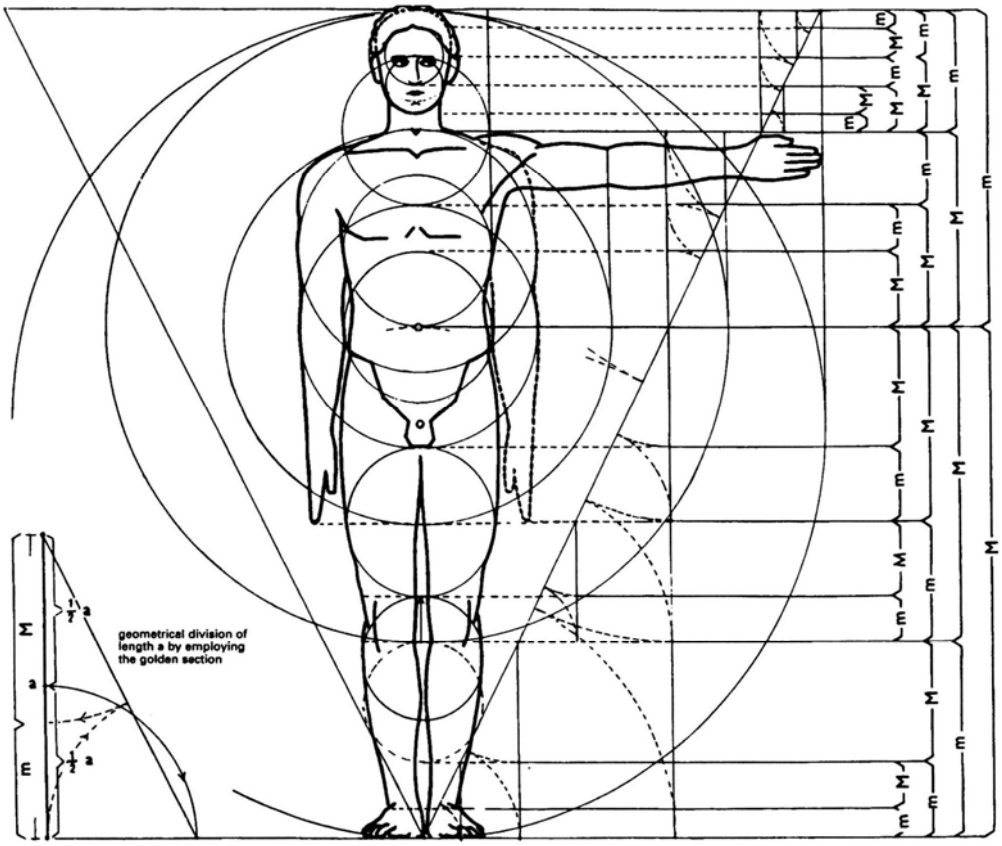



### *روابط بین اندازه‌های بدن انسان*

قدیمی‌ترین ابعاد مربوط به اندازه‌های بدن انسان که تاکنون شناخته شده، در یک مقبرهٔ اهرام نزدیک به همفیس پیدا شد که به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد. از آن زمان تا کنون، دانشمندان و هنرمندان، سخت کوشیده‌اند تا در روابط بین اجزای بدن انسان، ظرافت و دقت به‌وجود آورند.

ما دربارهٔ سیستم تناسبات امپراطوری فراعنه که در زمان Ptolemy بود، درباره سیستم یونانیان و رومیان، و حتی سیستم Polucletes که برای مدت‌های طولانی به‌عنوان استاندارد به‌کار برده می‌شد و جزییات آن به‌وسیلهٔ آلبرتی، لئوناردو داوینچی، میکلانژ و مردمان قرون وسطی داده شده بود چیزهایی می‌دانیم، به‌خصوص کار Durer که در تمام دنیا شناخته شده است. در تمام این کارها، محاسبات بدن انسان بر مبنای اندازهٔ طول سر، صورت و یا پا بود. این اندازه‌ها، به اجزایی تقسیم شد و روابطی بین آن‌ها برقرار گردید، به‌طوری که برای سراسر زندگی قابل استفاده شد. حتی در زمان حیات، فوت و اِلس (حدود ۱۱۵ سانتی‌متر) به‌عنوان ابزار اندازه‌گیری عام داشته است.

جزییات داده شده به‌وسیله Durer ، به‌شکل یک استاندارد عمومی به‌طور فشرده مورد استفاده قرار گرفت. او از قد انسان شروع کرد و با تقسیم‌های بعدی به‌شکل کسری آن را کامل نمود:

$\frac{1}{2}$ قد = تمام نیمه بالایی بدن، از محل انشعاب پاها به بالا،

$\frac{1}{4}$ قد = طول پا از قوزک زانو و از چانه تا ناف،

$\frac{1}{6}$ قد = طول پا از قوزک به پایین،

$\frac{1}{8}$ قد = طول سر از محل مو تا زیر چانه، فاصله بین نوک پستان‌ها،

$\frac{1}{10}$ قد= ارتفاع صورت و عرض آن (به علاوه گوش‌ها)، طول دست تا مچ،

$\frac{1}{12}$ قد= عرض صورت از زیر بینی، عرض پا (بالای قوزک) و غیره.

این تقسیم‌بندی تا ۱/۴۰ قد انسان ادامه داشت.

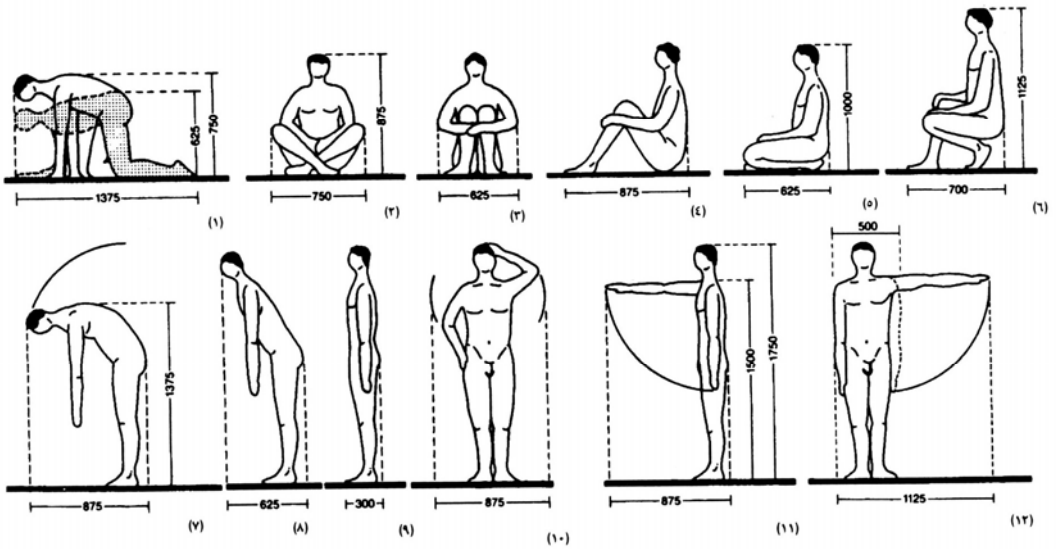
طی قرن‌های آخر، A.Zeising با تحقیقات خود دربارهٔ روابط بین اندازه‌های بدن انسان، به این امر، وضوح بیشتری بخشید. او اندازه‌گیری دقیقی انجام داد و آن‌ها را با تقسیمات طلایی مقایسه نمود. متأسفانه به این‌کار توجهی نشد، تا آن‌که این اواخر تحقیقی وسیع توسط E.Moessel انجام شد و کار Zeising را با آزمایش‌های متعدد به دنبالهٔ روش او تأیید نمود. از ۱۹۴۵ به بعد، لوکربوزیه برای تمام پروژه‌های خود از تقسیم‌بندی و روابط تقسیمات طلایی که آن را Le Modulor نامیده استفاده کرد

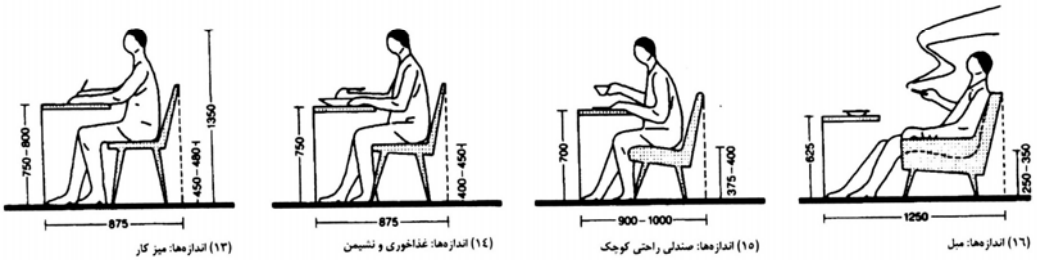
← ص ۳۰.

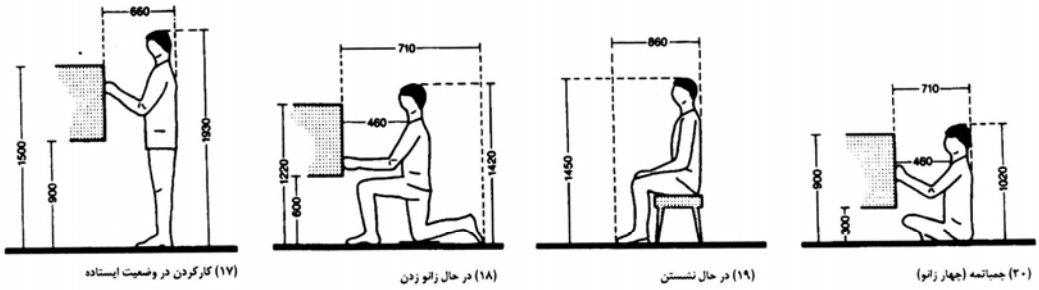
## انسان: اندازه‌ها و فضاهای مورد نیاز

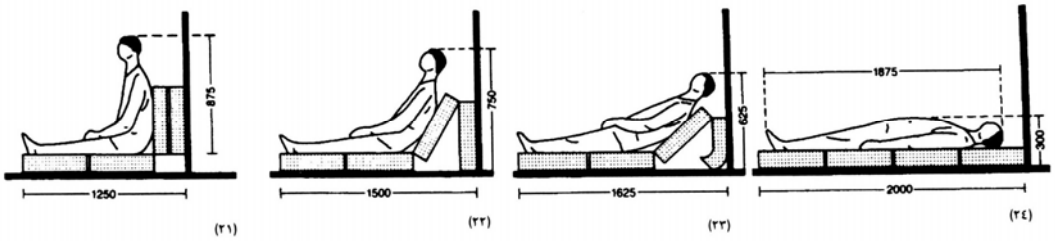
*اندازه‌های بدن*

**بر مبنای اندازه‌گیری‌ها و معرف انرژی معمولی**



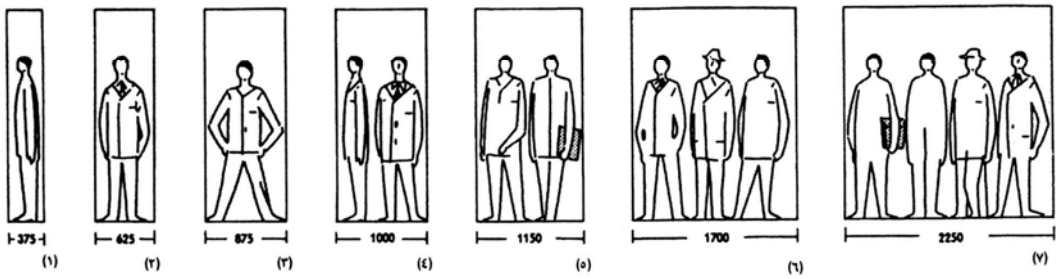



## انسان: اندازه‌ها و فضاهای مورد نیاز

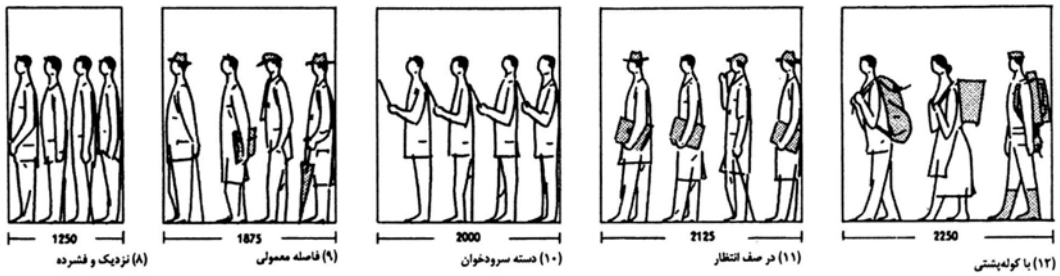
### *فضاهای مورد نیاز*

**بر مبنای اندازه‌گیری‌ها و معرف انرژی معمولی**

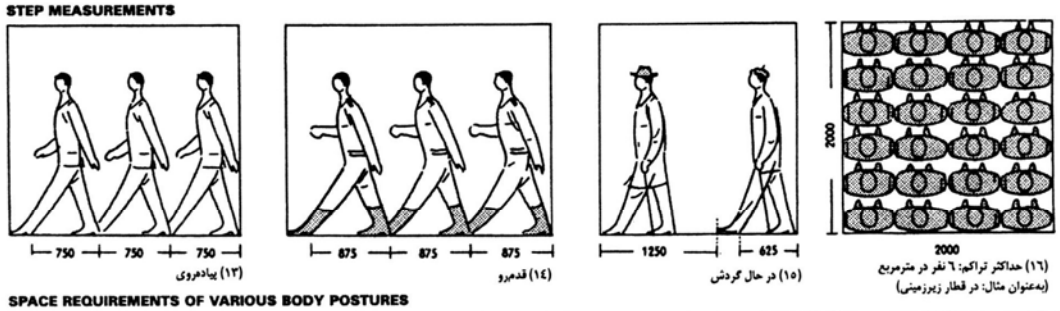
***فاصله‌های مورد نیاز بین دیوارها برای مردم در حال حرکت به اضافه ≤ ۱۰ درصد به عرض‌ها***



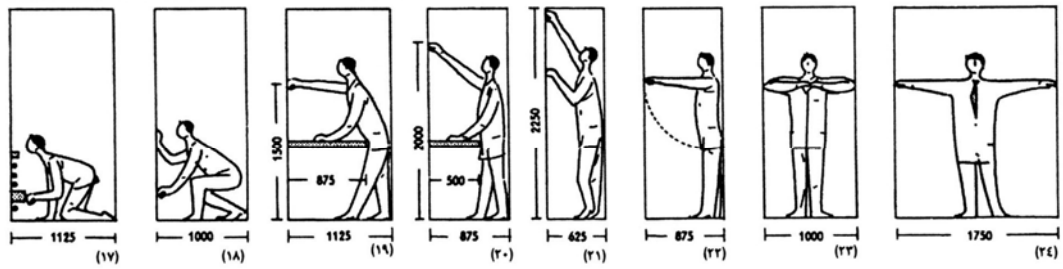

**SPACE REQUIREMENTS OF GROUPS**




**STEP MEASUREMENTS**

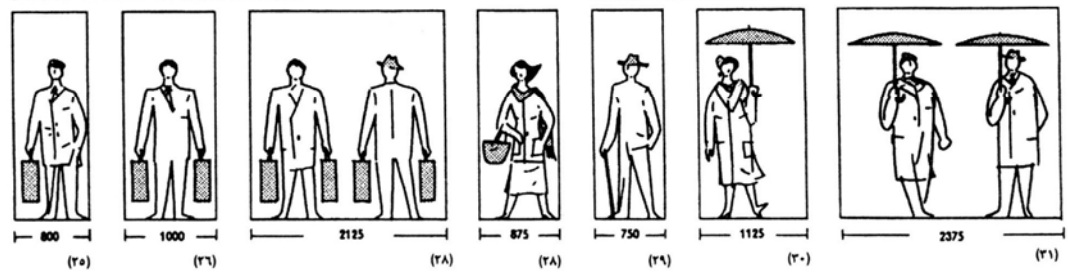



**SPACE REQUIREMENTS OF VARIOUS BODY POSTURES**




**SPACE REQUIREMENTS WITH LUGGAGE**

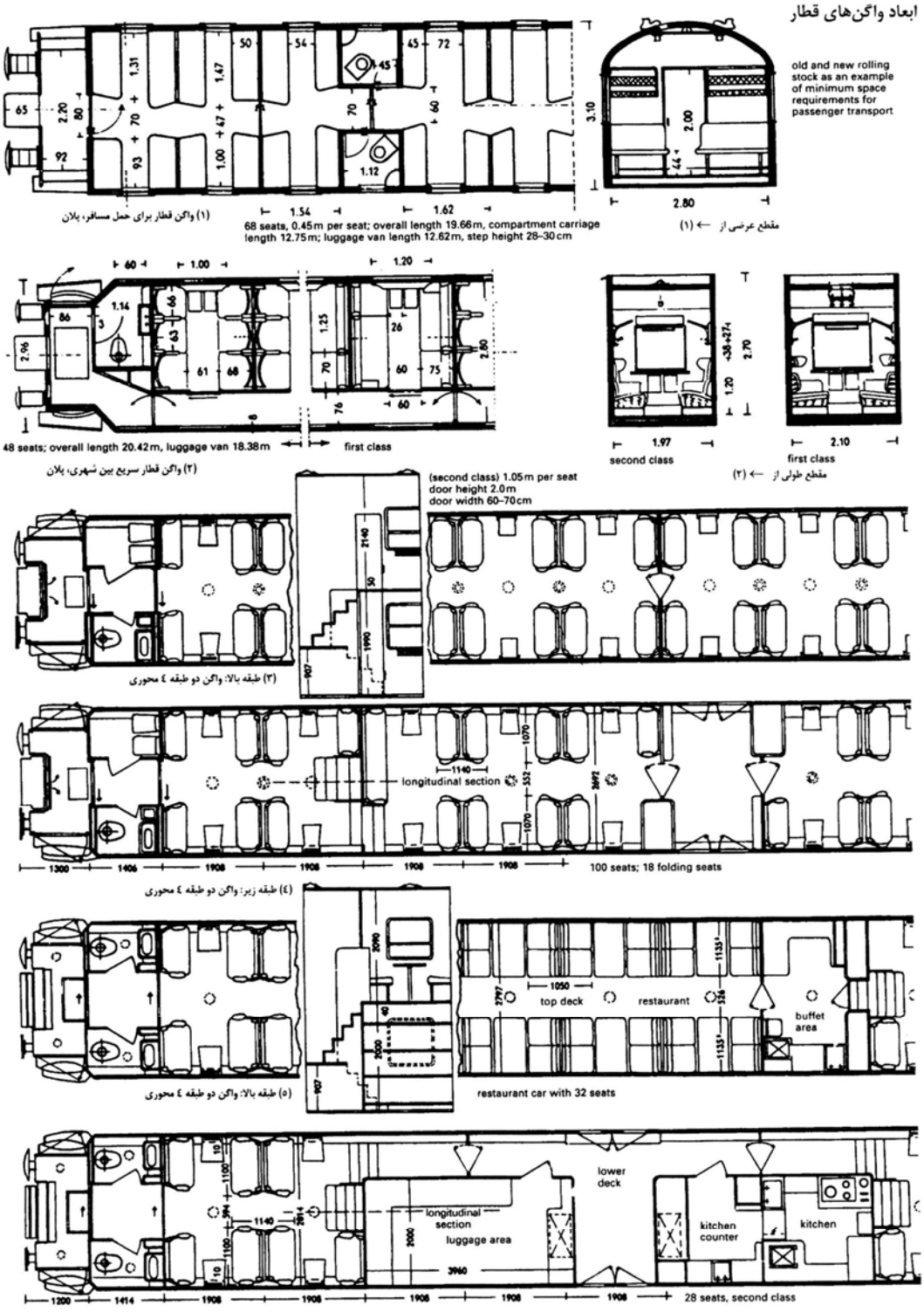
**SPACE REQUIREMENTS WITH STICKS AND UMBRELLAS**

