بسم الله الرحمن الرحیم

موضوع:

طراحی عرشه های فولادی

استاد:

جناب آقای مقدسی

گردآورنده:

علیرضا حشمتی

شماره دانشجویی:

۸۹۰۰۷۰۱۵۵

پاییز ۱۳۹۲

مقدمه

روشهای جدید و کارآمد برای ساخت سقف های مرکب فولادی باعث گردیده تا احداث ساختمانها با سرعت زیادی انجام گیرد. استفاده از مصالح قدیمی و روشهای سنتی ساخت دیگر جوابگوی سرعت مورد نظر و نیازهای طراحی نمیباشد. ازاین رو استفاده از مصالح جدید و کارا به همراه تکنیکهای نوین در ساخت و ساز امر اجتناب ناپذیری محسوب میشود.

سقفهای مرکب عرشه های فولادی سالهای زیادی است که در کشورهای توسعه یافته اجرا میشود و با ورود تکنولوژی آن به کشور" اخیرا روند رو به رشدی را طی میکند و یکی از ایمن ترین و اقتصادی ترین سقف هایی است که به شیوه کاملا مهندسی در کشور اجرا میشود.

هرچند مدت زیادی از رواج این نوع سقف در کشورمان نمی گذرد اما در واقع این سیستم اجرای سقف از سال ۱۹۳۹ و با تدوین یک استاندارد صنعتی برای طراحی, اجرا و بهره برداری از این سقف توسط انستیتو سقف فولادی SDI , به طور رسمی وارد صنعت ساختمان شده است.

کشورهای اروپایی و آمریکایی تحقیقات گسترده ای را بر روی عملکرد این سقف ها انجام داده اند و استانداردها و دستورالعمل های مخصوصی را در مورد طراحی ورق های عرشه به تنهایی و در حالتهای مرکب و غیر مرکب تهیه نموده اند.

به دلیل افزایش روز افزون اجرای این سقف ها در ایران و در راستای بیشتر کارفرمایان و دست اندرکاران صنعت ساختمان آیین نامه های مربوط سعی می گردد در هر شماره بخشی از مطالب آنها ترجمه و مورد بررسی قرار گیرد.

در این پروژه سعی بر این داریم ویژگی های این نوع سقف ها را بطور کامل مورد بررسی قرار دهیم.

سقف عرشه های فولادی چیست؟

سقف پیشرفته (عرشه فولادی) با ورق های گالوانیزه ذوزنقه ای شکل آجدار بدون اجرای قالب بندی و میلگرد با سرعت بیشتر و هزینه کمتر نسبت به سایر سقف ها.

سیستم سقف های کامپوزیت عرشه فولادی (**متال دک**) از مقاطع مختلط **دال بتن مسلح** بر روی **ورق های ذوزنقه ای** که به تیرها و شاهتیرهای فولادی متصل می شوند، تشکیل شده است.

سیستم **سقف های کامپوزیت عرشه فولادی** قابل اجرا بر روی **اسکلت های فلزی (پیچ و مهره ای و یا جوشی)** و **اسکلت های بتنی** می باشد. در این سیستم ورق های گالوانیزه ذوزنقه ای آجدار نقش قالب باربر و ماندگار را بر

عهده دارد که توسط **برشگیر های فولادی** استاندارد به تیرهای فرعی و اصلی متصل می گردد . در این سیستم عملکرد مختلط **دال بتن مسلح** و **ورق فولادی ذوزنقه ای** ، نقش مهمی در تامین صلبیت سقف و رفتار مطلوب برشی آن خواهد داشت .

وزن این سقف نسبت به سقف های مشابه حدود۳۰ تا ۶۰ درصدکمتر می باشد و سرعت اجرای این سقف حدود۱۱ برابر بیشتر از سقف های معمولی مانند دال بتنی و تیرچه بلوک می شود و همچنین باعث میشود شیره بتن در سقف ماندگار شود که این امر باعث مقاومت بیشتر بتن میشود.

ورق های خم شده را میتوان به دو صورت عرشه فولادی عمود بر محور تیر و موازی محور تیر اجرا نمود.

ورق های ذوزنقه ای در اجرای تیر مرکب با عرشه فولادی عمود بر محور تیر عملکرد بهتری نسبت به اجرای عرشه فولادی موازی محور تیر از خود نشان میدهد.

در حالت اجرای عرشه فولادی عمود بر محور تیر, ورق های فولادی در جهت عمود بر تیر مانند یک تیر سرتاسری رفتار میکنند.

اما ورق های فولادی موازی بر محور تیر ظرفیت باربری چندانی ندارند و ورق نقش قالب و پایه را به خوبی ایفا نمیکند. در این نحوه اجرا استفاده از پایه های موقت ضروری است.

اجزای تشکیل دهنده سقف عرشه های فولادی:

الف)ورق فولادی(Steel Sheet) :

ورق فولادی شاخص‌ترین مصالح این نوع سقف می‌باشد که برای ساخت آن ورق فولادی گالوانیزه (هر دو طرف) با ضخامت‌های ۰/۸ تا ۱/۲ میلیمتر را به وسیله دستگاه‌های Rol Forming به روش نورد سرد (Cold Forming) به حالت موجدار شکل دهی می‌کنند به صورتی که در مقطع ورق حاصله هر موج به شکل یک ذوزنقه دیده می‌شود. برای محاسبه مشخصات هندسی مقطع می‌بایست از ضخامت پوشش گالوانیزه (Zinc Coating) صرف نظر نمود ارتفاع ذوزنقه‌ها (عمق کنگره) حداکثر ۷۵ میلیمتر می‌باشد همچنین عرض متوسط کنگره‌های پرشده با بتن نمی‌بایست کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد.

ضمن رعایت ضوابط موجود برای این ورق‌ها می‌توان آنها را برای کاربری‌های مختلف به حالت‌های خاصی از ذوزنقه شکل داد تا به قابلیت‌های جدیدی دست یابند. این ورق‌ها می‌بایست در جان خود (قسمت شیبدار ورق) دارای فرورفتگی‌ها و برجستگی‌هایی باشند تا درگیری (Interlock) بین فولاد و بتن را ایجاد نمایند. در طی مراحل بارگیری، حمل و دپوی این ورق‌ها می‌بایست دقت لازم برای جلوگیری از تغییر شکل (Deformation) آنها صورت گیرد.

ب) برشگیر (Stud Shear Connector) :

برشگیرها یا گل میخ‌های خاصی که در این نوع سقف استفاده می‌شود به جهت نوع مصالح و روش خاص اجرا، یکی دیگر نقاط قوت این نوع سقف محسوب می‌شود. قطر این برشگیرها حداکثر ۲۰ میلیمتر و ارتفاع آنها بسته به شکل ورق فولادی متغییر می‌باشد و در نهایت حداقل ارتفاع گل میخ بعد از نصب که از بالای ورق زوزنقه‌ای اندازه‌گیری می‌شود نباید کمتر از ۴۰ میلیمتر باشد.

این گل میخ‌ها به وسیله دستگاه جوش قوس الکتریکی خاصی که Stud Welder خوانده می‌شود به بال تیرهای سازه‌ای جوش می‌شود. این فرآیند جوشکاری می‌تواند هم به صورت مستقیم روی بال تیر سازه‌ای انجام گیرد (Direct Attach Welding)و هم از روی ورق فولادی انجام گیرد (Through the Sheet Welding) قبل از قرارگیری گل میخ یک حلقه سرامیکی در محل جوش قرارمی‌گیرد تا از حوضچه مذاب ایجاد شده در لحظه ایجاد قوس الکتریکی محافظت نماید.

ParsCenter.com
شرکت پارس صنعت آرتامهر

ج) آرماتور(Reinforcement):

آرماتوربندی در چهار مورد زیر می‌بایست اجرا گردد:

۱- مقاومت در برابر لنگر منفی در دهانه‌های ممتد و کنسول ها

۲- بارهای متمرکز یا بازشوها

۳- آرماتور حرارتی

۴- مقاومت در برابر لنگر مثبت در صورتی که از عملکرد کششی ورق فولادی صرف‌نظر شود.

آرماتوربندی این سقف در صورتی که با استفاده از میلگردهای آجدار مرسوم و موجود در بازار صورت گیرد تا حدودی وقت‌گیر (نسبت به سایر مراحل اجرای این نوع سقف) خواهد بود اما در صورت استفاده از مش‌های آماده (Fabric Reinforcement) این مرحله از اجرای سقف نیز با سرعت قابل قبولی صورت خواهد پذیرفت البته این مش‌های آماده می‌بایست مطابق با استانداردهای مربوطه ساخته، حمل و نصب گردند.

مش های آماده

د) بتن

مقاومت فشاری بتن مورد استفاده با توجه به اینکه از بتن سبک یا بتن معمولی استفاده شود می‌تواند از ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع متغیر باشد که با توجه به نوع بارگذاری و مشخصات دهانه تعیین خواهد شد.

در هنگام محاسبه مشخصات هندسی مقطع می‌بایست به جهت کنگره‌های ورق فولادی نسبت به تیر سازه‌ای موجود دقت نمود چرا که در صورت عمود بودن کنگره‌ها بر تیر، از بتن موجود در زیر سطح فوقانی ورق ذوزنقه‌ای باید صرف‌نظر نمود.

