به نام خداوند جان و خرد

گرانقیمت ترین ثروت انسان دانشی است خیر و نیکی از آن حاصل شود

درس اجزای ساختمان

پروه آموزشی عمران

مدرس و گردآورنده:

امین هاتف

فصل هفتم آشنایی انواع سقف های ساختمانی

پاییز ۱۴۰۳

Types of Roofs: An In-Depth Analysis

Roofs are essential structural and architectural components of buildings, serving as a barrier against environmental elements while also contributing to energy efficiency, aesthetic appeal, and structural stability. Roofs can be categorized into various types based on their design, materials, construction techniques, and functionality. Below is a detailed examination of roof types, including their characteristics, advantages, disadvantages, and applications.

1. Flat Roofs
Flat roofs are horizontal or nearly horizontal structures, typically with a slight slope (1-5 degrees) to allow water drainage. They are commonly used in modern architecture and industrial buildings.
- Materials: Asphalt, modified bitumen, PVC, EPDM (rubber), or concrete.
- Advantages:
  - Economical construction and maintenance.
  - Provides usable space for rooftop gardens, solar panels, or HVAC systems.
  - Suitable for contemporary designs.
- Disadvantages:
  - Prone to water pooling if not well-maintained.
  - Shorter lifespan compared to pitched roofs.
  - Limited suitability in areas with heavy snowfall or rainfall.
- Applications: Urban buildings, warehouses, and office complexes.

2. Pitched Roofs
Pitched roofs have a steep slope, making them ideal for areas with heavy rainfall or snowfall. They are one of the most traditional roof designs.
- Types:
  - Gable Roof: Features two sloping sides that meet at a ridge.
  - Hip Roof: Slopes on all four sides, providing greater wind resistance.
  - Mansard Roof: Combines a flat roof with a steeply sloping lower section.
  - Gambrel Roof: Two slopes on each side, commonly used in barns.
- Materials: Tiles (clay or concrete), slate, asphalt shingles, or metal.
- Advantages:
  - Effective water and snow shedding.
  - Improved ventilation and attic space.
  - Greater durability in diverse weather conditions.
- Disadvantages:
  - Higher construction costs.
  - Increased complexity in design and maintenance.
- Applications: Residential homes, rural buildings, and churches.

3. Curved Roofs
Curved roofs have a unique, arched shape that enhances aesthetics and aerodynamics.
- Materials: Metal sheets (aluminum, steel), polycarbonate, or fabric membranes.
- Advantages:
  - Aesthetically pleasing with a modern look.
  - Excellent aerodynamics, reducing wind resistance.
  - Allows for creative architectural designs.
- Disadvantages:
  - Expensive to construct.
  - Complex structural requirements.
- Applications: Sports arenas, airports, and exhibition halls.

4. Skillion Roofs
Also known as mono-pitched roofs, skillion roofs have a single sloping surface. They are a popular choice for modern and minimalist architecture.
- Materials: Metal sheets, asphalt shingles, or tiles.
- Advantages:
  - Easy and cost-effective to construct.
  - Provides ample natural light and drainage.
  - Suitable for solar panel installation.
- Disadvantages:
  - Limited attic or storage space.
  - May not be ideal for windy areas.
- Applications: Small homes, sheds, and modern extensions.

5. Green Roofs
Green roofs are covered with vegetation and a waterproofing layer, providing environmental and energy benefits.
- Types:
  - Extensive: Lightweight, with minimal vegetation.
  - Intensive: Heavier, supporting a wide range of plants.
- Materials: Waterproof membranes, soil, and drainage systems.
- Advantages:
  - Enhances thermal insulation and energy efficiency.
  - Reduces urban heat islands and improves air quality.
  - Aesthetic and environmental benefits.
- Disadvantages:
  - High initial cost and maintenance requirements.
  - Structural reinforcement may be necessary.
- Applications: Urban areas, eco-friendly projects, and commercial buildings.

6. Domed Roofs

Domed roofs are hemispherical structures, offering a unique and timeless architectural aesthetic.
- Materials: Concrete, metal, or polycarbonate.
- Advantages:
  - Strong and durable, with excellent weight distribution.
  - Provides ample internal space without supports.
  - Highly resistant to wind and earthquakes.
- Disadvantages:
  - Complex construction process.
  - Expensive and time-consuming to build.
- Applications: Religious buildings, museums, and observatories.

7. Modern Roofing Systems
Advancements in materials and technology have introduced innovative roofing systems:
- Solar Roofs: Incorporate photovoltaic panels for energy generation.
- Cool Roofs: Reflect more sunlight to reduce heat absorption.
- Membrane Roofs: Use materials like TPO or PVC for lightweight, durable solutions.
- Transparent Roofs: Made of glass or polycarbonate, used in greenhouses or atriums.

Comparative Analysis

Roof Type	Cost	Durability	Suitability	Aesthetic Appeal
Flat Roof	Low	Moderate	Urban and commercial areas	Modern and simple
Pitched Roof	Moderate	High	All climates	Traditional
Curved Roof	High	High	Iconic structures	Innovative
Green Roof	High	Moderate	Sustainable projects	Natural and lush

Conclusion
The choice of roof type depends on factors such as climate, budget, aesthetics, and building purpose. While traditional designs like pitched roofs remain popular for residential structures, modern systems such as green roofs and solar roofs are gaining traction due to their environmental benefits. As architectural needs evolve, innovative roofing materials and designs will continue to shape the future of construction.

References
- Smith, J., & Taylor, R. (2020). Architectural Design and Roofing Systems. New York: Urban Press.
- Johnson, L. (2018). "Sustainable Roofing: The Rise of Green Roofs," Journal of Environmental Architecture, 45(2), 78-90.
- American Roofing Association. (2022). Roofing Materials and Design Handbook.

سقف یکی از اجزای مهم هر ساختمانی است که وظیفه محافظت از آن در برابر عوامل محیطی مانند باران، برف، باد و نور خورشید را بر عهده دارد. سقف ها انواع مختلفی دارند که هر کدام دارای ویژگی ها و کاربردهای خاصی هستند. انواع سقف در ساختمان ها عبارتند از:

- سقف کامپوزیت فلزی
- سقف عرشه فولادی
- سقف دال بتنی
- سقف تیرچه بلوک
- سقف طاق ضربی
- سقف پیش تنیده
- سقف تیرچه کرومیت
- سقف وافل
- سقف یوبوت
- سقف کوبیاکس
- سقف فولادی روفیکس(Roofix)

سقف‌های تخت(Flat Roofs)

این نوع سقف‌ها دارای سطحی صاف یا با شیب بسیار کم هستند و معمولاً در ساختمان‌های مدرن، تجاری و صنعتی استفاده می‌شوند.

-مزایا:

- امکان استفاده به‌عنوان فضای سبز یا تراس.
- سهولت در ساخت و نگهداری.
- مناسب برای نصب تجهیزات مانند پنل‌های خورشیدی.

-معایب:

- حساسیت به نشت آب به دلیل شیب کم.
- نیاز به سیستم زهکشی مناسب.

.2سقف‌های شیروانی(Pitched Roofs)

این سقف‌ها دارای شیب هستند و در مناطق بارانی و برفی به‌منظور دفع سریع آب و برف به‌کار می‌روند.

-انواع:

- سقف‌های ساده :فقط دارای یک شیب هستند.
- سقف‌های دوطرفه :(Gable Roof) دو سطح شیب‌دار که به یک خط‌الرأس می‌رسند.
- سقف‌های چهارطرفه :(Hip Roof) چهار سطح شیب‌دار به هم متصل.

-مزایا:

- دوام بالا در برابر شرایط آب‌وهوایی.
- ایجاد فضای زیرشیروانی.

-معایب:

- هزینه ساخت بالاتر.
- پیچیدگی در اجرا.

3.سقف‌های قوسی(Arched Roofs)

این سقف‌ها دارای انحنای مشخص هستند و برای فضاهای بزرگ مانند سالن‌های ورزشی و انبارها به‌کار می‌روند.

-مزایا:

- زیبایی بصری.
- توزیع یکنواخت نیروها.

-معایب:

- هزینه اجرای بالاتر.

آشنایی با سقف هاب قوسی

یکی از سقفهایی است که در طراحی های نوین مورد استفاده قرار می گیرد .در زمان گذشته اجرای سقف های Curved Roof سقف های قوسی یا قوسی با استفاده از متریال های مانند چوب و سیمان و یا آهک اجرا می شدند ،اما با پیشرفت روز افزون تکنولوژی و تغییر روش های طراحی سقف های منحنی با روش ها و متریال های جدید اجرا میشوند که یکی از جدید ترین نوع متریال هایی که می توان در سقف های منحنی مورد استفاده قرارداد . می باشد UPVC پوشش سقف

ورق های یو پی وی سی به علت مقاومت و استحکام بالا و همچنین قابلیت انعطاف پذیری زیاد یکی از مناسبترین گزینه ها برای اجرای سقف منحنی می باشد .سقف های منحنی به دلیل عدم وجود شیار اب را به داخل ساختمان نفوذ نمی‌دهد .به همین دلیل استفاده از این نوع سقف ها در مکان های که بارش برف و باران زیاد است یکی از گزینه های مناسب می‌باشد .

(UBM) ساخت سقف سوله قوسی

از هیچگونه جوشکاری استفاده نمی شود و برای اتصال سقف قوسی سوله از یراقها و پیچ های مخصوص استفاده UPVC در ساخت سقف قوسی سوله با عرض یک متر و ضخامت ۵/۱ میلیمتر استفاده نمود upvc می شود .در اجرای سقف منحنی سوله باید از ورق های .

.قوسی باید به این نکته توجه نمود که حداقل عرض سوله باید ۱۰متر و حداکثر ۳۶متر می تواند باشد در اجرای سقف سوله

سقف قوسی سبک

یکی از گزینه های که در طراحی اینگونه سقفها مورد توجه باید قرار گیرد این است که سقف منحنی سبک باشد. با استفاده از ورق های یو پی وی سی تولید کارخانه سپید فام وارنا میتوانید سقف قوسی سبک را اجرا نمایید .زیرا به دلیل نوع متریال و ساختار این نوع ورق ها به گونه ای می‌باشد که دارای وزن بسیار پایینی نسبت به ورق های دیگر است ،از این رو یکی از گزینه های مناسب برای اجرای سقف قوسی می باشد

اجرای سقف منحنی پارکینگ

امروزه یکی از نکاتی در اجرای ساختمان ها باید به آن توجه ویژه نمود فضای پارکینگ ها می باشد . برای ایجاد پارکینگ در فضای باز اجرای سقف پارکینگ یکی از ضروری ترین موضوعات است ،زیرا ماشین را از گزند نور خورشید و بارندگی و بارش برف حفظ میکند یکی از پر طرفدارترین نوع اینگونه سقف ها ،سقف منحنی پارکینگ می‌باشد .سقف های یو پی وی سی به دلیل عایق حرارتی و همچنین خاصیت آنتی یوی که دارد می‌تواند یکی از گزینه های مناسب برای اجرای سقف قوسی پارکینگ باشد .

سقف منحنی سایبان

.ها یکی از سازه هایی هستند که در ساختمان استفاده و کاربردهای زیادی دارد که می توان در دو نوع ثابت و جمع شونده اجرا شوند سایبان

علاوه بر اینکه شیب مناسب برای انتقال آب باران می باشد . با طراحی سقف قوسی سایبان یکی از پر طرفدارترین نوع این سازه ها سقف منحنی سایبان و برف به وجود می‌آید ، زیبایی و جلوه خاصی را به سایبان شما خواهد بخشید.استفاده از سقف قوسی سایبان در مکان هایی که سقف ندارند مانند بالکن ها ،. نقاطی از حیاط و ... می باشد

به علت اینکه این گونه سقف ها داری عایق صوتی هستند مناسب می باشد زیرا در هنگام بارندگی صدای باران آرامش استفاده از سقف یو پی وی سی ساکنین خانه را برهم نمیزند .

سقف قوسی استخر

یکی از دلایلی که از سقف قوسی استخر استفاده زیادی می شود این است که با وجود ساخت سازهای زیاد و بلند مرتبه و به دنبال آن دیده شدن استخر از ساختمان های همسایه نیاز به اجرای سقف منحنی استخر از همیشه بیشتر احساس می شود . یکی از مناسب ترین ورق ها برای اجرای سقف قوسی می‌باشد ،زیرا این ورق ها سبک بوده و نیاز به زیر سازی خاصی نخواهند داشت استفاده از پوشش سقف یو پی وی سی .

4.سقف‌های طاق ضربی(Vaulted Roofs)

این نوع سقف‌ها با آجر و ملات ساخته می‌شوند و در معماری سنتی ایران و بناهای قدیمی دیده می‌شوند.

-مزایا:

- عایق حرارتی و صوتی مناسب.
- ماندگاری بالا.

-معایب:

- محدودیت در اجرا در پروژه‌های مدرن.

5.سقف‌های دال بتنی(Concrete Slab Roofs)

این سقف‌ها از بتن مسلح ساخته می‌شوند و در سازه‌های مدرن رایج هستند.

-انواع:

- دال یک‌طرفه :بار را در یک جهت منتقل می‌کند.
- دال دوطرفه :بار را در دو جهت منتقل می‌کند.

-مزایا:

- مقاومت بالا.
- امکان استفاده به‌عنوان سقف و کف هم‌زمان.

-معایب:

- وزن زیاد.
- هزینه ساخت بالا.

یکی از جزئیات مهمی که باید در اجرای هر نوع سقفی به آن توجه شود؛ حداکثر طول دهانه‌ای است که با استفاده از آن می‌توان سقف سازه را ساخت. در این مقاله علاوه بر ارائه توضیحات در مورد حداکثر دهانه سقف دال بتنی به موضوع طول دهانه دیگر مدل‌های سقف نیز پرداخته‌ایم.

