این فایل تنها جهت استفاده شما عزیزان تهیه و تنظیم شده است

Filecivil.ir

Civil Engineering Website

# به نام خدا

# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT


**مهدی چهری**

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت

استاد راهنما

**آقای دکتر مجتبی جعفری صمیمی**

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی


پاییز ۹۴

## فهرست

| | |
|---|---|
| مقدمه | ۴ |
| مشخصات مصالح | ۱۱ |
| قالب های ماندگار یوبوت | ۱۲ |
| مراحل اجرا | ۱۴ |
| مزایای سیستم یوبوت | ۲۱ |
| مقایسه سقف یوبوت با تیرچه بلوک | ۲۹ |
| مقایسه سقف یوبوت با عرشه فولادی | ۳۱ |
| مقایسه سقف یوبوت با دال و تیر | ۳۳ |
| مقایسه سقف یوبوت با تیرچه کرمیت | ۳۵ |
| نکات اجرایی دال مجوف دوپوش (یوبوت) | ۳۶ |
| برآوردها و محاسبات | ۴۰ |
| سوالات | ۴۱ |

## مقدمه

در اواخر قرن بیستم میلادی، مهندسین ایتالیایی با تحقیق بر روی سقف های مختلف به ویژه دال های بتنی به جهت بهینه سازی آن و رسیدن به مقاومت مناسب در برابر زلزله و هم چنین استفاده از دهانه های بلند و کاهش مصرف آرماتور و بتن، سیستم دال مجوف یوبوت را ابداع و به دنیا معرفی کردند و با توجه به مزایای بارز آن، در کشور های مختلف جهان به ویژه کشورهای اروپایی مورد استقبال قرار گرفته است.

این تکنولوژی در سال ۱۳۸۷ پس از ورود به ایران، در مرکز تحقیقات مسکن ساختمان وزارت راه و شهر سازی، مورد بررسی قرار گرفته و موفق به اخذ تأییدیه فنی از آن مرکز شده است و تاکنون در بیش از یک میلیون متر مربع سقف ساختمان های مختلف در اقصی نقاط کشور از دال مجوف یوبوت استفاده شده است.

# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT

# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT

# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT

# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT

# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT

سقف های مجوف بتن مسلح، از دو لایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پایین دال و به طور گسترده قرار میگیرد و حد فاصل این دو لایه با نوعی بلوک توخالی U-BOOT که از جنس پلی پروپیلن می باشد، پر شده و جایگزین بتن غیر سازه ای در وسط سقف خواهد شد. این محصول همانند بلوک های سفالی یا پلی استایرن دارای هندسه ی مکعبی اما مجوف می باشد که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.

دال های با مقطع T شکل در ایران قدمت طولانی دارد و در بسیاری از پل های درون شهری و ساختمان های عمومی همچون دانشگاه ها و سالن های همایش و ادارات مورد استفاده واقع شده است.

سقف نوین یوبوت با مقطع I شکل، سیستم بهبود یافته ی همان دال های مجوف T شکل می باشد که نقاط ضعف آن هم چون وزن زیاد، مشکلات اجرایی و... را برطرف نموده و سختی مقطع دال افزایش می یابد.

# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT

در دال‌های مجوف، تیرهای فرعی بسیار بیشتر از روش تیر و دال معمولی هستند که این خصوصیت باعث افزایش دهانه و همچنین کاهش ضخامت دال می‌شود.

به جهت افزایش فوق العاده دهانه سازه و کم شدن سختی قاب ها، چنانچه بخواهیم سقف یوبوت uboot بدون آویز اجرا شود می بایست به میزان کافی در مدل سازه دیوار برشی متقارن تامین نمود. چنانچه میزان دیوارهای برشی کافی نباشد تیرهای داخلی سقف آویز دار خواهد بود.