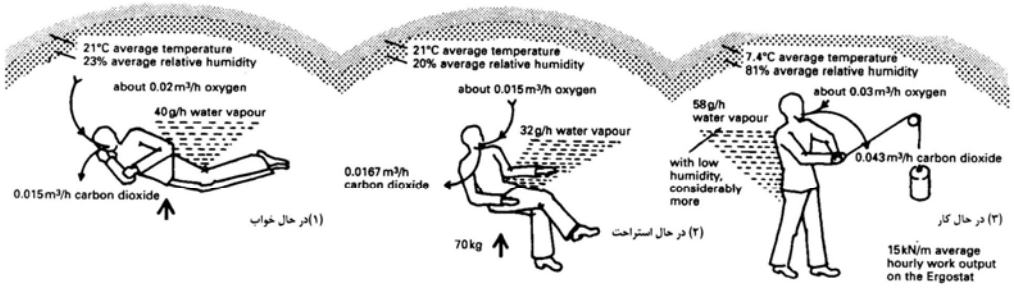


# انسان: فضاهای کوچک

## ابعاد واگن‌های قطار

old and new rolling stock as an example of minimum space requirements for passenger transport






سکونت گزیدن، برای حفظ انسان در برابر شرایط آب و هوا و ایجاد محیط زیست بهتر برای اوست. هوای ضروری در محیط زندگی، شامل حرکت ملایم (نه حالت کوران)، اکسیژن کافی، گرمای مطبوع و رطوبت و نور کافی است. برای ایجاد این شرایط، عوامل مهم عبارتند از: موقعیت و برای مسکن در یک چشم‌انداز و مجموعه (← ص ۲۷۲) و همچنین آرایش فضاها در داخل خانه و نوع سازه آن.

| | tolerable for several hours (‰) | tolerable for up to 1h (‰) | immediately dangerous (‰) |
|---|---|---|---|
| iodine vapour | 0.0005 | 0.003 | 0.05 |
| chlorine vapour | 0.001 | 0.004 | 0.05 |
| bromine vapour | 0.001 | 0.004 | 0.05 |
| hydrochloric acid | 0.01 | 0.05 | 1.5 |
| sulphuric acid | – | 0.05 | 0.5 |
| hydrogen sulphide | – | 0.2 | 0.6 |
| ammonia | 0.1 | 0.3 | 3.5 |
| carbon monoxide | 0.2 | 0.5 | 2.0 |
| carbon disulphide | – | 1.5* | 10.0* |
| carbon dioxide | 10 | 80 | 300 |

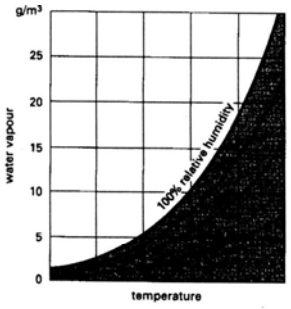
*mg per litre

(٤) جمع شدن گازهای مضر صنعتی

| activity | energy expenditure (kJ/h) |
|---|---|
| at rest in bed (basal metabolic rate) | 250 |
| sitting and writing | 475 |
| dressing, washing, shaving | 885 |
| walking at 5km/h | 2050 |
| climbing 15cm stairs | 2590 |
| running at 8km/h | 3550 |
| rowing at 33 strokes/min | 4765 |

note that this expenditure in part contributes to heating air in a room

(٥) مصرف انرژی توسط انسان




(٦) رطوبت اطاق

| temperature (°C) | water content (g/m³) |
|---|---|
| 50 | 82.63 |
| 49 | 78.86 |
| 48 | 75.22 |
| 47 | 71.73 |
| 46 | 68.36 |
| 45 | 65.14 |
| 44 | 62.05 |
| 43 | 59.09 |
| 42 | 56.25 |
| 41 | 53.52 |
| 40 | 50.91 |
| 39 | 48.40 |
| 38 | 46.00 |
| 37 | 43.71 |
| 36 | 41.51 |
| 35 | 39.41 |
| 34 | 37.40 |
| 33 | 35.48 |
| 32 | 33.64 |
| 31 | 31.89 |
| 30 | 30.21 |
| 29 | 28.62 |
| 28 | 27.09 |
| 27 | 25.64 |
| 26 | 24.24 |
| 25 | 22.93 |
| 24 | 21.68 |
| 23 | 20.48 |
| 22 | 19.33 |
| 21 | 18.25 |
| 20 | 17.22 |
| 19 | 16.25 |
| 18 | 15.31 |
| 17 | 14.43 |
| 16 | 13.59 |
| 15 | 12.82 |
| 14 | 12.03 |
| 13 | 11.32 |
| 12 | 10.64 |
| 11 | 10.01 |
| 10 | 9.39 |
| 9 | 8.82 |
| 8 | 8.28 |
| 7 | 7.76 |
| 6 | 7.28 |
| 5 | 6.82 |
| 4 | 6.39 |
| 3 | 5.98 |
| 2 | 5.60 |
| + 1 | 5.23 |
| 0 | 4.89 |
| – 1 | 4.55 |
| 2 | 4.22 |
| 3 | 3.92 |
| 4 | 3.64 |
| 5 | 3.37 |
| 6 | 3.13 |
| 7 | 2.90 |
| 8 | 2.69 |
| 9 | 2.49 |
| 10 | 2.31 |
| 11 | 2.14 |
| 12 | 1.98 |
| 13 | 1.83 |
| 14 | 1.70 |
| 15 | 1.58 |
| 16 | 1.46 |
| 17 | 1.35 |
| 18 | 1.25 |
| 19 | 1.15 |
| 20 | 1.05 |
| 21 | 0.95 |
| 22 | 0.86 |
| 23 | 0.78 |
| 24 | 0.71 |
| 25 | 0.64 |

maximum water content of one cubic metre of air (g)

اولین ضروریاتِ برای دستیابی به احساس زیست خوب و مداوم، شامل یک ساختمان عایق‌بندی شده با پنجره‌های مناسب، که متناسب با مبلمان اطاق متناسب است، حرارت کافی و تهویهٔ متقابل بدون ایجاد کوران می‌باشد.

## نیاز به هوا

انسان‌ها با تنفس، اکسیژن مصرف کرده و دی‌اکسیدکربن و بخار آب را خارج می‌نمایند. مقدار این گازها متناسب با وزن، غذای مصرف شده، فعالیت و محیط اطراف افراد تغییر می‌نماید ← (۱)+ (۳).

بر اساس محاسبات، انسان‌ها به‌طور متوسط ۰/۰۲۰ مترمکعب در ساعت دی‌اکسید کربن و ۴۰ گرم در ساعت بخار آب تولید می‌کنند.

مقدار دی‌اکسیدکربن بین ۱ و ۳٪ می‌توانند تنفس عمیق‌تری را به‌وجود آورد، بنابراین هوا در محل سکونت تا حد امکان نباید بیشتر از ۰/۱٪ دی‌اکسید کربن داشته باشد. یعنی اگر در ساعت یک‌بار هوا عوض شود، هر فرد بزرگسال به ۳۲ مترمکعب و هر بچه به ۱۵ مترمکعب فضا و هوا نیاز دارد. با وجود این، چون تا ۲۴ مترمکعب فضای معمولی (که به طراحی بستگی دارد) برای هر فرد بزرگسال و ۸ تا ۱۲ مترمکعب برای بچه‌ها کافی خواهد بود، با ضریب تعویض هوای بیشتر (به‌عنوان مثال: خوابیدن با پنجره باز، یاتهویه با کانال‌کشی)، حجم فضای مورد نیاز هر نفر در اطاق نشیمن تا ۷/۵ مترمکعب و در اطاق خواب تا ۱۰ مترمکعب برای هر تخت کم می‌شود.

هنگامی که کیفیت هوا به‌دلیل نور مستقیم، بخار یا آلاینده‌های دیگر (مانند بیمارستان‌ها یا کارخانجات) خراب می‌شود، در فضاهای بسته (مثل آن‌که در یک سالن سخنرانی باشید)، ضریب تعویض هوا باید به‌طور مصنوعی تقویت شود تا کمبود اکسیژن تأمین و مواد زیان‌آور خارج گردند.

## گرم کردن فضا

درجه حرارت اطاق برای انسان‌های در حال استراحت، باید در مطبوع‌ترین حالت و بین ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و برای محل کار باید بین ۱۵ تا ۱۸ درجه باشد که به نوع فعالیت بستگی دارد.

یک انسان، به ازای هر کیلوگرم وزن در ساعت ۱/۵ کیلوکالری تولید انرژی گرمایش می‌نماید. بنابراین، یک فرد بزرگسال با وزن ۷۰ کیلوگرم، در روز ۲۵۲۰ کیلوکالری انرژی گرمایش ایجاد می‌نماید. مقدار انرژی در شرایط مختلف متغیر است، به‌عنوان مثال: هنگامی که درجه حرارت اطاق پایین آمده باشد مصرف انرژی اضافه می‌شود، مثل شرایطی که فردی به ورزش مشغول است.

هنگامی که یک اطاق را گرم می‌کنید، باید دقت نمایید که گرما با درجهٔ پایین برای گرم کردن هوای طرف سرد اطاق به‌کار رود. با گرمای سطحی بیش از ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد، ممکن است تجزیه انجام شود که به سوزش مخاط غشای حلق و دهان منجر خواهد شد و احساس می‌گردد که هوا زیاد خشک است. به همین دلیل، گرمایش با بخار و اجاق‌های فلزی با درجه حرارت بالا، برای مجموعه‌های آپارتمانی مناسب نیستند.

## رطوبت اطاق

هوای اطاق با رطوبت ۵۰ تا ۶۰ درصد، مطبوع‌ترین حالت را دارد. این رطوبت را باید بین ۴۰ تا ۷۰ درصد حفظ نمود. هوای زیاد مرطوب اطاق، به‌گسترش میکروب‌ها و کپک‌ها کمک کرده و انتقال سرما و پوسیدگی و تعریق به‌وجود می‌آورد ← (۶). ایجاد بخار آب با بالارفتن درجه حرارت اطاق اضافه می‌شود، به‌خصوص هنگامی‌که از ۳۷ درجه سانتیگراد بالاتر رود (درجه حرارت خون).

## شرایط اقلیمی اطاق

همانگونه که زمین شرایط اقلیمی دارد، داخل ساختمان‌ها نیز شرایط اقلیمی حاکم است، با ارزش‌های قابل اندازه‌گیری برای فشار هوا، رطوبت، درجه حرارت، سرعت جریان هوا و «نور آفتاب داخلی» به‌شکل تشعشعات حرارتی. کنترل مفید این عوامل، راحتی بهینهٔ اطاق را ایجاد نموده و به انسان سلامت کامل و توان انجام وظایفش را می‌دهد. حرارت خوب و راحت هنگامی که عملیات حرارتی بدن در حال تعادل است تجربه می‌شود (مانند هنگامی که بدن تنظیم حرارت خود را با حداقل تحرُک انجام می‌دهد، و حرارت از دست رفته از بدن برابر باشد با مقدار انتقال حرارت به محیط اطراف).

### تنظیم درجه حرارت و پایین آمدن حرارت بدن

بدن انسان، مکانیسم‌های مختلفی را برای بالابردن یا پایین آوردن ضریب از دست دادن حرارت به‌کار می‌برد که از آن جمله است: بالا بردن جریان خون در پوست بدن، بالا بردن سرعت جریان خون، افزودن حجم مجاری تعریق و دفع عرق از بدن. هنگامی‌که بدن سرد است، با لرزش دادن به عضلات می‌توان حرارت بیشتری ایجاد نمود.

حرارت بدن از سه طریق اصلی از دست می‌رود: انتقال با تماس، انتقال به هوا و تشعشع. انتقال با تماس هنگامی است که دو سطح با هم در تماسند و حرارت از یک سطح به سطح دیگر منتقل می‌شود (به‌عنوان مثال پا در تماس با کف زمین).

ضریب انتقال حرارت به سطح تماس، اختلاف درجه حرارت و قابلیت انتقال حرارتی مصالح موجود بستگی دارد. به‌عنوان مثال: مس، ضریب انتقال حرارتی بالایی دارد، در حالی که ضریب هوا پایین است، و حالت یک عایق حرارتی متخلخل را دارد. انتقال به هوا عمل انتقال حرارت پوست بدن به هوای اطراف است. این عملکرد به‌وسیلهٔ سرعت جریان هوا در اطاق و اختلاف درجه حرارت قسمت پوشیده و قسمت بدون لباس بدن تنظیم می‌شود. گردش هوا نیز به‌وسیلهٔ انتقال حرارت به هوا به‌وجود می‌آید: هوا ضمن تماس با جسم داغ، گرم می‌شود (به‌عنوان مثال تماس با رادیاتورها)، بالا می‌رود، در اثر تماس با سقف سرد شده و دوباره پایین می‌آید. با این حرکت و گردش، گرد و غبار و اجرام معلق نیز جابه‌جا می‌شوند. هر چه وسیلهٔ گرمایش سریع‌تر حرکت کند (مانند آب در رادیاتور)، جریان را سریع‌تر ایجاد می‌نماید. تمام اشیا و از جمله بدن انسان، متناسب با تفاوت درجه حرارت سطح بدن و محیط اطراف، تشعشعات حرارتی پخش می‌نمایند. به نسبت توان ۴ درجه حرارت مطلق بدن افراد، درجه حرارت اضافه می‌شود. بنابراین، اگر درجه حرارت بدن ۲ برابر شود، ۱۶ برابر بالا خواهد رفت. همچنین طول موج تشعشع با درجه حرارت تغییر می‌نماید، اگر درجه حرارت سطحی بالاتر باشد، طول موج کوتاه‌تر می‌شود. حرارت بالای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت نور دیده می‌شود. تشعشع زیر این حدُ، تشعشع حرارتی مادون قرمز نامیده می‌شود. این تشعشع، در همهٔ جهات انجام می‌گیرد، از میان هوا عبور می‌نماید بدون آن‌که آن را گرم نماید و به‌وسیله اجسام دیگر جذب می‌شود (یا انعکاس می‌یابد). با جذب این تشعشعات، این اجسام (حتی بدن انسان) گرم می‌شوند. این جذب تشعشع به‌وسیلهٔ بدن (به‌عنوان مثال، از اجاق آجری) بیشترین احساس خوش را برای انسان (به‌دلایل خاص روانی) و بیشترین اثر بهداشتی را دارد.

تعادل حرارتی دیگر بدن انسان به‌وسیله تبخیر رطوبت غدد تعریق و تنفس انجام می‌شود. سطح بدن و تفاوت فشار تبخیر بین پوست بدن و محیط اطراف پارامترهای کلیدی این امر هستند.

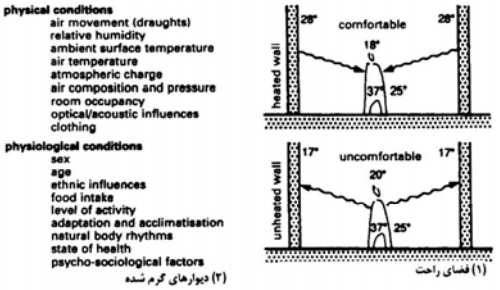
### توصیه‌های مربوط به شرایط اقلیمی داخلی

درجه حرارت هوا بین ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد برای زمستان و تابستان مناسب است. سطح محیط اطراف نباید بیش از ۲ تا ۳ درجه نسبت به هوا تفاوت داشته باشد. تغییرات درجه حرارت هوا را می‌توان با تغییر درجه حرارت سطوح جبران نمود (به‌عنوان مثال، با پایین آمدن درجه حرارت هوا، درجه حرارت سطح زیاد می‌شود). اگر تفاوت زیاد بین درجه حرارت سطح و هوا به‌وجود آید، حرکت و جابه‌جایی هوا ایجاد خواهد شد. سطوح حساس بحرانی اصلی، سطوح پنجره‌ها هستند.

برای راحتی، از تبادل حرارتی از کف پا به کف اطاق باید دوری کرد (به‌عنوان مثال، درجه حرارت کف اطاق باید ۱۷ درجه یا بیشتر باشد). درجه حرارت سقف اطاق به ارتفاع اطاق بستگی دارد. درجه حرارتی که به‌وسیلهٔ انسان احساس می‌شود تقریباً نزدیک به میانگین درجه حرارت هوای اطاق و سطوح اطراف آن است.

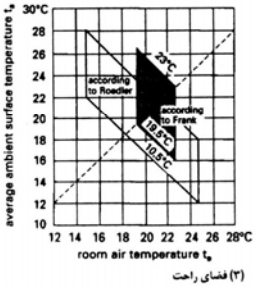
تا حد امکان باید جریان هوا و رطوبت کنترل شود. این حرکت به‌عنوان جریان‌های هوا احساس می‌شود و این امر احساس خنک شدن در بدن ایجاد می‌نماید. رطوبت نسبی بین ۵۰ – ۴۰ درصد برای انسان راحت است. در حالت رطوبت نسبی پایین‌تر (مانند ۳۰٪)، ذرات گرد و غبار در هوا حرکت می‌نماید.

برای حفظ کیفیت هوا، تهویهٔ کنترل شده ایده‌آل است. پس باید میزان دی‌اکسیدکربن توسط اکسیژن جایگزین شود. مقدار دی‌اکسیدکربن هوا نباید از ۰/۱۰٪ حجمی بیشتر شود، بنابراین در اطاق‌های نشیمن و خواب در هر ساعت باید دو یا سه بار هوا عوض شود. میزان نیاز انسان به تعویض هوا ۰/۴ تا ۰/۸ برابر حجم اطاق برای هر نفر در ساعت است.

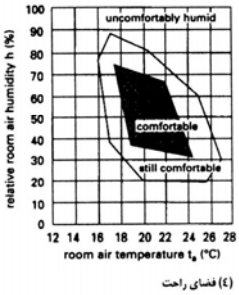



(۱) فضای راحت

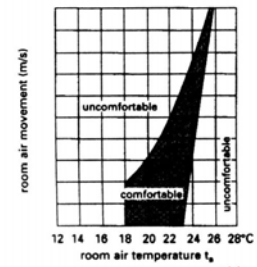
(۲) دیوارهای گرم شده



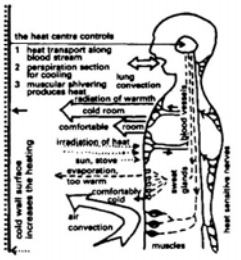

(۳) فضای راحت



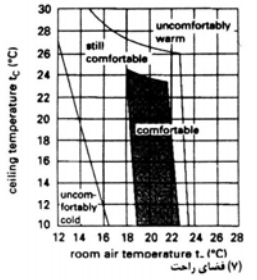

(٤) فضای راحت



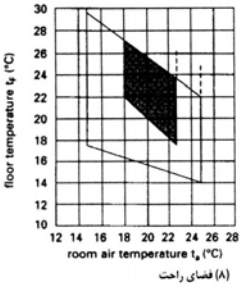

(٥) فضای راحت




(٦) جریان حرارت بدن انسان




(۷) فضای راحت




(۸) فضای راحت

| water content of the air (g/kg) | suitability for breathing | sensation |
|---|---|---|
| 0 to 5 | very good | light, fresh |
| 5 to 8 | good | normal |
| 8 to 10 | satisfactory | still bearable |
| 10 to 25 | increasingly bad | heavy, muggy |
| over 25 | becoming dangerous | very humid |
| 41 | water content of the air breathed out 37°C (100%) | |
| over 41 | water condenses in pulmonary alveoli | |

(۹) ارزش رطوبتی هوایی که تنفس می‌شود

| absolute water content (g/kg) | relative humidity (%) | temperature (°C) | description |
|---|---|---|---|
| 2 | 50 | 0 | fine winter's day, healthy climate for lungs |
| 5 | 100 | 4 | fine autumnal day |
| 5 | 40 | 18 | very good room climate |
| 8 | 50 | 21 | good room climate |
| 10 | 70 | 20 | room climate too humid |
| 28 | 100 | 30 | tropical rain forest |

(۱۰) جدول مقایسه روابط ارزش رطوبتی

## زیست‌شناسی ساختمان

در طول یک‌دهه، پزشکانی مانند Dr.Palm و Dr.Hartmann در مرکز تحقیقات زیست محیطی Ebervach-Woldbrunn-Waldkatzenbach همراه دیگران، دربارهٔ تأثیرات محیط و به‌خصوص تأثیرات زمین، ساختمان‌ها، اطاق‌ها، مصالح ساختمانی و نصب و اجرا بر انسان‌ها، مطالعه و تحقیق فراوان نموده‌اند.

### تأثیرات زمین‌شناسی

در سرتاسر زمین «شکبه‌ای سراسری» کشیده شده ← (۱) که شامل امواج ایستا بوده و تصور می‌شود از طرف خورشید القاء شده است. با وجود این، نظم آن، به قول‌هارتمان بگونه‌ای است که نشان‌دهنده امواجی است زمینی که از درون زمین سرچشمه گرفته و تحت تأثیر ساختارهای شفاف و کریستالی در پوسته زمین قرار می‌گیرد، که آن‌را به‌شکل چنین شبکه‌ای درآورده است. این شبکه، از نظر مغناطیسی جهت‌دار بوده و شامل نوارهایی است با عرض ۲۰۰ میلی‌متر که از منطقه مغناطیسی شمال تا قطب جنوب کشیده شده‌اند. در قسمت‌های مرکزی اروپا، به‌نظر می‌رسد که این نوارها با فاصله ۲/۵ متر از یکدیگر قرار دارند. عمود بر آن‌ها، نوارهای دیگری در جهت شرق به غرب با فاصلهٔ ۲ متر از یکدیگر کشیده شده‌اند ← (۱).