حداکثر دهانه سقف دال بتنی چقدر باید باشد؟

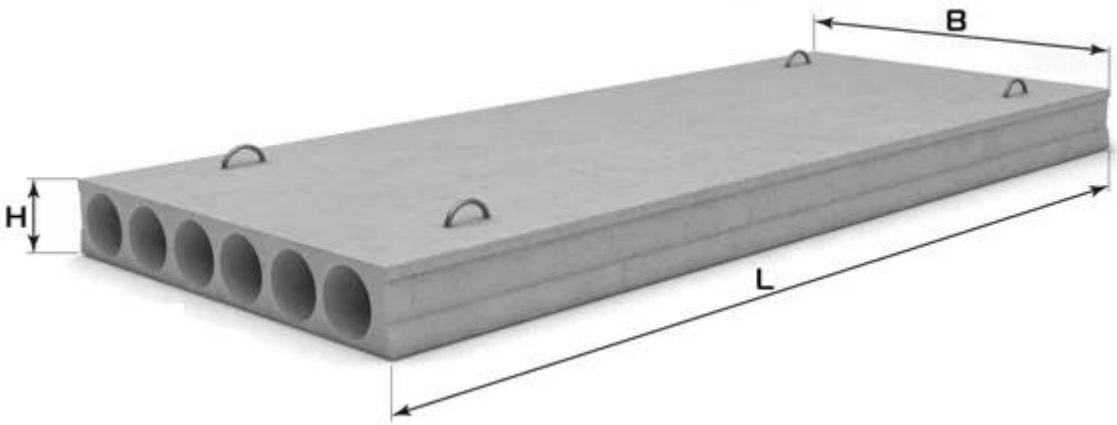
برای سقف‌زنی در ساختمان‌های اسکلت فلزی و بتنی می‌توان از انواع دال استفاده کرد؛ اما این میزان بار وارده به ساختمان، نیازهای معماری و همچنین نوع سازه است که تعیین می‌کند چه نوع سقفی باید اجرا شود. علاوه بر این، در تعیین نوع سقف باید حداکثر دهانه را نیز در نظر گرفت. حداکثر طول دهانه سقف دال بتنی بر اساس میزان ضخامت و ارتفاع دال توسط سازمان نظام مهندسی هر منطقه با هدف یکسان‌سازی طرح‌ها تعیین می‌شود.

نوع دال	حداکثر دهانه
تیرچه و بلوک	۷ متر
تیرچه و بلوک با تیرچه دوبل	۸ متر
تیرچه بلوک با تیرچه پیش تنیده	۱۲ متر
پیش تنیده	نامحدود
کوبیاکس	۱۸ متر
یوبوت	۲۰ متر
وافل	۱۸ متر
طاق ضربی	به دلیل توانایی پایین در تحمل لرزه برای ساختمان‌های امروزی مناسب نیست
عرشه فولادی	۱۲ متر
کامپوزیت	۲۰ تا ۳۲ برابر ضخامت دال
کرومیت	۱۲.۵ متر

حداکثر دهانه سقف تیرچه بلوک

این مدل سقف که بر مبنای سیستم تیر–دال یک طرفه اجرا می‌شود رایج‌ترین سیستمی است که برای سقف‌زنی سازه‌های بتنی در ایران کاربرد دارد. این مدل سقف از دو قسمت تیرچه و بلوک تشکیل شده است. بلوک سیمانی، سفالی و یونولیتی بلوک‌هایی هستند که در اجرا این سقف به کار برده می‌شوند. البته وزن پایین یکی از مهم‌ترین دلایلی است که باعث شده بلوک‌های پلی استایرن (یونولیتی) بیشتر از سایر بلوک‌ها در این مدل سقف استفاده شوند. به همین خاطر گاهی به این مدل سقف تیرچه یونولیت نیز گفته می‌شود.

حداکثر طولی که در اجرای دهانه سقف تیرچه بلوک باید رعایت کنید ۷ الی ۸ متر است. البته این نکته را نیز باید یادآور شویم که برای این مقدار دهانه باید از تیرچه دوبل استفاده کنید. اگر دهانه بیش از ۸ متر باشد؛ تیرچه پیش تنیده بهترین سیستم برای اجرای سقف محسوب می‌شود. این تیرچه‌ها در ابعاد طولی مختلف از ۸ تا ۱۲ متر تولید می‌شوند. بنابراین حداکثر دهانه سقف تیرچه بلوک در صورتی که از تیرچه پیش تنیده استفاده شود ۱۲ متر است.



حداکثر دهانه سقف پیش تنیده

برای اجرای این مدل سقف در قدم اول کابل‌ها کشیده شده و سپس بتن‌ریزی انجام می‌شود و بعد از اینکه بتن خشک شد؛ کابل‌ها رها می‌شوند. با تحت فشار قرار گرفتن المان بتنی، ظرفیت کششی سقف افزایش پیدا می‌کند. به همین خاطر برای پوشش دهانه‌هایی با ضخامت کم این مدل سقف بیشتر توصیه می‌شود. یکی از مزایای ضخامت کم در دال بتنی پیش تنیده، کاهش بار مرده وارده به سقف است.

با کاهش این بار پوشش دهانه‌ها و کنسول‌ها بلندتر امکان‌پذیر می‌شود. بنابراین از آنجایی که محدودیتی در فاصله بین ستون‌ها در سقف پیش تنیده وجود ندارد؛ این مدل سقف بر روی هر دهانه‌ای قابل اجراست. البته به دلیل مشکل در اجرا، معمولا حداکثر دهانه سقف پیش تنیده را ۳۰ متر در نظر می‌گیرند.

حداکثر دهانه سقف کوبیاکس

داخل دال را در این مدل از سقف به کمک المان‌های پرکننده بیضی یا کروی شکل خالی از بتن کرده تا یک مقطع I شکل به وجود بیاید. این کار باعث می‌شود که بار مرده کاهش پیدا کرده و امکان اجرای سقف کوبیاکس روی دهانه‌های بلندتر فراهم شود. اگر دال تخت باشد؛ حداکثر دهانه‌ای که قابلیت اجرا این سقف را دارد ۶٫۵ متر است. اما اگر از سیستم قاب خمشی بتن مسلح که شامل تیر و ستون‌های مجزاست به عنوان دال بتن در سقف کوبیاکس استفاده شود؛ حداکثر طول مجاز دهانه می‌تواند به ۱۸ متر نیز برسد.

حداکثر دهانه سقف یوبوت

برای اجرای این مدل سقف نیز دال مجوف توسط المان‌های پرکننده مکعب مستطیل تو خالی می‌شود. این فرآیند باعث می‌شود که اجرای سقف روی دهانه‌های بلند نیز فراهم شود. المان‌های پرکننده مورد استفاده در اجرای سقف یوبوت در چهار نوع تک، دوبل، یوبوت اصلاح شده و یوبوت از جنس پلی استایرن تولید می‌شوند. در جدول زیر نشان داده‌ایم که حداکثر دهانه مجاز برای اجرای سقف یوبوت در دو نوع قالب تک و دوبل چقدر باید باشد.

دهانه سقف	ضخامت	نوع پرکننده	ارتفاع الحان پرکننده
۹.۵ متر	۳۱ سانتی‌متر	تک	۱۶ سانتی‌متر
۱۱.۵ متر	۳۵ سانتی‌متر	تک	۲۰ سانتی‌متر
۱۳.۵ متر	۳۹ سانتی‌متر	تک	۲۴ سانتی‌متر
۱۵ متر	۴۷ سانتی‌متر	دوبل	۳۲ سانتی‌متر
۱۷.۵ متر	۵۵ سانتی‌متر	دوبل	۴۰ سانتی‌متر
۲۰ متر	۶۳ سانتی‌متر	دوبل	۴۸ سانتی‌متر

حداکثر دهانه سقف وافل

این مدل سقف بسته به شیوه انتقال بار در ساختمان به دو صورت یک طرفه و دو طرفه اجرا می‌شود. تفاوت عمده بین این دو سیستم، حداکثر دهانه‌ای است که پوشش می‌دهند. حداکثر دهانه سقف وافل یک طرفه بین ۸ تا ۹ متر است و این عدد در سقف‌های دو طرفه به ۱۸ متر نیز می‌رسد. تفاوت دیگر موجود بین این دو مدل سقف، شکل قالبی است که در آنها استفاده می‌شود. برای اجرای سقف وافل‌های یک طرفه از قالب‌های مستطیل و برای دو طرفه از قالب‌های مربعی استفاده می‌شود. نوع دو طرفه این مدل سقف برای سالن‌های بزرگ مانند فرودگاه‌ها و سینماها بسیار مناسب است.

حداکثر دهانه سقف طاق ضربی

این مدل سقف که تقریبا قدیمی‌ترین سیستمی است که در معماری سنتی و اصیل ایرانی نیز کاربرد داشته؛ توانایی بالایی در تحمل بارهای قائم دارد ولی بارهای جانبی را نمی‌تواند خیلی خوب تحمل کند. این مدل سقف را بیشتر با هدف زیبایی در سازه‌های تاریخی مورد استفاده قرار می‌دادند. حداکثر دهانه مجار در اجرای سقف طاق ضربی مثل حداکثر دهانه سقف دال بتنی نیست که عدد مشخصی نداشته و به عوامل مختلفی بستگی داشته باشد. در سازه‌های فولادی که سقف طاق ضربی اجرا می‌شود؛ معمولا بین تیرچه‌ها باید ۷۰ سانتی‌متر تا یک متر فاصله بوده و حداکثر دهانه مجاز تا ۶ متر است.

حداکثر دهانه سقف عرشه فولادی (متال دک(

سقف عرضه فولادی که از نظر فنی در دسته دال‌های کامپوزیتی یا مرکب جای می‌گیرد برای اجرای در سازه‌های فولادی مناسب است و برای پوشش دال در آن از ورق‌های گالوانیزه استفاده می‌شود. معمولا عرض ورق‌های گالوانیزه‌ای که برای این کار استفاده می‌شود ۹۱ تا ۹۳ سانتی‌متر و طول‌شان

نیز ۱۲ متر است.

البته در صورت نیاز مشتری، قابلیت تولید در طول‌های کمتر از ۱۲ متر را نیز دارد. حداکثر دهانه در این مدل سقف مثل فاصله ستون ها در سقف دال بتنی نیست و می‌تواند تا ۱۲ متر باشد. به طور کلی حداکثر دهانه در سقف‌های کامپوزیتی بسته به در نظر گرفتن خیز و نوع تکیه‌گاه، حدودا ۲۰ تا ۳۲ برابر ضخامت سقف دال بتنی در نظر گرفته می‌شود.

سقف کرومیت

این مدل سقف همان سقف تیرچه و بلوک است که در آن تیرچه‌ها از نوع فلزی با جان باز هستند. به این تیرچه‌ها تیرچه کرومیت نیز گفته می‌شود. شیوه اجرای این سیستم سقف‌زنی بسیار شبیه به تیرچه بلوک است. اما چون بار مرده کمتری در این سیستم روی سقف وارد می‌شود؛ امکان اجرای آن رو دهانه‌های بلندتر تا حداکثر ۱۲,۵ متر وجود دارد.

6.سقف‌های تیرچه‌بلوک

این سقف‌ها ترکیبی از تیرچه‌های پیش‌ساخته و بلوک‌های پرکننده) بتنی یا پلی‌استایرن (هستند.

-مزایا:

- سرعت اجرا.
- وزن سبک‌تر نسبت به دال بتنی.

-معایب:

- محدودیت در دهانه‌های بلند.

7.سقف‌های کامپوزیت(Composite Roofs)

این سقف‌ها از ترکیب فولاد و بتن ساخته می‌شوند و معمولاً در سازه‌های فلزی استفاده می‌شوند.

-مزایا:

- عملکرد سازه‌ای بالا.
- کاهش وزن و افزایش سرعت اجرا.

-معایب:

- نیاز به تجهیزات خاص در اجرا.

8.سقف‌های پیش‌ساخته(Prefabricated Roofs)

این سقف‌ها از قطعات پیش‌ساخته در کارخانه تولید و در محل نصب می‌شوند.

-مزایا:

- سرعت بالای اجرا.
- کیفیت کنترل‌شده در کارخانه.

-معایب:

- محدودیت در ابعاد قطعات.
- نیاز به تجهیزات حمل و نصب خاص.

9.سقف‌های خرپایی(Truss Roofs)

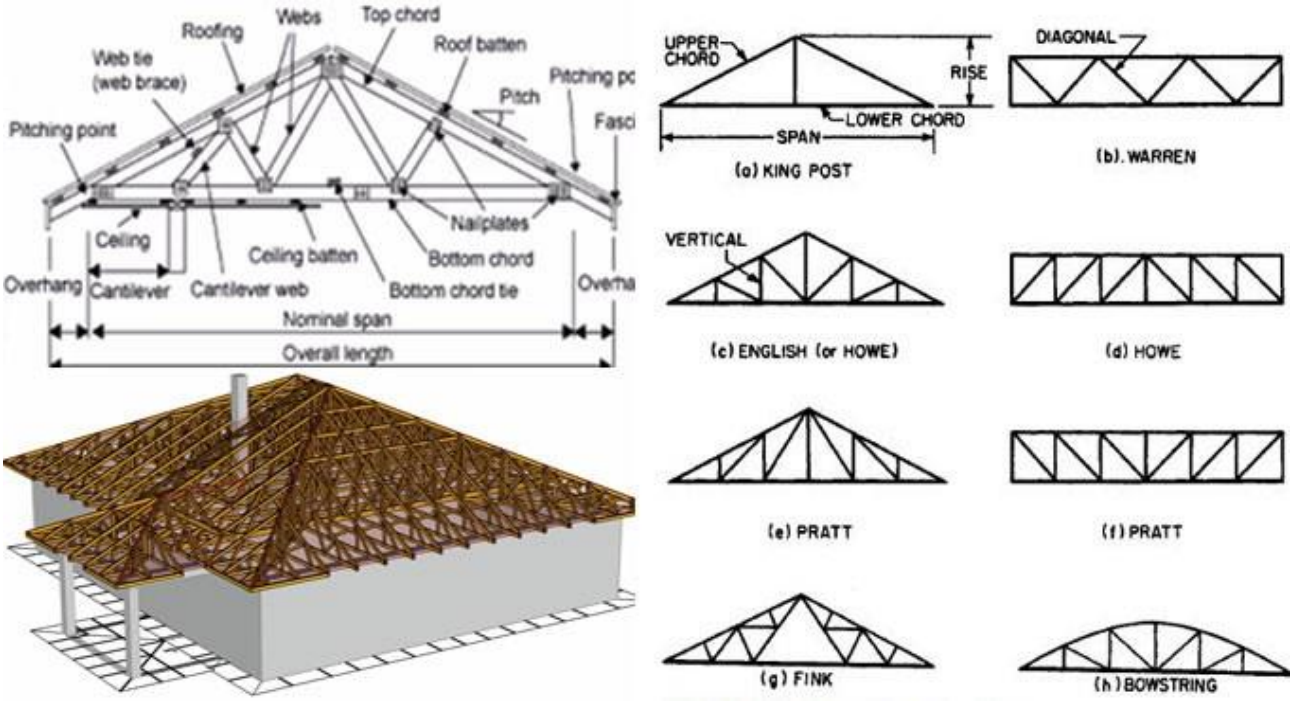
این سقف‌ها با استفاده از خرپاهای فولادی یا چوبی ساخته می‌شوند و برای دهانه‌های بلند مناسب‌اند.

