

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ساخت مصنوعات فلزی سبک

رشته صنایع فلزی
گروه مکانیک
شاخه فنی و حرفه‌ای
پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: ساخت مصنوعات فلزی سبک - ۲۱۰۴۰۸
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: حمید تقی‌پور ارمکی، عبدالمجید خاکی صدیق، بهرام زارعی، محمدرضا سلطان محمدی، حمیدرضا شادی (هنرآموز خبره)، حسن ضیغمی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: حمید تقی‌پور ارمکی، بهرام زارعی، محمدرضا سلطان محمدی، حمیدرضا شادی (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: مازندران، شهرستان‌های تهران، قزوین، اصفهان (استان‌های مشارکت‌کننده در فرایند اعتبارسنجی) - حسین داوودی (ویراستار)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) - ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) - طاهره حسن‌زاده (طراح جلد) - سمیه قنبری (صفحه‌آرا) - نسرين اصغری، نسا عسگری (عکاس)
- نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه: www.irtexbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱
- (دارو پخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار نکنید. این عبادت است. امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ الشَّرِیف)

..... سخنی با هنرجویان عزیز

فصل اول: برش کاری با قیچی..... ۱

- واحد یادگیری ۱- شایستگی برش کاری با قیچی دستی..... ۲
- واحد یادگیری ۲- شایستگی برش کاری با قیچی اهرمی..... ۲۹
- ارزشیابی پایانی..... ۳۹

فصل دوم: خم کاری..... ۴۱

- واحد یادگیری ۳- شایستگی خم کاری ورق..... ۴۲
- ارزشیابی پایانی..... ۷۲

فصل سوم: جوش کاری مقاومتی..... ۷۵

- واحد یادگیری ۴- شایستگی نقطه جوش..... ۷۶
- ارزشیابی پایانی..... ۱۰۸

۱۱۱..... فصل چهارم: اتصال پیچک

۱۱۲..... واحد یادگیری ۵- شایستگی اتصال پیچک

۱۳۰..... ارزشیابی پایانی

۱۳۳..... فصل پنجم: لحیم کاری

۱۳۴..... واحد یادگیری ۶- شایستگی لحیم کاری

۱۵۶..... ارزشیابی پایانی

۱۵۸..... منابع

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار

۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.

این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که خاص رشته صنایع فلزی تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش رو پنج کتاب مشابه دیگر ولی با شایستگی‌های متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد.

هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌ها آموزش داده شده در کتاب را کسب نمایید و فرا گیرید. کتاب درسی ساخت مصنوعات فلزی سبک شامل ۵ فصل است و هر فصل دارای واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر فصل می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن فصل را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی شما می‌توانید از بسته آموزشی نیز استفاده نمایید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی‌تان، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.



فصل ۱

برش کاری با قیچی



فلزات در زندگی انسان نقش مهمی ایفا می‌نمایند و در صنعتِ ساختِ مصنوعات فلزی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. مرحله اول ساخت مصنوعات فلزی برش کاری می‌باشد. برش کاری روش‌های مختلفی دارد و اگر این مرحله به دقت انجام نشود قطعه تمام شده معیوب خواهد بود. لذا در این بخش به شرح ابتدایی ترین روش‌های برش کاری ورق فلزی به صورت دستی می‌پردازیم.

واحد یادگیری ۱

شایستگی برش کاری با قیچی دستی

آیا تا
به حال پی
برده اید

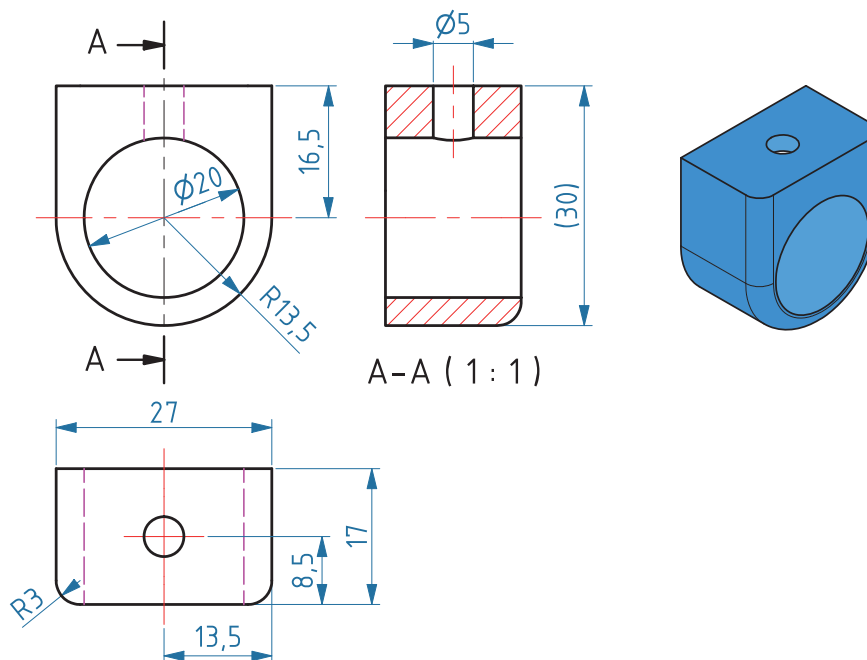
- ۱ از چه موادی برای ساخت بدنه اتومبیل استفاده می شود؟
- ۲ نقشه در تولید یک مصنوع فلزی چه نقشی دارد؟
- ۳ از چه ابزاردستی می توان برای برش ورق های فلزی استفاده کرد؟
- ۴ آیا می توان مقدار دورریز ورق را در فرایند برش کاری محاسبه کرد؟

هدف از این شایستگی، فراگیری خواندن نقشه های ساده و پیچیده در فرایند ساخت یک مصنوع فلزی است همچنین، پیاده کردن نقشه بر روی ورق های فلزی، بررسی دسته بندی انواع ورق های فلزی و کاربرد آنها، انواع قیچی های دستی، برش کاری ورق با قیچی دستی و کنترل ابعادی ورق ها پس از برش می باشد. قیچی ها انواع مختلفی دارند که هر یک از آنها کاربرد بخصوصی دارند، برخی از قیچی ها برای برش شکل ها و طرح ها از روی ورق به کار می روند و برخی دیگر برای برش های مستقیم و منحنی بُری استفاده می شوند.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی برش کاری با قیچی دستی، هنرجویان قادر به استخراج اطلاعات مورد نیاز برای برش کاری، پیاده سازی نقشه بر روی ورق فلزی و برش کاری آن با قیچی دستی خواهند بود.

به نقشه زیر نگاه کنید و بگویید درک شما از آن چیست؟



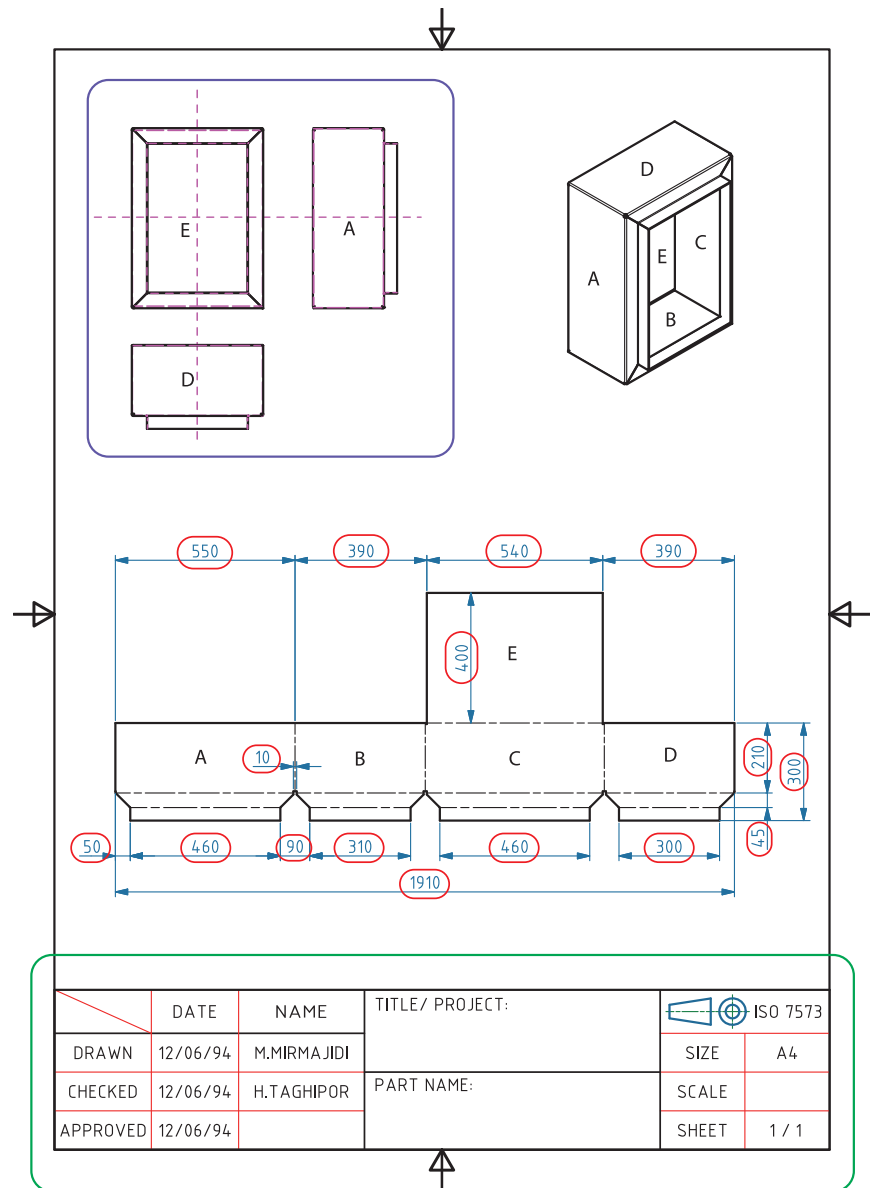
شکل ۱- نقشه یک بست فلزی

نقشه‌ها که به وسیله آن طراحان و تولیدکنندگان با یکدیگر گفت‌وگو می‌کنند، پایه و اساس تولید هستند. بر اساس نقشه سازنده می‌تواند دیدگاه‌های دقیق طراح را درک کند و براساس آن محصول را بسازد. به عبارت دیگر، نقشه‌ها زبانی فنی هستند که توسط آن سفارش تولید یک محصول داده می‌شود. به کمک نقشه محصول تولید شده را از لحاظ ابعاد و اندازه می‌توان کنترل کرد. این زبان توسط سازمان جهانی استاندارد (ISO)^۱ تدوین می‌شود. در این استاندارد اعداد روی نقشه بر حسب میلی‌متر است.

چه اطلاعاتی را می‌توان از روی نقشه به دست آورد؟ خواندن نقشه، دانشی است که با استفاده از آن می‌توانید شکل‌ها، ابعاد و اندازه‌های مورد نیاز را استخراج کنید. از این اطلاعات می‌توانید برای برش کاری، خم کاری، شکل دهی و اتصال فلزات جهت ساخت مصنوعات فلزی استفاده کنید. توجه داشته باشید که هر نقشه دارای یک جدول استاندارد مشخصات و اجزای نقشه است. معمولاً جدول مشخصات در پایین نقشه و نماها و تصویر سه بعدی در داخل نقشه قرار می‌گیرد. اطلاعاتی شامل شماره نقشه، نام قطعه، جنس قطعه، مقیاس، تلرانس، نام ترسیم کننده و... را می‌توانید در جدول نقشه مشاهده کنید. ابعاد، اندازه و جزئیات شکل محصول نهایی را می‌توانید از نقشه به دست آورید.

چگونه یک نقشه را بخوانیم و اطلاعات مورد نیاز را از آن به دست آوریم؟ برای خواندن نقشه و به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز از روی نقشه به نمودار پله‌ای شکل ۲ توجه کنید و مسیر هر مرحله را بر روی نقشه دنبال کنید.

^۱ - International for Standardization Organisation



۴ تعیین خطوط اصلی و فرعی نقشه، خطوط برش و خم

۳ پیدا کردن اندازه‌ها، تلرانس‌ها و علائم نقشه

۲ تجسم نقشه و پیدا کردن محور تقارن نقشه و خطوط مرکزی

۱ بررسی ویژگی و داده‌های جدول

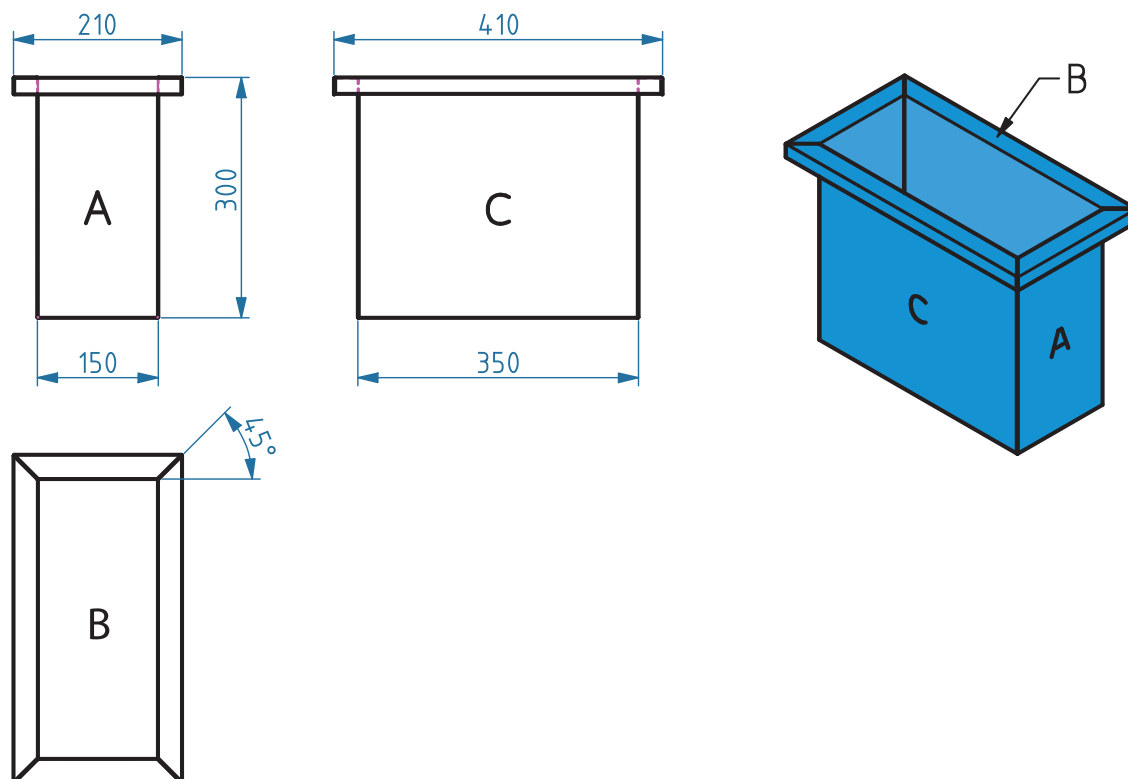
مراحل خواندن نقشه

شکل ۲- نمودار پله‌ای روش خواندن نقشه و استخراج اطلاعات مورد نیاز از روی نقشه

فکر کنید

به نقشه زیر نگاه کنید، به نظر شما هر یک از این شکل‌ها چه مفهومی دارند؟ آیا می‌توانید از روی نقشه در مورد جنس، نام قطعه و جزئیات دیگر نظر دهید؟ با اندازه‌گیری قطعه اصلی و بدون نقشه می‌توانید محصولی را تولید کنید؟ به نظر شما جایگزینی برای نقشه وجود دارد؟ با دوستانتان در این رابطه بحث کنید.

نقشه شماره ۱



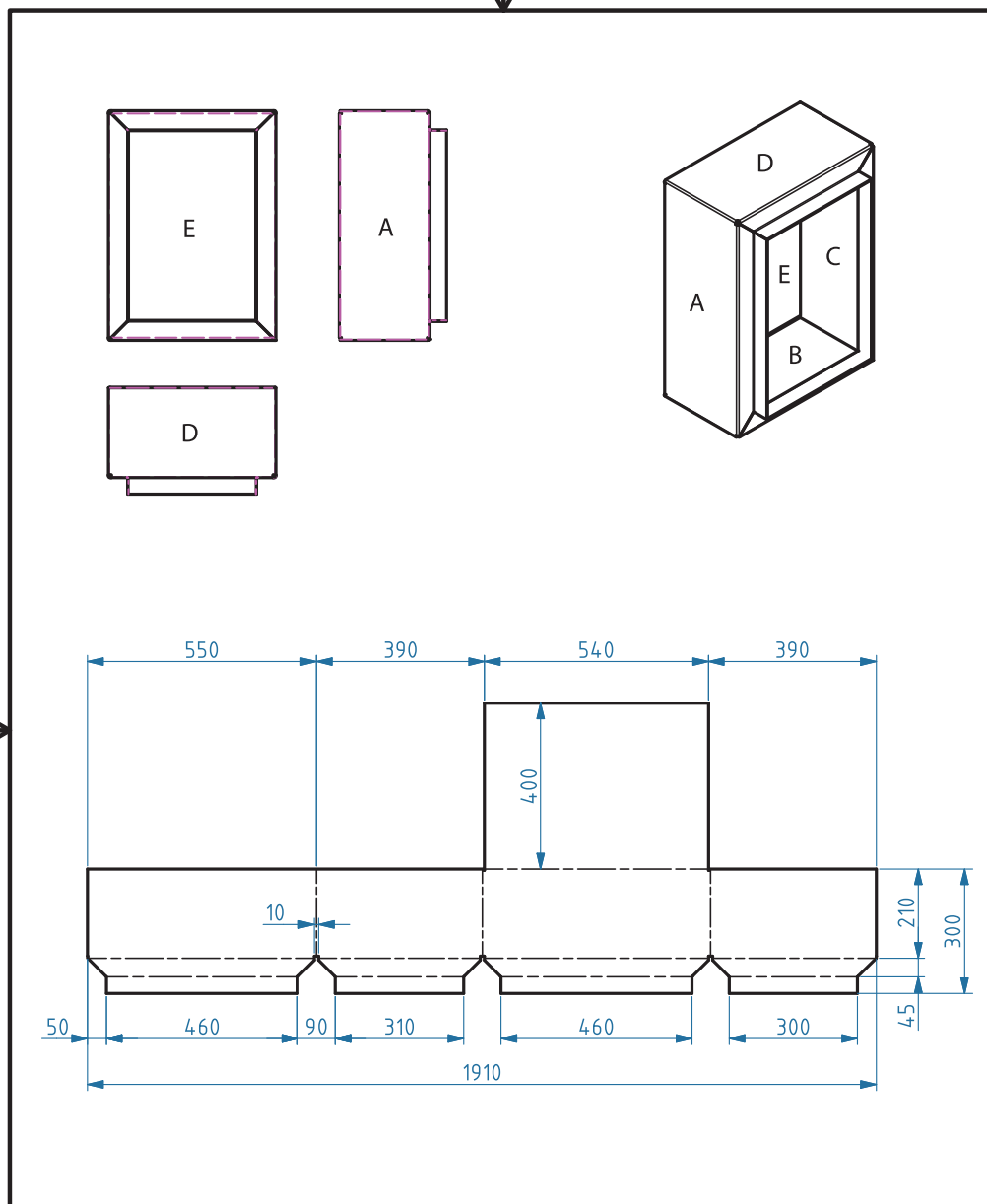
فکر کنید

به نقشه شماره ۲ توجه کنید، آیا می‌توانید براساس مشخصات نقشه، جدول ۱ را کامل کنید؟ سعی کنید این کار را انجام دهید و بررسی کنید که دانش و آگاهی از جزئیات نقشه چه کمکی به ما می‌کند؟ آیا می‌توان اطلاعاتی شامل شماره نقشه، نوع استاندارد نقشه‌کشی، نام قطعه، مواد و مقیاس را از روی نقشه تعیین کرد؟ (فعالیت زیر در مدت زمان ۵ دقیقه انجام دهید.)

جدول ۱- مشخصات نقشه

ردیف	شماره نقشه	استاندارد نقشه‌کشی	نام قطعه	جنس	مقیاس	بزرگ‌ترین طول	کوچک‌ترین طول
۱							
۲							

نقشه شماره ۲

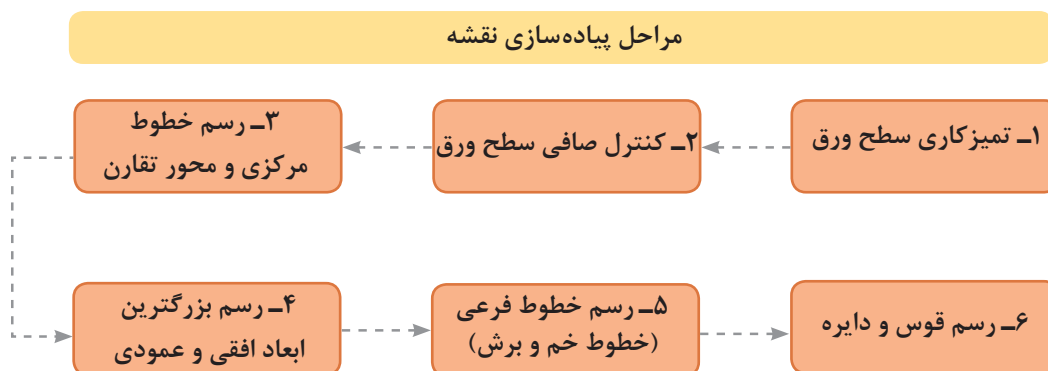


	DATE	NAME	TITLE/ PROJECT:	ISO 7573	
	DRAWN	12/06/94	M.MIRMAJIDI	SIZE	A4
	CHECKED	12/06/94	H.TAGHIPOR	SCALE	
	APPROVED	12/06/94		SHEET	1 / 1

پیاده سازی نقشه

به نظر شما پیاده سازی نقشه چه تأثیری بر کیفیت محصول نهایی برش دارد؟ پیاده سازی نقشه بر روی ورق فلزی بخشی از عملیات برش کاری ورق با قیچی دستی می باشد که در این مرحله می توانید شکل، ابعاد و اندازه موجود در نقشه را بر روی ورق رسم کنید. پیاده سازی نقشه نیاز به دقت و توجه بسیار زیادی دارد کوچک ترین بی توجهی و اشتباه ممکن است باعث تولید محصول نامناسب و معیوب شود. اصلاح و رفع عیب محصول نیازمند صرف زمان و هزینه می باشد. از این رو کوچک ترین جزئیات نقشه قبل از پیاده کردن آن باید به دقت بررسی شود.

رویه پیاده سازی نقشه بر روی ورق: پیاده سازی نقشه بر روی ورق به کمک ابزارهای اندازه گیری و خط کشی در چند مرحله صورت می پذیرد که شکل ۳ این مراحل را نشان می دهد.



شکل ۳- مراحل پیاده کردن نقشه بر روی ورق



شکل ۴- میز فلزی ورق کاری

با چه ابزارهایی می توان نقشه را بر روی ورق ترسیم نمود؟ پیاده سازی نقشه بر روی ورق، بر روی میزهای ورق کاری انجام می شود. مهم ترین ویژگی این میزها جلوگیری از ایجاد فرورفتگی در ورق هنگام پیاده سازی نقشه می باشد. شکل ۴ یک نوع متداول از میزهای فلزی را نشان می دهد.

ابزارهای مورد استفاده برای پیاده‌سازی نقشه در جدول ۲ نشان داده شده است. به جدول زیر نگاه کنید، و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

جدول ۲- انواع ابزارهای پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق فلزی

نوع ابزار	تعریف	کاربرد	تصویر
متر	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری طول‌های بلند	.....
خط‌کش	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری طول‌های کوچک کوتاه	رسم خطوط و اندازه‌گیری آن	
زاویه‌سنج	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری زاویه	.....
گونیا	وسیله‌ای برای علامت‌گذاری و کشیدن خط‌های عمود بر هم	کنترل زاویه قائم	
پرگار	وسیله‌ای برای کشیدن کمان	کشیدن دایره و کمان	
	وسیله‌ای برای انتقال اندازه	.....
سوزن خط‌کش	وسیله‌ای برای خط‌کشی روی ورق فلزی	خط‌کشی روی ورق فلزی	
سنبله نشان	وسیله‌ای برای نشانه‌گذاری	نشانه‌گذاری روی ورق فلزی	

فعالیت کارگاهی

کار عملی

پیاده سازی نقشه برش بر روی ورق فولادی

شرح فعالیت: ورق فولادی به ابعاد $300 \times 300 \times 5/8$ میلی متر انتخاب کنید، سپس نقشه شماره ۳ را بر روی آن پیاده سازی کنید.

ابزارهای مورد نیاز خود را برای برش کاری ورق در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

نکات ایمنی

حین حمل ورق فولادی از دستکش چرمی استفاده کنید و از برخورد لبه تیز ورق ها به خودتان و اطرافیان مراقبت نمایید. مراقب باشید لبه تیز آن به دوستانتان برخورد نکند.

توجهات زیست محیطی

یکی از موارد بسیار مهم برای جلوگیری از آلودگی آب و خاک، مدیریت مواد دورریختنی است. به عنوان مثال در کار برش کاری، همیشه مقداری از فلز به عنوان دورریز، هدر می رود. برای کاهش دورریز و جلوگیری از خسارت های ناشی از دورریز ورق بر محیط چه باید کرد؟ راهکارهایی که به ذهنتان می رسد را پیشنهاد دهید.



