

# فصل ۱۱

تولید صنعتی قطعات فولادی

روش کارخانه‌ای



## هدف‌های رفتاری:

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:

۱. مراحل ساخت قطعات تیر ورقی را نام ببرد.
۲. انواع روش‌های برشکاری را نام ببرد.
۳. مراحل آماده‌سازی لبه را بطور کامل شرح دهد.
۴. دلیل تسمه‌سازی ورق و روش اجرای آن را شرح دهد.
۵. مراحل مونتاژ ستون یا تیرهای I شکل را شرح دهد.
۶. راه‌های حفاظت و نگهداری قطعات را توضیح دهد.
۷. مراحل رنگ‌آمیزی، حمل و نصب قطعات را شرح دهد.
۸. نکات ایمنی در کارگاه‌های ساخت و نصب اسکلت فولادی ساختمان را شرح دهد.

## ۱۱-۱- مقدمه



روش ساخت اعضا بر حسب اینکه از ورق ساخته شوند و یا پروفیل، متفاوت خواهد بود. در صورتی که اعضا از ورق ساخته شوند، مراحل کار به صورت زیر است:

۱- برشکاری

۲- تسمه‌سازی؛ یکسره کردن ورق‌ها و انجام جوش درزهای آنها در روی شاسی و بازرسی جوش درزها

۳- مونتاژ اولیه؛ مونتاژ بال و جان و خال جوش کردن آن در داخل قالب

۴- جوش اولیه؛ تکمیل جوشکاری بال و جان و یا جوش

سخت‌کننده‌های ستون‌های جعبه‌ای

۵- مونتاژ صفحه ستون یا فلنج تیر

۶- تابگیری

۷- مونتاژ سخت‌کننده‌ها و سایر الحاقیات هسته ستون و یا مونتاژ وجه چهارم در ستون‌های جعبه‌ای

۸- جوش ثانویه؛ تکمیل جوش هسته ستون و یا تیر

۹- مونتاژ نهایی؛ جوشکاری ملحقات ستون (دستک، ورق زیرسری، ورق بادبند و ...)

۱۰- جوش نهایی



در مواقعی تقدم و تأخر ردیف‌های ۲ و ۳ عوض می‌شود؛ یعنی ابتدا ورق‌های بال و جان مونتاژ می‌شوند و سپس جوش درزها انجام می‌شود. این کار هر چند ممکن است از نظر کنترل تغییر شکل‌ها مفید باشد، لیکن به علت بوجود آمدن دو عیب عمده زیر غیرمجاز می‌باشد:

۱- ایجاد تنش‌های پسماند با توجه به قیدهای موجود در مقابل تغییرشکل‌های حرارتی جوش و فلز جوش شده.

۲- دشواری اجرای جوش درزها به صورت پیوسته و بی‌عیب.



کارخانه تولید صنعتی قطعات فولادی

## ۱۱-۲- روش های برشکاری

عملیات برشکاری برحسب ضخامت ورق، به دو روش برش گرم (شعله‌ای و قوسی) و برش سرد (مکانیکی) انجام می‌شود.

### ۱۱-۲-۱- برش سرد

متداول‌ترین وسیله‌های مورد استفاده برای برش مکانیکی عبارتند از: قیچی برش، پانچ، برش غلتکی، اره گرد و اره تسمه‌ای.



الف- برش غلتکی تیرهای لانه‌زنبوری



ج- اره تسمه‌ای



ب- دستگاه برش پروفیل‌های سبک (نبشی و ناودانی) و پانچ

شکل ۱۱-۱- دستگاه‌های برش سرد

### ۱۱-۲-۲- برش گرم

برش گرم عبارتست از هر نوع برش ورق و یا پروفیل که توسط فرآیندهای ذوبی انجام شود، که می‌توان به برش شعله‌ای یا برش قوسی اشاره کرد.



شکل ۱۱-۲- دستگاه برش ریلی

## ۱۱-۳- مراحل آماده‌سازی لبه

### ۱- ساخت شاسی برش



الف- شاسی‌کشی برای برشکاری

برای انجام عملیات برشکاری به روش حرارتی ابتدا شاسی‌های مناسبی که ورق یا پروفیل را در وضعیت تخت و تراز قرار می‌دهند، ساخته می‌شوند. در تصویر مقابل شاسی‌های برش حرارتی نشان داده شده است.

### ۲- انتخاب و آماده‌سازی ورق



ب- عملیات برشکاری مرارتی ورق

در این مرحله از محل انبار ورق، (این کار با هماهنگی قبلی و با توجه به برگه دستور برش که معمولاً توسط دفتر فنی کارخانه تهیه می‌شود) ورق مورد نظر از میان ورق‌های تایید شده واحد کنترل کیفیت جهت برش انتخاب می‌شود.

ورق مورد نظر تمیزکاری شده و در صورت داشتن قوس زیاد (در اثر انبارداری نامناسب) از جهت مخالف تحت بار قرار می‌گیرد تا حدی که ورق به راحتی روی شاسی برشکاری بنشیند.

### ۳- لبه‌گیری



پ- دستگاه برش چند مشعل

به علت گرد بودن لبه‌های نورد شده و ناصاف بودن آن‌ها باید قبل از هر گونه برشکاری، از یک سمت ورق، لبه آن بصورت صاف و گونیا برداشته شود.

در برشکاری حرارتی باید هر تسمه از هر دو سمت حرارت ببیند تا در نهایت حرارت باقیمانده و تغییر شکل ناشی از آن در تسمه‌ها موازنه شود.

### ۴- ریل‌گذاری و برش



ت- ریل‌گذاری جهت برش ریلی

در این مرحله، به کمک ابزار متر و گونیای بلند یک متری ریل‌های برش مطابق نقشه‌ی دستور برش بر روی ورق قرار داده می‌شود. بر حسب ضخامت ورق، اپراتور سرعت حرکت مناسبی برای دستگاه برش را تنظیم می‌نماید و دستگاه با حرکت به سمت جلو عملیات برش را به صورت اتوماتیک تحت کنترل اپراتور انجام می‌دهد.

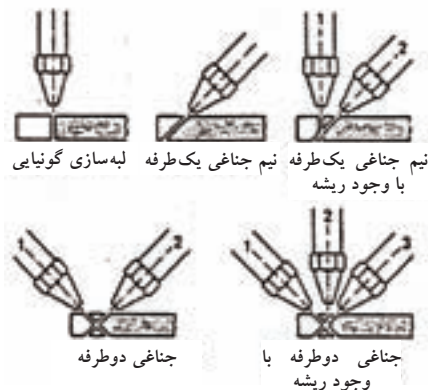
در برش ورق بصورت تسمه‌های طولی (نه قطعات کوچک که ناگزیر به برش‌های عرضی می‌باشد مانند ورق‌های اتصال بادبندی یا سخت‌کننده‌ها و ...) جهت حمل و نقل آسان ورق‌های برش خورده

مراحل آماده‌سازی لبه

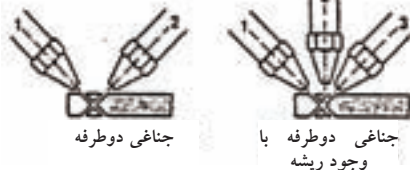


ث- پخ‌سازی شعله‌ای

باید در امتداد برش حدوداً هر دو متر برشکاری قطع گردد و چند سانتیمتر جلوتر ادامه یابد. به علت به وجود آمدن انقباض که در نتیجه برش گرم رخ می‌دهد، در صورتی که ورق از یک طرف بریده شود، به صورت شمشیری در می‌آید. به همین دلیل بهتر است هر دو سمت تسمه به صورت همزمان برش داده شوند. عملیات با یک دستگاه برش که دارای چندین مشعل می‌باشد، به طور همزمان صورت می‌گیرد.



نیم‌جناغی یک‌طرفه با وجود ریشه



جناغی دوطرفه با وجود ریشه

ه- مراحل پخ‌سازی

## ۵- پخ‌زنی

پس از انجام برش‌های اصلی، به دستگاه برش حرارتی زاویه داده می‌شود و این بار با انجام برش زاویه‌دار، پخ لازم به لبه‌ها جهت انجام جوش شیاری داده می‌شود.

پخ یک‌طرفه معمولاً در یک مرحله و پخ دوطرفه در سه مرحله مطابق شکل روبرو انجام می‌شود. امروزه دستگاه‌های برشکاری ساخته شده است که این مراحل را در یک مرحله انجام می‌دهند.

## ۱۱-۴- تسمه‌سازی



د- پخ‌زنی لبه‌ها به‌طور همزمان

تسمه‌سازی فقط در مورد اعضای ساخته شده از تیورق بکار می‌رود. از آنجایی که ورق بصورت رول برش نخورده و یا اغلب بطول ۶ متری برش خورده در بازار موجود می‌باشد و از طرفی اکثر دستگاه‌های برش گیوتین قابلیت برش ورق تا طول حداکثر ۶ متر را دارا می‌باشند، جهت ساخت اعضای سازه نظیر ستون‌ها و یا حتی شاتیرها که دارای طول بیش از ۶ متر می‌باشند تسمه‌سازی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

در تسمه‌سازی باید از تسمه‌ورق‌های صاف و بدون پیچیدگی و یا شمشیری شده استفاده شود. مونتاژ و یا سرهم کردن صحیح تسمه‌ها و رعایت محل قرارگیری بندهای جوش در قطعه‌نهایی از نکات بسیار مهم در کیفیت نهایی و کارایی تیورق‌ها می‌باشد.