-مزایا:

- امکان پوشش دهانه‌های بزرگ.
- وزن سبک.

-معایب:

- نیاز به طراحی دقیق.



خرپا وظیفه تحمل کدام نیروها را برعهده دارد؟

نیروهای وارد شده به خرپاها یکسان نبوده و در سازه های مختلف با یکدیگر تفاوت دارند. بار وارد شده به خرپا، به چگونگی استفاده از خرپا بستگی دارد. برخی اوقات ممکن است بار وارد شده به سازه ساکن و برخی اوقات ممکن است متغیر باشد .

بار اعمال شده به خرپا در ساختمان های صنعتی، به دو شکل بارمرده و زنده است. بار مرده و بار زنده دو مشخصه فیزیکی هستند که در علوم مهندسی و سایر علوم، کاربرد دارند. مقدار بار زنده، متغییری است که به یک سازه اعمال شده و در طول زمان تغییر می کند؛ اما بار مرده میزان ثابتی است که به سازه وارد می شود.

(1 بار مرده

بار مرده بر روی خرپا های سقف ساختمان های صنعتی شامل بار مرده روکش ها، بار مرده تیرک ها، وزن خود خرپا و وزن بست ها است. مجاری مخصوص تهویه مطبوع و وزن هواکش ممکن است به بارهای مرده خرپا سقف اضافه شوند. با افزایش طول دهانه مشخص، نیروی گشتاوری که در برابر قاب معلق مقاومت می‌کند نیز به شدت افزایش می‌یابد. در چنین مواردی استفاده از خرپاهای سقف اقتصادی تر می باشند.

(2 بار زنده

بار زنده در خرپاهای سقف شامل وزن گرانشی به دلیل سرویس دهی، عبور و مرور کاربران، انتقال اسباب و اثاثیه و ... است. شدت بار زنده بر طبق استاندارد IS: 875 – 1987است. همچنین بار های ویژه اضافی مانند بار برف در آب و هوای بسیار سرد، بارهای زنده جرثقیل در خرپاها نیز در موارد خاص باید لحاظ شوند.

3) نیروی باد

نیروی باد در خرپاهای سقف به علت تاثیرات وزش باد، معمولا نیروی صعودی بلند کننده عمود بر سقف ایجاد خواهد کرد، مگر اینکه سقف دارای شیب زیادی باشد. به همین سبب نیروی باد در خرپای سگ خلاف بار گرانشی عمل می‌کند و برخی مواقع می‌تواند بزرگتر از بارهای جاذبه بوده و سبب بازگشت نیرو و اعضای خرپا شود.

پشت بندهای افقی و عمودی موجود در ساختمان های یک یا چند طبقه نیز خرپا به حساب می‌آیند. این پشت بندها برای ایجاد مقاومت در برابر باد و دیگر بار های جانبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین این پشت بندها به علت افزایش نیروی ثقلی در ساختمان‌های صنعتی، از خمش بین چهارچوب های مختلف می کاهد. علاوه بر آن از ستون‌های موجود در ساختمان های مختلف پشتیبانی کرده و به این شکل استحکام خمش را افزایش می‌دهند.

4) بار ناشی از زلزله

بدیهی است که بار زلزله در یک ساختمان به صورت مستقیم بستگی به وزن ساختمان دارد. معمولا بارهای زلزله در طراحی ساختمان های فولادی سبک صنعتی لحاظ نمی‌شوند و اکثرا نیروی ناشی از باد حاکم است. ولیکن بار زلزله بر طراحی ساختمان های صنعتی که وزن زیادی در پشت بام متحمل می‌شوند حاکم است. این بارها مطابق استاندارد IS محاسبه شده است.

ساختمان های چند طبقه

بارهای جانبی به وجود آمده در اثر باد یا زلزله ممکن است در مقابل مهاربندهای عمودی که به عنوان خرپا عمل می نمایند، مقاومت کنند. این طراحی مناسب سبب می شود ساختمان ها در برابر بارهای جانبی مقاومت بسیار بالایی از خود به جای بگذارند. از این رو ساختمان های دارای دامنه متوسط اقتصادی تر هستند.

در صورت بارگیری در برابر زلزله، ممکن است ساختمان های مقاوم، نیروی اینورسی بیشتری را به خود جذب کنند. این امر سبب می شود شرایط استفاده از پشت بندها، مطلوب نباشد.

10. سقف‌های مدرن (High-Tech Roofs)

این سقف‌ها از مواد پیشرفته مانند پلی‌کربنات، شیشه، یا مواد کامپوزیتی ساخته می‌شوند.

-مزایا:

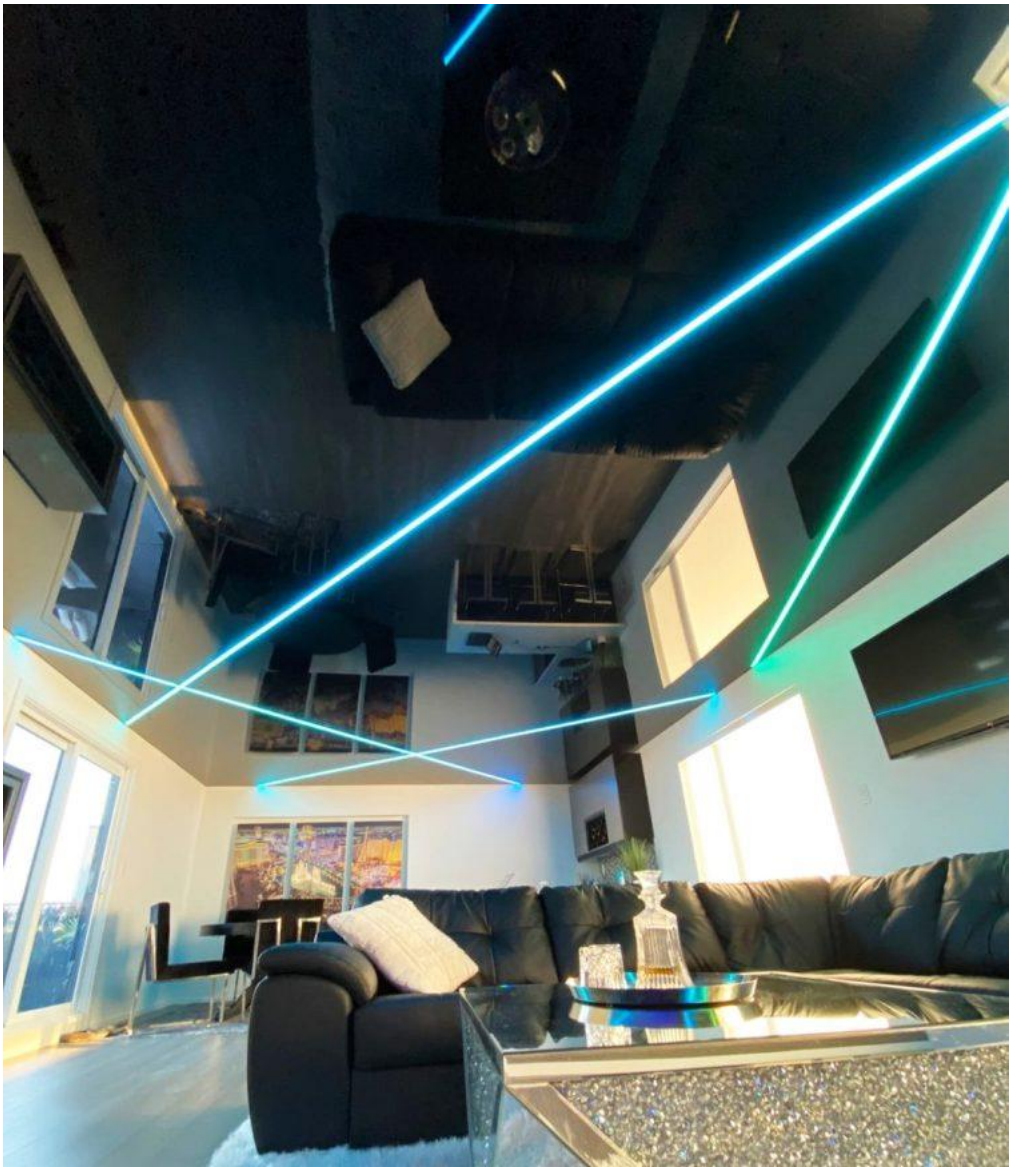
- سبک و شفاف.
- مناسب برای طراحی‌های خلاقانه.

-معایب:

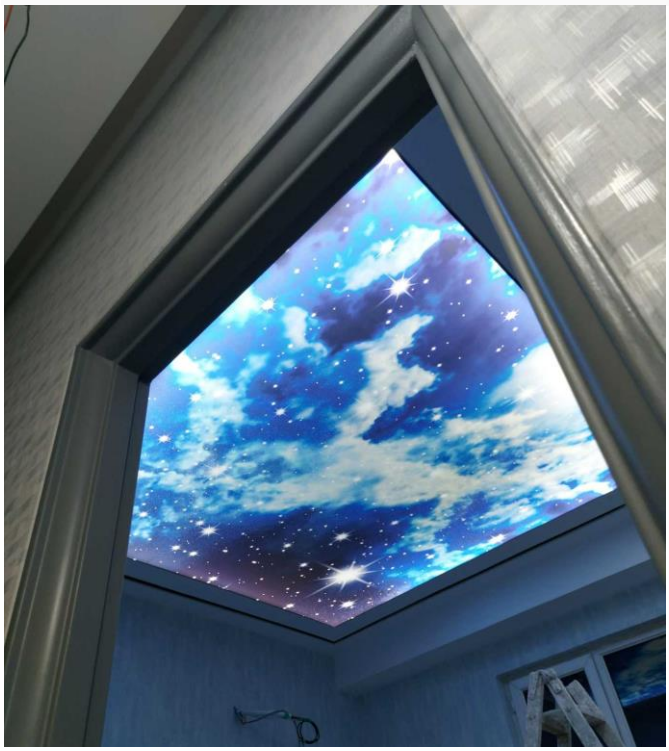
- هزینه بالا.
- نیاز به نگهداری خاص.

سقف های مدرن ۲۰۲٤ و برسی متریال آنها

سقف های مدرن سبک، شیک و ساده هستند و معمولا نصب راحتی دارند. این سقف ها جلوه ای مینیمالیستی و مدرنی به معماری شما میبخشند. در ادامه انواع سقف های مدرن را و روش های نورپردازی آنها را برای شما شرح داده ایم.



سقف کشسان یا باریسول



سقف کشسان، به عنوان یکی از نمادهای مدرن در معماری داخلی، با ویژگی‌های منحصر به فرد خود به طراحان ایده های بیشتری در طراحی مدرن بخشیده است. این سقف‌ها از پی وی سی ساخته میشوند و فضایی مینیمال و مدرن ایجاد می‌کنند. از نظر عملکردی نیز، سقف کشسان به دلیل سبکی، مقاومت خوب و امکان ایجاد افکت‌های بصری جذاب، در طراحی مدرن ساختمان‌ها مورد توجه قرار گرفته است. روش های نورپردازی این سقف نیز بسیار مدرن و متنوع هستند. (در لینک زیر میتوانید سیر تا پیاز تولید تا اجرای این سقف را ببینید.)

سقف کناف

سقف کناف نیز به عنوان یک گزینه مدرن در دکوراسیون داخلی شناخته میشود. از جنبه‌های مختلف، این سقف با مزایایی مانند نصب آسان، امکان ایجاد اشکال هندسی مختلف، و امکان استفاده از نورپردازی مخفی و **لاین نوری**، حس مدرنیته را به فضا اضافه می‌کند. کناف در طراحی مدرن می‌تواند با ایجاد خطوط ساده، سطوح فلت، و ایجاد ارتفاعات مختلف، به طراحی امروزی و بوجود آوردن جلوه مدرن کمک شایانی کند. پنل های گچی این سقف و سازه کشی آن در اجرا بسیار منعطف هستند همچنین، توجه به جزئیات مینیمال و امکان ادغام با تکنولوژی‌های نوین مانند نورپردازی های خطی و یا چراغ های اسپات می‌تواند سقف کناف را به یک انتخاب بسیار مدرن تبدیل کند.

سقف ترموود

سقف ترموود یکی از گزینه‌های مدرن در زمینه معماری و دکوراسیون است. این نوع سقف از چوب گرانوله‌شده با فشار و حرارت بالا به دست می‌آید که خواص مقاومتی بالا و ظاهر زیبایی دارد. طراحی سقف ترموود ممکن است الهام گرفته از طبیعت باشد و از جنبه‌های زیبایی و گرمای چوب در داخل فضا استفاده کند. خطوط ساده، سطوح صاف، و ایجاد انحناها یا شکل‌های هندسی مختلف از جزئیات مدرن در طراحی ترموود به شمار می‌روند. همچنین، این نوع سقف به دلیل خواص عایق حرارتی و صوتی خود، می‌تواند به بهبود کیفیت محیط زندگی کمک کند، که از نظر عملکردی نیز در زمینه ساختمان‌های مدرن اهمیت دارد. این سقف ها همچنین با ترکیب **چراغ های خطی** فوق العاده جذاب میشوند.

سقف اکسپوز

سقف اکسپوز یا Exposed Ceiling به ساختاری اطلاق می‌شود که اجزای تاسیسات سقف در داخل آن آشکار باقی می‌مانند. این نوع سقف به طور آشکار اجزایی از ساختار مثل تیرها، ستون‌ها، لوله‌ها و سیستم‌های تهویه، آتشنشانی و الکتریکی را نمایان می‌کند. این سقف از جمله مواردی است که معمولاً در طراحی داخلی مدرن به کار گرفته می‌شود. این استفاده از عناصر ساختاری به صورت آشکار می‌تواند جلوه‌ای **صنعتی و مدرن** به فضا اضافه کند و یک احساس از شفافیت و ابتکار به وجود آورد. همچنین، معمولاً از جنس مواد مانند بتن، فولاد، چوب یا سایر مواد مدرن برای ایجاد این نوع سقف استفاده می‌شود. سقف های اکسپوز در محیط هایی با سقفی با ارتفاع بالا استفاده میشوند. معمولا برای درست کردن سقف اکسپوز، تاسیسات سقفی را به صورت یک دست رنگ میکنند .