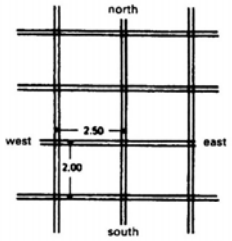
به تجربه کشف شده که این نوارها، از نظر روانشناسی اثرات زیان‌آور دارند، به‌خصوص هنگامی که شخصی بارها هنگام استراحت به مدت طولانی، در یکی از نقاط تقاطع این نوارها قرار گرفته باشد (به‌عنوان مثال در تختخواب) ← (۲). علاوه بر این، اطاق‌هایی که با مستطیل‌های شبکه مطابقت دارند، آن اثرات زیان‌آور را ندارند. این نقاط تقاطع، هنگامی واقعاً بیماری‌زا می‌شوند که با مزاحمت‌ها و اشکالات زمین‌شناسی مانند گسل‌ها یا درزهای زمین و یا آب رودها و نهرها منطبق شوند. موارد اخیر، به‌خصوص بیشترین اثرات را دارند ← (۳). بنابراین، اثرات تجمعی مطرح است بنابراین، بهترین حالت، استفاده از سطح ۲/۳۰ × ۱/۸۰ متر بین نوارهای شبکه جهانی است. بر مبنای نظر هارتمان، مؤثرترین عمل حرکت دادن تخت به خارج از محل تعرض و مزاحمت، به‌خصوص دور از محل تقاطع نوارها است ← (۵).

بر مبنای نظر پالم، شبکهٔ سراسری که شامل نوارهای ۲/۵ × ۲ متر است، حاوی خطوط نصف فاصله می‌باشد. بنابراین، شبکهٔ اصلی یک شبکه سراسری با نوارهای ۵ تا ۶ و ۴ تا ۵ متر مرکز تا مرکز است که در جهت شرق / غرب در سراسر دنیا کشیده شده است. گزارش شده که از هر هفت نوار، یکی با تأثیر چندین برابر اندازه نوارها می‌باشد که دسته دوم نامیده می‌شوند. این نوارها، با فاصلهٔ ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر قرار گرفته‌اند بنابراین، نقاط تقاطع آن‌ها نیز به مراتب دارای اثرات قوی‌تری می‌باشند.

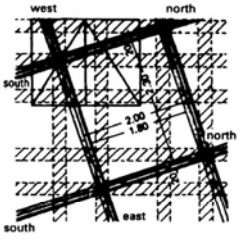
در ضمن بر مبنای نظرات پالم، در اروپا این شبکه نسبت به شرایط بالای ۱۵٪ در جهت شمال / جنوب و شرق / غرب دارای انحراف است. آمریکایی‌ها این نوارها را با دوربین‌های بسیار حساس و از هواپیمایی که در چند هزار متری پرواز می‌کرد مشاهده نموده‌اند. علاوه بر این‌ها، در جهت قطر این مستطیل‌ها نیز شبکهٔ سراسری دیگری وجود دارد، که از شمال شرقی به جنوب غربی و از شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده‌اند ← (۶). این شبکه‌ها نیز در هر هفت، نوار یک نوار قوی‌تر دارند، که تأثیر آن‌ها در حدود یک چهارم نوارهای قبلی است.

گفته شده که تعیین محل شبکهٔ سراسری نوارها به‌دقت قطب‌نما بستگی دارد و ساخت و سازهای مدرن می‌توانند روی عقربهٔ قطب‌نما تأثیر بگذارند. مثلاً تغییر ۱ تا ۲ درجه، باعث اشتباه در تعیین محل نوارها خواهد شد که خود قابل توجه است، چون به‌خصوص لبهٔ نوارها بیماری‌زا هستند. بازرسی دقیق تمام روابط، به‌وقت و تجربه زیاد نیاز دارد، و اغلب نیازمند چندین بار بررسی می‌باشند تا نتایج، کاملاً کنترل شده باشد. مناطق مزاحم به‌وسیلهٔ میله‌هایی مخصوص و یا تجهیزات رادیویی مشخص می‌شوند. درست در همان زمان که امواج رادیویی در محل تقاطع زمین و هوا در جهت عمودی می‌شکنند (مانند روی سطح زمین)، Endros با مدل‌سازی نشان داد که این قطع شدن‌ها در سطوح سخت طبقات ساختمان‌های چند طبقه قابل تشخیص است ← (۷). او با یک ترسیم نشان داد که این شکست‌ها توسط یک جریان زیرزمینی به‌وجود می‌آیند، بنابراین ← (۸) و قدرت مزاحمت روی یک لایه آب زیرزمینی را اندازه‌گیری نمود ← (۹).

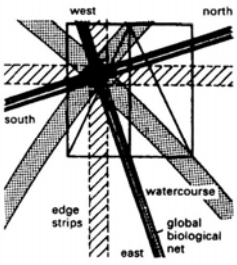
آثار زیان‌آور اصلی این مناطق بیماری‌زا، ایجاد بی‌حسی و کاهش نیرو است. به‌عنوان مثال: احساس خستگی، نارسایی‌های قلبی، کلیه‌ها، گردش خون، تنفس، معده و گوارش می‌توانند تا بیماری‌های مزمنی چون سرطان ادامه یابند. در بسیاری از موارد، با انتقال تختخواب به محلی که تحت تأثیر نیست، طی فاصله زمانی کوتاهی بهبود فراهم آورد ← (۵). تأثیر دستگاه‌هایی که خنثی‌ساز نامیده می‌شوند قابل بحث هستند و مشخص شده که بسیاری از آن‌ها ایجاد مزاحمت می‌نمایند. به نظر می‌رسد که این مزاحمت‌ها برای اطاق‌های متناسب با مقطع طلایی وجود ندارند (ارتفاع ۳ متر، عرض ۴ متر و طول ۵ متر) و منازل با طرح گرد و یا شش ضلعی (کندو مانند) نیز قابل ستایش است.



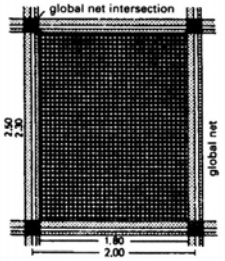

(۱) شبکهٔ سراسری نظم مغناطیسی، با نقاط تقاطع بیماری‌زا



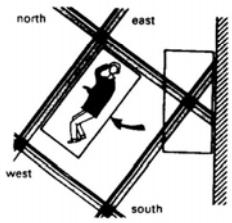

(۲) تخت طرف چپ در نقطهٔ تقاطع، و تخت طرف راست توسط خط لبه قطع شده است. نوارهای‌هاشور زده زیان‌آور نیستند



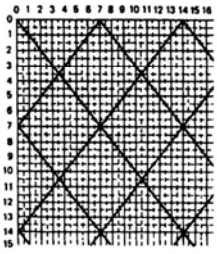

(۳) تخت طرف چپ به‌خصوص در نقطه تقاطع خطرناک و جریان آب که اثرات بد را بیشتر می‌کند قرار گرفته است



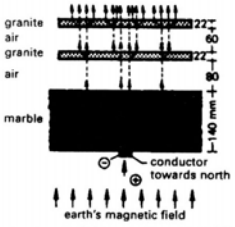

(٤) محل بدون تأثیرات بد، بین نوارهای با فاصله ۲/۳۰ × ۱/۸۰ متر



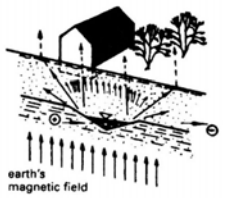

(۵) هنگامی که تخت کنار دیوار بود، به سلامتی صدمه وارد می‌آمد، با انتقال آن، بهبودی به سرعت حاصل می‌شود



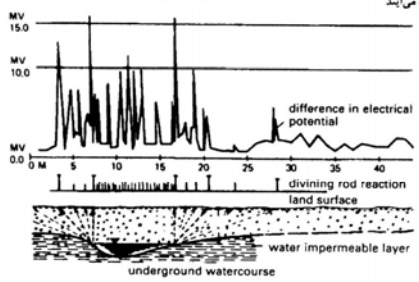

(٦) شبکه سراسری با فاصله ٥ × ٤ متر با خطوط مقطع که نصف فاصله ۲/۵ × ۲۰ متر را نشان می‌دهد ← (۱)




(۷) ماکت تجربی نشان‌دهندهٔ چگونگی چند بار تقسیم شدن خطوط ربع دایره به خطوط عمودی هنگام رسیدن به سطوح افقی




(۸) خطوط الکتریکی زمین که از یک جریان زیرزمینی آب به‌شکل دسته‌ای برای ایجاد منطقه بیماری‌زا به‌وجود می‌آیند




(۹) تفاوت پتانسیل الکتریکی اندازه‌گیری شده و میله‌های بیش‌بینی عکس‌العمل‌ها در بالای یک جریان آب زیرزمینی

## زیست‌شناسی ساختمان

فیزیکدان‌ها مشخص کرده‌اند که ماده سه مرحله یا حالت دارد، کـه بـه درجـه حـرارت و فشـار خارجی بستگی دارد. این سه حالت عبارتنداز: (a) جـامد (b) مـایع (c) گـاز. بـه‌عنوان مثـال: آب، هنگامی‌که زیر صفردرجه باشد، به‌شکل جامد است (a)، و یخ نامیده می شود. درجه حـرارت عـادی (b)، آب و هنگامی که بالای ۱۰۰ درجه باشـد (c)، بخـار خواهـد بـود. بـرای سـایر مـوارد، درجـه حرارت‌های دیگری مطرح شده‌است.

اتم‌ها و مولکول‌هایی که مواد را می‌سازند، در حال حرکت دایمی هستند. به‌عنوان مثال: در فلـز جامد، اتم‌ها حول نقطهٔ معینی در شـکل اسـکلت کریسـتالی ارتعـاش دارنـد ← (۱). هنگـامی کـه حرارت می‌بینند، حرکت‌ها به‌طور آشفته افزایش می‌یابد تا به نقطهٔ مایع برسد. در این درجه حـرارت، اتصـالاتی که اتم‌های مشخص را با هم متصل نموده‌اند شکسته شده و فلز مـایع بـه‌وجود می‌آیـد و باعث حرکت آزادانه‌تر اتم‌ها می‌شود ← (۲). حرارت بیشتر باعث حرکت بیشتر اتم‌ها می‌شود تـا بـه نقطه جوش برسد. این‌جا حرکت آن‌قدر با قدرت انجام می‌شود که اتم‌ها می‌توانند از تمـام نیروهـای بین اتمی که آن‌ها را با هم نگه‌داشته رها شده و به‌شکل گاز در آیند ← (۳). در جهت عکس، تمـام حرکت‌های اتم‌ها یا مولکول‌ها، به‌طور کامل در صفر مطلق کلوین متوقف می‌شـوند (C °۲۷۳/۱۵- =°K).

این تغییرات در فلزات مختلف یکسان نیست. ترتیب قرار گرفتن مولکول و اتم‌هـای هـر مـاده، مشخصات خاص آن را دارد، و چگونگی عکس‌العمل و تأثیر بـر محیـط اطـراف را دیکتـه می‌کنـد. به‌عنوان مثال: در مورد شیشه، با وجودی که دردرجه حرارت اطاق بدیهی است که جـامد اسـت، امـا اسکلت شفاف و روشنی ندارد و اتم‌ها به‌طور اتفاقی، و حـالت بی‌نظـم قـرار دارنـد. بنـابراین، ازنظـر تکنیکی، یک مایع بسیار سرد شده است. تراکم مولکولی‌های بخار در هوا به درجه حـرارت بسـتگی دارد، بنابراین مولکول‌های آب به طرف سردتر وارد می‌شوند، (جایی که تراکـم کم‌تـر اسـت). بـرای جایگزینی، مولکول‌های هوا بـه داخـل وارد می‌شـوند، و از ایـن دو حرکـت، توسـط مقـاومت دیـوار ساختمان در مقابل نفوذ ممانعت به عمل می‌آید ← (۴).

Schroder-Speck با سال‌ها تحقیق روی مصالح ساختمانی، اعـلام می‌کنـد کـه مـواد آلـی، تشعشعات مواد معدنی را جذب و یا تجزیه می‌نماید. به‌عنوان مثال، مشمع قیراندود، با ۱۰۰ میلی‌متر لبه روی هم دور تا دور در تمام جهات، که روی کف بتنی قـرار گرفتـه، اشـعه‌ای را کـه قبـلاً نفـوذ می‌نمود منحرف می‌کند ← (۵) + (۷). در یک تجربه دیگر، یـک کـف سـاخته شـده بـا دانـه‌های چوب‌پنبه، جذب اشعه را نشـان داد. ورق‌هـای چـوب‌پنبـه ۲۵ تـا ۳۰ میلی‌متر ضخـامت (فشـرده و چسبانده نشده)، که به‌شکل کام و زبانه در یکدیگر و در تمام جهات قرار گرفته باشـند نـیز مناسـب هستند ← (۸).

به خاک رس به‌عنوان «خاک سالم» توجه شده و آجرها و تایل‌های سقف، که بـا حـرارت ۹۵۰ درجه پخته شده‌اند بهترین شرایط زندگی را به‌وجود می‌آورند. برای آجرچینی، ملات با آهـک سـفید بدون گوگرد توصیه می‌شود، که از آب زدن آهک پخته که در یـک حفـره یـا گـودال ریختـه و آب می‌زنند تا آهک چرب عمل بیاید به‌دست می‌آورند. در هر حال، برای سـاخت دیوارهـای در معـرض رطوبت باید آب آهک به‌کار برد. آهک به‌عنوان مـاده ضـد میکـروب شـناخته شـده و اغلـب بـرای شستشوی آهکی اسطبل‌ها و سایه‌بان‌های گاوداری‌ها استفاده می‌شود.

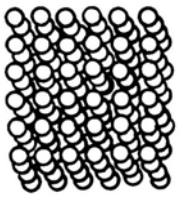
گچ و اندود آن، هنگامی که تا حد امکان زیر ۲۰۰ درجه و با رطوبـت یکنواخـت حـرارت دیـده باشد، در بهترین وضعیت قرار می‌گیرد، با شرایطی شبیه اجـزای حیوانـی (چـرم و ابریشـم و غـیره). سنگ‌های ماسه‌ای به‌شکل سنگ ماسه آهکی طبیعی نیز قابل قبولند به شـرط این‌کـه بـرای دیـوار به‌طور کامل مصرف نشود.

الوار چوب، سبک و گرم بوده و یکی از ضروری‌ترین مصالح ساختمانی است. عملیـات حفـاظتی چوب باید از تقطیر چوب شروع شود (به‌عنوان مثال تهیه سـرکهٔ چـوب، چربـی چـوب یـا مـواد تـار چوب). چوب، عکس‌العمل‌های خوبی با بوی خوش دارد و بنابراین توصیه می‌شود برای نمای داخلی از آن استفاده شود و اگر از تخته‌های چندلایه استفاده می‌شود، با اسـتفاده از چـوب طبیعـی سـاخته شده باشد. ابده آل، استفاده از روش‌های قدیمی به این طریق است که، درخت‌هـا در زمسـتان و در زمان ماه‌های پاییز بریده شده باشند، سپس قبل از برش برای یکسال در گودال خاک رس به آن‌هـا آب داده شده باشد. بنابراین، این کار چوبی را خیلی گران‌قیمت می‌نمایند.

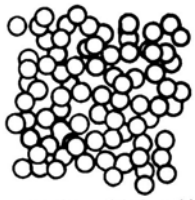
برای عایق‌بندی، مواد طبیعی مانند قطعات چوب‌پنبه یا ورق چوب‌پنبه (و نوع قیراندود شـده آن) و به‌خصوص مشمع‌های ساخته شده از مواد نباتی (مانند علف دریایی، الیاف نارگیل و غـیره)، همـراه با پوکهٔ صنعتی یا خاک دارای دیاتوم و فسیل (غذای فسیلی) توصیـه می‌شـود. پلاسـتیک‌ها، الیـاف معدنی، پشم‌های معدنی، پشم شیشه، بتن‌های گازدار، بتن‌های کفی و ورق‌های موج‌دار آلومینیومـی سفید و کافی شناخته نشده‌اند.

شیشه‌های معمولی یا شیشه‌های کریستالی برای پنجره‌ها، جزء مواد بی‌اثر شناخته می‌شوند. کـه البته شیشه‌های کوانز (یا بیوشیشه) مناسـب‌ترند، زیـرا ۷۰ تـا ۸۰ درصـد نـور مـاورای بنفـش را رد می‌کنند. در مورد شیشه‌های رنگی شک و تردید وجود دارد. شیشه‌های دارای لبـه‌های جـوش شـده نسبت به شیشه‌های دارای لبه پلاستیکی یا فلزی ترجیح داده‌می‌شوند. در مـورد شیشـه‌های رنگـی شک و شبهه وجود دارد.

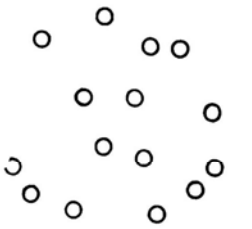
کاربرد فولاد برای دیوارهای خارجی و همچنین برای سطوح بزرگ توسط پـالم رد شـده اسـت. این امر، شامل پوشش مسی برای محل‌های مسکونی نیز می‌شود (نه برای کلیساها). اصولاً توصیـه می‌شود که از مصرف زیاد فلزات اجتناب شود. در بیـن فلـزات، مـس در حـد بـهترین مـواد توصیـه می‌شود. آهن رد شده است (ادعا شده که رادیاتورهای شعاع ۴ متر مزاحمت ایجاد می‌کننـد). روی را نیز توصیه می‌نمایند، همان‌طور که سرب را پیشنهاد می‌کنند. برنز هم همین‌طور قـابل قبـول اسـت (≤ ۷۵٪ مس) و آلومینیوم برای آینده مورد توجه اسـت. پنبـهٔ نسـوز نبـاید اسـتفاده شـود. در مـورد رنگ‌ها توصیه شده که باید مطالعهٔ دقیق در مورد ترکیبات و روش تولید آن‌ها انجام شود کـه دارای مضرات تشعشعی نباشند. به پلاستیک‌ها عموماً به‌عنوان مـوادی کـه مضـرات جنبـی ندارنـد توجـه می‌شود. بتن، و به‌خصوص بتن مسلح، برای سطوح و قوس‌ها مردود است، اما با وجـود این، برای شالوده و زیرزمین قابل مصرف است.



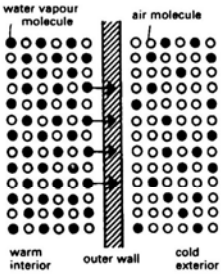
(۱) ترتیب قرار گرفتن اتم‌ها: فلز جامد



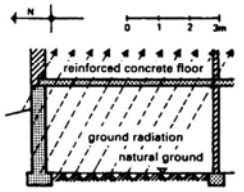
(۲) ترتیب قرار گرفتن اتم‌ها: فلز مایع



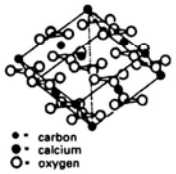
(۳) ترتیب قرار گرفتن اتم‌ها: فلز به‌شکل گاز



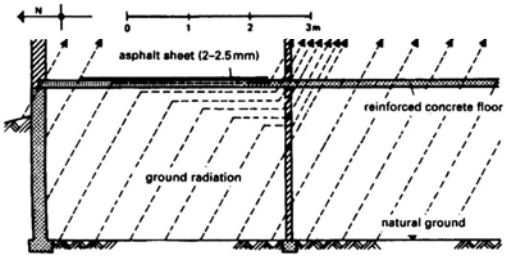

(٤) بخار آب از فضای گرم داخل با وجـود ممـانعت دیوار خارجی، به هوای سرد خارج حرکـت نمـوده و مولکول‌های هوا به داخل رفته جایگزین می‌شوند



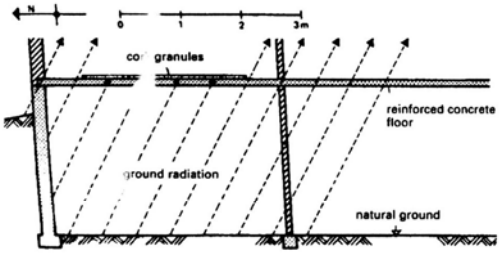

(٥) امواج زمینی بدون ممانعت کف بتنی، از آن عبور می‌کنند




(٦) اسکلت اتمی کالکیت




(۷) لایهٔ مشمع قیراندود، تشعشعات مایل را به طرف جنوب منحرف نموده که با کل متراکم در ابتدای فضای بعد ظاهر می‌شوند و در نتیجه ظرفیت و امکان صدمه آن‌ها بیشتر می‌شود




(۸) گرانول چوب‌پنبه یا ورق‌های کام و زبانه شده چوب‌پنبه‌ای با ≥۲۰-۲۵ میلی‌متر ≥ ضخامت (غیر فشرده و چسبانده نشده و با روکش قیری) تشعشعات زیان‌آور را جذب می‌نماید

## زیست‌شناسی ساختمان

باید بین بتن ساخته شده با سنگدانه‌های کلینکر متراکم، اندود ساخته شده توسط انسان (که ارزش تشعشعاتی بی‌نهایت بالایی دارد)، سیمان طبیعی و گچ تفاوت قائل شود. بتن سبک ساخته شده با پوکهٔ صنعتی متراکم رسی، قابل قبول است.

