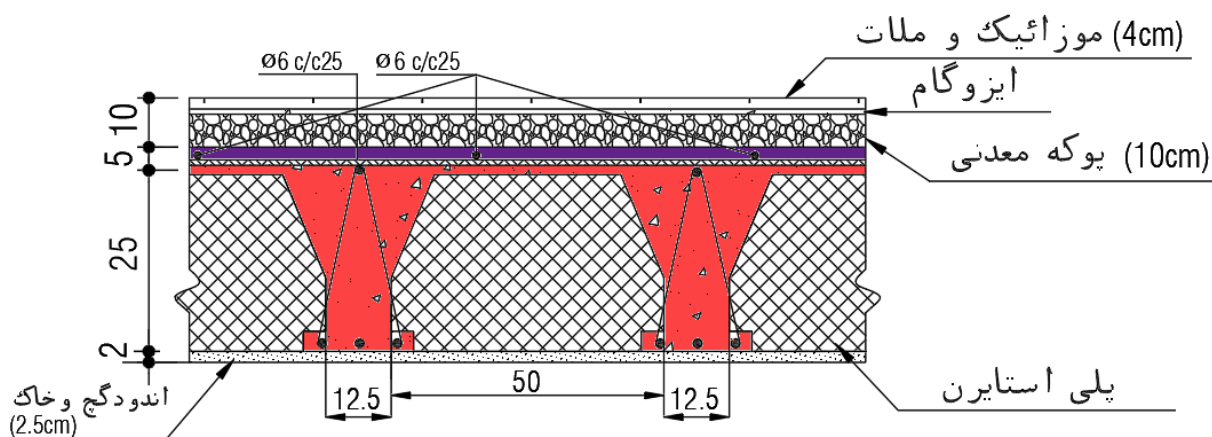


محاسبه میزان بتن مصرفی سقف (حجم بتن سقف)

یکی از سوالات اساسی و چالش های مرتبط در هنگام اجرای سقف های بتن آرمه، میزان بتن مصرفی در سقف ها می باشد، اسکلت های بتن آرمه با سقف های متداول نظیر تیرچه و بلوک، دال، سقف وافل، کوبیاکس، یوبوت، اینتل دک، سقف های پس کشیده، سقف کانتون، سقف کانتراس و ...، محاسبه دقیق بتن مصرفی در عین سادگی میتواند چالش بر انگیز باشد، در این نوشتار قصد داریم به صورت دقیق میزان بتن مصرفی در چندین سقف رایج بتن آرمه را به طور مفصل بازگو نماییم. لازم به ذکر است که جزییات و دیتایل های هر پروژه میتواند تغییری نسبت به دیتایل های این مقاله داشته باشد اما ماهیت و نحوه محاسبه بتن تمامی سقف ها یکسان میباشد و پس از مطالعه این نوشتار عموماً مهندسین و پیمانکاران میتوانند به راحتی میزان بتن را در سقف های متداول محاسبه و سفارش دهند.

۱- محاسبه بتن مصرفی در سقف تیرچه و بلوک:

برای محاسبه دقیق حجم بتن، ابتدا باید به جزییات این سقف در هر پروژه توجه کنیم، عموماً سقف تیرچه و بلوک دارای جزییاتی مطابق با تصویر ۱ میباشد.



تصویر ۱- جزییات سقف تیرچه با بلوک پلی استایرن به ارتفاع ۲۵ سانتی متر

برای محاسبه میزان بتن مصرفی باید توجه داشت، یک بتن با رنگ قرمز مرتبط با بتن تیرچه ها میباشد و یک بتن با ضخامت ۵ سانتی متر مرتبط با بتن رویه سقف میباشد.