ضخامت دال بتنی در بالای کنگره ورق ذوزنقه‌ای نباید از ۵۰ میلیمتر کمتر باشد. با توجه به این موضوع در صورت استفاده از ورق فولادی با ارتفاع حداکثر ۷۵ mm مجموع ضخامت سقف ۱۲۵mm خواهد بود.

یکی دیگر از راهکارهای سرعت بخشیدن به اجرای این سقف استفاده از بتن دارای فیبرهای پلیمری یا فولادی (Fibre Reinforced Concrete) می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان آرماتوربندی را در اکثر نقاط عرشه فولادی خذف نمود که البته تهیه، حمل و ریختن آن می‌بایست با دقت خاص و براساس آئین‌نامه‌های مربوطه باشد.

مزایای سقف عرشه های فولادی:

- وزن و هزینه اجرای آن حداقل به میزان ۱۰ تا ۴۰ درصد کمتر از سقفهای معمول می باشد
- ٪۲۰تا ٪۳۰ صرفه جویی در مصرف فولاد اسکلت سازه
- سرعت اجرای بالا

- ٪۶۰تا ٪۷۰ صرفه جویی در مصرف میلگرد بتن ریزی کلیه سقف ها در یک زمان
- بدون نیاز به شمع‌بندی

- امکان افزایش فاصله تیرها تا ۳/۵ متر بدون نیاز به شمع بندی وجود دارد
- ٪۱۵ تا ٪۲۰ صرفه جویی در مصرف بتن سقف
- وزن کمتر سقف باعث وزن کمتر سازه شده و اسکلت و فونداسیون ساختمان سبکتر می شود

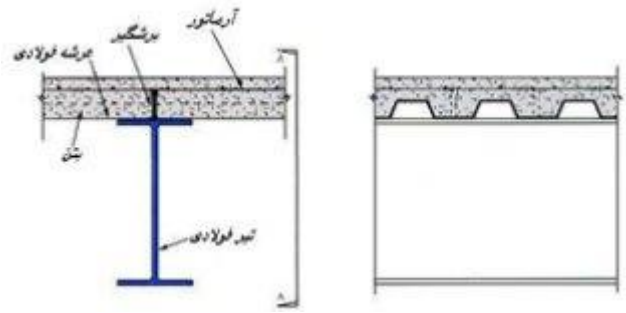
- در این نوع سقف قالب بندی حذف شده و ورقهای عرشه در حین اجرا به عنوان قالب عمل میکند

- نیازی به آرماتور کششی در این سقف نبوده و ورقهای عرشه پس ار گیرش بتن به عنوان فولاد کششی عمل خواهند کرد

- بار مرده این سقف با ۵ سانتیمتر بتون رویه ۱۹۰ کیلوگرم و با ۷ سانتی متر بتون رویه ۲۱۰ کیلوگرم بر مترمربع است بنابراین از بار مرده سقف تیرچه و بلوک ۱۵۰کیلوگرم و از بار مرده سقف کمپوزیت ۶۰ کیلوگرم سبک تر می باشد
- ورقهای عرشه با توجه به ظرفیت باربری بالائی که دارند سکوی مناسبی برای پرسنل در حین اجرا می باشند

- عبور آسان وسالم تاسیسات از زیر سقف وهمچنین تعمیر وتعویض بسیار راحت موارد آسیب دیده از ویژگیهای سقف عرشه فولادی می باشد

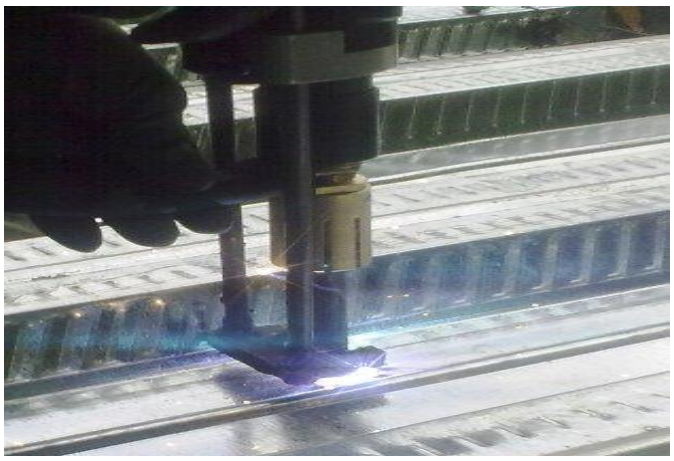
- وزن این سقف از سایر سقف های معمول مثل دال بتنی، کامپوزیت، تیرچه بلوک حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد کمتر می‌باشد،(بسته به نوع بتن سبک یا معمولی)
- در این سیستم با توجه به حذف شمع بندی امکان بتن ریزی همزمان طبقات وجود دارد
- سرعت اجرا تا ۱۰ برابر بیشتر از سقفهای معمول می باشد
- کاهش ضخامت سقف



- قابلیت اجرا در پلان‌های معماری پیچیده با رعایت جزئیات
- لرزش در سقف عرشه فولادی به میزان قابل توجهی به نسبت سقف های مشابه کمتر می باشد

- در این نوع سقفها نگهداری و عمل آوری بتن به دلیل حفظ کامل آب بتن به نحو بسیار مناسبی انجام می گردد
- در ساختمانهای صنعتی، پارکینگها و بطور کلی فضاهائی که نیاز به سقف کاذب ندارند، زیبائی ورقهای گالوانیزه سطح تمام شده یکدست و مناسبی را ایجاد می نماید

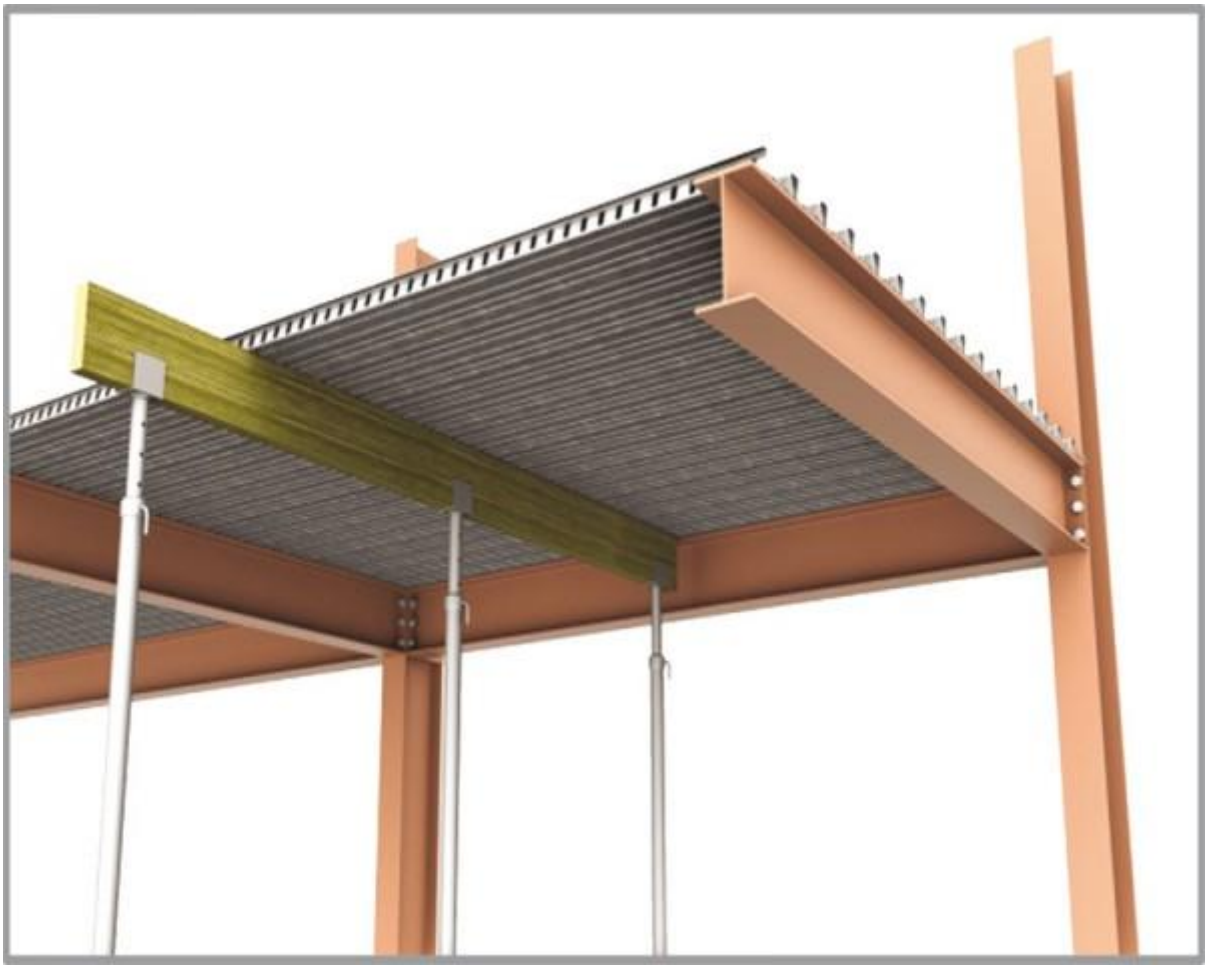
- به دلیل استفاده از تجهیزات مدرن در بخشها تولید، نصب و جوشکاری کیفیت اجرا بسیار بالا می باشد
- شاهد کاهش هزینه حمل و نقل مصالح خواهیم بود
- نصب ورقه ها بدون جوشکاری و فقط بامیخ های فولادی انجام می شود که همین کار سبب پایین آمدن هزینه ها میشود