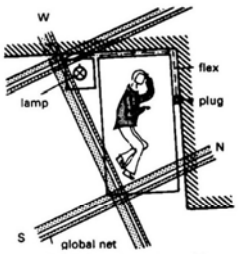
تمام لوله‌کشی‌ها (سرد و گرم)، فاضلاب آب یا گاز به اطراف خود پرتوافکنی می‌کنند و می‌توانند اعضا و اندام موجودات زنده و همان‌طور گیاهان را تحت تأثیر قرار دهند. بنابراین، اطاق‌هایی که برای دوره‌های طولانی توسط انسان یا حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد (مانند اطاق‌خواب و نشیمن)، باید تا حد امکان از بخش‌های لوله‌کشی دور باشند. در نتیجه، توصیه می‌شود که نصب این لوله‌ها در قسمت مرکزی محل مسکونی متمرکز شوند، یا در قسمت آشپزخانه یا حمام قرار گرفته و یا جمع شده و در یک دیوار سرویس قرار گیرند (ص۲۷۷ ← (۵)).

مشکل مشابهی با سیم‌کشی برق متناوب وجود دارد. حتی اگر برق جریان نداشته باشد، میدان الکتریکی با اثرات زیان‌آور آن وجود دارد و هنگامی که برق جریان پیدا می‌کند، میدان الکترومغناطیسی، که حتی زیان‌آورتر است به‌وجود می‌آید. دکترهارتمان یک راه معالجهٔ سریع با قطع برق که جریان آن به دو قسمت سر تخت بیمار می‌چرخید برای آن بیمار پیدا و او را بهبود بخشید ← (۱). در یک مورد دیگر، ناراحتی مشابهی با برداشتن کابل برق که بین هیتر و ترموستات آن از بالای سر یک تختخواب دو نفره عبودر می‌نمود بهبود یافت ← (۲). کابل‌های برقی که محکم نشده‌اند، به‌خصوص ایجاد مزاحمت می‌نمایند، زیرا یک میدان الکتریکی ۵۰ HZ با اثرات سوء بیشتر ایجاد می‌نماید. به علاوه، لوازم برقی مانند هیتر، ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی، دیگ شوفاژ و به‌خصوص مایکروفر با لاستیک آب‌بندی ناقص، که نزدیک یا پشت اطاق خواب قرار گرفته باشد، تشعشعات زیان‌آوری را از دیوار و کف عبور می‌دهد، به‌طوری که یک‌نفر از سکنه ممکن است در منطقه تأثیر چندین میدان قرار داشته باشد ← (۳). این تشعشعات را در ساختمان‌های جدید، می‌توان با عایق کردن خاص کابل‌ها و سیم‌ها حذف نمود. در ساختمان‌های موجود باید سیم‌کشی جدید انجام داد و یا جریان برق را از کنتور قطع نمود. برای این منظور، هم اکنون می‌توان از کلیدهای اتومات برای خاموش کردن برق (زمانی که مصرف وجود ندارد) استفاده نمود. در این مورد، می‌توان از سیم‌کشی جداگانه برای دستگاه‌هایی که باید همواره در حال کار باشند استفاده کرد (مانند فریزر، یخچال، شوفاژ و غیره).

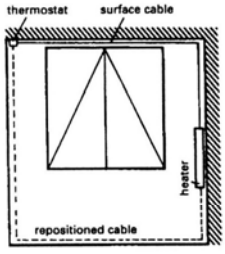
علاوه بر این تشعشعات زیان‌آور مربوط به ترانسفورهای برق، سطح وسیعی از اطراف ایستگاه آن‌ها را فرا می‌گیرد (شرودر اسپک تشعشعات یک ایستگاه ۱۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت را اندازه‌گیری نمود که ۳۰ تا ۳۵ متر در جهت شمال و ۱۲۰ تا ۱۵۰ متر در جهت جنوب را پوشانده است)، خطآهن‌های برقی و خطوط برق ولتاژ بالا می‌باشد. حتی کابل ارت منازل مسکونی نزدیک به‌هم، می‌تواند اثرات بیماری‌زا را تشدید نمایند.

دستگاه گوارش انسان تحت تأثیر یون‌ها قرار دارند (ذرات دارای بار الکتریکی). هر انسان در هوای آزاد تحت تأثیر یک ولتاژ الکتریکی حدود ۱۸۰ ولت می‌باشد، با وجودی که در زیر جریان ضعیف، اما به دلیل نبودن وسیله جلوگیری کننده قرار داشته باشد می‌توانند تا چند هزار یون در یک متر مکعب هوا وجود داشته باشد، که به شرایط محلی و جغرافیایی آن بستگی دارد ← (۴). اندازهٔ این یون‌ها متفاوت بوده و یون‌های متوسط و کوچکی نیز هستند که اثرات سوء بیولوژیک دارند. یک میدان الکتریکی قوی بین سطح دارای بار منفی زمین و هوای با بار مثبت به‌وجود آمده و بدن انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تحقیقات Techishewkij در دهه ۱۹۲۰ اثرات مثبت یون‌های منفی را بر بدن انسان‌ها و حیوانات کشف نمود و نشان داد که با بالا رفتن سن، کم شدن مستمر ظرفیت الکتریکی انسان‌ها به‌وجود می‌آید. به علاوه، هر چه یون منفی در هوا بیشتر باشد، ضریب پیر شدن انسان کمتر می‌شود. تحقیقات ۵۰ سالهٔ اخیر، اثرات مفید یون‌های منفی را در معالجه فشار خون بالا، آسم، مشکل گردش خون و رماتیسم تأیید می‌نماید. یون‌های مثبت در اطاق‌های بسته بیشتر است، به‌خصوص اگر غبارآلود باشند، اما هوای اکسیژن‌دار با بار منفی از نظر بیولوژیک با ارزش است. انتخاب وسیعی از تجهیزاتی که به‌طور مصنوعی یون منفی ایجاد می‌کنند برای قرار دادن در محل کار و اطاق‌های سرویس وجود دارد (که میدان مطلوب یکنواختی را ایجاد می‌نماید). این میدان یکنواخت (میدان جریان مداوم) یون‌های غیر مطلوب را پلاریزه می‌نماید تا شرایط هوای بهتری برای اطاق ایجاد نماید. این ابزار در شکل‌های الکتروسقفی و یا نصب شده روی میز یا زمین وجود دارند.

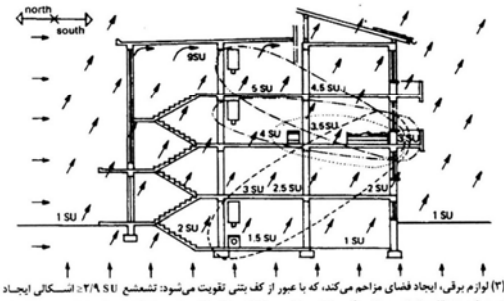
(SU یک ارزش اندازه‌گیری است، که از Suhr یعنی شهر مسکونی Schroder–Speck گرفته شده است).




(۱) سیم روکش‌دار کشیده شدهٔ اطراف سر تخت برای لامپ که در قفسهای خواب مزاحمت ایجاد می‌نماید. برای حفاظت از سلامتی باید برق قطع شود (بر مبنای نظر Hartman)

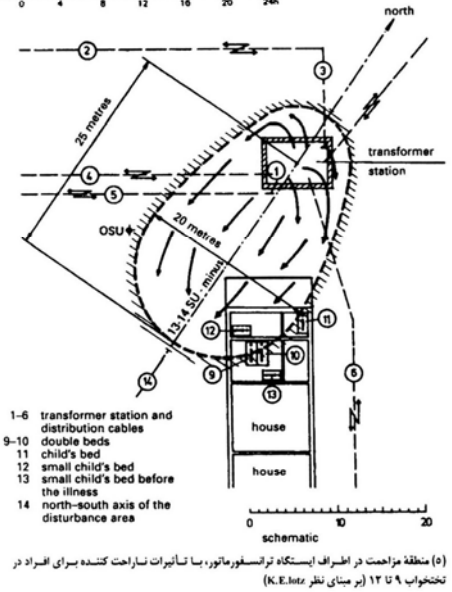



(۲) مشابه ← (۱) مزاحمت را می‌توان با برداشتن کابل از بالای سر تختخواب و قرار دادن در طرف دیگر اطاق حذف نمود (بر مبنای نظر Hartmann)



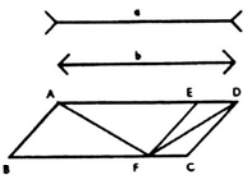

(۳) لوازم برقی، ایجاد فضای مزاحم می‌کند، که با عبور از کف بتنی تقویت می‌شود: تشعشع ۲/۹ SU≥ انسکالی ایجاد نمی‌نماید، ۳ SU ≥ باعث سرماخوردگی بیشتر، رماتیسم، نامنظمی کار مثانه و غیره، ۶ SU≥ ، مزاحمت شدید، با اثرات وابسته به شرایط جسمی فرد

(۴) متوسط تمرکز سالیانه قابل تبدیل یون‌های مثبت و منفی طی روزها با کاهش ریزش باران در مرکز فیلادلفیا که به ساعت روز بستگی دارد (بر مبنای نظر R.Endros)

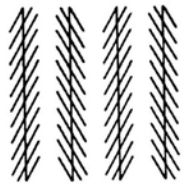



(۵) منطقهٔ مزاحمت در اطراف ایستگاه ترانسفورماتور، با تأثیرات ناراحت کننده برای افراد در تختخواب ۹ تا ۱۲ (بر مبنای نظر K.E.lotz)

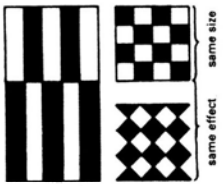
# چشم: مشاهده



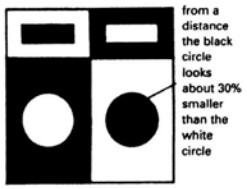

(٤) طول خطوط a و b مساوی‌اند، همان‌طور A – F و D – F ، اما نوک پیکان‌ها و احاطه شدن بی‌شباهت، آن‌ها را متفاوت نشان می‌دهند



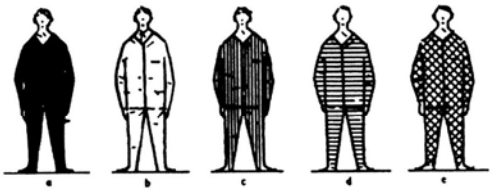
(٣) این خطهای عمودی در واقع موازی هستند اما به خاطر هاشورهای مایل، به‌نظر می‌رسد که به هم نزدیک می‌شوند




(٢) برای آن‌که سطوح سیاه و سفید به یک اندازه و مساوی به نظر برسند می‌باید سطوح سفید کوچک‌تر کشیده

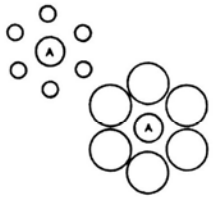



(١) سطوح سیاه و اشیا از همان اندازه با رنگ سفید به نظر کوچک‌تر می‌رسند، این امر در مورد اجزای ساختمانی نیز صدق می‌کند

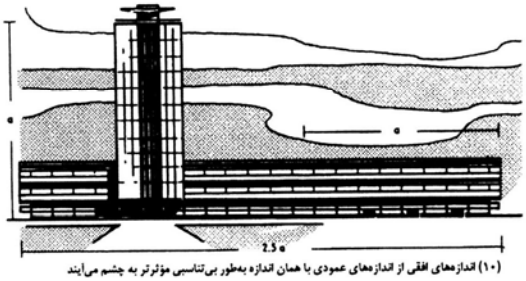



(٧) رنگ و طرح لباس می‌تواند ظاهر افراد را تغییر دهد: (a) در لباس سیاه لاغرتر (رنگ سیاه نور را جذب می‌نماید)، (b) در لباس سفید تنومندتر (رنگ سفید نور را پخش می‌کند)، (c) در لباس‌های با خط‌وط عمودی بلند قدتر، (d) در لباس با خطوط افقی پهن‌تر ، (e) در لباس با خطوط متقاطع بلندتر و پهن‌تر

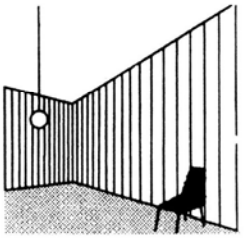
(٦) دو تصویر مشابه یک فرد، اگر هنگام ترسیم قواعد پرسپکتیو مراعات نشده باشد به نظر متفاوت می‌رسند



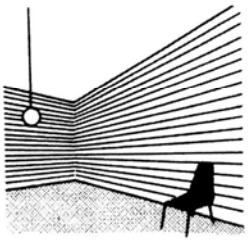

(٥) با وجودی که هر دو قطر مساوی‌اند، دایرهٔ A هنگامی که با دایره‌های کوچک‌تر احاطه شدهٔ بزرگ‌تر به نظر می‌رسد




(١٠) اندازه‌های افقی از اندازه‌های عمودی با همان اندازه به‌طور بی‌تناسبی مؤثرتر به چشم می‌آیند

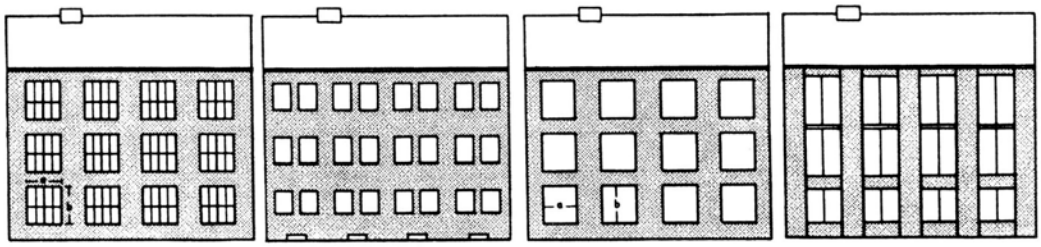


(٩) احساس ایستا

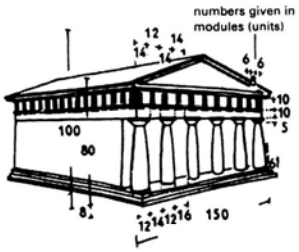


with different divisions, identical rooms can appear to differ in size and form

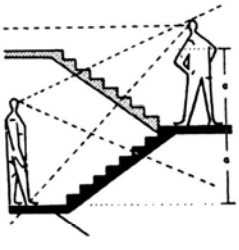
(٨) احساس حرکت



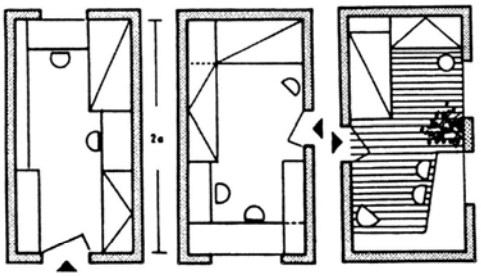

(١١)- (١٤) احساس مقیاس با نسبت سطح پنجره‌ها به بقیه سطح دیوار تغییر می‌نماید، همان‌طور که تقسیم‌بندی سطح نیز مؤثر است (افقی، عمودی یا مخلوط) آن‌ها ← (١٠)، در واقع اکتبندی پنجره‌ها نیز می‌تواند کمک کند




(١٩) دیوارهایی که به‌شکل صحیحی به طرف داخل مایل شده باشند به نظر عمودی می‌آیند. دلیل‌ها، کتیبه‌ها، ابزار و حاشیه‌ها که به طرف بالا متمایلند، به‌نظر افقی می‌آیند




(١٨) یک سازه اگر از بالا دیده شود می‌تواند بلندتر به نظر برسد، و حس اطمینان به وجود خواهد آمد اگر به بالا نگاه شود




(١٥)-(١٧) قرار دادن پنجره، در و مبلمان می‌تواند به یک اطاق تصور فضایی مختلفی بدهد: (١٥) طویل و باریک، (١٦) با قرار دادن تختخواب در عرض، و یا میز در زیر پنجره، اطاق کوتاه‌تر به نظر می‌رسد، (١٧) با قرار دادن پنجره‌ها در مقابل در و مبلمان مناسب، اطاق عریض‌تر به نظر می‌رسد تا عمیق‌تر

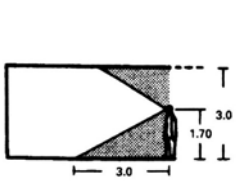
## چشم: مشاهده

فعالیت چشم‌ها به‌دو قسمت *دیدن* و *مشاهده کردن* تقسیم می‌شود. دیدن در وهله اول ایمنی فیزیکی ما را تأمین می‌کند، اما مشاهده کردن جایی که دیدن تمام می‌شود، آغاز شده، ما را به‌لذت بردن از «تصاویری» که با دیدن ثبت شده، هدایت می‌نماید. انسان می‌تواند بین یک نگاه سریع و یک نگاه دقیق از یک تصویر (با توقف چشم روی یک شیء یا عبور از روی آن) تفاوت قایل شود. تصویر بی‌حرکت، در یک بخش از یک دایره قرار گرفته که قطر آن به‌اندازهٔ فاصله چشم تا شیء است. در این فضای دید، اشیا با یک نگاه به‌نظر می‌رسند ← (۳). تصویر سریع ایده‌آل، در حرکت تعادل قرار دارد. تعادل یکی از اولین مشخصه‌های زیبایی معماری است. روانشناسان روی تئوری حس ششم کار می‌کنند (احساس تعادل یا ایستا) که پایه احساس زیبایی است و ما از تقارن، اشیای هماهنگ و تناسبات احساس می‌کنیم (صفحه ۲۷ تا ۳۰)، و یا احساسی است که هنگام مواجه شدن با اجزایی که در تعادل هستند، به‌ما دست می‌دهد.

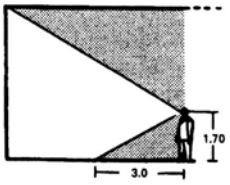
خارج ازاین چهارچوب، هنگامی که چشم با دقت به‌یک تصویر نظر می‌کند، احساس خود را می‌یابد. برداشت چشم در حرکت به‌جلو و برخورد با موانع هنگامی‌که خود را از ما دور و در عرض یا عمق گسترش می‌دهد انجام می‌شود. یک نوع مانع، و یا موانع با فاصله‌های تکراری به‌وسیله چشم به‌شکل «تپش» یا «وزن تکرار» کشف می‌شوند و درست همان حالتی را دارند که صداها از یک موسیقی به‌گوش می‌رسند. معماری، موسیقی مجسّم است. این تأثیر حتی هنگامی که به‌یک تصویرگذار، یا با دقت در یک فضای بسته توجه شود، اتفاق می‌افتد ← (۱)+(۲).