ارزشیابی تکوینی

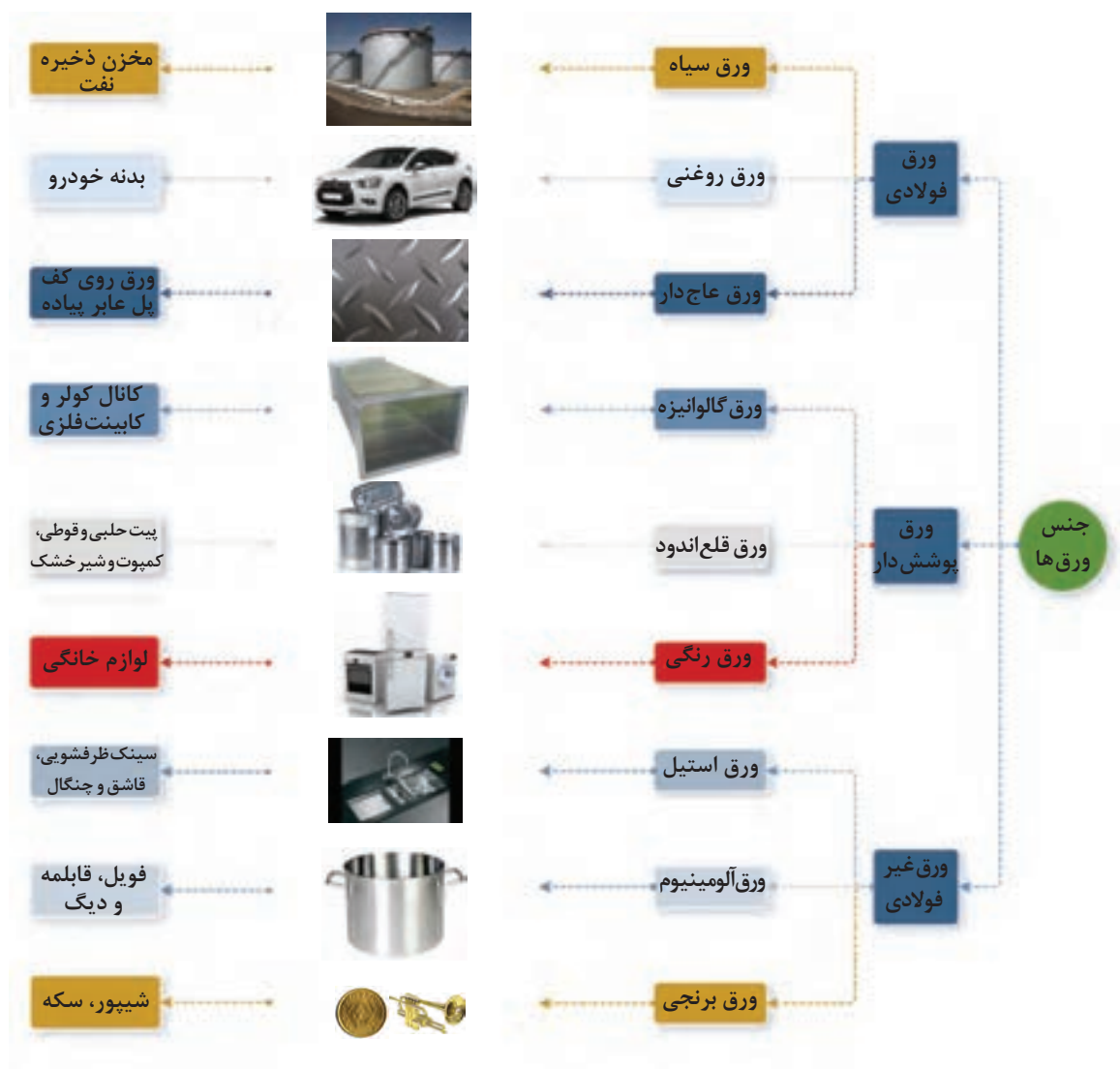
نمره	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	مراحل کار
۳	—	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی
۲	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی قابل قبول		
۱	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی غیرقابل قبول		
۲	توجه به همه موارد	قابل قبول	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	شایستگی‌های غیرفنی
			دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن	ایمنی و بهداشت
۱	توجه به ایمنی و بهداشت	غیرقابل قبول	مدیریت مواد دورریختنی	توجهات زیست‌محیطی
			نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری	نگرش
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

دسته‌بندی ورق‌های فلزی

ورق‌های فلزی، شکلی از فلز هستند که تحت فرایندهای صنعتی به ضخامت‌های نازک‌تر تغییر شکل داده می‌شوند. ورق‌های فلزی براساس استانداردها دسته‌بندی‌های مختلفی دارند که در ادامه به برخی از این دسته‌بندی‌ها اشاره می‌کنیم.

به چند طریق می‌توانید ورق‌های فلزی را دسته‌بندی کنید؟

ورق‌های فلزی را می‌توان براساس جنس یا ضخامت آنها دسته‌بندی نمود، شکل ۵ دسته‌بندی ورق‌های فلزی را از لحاظ جنس نشان می‌دهد. ممکن است پس از مشاهده این دسته‌بندی این سؤال برایتان پیش آید که آیا این دسته‌بندی منطقی است؟ اگر نه، می‌توانید دسته‌بندی‌های دیگری از ورق‌ها را ارائه دهید؟



شکل ۵ - نمودار درختی دسته‌بندی ورق‌های فلزی براساس جنس

همان طور که ذکر شد، علاوه بر دسته بندی ورق ها براساس جنس، می توان آنها را براساس ضخامت نیز دسته بندی کرد. در جدول ۳ دسته بندی ورق ها براساس ضخامت نشان داده شده است. به جدول نگاه کنید، چه کاربردهای دیگری برای هر ردیف به نظرتان می رسد؟ ویژگی ورق های نازک چیست؟

جدول ۳ - دسته بندی ورق های فولادی از نظر ضخامت

ردیف	نوع	نام کاربردی	محدوده ضخامت	ویژگی	نمونه ای از کاربرد	تصویر
۱	ورق نازک	Sheet	$0.2 \text{ mm} < t < 1 \text{ mm}$	.....	بدنه کابینت های فلزی	
			$1 \text{ mm} < t < 3 \text{ mm}$	.....	بدنه اتومبیل	
۲	ورق متوسط	Plate	$3 \text{ mm} < t < 6 \text{ mm}$	مناسب برای خم کاری و ساخت اشکال هندسی	تانکر حمل مواد سوختی	
۳	ورق ضخیم	Plate	$6 \text{ mm} < t$	مناسب برای ساخت مخازن تحت فشار، سازه های فلزی، لوله های انتقال نفت و گاز	بدنه کشتی	

جمع‌آوری اطلاعات: به صورت گروه‌های ۳ نفره مطابق جدول زیر به مکان‌هایی که از شما خواسته شده است بروید. سپس با دقت و حوصله به اطراف نگاه کنید، و مشخصات خواسته شده در جدول ۴ را کامل کنید، و در کلاس ارائه دهید.

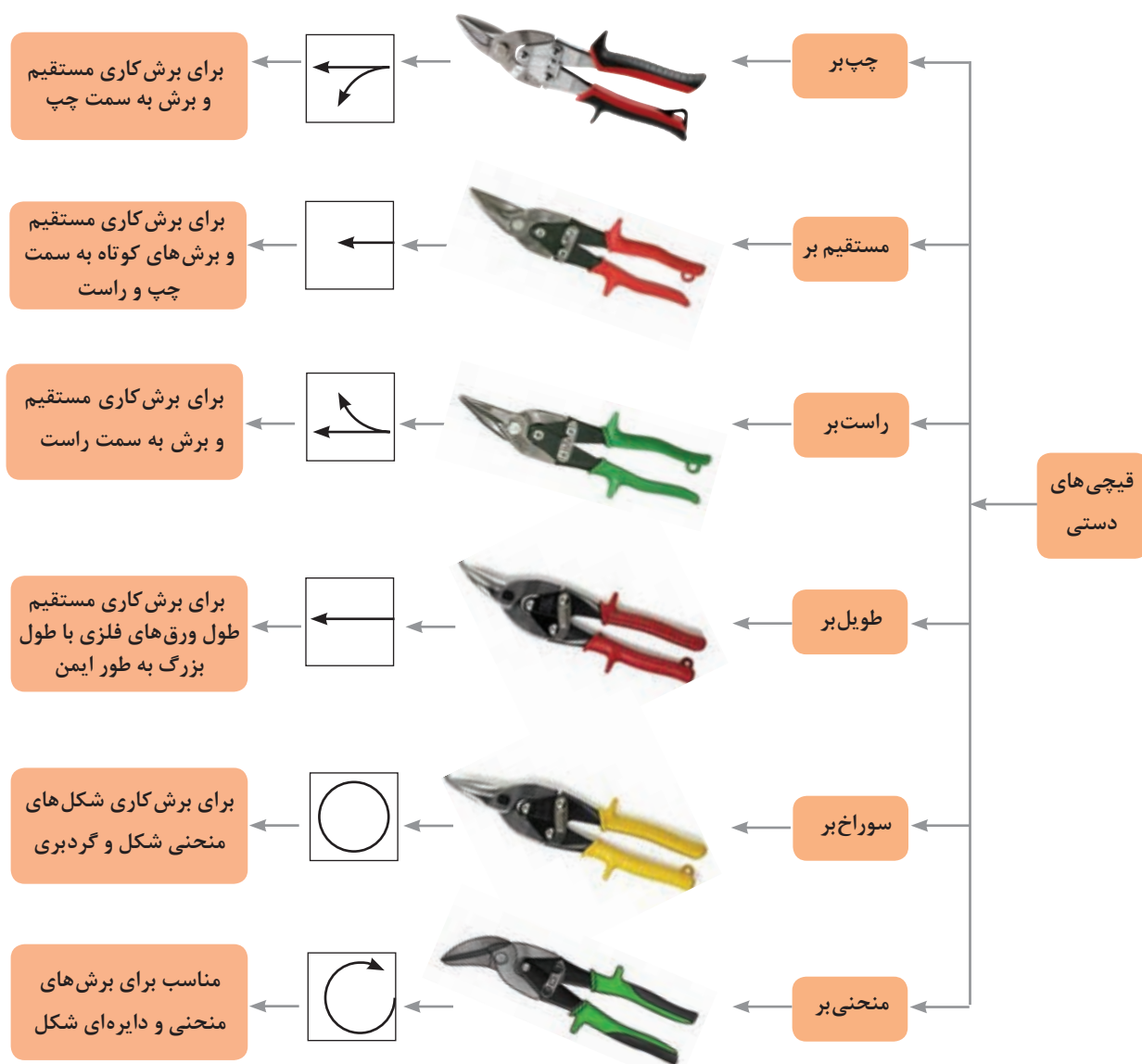
جدول ۴ - نمونه برگ فعالیت

ردیف	مکان مراجعه	نام لوازم ساخته شده از ورق	نوع ورق براساس ضخامت	نوع ورق براساس جنس
۱	آشپزخانه منزل	۱- قابلمه	۱- ورق نازک	۱- ورق استیل و آلومینیوم
		۲-	۲-	۲-
		۳-	۳-	۳-
		۴-	۴-	۴-
		۵-	۵-	۵-
		۶-	۶-	۶-
۲	پارک	۱- درب معلق بر روی سطل زباله	۱- ورق نازک	۱- ورق رنگی
		۲-	۲-	۲-
		۳-	۳-	۳-
		۴-	۴-	۴-
		۵-	۵-	۵-
		۶-	۶-	۶-
۳	هنرستان	۱- کانال کولر	۱- ورق نازک	۱- ورق گالوانیزه
		۲-	۲-	۲-
		۳-	۳-	۳-
		۴-	۴-	۴-
		۵-	۵-	۵-
		۶-	۶-	۶-
۴	محیط‌های دیگر	۱- بدنه اتومبیل	۱- ورق نازک	۱- ورق روغنی
		۲-	۲-	۲-
		۳-	۳-	۳-
		۴-	۴-	۴-
		۵-	۵-	۵-
		۶-	۶-	۶-

قیچی‌های دستی

قیچی دستی برای برش کاری خط‌های صاف کوتاه و منحنی بر روی ورق فلزی به کار می‌رود. برش کاری با قیچی دستی روشی بدون براده‌برداری است و دورریز در آن ناچیز می‌باشد. مقدار نیروی مورد نیاز برای برش کاری با قیچی دستی، براساس نسبت طول تیغه برنده به طول دسته قیچی تعیین می‌شود.

چگونه می‌توان قیچی‌های دستی را دسته‌بندی کرد؟ در شکل زیر دسته‌بندی قیچی‌های دستی با تصویر نشان داده شده است، به قیچی‌ها نگاه کنید، به نظر شما این قیچی‌ها برچه اساسی دسته‌بندی شده‌اند. تفاوت بین قیچی‌های دستی در چیست؟



شکل ۶ - دسته‌بندی قیچی دستی

جدول ۵- حداکثر ضخامت قابل برش کاری
با قیچی های دستی

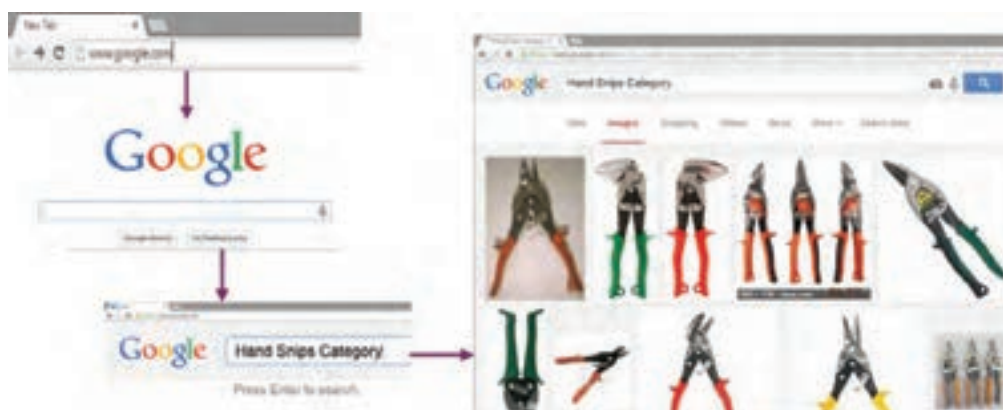
فولاد	۰/۷ میلی متر
مس	
برنج	
آلومینیوم	۱-۲/۵ میلی متر

به جدول ۵ توجه کنید، حداکثر ضخامت قابل برش کاری برای ۴ نوع فلز بیان شده است، به نظر شما به طور تقریبی در جای خالی چه رنج ضخامتی را می توان قرار داد؟

سؤال

هنرجویان گرامی با به کارگیری منابع اینترنتی، طبقه بندی قیچی های دستی را بررسی کنید، آیا می توانید مدلی متفاوت از دسته بندی نشان داده شده در شکل ۶ ارائه دهید.
برای تحقیق در منابع اینترنتی و یافتن مطالب مورد نیاز می توانید از موتورهای جستجو همچون Google استفاده کنید. برای یافتن دسته بندی قیچی های دستی در منابع اینترنتی به صورت زیر عمل کنید، کلیدواژه: قیچی (Snip)، قیچی دستی (Hand Snip)

تحقیق



شکل ۷- مراحل تحقیق اینترنتی

اجزای قیچی های دستی:

شکل ۸ اجزای یک قیچی دستی را نشان می دهد.

دندانه پهن و دقیق روی تیغه بالا و پایین، از سر خوردن ورق جلوگیری کرده و نیروی مورد نیاز را برای برش کاری کاهش می دهد.

پیچ تنظیم لقی بین تیغه ها، قبل از انجام عمل برش کاری براساس ضخامت ورق تنظیم می شود.

برای باز و بسته شدن راحت دسته قیچی از این فنر ارتجاعی در قیچی دستی استفاده می شود.



شکل ۸- بخش های یک قیچی دستی

برای انتخاب یک قیچی مناسب، ابتدا دستورالعمل و کاتالوگ شرکت سازنده را مطالعه کنید. اطلاعاتی از قبیل فرم برش قیچی و حداکثر ضخامت قابل برش کاری براساس نوع فلز را می‌توانید از دستورالعمل و کاتالوگ به دست آورید. سپس شکل برش را از روی نقشه تعیین کنید، و نوع قیچی را براساس فرم برش از روی کاتالوگ انتخاب کنید.


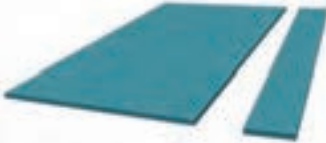


جدول ۶ - اصول استفاده از قیچی دستی با تصویر

تصویر	اصول استفاده از قیچی دستی
	از دستکش چرمی و عینک شیشه‌ای محافظ در حین کار با قیچی دستی استفاده کنید، توجه داشته باشید حین برش کاری قطعات کوچک ممکن است به هوا پرتاب شوند که لبه‌های برنده این تکه‌ها ممکن است به شما آسیب برساند.
	برای برش کاری با قیچی دستی، از فشار معمول دست‌هایتان استفاده کنید.
	زاویه دهانه قیچی را به طور دقیق در حدود ۱۵ درجه باز کنید و لقی بین تیغه‌های قیچی در حدود $\frac{1}{3}$ یا 0.5 ضخامت قطعه کار باشد.
	در حین برش کاری با قیچی دستی، طوری برش کاری کنید که دورریز در سمت راست شما در صورتی که راست‌دست هستید، و اگر چپ‌دست هستید، طوری برش کاری کنید که دورریز در سمت چپ شما قرار گیرد.
	برای برش طرح و شکل دایره‌ای از قیچی‌های گردبر استفاده کنید.
	هنگام برش کاری مسیر طولانی، یا از قیچی‌های طویل بر و یا از قیچی مستقیم بر استفاده کنید، توجه داشته باشید اگر از قیچی مستقیم بر استفاده می‌کنید، ورق را کمی خم کنید.

برش کاری با قیچی دستی

شیوه‌های مختلف برش کاری با قیچی دستی براساس نوع و فرم برش به چهار گروه تقسیم می‌شوند. جدول ۷ طبقه بندی شیوه‌های برش کاری را نشان می‌دهد.

جدول ۷ - شیوه‌های برش کاری با قیچی دستی

نوع شیوه	توضیحات	کاربرد	تصویر
فاق بری	برش بخش کوچکی از ورق فلزی بدون دورریز	فاق بری ورق فلزی در خم کاری	
اضافه بری	برش سرتاسر ورق فلزی با دورریز	برش قسمت‌های اضافی	
شکل بری	برش دور تا دور بخشی از ورق فلزی	برای برش طرح روی ورق فلزی	
سوراخ کاری	برش و ایجاد سوراخ بر روی ورق فلزی	سوراخ کاری	

پس از مشاهده فیلم جدول زیر را کامل کنید، به نظر شما از کدام قیچی‌ها می‌توان در روش‌های ذکر شده استفاده کرد؟ فکر کنید و سپس جدول زیر را کامل کنید.

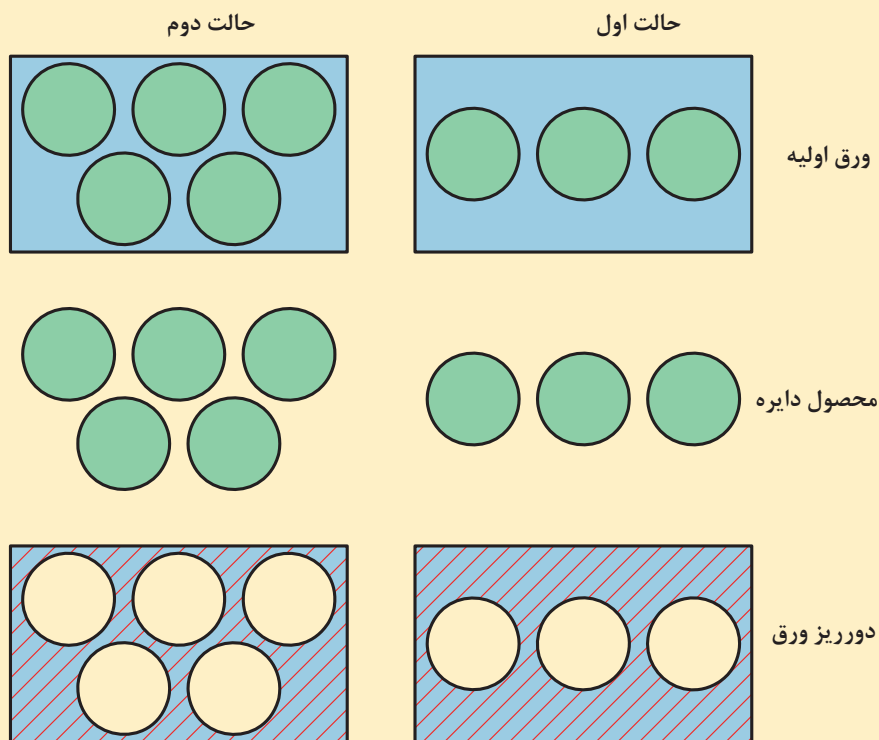
سؤال

جدول ۸ - شیوه‌های برش کاری بر اساس نوع قیچی

روش برش کاری	نوع قیچی	دلیل انتخاب قیچی مورد نظر
شکل بری	منحنی بر	بر اساس ساختار تیغه از این نوع قیچی می‌توان برای برش خطوط دایره شکل استفاده کرد

محاسبه مقدار دورریز در برش کاری (مدیریت منابع)

به نظر شما برای برش پولکی هایی با اندازه برابر روی یک ورق فولادی، کدام حالت بین حالت اول و دوم مقرون به صرفه تر است؟ چرا؟ بین حالت اول و دوم نشان داده شده مقدار دورریز را مقایسه نمایید. در کدام حالت دورریز کمتر است؟



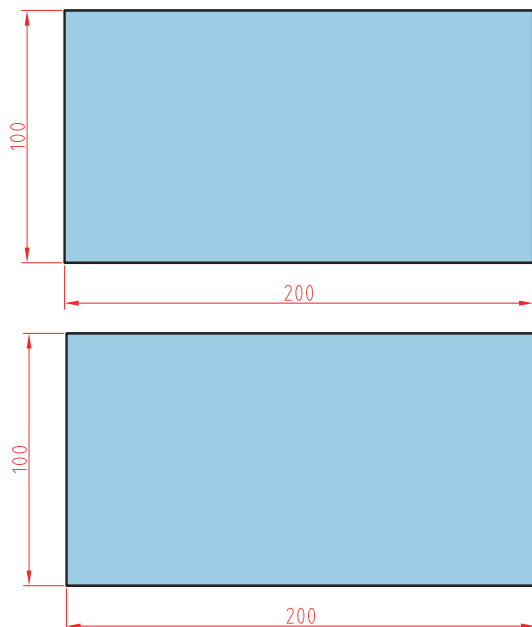
شکل ۹ - حالت های مختلف جانمایی نقشه

محاسبه دورریز ورق در برش کاری: دورریز، به مقدار ورق باقیمانده از محصول اصلی گفته می شود. برای محاسبه دورریز ورق در برش کاری، کافی است سطح قطعه ساخته شده را از سطح ورق اولیه کم کنیم. به این ترتیب که ابتدا مساحت کل ورق را محاسبه می کنیم، سپس مساحت شکل و طرح مورد نظر را محاسبه کرده و در نهایت از اختلاف آن دو، مساحت دورریز ورق به دست می آید.

$$\text{مساحت طرح برش} = \text{مساحت ورق اولیه} - \text{مساحت دورریز ورق}$$

مساحت کل ورق / مساحت دورریز = درصد دورریز ورق بر مبنای سطح اولیه

$$\text{درصد دورریز بر مبنای سطح ساخته شده} = \frac{\text{مساحت دورریز}}{\text{مساحت طرح برش}} \times 100$$



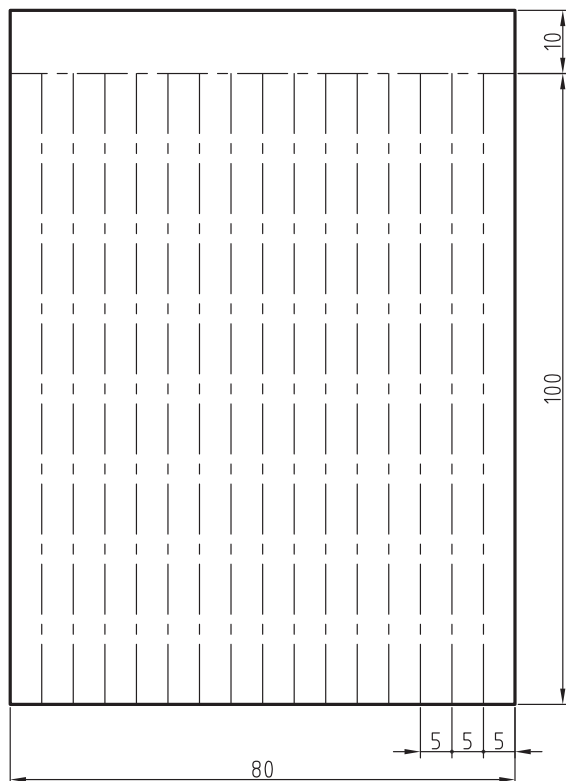
مسئله: ورقی به ابعاد $200 \times 100 \times 0.5$ میلی متر در نظر بگیرید. از این ورق چند برش با ابعاد 85×65 قابل استخراج است؟ درصد دورریز را حساب کنید.

فرض کنید در یک محیط کاری هستید و این سفارش یک مشتری است، از آنجایی که این مقدار دورریز همان مقدار ورقی است که دیگر قابل استفاده نمی باشد، پیشنهادتان برای کاهش مقدار دورریز و صرفه جویی در مواد ورق اولیه چیست؟

مسئله: ورقی با ابعاد $100 \times 200 \times 0.5$ میلی متر در نظر بگیرید، مطلوب است برش مثلث های متساوی الساقین با ساق ۹۵ میلی متر، حداکثر چه تعداد مثلث قابل برش است؟ درصد دورریز را محاسبه کنید.

فعالیت کارگاهی

نقشه شماره ۴



برش کاری ورق فولادی با قیچی دستی

کار عملی

شرح فعالیت: با توجه به نقشه شماره ۴، ورق فولادی به ابعاد $110 \times 80 \times 0.5$ میلی متر انتخاب کنید و سپس نقشه را بر روی ورق پیاده کنید، خطوط برش را با سوزن خط کش برجسته نموده و سپس با قیچی مناسب برش کاری نمایید.

ابزارهای مورد نیاز خود را برای پیاده کردن نقشه بر روی ورق در جدول لیست کنید.

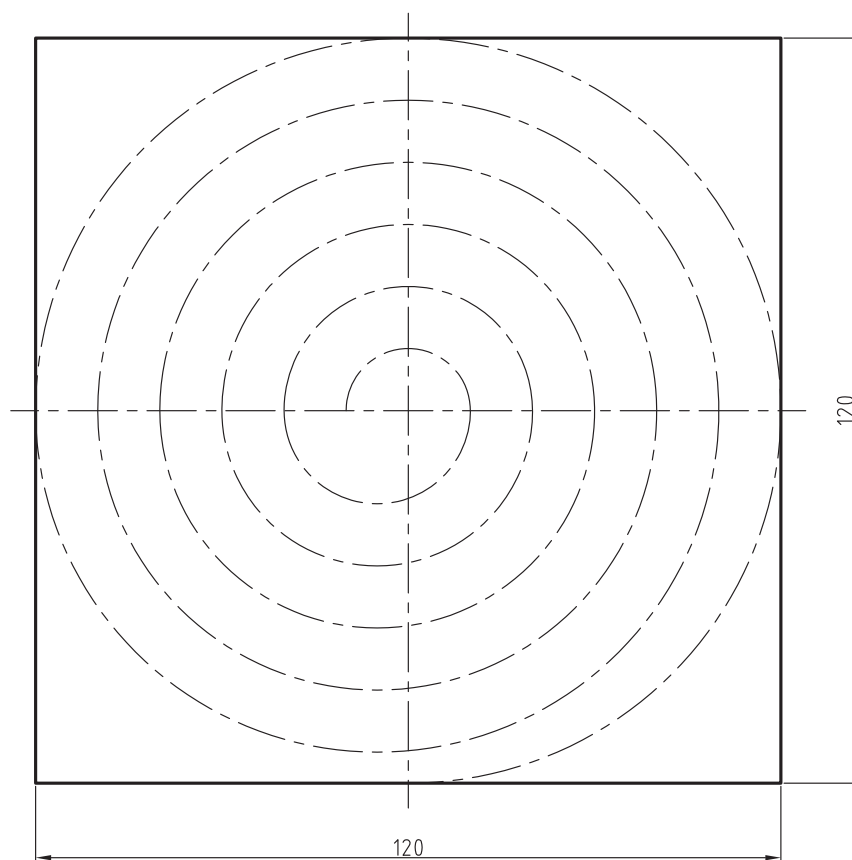
ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

برش کاری ورق فولادی با قیچی دستی

کار عملی

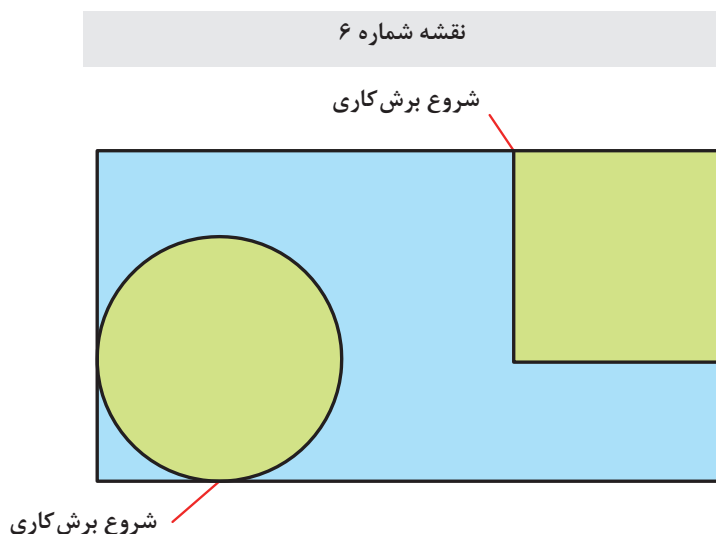
شرح فعالیت: با توجه به نقشه شماره ۵ ورق فولادی به ابعاد $۱۲۰ \times ۱۲۰ \times ۰/۵$ میلی متر انتخاب کنید و سپس نقشه را بر روی ورق پیاده کنید، خطوط برش را با سوزن خط کش مشخص کرده و سپس با قیچی مناسب برش کاری نمایید.