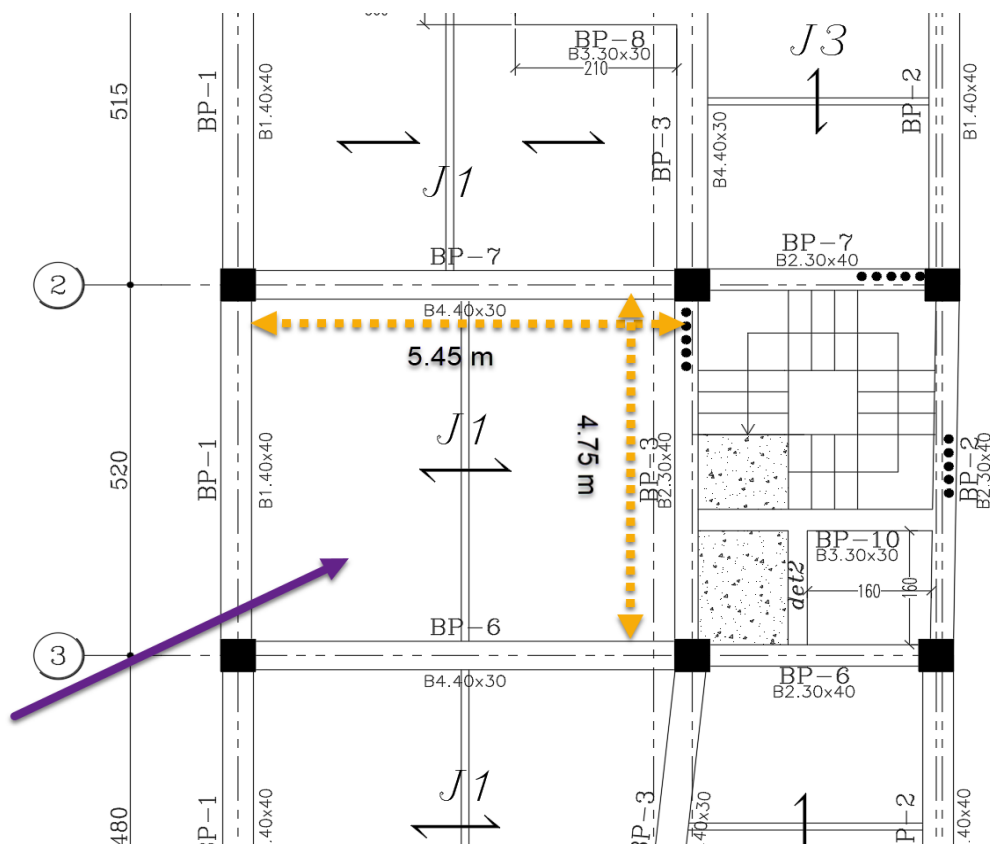
اگر فرض بگیریم عرض متوسط تیرچه ها پاشنه بتنی در کل ارتفاع برابر ۱۵ سانتی متر باشد، به فرض اینکه تیرچه در پایین خود دارای بتن قبلی باشد، میزان مصرف بتن در تیرچه ها (بتن جزییات تصویر ۱ با رنگ قرمز) برابر است با:

$$\text{حجم بتن تیرچه} = 2 \times 0.15 \times 0.25 = 0.075 \text{ m}^3/\text{m} = 7.5 \text{ cm}$$

برای محاسبه دال رویه نیز با فرض ۵ سانتی متر بتن میزان مصرف بتن برابر است با:

$$\text{حجم بتن رویه} = 0.05 \times 1 \times 1 = 0.05 \text{ m}^3/\text{m} = 5 \text{ cm}$$

در نهایت برای مجموع بتن سقف تیرچه و بلوک میتوان از مجموع دو بتن محاسبه شده استفاده کرد، بنابراین میتوان گفت حجم بتن ریزی به ازای هر متر مربع سقف برابر ۰٫۱۲ متر مکعب یا به صورت مرسوم برابر ۱۲ سانتی متر خواهد بود، لازم بذکر است میبایست حجم بتن تیرهای بتن آرمه نیز به این اعداد اضافه گردد و در نهایت برای سفارش بتن از مجموع تمامی موارد استفاده کرد. برای روشن شدن این مطلب فرض کنید بخواهیم میزان حجم بتن دهانه نمایش داده شده در تصویر ۲ را محاسبه نماییم:



تصویر ۲- پلان تیر ریزی از یک سقف تیرچه و بلوک

باید توجه کرد در این دهانه ۳ عدد تیر با عرض ۴۰ سانتی متر و ضخامت ۳۰ سانتی متر ایجاد شده، همچنین، یک تیر با عرض ۳۰ و ضخامت ۴۰ داریم، مساحت خالص دهانه بدون در نظر گرفتن تیرها برابر ۲۶,۳ متر مربع است، برای محاسبه میزان حجم دقیق بتن این چشمه خواهیم داشت:

$$\text{حجم بتن تیرها} = (2 \times 5.45 \times 0.4 \times 0.3) + (2 \times 4.75 \times 0.4 \times 0.3) = 2.49 \text{ m}^3$$

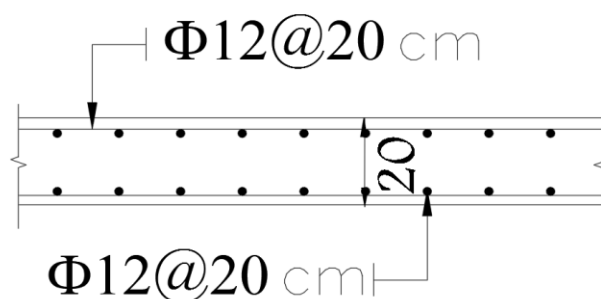
مطابق قسمت قبل نیز برای هر متر مربع سقف تیرچه مقدار ۰,۰۱۲ متر مکعب بتن لازم است، پس در نهایت:

$$\text{حجم کل بر متر مربع} = \frac{5.64}{31.9} = 0.176 \text{ m} \rightarrow \text{حجم بتن کل سقف} = 2.49 + (0.12 \times 26.3) = 5.64 \text{ m}^3$$

تفسیر این موضوع میتوان گفت که به ازای هر متر مربع سقف تیرچه و بلوک با احتساب تیرها حجمی نزدیک به ۱۸ سانت بتن نیاز است، البته باید توجه کرد که اگر ابعاد تیرها دستخوش تغییر شوند، جزییات این اعداد میتواند متفاوت باشد.

۲- محاسبه بتن مصرفی در سقف دال:

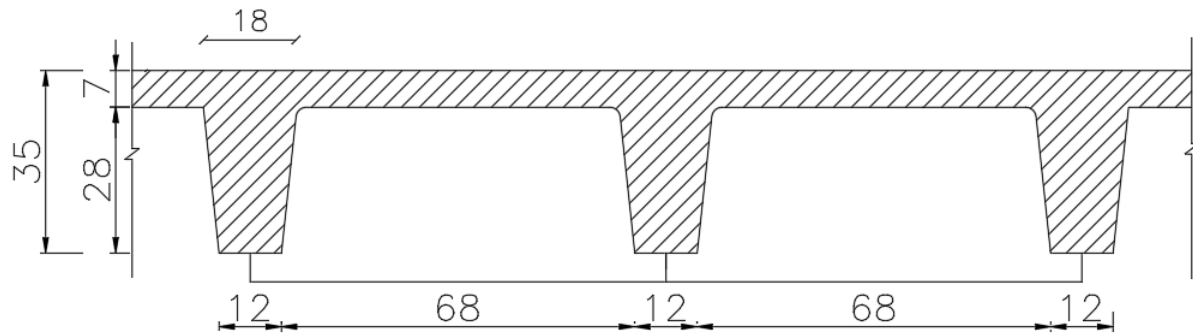
یکی از ساده ترین سقف ها از نوع محاسبه حجم بتن، سقف های دال بتن آرمه میباشد، کفایت ضخامت دال را به عنوان حجم در واحد متر مربع ساخت در نظر بگیرید. محاسبه تیرها هم مشابه قسمت قبل در هر قسمت جداگانه در نظر گرفته شود. برای مثال در سقف دال بتن آرمه با جزییات تصویر ۳، مقدار حجم بتن ریزی در واحد سطح برابر ۲۰ سانتی متر که همان ضخامت دال است در نظر میگیریم.