اتاقی که سقف آن را سریع نگاه می‌کنیم احساس امنیت به‌وجود می‌آورد و از طرف دیگر، اتاق‌های طویل احساس دلتنگی ایجاد می‌کنند. اتاق با سقف بلند، که چشم در ابتدا با نگاه دقیق می‌تواند تشخیص بدهد، به‌نظر آزاد و پاک شده می‌آید، به‌شرط آن که فاصلهٔ دیوارها تنظیم شده، و در نتیجه تناسبات اصلی، در هماهنگی قرار داشته باشند. پس طراحان در این مورد باید دقت نمایند، زیرا چشم‌ها مستعد اشتباهات مربوط به‌دید هستند. چشم می‌تواند گسترش عرض را بهتر از عمق و ارتفاع تشخیص دهد و در مورد اخیر، همیشه بزرگ‌تر به‌نظر می‌رسد. بدین ترتیب، هنگامی که یک برج را از بالا نگاه می‌کنیم بلندتر به‌نظر می‌رسد تا وقتی که از پایین دیده شود ص۲۴ ← (۱۰) + (۱۸). لبه‌های عمودی در بالا، احساس برآمدگی ایجاد می‌نمایند و لبه‌های افقی در وسط، به‌نظر می‌آید که دارای انحنا باشند ص۲۴ ← (۱)–(۹)+(۱۹). با در نظر گرفتن همهٔ این موارد، طرح نباید به‌طرف دیگر متمایل شود (باروک) یا به‌عنوان مثال، اثر پرسپکتیو را با شیب‌دار کردن پنجره‌ها و کتیبه‌ها (سنت پیترز در رم)، یا حتی به‌وسیله کتیبه‌ها و گنبدهایی که حالت پرسپکتیو در آن‌ها نقاشی شده و مانند آن، تقویت نمود. عامل تشخیص اندازه‌ها، اندازه فضای دید است ← (۳)، و اگر امکان داشته باشد، فاصله دید ← (۴)، و برای تشخیص دقیق جزییات، اندازه فاصله خواندن ← (۵)+(۶). فاصله مورد اخیر، اندازه جزییات قابل تشخیص را معین می‌نماید.

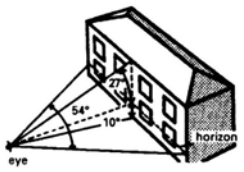
یونانیان این قاعده را دقیقاً رعایت می‌کردند. اندازهٔ کوچک‌ترین گچبری زیر کتیبهٔ معابد شخصی با ارتفاع مختلف، بگونه‌ای در نظر گرفته می‌شد که از فاصلهٔ زاویه ۲۷ درجه ← (۷)، با فاصله خواندن صفر درجه و ۱ دقیقه مطابقت داشته باشد. از این‌جاست که فاصله خواندن کتاب (که بسته به‌اندازهٔ حروف متغیر است) و نیز نقشه نشستن در سالن سخنرانی و غیره مشخص می‌شود.



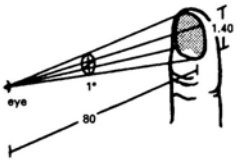

(۱) مشاهدهٔ یک اطاق با سقف کوتاه با یک «نگاه سریع» یعنی دید ثابت



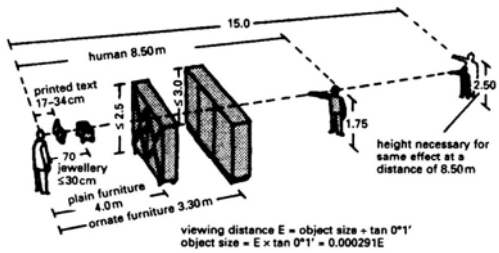

(۲) در اطاق با سقف بلند، چشم‌ها باید با دقت به‌بالا نگاه کنند (یعنی نگاه متحرک)



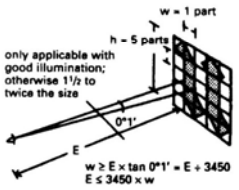

(۳) میدان دید انسان (سر ثابت، فقط چشم‌ها در حال حرکت) ۵٤ درجه افقی، ۲۷ درجه به‌طرف بالا و ۱۰ درجه به‌طرف پایین



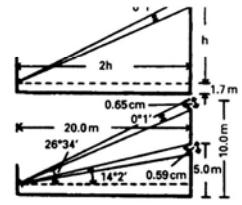

(٤) میدان دید عادی چشم ثابت، به‌دور محیط دایره‌ای با زاویهٔ ۱ درجه (تقریباً سطح ناخن شست با دست کشیده)



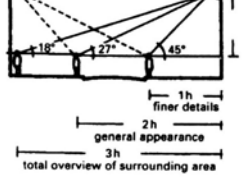

(٥) چشم در فاصله محیط ۱ دقیقه می‌تواند جزییات را تحلیل نماید (فاصله خواندن)، در عین حال، فاصله‌ای که در آن اشیا و شکل‌ها با دقت قابل تشخیص‌اند محدود است ← ٦



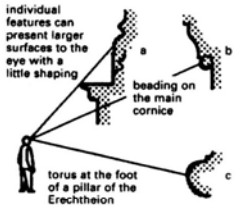

(٦) برای آن‌که نوشته‌ای از فاصلهٔ مثلاً ۷۰۰ متری قابل خواندن باشد، عرض (w) حروف باید:
۰/۲۰٤ = ۰/۰۰۲۹۱ × ۷۰۰ ≤ و ارتفاع (h) حروف باید w۵ باشد: متر ۱/۰۲۰ = ۰/۲۰٤ × ۵




(۷) همان‌طور که در مثال قبلی بیان شد، اندازهٔ جزییات ساختمان را که قابل تشخیص باشند، می‌توان با استفاده از فاصلهٔ دیدن و مثلثات محاسبه‌نمود




۸ـ عرض خیابان‌ها، در اندازهٔ جزییاتی که از همکف مشاهده می‌شوند نقش مهمی دارد




۹ـ قسمت‌هایی از ساختمان ها که باید دیده شوند، اما بالاتر از قسمت جلو آمده قرار دارند، باید به‌اندازه کافی بالاتر قرار گرفته باشند (به‌ه نگاه کنید)

## انسان و رنگ

رنگ‌ها بر انسان‌ها دارای قدرت تـأثیرگـذاری هسـتند. بـه‌عنوان مثـال، می‌تواننـد احساس آسودگی، ناراحتی، فعالیت یا بی‌حرکتی ایجاد کنند. رنگ‌آمـیزی در کارخانـه‌ها، شرکت‌ها یا مدارس، می‌توانند عملکرد افـراد را بـهبود بخشـیده یـا کـاهش دهنـد؛ در بیمارستان‌ها می‌تواند اثر مثبتی بر سلامتی بیماران داشته باشند. این تأثیر بـه‌طور غـیر مستقیم، با ظاهراً عریض‌تر یا بـاریک‌تر شـدن اتاق‌هـا صـورت گرفتـه و بدین‌صـورت برداشتی از فضا ایجاد می‌شود، که احساس آزادی یا محدودیت به‌وجود مـی‌آورد ← (۵) – (۷)، همچنین از طریق عکس‌العمل‌های مستقیم فـیزیکی یـا تحریـک ایجـاد شـده توسط بعضی رنگ‌هـا عمـل می‌نمـایند ← (۲) + (۳). قوی‌تریـن اثـر تحریک‌آمـیز، از نارنجی به‌وجود می‌آید و به‌دنبال آن زرد، قرمز، سبز و بنفش، و ضعیف‌ترین اثـر نـیز از رنگ آبی، سبز آبی و بنفش کم‌رنگ حاصل می‌گردد (رنگ‌های سرد و بی‌تحرک).

رنگ‌ها با اثرات تحریک‌آمیز قوی، فقط برای قسمت‌های کوچکی از اتاق مناسـبند و برعکس، از رنگ‌های بـا تحریک‌هـای ضعیـف می‌تـوان بـرای قسـمت‌های بـزرگ استفاده نمود. رنگ‌های گرم دارای اثرات فعال کننده و محـرک هسـتند کـه در مـوارد خاصی می‌تواند مهیج باشند. رنگ‌های سرد اثر بی‌تحرکی داشـته، حـس آرام کننـده و معنوی ایجاد می‌کنند. رنگ سبز نیز خود ایجاد تمدد اعصـاب می‌کنـد. نـاگفتـه نمـاند اثرات ایجاد شده توسط رنگ‌ها، به‌روشنایی و محل نیز بستگی دارد.

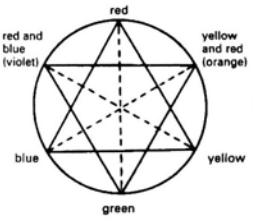
وقتی از پایین به‌رنگ‌های گرم و روشن نگاه شود، اثـر معنـوی محرکـی بـه‌وجود می‌آورد، با نگاه از پهلو اثر جذب کردن پدید می‌آید و هنگام نگاه کردن از بـالا بـه‌این رنگ‌ها، اثر روشنی‌بخش و بالابرنده‌ای ایجاد می‌گردد.

هنگامی که به‌رنگ‌های تیره و گرم در بالای سر نگاه شود، اثر احاطه کننده یـا بـا وقار فراهم می‌کند، دید از پهلو دارای اثری جاذب بـوده و هنگـام نگـاه کـردن از بـالا به‌این رنگ‌ها، ایجاد محلی امن برای قدم گذاشتن و وارد شدن می‌نمایند.

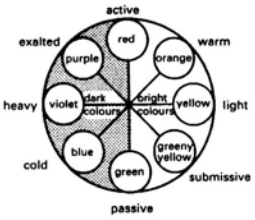
رنگ‌های سرد و روشن در بالا، محیط را روشـن و شـاد نمـوده، احسـاس آرامـش ایجاد می‌نمایند، از پهلو که دیده شوند، به‌نظر منحرف کننده و در پایین، صـاف بـه‌نظر آمده به‌قدم گذاشتن در آن جا تشویق می‌نمایند.

رنگ‌های سرد و تیره در بالای سر، ترسناک به‌نظر می‌رسـند، از پـهلو غم‌انگـیز و هنگام پایین بودنشان، به‌نظر سنگین آمده بیننده را به‌طرف پایین می‌کشانند.

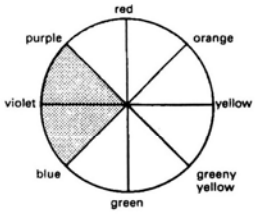
سفید، رنگ خلوص کامل، تمیزی و نظم است. سفید در طراحی رنگ اتاق‌ها نقش اساسی دارد. این رنگ و گروه‌های دیگر رنگ‌ها را خنثی نمـوده، و بدین‌ترتیـب ایجـاد روشنی فرح‌بخش می‌نماید. رنگ سفید به‌عنوان سطح مشخص، در انبارها و محل‌هـای نگهداری کالا، در خط‌کشی خیابان ها و علایم ترافیک به‌کار می‌رود ← (۸).



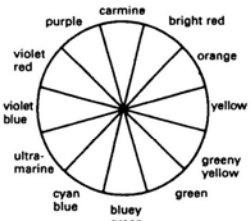

(۱) چرخهٔ رنگ طبیعی گوته: مثلث قرمز - آبی و زرد رنگ‌های اصلی هستند که تمامی رنگ‌هـا را می‌توان از آن ها بـه دسـت آورد. مثلث سـبز، نارنجی و بنفش رنگ‌های ترکیبی اولیه را نشـان می‌دهند



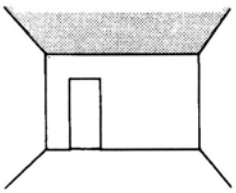

(۲) رنگ‌های روشن و تیره، اثرات آن ها بر انسان‌ها



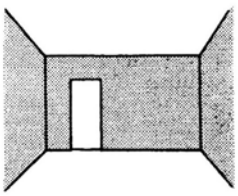

(۳) رنگ‌های سبک و سنگین با رنگ‌های روشن و تیره یکسـان نیسـتند ← (۲) و احسـاس سنگینی به وجود می‌آورند



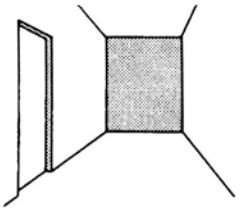

(٤) ۱۲ قسمت چرخهٔ رنگ



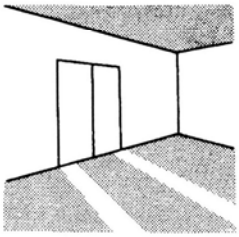
(۵) رنگ‌های تیره، اتاق را سنگین نموده، در صورتـی کـه سقف دارای رنگ تیره باشـد، اتاق‌هـا کوتـاه‌تر بـه نظـر می‌رسند



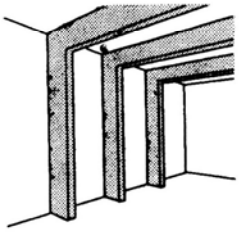
(٦) رنگ‌های روشن ایجاد ارتفـاع می‌نمـایند، اتاق‌هـای دارای دیوارها و سقف روشن به نظر بلندتر می‌آیند



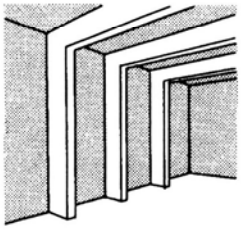
(۷) در صورتی که دیوار انتهای اتاق بیشـتر جلـب نظـر نماید، اتاق‌های دراز، کوتاه‌تر دیده خواهند شد



(۸) سـفید بـه عنـوان رنـگ غـالب در آزمایشگاه‌ها، کارخانه‌ها و غیره



(۹) اجزای تیره در جلوی دیوار روشن، دارای تأثیر قدرتمندی می‌باشند



(۱۰) جزای روشـن در جلـوی زمینـهٔ تـیره بـه نظـر سبک‌تر می‌آیند، به‌خصوص وقتی دارای ابعاد بـزرگ باشند

### روشنی سطوح

مقادیر بین سفید (۱۰۰٪) و سیاه مطلق (۰٪)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| کاغذ سفید | ۸۴ | قهوه‌ای متوسط | (حدود)۱۵ | بتن خشک خاکستری | (حدود) ۳۲ |
| قهوه‌ای روشن | (حدود) ۲۵ | خاکستری نقره‌ای | ( حدود)۳۵ | چوب صنوبر روشن | (حدود) ۵۰ |
| سبز چمنی | (حدود)۲۰ | چوب بلوط روشن | (حدود)۳۳ | زرد طلایی خالص | ۶۰ |
| آسفالت مرطوب | (حدود) ۵ | رنگ عاج | (حدود) ۷۰ | بنفش تیره | (حدود) ۵ |
| سفید گچی | ۸۰ | صورتی روشن | (حدود) ۴۰ | آجر زرد | (حدود) ۳۲ |
| بژ روشن | (حدود) ۲۵ | گچ خاکستری | (حدود) ۴۲ | کاغذ آلومینیومی | ۸۳ |
| سبز لیمویی | (حدود) ۵۰ | چوب گردو | (حدود) ۱۸ | زرد کاهی | ۶۰ |
| چوب بلوط تیره | (حدود) ۱۸ | کرم | ۷۰ | بنفش تیره | (حدود) ۵ |
| زرد لیمویی | ۷۰ | سرخابی | ۱۶ | آجر زرد | (حدود) ۳۲ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ورقه آهن گالوانیزه | ۱۶ | | |
| زرد کُرَم خالص | ۵۰ | | |
| آبی آسمانی | ۳۰ | | |
| کلینکر تیره | (حدود) ۱۰ | | |
| نارنجی خالص | ۳۰–۲۵ | | |
| آبی فیروزه‌ای خالص | ۱۵ | | |
| رنگ سنگ | ۳۵ | | |
| آسفالت خشک | (حدود) ۲۰ | | |

## روابط اندازه‌ها

### اصول

از زمان‌های قدیم، توافق‌هایی در مورد اندازه‌گیری ساختمان ها وجود داشته است. اطلاعات خاص و اصولی در این باره از زمان فیثاغورس آغاز شد. او بر این اساس آغـاز به‌کار کرد که: نسبت‌های عددی در اصوات نیز باید به‌طور قابل رؤیت هماهنگ باشند. فیثاغورس از این موضوع، مثلث قائم‌الزاویهٔ خود را به‌وجود آورد ← (۱). ایـن تئـوری، حاوی تمام فواصل نسبت‌های هماهنگ است ولی فاقد دو عدد هماهنگ اسـت (یعنـی دوم و هفتم).

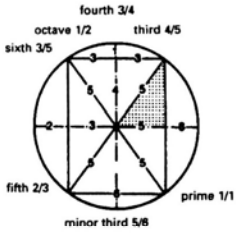
اندازه‌گیری‌های فضایی نیز از این نسبت‌های عددی به‌دست آمده است. معـادلات فیثاغورس یا دیفمانتین، گروه‌هایی از اعداد را ← (۲) –(۴) به‌وجود آورده‌انـد کـه لازم است برای عرض، ارتفاع و طول اتاق‌ها به‌کار برده شـود. ایـن گروه‌هـا را می‌تـوان بـا استفاده از معادله $a^2 + b^2 = c^2$ محاسبه نمود:

$$a^2 + b^2 = c^2$$
$$a = m(y^2 - x^2)$$
$$b = m2.x.y$$
$$c = m(y^2 + x^2)$$

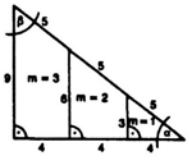
در این معادله x و y اعداد صحیح بوده، x از y کوچک‌تـر اسـت و m ضریـب بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی به‌حساب می‌آید.

شکل‌های هندسی که توسط افلاطون و Vitruvius نـام‌گـذاری شـده‌اند نـیز، از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند (مانند دایره،مثلث ← (۵) و مربع ← (۶) کـه از آن‌هـا شکل‌های چند ضلعی را می‌توان به‌دست آورد). دو نیم شدن بعدی اضلاع، شـکل‌های چند ضلعی دیگری به‌وجود می‌آورند. شکل‌های دیگر چند ضلعی (مـانند هفـت ضلعـی ← (۹)، و نه ضلعی ← (۱۰) تنها با تقریب یا اضافه شدن به‌وجود می‌آینـد. بنـابراین یک شکل پانزده ضلعی، با قـرار دادن مثلـث متسـاوی‌الاضلاع بـر یـک چنـد ضلعـی به‌وجود می‌آید.

پنج ضلعی یا نمودار پنج‌تایی، دارای رابطه‌ای طبیعی با تقسیم‌بندی طلایـی اسـت، مانند ده ضلعی که از آن به‌دست می‌آید(← (۱۱) + (۱۲) و ص ۳۰). امـا در زمان‌هـای قدیم روابط، بین اندازه‌ها کاربرد خاصی نداشت. شکل‌های چند ضلعی بـرای طراحـی و ساخت سازه‌های به‌اصطلاح گرد ضروری هستند. تعیین مهمترین اندازه‌گـیری (شـعاع، ( r )، وتر،( c ) و ارتفاع مثلث (h) در ← (۱۳) + (۱۴) نشان داده شده‌اند.



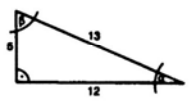

(۱) مستخیل فیثاغورس شامل تمامی قسمت‌های حد فـاصل می‌گردد و فاقد قسمت‌های ناهماهنگ دومی و هفتمی است



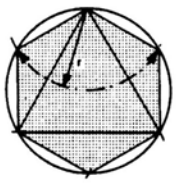

(۲) مثلث فیثاغورس

| α | a. | b | c | β | m | x | y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36°87' | 3 | 4 | 5 | 53°13' | 1 | 1 | 2 |
| 22°62' | 5 | 12 | 13 | 67°38' | 1 | 2 | 3 |
| 16°26' | 7 | 24 | 25 | 73°74' | 1 | 3 | 4 |
| 28°07' | 8 | 15 | 17 | 61°93' | 0.5 | 3 | 5 |
| 12°68' | 9 | 40 | 41 | 77°32' | 1 | 4 | 5 |
| 18°92' | 12 | 35 | 37 | 71°08' | 0.5 | 5 | 7 |
| 43°60' | 20 | 21 | 29 | 46°40' | 0.5 | 3 | 7 |
| 31°89' | 28 | 45 | 53 | 58°11' | 0.5 | 5 | 9 |

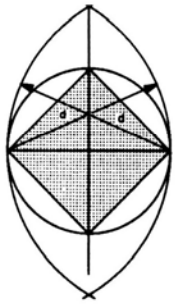
(۳) برخی روابط اعداد از معادلات فیثاغورس



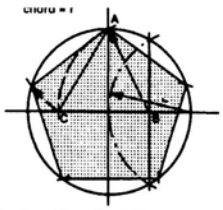

(٤) مثال



(۵) مثلث متساوی‌الاضلاع، شش ضلعی

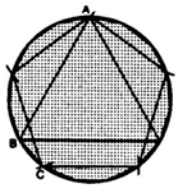



(٦) مربع

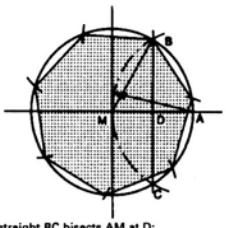



bisection of the radius Δ B;
arc at B with AB Δ C
A–C Δ side of a pentagon

(۷) پنج ضلعی

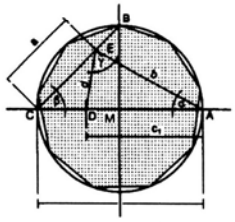



(۸) زاویه ۱۵



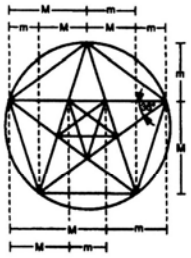

straight BC bisects AM at D;
BD is approx. 1/7 of the circumference of the circle

(۹) هفت ضلعی تقریبی

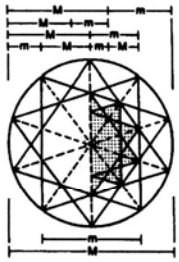



arc of the circle at A with AB results in point D on AC = $c_1$;
arc of the circle at C with CM results in point E on arc of BD = a;
segment DE approximately corresponds with 1/9 of the circle's circumference ⌂ D

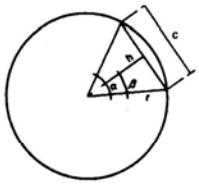
(۱۰) نه ضلعی تقریبی




(۱۱) پنج ضلعی و تقسیم‌بندی طلایی




(۱۲) ده ضلعی و تقسیم‌بندی طلایی




(۱۳) محاسبات اندازه‌گیری در شکل چند ضلعی (ص ۳۸)

$h = r \cdot \cos\beta$

$\frac{c}{2} = r \cdot \sin\beta$

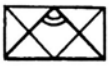
$c = 2 \cdot r \cdot \sin\beta$

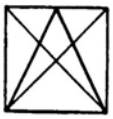
$h = \frac{c}{2} \cdot \cot\alpha\beta$

(۱٤) معادلات ← (۱۳)

## روابط اندازه‌ها

### *اصول*





مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الاضلاع (دارای دو ضلع مساوی) با نسبت قاعده به‌ارتفاع ۱:۲ ، به‌نام مثلث Quadrature معروف است.