در مرحله مونتاژ، تسمه‌ها روی یک شاسی مسطح در راستای یک سری صفحات عمودی کوچک (بصورت لچکی) که از قبل باید بصورت ریسمانی در یک راستا قرار گرفته باشند، قرار می‌گیرند و درز جوش‌ها هم‌راستا شده و با خال‌جوش بهم متصل می‌شوند.

مراحل آماده‌سازی لبه (ادامه)



الف- شاسی تسمه سازی



ب- جوشکاری روی درز

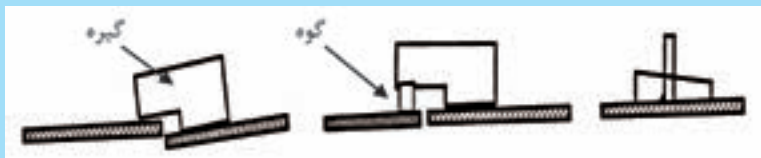


ب- پشت برداری و جوشکاری پشت درز

مراحل تسمه سازی

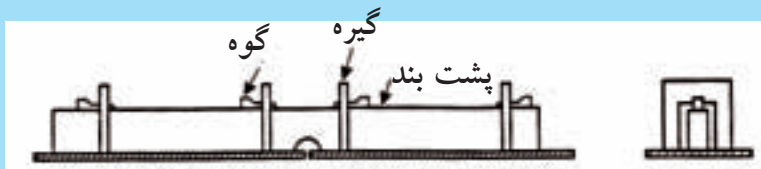
قطعاتی که با جوش شیاری به صورت لب به لب به یکدیگر متصل می‌شوند، باید هم‌باد یکدیگر قرار گرفته و به وسیله پیچ، گیره، گوه، قید و یا خال جوش تا اتمام جوشکاری در وضعیت خود تثبیت شوند. در صورت امکان استفاده از قید و قالب، توصیه می‌شود، آزادی‌های مناسب برای جمع شدگی و تابیدگی وجود داشته باشد.

روش‌های مختلفی برای هم‌باد کردن ورق‌ها وجود دارد که شکل ۱۱-۳ یکی از این روش‌ها را نشان می‌دهد. زمانی که ورق‌ها زیاد ضخیم نیستند، می‌توان گیره‌های کوچکی به انتهای یکی از ورق‌ها جوش داد. راندن یک گوه فولادی بین هر گیره و ورق دیگر، لبه‌ها را هم‌راستا می‌نماید. جوش دادن گیره‌ها در یک سمت، تا حد زیادی برداشتن آن‌ها را تسهیل می‌کند.



شکل ۱۱-۳- گیره فقط در یک لبه جوش می‌شود، بنابراین می‌تواند به راحتی با یک چکش برداشته شود. گوه فولادی به منظور قرار دادن لبه‌های ورق در یک ردیف به زیر گیره رانده می‌شود.

شکل ۱۱-۴- هم روش دیگری را که معمولاً در مورد بال‌های ضخیم‌تر، مورد استفاده قرار می‌گیرد نشان می‌دهد.



الف- استفاده از پشت بند و گیره و گوه برای هم راستایی ورق‌ها



ب- استفاده از پشت بند و پیچ و مهره برای هم راستایی ورق‌ها

شکل ۱۱-۴- هم راستا نمودن ورق‌های ضخیم

## ۱۱-۵- مونتاز اولیه - مونتاز در قالب

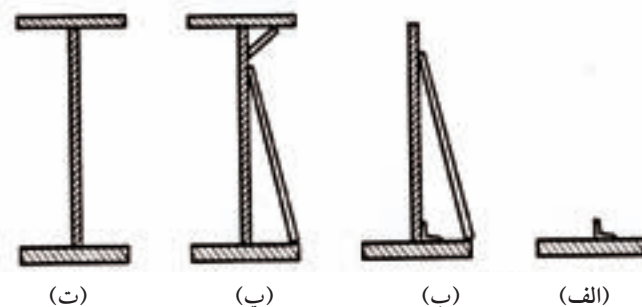


مونتاز قائم بال و جان تیر ورق‌ها

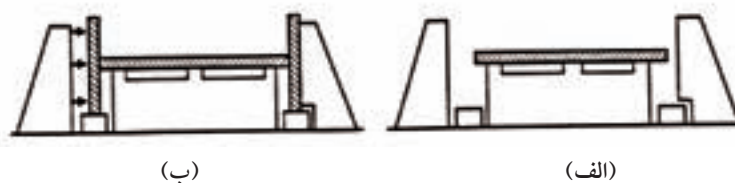
تیر ورق‌های I شکل را می‌توان به یکی از روش‌های زیر مونتاز نمود: حالت اول، نخست بال بر روی زمین به صورت تخت قرار داده شده و محور آن علامت زده می‌شود. در این حالت گیره‌های قائم کوچکی در فواصل مشخصی نسبت به یکدیگر در طول بال، در نزدیکی خط میانی آن جوش می‌شوند (شکل ۱۱-۵). سپس جان تیرورق به صورت قائم بر روی بال قرار گرفته و به طور موقت با میل مهارهایی که بین جان و بال جوش شده‌اند، نگه داشته می‌شود. گیره‌ها در طول بال، موقعیت جان را در طول خط میانی بال حفظ می‌کنند. حال می‌توان ورق بال فوقانی را در بالای جان نصب و خال جوش کرد. این روش در مورد تیرهای مستقیم با ارتفاع کم و متوسط به کار می‌رود. می‌توان تیرورق را با خواباندن ورق جان بر روی قالب در موقعیت افقی مونتاز نمود (حالت دوم، شکل ۱۱-۶).



مونتاز تیرورق در قالب



شکل ۱۱-۵- مراحل مونتاز و جوشکاری ورق جان و بال تیرورق



شکل ۱۱-۶- مونتاز تیرورق در قالب

در این روش بعد از خواباندن جان بر روی قالب، ورق‌های بال در موقعیت خودشان قرار گرفته و با وسایلی نظیر گوه، پیچ، جک و یا در بعضی شرایط هوای فشرده، به دو لبه جان محکم می‌شوند. قالب به صورت اتوماتیک، بال را در موقعیت مشخص به صورت قائم نگه می‌دارد. اگر جان لاغر و یا عمیق (با ارتفاع زیاد) باشد، باید احتیاط کرد که فشار زیادی بر روی بال‌ها وارد نشود، چرا که می‌تواند باعث کمانه کردن جان به سمت بالا شود (شکل ۱۱-۷). از آنجایی که بال‌ها به صورت قائم بر روی پایه نگه داشته می‌شوند، زمانی که فشار از روی آن‌ها برداشته شده و جان به صورت اولیه در می‌آید، امکان دارد که بال‌ها بچرخند و دیگر نسبت به هم موازی نباشند.

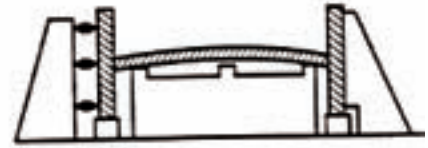




مونتاز تیرورق با تغییر مقطع در قالب



(ب)



(الف)

شکل ۱۱-۷- کمانه کردن جان به سمت بالا در تیر با جان لاغر و یا عمیق

تیرهای ماهیچه‌ای به شکل شکم ماهی، معمولاً با خواباندن جان به صورت افقی مشابه حالت شرح داده شده مونتاز می‌شوند. اما در عین حال برخی از این گونه تیرها، که زیاد عمیق نیستند، به صورت کاملاً بالعکس یعنی به روش قرارگیری جان به صورت قائم مونتاز می‌شوند (شکل ۱۱-۸). در این روش بال تحتانی، روی قسمت فوقانی قرار داده شده و با کمی فشار و یا حرارت در مقابل لبه منحنی جان محکم می‌شود.



مونتاز اولیه ستون جعبه‌ای



شکل ۱۱-۸- مونتاز قائم تیرهای ماهیچه‌ای

### مونتاز اولیه مقاطع جعبه‌ای

ستون‌های جعبه‌ای دارای دو بال و دو جان می‌باشند و در اکثر سازه‌های ساختمانی با اسکلت فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به عدم امکان دسترسی به داخل ستون پس از بسته شدن آن و در نتیجه عدم امکان جوشکاری سخت‌کننده‌های داخلی آن در مرحله مونتاز اولیه، یک وجه از چهار وجه ستون نباید مونتاز شود.