نیاز به شمع‌بندی ... !؟

سقف‌های کامپوزیت عرشه فولادی معمولاً طوری طراحی می‌شوند که نیازی به شمع‌بندی نداشته باشند اما برای دهانه های بزرگتر از ۳ متر در برخی موارد به شمع‌بندی موقت نیاز داریم. این اتفاق معمولاً در مواردی رخ می‌دهند که یا از لحاظ اقتصادی «حذف یک تیر فرعی و زمان اضافه لازم جهت اجرای شمع‌بندی» قابل توجیه باشد، یا این که دهانه ها با اشکال یا موقعیت خاص باشند مانند دهانه‌هایی که شامل شفت آسانسور یا تاور می‌باشند. به طور معمول محل قرارگیری شمع‌ها در وسط دهانه‌ها می‌باشد (یک ردیف شمع مانند شکل زیر) در برخی موارد هم در یک سوم دهانه قرار می‌گیرند. (دو ردیف شمع)

ورق‌های فولادی هرگز نباید در محل شمع‌ها قطع یا اورلب و یا به آنها بسته شوند. عرض تکیه‌گاه ورق فولادی بر روی شمع (ضخامت تخته چوبی) بین ۷۵ تا ۱۰۰ میلیمتر و فاصله بین دو پایه شمع در حدود یک متر می‌باشد



جدول مقایسه سقف متال دک با سقفهای دیگر:

جدول مقایسه اپی اجرای سقفها
شرکت ساختمانی آکام پارمیس

ردیف	شرح		واحد / مبلغ		محاسبه متر مربع سقف پروژه				
	آیتم	ملاحظات			سقف MCD	تیرچه - بلوک	کامپوزیت	دال تخت	پیش تنیده
1	میلگرد	میلگرد حرارتی بعلاوه تقویتی ها و تیرچه ها	مقدار مصرف	کیلوگرم	2.5	6.0	7.8	22.0	10.00
			مبلغ جنس واجرا	8,500	21,250	51,000	66,300	187,000	85,000
			وزن (کیلو گرم)	1.0	2.5	6.0	7.8	22.0	10
2	سفال و فوندول		مقدار مصرف	عدد	0	8.5	0.0	0	0.00
			مبلغ جنس	6,500	0	55,250	0	0	0
			وزن (کیلو گرم)	9.5	0	81	0.0	0	0
3	استرند و تجهیزات پیش تنیدگی		مقدار مصرف	عدد	0	0.0	0.0	0	1.00
			مبلغ جنس	250,000	0	0	0	0	250,000
			وزن (کیلو گرم)	10.0	0	0.0	0.0	0	10
4	بتن	هزینه های بتن، اجرا و انعامها	مقدار مصرف	متر مکعب	0.09	0.12	0.1	0.20	0.20
			مبلغ جنس واجرا	500,000	43,500	60,000	50,000	100,000	100,000
			وزن (کیلو گرم)	2,300	200	276	230.0	460	460
5	قالب بندی	-	قالب بندی / نصب ورقها	واحد	0	0.5	0.7	1.2	1.20
			مبلغ جنس واجرا	100,000	0	50,000	70,000	120,000	120,000
			وزن (کیلو گرم)	0	0	0	0.0	0	0
6	ورق MCD Corrugated	هزینه ورق و اجرا	مقدار مصرف	متر مربع	1	0	0.0	0	0.00
			مبلغ جنس	207,000	207,000	0	0	0	0
			وزن (کیلو گرم)	10	10	0	0.0	0	0
7	برشگیر	-	مقدار مصرف	عدد	1.5	0.0	5.0	0.0	0.0
			مبلغ جنس واجرا	10,000	15,000	0	50,000	0	0
			وزن (کیلو گرم)	0.30	0.45	0.00	1.5	0.00	0.00
8	تیرهای فرعی و تیرچه ها	-	مقدار مصرف	کیلوگرم	4.0	10.0	14.0	0	0.00
			مبلغ جنس واجرا	12,000	48,000	120,000	168,000	0	0
			وزن (کیلو گرم)	1	4.0	10.0	14.0	0	0
جمع کل			مبلغ جنس واجرا		334,750	336,250	404,300	407,000	555,000
			وزن (کیلو گرم)		217.05	372.75	253.30	482.00	480.00
درصد کاهش هزینه سقف			درصد کاهش هزینه نسبت به سقف MCD		0.0%	0.4%	17.2%	17.8%	39.7%
			درصد کاهش وزن نسبت به سقف MCD		0.0%	41.8%	14.3%	55.0%	54.8%

نیصره : در محاسبات صورت گرفته، تاثیر کاهش بار مرده سقف بر روی کل سازه در نظر گرفته نشده است که در صورت انجام طراحی کل سازه با روش سقفهای MCD ، کاهش وزن سازه و قیمت تمام شده چشمگیر خواهد بود.

طبق جدول بالا ملاحظه میشود که قیمت و وزن سقف متال دک که دو عامل مهم در صنعت ساختمان سازی است نسبت به سقفهای دیگر کمتر است. بنابراین برای ثبات این سقفها در ایران باید تلاش کرد.

الزامات اجرای سقف عرشه فولادی

۱.ارتفاع ورق های فولادی ذوزنقه ای در این مقاطع به ۷۵ میلیمتر محدود میشود.

۲.تامین ضوابط دیافراگم صلب با توجه به ضوابط موجوددر فصل ۱۲آیین نامه ASCE۷-۰۵ و ضوابط موجود دراستاندارد۲۸۰۰ ایران الزامی است.

۳.حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار مرده حین اجرا به L/۱۸۰ یا ۲۰ mm برای هر دهانه محدود میشود.

۴.حداکثر تغییر مکان مجازی ناشی از بار زنده بهره برداری به L/۳۶۰ برای هر دهانه محدود میشود.

۵.رعایت ضوابط طراحی برشگیرهابراساس بند۱۰-۱-۲-۷ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان یا براساس ضوابط موجود در بخش ۱۳ آیین نامه ASCE ۷-۰۵ الزامی است.

۶.قطر گل میخهای برش گیر باید ۲۰ mmیا کمتر بوده وحداقل ارتفاع آنها بعد از نصب، که از بالای ورق ذوزنقه ای اندازه گیری میشود، نباید کمتر از ۴۰ mmباشد.

۷.ضخامت دال بتن آرمه در بالای کنگره ورق ذوزنقه ای نبایداز ۵۰ mmکمتر باشد.

۸.رعایت مشخصات فولادهای بکار برده شده بر اساس استاندارد ASTM با حداقل Fy برابر ۲۳۰ MPaالزامی است.

۹.رعایت مشخصات بتن سازه ای برای بتن مورد استفاده در دال بتن ارمه،مطابق با ضوابط موجود در AISC و با حداقل fc برابر ۲۱ MPa و حداکثر آن برابر ۷۰ MPa وهمچنین رعایت ضوابط مربوط به آرماتور گذاری دال بتن آرمه براساس ضوابط موجود در آیین نامه ACI ۳۱۸-۰۵ الزامی است.

۱۰.مقاومت تسلیم آرماتورهای مورد استفاده در دال بتن آرمه رویه، مطابق ضوابط AISC نباید از ۵۲۵ MPaتجاوز کند.

۱۱.رعایت ضوابط ومقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI وآیین نامه های AWSو AISC الزامی است.

۱۲.رعایت ضوابط راهنمای طراحی Floor vibrations due to human activityمنتشر شده توسط انجمن AISCبرای کنترل ارتعاش کف ها الزامی است.

۱۳.رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمانها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان،کاربری و وظیفه عملکردی عنصرساختمانی ضروری است.

۱۴.صدا بندی هوابرد وکوبه ای سقف بین طبقات میبایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.