نقشه شماره ۵



برش کاری ورق فولادی با قیچی دستی

شرح فعالیت: ورق گالوانیزه یا روغنی نازک با ابعاد حدود $۱۵۰ \times ۱۰۰ \times ۰/۵$ میلی متر انتخاب کنید، نقشه زیر را بر روی این ورق بکشید، سپس شکل‌هایی را که رسم کرده‌اید را با قیچی ببرید، شکل‌های ورق اول را با قیچی مستقیم ببرید. کدام شکل ساده‌تر است؟ ورق دوم را با قیچی منحنی ببرید. بریدن کدام شکل ساده‌تر بود؟ به نظر شما می‌توان فقط با یک قیچی این اشکال را ببرید؟ کدام قیچی برای بریدن هر شکل مناسب‌تر بود؟



برش کاری ورق فولادی با قیچی دستی

شرح فعالیت: با توجه به نقشه شماره ۷ ورق فولادی به ابعاد $۳۰۰ \times ۳۰۰ \times ۰/۵$ میلی متر انتخاب نمایید و سپس نقشه را بر روی ورق پیاده کنید. خطوط برش را با سوزن خط‌کش مشخص کرده و سپس با قیچی دستی مناسب برش کاری نمایید.

ابزارهای مورد نیاز خود را برای پیاده کردن نقشه بر روی ورق در جدول لیست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات



برش کاری ورق فولادی با قیچی دستی

شرح فعالیت: ۵ عدد دایره به قطر ۶۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۵ و ۵ عدد مستطیل به ابعاد ۱۰۰×۳۵×۰/۵ میلی‌متر برش سفارش داده شده است. ابعاد ورقی را که برای برش این شکل‌ها نیاز دارید محاسبه نمایید. سپس ورق موردنظر را تهیه کنید. نقشه این شکل‌ها را بر روی ورق پیاده کنید در محاسبه ابعاد ورق موردنیاز به دورریز توجه کنید. تلاش کنید به گونه‌ای نقشه را پیاده کنید که حداقل دورریز ایجاد شود.

در حین استفاده از قیچی‌های دستی و حمل ورق‌های فلزی، از دستکش چرمی و عینک محافظ استفاده کنید. لبه تیز ورق و قیچی ممکن است به دست‌هایتان آسیب بزند. برای کار برش کاری از دستکش‌های چرمی، لباس کار و عینک محافظ استفاده کنید. توجه داشته باشید حین برش کاری قطعات کوچک، ممکن است به هوا پرتاب شوند و لبه تیز آنها به شما آسیب برسانند. حین برش کاری با قیچی مراقب دست‌هایتان باشید.

توجهات زیست‌محیطی

آیا می‌توان از مواد دورریختنی مجدد استفاده کرد؟^۱ یا آنها را بازیابی کرد؟ به عنوان مثال، رنگ‌هایی که برای رنگ‌آمیزی بدنه‌های خودرو، ساختمان و... از آنها استفاده می‌شوند. پس از تاریخ انقضاء به عنوان مواد دورریختنی^۲ محسوب می‌شوند که وجود آنها در محیط زیست مان می‌تواند آسیب‌های جدی به آب و هوا و خاک برساند. می‌توان این مواد را بازیابی کرد و برای تولید محصولات صنعتی و حتی مواد اولیه خام به کار برد. در کار برش کاری فلزاتی را که به عنوان دورریز قابل استفاده نیستند می‌توان در یک محفظه مخصوص نگهداری کرد و سپس مجدداً از آنها استفاده کرد یا آنها را بازیافت^۳ نمود.

۱- Reuse

۲- Waste Material

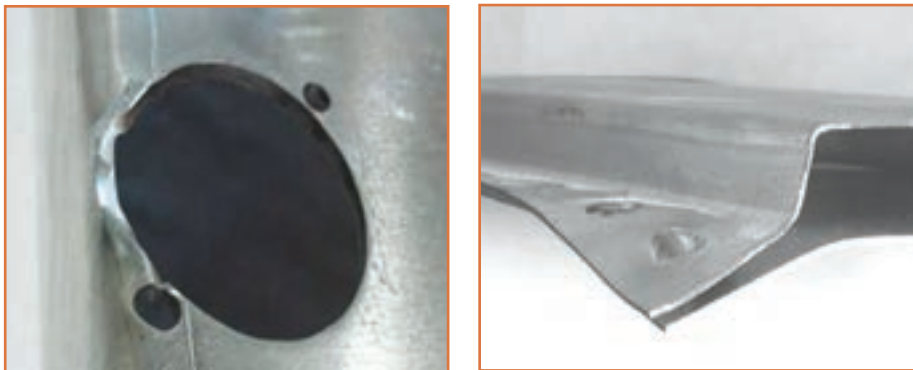
۳- Recycling

ارزشیابی تکوینی

نمره	استاندارد (شاخص های داوری / نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	مراحل کار
۳	.....	آماده سازی بالاتر از انتظار	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه گیری و خط کشی	آماده سازی
۲	اندازه گذاری براساس نقشه، خط کشی براساس نقشه، پیاده سازی جزئیات نقشه	آماده سازی قابل قبول		
۱	اندازه گذاری براساس نقشه، عدم خط کشی و پیاده سازی جزئیات نقشه	آماده سازی غیر قابل قبول		
۲	توجه به همه موارد	قابل قبول	مسئولیت پذیری، مدیریت مواد	شایستگی های غیرفنی
			دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن	ایمنی و بهداشت
۱	توجه به ایمنی و بهداشت	غیر قابل قبول	مدیریت مواد دورریختنی	توجهات زیست محیطی
			نقشه روی ورق برای افزایش بهره وری	نگرش
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

صافکاری ورق

پس از انجام عملیات برش کاری با استفاده از قیچی دستی، معمولاً لبه ورق‌ها دچار پیچیدگی و تابیدگی می‌شود که از عملیات صافکاری برای رفع این عیوب استفاده می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، این تابیدگی در جهات عرضی و طولی لبه ورق و همچنین در سطح آن ایجاد می‌گردد. وجود تابیدگی در لبه‌های برش سبب تولید محصول با شکل نامناسب می‌شود.



شکل ۱۰ - تابیدگی ورق بعد از برش کاری

بنابراین پس از عملیات برش کاری، ورق را بر روی یک صفحه صاف فلزی یا سندان قرار می‌دهیم و با استفاده از چکش چوبی یا پلاستیکی به آرامی لبه‌ها و سطوح تابیده شده را با ضربه زدن در یک جهت، تاب‌گیری می‌کنیم. در حین عملیات تاب‌گیری می‌بایست به طور مداوم قطعه را کنترل کرده تا ورق به درستی تاب‌گیری شود. جدول ۹ ابزارهای مورد نیاز برای عملیات صافکاری را نشان می‌دهد.

جدول ۹ - ابزار آلات صافکاری

نام ابزار	سندان	چکش	سوهان
کاربرد	قرارگیری قطعه روی آن و کوبیدن آن، آهن‌گری و صافکاری	صافکاری، کوبیدن قطعات نرم	براده‌برداری و پلیسه‌گیری
تصویر			

فعالیت کارگاهی

کار عملی

پلیسه گیری و صافکاری ورق، انطباق محصول برش با نقشه

شرح فعالیت : کلیه ابعاد نقشه های ۴ تا ۸ (از قبل برش داده اید) را مطابق جدول زیر با ابعاد ورق برش داده شده تطبیق دهید. پس از آن جدول زیر را تکمیل کنید. از صاف بودن لبه های برش قبل از انطباق اندازه ها مطمئن شوید.

جدول ۱۰- کنترل ابعادی

محدوده تولرانس	اختلاف (mm)	اندازه روی ورق برش خورده (mm)	اندازه روی نقشه	بعد ارزیابی شده
داخل محدوده	خارج از محدوده			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

ابزارهای مورد نیاز خود را برای کنترل ابعاد در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

در حین پلیسه گیری مراقب لبه های تیز ورق باشید، و از دستکش چرمی برای پلیسه گیری و صافکاری و صافکاری استفاده نمایید.

نکات ایمنی

ارزشیابی تکوینی

مرحله کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نمره
آماده‌سازی	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	_____	۳
		آماده‌سازی قابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۲
		آماده‌سازی غیرقابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۱
شایستگی‌های غیرفنی	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	قابل قبول	توجه به همه موارد	۲
ایمنی و بهداشت	دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن			
توجهات زیست‌محیطی	مدیریت مواد دورریختنی	غیرقابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش	نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

واحد یادگیری ۲

شایستگی برش کاری با قیچی اهرمی

آیا تا
به حال پی
برده اید

- ۱ برای برش ورق های ضخیم از چه قیچی ای می توان استفاده کرد؟
- ۲ تفاوت بین قیچی های اهرمی و دستی در چیست؟
- ۳ مقدار دورریز ورق در تولید مصنوعات فلزی چه اهمیتی دارد؟

هدف از این واحد شایستگی، فراگیری خواندن نقشه های ساده و پیچیده در فرایند ساخت یک برش کاری ورق با قیچی اهرمی و کنترل ابعاد ورق ها مصنوع فلزی است، همچنین پیاده سازی نقشه پس از برش می باشد. بر روی ورق های فلزی، بررسی دسته بندی انواع

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری و کسب شایستگی برش کاری با قیچی اهرمی، هنرجویان قادر به استخراج اطلاعات مورد نیاز برای برش کاری، پیاده سازی نقشه بر روی ورق فلزی و برش کاری آن با قیچی اهرمی خواهند بود.

چگونه می‌توان ورق‌های متوسط را با قیچی برید؟



شکل ۱- قیچی اهرمی ساده

همان‌طور که در بخش قبلی فراگرفتید از قیچی دستی برای برش‌کاری ورق‌های نازک تا ضخامت یک میلی‌متر استفاده می‌شود. حال این سؤال پیش می‌آید که اگر ضخامت ورق افزایش یابد چه باید کرد؟

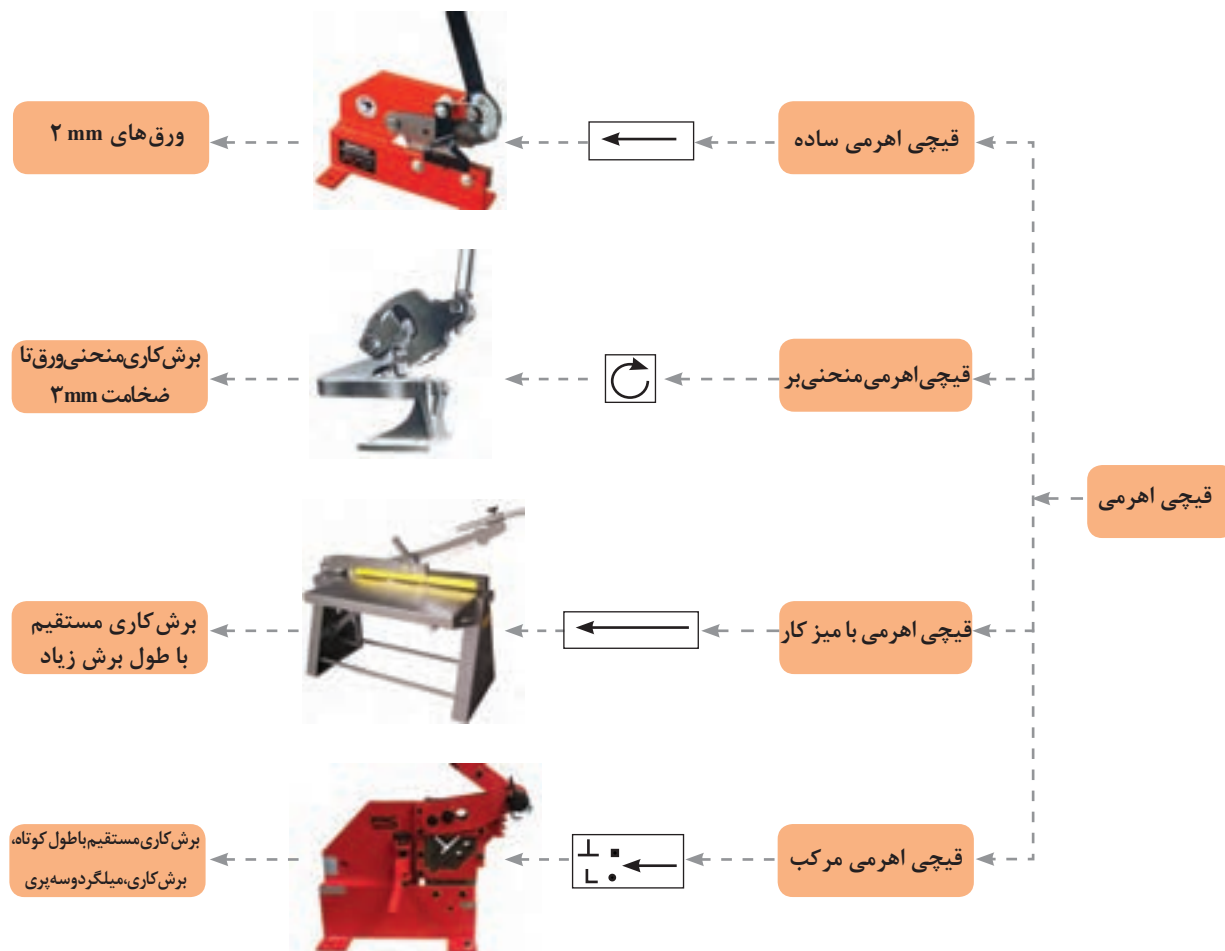
در گذشته برای رفع این محدودیت در قیچی‌های دستی، طول دسته قیچی را به وسیله لوله افزایش می‌دادند تا بتوان ورق‌های ضخیم‌تر را برش داد. هر چند این کار از نظر ایمنی کار صحیحی نمی‌باشد و حتی ممکن است به قیچی نیز آسیب برساند با این حال به نظر شما چه منطق علمی در این کار وجود داشت که با اضافه کردن طول دسته قیچی می‌توان ورق‌های ضخیم‌تر را با همان قیچی دستی که با نیروی دست قابل برش نبود، را برش داد؟

قیچی اهرمی

قیچی اهرمی برای برش‌کاری خط‌های صاف و منحنی روی ورق‌های فلزی با ضخامت بالاتر از حد قیچی دستی به کار می‌رود، علاوه بر این می‌توان از این نوع قیچی‌ها برای برش‌کاری مقاطع پروفیلی دیگر مانند تسمه، نبشی، سه‌پری، میل‌گرد و چهارپهلوی نیز از آن استفاده کرد. این روش برش‌کاری بدون براده‌برداری انجام می‌شود و دورریز ناچیزی دارد.

دسته‌بندی قیچی‌های اهرمی: با توجه به محدودیت ضخامت برش در قیچی‌های دستی که به علت نیروی کم دست انسان است، طراحان و سازندگان ابزار با توجه به قانون اهرم تصمیم گرفته تا نوعی قیچی تولید کرده که دسته قوی‌تر و بلندی داشته باشد تا بتواند ضخامت و طول بیشتری را برش‌کاری کنند. لذا در این بخش به معرفی قیچی‌های اهرمی و اصول کار آنها خواهیم پرداخت.

شکل ۲ دسته‌بندی قیچی‌های اهرمی را براساس کاربرد نشان می‌دهد. به این دسته‌بندی توجه کنید آیا می‌توان به شیوه دیگر این قیچی‌ها را دسته‌بندی کرد؟



شکل ۲- دسته‌بندی قیچی‌های اهرمی

با توجه به دسته‌بندی قیچی اهرمی یک نوع از این قیچی‌ها را انتخاب کنید و در تحقیقی اینترنتی کاتالوگ آن را بیابید و بررسی نمایید که چه کاربردهایی برای آن وجود دارد؟ (کلید واژه‌های لاتین برای جستجوی اینترنتی شامل: hand lever shearing machine, throatless shearing)

جمع‌آوری
اطلاعات

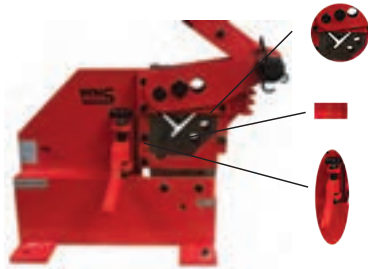
۱- با کدام یک از قیچی‌های اصلی که در شکل ۲ نشان داده شده است، می‌توان ورق‌هایی به طول زیاد را به‌طور مستقیم برش داد؟

سؤال

۲- کدام نوع از قیچی‌های اهرمی برای برش‌هایی به‌صورت منحنی مناسب‌تر است؟

اجزای قیچی اهرمی

شکل ۳ اجزای قیچی اهرمی مرکب را نشان می‌دهد.



ورودی برش پروفیل‌های نبشی، سه پری، میلگرد و چهار پهلوی

تیغه برش صاف و بدون دندانه

بازوی نگهدارنده ورق جهت حفظ زاویه نود درجه بین تیغه و ورق

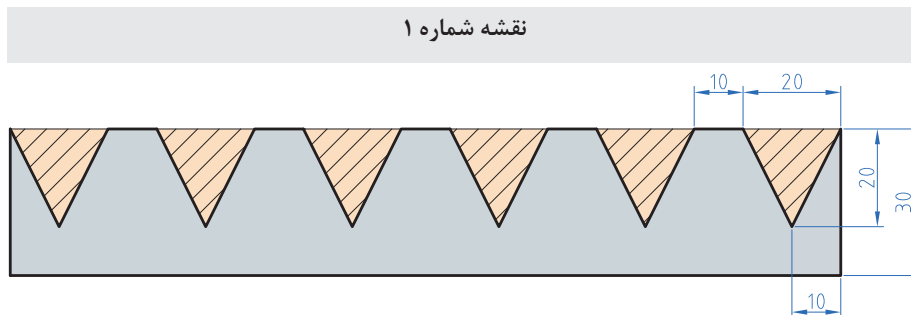
شکل ۳- اجزای قیچی اهرمی

فعالیت کارگاهی

پیاده‌سازی نقشه فاق بری با قیچی اهرمی

کار عملی

شرح فعالیت: پس از برش ورق در اندازه مناسب، آن را گونیا کرده و نقشه زیر را بر روی ورق پیاده‌سازی نموده و میزان دورریز را محاسبه نمایید.



ابزارهای مورد نیاز خود را برای برش‌کاری ورق در جدول لیست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

در حین استفاده از قیچی‌های دستی و حمل ورق‌های فلزی، از دستکش چرمی و عینک محافظ استفاده کنید. لبه تیز ورق و قیچی ممکن است به دست‌هایتان آسیب بزند. برای کار برش‌کاری از دستکش‌های چرمی، لباس کار و عینک محافظ استفاده کنید. توجه داشته باشید حین برش‌کاری قطعات کوچک، ممکن است به هوا پرتاب شوند و لب تیز آنها به شما آسیب برسانند. حین برش‌کاری با قیچی مراقب دست‌هایتان باشید.

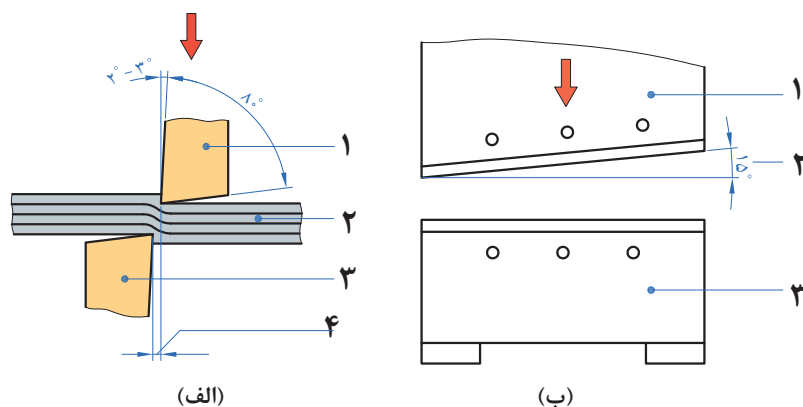
نکات ایمنی

ارزشیابی تکوینی

مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص های داوری / نمره دهی)	نمره
آماده سازی	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه گیری و خط کشی	آماده سازی بالاتر از انتظار	_____	۳
		آماده سازی قابل قبول	اندازه گذاری براساس نقشه، خط کشی براساس نقشه، پیاده سازی جزئیات نقشه	۲
		آماده سازی غیرقابل قبول	اندازه گذاری براساس نقشه، عدم خط کشی و پیاده سازی جزئیات نقشه	۱
شایستگی های غیرفنی	مسئولیت پذیری، مدیریت مواد	قابل قبول	توجه به همه موارد	۲
ایمنی و بهداشت	دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن			
توجهات زیست محیطی	مدیریت مواد دورریختنی	غیرقابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش	نقشه روی ورق برای افزایش بهره وری			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

پارامترهای برش کاری

پارامترهای مؤثر در برش کاری با قیچی اهرمی را در شکل ۴ مشاهده می کنید. با توجه به شکل و با کمک فایل انیمیشن موجود و همچنین با کمک دوستان خود جدول ۱ را تکمیل نمایید.



شکل ۴- پارامترهای برش کاری

جدول ۱- پارامترهای برش کاری

پارامتر	محدوده مجاز
زاویه تیغه نسبت به خط برش (زاویه بین دو تیغه در هنگام برش)	
زاویه گوه (زاویه تیز کردن تیغه)	
میزان لقی (فاصله بین دو تیغه)	
زاویه قطعه با تیغه برش	

چرا در قیچی اهرمی نیز همانند قیچی دستی بهترین زاویه تیغه‌ها در هنگام برش ۱۵ درجه می باشد؟

چرا تیغه قیچی ها را منحنی شکل می سازند؟

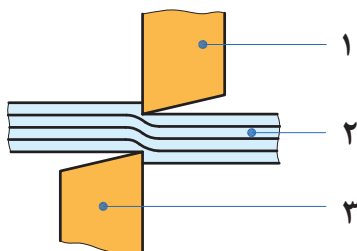
اکنون با توجه به موارد گفته شده، شرایط دیگری را نیز مورد بررسی قرار دهید:
برای برش کاری ورقی به ضخامت ۰/۸ میلی متر در عرض های مشابه و طول های بلند، قیچی مناسب را از شکل ۲ انتخاب نمایید و پارامترهای خواسته شده در جدول ۲ را بر روی آن تنظیم نمایید.

جدول ۲- پارامترهای تنظیم شده بر روی قیچی

پارامتر	موارد
	نوع قیچی
	لقى تیغه ها

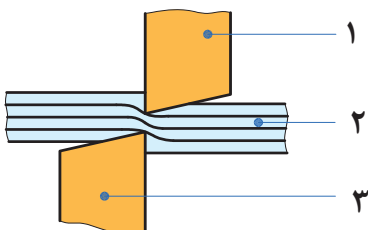
مراحل برش کاری

حصول برش کاری مطلوب با استفاده از قیچی نیازمند اجرای منظم سه مرحله زیر می باشد:



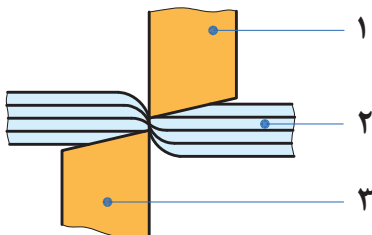
شکل ۵- ایجاد شیار ابتدایی برش در قطعه (مرحله اول)

مرحله اول: پس از پایین آمدن تیغه ها و برخورد آن با قطعه، ادامه حرکت نیاز به نیروی بیشتری دارد. با افزایش نیرو قطعه در بین دو تیغه همانند فنر فشرده می شود و در برابر نیرو مقاومت می کند. زمانی که نیروی وارده از طرف تیغه ها با نیروی مقاومت قطعه برابر شود، مرحله اول برش کاری که نفوذ نامیده می شود آغاز می گردد.



شکل ۶- نفوذ بیشتر تیغه ها در قطعه (مرحله دوم)

مرحله دوم: در ادامه برش کاری و با افزایش نیرو، تیغه ها بر مقاومت داخلی قطعه غلبه کرده و بیشتر در قطعه فرو می روند که به آن مرحله برش گویند.



شکل ۷- گسیختگی قطعه در انتهای برش کاری (مرحله سوم)





مرحله سوم: در انتهای برش کاری با افزایش نیرو، قطعه در بین دو تیغه کاملاً فشرده شده و دیگر تیغه ها قادر به نفوذ در آن نخواهند بود. در این مرحله افزایش تنش های داخلی باعث شکستن قطعه و پایان برش کاری می گردد که به آن مرحله شکست گویند.

در تمامی تصاویر:

- ۱ نشان دهنده تیغه متحرک
- ۲ نشان دهنده قطعه کار
- ۳ نشان دهنده تیغه ثابت

در جدول ۳ مشخص نمایید که در چه شرایطی لبه‌های برش مورد نظر ایجاد می‌شود؟

جدول ۳- لبه‌های برش مختلف و دلایل ایجاد لبه‌ها

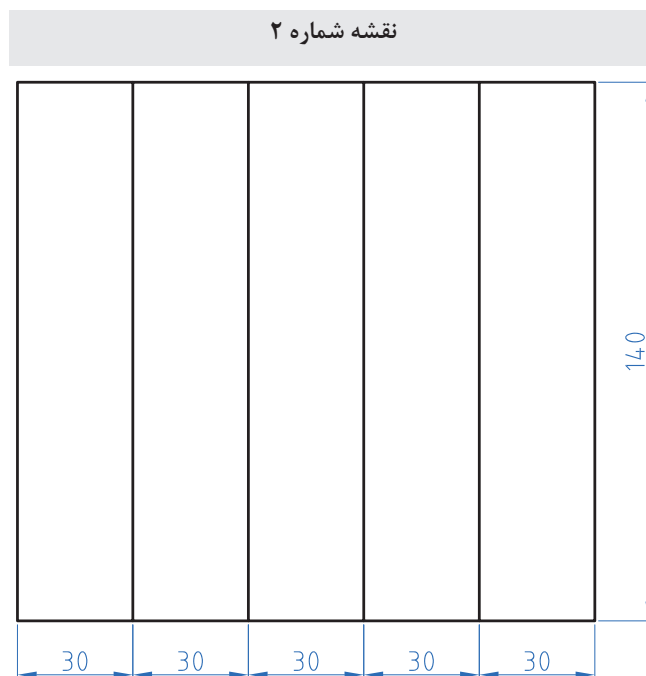
نوع لبه برش	دلیل ایجاد لبه برش
	لقی مناسب بین تیغه‌ها
	لقی
	لقی
	لقی

فعالیت کارگاهی

برش کاری مستقیم با قیچی اهرمی

کار عملی

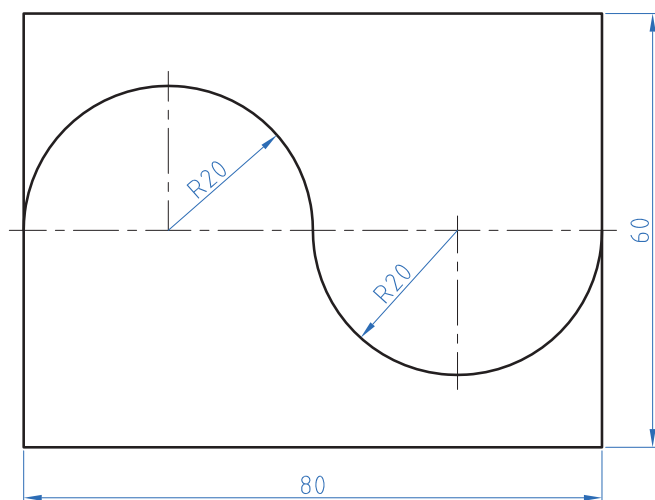
شرح فعالیت: پس از برش ورق در اندازه مناسب، آن را گونیا کرده و نقشه زیر را بر روی ورق پیاده سازی نموده و میزان دور ریز را محاسبه نمایید.



