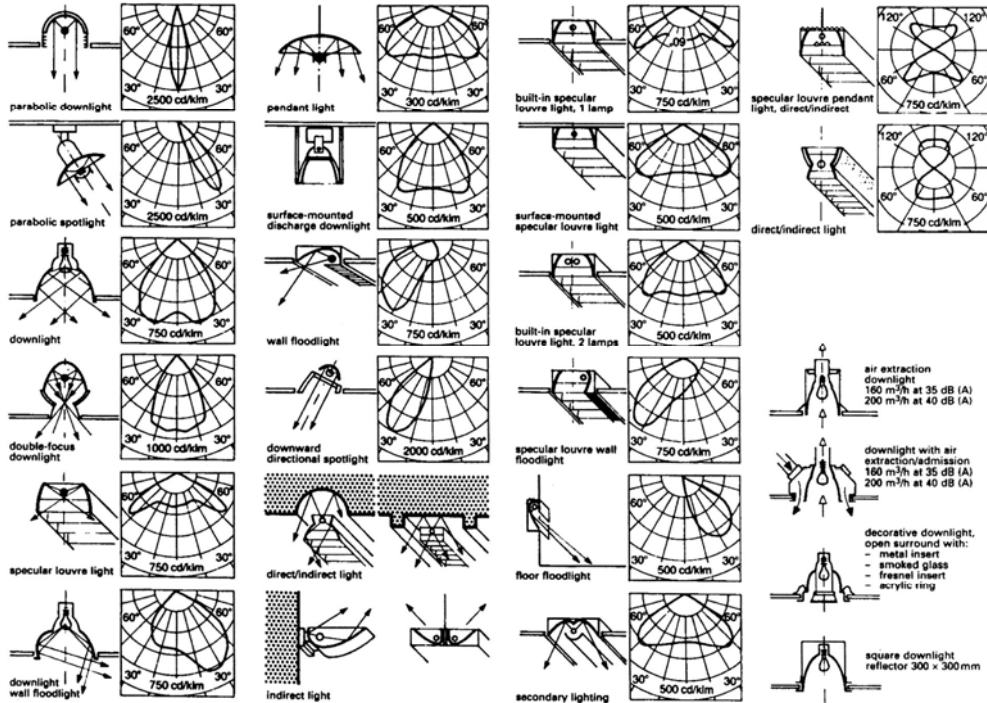
برای نور اتاق‌های داخلی، لامپ‌های رشته‌ای و تخلیه شده مناسب است (۴). لامپ‌های رشته‌ای، نور سفید گرمی را تولید می‌کنند که بدون لرزش بوده می‌توانند بدون محدودیت، کم نور شده، و رنگ خیلی خوبی را ایجاد نمایند. آن‌ها شدت نور بالایی را، به ویژه در موارد لامپ‌های هالوژن ایجاد می‌کنند و انواع فشرده آن‌ها، نور خروجی اندک و مشخصه‌های متمرکز خوبی را ارائه می‌دهند (مثل نورهای نقطه‌ای). به هر حال، لامپ‌های رشته‌ای، همچنین دارای یک کارایی نوری کم (lm/w) و عمر نسبتاً کم بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ ساعت هستند.

لامپ‌های تخلیه، معمولاً به وسیله یک متادال کننده ایجاد و بعضی مواقع با یک سیستم احتراقی کار می‌کنند و کارایی نوری بالا با عمر طولانی (بین ۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ ساعت) را فراهم می‌کنند. رنگ نور، به نوع لامپ بستگی دارد: سفید گرم، سفید خنثی یا سفید با رنگ روز. تنوع رنگ، متوسط تا خیلی خوب است، اما امکان کم کردن نور تا حدود کمی امکان پذیر است. اجرای بدون لرزش، فقط با استفاده از یک وسیله متادال کننده الکترونیکی به دست می‌آید.

روش‌نایی : لامپ‌ها و اتصالات

lighting type	flood lighting	spotlights	uplights	downlights	grid lighting	
					square grids	rectangular grids
A general purpose lamp 60-200W		○		○		
PAR, R parabolic reflector lamp reflector lamp 60-300W		○		○		
QT halogen filament lamp 75-250W	○	○	○	○		
QT-DE halogen filament lamp, sockets both sides 100-500W	○		○			
QT-LV low-voltage halogen lamp 20-100W		○		○		
QR-LV low-voltage halogen reflector lamp 20-100W		○		○		
T fluorescent lamp 18-58W	○		○		○	○
TC TC-D TC-L compact fluorescent lamp 7-55W	○	○	○	○	○	○
HME mercury vapour lamp 50-400W				○		
HSE/ HST sodium vapour lamp 50-250W				○		
HIT HIT-DE halogen metal vapour lamp 35-250W	○	○	○	○		

(۱) اختصام انواع لامپ‌ها و انواع روش‌نایی‌ها



(۲) نصب روش‌نایی و توزیع آن

روش‌نایی : تامین و تدارک

room height	nominal illuminance	area	A ≤ 100 W	A > 100 W	PAR 38	PAR 56	R	QT ≤ 250 W	QT - DE	QT > 250 W	QT - LV	QR - CB - LV	QR - LV	T	TC	TC - D	TC - L	HME ≤ 80 W	HME > 80 W	HSE	HST	HIT - DE ≤ 70 W	HIT - DE > 70 W	HIT ≤ 70 W	HIT > 70 W	HIE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			up to 3m	up to 200 Lux	garage car parks, packing rooms																										service rooms																											workshops																											restaurants																											foyers																										up to 500 Lux	standard offices, classrooms/lecture rooms, counters and cash desks																											sitting rooms																											workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																					
		service rooms																											workshops																											restaurants																											foyers																										up to 500 Lux	standard offices, classrooms/lecture rooms, counters and cash desks																											sitting rooms																											workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																		
		workshops																											restaurants																											foyers																										up to 500 Lux	standard offices, classrooms/lecture rooms, counters and cash desks																											sitting rooms																											workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																													
		restaurants																											foyers																										up to 500 Lux	standard offices, classrooms/lecture rooms, counters and cash desks																											sitting rooms																											workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																								
		foyers																										up to 500 Lux	standard offices, classrooms/lecture rooms, counters and cash desks																											sitting rooms																											workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																			
	up to 500 Lux	standard offices, classrooms/lecture rooms, counters and cash desks																											sitting rooms																											workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																														
		sitting rooms																											workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																									
		workshops																											libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																				
		libraries																											sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																															
		sale rooms																											exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																										
		exhibition rooms																											museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		museums, galleries, banqueting rooms																											entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		entrance halls																										up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	up to 750 Lux	data processing, standard offices with higher visibility requirements																											workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		workshops																											shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		shops																											supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		supermarkets																											shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		shop windows																											hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		hotel kitchens																											concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		concert stages																											drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		drawing offices, large offices																										up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	up to 200 Lux	storage rooms																											workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		workshops																											industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		industrial workshops																											foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		foyers																											restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		restaurants																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		concert halls, theatres																										up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	up to 500 Lux	workshops																											industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		industrial workshops																											lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		lecture halls, meeting rooms																											sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		sale rooms																											exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		exhibition rooms, museums, art galleries																											entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		entrance halls																											restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		restaurants																											sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		sports halls, multipurpose halls and gymnasiums																										up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	up to 750 Lux	workshops																											art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		art rooms																											laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		laboratories																											libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		libraries, reading rooms																											exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		exhibition rooms																											exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		exhibition halls																											shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		shops																											supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		supermarkets																											large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		large kitchens																											concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		concert stages																										up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	up to 200 Lux	industrial workshops, machine rooms, switchgear installations																											rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		rooms for racked storage systems																											churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		churches																											concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		concert halls, theatres																										up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	up to 500 Lux	industrial workshops																											museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		museums, art galleries																											airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		airports, railway stations, circulation zones																											banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		banqueting halls																											sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		sports and multipurpose halls																										up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	up to 750 Lux	industrial workshops																											auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		auditoriums, lecture halls																											exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		exhibition rooms																											exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		exhibition halls																											supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		supermarkets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

- A = general purpose lamps
- PAR = parabolic reflector lamps
- R = reflector lamps
- QT = halogen filament lamps
- QT - DE = halogen filament lamps, 2 sockets
- QT - LV = low-voltage halogen lamps
- QR - LV = low-voltage reflector lamps
- QR - CB - LV = low-voltage reflector lamps, cold light
- T = fluorescent lamps
- TC = compact fluorescent lamps
- TC - D = compact fluorescent lamps, 4 tubes
- TC - L = compact fluorescent lamps, long
- HME = mercury vapour lamps
- HSE = sodium vapour lamps
- HST = sodium vapour lamps, tubular
- HIT = halogen metal vapour lamps
- HIE = halogen metal vapour lamps, elliptical

(1) مقررات روشنایی برای محیط‌های داخلی

روشنایی: چگونگی استقرار

شکل‌های نورپردازی برای فضاهای داخلی

نور مستقیم متقارن ← (۱) برای کل تابش‌های عمومی در اتاق‌های کار، اتاق‌های ملاقات، اتاق‌های عمومی و ناحیه‌های رفت و آمد عمومی مردم استفاده می‌شود. سطح لازم تابش، با قدرت نسبتاً کم الکتریکی به دست می‌آید. مقادیر استاندارد برای بارگذاری ویژه ← ص ۱۴۷ داده شده است. در هنگام طراحی یک سیستم نوری، باید در ابتدا یک زاویه تابش بین 70° و 90° آزمایش شود.

نورهای رو به پایین (نورافکن دیواری، نور حایل) ← (۲) می‌توانند تابش دیواری منظم را، هنگامی که اثر آن بر کل اتاق، همان تابش مستقیم است، فراهم کنند. همچنین نورافکن‌های دیواری روی ریل‌ها با تامین نیرو ← (۳) می‌توانند یک تابش منظم روی سطح لازم دیوار را، بسته به سطح جدایی بین لامپ و دیوار، تا حدود $500lx$ فراهم کنند. لامپ‌های فلورسنت و لامپ‌های رشته‌ای هالوژن نیز می‌توانند استفاده شوند.

نور افکن‌های دیواری در نصب سقفی، بگونه‌ای می‌توانند قرار بگیرد که نور اندک اتاق و یا تابش بر یک دیوار را فراهم نماید. این امر، با استفاده از لامپ‌های رشته‌ای هالوژن و لامپ‌های فلورسنت نیز ممکن است.

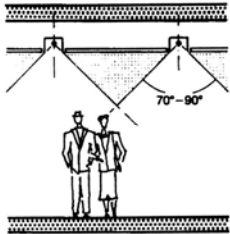
نورهای رو به پایین با نورهای نقطه‌ای مستقیم ← (۵) با استفاده از ترتیب قانونمند لامپ‌ها بر سقف و منعکس کننده‌های گردان، می‌توانند سطوح مختلف نور در اتاق را ایجاد کنند. لامپ‌های رشته‌ای هالوژن، به ویژه لامپ‌های با ولتاژ پایین، بسیار مناسبند.

نور غیر مستقیم ← (۶) می‌تواند تاثیر یک اتاق روشن (بدون روشنایی خیره کننده) را، در سطوح روشنایی پایین ایجاد کند، اگر چه اتاق باید به اندازه کافی بلند بوده، و برای به دست آوردن تابش لازم، محتاج دقت در طراحی باشد. مصرف انرژی در این حالت نور، سه برابر نور مستقیم است بنابراین، به طور معمول ترکیبات آن‌ها به کار برده می‌شود (برای مثال 70% مستقیم، 30% غیر مستقیم) که در این صورت ارتفاع اتاق نیز باید کافی باشد ($h \geq 2m$). لامپ‌های فلورسنت، معمولاً در نور مستقیم / غیر مستقیم استفاده می‌شوند اما در ترکیب با لامپ‌های رشته‌ای نیز به کار می‌روند.

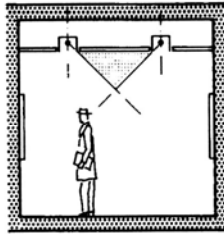
نور افکن‌های کف و سقف ← (۸)+(۹)، برای تابش روی سطوح کف و سقف به کار گرفته شده و معمولاً در آن‌ها، از لامپ‌های رشته‌ای هالوژن یا فلورسنت استفاده می‌کنند، اگر چه می‌توان از لامپ‌های با فشار بالا تخلیه شده نیز استفاده کرد.

نور دیواری ← (۱۰) اصولاً برای نورهای تزیینی، و به همراه وسایل جلوه‌های ویژه (مثل استفاده از فیلترهای رنگی یا منشورها) نیز به کار رفته و در گستره‌ای محدود برای روشنایی سقف و کف نیز مورد استفاده قرار گیرند.

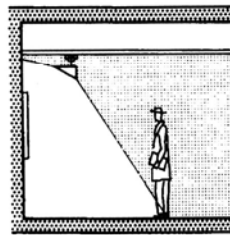
نورافکن‌های دیواری و نقطه‌ای، روی ریل‌های تغذیه قدرت ← (۱۱)+(۱۲) به خصوص در جراحی‌ها، نمایشگاه‌ها، موزه‌ها و گالری‌ها به کار می‌روند. با نور افکن‌های دیواری، احتیاجات واقعی برای سطوح روشنایی عمودی $50lx$ ، $150lx$ یا $300lx$ هستند؛ البته لامپ‌های رشته‌ای و فلورسنت معمولاً ترجیح داده می‌شوند. برای نورهای نقطه‌ای، زاویه انتشار اولیه نور 10° (نقطه‌ای)، 30° (نقاط روشن روی یک جسم) و 90° (نور افکنی) هستند. زاویه هسته نور می‌تواند با عبور یا انتشار درون لنزها (لنزهای sculptured و لنزهای Fresnel) و طیف نور با استفاده از فیلترهای IR، UV و فیلترهای رنگی تغییر کند. ایجاد سایه می‌تواند به وسیله حایل‌ها یا بال‌های ضد نور ترتیب یابد.



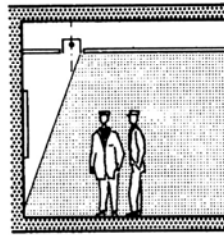
(۱) روشنایی مستقیم متقارن



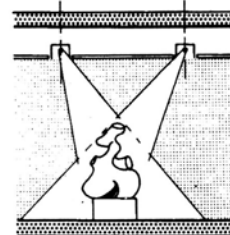
(۲) نور افکن دیواری: روشنایی مستقیم



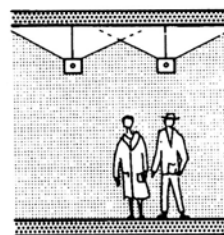
(۳) نور افکن دیواری روی ریل تغذیه: روشنایی بخشی از اتاق



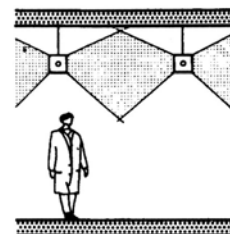
(۴) نور افکن دیواری



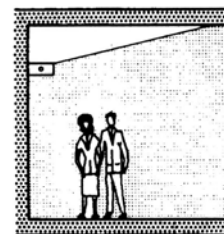
(۵) نور نقطه‌ای مستقیم



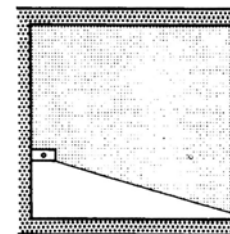
(۶) روشنایی غیر مستقیم



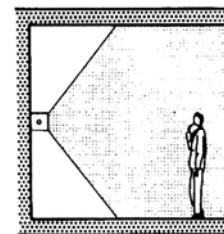
(۷) روشنایی مستقیم / غیر مستقیم



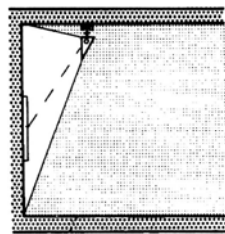
(۸) نور افکن سقفی



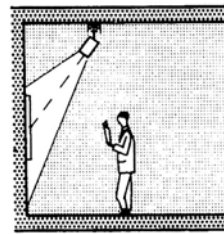
(۹) نور افکن کف



(۱۰) نور دیواری: روشنایی مستقیم و غیر مستقیم



(۱۱) نور افکن دیواری روی ریل تغذیه

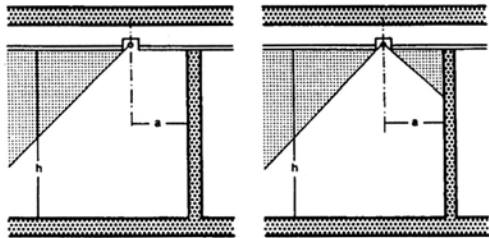


(۱۲) نور نقطه‌ای روی ریل تغذیه

روشنایی: چگونگی استقرار

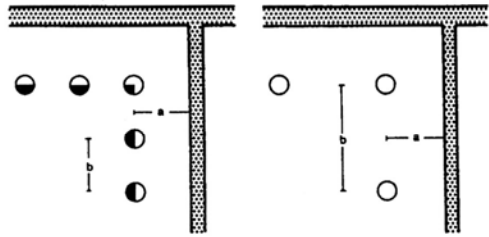
هندسه چگونگی استقرار روشنایی

فضای بین چراغ‌های نصب شده، و بین چراغ‌های نصب شده تا دیوار، به ارتفاع اتاق بستگی دارد ← (۱)+(۴). زاویه ترجیحی که در آن، نور به اشیا و سطوح دیوار می‌رسد بین ۳۰° (بهینه) و ۴۰° است ← (۵)-(۹). زاویه سایه نورهای رو به پایین، بین ۳۰° (نور با زاویه باز، کنترل کافی روشنایی خیره کننده) و ۵۰° (نور با زاویه باریک، کنترل بالای روشنایی خیره کننده) بوده ← (۱۰)، و بین ۳۰° تا ۴۰° در مورد نور با حایل است.



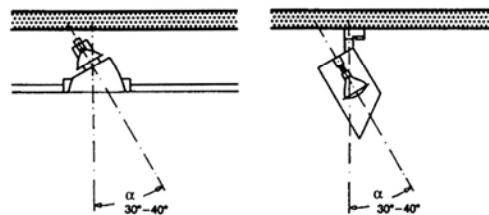
(۱) نور رو به پایین / نور افکن دیواری فاصله از دیوار
 $a = \frac{1}{3}h$

(۲) نور رو به پایین فاصله از دیوار
 $a = \frac{1}{3}h$



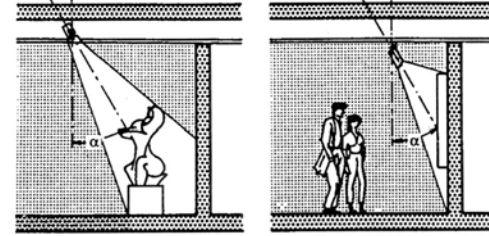
(۳) نور رو به پایین / نور افکن دیواری، جدایی بین نورها
 $b = 1 - 1/5a$

(۴) نور رو به پایین: جدایی بین نورها
 $b = 2a$



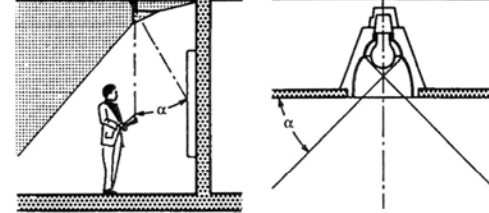
(۵) زاویه تمایل نور نقطه‌ای مستقیم و نور افکن‌ها
 $\alpha = 30^\circ - 40^\circ$ (بهینه)

(۶) زاویه تمایل نور نقطه‌ای روشن کننده اشیا و دیوارها
 $\alpha = 30^\circ - 40^\circ$ (بهینه)



(۷) روشنایی اشیا

(۸) روشنایی دیوار: نور نقطه‌ای



(۹) روشنایی دیوار، نور افکن

(۱۰) زاویه سایه = ۳۰°/۴۰°/۵۰°

20 lx	necessary for the recognition of critical features. 20 lx is the minimum value of horizontal illuminance for internal areas, except work areas
200 lx	work areas appear dull with illuminance $E < 200$ lx, therefore 200 lx is the minimum value of illuminance for continually occupied work areas
2000 lx	2000 lx is recommended as the optimum illuminance for work areas
	the lowest perceptible change in illuminance is by factor of 1.5; therefore, the gradation of nominal illuminance levels for internal areas is: 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000 etc.

(۱۱) محدوده مقادیر تابش برای محیط‌های داخلی

recommended illuminance	area/activity
20	paths and work areas in the open air
30	for orientation in rooms for short-stay periods
50	for work areas not in constant use
100	for visual tasks of little difficulty
150	for visual tasks of moderate difficulty
200	for visual tasks with higher demands, e.g. office work
300	for visual tasks of great difficulty, e.g. fine assembly work
500	for visual tasks of considerable difficulty, e.g. inspection
750	additional lighting for difficult and special visual tasks
1000	
1500	
2000	
over 2000	

(۱۲) مقادیر روشنایی توصیه شده هماهنگ با CIE (کمیته بین‌المللی Eclairage) (del)

identifying letters: IP	example IP 44
first identifying digit 0 - 6	degree of protection against contact and foreign bodies
second identifying digit 0 - 8	degree of protection against ingress of water

first digit	area of protection	first digit	area of protection
0	no protection	0	no protection
1	protection against large foreign bodies (>50 mm)	1	protection against vertical drops of water
2	against medium-sized foreign bodies (>12 mm)	2	against drops of water at an incidence of up to 15°
3	against small foreign bodies (<2.5 mm)	3	against water splashing
4	against granular foreign bodies (<1 mm)	4	against water spraying
5	against dust deposits	5	against water jets
6	against entry of dust	6	against ingress of water due to flooding
		7	against dipping in water
		8	against immersion in water

(۱۳) انواع محافظ لازم برای روشنایی

stage	index Ra	typical areas of application
1A	> 90	paint sampling, art galleries
1B	90 > RA > 80	living accommodation, hotels, restaurants, offices, schools, hospitals, printing and textile industry
2A	80 > RA > 70	industry
2B	70 > RA > 60	
3	60 > RA > 40	industrial and other areas with low demands for colour rendering
4	40 > RA > 20	ditto

(۱۴) رنگ ایجاد شده توسط تابش لامپها

روشنایی: چگونگی استقرار

ویژگی‌های کیفیت نور

طراحی خوب نور، باید ضروریات عملکردی و ارگونومیک را، در حالی که از نظر قیمت نیز مناسب است برآورده سازد. علاوه بر معیارهای کیفیت مقداری در زیر، معیارهای کیفی دیگری به‌خصوص از نظر معماری نیز وجود دارند که باید در نظر گرفته شوند.

سطح روشنایی

به سطح میانگین بین ۳۰۰lx (دفاتر خصوصی با روشنایی روز) و ۷۵۰lx (اتاق‌های بزرگ) در محیط‌های کار احتیاج است. سطوح بالاتر روشنایی می‌توانند از طریق روشنایی کلی منظم با اضافه کردن نور در موقیعت‌های کار به دست بیایند.

جهت روشنایی

نور به صورت ایده آل، باید از پهلو بر محل کار بتابد؛ پیش شرط لازم آن، منحنی توزیع نور به شکل بال است ← ص ۱۴۲.

حدود درخشش نور

درخشش نور مستقیم، درخشش بازتاب یافته و بازتاب‌ها از صفحات مونیتور باید محدود شوند. محدود کردن درخشش مستقیم به وسیله استفاده از نورهای با زاویه سایه $\leq 30^\circ$ به دست می‌آید.

محدود کردن درخشش بازتاب یافته به وسیله هدایت نور از کنار به محل کار، همراه با استفاده از سطوح مات روی سطوح اطراف به دست می‌آید ← (۲).

محدود کردن بازتاب‌ها از سطوح ماتتور، به قرارگیری صحیح این سطوح احتیاج دارند. نوری که به هر جهت از این سطوح بازتاب می‌کند، باید دارای روشنایی $\geq 300 \text{ cd/m}^2$ در این محیط‌ها باشند.

توزیع روشنایی

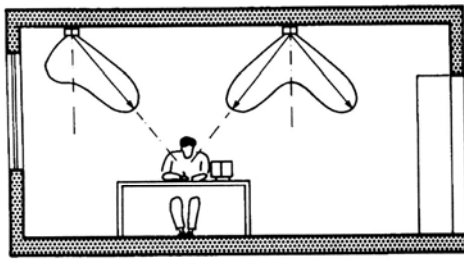
توزیع هماهنگ روشنایی، نتیجه یک تعادل دقیق از حالت بازتاب در اتاق است ← (۷). روشنایی به علت نور غیر مستقیم، نباید از 400 cd/m^2 تجاوز کند.

رنگ نور و رنگ آمیزی

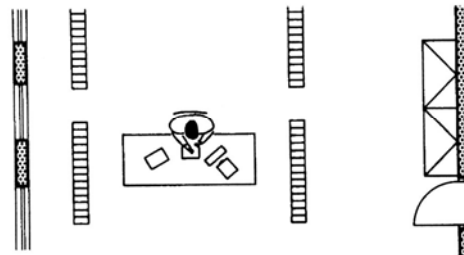
رنگ نور با انتخاب لامپ مشخص می‌شود؛ تفاوت، بین این سه نوع است: نور سفید گرم (دمای رنگ کمتر از ۳۳۰۰k)، نور سفید خنثی (۳۳۰۰-۵۰۰۰k) و نور روشنایی روز (بالاتر از ۵۰۰۰k). در دفاتر، بیشتر منابع نوری در محدوده سفید گرم و سفید خنثی انتخاب می‌شوند. برای اجرای رنگ که به ترکیب طبیعی نور بستگی دارد، باید در مرحله اول، اجرای خیلی خوب رنگ‌آمیزی جستجو شود.

محاسبه سطوح نقطه روشنایی

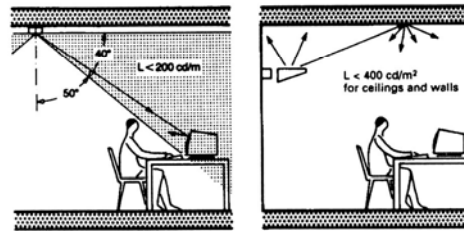
سطوح روشنایی (افقی) E_h و عمودی (Ev) که به وسیله منابع نوری منفرد تولید می‌شود، می‌تواند از شدت روشنایی و هندسه فضایی (ارتفاع h، فاصله d و زاویه تمایل نور α) با استفاده از اصل فاصله فتومتریک به دست بیاید.



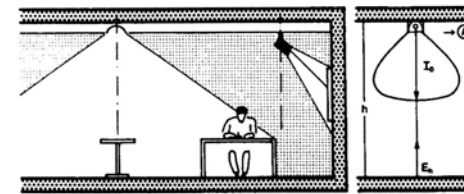
(۱) ترتیب درست نورها در ارتباط با محل کار: نور از کنار



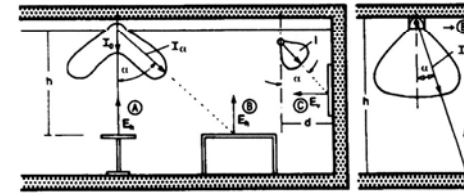
(۲) سطوح کار، صفحات ماتتور، صفحه کتیبه‌ها و کاغذها باید دارای سطح مات باشند



(۳) نورهایی که تولید بازتاب می‌کنند باید دارای سطح روشنایی اندک در محدوده‌های تمایل بحرانی باشند



(۴) روشنایی از نور غیر مستقیم



(۵) روشنایی در یک نقطه

$$\begin{aligned} \text{A} \quad E_h &= \frac{I_{\alpha}}{d^2} \\ \text{B} \quad E_h &= \frac{I_{\alpha}}{d^2} \cdot \cos^2 \alpha \\ \text{C} \quad E_v &= \frac{I_{\alpha}}{d^2} \cdot \cos^2 (90 - \alpha) \end{aligned}$$

(۶) قواعد فاصله فتومتریک

reflection factor (%)	reflection factor (%)
lighting materials	
aluminium, pure, highly polished	80 to 87
aluminium, anodised, matt	80 to 85
aluminium, polished	65 to 75
aluminium, matt	55 to 76
aluminium coatings, matt	55 to 56
chrome, polished	60 to 70
vitreous enamel, white	65 to 75
lacquer, pure white	80 to 85
copper, highly polished	60 to 70
brass, highly polished	70 to 75
nickel, highly polished	50 to 60
paper, white	70 to 80
silvered mirror, behind glass	80 to 88
silver, highly polished	90 to 92
other materials	
oak, light, polished	25 to 35
oak, dark, polished	10 to 15
granite	20 to 25
limestone	35 to 55
marble, polished	30 to 70
plaster, light	40 to 45
plaster, dark	15 to 25
sandstone	20 to 40
plywood, rough	25 to 40
cement, concrete, rough	20 to 30
brick, red, new	10 to 15
paints	
white	75 to 85
light grey	40 to 60
medium grey	25 to 35
dark grey	10 to 15
light blue	40 to 50
dark blue	15 to 20
light green	45 to 55
dark green	15 to 20
light yellow	60 to 70
brown	20 to 30
light red	45 to 55
dark red	15 to 20

(۷) ضرایب بازتاب برای مواد مختلف

روشنایی : ضروریات

محاسبه روشنایی میانگین

در عمل، به دست آوردن تخمین از شدت متوسط روشنایی (En) برای سطوح، از قدرت الکتریکی ایجاد شده یا قدرت لازم الکتریکی خواسته شده برای سطح روشنایی ضروری است. En و P از فرمول (۸) به دست می‌آیند. قدرت ویژه P* برای این محاسبه به نوع لامپ‌های استفاده شده بستگی داشته ← (۱)، به روشنایی مستقیم مربوط است. به ضریب اصلاح، به ابعاد اتاق و سطوح بازتاب روی دیوارها، سقف و کف بستگی دارد ← (۲).