ترتیب کار به این شکل است که مطابق مونتاز مقاطع I شکل ابتدا یک قالب یا فیکسچر مناسب در روی یک شاسی ساخته می‌شود. در اینجا مونتاز بر روی یک بال انجام می‌شود، و دو جان ستون مطابق نقشه‌های کارگاهی با رعایت فاصله آن‌ها از لبه بال، روی بال زیرین مونتاز می‌شوند.

جهت مونتاز دو وجه جان روی بال زیرین، ابتدا تعدادی ورق‌های کوچک که به صورت گونیا بریده شده‌اند از داخل روی بال خال‌جوش می‌شوند به نحوی که دو ورق جان پس از چسبیدن به آن‌ها در محل نهایی خود قرار گرفته باشد. لازم به ذکر است این ورق‌های کوچک پس از تکمیل مونتاز ورق‌های جان برداشته شده و جهت ساخت ستون‌های بعدی به کار می‌روند. پس از مونتاز ورق‌های جان روی بال، باید این ورق‌ها روی بال گونیا شوند که این امر توسط مونتازکار بوسیله ابزار مناسب نظیر گوه، پتک آهنگری و گونیا انجام می‌شود.

ورق‌های سخت‌کننده نیز در این مرحله مطابق نقشه‌های کارگاهی باید در داخل ستون جعبه‌ای (که اکنون بصورت یک مقطع U شکل می‌باشد) مونتاژ می‌شود. این کار با رعایت اضافه طول مناسب جهت جمع شدگی پس از جوشکاری، که متناسب با ضخامت ورق و اندازه جوش بال به جان می‌باشد، صورت می‌گیرد.



مونتاژ اولیه ستون جعبه‌ای

تیرهای جعبه‌ای در صورتیکه جان آن‌ها بسیار نازک و یا عمیق باشد در حالت خوابیده روی جان مونتاژ می‌شوند. در این حالت ابتدا مانند مقاطع I شکل یک جان و دو بال آن مونتاژ شده سپس با نصب لچکی روی بال، جان دوم نیز در موقعیت اصلی آن مطابق نقشه‌های کارگاهی مونتاژ می‌گردد.

در ستون‌های جعبه‌ای در حالت U شکل، جهت جلوگیری از تغییر شکل و ناگونیایی جان و بال نسبت به هم از میله‌های مهار در سرتاسر طول ستون استفاده می‌شود. این کار از ناحیه داخل جعبه بصورتی انجام می‌شود که دو جان نسبت به هم و نسبت به بال ستون مهار شده باشد.



مونتاژ وجه چهارم ستون جعبه‌ای

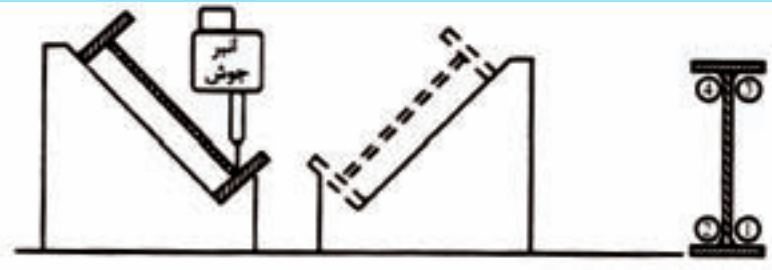
### ۱۱-۶- جوش اولیه

چنانچه تیورورق‌ها متقارن باشند، چهار نوار جوش به خوبی در حول محور خنثی مقطع متعادل می‌شوند و در نتیجه انحنای حاصل از جوشکاری بسیار کم خواهد بود (شکل ۱۱-۹). ترتیب و توالی جوشکاری اتوماتیک جهت انجام چهار نوار جوش، می‌تواند بدون تأثیر عمده‌ای در تغییر شکل متفاوت باشد. در بیشتر حالات، توالی و ترتیب جوشکاری تابعی از نوع قالب به کار رفته و روش حرکت تیر از یک موقعیت جوشکاری به موقعیت دیگر در کارگاه می‌باشد.



در شکل ۱۱-۱۰، دستگاه مونتاژ دارای دو پایه برای حفظ ورق‌های مونتاژ شده تحت دو زاویه مخالف می‌باشد. وضعیت قرارگیری طوری است که جوش بال به جان در وضعیت تخت انجام می‌شود. از آنجایی که برگرداندن کامل تیر، مشکل و وقت‌گیر است، لذا توالی و ترتیب جوش‌ها باید به گونه‌ای طراحی شود که تعداد برگرداندن تیر تا حد امکان کاهش یابد.

شکل ۱۱-۹- محور فنتی در تیورورق متقارن H شکل



شکل ۱۱-۱۰- ترتیب و توالی و طرهمواره اجرای جوش طولی تیر یا ستون در حالت تفت



جوش طولی به روش زیرپودری

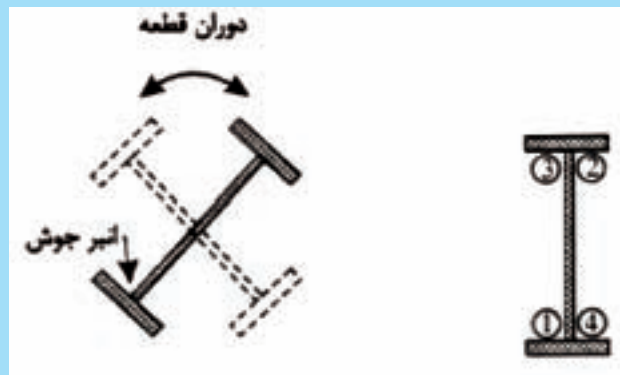
مطابق شکل ۱۱-۱۰، مجموع تیر مونتاژ شده، نخست بر روی پایه چپ قرار گرفته و جوش ۱ اجرا می‌شود. ساده‌ترین گام بعدی برداشتن تیر با جرتقیل قلاب شده به بال فوقانی و خواباندن آن بر روی پایه سمت دیگر می‌باشد. در این مرحله جوش ۲ بر روی همان بال اما در سمت دیگر جان انجام می‌شود. حالا تیر برداشته شده و بر روی زمین قرار گرفته و پس از سر و ته شدن، برای اجرای جوش ۳ در موقعیت تخت، بر روی یکی از پایه‌ها قرار داده می‌شود. بالاخره تیر برداشته شده و جهت انجام جوش ۴، بر روی پایه دیگر خوابانده می‌شود.

در شکل ۱۱-۱۱ از یک قالب چرخان برای اجرای جوش بال به جان استفاده شده است. بعد از اینکه جوش ۱ کامل شد، تیر دوران یافته و جوش ۲ انجام می‌شود. حال باید سر دستگاه جوش به عقب و به سمت دیگر جان تیر برگشته و جوش ۳ را اجرا کند، در نهایت دوباره تیر دوران یافته و جوش ۴ انجام می‌گردد.

ترتیب‌های مختلف عبور جوش که در بالا بیان شد، بستگی کامل به قالب و روش به کار رفته و ترجیحاً مقدار تأثیر آن بر تغییر شکل اجزای تیرورق دارد.



جوش طولی به روش دستی

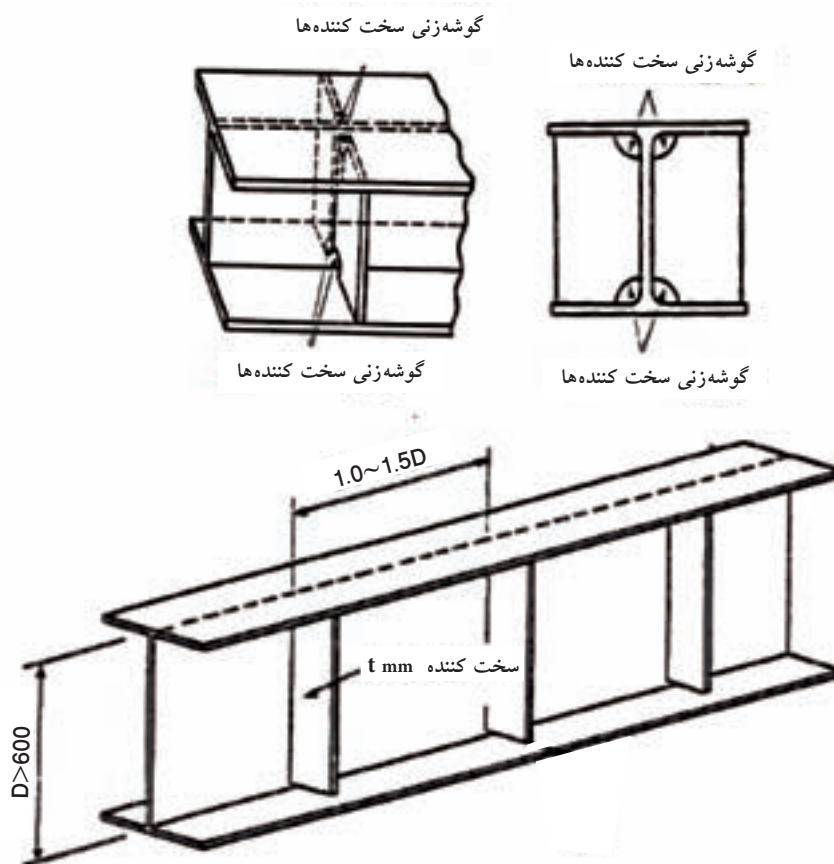


شکل ۱۱-۱۱- ترتیب و توالی در روش قالب پرفان

## ۱۱-۷- مونتاژ ثانویه - مونتاژ سخت کننده‌ها

معمولاً بعد از تکمیل نوارهای جوش بال به جان، سخت کننده‌های عرضی مونتاژ شده و به تیر یا ستون جوش می‌شوند (شکل ۱۱-۱۲).