ابزارهای مورد نیاز خود را برای برش کاری ورق در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

نقشه شماره ۳

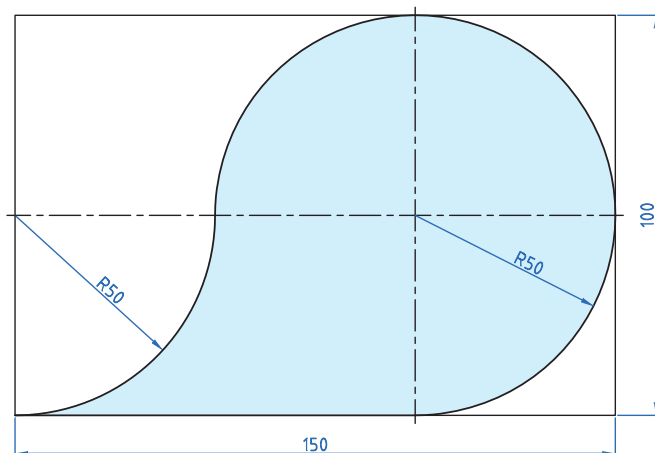


برش کاری منحنی با قیچی اهرمی

کار عملی

شرح فعالیت: پس از برش ورق در اندازه مناسب، آن را گونیا کرده و نقشه‌های زیر را با دقت بر روی ورق پیاده سازی کرده و سپس آنها را برش کاری و کنترل نمایید.

نقشه شماره ۴



برش کاری منحنی با قیچی اهرمی

کار عملی

شرح فعالیت: پس از برش ورق در اندازه مناسب، آن را گونیا کرده و نقشه‌های زیر را با دقت بر روی ورق پیاده سازی کرده و سپس آنها را برش کاری و کنترل نمایید.

۳ توجه داشته باشید حین برش کاری قطعات کوچک، ممکن است به هوا پرتاب شوند و لب تیز آنها به شما آسیب برسانند.

۴ حین برش کاری با قیچی مراقب دست‌هایتان باشید.

۱ در حین استفاده از قیچی‌های دستی و حمل ورق‌های فلزی، از دستکش چرمی و عینک محافظ استفاده کنید. لبه تیز ورق و قیچی ممکن است به دست‌هایتان آسیب بزنند.

۲ برای کار برش کاری از دستکش‌های چرمی، لباس کار و عینک محافظ استفاده کنید.

ارزشیابی تکوینی

نمره	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	مراحل کار
۳	_____	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی
۲	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی قابل قبول		
۱	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی غیر قابل قبول		
۲	توجه به همه موارد	قابل قبول	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	شایستگی‌های غیرفنی
			دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن	ایمنی و بهداشت
۱	توجه به ایمنی و بهداشت	غیرقابل قبول	مدیریت مواد دورریختنی	توجهات زیست‌محیطی
			نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری	نگرش
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

ارزشیابی پایانی

برش کاری ورق با قیچی

کار عملی

شرح فعالیت: ورق فولادی براساس نقشه شماره ۵ را انتخاب کنید، سپس مراحل زیر را با دقت انجام دهید.



ابزارهای مورد نیاز خود را برای کنترل ابعاد در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

در حین پلیسه گیری مراقب لبه های تیز ورق باشید، از دستکش چرمی برای پلیسه گیری و صافکاری استفاده نمایید.

نکات ایمنی

شاخص های ارزیابی

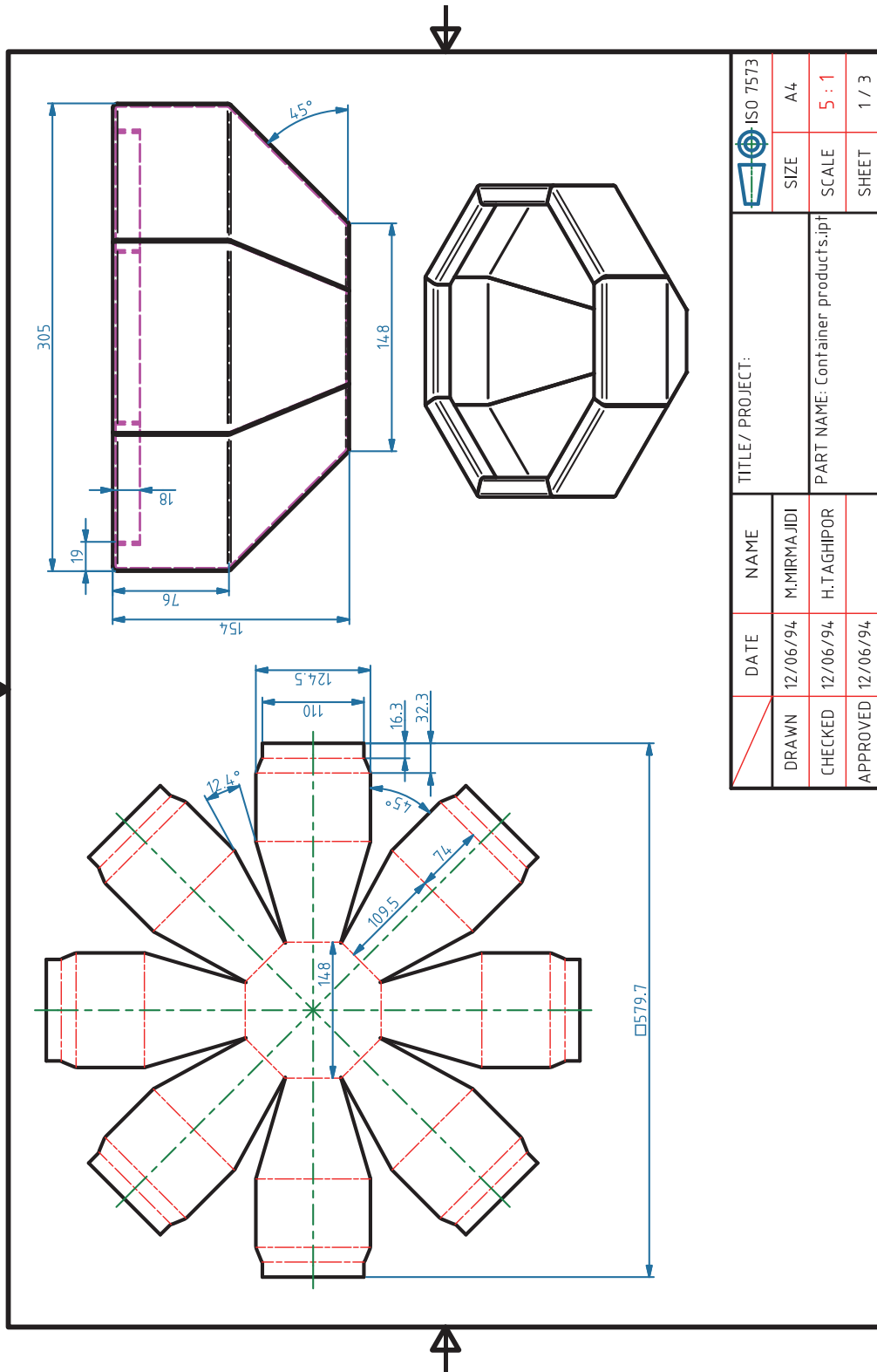
- ۱ سطح ورق تمیز و بدون گرد غبار، بدون زنگ زدگی
- ۲ انتقال دقیق ابعاد و اندازه نقشه، اندازه گذاری و خط کشی روی ورق
- ۳ برش کاری مطابق نقشه - لبه برش صاف و بدون لبه تیز - لبه برش بدون پیچیدگی و تابیدگی
- ۴ انطباق دقیق ابعاد و اندازه نقشه با محصول برش خورده

۱ ابتدا وسایل ایمنی مورد نظر شامل دستکش چرمی، عینک محافظ و لباس همراه تجهیزات مورد نیاز از انبار تحویل بگیرید.

نکات مهم

۲ نقشه را به دقت مطالعه کنید.

۳ از صاف بودن لبه های ورق و تمیز بودن سطح ورق اطمینان حاصل کنید.



	TITLE/ PROJECT:	
	DATE	NAME
	12/06/94	M.MIRMAJIDI
	PART NAME: Container products.ipt	
	CHECKED	H.T AGHIPOR
	APPROVED	12/06/94
SIZE		A4
SCALE		5 : 1
SHEET		1 / 3

فصل ۲

خم کاری



تغییر شکل فلزات به طرح‌های مختلف یکی از مهم‌ترین علم‌های روز دنیاست. به‌عنوان مثال خودروهایی که بسیاری از شرکت‌های معتبر دنیا می‌سازند از لحاظ طرح و شکل با یکدیگر متفاوت هستند، خم کاری یکی از روش‌های تغییر شکل ورق‌های فلزی است که برای ساخت بسیاری از مصنوعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال جعبه‌های کمک‌های اولیه، جعبه ابزار و بدنه خودروها ...

واحد یادگیری ۳

شایستگی خم کاری ورق

آیا تا
به حال پی
برده اید

- ۱ سقف های فلزی را چگونه به این شکل درمی آورند؟
- ۲ جعبه های ابزار فلزی چگونه ساخته می شوند؟
- ۳ چگونه بدنه خودروها را به این شکل درمی آورند؟
- ۴ چه موادی را می توان تغییر شکل داد؟
- ۵ براساس چه ابزاری می توان یک مصنوع فلزی ساخت؟

هدف از این شایستگی کسب مهارت و دانش پیاده سازی نقش بر روی ورق های فلزی، تشخیص قابلیت خم کاری مواد مختلف، روش های خم کاری ورق، پارامترهای خم کاری، محاسبه طول ورق مورد نیاز برای خم کاری و خم کاری با دست و ماشین می باشد. بسیاری از مصنوعات فلزی که در روزمره مشاهده می نمایید از ورق های فلزی ساخته می شوند. مانند صندوق پستی - کابینت های فلزی - تابلوی برق - سقف های فلزی بام - جعبه ابزار و غیر از آنها. ابتدا ورق اولیه را براساس نقشه برش می دهند و سپس با بکارگیری یکی از روش های

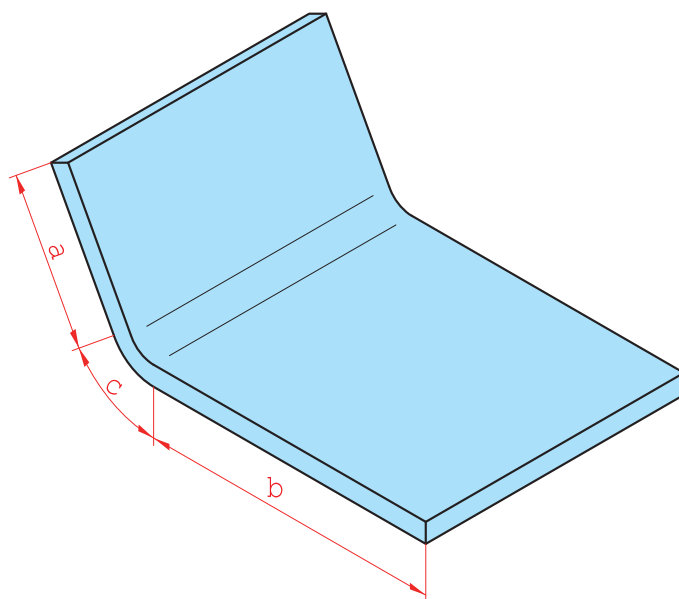
تغییر شکل به شکل مورد نظر درمی آوریم. یکی از این روش ها، خم کاری است که در ورق کاری کاربرد فراوان داشته و از اهمیت بالایی برخوردار است. در خم کاری قسمتی از ورق تغییر شکل داده می شود به طوری که حجم آن تغییر نکند. به عبارت دیگر خم کاری عملی است که در آن قسمتی از مواد را با حفظ سطح مقطع شان تا حدود امکان، با رساندن حرارت یا بدون آن، از مسیر اصلی خارج کرده و به مسیر دلخواهی بیاورند. از خم کاری علاوه بر ساخت مصنوعات فلزی، برای افزایش استحکام و سفتی ورق فلزی نیز استفاده می شود.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری و کسب شایستگی خم کاری ورق، هنرجویان قادر به استخراج جزئیات و پارامترهای خم کاری از روش نقشه، پیاده سازی نقشه بر روی ورق، محاسبه حد مجاز و تعیین طول اولیه ورق و خم کای ورق به صورت دستی و ماشینی خواهند بود.

بر چه اساسی می‌توان ورق را خم نمود؟

شکل ۱ یک ورق فلزی را نشان می‌دهد که با روش خم کاری شکل داده شده است، همان‌طور که می‌بینید پس از تغییر شکل ورق به دو قسمت تقسیم شده است (a) قسمتی از ورق که به سمت بالا خم شده، (b) که ثابت مانده و (c) مقداری از ورق تحت تغییر شکل قرار گرفته است. آیا این مقادیر (a, b, c) به صورت اتفاقی به دست می‌آیند یا نیاز به محاسبه دارند؟



شکل ۱- ورق خم شده با طول‌های a و b

همان‌طور که در فصل قبلی آموخته‌اید، اطلاعات مورد نیاز برای برش کاری ورق‌های فلزی را از روی نقشه استخراج می‌کنیم. به همین شکل، برای خم کاری ورق‌های فلزی نیاز به اطلاعاتی شامل ابعاد و اندازه‌های مصنوع مورد نظر، طرح و شکل مصنوع و پارامترهای خم کاری داریم که از نقشه می‌توانیم این اطلاعات را به دست آوریم.

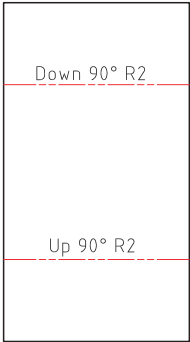
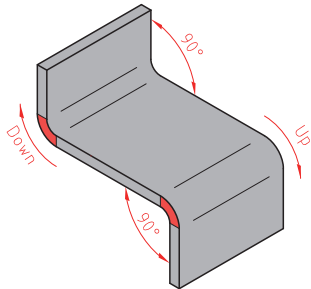
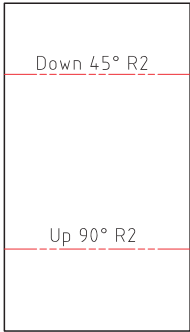
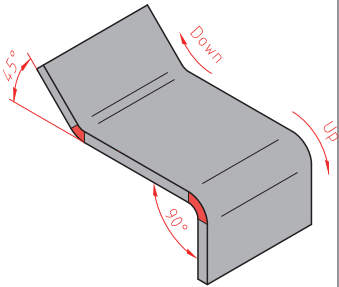
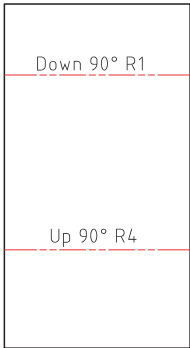
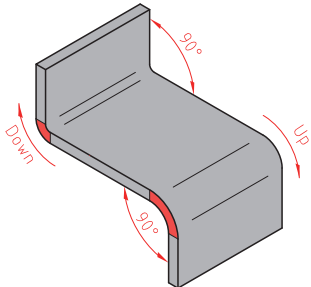
برای خم کاری ورق‌های فلزی، جهت خم کاری و مقدار تغییر شکل ورق بسیار حائز اهمیت است، و برای تولید یک مصنوع با ابعاد و اندازه دقیق و باکیفیت به علاوه مدیریت مواد اولیه، نیاز به مقادیر دقیق داریم که این مقادیر را می‌توان از روی نقشه استخراج کرد.

جدول ۱ شیوه استخراج اطلاعات مورد نیاز برای خم کاری ورق‌های فلزی را نشان می‌دهد. به مثال زیر توجه کنید؛

فرض کنید بر روی نقشه نوشته شده است: DOWN 90.00 R1.00

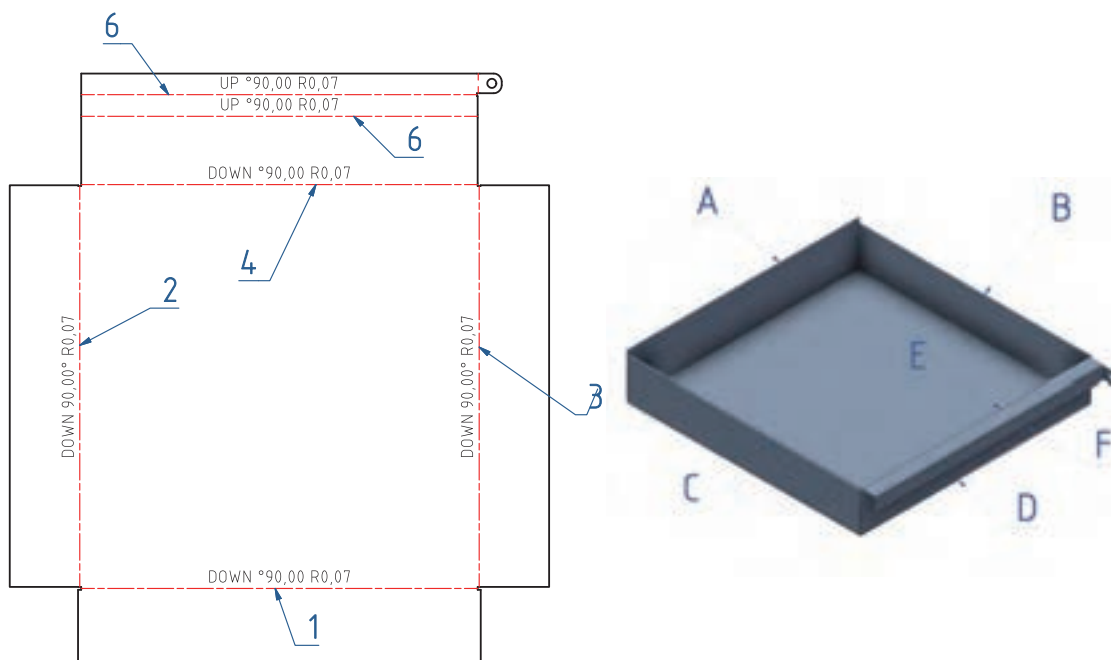
مفهوم این پارامترها این می‌باشد که ورق به سمت بیرون با زاویه ۹۰ درجه و شعاع ۱ میلی‌متر خم شود. یا اگر داشته باشیم UP 90.00 R 1.00 یعنی؟

جدول ۱- راهنمای خواندن نقشه

محل قرارگیری	پارامتر	نمایش در نقشه	کاربرد	نقشه	تصویر ورق خم شده
ابتدا از سمت چپ	جهت	<div> <div>UP</div> <div>DOWN</div> </div>	<div> <div>به سمت داخل خم شود</div> <div>به سمت بیرون خم شود</div> </div>		
وسط	زاویه	$\theta = 90, 75, 45$	این پارامتر مقدار تغییر شکل و یا خم شدن ورق در جهت معین را نشان می دهد		
انتهای	شعاع	R	این پارامتر مقدار خمیدگی و انحنای ناحیه خم را نشان می دهد		

به عنوان مثال به نقشه زیر نگاه کنید، علائمی که بر روی خطوط خم نشان داده شده است، همان پارامترهای خم هستند که با استفاده از آنها شما می‌توانید مقدار تغییر شکل را بر روی ورق تعیین کنید.

نقشه شماره ۱

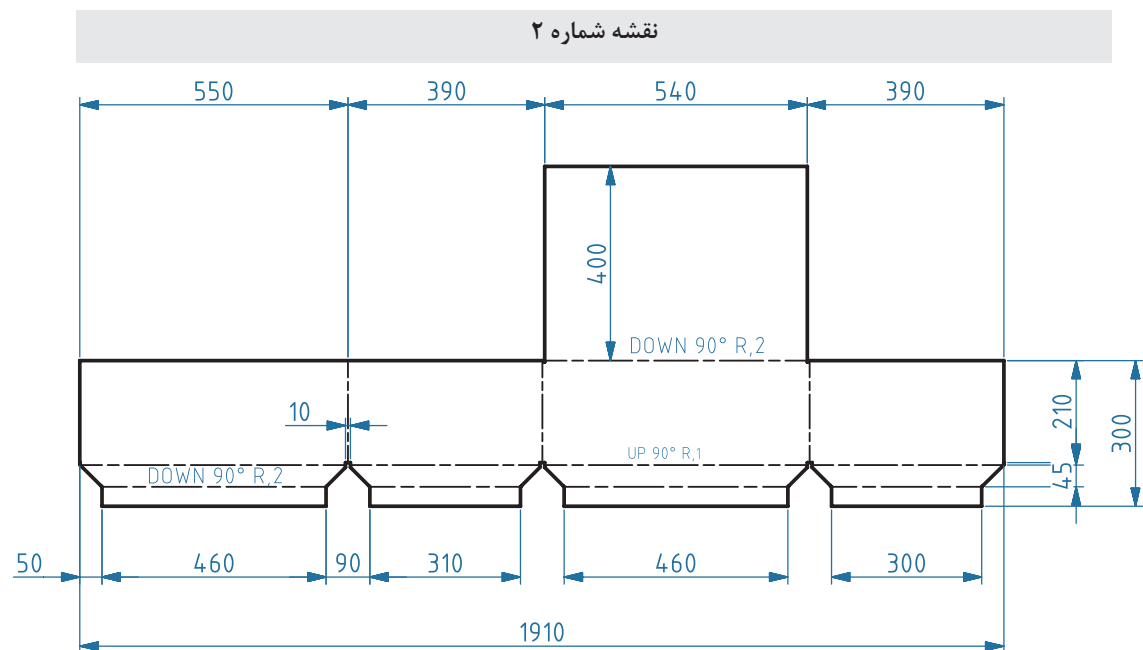


جدول زیر اطلاعات مورد نیاز برای خم کاری یک ورق را نشان می‌دهد، برخی از ردیف‌ها خالی می‌باشند که با بررسی مجدد نقشه آن را تکمیل کنید. توجه داشته باشید که ابتدا باید ارتباط بین شماره روی نقشه و حروف روی محصول را پیدا کنید و سپس جدول را تکمیل کنید.

جدول شماره ۲

شماره روی نقشه	حروف روی محصول	جهت	زاویه	شعاع
۳	B	به سمت داخل	۹۰°	۰/۷

به شکل زیر نگاه کنید، ابتدا با توجه به نقشه جدول ۳ را تکمیل کنید، سپس محصول نهایی را تجسم کرده و در کادر مشخص شده رسم کنید. همچنین ماکت محصول نهایی را با مقوا بسازید و به هنرآموز خود ارائه دهید.



جدول شماره ۳

شماره	جهت	شعاع	زاویه

شماره	جهت	شعاع	زاویه

محل رسم شکل محصول نهایی - ماکت محصول را در منزل با مقوا بسازید.

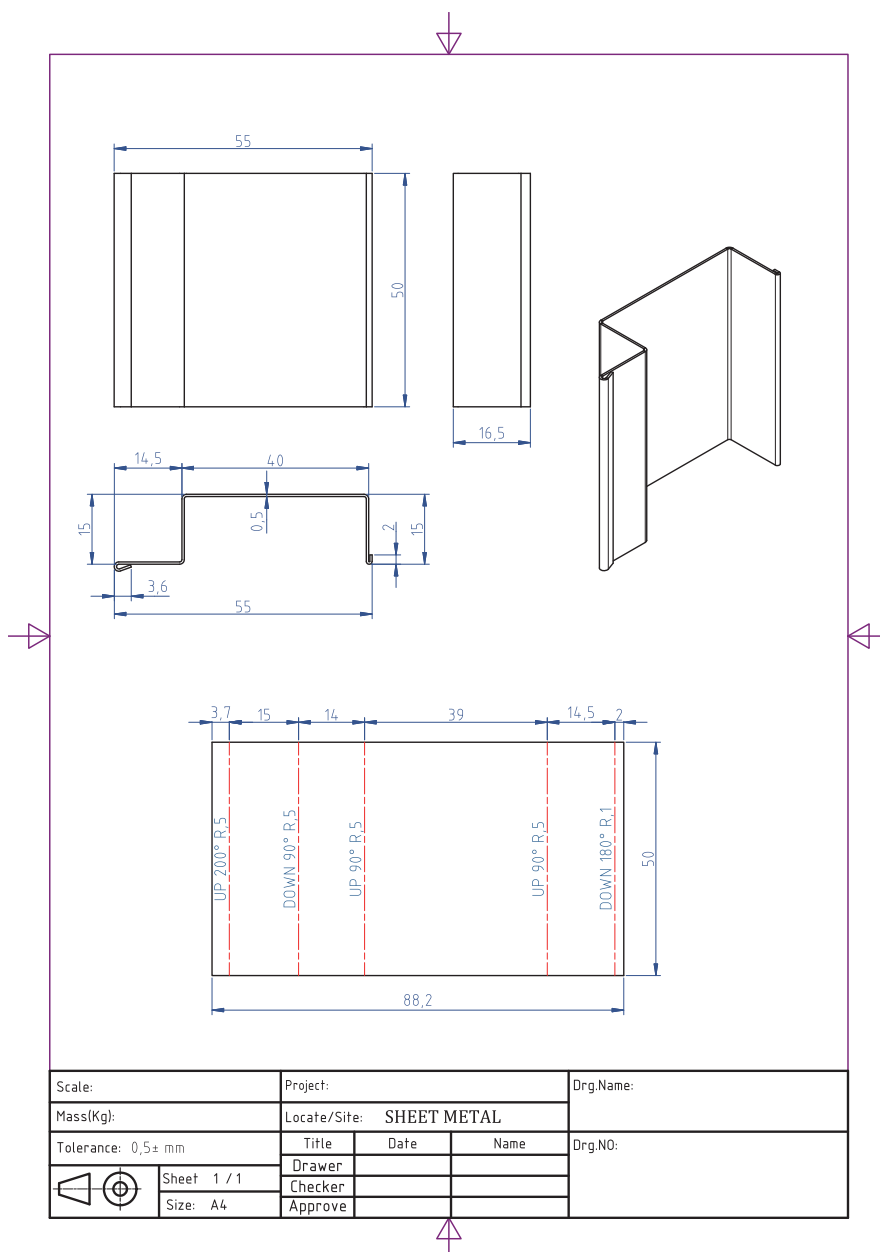
فعالیت کارگاهی

کار عملی

پیاده سازی نقشه بر روی ورق جهت خم کاری

شرح فعالیت: ورق فولادی به ابعاد $۸۸ \times ۵۰ \times ۰/۸$ میلی متر انتخاب کنید، سپس نقشه شماره ۳ را بر روی آن پیاده سازی کنید.