اگر محاسبات برای اتاق‌های با انواع نور مختلف انجام شود، ترکیبات به صورت جداگانه محاسبه شده و بعداً به یکدیگر اضافه خواهند شد ← (۳).

محاسبه روشنایی با استفاده از سیم‌کشی خاص نیز برای دفاتر کار مورد قبول است. به عنوان مثال، یک اتاق مستطیل با مساحت ۲۴ متر مربع نیاز به ۴ عدد چراغ دارد. با توجه به ← (۸)، با دو عدد لامپ ۲۶ وات (مقدار اتصال، به اضافه ۹۰ وات ذخیره)، روشنایی ۳۷۵ لوکس به وجود می‌آورد.

در دفاتر کار، علاوه بر روشنایی عادی با پرده‌های منعکس کننده، چراغ مربع شکل با لامپ‌های فلورسنت فشرده ← (۷)، یا روشنایی سازهای ← (۶)، نیز گاه‌به‌گاه نصب می‌شوند. روشنایی سازهای شامل تعدادی ریل‌های سیم‌کشی برق و نصب چراغ برای نورپردازی‌های متمرکز است.

نورپردازی ساختمان‌ها با نورافکن

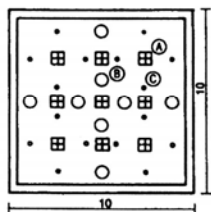
جریان برق موردنیاز برای لامپ‌هایی که در نورپردازی ساختمان‌ها استفاده می‌شود می‌توانند با توجه به جدول ← (۹) محاسبه شود. روشنایی باید 3cd/m^2 (برای ساختمان‌هایی که به طور مستقل قرار گرفته‌اند) و 16cd/m^2 (برای ساختمان‌هایی که در محیط بسیار روشن قرار گرفته‌اند) باشد.

specific connected load P* W/m ² for 100lx for height 3 m, area ≥ 100m ² and reflection 0.7/0.5/0.2		
	A	12 W/m ²
	OT	10 W/m ²
	HME	5 W/m ²
	TC	5 W/m ²
	TC-L	4 W/m ²
	T26	3 W/m ²

correction factor k				
height H	area A(m ²)	reflection factor		
		bright	medium	dark
up to 3m	20	0.75	0.65	0.60
	50	0.90	0.80	0.75
	≥ 100	1.00	0.90	0.85
3-5m	20	0.55	0.45	0.40
	50	0.75	0.65	0.60
	≥ 100	0.90	0.80	0.75
5-7m	50	0.55	0.45	0.40
	≥ 100	0.75	0.65	0.60

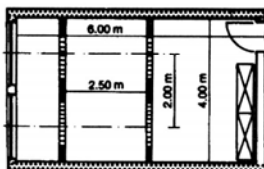
(۱) اتصال ویژه برای انواع مختلف P*

(۲) جدول ضرایب اصلاح



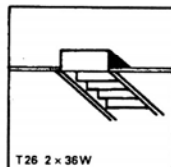
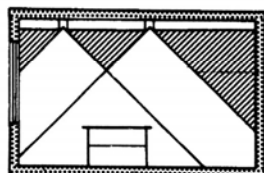
example
room area A = 100m²
room height H = 3m
reflection factor 0.5/0.2/0.1 (medium reflection)
type of light
P* = 4 W/m² (compact fluorescent lamp)
P* = 9 · 45 W = 405 W
type of light
P* = 12 W/m² (general purpose lamp)
P* = 8 · 100 W = 800 W
type of light
P* = 10 W/m² (halogen filament lamp)
P* = 16 · 20 W = 320 W
formula
E_n = $\frac{100 \cdot 405}{100 \cdot 4} + \frac{100 \cdot 800}{100 \cdot 12} + \frac{100 \cdot 320}{100 \cdot 10} = 10.9$
E_n = 180 lx

(۳) محاسبه روشنایی محیط‌های داخلی

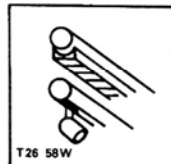
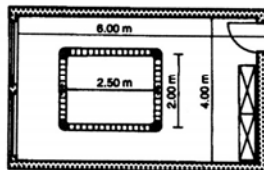


A = 24m²
K = 0.75 (bright reflection)
P = 4 · 90 W = 360 W
E_n = $\frac{100 \cdot 4 \cdot 90}{24 \cdot 3} = 0.75$
E_n = 375 lx

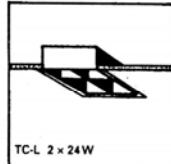
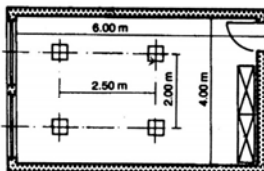
(۴) محاسبه برای دفاتر



(۵) نورهای حایل غیر قابل انتقال



(۶) نورهای سازهای



(۷) نورهای حایل غیر قابل انتقال

$$E_n = \frac{100 \cdot P}{A \cdot P^*} \cdot k$$

$$P = \frac{E_n \cdot A \cdot P^*}{100} \cdot \frac{1}{k}$$

E_n nominal illuminance (lx)
P connected load (W)
P* specific connected load (W/m²) → ①
A room floor area
k correction factor → ②

(۸) فرمول برای روشنایی میانگین En و بار اتصال P

calculation formula for luminous flux	
$\Phi = \frac{E \cdot L \cdot A}{\eta_B \cdot \rho}$	
luminance for a floodlit	
object	(cdm ²) L
free standing	3 - 6.5
dark surroundings	8.5 - 10
moderately bright surroundings	10 - 13
very bright surroundings	13 - 16
lighting efficiency factor	
object	η_B
large area	0.4
small area	0.3
large distance	0.3
towers	0.2

level of reflection from illuminated materials	
material	ρ
brick, white vitrified	0.85
white marble	0.6
plaster, light	0.3-0.5
plaster, dark	0.2-0.3
light sandstone	0.3-0.4
dark sandstone	0.1-0.2
light brick	0.3-0.4
dark brick	0.1-0.2
light wood	0.3-0.5
granite	0.1-0.2

(۹) استفاده صحیح از لامپ‌های فلورسنت

روشنایی: ضروریات

رنگ‌های روشن	warm white						neutral white				daylight white			
	76	29	827	927	830	930	25	33	840	940	950	865	965	54
سطح تکمیل رنگ		3	1B	1A	1B	1A	2A	2B	1B	1A	1A	1B	1A	2A
فضاهای خراج														
خوروبار / فروشی			●		⊗				⊗					
گوشت	⊗								⊗					
پارچه، اشیای چرمی					●	⊗			●	⊗				
فرش‌ها، اسباب‌خانه			⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗				
لبیای کاغذی، بازی، ورزشی					⊗	⊗			⊗	⊗				
عکاسی، ساعت‌ها، جواهرات						●				●				
آرایش، آرایشگاه‌ها			●	⊗	●	⊗			●	⊗				
گل‌ها	●					⊗				⊗				⊗
لوژم ناوایی			⊗	⊗										
پیشخوان یخچال‌دار، قفسه‌ها			⊗	⊗										
پنبه، سیوه، سبزیجات			⊗	⊗										
ماهی			⊗	⊗										
فروشگاه‌های بزرگ، سوپر مارکت‌ها			⊗	⊗					⊗	⊗				
تجارت و صنعت														
کارگاه‌ها							●		⊗					
ماشین آلات، کارخانه‌های الکترونیکی							●		⊗					
کارخانه پارچه									⊗					
تجارت چاپ و گرافیک									●	⊗		●	⊗	
فروشگاه‌های رنگ										⊗		⊗	⊗	
فروشگاه‌های لاک الکل										⊗		⊗	⊗	
اتبارها، بارگیری								●	⊗					⊗
گلخانه‌ها														
کارخانه چوب									⊗			⊗	⊗	
کوره آهن‌گری		●						●						
آزمایشگاه‌ها					⊗									
آزمایشگاه رنگ														
دفاتر و وزارتخانه‌ها														
دفاتر، رواهرها									⊗					
اتاق‌های ملاقات			⊗	⊗										
مدرسه‌ها، مکان‌های آموزشی														
تئاترها، اتاق‌های درس، مدارس بازی									⊗					
کتابخانه‌ها، اتاق‌های مطالعه														
فضاهای اجتماعی (دسته جمعی)														
رستوران‌ها، بارها، هتل‌ها			⊗	⊗										
تئاترها، سالن‌های کنسرت، راهروهای بزرگ			⊗	⊗										
فضاهای رویه‌ها														
سالن‌های نمایشگاه‌ها			⊗	⊗					⊗					
سالن‌های ورزشی و چند منظوره									⊗					
کتابخانه‌ها و موزه‌ها			⊗	⊗										
کلینیک‌ها، مکان‌های تجزیه پزشکی														
مکان تشخیص و بهبود						●				●				
اطاق عمومی بیمار، اتاق‌های انتظار			●	⊗	●	⊗								
خانگی														
اتاق‌های نشیمن		●	⊗	⊗		⊗								
آشپزخانه، حمام، اتاق‌کار، زیر زمین			⊗	⊗		⊗								
روشنایی خارجی														
راه‌ها، مسیرهای پیاده		⊗							⊗					
روشنایی ملاقات														⊗

⊗ = recommended ● = possible

(۱) استفاده صحیح از لامپ‌های فلورسنت

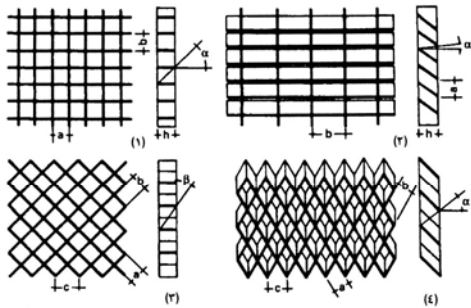
روشنایی : ضروریات

مقدار روشنایی توصیه شده برای محل‌های کار، جدول مقدار اسمی روشنایی: مقدار استاندارد برای محل‌های کار

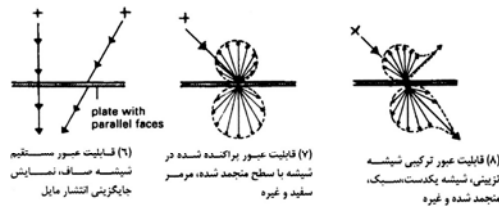
recommended lighting levels for working areas			
table of nominal levels of illuminance: standard values for working areas			
type of area type of activity	(lx)	type of area type of activity	
general rooms:		metal processing/working:	
circulation zones in storage buildings	50	forging of small components	200
storerooms	50	welding	300
storerooms with access requirements	100	large/medium machining operations	300
storerooms with reading requirements	200	fine machining work	500
gangways in storage racking systems	20	control stations	750
operating platforms	200	cold rolling mills	200
dispatch areas	200	wire drawing	300
canteens	200	heavy sheet working	200
break rooms	100	light sheet working	300
gymnasiums	300	tool manufacture	500
changing rooms	100	large assembly work	200
washrooms	100	medium assembly work	300
toilet areas	100	fine assembly work	500
first-aid areas	500	drop forging	200
machinery rooms	100	foundries, cellars, etc.	50
power supply installations	100	scaffolding, trestling	100
postrooms	500	sanding	200
telephone exchanges	300	cleaning castings	200
		work positions at mixers	200
circulation zones in buildings:		casting houses	200
for persons	50	empty positions	200
for vehicles	100	machine forming operations	200
stairs	100	manual forming operations	300
loading ramps	100	core making	300
		model construction	500
offices, administration rooms:		galvanising	300
offices with workstations near windows	300	painting	300
offices	500	control stations	750
open-plan offices		tool assembly, fine mechanics	1000
- high reflection	750	motor body operations	500
- moderate reflection	1000	lacquering	750
technical drawing	750	night-shift lacquering	1000
conference rooms	300	upholstery	500
reception rooms	100	inspection	750
rooms for public use	200		
data processing	500	power stations:	
chemical industry:		charging equipment	50
facilities with remote controls	50	boiler house	100
facilities with manual operations	100	pressure equalising chambers	200
continuously occupied technical processing		machine rooms	100
facilities	200	adjoining rooms	50
maintenance facilities	300	switchgear in buildings	100
laboratories	300	external switchgear	20
work requiring a high degree of visual acuity	500	control rooms	300
colour testing	1000	inspection work	500
cement industry, ceramics, glass works:		electrical industry:	
working positions or areas at furnaces, mixers, pulverising plant	200	manufacture of wire and cable, assembly work, winding thick wire	300
rollers, presses, forming operations	300	assembly of telephone equipment, winding medium-thick wire	500
glass blowing, grinding, etching, glass polishing, glass instrumentation		assembly of fine components, adjustment and testing	1000
manufacture	500	assembly of fine electronic components	1500
decorative work	500	repair work	1500
hand grinding and engraving	750		
fine work	1000	jewellery and watchmaking:	
iron and steel works, rolling mills, large foundries:		manufacture of jewellery	1000
automated production facilities	50	preparation of precious stones	1500
production facilities, manual work	100	optical and watchmaking workshops	1500
continuously occupied work positions in production facilities	200	wood preparation and woodworking:	
maintenance	300	steam treatment	100
control stations	500	saw mills	200
		assembly	200
		selection of veneers, lacquers, model	
		woodworking	500
		woodworking machinery	500
		wood finishing	500
		defect control	750
		paper manufacture and processing, printing:	
		pulp factory	200
		paper- and boardmaking machinery	300
		book-binding, wallpaper printing	300
		cutting, gilding, embossing, plate etching, work on blocks and plates, printing machines, stencil manufacture	500
		hand printing, paper sorting	750
		retouching, lithographics, hand and machine composition, finishing	1000
		colour proofing in multicolour printing	1500
		steel- and copper-plate engraving	2000
		leather industry:	
		vat operations	200
		skin preparation	300
		saddle making	500
		leather dyeing	750
		quality control, moderate demands	750
		quality control, high demands	1000
		quality control, extreme demands	1500
		colour inspection	1000
		textile manufacture and processing:	
		work in dyeing vats	200
		spinning	300
		dyeing	300
		spinning, knitting, weaving	500
		sewing, material printing	750
		millinery	750
		trimming	1000
		quality control, colour check	1000
		foodstuffs industry:	
		general work positions	200
		mixing, unpacking	300
		butchery, dairy work, milling	300
		cutting and sorting	300
		delicatessen, cigarette manufacture	500
		quality control, decoration, sorting	500
		laboratories	1000
		wholesale and retail trades:	
		salerooms, continuously occupied work positions	300
		cashier's positions	500
		trades (general examples):	
		paint shops	200
		pre-assembly of heating and ventilation equipment	200
		locksmiths	300
		garages	300
		joinery	300
		repair workshops	500
		radio and television workshops	500
		service operations:	
		hotel and restaurant receptions	200
		kitchens	500
		dining rooms	200
		buffet	300
		lounges	300
		self-service restaurants	300
		laundries, washrooms	300
		ironing machines	300
		hand ironing	300
		sorting	300
		inspection	1000
		hairdressers	500
		beauty salons	750

روشنایی: ضروریات

لوله‌های فلورسنت برای تابلوهای تبلیغاتی



طراحی‌های شبکه پراکنده کننده:
 ۱- شبکه موازی
 ۲- شبکه موازی مایل
 ۳- شبکه مورب
 ۴- شبکه مایل مورب
 ۵- ترتیب لامپها $a \geq \frac{2}{3}d$



(۱) قابلیت عبور مستقیم
 شیشه صاف، نمایش
 جایگزینی انتشار مایل
 (۲) قابلیت عبور پراکنده شده در
 شیشه یا سطح منجمد شده، مرمر
 سفید و غیره
 (۳) قابلیت عبور ترکیبی شیشه
 تزیینی، شیشه یکدست-سک،
 منجمد شده و غیره

هر نوع خط یا سبک خطی مورد نظر، می‌تواند برای نمایش‌های تزیینی و شکل‌های مختلف با لوله‌های فلورسنت ایجاد شود. کنترل، با وسیله تنظیم جریان برق یا میدل‌های تنظیم کننده ایجاد می‌شود. لوله‌های فلورسنت، عموماً برای سینماها، تئاترها، و کلیه تبلیغات استفاده می‌شوند. در دفاتر و تجارخانه‌ها، سقف‌های شبکه‌ای یا حایل، می‌توانند زیر لوله‌های فلورسنت نصب شوند تا نور رو به پایین مسطلی فراهم نمایند ← (۱) - (۵).

نورهای نواری و صفحات نوری دراز، یک نور نرم منظم را ایجاد می‌کنند که به نور روز نزدیک است و اثرات سایه‌های دارد.

لامپ‌های بخار جیوه فشار بالا یا گاز فلورسنت، برای روشنایی کارخانه‌ها و کارگاه‌ها و نورهای خارجی به کار می‌رود. لامپ‌هایی با نور مخلوط با گاز فلورسنت، نوری شبیه نور روز با ایجاد رنگ خوب تولید می‌کنند. این لامپها، اتصالات استاندارد بدون وسایل متداول کننده (مثل لامپ‌های با استفاده عمومی) دارند.

مواد شفاف و نیمه‌شفاف

در مشخص کردن اندازه‌ها، رنگ و مقیاس پنجره‌ها و نور یک اتاق، اطلاعات درباره نیمه شفافیت، پراکندگی و انتشار بازتابی مصالح مورد استفاده در اتاق، لازم است. این، به ویژه در طراحی هنری و اقتصادی بسیار موثر است.

بین مصالحی که نور را باز می‌گردانند ← (۹)، (با پراکندگی کلی مستقیم یا بخش کمی از انتشار بازتاب)، مصالح نیمه شفاف با خطوط مستقیم ← (۱) - (۶)، پخش شده ← (۷) و یا نیمه شفاف‌های ترکیبی ← (۸) تفاوت‌هایی وجود دارد.

تذکر: شیشه یخ‌زده با سطح داخلی یخ‌زدگی (مطلوب شده به علت مشکلات خاکی شدن کمتر) نور کمتری را نسبت به شیشه یا یخ‌زدگی از خارج ← (۹) جذب می‌کنند.

پوشش‌های رنگی یکدست با نوارهای سفید، حداقل جذب را حدود ۲۰٪ کمتر از پوشش بدون نوارها و نیمه شفاف تولید می‌کنند.

شیشه‌های با نور روز (که نور الکتریکی را فیلتر می‌کنند تا شبیه نور خورشید بشوند)، در حدود ۳۵٪ از نور کلی را، و شیشه‌هایی که نزدیک به هم قرار می‌گیرند تا نور پراکنده شده در ابرها را کمی کنند، باید حدود ۶۰٪ تا ۸۰٪ را جذب کنند.

شیشه پنجره صاف یا نیمه شفاف، بین ۶۵ تا ۹۵٪ نور دارد. اگر شیشه صاف با کیفیت پایین استفاده شود، به ویژه در مورد شیشه‌های دوتایی و سه تایی، مقدار خیلی زیادی از نور جذب می‌شود و ضروری است که سطح پنجره افزایش یابد. این افزایش، با عایق‌بندی حرارتی در پنجره‌های با صفحات چندگانه جبران نمی‌شود.

صفحات شیشه که به صورت مکانیکی ساخته شده و برای کاربرد، بدون احتیاج به انجام کار دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرند، شیشه‌های شفاف و صاف بدون رنگ و با ضخامت یکنواخت هستند. هر دو طرف آن‌ها، سطح نرمی داشته، شفافیت آن‌ها ۹۱ تا ۹۳٪ است.

طبقه بندی: نوع اول: بهترین تولید با کیفیت تجاری برای اتاق‌ها (دفاتر، محل سکونت).

نوع دوم: شیشه‌های سازهای برای کارخانه‌ها، فروشگاه‌ها، زیرزمین‌ها و کف‌های شیشه‌ای.

شیشه نوع اول، فقط برای پنجره‌هایی استفاده می‌شود که در کنار یکدیگر قرار دارند. چنین کاربردی شامل پنجره‌های بازتابی، پنجره فروشگاه‌ها، درها، دیوارهای جدا کننده ساخت مبلمان، شیشه امن چند ورقه‌ای و واحدهای دوتایی می‌شود. عمل بیشتر، مستلزم پولیش دادن، سیاه کردن، منجمد نمودن، داخل فر قرار دادن، جیوه‌ای کردن، رنگ، خم یا کمانی کردن است. شیشه‌های مخصوص، مثل شیشه‌های جیوه‌ای، صفحه شیشه خشک، شیشه اتومبیل و شیشه‌های امنیتی در تمام ضخامت‌ها ساخته می‌شوند ← ص ۱۷۳-۱۶۶.

material	scatter	thick-ness (mm)	reflec-tion (%)	perme-ability (%)	absorp-tion (%)
clear glass	none	2 - 4	6 - 8	90 - 92	2 - 4
ornamental glass	minimal	3.2 - 5.9	7 - 24	57 - 90	3 - 21
clear glass, frosted outside	minimal	1.75 - 3.1	7 - 20	63 - 87	4 - 17
clear glass, frosted inside	minimal	1.75 - 3.1	6 - 16	77 - 89	3 - 11
frosted glass: group 1	good	1.7 - 3.6	40 - 66	12 - 38	20 - 31
group 2	good	1.7 - 2.5	43 - 54	37 - 51	6 - 11
group 3	good	1.4 - 3.5	65 - 78	13 - 35	4 - 11
plated frosted glass: group 1	good	1.9 - 2.9	31 - 45	47 - 66	3 - 10
group 2	good	2.8 - 3.3	54 - 67	27 - 35	8 - 11
frosted glass, colour-plated					
red		2 - 3	64 - 69	2 - 4	29 - 34
orange		2 - 3	63 - 68	6 - 10	22 - 31
green		2 - 3	60 - 66	3 - 9	30 - 31
opaline glass	minimal	2.2 - 2.5	13 - 28	58 - 84	2 - 14
porcelain	good	3.0	72 - 77	2 - 8	2 - 21
marble, polished	good	7.3 - 10	30 - 71	3 - 8	24 - 65
marble, impregnated	good	3 - 5	27 - 54	12 - 40	11 - 49
alabaster	good	11.2 - 13.4	49 - 67	17 - 30	14 - 21
cardboard, impregnated	good		69	8	23
parchment, uncoloured	good		48	42	10
parchment, light yellow	good		37	41	22
parchment, dark yellow	good		36	14	50
silk, white	moderate		29 - 38	61 - 71	1
silk, coloured	moderate		5 - 24	13 - 54	27 - 80
cotton lining	good		rd.68	rd.29	rd.4
Formica, tinted	good	1.1 - 2.8	32 - 39	20 - 36	26 - 48
Pollopass, light colour	good	1.2 - 1.6	46 - 48	25 - 33	21 - 28
Perspex, white (frosted)	good	1.0	55	17	28
Perspex, yellow (frosted)	good	1.0	36	9	55
Perspex, blue (frosted)	good	1.0	12	4	84
Perspex, green (frosted)	good	1.0	12	4	84
mirror glass (plate)		6 - 8	8	88	4
wire-reinforced glass		6 - 8	9	74	17
crude glass		4 - 6	8	88	4
insulating glass (green)		2	6	38	56

(۹) مشخصه‌های مربوط به مصالح قابل نفوذی برای نور

روشنایی روز

نیازهای کلی و عمومی برای نورپردازی فضاهای داخلی به وسیله نور

روز

تمام اتاق‌هایی که برای اقامت دائمی به کار برده می‌شوند، باید به وسیله نور روز نورپردازی شده، علاوه بر آن، ارتباطات بصری مناسبی نیز با جهان بیرون فراهم گردد.

نور، طول موج، رنگ نور

همراه با طیف الکترومگنتیک $\leftarrow (1)$ ، نور قابل دید، باند کوچکی را اشغال می‌کند که به آن 380-780nm گفته می‌شود. نور (روشنایی روز و نور مصنوعی)، باند قابل دید شعاع الکترومگنتیک در میان نورهای مادون قرمز و ماورای بنفش است. رنگ‌های قابل دید که در این ردیف قرار دارند، همه دارای طول موج مرتبط با یکدیگر هستند. به عنوان مثال، بنفش دارای طول موج کوتاه و قرمز دارای طول موج بلند است. نور خورشید، برخلاف لامپ میله‌ای، بیشتر شعاع طول موج کوتاه را داراست، مثل جزء بزرگ‌تری از اجزای نور قرمز. اگرچه نور روز که به وسیله انسان درک می‌شود به رنگ سفید است، ولی در موقع طلوع و غروب خورشید قرمز رنگ می‌شود. واحد اندازه‌گیری روشنایی (به خصوص نور مصنوعی) لوکس می‌باشد. درجه نور روز، به صورت درصدی در اتاق بیان خواهد شد.

پایه‌های ستاره‌شناسی: موقعیت خورشید

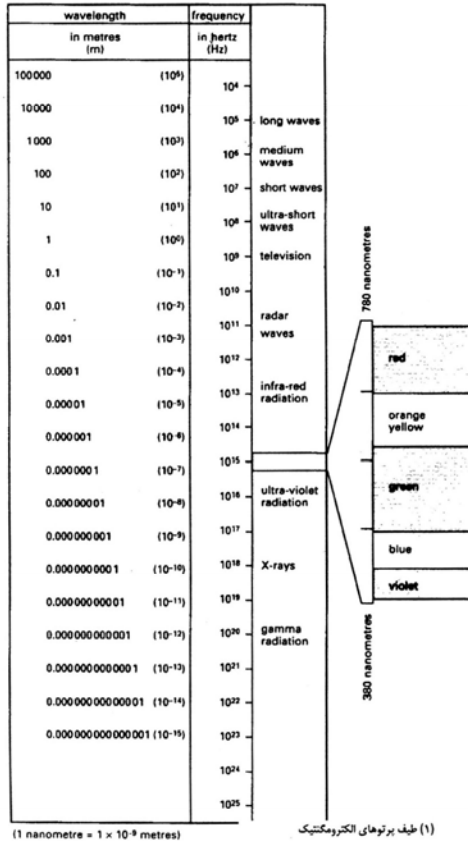
پرتو و انواع نورها که بلندی نور روز را شامل می‌گردند ثابت نیستند. شرایط آسمان، هرچه که باشد «خورشید مقدماتی‌ترین گونه نور» از نور روز است $\leftarrow (2)$ محور طبیعی زمین 23.5° است. چرخش روزانه زمین به دور محور خود و چرخش زمین به دور خورشید در یک دوره یک‌ساله، موقعیت خورشید را به عنوان یک عمل کننده برای زمان از سال و روز برای هر نقطه از زمین معین می‌کند $\leftarrow (3)$.

موقعیت زمین با دو زاویه مشخص می‌گردد: Azimuth، α_s و زاویه بلندی γ_s در دید پلان $\leftarrow (3)$ ، آزیموت تقسیم افقی از موقعیت خورشید از صفر درجه است در جایی که صفر درجه = شمال و 90° درجه = شرق، 180° درجه = جنوب و 270° درجه = غرب، همانگونه که بیننده مشاهده می‌کند. در پروژکسیون عمودی $\leftarrow (4)$ زاویه بلندی موقعیت خورشید روی افق، همانگونه است که توسط بیننده مشاهده می‌گردد. بسیاری از روش‌های اندازه‌گیری، برای تعیین موقعیت خورشید در یک وضعیت معین به کار می‌روند، مثل تعیین درجه عرض جغرافیایی و زاویه بلندی.