از مهمترین نکات قبل از مونتاژ سخت کننده‌ها، تمیزکاری محل مونتاژ ورق سخت کننده است. باید حداقل محدوده‌ای به پهنای ۸ سانتیمتر تمیزکاری شود.



شکل ۱۱-۱۲- مونتاژ سخت کننده‌ها

اگر ورق بال لاغر و عریض باشد، امکان ایجاد پدیده افتادگی بال یا هلالی شدن در ورق بال در حین اجرای جوش بال به جان وجود دارد. در صورت وقوع چنین پدیده‌ای قبل از قرار دادن سخت کننده، ورق بال را باید با فشار به وضعیت اولیه درآورد.

در صورت عدم استفاده از جوش اتوماتیک، سخت کننده‌های عرضی را قبل از جوشکاری بال به جان (جوش اولیه)، در جای خود قرار می‌دهند. از آنجایی که بال‌های جوش نشده کاملاً مسطح هستند (تغییر شکل نداده‌اند)، این عمل به راحتی انجام می‌شود. در این حال جوش بال و جان در حد فاصل دو سخت کننده به روش دستی یا نیمه اتوماتیک انجام می‌شود.



سفت کننده عرضی



استفاده از مهارى جهت جلوگیری از افتادگی بیش از مد بال

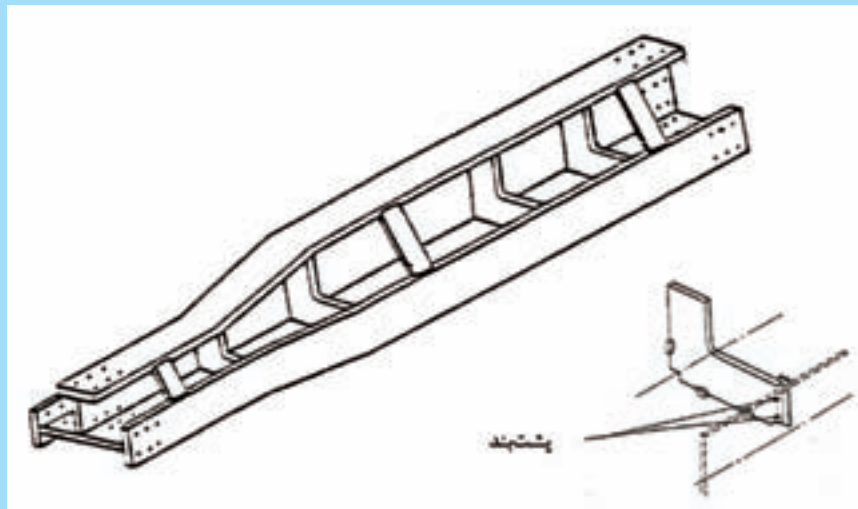
گوشه‌های سخت‌کننده‌ها جهت پیوستگی نوار جوش بال به جان، به صورت ۴۵ درجه بریده (گوشه‌زنی) می‌شوند (شکل ۱۱-۱۲).

### مونتاژ وجوه سوم و چهارم ستون‌های صلیبی شکل

در خصوص ستون‌های صلیبی شکل مونتاژ وجوه سوم و چهارم (که از قبل بصورت T شکل آماده شده و جوش بال به جان آن انجام شده است) به طریق زیر انجام می‌شود.

#### ۱- مونتاژ تک مرحله‌ای

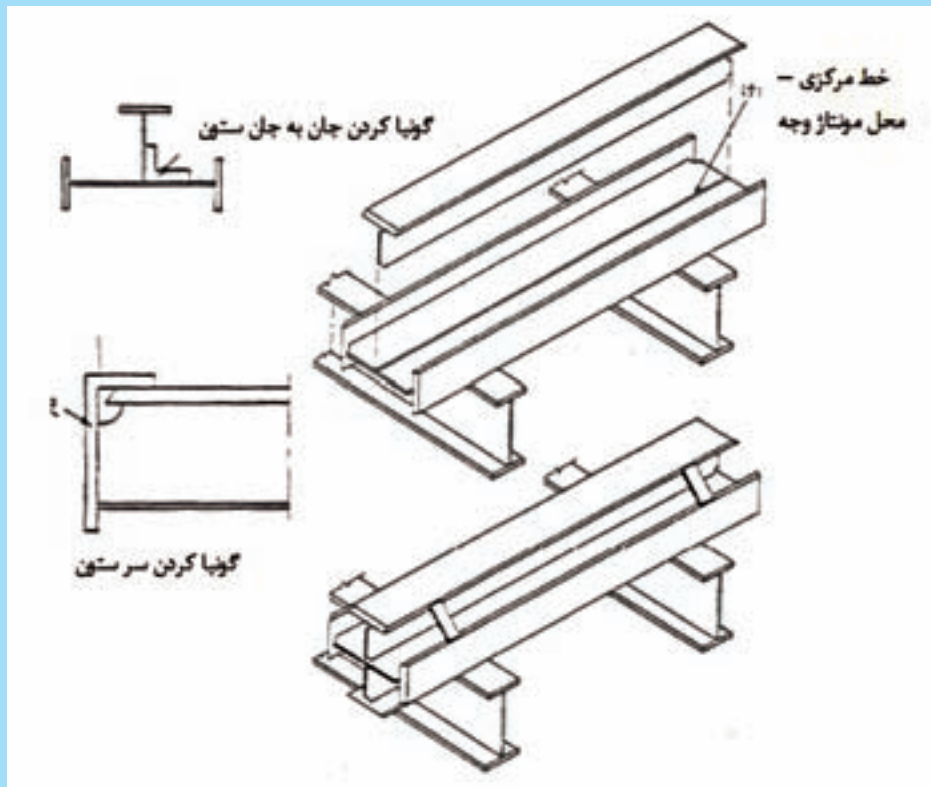
در این روش ابتدا سخت‌کننده‌های ستون که از قبل برشکاری و آماده‌سازی شده‌اند با خط‌کش مناسب مونتاژ می‌شوند. این کار مطابق نقشه‌های کارگاهی و با در نظر گرفتن اضافه طول جهت جبران جمع‌شدگی ناشی از جوش‌های طولی جان به جان ستون و حتی جوش‌های نفوذی سخت‌کننده‌ها صورت می‌گیرد. سپس با استفاده از ابزار مناسب مانند زنجیر و جک هیدرولیکی وجه T شکل را در محل خود قرار داده و محکم می‌کنند. به همین ترتیب وجه دیگر نیز مونتاژ می‌شود.



شکل ۱۱-۱۳- مونتاژ همزمان وجه چهارم و سفت کننده‌های آن

## ۲- مونتاژ دو مرحله‌ای

در این روش ابتدا وجوه T شکل سوم و چهارم باید در محل خود با دقت مونتاژ گردد و محکم شود. کنترل گویایی بودن و نداشتن خروج از مرکزیت این وجوه نسبت به وجوه اول و دوم و نیز نسبت به خودشان از نکات بسیار حائز اهمیت می‌باشند. در این مرحله جوش طولی جان به جان ستون، به روش دستی یا اتوماتیک اجرا می‌شود. پس از تکمیل جوش جان به جان سخت‌کننده‌ها مونتاژ می‌شوند. در هر دو روش فوق باید دقت شود که در صورتی که اتصالات از نوع پیچ و مهره‌ای بوده و نیاز به سوراخکاری جان ستون باشد، باید قبل از هر گونه مونتاژ عملیات سوراخکاری جان ستون انجام شده باشد.



شکل ۱۱-۱۴- مراحل سافت ستون‌های صلیبی شکل



مونتاژ وجوه سوم و چهارم در روش مونتاژ تک مرحله‌ای ستون‌های صلیبی

## ۱۱-۸- جوش ثانویه- جوش سخت کننده‌ها

سخت کننده‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: سخت کننده‌های ساده و ورق‌های پیوستگی. سخت کننده‌های ساده معمولاً در میانه تراز طبقات و یا در ادامه ورق‌های سخت کننده اتصالات نصب می‌شوند که جوش آن‌ها به ستون اصولاً بصورت جوش گوشه می‌باشد. ورق‌های پیوستگی ستون نیز در محل اتصال بال تیرها به ستون در داخل ستون نصب شده و بخصوص در مورد قاب‌های خمشی باید با جوش نفوذی به بال‌های ستون جوش شوند، و جوش اتصال دهنده آن‌ها به جان ستون از نوع جوش گوشه می‌باشد مگر این که در نقشه‌ها به شکل دیگری مشخص شده باشد.