## مشخصات مصالح

در ساخت دال های بتن آرمه ی مجوف یوبوت از مصالح زیر استفاده می گردد:

### میلگرد

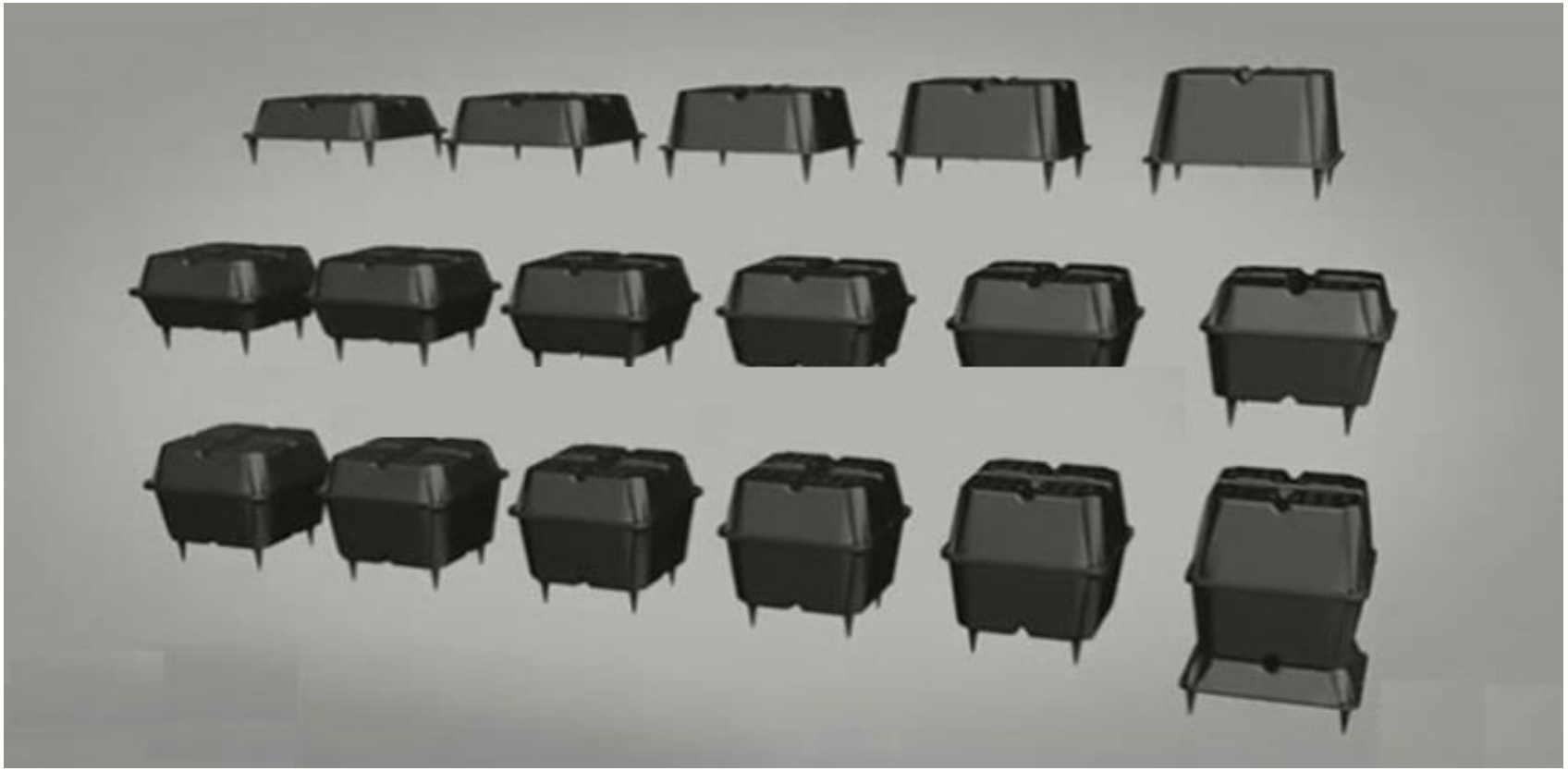
مشخصات میلگرد مورد استفاده در این دال ها مانند قسمت های دیگر سازه می باشد و سایز آن ها از طراحی سازه بدست می آید. معمولاً در این دال ها از میلگرد آجدار A3 استفاده می شود.

### بتن

با توجه به مشخصات این دال ها، بتن مورد استفاده باید دارای روانی بیشتری نسبت به اعضای دیگر سازه باشد تا به راحتی زیر قالب های یوبوت حرکت کرده و سطحی صاف ایجاد نمایند. این روانی بتن معمولاً توسط افزودنی های فوق روان کننده که باعث ایجاد کاهش مقاومت نمی شوند ایجاد می گردد.