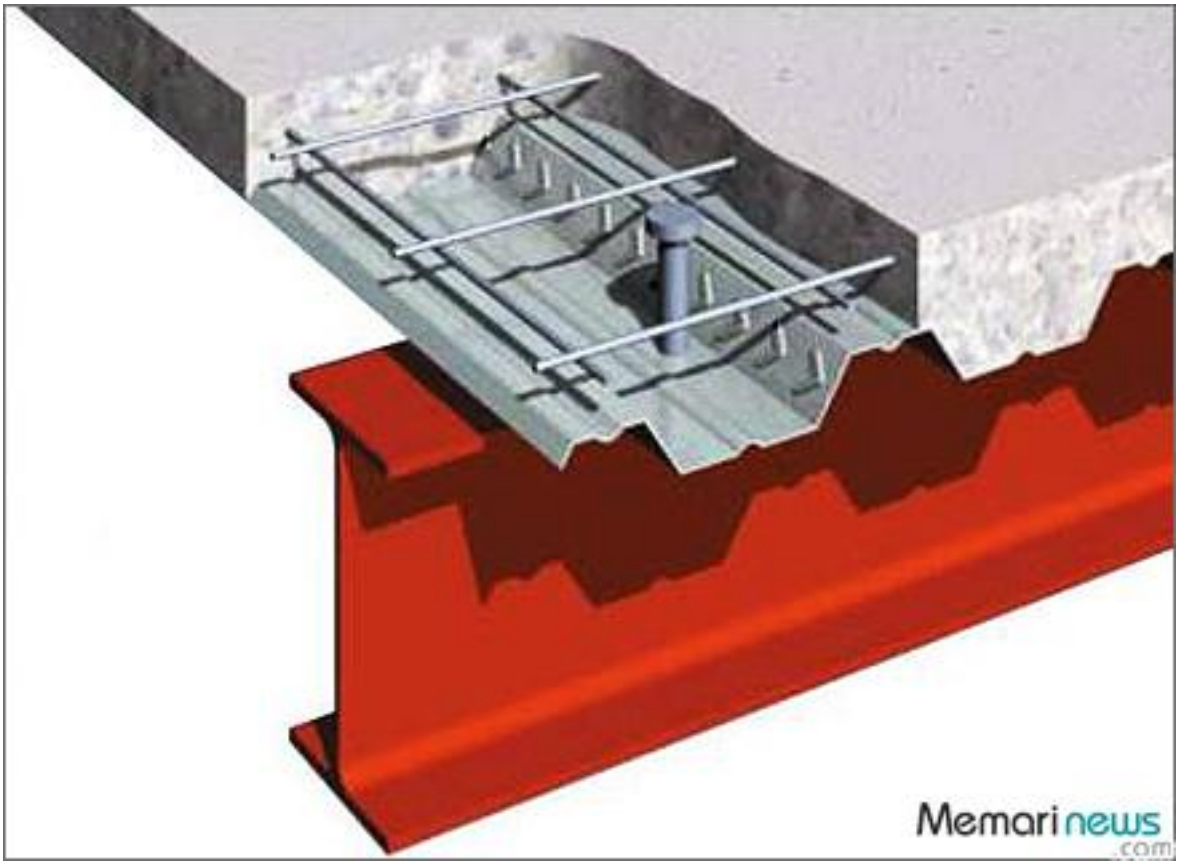
۱۵.رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جوئی در مصرف انرژی الزامی است.

۱۵.در نظر گرفتن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اجزای تاسیات مکانیکی و برقی در مرحله طراحی و اجرای سقف، ضروری است.

۱۶.گلمیخ ها را میتوان از روی ورق فولادی ذوزنقه ای یا مستقیما به عضو فولادی جوش نمود. در هرحال گلمیخ باید روی بال ذوب شود.

۱۷.فواصل گلمیخ های برشگیر در امتداد تیر تکیه گاهی نباید از ۹۰۰ میلیمتر تجاوز کند.

۱۸.برای مقابله با نیروی برکنش, ورق ذوزنقه ای فولادی باید به تمام تیرها یا شاهتیرهای فولادی که به صورت مقطع مختلط طراحی میشوند, در فواصل کمتر از ۴۰۰ میلیمتر مهار شوند.



روش های طراحی :

اصولا دو روش کلی برای طراحی این نوع سقف وجود دارد :

الف)ورق فولادی به عنوان قالب ماندگار (Shuttering Permanent)

ب)ورق فولادی به عنوان المان کششی (Component Tensile)

روش سوم دیگری نیز وجود دارد،که طراحی بر اساس نتایج بدست آمده از یک سری آزمایش های استاندارد انجام میپذیرد که این امر مستلزم ساخت نمونه هایی با دقت بالا و سپس انجام آزمایش های مذکور با شیوه خاص خود و در نهایت قرار گرفتن خروجی های قابل استفاده از آنهاست .

الف)ورق فولادی به عنوان قالب ماندگار

در این روش طراحی،از قابلیت مقاومت کششی ورق فولادی در مقطع صرفنظر می کنند،به عبارت دیگر ورق فولادی به عنوان یک قالب نگاه می کنند که میبایست قادر به تحمل بارهای زنده (ابزار ونفرات) موجود تا مرحله بتن ریزی وهمچنین وزن بتن خیس وخشک باشد که البته پس از گیرش بتن نیازی به دکفراژ ندارد وتا پایان عمر ساختمان باقی خواهد ماند. در این حالت در واقع از عملکرد (Contribution)سازه ای ورق فولادی چشم پوشی شده وسقف به عنوان یک دال بتنی مسلح در نظر گرفته می شود این نحوه طراحی،موجب می شود مقدار آرماتور محاسباتی مقطع بیشتر شود چرا که می بایست به جای ورق فولادی نیز در تحمل کشش مقطع شرکت نمایند.طراحان سقف های کامپوزیت عرشه فولادی در این حالت،معمولا این آرماتور های کششی را در کف کنگره ها قرار داده و آنها را آرماتور های طولی (Longitudinal Reinforcement)می نامند .

ب)ورق های فولادی به عنوان المان کششی

در این روش ورق فولادی به عنوان المان کششی مقطع در نظر گرفته می شود ومقطع حاصله به صورت مرکب عمل میکند در واقع در این حالت بتن و ورق فولادی به اندازه ای کافی است که در حین مقاومت در برابر لنگرها وبرش های موجود با یکدیگر عمل کرده ودچار لغزش نسبت بهم نمیشوند .

طراحی با استفاده از این فرضیات اقتصادی ترین حالت این سقف را بدست میدهد چرا که موجب کاهش آرماتور محاسباتی مقطع خواهد شد .

هر چند در نظر گرفتن درستی این فرضیات منوط به داشتن اطلاعات دقیق از مشخصات هندسی ورق و انتراکشن (Interaction)بتن و ورق فولادی دارد.

اطلاعات طراحی

هدف از طراحی انتخاب بهترین مقطع ورق عرشه طوریکه علاوه بر داشتن حداقل وزن و حداکثر باربری، موجب کاهش حجم بتن نیز گردد. و این طراحی به سه مرحله زیر قابل تفکیک می باشد:

- طراحی در حین اجرا
- طراحی مرکب سقف پس از گیرش نهائی بتن
- طراحی در برابر آتش

در صورت عدم استفاده از شمع گذاری موقت، در بیشتر حالات شرایط حین اجرا حاکم بر طرح ورق عرشه بوده و ضخامت بتن سقف نیز بر اساس نیاز مهندسی در ملاحظات تغییرمکان، مقاومت در برابر آتش، لرزش و صداگیری سقف تعیین می گردد.

شمع گذاری موقت

اولین انتخاب در طراحی این نوع سقفها اجرای آن بدون نیاز به شمع گذاری موقت می باشد. اما در صورت لزوم معمولا" از یک ردیف شمع با عرض نشیمن حداقل ۱۰۰ میلیمتر در وسط دهانه کفایت می کند. این شمع ها تا زمان رسیدن مقاومت بتن به ۷۵ درصد مقاومت نهائی آن نبایستی جابجا گردند.

تامین تکیه گاه جانبی برای تیرها

ورقهای عرشه با توجه به تثبیت مناسب بر روی تیرها تکیه گاه جانبی برای بال فشاری تیرهای ساده محسوب شده و طراح سازه می تواند بدون کاهش در مقاومت مجاز خمشی نسبت به طراحی آنها اقدام نماید.

آرماتوربندی

در سقفهای مرکب عرشه فولادی دارای تکیه گاه ساده تک دهانه، مش یا آرماتوربندی تنها جهت جلوگیری از ایجاد ترک بوده و برای این منظور حداقل مقدار آهن سقف ۱/۰ درصد از مساحت کل سقف می باشد.

البته استاندارد Eurocode ۴ این میزان را به ۲/۰ درصد و در صورت استفاده از شمع های موقت به ۴/۰ درصد افزایش داده است.

آرماتور تقویتی (فولاد تحتانی)

آرماتور تقویت که در محاسبات ظرفیت دال مرکب منظور می گردد میلگردی است که در هر نشیب پروفیل قرار گرفته و فاصله محوری آن به فاصله پایین عرشه حداقل ۲۵ میلیمتر و حداکثر ارتفاع پروفیل میباشد. نوع این آرماتور از نرم افزارهای طراحی بدست می آید.

آرماتور عرضی:

BS PT۴ نسبت سطح مقطع آرماتور عرضی به سطح مقطع بتن بالای پروفیل عرشه را ۰/۱٪ مجاز میداند ولی این مسئله در نرم افزار طراحی در نظر گرفته نمیشود در صورتی که میتواند باعث کاهش بیشتر هزینه ها شود.

چنانچه عرشه بصورت کاملا پیوسته بر روی بال تیر فولادی قرار گرفته یا بصورت متناوب با برشگیرها به تیر فولادی جوش شده باشد آنگاه بصورت یکپارچه بدون نیاز به آرماتور عرضی عمل میکند.

برشگیرها

برشگیرها معمولا گل میخ های سرپهن با ضخامت ۱۹ میلیمتر می باشند. که برروی تیرهای تکیه گاهی در سراسر عرشه جوش داده میشوند. این مرحله توسط متخصصین جوشکاری گل میخ و با دستگاه مخصوص Stud welding اجرا میشود.