بطور کلی ترتیب جوشکاری سخت کننده‌ها چه در ستون‌های I شکل و چه در ستون‌های صلیبی، بصورت اجرای کامل پاس اول جوش کل سخت کننده‌ها و سپس اجرای کامل جوش با در نظر داشتن نکات پیشگیری از اعوجاج قطعات انجام می‌شود.

در جوشکاری ستون‌های صلیبی بهتر است قبل از اجرای جوش کامل سخت کننده‌ها، جوش طولی جان به جان ستون به طور کامل اجرا شده باشد. در مونتاژ تک مرحله‌ای این ستون‌ها، پاس اول جوش کلیه سخت کننده‌ها و جوش طولی جان به جان ستون اجرا می‌شود و در مرحله دوم جوش جان به جان در وضعیت جوشکاری تخت انجام می‌شود و در مرحله آخر جوش نهایی سخت کننده‌ها نیز با رعایت ترتیب و توالی پیشنهادی جهت پیشگیری از اعوجاج و تابیدگی ستون و همچنین رعایت دستورالعمل‌های جوشکاری تأیید شده انجام می‌شود.

## ۱۱-۹- مونتاژ نهایی

پس از اجرای کامل جوش‌های هسته ستون، سایر اعضای ستون مانند دستک‌ها یا ورق‌های زیرسری، و اتصالات بادبندی مطابق نقشه، به ترتیب روی ستون نصب می‌گردد. (شکل ۱۱-۱۵)



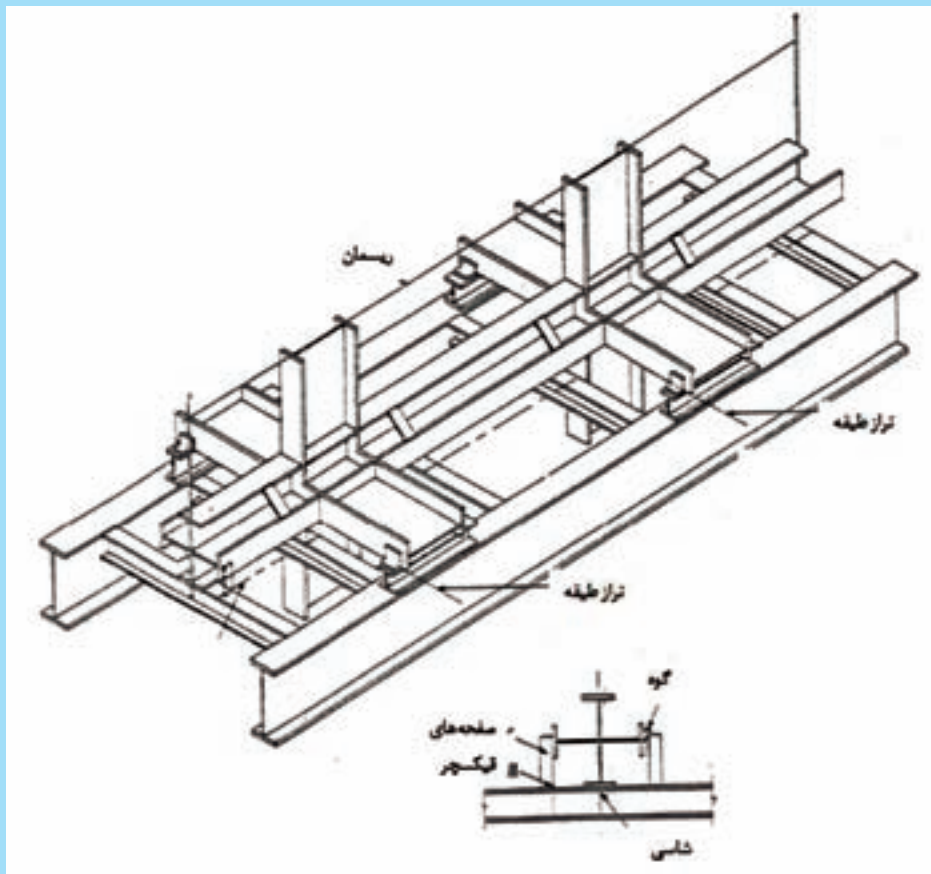
قبل از مونتاژ نهایی قطعات، باید هسته ستون، که تحت جوشکاری‌های مختلفی قرار گرفته، از لحاظ صاف بودن کنترل گردد. در صورت وجود پیچیدگی، کمانش و یا شمشیری تا حد قابل پذیرش صاف گردد. برش انتهای ستون (و سوراخ کاری بال‌های ستون در اتصالات پیچ و مهره‌ای) نیز در این مرحله انجام می‌شود.



تکمیل مونتاژ و به سه و چهارم ستون صلیبی

## ۱۰-۱۱- جوش نهایی

در این مرحله کلیه ملحقات نهایی نظیر دستک، ورق زیرسری، لچکی و ورق اتصال بادبندی مطابق دستورالعمل‌های تاییدشده جوشکاری می‌شوند.



شکل ۱۱-۱۵- فیکسچر مونتاز نهایی قطعات الماقی دستک‌ها روی ستون صلیبی شکل



جوشکاری دستک روی ستون توسط دو جوشکار به طور همزمان جهت پیشگیری از پیچیدگی دستک روی ستون



سنگ‌زنی درز جوش‌های شیاری پس از اجرای جوش گوشه پشت آنها



مونتاز دستک روی ستون در کارگاه ساخت



## ۱۱-۱۱- کنترل تغییر شکل

عامل موثر دیگر در کیفیت جوش، انقباض می‌باشد. اگر یک زنجیره جوش به طور ممتد روی یک صفحه اجرا شود باعث می‌گردد که صفحه مانند شکل ۱۱-۱۶ تاب بردارد. این تاب خوردگی در صورت عدم دقت کافی در طرح اتصال و نحوه اجرای جوش آن اتفاق می‌افتد.

شکل ۱۱-۱۷ نتیجه استفاده از جوش غیر قرینه را با جوش قرینه به مقایسه می‌گذارد. اگرچه روش‌های متعددی برای به حداقل رساندن تاب خوردگی وجود دارد ولی معمول‌ترین روش، استفاده از جوش‌های منقطع مانند آنچه در شکل ۱۱-۱۸ الف، نمایش داده شده و بعد پرکردن فواصل مانند شکل ۱۱-۱۸ ب، با ترتیب خاصی که به عنوان نمونه ارائه شده است، می‌باشد. برای خیلی از سازه‌ها مثل تیر ورق‌ها، قطعات کوتاه جوش (خال جوش) را اول در نقاط حساس برای نگهداری قطعات در جای خود اجرا می‌کنند، بعداً جوشکاری به شکل خطوط ممتد مطابق طرح قبلی انجام می‌شود.



شکل ۱۱-۱۶- تاب خوردگی صفحه

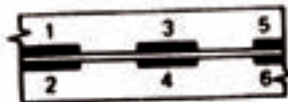


الف) طرح بد

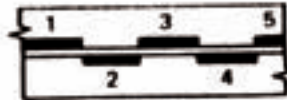


ب) طرح خوب

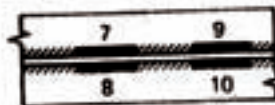
شکل ۱۱-۱۷- تأثیر ممل قرارگیری جوش



یا



الف) اولیه



یا



ب) نهایی

شکل ۱۱-۱۸- ترتیب جوش منقطع

روش‌های به حداقل رساندن تغییر شکل به طور خلاصه به شرح زیر می‌باشد :

### ۱۱-۱۱-۱- کم کردن نیروی انقباض به وسیله:

الف) استفاده از حداقل فلز جوش، (برای جوش‌های نفوذی از شکاف ریشه بیش از حد نیاز استفاده نکنید و جوش اضافی به کار نبرید).

ب) استفاده از تعداد دفعات عبور هر چه کمتر.

پ) آماده کردن و آرایش مناسب لبه‌ها.

ت) استفاده از جوش منقطع، حداقل برای اتصال اولیه.

ث) استفاده از روش گام به عقب، به این ترتیب که قطعاتی از جوش خلاف جهت اصلی جوشکاری و به سمت قطعاتی از جوش که قبلاً انجام شده، اجرا گردد.

### ۱۱-۱۱-۲- اجازه انقباض دادن به جوش به وسیله:

الف) منحرف ساختن صفحات از راستای صحیح خود چنان‌که بعد از انقباض به طور صحیح قرار گیرند.

ب) استفاده از پیش‌تاب‌دهی قطعات.

### ۱۱-۱۱-۳- متعادل ساختن نیروهای انقباض به وسیله

الف) استفاده از تقارن در جوشکاری، (جوش‌های گوشه در دو طرف یک قطعه اثر یکدیگر را خنثی می‌نمایند).

