



دفترچه راهنمای نصب سازه 8 پنل دو ردیف

نسخه بهمن 1398

## مقدمه

سازه نیروگاهی 8 پنل دو ردیف یکی از پرکاربردترین سازه های خورشیدی مورد استفاده در ایران است که تعداد 8 عدد پنل خورشیدی 60 یا 72 سلولی بر روی آن نصب می شود. مشخصات این سازه به صورت زیر است :

نام پارامتر	توضیحات
تعداد پروفیل	15 عدد
جنس پروفیل	فولاد ST37 شرکت فولاد مبارکه
وزن سازه نهایی سازه با پیچ و مهره و کلمپ	98 کیلوگرم
تعداد پنل قابل نصب	8 پنل
نوع پنل	پنل های 60 و 72 سلولی
تعداد پیچ و مهره	30 عدد
تعداد کلمپ	20 عدد

همانطور که در جدول فوق مشاهده شد این سازه از 15 پروفیل فولادی با پوشش گالوانیزه تشکیل شده است و مشخصات طراحی سازه به صورت زیر است:

نام پارامتر	توضیحات
آیین نامه بارگذاری	مبحث 6 مقررات ملی ساختمان و AISI
آیین نامه طراحی	آیین نامه طراحی سازه های فولادی سرد نورد نشریه ض- 6
نرم افزار تحلیل و طراحی سازه	SAP 16.0.0
استاندارد گالوانیزه گرم	ASTM123
نوع فولاد	رول ST37 با ضخامت 2 میلی متر
بار پنل خورشیدی لحاظ شده	15 کیلوگرم بر متر مربع
بار برف	150 کیلوگرم بر متر مربع - منطقه با برف سنگین
سرعت مبنای باد	120 کیلومتر در ساعت
مقاومت مشخصه پروفیل فولادی	فولاد دست نخورده با تنش تسلیمی $2400 \frac{Kg}{cm^2}$
آیین نامه و استاندارد پیچ و مهره	DIN933
آلیاژ آلومینیوم استفاده شده در کلمپ نگهدارنده پنل	6063
نوع پیچ و مهره	پیچ و مهره گالوانیزه به همراه واشر تخت و فنری

## پروفیل ها

در این سازه از 15 عدد پروفیل فولادی با پوشش گالوانیزه استفاده شده است. پروفیل های اصلی سازه از نوع C و پروفیل های مهاربند همگی از نوع U در نظر گرفته شده است. جدول پروفیل های سازه به صورت زیر است.

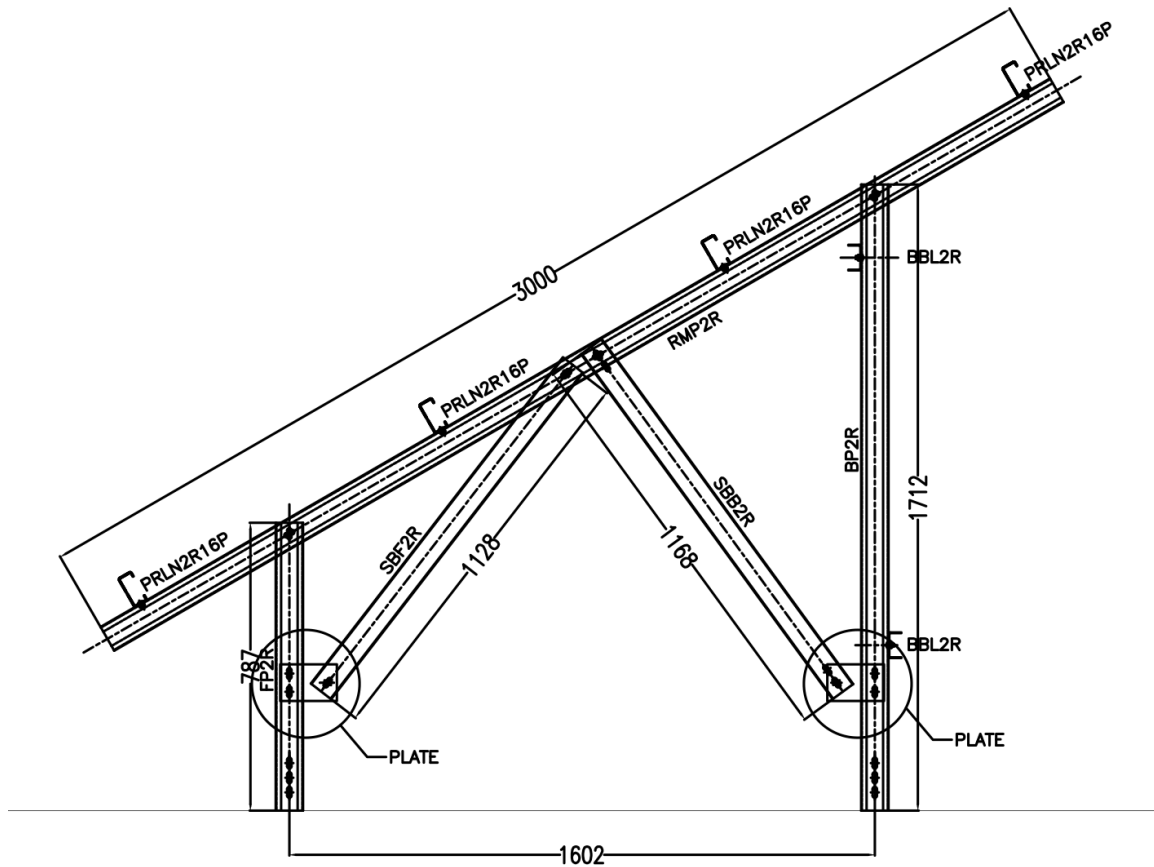
شماره	نام پروفیل	نوع پروفیل	طول پروفیل (میلی متر)	وزن (کیلو گرم)	تعداد
1	پایه جلویی	C	787	2.2	2
2	پایه پشتی	C	1712	4.6	2
3	تیر اصلی	C	3000	8.1	2
4	مهاربند جانبی کوچک	U	1128	2.5	2
5	مهاربند جانبی بزرگ	U	1168	2.6	2
7	پرلین	C	4108	10.9	4
8	مهاربند پشتی	U	2891	6.3	1
10	صفحه اتصال بادبند جانبی	صفحه	155x100	0.5	4