## قالب های ماندگار یوبوت

قالب های هم شکلی هستند که از پلی پروپیلن نو و یا بازیافتی ساخته می شوند. این قالب ها پاسخی نو آورانه برای ایجاد فضای خالی داخل بتن و کاهش وزن و میزان بتن مصرفی دال می باشند.



# سازه های دال مجوف (دوپوش)
# UBOOT

هر کدام از این قالب ها بر اساس بار مرده سقف و فاصله دهانه ها مورد استفاده قرار می گیرد. در جدول زیر کاربرد هر کدام از این قالب ها برای بار زنده ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و بار کف سازی متعارف ارائه شده است.

| ارتفاع یوبوت | نوع | ضخامت سقف | دهانه موثر سازه |
|---|---|---|---|
| Uboot -16 | تک | cm۳۱ | m ۹,۵ |
| u-boot-20 | تک | cm۳۵ | m ۱۱,۵ |
| u-boot ۲۴ | تک | cm۳۹ | m ۱۳,۵ |
| u-boot ۳۲ | دوبل | cm۴۷ | m ۱۵ |
| u-boot ۴۰ | دوبل | cm۵۵ | m ۱۷,۵ |
| u-boot ۴۸ | دوبل | cm۶۳ | m ۲۰ |

پلی پروپیلن گسترش یافته یا EPP حباب یا لایه‌ای از پلی پروپیلن است که دارای ویژگی فشاری خوبی است که ناشی از سختی و سفتی پایین آن است و به آن اجازه می‌دهد که بعد از اعمال فشار به حالت اولیه خود برگردد.

## مراحل اجرا

### بستن قالب تخت زیرین دال

تمام سطح دال بر روی سطح قالب با پوشش چوب (و یا سیستم های مشابه) پوشیده میگردد.

## بستن شبکه آرماتور پایین دال

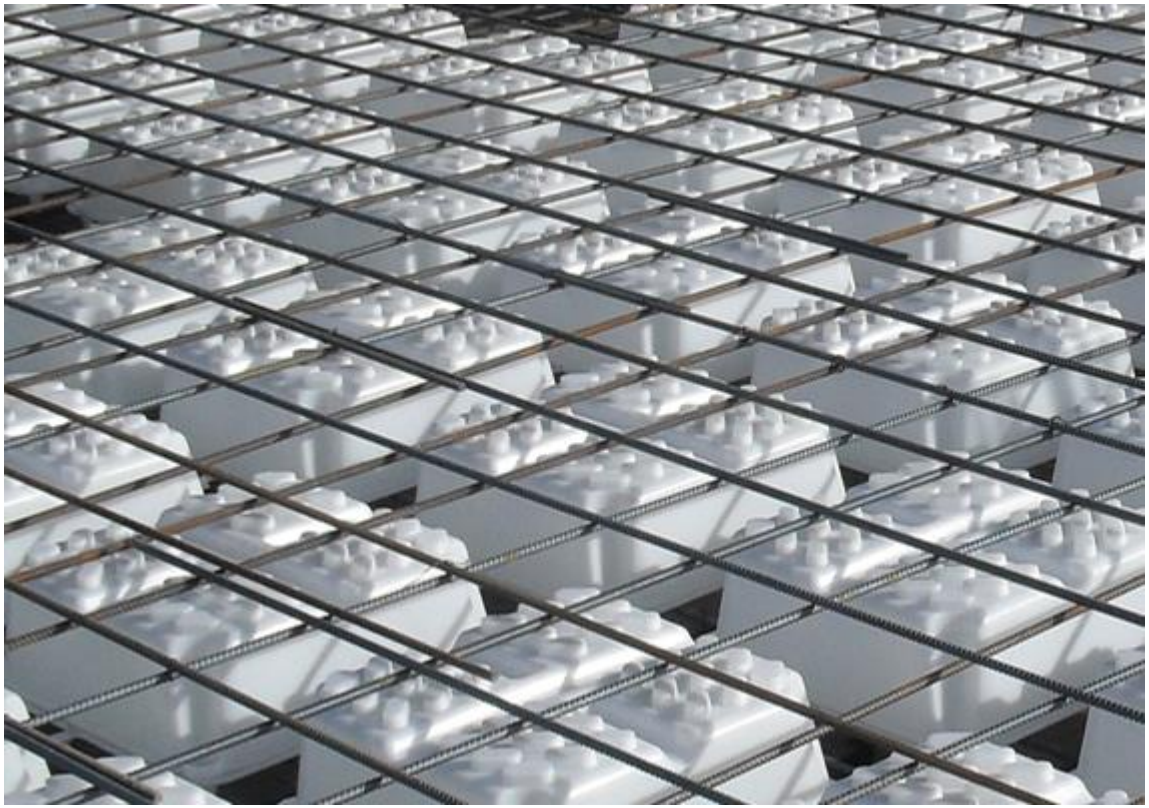
**میلگردهای زیرین دال در دو جهت عمود بر هم طبق آنچه محاسبه شده است، قرار داده می‌شود.**