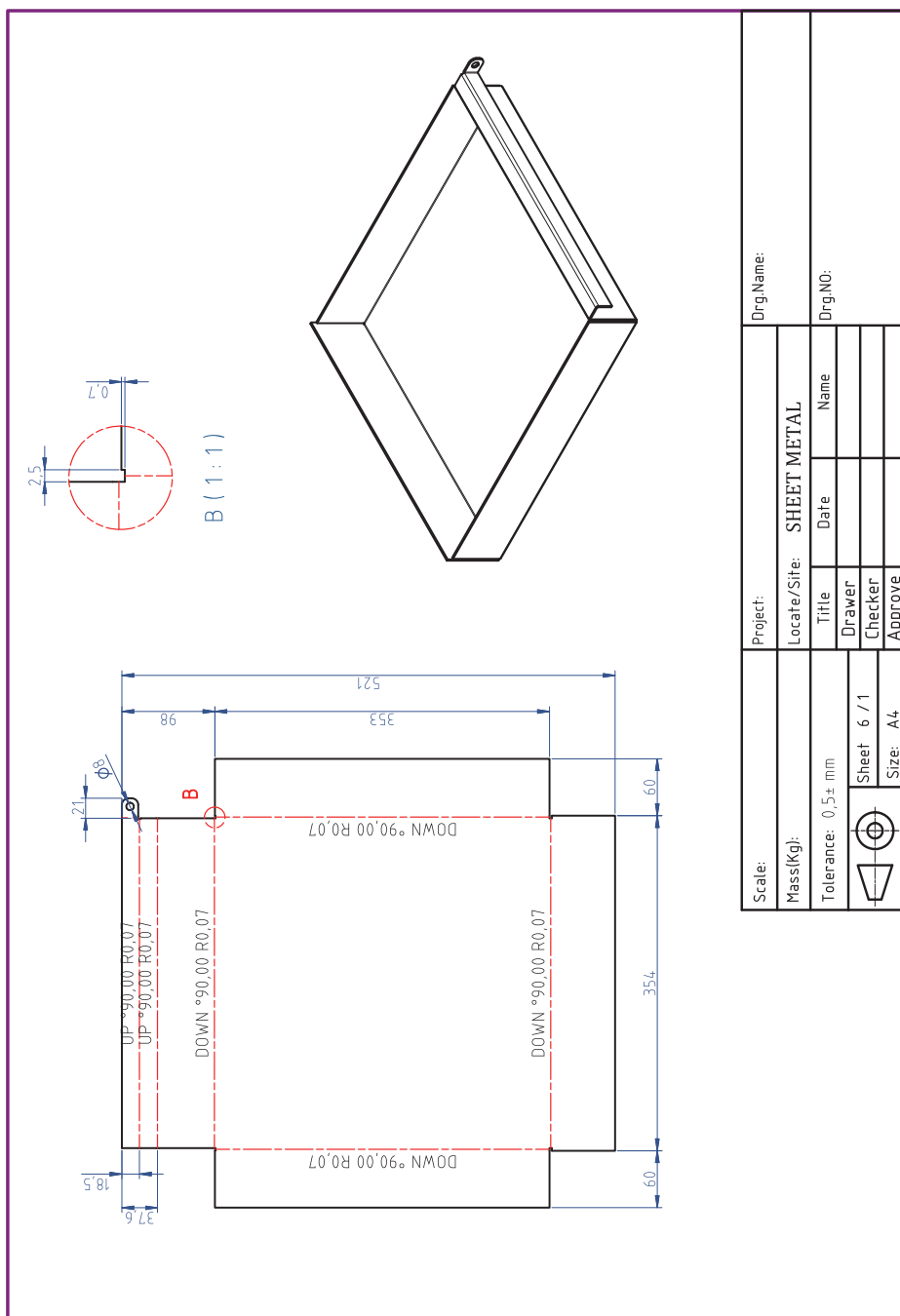
نقشه شماره ۳



پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق جهت خم کاری

شرح فعالیت: ورق فولادی به ابعاد $400 \times 400 \times 0.8$ میلی متر انتخاب کنید، سپس نقشه شماره ۴ را بر روی آن پیاده‌سازی کنید.

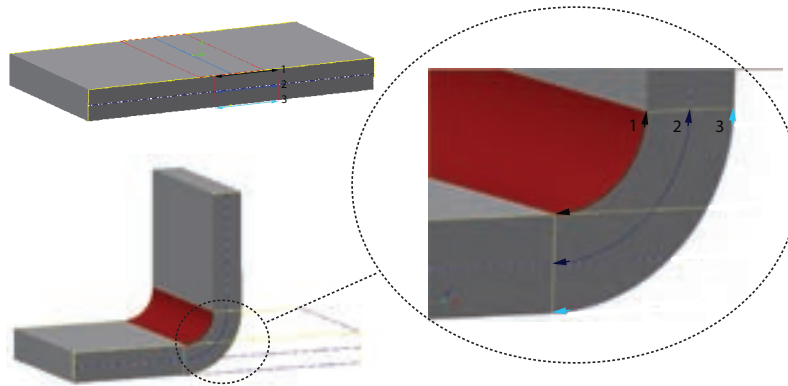
نقشه شماره ۴



ارزشیابی تکوینی

مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نمره
آماده‌سازی	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	_____	۳
		آماده‌سازی قابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۲
		آماده‌سازی غیر قابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۱
شایستگی‌های غیرفنی	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	قابل قبول	توجه به همه موارد	۲
ایمنی و بهداشت	دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن			
توجهات زیست‌محیطی	مدیریت مواد دورریختنی	غیرقابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش	نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

چه تغییراتی بعد از خم کاری در فلز به وجود می آید؟ به شکل های زیر نگاه کنید، شکل (الف) یک ورق فلزی قبل از خم کاری را نشان می دهد و شکل (ب) همان ورق را بعد از خم کاری نشان می دهد. بر روی هر دو ورق طول هایی با اعداد ۱ و ۲ و ۳ مشخص شده است، به نظر شما چه تفاوتی بین طول های مشخص شده قبل و بعد از خم کاری ایجاد شده است. با دوستانتان در این باره بحث کنید.



شکل ۲- تغییر شکل ورق بعد از خم کاری



شکل ۳- تغییر شکل ورق بعد از خم کاری

وقتی فلزی در اثر نیروی خم کاری تغییر شکل می دهد، در داخل آن تنش ایجاد می شود. که در قسمت بیرونی خم به دلیل کشیده شدن فلز در آن ناحیه، تحت تنش کششی است، در حالی که در قسمت داخلی خم تحت تنش فشاری قرار می گیرد که این به دلیل فشردگی شدن فلز در ناحیه داخلی خم می باشد. شکل ۳ این تغییرات را به وضوح نشان می دهد.



شکل ۴- قوطی

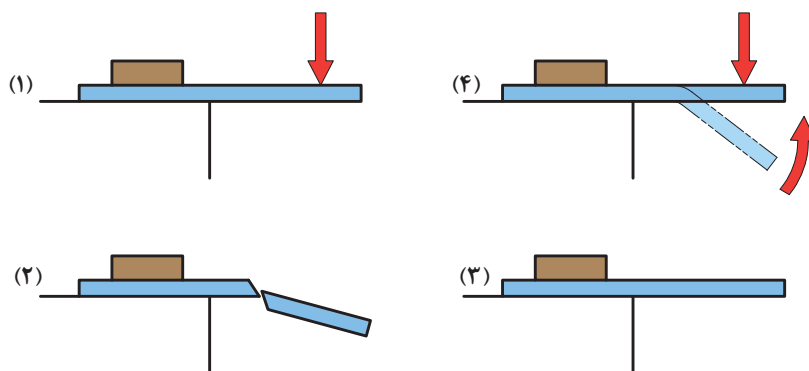
بین این دو ناحیه، ناحیه ای قرار دارد که بدون تنش است و در اثر نیروی خم تغییری در آن ایجاد نمی شود، به این ناحیه محور خنثی (تار خنثی) می گویند. طول تار خنثی در محاسبه طول واقعی ورق بسیار اهمیت دارد.

تأثیر ویژگی مواد در خم کاری: برای ساخت قوطی به صورت شکل مقابل استفاده از کدام ماده امکان پذیر است؟ چرا؟

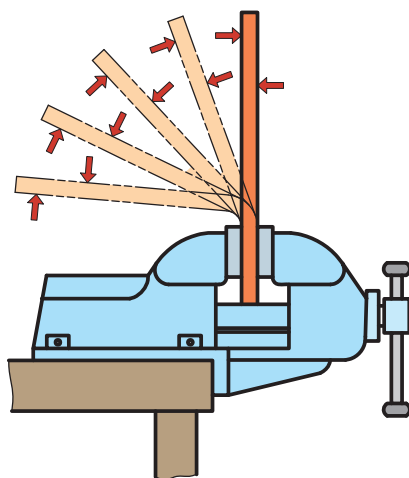
به طور کلی اجسام در مقابل تغییر شکل مقاومت نشان می دهند که به این مقاومت، استحکام گفته می شود. مواد با استحکام بالا را سخت تر می توان تغییر شکل داد. هنگامی که یک ماده را با اعمال نیرو بتوان تغییر شکل داد به آن ماده، نرم و شکل پذیر گفته می شود. مواد غیرنرم را ترد می گویند.

مواد نرم مانند فلزات قابلیت خم کاری بالایی دارند و می توان آنها را با نیروی کمی تغییر شکل داد، درحالی که مواد ترد مانند چوب و شیشه را نمی توان به راحتی خم کرد. این مواد در هنگام خم کاری دچار شکست می شوند. برخی از مواد هستند که بعد از خم کاری به حالت اولیه خود برمی گردند، همانند فنر. این ها هم قابلیت خم کاری خوبی ندارند.

نکته دیگری که در خم کاری مواد اهمیت فراوانی دارد، حالت فنریت مواد می باشد. به این معنی که وقتی مواد تحت نیروی خم، تغییر شکل می دهند، بعد از برداشتن نیروی خم ممکن است در همان حالت باقی بماند و یا بالعکس در اثر خاصیت فنری که دارند، مقداری به حالت اولیه شان برگردند که نتیجه آن کاهش کیفیت ابعادی و ظاهری مصنوع است. لذا برای جلوگیری از مشکل، زاویه خم کاری را همیشه مقداری بیشتر از اندازه واقعی آن در نظر می گیرند.



شکل ۵- ۱- خم کاری ماده ترد، ۲- شکست ماده ترد، ۳- خم کاری ماده فنری، ۴- برگشت بعد از خم کاری



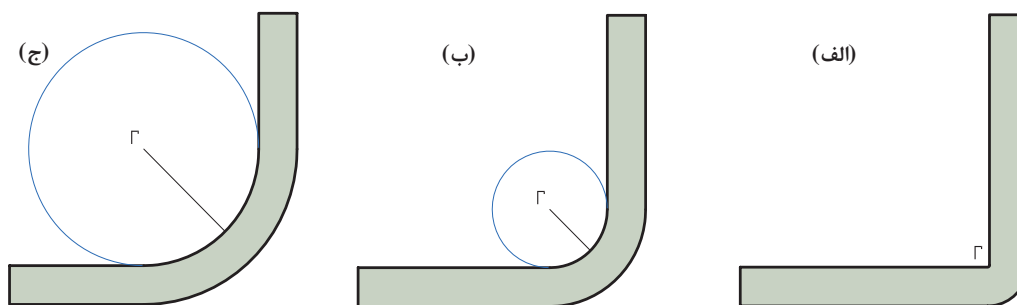
شکل ۶- برگشت فنری

جدول ۴ برخی از ویژگی‌های ورق‌های فلزی را نشان می‌دهد، با تکمیل جدول تعیین کنید ورق مناسب برای خم کاری چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد.

جدول ۴

ویژگی مواد	کم	مطلوب	زیاد
استحکام	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
تردی	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
نرمی	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
کشسانی (فتریت)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
مومسانی (تغییر شکل دائمی)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

شعاع خم (Bend Radius): در خم کاری ورق و لوله‌های فلزی برای جلوگیری از کشیدگی بیش از حد و پارگی در قسمت بیرونی، معمولاً ورق‌ها و لوله‌ها را به صورت منحنی (انحنادار) خم می‌کنند. به شکل‌های زیر نگاه کنید.



شکل ۷- (الف) شعاع خم کم، (ب) شعاع خم متوسط، (ج) شعاع خم زیاد

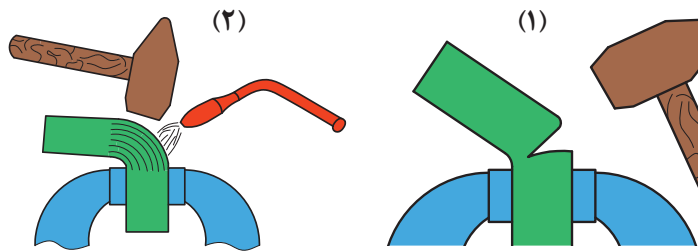
شکل (الف) ورق فلزی را نشان می‌دهد که با انحنای بسیار ناچیز خم شده است که این حالت برای ورق‌ها با ضخامت بالا مناسب نمی‌باشد و ممکن است در قسمت بیرونی، ورق دچار پارگی شود. شکل‌های (ب) و (ج) ورق‌هایی را نشان می‌دهند که در ناحیه خم با انحنای مناسب خم شده‌اند. اما ورق (ج) شعاع انحنای بیشتری نسبت به ورق (ب) دارد. به این شعاع انحنای شعاع خم گفته می‌شود. به عبارت دیگر شعاع قسمتی از قوس دایره که بر روی ورق مماس است شعاع خم گفته می‌شود که اندازه این شعاع برابر با شعاع دایره است.

اثر شعاع خم: برای جلوگیری از ایجاد ترک ناشی از خم، شعاع خم کاری باید متناسب با ضخامت ورق انتخاب شود. هرچه شعاع خم بیشتر باشد، احتمال تشکیل ترک‌ها در قسمت بیرونی ورق کمتر است. به عبارت دیگر ورق با ضخامت بیشتر شعاع خم بزرگ‌تری نیاز دارد. شعاع خم به شکل و ضخامت قطعه کار و همچنین درجه حرارت خم کاری و جنس ورق بستگی دارد.

جدول ۵- حداقل شعاع خم

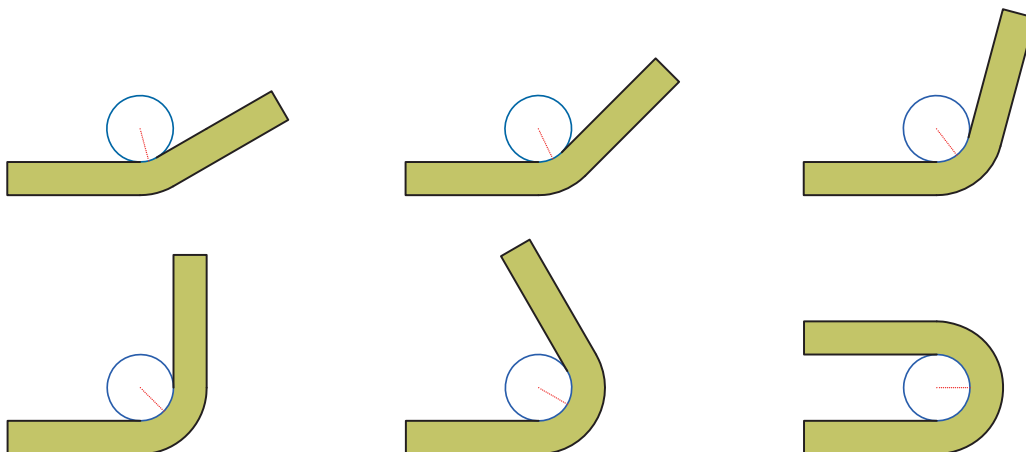
مواد	حداقل شعاع
مس	$\frac{1}{8} - \frac{1}{2}$ برابر ضخامت
برنج	$1 - \frac{1}{8}$ برابر ضخامت
روی	$1 - 2$ برابر ضخامت
فولاد	$1 - 3$ برابر ضخامت

در ستون مواد هر چه به سمت ردیف‌های پایین‌تر می‌آییم مقدار حداقل شعاع خم افزایش یافته است؟ چرا و این حداقل شعاع تعیین شده بر چه اساسی است؟
اثر گرما: وقتی قطعه‌ای را تغییر شکل می‌دهید، تنش‌های زیادی در داخل آن ایجاد می‌شود. خصوصاً در قطعات ضخیم با شعاع خم کم، در اثر این تنش‌ها ترک در آنها ایجاد می‌شود. برای جلوگیری از تشکیل ترک در قطعات ضخیم باید آنها را تا درجه سرخ شدگی گرما داد تا مقاومت داخلی آنها کاهش یابد، سپس با یک نیروی معمول خم کاری این قطعات را تغییر شکل داد.



شکل ۸- (۱) خم کاری بدون شعله، (۲) خم کاری ورق ضخیم به کمک شعله

زاویه خم (Bending Radius): به شکل‌های زیر نگاه کنید، چه تفاوتی بین آنها وجود دارد؟



شکل ۹- زاویه خم

به سؤالات زیر پاسخ دهید؛

سؤال ۱: به نظر شما اهمیت شعاع خم در ورق‌های نازک بیشتر است یا ضخیم؟ با افزایش ضخامت ورق شعاع خم را زیاد افزایش می‌دهیم یا کاهش؟

سؤال ۲: نقش زاویه در خم کاری ورق فلزی چیست؟

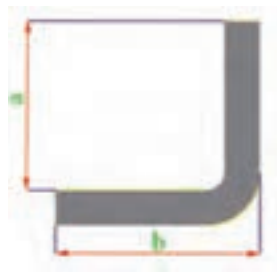
سؤال ۳: به نظر شما آیا تغییرات زاویه خم بر روی شعاع خم اثری دارد؟

محاسبه طول اولیه ورق

چون در خم کاری، طول ورق مقداری افزایش می‌یابد، بنابراین قبل از خم کردن ورق با در نظر گرفتن اندازه‌هایی که بعد از خم کاری باید داشته باشیم (براساس نقشه)، طول اولیه ورق باید تعیین شود. برای محاسبه طول اولیه ورق به صورت زیر عمل می‌کنیم؛

حالت اول: اگر طول ورق مورد خم کاری را L در نظر بگیریم و بخواهیم آن را تحت زاویه 90° درجه خم کنیم، در این صورت طول اولیه ورق عبارت‌اند از:

$$L = a + b - A$$

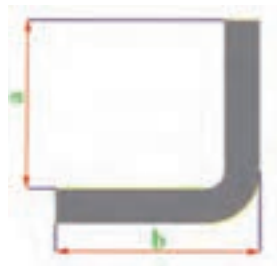


شکل ۱۰- زاویه خم

که در این معادله a و b طول‌های خم نشده ورق و A مقدار افزایش طول قطعه کار است که به علت خم شدن آن در محل خم و تبدیل آن به قوس ایجاد می‌شود و بر حسب میلی‌متر بیان می‌شوند. به عبارت دیگر A مقدار افزایش طول آن قسمت از قطعه است که در اثر قوس برداشتن کشیده می‌شود، مقدار A به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$A = \frac{R}{2} + t$$

که در این معادله R شعاع خم، t ضخامت قطعه کار و A مقدار افزایش طول، که مقدار آن بر حسب میلی‌متر در معادله بالا منظور شده است.



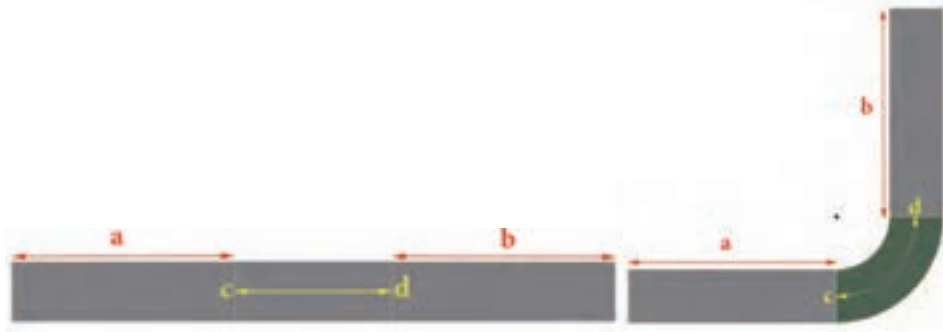
شکل ۱۱- زاویه خم

مثال: طول یک ورق را قبل از خم شدن با در نظر گرفتن ابعاد مورد لزوم که بعد از خم شدن باید داشته باشد، حساب کنید. در صورتی که ضخامت ورق برابر با ۱ میلی‌متر باشد.

حالت دوم: اگر ورق تحت زاویه کمتر یا بیشتر از 90° درجه خم شود در این صورت طول اولیه ورق به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$L = a + b + \overline{cd}$$

که در این معادله a و b طول قسمت‌های خم نشده قطعه بر حسب میلی‌متر می‌باشند. cd حد مجاز خم نام دارد، یا به عبارت دیگر طول تار خنثی در قسمت خم شده که این مقدار برابر با فاصله cd در شکل ۵ (طول تار خنثی در ناحیه خم = حد مجاز خم) است. مقدار cd براساس ضخامت ورق، شعاع و زاویه خم محاسبه می‌شود، عبارت‌اند از:



شکل ۱۲

$$\overline{cd} = 0.0175(R + \frac{t}{2})\theta$$

که در این رابطه R شعاع خم، t ضخامت ورق و θ زاویه خم می‌باشند.
 مثال: طول یک ورق فلزی را قبل از خم کردن با در نظر گرفتن ابعاد آن بعد از خم شدن به دست آورید. ابعاد و اندازه‌ها بر حسب میلی‌متر می‌باشد.)

$$\theta = 30^\circ, t = 6, R = 5, b = 40, a = 20$$

$$L = a + b + \overline{cd}$$

$$= 20 + 40 + 0.0175(5 + \frac{6}{2}) \times 30 = 64.2$$

محاسبه طول ورق قبل از خم کاری را می‌توان با استفاده از جدول راهنما به راحتی انجام داد. همان‌طور که در حالت دوم بیان شد، برای محاسبه طول ورق قبل از خم کاری از رابطه $L = a + b + \overline{cd}$ استفاده می‌کنیم که مقدار \overline{cd} برابر $\overline{cd} = 0.0175(R + \frac{t}{2})\theta$ می‌باشد. اگر به جای ضریب k ، θ را قرار دهیم، داریم: $\overline{cd} = k\theta$

نکته

مقدار k را با داشتن ضخامت قطعه کار و شعاع خم از جدول راهنما می‌توان به دست آورد. در کارهای عملی برای محاسبه مقدار طول اولیه ورق با کمک جدول راهنما می‌توانید ابتدا مقدار فاکتور ثابت k را محاسبه کرده و سپس طول اولیه ورق مورد نیاز جهت خم کاری را به دست آورید.

مثال: طول یک ورق با اندازه‌های زیر را محاسبه کنید:

$$\theta = 137^\circ, t = 3\text{mm}, R = 10\text{mm}, b = 40, a = 20$$

روش حل: به جدول راهنما نگاه کنید، ردیف بالای آن t ضخامت ورق را نشان می‌دهد و اولین ستون سمت چپ نیز R شعاع خم و محل تقاطع ردیف R با ستون مربوط به m ، مقدار k را مشخص می‌کند. در مثال ذکر شده مقدار ضخامت برابر با ۳ میلی‌متر است و مقدار شعاع خم ۱۰ در نظر گرفته شده است. اگر یک خط افقی از R و یک خط عمودی از m رسم کنیم، محل تقاطع این خطوط بیانگر مقدار ثابت k می‌باشد. در این صورت داریم:

$$\overline{cd} = K\theta$$

$$\overline{cd} = 0.2 \times 137 = 27.4$$

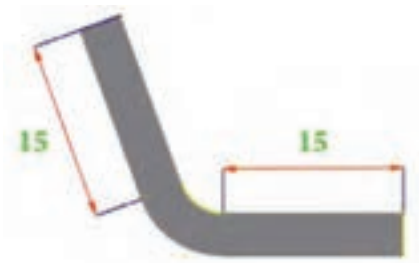
$$L = a + b + \overline{cd}$$

$$20 + 40 + 27.4 = 87.4$$

جدول ٤

t																					
R	0.2	0.5	0.8	1	1.2	1.5	1.6	1.8	2	2.5	2.8	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
	K																				
1	0.2	0.22	0.24	0.26	0.28																
2	0.28	0.29	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.41	0.42	0.44	0.46	0.48									
3	0.55	0.57	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82								
4	0.72	0.74	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.95	0.97	0.99	1.01	1.03	1.05	1.07	1.09	1.11	1.13	
5	0.90	0.92	0.97	0.99	1.01	1.03	1.05	1.07	1.09	1.11	1.13	1.15	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25	1.27	1.29	1.31	
6	1.07	1.09	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34	1.36	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	
7	1.25	1.27	1.32	1.34	1.36	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66	
8	1.42	1.44	1.49	1.51	1.53	1.55	1.57	1.59	1.61	1.63	1.65	1.67	1.69	1.71	1.73	1.75	1.77	1.79	1.81	1.83	
9	1.60	1.62	1.67	1.69	1.71	1.73	1.75	1.77	1.79	1.81	1.83	1.85	1.87	1.89	1.91	1.93	1.95	1.97	1.99	2.01	
10	1.77	1.79	1.84	1.86	1.88	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10	2.12	2.14	2.16	2.18	
11	1.95	1.97	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10	2.12	2.14	2.16	2.18	2.20	2.22	2.24	2.26	2.28	2.30	2.32	2.34	2.36	
12	2.12	2.14	2.19	2.21	2.23	2.25	2.27	2.29	2.31	2.33	2.35	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49	2.51	2.53	
13	2.30	2.32	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49	2.51	2.53	2.55	2.57	2.59	2.61	2.63	2.65	2.67	2.69	2.71	
14	2.47	2.49	2.54	2.56	2.58	2.60	2.62	2.64	2.66	2.68	2.70	2.72	2.74	2.76	2.78	2.80	2.82	2.84	2.86	2.88	
15	2.64	2.66	2.71	2.73	2.75	2.77	2.79	2.81	2.83	2.85	2.87	2.89	2.91	2.93	2.95	2.97	2.99	3.01	3.03	3.05	
16	2.82	2.84	2.89	2.91	2.93	2.95	2.97	2.99	3.01	3.03	3.05	3.07	3.09	3.11	3.13	3.15	3.17	3.19	3.21	3.23	
17	2.99	3.01	3.06	3.08	3.10	3.12	3.14	3.16	3.18	3.20	3.22	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	
18	3.17	3.19	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	
19	3.35	3.37	3.42	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68	3.70	3.72	3.74	3.76	
20	3.52	3.54	3.59	3.61	3.63	3.65	3.67	3.69	3.71	3.73	3.75	3.77	3.79	3.81	3.83	3.85	3.87	3.89	3.91	3.93	
21	3.69	3.71	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	
22	3.87	3.89	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	
23	4.04	4.06	4.11	4.13	4.15	4.17	4.19	4.21	4.23	4.25	4.27	4.29	4.31	4.33	4.35	4.37	4.39	4.41	4.43	4.45	
24	4.21	4.23	4.28	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	
25	4.39	4.41	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	
26	4.56	4.58	4.63	4.65	4.67	4.69	4.71	4.73	4.75	4.77	4.79	4.81	4.83	4.85	4.87	4.89	4.91	4.93	4.95	4.97	
27	4.74	4.76	4.81	4.83	4.85	4.87	4.89	4.91	4.93	4.95	4.97	4.99	5.01	5.03	5.05	5.07	5.09	5.11	5.13	5.15	
28	4.91	4.93	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	
29	5.09	5.11	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	5.36	5.38	5.40	5.42	5.44	5.46	5.48	5.50	
30	5.26	5.28	5.33	5.35	5.37	5.39	5.41	5.43	5.45	5.47	5.49	5.51	5.53	5.55	5.57	5.59	5.61	5.63	5.65	5.67	

فصل دوم: خم کاری



طول اولیه ورق مورد نیاز برای ساخت یک ورق به شکل طرح زیر را به دست آورید. در صورتی که مقدار زاویه و شعاع مورد نیاز برای خم کاری برای ورق فولادی با ضخامت ۱/۲ میلی متر برابر با ۷۰ درجه و ۲ میلی متر باشند.