## ساختار کلی سازه

همانطور که از تصویر زیر مشخص است این سازه دو ردیف از دو خرپا تشکیل شده است. اجزای هر خرپا شامل پایه جلویی، پایه پشتی، دو مهاربند جانبی و تیر اصلی است که به واسطه پیچ و مهره به یکدیگر متصل می شوند. مهاربند های جانبی در دو مهاربند جانبی کوچک و بزرگ به کمک صفحه اتصال مهاربند به پایه جلو و پشت متصل می شوند. مهاربند جانبی کوچک به پایه جلو و تیر اصلی و مهاربند جانبی بزرگ بین پایه عقب سازه و تیر اصلی متصل می شوند. برای اتصال هر دو مهاربند جانبی به پایه جلو و پایه عقب سازه از صفحه اتصال مهاربند استفاده می شود.

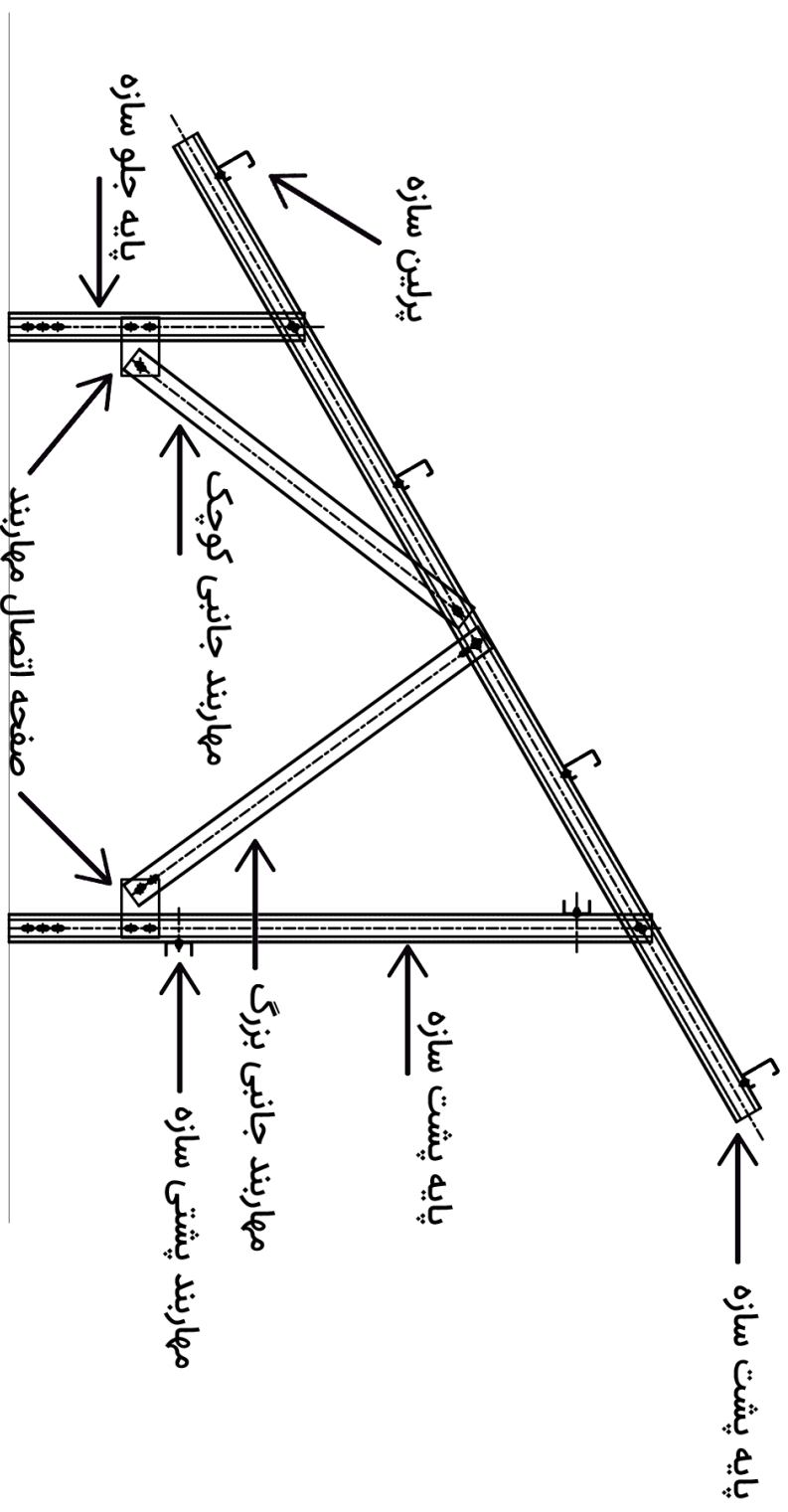
پرلین های این سازه به صورت یک تیکه است که بر روی خرپا ها قرار خواهند گرفت. پرلین ها محل اتصال پینل ها هستند و پینل خورشیدی به کمک کلمپ نگهدارنده به پرلین متصل می گردد.

آخرین قطعه از سازه 8 پینل مهاربند پشتی است که بین هر دو خرپا و بر روی پایه های پشتی سازه یک عدد متصل می شود.

