



بررسی انواع یوبوت در بازار ایران و مقایسه آنها با یکدیگر (ویرایش ۲)

تهیه شده در:

واحد تحقیق و توسعه گروه آبراک

تابستان ۱۳۹۴

فهرست مطالب:

عنوان	صفحه
۱. تاریخچه	۲
۲. ماهیت و عملکرد قالب‌های یوبوت:	۲
۳. انواع قالب یوبوت:	۳
۳-۱. قالب یوبوت تک:	۳
۳-۲. قالب یوبوت دوبل:	۵
۳-۳. قالب یوبوت اصلاح شده:	۶
۳-۴. قالب یوبوت از جنس پلی استایرن:	۱۱
۴. نتیجه‌گیری:	۱۲

۱

۲. تاریخچه

استفاده از دال مجوف دوپوش (یوبوت) در ایران از سال ۱۳۸۸ با تایید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن آغاز گردید. اولین شکل قالب‌های تایید شده در مرکز تحقیقات، طبق مدارک و نمونه‌های ارائه شده به آن مرکز، به صورت قالب‌های مکعبی شکل با ابعاد ۵۲ سانتیمتر و ارتفاع‌های مختلف (۱۶، ۲۰، ۲۴ و ...) و دارای شیب ملایم در اضلاع از بالا به پایین به طرف بیرون بوده است. (شکل ۱)



شکل ۱- قالب یوبوت

جنس این قالب‌ها از پلی‌پروپیلن بازیافتی بوده و توسط دستگاه تزریق پلاستیک تولید می‌شود.

۳. ماهیت و عملکرد قالب‌های یوبوت:

هدف اصلی از قرار دادن قالب‌های یوبوت در داخل دال‌های بتنی، ایجاد حفره‌های خالی در داخل دال و حذف بتن ناکارآمد در میان آن می‌باشد. این کار باعث می‌گردد تا علاوه بر سبک‌تر شدن دال، امکان پوشش دهانه‌های بزرگتر به دلیل ضخامت و سختی زیاد دال امکان‌پذیر باشد. (شکل ۳و۲)

این قالب‌ها نقش سازه‌ای نداشته و فقط وظیفه حذف بتن و ایجاد حفره در داخل بتن را دارند و پس از گیرش بتن، عملاً کارایی دیگری ندارند. به دلیل عدم خارج کردن قالب‌ها از میان بتن به آنها قالب‌های ماندگار نیز می‌گویند.



شکل ۳- سقف یوبوت



شکل ۲- تامین دهانه بزرگ

۴. انواع قالب یوبوت:

قالب‌های یوبوت موجود در بازار ایران را می‌توان به چهار دسته تقسیم نمود:

- قالب یوبوت تک
- قالب یوبوت دوبل
- قالب یوبوت اصلاح شده
- قالب یوبوت پلی استایرن

از آنجایی که هر چهار نوع قالب اشاره شده در بالا در بازار ایران قابل تهیه و استفاده می‌باشد، در ذیل به ارائه اطلاعات کامل از هر کدام از آنها و مقایسه مزایا و معایب آنها می‌پردازیم.

۴-۱. قالب یوبوت تک:

این نوع قالب اولین نوع یوبوت استفاده شده در صنعت ساختمان می‌باشد و دقیقاً مطابق با مشخصات اولیه ارائه شده به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن است. ابعاد این قالب‌ها ۵۲ در ۵۲ سانتیمتر و به صورت یک تکه می‌باشند. این قالب‌ها دارای بندهایی در چهار طرف خود هستند که علاوه بر تعیین فاصله بین قالب‌ها بنا به سلیقه طراح، باعث حرکت کمتر یوبوت‌ها در هنگام بتن‌ریزی می‌گردد. وجود پایه‌های موجود در زیر قالب‌های یوبوت با ارتفاع‌های مختلف باعث ایجاد لایه پایین با ضخامت‌های مختلف می‌شود و تعادل یوبوت را به دلیل قرار گرفتن کامل بر روی کف برقرار می‌کند. (شکل ۴)