تصویر ۳- جزییات سقف با دال بتن آرمه

۳- محاسبه بتن مصرفی در سقف وافل:

سقف های وافل یا همان سقف های دال مشبک، با حذف هوشمندانه بتن در ناحیه کششی باعث میشوند که دهانه های بلندتری در اسکلت های بتن آرمه بتوانیم ایجاد کنیم، همانطور که از مباحث بتن آرمه اکثر طراحان و مهندسين عزيز در جريان هستند، فرض اصلي معادلات تعادل و ضوابط بتن آرمه بر اين استوار است که پس ایجاد ترک در بتن آرمه صرفاً آرماتور توانایی تحمل کشش را خواهد داشت، برای محاسبه وزن مرده یا همان میزان بتن مصرفی در سقف های وافل ابتدا باید توجه کنیم که حجم هر بلوک وافل چقدر است، و پس از آن با شمارش تعداد قالب های وافل میزان حجم کلی این بلوک ها به دست می آید و در نهایت پس از کسر کردن این حجم از دال توپر کل، میزان بتن مصرفی بدست خواهد آمد، برای روشن شدن این موضوع در تصویر ۴ جزییات یک نمونه از قالب های وافل دو طرفه نمایش داده شده است:



تصویر ۴- جزییات یک نمونه سقف وافل (قسمت هاشور خورده میزان بتن مصرفی)

ابعاد قالب وافل مورد استفاده در تصویر ۴ به صورت کامل و محاسبه حجم هر قالب در جدول ۱ ارائه شده است:

جدول ۱- جزییات قالب وافل و محاسبه حجم آن

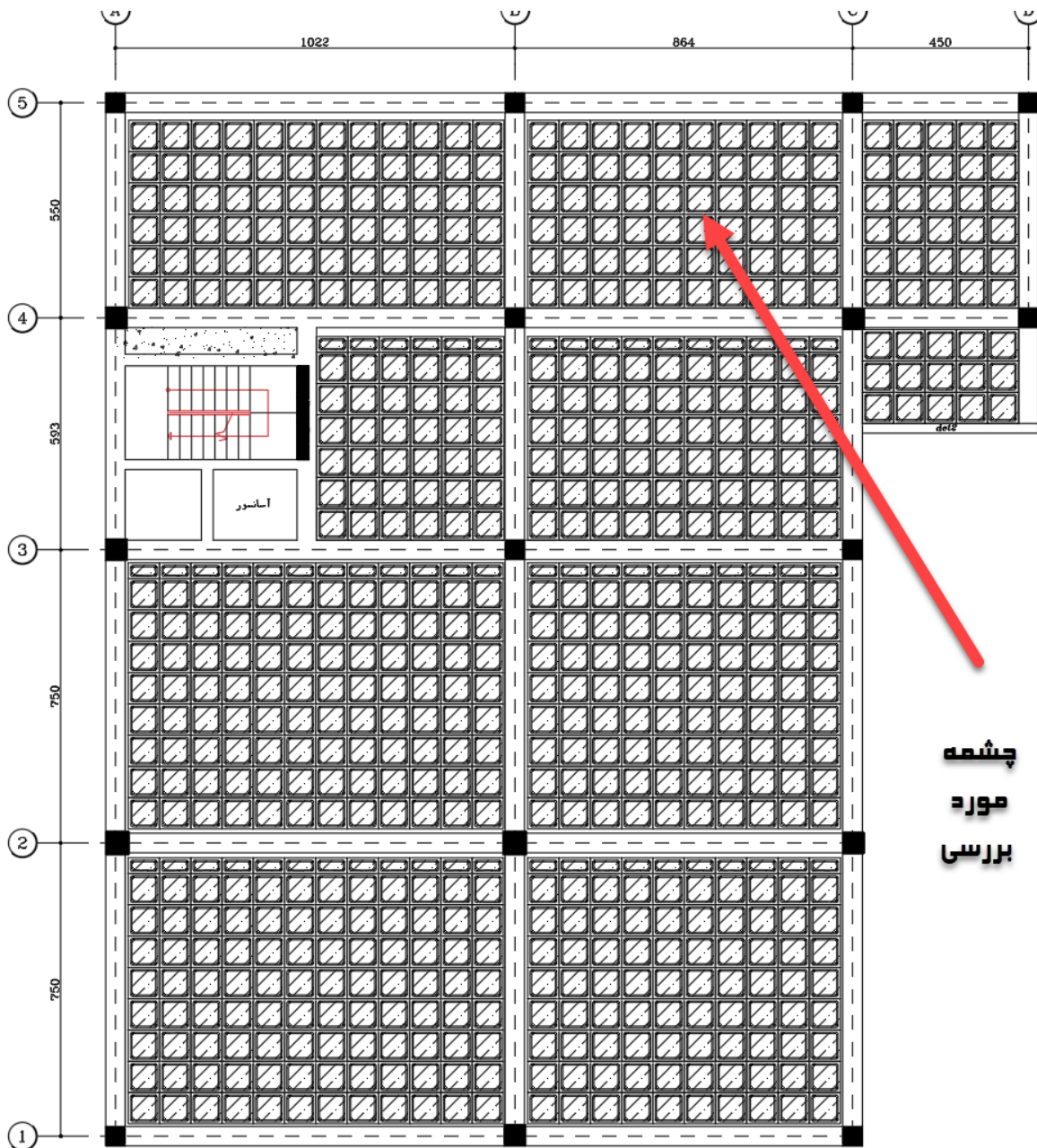
طول قالب (قسمت پایین)	عرض قالب (قسمت پایین)	طول قالب (قسمت بالا)	عرض قالب (قسمت بالا)	ارتفاع قالب	حجم قالب (متر مکعب)
۶۸	۶۸	۶۲	۶۲	۲۸	۰,۱۱۸۳