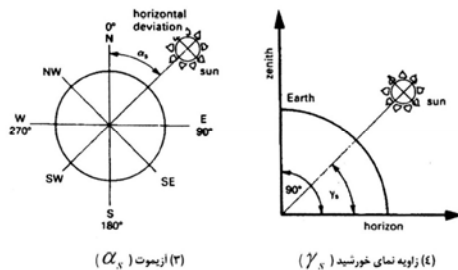
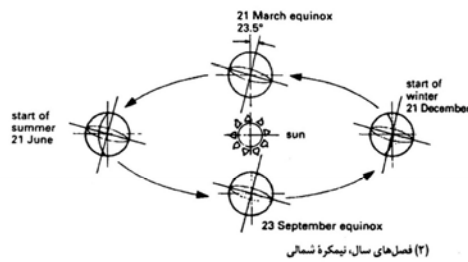
پایین آمدن خورشید در طول چرخه سالانه، به صورت چهار فصل مشخص می‌شود. اعتدال شب و روز در 21 مارس و 23 سپتامبر اتفاق می‌افتد و این هنگامی است که تنزل خورشیدی صفر درجه است. تحویل زمستانی در 21 دسامبر (کوتاه‌ترین روز) اتفاق می‌افتد، وقتی که تنزل خورشید $23.5^\circ -$ درجه است و تحویل تابستانی در 21 ژوئن (طولانی‌ترین روز)، هنگامی که پایین آمدن خورشید $23.5^\circ +$ درجه است (صفحه بعد را ببینید $\leftarrow (5)$).

موقعیت خورشید با درجه عرض جغرافیایی مشخص می‌گردد. در 21 مارس و 23 سپتامبر در ساعت $12:00$ ($\alpha_s = 180^\circ$) زاویه زینت خورشید در هر عرض جغرافیایی، دارای همان بزرگی است که زاویه عرض جغرافیایی داراست به عنوان مثال، در 51° درجه شمالی (Brighton) زاویه زینت $12:00$ ($\alpha_s = 180^\circ$) 51° درجه است (صفحه بعد را نگاه کنید $\leftarrow (6)$) زاویه بلندی خورشید در بالای افق $39^\circ = 51^\circ - 90^\circ$ است.

در 21 ژوئن در وسط روز $12:00$ ($\alpha_s = 180^\circ$) خورشید 23.5° درجه بالاتر از 21 مارس و 23 سپتامبر است: $62.5^\circ = 39^\circ + 23.5^\circ$ از طرفی دیگر، در 21 دسامبر خورشید 23.5° درجه پایین‌تر از اعتدال شبانه‌روزی است. $15.5^\circ = 39^\circ - 23.5^\circ$ این معادله برای تمام درجه‌های عرض جغرافیایی صدق می‌کند. چون زاویه بلندی خورشید به زمان سال مرتبط می‌شود، می‌تواند تعیین کننده تمام درجه‌های عرض جغرافیایی باشد.

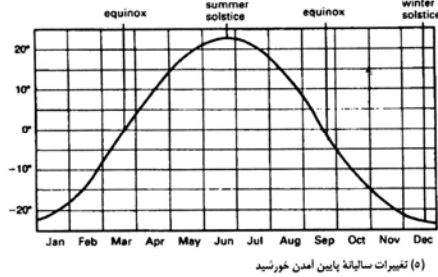


(1 nanometre = 1×10^{-9} metres)



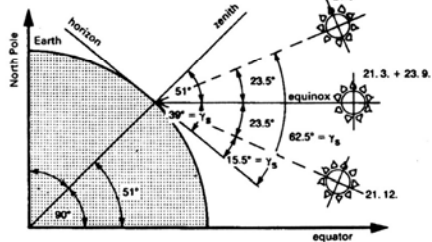
روشنایی روز

دیاگرام موقعیت خورشید



یک مثال، نشان‌دهنده نمودار موقعیت خورشید برای 51° درجه شمالی است ← (۷)
نمودار نمایش پلان موقعیت خورشید را به وسیله آزیموت و زاویه بلندی در زمان محلی واقعی نشان می‌دهد. برای برایتون در ۲۳ سپتامبر، طلوع خورشید در ساعت ۶:۰۰ $\alpha_s = 90^\circ$ (شرقی) و در همان زمان در ساعت ۱۲:۰۰، $\alpha_s = 180^\circ$ (جنوبی) و زاویه بلندی 39° درجه است. غروب خورشید در ساعت ۱۸:۰۰، $\alpha_s = 270^\circ$ در همان روز اتفاق می‌افتد.

برای تعیین موقعیت محلی خورشید، از یک نمودار رنگی مربوط به موقعیت خورشید استفاده می‌کنند ← (۸). این نمودار، شامل نمایش پلان آزیموت α_s و زاویه γ_s از خورشید در زمان‌های گوناگون سال و در زمان‌های مختلف روز برای زاویه عرض جغرافیایی مناسب و نصف‌النهار مبدأ است.



برای تعیین موقعیت خورشید، منحنی‌هایی که به صورت Loop هستند برای هر ساعتی از روز داده می‌شوند. در این منحنی‌ها، بنفش برای نصف اول سال و سبز برای نیمه دوم ارایه می‌گردد. شکل‌های لوپ از منحنی‌های هر ساعت متناسب با مسیرهای بیضوی شکل از زمین و طبیعت خسوف و کسوف است. زمان‌هایی که نشان داده شده‌اند، به ساعت‌های ارایه شده در نصف‌النهار مبدأ به خصوص به منطقه زمان در موقعیت مورد سؤال مرتبط می‌گردند ← (۸).

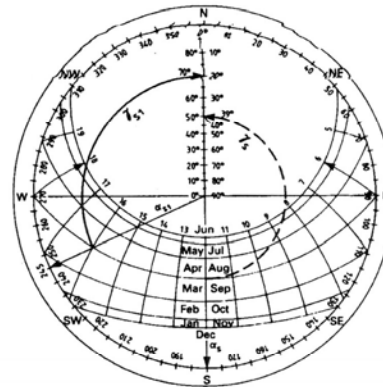
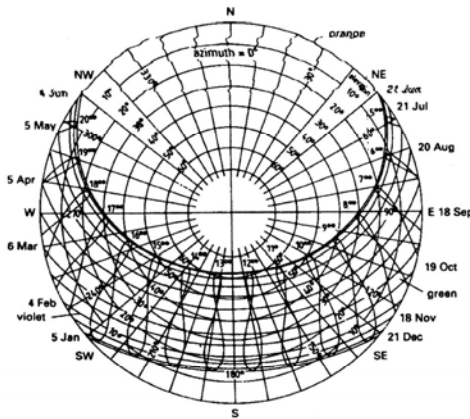
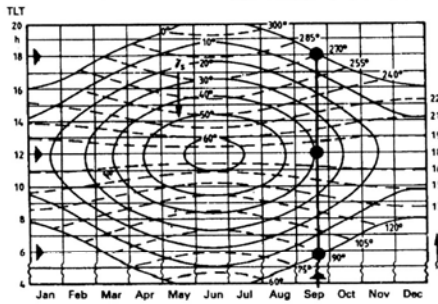
نقطه تقاطع از منحنی‌های روزانه، با منحنی‌های ساعتی که دارای رنگ یکسانی هستند نشان‌دهنده موقعیت خورشید در هر ساعتی از روز هستند. در دیاگرام قطبی نارنجی رنگ، موقعیت خورشید می‌تواند به وسیله زاویه جهت خورشید (آزیموت) و زاویه بلندی خورشید (ارتفاع) مشخص گردد ← (۸).

نمایش مسیر خورشیدی

با یک نمایش دهنده استریوگرافیک ← (۹) مسیر خورشید می‌تواند برای هر درجه از عرض جغرافیایی مشخص گردد.
(برای ۲۱ روز اول هر ماه) به عنوان عملکردی برای زمان سال و زمان روز.

موقعیت خورشیدی، زمان ساعت و تعیین زمان

موقعیت خورشید، تعیین کننده وضعیت نور روز در رابطه با زمان روز و زمان سال می‌باشد. زمان واقعی محلی (TLT)، معمولاً یک مرجع رایج برای تعیین زمان روز می‌باشد (به عنوان مثال در دیاگرام‌های موقعیت خورشید) و نور روز را معین می‌کند. هر موقعیتی براساس منطقه (ناحیه) زمان مشخص می‌گردد. اگر منطقه زمان وارده قابل توجه باشد، TLT باید به منطقه زمان مناسب تبدیل گردد.

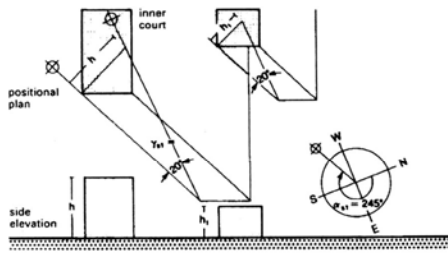


روش‌نمایی روز

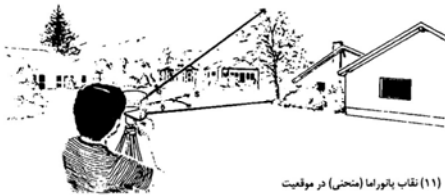
موقعیت خورشید، سایه‌ها، روش‌های به کار گرفته شده

روش‌های زیر را برای این که پرتو واقعی خورشید و سایه‌ها، هم در داخل و هم در خارج ساختمان‌ها به وسیله عملکرد موقعیت جغرافیایی و زمان سال و زمان روز و شکل‌های سازه‌ای و شرایط محیط اطراف را معین کنند، به کار می‌برند.

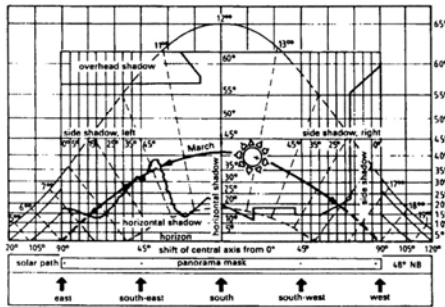
ساختار گرافیکی سایه‌ها: تعیین میزان سایه ساختمان‌ها، معمولاً با به کار گیری نمایش خورشید که در (۹) نشان داده شده (به صفحه قبل نگاه کنید) به کمک پلان و نما انجام می‌شود. به عنوان مثال، سایه‌ها در حیاط برایتون با عرض جغرافیایی ۵۱ درجه، معمولاً در ۲۱ مارس ساخته می‌شوند. در ساعت ۱۶/۰۰ خورشید در این ساعت در زاویه آزیموت از 235° دیده می‌شود و با بلندی γ برابر با ۲۰ درجه خواهد بود (۹) + (۱۰). پلان موقعیتی در جهت شمال جهت‌گیری می‌کند. جهت سایه‌ها به وسیله لبه افقی ساختمان‌ها مشخص می‌شود، که یک انتقال موازی از نور خورشید ($\alpha_{\text{ش}} = 235^\circ$) در رابطه با گوشه‌های ساختمان ارایه خواهد کرد. طول سایه‌ها به وسیله لبه‌های عمودی ساختمان مشخص می‌گردد، که یک چرخش از ارتفاع واقعی ساختمان (h) و زاویه بلندی ۲۰ درجه است. نقطه تقاطع با جهت سایه‌ها، طول سایه را مشخص می‌کند.



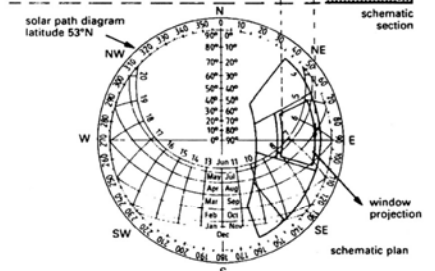
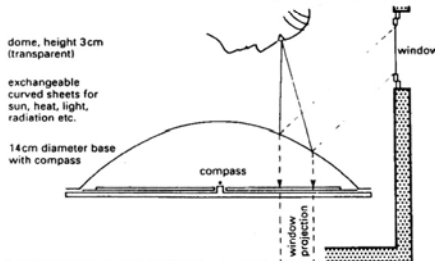
(۱۰) نمایش گرافیکی ساختار سایه



(۱۱) نقاب پانوراما (منحنی) در موقعیت



(۱۲) درجه‌های ممکن از سایه‌ها روی فیلم



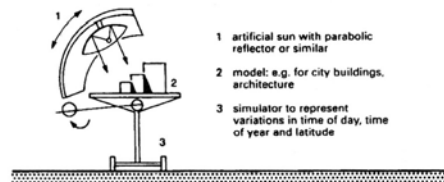
(۱۳) اسکوپ افقی به وسیله نمایش پنجره - جهت شرق

نقاب پانوراما: در بسیاری از کشورها، یک نمایش از مسیر خورشید برای مکان‌های جغرافیایی متفاوت در دسترس است. این نمایش‌ها روی فیلم‌های شفاف چاپ می‌شود و شامل اطلاعات مربوط به آزیموت و زاویه بلندی و همچنین زمان سال و زمان روز می‌باشد. در موقع استفاده، یکی از صفحات مرتبط خم می‌شود و به صورت منحنی در آمده و در جهت خورشید قرار می‌گیرد (۱۱). با نگاه کردن از پشت نقاب پانوراما، هر پوششی از سایه‌ها که از پیرامون آن‌ها و از سایه‌های بالای سر صورت گرفته باشد، روی مسیر پرینت گرفته شده خورشید با مقیاس ۱:۱ منعکس می‌گردد (۱۲). فیلم بعداً می‌تواند به عنوان وسیله‌ای برای آنالیز سایه‌ها و نور خورشید روی نماها و روی مقاطع ساختمان‌ها (با مقیاس درست) به کار برده شود.

اسکوپ افقی: اسکوپ افقی، کمکی است برای تعیین موقعیت واقعی نور خورشید و سایه‌های روی سایت‌های ساختمان‌ها روی بناها و در داخل آن‌ها. اسکوپ افقی شامل یک گنبد ترانسپارنت، یک قطب‌نما، پایه و صفحات منحنی قابل تغییر است که براساس آن‌چه در دست داریم روی پایه قرار می‌گیرند و برای جستجو و تحقیق درباره نور، پرتو یا گرما و غیره به کار برده می‌شود.

هدف از اسکوپ افقی، ساختن نور و سایه‌های است که در داخل اتاق ایجاد می‌گردد (۱۲). در یک نقطه به خصوص در داخل اتاق، بازشویی که برای یک نور ایجاد می‌گردد، می‌تواند روی گنبد منعکس شود و در همان زمان روی صفحات پایینی نیز نمایش داده شود. بنابراین امکان‌پذیر است که هم موقعیت پرتو، هم تأثیرات نور در داخل اتاق برای هر نقطه‌ای در درون اتاق و برای هر ساعتی از روز و هر زمانی از سال، با توجه به خط ساختمان مشخص گردد (۱۳).

متحرک‌سازی مدل: برای به حرکت درآوردن و تثبیت سایه واقعی سالیانه و تأثیرات پرتو خورشیدی در داخل و روی ساختمان، ممکن است که یک مدل با مقیاس واقعی بسازیم و آن را در زیر یک خورشید مصنوعی امتحان کنیم (نور موازی) (۱۴).



(۱۴) مدل خورشید مصنوعی

روشنایی روز

شکل‌های آب و هوایی

میزان پرتوگرمایی و مقدار نور خورشید روی سطح کره زمین در طول سال، به وسیله عرض جغرافیایی، هوا و تغییرات شرایط آسمان (صاف، ابری - مه آلود، قسمت‌هایی ابری و غیره) مشخص می‌گردد.

عواملی که در زیر آورده شده، از این جهت که با شکل‌های مختلف روشنایی روز و مدت درخشندگی نور خورشید در ارتباط می‌باشد، بسیار حایز اهمیت است.

سال، ۸۷۶۰ ساعت است. مدت روشنایی روزها در طول یک‌سال، به چیزی حدود ۴۳۰۰ ساعت به طور متوسط می‌رسد.

تعداد ساعات تابش خورشید در هر سال برای هر کشور متفاوت است. حتی در یک کشور، از مکانی به مکان دیگر نیز ممکن است متفاوت باشد. بیشترین مقدار این ساعات، معمولاً در تابستان اتفاق می‌افتد.

در بیشتر سال، در طول $\frac{1}{3}$ از روشنایی روز، درخشندگی خورشید که به سطح

زمین می‌رسد، از مقدار کم تا مقدار زیاد با توجه به موقعیت هوای محلی تغییر می‌کند. پرتوی مستقیم و غیرمستقیم خورشید (تابش کلی) که به سطح رویه کره زمین می‌رسد، آب و هوای محلی متغیری را روی سطح و در همسایگی نزدیک به آن به وجود می‌آورد (نگاه کنید به $\leftarrow (15)$). دوره‌های تابش خورشید مرتبط و با توجه به واحدهای ده‌تایی ساعت می‌باشد. اطلاعات فقط نشان‌دهنده آب و هوای ماکرو می‌باشد و تغییرات محلی در آب و هوای میکرو، به حساب نمی‌آید. اطلاعات آب و هوایی را که در ارتباط با موقعیت خاص می‌باشند (دما، مدت تابش خورشید، موقعیت آسمان و غیره) می‌توان جمع‌آوری نمود. مثل اداره آب و هواشناسی Bracknell در انگلستان.

در مدت «ساعات تابش» نور، گونه‌های متفاوتی از پرتو خورشیدی به سطح زمین می‌رسند با توجه به عرض جغرافیایی و موقعیت هوایی، که کیفیت‌های متفاوتی از روشنایی روز را دارا هستند $\leftarrow (16)$.

اصول فیزیکی تابش

پرتوی خورشیدی یکی از نمونه‌های غیرتابت گرما می‌باشد. فقط قسمت بسیار اندکی از انرژی خورشیدی که به سطح زمین می‌تابد در سطح زمین به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. این، به خاطر آن است که اتمسفر زمین، پرتو خورشیدی را کاهش داده و اجازه نمی‌دهد که ظرفیت مشخصی از آن به سطح زمین نفوذ کند.

این کاهش، به خصوص به علت عوامل (تیرگی) متفاوتی مانند پراکندگی، انعکاس و جذب پرتو به وسیله گرد و غبار (علت اصلی پراکندگی نور خورشید) و همین‌طور به علت بخار آب، دی‌اکسیدکربن و اُزن موجود در هوا اتفاق می‌افتد.

کل انرژی تابش خورشیدی که به سطح زمین می‌رسد، در امواجی به طول موج $0.4 - 3.0 \mu m$ انتقال می‌یابد. توزیع کل انرژی روی زمین به صورت زیر است:

تقریباً ۳ درصد آن تابش (پرتو) اولترایویولت (ماورای بنفش) با طول موج $0.1 - 0.4 \mu m$ تقریباً ۴۴٪ آن پرتو، قابل رویت با طول موج $0.4 - 0.7 \mu m$ (برای طیف نور قابل رویت) با طول موج $0.7 - 4.0 \mu m$ (برای طیف تقریباً ۵۲٪ آن، پرتوی مادون قرمز با طول موج $0.7 - 4.0 \mu m$ است. نموداری که در $\leftarrow (14)$ آورده شده، نشان دهنده تابش خورشیدی است که به

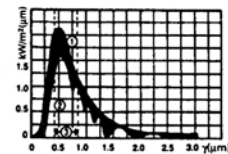
سطح زمین می‌رسد. این تابش خورشیدی ثابت است و دارای مقداری حدوداً 1000 W/m^2 روی صفحات روشن عمودی می‌باشد.

نیروی تابشی به وسیله یک ابر پهن به مقدار حدوداً 200 W/m^2 و در موقعیت تنها تابش پراکنده (آسمان کاملاً ابری با خورشید کاملاً پراکنده) به تقریباً حدود $50 - 200 \text{ W/m}^2$ کاهش می‌یابد. به $\leftarrow (19)$ نگاه کنید.



(15) میانگین تابش خورشیدی و ساعات درخشندگی خورشید در انگلستان

condition of sky, e.g. latitude 51°N			
weather	clear, cloudless blue sky	misty, cloudy; sun visible as white disk	cloud-covered sky, dull day
horizontal irradiance (W/m²)	600-800	200-400	50-150
horizontal illuminance (lx)	60000-100000	19000-40000	5000-20000
diffusion component, sky	10-20%	70-30%	80-100%



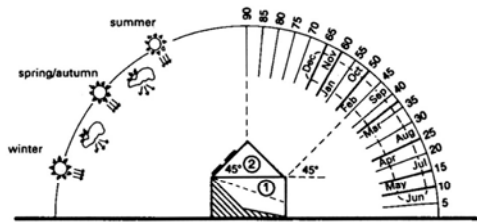
(1) تراکم تشعشع خورشیدی در حد اتمسفر زمین عملکرد طول موج (۹-۷) است. منطقه مسابه از بین رفتن تشعشع را به شکل انعکاس، پراکندگی و جذب به دلیل بخار آب، گازین دی‌اکساید، اُزن در هوا و وجود ذرات گرد و غبار نشان می‌دهد
(۲) تراکم تشعشع خورشیدی است که به زمین می‌رسد
(۳) طیف نور قابل رویت

(16) ظرفیت‌های گوناگون پرتو و کیفیت‌های متغیر روشنایی روز در موقعیت‌های هوایی گوناگون

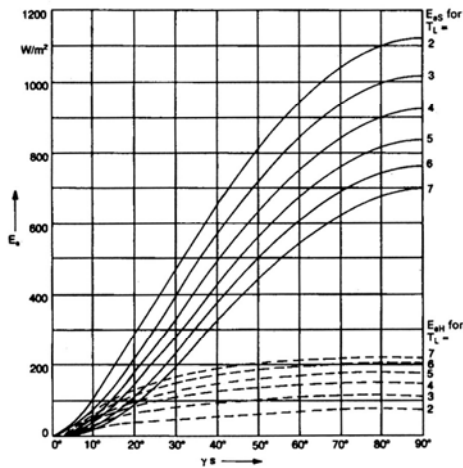
(17)

روشنایی روز

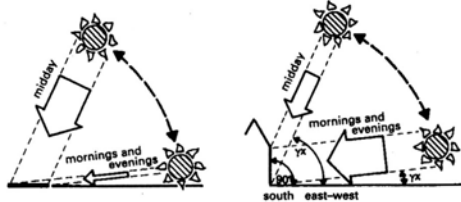
تابش کلی (جهانی)



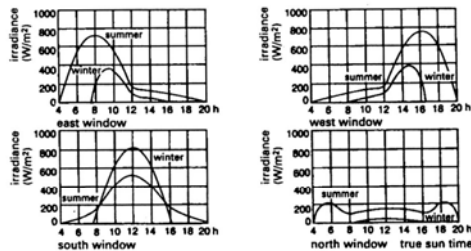
① Internal building surfaces which can receive direct incident solar radiation from winter to summer
② optimum inclination of solar cells for global radiation used throughout the year → ② - ②
(۱۸) زاویه بهینه از طبیعت سطوح مقابل به جنوب



(۱۹) درخشندگی افقی در ارتباط با $E_{g,h}$ با تیرگی‌های گوناگون T_i به عنوان عملکردی برای نمای خورشیدی γ_s



(۲۰) مقایسه‌های میان برتو مستقیم افقی و عمودی سطوح در موقعیت‌های گوناگون خورشید در طول روز. مقدار تابشی روی سطح، به زاویه آن تابش بستگی دارد (۲۰)



(۲۱) مثال‌هایی از طریقت تابش روی سطوح عمودی که در جهت‌های گوناگون در روزهای بدون ابر در زمستان (سامبر) و تابستان (ژوئن) قرار می‌گیرد

پرتوی خورشیدی موثر روی ساختمان (روی سطوحی که در جهت تابش در زمان آن قرار گرفته‌اند) به تابش جهانی (E_{eg}) وابسته است. این، در واقع جمع تابش مستقیم و پراکنده می‌باشد، (که موقعیت آن به وسیله اتمسفر زمین و در ارتباط با پرتو پخش شده که به وسیله موقعیت‌های گوناگون و متغیر خورشید معین می‌گردد، معلوم شده است) و با واحدهای W/m^2 یا Wh/m^2 در هر ماه، در هر روز و یا در هر سال مشخص می‌گردد.

در مورد تابش مستقیم و پراکنده، اجرای تابش که مثلاً، از ساختمان‌های همسایگی و همچنین از خیابان‌ها و سطوح مرزی منعکس می‌شوند باید به حساب آیند (به خصوص هنگامی که این انعکاس‌ها قوی باشند).

تابش جهانی می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی برای نیازهای انرژی در یک ساختمان مورد استفاده قرار گیرد، مستقیماً برای استفاده غیرفعال براساس اندازه‌های سازه‌ای (به عنوان مثال سطوح شیشه‌ای برای به کار بردن تأثیر فضای سبز و یا دیوارهای داخلی ذخیره کننده گرما) ← (۱۸)، و یا به صورت غیرمستقیم به وسیله استفاده فعال (به عنوان مثال به کار بردن کلکتورها، سلول‌های خورشیدی) ← (۱۸). بنابراین نسبت تابش جهانی که به صورت مستقیم دریافت می‌گردد، با تأثیر و نفوذ گرمایی خورشید روی بارهای سرد معین می‌گردد که باید در چهارچوب کلی گرمایی و سیستم‌های تهویه‌ای برای هرگونه ساختمان محاسبه گردد.

تابش کلی لازم روی ساختمان‌ها و سطوح جمع‌کننده، برای به کار بردن انرژی خورشیدی باید معین گردند. این، با موقعیت ساختمان مرتبط است و می‌توان به عنوان یک پارامتر انرژی به دست آورد.

← (۱۹) نشان‌دهنده تابش افقی است که بر حسب W/m^2 تعیین می‌گردد، و با توجه به E_{es} خورشید به عنوان عملکرد بلندای خورشیدی برای آسمان‌های صاف می‌باشد. درخشندگی افقی کلی (جهانی) E_{eg} ، جمع اجزای تغییر یافته و حاصل شده E_{es} خورشید و E_{eh} آسمان است.

دستورالعمل: برای آن که بتوان مقدار واقعی انرژی خورشیدی استفاده شده را تعیین نمود، مقادیر باید به صورت عملکرد طبیعی و حتی اگر لازم باشد جهت‌گیری سطوح ساختمان‌ها با توجه به ← (۱۹) در نظر گرفته شوند. درخشندگی افقی می‌تواند از ← (۱۹) به دست بیاید.

← (۲۰) نشان‌دهنده مقدار شایع از تابش خورشیدی با توجه به تداوم طبیعت و جهت‌گیری‌های گوناگون (۹۰-۰) است.

در مورد سطوح عمودی، فقط حدود ۵۰٪ تابش کلی سالیانه می‌تواند به کار برده شود.

مقدار تابش عمودی، اما در جهات مختلف، حداقل برای بالاترین و پایین‌ترین موقعیت خورشید، برای آسمان بدون ابر می‌تواند از روی نمودارهای ← (۲۱) خوانده شود.

سیستم‌های فعال و غیرفعال خورشیدی

نیازهای انرژی برای ساختمان در اروپای شمالی، در مدت ۸ ماه دوره گرمادهی در زمستان، تقریباً در مقایسه با نیازهای لازم در مدت ماه‌های می تا اگوست بیشتر می‌باشد. در مدت ماه‌های سپتامبر و آوریل، اگرچه تابش کلی (جهانی) بسیار زیاد نیست (نگاه کنید به ← (۲۲))، اما می‌تواند بخشی از نیازهای انرژی از یک ساختمان (گرمادهی، آب محلی، تهویه و غیره) به وسیله مصرف انرژی حرارتی از محیط اطراف پوشش داده شود، که دوباره با تأکید روی مساله ذخیره‌سازی طولانی مطرح می‌گردد.

در دستورالعمل به‌کارگیری انرژی خورشیدی، میان دو سیستم اصلی فعال و غیرفعال با توجه به اصول به‌کارگیری آن‌ها، یک برتری به وجود می‌آید.