شرایط کارگاه باید برای جوشکاری و آزمایش های خمش که به طور مقتضی انجام میشود, مناسب باشد. فاصله و موقعیت برشگیرها حائز اهمیت بوده و باید توسط مهندس طراح بر روی نقشه های اجرایی عرشه ها تعریف شود.

حداقل فاصله گذاری:حداقل فاصله گلمیخ ها در امتداد تیر باید ۶d و در عرض تیر ۴d باشد (که d قطر اسمی گلمیخ است). در جایی که ردیف گلمیخ ها به صورت زیگزاگ است حداقل فاصله عرضی گلمیخ ها باید ۳d باشد.

حداکثر فاصله:در نواحی از عضو مرکب که در معرض اثرات غیرالاستیک زلزله قرار ندارند حداکثر فاصله ۸۰۰ میلیمتر و در نواحی که در معرض اثرات غیرالاستیک زلزله قرار دارند حداکثر فاصله ۴۰۰ میلیمتر میباشد.

گلمیخ ها نباید نزدیکتر از ۲۵ میلیمتر به لبه تیر باشند.

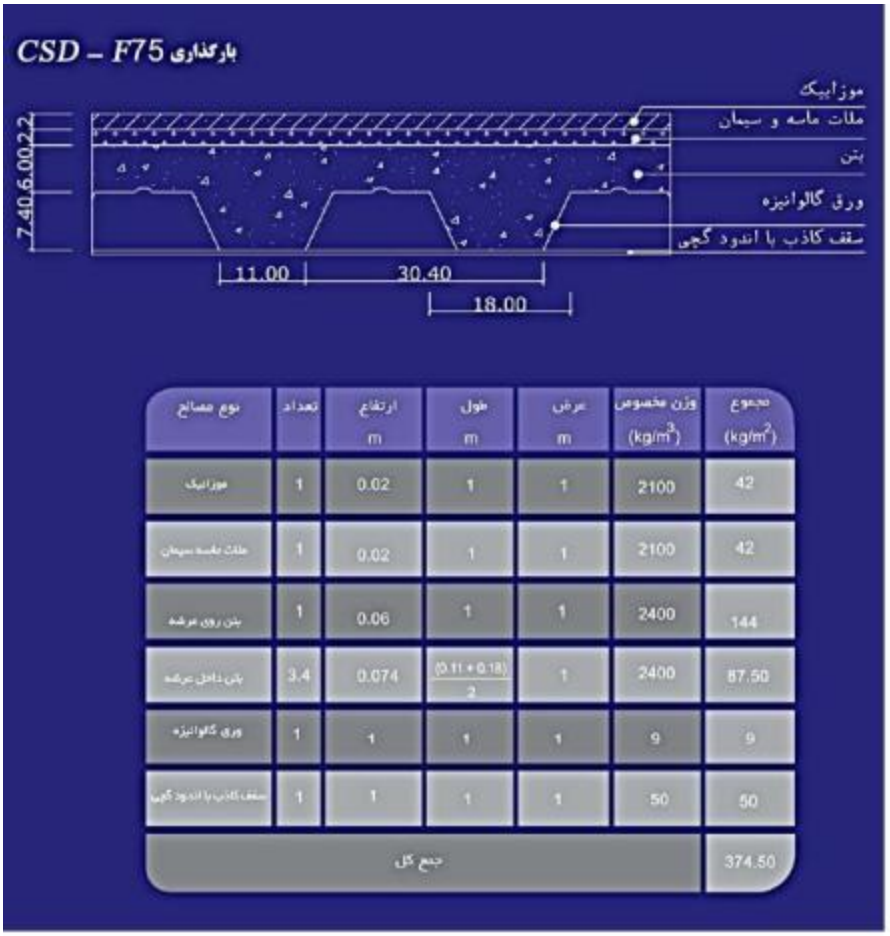
حدود بارگزاری, تغییر مکان و ارتعاش

بارهای حین اجرا:

بارهای حین اجرا شامل وزن بتن در حالت خیس و وزن عرشه به اضافه بار اجرا برابر ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع می باشد.

بارگزاری کامل:

بارگذاری کامل شامل وزن بتن در حالت خشک، ورق عرشه، پارتیشن، سقف کاذب، مصالح پرکننده کف و بار زنده طبقه می باشد.



نوع مصالح	تعداد	ارتفاع m	طول m	عرض m	وزن مخصوص (kg/m³)	مجموع (kg/m²)
موزاییک	1	0.02	1	1	2100	42
ملات ماسه سیمان	1	0.02	1	1	2100	42
بتن روی عرشه	1	0.06	1	1	2400	144
بتن داخل عرشه	3.4	0.074	(0.11+0.18)/2	1	2400	87.50
ورق گالوانیزه	1	1	1	1	9	9
سقف کاذب با اندود گچی	1	1	1	1	50	50
جمع کل						374.50

تغییر مکان ورق عرشه

تغییر مکان ورق عرشه در حین اجرا نبایستی از مقادیر زیر تجاوز نماید:

- حداقل Lp/۱۸۰ و ۲۰میلیمتر برای بارهای حین اجرا در صورتی که اثر انباشتگی بتن منظور نشده باشد.
- حداقل Lp/۱۳۰ و ۳۰میلیمتر برای بارهای حین اجرا در صورتی که اثر انباشتگی بتن منظور شده باشد.

که در آن Lpبرابر طول خالص دهانه ورق عرشه می باشد.

تغییر مکان سقف مرکب:

تغییرمکان سقف پس از گیرش نهائی بتن و اطمینان از عملکرد مرکب سقف نبایستی از مقادیر زیر تجاوز نماید:

- حداقل Lp/۳۵۰ و ۲۰میلیمتر برای بارهای مرده اضافه (Super Dead Load)و بار زنده
- Lp/۲۵۰برای بارگذاری کامل

ارتعاش سقف:

فرکانس طبیعی تمام سقفها با احتساب بارهای مرده، تاسیسات، سقف کاذب، به اضافه ۱۰ درصد از بار زنده محاسبه می گردد. در سقفهای با کاربری های اداری و مسکونی این فرکانس نبایستی کمتر از ۵ هرتز باشد. و در سقفهای با کاربری ورزشی، آمفی تئاترها و تکیه گاه ماشین آلات این حد مجاز بر اساس توصیه های استانداردهای SCI-P۰۷۶,P۳۵۴بایستی افزایش یابد.

کناره ها و بازشوها

بازشوها در سقفهای مرکب عرشه فولادی به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

- **بازشوهای کوچک** که ابعاد آنها کمتر از ۳۰۰ میلیمتر بوده و به طور معمول نیازی به تقویت اضافی در دور آنها وجود ندارد.
- **بازشوهای متوسط** که ابعاد آنها بین ۳۰۰ و ۷۰۰ میلیمتر بوده و بایستی میلگرد تقویتی در دور آنها اجرا نمود.
- **بازشوهای بزرگ** که ابعاد آنها بیشتر از ۷۰۰ میلیمتر بوده و در این حالت با تیرریزی مناسب در دور آنها بایستی ایستائی لازم را ایجاد نمود.

با فرض اینکه d پهنای عمود بر دهانه عرشه باشد:

- فاصله بین بازشو و لبه بدون تکیه گاه باید بزرگتر از ۵۰۰ میلیمتر یا d باشد.
- بازشوها نباید از بیشینه مقادیر ۱.۵d (مربوط به بزرگترین بازشو) یا ۳۰۰ میلیمتر به هم نزدیکتر باشند. در غیر این صورت باید به عنوان یک بازشو در نظر گرفته شوند.
- سطح کل بازشوهای داخل یک دهانه نباید از ۱/۴ کل سطح آن دهانه بیشتر شود.
- طول بازشوی واقع در یک دهانه نباید از ۱/۴ طول آن دهانه بیشتر شود.

در مواردی که ضوابط فوق اجرا نشوند, بازشوها باید توسط تکیه گاههای دائمی فولادی به طور کامل محصور شوند.

طراحی دال اطراف بازشوها

در طراحی دال باید فرض شود که یک سیستم موثر تیرهای نواری, اطراف بازشو را پوشش میدهد. پهنای موثر تیرهای نواری-که به صورت متقاطع با جهت دهانه عرشه عمل میکند- باید d/۲ در نظر گرفته شود و در محاسبات فقط تاثیر بتن بالای نشیب های عرشه در نظر گرفته میشود.

فرض بر این است که تیرهای نواری عرضی فاصله ۱.۵d را پوشش میدهند. تیرهای نواری طولی به گونه ای طراحی میشوند تا علاوه بر سهم بارهای خود بار ناشی از تیرهای نواری عرضی را هم تحمل نمایند.