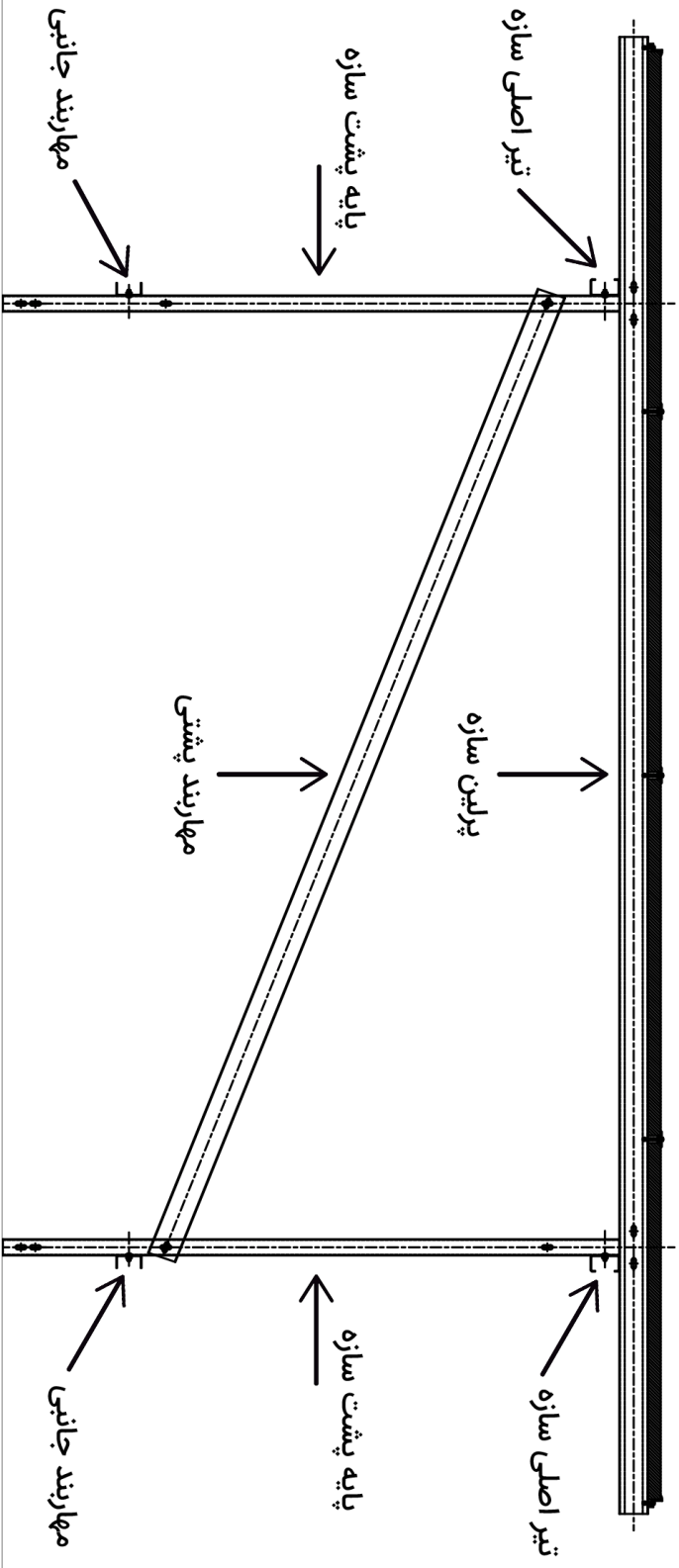


نمای جانبی سازه





نمای جانبی سازه با معرفی پروفیل ها



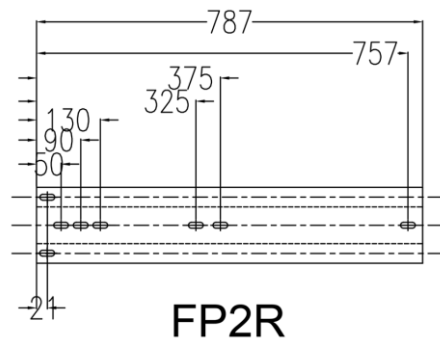
نمای پشتی سازه با معرفی پروفیل ها

## مشخصات پروفیل های سازه

این سازه دارای 15 عدد پروفیل در سایز های مختلف است. در ادامه قصد داریم مشخصات هر پروفیل را به صورت جداگانه بررسی نماییم.

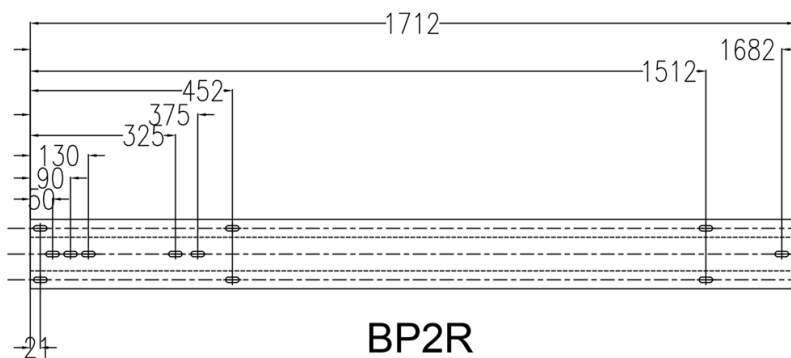
### پایه جلویی سازه

این پروفیل یکی از اعضای اصلی خرپا و پایه جلویی سازه است. نوع پروفیل از نوع C و نقشه آن به صورت زیر است.