سقف شیشه ای

این سقف ها از شیشه های سکوریت با مقاومت نسبتا خوب ساخته میشوند. سقف های شیشه ای جلوه ای کاملا مینیمالیستی به محیط شما میبخشند. از مزایای این سقف ها میتوان به ورود نور در طول روز به ساختمان و دیدن ستاره ها در شب اشاره کرد. این شیشه ها مانند سقف های دیگر سبک نیستند و همچنین در هنگام زلزله امکان شکستن آنها ممکن است. این سقف ها همچنین عایق خیلی ضعیفی در مقابل گرما و صدا هستند. قیمت تمام شده این سقف ها نیز بسیار زیاد است .

سقف مدرن پذیرایی

برای داشتن یک سقف مدرن در فضای پذیرایی خود، می‌توانید به موارد زیر توجه کنید:

1.رنگ:

از رنگهای مدرن مانند سفید، خاکستری، مشکی استفاده کنید. همچنین، ترکیبات رنگی جالبی می‌تواند ظاهر مدرن را تقویت کند.

2.بلندی سقف:

سعی کنید سقف‌های خود را بلند بگیرید. این بلندی به فضا زیبایی و آزادی می‌بخشد که یکی از ویژگی‌های سقف مدرن است.

3.استفاده از مواد مدرن:

از مواد مانند شیشه، فلز، چوب، و مصالح مدرن استفاده کنید. مثلاً یک سقف با پوشش چوبی یا یک سقف شیشه‌ای می‌تواند جلوه مدرنی به فضا بدهد.

4.نورپردازی مدرن:

نورپردازی با اهمیت است. از لوسترها و چراغ‌های مدرن با طراحی خاص و مناسب برای فضا استفاده کنید.

5.جزئیات معماری خاص:

اضافه کردن جزئیات معماری خاص به سقف می‌تواند فضا را تزیین کند .

6.آبجکت های آویزان:

یک آویز مدرن با طراحی مناسب را از سقف آویزان کنید. این مورد می‌تواند نقطه تمرکزی در فضا ایجاد کند.

7.سادگی:

سعی کنید در طراحی سقف، سادگی را حفظ کنید. از پیچیدگی‌های زیاد خودداری کنید تا طراحی به چشم بیاید و احساس مدرنی داشته باشد.

8.تلفیق با مبلمان و دیگر عناصر داخلی:

– مطابق با مبلمان و دیگر عناصر داخلی فضا، طراحی سقف را انتخاب کنید. تلفیق هماهنگ بین این عناصر به زیبایی کل فضا کمک می‌کند.

سقف مدرن استخر

سقف کشسان مدرن ترین سقف مناسب محیط استخر است. این سقف انعطاف پذیری بالایی دارد و به شکل های متنوع و مینیمالی میتوانید از آن در استخر مدرن خود بهره ببرید. سقف کشسان کاملا ضد آب است و در بلند مدت هم پوسیده نمیشود.

چرا از سقف مدرن استقبال میشود؟

استفاده بیشتر از سقف‌های مدرن در ساخت و سازها و پروژه‌های معماری به دلایل متعددی انجام می‌شود. در زیر، برخی از دلایل اصلی این ترجیح به سقف‌های مدرن ذکر شده است:

- 1.زیبایی و طراحی مدرن:
  طراحی مدرن معمولاً با خطوط ساده، شکل‌های هندسی خاص، و استفاده از مواد نوین جلب توجه می‌کند. این خصوصیات به ساختمان یک ظاهر زیبا و مدرن می‌بخشند.

- 2.استفاده از مواد نوین:

تقدم در تکنولوژی ساختمانی و استفاده از مواد نوین مانند شیشه، فلزات مختلف، و مصالح ساختمانی پیشرفته، ساخت سقف‌های مدرن را ممکن و جذاب تر می‌کند.

- 3.نورپردازی و تعامل با نور:

انواع روشنایی های ال ای دی (اس ام دی) در سقف های مدرن استفاده میشود. این نور ها بسیار کم مصرف و با دوام هستند و جلوه ی مینیمالیستی سقف شمارو به سر حد خود میرسانند.

- 4.محیط زیست و پایداری:

بسیاری از ساختمان‌های مدرن طراحی شده‌اند تا معیارهای سازگاری با محیط زیست و پایداری را برآورده کنند. استفاده از مواد قابل بازیافت، بهره‌وری انرژی، و استفاده از منابع طبیعی بهره‌مندی‌هایی هستند که معمولاً در ساختمان‌های مدرن ملاحظه می‌شود.

به طور کلی، ترکیب زیبایی، کارایی فناورانه، و ملاحظات محیط زیستی از جمله عواملی هستند که سقف‌های مدرن را به گزینه محبوب در معماری و ساخت و سازها تبدیل کرده‌اند.

معایب سقف مدرن

طراحی‌ها و مواد مدرن بسیاری از زمینه‌ها را بهبود آورده‌اند، اما همچنین ممکن است با چالش‌ها و معایب خاصی همراه باشند. در مورد سقف‌های مدرن، برخی از معایب ممکن شامل موارد زیر باشد:

- ** 1.هزینه**:

—مواد و تکنولوژی‌های مدرن ممکن است گرانتر از موارد سنتی باشند. طراحی و ساخت سقف‌های مدرن ممکن است هزینه بیشتری داشته باشد، که می‌تواند محدودیت‌های مالی را ایجاد کند.

- ** 2.نیاز به نگهداری و تعمیر**:

—برخی از سقف‌های مدرن، به ویژه اگر از مواد حساس یا فناوری‌های پیشرفته استفاده شده باشد، ممکن است نیاز به نگهداری و تعمیرات خاص داشته باشند. این ممکن است به تعداد و هزینه کارهای تعمیر و نگهداری افزوده شود.

- ** 3.پایداری زمانی**:

—برخی از مصالح مدرن، مانند شیشه و فلزها، ممکن است تحت تأثیر شرایط جوی و عوامل زمانی قرار گیرند. این ممکن است منجر به کاهش پایداری طولانی‌مدت ساختمان و سقف‌ها شود.

- ** 4.کمبود گزینه‌های طراحی**:

—در برخی موارد، طراحی‌های مدرن ممکن است به دلیل استفاده از فناوری‌ها و مواد خاص، کمبود گزینه‌های طراحی برای افرادی با سلیقه‌های مختلف ایجاد کند.

- ** .5پیچیدگی نصب و تعمیر**:

—برخی از سقف‌های مدرن به دلیل پیچیدگی طراحی و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته، نیاز به تخصص بالا برای نصب و تعمیر دارند که ممکن است افزایش هزینه وابسته به تخصص و مهارت‌های ویژه را به دنبال داشته باشد.

- ** .6محدودیت در تعداد متخصصین**:

—استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته ممکن است نیاز به تعداد کمتری از متخصصین با تجربه داشته باشد، که این می‌تواند محدودیت‌هایی در انتخاب متخصصین متعهد و با تجربه ایجاد کند.

همواره مهم است که در طراحی و اجرای سقف‌های مدرن، نیازمندی‌ها و محدودیت‌های خاص هر پروژه در نظر گرفته شود تا بهترین راهکارها برای هر مورد به‌کار گرفته شود.

۱۱- سقف‌های پیش‌تنیده(Prestressed Concrete Roofs)

سقف‌های پیش‌تنیده با استفاده از بتن پیش‌تنیده و فولاد با مقاومت بالا ساخته می‌شوند .در این نوع سقف، فولاد تحت کشش قرار گرفته و سپس بتن‌ریزی انجام می‌شود.

-ویژگی‌ها:

- کاهش ترک‌خوردگی در بتن.
- امکان اجرای دهانه‌های بلند بدون نیاز به تیرهای میانی.

-مزایا:

- کاهش مصرف مصالح.
- افزایش دوام و مقاومت در برابر بارهای سنگین.

-معایب:

- نیاز به تجهیزات خاص برای کشش فولاد.
- هزینه اولیه بالا.

-کاربردها:

- ساختمان‌های مرتفع، پل‌ها و سازه‌های صنعتی.

سقف پیش تنیده چیست؟

بتن پیش تنیده(prestressed concrete) ، بتنی است که در آن تنش‌های داخلی به روشی از پیش تعیین شده ایجاد می‌شود.

با این امر تنش‌های ناشی از بارگذاری خارجی با تنش‌های داخلی بتن متعادل می‌گردد. ایجاد این تنش‌های داخلی به وسیله کشش فولاد تقویت کننده (آرماتور یا کابل) حاصل می‌شود.

در سقف بتنی پیش تنیده معمولا به جای آرماتورهای معمولی از یک سری کابل یعنی تاندون‌های با مقاومت کششی بالا استفاده می‌شود.

بتن پیش تنیده در قرن نوزدهم معرفی شد و از آن زمان تا کنون در طیف گسترده‌ای از ساختارها استفاده می شود.

پیش تنیدگی عملکرد بتن را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود با کاهش ضخامت و کاهش بار مرده در دهانه های بلندتری استفاده شود.

در بتن پیش تنیده، بتن و کابل با هم ترکیب می‌شوند به طوری که بتن کاملا در برابر کشش و فشار مقاوم است.

در بتن مسلح معمولی، میلگردها در جاهایی قرار داده می‌شوند که مقاومت کششی بتن باید افزایش یابد، در سقف پیش تنیده نیز فولاد مصرفی به شکل کابل یا میلگرد جهت جبران ضعف بتن در کشش استفاده می‌شود.

سقف های پیش تنیده در مکان‌های زیر کاربرد دارد:

- پارکینگ‌های طبقاتی
- ساختمان‌های بزرگ
- مراکز تجاری
- آمفی تئاترها و سینماها
- مراکز رفاهی و هتل‌ها
- پل‌ها
- سازه‌های صنعتی
- سازه‌های کابلی معلق و غیره

نکات مهمی که در اجرای دال پیش تنیده باید بدانیم!

- اجرای سیستم سقف پیش تنیده کاملا تخصصی است و باید توسط شرکت‌های معتبر انجام شود.
- کابل‌ها حساس ترین قسمت در سیستم پیش تنیده هستند و باید حداکثر دقت در تهیه آن‌ها بکار رود. خرید کابل‌های بی کیفیت و ارزان قیمت با شل شدگی و وادادگی زیاد موجب از بین رفتن نیروی کششی در طول زمان و افزایش خیز سقف می‌شود.

  برندهای تکسا اسپانیایی، DWKآلمانی، فاپریچلا پرتغالی، FNsteelسوئدی، خوانسار ایرانی و گلوبال چینی از انواع متداول به شمار می‌روند.

- توصیه می‌شود قبل از استفاده از کابل‌ها، گواهی فنی معتبر از پیمانکار درخواست شده و بررسی‌های کنترل ابعادی و وزن واحد طول انجام شود.

  همچنین اخذ چند نمونه جهت انجام تست کشش و تعیین مدول الاستیسیته، مقاومت نهایی و میزان وادادگی کابل‌ها در دستور کار قرار گیرد.

- جلوگیری از زدگی، پارگی و زنگ زدگی کابل‌ها هنگام حمل و نگهداری از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا از دپوی کابل‌ها در محیطهای مرطوب با قرار دادن روی بستر خاکی به دلیل احتمال زنگ زدگی و نیز از برخورد ابزار تیز به دلیل احتمال آسیب و زدگی در کابل‌ها اجتناب شود.

- در ایران معمولا از استاندارد ASTM A416) مشخصات کابل‌های فولادی هفت رشته‌ای تنش زدایی شده بدون پوشش برای بتن پیش تنیده) استفاده می‌شود.
بر طبق این استاندارد کابل‌ها در دو رده ۲۵۰ با مقاومت نهایی حدود ۱۷۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و ۲۷۰ با مقاومت نهایی ۱۸۶۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تقسیم بندی می‌شوند.

کابل‌های رده ۲۵۰ در قطرهای اسمی ۶,۴، ۷,۹، ۹,۵، ۱۱,۱، ۱۲,۷ و ۱۵,۲ میلی‌متر و کابل‌های رده ۲۷۰ به قطرهای ۹,۵۳، ۱۱,۱، ۱۲,۷، ۱۳,۲، ۱۴,۳، ۱۵,۲، ۱۵,۷ و ۱۷,۸ میلی‌متر طبقه‌بندی می‌شوند.

این کابل‌ها در دو دسته تنش زدایی شده و با وادادگی کم تولید شده و انجام عملیات حرارتی روی این کابل‌ها موجب بهبود خصوصیات مکانیکی آن‌ها می‌شود.

کابل‌های با وادادگی کم پس از کشش و در دراز مدت افت کمتری دارند. در حال حاضر این کابل‌ها به صورت معمول در پروژه‌ها استفاده شده و کابل‌های تنش زدایی شده صرفا در موارد خاص استفاده می‌شوند.

مزایا سقف پیش تنیده

سقف های پیش تنیده مزایای بیشتری نسبت به بتن مسلح دارند که به شرح زیر است:

- اعضای سقف پیش تنیده مقاومت بیشتری در برابر نیروی برشی ایجاد می‌کنند.
- با در نظر گرفتن همان عمق عضو بتن، یک سقف پیش تنیده نسبت به سقف بتن مسلح معمولی تحت بارگذاری عملکرد بهتری دارد.
- پیش تنیدگی بتن توانایی آن را در جذب بارهای ضربه‌ای بهبود می‌بخشد.
- در مقایسه با بتن مسلح مقاومت خوبی در برابر بارگذای‌های مکرر دارد و دیرتر دچار خستگی می‌شود.
- کاهش ضخامت دال، حذف تیرها، کاهش ارتفاع کل ساختمان، کم شدن ابعاد و اندازه سایر اجزای سازه‌ای منجر به کاهش وزن سازه می‌شود.
- با توجه به مواردی که در نکته قبل گفتیم، هزینه‌ها و هم‌چنین سرعت اجرا کاهش می‌یابد.
- برخلاف عناصر بتنی معمولی، کل سطح مقطع بتنی سقف پیش تنیده، در برابر بار وارد شده مقاومت می‌کند. دلیل این امر این است که بتن در منطقه کششی دچار ترک خوردگی نمی‌شود و بنابراین در حمل بار مشارکت دارد.
- طول دهانه بیشتر باعث افزایش فضای کف سقف و امکانات پارکینگ می‌شود.
- احتمال خوردگی فولاد و خراب شدن بتن کاهش می‌یابد زیرا بتن عاری از ترک است و ماندگاری طولانی مدت دارد.
- بارهای مرده در یک تیر بتنی پیش تنیده خنثی است.
- مقدار فولاد مورد نیاز در سقف پیش تنیده یک سوم مقدار مورد نیاز بتن مسلح است، اما فولاد بتن پیش تنیده باید مقاومت کششی بالایی داشته باشد.