نحوه محاسبه حجم این قالب به شرح زیر است:

$$V = (\text{ارتفاع} \times \text{طول میانگین} \times \text{عرض میانگین}) = (28 \times 65 \times 65) = 0.1183 \text{ m}^3$$

= حجم هر قالب

همانطور که اشاره کردیم با محاسبه تعداد قالب های وافل در هر چشمه و در نهایت محاسبه حجم آن میتوانیم حجم بتن مصرفی سقف را محاسبه کنیم، برای مثال پلان چینش وافل یکی از پروژه ها در تصویر ۵ نمایش داده شده است و دهانه مورد بررسی نیز مشخص شده است.



تصویر ۵- پلان چیدمان وافل پروژه و چشمه مورد بررسی جهت محاسبه حجم بتن

تعداد ۶۰ عدد قالب وافل هر کدام به حجم معرفی شده، در این چشمه مورد نیاز است، برای محاسبه حجم بتن فرض میکنیم که با یک دال بتن آرمه با ضخامت کلی ۳۵ سانتی متر در این چشمه مواجه هستیم، مساحت کلی چشمه برابر ۴۰,۷ متر مربع میباشد، جهت محاسبه حجم بتن به روش زیر عمل میکنیم:

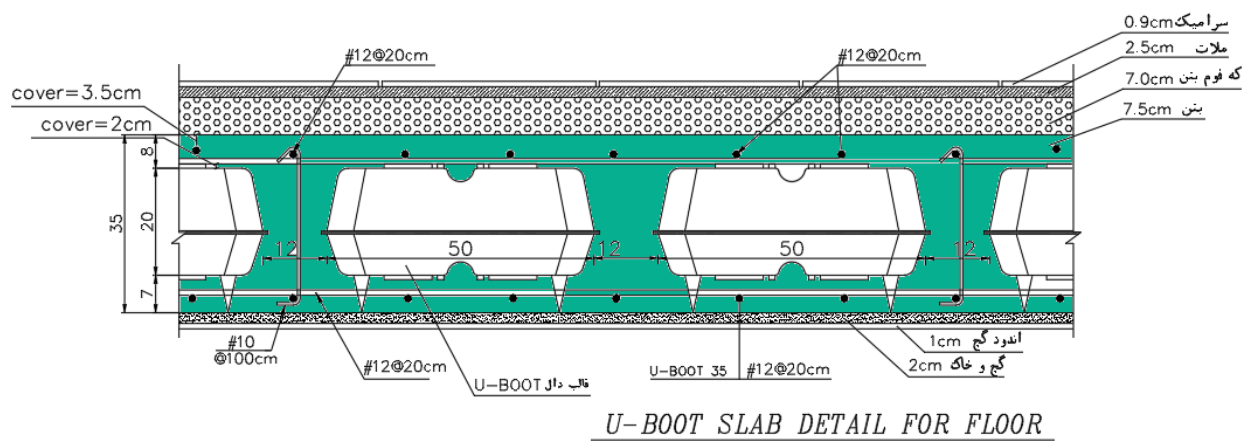
$$V = (0.35 \times 40.7) - (60 \times 0.1183) = 7.147 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم بتن در واحد سطح} = \frac{7.174}{40.7} = 0.176 \text{ m} = 17.6 \text{ cm}$$

یعنی به ازای هر متر مربع نزدیک به ۱۷,۶ سانتی متر (به فرض وزن مخصوص بتن برابر ۲,۴ تن بر متر مکعب) برابر ۴۲۲ کیلوگرم بتن مصرف خواهد شد.

۴- محاسبه بتن مصرفی در سقف های مجوف (یوبوت، کوبیاکس):

برای محاسبه حجم بتن مصرفی در این نوع از سقف ها، مشابه روش استفاده حجم بتن در سقف های وافل که در قسمت قبل توضیح دادیم عمل میکنیم، به این صورت که ابتدا حجم یکی از قالب ها محاسبه شده و در نهایت، با شمارش تعداد قالب ها در یک چشمه، حجم کلی قالب ها و فضای توخالی از دال بتن آرمه توپر کسر شده و در نهایت حجم کلی بتن محاسبه میشود، برای مثال جزییات یک نمونه از سقف یوبوت و قالب آن به همراه مشخصات فنی و حجم هر قالب در تصویر ۶ و جدول ۲ ارائه شده است.