### پایه پشتی سازه

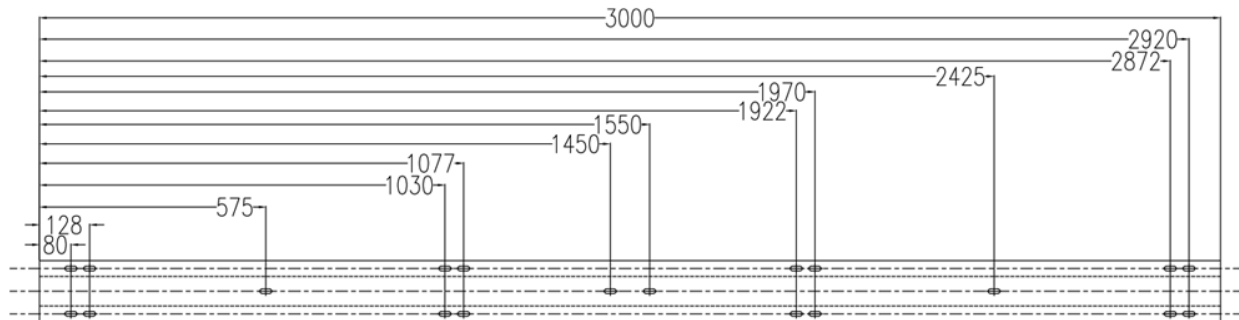
این پروفیل نیز به عنوان پایه پشتی سازه در نظر گرفته شده است. نوع پروفیل C و مشخصات ظاهری آن به صورت زیر است.





### تیر اصلی سازه

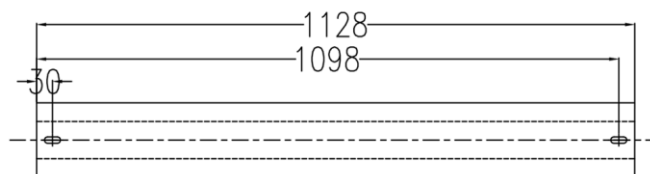
تیر اصلی سازه یا شیب سازه از اعضای اصلی خرپا بوده و پرلین ها بر روی آن متصل می شود. نوع این پروفیل C و پایه و مهاربند های جانبی به آن متصل می شود.



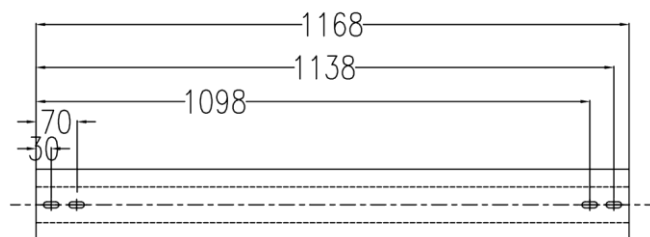
RMP2R

### مهاربند جانبی بزرگ و کوچک

این دو پروفیل هر دو از نوع L و به عنوان مهاربند جانبی مورد استفاده قرار می گیرند. اختلاف طول این دو پروفیل بسیار کم و پروفیل کوتاه تر بین پایه جلویی سازه و تیر اصلی و پروفیل بلند تر بین پایه پشت و تیر اصلی سازه متصل می شود. گفتنی است این دو پروفیل به صورت مستقیم به تیر اصلی و غیر مستقیم و به واسطه صفحه اتصال مهاربند جانبی به پایه جلویی و پشتی سازه متصل می شوند. نقشه این دو پروفیل و مهاربند جانبی در ادامه قابل مشاهده است.



SBF2R



SBB2R

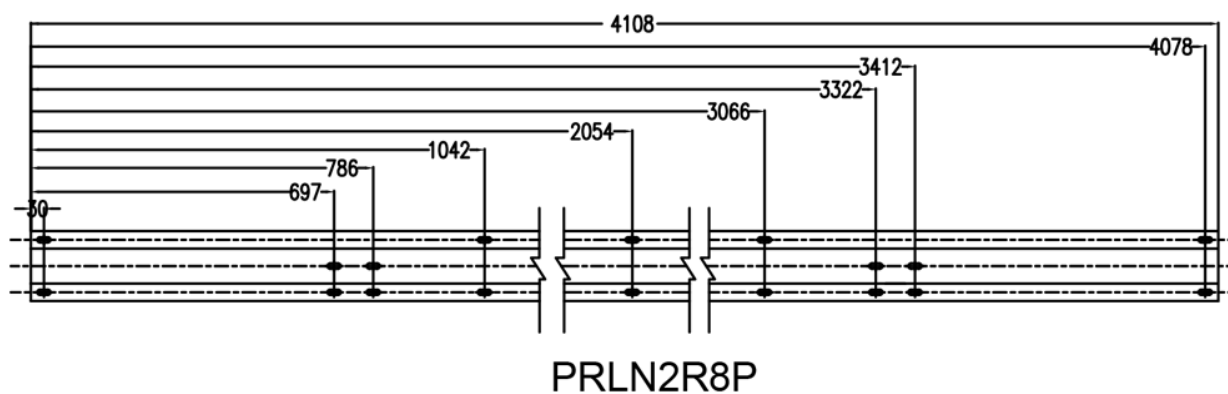
### مهاربند پشتی سازه

این مهاربند بین هر دو پایه پشتی سازه متصل می شود. نوع پروفیل L بوده و نقشه آن به صورت زیر است.