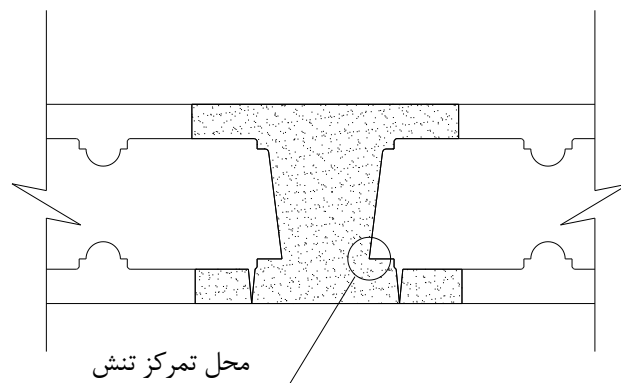
شکل ۴- قالب یوبوت تک

همانطور که در عکس بالا مشاهده می‌کنید، زیر این قالب‌ها باز می‌باشد و در هنگام بتن‌ریزی و پس از ریختن لایه اول بتن به ضخامت حدود ۱۰ سانتی‌متر، هوا داخل آنها محبوس شده و اجازه ورود بیشتر بتن را به داخل آنها نمی‌دهد. از مزایای این نوع یوبوت می‌توان به هزینه تمام شده کمتر، سرعت بالای تولید و هزینه حمل کم به دلیل قرار گرفتن این قالب‌ها در داخل یکدیگر در زمان حمل و انبار، اشاره نمود. بزرگترین عیب این قالب‌ها امکان ورود بتن به داخل قالب‌ها در صورت بتن‌ریزی نامناسب می‌باشد که در این صورت فرض اصلی طراحی سازه که وجود حفره‌های خالی در سقف می‌باشد زیر سوال می‌رود. (شکل ۵)



شکل ۵- عکس مقطع دال با یوبوت تک

عیب دیگر این نوع قالبها بتنریزی در دو لایه است که ممکن است باعث ایجاد درز سرد افقی در بتن شود که از نظر آیین نامهها مردود می باشد. همچنین با توجه به شکل قالبها، تمرکز تنش در حدفاصل لایه بتن پایین و تیر ایجاد شده در بین دو یوبوت به دلیل زاویه تند زیاد می باشد.



شکل ۶- محل تمرکز تنش

۲-۴. قالب یوبوت دوبل:

این قالب‌ها که می‌توان از آنها به عنوان نسل دوم یوبوت نام برد، با افزایش تجربیات استفاده از این سیستم در ایران و بررسی‌های بیشتر مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ساخته شد. از آنجایی که ورود بتن به داخل یوبوت‌های تک باعث از بین رفتن فرض اولیه طراحی می‌گردد و با بررسی میدانی پروژه‌های مختلف اجرا شده با قالب تک توسط کارشناسان، مشخص شد در بسیاری از موارد بتن به داخل قالب یوبوت وارد شده است. لذا مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن در ضوابط جدید ارائه شده، بسته بودن حجم یوبوت از تمام جهات را اجباری دانسته و در بند ۲ و ۳ ضوابط ۳-۴ شماره ۳-۴ به متن زیر اشاره می‌نماید:

" ۲- قالب‌های U-Boot باید به صورت احجام کاملاً بسته از هر طرف تولید شوند تا از ورود بتن به داخل قالب جلوگیری به عمل آید."

همچنین این ضوابط در خصوص نحوه بتن‌ریزی اعلام می‌دارد:

" ۳- بتن‌ریزی کل مقطع سقف شامل فضای زیر، بین و بالای قالب‌ها باید از آغاز تا پایان به صورت عملیاتی پیوسته انجام شده و از به وجود آمدن اتصال سرد بین لایه‌ها احتراز شود."