سازه‌های بزرگ نگهدارنده مایعات ساخته شده از بتن پیش تنیده هزینه کمی دارند و در ترک خوردگی و نشتی ایمن هستند.

- سقف پیش تنیده برای ساخت اعضای سازه‌ای بدون ترک و مقابله با اثرات انقباض و انبساط ناشی از دما بسیار مناسب است.

- مصالح مصرفی کمتر، جزئیات ساده تر، نبودن تیرها و در نتیجه قالب بندی و آرماتور بندی ساده‌تر آن‌ها، تراکم کمتر آرماتورها همگی قابلیت ساخت بهتر را ایجاد می‌کنند.
- به دلیل حذف تیرهای میانی در سقف پیش تنیده و ایجاد یک دال تخت گسترده، یک باره می‌توان سطح گسترده‌ای را قالب‌بندی، اجرا و قالب‌برداری کرد.
- با حذف تیرهای میانی، عبور کانال‌های تاسیساتی با سهولت بیشتری انجام می‌شود.
- به دلیل داشتن بار مرده کم و عملکرد یکپارچه در برابر نیروی زلزله مقاومت بسیار خوبی دارد.
- به دلیل انعطاف‌پذیری کابل‌ها، امکان ایجاد بازشوهای بزرگ و نامنظم روی سقف وجود دارد.

معایب سقف پیش تنیده

- استفاده از سقف پیش تنیده نیاز به نیروی متخصص دارد.
- به کنترل و بازرسی کیفیت مداوم نیاز دارد.
- برای مقیاس کوچک در هزینه اولیه می تواند پر هزینه باشد.
- سقف‌های پیش تنیده نیاز به بتن متراکم با کیفیت بالا و مقاومت بالا دارد.
- فرآیند پیش تنیده کردن نیاز به تجهیزات کششی پیچیده دارد.

۱۲ .سقف‌های کرومیت(Steel Deck Slabs)

به سقف تیرچه بلوک با تیرچه فولادی با جان باز، سقف کرومیت می‌گویند که عمدتا در اسکلت فولادی به کار می‌روند. سقف تیرچه کرومیت ترکیبی از تیرچه‌های فلزی و دال بتنی با عملکرد T شکل است. به بیان دیگر، سقف کرومیت همان تیرچه بلوک است، با این تفاوت که در آن از تیرچه کرومیت به جای تیرچه بتنی استفاده می‌شود. تیرچه‌های کرومیت به گونه‌ای ساخته شده‌اند که انسجام، استحکام و مقاومت بالایی در برابر وزن بتن و سایر مصالح دارند.

در این نوع سقف، تیرچه‌های فلزی با بتن و بلوک ترکیب می‌شوند .تیرچه‌ها از ورق فولادی گالوانیزه ساخته شده و به صورت خودایستا عمل می کنند.

-ویژگی‌ها:

- تیرچه‌ها بدون نیاز به شمع‌بندی اجرا می‌شوند.

-مزایا:

- کاهش وزن سقف و سازه.
- سرعت اجرای بالا.
- مقاومت در برابر زلزله.

-معایب:

- نیاز به نظارت دقیق برای جلوگیری از زنگ‌زدگی فولاد.

-کاربردها:

- ساختمان‌های اداری و مسکونی.

اجزای سقف کرومیت

همان‌طور که در تصویر زیر مشاهده می‌کنید، اجزای سقف تیرچه کرومیت به شرح زیر است:

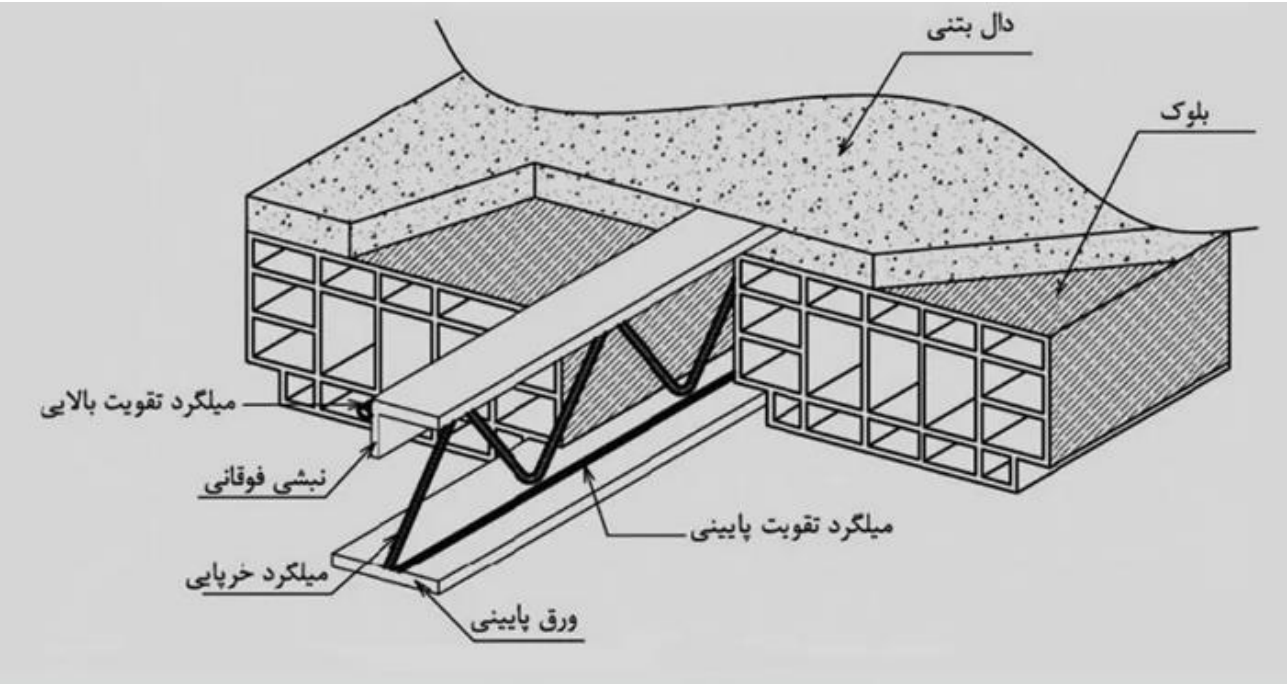
تیرچه فولادی با جان باز (تیرچه کرومیت(

میلگردهای حرارتی

بلوک پر کننده

کلاف میانی (کلاف عرضی(

بتن رویه



تیرچه کرومیت نیز از سه جزء فوقانی، میانی و تحتانی تشکیل شده است. بخش فوقانی از تسمه، ناودانی و نبشی ساخته می‌شود. در بخش میانی میلگردهایی به شکل زیگزاگ یا خرپایی جوش داده شده است و در بخش تحتانی ورقی از جنس فولاد وجود دارد.

انواع بلوک در سقف تیرچه کرومیت

بلوک‌ها در این سقف عموماً نقش پرکننده داشته و در استحکام و مقاومت آن تاثیری ندارند. به‌طور کلی، جنس بلوک سقفی می‌تواند از انواع زیر باشد:

- بلوک‌های سفالی
- بلوک‌های سیمانی (شامل سه نوع سنگ دانه معمولی، لیکا و پرلیت(
- بلوک‌های پلی استایرن (یونولیت(

کلاف عرضی سقف تیرچه کرومیت

در سقف‌های تیرچه و بلوک با تیرچه‌های فولادی استفاده از کلاف میانی در تمام دهانه‌ها الزامی است. در سقف کرومیت برای دهانه‌های ۳ تا ۵,۵ متر از یک ردیف و دهانه‌های بیش از ۵,۵ متر از ۲ ردیف کلاف عرضی یا میانی استفاده می‌شود. عرض حداقل این کلاف ۱۰ سانتیمتر و حداقل شامل دو میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلیمتر است.

با توجه به نشریه ۱۵۱ کلاف‌های میانی باید به نحوی انتخاب شوند که فاصله دو کلاف میانی مجاور هم از ۲,۵ متر تجاوز نکند. البته برای دهانه‌های کوچکتر از ۳ متر تنها نصب میلگرد و جوش دادن آن به تیرچه‌ها کافی‌ست و نیازی به ایجاد فاصله بین بلوک‌ها برای نفوذ بتن نخواهد بود.

کلاف میانی در سقف کرومیت به دو روش زیر اجرا می شود:

۱. اجرای کلاف میانی با استفاده از قالب آماده
۲. اجرای کلاف میانی به وسیله قالب بندی

میلگرد حرارتی

برای مقابله با تنش‌های ناشی از تغییرات دما، میلگردهای افت و حرارت در جهت عمود بر تیرچه‌ها در قسمت بالای سقف‌ها (حدود ۲ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح بالایی بتن) نصب می‌شوند. از میلگرد بالای تیرچه در صورتی که داخل دال بالایی باشد، می‌توان به عنوان میلگرد حرارتی استفاده کرد. در تصویر زیر کلاف عرضی و میلگردهای حرارتی مشخص هستند.

بتن رویه

بتن رویه قسمتی از تیر مرکب است که پس از جاگذاری تیرچه‌ها و بلوک‌ها بتن‌ریزی می‌شود. بتن رویه پس از رسیدن به مقاومت مورد نیاز با کمک تیرچه فولادی با جان باز، بار وارد بر سقف‌ها را تحمل می‌کند. تاب فشاری بتن پوششی، مطابق روش درج شده در فصل چهارم نشریه شماره ۹۴، محاسبه و تعیین می‌شود.

نکات اجرایی در ساخت سقف تیرچه کرومیت

- ✓ در حین ساخت و نصب سقف کرومیت باید به نکات اجرایی زیر توجه کرد:
- ✓ ضخامت دال بتنی از یک دوازدهم فاصله آزاد تیرچه‌ها یا ۵ سانتی متر کمتر نباشد.
- ✓ فاصله دو میلگرد حرارتی متوالی از ۵ برابر ضخامت دال یا ۳۰ سانتی متر بیشتر نشود.
- ✓ میلگرد پایینی کلاف به بال زیرین تیرچه و میلگرد فوقانی کلاف به بال بالایی آن جوش شود.
- ✓ آرماتور تیرچه‌ها و کلاف عرضی به صورت ساده یا آج دار و از نوع AI و AII جوش پذیر انتخاب شوند.

- ✓ در صورت استفاده از نبشی تکیه‌گاهی، عرض آن حداقل ۲ سانتی‌متر از بال تحتانی تیرچه‌ها بزرگتر باشد.
- ✓ در ساخت و جوشکاری تیرچه‌ها با دقت و نظارت عمل کنید تا از هرگونه انحنا در اثر عملیات حرارتی جلوگیری شود.
- ✓ ضخامت ورق‌ها، نبشی‌ها و تسمه‌هایی که در ساخت سقف کرومیت جوشکاری می‌شوند، نباید از ۳ میلی‌متر کمتر باشند.
- ✓ در دهانه‌های بلند جهت افزایش صلبیت و تقویت تکیه گاه تیرچه، ترجیحا از نبشی یا تسمه روی بال تحتانی استفاده شود.
- ✓ حداقل عرض تسمه تحتانی تیرچه برای دهانه‌های زیر ۴ متر، ۸ سانتی‌متر و برای دهانه‌های بزرگتر، حداقل ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.
- ✓ برای دهانه‌های تا ۵,۵ متر حداقل یک کلاف عرضی و در دهانه‌های بزرگتر، کلاف‌ها باید به نحوی اجرا شود که فاصله دو کلاف مجاور هم از ۲,۵ متر بیشتر نباشد.
- ✓ طول نشیمن تیرچه‌ها روی تکیه گاه فولادی حداقل ۲ سانتی متر در نظر گرفته شود و با جوش به طول حداقل ۵ سانتی‌متر و بعد جوش حداقل ۳ میلی متر به تکیه‌گاه جوش شود.
- ✓ استفاده از کلاف میانی به عرض حداقل ۱۰ سانتی متر با استفاده از ۲ میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلی‌متر الزامی است. جهت قالب بندی کلاف‌ها باید تخته‌هایی به عرض ۱۲ سانتی متر با سیم نجاری زیر بال تیرچه‌ها نصب شوند.

۱۳ .سقف وافل(Waffle Slabs)

سقف‌های وافل با استفاده از قالب‌های مکعبی توخالی ساخته می‌شوند و به دلیل ایجاد مقطع T شکل، سختی و مقاومت بیشتری دارند.

-ویژگی‌ها:

- استفاده از قالب‌های پلاستیکی یا فلزی موقت.

-مزایا:

- کاهش مصرف بتن و فولاد.
- زیبایی بصری و امکان استفاده به عنوان سقف نمایان.

-معایب:

- هزینه بالای خرید یا اجاره قالب‌ها.

-کاربردها:

- سالن‌های ورزشی، فرودگاه‌ها و مراکز تجاری.

سقف وافل یکی از انواع سازه های بتنی است که به دلیل ظاهر زیبا و مدرن، مدت زمان اجرای کوتاه، مقاومت و ایمنی بالا و البته مزایای اقتصادی، برای سازندگان پروژه های مختلف محبوبیت زیادی دارد. این سازه ظاهری شبکه مانند دارد و به همین خاطر، به آن سقف مشبک هم می گویند.

برای ساخت این سازه، از قالب هایی مخصوص به نام وافل استفاده می شود. این قالب ها چند بار مصرف اند. به همین دلیل، در فرایند اجرا و ساخت سقف وافل باید از تخریب قالب ها پیشگیری کرد. نتیجه ساخت چنین سازه هایی، کاهش وزن مرده سازه است.

اجرای این نوع سقف، از ابتدای قرن ۱۹ میلادی در کشورهای آمریکایی و اروپایی رواج پیدا کرد و به‌دلیل مزیت های مختلف، از جمله استقامت و ایمنی بالا و وزن پایین، مورد استقبال مهندسان ساخت و ساز قرار گرفت.

اما تاریخچه آن در ایران به دوره هخامنشیان (۲۵۰۰ سال قبل) باز می گردد. طبق آثار به جا مانده از تخت جمشید بازسازی های گرافیکی انجام شده طبق نظر باستان شناسان، سقف این بنا از الوارهای چوبی متعامد تشکیل شده بود. چیزی که شباهت زیادی به سقف وافل امروزی داشت. البته در بنای آکروپولیس یونان (هم دوره با تخت جمشید) نیز چنین آثاری دیده می شود.