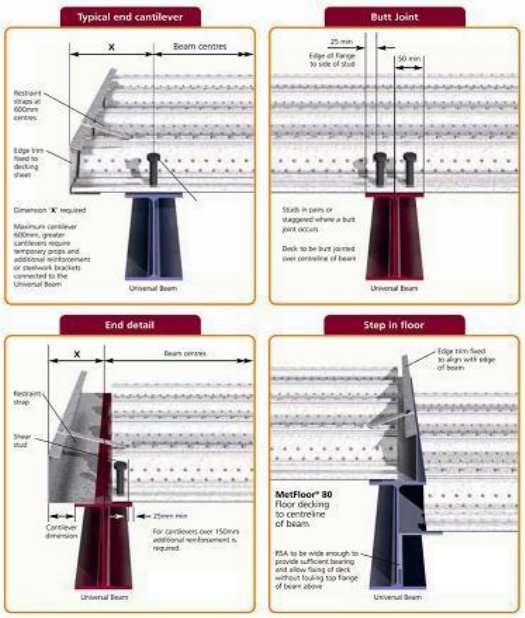
فولادگذاری تیرهای نواری

آرماتورهای تقویتی در تیرهای نواری, باید متناسب با بارهای وارده تامین شوند.این آرماتورها معمولا نشیب عرشه قرار میگیرند. علاوه بر آن ممکن است آرماتورهای طولی یا عرضی تقویتی برای بهبود انتقال بارهای اطراف بازشو استفاده گردد.

قسمت های طره ای

طول طره سقفها نبایستی بیشتر از ۶۰۰ میلیمتر باشد. در غیر اینصورت باید از شمعهای موقت در حین اجرا همچنین آرماتور اضافه منفی استفاده نمود.

حداکثر طول طره در حالتی که تیرها موازی ورقهای عرشه هستند، ۲۰۰ میلیمتر می باشد.



طراحی در برابر آتش

در این قسمت سعی بر این می شود که مقاومت سقف های عرشه های فولادی بر پایه ی استاندارد BS.۵۹۵۰-part۸ (طراحی سازه های فولادی در برابر آتش) مورد بررسی قرار گیرد.

اهداف کلی از طراحی در برابر آتش , نجات جان انسانها در وهله اول و به حداقل رساندن خسارت به ساختمان در مرحله بعدی می باشد که اصول اساسی آن به شرح زیر است:

۱. حداقلکردن خطر خفگی
۲. ایجاد فرصت مناسب جهت خروج ساکنان ساختمان
۳. محدود کردن گستره آتش سوزی
۴. به حداقل رساندن خطر واژگونی سازه

به طور کلی فولاد با افزایش حرارت کم کم ضعیف شده و با کاهش مقاومت آن در اعضا سازه ای شکست رخ می دهد. محدوده دمائی که در آن این شکست اتفاق می افتد متغیر بوده و به عواملی نظیر بارهای وارده بر عضو, شرایط تکیه گاهی, تغییر خواص مقطع بر اثر حرارت و گرادیان حرارتی مقطع بستگی دارد.

استاندارد فوق دو روش را برای تعیین مقاومت اعضا فولادی در مقابل آتش توصیه میکند:

- تعیین مقاومت بر اساس آزمایش انجام شده بر مبنای استاندارد BS.۴۷۶-part۲۰ , ۲۱
- تعیین مقاومت براساس محاسبات

بخش ۴.۹ از استاندارد BS.۵۹۵۰-part۸مربوط به تعیین مقاومت سقف ها می باشد که آنها را به دو دسته تقسیم می کند:

۱. سقف های مرکب عرشه های فولادی که بر اساس استاندارد BS.۵۹۵۰-part۴ طراحی میشوند.

۲. سقف های بتنی که براساس استاندارد BS.۸۱۱۰-part ۲ طراحی میشوند.

در طراحی سقف های دسته (۱) حداقل ضخامت بتن جهت عملکرد سازه ای ۵۰ میلیمتر میباشد و با این ضخامت, سقف میتواند بدون هیچگونه حفاظتی تا ۳۰ دقیقه در مقابل آتش مقاومت نماید. البته جزئیات تعیین این مقاومت طبق فرضیات زیر میباشد:

۱. دمای داخلی بتن سقف باتوجه به ضخامت آن و نوع بتن مصرفی و در زمانهای مختلف آتش سوزی مطابق استانداردهای مختلف, مشخص می شود.

۲. در حالت بارگزاری مخصوص آتش, ظرفیت لنگر پلاستیک مقطع تعیین میشود.

۳. باز توزیع لنگر خمشی به صورت نامحدود در حالت بارگزاری مخصوص آتش میتواند انجام شود.

۴. میتوان مطمئن بود که در سقف های مرکب عرشه فولادی در حالت بارگزاری مخصوص آتش شکست برشی اتفاق نمی افتد.

در حالت بارگزاری مخصوص آتش ضرایب بارگزاری مطابق جدول زیر میباشد:

نوع بارگزاری	ضریب
بارمرده	۱
بار زنده ثابت شده	۱
بار زنده غیر ثابت–در راهروها و پله ها	۱
بار زنده غیر ثابت–در طبقات	۰.۸
بار برف	صفر
بار باد	۰.۳۳

لازم به ذکر است که سرعت افزایش دما در یک عضو فولادی بستگی به ضریب مقطع Hp/A دارد که در آن Hp محیطی از پیرامون مقطع می باشد که در معرض آتش قرار دارد و A مساحت کل مقطع است.

در ورق های ذوزنقه ای باز ضخامت بتن مطابق جدول زیر میباشد:

دوره آتش سوزی	۳۰min	۶۰min	۹۰min	۱۲۰min	۱۸۰min	۲۴۰min
کمترین ضخامت بتن برای دوره آتش سوزی	۵۰mm	۶۰mm	۷۰mm	۸۰mm	۱۰۰mm	۱۱۵mm

روند اجرای سقف عرشه های فولادی

روند اجرای سقف بدین صورت میباشد که پس از طراحی سقف و مشخص شدن فواصل تیرهای فرعی ، نقشه های شاپ جهت جاگذاری صفحات برروی دهانه های مختلف تهیه و دستور تولید به کارخانه داده میشود. پس از تولید، صفحات بسته بندی شده توسط ماشینهای حمل بار به محل پروژه ارسال و به وسیله جرثقیل و یا تاور مستقر در کارگاه بر روی اسکلت در ترازوهای مختلف سقف قرار داده میشود.

سپس صفحات بر روی تیرها طبق نقشه ،پخش شده و بوسیله پرچهای مخصوص در جای خود ثابت میگردد.

در مرحله بعد گل میخ ها (برشگیر) از روی بال پل ها و تیرهای فرعی نصب میشود. نصب گل میخ ها توسط دستگاه صورت می گیرد. با توجه به اینکه این برشگیرها نقش مهمی در ایمنی سقف حین بهربرداری و هنگام زلزله ایفا میکنند، در انتخاب گل میخ میبایستی دقت کافی صورت گیرد و همچنین نصب گل میخ ها باید توسط افراد متخصص انجام شود.

پس از نصب گل میخ آرماتورهای حرارتی مورد نیاز سقف بصورت شبکه مش آرماتور بسته شده و فلاتینگ اطراف نصب و سقف آماده بتن ریزی میگردد.

سپس بتن ریزی با پمپ زمینی بر روی سقف های آماده صورت گرفته و بتن توسط گروه بتن ریزی بر روی سقف پخش میشود.

نکات ایمنی کلی

از تکنیک های مفید که به صورت خلاصه در ذیل آورده شده که در نشریات SCI انگلستان آمده باید پیروی نمود.

همیشه عرشه را باید قبل از استفاده به عنوان سکوی کار مطمئن, تثبیت کرد.

- همه اقدامات امنیتی شخصی از جمله استفاده از کلاه های سفت و لباس حفاظتی صورت گیرد.
- همه اقدامات امنیتی کارگاه از جمله خطوط ایمنی, حفاظت لبه ها و مهار مناسب نردبان ها صورت پذیرد.
- هیچ ورق عرشه ای بدون تثبیت رها نشود.
- بتن توده نشده و از ارتفاع رها نشود.
- بارهای سنگین بر روی عرشه حفاظت نشده قرار نگیرد.
- تکیه گاههای موقت بر روی بتن سخت نشده قرار نگیرند.
- سوراخ ها و حفره های بر روی عرشه قبل از بتن ریزی بریده نشوند.

دستگاه stud welding

برای نصب برشگیر گلمیخ بر روی سقف های عرشه های فولادی از این دستگاه استفاده میشود. در این دستگاهها نیازی به قلم جوش جوشکاری قدیمی نیست.

دستگاه stud welding مدل ۲۵-swa برای نصب گلمیخ مناسب میباشد که دارای شرایط زیر است:

این دستگاه قابلیت جوش دادن گل میخ (Bolt)تا سایز (۲۵mm) M۲۵ را دارد که عمده مصرف این دستگاه در کارهای ساختمانی برای سقفهای سبک و نیز پل سازی می باشد. در ضمن قابلیت جوش روی ، آهن، فولاد، استیل، گالوانیزه ، ورق سایز و صفحات ضد سایش هاردکس (Hardox) و غیره را می باشد و نیز قابلیت جوش دادن پیچها باسایزهای بزرگ تا قطر ۲۵ میلی متر را دارا می باشد.