این امر باعث تولید قالب‌های دوبل با حجم کاملاً بسته شد. شکل و ابعاد این قالب‌ها دقیقاً مشابه قالب‌های تک می‌باشد با این تفاوت که از دو تکه بر روی هم ساخته می‌شوند. (شکل ۷)



شکل ۷- قالب یوبوت دوبل

به دلیل بسته بودن حجم این یوبوت‌ها امکان نفوذ بتن به داخل آنها از بین می‌رود و دال ایجاد شده کاملاً منطبق با ضوابط طراحی و آیین‌نامه خواهد بود. (شکل ۸)



شکل ۸- مقطع سقف یوبوت دوبل

دوتکه بودن این قالب‌ها باعث می‌گردد حجم مورد نیاز در حمل و انبار کاهش یابد و هر قطعه در محل پروژه به صورت حجم بسته در می‌آید. از معایب این نوع قالب می‌توان به هزینه بالاتر تولید و زمان بر بودن آن اشاره نمود.

۳-۴. قالب یوبوت اصلاح شده:

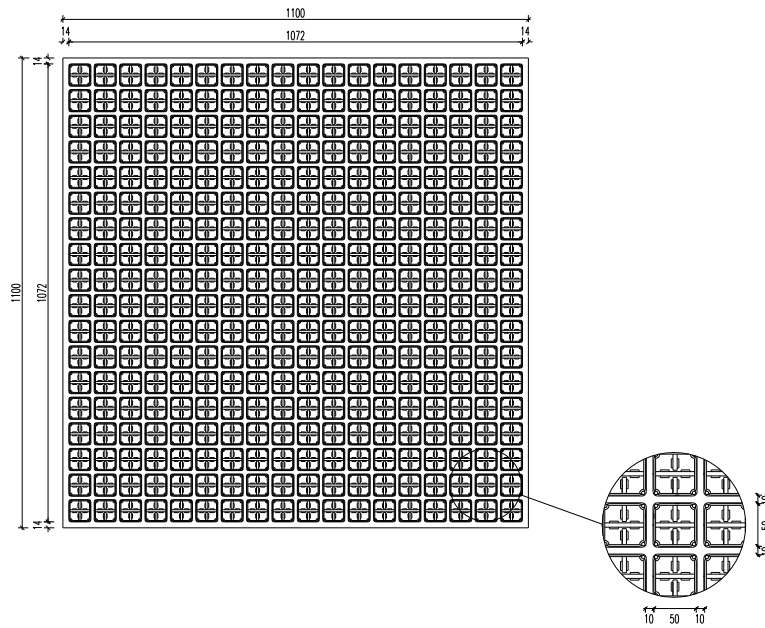
در بتن‌ریزی دال‌هایی که در آنها از قالب‌های یوبوت تک و دوبل با ابعاد ۵۲ در ۵۲ سانتیمتر استفاده شده است، باید از بتن با روانی (اسلمپ) بالا به همراه فوق روان‌کننده، استفاده نمود و همچنین ویبره کردن بتن جهت پرشدن زیر قالب‌ها باید با دقت بالا انجام شود. در غیر این صورت بتن به زیر قالب‌ها نفوذ نکرده و نتیجه آن، ایجاد حفره در زیر سقف باشد. یوبوت اصلاح شده با هدف برطرف نمودن این مشکل با ابعاد ۳۰ سانتیمتری تولید می‌شود. همچنین با توجه به حجم بسته قالب‌ها، امکان ورود بتن به داخل آنها وجود ندارد که این امر مطابق خواسته ضوابط اجرایی می‌باشد. تولید این قالب‌ها به صورت بادی بوده و در نتیجه هزینه کمتری به نسبت قالب‌های تک و دوبل خواهند داشت. (شکل ۹)