مراحل اجرای سقف وافل

سقف وافل نوعی سقف مجوف بتنی است که به دلیل شکل ظاهری شبیه به وافل به این نام شناخته می شود. این نوع سقف از تیرچه های بتنی پیش ساخته و بلوک های توخالی تشکیل شده و مزایای قابل توجهی نسبت به سقف های سنتی مانند تیرچه بلوک دارد. مراحل اجرای این سقف را در ادامه توضیح می دهیم.

زیرسازی سقف وافل

اولین مرحله، آماده سازی زیربستر برای اجرای سقف وافل است. این کار شامل تسطیح و پاکسازی زمین، ایجاد شمع ها یا اسکافلد برای پشتیبانی از سقف و اجرای زیرسازی فلزی (شاسی کشی) می شود.

قالب چینی وافل

در این مرحله، قالب های وافل که از جنس فلز یا پلاستیک هستند، در محل مورد نظر چیده و تراز می شوند. قالب ها باید به دقت به یکدیگر متصل شوند تا از نشت بتن جلوگیری شود.

قالب وافل چیست؟

قالب وافل نوعی قالب موقت برای اجرای سقف وافل) **مجوف** (است؛ قالب ها عموما از جنس **پلاستیک** یا **پلی پروپلین** بوده و در اندازه و شکل های گوناگونی طراحی می شوند. پس از مرحله بتن ریزی، قالب ها از سازه جدا شده و در سقف های بعدی استفاده می شوند. قالب وافل مهم ترین ابزار برای اجرای این نوع سقف بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است؛ زیرا بارها قابل استفاده هستند.

این قالب ها در اصل برای حذف بتن ناکارآمد در سازه استفاده می شوند. با حذف این قسمت، سازه سبکتر شده و انرژی لرزه ای کمتری جذب می کند. روش های دیگری مانند قالب های یوبوت و کوبیاکس و بابل دک نیز برای حذف این قسمت سازه استفاده دارد. اما این روش ها مانند قالب وافل موقت نیستند و به دلیل یکبار مصرف بودن، هزینه بیشتری نسبت به آن داشته و از کارآمدی کمتری برخوردارند.

سایز قالب ها ارتباط مستقیمی با ارتفاع آن دارد؛ هرچه سقف کوتاه تر باشد، سایز قالب بزرگتر و تعداد آن کمتر می شود. در عوض اگر بلندتر باشد، سایز قالب کوچک تر و تعداد بیشتری استفاده می شود.

قالب وافل از لحاظ کاربرد به دو نوع قالب یک طرفه و دو طرفه شناخته می شود. در ادامه با مشخصات هر دو آشنا می شویم.

قالب وافل یک طرفه

این قالب ها به نام مهانیت یا گرین وافل هم شناخته می شوند و برای اجرا در سقف های کوتاه تر مناسب هستند. استفاده از این قالب موجب کاهش مصرف میلگرد و بتن و نهایتا، کاهش هزینه می شود.

قالب وافل دو طرفه

این قالب در وافل دو طرفه بکار می رود و موجب انتقال بار در دو جهت می شود. به خاطر عملکرد دو طرفه، بار زنده و مرده سازه را به تمام تیرهای اطراف هر چشمه، منتقل می کند. قالب وافل دو طرفه در سقف های بلندتر استفاده می شود.

بتن ریزی سقف وافل

بتن با مقاومت و اسلامپ مناسب به طور مستقیم در قالب ها ریخته می شود. بتن ریزی باید به صورت یکنواخت و پیوسته انجام شود تا از ایجاد حفره و سستی در بتن جلوگیری شود.

قالب برداری سقف وافل

پس از سپری شدن زمان مورد نظر و سفت شدن بتن، قالب ها از سازه برداشته می شوند. در این مرحله باید دقت کرد که قالب ها آسیب نبیند؛ گاهی برای جداسازی بهتر قالب ها از روغن های گیاهی استفاده می شود.

نازک کاری سقف وافل

این قسمت، آخرین مرحله است. در برخی از سازه ها و با هدف افزایش زیبایی از طرح های مختلف همچون **سقف کاذب** استفاده می کنند. البته برخی مهندسان از همان سازه به عنوان نمای پایانی بهره می گیرند و با نورپردازی های متنوع، جلوه زیبایی به آن می دهند.

نکات مهم در طراحی و اجرای سقف وافل

اولین نکته برای اجرای سقف وافل، طراحی آن است. در این مسیر، از نرم افزارهایی همچون Safe و Etabs استفاده می شود. ضمنا آیین نامه ها و استانداردهای مختلفی برای تعیین اعداد ارقام مورد استفاده در نظر گرفته می شود.

به عنوان مثال، نسبت ضخامت دال به دهانه ۱ به ۲۴ است. به طور معمول، این اندازه چیزی حدود ۲۵ تا ۵۰ سانتی متر است؛ عدد ۳۵ سانتی متر بیشتر رایج است.

انواع سقف وافل

درحالت کلی دو نوع سقف وافل وجود دارد؛ یک طرفه و دو طرفه.

محل استفاده از این دو مدل، با توجه به دهانه سازه مشخص می شود. اگر نسبت طول دهانه به عرض آن بیشتر از ۲ باشد، از نوع یک طرفه استفاده می شود و درصورتی که این عدد کمتر از ۲ باشد، عموما نمونه دو طرفه اجرا خواهد شد.

البته طول دهانه هم اهمیت زیادی دارد؛ اگر طول دهانه کمتر از ۹ متر باشد، از سقف وافل یک طرفه، و اگر طول دهانه بیشتر از ۹ متر باشد از مدل دو طرفه استفاده می شود. از نظر طراحی، تفاوتی بین سازه یک طرفه و سقف تیرچه بلوک وجود ندارد و در نوع اجرا تفاوت کمی دارند. (برای کسب اطلاعات کامل درخصوص **سقف تیرچه بلوک**، به لینک مربوطه وارد شوید).

از نظر شکل ظاهری عموما مدل یک طرفه به‌شکل قالب های مستطیلی است و وافل دوطرفه قالب های مربعی شکل دارد. در حالت یک طرفه میزان میلگرد کمتری مصرف شده و درنتیجه هزینه کمتری نسبت به وافل دو طرفه دارد. البته با وجود هزینه بیشتر اجرای وافل دو طرفه، ای نوع سقف برای دهانه های بزرگ تر کاربرد بیشتری دارد.

کاربرد سقف وافل

کاربرد سقف وافل اغلب در ساختمان هایی با ارتفاع بالای ۱۲ متر و مکان هایی است که با هدف کاهش وزن مرده سازه ایجاد شده اند. کاربرد سقف بتنی وافل، بیشتر در موقعیت هایی است که به کاهش تعداد ستون و همینطور افزایش فاصله بین ستون ها نیاز دارد؛ مانند بیمارستان ها، استخرهای سرپوشیده، سوله های صنعتی، هتل ها، کتابخانه ها، فرودگاه ها و ایستگاه های مترو.

از مهم ترین سازه هایی که در آن از سقف وافل استفاده شده، می توان به سالن تئاتر ملی بریتانیا اشاره کرد. این مکان هنری باشکوه در سال ۱۹۷۶ در شهر لندن ساخته شده است و بالغ بر ۲۰۰۰ نفر ظرفیت دارد. متروی واشنگتن نیز از معماری های زیبایی است که در قسمتی از آن، تمامی فضای داخلی تونل با وافل پوشیده شده است.

کاربرد سقف وافل در سازه اسکلت فلزی

تا اینجا بیشتر صحبت هایی که انجام شد، در مورد سازه های بتنی بود. اما ممکن است این سوال پیش بیاید که آیا این نوع سقف برای اسکلت فلزی هم کارایی دارد؟

پاسخ این سوال مثبت است. اگر بخواهید سازه های اسکلت فلزی با دهانه ای بزرگ تر اجرا کنید، می توانید از سقف وافل استفاده کنید. این موضوع می تواند به صرفه جویی اقتصادی هم کمک کند.

مزایای سقف وافل

زمان انتخاب نوع سقف در سازه های بتنی و فلزی، مواردی پیش روی طراح وجود دارد که با توجه به نوع پروژه، زمان اجرا، استحکام، ارتفاع سازه و قیمت تمام شده می توان یکی از انواع آن ها را انتخاب کرد. آشنایی با مزایا و معایب هر سازه، در انتخاب درست پروژه به شما کمک می کند. در این بخش، به بیان مزایا و معایب استفاده از این نوع سازه می پردازیم.

سیستم وافل یک طرفه و دو طرفه اگر به شکل صحیح طراحی و اجرا شود، مزایای زیادی برای کارفرما و سازه دارد. تعدادی از مزایای استفاده از آن عبارتند از:

- کاهش حجم مصرف بتن و فولاد، به‌دلیل کاهش وزن نسبت به سقف های سنتی
- حذف انواع بلوک و تیرچه های پیش ساخته و محدود نبودن در استفاده از سایز میلگرد
- پیاده سازی ساده با ایمنی بالا و اجرای سریع، به دلیل سبک بودن قالب.
- قابل استفاده بودن قالب ها برای دفعات متعدد

- ایجاد ظاهر و نمایی زیبا و شکیل در سطح زیرین در طرح های معماری به‌صورت نمایان (اکسپوز) و با نورپردازی های متنوع (مورد توجه مهندسان(
- عملکرد مناسب در برابر حوادث طبیعی
- حذف ستون های میانی سازه
- کاهش هزینه ها نسبت به اجرای سقف های کرومیت و یا عرشه فولادی (برای کسب اطلاعات کامل درخصوص **سقف عرشه فولادی**، به لینک مربوطه وارد شوید(.
- قابل استفاده در انواع اسکلت های بتنی و فلزی

معایب سقف وافل

وافل سقفی همانند هر سازه دیگر، در کنار همه مزیت ها، ایراداتی هم دارد. در ادامه چند مورد از معایب استفاده از آن را ذکر می کنیم:

- قالب های آن به دلیل استفاده از ابزارهای تخصصی، پر هزینه هستند.
- استفاده از آن در سطوح شیب دار محدودیت دارد و برای مسطح کردن سطح شیب دار نیاز به خاک دارید؛ این کار نیاز به زمان و هزینه بالایی دارد.
- برای ساخت و اجرای آن نیاز به تیم اجرایی و کارگران حرفه ای دارید.
- به دلیل ضخامت کم، عایق نامناسبی برای حرارت و برودت بوده و به همین دلیل در ساختمان های مسکونی عموما از آن استفاده نمی شود.

سقف وافل نوعی سازه ایمن، سبک و درعین حال مقاوم است. مزایای اقتصادی و همین طور جنبه زینتی آن، باعث محبوبیت بیشتر این نوع سقف شده است. از این سازه نوین در مکان هایی با ارتفاع بلند یا دهانه بزرگ مانند فرودگاه ها یا سالن ها استفاده می شود. در این مقاله درباره قالب وافل، انواع سقف وافل، کاربردها، مزایا و اجرای آن صحبت کردیم. در آخر، اگر در این مورد تجربه خاصی دارید، می توانید در قسمت نظرات مطرح کنید.

۱۴ .سقف یوبوت(U-Boot Slabs)

این سقف از بلوک‌های پلاستیکی بازیافتی) یوبوت (به عنوان پرکننده در دال بتنی استفاده می‌کند .یوبوت باعث ایجاد فضای خالی در دال شده و وزن سقف را کاهش می‌دهد.

-ویژگی‌ها:

- امکان کاهش ضخامت سقف.

-مزایا:

- کاهش بار مرده سازه.
- عایق صوتی و حرارتی مناسب.
- امکان ایجاد دهانه‌های بزرگ.

-معایب:

- هزینه بالای قالب‌ها و بلوک‌ها.

-کاربردها:

- ساختمان‌های اداری و مراکز تجاری.

سقف یوبوت چیست ؟

سقف‌های یوبوت (U-boot) از جمله سیستم‌های سازه‌ای بوده که در اصل از نوع دال بتنی دوطرفه مجوف (توخالی) می‌باشند. در این نوع سقف‌ها بین میلگردهای بالا و پایین نوعی بلوک توخالی که معمولاً از جنس پلی‌پروپیلن است به‌جای بتن میان سقف استفاده می‌شود. این بلوک‌های پلی‌پروپیلنی با نام یوبوت شناخته می‌شوند. در سقف‌های یوبوت ابتدا بلوک‌های خالی چیده شده و سپس اطراف آن با بتن پر می‌شود به شکلی که سطح این بلوک‌ها نیز کاملاً با بتن پوشانده می‌شود و یک سطح صاف ایجاد می‌کند. سقف یوبوت و بلوک‌ها آن در سال ۲۰۰۲ توسط یک شرکت ایتالیایی اختراع شد و همانند **بلوک یونولیت** به عنوان یکی از مصالح نوین برای بهینه‌سازی مصرف بتن و میلگرد، مقاومت در برابر زلزله، پر کردن دهانه‌های بلند، کاهش مصرف آرماتور و ... کاربرد دارد.