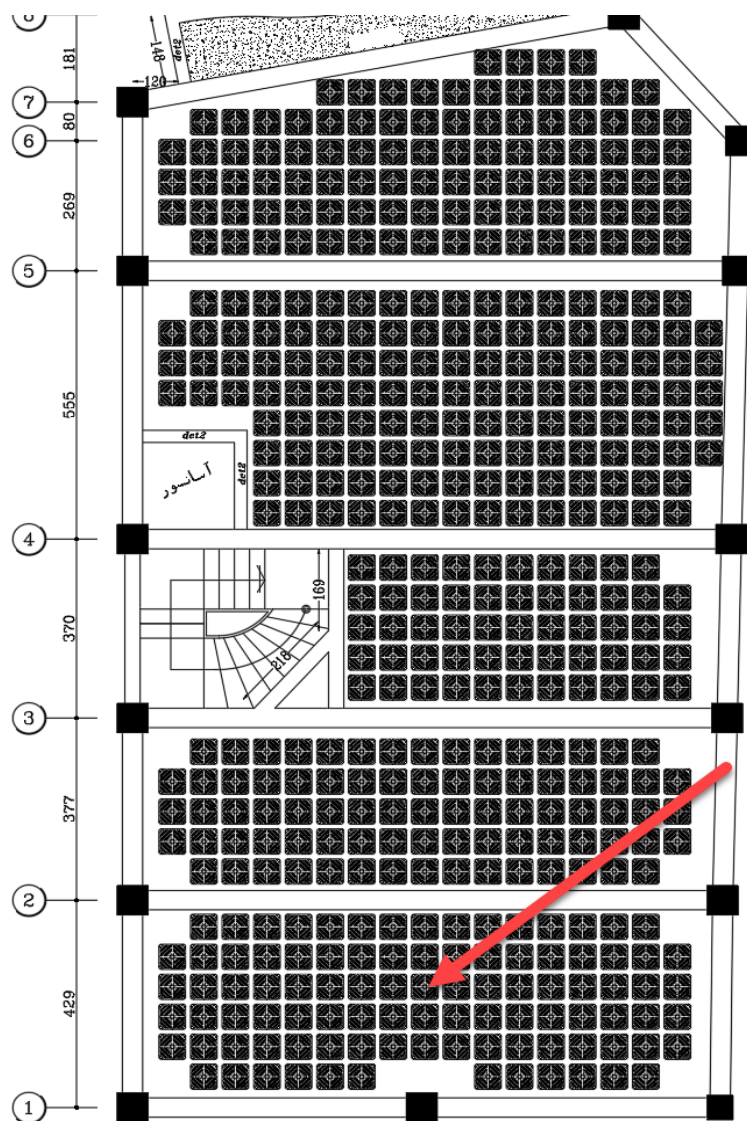


تصویر ۶- جزییات یک نمونه سقف یوبوت (قسمت با رنگ سبز میزان بتن مصرفی)

جدول ۲- جزئیات قالب یوبوت و محاسبه حجم آن

طول قالب (قسمت پایین)	عرض قالب (قسمت پایین)	طول قالب (قسمت بالا)	عرض قالب (قسمت بالا)	ارتفاع قالب	حجم قالب (متر مکعب)
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲۰	۰,۰۵

مشابه قسمت قبل در یک چشمه تعداد قالب ها شمارش میشوند و حجم بتن کل به دست می آید، در تصویر ۷ یک نمونه از پلان چینش بلوک های یوبوت نمایش داده شده است:



تصویر ۷- پلان چیدمان قالب یوبوت پروژه و چشمه مورد بررسی جهت محاسبه حجم بتن

تعداد ۹۵ عدد قالب یوبوت هر کدام به حجم معرفی شده، در این چشمه مورد نیاز است، برای محاسبه حجم بتن فرض میکنیم که با یک دال بتن آرمه با ضخامت کلی ۳۵ سانتی متر در این چشمه مواجه هستیم، مساحت کلی چشمه برابر ۴۳,۵ متر مربع میباشد، جهت محاسبه حجم بتن به روش زیر عمل میکنیم:

$$V = (0.35 \times 43.5) - (95 \times 0.05) = 10.47 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم بتن در واحد سطح} = \frac{10.47}{43.5} = 0.24\text{m} = 24\text{cm}$$

یعنی به ازای هر متر مربع نزدیک به ۲۴ سانتی متر (به فرض وزن مخصوص بتن برابر ۲,۴ تن بر متر مکعب) برابر ۵۷۶ کیلوگرم بتن مصرف خواهد شد.

۵-محاسبه بتن مصرفی در سقف های اینتل دک، کانتراس و کانتون :

این نوع سقف ها از لحاظ عملکرد دقیقاً مشابه سقف وافل میباشد و باید توجه داشت که تفاوت اصلی آن ها در میزان حجم هر عدد از این قالب ها مطابق با شرایط ساخت شرکت سازنده هست، یعنی روش محاسبه حجم بتن سقف در این نوع از سیستم ها دقیقاً مشابه روش محاسبه بتن سقف در سیستم وافل هست، با این تفاوت که باید میزان حجم بلوک های اینتل دک، کانتراس، کانتون و ... مطابق با نقشه های سازه محاسبه شود، با توجه به تکراری بودن محاسبه حجم بتن، از نوشتار مجدد این موضوع پرهیز میکنیم.

در پایان این نوشتار امیدواریم با مطالعه دقیق این مقاله تمامی مهندسین و مجریان گرامی بتوانند به راحتی تمامی احجام بتن مصرفی در سقف های بتن آرمه را به صورت دقیق و بدون استفاده از جداول آماده محاسبه نمایند.