## چیدن قالب های یوبوت با توجه به نقشه های اجرایی

قالب های یوبوت با فواصل مشخص توسط اتصال‌دهنده های افقی در کنار یکدیگر قرار داده می‌شوند. به علت وجود پایه‌های مخروطی در زیر قطعات یوبوت، ضخامت مورد نیاز زیر یوبوت تامین می‌گردد. در صورتی که از قالب‌های یوبوت به صورت دوبل استفاده شود، این قالب‌ها باید قبل از نصب به هم متصل شوند.

## بستن شبکه آرماتور بالای دال

با قرار دادن میلگردهای افقی بالای یوبوت در دو جهت عمود برهم به همراه میلگردهای تقویتی جهت کنترل برش و خمش، مراحل میلگردگذاری به پایان می‌رسد.



## بتن ریزی لایه اول

ریختن بتن باید در دو مرحله انجام پذیرد و برای جلوگیری از شناورشدن یوبوتها، لایه اولیه به عنوان پرکننده فضاهای خالی سقف به صورت عمودی تخلیه می شود. مرحله نخست بتن ریزی با استفاده از فوق روان کننده انجام می شود. غلظت بتن باید در حدی باشد که تمام لایه زیرین را پر می نماید

## تکمیل بتن ریزی

در مرحله دوم پس از گیرش اولیه بتن لایه زیرین ، بتن ریزی لایه فوقانی انجام می‌شود.

## باز کردن قالب های کف

**پس از طی زمان گیرش بتن (مطابق آیین نامه بتن)، قالب از زیر سقف خارج و سطحی کاملاً صاف و صیقلی تحویل می گردد .**

## مزایای سیستم یوبوت

### ایجاد دهانه های بزرگتر و کنسول های بلندتر

**استفاده از این تکنولوژی باعث می گردد تا ایجاد دهانه های بزرگتر و کنسول های بلندتر امکان پذیر شود.**

استفاده از این تکنولوژی باعث می گردد تا علاوه بر کاهش وزن سقف، سختی آن نیز افزایش بیابد که این امر ایجاد دهانه های بزرگتر و کنسول های بلندتر را امکان پذیر می نماید. این افزایش دهانه باعث آزادی عمل بیشتر در طرح معماری و ایجاد فضاهای خلاقانه، فضاهای باز تجاری، تأمین پارکینگ بیشتر و ... می گردد.

## کاهش میزان انتقال صوت، حرارت و لرزش

با استفاده از این تکنولوژی و به دلیل وجود حفره های خالی و هوایی میانی در سقف، انتقال صوت و حرارت به نحو چشم گیری کاهش می یابد. این کاهش انتقال صدا در مراکز آموزشی ، مذهبی، سالن‌های اجتماعات و... بسیار پر اهمیت است.

با توجه به افزایش سختی دال در استفاده از این تکنولوژی، لرزش این نوع سقف ها نسبت به دال های بتن آرمه معمولی کمتر بوده و باعث اطمینان خاطر بیشتر برای ساکنین می گردد.

## امکان حذف تیرها و ایجاد دال تخت

با استفاده از این تکنولوژی می توان تیرهای موجود در سازه را در صورت وجود دیوار برشی در سازه های بیشتر از ۳ طبقه و یا ۱۰ متر، حذف نمود. حذف تیرها باعث ایجاد مزایای زیر می گردد:

-افزایش ارتفاع مفید طبقات

-کاهش میزان عملیات قالب بندی، آرماتوربندی و بتن ریزی به نسبت دال بتنی معمولی

-عبور راحتتر تاسیسات از زیر سقف

-امکان حذف سقف کاذب در صورت هماهنگی با تاسیسات

با بهره‌گیری از عملکرد دو طرفه سقف و توزیع متوازن نیروها بین تکیه گاه ها، آویز تیرها حذف می گردد.