مهم‌ترین مزیت سقف یوبوت

امروزه از انواع سقف‌های دال بتنی، تیرچه‌بلوک، عرشه فولادی، تیرچه کرومیت، وافل، کاذب و ... در صنعت ساختمان‌سازی استفاده می‌شود که هر کدام از آنها می‌توانند مزایا و معایب مختلف و متعددی دارند. سقف یوبوت به عنوان یکی از سقف‌های مدرن و نوین در صنعت ساختمان شناخته می‌شود که می‌تواند مزیت‌های متعددی داشته باشند که مهم‌ترین آنها شامل موارد زیر هستند:

- در این نوع سقف‌ها امکان حذف تیر بین ستون‌ها و استفاده از تیرهای پنهان بدون آویز که مکان‌یابی بهینه ستون‌ها را فراهم می‌نماید وجود دارد.
- این سقف باعث می‌شود که نیروها در نقاط مختلف سقف به صورت متقارن توزیع شوند.
- این سقف می‌تواند در کاهش تعداد و ابعاد ستون‌ها و همچنین افزایش تنوع ستون‌ها مؤثر باشد.
- داشتن قابلیت طراحی بهتر پلان معکوس به‌منظور حذف تیرهای میانی.
- افزایش سختی و مقاومت سقف‌ها
- امکان افزایش فاصله ستون‌ها و اجرای سازه‌هایی با دهانه‌های بزرگ
- عایق‌بندی مناسب سقف‌ها از نظر صوت و لرزش صفحه‌ای

- کاهش میزان بارهای وارده به خاک و امکان کاهش دادن تعداد شمع‌ها در خاک
- ایمنی بالا در برابر آتش‌سوزی

معایب استفاده از سقف یوبوت

بعد از اجرای اسکلت بندی ساختمان و دیوارچینی باید مرحله اجرای سقف انجام شود و سقف‌های U-boot می‌توانند در کنار تمامی مزیت‌هایی که دارند از ایرادات و معایبی نیز برخوردار باشند که مهم‌ترین آنها شامل موارد زیر هستند:

- این سقف‌ها هزینه‌های بالایی دارند و معمولاً استفاده از آن در پروژه‌های کوچک صرفه اقتصادی ندارد.
- چنانچه بعد از بتن‌ریزی عملیات ویبراسیون به درستی انجام نشود سطح زیرین سقف خالی می‌ماند که می‌تواند باعث کاهش استحکام آن شود.
- قالب‌های یوبوت به تنهایی استحکام و مقاومت بالایی ندارند و لازم است نکات ایمنی بیشتری در اجرای آنها رعایت شود.
- امکان نفوذ به داخل بلوک‌های شکسته یوبوت وجود دارد که می‌تواند باعث افزایش وزن ساختمان شود.
- گذشت زمان بیشتر از ۴ ماه از سقف‌های یوبوت می‌تواند منجر به آسیب دیدگی و خرد شدن آنها شود و در نهایت امکان استفاده از آنها وجود نداشته باشد.
- امکان ایجاد حفره در سقف یوبوت در صورت عدم بتن‌ریزی صحیح در اطراف قالب وجود دارد.
- امکان تغییرپذیری شکل قالب‌های سقف یوبوت در صورت عدم استفاده به‌صورت طولانی وجود دارد.

هدف هر دو سقف : حذف بتن ناکارامد

در سالیان اخیر سقف‌های دال مجوف بتنی مورد استقبال صنعت ساختمان کشور قرار گرفته است . در این نوع سقف‌ها هدف حذف بتن ناکارامد در بخش هایی از سقف می‌باشد تا با کاهش حداکثری در وزن مرده سقف و حداقلی در سختی خمشی سقف بتوان دهانه های بلند را به طور اقتصادی پوشش داد.
انواع سقف‌های یوبوت

همان‌طور که گفته شد بلوک‌های یوبوت بر پایه پلی‌پروپیلن تولید می‌شوند و با هدف ایجاد سوراخ‌های خالی در داخل دال و حذف بتن‌های ناکارآمد استفاده می‌گردند. به صورت کلی سقف‌های یوبوت می‌توانند بر اساس نوع قالبی که دارند به انواع مختلفی تقسیم شوند که شامل مواردی همچون قالب یوبوت تک، قالب یوبوت دوبل، قالب یوبوت پلی استایرن و قالب یوبوت اصلاح شده هستند. هر کدام از این قالب‌ها مانند انواع یونولیت ساختمان مزایا و ویژگی‌های منحصربه‌فردی داشته و می‌توانند برای پوشش دهانه‌های مختلف سازه‌ها به کار بروند.

نحوه اجرای سقف‌هایU-boot

برای اجرای سقف‌های یوبوت همانند اجرای انواع سقف‌های ساختمانی دیگر لازم است که فاکتورها و پارامترهای متعددی مورد توجه قرار گرفته و مراحل آن به صورت مرحله‌به‌مرحله انجام و اجرا شود. مهم‌ترین مراحل اجرای سقف یوبوت به شرح زیر هستند:

مرحله اول: بستن قالب تخت زیرین دال

در مرحله اول با توجه به تغییرات موجود در سقف ساختمان قالب‌بندی زیرین دال انجام می‌شود. این قالب‌ها معمولاً از جنس موادی همچون چوب، پلی وود، فلز، کارت پلاست و ... هستند.

مرحله دوم: بستن شبکه آرماتور پایین دال

در مرحله دوم باید شبکه آرماتور سقف بسته شود. در این مرحله شبکه آرماتور پایین بر اساس نقش‌های اجرایی بسته خواهد شد به‌گونه‌ای که حداقل یک میلگرد در بین قالب‌های یوبوت قرار بگیرد. مناسب‌ترین فاصله برای شبکه میلگردها ۲۰ سانتیمتر است.

مرحله سوم: چیدن قالب‌ها بر اساس نقشه

در مرحله سوم قالب‌های یوبوت بر اساس نقشه‌های اجرایی چیده می‌شود و فاصله بین آنها به وسیله بندهای تعبیه شده بر روی قابل تنظیم می‌شود.

مرحله چهارم: بستن شبکه آرماتور بالای دال

در مرحله بعد لازم است شبکه آرماتور بالای دال بسته شود. همچنین در این مرحله و در صورت نیاز به آرماتورهای برشی می‌توان از آنها در بین قالب‌ها استفاده کرد.

مرحله پنجم: بتن‌ریزی لایه ابتدایی برای سقف یوبوت

بتن‌ریزی در سقف یوبوت در دو مرحله اصلی انجام می‌شود که هر کدام اهمیت خاص خود را دارند و همانند اجرای سقف کامپوزیت باید با دقت بالایی اجرا شوند. لایه اول با اضافه کردن روان کننده به بتن به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر ریخته می‌شود. این روان کننده باعث می‌شود که عمل ویبره بتن تمامی سطوح زیر قالب را پر کند.

مرحله ششم تکمیل بتن‌ریزی

در مرحله بعدی و بعد از انجام بتن‌ریزی اولیه به شکل صحیح باید بتن‌ریزی دوم نیز انجام شود. فاصله زمانی بین بتن‌ریزی اولیه و ثانویه نباید به‌قدری باشد که باعث گیرایی لایه اول گردد.

مرحله هفتم: باز کردن قالب

در مرحله پایانی اجرای سقف‌های یوبوت و بعد از بتن‌ریزی کامل سقف و گیرش آن باید قالب‌های زیر دال جمع شود و برای اجرای سقف‌های بعدی مورد استفاده قرار بگیرد.

کاربرد سقف یوبوت

سقف‌های یوبوت در کمتر از دو دهه در تمام کشورهای جهان با استقبال مواجه شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله مهم‌ترین کاربردهای سقف‌های یوبوت می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- استفاده در ساختمان‌های مسکونی
- در ساختمان‌های تجاری
- استفاده در ساختمان‌های درمانی و آموزشی
- در ساختمان‌های صنعتی
- استفاده در پارکینگ‌ها و...

۱۵ .سقف کوبیاکس(Cobiax Slabs)

سقف کوبیاکس یکی از انواع سقف ساختمانی است که از لحاظ اجرایی با دیگر سقف‌های سنتی فرق دارد. این سقف‌ها که از ضخامت کمتری برخوردار هستند، به کاهش وزن و سبک سازی ساختمان کمک می‌کنند. ساختار سقف کوبیاکس از دو لایه میلگرد فولادی و یک ردیف گوی‌های پر از هوا تشکیل می‌شود که برخلاف بقیه سقف‌ها به مصالح اضافی نیازی ندارد. در این نوع سقف، گوی‌های پلاستیکی توخالی) کوبیاکس (در داخل دال بتنی قرار می‌گیرند تا وزن سقف کاهش یابد و بارهای زنده و مرده بهینه شوند.

-ویژگی‌ها:

- کاهش حجم بتن در وسط دال.

-مزایا:

- کاهش هزینه مصالح.
- افزایش مقاومت در برابر زلزله.

-معایب:

- نیاز به نیروی متخصص برای اجرا.

-کاربردها:

- ساختمان‌های مرتفع و صنعتی.

این گوی‌های پر از هوا که گفتیم از اتیلن و پلی‌اتیلن بازیافتی تولید می‌شوند که به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند. این سقف‌ها در بین پیمانکاران و مهندسین بسیار محبوب بوده چرا که به‌خاطر ساختار معلقشان، بسیار سبک هستند. علاوه بر این‌ها *سقف کوبیاکس* بار را روی دو محور تقسیم می‌کند و بدین ترتیب فشار اضافی را از روی سقف برمی‌دارد.

اجزای تشکیل دهنده سقف کوبیاکس

سقف کوبیاکس، مانند سایر انواع سقف‌ها و سازه‌ها، از اجزای مختلفی تشکیل شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- بتن
- آرماتور
- شبکه مش بالایی و پایینی
- ماژول‌های قفسه‌ای که شامل گوی‌های پلاستیکی توخالی و خرپای فلزی ساخته شده از فولاد نوع AII هستند.

در زمان اجرا، گوی‌های توخالی در مرکز قفسه مسلح قرار می‌گیرند تا یک قفسه مدولار مسلح ایجاد شود. این گوی‌های توخالی، که به عنوان کیج مسلح نیز شناخته می‌شوند، بین دو لایه آرماتور بالایی و پایینی دال قرار گرفته و نیاز به بتن برای استحکام سقف را کاهش می‌دهند. در نهایت، سقف و کل سازه وزن کمتری را تحمل می‌کنند. همچنین، برای مهار بارهای جانبی مثل نیروهای برشی، از یک سیستم معمولی دال و ستون در این سقف استفاده می‌شود.

انواع قالب کوبیاکس

قالب‌های کوبیاکس به طور کلی به سه دسته اصلی تقسیم شده که به شرح زیر هستند:

- **Cobiax Eco-Line**این قالب برای ساخت سقف‌های با دهانه گسترده و ضخامت زیاد، بسیار مناسب است. ماژول‌های این نوع سقف کوبیاکس از ۵ تا ۸ قالب کروی با یک المان نگه‌دارنده فولادی تشکیل شده‌اند. این نوع قالب، قدیمی‌ترین مدل در سقف کوبیاکس به حساب می‌آید.
- **Cobiax Slim-Line**نسل دوم سیستم کوبیاکس است که دارای ظاهری بیضوی است و نصب و جابجایی آسان‌تری دارد. این سیستم برای ساخت سقف‌های با دهانه بزرگ و ضخامت کم به‌کار می‌رود. ماژول‌های این سیستم شامل ۶ تا ۷ قالب بیضوی (دو تکه) و دو المان نگه‌دارنده فولادی هستند.
- **Cobiax CLS**نسل سوم سیستم کوبیاکس که با استفاده از قالب‌های مربعی-بیضوی ساخته می‌شود. این قالب نصب راحت‌تری به‌همراه دارد و در مقایسه با دیگر قالب‌ها از ایمنی و عملکرد بهتری برخوردار است.

کاربرد سقف کوبیاکس

کوبیاکس یکی از روش‌های جدید و نو برای اجرای سقف‌های ساختمانی است. این سقف به‌خاطر مزایای زیادی مثل صنعتی‌سازی، انعطاف‌پذیری بالا، عدم نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه و نیروی کار تخصصی، امکان احداث کارخانه در مکان‌های مختلف، صرفه اقتصادی بالا و عدم وابستگی به منابع خارجی، محبوبیت زیادی کسب کرده و کاربردهای متنوعی نیز دارد. از مهم‌ترین کاربردهای این سقف‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ساخت مدرسه
- ساخت برج‌ها و سازه‌های مرتفع
- ساخت بیمارستان‌ها
- ساخت هتل‌ها و اقامتگاه
- ساخت مراکز تجاری و پاساژها
- ساخت ساختمان‌های مسکونی
- ساخت مراکز تفریحی و خدماتی
- و...

مراحل اجرای سقف کوبیاکس

اجرای سقف کوبیاکس، شبیه به سایر سقف‌ها، مراحل مختلفی دارد که باید با دقت و جزئیات کامل انجام شود. رعایت صحیح این مراحل برای اطمینان از کیفیت نهایی سقف ضروری است. مراحل اجرای سقف کوبیاکس به شرح زیر است:

قالب‌بندی و اجرای شبکه مش تحتانی

در اولین مرحله، قالب‌بندی سقف مثل دال بتنی معمولی با استفاده از قالب‌های چوبی یا فلزی صورت می‌گیرد. پس از آن شبکه مش تحتانی نصب می‌شود. همچنین شمع‌بندی‌ها هم باید با فاصله‌های ۱ تا ۱,۵ متر در زیر قالب‌ها انجام شود. لازم به ذکر است که حداقل دو میلگرد مش پایین باید از هسته بگذرند.

شبکه مش تحتانی هم باید با استفاده از سیم مفتول به قالب سقف وصل شود و برای حفظ پوشش مناسب بتن، این میلگردها روی اسپیسر قرار گیرند.

جاگذاری کیج ماژول‌ها (ماژول قفسه‌ای)

پس از تمام شدن آرماتوربندی و نصب اسپیسرها، گوی‌های کوبیاکس طبق نقشه‌های اجرایی بر روی سقف نصب و با سیم مفتول به شبکه مش تحتانی متصل می‌شوند. لازم است توجه شود که گوی‌ها نباید در نزدیکی ستون‌ها و دیوارهای برشی قرار گیرند، زیرا این نواحی برای افزایش مقاومت دال در برابر برش پانچ به صورت توپر اجرا می‌شوند. برای اتصال عرضی کیج‌ها می‌توان از فیکسچر استفاده کرد.

فاصله‌های طولی و عرضی کیج‌ها از دیوار برشی و ستون‌ها طبق نقشه‌های اجرایی کنترل و اجرا می‌شود. ماژول‌ها با توجه به تعداد گوی‌های مورد نیاز در هر قسمت با استفاده از قیچی برش داده و در مکان مناسب قرار می‌گیرند.

اجرای شبکه مش فوقانی

پس از قرارگیری گوی‌های کوبیاکس در محل مورد نظر، شبکه مش بالایی بافته و نصب می‌شود، و در نهایت سقف برای بتن‌ریزی نهایی آماده می‌گردد. قطر و فاصله‌های میلگردهای شبکه مش بالایی و پایینی بر اساس نقشه‌های اجرایی تعیین می‌شود. معمولاً شبکه مش بالایی دارای میلگردهایی با قطر کمتر یا فواصل نزدیک‌تر است. برای اجرای صحیح، انتهای میلگردهای شبکه بالایی و پایینی باید با خم ۹۰ درجه اجرا شوند. همچنین، کیج ماژول‌ها با سیم مفتول ۱,۵ به شبکه مش بالایی و پایینی متصل می‌شوند، مشابه ساختار تری دی پانل.