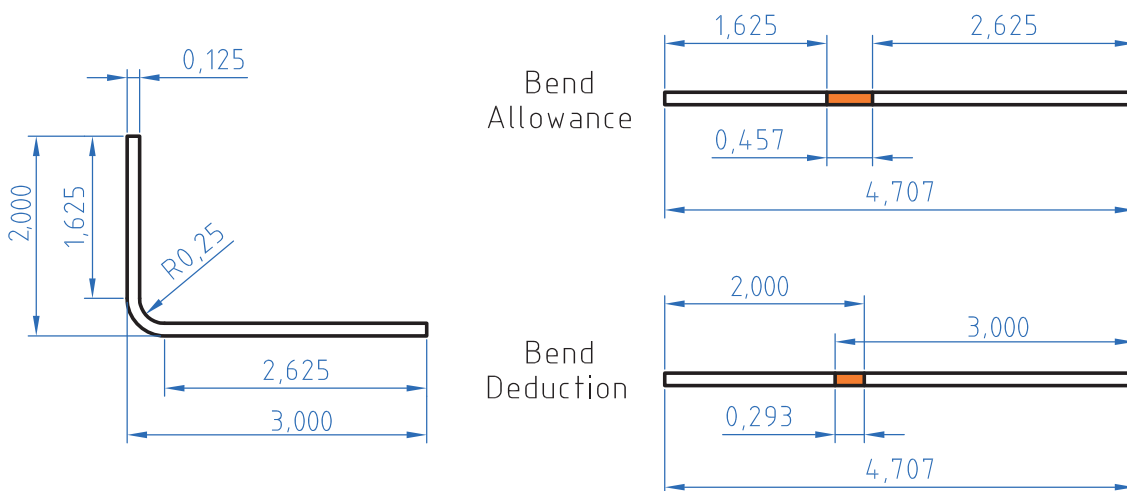
جدول ۷

R	t																			
	۰/۳	۰/۵	۰/۸	۱	۱/۲	۱/۵	۱/۶	۱/۸	۲	۲/۵	۲/۸	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۶	۷	۸	۹
K																				
۱	-۰/۲	-۰/۲۲	-۰/۲۴	-۰/۲۶	-۰/۲۸															
۲	-۰/۳۸	-۰/۳۹	-۰/۴۲	-۰/۴۴	-۰/۴۵	-۰/۴۸	-۰/۴۹	-۰/۵۱	-۰/۵۲	-۰/۵۷	-۰/۵۹									
۳	-۰/۵۵	-۰/۵۷	-۰/۶۲	-۰/۶۱	-۰/۶۳	-۰/۶۵	-۰/۶۶	-۰/۶۸	-۰/۷۰	-۰/۷۴	-۰/۷۷	-۰/۷۹	-۰/۸۲							
۴	-۰/۷۲	-۰/۷۴	-۰/۵۹	-۰/۷۹	-۰/۸۰	-۰/۸۳	-۰/۸۴	-۰/۸۶	-۰/۸۷	-۰/۹۲	-۰/۹۴	-۰/۹۶	-۰/۱۰۰	-۰/۱۰۵	-۰/۱۰۹					
۵	-۰/۹۰	-۰/۹۲	-۰/۷۷	-۰/۹۶	-۰/۹۸	-۰/۱۰۰	-۰/۱۰۱	-۰/۱۰۳	-۰/۱۰۵	-۰/۱۰۹	-۰/۱۱۲	-۰/۱۱۳	-۰/۱۱۸	-۰/۱۲۲	-۰/۱۲۷	-۰/۱۳۱				
۶	-۰/۱۰۷	-۰/۱۰۹	-۰/۹۴	-۰/۱۱۳	-۰/۱۱۵	-۰/۱۱۸	-۰/۱۱۹	-۰/۱۲۰	-۰/۱۲۲	-۰/۱۲۷	-۰/۱۲۸	-۰/۱۳۱	-۰/۱۳۵	-۰/۱۴۰	-۰/۱۴۴	-۰/۱۴۸	-۰/۱۵۷			
۷	-۰/۱۲۵	-۰/۱۲۷	-۰/۱۱۲	-۰/۱۳۱	-۰/۱۳۳	-۰/۱۳۵	-۰/۱۳۶	-۰/۱۳۸	-۰/۱۴۰	-۰/۱۴۴	-۰/۱۴۷	-۰/۱۴۸	-۰/۱۵۳	-۰/۱۵۷	-۰/۱۶۱	-۰/۱۶۸	-۰/۱۷۵	-۰/۱۸۳		
۸	-۰/۱۴۴	-۰/۱۴۴	-۰/۱۲۹	-۰/۱۴۸	-۰/۱۵۰	-۰/۱۵۳	-۰/۱۵۴	-۰/۱۵۵	-۰/۱۵۷	-۰/۱۶۱	-۰/۱۶۴	-۰/۱۶۶	-۰/۱۷۰	-۰/۱۷۵	-۰/۱۷۹	-۰/۱۸۳	-۰/۱۹۲	-۰/۲۰۱	-۰/۲۰۹	
۹	-۰/۱۶۰	-۰/۱۶۱	-۰/۱۴۷	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۸	-۰/۱۷۰	-۰/۱۷۱	-۰/۱۷۳	-۰/۱۷۵	-۰/۱۷۹	-۰/۱۸۲	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۸	-۰/۱۹۲	-۰/۱۹۶	-۰/۲۰۱	-۰/۲۰۹	-۰/۲۱۸	-۰/۲۲۷	-۰/۲۳۶
۱۰	-۰/۱۷۷	-۰/۱۷۹	-۰/۱۶۴	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۵	-۰/۱۸۸	-۰/۱۸۸	-۰/۱۹۰	-۰/۱۹۲	-۰/۱۹۶	-۰/۱۹۹	-۰/۲۰۱	-۰/۲۰۵	-۰/۲۰۹	-۰/۲۱۴	-۰/۲۱۸	-۰/۲۲۷	-۰/۲۳۶	-۰/۲۴۴	-۰/۲۵۳
۱۱	-۰/۱۹۵	-۰/۱۹۶	-۰/۱۸۲	-۰/۲۰۱	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۶	-۰/۲۰۶	-۰/۲۰۸	-۰/۲۰۹	-۰/۲۱۴	-۰/۲۱۶	-۰/۲۱۸	-۰/۲۲۳	-۰/۲۲۷	-۰/۲۳۱	-۰/۲۳۶	-۰/۲۴۱	-۰/۲۵۳	-۰/۲۶۲	-۰/۲۷۱
۱۲	-۰/۲۱۲	-۰/۲۱۴	-۰/۱۹۹	-۰/۲۱۸	-۰/۲۲۰	-۰/۲۲۳	-۰/۲۲۳	-۰/۲۲۵	-۰/۲۲۷	-۰/۲۳۱	-۰/۲۳۴	-۰/۲۳۶	-۰/۲۴۰	-۰/۲۴۴	-۰/۲۴۹	-۰/۲۵۳	-۰/۲۶۲	-۰/۲۷۱	-۰/۲۷۹	-۰/۲۸۸
۱۳	-۰/۲۳۰	-۰/۲۳۱	-۰/۲۱۶	-۰/۲۳۶	-۰/۲۳۷	-۰/۲۴۰	-۰/۲۴۱	-۰/۲۴۳	-۰/۲۴۴	-۰/۲۴۹	-۰/۲۵۱	-۰/۲۵۳	-۰/۲۵۷	-۰/۲۶۲	-۰/۲۶۶	-۰/۲۷۱	-۰/۲۷۹	-۰/۲۸۸	-۰/۲۹۷	-۰/۳۰۵
۱۴	-۰/۲۴۷	-۰/۲۴۹	-۰/۲۳۴	-۰/۲۵۳	-۰/۲۵۵	-۰/۲۵۷	-۰/۲۵۸	-۰/۲۶۰	-۰/۲۶۲	-۰/۲۶۶	-۰/۲۶۹	-۰/۲۷۱	-۰/۲۷۵	-۰/۲۷۹	-۰/۲۸۴	-۰/۲۸۸	-۰/۲۹۷	-۰/۳۰۵	-۰/۳۱۴	-۰/۳۲۳
۱۵	-۰/۲۶۴	-۰/۲۶۶	-۰/۲۵۱	-۰/۲۷۱	-۰/۲۷۲	-۰/۲۷۵	-۰/۲۷۶	-۰/۲۷۸	-۰/۲۷۹	-۰/۲۸۴	-۰/۲۸۶	-۰/۲۸۸	-۰/۲۹۲	-۰/۲۹۷	-۰/۳۰۱	-۰/۳۰۵	-۰/۳۱۴	-۰/۳۲۳	-۰/۳۳۲	-۰/۳۴۰
۱۶	-۰/۲۸۲	-۰/۲۸۴	-۰/۲۶۹	-۰/۲۸۸	-۰/۲۹۰	-۰/۲۹۲	-۰/۲۹۳	-۰/۲۹۵	-۰/۲۹۷	-۰/۳۰۱	-۰/۳۰۹	-۰/۳۰۵	-۰/۳۱۰	-۰/۳۱۴	-۰/۳۱۹	-۰/۳۲۳	-۰/۳۳۲	-۰/۳۴۰	-۰/۳۴۹	-۰/۳۵۸
۱۷	-۰/۲۹۹	-۰/۳۰۱	-۰/۳۰۴	-۰/۳۰۵	-۰/۳۰۷	-۰/۳۱۰	-۰/۳۱۱	-۰/۳۱۲	-۰/۳۱۴	-۰/۳۱۹	-۰/۳۲۱	-۰/۳۲۳	-۰/۳۲۷	-۰/۳۳۲	-۰/۳۳۶	-۰/۳۴۰	-۰/۳۴۹	-۰/۳۵۸	-۰/۳۶۷	-۰/۳۷۵
۱۸	-۰/۳۱۷	-۰/۳۱۹	-۰/۳۲۱	-۰/۳۲۳	-۰/۳۲۵	-۰/۳۲۷	-۰/۳۲۸	-۰/۳۳۰	-۰/۳۳۲	-۰/۳۳۶	-۰/۳۳۹	-۰/۳۴۰	-۰/۳۴۵	-۰/۳۴۹	-۰/۳۵۳	-۰/۳۵۸	-۰/۳۶۷	-۰/۳۷۵	-۰/۳۸۴	-۰/۳۹۲
۱۹	-۰/۳۳۰	-۰/۳۳۶	-۰/۳۳۹	-۰/۳۴۰	-۰/۳۴۲	-۰/۳۴۵	-۰/۳۴۶	-۰/۳۴۷	-۰/۳۴۹	-۰/۳۵۲	-۰/۳۵۶	-۰/۳۵۸	-۰/۳۶۲	-۰/۳۶۷	-۰/۳۷۱	-۰/۳۷۵	-۰/۳۸۴	-۰/۳۹۳	-۰/۴۰۱	-۰/۴۱۰
۲۰	-۰/۳۵۲	-۰/۳۵۳	-۰/۳۵۶	-۰/۳۵۸	-۰/۳۶۰	-۰/۳۶۲	-۰/۳۶۳	-۰/۳۶۵	-۰/۳۶۷	-۰/۳۷۱	-۰/۳۷۵	-۰/۳۷۵	-۰/۳۸۰	-۰/۳۸۴	-۰/۳۸۸	-۰/۳۹۳	-۰/۴۰۱	-۰/۴۱۰	-۰/۴۱۹	-۰/۴۲۸
۲۱	-۰/۳۶۹	-۰/۳۷۱	-۰/۳۷۳	-۰/۳۷۵	-۰/۳۷۷	-۰/۳۸۰	-۰/۳۸۰	-۰/۳۸۲	-۰/۳۸۴	-۰/۳۸۸	-۰/۳۹۱	-۰/۳۹۳	-۰/۳۹۷	-۰/۴۰۱	-۰/۴۰۶	-۰/۴۱۰	-۰/۴۱۹	-۰/۴۲۸	-۰/۴۳۶	-۰/۴۴۵
۲۲	-۰/۳۸۷	-۰/۳۸۸	-۰/۳۹۰	-۰/۳۹۳	-۰/۳۹۴	-۰/۳۹۷	-۰/۳۹۸	-۰/۴۰۰	-۰/۴۰۱	-۰/۴۰۶	-۰/۴۰۸	-۰/۴۱۰	-۰/۴۱۵	-۰/۴۱۸	-۰/۴۲۳	-۰/۴۲۸	-۰/۴۳۶	-۰/۴۴۵	-۰/۴۵۴	-۰/۴۶۳
۲۳	-۰/۴۰۴	-۰/۴۰۶	-۰/۴۰۹	-۰/۴۱۰	-۰/۴۱۲	-۰/۴۱۵	-۰/۴۱۷	-۰/۴۱۹	-۰/۴۱۹	-۰/۴۲۳	-۰/۴۲۶	-۰/۴۲۸	-۰/۴۳۲	-۰/۴۳۶	-۰/۴۴۱	-۰/۴۴۵	-۰/۴۵۴	-۰/۴۶۳	-۰/۴۷۱	-۰/۴۸۰
۲۴	-۰/۴۲۱	-۰/۴۲۳	-۰/۴۲۳	-۰/۴۲۸	-۰/۴۲۹	-۰/۴۳۲	-۰/۴۳۳	-۰/۴۳۵	-۰/۴۳۶	-۰/۴۴۱	-۰/۴۴۳	-۰/۴۴۵	-۰/۴۴۹	-۰/۴۵۴	-۰/۴۵۸	-۰/۴۶۳	-۰/۴۷۱	-۰/۴۸۰	-۰/۴۸۹	-۰/۴۹۷
۲۵	-۰/۴۳۹	-۰/۴۴۱	-۰/۴۴۱	-۰/۴۴۵	-۰/۴۴۷	-۰/۴۴۹	-۰/۴۵۰	-۰/۴۵۲	-۰/۴۵۲	-۰/۴۵۸	-۰/۴۶۱	-۰/۴۶۳	-۰/۴۶۷	-۰/۴۷۱	-۰/۴۷۵	-۰/۴۸۰	-۰/۴۸۹	-۰/۴۹۷	-۰/۵۰۶	-۰/۵۱۵
۲۶	-۰/۴۵۶	-۰/۴۵۸	-۰/۴۵۸	-۰/۴۶۳	-۰/۴۶۴	-۰/۴۶۷	-۰/۴۶۸	-۰/۴۶۹	-۰/۴۷۱	-۰/۴۷۶	-۰/۴۷۸	-۰/۴۸۰	-۰/۴۸۴	-۰/۴۸۹	-۰/۴۹۳	-۰/۴۹۷	-۰/۵۰۵	-۰/۵۱۵	-۰/۵۲۴	-۰/۵۳۲
۲۷	-۰/۴۷۴	-۰/۴۷۸	-۰/۴۷۸	-۰/۴۸۰	-۰/۴۸۲	-۰/۴۸۵	-۰/۴۸۷	-۰/۴۸۸	-۰/۴۸۸	-۰/۴۹۸	-۰/۴۹۶	-۰/۴۹۷	-۰/۵۰۲	-۰/۵۰۶	-۰/۵۱۱	-۰/۵۱۵	-۰/۵۲۴	-۰/۵۳۲	-۰/۵۴۱	-۰/۵۵۰
۲۸	-۰/۴۹۱	-۰/۴۹۳	-۰/۴۹۶	-۰/۴۹۷	-۰/۴۹۹	-۰/۵۰۲	-۰/۵۰۳	-۰/۵۰۴	-۰/۵۰۶	-۰/۵۱۱	-۰/۵۱۲	-۰/۵۱۵	-۰/۵۱۹	-۰/۵۲۴	-۰/۵۲۸	-۰/۵۳۲	-۰/۵۴۱	-۰/۵۵۰	-۰/۵۵۹	-۰/۵۶۷
۲۹	-۰/۵۰۹	-۰/۵۱۱	-۰/۵۱۳	-۰/۵۱۵	-۰/۵۱۷	-۰/۵۱۹	-۰/۵۲۰	-۰/۵۲۲	-۰/۵۲۴	-۰/۵۲۸	-۰/۵۳۱	-۰/۵۳۲	-۰/۵۳۷	-۰/۵۴۰	-۰/۵۴۵	-۰/۵۵۰	-۰/۵۵۹	-۰/۵۶۷	-۰/۵۷۶	-۰/۵۸۵
۳۰	-۰/۵۲۶	-۰/۵۲۸	-۰/۵۲۸	-۰/۵۳۲	-۰/۵۳۴	-۰/۵۳۷	-۰/۵۳۸	-۰/۵۳۹	-۰/۵۴۱	-۰/۵۴۵	-۰/۵۴۸	-۰/۵۵۰	-۰/۵۵۴	-۰/۵۵۹	-۰/۵۶۳	-۰/۵۶۷	-۰/۵۷۶	-۰/۵۸۵	-۰/۵۹۳	-۰/۶۰۲

چگونه می‌توان حد مجاز خم را به کمک نرم افزار محاسبه کرد؟

برای محاسبه مقدار حد مجاز خم کاری می‌توان از سایت‌های اینترنتی به صورت آنلاین نیز استفاده کرد. برای محاسبه این مقدار، ابتدا این آدرس را در مرورگر خود وارد کنید (<http://sheetmetal.me/formulas-and-functions/bend-allowance>) می‌توانید از سایت‌های مشابه نیز استفاده کنید.

در ادامه با توجه به شکل زیر مقدار حد مجاز را محاسبه می‌کنید، به طوری که در مرحله ۱ مقدار ضخامت ورق، مرحله ۲ زاویه خم، مرحله ۳ شعاع خم و در مرحله ۴ مقدار فاکتور K را در قسمت مورد نظر وارد می‌کنید، در نهایت در مرحله ۵ با فشردن کلید calculate، مقدار حد مجاز محاسبه می‌شود که در مرحله ۶ نشان داده شده است.



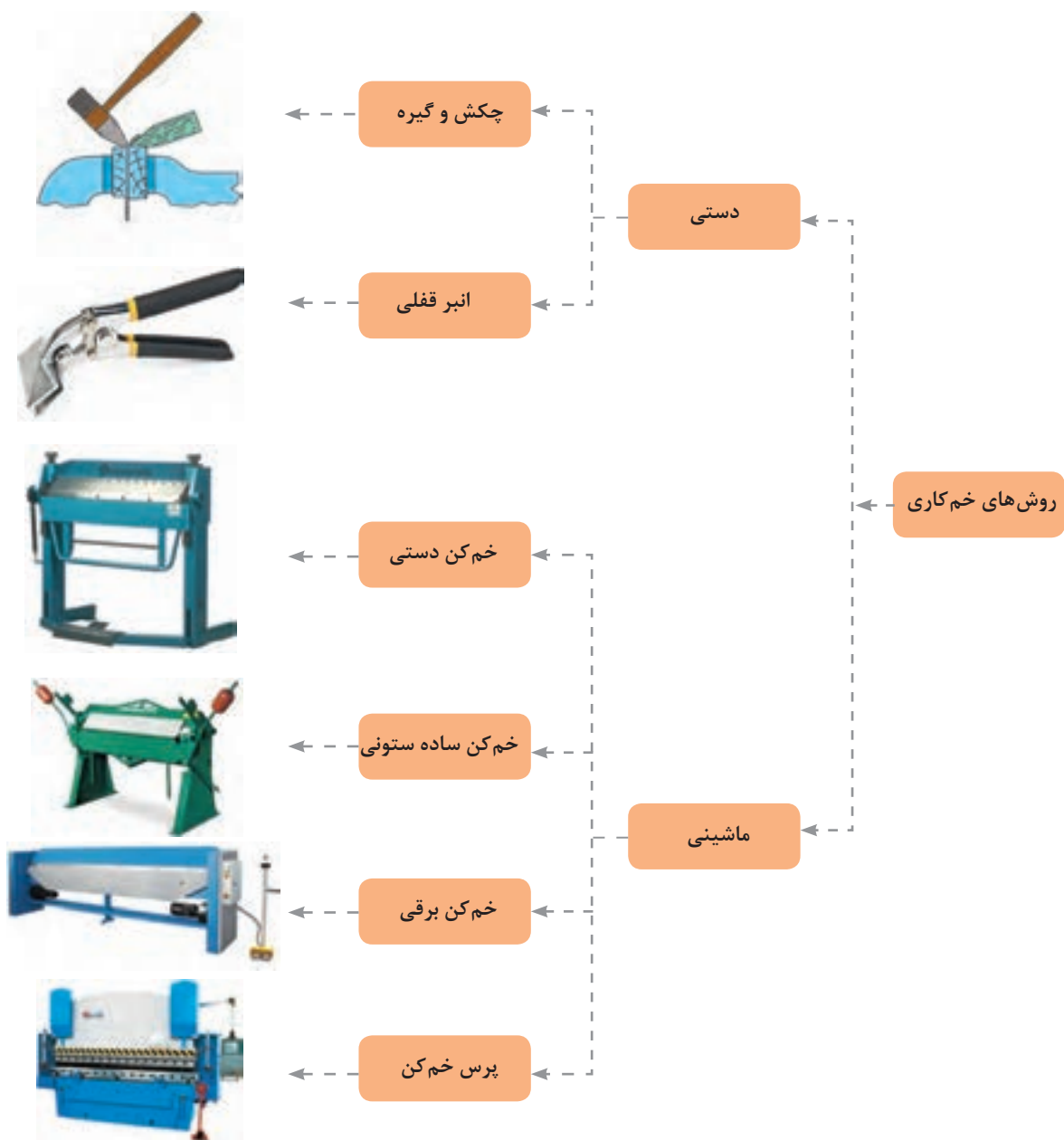
Bend Allowance Calculator

مرحله ۱	Material Thickness:	ضخامت مواد
مرحله ۲	Bend Angle:	زاویه خم
مرحله ۳	Inside Rodius:	شعاع داخلی
مرحله ۴	K Factor:	فاکتور K
مرحله ۶	Calculate:	محاسبه کردن
مرحله ۵	Bend Allowance:	حد مجاز

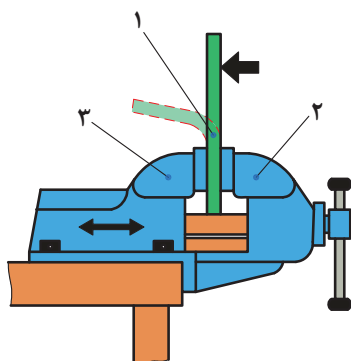
شکل ۱۳- مراحل محاسبه حد مجاز خم

روش های خم کاری ورق

روش های خم کاری ورق را به طور کلی به دو گروه دستی و ماشینی تقسیم بندی می کنند. نمودار درختی روش های خم کاری ورق در شکل ۱۴ نشان داده شده است. به نظر شما این گروه بندی بر چه اساسی است و تفاوت بین این خم کن ها در چیست؟



شکل ۱۴- دسته بندی خم کن های دستی و ماشینی

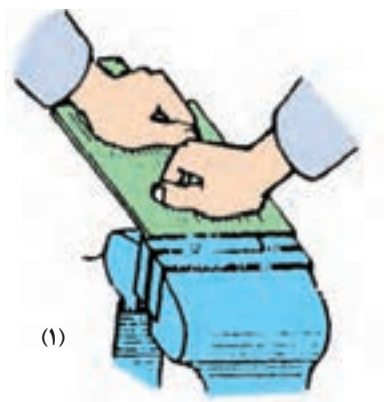


خم کاری به صورت دستی و ماشینی می باشد:
براساس شکل خم، ضخامت ورق و ابزار آلات و دستگاه های موجود، از روش های خم کاری دستی و ماشینی در حالت سرد و گرم استفاده می کنند. در روش خم کاری دستی با گیره و چکش، ابتدا ورق فلزی را بر روی گیره ثابت کرده و سپس توسط چکش مستقیماً در خلاف جهت فک ثابت کننده در طول خم کاری ضربه می زنیم تا ورق خم شود.

شکل ۱۵- ۱- ورق ثابت شده، ۲- فک متحرک گیره،

۳- فک ثابت گیره

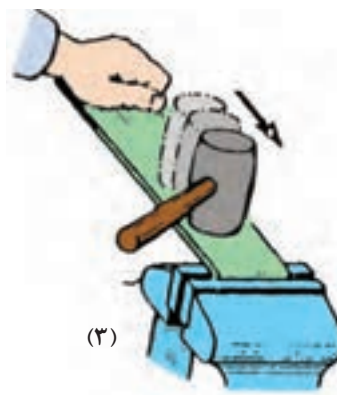
ورق های نازک با طول زیاد با لبه های خم کاری کوتاه را می توان به کمک دست یا با پلتهای میانی خم کرد. به طوری که ابتدا با دست تا حدودی ورق را خم کنید و سپس در انتها با ضربه های آرام چکش ورق را به شکل دلخواه در بیاورید.



(۱)

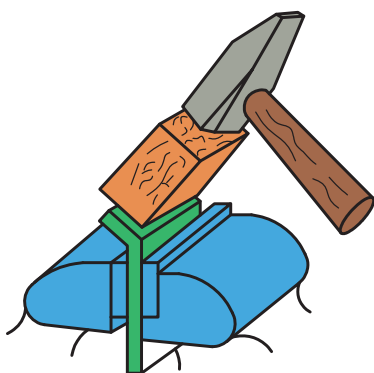


(۲)



(۳)

شکل ۱۶- مرحله ۱- خم کاری دست، مرحله ۲- خم کاری با پلته، مرحله پایانی خم کاری با چکش



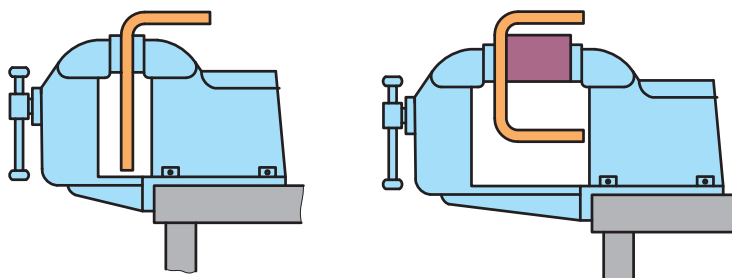
برای جلوگیری از تشکیل ترک در لبه خم و اثر چکش، مستقیماً بر روی ورق ضربه نزنید. مانند شکل زیر می توانید از یک تکه چوب برای ضربه زدن با چکش استفاده کنید.

شکل ۱۷- روش صحیح ضربه زدن با چکش

ورق‌های فلزی ضخیم با لبه‌های خم کوتاه را می‌توانید به کمک چکش روی گیره خم کنید. با این حال، برای خم کاری ورق‌های سخت و شکننده، حداقل شعاع خم $\frac{2}{5}$ برابر ضخامت ورق برای جلوگیری از شکست در ناحیه خم باید در نظر گرفت.

برای دستیابی به حداقل شعاع در نظر گرفته در حین خم کاری، از پلیت‌های میانی یا قالب مناسب استفاده کنید.