ب) استفاده از جوشکاری با ترتیب متناوب.

پ) استفاده از چکش‌کاری، آزاد کردن تنش‌ها از طریق چند ضربه در جوش‌های ضخیم.

ت) استفاده از گیره و بست. این وسایل باعث کش آمدن فلز جوش در حین سرد شدن آن می‌گردد.



استفاده از مهار جهت جلوگیری از افتادگی  
بال ناشی از جوش



صاف کردن قطعات به کمک مارت



استفاده از مهار پشت‌بند جهت جلوگیری  
از تاب برداشتن ورق کف ستون در  
کارخانه

## ۱۱-۱۲- راه‌های حفاظت و نگهداری قطعات

### ۱۱-۱۲-۱- خوردگی

خوردگی غالباً به زنگ‌زدگی یا کدر شدن فلزات اطلاق می‌شود؛ ایجاد سوراخ، نوع موضعی حمله خوردگی است که در آن میزان خوردگی از سایر نقاط بیشتر است.

عمق حفره‌های ایجاد شده، تابع شدت حمله خوردگی موضعی است. حمله شدید باعث ایجاد حفره عمیق می‌شود. شدت حمله بستگی به این دارد که آیا فلز حفاظت شده باشد یا نه. اگر قطعه فلزی کاملاً حفاظت شده باشد، خوردگی ایجاد نخواهد شد یا خیلی کم خواهد بود، اما اگر هیچ نوع حفاظتی صورت نگرفته باشد یا خوب حفاظت نشده باشد، تمامی قطعات فلزی دچار حمله خوردگی خواهد شد و رفته رفته باعث خوردگی‌های شدیدتر خواهد گردید که در شدیدترین حالت منجر به تشکیل ترک‌های ریز نفوذی می‌شود که در نتیجه قسمت سالم سطح مقطع فلزی را کاهش می‌دهد و سرانجام هنگامی که نیرو به حد کافی باشد، فلز تحت تاثیر نیرو، گسیخته و منهدم خواهد شد. در نتیجه، می‌توان گفت، خوردگی باعث ایجاد دو مشکل اساسی می‌گردد:

نخست افزایش حجم که هنگام اکسید شدن فلز بروز می‌کند و این پدیده در بتن مسلح به صورت ترک برداشتن و خرد شدن تحت تاثیر فشارهای داخلی ظاهر می‌گردد. مشکل دوم این است که در اثر تبدیل شدن فلز به اکسید در اثر خوردگی، سطح مقطع موثر و اولیه آن کاهش می‌یابد و قطعه فولادی ضعیف می‌شود.



خوردگی در قطعات فولادی

### ۱۱-۱۲-۲- روش‌های حفاظت فولاد

#### ۱۱-۱۲-۲-۱- رنگ‌آمیزی

قبل از رنگ‌آمیزی، روغنکاری یا عملیات مشابه دیگر روی قطعات فلزی، باید آن‌ها را کاملاً خشک کرد و سطوح آن‌ها را از هر نوع زنگ‌زدگی، خوردگی و آلودگی‌های دیگر به کمک برس سیمی دستی یا روش‌های دیگر پاک نمود، در پاره‌ای موارد ماسه‌پاشی (Sand Blast) با فشار نیز لازم خواهد بود. رنگ‌های مورد مصرف به نام رنگ‌های ضد زنگ معروفند. باید دقت شود قسمت‌هایی از اسکلت که قرار است جوشکاری شود تا فاصله مناسب از محل جوشکاری و قسمت‌هایی که قرار است در بتن مدفون گردد، نباید رنگ‌آمیزی شوند. بدیهی است پس از جوشکاری، رنگ‌آمیزی قسمت‌های جوش شده الزامی است.

رنگ آمیزی در کارگاه نباید در هوای یخبندان یا مه آلود یا هنگامی که رطوبت باعث ایجاد شبنم بر روی سطح مورد نظر می شود، انجام گیرد.

پس از انجام رنگ زدن هر چند وقت یکبار، رسیدگی و نگهداری آن لازم خواهد بود و درجایی که حفاظت در برابر خوردگی اهمیت زیادی دارد، لازم است دو لایه رنگ به منظور آستر زده شود؛ بویژه در محل لبه های تیز و درزها که رنگ کمتری به آنها نفوذ می کند و پاشیده می شود. مواد ضد زنگ دارای ترکیبات شیمیایی از قبیل: سرنج، ترکیبات فلزی سرب، پلمبات سدیم، فسفات روی و کرومات هستند.

### ۱۱-۱۲-۲-۲- پوشش های فلزی

متداولترین پوشش فلزی استفاده از فلز روی است که می تواند به صورت گالوانیزه کردن به روش مذاب، پیش از احداث سازه یا به صورت پاشیدن فلز پس از ساخت مورد استفاده قرار گیرد. از آلومینیوم نیز برای حفاظت فولاد استفاده می شود و عملکرد آن نیز کم و بیش مشابه عملکرد روی می باشد. استفاده از آلومینیوم در محیط های صنعتی که به شدت آلوده است موفقیت آمیز بوده است. پل جدید فولادی در انگلستان با پوشش فلزی از نوع پاشیدن روی و آستر از نوع کرومات روی و دو لایه رنگ اکسید آهن میکایی محافظت شده است.

### ۱۱-۱۲-۲-۳- پوشش های قیری

رنگ های قیری که به صورت غلیظ شده قیر و قیر زغالی است، بسیار مفید و موثر هستند و حداقل در سه لایه به کار می روند. به طور کلی این رنگ ها برای حفاظت قطعاتی که در معرض تابش نور خورشید قرار دارند، مناسب نیستند و روی سطح آن ها غالباً ترک خوردگی هایی ظاهر می شود. این اشکال را می توان با استفاده از یک لایه رویه از مواد قیری آلومینیوم دار کاهش داد. از پوشش های قیری برای حفاظت قطعاتی که در آب غرقه هستند نیز می توان استفاده کرد.



استفاده از پوشش قیری در سازه دریایی

### ۱۱-۱۲-۲-۴- پوشش های پلاستیک

این مواد به صورت خمیر استفاده شده و به وسیله غلتک پخش می شود؛ سپس با استفاده از حرارت یا چسب به فلز اتصال می یابد. گاه به صورت پودر و استفاده از حرارت، سخت می شود و پوشش های با مقاومت شیمیایی بالا را به وجود می آورد. لایه های ضخیمی را که با استفاده از این روش ها به دست می آیند، چه نرم و ارتجاعی، چه سخت و شکننده می توان «پوشش پلاستیک» نام گذاری کرد.

پلاستیک هایی که بیشترین کاربرد را در پوشش دادن فولاد دارند عبارتند از: پلی کلرووینیل (PVC)، پلی اتیلن و پوشش های پودر اپوکسی (کاربرد در کارخانه). استفاده از پوشش های پلاستیک در درجه حرارت های بالا آسان و موفقیت آمیز نیست. پوشش های پلاستیک (PVC) روی هسته های چوبی یا فولادی، امروزه به صورت قاب های آماده شده برای پنجره ها در دسترس هستند.

### ۱۱-۱۲-۲-۵- پوشش بتنی

فولادی که در درون بتن جاگذاری می کنند، با محیط قلیایی احاطه می شود ( $PH > 12/5$ ) این میزان قلیایی بودن قطعه فلز را به نحوی مناسب در مقابل اکثر انواع خوردگی محافظت می کند. گازهای اسیدی موجود در هوا، بویژه دی اکسید گوگرد و دی اکسید کربن با بتن که حالت بازی دارد ترکیب می شوند. در نتیجه باید فولاد در فاصله ای از جدار بتن قرار گیرد که از نفوذ گازهای اسیدی تا حد امکان مصون باشد و محافظت در برابر خوردگی در دراز مدت تامین گردد.

مرز مشترک بتن یا فولادی که قسمتی از آن در معرض عوامل جوی خورنده قرار گرفته است اغلب ممکن است منشا ایجاد خوردگی و زنگ زدگی باشد؛ بعضی از انواع زنگ زدگی، به علت ناخالصی های فلزی موجود در مصالح شنی است و به خوردگی فولاد مربوط نمی شود.



استفاده از پوشش بتنی در یک سازه صنعتی که بطور مناسبی اجرا نشده است.

## ۱۱-۱۳- عملیات حمل

عملیات حمل از موارد قابل تامل در تولید اجزای اسکلت فولادی است. در هنگام تولید اعضا در کارخانه، طول، عرض، ارتفاع و وزن قطعه تولید شده باید طوری انتخاب گردد که در هنگام حمل، شرایط بار ترافیکی ایجاد نگردد. بار می‌تواند در یکی از حالات زیر، در رده بارهای ترافیکی قرار گیرد:

الف) داشتن عرض بیشتر از عرض تریلی (حدود ۲/۸۰ متر)

ب) داشتن طول بیشتر از طول تریلی (حدود ۱۲ متر)

پ) داشتن ارتفاع بیش از حد (ارتفاع بالای بار از سطح جاده بیش از ۴ متر)

ت) داشتن وزن غیرعادی

بارهای ترافیکی دارای هزینه حمل بسیار گران قیمت می‌باشند و باید تا حد امکان از آن اجتناب نمود. در شکل مقابل حمل یک قطعه سنگین توسط تریلی نشان داده شده است.