شکل ۹- یوبوت اصلاح شده

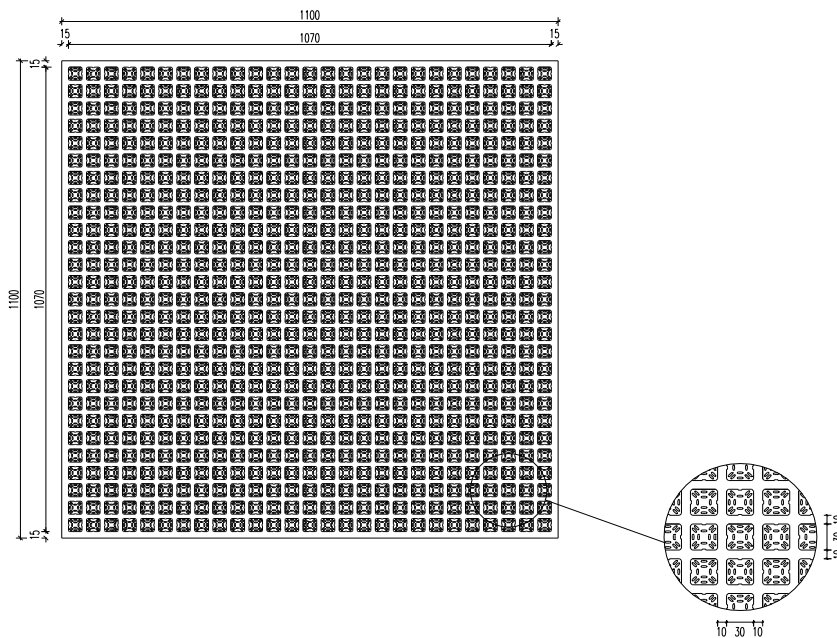
یکی از معایب اصلی این قالب‌ها مصرف بتن بیشتر نسبت به قالب یوبوت دوبل می‌باشد. از آنجایی که حداقل فاصله بین قالب‌ها در ضوابط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده، به دلیل کوچکتر بودن قالب‌های یوبوت اصلاح شده به نسبت قالب یوبوت دوبل، تعداد تیرهای ایجاد شده در یک سطح مشخص بیشتر و در نتیجه وزن آن نیز بیشتر می‌باشد. برای روشن‌تر شدن موضوع در زیر مثالی آورده شده است:

فرض کنید سطحی با ابعاد ۱۱ در ۱۱ متر داریم و می‌خواهیم این سطح را با یوبوت پوشانیم و طبق ضوابط موجود فاصله بین قالب‌ها حداقل باید ۱۰ سانتیمتر باشد. در صورت پوشاندن این سطح با یوبوت دوبل تعداد یوبوت مورد استفاده مطابق شکل زیر ۳۲۴ عدد می‌باشد.



شکل ۱۰- چیدمان یوبوت دبل

در صورت استفاده از یوبوت اصلاح شده جهت پوشش این سطح مطابق شکل زیر، تعداد قالب مورد استفاده ۷۲۹ عدد می‌باشد. همان‌طور که در هر دو شکل دیده می‌شود، برای یکسان‌سازی مقایسه یوبوت‌ها در هر دو سیستم حدود ۱۵ سانتیمتر از لبه سطح فاصله داده شده است.



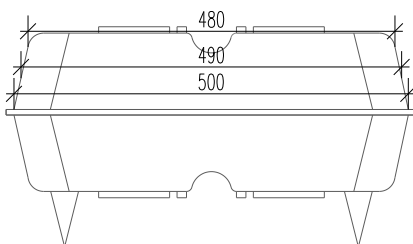
شکل ۱۱- چیدمان یوبوت اصلاح شده

حال فرض کنید یوبوت‌های مورد استفاده در هر دو حالت دارای ارتفاع ۲۰ سانتیمتری هستند و می‌خواهیم بوسیله آنها دالی به ضخامت ۳۴ سانتیمتر ایجاد کنیم. برای محاسبه میزان مصرف بتن این دال ابتدا نیاز به محاسبه حجم هر قالب یوبوت در دو حالت دابل و اصلاح شده داریم.

حجم قالب یوبوت دابل به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$0.49 \times 0.49 \times 0.20 \times 324 = 15.56$$

در محاسبه حجم یوبوت دابل به دلیل وجود شیب در اضلاع آن مطابق شکل زیر از میانگین ۴۹ سانتیمتر استفاده شده است.