### پرلین سازه

پرلین ها به صورت موازی با یکدیگر و بر روی خرپا های اصلی سازه متصل می شوند. از طرف دیگر پنل های خورشیدی توسط کلمپ های آلومینیومی به پرلین متصل می شوند. در این سازه به منظور آسودگی حمل و نقل پروفیل ها، پرلین به دو تیکه تبدیل شده و به واسطه قطعه ای به نام اتصال پرلین، این دو پروفیل به یکدیگر متصل می شوند. نقشه این دو پروفیل و اتصال پرلین به صورت زیر است.



## راهنمای نصب سازه 8 پنل خورشیدی

بهتر است قبل از شروع فرایند مونتاژ سازه ابتدا مراحل زیر را طی نمایید.

1. مطالعه کامل دفترچه راهنمای نصب
2. دسته بندی و مرتب کردن پروفیل های سازه بر اساس طول و نوع
3. مطالعه نقشه سازه و مشاهده نمونه بسته شده
4. شناخت دقیق نوع پروفیل U و C
5. آشنایی با نام گذاری های پروفیل ها

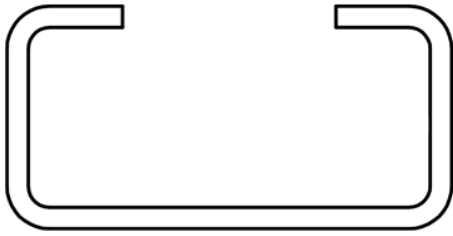
### دسته بندی پروفیل ها

این کار فرایند شناخت دقیق پروفیل ها و در نتیجه نصب سازه را به شدت ساده می کند. بهتر است همانند تصویر زیر پروفیل های سازه را بر اساس طول و نوع دسته بندی نمایید.



## آشنایی با تفاوت های پروفیل C و U

در این سازه از دو نوع پروفیل C و U استفاده شده است. همانطور که در تصویر زیر مشاهده می شود، پروفیل C بسیار شبیه پروفیل U با یک لبه اضافی هست. در این سازه تمامی پروفیل ها از نوع C بوده و تنها مهاربند های جانبی و پشتی از نوع U است. این نکته در دسته بندی و شناسایی پروفیل ها اهمیت بسیاری دارد.



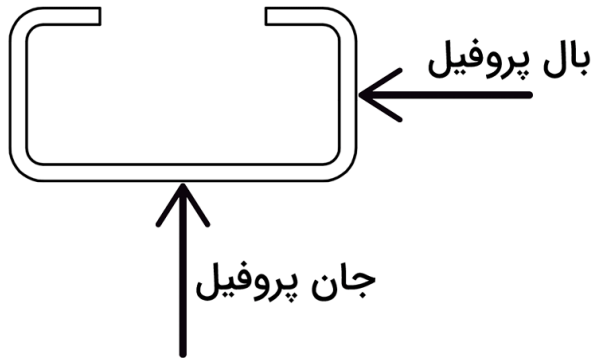
**C Profile**



**U Profile**

## نام گذاری قسمت های مختلف پروفیل

همانطور که در تصویر زیر مشخص است پروفیل ها بر طبق استاندارد دارای دو قسمت اصلی جان و بال هستند که هر پروفیل دارای یک جان و دو بال است. پروفیل C دارای دو لبه نیز هست.



پس از بررسی مراحل اولیه بهتر است به مراحل نصب سازه بپردازیم. مراحل مونتاژ و نصب سازه به صورت زیر است :

1. مونتاژ خرپا ها
2. اتصال پرلین ها به خرپا
3. اتصال مهاربند پشت و محکم کردن پیچ و مهره ها
4. اجرای صحیح فوندانسیون
5. نصب پنل های خورشیدی بر روی سازه

### مونتاژ خرپا

خرپا اصلی ترین قسمت سازه است که از پایه جلو، پایه پشت، تیر اصلی و دو مهاربند جانبی تشکیل شده است. این عضو سازه به شکل یک شیب یا مثلث است که پرلین ها بر روی آن قرار می گیرند. پروفیل های پایه جلو و عقب از قسمت جان پروفیل به جان تیر اصلی متصل می شوند.

### نکته مهم

بهتر است تمامی خرپا ها یکدست مونتاژ شوند. برای مثال دهنه تمامی پروفیل های تیر اصلی به سمت بیرون باشد. همچنین برای هر پیچ از دو واشر تخت و یک واشر فنری استفاده شود.