## بهبود عملکرد لرزه ای

دال مجوف باعث بهبود عملکرد لرزه ای ساختمان می گردد.

سیستم های دال بتنی نسبت به دیگر سیستم های پوشش سقف، دیافراگم یکپارچه تری تشکیل می دهند که باعث بهبود عملکرد لرزه ای ساختمان می گردد.

سقف دال مجوف یوبوت به دلیل داشتن تیرچه‌های متعامد I شکل، ممان اینرسی بسیار بالایی را برای سقف نسبت به سیستم های دال تخت و پیش تنیده ایجاد می نماید. برهمین اساس سقف صلبیت بسیار زیادی خواهد داشت و انتقال نیروهای زلزله را به عنوان دیافراگم صلب به خوبی انجام می دهد.

## امکان ایجاد بازشوهای بزرگ و نامنظم در سقف

با توجه به حذف تیرها و افزایش سختی سقف، آزادی عمل بیشتری در ایجاد اشکال و بازشوهای بزرگ و نامنظم روی سقف وجود دارد. البته باید توجه داشت که شکل و ابعاد این بازشوها در طراحی سازه لحاظ گردد.

- امکان ستون گذاری نامنظم
- برخلاف سازه های بتنی معمولی که ستون گذاری معمولاً از آکس بندی منظم پیروی می کند، در این سیستم امکان ستون گذاری به صورت نا منظم وجود دارد که در طرح های معماری حائز اهمیت است.

## افزایش تعداد پارکینگ‌ها

یکی از عمده مشکلات در طرح معماری، تامین پارکینگ‌های مورد نیاز در هر ساختمان می باشد. سیستم دال مجوف یوبوت با حذف ستون های میانی، علاوه بر تامین پارکینگ های بیشتر، امکان حرکت و گردش راحت تر ماشین ها در پارکینگ را فراهم می کند.

## مقاومت در برابر آتش

سیستم دال مجوف یوبوت به دلیل ایجاد فضاهای حفره‌ای خالی در میان دال، انتقال حرارت از طبقه ای به طبقه دیگر را کاهش می دهد که این امر در آتش سوزی و کنترل انتقال آن در طبقات بسیار موثر است.

## کاهش هزینه‌ها

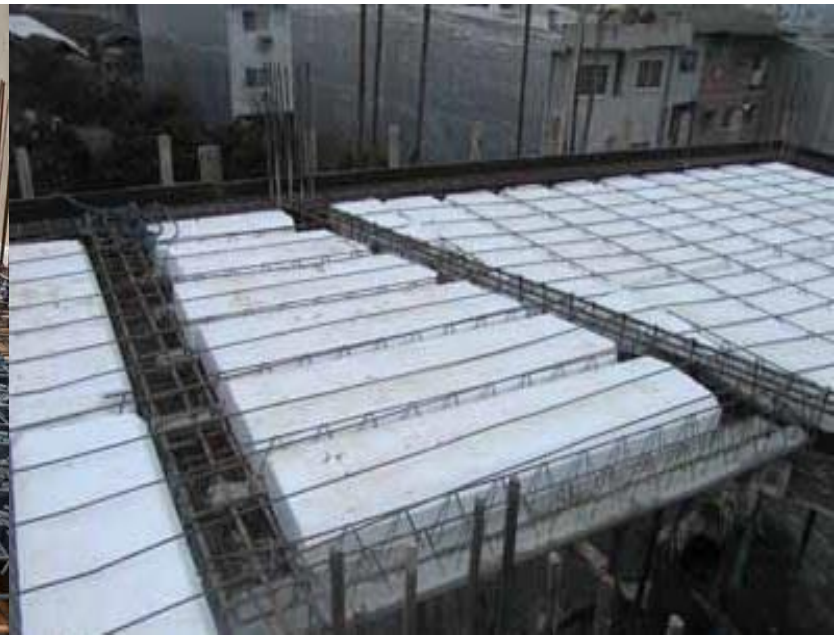
استفاده از دال مجوف یوبوت علاوه بر کاهش میزان بتن و آرماتور مصرفی در دهانه مشابه، به دلیل رفتار دوطرفه سقف و توزیع متوازن نیروها در دو جهت طولی و عرضی ساختمان و حذف بتن نا کارآمد، هزینه‌های حین اجرا نظیر قالب بندی تیرها و کتیبه ها را نیز کاهش می‌دهد.