روشنایی روز

سیستم‌های فعال، سیستم‌هایی هستند که در آن‌ها، روند گرمای دریافتی و گرمادهی، به وسیله تجهیزات که در داخل ساختمان‌ها قرار می‌گیرند صورت می‌پذیرد. آن‌ها، به سیستم‌های غیرمستقیم نیز مرتبط می‌شوند، تا زمانی که خروجی گرما بعد از پروسه تبادل و تغییر اتفاق بیفتد. اصول استفاده و به کار بردن یک سیستم فعال در (۲۳) نشان داده شده است. هنگامی که گرما به صورت اِشباع می‌ریزد، به دست آوردن گرما، می‌تواند به وسیله جمع‌کننده‌های خورشیدی و یا چیزی شبیه به آن‌ها انجام شود. در سیستم‌های غیرفعال، انرژی خورشیدی به صورت مستقیم به کار برده می‌شود. این، بدان معناست که هر کجا که فرم ساختمان، مصالح، نوع ساختمان و اجزای خصوصی آن مناسب است، اشعه خورشیدی به انرژی گرمایی تبدیل می‌گردد و به‌صورت ذخیره شده در آمده یا به طور مستقیم در ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. چهار پروسه فیزیکی که برای به دست آوردن گرما، تبدیل و خروج آن مهم هستند در زیر توصیف شده است.

۱- هدایت گرمایی ← (۲۴-۱)

هنگامی که ماده‌ای اشعه خورشید را جذب می‌کند، این انرژی به گرما تبدیل می‌شود. جریان گرمایی به وسیله تفاوت درجه حرارت به دست می‌آید و همین‌طور به ظرفیت خاص گرمایی مواد بستگی دارد. به عنوان مثال، اگر دمای محیط اطراف از دیوارهای حرارت دیده شده کمتر باشد، انرژی حرارتی ذخیره شده به محیط اطراف انتقال می‌یابد.

۲- انتقال یا جابه‌جایی ← (۲۴-۲)

یک دیوار و یا هر مواد دیگری که به وسیله پرتوی خورشیدی حرارت می‌بیند، متناسب با درجه حرارت‌های مختلف، انرژی خود را به محیط اطراف پس می‌دهد. هرچه میزان اختلاف درجه حرارت میان دیوار و محیط اطراف بیشتر باشد، مقدار گرمای حاصل شده نیز بیشتر خواهد بود. هوایی که در این پروسه حرارت می‌بیند، بالا خواهد رفت.

۳- تابش گرمایی (حرارتی) ← (۲۴-۳)

پرتوی خورشیدی با طول موج کوتاه، روی سطح مواد؛ به پرتو طول موج بلند (مادون قرمز) تبدیل می‌گردد. تابش در تمام جهات منتشر می‌شود و به دمای سطح مواد بستگی دارد.

۴- جمع‌کننده‌ها ← (۲۴-۴)

نور خورشید از میان سطوح شیشه‌ای که در جهت جنوب قرار گرفته‌اند نفوذ می‌کند. پرتو خورشید که در داخل اتاق به پرتو طول موج بلند، تبدیل می‌گردد، از میان شیشه نمی‌تواند عبور کند و بنابراین، داخل اتاق حرارت می‌یابد (تأثیر فضای سبز) ← (۲۴-۴). در هر دستورالعملی که برای سیستم‌های گفته شده در بالا به کار می‌رود، ذخیره‌سازی، قابلیت کنترل کردن و توزیع در داخل ساختمان باید در نظر گرفته شوند.

عایق‌سازی حرارتی در تابستان

عایق‌سازی حرارتی در تابستان، برای سطوح شفاف ساختمان‌هایی که دارای تهویه طبیعی هستند برای جلوگیری از گرم شدن زیاد، توصیه شده است. توصیه‌ها به صورت زیر می‌باشد:

عامل انتقال انرژی کلی و تولید آن (g) ← (۲۵) × عامل محافظت خورشیدی (z) ← (۲۷) × اجزای سطوح پنجره‌ها (f) روی نما، به عنوان مثال $g \times z \times f$ باید مقداری در حدود ۰/۱۳-۰/۲۵ برای بناهایی با ساختار قوی باشد و مقداری در حدود ۰/۱۷-۰/۱۲ برای ساختارهای سبک‌تر (نگاه کنید ← (۲۶)).

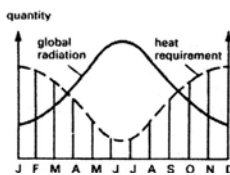
پیش‌بینی‌های وسیع برای سایه‌اندازی ← (۲۸) باید دقیقاً در نظر گرفته شود، تا زمانی که تأثیرات بصری گسترده ممکن است حاصل شوند و دید ممکن است برای همیشه زیان ببیند. تأثیر متقابل درونی محیط‌های طبیعی، قوانین فیزیکی و توسعه سبک‌های ساخت و ساز در مصالح گوناگون، به این معناست که هر مکانی نیازمند آنالیزهای به خصوص و مناسب می‌باشد. ← (۲۹).

بیرون و نما ←
 • سایه‌ها و خنک‌سازی با توجه به گیاهان (درختان، بوته‌ها و غیره).
 • راه با رنگ روشن (پهنا تقریباً ۱ متر) به عنوان مثال سنگریزه در جلوی خانه.
 • محافظت خورشیدی و یا ضد انعکاس ($b = ۳۵^\circ$) نصب شده تا ۹۰۰mm گسترش یافته است.

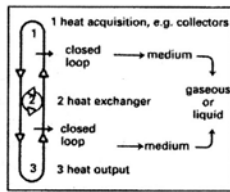
• نما با مصالح روشن انعکاس دهنده (رنگ‌های پاستلی).
 • اندازه پنجره مناسب (با شیشه عایق) برای نور و گرمای لازم با فریم‌های سفید داخلی.

درون ← (۲)

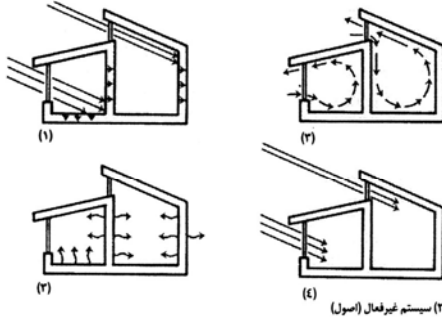
• توجه به گیاهان منزل، اگر موجود است.
 • پوشش‌های کف با رنگ روشن یا متوسط.
 • سیستم گرمایی قابل انعطاف (ترکیبی از هوا و آب گرم).
 • پرده‌ها با رنگ روشن به عنوان محافظت در برابر درخشندگی برای پراکنده کردن تابش مستقیم خورشید (به خصوص در زمان‌های تابش).
 • رنگ‌های روشن مات (رنگ‌های پاستل و طبیعی برای میلمان و ائاتیسه) و محیط‌های اطراف، به خصوص سقف.
 • تخلیه هوا به طور متقاطع و به صورت زنده.
 • تخلیه هوای مکانیکی ساده اگر لازم است



(۲۲) ریزش گرما (به صورت اِشباع)؛ سیستم فعال



(۲۳) احتیاجات گرمایی و مدت تابش خورشید



(۲۴) سیستم غیرفعال (اسول)

glazing	g
double glazing in clear glass	0.8
triple glazing in clear glass	0.7
glass blocks	0.6
multiple glazing with special glass (thermal insulating glass/solar control glass)	0.2-0.8

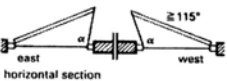
solar protection device	g
no solar protection device	1.0
inside and between the panes	
fabrics or films	0.4-0.7
Venetian blinds	0.5
outside	
Venetian blinds, rotatable slats, rear ventilated	0.25
Venetian blinds, roller shutters, shutters, fixed or rotatable slats	0.3
roof panels, loggia	0.3
window blinds, ventilated from above and from sides	0.4
window blinds, general	0.5

(۲۵) عامل انتقال انرژی کلی (g) از شیشه‌های متفاوت

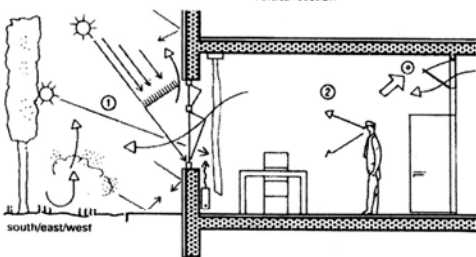
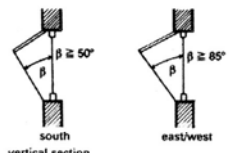
slot	1	2	3
item	internal construction type	increased natural ventilation not available	increased natural ventilation available
1	light	0.12	0.17
2	robust	0.14	0.25

(۲۷) ضریب کاهش z از وسایل محافظت خورشیدی با به‌کارگیری گونه‌های مختلف شیشه

(۲۶) حداکثر مقادیر توصیه شده (g) به‌عنوان عملکردی برای اثرات‌تهدیه‌های تهویه طبیعی

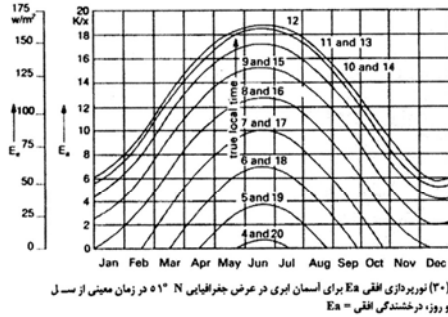


(۲۸) ترتیب قرارگیری سطوح نورگیر خورشیدی، تیرها، پنجره‌های بسته و مانند آن‌ها

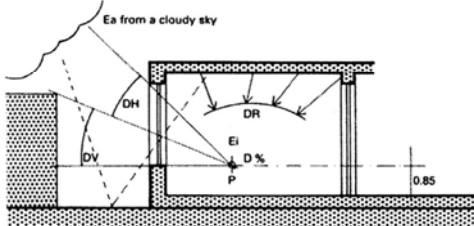


(۲۹) کاهش حرارتی به وسیله حفاظ خورشیدی با خشک‌سازی متحرک در شکل پیش‌بینی غیرفعال (به خصوص ساختمان‌های اداری بدون تهویه مطبوع)

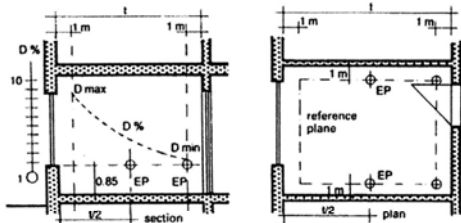
روشنایی روز



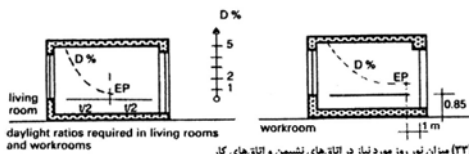
(۲۰) نورپردازی افقی E_a برای آسمان ابری در عرض جغرافیایی $51^\circ N$ در زمان معینی از سال و روز، درخشندگی افقی = E_a



(۲۱) نور روز و نورپردازی فضای داخلی در نقطه P



(۲۲) میزان نور روز با نورپردازی کناری، نشان دهنده سطح مرجع و تغییرات در نور روز در فضاهای داخلی



(۲۳) میزان نور روز مورد نیاز در اتاق‌های نشیمن و اتاق‌های کار

internal illuminance E_i (lx)	external illuminance E_a (lx)	external illuminance E_a (lx)
200	4.0%	10000
500	10.0%	5000
700	14%	5000

1 Required daylight ratios for satisfactory internal area illuminance at various levels of illuminance from a clouded sky ($D = E_i/E_a \times 100\%$)

external illuminance E_a (lx)	internal illuminance E_i (lx)
5000	50
10000	100

(۲۴) نورپردازی فضاهای داخلی

2 Anticipated internal area illuminance at EP, at various levels of illuminance from a clouded sky, with $D = 1\%$ ($E_i = D \times E_a/100\%$)

اندازه‌گیری و محاسبه روشنایی روز در فضاهای داخلی، با پذیرش نور از پهلو و بالا. روشنایی روز می‌تواند در فضاهای داخلی با توجه به معیارهای کیفیتی زیر، اندازه‌گیری شود: روشنایی، درخشندگی، یکپارچگی، براق بودن و سایه.

اصول: در اندازه‌گیری روشنایی روز در فضاهای داخلی، روشنایی از یک آسمان ابری (مثل تابش پراکنده) به عنوان پایه در نظر گرفته می‌شود. روشنایی روزی که وارد یک فضای داخلی می‌شود، از یک پنجره کناری، به وسیله کامل روشنایی روز D اندازه‌گیری می‌شود. این، در واقع مقدار روشنایی در فضای داخلی (E_i) است نسبت به روشنایی در فضای خارجی (E_a)، درجایی که $D = E_i/(E_a \times 100\%)$. نور روز در فضاهای داخلی، همیشه به صورت درصدی بیان می‌گردد، به عنوان مثال هنگامی که روشنایی در فضای داخلی ۵۰۰ لوکس است و روشنایی بیرون ۵۰۰۰ لوکس است آن گاه $D = 10\%$.

عامل نور روز همیشه یکنواخت است. روشنایی فضاهای داخلی به نسبت روشنایی فضاهای خارجی تغییر می‌کند. روشنایی فضاهای خارجی برای آسمان ابری بین ۵۰۰ لوکس در زمستان تا ۲۰۰۰ لوکس در تابستان تغییر می‌کند. (۳۰) که به زمان سال و زمان روز بستگی دارد.

عامل نور روز در یک نقطه P ← (۳۱) تحت تأثیر عوامل بسیاری است.

$$D = (DH + DV + DR) \times t \times k_1 \times k_2 \times k_3$$

جایی که DH پخش از نور آسمان است و DV تأثیر روی ساختمان‌های همسایه، DR از انعکاس‌های داخلی به دست آمده و فاکتورهای کاهش دهنده زیر نیز به حساب می‌آیند:

t = تابش و انتقال نور برای شیشه، k_1 = تأثیرات پراکندگی نور در ارتباط با ساختار پنجره، $k_2 = k_3$ = تأثیرات پراکندگی نور در ارتباط با انواع سطوح شیشه، k_4 = تأثیرات زاویه نور روز لازم.

سطح مرجع برای روشنایی افقی از نور روز در فضاهای داخلی، مانند آن چیزی است که در (۳۲) نشان داده شده که می‌تواند ۰/۸۵ m بالاتر از سطح کف در نظر گرفته شده و در دیوارهای اتاق به اندازه ۱ متر جدا شود. نقاط EP برای روشنایی افقی به کار رفته و روی این سطح مرجع ثابت شده‌اند. وقتی عوامل مرتبط نور روز معین می‌شود، می‌توان به صورت منحنی عامل نور روز نیز نمایش داد ← (۳۲). شکل منحنی در مقطع اطلاعاتی درباره روشنایی افقی روی سطح مرجع (در نقاط مرتبط) و D_{min} و D_{max} می‌تواند ثبت شود (به یکپارچگی نیز نگاه کنید). این منحنی می‌تواند اطلاعاتی درباره تغییرات نور روز در اطاق ارایه دهد.

عوامل مورد نیاز نور روز $D\%$ احتیاجات رایج و حاضر و مرتبط، در ضوابط مرتبط با نور روز در فضاهای داخلی و در خطوط راهنما برای فضاهای کار جای گرفته‌اند. چون در حال حاضر، هیچ اطلاعات دیگری موجود نمی‌باشد، نیازهای متفاوت در نور روز می‌تواند تعیین شده و به وسیله یکپارچگی کنترل گردد (بعنا نگاه کنید).

بر فرض اگر تمام اتاق‌های نشیمن، از نظر اندازه قابل مقایسه با اتاق‌های کار باشند، باید مقادیر زیر برای عامل نور روز مورد نیاز در نظر گرفته شوند:

D $> 1\%$ در اتاق‌های نشیمن، نقطه مرجع مرکز اتاق ← (۳۳)،

D می‌نیم $< 1\%$ در فضاهای کار، نقطه مرجع در پایین‌ترین مکان در اتاق،

D می‌نیم $< 2\%$ در اتاق‌های کار با پنجره‌ها در هر دو طرف، و

D می‌نیم $< 2\%$ در اتاق‌های کار با نوری که از بالا می‌آید یا حداقل نور روز

$(D_m) \geq 4\%$.

نکته: با پنجره‌های کناری، عامل نور روز در نظر گرفته شده باید حداقل ۶ برابر بزرگتر از حداقل مقدار مورد نیاز باشد، و در صورتی که نور از بالا در فضاهای کار باشد، D_m باید دو برابر بزرگتر از D_{min} باشد. مثال‌های متعددی از نورپردازی فضاهای داخلی مورد نیاز، همچنین نورپردازی فضاهای خارجی، در ← (۳۴) نشان داده شده است.

روش‌نایی روز

روش‌نایی، اندازه‌های پنجره‌ها و ارتباطات بصری

موقعیت، اندازه و نوع پنجره، معمولاً تعیین‌کننده مقدار روشنایی روز در فضاهای داخلی است ← (۳۵) اندازه‌های مناسب برای پنجره‌های اتاق نشیمن و اتاق‌های کار در ← (۳۸) نشان داده شده است. شرایط زیر، پایه‌های اصلی محاسبات را برای اتاق‌های نشیمن فراهم می‌آورند:

- $D\% = 0.19$ در مرکز اتاق نشیمن و در پایین‌ترین نقطه در اتاق کار،
- پهنای پنجره = $0.55 \times$ پهنای اتاق،
- آسمان ابری،
- انعکاس از دیوار = 0.16
- انعکاس از سقف = 0.17
- انعکاس از کف = 0.12
- عبور از شیشه‌ها = 0.75
- از دست دادن نور از فریجه‌ها (چهارچوب‌های) پنجره‌ها، پراکندگی $K = 0.75$
- از دست دادن نور به واسطه ناپاکی و آلودگی $K_2 = 0.95$
- نور منعکس شده از ساختمان‌های همسایه $DV = 0.2$ و
- زاویه نور منعکس شده از ساختمان‌های همسایه = 50° (نگاه کنید ← (۳۶)+(۳۷)).

نکته: این موارد هنگامی در نظر گرفته می‌شود که اندازه‌های اتاق کار با اندازه‌های اتاق نشیمن مرتبط باشند:

- ارتفاع اتاق < 2.50 (h)
- عمق اتاق < 6 m (t) و
- فضای اتاق < 50 m² (A).

ارتباطات بصری با محیط بیرون، لزوم پنجره‌هایی با اندازه‌های مناسب برای فضاهای کار و اتاق‌های نشیمن را فراهم می‌آورد. کمترین مقادیر مورد نیاز به‌طور خلاصه در ← (۳۸)+(۳۹) ارائه شده است. این توصیه‌ها، شامل نکات زیر نیز می‌گردند:

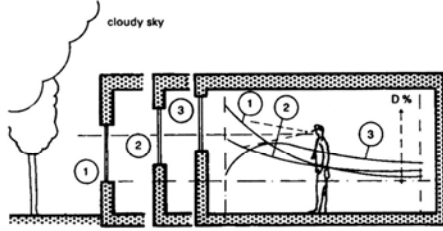
- وضوح محدود شده و فضاهای واضح برای ساختمان با ارتفاع مرتبط، باید بیان شود.
- ارتباط بصری با محیط بیرون، یک نیاز برای همه ساختمان‌هاست.

به عنوان یک قانون، پنجره با اندازه تقریباً $1/10 - 1/8$ سطح قابل استفاده، باید برای فضاها و اتاق‌های نشیمن در نظر گرفته شود.

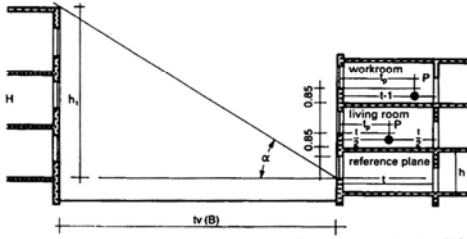
در میان سایر عوامل طراحی فضاهای شهری، از استانداردهای ساخت و ساز ساختمان، نور لازم، دور بودن ساختمان‌ها، حالت بیرونی همسایگی ساختمان‌ها و طراحی پنجره و سایر موارد را باید به حساب آورد ← (۴۰) به عنوان مثال، فاصله ساختمان از $B = 2H$ ($> 2V$) یک مقدار قابل قبول است. این، به زاویه کشودگی $\geq 4^\circ$ منجر می‌گردد (به واسطه هندسه ساختمان و ساختمان‌های همسایه محدود می‌گردد) که کمترین مقدار نور روز در اتاق‌ها تأمین می‌شود.

در ایده‌های جدید طراحی شهری و توسعه آن، باید دقیقاً کیفیت نور در فضاهای داخلی در نظر گرفته شود، زیرا عموماً، قوانین ساختمان‌ها و استانداردهای آن، کمترین میزان اختیارات را فراهم می‌آورند.

توصیه می‌شود که برای کنترل کردن فضاهای داخلی و خارجی، یک کاوش بصری از طراحی، به صورت ماکت در زیر یک خورشید مصنوعی، آسمان مصنوعی و یا با استفاده از ابزار آندوسکوپ، صورت بگیرد.



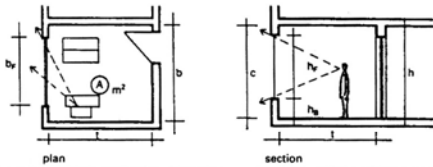
(۳۵) شکل‌های گوناگون نور روز در فضاهای داخلی با موقعیت‌های متفاوت پنجره‌های عمودی



(۳۶) نموداری برای تعیین پهنای پنجره (پهنای مورد نیاز پنجره)

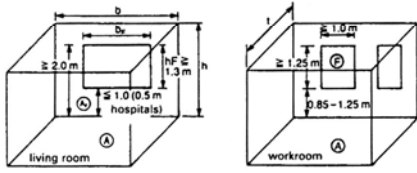
	window width (www) (m)			
	2.50 m	3.00 m	3.00 m	3.00 m
room height h	2.50	3.00	3.00	3.00
window height hF	1.35	1.85	1.85	1.85
room depth t	5 m	7 m	5 m	7 m
room width b	5	7	5	7
influence of adjacent building alpha = 0°	2.75	2.75	3.85	3.85
	3.85	3.85	7	3.85
alpha = 20°	2.75	4.46	2.75	2.75
	3.85	6.07	7	3.85
alpha = 30°	3.69	-	2.75	3.85
	5.07	-	7	5.18

(۳۷) تعیین پهنای مورد نیاز پنجره‌ها (w w) با اندازه‌های گوناگون اتاق‌ها و داخل یا دیگر ساختمان‌های مجاور



living rooms	workrooms
c ≥ 2.20 m	with h < 3.50 m
h _g ≤ 0.90 m	with h > 3.50 m
b ₁ $\geq 0.55 \cdot b$	c · h _g ≥ 1.30 m
minimum requirement	h _g ≤ 0.90 m
	b ₁ $\geq 0.55 \cdot b$
	as for living rooms, if:
	h ≤ 2.50 m
	t ≤ 6.0 m
	A ≤ 50 m ²

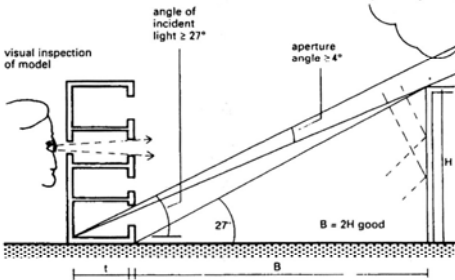
(۳۸) ارتباط بصری توصیه شده با محیط بیرون



living rooms	workrooms
b ₁ $\geq 0.55 \cdot b$	for t ≤ 5 m F ≥ 1.25 m ²
b ₁ /m $\geq 0.1 \cdot A/m^2$	for t > 5 m F ≥ 1.5 m ²
b ₁ · h _g $\geq 0.3 \cdot A$	EF $\geq 0.1 \cdot A$ for A ≤ 600 m ²
b ₁ · h _g $\geq 0.16 \cdot A$	EF = 60 + 0.01 · A for A > 600 m ²
b ₁ · h _g /m ² $\geq 0.07 \cdot A \cdot h/m^3$	

required window sizes in workrooms

(۳۹) خلاصه‌ای از ارتباطات بصری با محیط بیرون و اندازه پنجره‌ها



(۴۰) نور لازم و جدایی ساختمان‌ها

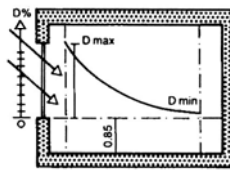
روشنایی روز

نورپردازی، درجه انعکاس، راندوی رنگ و درخشندگی

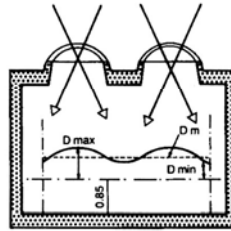
type of work	daylight, D%	colour brightness		non-colour-treated materials		floor coverings, rolls and sheets	
		(dark to bright)	(dark to bright)	(dark to bright)	(dark to bright)		
coarse	1.33	red	0.1 to 0.5	smooth concrete	0.25-0.5	dark	0.1-0.15
moderately fine	2.66	yellow	0.25-0.65	faced masonry		medium	0.15-0.25
very fine	5.00	green	0.15-0.55	red brick	0.15-0.3	bright	0.25-0.4
fine	10.00	blue	0.1-0.3	yellow brick	0.3-0.45		
		brown	0.1-0.4	lime sandstone	0.5-0.6		
note: 10% is too high for the south side, but good on the north		white (medium)	0.7-0.75	wood			
		grey	0.15-0.6	dark	0.1-0.2		
		black	0.05-0.1	medium	0.2-0.4		
				bright	0.4-0.5		

(E1) نورپردازی D%

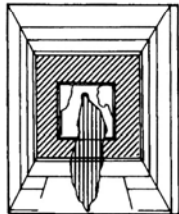
(E2) درجه انعکاس (رنگهای مواد)



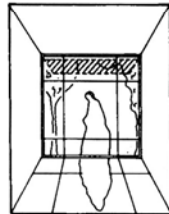
(E3) یکپارچگی: نور از کناره‌ها



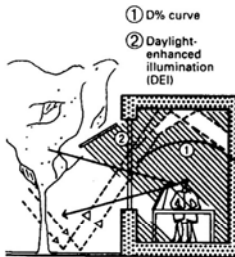
(E4) یکپارچگی: نور از بالا



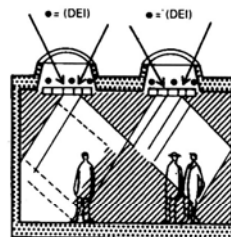
(E5) درخشندگی



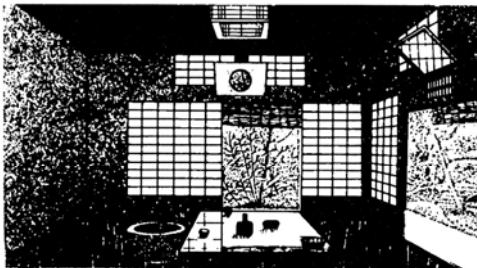
(E6) درخشندگی پایین



(E7) سایه‌ها، نور از کناره‌ها



(E8) سایه‌ها، نور از بالا



(E9) موقعیت نور در خانه‌های زایشی

تأثیر متقابل این کیفیت‌ها از نور روز، تأثیر شدیدی روی روشنایی در فضاهای داخلی دارد. برای به دست آوردن دیدگاه‌های ویژه، استفاده از روشنایی مخصوص با نور روز و درجه‌های گوناگون مورد نیاز است که به نوع فعالیت‌ها نیز بستگی دارد ← (۴۱). بنابراین درجه انعکاس برای دیوارها باید به واسطه احتیاجاتی در نظر گرفته شود که برای فراهم آوردن دیدگاه درست مورد نیاز است. ساختارهای گوناگون روشنایی در اتاق، به درجه انعکاس از سطوح گوناگون و نظام قرارگیری پنجره‌ها در روی نما وابسته است ← (۴۲).

(همچنین نگاه کنید به ← (۳۵))

یکپارچگی G از نورپردازی روشنایی روز (که به صورت D_{min}/D_{max} شناخته می‌شود) در جایی که نور از کنار می‌تابد، باید $1.06 < G$ باشد ← (۴۳). اگر نور از بالا باشد $D_{min} / D_{max} > 1.2$ ← (۴۴). این به صورت یک اصل قانون تغییرات نور روز در فضاهای داخلی می‌باشد. یکپارچگی، در صورت روشنایی از بالا بسیار مناسب‌تر است. اگرچه نوردهی زیت سه برابر بزرگتر از روشنایی افقی است. اندازه‌هایی که برای تغییر یکپارچگی به کار برده می‌شوند، می‌توانند تحت تأثیر قرار گیرند به وسیله:

- درجه انعکاس (اگر بسیار بالا باشد)،
- جهت هر درخشندگی، و
- نظام قرارگیری پنجره‌ها.