مثلث متساوی‌الاضلاعی که بتواند در مرجع جای بگیرد توسط Knauth ، استاد ساخت کلیسا، برای تعیین روابط ابعادی کلیسای استراسبورگ به‌کار رفته است.

مثلث Drach ← $\frac{\pi}{۴}$ (۱) تا حدودی نوک تیزتر از مثلث قبلی است، بگونه‌ای که ارتفاع آن توسط نوک مربع مشخص شده است. از این مثلث نیز به‌طور موفقیت‌آمیزی در جزییات و اجزا استفاده شده است.

جدا از این ارقام، نسبت‌های ابعاد هشت ضلعی را می‌توان در محدودهٔ وسیعی از سازه‌های قدیمی تشخیص داد. مثلث مورب قطری در این جا اساس کار است. ارتفاع مثلث، قطر مربعی است که روی نصف قاعده ساخته می‌شود ← (۲) ـ (۴).

اضلاع مستطیل مشخص شده در شکل ۵ دارای نسبت $\sqrt{۲}$:۱ می‌باشد. مطابق با این موضوع، تمام نصف یا دو برابر کردن‌های مستطیل دارای همان نسبت $\sqrt{۲}$:۱ است. «پله‌ای» درون یک هشت ضلعی، محدوده‌های وسیع شکل‌های هندسی را به‌وجود می‌آورند ← (۲) – (۴). پله‌های مجذور اعداد یک تا هفت، در ← (۶) نشان داده شده است. ارتباط بین ریشه‌های اعداد صحیح، در ← (۷) نشان داده شده است.

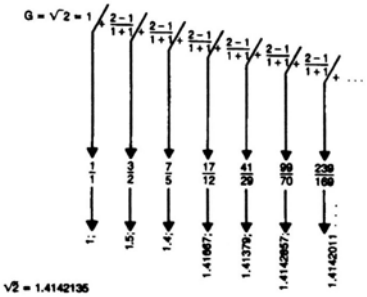
روند فاکتورگیری امکان به‌کار گرفتن ریشه‌های اعداد برای ساخت اجزای غیر مستطیلی را امکان‌پذیر می‌سازد. با توسعهٔ مقادیر تقریبی ارقام به‌توان رسیده Mengeringhausen می‌توان سازه‌های فضایی MERO را به‌وجود آورد. اساس کار، به‌نام «حلزون» است ← (۸) – (۱۰).

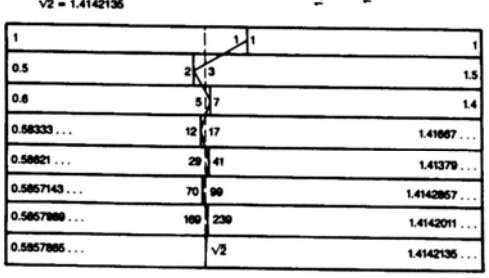
عدم دقت در زوایه قائمه اتصالات پیچی میله‌ها، هنگام اتصال جبران می‌گردد.

محاسبات تقریبی متفاوت برای محاسبهٔ مجذور اعداد صحیح $\sqrt{n}$ برای اجزای غیر مستطیلی، از به‌کارگیری مداوم کسرها در فرمول زیر به‌دست می‌آید (ص ۳۰):

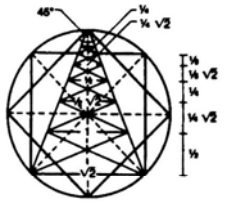
این فرمول عبارت است از ← (۱۱)

$$\sqrt{n} = ۱ + \frac{n - ۱}{۱ + G}$$

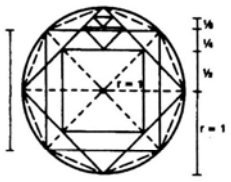



(۱۱) ادامهٔ اجزای $\sqrt{۲}$

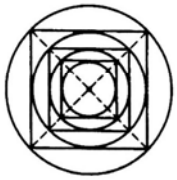



(۱) مثلث $\frac{\pi}{۴}$ بر مبنای نظر A.V.Drach

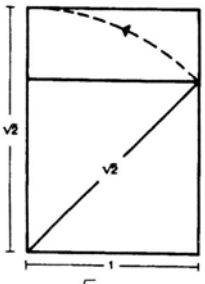



(۲) مربع‌های به‌دست آمده از هشت ضلعی ← (۳) -(٤)

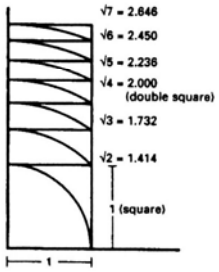
(۳)



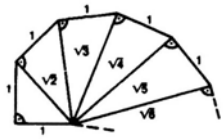
(٤)



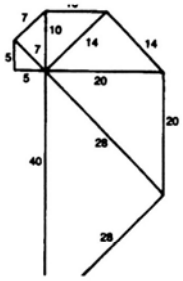

(٥) مستطیل با نسبت $\sqrt{۲}$:۱



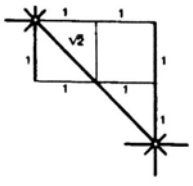

(٦) پله‌های مجذور اعداد



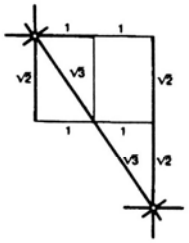

(۷) اتصال بین مجذور اعداد




(۸) «حلزون»




۹ـ هماهنگی غیر مستطیلی – سازه‌های فضایی MERO: براساس $\sqrt{۲}$ و $\sqrt{۳}$ ص۹۰ و ۹۱




(۱۰) $\sqrt{۳}$

## روابط اندازه‌ها

### کاربرد

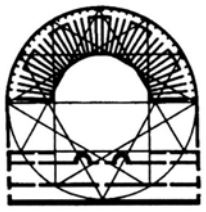
کاربرد روابط عددی و هندسی براساس جزییاتی که قبلاً شرح داده شـده، توسـط Vitruvius بیان گردید. مطابق بررسی‌های او، مثلاً تالار رومی براسـاس مثلثـی کـه چهار مرتبه‌چرخیده، ساخته شده ← (۱) و تالار یونانی براسـاس مربعـی کـه سـه بـار چرخیده است ← (۲). هر دو طرح اخیر، دوازده ضلعی ایجاد می‌کنند. ایـن شـکل روی پله‌ها قابل تشخیص است. Moessel سعی کـرده کـه، بـه‌کارگـیری روابـط تناسـب، مطابق با تقسیم‌بندی طلایی را تشخیص بدهد ← (۳)، گرچه این مورد بدیهی نیست. فقط تالار یونانی که نقشهٔ پلان آن براساس پنج ضلعی بنـا گردیـده، در Epidaurus قرار دارد ← (۴).

در خانه‌ای کـه اخـیراً در Ostia–Antica (بنـدر قدیمـی روم) کشـف شـده، تقسیم‌بندی طلایی به‌عنوان اساس طراحی شناخته شده است. این اصل، شامل تقسـیم دوتایی قطر یک مربع است. اگر نقاطی را که قوس دایرهٔ طرفین مربع را قطـع می‌کنـد با خطوط $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ به‌هم وصل نماییم، شبکه‌ای نُه قسمتی به‌دسـت می‌آیـد. مربـع وسـط *مربع تقسیم‌بندی مقدس* نامیده می‌شود. قوس AB دارای ۰/۶٪ انحراف بوده و طولـی معادل خط مورب CD در قاعدهٔ مربع دارد. بدین ترتیب، تقسیم‌بندی مقـدس ، روشـی تقریبی را برای مربع نمودن دایره نشان می‌دهد ← (۵) – (۸). کلیـه مجتمع‌هـای ساختمان‌ی، از پلان مجموعه تا جزییات کامل ، براساس این نسـبت اندازه‌هـا سـاخته شده است.

Palladio در چهار کتاب معماری خود، راهنمایی هندسی ارایه می‌دهـد، کـه بـر پایه جزییات مطرح شده توسط فیثاغورس قرار دارد. او برای سـازه‌های خـود از روابـط فضایی و هماهنگی‌هـای مشابهی اسـتفاده مـی کنـد (دایـره، مثلـث، مربـع و غـیره) ←(۹)+(۱۰).

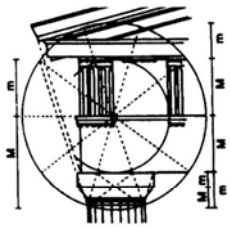
ایـن قوانیـن تناسـبات را می‌تـوان بـه‌صورت فرمول‌بنـدی قوانیـن مشـخص در فرهنگ‌های مردم قدیم خـاور دور یـافت ←(۱۱). هندی‌هـا بـا روش Manasara ، چینی‌ها با مدولاسـیون مطـابق بـا روش Toukou و ژاپنی‌هـا بـا روش Kiwariho روش‌های سیستماتیک سازه‌ای را به‌وجود آورده‌اند که توسعهٔ سنتی را تضمین نمـوده و مزایای زیاد اقتصادی به‌وجود می‌آورد.

در قرن هجدهم و پس از آن، ترتیب اضافه شدن اندازه‌ها به‌جای هماهنگ بـودن آن ها مورد توجه بود ← (۱۲) که سیستم اُکتامتر بدین ترتیب بـه‌وجود آمـد. تنـها بـا ابداع سیستم نظم مدولار ، درک روابط ابعادی متناسب و هماهنگ دوبـاره برقـرار شـد ← (۱۳) + (۱۴). جزییات سیستم هماهنگی و اندازه‌های آن، در ص ۳۴ و ۳۵ مشخص شـده است.

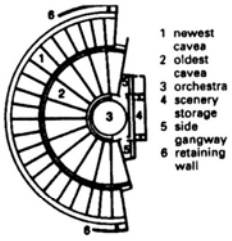


(۱) تالار رومی (مطابق با نظر Vitruvius)

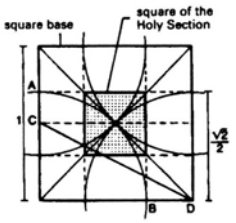
(۲) تالار یونانی (مطابق با نظر Vitruvius)



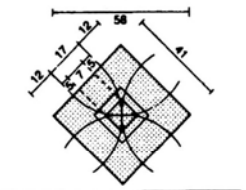
(۳) نسبت‌های ابعاد گوشهٔ شیروانی یـک معبد Doric یونان قدیم بـــراساس تقسیم‌بندی طلایی (مطابق با Moessel)




(٤) تالار نمایش Epidaurus

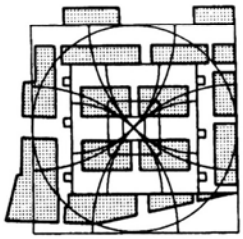



(۵) تقسیم‌بندی مقدس، ساختمان در Ostia–Antica

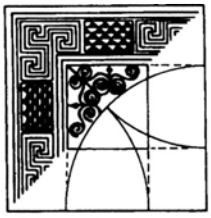


| x | x | y/x (√2 = 1.4142...) |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 3 | 1.5 |
| 5 | 7 | 1.4 |
| 12 | 17 | 1.4/66... |
| 24 | 41 | 1.4/37... |

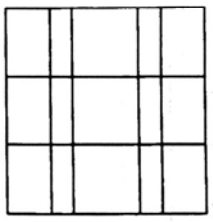
(٦) اصول هندسی



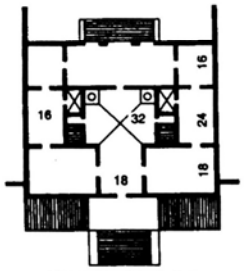
(۷) پلان تمام قسمت‌های اجرا شده



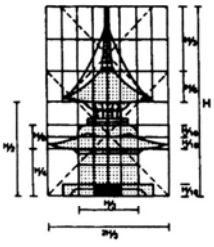
(۸) موزاییک کف در خانه‌ای در Ostia–Antica



(۹) راهنمای کلیدی ویلاهای Ralladios

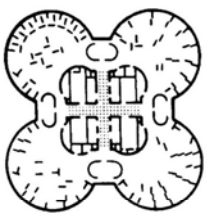



(۱۰) Palladio ، ویلای Pisani در Bagodo

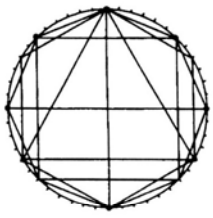


(۱۱) ساختمان دارایی در ژاپن

(۱۲) ساختمان Guild house Rugen در زوریخ



(۱۳) پلان ساختمان اداری BMW در مونیخ



(١٤) سیستم هماهنگی هشت ضلعی برای ستون‌های ساخته شده از مربع؛ هر کدام به‌شش عنصر نما، با زاویهٔ ٤٨ درجه که از مثلث به‌دست می‌آید، تقسیم می‌گردند

## روابط اندازه‌ها

### کاربرد *Le Modulor*

مهندس معمار لوکربوزیه، یک تئوری تناسب براساس تقسیم‌بندی طلایی و ابعاد بدن انسان به وجود آورد. تقسیم‌بندی طلایی یک پاره‌خط را، می‌توان به صورت هندسی یا توسط فرمول تعیین کرد. این ، بدان معناست که یک پاره‌خط را می‌توان به گونه‌ای تقسیم نمود که کل پاره‌خط به بخش قسمت شده بزرگ‌تری مربوط شود، همانگونه که بخش بزرگ‌تر به بخش کوچک‌تر مرتبط است ← (۱).

$$\text{بدین صورت: } \frac{\text{اصلی}}{\text{فرعی}} = \frac{۱}{\text{اصلی}}$$

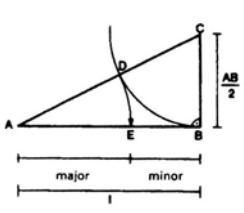
و این. رابطه تناسبات بین مربع، دایره و مثلث را نشان می‌دهد ← (۲).

تقسیم‌بندی طلایی یک پاره‌خط را می‌توان با کسر دنباله‌دار زیر به دست آورد:

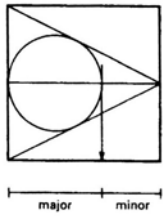
$$G = ۱ + \frac{۱}{G}$$

این رابطه ، ساده‌ترین کسر دنباله‌دار معمولی بی‌انتهاست. لوکربوزیه سه حد فاصل در بدن انسان تعیین کرد، که تقسیم‌بندی طلایی مطابق با نظر Fibonacci را تشکیل می‌دهند. این سه قسمت بین پا، ناحیهٔ اعصاب زیر معده (ناف)، سر و انگشت دست بلند شده قرار دارند. لوکربوزیه در ابتدا از اندازهٔ شناخته شده قد متوسط اروپایی‌ها (۱/۷۵ متر ص ۱۶ و ۱۷) شروع کرد و آن را مطابق با تقسیم‌بندی طلایی به ۱۰۸/۲ سانتی‌متر ـ ۶۶/۸ سانتی‌متر ـ ۴۱/۴۵ سانتی‌متر و ۲۵/۴ سانتی‌متر ادامه داد ← (۴).

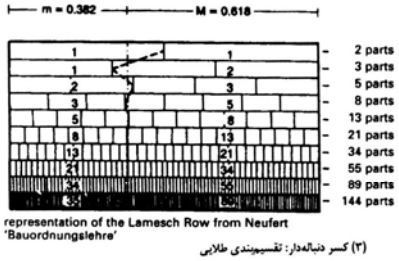
چون آخرین ابعاد ، تقریباً مساوی ۱۰ اینچ بود، ارتباطی با اینچ انگلیسی پیدا کرد، که البته این ارتباط در مورد ابعاد بزرگ‌تر صادق نبود. بنابراین وی در سال ۱۹۴۷ قد انسان را به ۶ فوت انگلستان (۱/۸۲۸ متر) معرفی کرد . با تقسیم‌بندی طلایی این عدد بود که ردیف قرمز را به سمت بالا و پایین به‌وجود آورد ← (۵). از آن‌جایی که اعداد این ردیف برای کاربرد عملی بزرگ هستند، ردیف آبی را نیز به وجود آورد، که از ۲/۲۶ متر شروع می‌شود (یعنی نوک انگشتان دست در بالای سر). این سری ، اعدادی دو برابر سری قرمز به وجود می‌آورند ← (۵). مقادیر ردیف‌های قرمز و آبی توسط لوکربوزیه، به ابعادی که کاربردی و عملی بودند، تبدیل شدند.