این سیستم نسبت به سیستم‌های فولادی کاهش هزینه‌ای از 20تا 70درصد را به همراه دارد.

سیستم دال مجوف یوبوت با حذف تیرهای آویزدار بیرون زده از زیر سقف ، علاوه بر کاهش ارتفاع کلی ساختمان و مصالح مصرفی آن، نیاز سقف کاذب را در ساختمان مرتفع می سازد و در اجرای تاسیسات ساختمان بسیار تاثیر گذار می باشد که این خود کاهش هزینه‌ای مضاعف را برای ساختمان به ارمغان می‌آورد.

## مقایسه سقف یوبوت با سقف تیرچه بلوک

سقف یوبوت به دلیل داشتن صلبیت بسیار بالا، قابلیت اجرای دهانه‌های بلند حتی تا ۲۰ متر را دارد؛ در حالی که برای استفاده از تیرچه بلوک در دهانه‌های بیش از 7.5 متر و یا بارهایی مانند پارکینگ نیاز به تیرچه دوبل و افزایش هزینه های اجرایی می‌باشد.



در سازه یوبوت، ضخامت سقف بسیار کم می‌شود. به عنوان مثال ضخامت سقف در دهانه ۱۲ متر تنها ۳۵ سانتی‌متر است ولی چنانچه از سقف تیرچه بلوک استفاده شود، تیرهای آویزدار با حداقل ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر بدست خواهد آمد.

سقف یوبوت در نهایت اجرا، سقفی صاف و بدون نیاز به سقف کاذب را فراهم می‌آورد در صورتی که در سقف تیرچه بلوک به دلیل وجود تیرهای آویزدار، نیاز به اجرای سقف کاذب الزامی است.

سرعت اجرا و سهولت اجرایی سقف‌های یوبوت و تیرچه بلوک مشابه یکدیگر است و تقریباً هر ۱۵ روز می‌توان یک طبقه از سازه را اجرا نمود.

سقف یوبوت به دلیل داشتن حباب‌های هوای داخل سقف و نیز عدم اشتعال آنها، اولاً در برابر انتقال صدا و ثانیاً در برابر گسترش آتش عملکرد بسیار مطلوبی دارد.

## مقایسه سقف یوبوت با سقف عرشه فولادی

سقف دال مجوف یوبوت بر خلاف سقف کامپوزیت و عرشه فولادی مناسب برای سازه‌های بتن آرمه است. لذا سرعت و روش اجرای آن مشابه سیستم‌های بتنی است. به لحاظ هزینه مصالح و اجرا، سیستم سقف یوبوت بسیار اقتصادی‌تر از سیستم

کامپوزیت و یا عرشه فولادی است، حتی این اختلاف هزینه تا ۱۰۰٪ هزینه اجرای یوبوت می‌رسد.

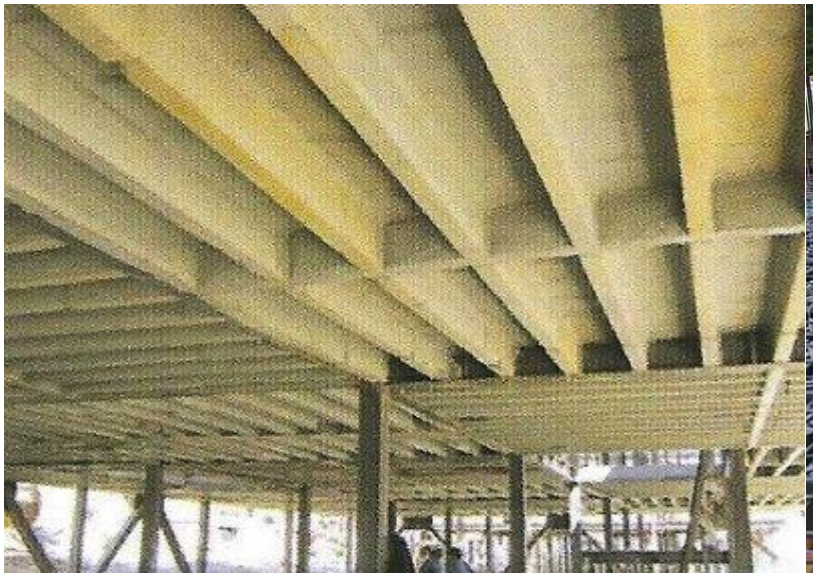
سقف کامپوزیت و یا عرشه فولادی در هر دهانه‌ای نیاز به اجرای سقف کاذب دارد و این هزینه به سایر هزینه‌های این سقف اضافه خواهد شد. در حالی که یوبوت با ایجاد سقفی تخت در تراز زیرین، علاوه بر سهولت اجرای تاسیسات، نیازی به سقف کاذب ندارد.