بتن‌ریزی نهایی

پس از اتمام مراحل قبلی و انجام کنترل‌های نهایی برای اطمینان از صحت قالب‌بندی، موقعیت گوی‌ها، و شبکه آرماتوربندی، بتن‌ریزی آغاز می‌شود. بتن‌ریزی سقف کوبیاکس می‌تواند با استفاده از پمپ زمینی، باکت، دکل و سایر ابزارها انجام شود و حتماً باید به‌طور مناسب ویبره شود. این فرآیند در دو مرحله صورت می‌گیرد: در مرحله اول، برای تثبیت شبکه آرماتوربندی و کیج ماژول‌ها، بتن‌ریزی تا سطح نیم‌کره کیج انجام می‌شود.

در مرحله دوم، بتن‌ریزی ادامه می‌یابد تا کیج ماژول‌ها به‌طور کامل در بتن دفن شوند و آرماتوربندی فوقانی نیز به‌طور کامل پوشش داده شود. بتن‌ریزی باید به‌صورت پیوسته انجام شود و ویبره‌زدن آن در دو مرحله، به‌طور عمودی در داخل کیج ماژول‌ها، انجام گیرد تا از تراکم و یکپارچگی بتن اطمینان حاصل شود.

مزایای استفاده از سقف کوبیاکس

۱. اجرای سقف کوبیاکس نیازی به نیروهای متخصص ندارد.
۲. سقف کوبیاکس را می‌توان به‌صورت نیمه‌پیش‌ساخته اجرا و نصب کرد.
۳. این نوع سقف امکان اجرای کنسول‌هایی تا طول ۷ متر را فراهم می‌کند.

۴. با استفاده از سقف کوبیاکس، می‌توان تعداد ستون‌ها را تا ۴۵ درصد کاهش داد.
۵. اجرای سقف کوبیاکس بسیار ساده و آسان است و سرعت اجرای بالایی نیز دارد.
۶. استفاده از گوی‌های توخالی باعث کاهش وزن سقف و در نتیجه کاهش وزن کل سازه می‌شود.
۷. با افزایش فاصله ستون‌ها، فضای معماری بهتری در داخل سازه ایجاد می‌شود.
۸. سقف کوبیاکس برای سازه‌هایی که بر روی خاک‌های نسبتاً ضعیف قرار دارند، بسیار مناسب است.
۹. بازسازی و تغییر کاربری ساختمان با استفاده از این نوع سقف بسیار آسان است.
۱۰. کاهش ضخامت سقف باعث کاهش ارتفاع کل سازه شده و به‌تبع آن هزینه ساخت کل سازه نیز تا حدودی کاهش می‌یابد.

معایب استفاده از سقف کوبیاکس

۱. برای پروژه‌های کوچک، این سیستم تقریباً مقرون‌به‌صرفه نیست.
۲. از آنجا که سقف کوبیاکس در کشورهای زلزله‌خیز مانند ژاپن و آمریکا به‌طور گسترده استفاده نمی‌شود، میزان مقاومت این سقف‌ها در برابر زلزله هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده و در هیچ‌کدام از آیین‌نامه‌های مرتبط با زلزله، استاندارد مشخصی برای آن تعریف نشده است.

جمع‌بندی سقف کوبیاکس

سقف کوبیاکس یک نوع سقف بتنی سبک است که با استفاده از تکنولوژی‌های مدرن برای سبک‌سازی ساختمان و افزایش کارایی سازه طراحی شده است. در این نوع سقف، گوی‌های توخالی پلاستیکی در میان لایه‌های بتنی قرار می‌گیرند تا حجم بتن مصرفی کاهش یابد. این کاهش بتن باعث کم شدن وزن مرده سازه و در نتیجه، بهبود عملکرد لرزه‌ای و کاهش هزینه‌های ساخت می‌شود.

از مزایای مهم سقف کوبیاکس می‌توان به کاهش بار مرده، کاهش مصرف بتن و میلگرد، بهبود عملکرد حرارتی و صوتی، و افزایش دهانه‌های سازه بدون نیاز به ستون‌های میانی اشاره کرد. این سیستم همچنین در مقایسه با سقف‌های سنتی، قابلیت اجرا با سرعت بالاتری دارد و می‌تواند هزینه‌های کلی پروژه را کاهش دهد.

در نهایت، استفاده از سقف کوبیاکس، به ویژه در پروژه‌های بزرگ و سازه‌های با دهانه‌های بلند، یک راه‌حل کارآمد و اقتصادی است که می‌تواند به افزایش پایداری سازه و بهبود شرایط زیست‌محیطی کمک کند.

۱۶ .سقف روفیکس(Rofix Slabs)

سقف روفیکس نوعی سقف مرکب است که در آن از قالب‌های ماندگار استفاده می‌شود و در واقع نوعی دال بتنی آرمه مرکب به حساب می‌آید. در صورت استفاده از قالب‌های روفیکس می‌توانید تمامی طبقات را به صورت همزمان بتن‌ریزی کنید و هیچ‌گونه نیازی به شمع یا جک نخواهید داشت.
این سقف با استفاده از ورق‌های فلزی گالوانیزه مشبک) روفیکس (به عنوان قالب‌بندی دائم و بتن اجرا می‌شود.

-ویژگی‌ها:

- استفاده از ورق‌های مشبک به جای بلوک.

-مزایا:

- کاهش وزن سقف.
- سرعت اجرای بالا.
- امکان کاهش هزینه قالب‌بندی.

-معایب:

- مقاومت محدود در برابر آتش.

- نیاز به مراقبت بیشتر در برابر خوردگی فلز.

-کاربردها:

- پروژه‌های مسکونی و صنعتی.

سقف‌های روفیکس در مقایسه با سقف‌های بتنی سنتی مثل تیرچه بلوک، وزن خیلی کمتری دارند و بار اضافه‌ای به سازه وارد نخواهند کرد. در واقع این نوع سقف تا ۴۰ درصد از وزن مرده ساختمان را کاهش می‌دهد؛ دلیل آن هم این است که در سقف‌های روفیکس از مصالح فولادی خیلی کمتر استفاده می‌شود.

استفاده از سقف روفیکس چه مزایایی دارد؟

همان‌طور که گفته شد استفاده از سقف روفیکس مزایای متعددی دارد. برخی از این مزایا به شرح زیر هستند:

- قالب‌های روفیکس حجم کمی را اشغال می‌کنند و برای نگهداری آن‌ها به فضای زیادی نیاز ندارید. شما می‌توانید به‌وسیله یک کامیون تعداد زیادی قالب را تا انبار حمل کنید و در ساختمان از آن‌ها استفاده کنید.
- قرار گرفتن این قالب‌ها روی تیرهای ساختمان، یک شبکه ایمن ایجاد می‌کند و از سقوط افراد و اجسام جلوگیری می‌کند.
- برای اجرای سقف روفیکس به نیروی متخصص نیازی ندارید و می‌توانید توسط کارگرهای نیمه‌ماهر هم آن را اجرا کنید.
- بارگیری، نگهداری و استفاده از قالب روفیکس هیچ‌گونه ضایعاتی ایجاد نخواهد کرد.
- این نوع قالب، شکل‌پذیری بالایی دارد و می‌توانید به راحتی فرم‌های پیچیده را با آن اجرا کنید.
- برای اجرای سقف روفیکس به وسایل جانبی مثل دستگاه جوش و بالابر نیاز کمتری خواهید داشت.
- سرعت اجرای قالب‌بندی در این روش بیشتر است.
- می‌توانید سقف تمام طبقات را با هم اجرا کنید.
- هوای مسدود شده داخل این نوع سقف به عنوان یک عایق صوتی و حرارتی عمل می‌کند.
- برای نصب این شبکه‌ها در طبقات نیازی به بالابر و جرثقیل نخواهید داشت.
- ایمنی این نوع سقف در برابر حوادث طبیعی مثل زلزله از دیگر سقف‌ها بیشتر است.

سقف روفیکس چه معایبی دارد؟

مانند هرچیز دیگری سقف‌های روفیکس نیز معایب خاص خودشان را دارند که به شرح زیر هستند:

- در صورتی که بتن به درستی ویبره نشود مقاومت فشاری آن کاهش خواهد یافت.
- در این روش هزینه‌های جانبی اجرای سقف مثل حمل‌ونقل، نگهداری و اجرا بیشتر از روش‌های دیگر است.
- برای کنترل کیفی نیاز به نیروی متخصص و ماهر دارید.
- قالب‌های مورد استفاده نسبت به قالب‌های معمولی کمی گران‌تر هستند.

مشخصات و ابعاد ورقه‌های سقف روفیکس

ورق‌های مورد استفاده برای سقف روفیکس از جنس ورق‌های مشبک فولادی DIN 1623-1 یا ST12 بوده و در دو مدل گالوانیزه و روغنی در ابعاد ۰٫۷ و ۰٫۸ میلی‌متر تولید می‌شوند؛ توجه داشته باشید که هزینه ساخت سقف مشبک به **قیمت ورق فولاد** مصرفی بستگی دارد. ابعاد این ورقه‌ها

متفاوت است؛ اما در ایران معمولا به عرض ۸۲ سانتی‌متر، طول حداکثر ۱۲ متر و وزن ۳٫۵ کیلوگرم برای هر متر مربع تولید می‌شوند. هر ورقه نیز دارای ۷ ناودانی به شکل V و هفت هزار شبکه در هر متر مربع می‌باشد.

مراحل و روش اجرای سقف روفیکس

در ادامه در مورد روش اجرای سقف‌های روفیکس صحبت خواهیم کرد:

۱ -قرار دادن صفحات روی تیرها و قالب بندی

در مرحله اول صفحاتی که در کارخانه به‌صورت انبوه تولید شده‌اند به محل اجرای پروژه منتقل خواهند شد و روی تیرهای فرعی نصب می‌شوند. به دلیل وزن کم صفحات روفیکس، حمل آن‌ها هزینه زیادی برای شما نخواهد داشت.

۲ -نصب برش‌گیرها

در این مرحله از گل میخ به عنوان برش‌گیر استفاده می‌شود. این برش‌گیرها روی تیرهای فرعی نصب خواهند شد تا بین تیر و سقف بتنی درگیری ایجاد کنند و باعث انتقال نیروی افقی از پوشش بتنی به تیرهای فولادی شوند.

۳ -نصب شبکه میلگردها

شبکه‌های میلگردی اجرا می‌شوند و به قالب روفیکس بسته خواهند شد. در این روش نیازی به استفاده از اسپیسر هم وجود ندارد.

٤ -بتن‌ریزی

مرحله آخر اجرای سقف روفیکس، بتن‌ریزی است. در این مرحله می‌توانید فضای بازشوها مثل رایزرهای انتقال تاسیسات را با کمک چوب یا فوم پلی استایرین پرکرده تا از ورود خمیر بتن به داخل آن‌ها جلوگیری کنید. با این کار تا زمان نصب تاسیسات این فضاها بسته خواهند ماند و احتمال سقوط افراد به داخل آن‌ها کاهش می‌یابد؛ همچنین در زمان نصب هم نیازی به تخریب بتن نخواهید داشت. پس از انجام این کار، بتن‌ریزی روی سقف روفیکس آغاز خواهد شد. در نهایت نیز با استفاده از ویبراتور بتن ریخته شده را متراکم خواهیم کرد.

نکات مهم برای اجرای سقف روفیکس

- صفحات قالب‌ها باید به خوبی به یکدیگر متصل شوند تا از خارج شدن شیره بتن جلوگیری کنند. نشت این مواد باعث ایجاد حفره‌هایی در سطح بتن می‌شود.
- قبل از شروع بتن‌ریزی، قالب‌ها را از تمامی جهات بررسی کنید و از مقاومت دستک‌ها، پشت بندها و تیرهای نگهدارنده اطمینان حاصل کنید.

- قسمت‌های داخلی قالب‌ها را کنترل و در صورت وجود شی اضافی به خوبی داخل آن را تمیز کنید.
- در تمامی مراحل بتن‌ریزی چندین بار قالب‌ها را بررسی و در صورت نیاز آن‌ها را تنظیم کنید.
- در زمان ویبره‌کردن، دستگاه ویبراتور را به صورت کامل تا انتهای بتن پایین ببرید و حتی بتنی که قبلا ریخته شده را نیز ویبره کنید.

مدت زمان اجرای سقف روفیکس

همان‌طور که گفته شد اجرای سقف روفیکس نسبت به دیگر سقف‌ها زمان کمتری می‌برد .به‌صورت متوسط نصب ورق‌های روفیکس برای یک ساختمان دو طبقه معمولی حدود ۱۰ ساعت زمان می‌برد. از آنجایی که بتن‌ریزی هر دو طبقه می‌تواند به صورت همزمان انجام شود، به چهار ساعت زمان برای بتن‌ریزی هر دو طبقه نیاز خواهید داشت .به این ترتیب کل زمان اجرا از تسطیح تا بتن‌ریزی یک ساختمان دوطبقه در مدت زمان ۱۴ ساعت تمام خواهد شد که خیلی کمتر از مدت زمانی است که برای اجرای دیگر سقف‌ها نیاز دارید.

کاربردهای قالب‌های روفیکس

از قالب‌های روفیکس در زمینه‌های زیر استفاده می‌شود:

- انواع کف و پلکان بتنی ساختمان
- انواع سقف‌ها مانند سقف کاذب، سقف مرکب بتنی، دال دوطرفه و طاق ضربی
- ساخت بام و گنبد
- ساخت جعبه صفحه ستون
- بتن‌ریزی حجیم
- رمپ و پارکینگ
- ساختمان‌هایی که اشکال پیچیده دارند
- سازه‌های پوسته‌ای
- درزهای اجرایی
- مقاوم‌سازی بافت فرسوده

بیش از یک دهه است که در ایران از سقف روفیکس استفاده می‌شود. اولین بار پس از زلزله بم بود که به استفاده از این نوع سقف‌ها توجه شد و امروزه تقریبا در اکثر ساختمان‌ها از روفیکس استفاده می‌کنند. این نوع سقف با توجه به مزایای زیادی که دارد به خوبی جای خود را در صنعت ساختمان باز کرده‌است. در این مقاله سعی کردیم به این سوال پاسخ دهیم که سقف روفیکس چیست و چه کاربردهایی دارد. در صورتی که در این زمینه سوالی دارید می‌توانید از قسمت نظرات همین مطلب با ما درمیان بگذارید. کارشناسان اصفهان آهن آماده‌اند به تمامی سوالات شما در مورد سقف روفیکس و موارد مشابه پاسخ دهند.