پس از اتصال پایه جلویی و پشتی سازه به تیر اصلی، نوبت به اتصال مهاربند جانبی می رسد. هر خرپا دارای دو مهاربند جانبی است. مهاربند جانبی کوچک به منظور اتصال بین پایه جلو و تیر اصلی و مهاربند جانبی بزرگ به منظور اتصال بین پایه پشتی و تیر اصلی مورد استفاده قرار می گیرد.

مهاربند های جانبی از یک طرف به صورت مستقیم به تیر اصلی و از طرف دیگر به کمک یک صفحه فولادی به پایه جلو و عقب متصل می شوند.



## اتصال پرلین به خرپا

در این سازه طول کل پرلین در حدود 4100 میلی متر است.

یک طرف بال پروفیل پرلین سوراخ هایی به فاصله تقریبی 1 متر از یکدیگر وجود دارند که محل اتصال پنل های خورشیدی است و به سمت بیرون قرار می گیرد. از طرف دیگر بال پروفیل پرلین، زوج سوراخ هایی با فاصله نزدیک 3 متر از یکدیگر قرار دارند که محل اتصال به خرپا است.

### نکته مهم

در هنگام اتصال خرپا به زوج سوراخ پرلین، تمامی خرپا ها را یک طرف به سوراخ اول یا دوم متصل نمایید. این یکدست بودن به اتصال بهتر مهاربند پشت کمک می کند.

## اتصال مهاربند پشت و محکم کاری پیچ و مهره

مطابق نقشه، پس از مونتاژ خرپا ها و اتصال پرلین به خرپا، مهاربند های پشتی بین هر دو پایه عقبی سازه متصل می شوند. در این مرحله فرایند مونتاژ سازه به اتمام می رسد و بهتر است تمامی پیچ و مهره ها محکم شوند.

## اجرای فوندانسیون سازه

به منظور انتقال بار های وارد شده بر سازه به زمین و نیز کنترل واژگونی سازه، توصیه می شود از یکی از دو روش زیر به منظور اجرای درست فوندانسیون سازه استفاده نمایید.

1. اجرای فوندانسیون بتنی و اتصال پایه سازه به فوندانسیون به کمک رول بولت
2. استفاده از قالب سیمانی به منظور پیاده سازی فوندانسیون به روش بتن درجا