(۱) طرح هندسی تقسیم‌بندی طلایی

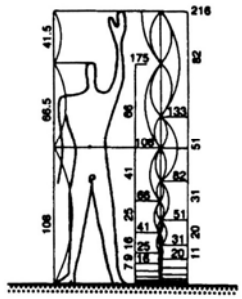



(۲) ارتباط بین مربع، دایره و مثلث




representation of the Lamesch Row from Neufert 'Bauordnungslehre'

(۳) کسر دنباله‌دار: تقسیم‌بندی طلایی



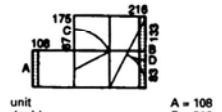

$$G = 1 + \frac{1}{G}$$

$$G = 1 + \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\ddots}}}}}}$$

(٤) تصویر دارای تناسبات

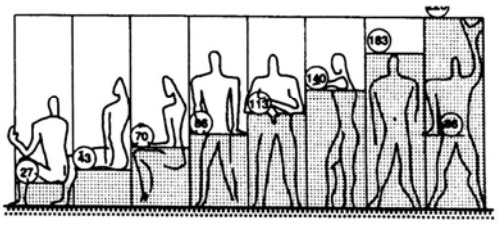
| values expressed in the metric system | | | |
|---|---|---|---|
| red row: re | | blue row: bl | |
| centimetre | metre | centimetre | metre |
| 95280.7 | 952.8 | | |
| 58886.87 | 588.86 | 117773.5 | 1177.73 |
| 36394.0 | 363.94 | 72788.0 | 727.88 |
| 22492.7 | 224.92 | 44985.5 | 449.85 |
| 13901.3 | 139.01 | 27802.5 | 278.02 |
| 8591.4 | 85.91 | 17182.9 | 171.83 |
| 5309.8 | 53.10 | 10619.6 | 106.19 |
| 3281.6 | 32.81 | 6563.3 | 65.63 |
| 2028.2 | 20.28 | 4056.3 | 40.56 |
| 1253.5 | 12.53 | 2506.9 | 25.07 |
| 774.7 | 7.74 | 1549.4 | 15.49 |
| 478.8 | 4.79 | 957.6 | 9.57 |
| 295.9 | 2.96 | 591.8 | 5.92 |
| 182.9 | 1.83 | 365.8 | 3.66 |
| 113.0 | 1.13 | 226.0 | 2.26 |
| 69.8 | 0.70 | 139.7 | 1.40 |
| 43.2 | 0.43 | 86.3 | 0.86 |
| 26.7 | 0.27 | 53.4 | 0.53 |
| 16.5 | 0.16 | 33.0 | 0.33 |
| 10.2 | 0.10 | 20.4 | 0.20 |
| 6.3 | 0.06 | 7.8 | 0.08 |
| 2.4 | 0.02 | 4.8 | 0.04 |
| 1.5 | 0.01 | 3.0 | 0.03 |
| 0.9 | | 1.8 | 0.01 |
| 0.6 | | 1.1 | |

(٥) توضیح مقادیر و سری‌های Le Modulor ، مطابق با نظر لوکر بوزیه




(٦)

Le Modulor (٧)




(٨) مقادیر بدون حد تصاویر

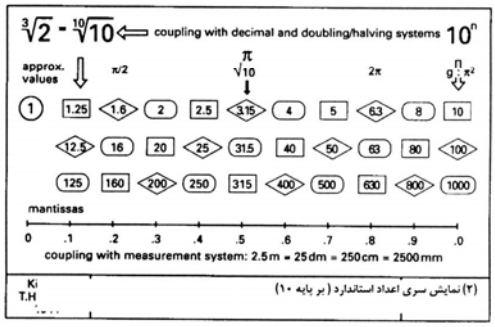
room no. .....10.....

| subject | length (m) | width (m) | area ($m^2$) | height (m) | deduction ($m^3$) | vol.deduction ($m^3$) | result ($m^3$) | | remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | ۲۵<br>۲۹ | ۳.۵<br>۳.۵ | ۹۹.۵ | ۲.۵ | ۱۹.۵ | – | ۱۹.۵ | | |

| code | no. | element | size | material | type | finish | colour | remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ۲۵ $m^2$ | floor | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 1a | ۲۱ m | skirting | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 2 | ۶۵ $m^2$ | wall sockets | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 2a | ۲۵ $m^2$ | wall | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 2b | ۵۶ $m^2$ | frieze | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 3 | ۹۵ $m^2$ | ceiling | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 4 | ۶ | door | ۲۱/۲۹۵ | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 4a | ۶ | architrave | ۲۵ m [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 4b | ۶ | door lining | ۳.۵ ۰ ۰ | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 4c | ۶ | door ironmongery | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 4d | | lock group | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 5 | ۶ | window | ۱۹۵/۱۹۵ | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 5a | ۶ | curtain rods | ۱۹۹ | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 5b | ۶ | ironmongery | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 5c | ۶ | closures | [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 5d | ۶ | window sill | ۵۰ ۰ ۶۹ | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 6 | ۶ | radiator | [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 6a | | pipes | — | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 6b | ۱ | cover | ۳۵/۲۵ | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 7 | ۱ | ventilator grille | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 8 | ۶ | lights | | [illegible] | H 6I | [illegible] | [illegible] | |
| 9 | ۶ | switches | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 9a | ۶ | plugs | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 10 | ۱ | public telephone | | | | [illegible] | [illegible] | |
| 10a | ۱ | house telephone | | | | [illegible] | [illegible] | |
| 11 | ۱ | bell push | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 11a | | bell | | | | [illegible] | [illegible] | |
| 12 | | wash-basin | ۵۵/۷۶ | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 12a | | hot/cold | [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 12b | ۱ | taps | ۲۵۰/۲۵۰/۲۵۰ | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 13 | | built-in cupboards | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 14 | ۱۰ | other items: | [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |
| 15 | | furniture | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | |

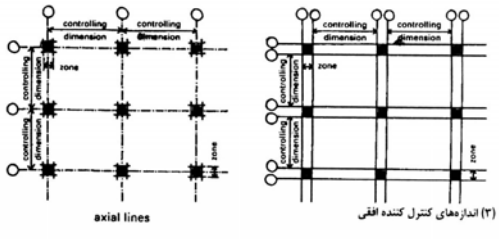
(۱) صفحه‌ای از کتاب سوابق، مربوط به‌یک فضا

### اندازه‌های اصلی




(۲) نمایش سری اعداد استاندارد (بر پایه ۱۰)

در هر پروژهٔ ساختمانی، فرم‌های تکمیل شدهٔ استاندارد، مشخصات با ارزش‌ترین و واضح‌ترین اطلاعات را برای تهیه برآورد، به‌ناظر ساختمان ارایه داده و به‌عنوان مرجع همیشگی دفتر کارگاه مناسب می‌باشند. هر نوع سؤال وقت‌گیر براساس اطلاعات غلط، عملاً خلاف است و زمان اضافی به‌دست آمده، زحمت مربوط به‌تکمیل سوابق اجرایی را جبران می‌کند. در بالای فرم، ستون‌هایی برای وارد کردن ابعاد مربوط به‌فضاها، (بگونه‌ای که به‌سهولت به‌آن دسترسی باشد)، قرار دارد. ورود اطلاعات به‌سادگی توسط کلمات کلیدی انجام می‌گیرد. ستون مربوط به«اندازه» ، برای ورود به‌ابعاد اشیا مانند ارتفاع تخته ازاره یا ازاره زینتی، عرض درگاهی پنجره و غیره استفاده می‌شود.




(۳) اندازه‌های کنترل کننده افقی

در آخر، چند محل برای اجزای خاص در نظر گرفته شده است. در زیر تیتر لازم است یک فضای خالی قرار گیرد تا بتوان در موارد خاص فرم را ادامه داد. بهتر است که پشت فرم، سفید باقی بماند و نقشه‌های توصیفی فضا، به‌صفحهٔ بعدی منتقل گردد. صفحات فرمت، با ابعاد A4 تکثیر می‌شوند و هر یک دارای متنی مشابه‌است. این صفحات را به‌روز نگه داشته و در نهایت با هم صحافی می‌نمایند. در پایان کار ساختمانی، با استفاده از ابعاد قید شده در بالای صفحات مربوط به‌فضاهای مختلف، کتاب سوابق اجرایی که اساس رسیدگی به‌ادعاها است تدوین می‌شود.

در آینده، کتاب سوابق اجرایی، سابقه‌ای واقعی از پیشرفت کار در اختیار متخصصین قرار می‌دهد.

### سیستم اندازه‌گذاری استاندارد

واحدهای متریک برای اندازه‌گیری خطی، برای اولین‌بار در سال ۱۷۹۰ در فرانسه تعریف شد. با وجود این، تا سال ۱۸۴۰ به‌طور رسمی شناخته نشده بود. واحد متر براساس علم جدید، به‌عنوان واحد جدید اعشاری اندازه‌گیری طول شناخته شد، که مشخص کنندهٔ طول یک پاندول ساده، با حرکت یک ثانیه، در سطح دریا و روی عرض جغرافیایی ۴۵ درجه بود. سیستم اندازه‌گذاری استاندارد در آلمان، پس از جنگ جهانی اول، برای استاندارد و یکنواخت کردن اندازه‌گیری دستگاه‌ها و وسایل تکنیکی تدوین شد که در فرانسه و آمریکا نیز به‌کار رفت. نقطهٔ آغاز اندازه‌گیری، واحد اندازه‌گیری قاره‌ای : متر است. در سیستم اندازه‌گیری امپریال که در آمریکا، انگلستان و دیگر کشورها به‌کار می‌رود عبارت است از:

۱m≃۱/۰۱۶ m=۴۰ اینچ

نیازهای تکنولوژی ساختمان برای تقسیم‌بندی‌های ژئومتریک، استفاده از تقسیم‌بندی‌های خالص اعشاری متر را مانع گردید، بدین ترتیب سیستم عددگذاری استاندارد که براساس ساختار عدد ۲ قرار داشت، وارد سیستم اعشار گردید، یعنی :۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۱/۵، ۶۳، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ ← ۲ سیستم‌های درشت‌تر ۵ قسمتی و سیستم‌های ریزتر ۲۰ و ۴۰ قسمتی به‌طور مناسبی شامل اعداد حد واسط نیز هستند. تقسیم‌بندی ژئومتریک ۱۰ قسمتی سری‌های استاندارد اعداد با نصف کردن سری‌ها (۱۰۰۰، ۵۰۰، ۲۵۰، ۱۲۵ و ...) و از دو برابر کردن سری‌های (۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ...) به‌دست آمد. چون π=۳/۱۴ و $\sqrt{۱۰}$ ≈ ۳/۱۶ × عدد ۳۲، به‌دنبال ۱۶ در سری‌ها به۳۱/۵ تبدیل گردید و به‌طور مشابه، در روند نصف کردن، ۶۲/۵ به۶۳ تبدیل شد.

اعداد استاندارد در محاسبات، محاسن زیادی را فراهم می‌آورند:

۱- حاصل ضرب و خارج قسمت هر دو عدد استاندارد، عددی استاندارد خواهد بود.

۲- اگر عدد استاندارد به‌توان عدد صحیح برسد، عدد استاندارد حاصل می‌شود.

۳- دو برابر یا نصف یک عدد استاندارد، عددی است استاندارد.

### اندازه‌گذاری ساختمان

در ساختمان سازی، برخلاف مهندسی، نیاز کمی به‌تقسیمات هندسی است، یعنی اغلب، جمع جبری اجزای سازه‌ای مشابه(مانند بلوک‌ها، تیرهای اصلی، تیرریزی‌ها، تیرهای باربر، ستون‌ها و پنجره‌ها) به‌کار برده می‌شود. بنابراین لازم است اندازه‌گیری‌های متداول اجزای اصلی (استاندارد) با این الزامات و همچنین با مفاهیم استاندارد تکنیکی و سیستم عددگذاری استاندارد مطابقت داشته باشد. یک سیستم استاندارد اندازه‌گیری در صنعت ساختمان، براساس سیستم عددگذاری استاندارد قرار دارد و این خود اساس استانداردهای بعدی ساختمانی برای اندازه‌گیری، طراحی و ساخت، به‌خصوص در صنعت ساخت و ساز از سطح زمین به‌بالا است.

### اندازه‌های استاندارد

اندازه‌های کنترل کننده، ابعادی هستند بین بخش‌های کلیدی (مانند ارتفاع از کف تا کف) که نه تنها چهار چوبی برای طراحی به‌حساب می‌آیند، بلکه مرجعی برای اجزای مجموعه‌ها و نصب آن‌ها خواهند بود ← (۳).

ابعاد استاندارد تئوریک هستند، اما در عمل، اساس اندازه‌گیری‌های انفرادی، سازه‌ای اصلی و تمام شده را حاصل می‌نمایند؛ بدین ترتیب، تمامی اجزای ساختمانی به‌طرز منظمی به‌هم مرتبط هستند، مانند: طول آجر ساختمانی استاندارد = ۲۵۰ mm (در انگلستان ۲۵۵ mm) و ضخامت دیوارهای بتنی درجا = ۲۵۰ mm).

## اندازه‌گذاری اصولی

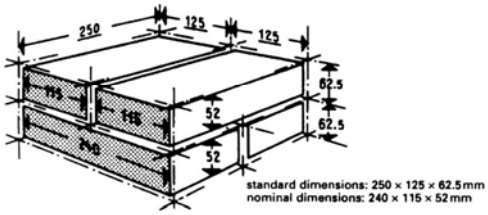
انـدازه‌گذاری‌هـای مـوردی (عمدتـاً کـوچـک) بـرای جزییـات اصلـی سـاختمان/ نازک‌کاری مانند: ضخامت اتصالات، گچ‌کاری، اندازه‌های کـم شـده، نصـب دیوارهـا / نوسانات بـه‌کار می‌رونـد. *انـدازه‌گذاری‌هـای اصلـی سـازه‌ای مربـوط* به‌سـنگ‌کاری و آجرکاری (غیر از ضخامت گچ‌کاری یا سیمان‌کاری)، ضخامت کف سازه‌ای، اندازه درها قبل از گچ‌کاری و درگاهی‌های پنجره‌ها می‌شود و *اندازه‌گیری‌های تمام شـده* مربـوط به‌ساختمان تمام شده مانند: اندازه‌گذاری‌های خالص سطوح تمام شده اطاق‌ها و سطوح و تراز کف‌های تمام شده خواهد بود. در صنعت ساختمان، بدون در نظر گرفتن درهـا، ابعاد اسمی با ابعاد استاندارد مساوی هستند که در حالت دارای درز، مقدار در نظر گرفته شده برای درز کسر می‌شـود: مـانند طـول اسـمی آجـر سـاختمانی = طـول اسـتاندارد (۲۵۰mm ) منهای ضخامت درز بین آن‌هـا (۱۰ mm) مسـاوی اسـت بـا ۲۴۰ mm؛ ضخامت اسمی دیوارهای بتنی درجا مساوی است با ضخامت استاندارد = ۲۵۰ mm.

مطابق با عدد استاندارد و سیستم‌های اندازه‌گذاری، ابعاد کـوچـک (کـوچک‌تـر یـا مســاوی ۲۵ mm) مــانند: ۲۵، ۲۰، ۱۶، ۱۲/۵، ۱۰، ۸، ۶/۳، ۵، ۳/۲، ۲/۵، ۲، ۱/۶، ۱/۲۵، ۱ به‌صورت میلی‌متر انتخاب می‌شوند. در بسیاری از کشـورهای اروپـایی، حتـی اجزای کوچک سازه‌ای با سیستم اندازه‌گذاری استاندارد ساختمان مطـابقت دارد، مثـل آجرهای ساختمانی استاندارد شده. ابعاد اسمی یـک آجـر ۱۱۵mm×۲۵۰ ارتبـاط بیـن فرمت غیر متریک (۱۲۰ mm×۲۵۰ یا ۱۳۰ mm×۲۶۰ همراه با درزها) بـا اسـتاندارد جدید را ایجاب می‌نماید (۱۲۵mm × ۲۵۰ همراه با درز). با ارتفاع مناسـب، بـا درز ۶۲/۵mm (ابـعاد اسمـی آجر = ۵۲ mm)، که این خود نسـبت اعـداد ۶۲/۵ × ۱۲۵ × ۲۵۰ — ۱ : ۲ : ۴ را به‌وجود می‌آورد ← (۴).

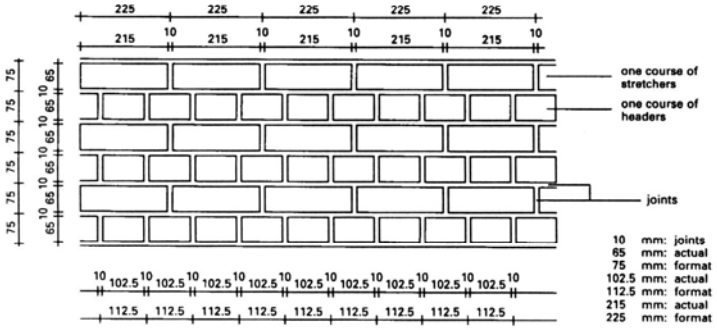
ابعاد اصلی اجزای دیگـر سـاختمانی (مـانند بلوک‌هـای بتنـی صفحـه ۶۳ کتـاب، درگاهی‌های پنجره و در ص ۱۷۶ تا ۱۸۷ کتاب و تراز کف‌ها) به‌طور مشـابهی در یـک ردیف قرار می‌گیرند، بگونه‌ای که این اعداد دوباره تکرار می‌شوند. ابعاد کارهای آجـری در انگلستان متفاوت است: در گذشته تغییرات بزرگ انـدازه محصـولات سـفالی اغلـب هنگام چیدن به‌بروز مشکلات شدیدی منجـر می‌شـد، امـا در حـال حـاضر، اسـتاندارد BS3921-1895 یک اندازه‌گذاری استاندارد به‌وجود آورده است ← (۵)؛ مطـابقت دادن اندازه‌ها و ابعاد (۷۵ mm × ۱۱۲/۵ × ۲۲۵، شامل ۱۰mm از هـر طـرف بـرای درزها و اختلاف اندازه‌هـا) و اندازه‌هـای کـاری مربوطـه (۲۱۵ (دو کلـه و یـک درز) × ۱۰۲/۵ × ۶۵ میلی‌متر).

| preferred series for basic construction | | | preferred series for individual measurements | | | preferred series for finishing | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | b | c | d | e | f | g | h | i |
| 25 | $\frac{25}{2}$ | $\frac{25}{3}$ | $\frac{25}{4}$ | $\frac{25}{10} - \frac{5}{2}$ | 5 | 2 × 5 | 4 × 5 | 5 × 5 |
| | | | | 2.5 | | | | |
| | | | | 5 | | | | |
| | | | 6 1/4 | 7.5 | | | | |
| | | 8 1/3 | | 10 | 10 | 10 | | |
| | 12 1/2 | | | 12.5 | | | | |
| | | | 12 1/2 | 15 | 15 | | | |
| | | 16 2/3 | | 17.5 | | | | |
| | | | 18 3/4 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| | | | | 22.5 | | | | |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | | | 25 |
| | | | | 27.5 | | | | |
| | | | 31 1/4 | 30 | 30 | 30 | | |
| | | 33 1/3 | | 32.5 | | | | |
| | | | | 35 | 35 | | | |
| | 37 1/2 | | 37 1/2 | 37.5 | | | | |
| | | 41 2/3 | | 40 | 40 | 40 | 40 | |
| | | | 43 3/4 | 42.5 | | | | |
| | | | | 45 | 45 | | | |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | 50 |
| | | | | 52.5 | | | | |
| | | | 56 1/4 | 55 | 55 | | | |
| | | 58 1/3 | | 57.5 | | | | |
| | | | | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| | 62 1/2 | | 62 1/2 | 62.5 | | | | |
| | | | | 65 | 65 | | | |
| | | 66 2/3 | 68 3/4 | 67.5 | | | | |
| | | | | 70 | 70 | 70 | | |
| | | | | 72.5 | | | | |
| 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | | | 75 |
| | | | | 77.5 | | | | |
| | | | 81 1/4 | 80 | 80 | 80 | 80 | |
| | | 83 1/3 | | 82.5 | | | | |
| | | | | 85 | 85 | | | |
| | 87 1/2 | | 87 1/2 | 87.5 | | | | |
| | | 91 2/3 | | 90 | 90 | 90 | | |
| | | | 93 3/4 | 92.5 | | | | |
| | | | | 95 | 95 | | | |
| | | | | 97.5 | | | | |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

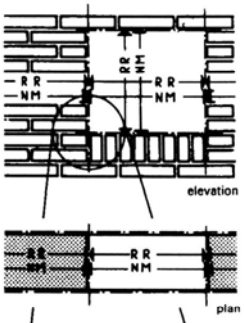
(٤) اندازه‌های استاندارد ساختمان

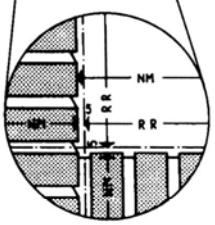



(٥) اندازه‌های اسمی و استاندارد بین‌المللی اروپایی آجرکاری




(٦) یک نمای دیوار که نشان‌دهنده اندازه آجرها در انگلستان است




(٧) اندازه‌های استاندارد برای اصول ساختمانی (RR) و اندازه‌های اسمی (MM) برای آجرکاری

برای بازشوها: $MM = RR + ۲۰ \text{ mm} - \frac{۱}{۲}$ درز $= RR + ۲/۵$

## اندازه‌گذاری اصولی

ژاپن‌دارای قدیمی‌ترین مقررات ابعادی ساختمانی است که به‌دنبال آتش‌سوزی عظیم توکیو در ۱۶۵۷، نوع و اندازه خانه‌ها براساس اندازه‌گیری‌های سیستماتیک، (بر مبنای روش Kiwariho )، بنا شد. ابعاد اصلی Ken بود که برابر با شش فوت ژاپنی و مساوی با ۱/۸۱۸ متر است. یعنی:

۱ Ken = ۶ فوت ژاپنی = ۱/۸۱۸ M

فاصلهٔ بین محور دیواره‌ها برحسب نصف یا تمام Ken اندازه‌گیری می‌شد، که این عمل خانه‌سازی در ژاپن را به‌طور قابل توجهی ساده، سریع‌تر و ارزان‌تر نمود. مثال‌ها BOL

در آلمان، قبل از معرفی متر، سیستمی مشابه‌در ناحیه ساختمانی نیمه چوبی توسعه پیدا کرد که فوت آلمانی (Prussian Foot) نام داشت و به‌طور وسیعی گسترش یافته با فوت Rhenish و Danish مطابقت یافت.

ابعاد بین محورهای تیرهای عمودی، اغلب به‌صورت زیر بیان می‌شد: ۱Gefach=۲Ellen=۴Feet ← (۱). فوت پروسین، رنیش و دانمارکی هنوز در صنعت ساختمان دانمارک به‌کار می‌رود و به‌عنوان ۳۱۲/۵ mm، Elle برابر ۶۲۵ میلی‌متر و Fefach برابر ۱/۲۵ متر در سیستم متریک بیان می‌گردد. شرکت‌های ساختمانی خصوصی سیستمی مشابه۱/۲۵ متر را برای سیستم ساختمانی خود اتخاذ نموده‌اند، خصوصاً در صنعت ساختمان با پانل‌های چوبی.