درخشندگی به واسطه انعکاس مستقیم و غیرمستقیم، از سطوح و به واسطه تضادهای نوری ناگهانی حاصل می‌گردد ← (۴۵) + (۴۶). اندازه‌های لازم برای جلوگیری از درخشندگی عبارتند از:

- سایه خوردگی در بیرون،
- محافظت از درخشندگی، در داخل و خارج، با به کارگیری سایه خوردگی،
- سطوح مات، و
- قرارگیری صحیح نور خورشید که به روشنایی منجر می‌گردد. برای این که اشیاء و سایر چیزهای موجود در اتاق قابل تشخیص شوند، سایه تا حدودی قابل قبول است ← (۴۷) شماتیک. به خاطر داشتن تأثیرات بیشتری از سایه‌های سه بعدی، به اندازه‌هایی نیاز است، در شرایطی که نور کناری شامل:

- سایه‌پردازی خورشیدی،
- محافظت در برابر درخشندگی،
- توزیع متعادل نور روز،
- درخشندگی غیرمستقیم، و
- نماهای چند لایه و یا نما با شکست می‌باشد.

اندازه‌ها برای سایه‌پردازی مناسب با نور از بالا شامل:

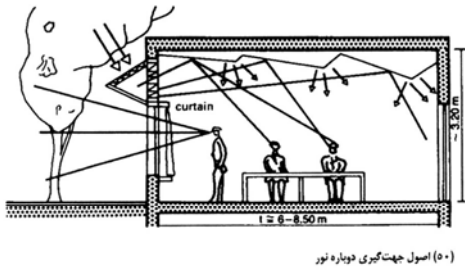
- نور روز لازم در لبه پایینی از باز شوی نور، از میان مواد نیمه شفاف، درجات نور و یا فیلترهای مشابه می‌باشد ← (۴۸) شماتیک،
- نور روز که به روشنایی مناسب منجر می‌گردد، و
- سطوح مات روشن که با تفاوت‌های رنگی ترکیب شده باشد (ساختار تقویت کننده). خلاصه: معیار کیفیت، نور روز است که از اطراف وارد می‌شود. در اصل، معیار کیفیتی در نظر گرفته شده برای نور روز، باید به طریقی که هویت نورپردازی تفسیر می‌گردد نتیجه بخش باشد. گوناگونی و تغییر نور روز در فضای داخلی، مرتبط است با دید بیرونی (خارجی) خوب، که در مقیاس بزرگتر، نتیجه طراحی مناسب نماست و انتقالی است از درون به بیرون. یک عبور دارای شکست، چند لایه و تقریباً شفاف، از درون به بیرون می‌تواند احتیاجات گوناگون مرتبط با نور روز را در تمام طول سال و فصول مختلف آن فراهم آورد ← (۴۹).

روشایی روز

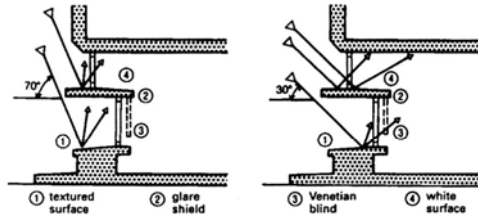
جهت‌گیری دوباره نور یا بازتابش (نور از کناره‌ها)

هر چه عمق اتاق افزایش یابد (در حالت عادی ۵-۷ m)، شدت نور روز در داخل اتاق کاهش می‌یابد (به منحنی عامل نور روز نگاه کنید) بازتابش به نور اجازه می‌دهد که اتاق‌ها به وسیله نور روز نورپردازی شوند، حتی اتاق‌هایی که دارای عمق قابل توجهی هستند. بازتابش نور، براساس اصولی پایه‌ریزی شده که زاویه نور برخورد نموده مساوی با زاویه انعکاس باشد. هدف از این، دوباره جهت دادن این است که ← (۵۰):

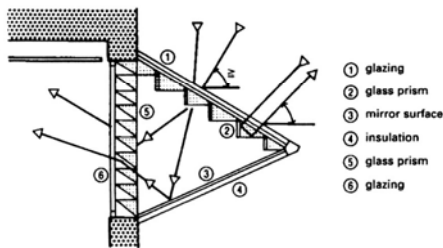
- یک توزیع یکپارچه از نور روز را به دست آوریم.
- نورپردازی بهتری از روشایی روز در عمق اتاق به دست آید.
- از درخشندگی هنگامی که خورشید بالاست اجتناب و از نور خورشید در زمستان استفاده کنیم.



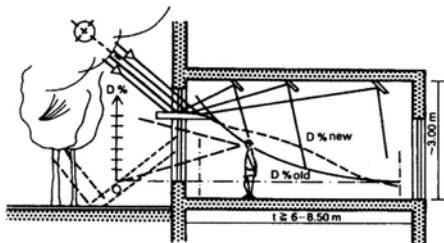
(۵۰) اصول جهت‌گیری دوباره نور



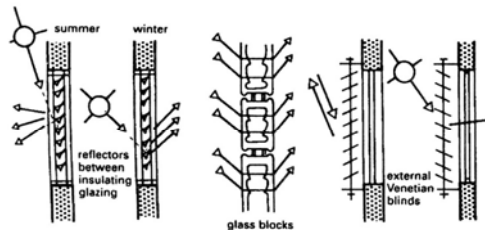
(۵۱) کتابخانه Hout Airy در ایالت متحده آمریکا



(۵۲) جهت‌گیری منشوری نور



(۵۳) طراحی سقف برای بازتابش نور



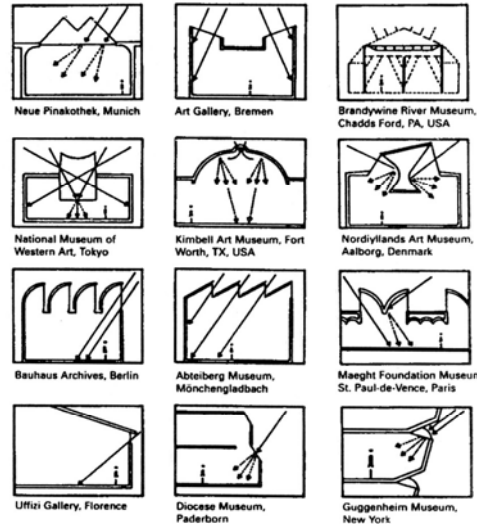
(۵۴) بازتابش نور

در مقابل پرتوهای زینت حفاظ قرار دهیم، و یا استفاده از آن‌ها را غیرمستقیم نماییم، بازتابش پرتوهای پراکنده انجام شود و نیاز به محافظت خورشیدی بیشتر را با کمک یک محافظ در برابر درخشندگی در فضاهای داخلی (به خصوص توسط درختان) حذف کنیم. سطح نور (انعکاس دهنده‌ها) این‌ها می‌توانند در داخل و یا خارج پنجره‌ها، در فضای کناری قرار گیرند. صفحات آینه‌ای، پولیش دار و یا سفید می‌توانند به عنوان صفحات انعکاس دهنده به کار برده شوند. آن‌ها یکپارچگی بازتابش را افزایش می‌دهند به خصوص اگر سقف برای دریافت نور بازتاب شده ساخته شده باشد. اگر لازم باشد، محافظت در برابر درخشندگی (در ناحیه میانه بخش کناری و سقف) صورت خواهد گرفت ← (۵۱).

منشورهای منشورهای (بلورهای) بصری می‌توانند برای دستیابی به یک تابش و یا بازتابش دلخواه، به کار برده شوند ← (۵۲). صفحات منشور، نور خورشید را با جدایی کمتر منعکس می‌کنند و فقط اجازه می‌دهند که نور پراکنده از آسمان، از میان آن‌ها عبور کند. برای جلوگیری از نفوذ پرتوهای خورشیدی، صفحات منشور به صورت آینه‌ای و مقابل هم قرار می‌گیرند. صفحات منشور تضمین کننده نور پردازی با نور روز، به اندازه مناسب تا عمق اتاق تقریباً ۸ متر می‌باشند. دید بیرونی شکست نور و محافظت در برابر درخشندگی. نور پردازی در عمق اتاق می‌تواند به وسیله دوباره جهت بخشیدن به نور و به وسیله تعبیه سطوح منعکس کننده در سقف فراهم گردد ← (۵۳). دید بیرونی به همان صورت باقی می‌ماند ولی نورپردازی زینت به صورت ماسک صورت می‌گیرد. محافظت در برابر درخشندگی فقط در زمستان موردنیاز است، اما اگر لازم باشد، یک نورپردازی با نور روز نیز در بخش‌های کناری صورت خواهد گرفت.

شیشه‌های کنترل کننده خورشیدی، آجرهای شیشه‌ای و پنجره‌های کرکره برای انتخاب مقدار تابش و برای جهت‌گیری دوباره به کار برده می‌شوند و شامل سیستم‌های زیر می‌باشند ← (۵۴):

- شیشه کنترل کننده خورشیدی، به خصوص انعکاس دهنده‌های آینه‌ای (سخت) بین صفحات شیشه‌ای که باعث انعکاس نور در تابستان و عبور آن در زمستان می‌شوند.
- بلوک‌های شیشه‌ای به خصوص منشورهای پولیش خورده برای افزایش یکپارچگی نور.
- پنجره‌های کرکره‌ای به خصوص آن‌هایی که به صورت روشن در بخش بیرونی قرار گرفته‌اند برای شکست نور روز. مثال‌های مربوط به جهت‌گیری دوباره نور خورشید در قسمت سقف موزه‌ها در ← (۵۵) نشان داده شده است.



(۵۵) بازتابش نور، نور بالا (مثال‌هایی که در این‌جا نشان داده شده‌اند موزه‌ها هستند)

روشنایی روز

روش و مراحل تعیین درجه روشنایی نور روز (D%) در فضاهای داخلی (نور بالا و نور کناری) با یک آسمان ابری

روش‌های بسیاری برای تعیین درجه نور روز وجود دارند، مثل محاسبه کردن، روش گرافیکی، روش‌های کامپیوتری و تکنیک‌های اندازه‌گیری.

برای دستیابی به یک اصول درست در «اتاقی که ساخته می‌شود» یا «ساختمانی که بنا می‌گردد»، یک تصویرسازی مجازی تقریبی از درجات نور خورشید توصیه می‌گردد. این، می‌تواند با به کار گیری روش‌های ترسیمی و یا ساخت ماکت صورت گیرد.

اگرچه توزیع نور روز فقط می‌تواند در سه بُعد ارزشیابی و معین گردد، اما یک ماکت از یک اتاق یا ساختمان، باید در یک شرایط فرضی مورد آزمایش قرار گیرد تا تأثیرات گوناگون نور روز بتوانند مورد آزمایش واقع شود.

روش تجربی: ماکت اتاق با روشنایی آویزان، مات، سقف نیمه شفاف، نورپردازی مصنوعی در بالای سقف و یک سطح آینه‌ای (که در جهت افقی دوران کرده دیوارهای اطراف را منعکس می‌نماید) ساخته می‌شود. این شبیه‌سازی است از تأثیر یکپارچگی آسمان ابری ← (۵۶).

نورپردازی تقریبی ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس کافی می‌باشد. نورپردازی فضای خارجی از آسمان مصنوعی اندازه‌گیری می‌شود ($E_a = 2000 \text{ lx}$). با به کارگیری ابزار ویژه‌ای روی یک مدل معماری به مقیاس ۱:۲۰، نورپردازی در فضای درونی مدل به وسیله $(E_i = 200 \text{ lx})$ اندازه‌گیری می‌شود.

بنابراین عامل نور روز در فضاهای داخلی، مقداری است برابر با ۱۵٪ در نقطه P. گوناگونی و تفاوت نور روز در یک مدل به وسیله این متد و به کارگیری آن تعیین می‌گردد ← (۵۷).

مواد گوناگون را برای آن که روی گوناگونی نور روز، نورپردازی، تأثیرات رنگ‌ها، ابعاد اتاق و غیره تأثیر بگذارند، می‌توان به کار برد. اما باید توجه داشت که معیار کیفیت برای نور روز نیز بیان گردد.

مواد زیر می‌توانند برای تجربه کردن تأثیرات نور روی یک مدل، به کار برده شوند: مقواها یا کاغذهای با رنگ‌های گوناگون، ترجیحاً با رنگ باستیل، کاغذهای شفاف و ترانسپارنت برای جلوگیری از درخشندگی و برای ایجاد پرتوها و تابش‌های پراکنده، فویل آلومینیومی و یا صفحات گلاسه به عنوان سطوح بازتابنده.

نور روز در فضاهای داخلی با نور از بالا

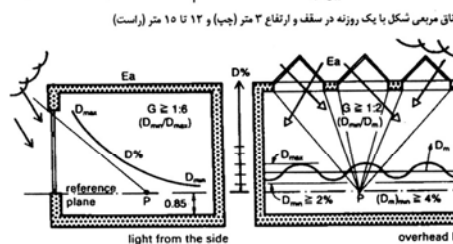
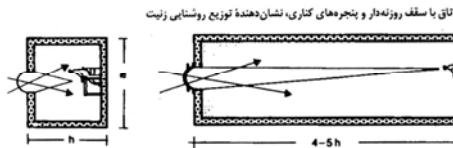
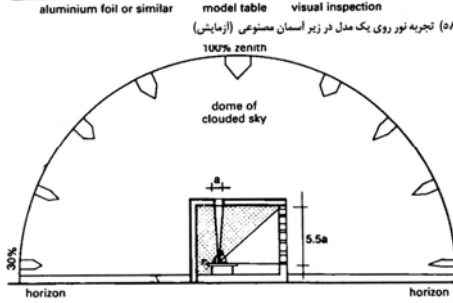
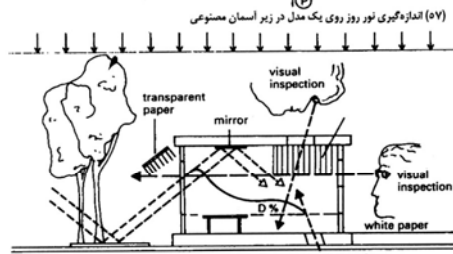
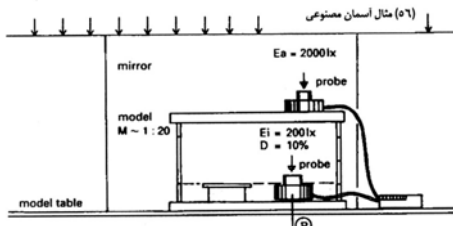
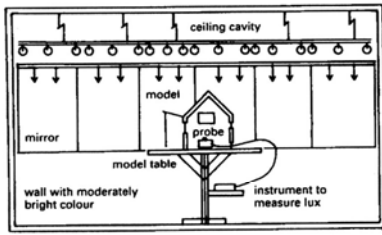
نورپردازی فضاهای داخلی با نور روز از بالا، موضوعی است که ضرورت دارد در اتاق‌هایی که دارای پنجره‌های کناری هستند در نظر گرفته شوند، به خصوص در نورپردازی با نور روز در آسمان ابری. در حالی که نوری که از یک طرف می‌آید، یکپارچگی اندکی از توزیع نور به وجود می‌آورد (در عین حال، تقاضا برای D% را افزایش می‌دهد). این مکانی نیست که نورپردازی از بالا در آن صورت گیرد. کیفیت نور روز در بخش انتهایی، به شدت تحت تأثیر نورپردازی زینت، تناسبات اتاق، معیار کیفیتی، نور روز از بالا و عوامل کاهش دهنده است.

بهترین مکان برای کار در اتاق، در ← (۵۹) نشان داده شده است که در فاصله‌ای از پنجره کناری که مساوی با ارتفاع از بالای محل کار و از منبع نوری بالا سری می‌باشد قرار گرفته است.

اگر همین درجه روشنایی که به وسیله نور بالا سری تولید می‌گردد روی سطح موردنظر (۰/۸۵ متر از سطح کف) به وسیله نورهای پنجره‌های کناری تأمین گردد، پنجره نباید به ۵/۵ برابر بزرگتر از آن چیزی باشد که روزنه نور سقف داراست. دلیل آن، این است که نوری که از بالا می‌آید روشن‌تر می‌باشد، بنابراین روشنایی زینت به شدت سه برابر بیشتر از روشنایی افقی است، یعنی نور بالا نمایش دهنده ۱۰۰٪ از نور آسمان است در حالی که فقط ۵۰٪ نور آسمان از پنجره‌های کناری وارد می‌شود.

نورپردازی یک اتاق از بالا به تناسبات آن اتاق مثل طول، عرض و ارتفاع بستگی دارد (نگاه کنید به ← (۶۰))، اگرچه، باید از اتفاقات ناشی از «تأثیر سیاه چال» اجتناب شود.

معیار کیفیت برای نور بالا سری: تغییرات نور روز (D%) در یک فضای داخلی با پنجره‌های کناری به وسیله D_{min} ، D_{max} شکل می‌گیرد. یکپارچگی $G < 1.2$ و (D_{min}/D_m) از ۲٪، از D_{min} برای نورپردازی نور روز با نور بالا سری در فضاهای کار (اتاق‌های کار) $> 4\%$ (D_{min}/D_m) ← (۶۱) موردنیاز است.



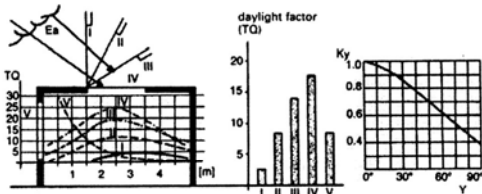
(۶۱) نور روز (D%, D_m) و یکپارچگی (G) با نور بالا سری و نور کناری

روشنایی روز نورپردازی از سقف

ratio Dmin:Dmax	recommen- dation	ke value = O/h			O = h ke
	target values	< 1	1.1		
approx. 1:1		1.2	1.3	1.4	
1:1.5	tolerable	1.4	1.5	1.7	
1:2	critical	1.6	1.8	2.0	
1:2.5		1.7	2.0	2.2	
1:3	avoid				

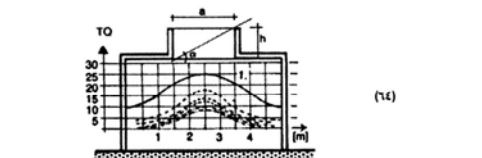
height of overhead illumination, room height and the uniformity of lighting which is sought, showing the corresponding overhead light arrangements in the roof area (ke factor)

(12) مقادیر توصیه شده برای نسبت Dmin/Dmax

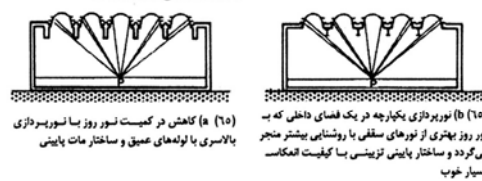


(12) تفاوت‌های مقایسه‌ای در عامل نور روز برای روشنایی کناری و بالاسری با شیب‌های گوناگون نورهای سقفی

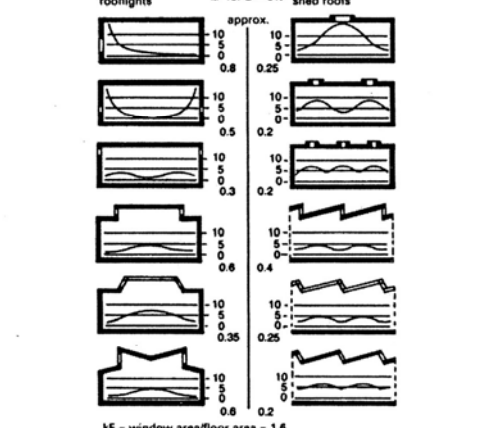
(13) عامل کاهنده ky به عنوان عملکرد شیب زاویه سطح صیقلی در سقف‌های پوسته‌ای



(14) تفاوت‌های مقایسه‌ای در عامل نور روز برای روشنایی کناری و بالاسری با شیب‌های گوناگون نورهای سقفی



(15) کاهش در کمیت نور روز با نورپردازی بالاسری یا لوله‌های عمیق و ساختار مات پایشی بسیار خوب



(16) تأثیرات پنجره‌های متفاوت و نورهای سقفی در عوامل نورهای روز گوناگون در یک اتاق با ابعاد ثابت

نورهای سقفی، در نقاطی روی سقف طراحی می‌شوند و روشنایی ماکزیمم و می‌نیمم را در ناحیه‌ای که نور موردنیاز است (در سطح کار و در بخش کناری) فراهم می‌کنند. مقدار میانگین میان روشنایی و تاریکی که محاسبه می‌شود، میانگین عامل نور روز D_m خوانده می‌شود.

بنابراین، D_m میانگین عددی بین D_{min} و D_{max} با توجه به مرجع موردنظر و یا سطح کاری می‌باشد (۰/۸۵ متر بالاتر از تراز کف). مقدار $G > 1.2$ مورد احتیاج براساس D_{max} نمی‌باشد، بلکه براساس D_{min} است چون نور روز از بالا از نظر روانشناسی بیشتر از کنتراست است. در این یکپارچگی $D_m = 1$ و $D_{min} = 1.2$ باید باشد (مقایسه کنید ← (۶۱) در عین حال، معیار کیفیتی که برای کنترل نور روز بالا سری در اتاق‌ها به دست می‌آید، به وسیله ارتفاع اتاق و شکل نور سقفی محدود می‌گردد (عامل K_e).

یکپارچگی ایده‌آل، هنگامی به دست می‌آید که فاصله‌های میان نورهای سقفی (۰) مساوی با ارتفاع اتاق (h) باشد، به عنوان مثال، یک نسبت تقریباً ۱:۱.

در عمل، این قانون بدین شکل است که نسبت فواصل نورهای سقفی به ارتفاع اتاق، باید ۱:۱/۵ و ۱:۲ باشد (بینید ← (۶۲)). این شکل، در برگزیده جدولی است که این تناسب و تأثیرات در آن‌ها یادآوری شده‌اند.

این شکل، در عین حال توصیه‌هایی را برای کانال‌های نور که باید در سقف قرار گیرند شامل می‌شود.

نمونه‌های نورهای سقفی و اجرای ساختمان

شیب نورهای سقفی، معین کننده در صد نور و اجزای آن، از آسمان است که در ← (۶۳a) آورده شده است. کمیت نور ضمنی که از پنجره‌های کناری وارد می‌شود، با کمیت نوری که به وسیله نورهای سقفی تأمین می‌گردد در حالت‌های گوناگون مقایسه می‌شود. بیشترین کمیت نور، از نورهای سقفی افقی به دست می‌آید.

از طرفی دیگر، روشنایی ماکزیمم از پنجره کناری، فقط در نزدیکی پنجره‌ها ایجاد می‌گردد. برای شیشه‌هایی که به صورت عمودی بالا سر است، کمترین روشنایی روی سطح موردنظر وارد می‌شود.

بنابراین، یک عامل کاهنده (K_y) برای کمیت نوری که به زاویه شیب نور سقف بستگی دارد به وجود می‌آید. عوامل کاهنده‌ای که با پوشش‌های سقف با شیب‌های متفاوت مرتبط هستند در ← (۶۳b) نشان داده شده‌اند.

نوری که به شکل پراکنده روی سقف می‌افتد، قبل از آن که بر نور روز داخل رواق تأثیر بگذارد، معمولاً به وسیله ساختار و عمق قرارگیری، تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

درجات مختلف نور برای کانال‌ها با تناسب گوناگون در زیر نورهای سقفی، در ← (۶۴) نشان داده شده است. به طور گسترده، از لوله‌های بلند و توده‌ای و آن‌هایی که در عمق ساخته شده‌اند باید اجتناب کرد ← (۶۵a)، در حالی که ساختارهای بلند بازتابنده، همراه با تزئینات توصیه شده است ← (۶۵b).

کیفیت نور روز در یک فضای داخلی با نورهای سقفی، نه تنها به عواملی که در بالا گفته شد وابسته است، بلکه عامل مهم دیگری نیز نسبت به مساحت کل نورهای بالا سری به مساحت کف اتاق (عامل K_F) می‌باشد.

دیاگرام‌های ← (۶۶) نشان‌دهنده درجه نور روز از پنجره‌های کناری با شکل‌های گوناگون هندسی و روشنایی نور بالاسری می‌باشند.

برای افزایش عامل نور روز D_{min} به وسیله ۵٪ برای پنجره‌های کناری یا نورهای متقابل سقفی، تناسب پنجره‌ها باید به طرز قابل توجهی افزایش یابند، به صورت الگویی تا نسبت ۱:۱/۵. با کنتراست، برای مقادیر مشابه از نورپردازی بالا سری، به خصوص با شکل نورهای سقف پوسته‌ای، مساحت فقط مقدار کمی باید افزایش یابد. نسبت مساحت نور سقفی به مساحت کف از ۱:۴ تا ۱:۵ مناسب است.

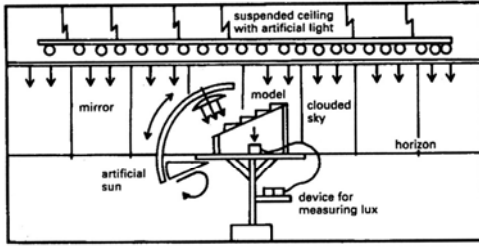
سایر عوامل کاهنده در زیر آورده شده‌اند:

- عبور از سطوح صیقلی، t .
- بخش و اشکال ساخت و ساز k_1 .
- گرد و غبار گرفتن سطوح صیقلی k_2 ، و
- روشنایی پراکنده k_3 .

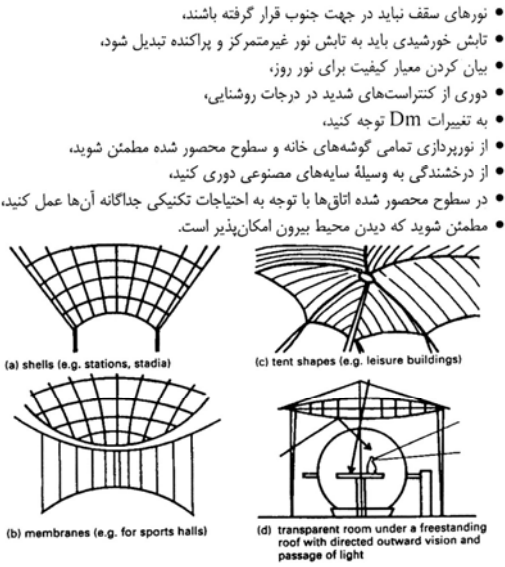
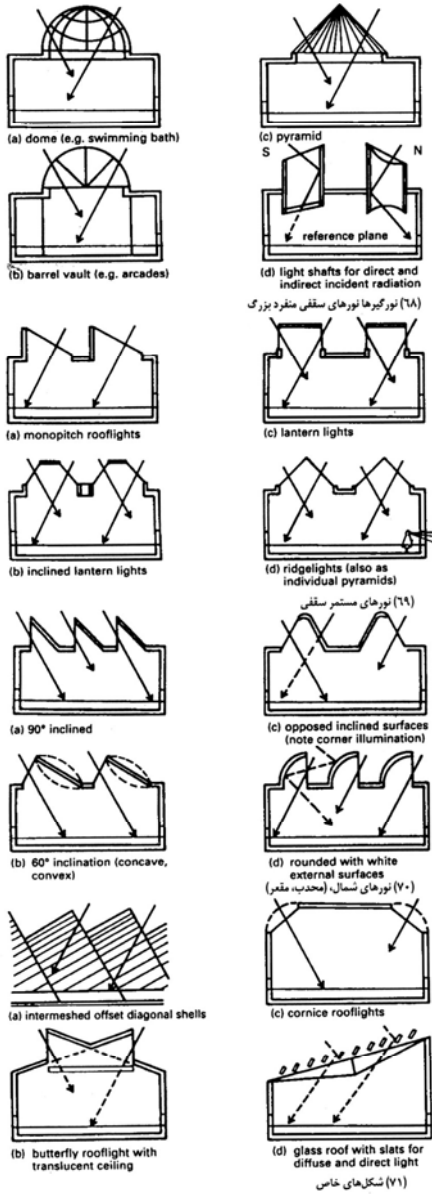
روشنایی روز

ارزشیابی تجربی از کیفیت نور روز با نورپردازی از بالا

ارزشیابی مشخص مربوط به نور روز و موقعیت‌های گوناگون وابسته به آن، باید در زمینه آسمان ابری صورت گیرد. نورهای سقف، فقط نورهای در نظر گرفته شده برای تابش پراکنده نیستند بلکه آن‌ها در برابر تابش خورشیدی مستقیم نیز قرار می‌گیرند. موقعیت‌های گوناگون روشنایی باید شبیه‌سازی شوند، نه تنها در زیر یک آسمان مصنوعی، بلکه در زیر یک خورشید مصنوعی. در این فرآیند، معیار کیفیت برای نور روز روی یک مدل، به وسیله چشم تشخیص داده می‌شود ← (۶۷). پارامترهای طراحی برای روشنایی بالاسری در زیر آورده شده است ← (۶۸) - (۷۲) و همچنین ← (۵۵)



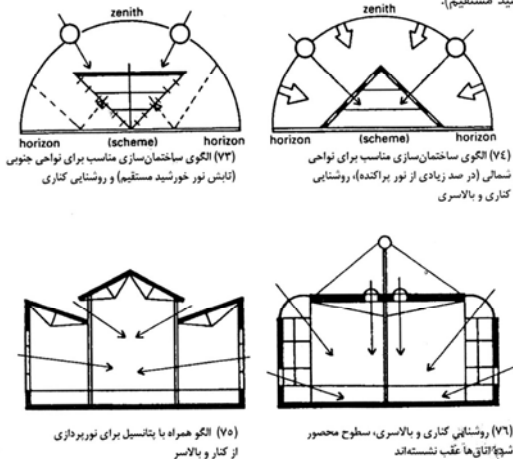
(۷۱) نور مصنوعی آسمان و خورشید مصنوعی



(۷۲) نورگیرهای بزرگ سقفی شکل‌های مشخص

روشنایی بالاسری و کناری

انتخاب میان روشنایی بالاسری و کناری، به کاربری که ساختمان و در عین حال منابع نوری بیرونی (خارجی) دارد وابسته است. به عنوان مثال، در جایی که نور شدید و موقعیت‌های آب و هوایی ویژه‌ای وجود دارد، ساختار مناسب فرم‌ها باید در نظر گرفته شوند و شکل ساختمان‌ها را باید طوری طراحی کرد که با عرض جغرافیایی موقعیت ساختمان و نور پیش‌بینی شده هماهنگ باشند (به عنوان مثال برای استفاده بهینه از نور پراکنده و نور خورشید مستقیم).