شکل ۱۲ - مقطع یوبوت دابل

حجم قالب یوبوت اصلاح‌شده نیز به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$0.30 \times 0.30 \times 0.20 \times 729 = 13.12$$

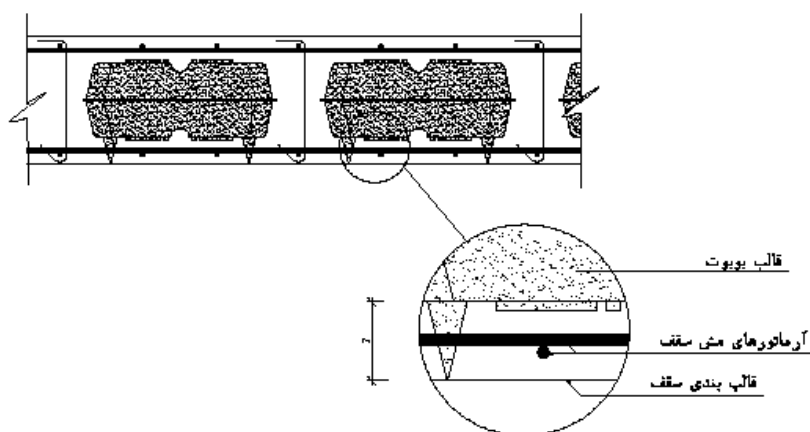
برای محاسبه میزان مصرف بتن در این دو حالت فقط کافیست حجم کل قالب‌های یوبوت در هر حالت از حجم کل بتن سطح بدون در نظر گرفتن قالب‌های یوبوت کسر گردد.

جدول مقایسه

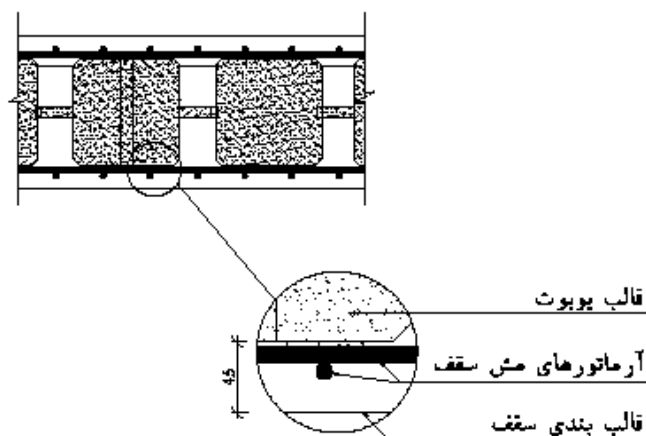
یوبوت اصلاح شده	یوبوت	موارد مقایسه ای
۳۰×۳۰ (سانتیمتر)	۵۲×۵۲ (سانتیمتر)	
۷۲۹	۳۲۴	تعداد یوبوت در دهانه ۱۱×۱۱ متر
۱۳/۱۲	۱۵/۵۶	حجم یوبوت (متر مکعب)
۲۸/۰۲	۲۵/۵۸	حجم بتن با کسر حجم یوبوت (متر مکعب)
۰/۲۳	۰/۲۱	حجم بتن با کسر حجم یوبوت در هر متر مربع (متر مکعب بر متر مربع)
۰/۰۲ متر مکعب		تفاوت کاهش حجم بتن در هر متر مربع
۵۰ کیلوگرم		تفاوت کاهش وزن در هر متر مربع
۲۰,۰۰۰ ریال		کاهش هزینه در هر متر مربع