محمل قطعات از  
محمل سافت به  
کارگاه نصب



## ۱۱-۱۴- عملیات پیش‌مونتاژ و مونتاژ در پای کار

همانطور که در قسمت قبل عنوان شد، در اکثر موارد امکان ساخت عضو با طول کامل در کارخانه وجود ندارد و لازم است عضو در قطعات کوتاه‌تر ساخته شده و به کارگاه حمل گردد. بنابراین قبل از نصب لازم است قطعات در پای کار به صورت یکسره درآمده و سپس نصب شوند. به این عملیات، مونتاژ و یا پیش‌مونتاژ گفته می‌شود.

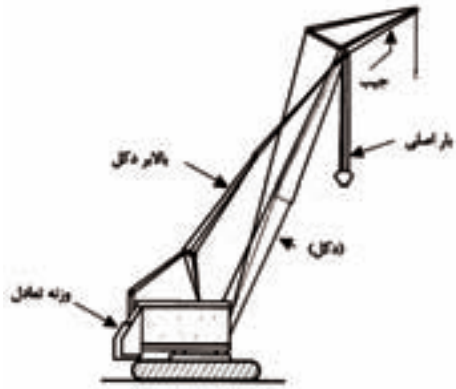
برای انجام این کار ابتدا در پای کار شاسی‌های مخصوص عملیات پیش‌مونتاژ آماده می‌گردد. سپس قطعات در مجاورت یکدیگر قرار گرفته و پس از رسیمان‌کشی و هم‌محور کردن آن‌ها، قطعات به یکدیگر پیچ می‌شوند.

گاهی مواقع امکان نصب یک مرتبه عضو کامل وجود ندارد. لذا در چنین مواردی مجدداً بعضی از وصله‌های عضو باز می‌شوند و عملیات نصب به صورت قطعه‌قطعه انجام می‌شوند. در این حالت از آنجا که قبلاً قطعات در پای کار

به یکدیگر به صورت آزمایشی متصل شده‌اند. اتصال مجدد آن‌ها در جبهه کار بسیار ساده خواهد بود. در صورتی که اتصال قطعات به یکدیگر دائمی باشد، عملیات را مونتاژ و در صورتی که به صورت آزمایشی و موقت باشد، پیش

مونتاژ می‌نامند. بسیاری از پیمانکاران ترجیح می‌دهند انجام بعضی سوراخ‌کاری‌ها را در مرحله مونتاژ و یا پیش‌مونتاژ انجام دهند. بدین معنی که در کارخانه عمداً از چند صفحه سوراخ‌کاری که در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند، یکی

را انجام نمی‌دهند. بعد از عملیات پیش‌مونتاژ، صفحه سوراخ‌کاری نشده از طرف صفحه سوراخ‌کاری شده علامت زده می‌شود (سنبه‌نشان) و سپس ورق اتصال باز شده و توسط مته مورد سوراخ‌کاری قرار می‌گیرد.



اعضای اصلی جرثقیل نصب

### ۱۱-۱۵- عملیات واداشتن، نصب و خال جوش اتصالات

عملیات نصب توسط جرثقیل‌های متحرک و یا جرثقیل‌های برجی (تاورکرین) انجام می‌شود. در شکل مقابل یک نمونه از جرثقیل متحرک نشان داده شده است. جرثقیل‌های متحرک می‌توانند از نوع بوم خشک و یا بوم هیدرولیکی باشند. جرثقیل‌ها علاوه بر بوم اصلی، دارای یک اضافه بوم می‌باشند که به آن جیب می‌گویند و از آن می‌توان برای نصب قطعات سبک در ارتفاع بالا استفاده نمود.

### ۱۱-۱۶- شاقولی کردن ستون‌ها، هم محور کردن تیرها و تکمیل اطلاعات

در آخرین مرحله، به کمک مهارهای ضربداری موقت و تجهیزات ایجاد کشش مثل تیفور، ستون‌ها در وضعیت شاقول قرار گرفته و با خال زدن اتصالات و یا سفت کردن پیچ‌های مونتاژ، تیرها و ستون‌ها در وضعیت نهایی قرار می‌گیرند.



### ۱۱-۱۷- نکات ایمنی در کارگاه‌های ساخت و نصب اسکلت فولادی ساختمان

وقتی شما بخواهید از وسیله‌ای استفاده کنید یا در محیطی صنعتی یا کارگاهی کار کنید برای محافظت از خود و اطرافیان مجموعه‌ای از نکات ایمنی وجود دارد که در صورت عدم رعایت آن خطراتی برای شما و دیگران به وجود می‌آید. مثلاً در صورت عدم آشنایی در استفاده از وسایل برقی ممکن است شما دچار برق گرفتگی شوید؛ بنابراین شخصی که در کارگاه اسکلت فلزی مشغول به کار است باید نکات ایمنی را به خوبی رعایت کند تا علاوه بر تامین سلامت خود و دیگران، کار با کیفیت بهتر انجام گیرد. نکات ایمنی به دو بخش نکات ایمنی در جوشکاری با برق، و نکات ایمنی لازم الاجرا در کارگاه‌های ساختمانی (بویژه در کارگاه‌های اسکلت فلزی) تقسیم می‌شود.

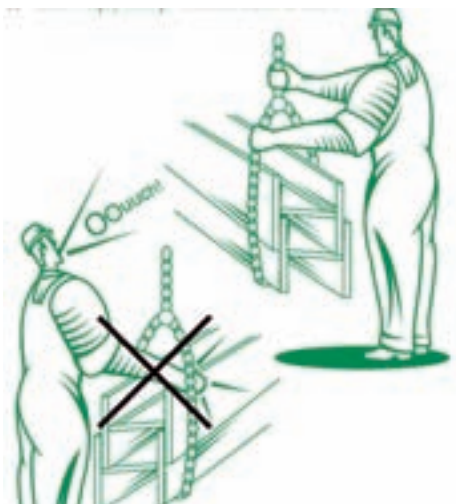
#### ۱۱-۱۷-۱- حفاظت‌های شخصی جوشکاری

##### - لباس جوشکاری

دستکش ساق بلند و پیش‌بند مقاوم در برابر آتش باید برای عملیات جوش و برش استفاده شود. لباس‌های پشمی نسبت به لباس پنبه‌ای و نایلونی برای محافظت بدن در حین جوشکاری ترجیح داده می‌شوند زیرا در برابر آتش‌سوزی از انواع دیگر مقاوم‌تر می‌باشد.



افراشتن ستون‌های ساختمان



(عایت کلیه نکات ایمنی در کارگاه)

از پوشیدن لباس‌هایی که دارای لبه‌های برگردان در سر آستین یا پاچه شلوار و جیب هستند، خودداری شود چون احتمال حبس ذرات گداخته جرقه در آن‌ها وجود دارد که منجر به سوختن لباس و پوست بدن خواهد شد. بهتر است از کفش‌های مناسب استفاده کرد تا اولاً، قسمتی از ضربه ناشی از سقوط احتمالی بر روی پا را بگیرد، ثانیاً پا را در مقابل جرقه و ذرات گداخته شده که بر روی زمین می‌ریزند محافظت کند.



آماده شدن برای جوشکاری بالاسر

شکل ۱۱-۱۹- انواع لباس‌های محافظ جوشکاری

### - ابزار محافظت چشم

در تمام موارد جوشکاری و برشکاری لازم است از عینک با شیشه مناسب (شیشه تار با درجه تاریکی مناسب) استفاده شود. درجه تاریکی شیشه عینک به روش جوشکاری و شدت جریان بکار گرفته شده بستگی دارد. در جوشکاری با قوس الکتریکی علاوه بر محافظت از چشم باید از ماسک‌هایی که صورت را نیز می‌پوشاند استفاده شود. در بیش‌تر موارد عینک و ماسک با هم همراه می‌باشند. باید توجه داشت که اشعه‌های ماوراءبنفش و مادون قرمز در قوس الکتریکی، علاوه بر اثر بسیار خطرناک بر روی چشم، بر روی پوست نیز اثر سوء دارد. برای جلوگیری از خطر تشعشع قوس الکتریکی و نیز جلوگیری از رسیدن جرقه‌های حاصل از قوس الکتریکی، صورت و چشم‌ها را باید با ماسک جوشکاری محافظت نمود. ماسک جوشکاری در دو نوع «دستی» و «کلاه‌دار» ساخته می‌شود. با استفاده از ماسک کلاه‌دار می‌توان با یک دست انبر الکتروود را گرفت و از دست دیگر برای کارهای متفرقه وابسته استفاده کرد. ماسک جوشکاری باید سبک، مقاوم و احتراق ناپذیر باشد. به منظور محافظت از چشم‌ها، شیشه ماسک را رنگی در نظر می‌گیرند. این شیشه‌ها با درصد تیرگی مختلف ساخته می‌شود که میزان آن بستگی به قدرت قوس الکتریکی دارد.