انگلستان و آمریکا سیستم اندازه‌گذاری خود را براساس ۴ فوت که نزدیک به۱/۲۵ متر است بنا کرده‌اند، که ۴ فوت انگلیسی برابر با ۱/۲۱۹ متر است. پانل‌های ساختمانی (مانند الوار سخت) که با ماشین‌آلات آمریکایی ساخته می‌شوند، دارای عرض ۱/۲۵ متر در سیستم متریک می‌باشند. پانل‌های Pumice آلمانی برای سقف‌ها، و پانل‌های گچی با ابعاد استاندارد ۱/۲۵=۲/۵ m ×۲ برای دیوارها می‌باشند. در نهایت عدد ۱۲۵، عدد مورد قبول در سیستم اعداد استاندارد می‌باشد. سری اندازه‌گذاری‌هایی که از ۱/۲۵ متر به‌دست می‌آید، در سال ۱۹۴۲ در آلمان با سقف‌های شیب‌دار مطابقت داده شد ← (۲). طی این مدت، هزاران نوع مصالح سازه‌ای با این سیستم اندازه‌گیری تولید شده است. امروزه نیز فاصلهٔ بین محورهای تیرها در سقف‌های تمام شده، معمولاً برابر است با ۲ ÷ ۱۲۵= ۶۲۵ = طول یک قدم انسان (ص ۱۷ کتاب).

### *فاصله‌های برابر بین محورها برای کارخانه‌ها، مکان‌های صنعتی و مسکونی*

سازه‌های صنعتی و سازه‌های مسکونی، اغلب در پلان به یک‌سری محورهای عمود بر هم تقسیم‌بندی می‌شوند. خطوط اندازه‌گذاری این محورها همیشه محور سیستم سازه‌ای ساختمان است. فاصله‌های بین محورها، اجزای ابعادی پلان هستند که موقعیت ستون‌ها، حایل‌ها، مرکز دیوارها و غیره را مشخص می‌نمایند. در مورد قاب‌های سخت (Rigid) ، محورهای مراکز بارگذاری شالوده، تعیین کننده هستند. مبنای اندازه‌گذاری‌ها همیشه پلان‌های افقی و سطوح پیش آمده عمودی، حتی در سقف‌های شیب‌دار می‌باشند.

در سازه‌های صنعتی، ۲/۵ متر مبنای اندازه‌گذاری بین محورها است. ضرایب این اندازه‌گذاری مبنا، اعداد ۵، ۷/۵ متر و غیره بوده که بیانگر فواصل محورها می‌باشند. در موارد خاص (مسکونی یا سازه با دال بتنی) اندازه‌گذاری اصلی به‌میزان ۱/۲۵ = ۲ ÷ ۲/۵ متر یا ضرایب آن قابل استفاده است. در نتیجه ابعاد میانی ۱/۲۵، ۳/۷۵، ۶/۲۵ و ۸/۷۵ متر به‌دست می‌آید،که در صورت امکان، در طول‌های بالاتر از ۱۰ متر، این ابعاد نباید استفاده شود بلکه به‌طور مقتضی باید از ابعاد مرحله‌ای هندسی به‌قرار زیر کمک گرفت: ۱۲/۵۰ متر، ۱۵/۰۰ متر، ۲۰/۰۰ متر، ۲۵/۰۰ متر، ۳۰/۰۰ متر، ۴۰/۰۰ متر، ۵۰/۰۰ متر، ۶۰/۰۰ متر، (۶۲/۵۰ متر) ، ۸۰/۰۰ متر و ۱۰۰/۰۰ متر.

شیب سقف‌های شیب‌دار، به‌جنس پوشش سقف و مصالح مصرف شده در ساختمان آن بستگی دارد. مقدار شیبی که در عمل مورد نیاز می‌باشد به‌شرح زیر تدوین شده است.

شیب ۱:۲۰ برای سقف‌های چوبی روی سازه فلزی، سازه‌های بتن مسلح و سقف‌های چوبی سیمانی به‌استثنای طرح‌های مخصوص از قبیل پوسته‌ای و سقف‌های دندانه‌ای و غیره.

شیب ۱۲/۵ :۱ برای سقف‌های چوبی که روی اسکلت چوبی نصب شده‌اند.

شیب ۱:۴سقف‌های سیمانی موج‌دار، سقف‌های از جنس ورق صاف روی، صفحات با ورق موج‌دار، سقف‌های فلزی که روی شبکه‌ها یا صندوقه‌ها نصب شده‌اند، سقف‌های با ورق ذوزنقه‌ای گالوانیزه، سقف‌های با پوشش دو لایه از مواد با پایه کاغذی ضد آب برای ساختمان‌های مسکونی.

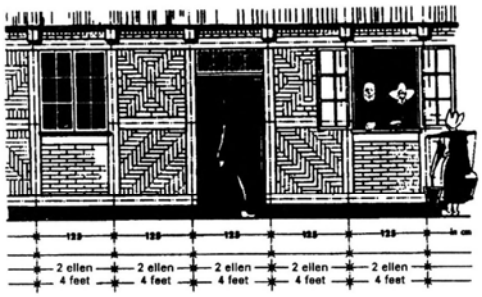
شیب ۱:۲ برای سقف‌های مسطح و غیره.

یکسان شدن سیستماتیک سازه‌های صنعتی و مسکونی، باعث ایجاد تدریجی یک روش مشخص گردیده است.

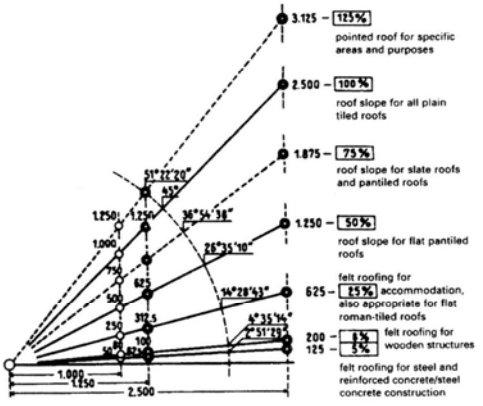
ذکر فاصله‌های محورها به‌طور یکنواخت در اجزای سازه از قبیل: ستون‌ها، دیوارها، سقف‌ها، خرپاها، شیروانی‌ها، اجزای خرپاها، پرلین‌ها، الوارهای پشت‌بام، پنجره‌ها، شیشه‌ها، درها، مسیرهای حرکت جرثقیل‌ها و دیگر اجزا تاثیر دارد. اندازه‌گذاری پایه در رابطه با فواصل محورها، لازمه یک سیستم رده‌بندی شده با مقیاس‌های استاندارد برای هر یک از اجزای سازه و اتصالات این اجزا به‌یکدیگر است. فواصل بین محورها، بدون در نظر گرفتن اندازه‌های میانی، با یکدیگر جمع می‌شوند. اما برای آجر، سنگ، شیشه، پانل‌های مصالح بتنی و غیره، اندازه‌گیری برای اتصالات باید در نظر گرفته شود.

نقاط اتکا برای جرثقیل‌های متحرک را می‌توان به‌طور متحد و یکسان براساس فاصلهٔ استاندارد شدهٔ محورها در نظر گرفت.

اجزا و قطعات استاندارد قابل نصب و مشابه، قابل تبدیل و تعویض بوده و می‌توان آن‌ها را در خارج از محل ساختمان آماده نموده در مواقع لازم استفاده نمود. تولید انبوه، قابل تعویض بودن و امکان تهیهٔ اجزا و قطعات استاندارد ساختمانی و همچنین راحتی دسترسی به‌آن‌ها در بازار، باعث صرفه‌جویی در کار، مواد، قیمت و زمان می‌باشد. در ضمن نظم و ترتیب در محورهای سازه‌ای باعث راحتی در کار نظارت ساختمان می‌شود.




(۱) ساختمان قدیمی دانمارکی قاب‌دار نمایانگر فواصل محورهای اجزای عمودی بمیزان ۱ Gefach




(۲) شیب‌های مختلف معمول سقف برای انواع مختلف اجزا

## سیستم‌های مدولار

برای برنامه‌ریزی و اجرای کارهای ساختمانی در جهت طراحی و ساخت اجزای ساختمان و قطعات نیمه‌ساخته، در استانداردهای ملی توافق‌هایی بین‌المللی صورت پذیرفته است. سیستم‌های مدولار، روشی برای هماهنگی ابعاد مربوط به‌عملیات ساختمانی است.

اصطلاح «تناسبات» کلیدی است و نشان‌دهنده آن است که طراحی مدولار شامل ترتیب اندازه‌ها و فاصله‌های متناسب اجزای سازه‌ای است. بنابراین، استاندارد با ضروریات اندازه‌ای و هندسی در رابطه است. سیستم مدولار، روشی را برای طراحی و ساخت به‌وجود می‌آورد که سیستم تناسبات را به‌عنوان ابزار طراحی و اجرای پروژه‌های ساختمانی به‌کار می‌برد. یک سیستم تناسبات، همیشه مربوط به‌یک موضوع معین می‌باشد.

### *بررسی‌های هندسی*

با یک سیستم تناسبات، ساختمان‌ها، اجزای آن‌ها و محل و ابعاد این اجزا به‌طور قطعی ذکر می‌گردد. بنابراین اندازه‌های اسمی اجزای ساختمان و همچنین اندازه‌های اتصالات و به‌هم پیوستگی آن‌ها، به‌دست می‌آید ← (۱)–(۶)+(۱۳).

یک سیستم متناسب، شامل سطوحی است که به‌صورت عمود بر یکدیگر بوده و به‌فواصلی که طبق اندازه‌های متناسب باشد ایجاد می‌گردد. این سطوح بسته به‌سیستم، می‌توانند در اندازه‌های مختلف، و همچنین سه بُعدی باشند.

به‌عنوان یک قاعده و قانون، اجزای بین دو سطح، متناسب به‌یک اندازه منظم شده‌اند به‌طوری که اندازه‌های متناسب را پر کرده، اندازه‌هایی برای درزها و اتصالات و تولرانس آن‌ها در نظر می‌گیرند. این مورد را اصطلاحاً «حد مرجع» می‌نامند ← (۷) – (۱۲).

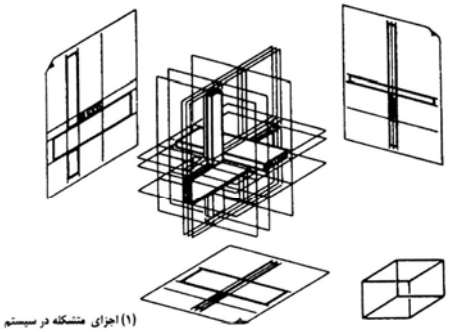
در بعضی شرایط، بهتر است اجزا را بین دو سطح قرار ندهیم، بلکه محور مرکزی به‌نحوی قرار گیرد که منطبق بر یکی از سطوح سیستم مختصات باشد. در این صورت، اجزا در یک بُعد نسبت به‌محور و وضعیت خود مشخص می‌شوند ← (۷) – (۱۲).

یک سیستم تناسبات و مختصات را می‌توان به‌زیر مجموعه‌هایی برای گروه‌های مختلف از اجزا تقسیم کرد. به‌عنوان مثال، اجزای باربر، اجزای تعیین کنندهٔ فاصله‌ها و غیره ← (۸).

چنین بیان شده که تک تک اجزای یک بخش، نیازی به‌مدولار شدن ندارند. مثل تک تک پله‌های یک پلکان، پنجره‌ها، درها و غیره ← (۱۴).

برای اجزای غیر مدولار در سراسر ساختمان، می‌توان یک منطقهٔ «غیر مدولار» معرفی کرد، که سیستم تناسبات را به‌دو زیر مجموعه تقسیم می‌نماید. فرض بر این است که اندازه‌های اجزای غیر مدولار، هنگام برقراری سیستم تناسبات معین شده، چون منطقهٔ غیر مدولار به‌طور کامل با اندازه‌گذاری مشخص می‌شود ← (۹).

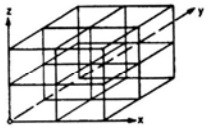
امکان دیگر برای چیدن اجزای غیر مدولار، قرار دادن آن‌ها در مرکز و یا در لبهٔ مناطق مدولار است ← (۱۰) + (۱۱).



(۱) اجزای متشکله در سیستم مختصات



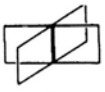
(۳) فضای مختصات (احاطه شده در ٦ سطح)



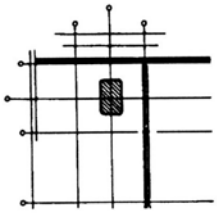
(۲) سیستم مختصات

(٤) سطح مختصات

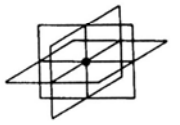
(۷) حدود مرجع، محورهای مرجع



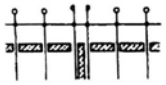
(٥) تنظیم مختصات (فصل مشترک ۲ سطح)



(۸) منطبق شدن فضایی سیستم مختصات



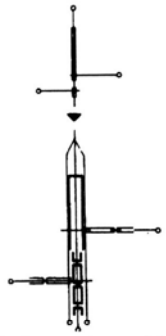
(٦) نقطه مختصات (فصل مشترک ۳ سطح)



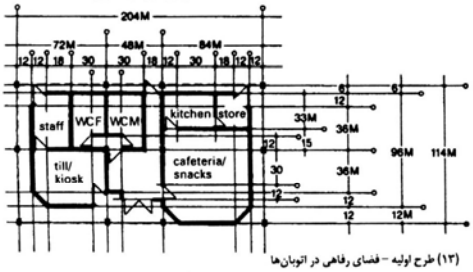
(۹) بخش غیر مدولار

(۱۰) اجزای غیر مدولار در کنار اجزای مدولار، قرار گرفته در وسط

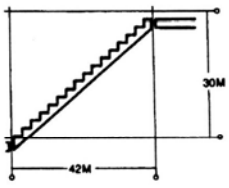
(۱۱) اجزای غیر مدولار در کنار اجزای مدولار و قرار گرفته در لبه



(۱۲) رابطهٔ بین محورهای مرجع و منطقه مواد مدولار




(۱۳) طرح اولیه – فضای رفاهی در اتوبان‌ها




Floor-to-floor height:
30M = 300:19 = 15.8
select 16 steps
step rise:
$h = \frac{300}{16} = 18.75$ cm
Overall length:
16.26 = 416cm
select 420 = 42M
Tread going:
$b = \frac{419}{16} = 26.2$cm
(assuming joint dimension of 1cm)

(۱٤) قطعه بتن مسلح مربوط به‌پلکان

## سیستم هماهنگ تناسبات و اندازه‌ها

### *نظم و ترتیب مدولار در تجربه‌ساختمانی*

واحدهای نظم مدولار عبارتند از M = ۱۰۰ mm برای مدول پایه، و M=۳۰۰ mm ،۳ M = ۶۰۰ mm و M = ۱۲۰۰ mm ،۱۲ برای مدول‌های چندگانه. بدین ترتیب ضرایب محدود سری اعداد ترجیحی به‌دست می‌آیند. پس، از این روش اعداد هماهنگ ـ اندازه‌های تئوریک استاندارد به‌طور ایده‌آل به‌وجود می‌آیند. این محدودیت‌ها نتیجهٔ عوامل عملکردی، ساختمانی و اقتصادی می‌باشند ← (۱).

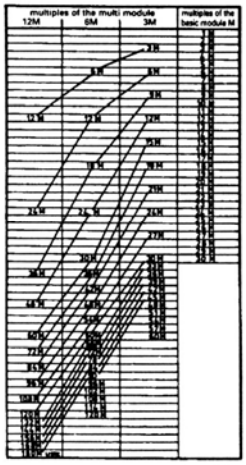
علاوه بر این، اعداد و اندازه‌های استاندارد غیر مدولار مانند ۱=۲۵mm ، ۵۰mm، و ۷۵ mm نیز وجود دارندکه به‌عنوان مثال، برای جفت کردن و روی هم قرار گرفتن اتصال اجزا به‌کار می‌روند ← (۳).

### *سیستم تناسبات در مصارف عملی*

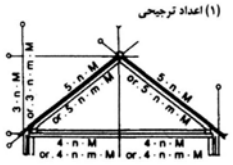
با استفاده از قوانین ترکیب، اجزای با اندازه‌های مختلف را نیز می‌توان در یک سیستم مدولار هماهنگ قرار داد ← (۵).

با استفاده از محاسبات گروهی اعداد (به‌عنوان مثال، فیثاغورس) یا به‌وسیلهٔ فاکتورگیری (مانند، کسرهای پشت سر هم) اجزای غیر مستطیل شکل نیز می‌توانند در یک سیستم مدولار هماهنگ قرار بگیرند ← (۲) + (۶).

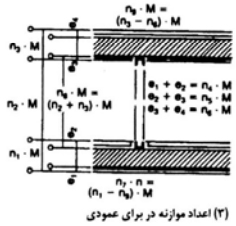
با ساختن یک چند ضلعی به‌وسیله خطوط متقاطع در یک نقطه (مانند مثلث، پنج ضلعی و نصف کردن زاویه آن‌ها) می‌توان ساختمان‌های گرد را نیز اجرا نمود ← (۷)+(۸). با استفاده از نظم مدولار می‌توان فضاهای فنی مانند فضای مهندسی سازه، تکنولوژی برق، حمل و نقل را که از نظر هندسی و اندازه به‌یکدیگر وابسته هستند، با هم ترکیب نمود ← (۹).



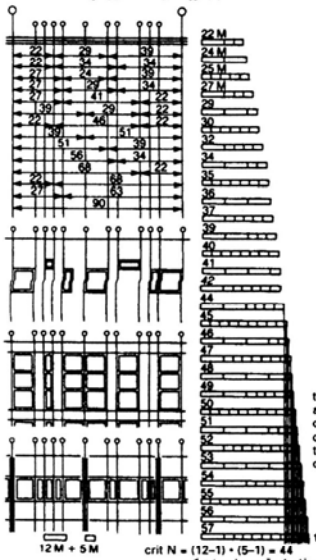

(۱) اعداد ترجیحی



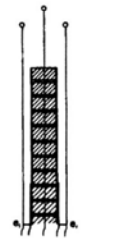

(۲) مورد مثال، سقف شیب‌دار




(۳) اعداد موازنه در برای عمودی

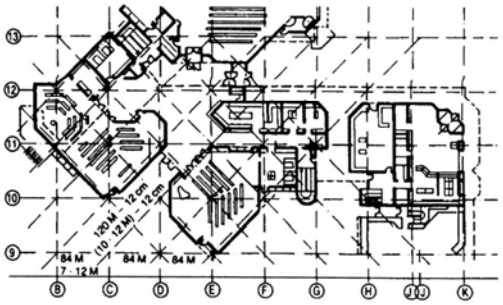



(۵) موازنهٔ اندازه‌های اجزا بدون استفاده از مقسوم‌علیه مشترک

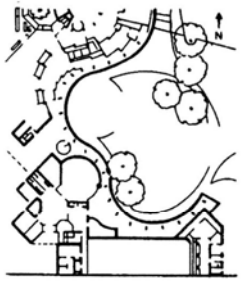


(٤) اعداد موازنه در برای افقی

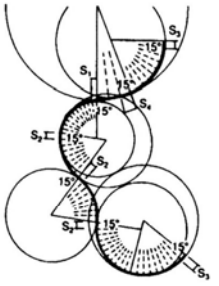
the smallest dimension to be achieved from which a continuous sequence commences, is calculated with the critical number (crit N)
crit N = (a −1) × (b −1)



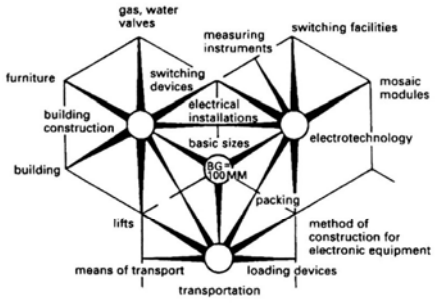

(٦) چرخش بمزاویهٔ ٤٥ درجه با استفاده از ۱۲M در پلان




(۷) اجرای منحنی لبهٔ سقف توسط خطوط متقاطع کثیرالاضلاع (نقشه مجموعه)




(۸) خطوط متقاطع کثیرالاضلاع مدولار




(۹) نمونهٔ اتصال فضاهای فنی با استفاده از نظم مدولار