روشنایی روز

عایق بندی

تعیین نور خورشید روی سازه‌ها

مورد مصرف

مسیر نور خورشید روی یک ساختمان طراحی شده، می‌تواند مستقیماً از روش زیر استخراج گردد؛ اگر پلانی از سازه مورد نظر، روی صفحات شفاف ترسیم شده و در جهت درست خود قرار گرفته و جهت‌گیری مناسبی روی نمودار مسیر خورشید داشته باشد، اطلاعات مسیر خورشید به ناحیه عرض جغرافیایی ۵۱/۵ درجه شمالی (لندن - Cardiff) مربوط می‌شود.

برای مکان‌های شمالی به عنوان مثال در ۵۵ درجه شمالی (نیوکاسل) ۳/۵ درجه باید کم شود. مقادیری که بر حسب درجه، در بیرون از دایره داده شده، مربوط به آرموت است، یعنی زاویه‌ای که به وسیله آن، حرکت شرقی - غربی خورشید روی سطح افق اندازه‌گیری می‌شود. زمان‌های محلی نیز، در دایره بیرونی داده شده‌اند که در ارتباط با زمان استاندارد، روی مدار صفر درجه (گرینویچ، نصف‌النهار مبدأ گرینویچ) قرار دارند.

در مکان‌های مدارهای شرقی این درجات، زمان محلی ۴ دقیقه نسبت به درجه‌های شرقی زودتر از زمان استاندارد می‌باشد.

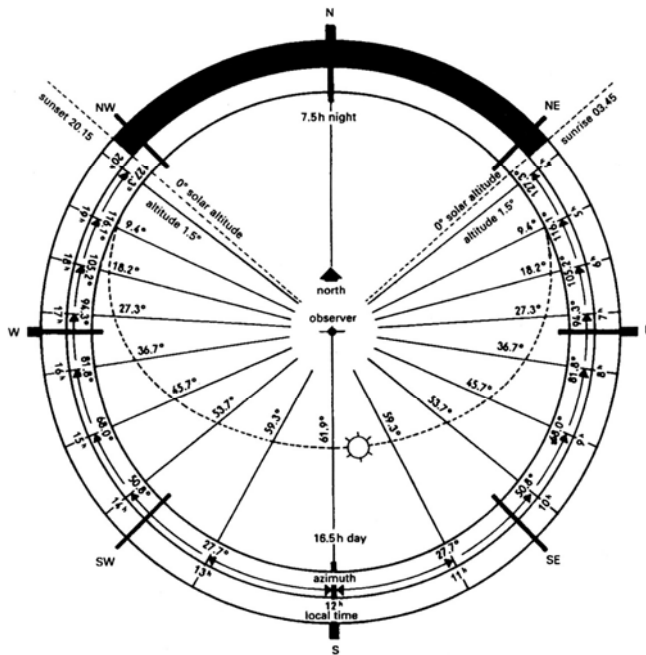
برای هر درجه از مدار طولی صفر درجه به غرب، زمان محلی، ۴ دقیقه دیرتر از زمان استاندارد است.

مدت تابش خورشید

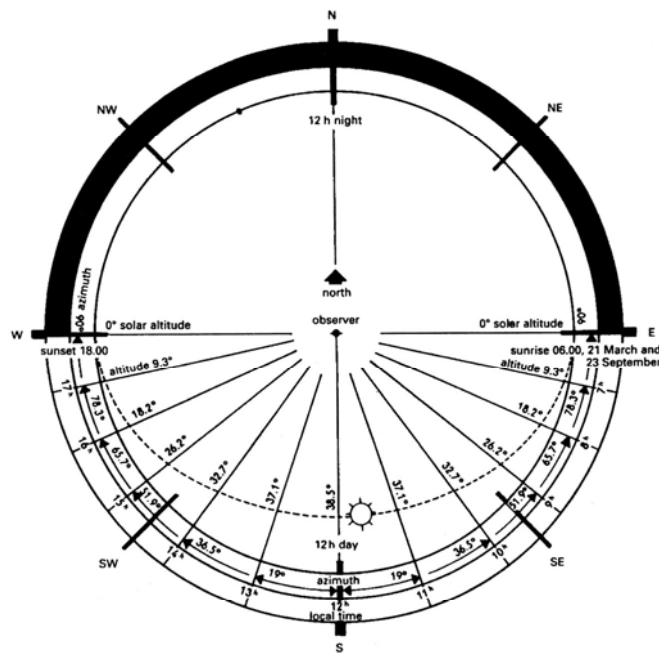
پتانسیل مدت تابش خورشید در هر روز، تقریباً شبیه ۲۱ می‌تا ۲۱ جولای، ۱۶ تا ۱۶/۴۵ ساعت و از ۲۱ نوامبر تا ۲۱ ژانویه ساعت ۷/۳۰ تا ۸/۱۵ است. در ماه‌های خارج از این تاریخ‌ها، مدت طلوع خورشید ماه به ماه تقریباً ۲ ساعت تغییر می‌کند. مدت مؤثر طلوع خورشید، حدوداً ۴۰٪ از اندازه‌هایی است که در بالا ارائه شده است، که بسته به تشکیل ابرها و غبارها و مه گرفتگی، براساس موقعیت مکانی تغییر می‌کند. اطلاعات دقیق‌تر را می‌توان از مراکز اطلاعاتی در ناحیه مورد سؤال به دست آورد.

خورشید و حرارت

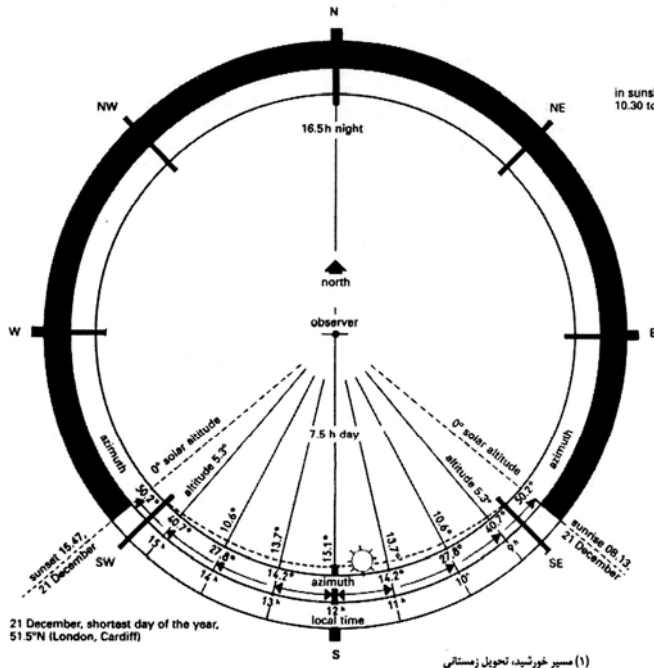
حرارت طبیعی در فضای باز، به موقعیت خورشید و توانایی سطح زمین در پس‌دهی گرما بستگی دارد. به‌همین دلیل، منحنی گرما تقریباً ۱ ماه عقب‌تر از منحنی ارتفاع خورشید است. گرم‌ترین روز، ۲۱ دسامبر نیست بلکه روزهای آخر ژانویه می‌باشد. این، پدیده‌ای است که براساس موقعیت‌های محلی به طرز غیرعادی تغییر خواهد کرد.



(۱) مسیر حرکت خورشید تحول تابستانی (۲۱ ژوئن) طولانی‌ترین روز سال ۵۱/۵ شمالی (لندن - کاردیف)

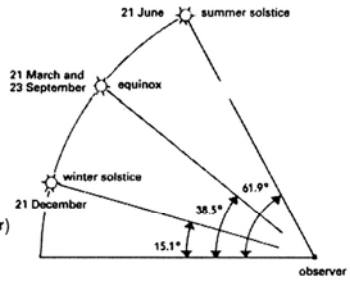


(۲) مسیر حرکت خورشید: اعتدال بهاری (۲۱ مارس) اعتدال پاییزی (۲۳ سپتامبر)

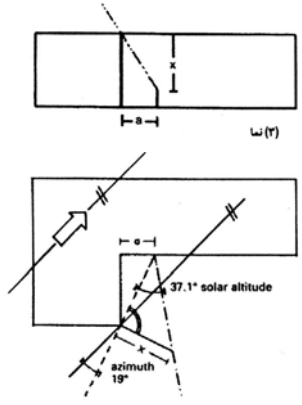


21 December, shortest day of the year, 51.5°N (London, Cardiff)

(۱) مسیر خورشید، تحویل زمستانی



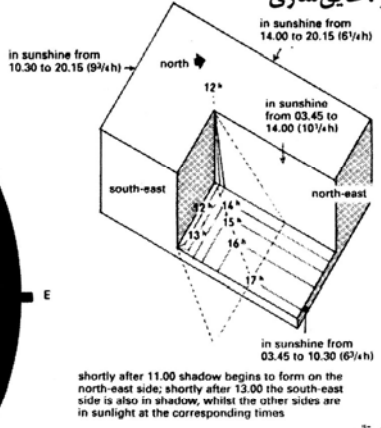
(۲) موقعیت خورشید در میانه اعتدال و تحویل شب و روز



to establish the duration of sunshine or shadow on a building at a particular time of year and time of day (e.g. 11.00 on the equinox), the azimuth in the plan view is constructed on the corner of the building in question. This determines the boundary of the shadow in the plan view upon which the solar altitude (effective light beam) is constructed by rotation about the azimuth line. The intersection x at right angles to the plan view shadow, translated to the elevation, provides the boundary of the shadow on the front of the building as a distance below the upper edge of the building.

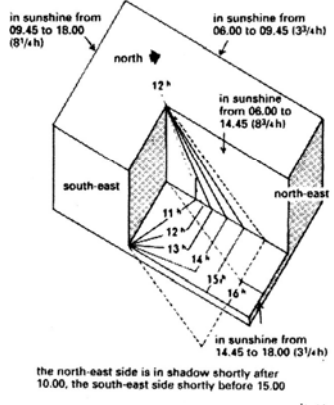
(۴) پلان

نور روز ، عایق سازی



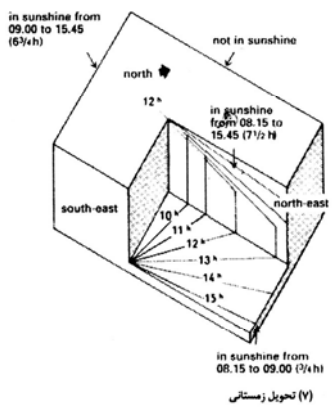
shortly after 11.00 shadow begins to form on the north-east side; shortly after 13.00 the south-east side is also in shadow, whilst the other sides are in sunlight at the corresponding times

(۵) تحویل تابستانی



the north-east side is in shadow shortly after 10.00, the south-east side shortly before 15.00

(۶) اعتدال شب و روز

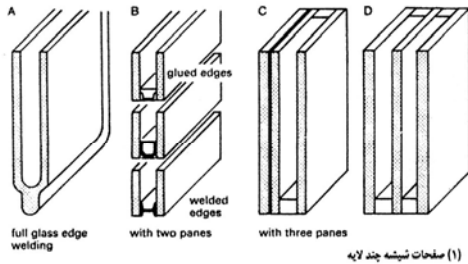


the north-east side is in the sun for barely 1h, the south-east receives shadows shortly after 15.00

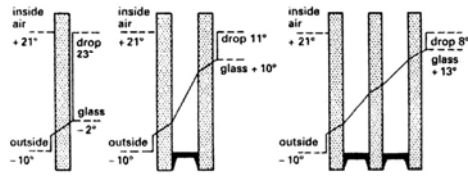
(۷) تحویل زمستانی

شیشه

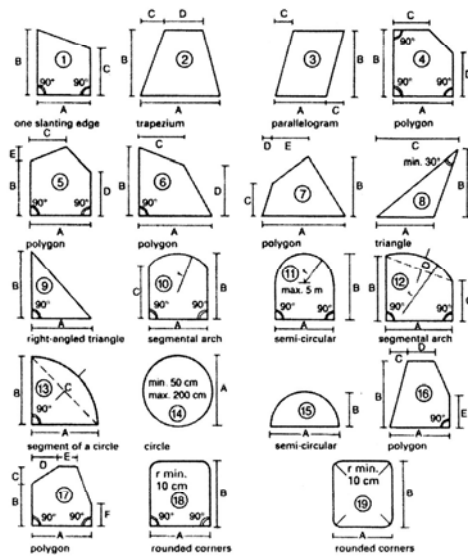
شیشه‌گذاری دولایه و سه‌لایه



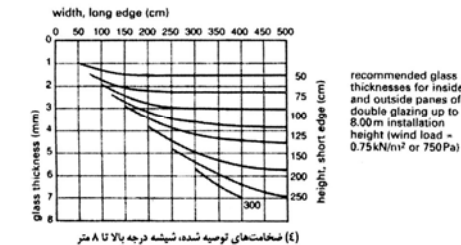
(1) صفحات شیشه چند لایه



(2) گرمای انتقالی از قطعات شیشه یک لایه، دو لایه و چند لایه



(3) قطعات شیشه تولید شده - اندازه‌ها و شکل‌های مختلف

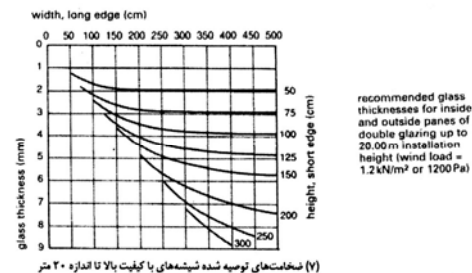


cavity width		double glazing with 2 x OPTIFLOAT float glass						k (W/m²K)
		4mm	5mm	6mm	8mm	10mm	12mm	
8	width (cm)	141	185	185	300	300	300	3.2
	height (cm)	240	300	500	500	500	500	
	surface area (m²)	3.4	5.5	9.2	15.0	15.0	15.0	
	aspect ratio	1:6	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	
	overall thickness (mm)	16	18	20	24	28	32	
10	width (cm)	141	245	280	300	300	300	3.1
	height (cm)	240	300	500	500	500	500	
	surface area (m²)	3.4	7.3	14.0	15.0	15.0	15.0	
	aspect ratio	1:6	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	
	overall thickness (mm)	18	20	22	26	30	34	
12	width (cm)	141	245	280	300	300	300	3.0
	height (cm)	141	245	280	300	300	300	
	surface area (m²)	3.4	7.3	14.0	15.0	15.0	15.0	
	aspect ratio	1:6	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	
	overall thickness (mm)	20	22	24	28	32	36	
thickness tolerance (mm)		± 1.0 ± 1.0 ± 1.0 ± 1.0 ± 1.0 ± 1.0						
size tolerance (mm)		± 1.5 ± 2.0 ± 2.0 ± 2.0 ± 2.0 ± 2.0						
weight (kg/m²)		20 25 30 40 50 60						

(4) سطوح شیشه دو جداره

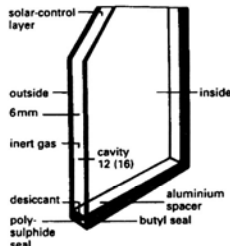
build-up	OPTIFLOAT (mm)	4 4 4	5 5 5	4 4 4	5 5 5
cavity width (mm)		(8.5)	(8.5)	(6)	(6)
k value	(W/m²K)	1.9	1.9	2.0	2.0
light transmittance (%)		74	72	74	72
unit thickness (mm)		29	32	24	27
max. edge length (cm)		141 x 240	180 x 240	141 x 240	180 x 240
min. size (cm²)		24 x 24	24 x 24	24 x 24	24 x 24
aspect ratio		1:6	1:6	1:6	1:6
max. area (m²)		3.4	3.4	3.4	3.4
weight (kg/m²)		ca. 30	ca. 38	ca. 30	ca. 38
thickness tolerance:		-1mm +2mm		size tolerance: ± 2.0 mm	

(5) صفحات شیشه سه جداره

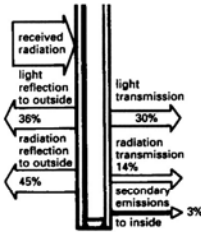


شیشه

کنترل نور خورشید با شیشه‌های دو جداره



(۱) سطوح شیشه‌ای دو جداره کنترل کننده نور خورشید



(۲) سطوح دو جداره کنترل کننده نور خورشید

کنترل نور خورشید در سطوح شیشه دو جداره، در واقع به وسیله عبور زیاد نور و عبور انرژی در کمترین مقدار ممکن، شکل می‌گیرد. این کار، با یک لایه بسیار نازک از یک فلز خاص که در قسمت داخلی یکی از لایه‌ها قرار می‌گیرد به دست می‌آید. علاوه بر کیفیت‌های کنترل کننده نور خورشید، سطوح دو جداره دارای تمام خصوصیات عایق‌سازی سطوح دو جداره هستند، با مقدار k بالاتر از $1/2 \text{ W/m}^2\text{K}$. انتخاب گروه وسیعی از رنگ‌ها و زمینه‌های بدون رنگ، به وسیله سطوح یک‌جداره و یا دو جداره شیشه که به صورت پانل‌هایی در نما قرار می‌گیرند، امکان طراحی‌های متنوعی را فراهم می‌آورند. شیشه کنترل کننده نور خورشید، می‌تواند با شیشه کاهش دهنده صدا، شیشه آرمان‌نوردار، شیشه متورق، شیشه ایمن و یا شیشه پیش‌تینده تزئین شده یا به صورت شیشه‌های داخلی یا شیشه‌های خارجی ترکیب شود. ترکیب یا شیشه سیم‌دار، امکان‌پذیر نیست.

هر نوع شیشه‌ای، با رنگ آن مشخص می‌گردد (همانگونه که از بیرون دیده می‌شود) مثل یک جفت از مقادیر: اولی مقدار انتقال نور است و بعدی میزان انرژی که منتقل می‌شود و هر دو، به درصد بیان می‌شوند، به عنوان مثال (آبی) $40/26$.

عبور نور T_L در $380-780 \text{ nm}$ باند طول موج می‌باشد که به حساسیت چشم انسان به نور بستگی دارد (انکاس نور R_L از بیرون و دورن (%))، راندوی رنگ در جدول Ra:

یک راندوی رنگی خوب $Ra > 90 =$

یک راندوی رنگی خوب $Ra > 80 =$

عبور UV، در واقع T_{UV} است که $250-320 \text{ nm}$ از باند طول موج است و در واقع، جمع انرژی مستقیم عبور و عبور گرمایی فرعی به داخل است (= تابش و هدایت).

مقدار b ، در واقع میانگین عامل عبور از انرژی خورشیدی است که براساس عبور انرژی پایه‌ریزی شده و برای یک صفحه شیشه‌ای با ضخامت 3 mm ، 7% ، 87% در نظر گرفته شده است به طور تقریبی:

$$b = \frac{g(\%)}{87\%}$$

که در آن g مقدار عبور کلی است.

کد انتخاب شده $S.S = T_L/g$ ، مقدار بزرگ‌تر برای کد انتخاب شده S نشان‌دهنده ارتباط قابل قبول میان عبور نور (T_L) و میزان کلی عبور انرژی است (g).

عبور گرمایی k از بخش سطوح شیشه‌ای، نشان‌دهنده این است که چه مقدار انرژی به هنگام عبور از شیشه از دست می‌رود. هر چه این مقدار کمتر باشد، میزان به هدر رفتن گرما نیز کمتر خواهد بود. مقدار k از قابلیت هدایت حرارتی سطوح دو جداره به طور وسیعی، به فاصله‌های که میان دو صفحه شیشه‌ای وجود دارد و محتویاتی که در فاصله وجود دارد بستگی خواهد داشت (هوا یا گاز داخلی). با شیشه‌های کنترل کننده نور خورشید، مقدار k به خاطر وجود لایه فلز گرانبها افزایش می‌یابد. مقدار استاندارد k ، براساس فاصله مناسب 12 mm میان شیشه‌ها شکل گرفته است.

عموماً، راندوی رنگ اینگونه به نظر می‌رسد که هرگز عوض نمی‌شود و تغییری ایجاد نمی‌کند ولی اگر از پشت شیشه و از پشت بخشی که شیشه ندارد به بیرون نگاه کنیم، متوجه تفاوت آن دو خواهیم شد. براساس نوع شیشه، این رنگ معمولاً قهوه‌ای یا خاکستری است. این تفاوت، در عین حال هنگامی که از بیرون و از گوشه‌ها به داخل نگاه می‌کنیم نیز مشخص می‌گردد. رنگ فضای داخلی، فقط تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در حاشیه‌ها که نور از پنجره‌ها داخل می‌شود و کیفیات بصری از نور روز نوع راندوی رنگ را تغییر می‌دهد به وسیله جدول R مشخص می‌گردد.

بخش چندکاره سطوح شیشه دو جداره

با توجه به تقاضای روز افزون که برای جای‌گیری اجزای روی نما وجود دارد، سطوح شیشه، نیازمند این امر هستند که گروه وسیعی از عملکردها را دارا باشند: عایق‌بندی حرارتی، مقاومت و محافظت در برابر آتش، زیبایی شناختی و عوامل طراحی، محافظت محیطی و یابرجایی. نیاز به این عملکردها، یک جز محافظت شده را می‌طلبد که نمی‌تواند فقط به واسطه سطوح شیشه دو جداره معمولی تأمین گردد.

قطعات چندکاره سطوح شیشه دو جداره، می‌توانند خواص حفاظتی بسیاری را در درون خود دارا باشند و از نظر تکنولوژی این امر امکان‌پذیر است که همه آن چه که در بالا گفته شد دارا باشند. اگرچه یک قطعه چندکاره از سطوح شیشه‌ای هنوز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست.

type	light transmittance, T_L (%)	light reflection outside/inside, R_L (%)	UV transmittance, T_{UV} (%)	k value (W/m ² K)	total energy transmittance, g (%)	mean transmittance value, b	selectivity code, S	max. dimensions (cm x cm)	
titanium 66/43	66	21	18	17	1.4	43	0.49	1.53	260x500
aurasin 66/44	66	15	11	7	1.4	44	0.50	1.50	240x340
50/32	50	19	16	9	1.5	32	0.37	1.56	240x340
49/32	49	38	36	10	1.4	32	0.37	1.53	260x500
45/39	45	30	17	11	1.5	39	0.45	1.15	240x340
40/26	40	32	22	8	1.3	26	0.30	1.54	240x340
39/28	39	26	11	9	1.4	28	0.32	1.40	240x340
gold 40/26	40	25	36	11	1.4	26	0.30	1.54	240x340
30/23	30	18	40	11	1.4	23	0.28	1.30	240x340
silver 50/35	50	40	35	14	1.4	35	0.40	1.43	240x340
50/30	50	37	34	18	1.3	30	0.34	1.67	260x500
49/43	49	36	22	14	1.5	43	0.49	1.14	240x340
48/48	48	39	21	13	1.5	48	0.55	1.00	240x340
37/32	37	40	14	8	1.5	32	0.37	0.16	240x340
36/33	36	46	26	8	1.4	33	0.38	1.09	240x340
36/22	36	48	45	9	1.2	22	0.25	0.68	240x340
15/22	15	26	42	8	2.2	22	0.25	0.68	200x340
bronze 49/23	49	16	35	12	1.4	23	0.38	1.48	240x340
36/26	36	26	46	8	1.4	26	0.30	1.38	240x340
neutral 51/39	51	11	30	15	1.8	39	0.45	1.31	240x340
51/38	51	16	10	18	1.8	38	0.44	1.34	300x500
green 37/20	37	25	36	3	1.4	20	0.23	1.85	260x500
38/28	38	34	17	8	1.4	28	0.32	1.36	240x340
grey 47/51	47	6	22	27	2.9	51	0.59	0.92	240x340
43/29	43	7	17	18	1.5	29	0.45	1.09	240x340
clear glass (for comparison)	78	15	15	98	3.0	72	0.83	1.08	

(۳) کنترل خورشیدی سطوح شیشه دو جداره

build-up glass/cavity/glass	unit thickness	thermal insulation, k value	sun control, g value	energy balance, k value	sound reduction, R_{w}	colour rendering, R_{a0}	security	aesthetics	environmental protection
mm	mm	W/m ² K	%	W/m ² K	dB	-	-	-	-
TG* 6/16/4	26	1.2	43	0.68	36	98	yes	yes	yes

*TG = toughened glass

(۴) مثال‌هایی از شیشه‌های چند کاره

شیشه

شیشه‌های سخت شده (حرارت دیده شده)

TG combinations	glass thickness (mm)													
	float				TG				LG					
	4	5	6	8	10	4	5	6	8	10	6	8	10	12
glass thickness (mm)	4	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200	100x200
	5	120x240	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300	120x300
	6	141x240	210x300	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360
	8	141x240	210x300	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360
	10	141x240	210x300	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360	210x360

TG = toughened glass, LG = laminated glass

(۱) حداکثر اندازه قطعات شیشه که در آن‌ها شیشه‌های سخت شده به کار می‌رود

LG combinations	glass thickness (mm)													
	float				TG				LG					
	4	5	6	8	10	4	5	6	8	10	6	8	10	12
glass thickness (mm)	6	141x240	225x300	225x321	225x321	225x321	225x321	225x321	225x321	225x321	225x321	225x321	225x321	225x321
	8	141x240	225x300	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400
	10	141x240	225x300	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400
	12	141x240	225x300	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400
		141x240	225x300	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400	225x400

TG = toughened glass, LG = laminated glass

(۲) حداکثر اندازه معمولی قطعات شیشه که در داخل آن‌ها شیشه متورق به کار می‌رود

شیشه‌های حرارت دیده شده ایمنی، شیشه‌های پیش فشرده هستند. پیش فشرده‌گی، معمولاً به وسیله عملکرد دمایی و حرارتی حاصل می‌گردد. روش تولید، در واقع شامل گرم کردن سریع و سپس سرد کردن سریع با دمیدن هوای سرد می‌باشد. در مقایسه با شیشه‌های شناور، که به هنگام شکسته شدن لپه‌های تیزی را به وجود می‌آورند، این شیشه، معمولاً به هنگام شکستن، به قطعات کوچکی تقسیم می‌گردد که معمولاً لبه‌های گردی هم دارند. بنابراین، خطر آسیب دیدن به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. شیشه‌های سخت شده، دارای مزیت‌های دیگری مانند قابلیت خمیدگی و کیفیت مقاومتی داخلی و تناوب تغییرات دمایی نیز می‌باشند: تا ۱۵۰K تفاوت دمایی، تا ۳۰۰°C در مقایسه با ۴۰°C مصالح سخت و بادوام در دماهای زیر صفر درجه تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. شیشه سخت شده دارای قدرت مکانیکی نیز می‌باشد (حدود ۵ برابر قوی‌تر از شیشه‌های معمولی). بنابراین می‌تواند در بخش‌های سازه‌ای سطوح شیشه‌های مورد استفاده قرار گیرد. تغییرات روی این شیشه‌ها و کار کردن روی آن‌ها، پس از تولید، امکان‌پذیر نیست. گاهی یک خراش کوچک روی سطح، می‌تواند باعث خرابی بزرگی در آن‌ها باشد با وجود این، شیشه‌های ایمنی حرارت دیده می‌توانند در قطعات سطوح شیشه‌های مورد استفاده قرار گیرند. (۱)

محل مورد مصرف: ساختمان‌های ورزشی (مقاوم در برابر ضربه‌های توب)؛ و ساختمان‌های بازی مندارس به دلیل توجه به مسایل ایمنی؛ ساختمان‌های اداری و ساختمان‌های زندگی (برای راه‌پله‌ها، درها و پارتیشن‌ها)؛ در نزدیکی رادیاتورهای برای جلوگیری از شکستگی؛ برای نماهای تمام شیشه و اجزایی مانند پارتیشن‌های شیشه‌ای و نرده‌ها در بالکن‌ها و راه‌پله‌ها برای جلوگیری از سقوط کردن.