مزایا:

- استفاده از جدیدترین فن آوری نوین در صنعت ساختمان و انبوه سازی که مطابق با استانداردهای جهانی می باشد.
- سرعت عمل خیلی بالا
- ایمنی و بی خطر بودن در عمل جوشکاری

مشخصات فنی دستگاه:

- دامنه جوشکاری : از سایز M۳ تا M۲۵
- تعداد جوش: برای بزرگترین سایز ۶ عدد در دقیقه.
- جریان جوشکاری:آمپر۲۰۰۰(max)
- ولتاژ:۳ فاز v۴۰۰
- توان برق مورد نیاز :۱۰۰KVA
- طول کابل برق: قابلیت اضافه شدن کابل تا ۱۰۰ متر(بدون افت ولتاژ)
- طول کابل گان (تفنگی): قابلیت اضافه شدن کابل تا ۲۰ متر (بدون افت ولتاژ)
- نوع سیستم دستگاه :اینورتری Inverter
- وزن:Kg۹۵

مقایسه برشگیر گلمیخ در سقف های کامپوزیت عرشه های فولادی و برشگیر ناودانی در سقف های کامپوزیت معمولی

- سرعت اجرای هر گلمیخ حدود ۱۵ ثانیه می باشد که این زمان برای اجرای **برشگیرهای ناودانی** در حدود ۳ دقیقه می باشد.

- **برشگیرهای گلمیخ** قابلیت انتقال نیروی برش در تمامی جهات را دارا می باشد که این انتقال نیروی برش در **برشگیرهای ناودانی** فقط محدود به انتقال نیروی برش در جهت طولی ناودانی می باشد .
- زمان برقراری قوس الکتریکی در **برشگیرهای گلمیخ** حدود ۸۰۰ میلی ثانیه می باشد که این زمان برای اجرای یک **برشگیر ناودانی** زمانی در حدود ۳ دقیقه می باشد.
- **برشگیرهای گلمیخ** عملیات جانبی از قبیل برش کاری و گل زنی جوش را لازم ندارد در حالی که **برشگیرهای ناودانی** نیاز به برش کاری و گل زنی جوش را دارا می باشد .
- کیفیت جوش در **برشگیرهای گلمیخ** به مراتب بیشتر از کیفیت جوش در **برشگیرهای ناودانی** می باشد .
- عدم تغییر شکل تیر فولادی بر اثر حرارت در برشگیرهای استفاده شده از **گلمیخ** نسبت به **برشگیرهای ناودانی** به علت پایین بودن زمان **اجرای برشگیر** .

نحوه گرفتن ساپورت از سقف برای عبور تاسیسات

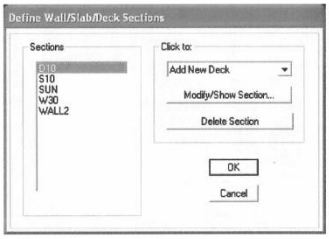
نحوه گرفتن ساپورت از سقف برای اجرای سقف کاذب

www.Omran Costar Co.Com

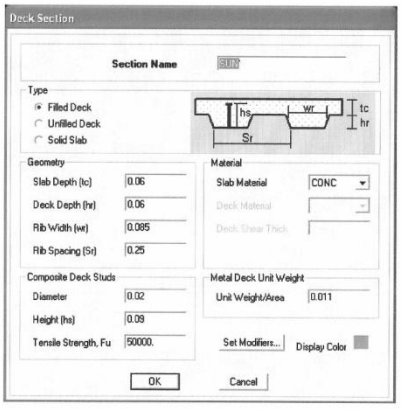
www.Omran Costar Co.Com

روش طراحی سقف مرکب با ورق های ذوزنقه ای:

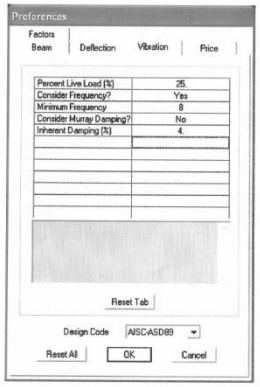
۱- ابتدا از منوی **Define** یک سقف به نام **SUN** از قسمت **Click to** به لیست اضافه میکنیم.



۲- مشخصات هندسی و گل میخ ها را در قسمتهای مربوطه درج میکنیم.



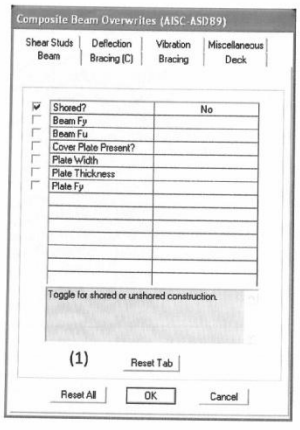
۳- از منوی Options/ Preferenes تنظیمات آئین نامه جهت طراحی تیرهای مرکب و مقدار فرکانس وهمچنین روش اجرای تیرها با شمع بندی یا بدون آن را انتخاب میکنیم.

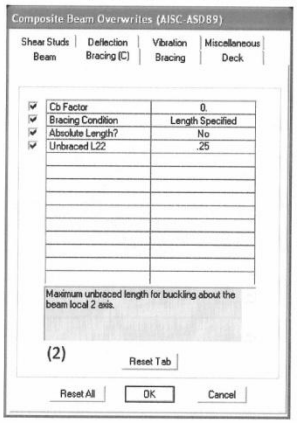


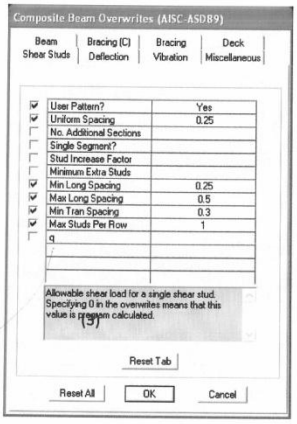
۴- از منوی Design\Composite Beam Design\View/Revise

Overwrites/

تبهای مختلف این قسمت را فعال کنید.







سپس از منوی design----composite beam design----start design , طراحی را شروع میکنیم.

معرفی نرم افزار شرکت عرش چکاد

با توجه به نقش باربر عرشه در دال ولزوم کنترل های سازه ای ، تیم نرم افزار شرکت فناوری سازه عرش چکاد برای اولین بار در ایران با توجه به آیین نامه های معتبر ساختمانی و نتایج آزمایشگاهی اقدام به تهیه نرم افزار طراحی عرشه فولادی نموده است.

در این نرم افزار مدل سازی محصولات این شرکت با توجه به:

۱.ضخامت عرشه

۲.تعیین مقاومت ورق گالوانیزه

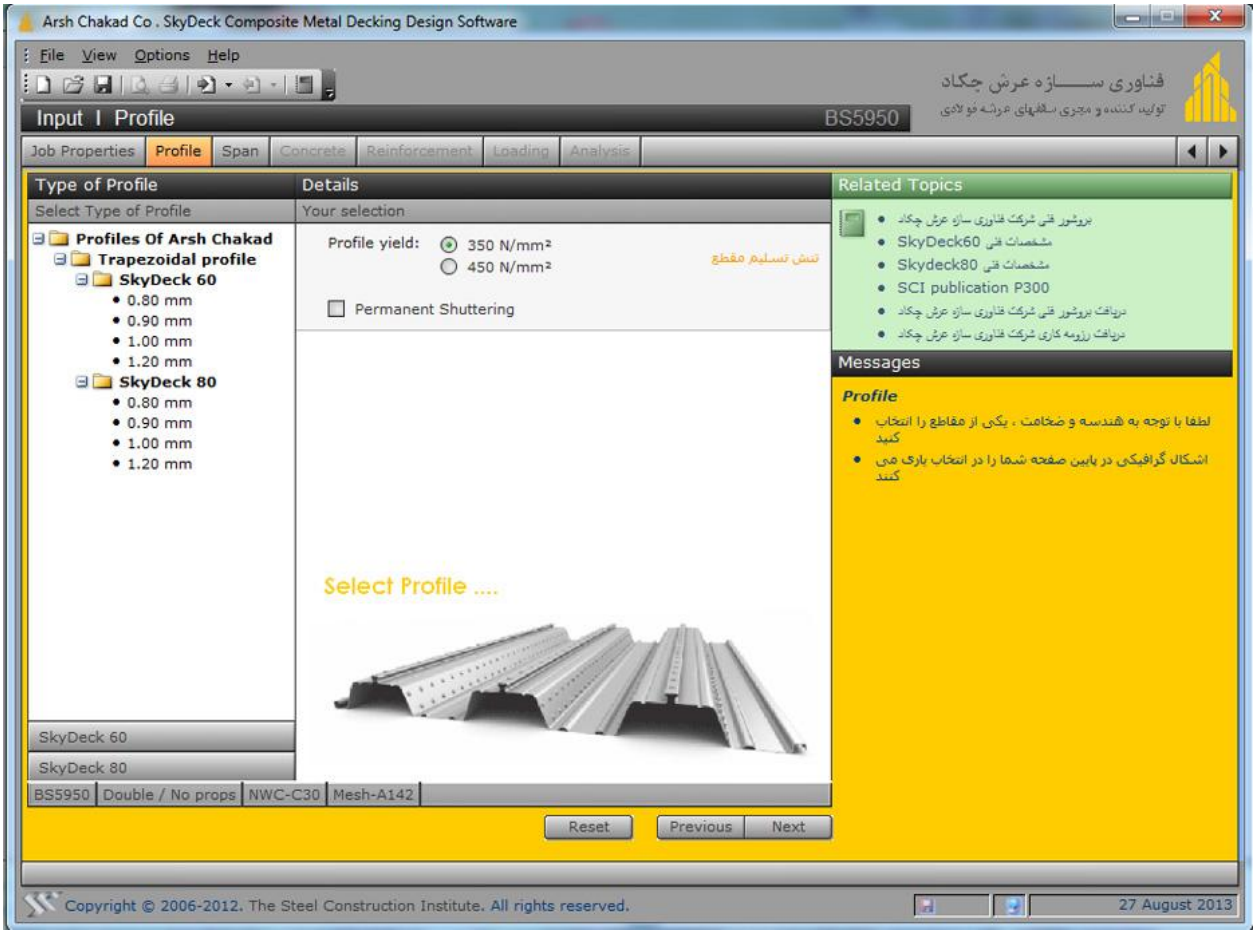
۳. تعیین طول و نوع دهانه های تیرریزی جهت نصب عرشه

۴. تعیین بارگذاری سقف

۵. تعیین آرماتور گذاری دال

۶. تعیین مقاومت در برابر آتش سوزی

و....