سقف یوبوت با داشتن دو لایه دال ( دوپوش ) در بالا و پایین و نیز تیرچه‌های متعامد به عنوان جان، سختی خمشی بسیار زیادی را تامین می کند و این سختی، صلبیت بسیار زیاد در برابر زلزله و عدم ارتعاش سقف را نسبت به سقف کامپوزیت و یا عرشه فولادی تامین می کند.

سقف یوبوت به دلیل داشتن حفره های هوای میانی، در برابر انتقال صدا و نیز گسترش آتش بسیار مقاوم است. در صورتی که یکی از عمده مشکلات سقف‌های کامپوزیت و یا عرشه فولادی، انتقال صدا و جلوگیری از اثر آتش بر روی سازه است.

## مقایسه سقف یوبوت با سقف دال و تیر

دال مجوف یوبوت و سقف دال و تیر، هر دو توانایی اجرای سازه با دهانه بلند را دارا می‌باشند. در سیستم یوبوت، قالب‌بندی سقف همانند قالب بندی دال تخت می‌باشد و غالباً تیرهای داخلی سقف حذف می‌گردد، در صورتی که در سقف تیر دال به دلیل وجود تیرها و تیرچه‌های آویزدار، علاوه بر افزایش حجم و هزینه قالب‌بندی، اجرا را نیز با مشکل مواجه کرده و از سرعت اجرا می‌کاهد و در نهایت نیز باید زیر سقف حتما با سقف کاذب پوشانده شود.



به لحاظ اقتصادی یوبوت و سقف دال و تیر تقریباً در اجرا هزینه‌ای برابر دارند ولی با در نظر گرفتن هزینه اجرای سقف کاذب، هزینه ی فضای غیرمفید به دلیل آویز تیرها در مجموع هزینه سقف یوبوت بسیار کمتر خواهد شد.

سقف یوبوت به دلیل داشتن حفره‌های هوایی میانی در برابر انتقال صدا و نیز جلوگیری از گسترش آتش، عملکرد بسیار مطلوبی دارد.

## مقایسه سقف یوبوت با سقف تیرچه کرمیت

سقف یوبوت بر خلاف سقف تیرچه کرمیت، مناسب سیستم‌های سازه‌ای بتنی است. لذا سرعت و نحوه اجرای آن متناسب با همین سیستم است و به نسبت سازه‌های فلزی سرعت اجرای کمتری دارد. ولی به لحاظ برآورد هزینه، اختلاف بسیار زیادی حتی تا ۴۰٪ بین سقف کرمیت و سقف یوبوت می‌باشد.

سقف یوبوت با ایجاد تیرچه‌های I شکل متعامد می‌تواند با ضخامت کم دهانه های بسیار بلند را پوشش دهد ولی سقف کرمیت برای دهانه‌های بالاتر از ۷.۵ متر توصیه نمی شود.

در سقف کرمیت به دلیل استفاده از تیرچه‌ها و نیز وجود تیرهای آویزدار در دهانه‌های بلند، اجرای سقف کاذب الزامی است.

## نکات اجرایی دال مجوف دوپوش (یوبوت)

۱. قالب‌های یوبوت می‌بایست مطابق نقشه‌های اجرایی بر روی سقف چیده شوند. فاصله اولین و آخرین قالب یوبوت در هر ردیف و ستون با لبه دال و یا تیر، کنترل شود تا با نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشد.

۲. بست‌های اتصال قالب‌های یوبوت با توجه به فاصله مورد نیاز اشاره شده در نقشه‌های اجرایی، تنظیم گردیده و با چسب پلاستیکی محکم می‌شود.