لباس ایمنی مناسب جوشکاری



شکل ۱۱-۲۰- چند نمونه از ماسک جوشکاری



لنز روشن



لنز فیلتر



لنز تنظیم فودکار

البته اخیراً ماسک‌های جدیدی ابداع شده که برای تیره و روشن کردن آن احتیاج به تعویض شیشه آن نمی‌باشد بلکه با فشار دادن کلیدهایی، درجه مورد نظر به دست می‌آید. حتی شیشه‌های مخصوصی وجود دارد که نسبت به شدت نور عکس‌العمل نشان می‌دهد و تیره می‌شود. به این ترتیب جوشکار می‌تواند وضعیت جوش را به هنگام شروع قوس کاملاً کنترل کند.

برای این که شیشه‌های رنگی در اثر جرقه‌های پرتاب شده از حوضچه مذاب صدمه نبینند، بر روی آن‌ها یک شیشه معمولی قرار می‌دهند و هرچند وقت یک بار باید آن‌ها را تعویض کرد. در شکل ۱۱-۲۰ نمونه‌هایی از ماسک جوشکاری نشان داده شده است.

با کمک جدول ۱-۱۱ می‌توان درجه محافظت (شماره شیشه) ماسک را برای جوشکاری قوس الکتریکی انتخاب نمود:



کلاه ایمنی



EAR PLUGS

گوشی

انواع وسایل ایمنی



ماسک تنفسی



شیشه‌های رنگ مناسب برای جوشکاری		
شماره رنگ شیشه	ضخامت فلز پایه (میلیمتر)	کاربرد
۱۰	۳ تا ۶	جوشکاری قوس الکتریکی با الکترودهای ۱/۵، ۲/۵، ۳/۲۵، ۴ میلیمتری
۱۲	۶ تا ۲۵	الکترودهای ۵، ۵/۵، ۶ میلیمتری
۱۴	بیشتر از ۲۵	الکترودهای ۸، ۹/۵ میلیمتری
۳ یا ۴	تا ۲۵	برشکاری سبک
۴ یا ۵	۲۵ تا ۱۵۰	برشکاری متوسط
۵ یا ۶	بیشتر از ۱۵۰	برشکاری سنگین

\* برای جوشکاری تحت گاز محافظ (میگ)، شماره رنگ شیشه را یکی کم کنید.

جدول ۱۱-۱- تعیین شماره عینک و ماسک جوشکاری

### - دستکش

استفاده از دستکش چرمی مانع سوختن دست و مچ جوشکار می‌شود. اگر چه چرم به آسانی نمی‌سوزد، در صورت تماس یافتن با شعله یا گدازه، نیم‌سوز می‌شود و انقباض می‌یابد. بنابراین انعطاف‌پذیرترین دستکش انتخاب شود. در هنگام جوشکاری سنگین فولاد ساختمانی به روش قوس الکتریکی لازم است از دستکش ضخیم ساخته شده از چرم گاو یا اسب استفاده شود.

### - عینک ایمنی

اگر نمی‌توانید از عینک ایمنی استفاده کنید، از عهده جوشکاری هم بر نمی‌آید. فکر نکنید عینک جوشکاری بیش از اندازه مزاحم است. قدرت بینایی ناقص مزاحم‌تر است. چشمان شما تحمل پذیرش گرما و نور فلز گداخته را ندارند.



شکل ۱۱-۲۱- عینک‌های ایمنی

## - کفش

اگر به کار جوشکاری پل‌ها اشتغال دارید بایستی از کفش‌های ایمنی رویه چرمی بلند بنددار استفاده کنید. جرقه و فلز مذاب به این نوع کفش‌ها وارد نمی‌شوند. هرگز کفشی با تخت پلاستیکی نپوشید، اگر چنین کفشی در معرض گرمای شدید قرار گیرد تخت آن ذوب می‌شود و به پای شما می‌چسبد.

## ایمنی دیگران

در هنگام جوشکاری قوس الکتریکی، وظیفه محافظت از چشمان اشخاصی که در اطراف هستند به عهده شماست. قبل از هر چیز باید در پیرامون محوطه جوشکاری حفاظ مناسبی تعبیه کنید تا نور مستقیم قوس به چشم کسانی که از وسیله مناسب برای محافظت چشم خود استفاده نمی‌کنند آسیب نرساند. به عنوان حفاظ موقت می‌توانید یک ورق تخته سه‌لا یا حلبی موجدار را طوری در جلو محوطه جوشکاری نصب کنید که مانع رسیدن نور مستقیم قوس به چشم اطرافیان شود.

## ۱۱-۱۷-۲- حفاظت‌های کارگاهی

- ۱- افرادی که با مصالح فلزی سنگین سروکار دارند باید به دستکش حفاظتی مجهز باشند.
- ۲- تیرآهن باید به ارتفاع کم طوری روی هم انباشته شود که امکان غلتیدن آن نباشد.
- ۳- ورق فلزی باید به طور افقی روی هم انباشته شده و ارتفاع آن از یک متر بیشتر نباشد.
- ۴- دوطرف لوله‌های فلزی که انبار می‌شوند باید به وسیله میله آهنی یا وسایل مشابه دیگر مهار شوند که از باز شدن و غلتیدن آن‌ها جلوگیری گردد.
- ۵- برای بالا بردن تیرهای آهن باید از کابل یا طناب‌های محکم استفاده شود. برای جلوگیری از خم شدن بیش از حد باید چوب یا وسیله مشابه دیگری در بین تیرآهن و کابل قرار داده شود و از زنجیر برای بالا بردن تیرآهن استفاده نشود.
- ۶- در موقع نصب ستون‌ها یا تیرهای حمال و غیره قبل از جداکردن نگهدارنده تیرآهن باید حداقل نصب تعداد پیچ و مهره‌ها یا جوشکاری‌های لازم انجام شده باشد.
- ۷- خرپاها باید به وسیله نگهدارنده بر روی پایه قرار گیرد و پس از نصب مهارهای لازم و اطمینان کامل از پایدار بودن آن از نگهدارنده جدا شود.
- ۸- قبل از نصب هر تیرآهن بر روی تیرآهن دیگر، تیرآهن زیرین باید صددرصد پیچ و مهره و یا جوشکاری شده باشد.
- ۹- در مواردی که تیرآهن در کف طبقه به طور موقت قرارداد می‌شود کلیه اتصالات طبقه پایین باید انجام شده باشد.
- ۱۰- تیرها و ستون‌ها باید بلافاصله پس از نصب، توسط سرکارگر جهت اطمینان از انجام صحیح و کامل کار بازدید شود.
- ۱۱- در مواقع بارندگی شدید و وزش بادهای سخت و یخبندان باید از نصب و برپاداشتن تیرهای فلزی خودداری شود.
- ۱۲- افرادی که در ارتفاع بیش از ۳ متر کار می‌کنند و احتمال سقوط آن‌ها می‌رود باید مجهز به کمربند حفاظتی و طناب نجات باشند و کلیه اقدامات احتیاطی برای جلوگیری از سقوط آنان به کار برده شود.

## به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

- ۱ - مراحل آماده سازی لبه در ساخت تیرورق را توضیح دهید؟
- ۲ - اگر بخواهیم یک ستون به ارتفاع ۱۳ متر از تیرورق بسازیم با فرض اینکه عرض و ضخامت ورق در طول ستون ثابت باشد تسمه‌سازی ورق بال و جان ستون را بصورت ترسیمی نمایش دهید و دلایل انتخاب خود را شرح دهید؟
- ۳ - جهت اتصال لب به لب یک ورق ۲۵ میلیمتر به یک ورق ۱۵ میلیمتر در تسمه بال ستون، نحوه پخ‌زنی، تسمه‌سازی و نوع اتصال را رسم کنید؟
- ۴ - افتادگی بال در قطعات تیوروقی به چه علتی به وجود می‌آید و روش جلوگیری از آن چیست؟ شرح دهید.
- ۵ - روش اتصال ورق وجه چهارم در ستون‌های با مقطع جعبه‌ای را شرح دهید؟
- ۶ - ترتیب جوشکاری طولی ستون تیوروقی I شکل را رسم کنید؟
- ۷ - عملیات پیش مونتاژ قطعات به چه منظوری انجام می‌شود؟
- ۸ - خوردگی چیست؟ دو مشکل اساسی ناشی از خوردگی را توضیح دهید.
- ۹ - روش‌های حفاظت فولاد را نام ببرید. یک روش از آن را توضیح دهید.
- ۱۰ - منشأ ایجاد خوردگی و زنگ زدگی را شرح دهید.
- ۱۱ - پلاستیک‌هایی که بیش‌ترین کاربرد را در پوشش دادن فولاد دارند، نام ببرید و محدودیت کاربرد آن‌ها را بنویسید.