شیشه متورق

در طول مدت تولید شیشه متورق، دو یا چند لایه از شیشه‌های شناور (معمولی) به یکدیگر متصل می‌گردند. این اتصال، به وسیله یک فیلم پلی‌وینیل‌بوتیرل (PVB) صورت می‌گیرد. گاهی، در بین دو صفحه شیشه‌ای که به صورت مجزا از یکدیگر قرار گرفته‌اند می‌توان رزین هم قرار داد که رزین، سپس به صورت ذوب شده درمی‌آید. به این روش، تنبلی در محل گفته می‌شود. شیشه متورق، یک شیشه غیرقابل خرد شدن است زیرا نوعی پلاستیک، خرده‌های شیشه را هنگامی که شکسته می‌شوند در همان محل نگه‌داشته و بنابراین میزان آسیب به سایر افراد را کاهش می‌دهد. دسته‌بندی‌های بسیاری برای شیشه‌های متورق وجود دارد، شیشه‌های ایمنی، شیشه‌های ضدضربه، شیشه مقاوم ضدگلوله، شیشه مقاوم در برابر آتش و شیشه کنترل کننده صوتی. ضخامت و تعداد لایه‌های شیشه و نوع لایه‌های داخلی معمولاً برای این که خواص لازم را فراهم کند طراحی می‌گردند.

شیشه‌های متورق ایمنی

شیشه‌های متورق ایمنی، معمولاً شامل دو لایه شیشه‌ای است که به وسیله یک لایه پلی‌وینیل‌بوتیرل پی بر می‌شوند. این، یک محصول استاندارد است که معمولاً برای فراهم آوردن امنیت در مکان‌هایی که ارتباط میان انسان و خطر شکستن وجود دارد به کار برده می‌شود. لایه مقاومی که در داخل قرار می‌گیرد، نفوذ کردن به داخل شیشه را مشکل می‌سازد و بنابراین، امنیت را در برابر شکستن و به داخل نفوذ کردن فراهم می‌کند. حتی هنگامی که شیشه ایمنی شکسته می‌شود، امنیت اتاق حفظ می‌گردد. شیشه‌های متورق ایمنی، معمولاً در قسمت‌های بالا برای اهداف ایمنی و امنیتی به کار برده می‌شوند. (۲) قوانین ساختمان‌سازی، برای استفاده از آن‌ها در موقعیت‌های خاص بسیار اصرار دارد.

مکان‌های مورد استفاده: درهای شیشه‌ای و درهای پاسیو؛ درهای رو به نور؛ مغازه‌ها؛ تمام سطوح پایینی، نرده‌ها؛ حمام‌ها و صفحات دوش‌ها؛ هر کجا که کودکان بازی می‌کنند و ممکن است که در نزدیکی شیشه زمین بخورند، و یا در هر جا که حجم ترافیکی بالایی وجود دارد، مثل فضاهای ورودی در ارتباط با ساختمان‌ها، مدارس و محل‌های بازی کودکان.

شیشه متورق ضدضربه (ضد سرقت)

شیشه متورق ضدضربه، بهترین مصالح برای فراهم آوردن امنیت کامل در سیستم‌های حفاظتی شیشه‌ای است. شیشه ضدضربه می‌تواند از دو لایه شیشه که دارای ضخامت‌های متفاوتی بوده و با PVB به یکدیگر متصل شده‌اند، و یا با سه لایه شیشه با ضخامت‌های متفاوت که با پرکننده PVB به یکدیگر به صورت استاندارد متصل شده‌اند ساخته شوند. ایمنی اضافی می‌تواند به وسیله باندهای اعلان خطر و یا سیم‌هایی که به سیستم اعلان خطر متصل می‌گردند، فراهم آید.

یک طرف این شیشه می‌تواند در برابر ضربات ناشی از آجر، چکش، تبر و غیره مقاومت کند. ممکن است که در بعضی از نقاط ضعیف باشد ولی لایه PVB موجود در داخل آن، شوک ناشی از موج ضربه را می‌گیرد و از هر گونه شکستگی صفحه و پراکندگی قطعات خرد شده جلوگیری می‌کند. حتی بعد از یک حمله شدید نیز، از پشت شیشه می‌توان دید و در برابر اجزا، حفاظت به عمل آورد. ایمنی بیشتر به وسیله اتصال شیشه به اجزای چهارچوب امکان‌پذیر است، بنابراین شیشه و چهارچوب آن در مدت یک حمله از یکدیگر، جدا نخواهند شد. معمولاً، وجهی که انتظار حمله به آن می‌رود وجه بیرونی است. فقط در تعداد بسیار کمی از حیاط‌ها این انتظار می‌رود که وجه مورد حمله، وجه داخلی باشد. بدون دلیل موجه، تغییر دادن جهت صفحات و مقاوم‌سازی آن‌ها مجاز نیست.

مکان‌های مورد استفاده: مغازه‌ها، مکان‌های نمایش (ویترین‌ها)، موزه‌ها، کیوسک‌ها و بلیط فروشی‌ها، بانک‌ها، ادارات پست، ساختمان‌های جمعی و ادارات اجاره‌ای و غیره.

شیشه‌های مقاوم در برابر انفجار

شیشه‌های ایمنی و مقاوم در برابر ضربه، می‌توانند برای محافظت در برابر بمب‌گذاری و انفجار نیز به کار برده شوند. شیشه به دو شکل عمل می‌کند: اول این که، هر بمبی را که به سوی آن پرتاب شود باز می‌گرداند و باعث می‌شود که بمب به سوی شخص پرتاب کننده بازگردد و دوم این که، در زیر هر انفجاری تغییر شکل داده و تیرک برمی‌دارد، اما قطعات شیشه به صورت به هم پیوسته باقی می‌مانند و پراکندگی آن‌ها به اطراف کاهش می‌یابد.

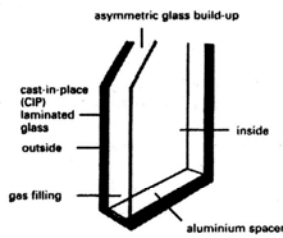
شیشه ضدگلوله

برای محافظت در برابر تیراندازی، ساخت شیشه‌های چندلایه با ضخامت کلی (۵۰ تا ۲۰۰ mm) که به محل مورد بستگی دارد، لازم است. این نوع شیشه، بیش از چهار لایه شیشه را به یکدیگر متصل می‌کند که گاهی دارای ضخامت‌های متفاوتی نیز می‌باشند و به وسیله PVB پر شده‌اند. هنگامی که شیشه مورد حمله قرار می‌گیرند، لایه بیرونی که در معرض اصابت گلوله قرار دارد می‌شکند ولی انرژی گلوله را در داخل خود جذب کرده لایه‌های درونی، موج ناشی از ضربه را می‌گیرند. نوع به خصوص از شیشه، می‌تواند برای کاهش دادن خطر ناشی از پراکندگی شیشه‌های حاصل از شکسته شدن به کار برده شود. حتی بعد از یک حمله، سد حفاظتی باقی می‌ماند که غیرقابل نفوذ است. طبقه‌بندی شیشه‌های ضدگلوله، براساس نوع اسلحه و کالیبر به کار رفته در آن‌ها مشخص می‌گردد.

مکان‌های مورد مصرف: بانک‌ها، ادارات پست، ساختمان‌های جمعی، ادارات شرط‌بندی، ادارات اجاره و آژانس مسکن، میزهای پول، وسایل نقلیه ایمنی، سفارتخانه‌ها، خانه‌های سلطنتی، ساختمان‌های سیاسی و دولتی، فرودگاه‌ها و غیره.

شیشه

شیشه‌های مقاوم در برابر آتش



- weight of glass: the heavier the glass pane, normally the higher the acoustic insulation
- the more elastic the pane (e.g. resin-filled cast-in-place), normally the higher the acoustic insulation
- the thickness of the inner and outer panes must be different; the greater the difference, normally the higher the acoustic insulation

(۱) کنترل صدا در سطح شیشه‌ای دوجداره

type	build-up outside, cavity inside	thickness	weight	k value, gas-filled	light transmittance	gen. colour rendering index	g value	sound reduction, R_w	max. edge length	max. area	max. side prop.	shading coeff.
37/22	6/12/4	22	25	2.9	82	97	75	37	300	4.0	1:6	0.86
39/24	6/14/4	24	25	2.9	82	97	75	39	300	4.0	1:6	0.86
40/26	8/14/4	26	30	2.9	81	97	72	40	300	4.0	1:6	0.83
43/34	10/20/4	34	35	3.0	80	96	69	43	300	4.0	1:6	0.79
44/36	10/24/4	38	35	3.0	80	96	69	44	300	4.0	1:6	0.79

(۲) کنترل صدا در بخش‌های شیشه‌ای دوجداره

type	build-up outside, cavity inside	thickness	weight	k value, gas-filled	light transmittance	gen. colour rendering index	g value	sound reduction, R_w	max. edge length	max. area	max. side prop.	shading coeff.
45/30 CIP	CIP 9.5/15/6	30	40	3.0	78	97	64	45	200x300	6.0	1:10	0.74
47/36 CIP	CIP 10/20/6	36	40	3.0	78	97	64	47	200x300	6.0	1:10	0.74
50/40 CIP	CIP 10/20/10	40	50	3.0	77	95	62	50	200x300	6.0	1:10	0.71
53/42 CIP	CIP 12/20/10	42	55	3.0	75	95	60	53	200x300	6.0	1:10	0.69
55/50 CIP	CIP 20/20/10	50	75	3.0	72	93	54	55	200x300	6.0	1:10	0.62

(۳) کنترل سوپر صدا در بخش‌های شیشه‌ای دوجداره

شیشه‌های مقاوم در برابر آتش، به دو روش ساخته می‌شوند: در یک روش، شیشه‌های سیم‌دار را با شیشه‌های شناور (یا شیشه‌های امنیتی یا سکوریت) همراه با لایه‌های داخلی PVB ترکیب می‌کنند و در روش دیگر، ترکیبی از یک لایه شفاف را که در میان صفحات شیشه‌ای و برسیلیکات پیش‌تینده قرار گرفته به کار می‌گیرند.

هنگام گرم شدن، این لایه ذوب شده، یک شیشه کدر مقاوم در برابر آتش را تولید می‌کند. مقاومت در برابر آتش، برای مدت ۲ ساعت قابل پیش‌بینی است. این، باید در هر موقعیتی در نظر گرفته شود و باید به خاطر داشت که تولید این صفحات، به مقاومت مناسب آن‌ها در طول مدت ایستایی و قبل از زمان خرد شدن بستگی دارد.

فضاهایی که در آن‌ها از این شیشه‌ها استفاده می‌شود: درهای ضد آتش، پارتیشن‌ها، حصارهای راه‌پله‌ها، نورگیرهای سقفی، پنجره‌های بیمارستان‌ها، ساختمان‌های عمومی، مدارس، بانک‌ها، مراکز کامپیوتری و غیره (ص ۱۳۰-۱۳۱).

شیشه‌های سازهای

در حال حاضر، تقاضای بسیاری برای فضاهای بزرگی که در نماهای خود و یا در سقف‌ها شیشه دارند صورت می‌گیرد. و اکنون، این امکان‌پذیر است که از خصوصیات سازهای شیشه برای مقاومت، آویزان کردن و جدا کردن سطوح گوناگون استفاده شود.

محاسبه نیروی شیشه موردنیاز، ضخامت آن، سیستم‌های پشتیبانی کننده و ابزار برای مقابله با فشارهای سازهای و باد برای مشاورین و تولید کنندگان شیشه تبدیل به یک امر بسیار تخصصی شده است. البته نمونه‌های گوناگون بسیاری از شیشه‌ها ممکن است مورد استفاده قرار گیرند، به‌عنوان مثال: شیشه سخت شده و متورق؛ سطوح شیشه‌های منفرد و

دو جداره، با کنترل نور خورشید و یا با دیوارهای شیشه‌ای دو جداره پوشش یافته در برابر دما؛ پانل‌هایی با ابعاد $2 \times 4 \times 3 \text{ m}$. این شیشه‌ها در هر $6,4$ یا 8 نقطه متصل شده، در هر سطحی می‌توانند شیشه‌ای باشند و امکان درخشش را در تمام دیوارها، شیشه‌ها،

سقف‌های روی سطوح ممتد و ادامه‌دار فراهم می‌کنند. سیستم‌های مختلفی برای آفرینش نماهای جالب توجه معماری در بناهای خاص در سراسر دنیا به کار برده می‌شود، حتی در فضاهایی که در مناطق زلزله‌خیز طولانی و گردبادهایی قرار دارند، تفاوت در ابعاد، رو به کاهش است. به عنوان مثال، در پروژه‌های برای گالری هنر در بریستول انگلستان، نوسان در حدود $\pm 2 \text{ mm}$ در عرض نمای شیشه‌ای بدون چهارچوب که

90 متر طول و 9 متر ارتفاع داشت به دست آمد. نمای شیشه‌ای با پانل‌های $1,7 \text{ m} \times 2,7 \text{ m}$ کاملاً به وسیله سطوح شیشه‌ای سازهای با پهنای 600 mm مقاوم می‌گردد.

شیشه‌های کنترل کننده صدا

در مقایسه با شیشه‌های همگن با ضخامت یکسان، تمام شیشه‌های متورق، کنترل صوت و مقاومت آکوستیکی بهتری را دارا می‌باشند. ساختار چندلایه تأثیرات هم‌زمانی را که در شیشه‌ها رخ می‌دهد کاهش داده و معمولاً مقدار صوت را در فرکانس‌های بالا کاهش می‌دهد، در جایی که گوش انسان، به طور مشخص، نسبت به آن حساس است. صفحات متورق درجا تینده، به خصوص در کاهش انتقال صوت بسیار مؤثرند.

عایق‌سازی و درزبندی صفحات صیقلی و شیشه‌های دو جداره، به خصوص هنگامی که با شیشه‌های شناور پهن ترکیب می‌شوند (حداکثر تا 25 mm) و شیشه‌های نازک‌تر، به طرز مؤثری در کاهش صوت تأثیر دارد.

فضاهای مورد استفاده: پنجره‌ها و پارتیشن‌ها در ادارات، ساختمان‌های عمومی، سالن‌های کنسرت و غیره.

نمونه‌های دیگر شیشه

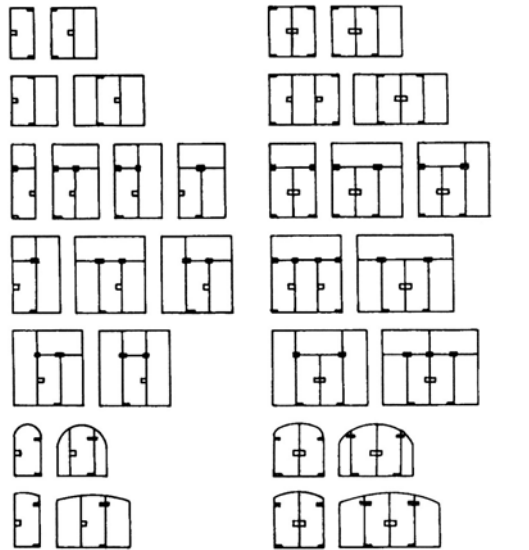
نمونه‌های دیگر شیشه نیز وجود دارند که برای مقاصد خاص طراحی می‌شوند. مثل شیشه‌های پوسته‌دار، که برای پوشش دادن الکترونیکی به کار می‌روند. شیشه‌های کنترل کننده نور ماورای بنفش با لایه‌های درونی خاصی هستند که تا 98% پرتوهای اولتراویولت نور خورشید را منعکس می‌کنند. گونه‌های متفاوتی از شیشه‌های آینه‌ای برای شرایط خاص به کار می‌روند، مثل شیشه‌های یک‌طرف آینه‌ای (که نیازمند شرایط به خصوص نورپردازی هستند) و یا آینه‌های نواری منشوری با نواری از نقره (برای هر شرایط نورپردازی).

شیشه

ورودی‌های شیشه‌ای، شامل یک در یا درهای متعددی است که در طرفین و بالای خود، دارای پانل‌هایی می‌باشند. سایر امکانات این ورودی‌ها، دارای کشویی، تاشونده، قوسی و ورودی‌های نیمه‌مدور در بالای سر می‌باشند. رنگ‌های متنوع و سازه‌های شیشه‌ای گوناگونی از این نوع ورودی در دسترس است. ابعاد درها، مانند چهارچوب‌های آن‌هاست ← ۳-۵ و هنگامی که به شدت شکسته می‌شوند، به قطعات کوچک، به صورت یک شبکه تبدیل می‌شوند که به یکدیگر کاملاً متصلند. ضخامت‌های معمولی شیشه، ۱۵ یا ۱۲ میلی‌متر بوده و ممکن است با توجه به نیازهای سازهای، از نوارهای سفت و محکمی که برای سفت کردن اتصالات به کار برده می‌شوند استفاده گردد.

glass pattern	colour	thickness (mm)	double-glazing unit		max. aspect ratio with 12mm cavity	max. size (cm)
			direction	side		
old German	yellow, clear	4	Δ	×	1:8	150 × 210
old German K, short side >250mm	clear, yellow, bronze, grey	4	×	×	1:8	150 × 210
ox-eye glass	yellow, clear	6	×	○	1:8	150 × 210
chinchilla	bronze, clear	4	Δ	×	1:8	156 × 213
Croco 129	clear	4	×	×	1:8	156 × 213
Delta	clear, bronze	4	×	×	1:8	156 × 213
Difullit 597	clear	4	×	×	1:8	150 × 210
wired Difullit 597	clear	7	×	×	1:10	150 × 245
wired glass ¹⁾	clear	7	×	×	1:10	186 × 300
wired glass ¹⁾	clear	9	×	×	1:10	150 × 245
wired optical	clear	9	×	○	1:10	150 × 300
wired ornamental 187 (Abstract)	clear, bronze	7	□	○	1:10	180 × 245
wired ornamental 521, 523	clear	7	×	○	1:10	180 × 245
wired ornamental Flora 035 + Neolit	clear	7	Δ	×	1:10	180 × 245
Edell 504, one or both sides	clear	4	Δ	×	1:8	150 × 210
Flora 035	bronze, clear	5	Δ	×	1:8	150 × 210
antique cast	yellow, grey, clear	4	×	×	1:8	150 × 210
antique cast 1074, 1082, 1086	grey	4	×	×	1:8	126 × 210
Karolit double-sided	clear	4	Δ	×	1:8	150 × 210
cathedral large and small hammered	clear	4	×	×	1:8	150 × 210
cathedral 102	yellow	4	×	×	1:8	150 × 200
cathedral 1074, 1082, 1086	grey	4	×	×	1:8	150 × 210
basket weave	clear, yellow	4	Δ	○	1:8	150 × 210
beaded 030	clear	5	Δ	×	1:8	150 × 210
Listral	clear	4	Δ	○	1:8	150 × 210
Maya	clear, bronze	5	×	○	1:8	156 × 213
Maya opaque	clear, bronze	5	×	○	1:8	156 × 213
Neolit	clear	4	Δ	○	1:8	150 × 210
Niagra	yellow, bronze, clear	5	Δ	○	1:10	156 × 213
Niagra opaque	clear	5	Δ	×	1:10	156 × 213
ornament 124 (Nucleo)	bronze, clear	4	Δ	×	1:8	150 × 210
ornament 178 (Sivrit)	bronze, clear	4	Δ	×	1:8	150 × 210
ornament 187 (Abstract)	yellow, bronze, clear	4	□	○	1:8	150 × 210
ornament 502, 504, 520	clear	4	×	×	1:8	150 × 210
ornament 521, 523	clear	4	×	○	1:8	150 × 210
ornament 523	yellow	4	×	×	1:8	150 × 210
ornament 528	clear	4	×	○	1:8	150 × 210
ornament 550, 552, 597	clear	4	×	×	1:8	150 × 210
patio	bronze, clear	5	Δ	○	1:10	156 × 213
hammered crude glass	clear	5	×	×	1:10	186 × 300
hammered crude glass	clear	7	×	×	1:10	186 × 450
Tigris 003	clear	5	Δ	×	1:8	150 × 210

□ = structured surface either way × = structured surface either side
 Δ = structured surface vertical ○ = structured surface outside only
¹⁾ wired glass in rooflights, max. aspect ratio 1:3



درهای یک لنگه

درهای دو لنگه

(۱) ترکیبات شیشه‌های ریخته‌گری شده
 واژه شیشه قالبی یا ریخته‌گری شده، به شیشه‌هایی که توسط ماشین تولید می‌شود، اطلاق می‌گردد. در این روش، بافت شیشه را به واسطه چرخاندن ایجاد می‌کنند. بنابراین، به‌طور کامل شفاف نیستند ← (۱). شیشه‌های قالبی در جایی به کار می‌روند که با وضوح و شفافیت مورد نیاز نیست (حمام و دستشویی) یا یک جزء تزئینی مورد نظر است. عوامل تزئینی شیشه‌های ریخته‌گری، به شیشه‌های رنگی تزئینی و شفاف، شیشه‌های خشن واضح، شیشه‌های سیم‌دار رنگی واضح و شیشه‌های رنگی سیم‌دار شفاف و رنگی تقسیم‌بندی می‌شوند.
 تقریباً تمام شیشه‌های ریخته‌گری اداری، می‌توانند در بخش‌های دو جداره شیشه مورد استفاده قرار گیرند.

معمولاً برای این که از درزبندی لبه‌های مطمئن شویم، بخش سازهای در بیرون قرار می‌گیرد. بنابراین قطعات دو روی شیشه ممکن است به سادگی تمیز شوند و بخش سازهای، نباید در برابر سوراخ قرار گیرد. این فقط به وسیله شیشه‌های سازهای سبک امکان‌پذیر است. شیشه‌های قالبی رنگی را باید با دیگر انواع، مانند شیشه‌های شانوار، چندلایه، روکش‌دار، جذب‌کننده حرارت و یا شیشه‌های بازتابنده ترکیب کرد.

glass type	nominal thickness (mm)	tolerance (mm)	max. dimensions (cm × cm)
agricultural glass (standard sizes)	3	±0.2	48 × 120 73 × 143
	4	±0.3	46 × 144 73 × 165
	4	±0.3	60 × 174 60 × 200

(۲) شیشه‌های مورد مصرف در کشاورزی

	size I	size II	size III
standard door leaf, overall dimensions	709 × 1972 mm ²	834 × 1972 mm ²	959 × 1972 mm ²
frame rebate dimensions	716 × 1983 mm ²	841 × 1983 mm ²	966 × 1983 mm ²
structural opening sizes	750 × 2000 mm ²	875 × 2000 mm ²	1000 × 2000 mm ²

اندازه‌های به خصوصی برای ابعاد بالاتر از: ۱۰۰۰ × ۲۱۰۰ mm²
 ۱۱۵۰ × ۲۱۰۰ mm² مورد نیاز هستند.

(۳) درهای شیشه‌ای، اندازه‌های استاندارد

glass type	glass thickness (mm)	maximum sizes (mm ²)	thickness tolerances (mm)
clear, grey, bronze	10	2400 × 3430	± 0.3
	12	2150 × 3500*	
OPTIWHITE®	10	2400 × 3430	± 0.3
	10	2150 × 3500*	
structure 200	10	1860 × 3430	± 0.5
	10	1860 × 3500*	
bamboo, chinchilla clear/bronze	8	1700 × 2800	± 0.5
	8	1700 × 3000*	

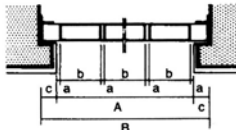
(۴) صفحات ورودی شیشه (پانل‌های کناری و فوقانی)

شیشه

بلوک‌های شیشه‌ای

بلوک‌های شیشه‌ای، قطعاتی توخالی و شامل دو بخش هستند که ذوب شده به یکدیگر متصل شده‌اند، بنابراین یک حفره هوا در وسط به وجود آمده است. هر دو سطح، می‌توانند صاف و شفاف ساخته شوند و یا به صورت نقش‌دار و تقریباً به صورت مات. بلوک‌های شیشه می‌توانند در اندازه‌های مختلف، با روکش‌ها و پوشش‌های داخلی، خارجی، بدون پوشش و یا از شیشه‌های رنگی باشند. آن‌ها می‌توانند در داخل و یا خارج مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان مثال، به صورت دیوارهای صفحهای شفاف و یا جداکننده‌های بین اتاق‌ها (همین‌طور در سالن‌های ورزش و ژیمناستیک)، پنجره‌ها، نوارهای نورپردازی، نرده‌های بالکن و دیوارهای تراس‌ها. بلوک‌های شیشه‌ای در برابر آتش تا ۶۰ و یا ۱۲۰°C، هنگامی که به عنوان یک دیوار دو چاره یا ماکزیم فضای غیرمقاطع تا ۳/۵ مترمربع به کار برده می‌شوند، مقاومت خوبی داشته به صورت افقی یا عمودی ساخته می‌شوند. بلوک‌های شیشه‌ای با ظرفیت تحمل بار نمی‌توانند به کار برده شوند.

مشخصات: عایق خوب در برابر صدا و حرارت؛ قدرت عبوردهی بالای نور (تا ۸۲٪)؛ بسته به طراحی می‌توانند به صورت نیمه‌شفاف باشند، پراکندگی نور و کیفیت کمتری در شکست نور و در برابر شکستن می‌توانند مقاوم باشند. یک دیوار با بلوک شیشه‌ای، دارای خواص عایق‌بندی خوبی می‌باشند: با ملات $k=2/9 \text{ w/m}^2\text{K}$ ، با ملات سبک وزن $k=2/9 \text{ w/m}^2\text{K}$.