این نرم افزار یکی از ساده ترین نرم افزارها است چون در خود نرم افزار راهنمایی کامل صورت گرفته است.

معرفی فایل اکسل طراحی

این نوع فایل اکسل دارای گزینه هایی است که توسط کاربر تعریف شده و اگر به درستی تعریف شوند در پایان تمامی گزینه ها کنترل میشوند.

این فایل در پیوست پروژه موجود میباشد.

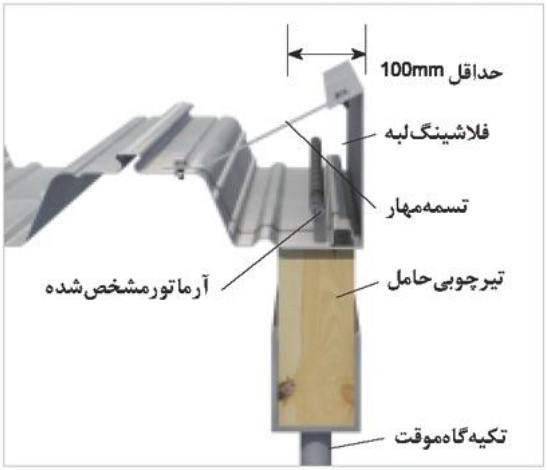
جدولهای طراحی

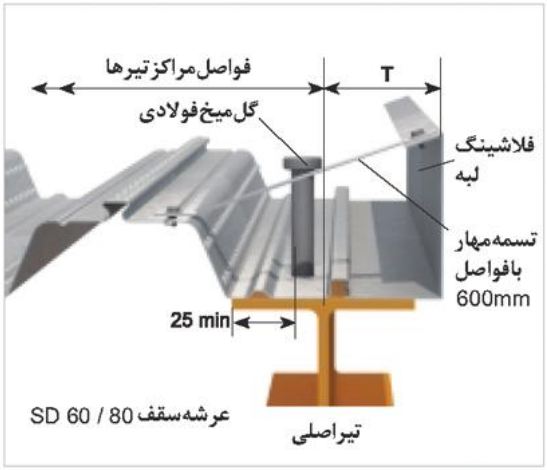
با استفاده از این جدول میتوان سقف عرشه های فولادی را به سرعت طراحی کرد.

این جداول توسط شرکت عرش چکاد ارائه شده و در فایل پی دی اف پیوست موجود میباشد.

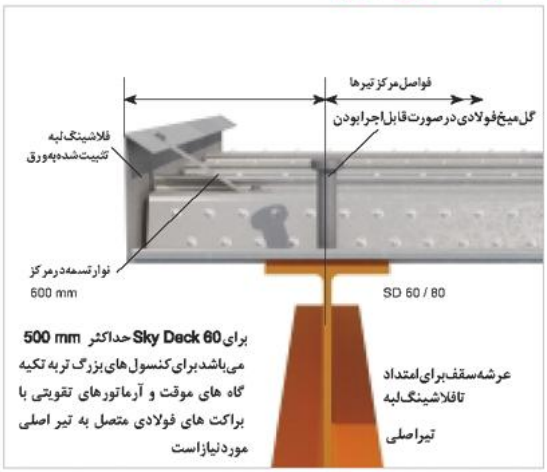
دتایلهای اجرایی شرکت عرش چکاد

جزئیات لبه بدون تکیه گاه دائم

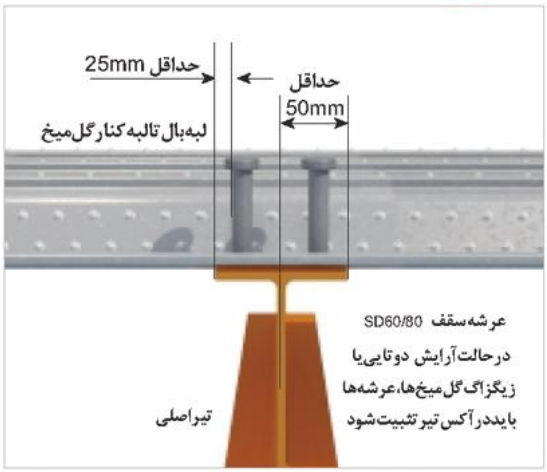




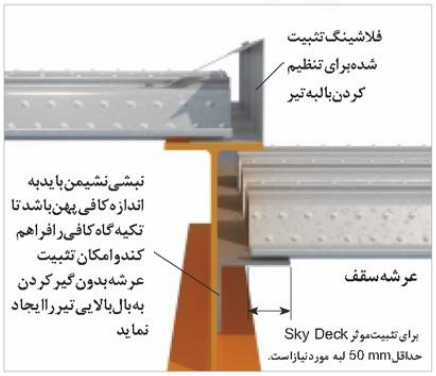
نمونه کنسول انتهایی



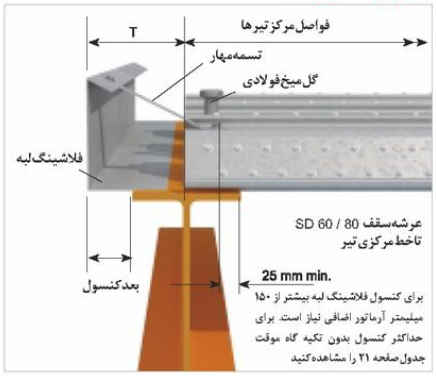
اتصال لبه



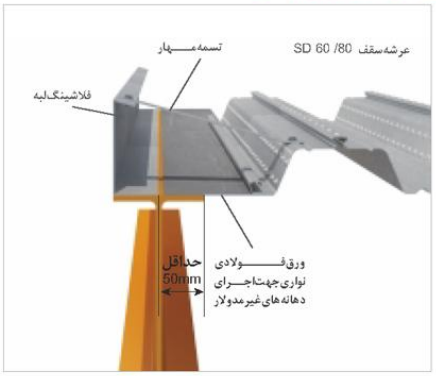
(اختلاف تراز) پله در سقف



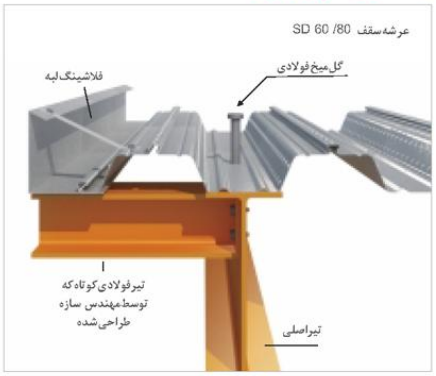
جزئیات انتهایی



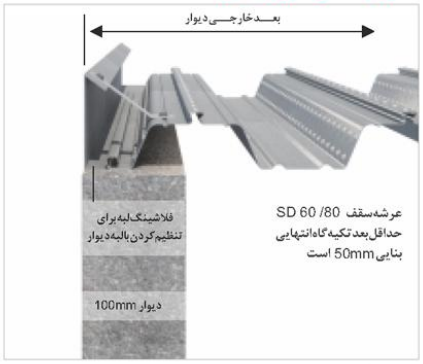
نمونه لبه با ورق پوشش



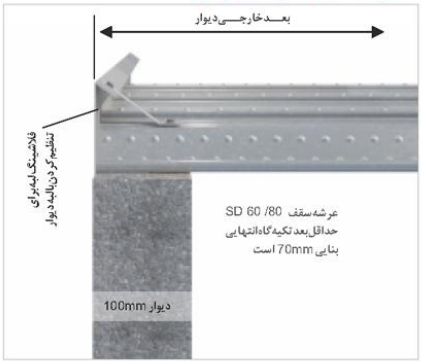
کنسول جانبی با تیر براکت



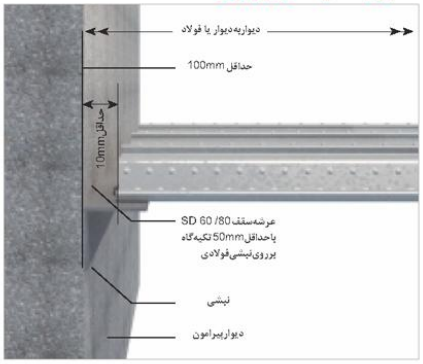
جزئیات نمونه دیوار جانبی



جزئیات نمونه دیوار انتهای عرشه



جزئیات عرشه درون دیوار



جزئیات نوار پوشش انتهایی