با توجه به جدول بالا می‌توان نتیجه گرفت میزان مصرف بتن در دال با یوبوت اصلاح شده با طول و عرض ۳۰ سانتی متری در این سطح به میزان ۰/۰۲ مترمکعب بر مترمربع بیشتر است. با در نظر گرفتن قیمت ۱۰۰,۰۰۰ تومان برای بتن در هر مترمکعب (تهیه، حمل و بتن‌ریزی)، هزینه اضافه بتن در هر مترمربع در حدود دو هزار تومان می‌باشد. همچنین این میزان بتن اضافه معادل ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع سطح می‌باشد که برای ساختمانی با مترآژ حدود ۵۰۰۰ مترمربع به حدود ۲۵۰ تن می‌رسد که این وزن می‌تواند تاثیر بسزایی در نیروی زلزله، ابعاد فونداسیون و دیگر اعضای سازه‌ای داشته باشد. البته لازم به توضیح می‌باشد، یوبوت اصلاح شده جهت کاهش این مشکل با ابعاد بزرگتر از ۳۰ سانتی‌متر نیز تولید می‌شود که در آن صورت اعداد محاسبه شده در بالا تغییر می‌نماید.

نکته بسیار مهم دیگر، عدم وجود پایه در یوبوت‌های اصلاح شده می‌باشد. این نکته باعث می‌گردد تا یوبوت‌های اصلاح شده مستقیماً بر روی شبکه میلگرد پایین قرار گیرند که موجب می‌شود بتن اطراف میلگرد را نگیرد و میلگرد عملکرد سازه‌ای نداشته باشد.



شکل ۱۳- محل قرارگیری میلگرد در لایه پایین دال با یوبوت دابل



شکل ۱۴- محل قرارگیری میلگرد در لایه پایین دال با یوبوت اصلاح شده

به این دلیل است که مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، در ضوابطی که برای این سیستم در نظر گرفته است، قرار داشتن این قالبها در درون قفسه از پیش ساخته شده (مانند سیستم کوبیپاکس) را اجباری دانسته است. این قفسه باعث می گردد تا قالبها به میلگرد شبکه پایین نچسبند و عملکرد سازه‌ای میلگرد حفظ شود.



شکل ۱۵- ضوابط مرکز تحقیقات

متأسفانه با توجه به عدم نظارت دقیق توسط ناظرین و آگاهی کم برخی از کارفرمایان، استفاده از یوبوت اصلاح شده بدون قفسه به دلیل قیمت پایین تر رواج یافته که علاوه بر کاهش عملکرد سازه‌ای شبکه میلگرد پایین، به دلیل کاهش فضای زیر قالبهای یوبوت اصلاح شده، بتن در زیر آنها حرکت نکرده و باعث ایجاد حفره در زیر سقف می گردد. این موضوع دقیقا مخالف ایده اولیه تولید یوبوت اصلاح شده می باشد.



شکل ۱۶- عدم حرکت بتن در زیر قالبهای یوبوت اصلاح شده

برخی از مجریان برای از بین بردن این مشکل، اقدام به افزایش کاور زیر شبکه میلگرد با استفاده از اسپیسرهای بلندتر می نمایند که این موضوع باعث افزایش میزان مصرف بتن و وزن دال شده بدون اینکه کمکی به افزایش سختی دال نماید. همچنین با توجه به عکس این قالبها می توان متوجه شد فاصله ایجاد شده بین قالبهای یوبوت اصلاح شده همیشه ثابت و ۱۰ سانتیمتر بوده و آزادی عمل از طراح سازه جهت ایجاد فاصله بیشتر گرفته می شود. عدم وجود پایه در قالب یوبوت اصلاح شده باعث می گردد تعادل یوبوت به دلیل قرار گرفتن بر روی میلگردها (نه قالب) کمتر شود و به دلیل قرار گرفتن قالبها بر روی شبکه میلگرد پایین، بتن به طور کامل اطراف میلگرد را نگیرد. از آنجایی که این قالبها به صورت یکپارچه تولید می شود، هزینه حمل آنها به نسبت قالب تک و دوبل بیشتر می باشد. همچنین این قالبها به دلیل داشتن زاویه ۹۰ درجه در گوشهها آن، دارای تمرکز تنش بیشتری به نسبت قالبهای دوبل که دارای زاویه کمتر و لبههای منحنی شکل می باشد، دارند. نکته قابل تامل در خصوص قالبهای یوبوت اصلاح شده این است که بر خلاف بقیه سیستمهای مشابه مانند کوبیاکس، پیش تنیده و یوبوت معمولی که در اکثر کشورهای اروپایی مورد بررسی و استفاده قرار گرفته اند، این سیستم فقط و فقط در کشور ایران در حال استفاده می باشد!!!