نکته



شکل ۱۸- ۱- خم کاری یک لبه، ۲- خم کاری دو لبه با پلیت میانی



شکل ۱۹- خم کاری ورق با انبرق‌فلی

ورق‌های فلزی با ضخامت بالاتر از $\frac{3}{8}$ میلی‌متر را هم می‌توانید با نیروی دست‌هایتان خم کنید، ولی باید ابتدا ورق را در ناحیه خم گرم کنید و سپس آن را خم کنید. همچنین برای خم کاری بخش‌های کوچک ورق‌های فلزی سخت از انبر قفلی استفاده می‌کنند. در این روش هم می‌توانید از گیره و هم از نیروی دست‌تان برای خم کاری ورق استفاده کنید.

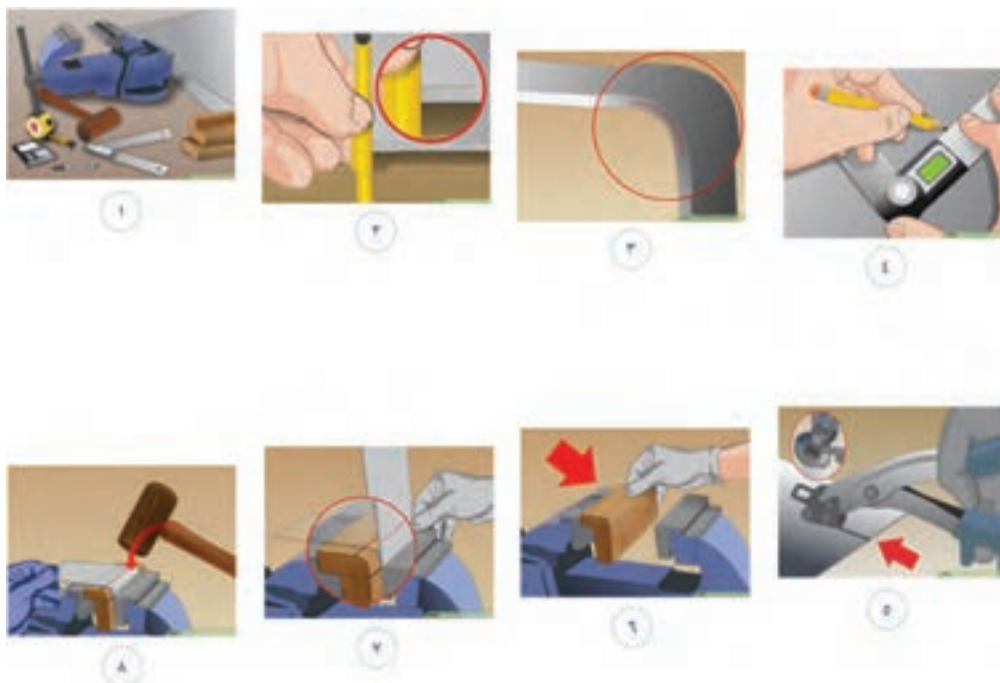
نکته

شکل ۱۹ خم کاری یک ورق از جنس برنج را نشان می‌دهد، به نظر شما با انبرق‌فلی تا چه ضخامتی از ورق را می‌توان خم کرد؟ آیا می‌توان با استفاده از این ابزار ورق را در زوایای و شعاع‌های مختلف خم کرد؟

سؤال

چطور می‌توان یک ورق فلزی را با گیره و قالب خم کرد؟

خم کاری ورق به روش دستی در چند مرحله صورت می‌پذیرد که شکل زیر این مراحل را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰- مراحل خم کاری ورق فلزی به روش دستی

با توجه به شکل بالا بگویید؛

- ۱ کدام تصویر مرحله پیاده‌سازی نقشه برروی ورق را نشان می‌دهد؟
- ۲ برای خم کاری یک ورق فلزی به روش دستی به چه ابزارهایی نیاز داریم؟
- ۳ در چه مرحله‌ای از خم کاری یک ورق فلزی چه به صورت دستی یا ماشینی، باید مقدار حد مجاز خم را محاسبه کرد؟
- ۴ آیا می‌توانید مراحل خم کاری یک ورق فلزی را با توجه به تصاویر نشان داده شده در بالا، بیان کنید؟

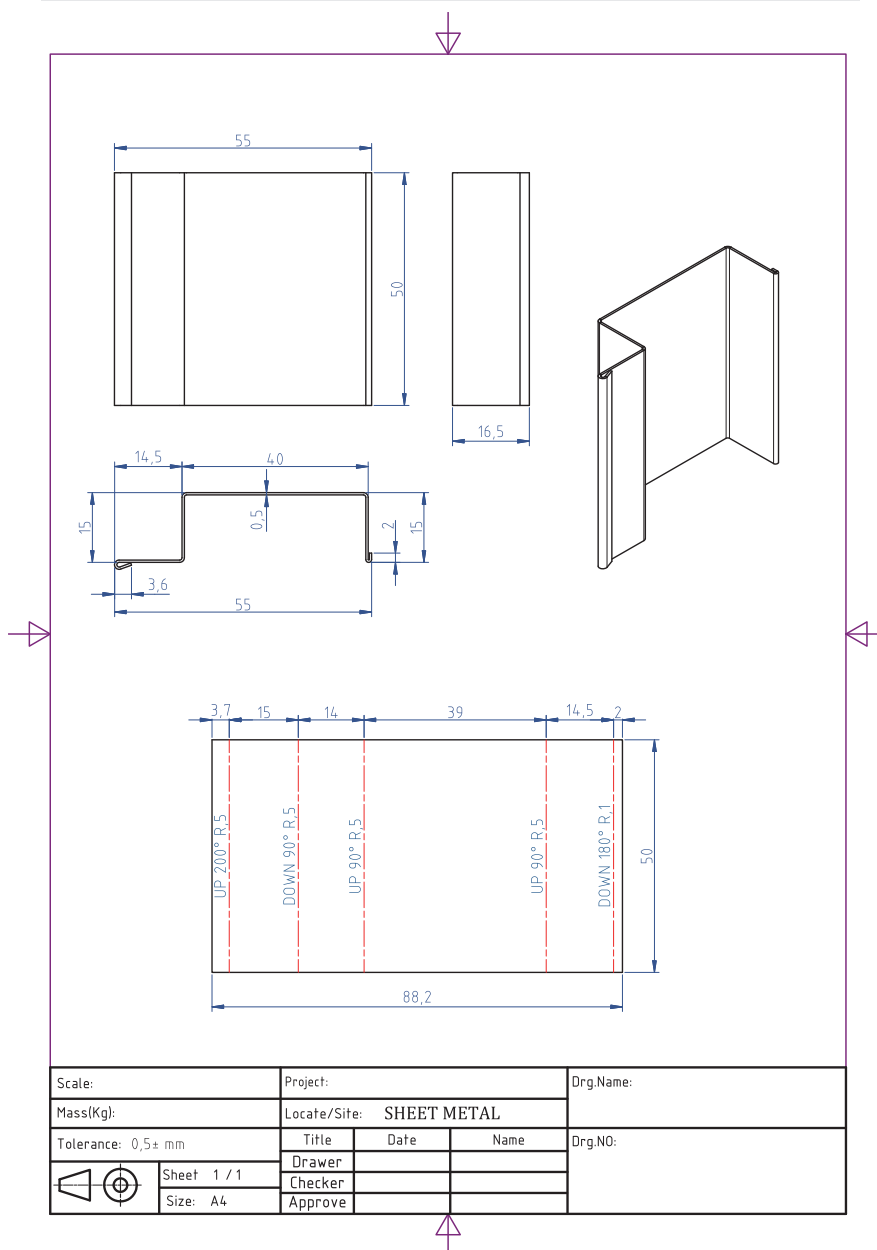
فعالیت کارگاهی

کار عملی

خم کاری ورق با ابزارهای دستی

شرح فعالیت: نقشه شماره ۵ را بر روی ورق فولادی به ابعاد $۸۸ \times ۵۰ \times ۰/۸$ میلی متر پیاده کنید، در ادامه با استفاده از چکش، گیره و انبرقفلی ورق فولادی را خم کنید.

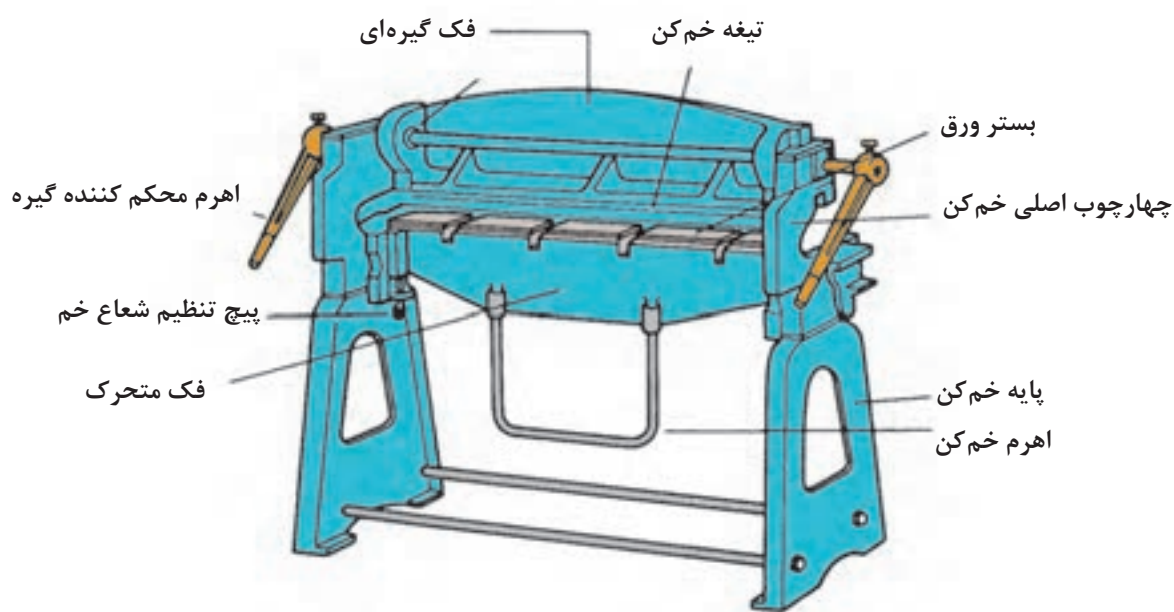
نقشه شماره ۵



مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نمره
آماده‌سازی	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	_____	۳
		آماده‌سازی قابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۲
		آماده‌سازی غیرقابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۱
شایستگی‌های غیرفنی	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	قابل قبول	توجه به همه موارد	۲
ایمنی و بهداشت	دستکش، لباس کار،			
توجهات زیست‌محیطی	مدیریت مواد دورریختنی	غیرقابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش	نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

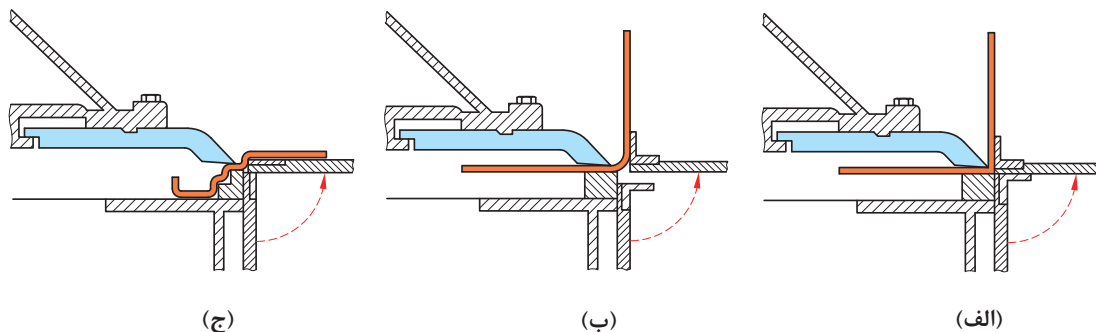
خم کاری ماشینی

این خم کن ها معمولاً برای خم کاری ورق های فلزی نازک تا ضخامت $1/6$ میلی متر به کار می روند. نمونه ای از یک خم کن دستی را در شکل ۲۱ می بینید. این خم کن ها قادرند ورق های فلزی با پهنای ۸ تا ۱۰ برابر ضخامت ورق با شعاع خم $1/5$ برابر ضخامت ورق را خم کنند.



شکل ۲۱- شماتیک یک خم کن دستی

شکل ۲۲ (الف)، (ب) و (ج) خم کاری با شعاع کوچک (خم تیز 90°) و شعاع خم بزرگ با زاویه 90° و خم چند مرحله ای ترتیبی را به کمک قالب با ماشین خم کن دستی مشاهده می کنید.



شکل ۲۲- (الف) خم کاری با شعاع کوچک (ب) خم کاری با شعاع بزرگ (ج) خم کاری ترتیبی

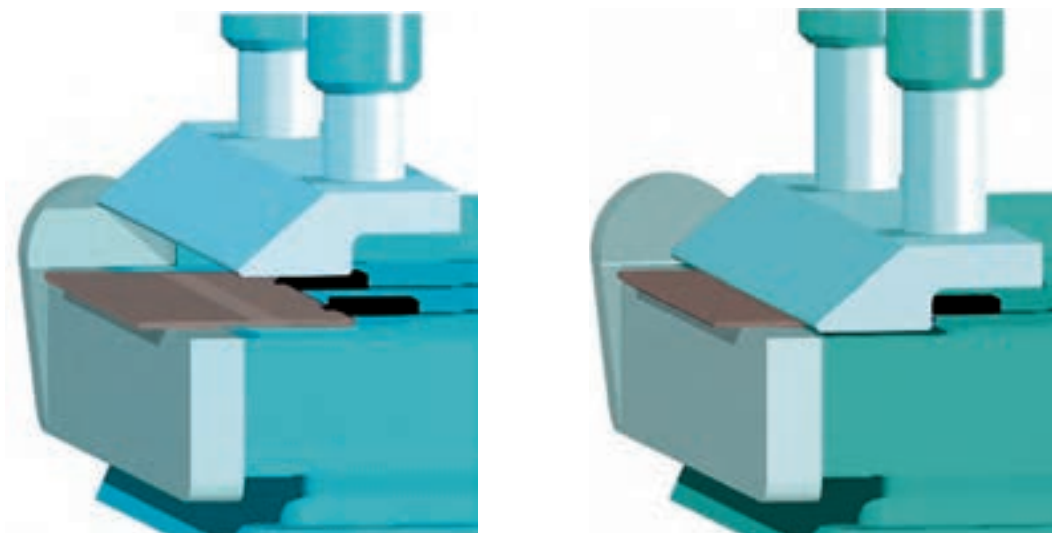
برای حالت (a) بین فک متحرک و صفحه گردون فاصله‌ای وجود ندارد. در حالت (b) بین صفحه گردون و فک متحرک فاصله وجود دارد (که فاصله هوایی) می‌گویند. که باعث ایجاد شعاع خم می‌گردد. علاوه بر نظر طراح و بحث زیبایی در ورق‌های نرم مانند مس و آلومینیوم و برنج باید شعاع خم زیاد باشد تا از ترک در خم جلوگیری کند.

در حالت (c) نظر به پیچیدگی خم و پلکانی بودن خم‌ها از قالبی استفاده می‌شود تا از گیر کردن و له شدن خم جلوگیری کند. که این‌گونه موارد به ابتکار سازندگان مربوط می‌شود که خلأیت به خرج دهند و قطعه آسان خم‌کاری شود که در معماری داخلی و در لوازم خانگی و غیره کاربرد دارد.

روش خم‌کاری با خم‌کن دستی

مرحله اول: بستن ورق بر روی میز کار

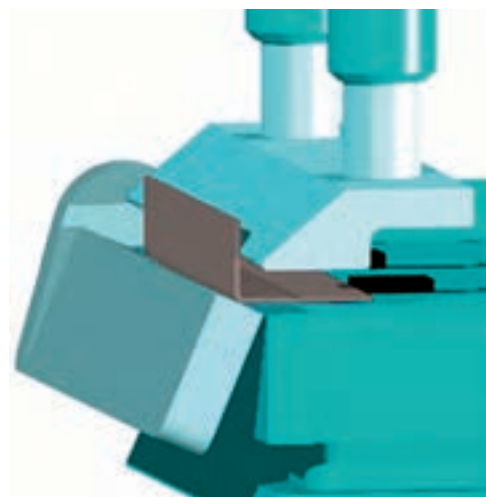
در این مرحله مقدار فاصله فک بالا بسیار مهم است باید به اندازه‌ای باشد تا اجازه دهد هنگام بستن ورق فضای خالی برای خم‌های قبل احتمالی وجود داشته باشد. (یعنی خم‌های قبلی زیر فک بالا له نشوند.) ضمناً تیغه فک بالا روی لبه خط‌کشی شده به‌طور دقیق قرار گیرد.



شکل ۲۳- بستن ورق بر روی میز کار

مرحله دوم: خم کاری

در این مرحله فک بالا توسط اهرم سفت کننده به سمت پایین می آید و ورق در جای خود محکم می شود. سپس اهرم خم کاری را به سمت بالا می آوریم تا زاویه در نظر گرفته شده خم کاری شود. توجه داشته باشید که اهرم مقداری بیشتر بالا بیاید، تا زاویه برگشت ارتجاعی ورق را جبران کند. (یعنی دو تا سه درجه بیشتر خم شود.) برای تغییر شعاع خم بر اساس نقشه با استفاده از پیچ تنظیم شعاع، می توان شعاع خم را تغییر داد.



شکل ۲۴- خم کاری

مرحله سوم: خارج کردن ورق از خم کن

در این مرحله پس از باز کردن فک بالا باید قطعه به راحتی از خم کن خارج شود. اگر ترتیب خم کاری به طور صحیح انجام نشود ممکن است قطعه داخل خم کن گیر کرده و به راحتی خارج نشود و باعث مشکلات گردد. بنابراین از قبل باید در این مورد پیش بینی کرد.



شکل ۲۵- خم‌کن‌های لقمه‌ای

در مورد خم‌کاری اشکال یا طرح‌های پیچیده و یا مواردی که قطعه سخت از داخل خم‌کن بعد از خم‌کاری خارج می‌شود، خم‌کن‌های لقمه‌ای طرح و به بازار عرضه شده‌اند. فک بالایی این خم‌کن‌ها مطابق شکل به صورت چند تکه با عرض‌های مختلف ساخته شده‌اند تا بتوان با فک‌های متحرک، قطعه‌هایی با ابعاد و اندازه‌های مختلف را خم نمود بدون اینکه لبه‌های خم دچار لهیدگی شوند.

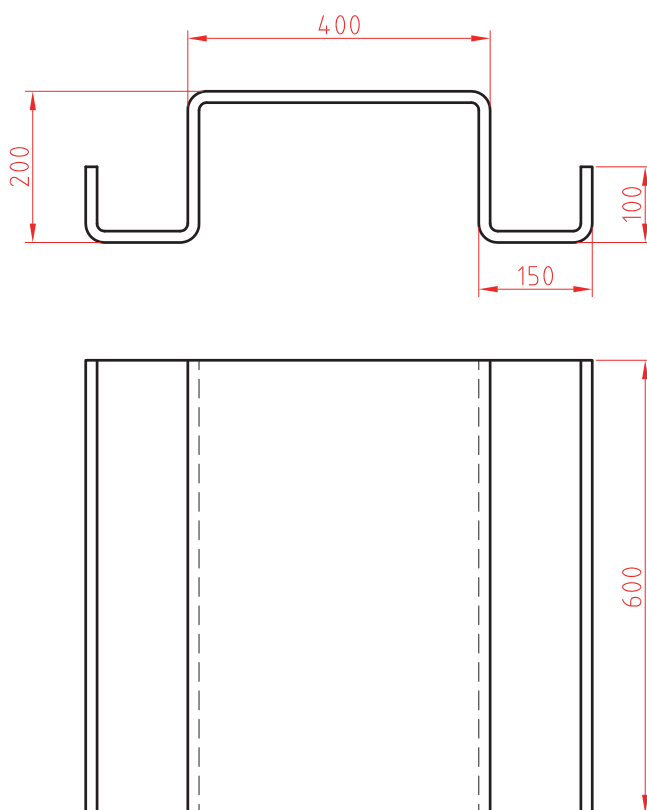
فعالیت کارگاهی

کار عملی

خم کاری ورق با خم کن ماشینی - دستی

شرح فعالیت: در ابتدا نقشه ۶ را بر روی ورق فولادی پیاده کنید، سپس با ماشین خم کن دستی نقاط را خم کنید.

نقشه شماره ۶



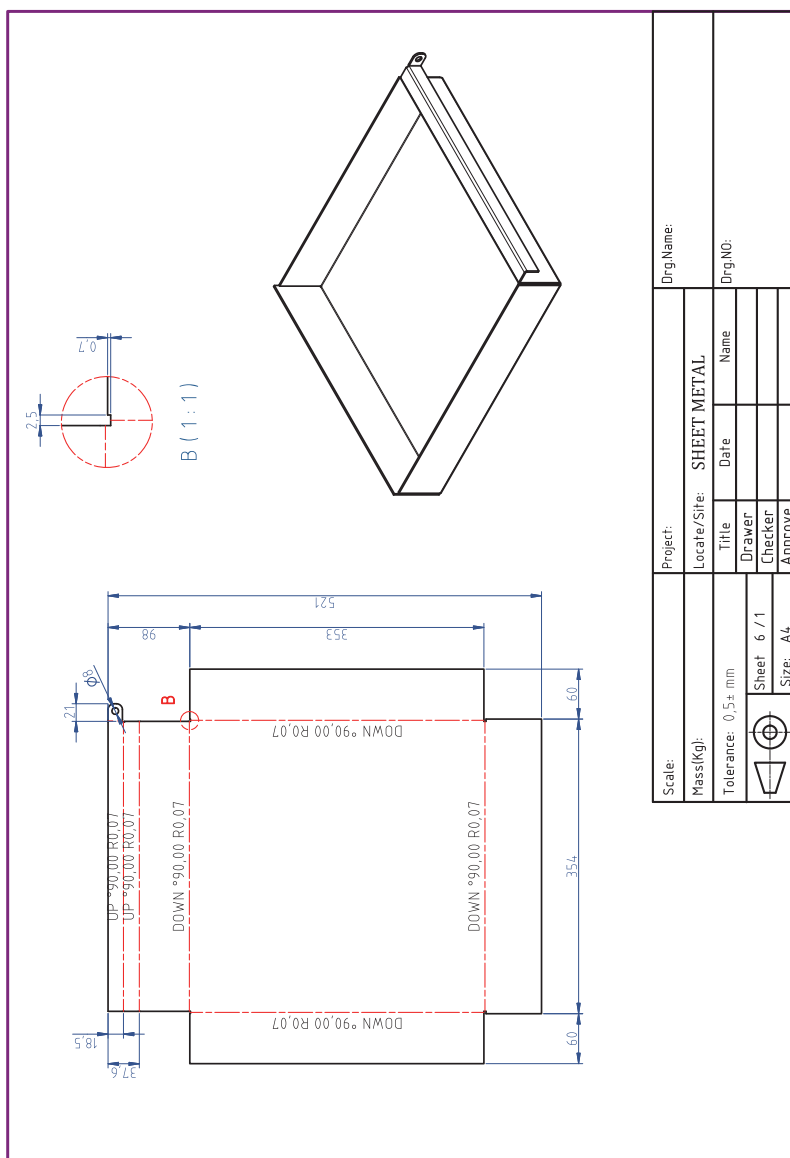
ابزارهای مورد نیاز خود را برای خم کاری بر روی ورق در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

خم کاری ورق با خم کن ماشینی دستی

شرح فعالیت: نقشه شماره ۷ را بر روی ورق فلزی رسم کنید، سپس به کمک نقشه گسترده خم، نقاط خم را مشخص نمایید و با ماشین خم کن دستی ورق را خم کنید.

نقشه شماره ۷



در هنگام استفاده از ماشین خم کاری، از دستکش های چرمی استفاده کنید. همچنین در هنگام بالا بردن اهرم خم کاری مطمئن شوید که خطری شما، هم کلاسی هایتان را تهدید نمی کند. هنگام خم کاری مراقب انگشتانتان باشید.

ارزشیابی تکوینی

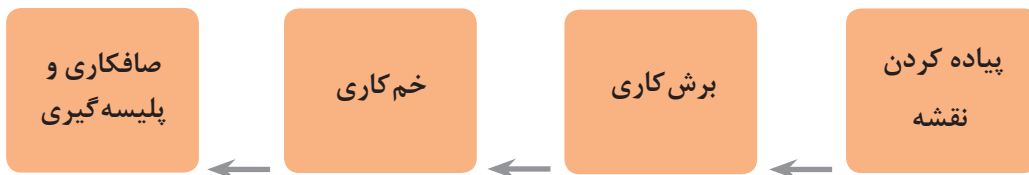
مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نمره
خم کاری	کارگاه: ابزارآلات خم کاری، دستگاه خم کن	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	فاق‌بری برابر نقشه، زاویه خم و شعاع خم درست، خم کاری درست	۳
		آماده‌سازی قابل قبول	فاق‌بری برابر نقشه و خم کاری نادرست	۲
		آماده‌سازی غیرقابل قبول	فاق‌بری برابر نقشه، زاویه خم و شعاع خم درست، خم کاری درست	۱
شایستگی‌های غیرفنی	مدیریت مواد و تجهیزات	قابل قبول	توجه به همهٔ موارد	۲
ایمنی و بهداشت	استفاده از لباس کار و دستکش			
توجهات زیست‌محیطی		غیرقابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش				
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

ارزشیابی پایانی

کار عملی

خم کاری ورق

شرح فعالیت: ورق فولادی براساس نقشه‌های شماره ۸ انتخاب کنید، سپس مراحل زیر را با دقت انجام دهید؛



ابزار مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای برش کاری ورق در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

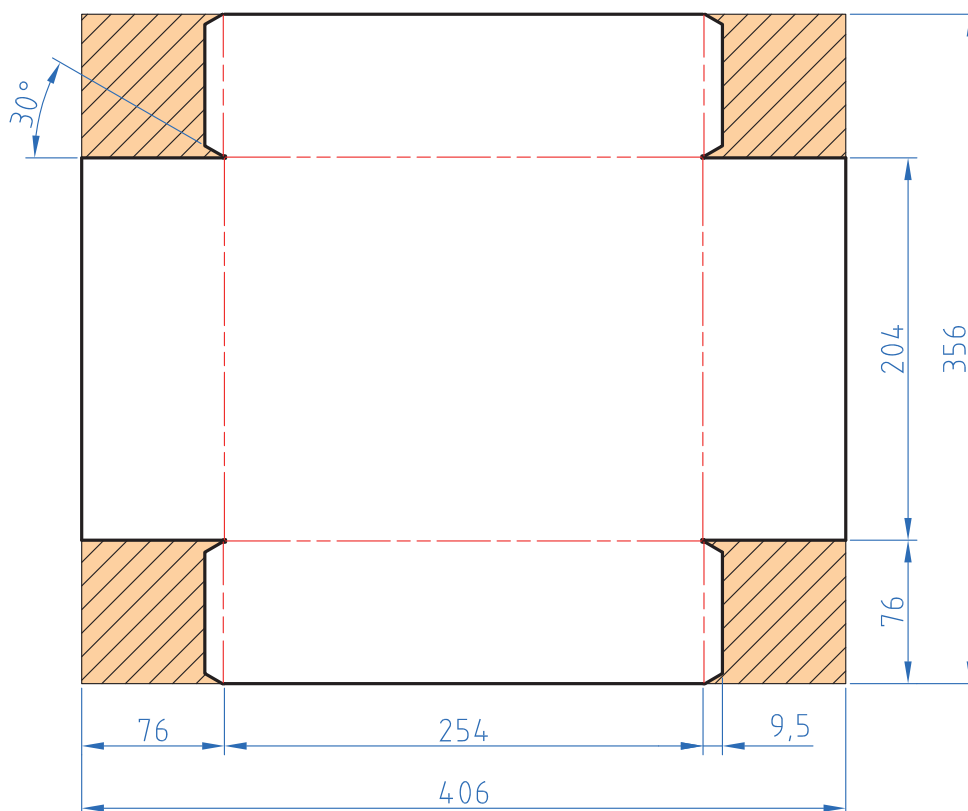
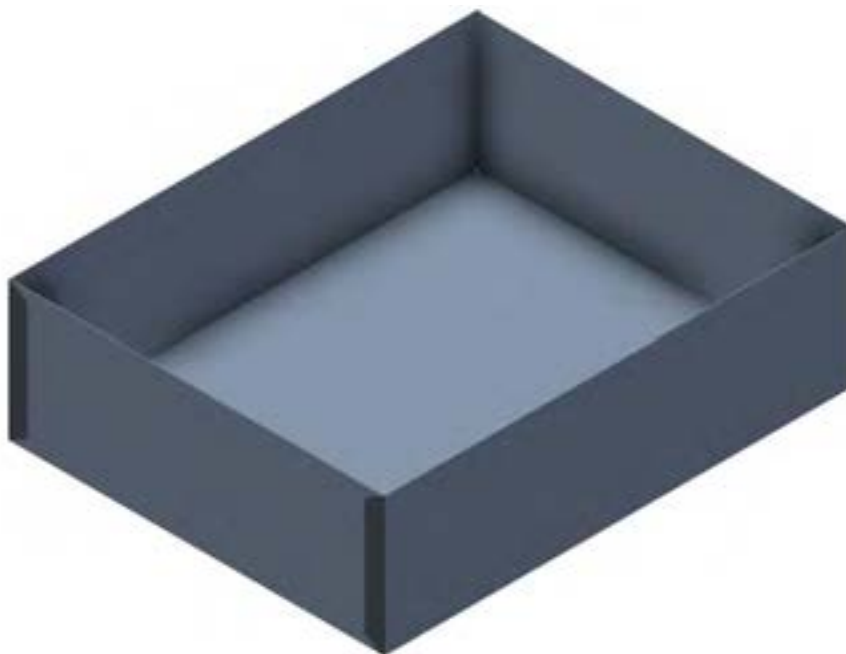
در حین پلیسه‌گیری مراقب لبه‌های تیز ورق باشید، از دستکش چرمی برای پلیسه‌گیری و صافکاری استفاده نمایید.