اجرای فوندانسیون سازه با استفاده از کول چاه

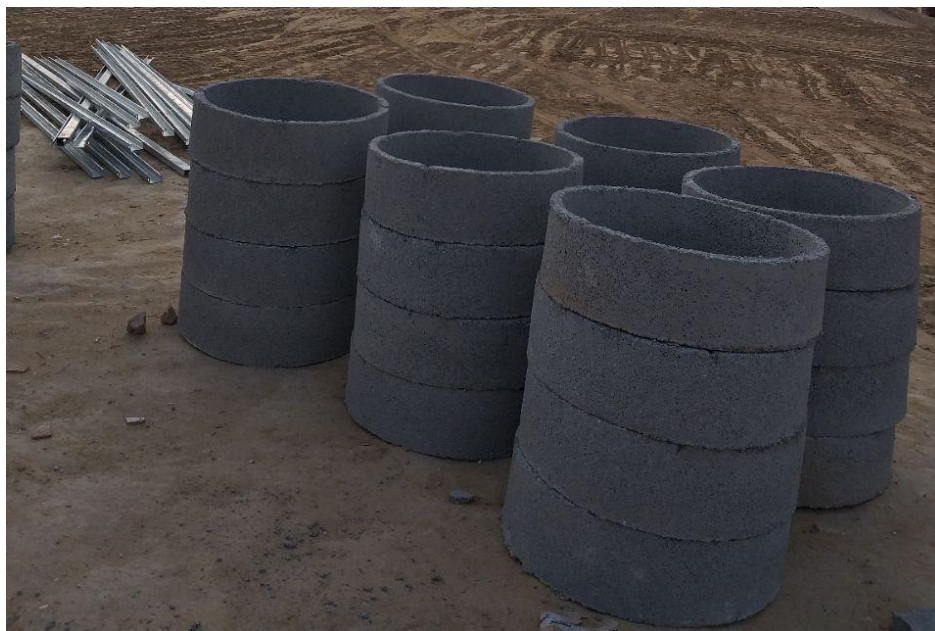


اجرای سازه بر روی فوندانسیون بتنی

در صورت انتخاب روش دوم پیشنهاد می شود به منظور محکم کردن و آسودگی در اجرا از کول میله ای سیمانی به عنوان قالب سیمانی استفاده شود. کول میله ای چاه یک گزینه مناسب برای کنترل لنگر واژگونی سازه های خورشیدی در مقابل بار بار است. کول میله ای یک حلقه سیمانی است که به منظور مقاوم کردن بدنه چاه مورد استفاده قرار می گیرد و به نوعی یک قالب مقاوم مناسب برای بتن ریزی است. به دلیل اینکه پایه وزنی عملا از واژگونی سازه در مقابل بار باد جلوگیری می کند در نتیجه بار کششی اعمال شده به فونداسیون بالا نبوده و استفاده از یک ست آرماتور ساده در داخل کول می تواند علاوه بر افزایش نسبی مقاومت کششی از ترک خوردن بتن نیز جلوگیری کند. کول ها بر اساس قطر دهانه آن ها نام گذاری می شوند و به صورت متری به فروش می رسند. ارتفاع هر کول در حدود 0.25 متر بوده و در نتیجه هر متر کول شامل 4 عدد حلقه بتنی می شود.

در جدول زیر مشخصات کول های مناسب سازه های خورشیدی و وزن آن ها پس از پر شدن با بتن درج شده است. وزن مخصوص بتن 2400 کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته شده است.

قطر کول میله ای	وزن پر شده با بتن	متناسب برای باد با سرعت مبنای
90 سانتی متر	381 کیلوگرم	90 کیلومتر در ساعت
100 سانتی متر	471 کیلوگرم	100 کیلومتر در ساعت
110 سانتی متر	570 کیلوگرم	110 کیلومتر در ساعت
120 سانتی متر	679 کیلوگرم	120 کیلومتر در ساعت



کول های میله ای مخصوص دهانه چاه



به منظور آماده سازی بتن با عیار 350 طرح اختلاط زیر توصیه می شود:

- نسبت آب به سیمان  $CW$  برابر با 0.5 در نظر گرفته می شود