۴-۴. قالب یوبوت از جنس پلی استایرن

این قالبها از جنس پلی استایرن تولید می شوند. به دلیل توپر بودن این قالبها امکان نفوذ بتن به درون آنها وجود ندارد.

در جهان پلی استایرن به صورت گسترده در اجزاء ساختمان استفاده می شود که استفاده اصلی از آنها جهت سبک سازی می باشد. در سالهای اخیر مراکز علمی تمرکز خود را بر روی بررسی استفاده از پلی استایرن بیشتر نموده و برخی از معایب آن را عنوان نموده اند.

اولین آنها، تولید گاز سمی استایرن مونومر در دمای اتاق می باشد. علاوه بر این تعدادی از مطالعات انجام شده در دانشگاه پلی تکنیک میلان، این حقیقت را نشان داد که دالهای سبکی که در میان آنها از پلی استایرن استفاده شده است، تحت گرمای زیاد ناشی از آتش سوزی بعد از ۲۰ دقیقه منفجر می شوند. علت این امر آن است که هوای گرم به داخل حفره های موجود نفوذ کرده و باعث افزایش تصعید می شود. ضمناً برای جلوگیری از انفجار دال، تولیدکنندگان دریچه های جهت کاهش فشار داخل حفره ها و خروج گاز از آنها تعبیه نموده اند که این امر باعث انتشار گاز سمی در محیط می شود. لازم به توضیح است که یوبوت های تک و دوبل به دلیل استفاده از پلی پروپیلن در هنگام آتش سوزی گاز سمی از خود منتشر نکرده و آزمایش ERI ۱۸۰ بر روی آنها انجام پذیرفته است. در خصوص یوبوت اصلاح شده هیچگونه بررسی برای آتش سوزی انجام نشده است.

همچنین در بند ۴ ضوابط ارائه شده در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن آمده است:

" ۴. مشخصات فنی قالب ماندگار پلی پروپیلنی مورد استفاده، باید بر مبنای استاندارد BBA انگلستان باشد."

در صفحه ۱۸۹ و ۱۹۰ مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و مسکن (چاپ سال ۱۳۹۲) که مربوط به مصالح و فرآورده های ساختمانی می باشد، علاوه بر اعلام مشخصات بتن و میلگرد این سقفها، اعلام می دارد که جنس قالبهای یوبوت از پلی پروپیلن می باشد و نامی از پلی استایرن و یا جنس دیگری نمی برد.



شکل ۱۷- مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و مسکن

از آنجایی که این دو سازمان (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و دفتر مقررات ملی ساختمان) اصلی ترین مراکز دارای صلاحیت در این موضوع می باشند، به راحتی می توان نتیجه گرفت در حال حاضر استفاده از قالب های یوبوت از جنس پلی استایرن و غیره (بجز پلی پروپیلن) غیر مجاز می باشد. قابل ذکر است که هزینه حمل و انبار این قالب ها به نسبت قالب یوبوت تک و دبل بیشتر می باشد.

۵. نتیجه گیری:

با توجه به مطالب ارائه شده در بالا می توان نتیجه گرفت مناسب ترین نوع یوبوت در بازار ایران، قالب یوبوت دبل بوده و به همین دلیل، مسئولان گروه آبراک در سال ۱۳۹۱ اقدام به تغییر کلیه سایزهای قالب های تولیدی از حالت تک به دبل نموده تا این گروه همچنان به عنوان یکی از اصلی ترین تولیدکنندگان قالب یوبوت در ایران بتواند بهترین محصول را در اختیار کارفرمایان خود قرار دهد.