۳. چیدن آرماتورهای شبکه بالا و پایین باید به گونه‌ای باشد که در بین هر دو قالب یوبوت یک میلگرد قرار گیرد.

۴. در هنگام اجرای سقف یوبوت (به خصوص در استفاده از یوبوت‌های با ارتفاع بزرگتر از ۲۰ سانتیمتر توصیه می‌شود برای جلوگیری از بلند شدن یوبوت‌ها در هنگام بتن‌ریزی، شبکه پایین آرماتور توسط سیم آرماتوربندی به لوله یا پروفیل زیر بسته شود.

۵. با توجه به اینکه قالب‌های یوبوت برای تحمل بار گسترده در حدود ۸۰ کیلوگرم طراحی شده‌اند، حتی‌الامکان از وارد آوردن بار بیشتر و یا بار متمرکز، بر روی یوبوت‌ها خودداری گردد و پس از اجرای آرماتور بندی شبکه بالا، به کارگران آموزش داده شود تا بر روی میلگردها حرکت کنند.

۶. مقاومت بتن مورد استفاده در این دال‌ها در طراحی سازه تعیین می‌گردد. روانی بتن (اسلامپ) مورد استفاده باید در حدود ۱۱ الی ۱۳ سانتی‌متر بوده تا بتن به‌راحتی در زیر قالب‌ها حرکت کند و فضای زیر را پر نماید.

۷. در هنگام بتن‌ریزی بهتر است ابتدا یک لایه حدود ۱۰ سانتی‌متری ریخته و ویبره زده شود و سپس روی آن پر گردد. البته باید توجه داشت به هیچ وجه لایه اول به گیرش اولیه نرسد و درز سرد افقی ایجاد نگردد.

۸. جهت اتصال اجزای غیر سازه‌ای به دال مجوف دوپوش (یوبوت) مانند نما، آسانسور و... پلیت‌های طراحی شده در محل مورد نیاز قرار گرفته و محکم گردد.

۹. ایجاد خیز منفی به اندازه مجاز در هنگام قالب بندی دال امکان‌پذیر می‌باشد.

۱۰. در صورت امکان توصیه می‌گردد از پمپ هوایی جهت بتن‌ریزی استفاده گردد. استفاده از پمپ زمینی علاوه بر ضربه به سقف در هنگام پمپاژ، بتن‌ریزی را با مشکل مواجه کرده و باعث بالا آمدن قالب‌های یوبوت می‌شود.

۱۱. در هنگام بتن‌ریزی هر سقف، از جک اطمینان در زیر دو سقف قبلی استفاده گردد. در غیر این صورت وزن سقف در حال بتن‌ریزی، باعث ایجاد خیز و ترک در سقف زیرین خود می‌گردد.

## برآوردها و محاسبات

از آنجایی که هزینه های استفاده از تکنولوژی دال مجوف دوپوش و مزایای آن یکی از عوامل اصلی در انتخاب این سیستم توسط کارفرمایان می باشد، این اطلاعات توسط کارشناسان طراحی اولیه سازه از نقشه های معماری همان پروژه و با طراحی اولیه سازه استخراج شده و قبل از عقد قرارداد در اختیار کارفرما قرار می گیرد.

لازم به توضیح می باشد استفاده از این تکنولوژی در تمام موارد باعث کاهش هزینه ها و ایجاد مزایای مطرح شده نمی شود و این امر ارتباط مستقیم با معماری طرح، دهانه ها، تعداد طبقات، بارگذاری و سایر عوامل دارد. به همین دلیل توصیه می گردد کارفرمایان قبل از اخذ تصمیم نهایی، از خدمات مشاوره و طراحی اولیه شرکت های فعال در ارائه خدمات طراحی و اجرای سقف های یوبوت استفاده نمایند.

## سوالات

۱ـ برای اجرای تیرهای بدون آویز در سقف یوبوت باید از چه راهکاری استفاده نمود؟

۲ـ مراحل اجرای سقف های یوبوت را نام ببرید.

۳ـ در سقف های یوبوت چه عاملی ایجاد دهانه های بزرگتر را امکان پذیر می سازد؟

۴ـ علت مقاومت مناسب سقف های یوبوت در برابر آتش سوزی چیست؟

۵ـ سقف یوبوت قابلیت اجرا تا چه دهانه ای را دارا است؟

# با سپاس از حسن توجه شما