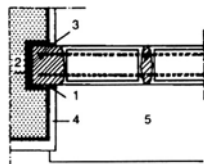
$$A = n_1 \cdot b + n_2 \cdot a$$

$$B = A + 2 \cdot c$$

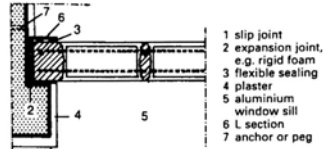
$$H = A + c + d$$

formula to calculate the minimum structural opening

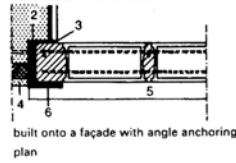
(۱) اندازه‌های استاندارد برای دیوارهای بلوک شیشه‌ای



built into a recessed groove

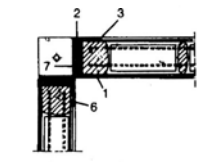


built into an internal rebate



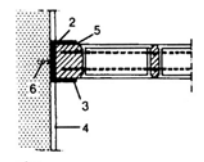
built onto a façade with angle anchoring plan

(۲) نمونه‌های ساختار دیوارهای بلوک‌های شیشه‌ای



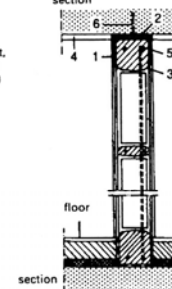
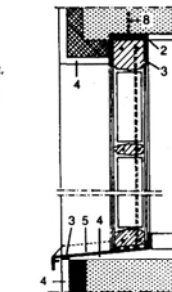
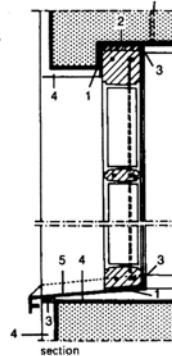
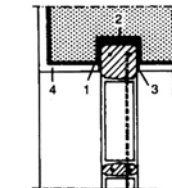
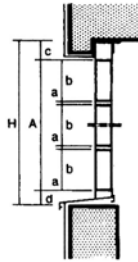
plan of corner detail

(۳) قرارگیری با مقاطع U و عایق‌بندی دمایی بیرونی (خارجی)

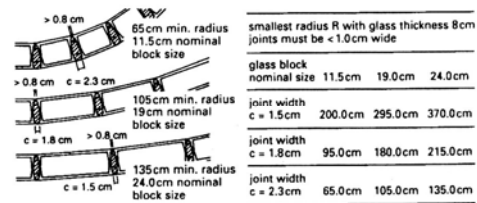


plan

(۴) قرارگیری داخلی با به کارگیری مقاطع U شکل



section



(۵) حداقل شمع مربوط به دیوارهای بلوک‌های شیشه‌ای

Block Pattern	dimensions (mm)	weight (kg)	units (m ²)	units, boxes	units, pallets
	115 × 115 × 80	1.0	64	10	1000
	146 × 146 × 98 6" × 6" × 4"	1.8	42	8	512
	190 × 190 × 50	2.0	25	14	504
	190 × 190 × 80	2.3	25	10	360
	190 × 190 × 100	2.8	25	8	288
	197 × 197 × 98 8" × 8" × 4"	3.0	25	8	288
	240 × 115 × 80	2.1	32	10	500
	240 × 240 × 80	3.9	16	5	250
	300 × 300 × 100	7.0	10	4	128

(۶) ابعاد دیوارهای بلوک‌های شیشه‌ای

قرارگیری اتصالات	ضخامت (میلی‌متر)	ابعاد دیوارها		بار باد (kn/m ²)
		وجه کوتاهتر (متر)	وجه بلندتر (متر)	
عمودی	≥ ۸۰	≤ ۱/۵	≥ ۱/۵	≤ ۰/۸
(خمیدگی) انحراف			≤ ۶/۱۰	

(۷) محدودیت‌های مجاز برای دیوارهای شیشه‌ای تقویت نشده

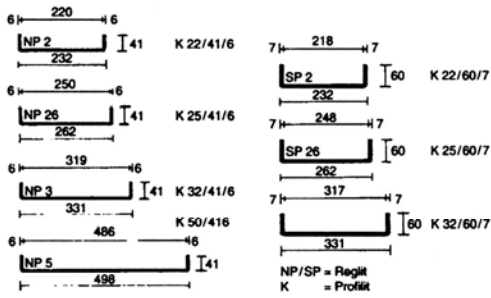
شیشه

شیشه پروفیلی، شیشه از پیش آماده شده‌ای است که با پروفیل U شکل تولید شده است. این شیشه کدر، همراه با تزییناتی روی سطح بیرونی پروفیل است و خصوصیات شیشه از پیش آماده شده را داراست. این شیشه‌ها کمترین نگهداری را نیاز داشته و برای بدنه آسانسورها و سقف‌های شیشه‌ای مناسبند. در اتاق‌ها از این شیشه‌ها برای نمایش عدم شکست نور استفاده می‌شود.

نمونه‌های خاص: پروفیل برنز، آبشاری، یاقوتی، یاقوت بنفش ارغوانی، شیشه‌های جذب کننده حرارت و پروفیلی به علاوه ۱/۷ با مقدار k از $1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

شیشه‌های کنترل کننده نور خورشیدی (نمونه R برنشتاین، نمونه P، آنتی سول) که جذب کننده یا بازتابنده پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز هستند، می‌توانند از اجناس ظریف محافظت کنند که نسبت به اشعه UV حساسند. عبور انرژی تابشی و انتقال آن به اتاق‌ها کاهش می‌یابد، در واقع، هدایت درخشندگی نیز صورت گرفته انتقال نور، به صورت غبار و مه گرفته انجام می‌شود.

شیشه‌هایی که در برابر ضربه قرار می‌گیرند، به عنوان مثال در سالن‌های ورزش رگولیت SP2 و پروفیلیت ۶۰/۷ بدون تقویت کننده‌های سیمی باید مورد استفاده قرار گیرد. رگولیت و پروفیلیت، به عنوان شیشه‌های مقاوم در برابر آتش نیز به کار برده می‌شوند. یک پروفیل ۳۰ معمولی نیز همراه با سیم‌های تقویت کننده طولی به کار برده خواهد شد.



(۱) شیشه‌های پروفیلی - مقاطع

height from ground level to top of glazed opening	h/a = 0.25; -(1.5·q)			H/a = 0.5; -(1.7·q)			h/a = 0.25; -(1.5·q)			H/a = 0.5; -(1.7·q)		
	up to 8m	up to 20m	up to 100m	up to 8m	up to 20m	up to 100m	up to 8m	up to 20m	up to 100m	up to 8m	up to 20m	up to 100m
glass type → ①	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'
NP 2	3.25	2.55	2.20	4.35	3.45	2.95	4.60	3.65	3.10			
K 22/41/6	3.05	2.40	2.05	4.10	3.25	2.75	4.35	3.45	2.90			
NP 26	2.75	2.20	1.85	3.70	2.95	2.50	3.90	3.10	2.65			
K 25/41/6	2.75	2.20	1.85	3.70	2.95	2.50	3.90	3.10	2.65			
NP 3	2.30	1.80	1.55	3.05	2.40	2.00	3.25	2.55	2.15			
K 32/41/6	2.30	1.80	1.55	3.05	2.40	2.00	3.25	2.55	2.15			
NP 5	2.30	1.80	1.55	3.05	2.40	2.00	3.25	2.55	2.15			
K 50/41/6	2.30	1.80	1.55	3.05	2.40	2.00	3.25	2.55	2.15			
SP 2	5.15	4.05	3.45	6.85	5.45	4.85	7.00	5.75	4.90			
K 22/60/7	4.85	3.85	3.25	6.55	5.15	4.40	6.90	5.45	4.65			
SP 26	4.85	3.85	3.25	6.55	5.15	4.40	6.90	5.45	4.65			
K 25/60/7	4.40	3.45	2.95	5.85	4.55	3.90	6.20	4.90	4.15			
K 32/60/7	4.40	3.45	2.95	5.85	4.55	3.90	6.20	4.90	4.15			

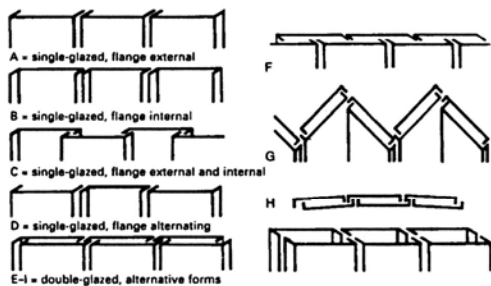
(۲) ساختمان‌های پنجاهگامی (g) ۱/۳ - ۰/۸

height from ground level to top of glazed opening	h/a = 0.25; -(1.5·q)			H/a = 0.5; -(1.7·q)			h/a = 0.25; -(1.5·q)			H/a = 0.5; -(1.7·q)		
	up to 8m	up to 20m	up to 100m	up to 8m	up to 20m	up to 100m	up to 8m	up to 20m	up to 100m	up to 8m	up to 20m	up to 100m
glass type → ①	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'	L'
NP 2	2.60	2.10	1.75	3.75	2.95	2.50	2.45	1.95	1.65	3.50	2.75	2.35
K 22/41/6	2.50	1.95	1.70	3.50	2.80	2.35	2.35	1.85	1.60	3.30	2.65	2.20
NP 26	2.20	1.75	1.50	3.15	2.50	2.15	2.10	1.65	1.45	2.95	2.35	2.00
K 25/41/6	2.20	1.75	1.50	3.15	2.50	2.15	2.10	1.65	1.45	2.95	2.35	2.00
NP 3	1.85	1.45	1.25	2.60	2.10	1.75	1.75	1.35	1.15	2.45	1.95	1.65
K 32/41/6	1.85	1.45	1.25	2.60	2.10	1.75	1.75	1.35	1.15	2.45	1.95	1.65
NP 5	1.85	1.45	1.25	2.60	2.10	1.75	1.75	1.35	1.15	2.45	1.95	1.65
K 50/41/6	1.85	1.45	1.25	2.60	2.10	1.75	1.75	1.35	1.15	2.45	1.95	1.65
SP 2	4.20	3.30	2.80	5.95	4.65	3.95	3.95	3.10	2.65	5.55	4.40	3.70
K 22/60/7	3.95	3.10	2.65	5.60	4.40	3.80	3.70	2.90	2.60	5.25	4.15	3.55
SP 26	3.95	3.10	2.65	5.60	4.40	3.80	3.70	2.90	2.60	5.25	4.15	3.55
K 25/60/7	3.60	2.80	2.40	5.00	4.00	3.40	3.35	2.65	2.25	4.75	3.75	3.20
K 32/60/7	3.60	2.80	2.40	5.00	4.00	3.40	3.35	2.65	2.25	4.75	3.75	3.20

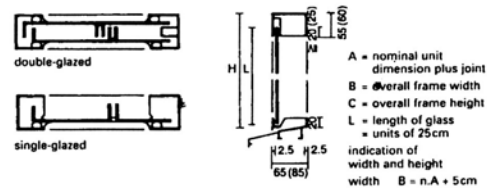
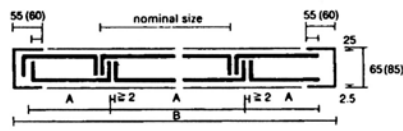
(۳) ساختمان‌های خارجی L = length of glass units (m)

light transmittance	single-glazed	up to 89%
sound reduction	double-glazed	up to 81%
thermal insulation	single-glazed	up to 29 dB
	double-glazed	up to 41 dB
	triple-glazed	up to 55 dB
	single-glazed	k = 5.6 W/m²K
	double-glazed	NP k = 2.8 W/m²K
		SP k = 2.7 W/m²K

(۴) اطلاعات فیزیکی

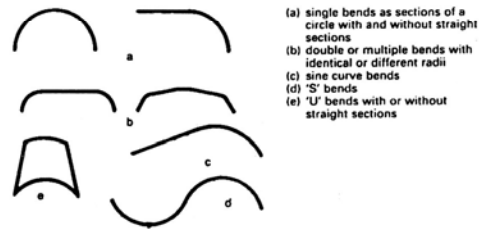


(۵) ترکیبات ممکن



A = nominal unit dimension plus joint
 B = overall frame width
 C = overall frame height
 L = length of glass = units of 25cm
 indication of width and height
 width B = n · A + 5cm
 height H = L + 4cm

(۶) ابعاد ساختمان‌ها



(۷) فرم‌های خمیدگی

practical examples of possible bent forms using ornamental glass

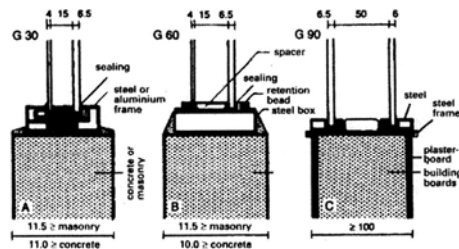
s	r	g	h	size"
80-300	40-150	0-100	40-190	126-501
s	m	g	h	size"
100-340	20-260	0-100	40-140	146-506
s	g	h	size"	
80-200	7-183	33-200	112-464	
s	m	size"		
160-340	20-200	308-488		
s	h	r	size"	
140-300	60-100	71-163	202-382	

* unfolded

(۸) فرم‌های خمیدگی (به میلی‌متر)

شیشه

شیشه مقاوم در برابر آتش



(۱) سطوح شیشه‌ای با محافظت در برابر آتش گروه G

بلوک‌های شیشه‌ای یا تقویت کننده‌های استیل

بلوک‌های شیشه‌ای با استیل تقویت شده مقاوم در برابر آتش، می‌توانند همانند سایر دیوارهای بلوک شیشه‌ای به وسیله اتصال دهنده‌های L شکل در دور تا دور محکم شوند. به دلیل پراکندگی شدید و خطی آتش و تولید گازهای قابل اشتعال، دیوارهای بلوک شیشه‌ای مقاوم در برابر آتش، باید در دور تا دور به صورت خطی به وسیله تخته فیبری معدنی پوشش داده شوند (ششم سنگ) ← (۲).

کاهش صوتی

دیوار بلوک شیشه‌ای به خاطر وزنی که دارد، معمولاً دارای خواص عایق خوبی در برابر صوت و صدا می‌باشد:

بلوک‌های شیشه‌ای با ۸۰ mm KN/m^۲ یا ۱/۰۰
بلوک‌های شیشه‌ای با ۱۰۰ mm KN/m^۲ یا ۱/۲۵
بلوک‌های شیشه‌ای BSH خاص با ۱/۲۲ KN/m^۲

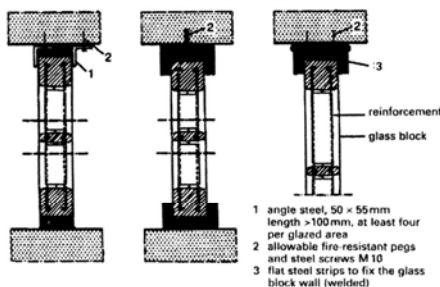
برای مؤثر بودن، آلمان‌های ساختمان‌های اطراف باید حداقل خصوصیات کاهش‌دهی صوتی مناسب را دارا باشند. ساختارهای بلوک شیشه‌ای، در واقع ایده‌آل‌ترین راه حل برای مکان‌هایی هستند که در آن عایق‌بندی صوتی مناسبی مورد نیاز است. در مکان‌هایی که کاهش صوتی بسیار زیادی مورد نیاز است، اقتصادی‌ترین راه حل، استفاده از دیوارهای بلوک شیشه‌ای است که در عین حال که نور روز را فراهم می‌آورند، چپو مناسب را ایجاد می‌کنند، عایق‌صوتی مناسبی نیز می‌باشند. این‌ها، اگر در حداقل اندازه خود به کار برده شوند می‌توانند به عنوان راه‌های قرار دوم نیز مورد استفاده قرار گیرند. در جایی که استانداردهای مورد نیاز برای مکان‌های خاص یافت شده و به کار برده می‌شوند، قوانین مربوط به کاهش صوتی را دنبال نمایید. میزان کاهش صوتی، (R_w) می‌توانند از فرمول زیر محاسبه کرد.

$$R_w = LSM + \alpha r \text{ dB}$$

که در آن LSM مقدار کاهش یافته صوت در نقل و انتقال هواست ← (۵)، دیوارهای بلوک شیشه‌ای یک پوسته‌ای می‌توانند نیازهای لازم از ۵ سطح کاهش صوتی را فراهم آورند ← (۶).

resistance class I	G 60	G 120	G 90	G 120	F 60
glazing size (m ²)	3.5m ²	2.5m ²	9.0m ²	4.4m ²	4.4m ²
max. element height	1	3.5m	3.5m	3.5m	3.5m
max. element width	1	6.0m	6.0m	6.0m	6.0m
sill height needed	1.8m	1.8m	none	none	none
type of glazing	single skin	double skin	single skin	double skin	double skin
glass block format	190×190×80	190×190×80	190×190×80	190×190×80	190×190×80

(۲) محافظت در برابر آتش برای بلوک‌های شیشه‌ای



(۳) جزئیات لبه‌ها، محافظت در برابر آتش سطوح شیشه‌ای

شیشه‌های معمولی، موارد کاربرد بسیار محدودی در برابر آتش دارند. در جاهایی که آتش سوزی اتفاق می‌افتد، شیشه‌های شناور در مدت زمان بسیار کوتاهی می‌شکنند، به‌خصوص اگر از یک‌طرف حرارت ببینند، و قطعات شیشه بزرگ‌تر به زمین بیفتند. در این صورت، پراکندگی بیشتر آتش صورت می‌گیرد. استفاده روزافزون از شیشه در تمامی ساختمان‌های چند طبقه، در دیوارهای چنانگه و پارانشین‌ها، مقدار خطر در هنگام آتش‌سوزی را افزایش داده است. برای هماهنگ شدن و پیروی از قوانین ساختمان‌سازی، میزان مقاومت در برابر آتش به دلیل پتانسیل عملکرد صفحات شیشه باید مناسب و به قدر کافی باشد. مقدار مقاومت در برابر آتش برای سازه‌های شیشه‌ای، براساس زمان مقاومت آن‌ها طبقه‌بندی شده است، به عنوان مثال ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۸۰ دقیقه زمان مقاومت در برابر آتش تعداد دقایقی است که سازه از نفوذ آتش و آتش گرفتن خود و عبور گازهای مشتعل شونده جلوگیری می‌کند. ساختار باید به صورت منظم مورد آزمایش قرار گرفته، ثابت گردد و دارای مدرک مستند باشد ← (۱).

شیشه‌های مقاوم در برابر آتش، به چهار شکل دیده می‌شوند: الف) شیشه‌های سیم‌دار با شبکه میلگرد جوش خورده به هم با مقاومت حداکثر ۹۰ تا ۶۰ دقیقه، ب) شیشه‌های خاص آرماتوردار با ترکیب متورق با بخش‌های شیشه‌ای دو جداره، ج) شیشه‌های پیش‌تنیده و بروسلیکات به عنوان مثال پیرن، د) صفحات چند لایه متورق از شیشه‌های شناور با لایه‌های داخلی شفاف هوا دار که در برابر آتش به صورت کدر درمی‌آیند، مثل پیروستاپ (ص ۲۱-۱۳).

type of room	permitted maximum sound levels in rooms from outside noise sources mean levels*	
	mean	max. levels
1 living rooms in apartments, bedrooms in hotels, wards in hospitals and sanatoriums	day 30-40dB(A) night 20-30dB(A)	day 40-50dB(A) night 30-40dB(A)
2 classrooms, quiet individual offices, scientific laboratories, libraries, conference and lecture rooms, doctors' practices and operating theatres, churches, assembly halls	30-40dB(A)	40-50dB(A)
3 offices for several people	35-45dB(A)	45-55dB(A)
4 open-plan offices, pubs/restaurants, shops, switchrooms	40-50dB(A)	50-60dB(A)
5 entrance halls, waiting rooms, check in/out halls	45-55dB(A)	55-65dB(A)
6 opera houses, theatres, cinemas	25dB(A)	35dB(A)
7 recording studios	take note of special requirements	

* equivalent maximum permitted constant level

(۴) درجات صوتی مجاز برای دسته‌جات مختلف از مصارف اتاق‌ها

noise source	distance from window to centre of room	recommended standard sound reduction levels for standard categories of room use			
		1	2	3	4
motorways, average traffic	25m	4	3	2	1
	80m	3	2	1	0
	250m	1	0	0	0
motorways, intensive traffic	25m	5	4	3	2
	80m	4	3	2	1
	250m	2	1	0	0
main roads	8m	3	2	1	0
	25m	2	1	0	0
	80m	1	0	0	0
secondary roads	8m	2	1	0	0
	25m	1	0	0	0
	80m	0	0	0	0
main roads in city centres	small building intensive traffic	5	5	4	3
	large building average to intensive traffic	4	4	3	2

(۵) مقادیر استاندارد کاهش صوتی توصیه شده برای کاربردهای اتاق‌ها با توجه به استانداردها و ترافیک صوتی

sound-reduction level	R _w	glass block format (mm)	airborne sound-reduction value (LSM)	sound-reduction rating (R _{tr})
6	≥ 50dB	for double-skinned glass block walls/windows	190 × 190 × 80 -12 dB	40 dB
5	45-49dB	for single-skinned glass block areas	240 × 240 × 80 -10 dB	42 dB
4	40-44dB	for single-skinned glass block areas	240 × 115 × 80 -7 dB	45 dB
3	35-39dB		300 × 300 × 100 -11 dB	41 dB
2	30-34dB			
1	25-29dB			
0	≤ 25dB			
		double-skinned wall with 240 × 240 × 80	-2 dB	50 dB

(۷) فضای بلوک شیشه‌ای

(۸) کاهش صوتی استاندارد برای پنجره‌ها

پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها، به عنوان یک مواد خام (رول، بودری و یا دانه‌ای)، به سه بخش تقسیم می‌شوند: الف) پلاستیک‌های ترموست که به هنگام حرارت دین سخت خواهند شد، ب) ترموپلاستیک‌ها که به هنگام حرارت دین به پلاستیک تبدیل می‌شوند و ج) الاستومرها که به طور دائم حالت الاستیکی دارند. پلاستیک‌ها معمولاً به صورت صنعتی و با به کارگیری افزودنی‌های شیمیایی، فیبرهای شیشه‌ای، پرکننده‌ها و رنگ‌ها برای تولید کالاهای نیمه تمام، مصالح ساختمانی و مصالح تمام کننده به کار برده می‌شوند (۱) - (۶).

خصوصیات مفید پلاستیک‌ها در ساختمان‌سازی، این است که در برابر نفوذ آب و پوسیدگی مقاومت، نیاز به تعمیرات اندکی دارند، وزن کمی دارند، رنگ‌ها در داخل آن نفوذ نمی‌کنند و مقاومت بالایی در برابر نور خورشید از خود نشان می‌دهند (که بستگی به نوع آن‌ها دارد) و می‌توانند به عنوان مصالح پوشش دهنده مقاوم و رنگی، روی سایر مصالح به کار برده شوند (به عنوان مثال، به صورت فیلم برای پوشش استیل و چوب) (۳) - (۴). معمولاً برای کار کردن و تولید، بسیار آسان بوده و بدون هیچ محدودیتی می‌توان آن‌ها را شکل داد و دارای قابلیت هدایت حرارتی پایینی هستند.

مقاطع شیشه‌ای دولایه در انواع زیادی از ضخامت، پهناء و طول وجود دارند. نیمه شفاف بودن این مقاطع برای سقف‌ها و سطوح عمودی مناسب بوده، امکان عبور نور را از خود فراهم می‌نماید.

نام‌های بسیاری از کمپانی‌های تولید کننده و محصولات گوناگون به ثبت رسیده که باعث سردرگمی خواهد شد. بنابراین طراحان، هنگام استفاده از پلاستیک‌ها، باید به توضیحات و علائم بین‌المللی شیمیایی توجه کنند تا مطمئن شوند، آن چه که انتخاب کرده‌اند با خصوصیات مورد نیاز آن‌ها و با استانداردها، پروسه‌های آزمایشی و هدایت کننده‌ها، هماهنگی و هارمونی دارد. راهنمای پلاستیک‌ها در ساختمان سازی و علامت اختصاری آن‌ها به صورت زیر بیان می‌شود:

ABS =	اکریلونیتریل - بوتادین - استیرن.	CR =	کلروپرن
EP =	اپوکسی رزین.	EPS =	پلی استیرن توسعه یافته.
GRP =	فیبر شیشه‌ای - پلاستیک تقویت شده.	GR-UP =	فیبر شیشه‌ای - پلی استر تقویت شده.
IIR =	کاپیچوی بوتیل.	MF =	ملامین فرمالدئید.
PA =	پلی آمید	PC =	پلی کربنات.
PE =	پلی اتیلن.	PIB =	پلی ایزوبوتیلن.
PMMA =	پلی متیل متاکریلات (شیشه آکریلیک).		
PP =	پلی پروپیلن.	PAS =	پلی استیرن.
PVC =	پلی کلراید وینیل (سخت و یا نرم).	UP =	رزین پلی استر سخت نشده

پلاستیک‌ها برای تولید مصالح نیمه‌تمام و یا کامل به کار برده می‌شوند که براساس قوانین، شامل تقریباً بیش از ۵۰٪ مصالح پرکننده، تقویت کننده و سایر افزودنی‌ها می‌گردند. همچنین آن‌ها به‌طور مشخص تحت تاثیر دما قرار می‌گیرند که باید دقت کرد تا برای آن‌ها، محدودیت دمایی بین ۸۰ تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود. این، یک مسأله جدی نیست که گرمای به وجود آمده بالای ۸۰° فقط در نقاط عایق بندی شده در ساختمان‌ها دیده می‌شود (احتمالاً در کنار لوله‌های آب گرم و آتش‌ها) پلاستیک‌ها به عنوان یک مصالح کارگانه، قابل سوختن هستند. بنابراین به صورت مصالح سازهای با درجه مقاومت در برابر آتش طبقه‌بندی می‌شوند که بیشتر آن‌ها به طور معمول قابل اشتعال بوده و فقط تعداد کمی از آن‌ها سریع‌الاشتهالند. راهنمای‌های لازم که بر اساس قوانین ساختمان‌ها برای استفاده از مصالح سازهای قابل اشتعال در نظر گرفته شده است، حتماً باید در سازه ساختمان‌ها دنبال گردند.

طبقه بندی محصولات پلاستیک برای اجرای ساختمان

۱- مصالح، نیمه تمام: ۱-۱- تخته‌ها و صفحات ساختمان: ۱-۲- مصالح سخت فوم، لایه‌های مرکزی: ۱-۳- مصالح فوم با افزودنی‌های معدنی (فوم سخت، بتون سبک) ۱-۴- فیلم‌ها، رول‌ها و صفحات تخت، فایبرگلاس، مصالح پارچه‌ای: ۱-۵- پوشش‌های کف، پوشش‌های مصنوعی برای فشارهای ورزشی: ۱-۶- پروفیل‌ها (به غیر از پنجره‌ها): ۱-۷- لوله‌ها، تیوب‌ها و لوازم آن: ۱-۸- مصالح درز بندی، چسبنده، مصالح پرکننده ملات و غیره.

۲- اجزای سازه‌ای، دستورالعمل‌ها: ۲-۱- دیوارهای خارجی: ۲-۲ دیوارهای داخلی: ۲-۳- سقف‌ها: ۲-۴- سقف‌ها و لوازم آن: ۲-۵- پنجره‌ها، دریچه‌های پنجره‌ها و لوازم آن: ۲-۶- درها، دروازه‌ها و لوازم آن: ۲-۷- پشتیبانی‌ها.

۳- موارد کمکی بخش‌های کوچک و غیره: ۳-۱- کمدها و لوازم آن: ۳-۲- نوارهای درزبندی، فوم‌های انعطاف‌پذیر و رول‌ها و صفحات: ۳-۳- ابزار ثابت کننده: ۳-۴- محکم کننده‌ها: ۳-۵- لوازم تهیه‌های (به غیر از لوله‌ها): ۳-۶- سایر بخش‌های کوچک.

۴- مهندسی خانگی: ۴-۱- بخش‌های بهداشتی: ۴-۲- آشپز بهداشتی: ۴-۳- شیرآلات و لوازم بهداشتی: ۴-۴- تاسیسات الکتریکی و لوازم آن: ۴-۵- گرما دهی.

۵- مبلمان و اسباب‌ها: ۵-۱- مبلمان و لوازم آن: ۵-۲- سیستم نور پردازی و اسباب‌ها عر کاربری‌های سازه‌ای: ۶-۱- سقف‌ها و سازه‌های پشتیبانی کننده، نور پردازی سقف‌ها: ۶-۲- سازه‌های چادری و پنوماتیک: ۶-۳- تانک‌های سوخت سیستم گرمایش، بشکه‌ها و سیلوها: ۶-۴- استخرهای شنا: ۶-۵- برج‌ها، دودکش‌ها، پله‌ها: ۶-۶- سلول‌های اتاق‌ها: ۶-۷- خانه‌های پلاستیکی.

ساختمان‌سازی با مصالح پلاستیکی، در صورتی بهترین خواهد بود که با پانل‌های (صفحات) پلاستیکی بنا گردد، آن‌ها دارای این مزیت هستند که وزن کمی داشته، بار روی سازه را کاهش می‌دهند و در عین حال، امکان ساختمان‌سازی پیش‌ساخته را فراهم می‌آورند (۱۴) - (۱۷). سازه‌های پلاستیکی (بدون به کار گیری سایر مصالح) در حال حاضر فقط وزن خود را به‌علاوه وزن باد، برف و احتمالاً وزن اضافی که به واسطه نور پردازی ایجاد می‌گردد، تحمل می‌کنند. آن‌ها این امکان را فراهم می‌آورند که فضاهای بزرگ، به راحتی پوشش داده شوند (۱۹) - (۲۲).