- ماسه شسته رودخانه ای طبیعی 35 درصد مصالح
- ماسه شسته دستگاهی 20 درصد مصالح
- شن نخودی و بادامی 45 درصد مصالح

گفتنی است هر متر مکعب بتن دارای وزن مخصوص 2400 کیلوگرم است. با توجه به عیار 350 مقدار 350 کیلوگرم سیمان در هر متر مکعب استفاده می شود. بر اساس نسبت 0.5 آب به سیمان مقدار آب مورد نیاز برای یک متر مکعب بتن حدود 175 کیلوگرم یا 175 لیتر در نظر گرفته می شود. در صورتی که وزن آب و سیمان را از 2400 کیلوگرم کم کنیم عدد 1875 کیلوگرم به دست می آید که 55 درصد این عدد ماسه و 45 درصد شامل شن است.

به توجه به سادگی سازه های خورشیدی، حساسیت در اختلاط و ساخت بتن تا حدی پایین بوده و توصیه می شود ماسه و شن را به صورت آماده تهیه کنید.

با توجه به این که هر سازه دارای 4 پایه است، میزان خاک و سیمان و آب با توجه به قطر هر کول در جدول زیر مشخص شده است.

قطر کول به سانتی متر	وزن کول های 6 پایه	تعداد بسته 50 کیلوگرمی سیمان	میزان شن و ماسه روی هم	میزان آب مورد نیاز به لیتر
90	1524	5	1300	130
100	1884	6	1600	150
110	2280	7	2000	180
120	2716	8	2300	200

## نصب پنل های خورشیدی بر روی سازه

اکیدا توصیه می شود پس از مونتاژ سازه و اجرای فوندانسیون، پنل ها بر روی سازه متصل شوند. بر روی پرلین سازه سوراخ هایی با فاصله تقریبی 1 متر از یکدیگر وجود دارند. با استفاده از یک کلمپ های همراه سازه پنل های خورشیدی به سازه متصل می شوند. بین هر دو پنل دو کلمپ T یا میانی و در انتهای هر ردیف از دو کلمپ Z یا انتهایی قرار می گیرد. کلمپ ها از جنس آلومینیوم بوده و به کمک پیچ های 6 سانتی متری به پرلین سازه متصل می شوند. توصیه می شود در طرف پرلین از یک واشر تخت و یک واشر فنری قبل از بسته شدن مهره استفاده شود.