نکات ایمنی

شاخص‌های ارزیابی

- انتقال دقیق ابعاد و اندازه از نقشه به ورق، خط‌کشی صحیح
- برش کاری بر اساس نقشه - فاق‌بری دقیق
- خم کاری بر اساس نقشه کار
- انطباق نقشه، صافکاری سطوح خم کاری شده

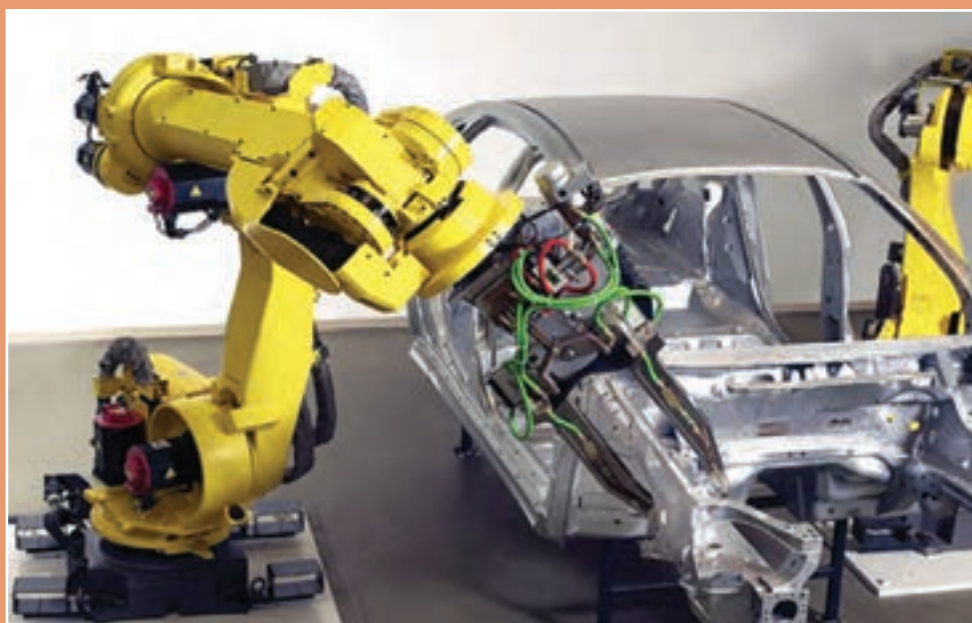
نقشه شماره ۸





فصل ۳

جوش کاری مقاومتی



امروزه در تولیدات صنعتی، جوش مقاومتی نقش بسیار زیادی را ایفا می‌کند از جمله در صنعت خودروسازی، در صنعت هوافضا، لوازم خانگی و سایر صنایع. به عنوان مثال در بدنه هر خودرو حدود ۶۰۰۰ اتصال وجود دارد که با نقطه جوش انجام می‌شود. سرعت بالا، قابلیت اتوماسیون و امکان نقطه جوش همسان از جمله محاسن و ویژگی‌های این فرایند است که نمی‌توان جایگزینی برای آن در ساخت مصنوعات با ورق نازک متصور شد. در صنایع خودروسازی برای تسهیل سرعت تولید از روبات‌های جوش کار استفاده می‌کنند.

واحد یادگیری ۴

شایستگی نقطه جوش

آیا تا
به حال پی
برده‌اید

- ۱ چند نوع روش اتصال برای یکپارچه کردن قطعات فلزی وجود دارد؟
- ۲ انرژی چه نقشی در پدید آوردن یک روش جوش کاری دارد؟
- ۳ با انرژی الکتریسیته می‌توان حرارت تولید کرد؟
- ۴ از چه روش اتصالی برای یکپارچه کردن بدنه فلزی خودروها استفاده می‌شود؟
- ۵ چگونه می‌توان کیفیت یک اتصال را ارزیابی کرد؟

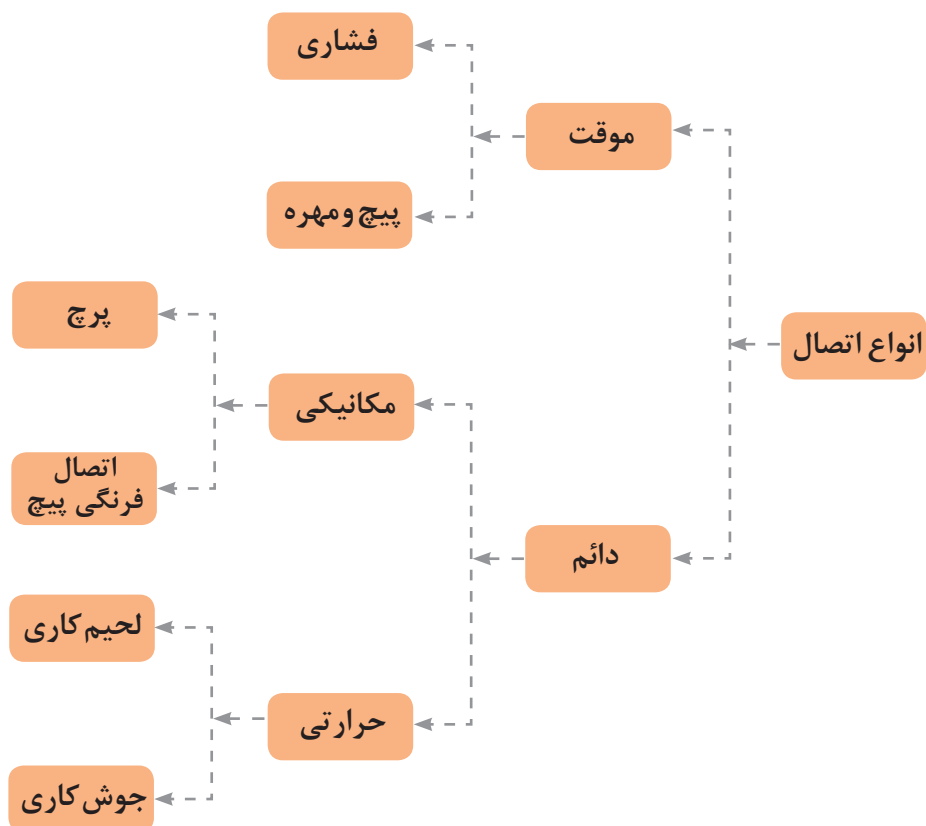
هدف از این شایستگی فراگیری انواع روش‌های اتصال فلزات، جوش کاری مقاومتی و روش‌های آن، روش نقطه جوش، تنظیم و راه اندازی دستگاه نقطه جوش، شیوه‌های جوش کاری با فرایند نقطه جوش و روش‌های ارزیابی کیفیت جوش می‌باشد. روش‌های اتصال فلزات بسیار متنوع می‌باشند و انتخاب هر یک از این روش‌ها به‌طور کلی به نوع مواد، کاربرد، انعطاف پذیری و اقتصاد تولید و امکانات موجود وابسته است. نقطه جوش یکی از روش‌های جوش کاری مقاومتی است که کاربرد فراوانی در صنعت دارد. در کتاب کاروفناوری مختصری از روش‌های اتصال دائم و موقت را فرا گرفته‌اید که شامل پیچ و پرچ و لحیم کاری می‌باشد. در ادامه کلیاتی از روش‌های اتصال و روش جوش کاری با فرایند نقطه جوش را به‌طور کامل خواهید آموخت.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری و کسب شایستگی جوش کاری با فرایند نقطه جوش، هنرجویان قادر به تنظیم و راه‌اندازی دستگاه نقطه جوش، جوش کاری با فرایند نقطه جوش و ارزیابی کیفیت اتصال خواهند بود.

اتصالات بر چه اساسی دسته‌بندی می‌شوند؟

قطعات فلزی به روش‌های مختلفی به یکدیگر متصل می‌شوند. که نوع اتصال می‌تواند به صورت موقت یا دائم باشد. شکل ۱ دسته‌بندی انواع اتصال را از لحاظ دائم و موقت بودن نشان می‌دهد.



شکل ۱- دسته بندی انواع اتصال

اتصال موقت



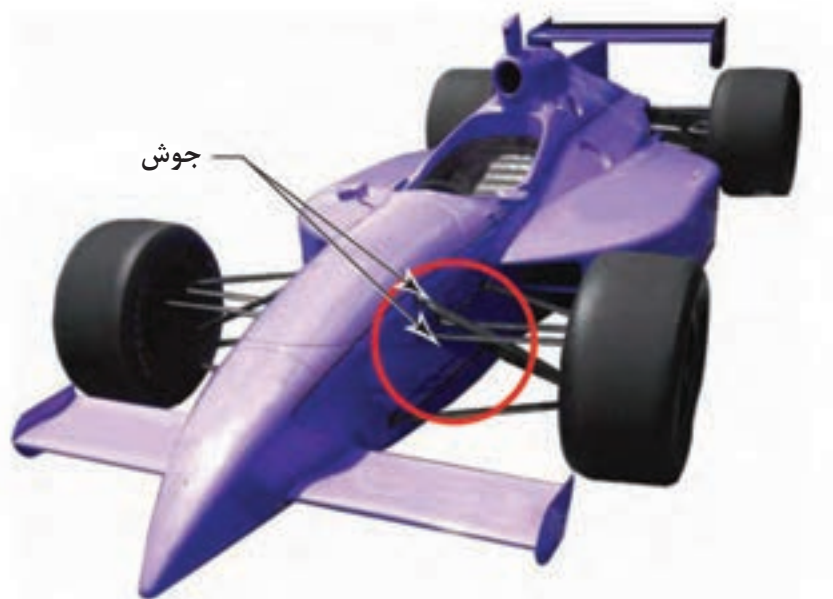
به اتصالی می‌گویند که بتوان دو قطعه متصل به هم را به راحتی و در مواقع ضروری بدون هیچ‌گونه تخریبی از هم جدا کرده و سپس مجدداً به هم اتصال داد. به‌طور مثال اتصال پیچ و مهره (شکل ۲).

شکل ۲- اتصال موقت: پیچ و مهره

اتصال دائمی است که در صورت نیاز به جدا کردن دو قطعه، باید محل اتصال را تخریب کنیم، مانند جوش، لحیم، فرنگی پیچ و پرچ (شکل ۳ و ۴).



شکل ۳- اتصال دائم : پرچ



شکل ۴- اتصال دائم : جوش

همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، اتصالات دائم به صورت مکانیکی و حرارتی می‌باشند، اگر بخواهیم در رابطه با روش‌های اتصال حرارتی بحث کنیم، این سؤال پیش می‌آید که چگونه می‌توان انرژی مورد نیاز برای حرارت را تأمین کرد؟

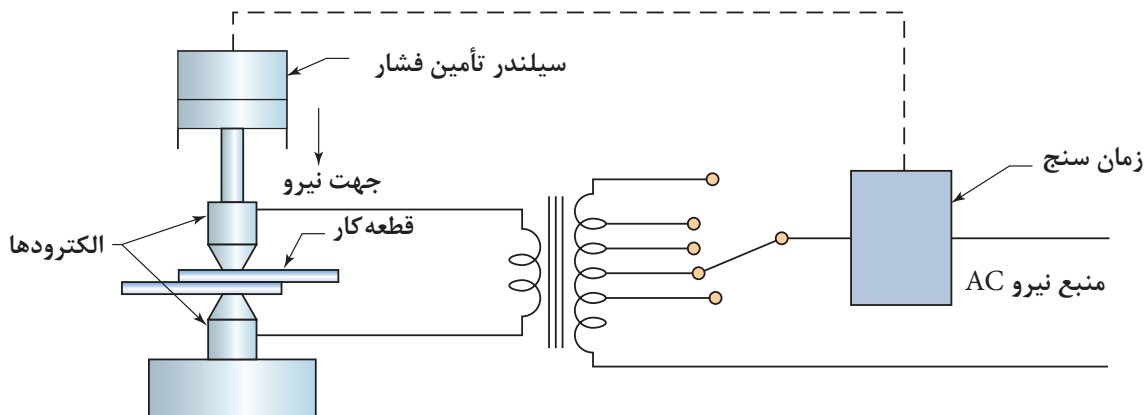
اطو و سشوار چگونه گرما تولید می کنند؟

بر اساس تئوری تولید گرما که در اطو و سشوار وجود دارد، روش جوش کاری مقاومتی اختراع شده است که به واسطه مقاومت الکتریکی می توان قطعات را به صورت دائم به یکدیگر متصل کرد.

جوش کاری مقاومتی (RW)^۱

فرایندی است که به واسطه عبور جریان الکتریسیته از فلز مورد اتصال و مقاومت الکتریکی ایجاد شده در فصل مشترک دو فلز، حرارت تولید می شود که این حرارت موجب اتصال دو فلز می شود. یا به عبارت دیگر، با عبور جریان الکتریسیته از فلزات، فصل مشترک بین دو فلز گرم شده که این گرما موجب خمیری شدن و در ادامه ذوب این ناحیه شده، در نهایت با اعمال فشار در فصل مشترک دو فلز اتصال ایجاد می شود.

جریان جوش کاری مورد نیاز برای ایجاد مقاومتی الکتریکی با ولتاژ پایین و آمپر بالا صورت می گیرد. همان طور که در شکل ۵ می بینید، برای برقراری جریان الکتریسیته و اعمال نیرو به بخش های گرم شده، فشار وارد می شود. این فشار توسط الکترودهای بالا و پایین اعمال می شود. در این فرایند نیاز به ماده پُرکننده نمی باشد.



شکل ۵ - شماتیک فرایند جوش کاری مقاومتی

جریان مورد نیاز برای مقاومت الکتریکی توسط ترانسفورماتور تأمین می شود. وظیفه ترانسفورماتور تبدیل برق با ولتاژ بالا و آمپر پایین به ولتاژ پایین و آمپر بالا می باشد. فشار مورد نیاز هم برای اعمال نیرو توسط سیستم های مکانیکی، هیدرولیکی و پنیوماتیکی تأمین می شود.

جوش کاری مقاومتی در صنایع خودروسازی، هوافضا و صنایع الکترونیک به طور گسترده استفاده می‌شود که به عنوان مثال برای صنایع خودروسازی، برای مونتاژ بدنه خودرو به کار می‌رود. تقریباً کلیه اجزای خودرو از جنس ورق فولادی با این روش مونتاژ می‌شوند.

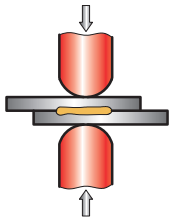

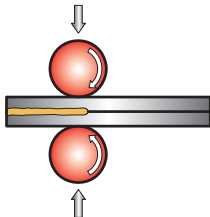

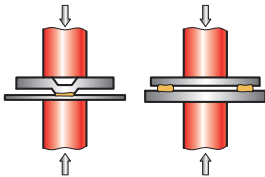

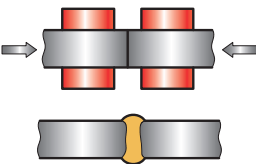

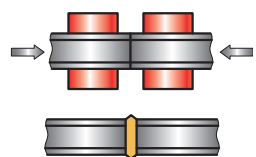



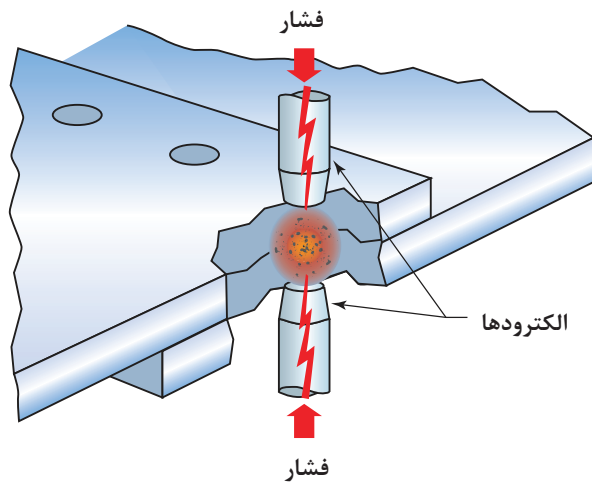
شکل ۶- صنایع خودرو سازی

روش های جوش کاری مقاومتی

جوش کاری مقاومتی بر اساس کاربرد در پنج روش مختلف دسته بندی می شوند. جدول ۱ روش های جوش کاری مقاومتی همراه با کاربرد هر یک از آنها را نشان می دهد.

جدول ۱- روش های جوش کاری مقاومتی

روش	شماتیک	کاربرد	تصویر
نقطه جوش Spot weld		سینک ها، بدنه خودروها، صنایع الکترونیک، صنایع هوافضا	
درز جوش Seam Weld		سینک ها، لوله ها، بشکه ها، قوطی های بسته بندی مواد غذایی	
جوش زائده ای Projection Weld		صندلی، لوله ها، قطعات سپر و گلگیر خودرو	
جوش سربه سر Butt Weld		پروفیل ها، لوله ها، مقاطع	
جوش جرقه ای Flash Weld		زنجیرهای فلزی، ریل های قطار، ابزارهای فلزی	



شکل ۷ - روش اتصال با فرایند نقطه جوش

نقطه جوش متداول ترین روش در بین روش های جوش کاری مقاومتی می باشد. در این فرایند، جوش به واسطه گرمای تولید شده بین فصل مشترک دو فلز، شکل می گیرد. این گرما به دلیل مقاومت الکتریکی ایجاد می شود. از آنجایی که مقاومت الکتریکی در فصل مشترک بین دو فلز بیشترین مقدار می باشد، عمل ذوب و جوش در این نقطه رخ می دهد. شکل ۷ نمایی از نقطه جوش و مقاومت های مختلف موجود در این فرایند را نشان می دهد.

اندازه و شکل جوش ایجاد شده در فصل مشترک دو قطعه با اندازه نوک الکتروود قابل کنترل می باشد.

نکته

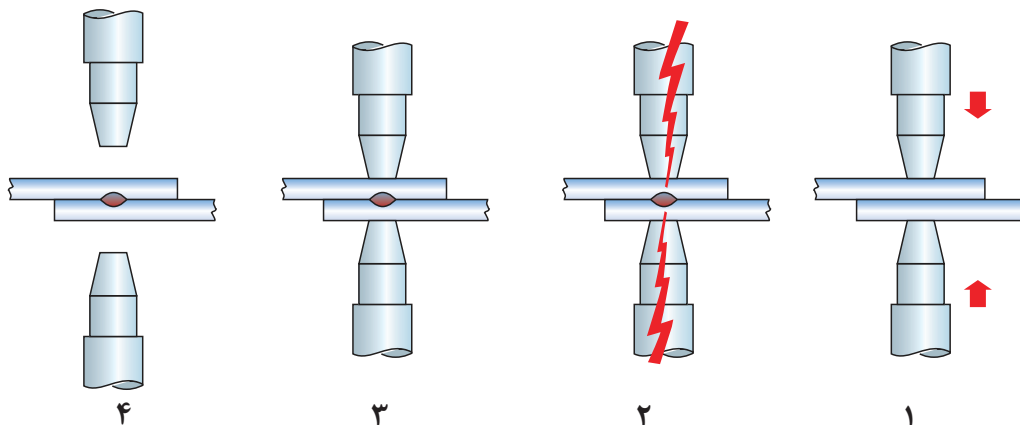
در فرایند نقطه جوش اتصال در چهار سیکل (دوره زمانی) صورت می گیرد که در شکل ۸ نشان داده شده است:

مرحله اول: اعمال فشار

مرحله دوم: سیکل جوش کاری - اعمال جریان

مرحله سوم: سیکل نگهداری - اعمال فشار فورج

مرحله چهارم: سیکل خنک کاری - خنک شدن ناحیه اتصال



شکل ۸ - مراحل نقطه جوش

تجهیزات فرایند نقطه جوش

انواع دستگاه: دستگاه نقطه جوش بر اساس نوع کاربرد در شکل ابعاد مختلفی ساخته می شود که برخی از متداول ترین این دستگاه در شکل های ۹، ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۹ - دستگاه نقطه جوش قابل حمل



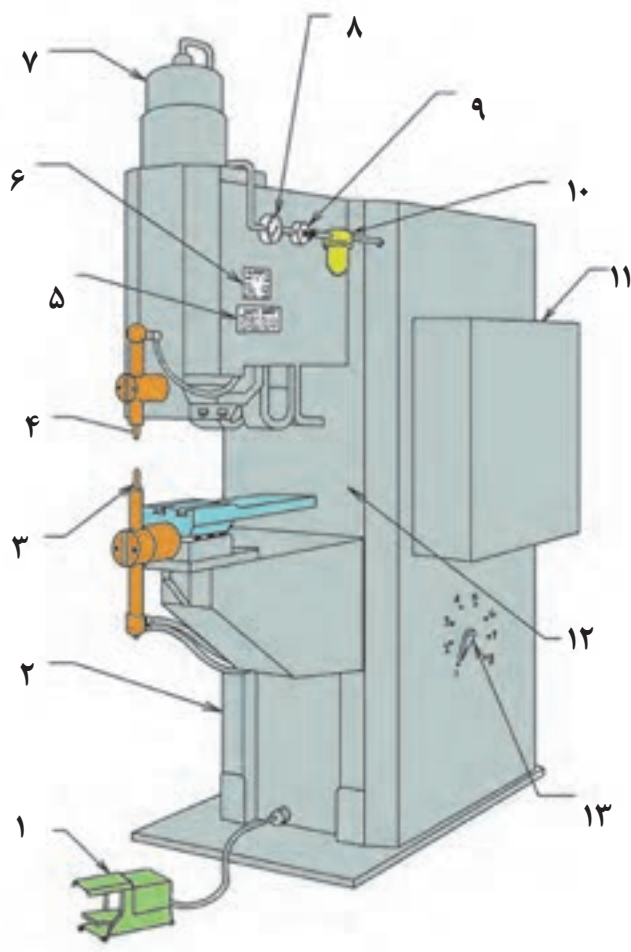
شکل ۱۱ - دستگاه نقطه جوش پدالی



شکل ۱۰ - روبات نقطه جوش

اجزای دستگاه نقطه جوش

بخش‌های مختلف یک دستگاه نقطه جوش در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

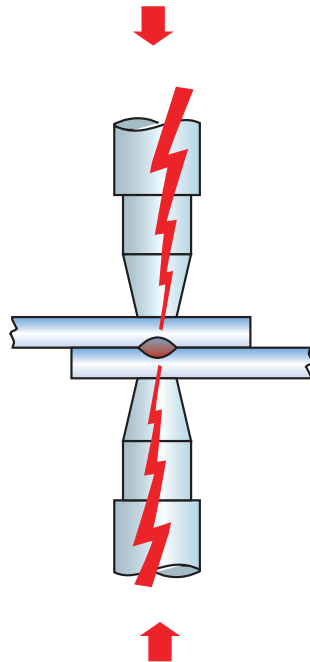


شکل ۱۲- اجزای دستگاه نقطه جوش پدالی

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| ۱- پدال نقطه جوش | ۸- درجه فشار هوا |
| ۲- قاب دستگاه | ۹- پیچ تنظیم فشار هوا |
| ۳- الکتروود پایینی | ۱۰- سیلندر فشار هوا |
| ۴- الکتروود بالایی | ۱۱- جعبه کنترل پارامترها |
| ۵- مشخصات دستگاه | ۱۲- ترانسفورماتور |
| ۶- جدول نیرو الکتروود | ۱۳- کلید تنظیم ترانسفورماتور |
| ۷- سیلندر هوا | |

الکتروود نقطه جوش

به طور معمول در دستگاه نقطه جوش از فلز مس به عنوان الکتروود استفاده می شود. الکتروودها وظیفه مشخصی دارند که در شکل ۱۳ شماتیکی از آنها نشان داده شده است. سؤال: با توجه به شکل ۱۳ وظایف الکتروودهای نقطه جوش چیست؟



شکل ۱۳- شماتیک الکتروود نقطه جوش

نکته

نوک الکتروود باید شکل ظاهری و خواص الکتریکی و حرارتی (هدایت الکتریکی و حرارتی) خود را حین شرایط کاری حفظ کند. به همین دلیل نوک الکتروودها را از آلیاژهای مس و دیگر آلیاژها می سازند.

دسته بندی الکتروودها بر اساس جنس

انجمن تولیدات جوش کاران مقاومتی (RWMA)^۱ نوک الکتروود نقطه جوش را در دو گروه دسته بندی کرده است.

- گروه A: جنس این گروه از الکتروودها مس و آلیاژ مس می باشد
نوع ۱، نوع ۲، نوع ۳، نوع ۴، نوع ۵
گروه B: جنس این گروه از الکتروودها فلزات دیرگداز می باشد
نوع ۱۰، نوع ۱۱، نوع ۱۲، نوع ۱۳

^۱ - Resistance Welders Manufacturing Association

جدول زیر تفاوت بین این دو گروه از الکترودهای را نشان می‌دهد.

گروه	نوع	مواد	هدایت در مقایسه با مس خالص	ویژگی
A	۱	مس، مس و کروم، مس و زیرکونیوم	۸۵ درصد از هدایت مس خالص	با افزایش میزان عناصر آلای، استحکام افزایش، هدایت الکتریکی و حرارتی کاهش می‌یابد
	۲	کروم، مس و زیرکونیوم	۷۵ درصد از هدایت مس خالص	
	۳	مس و آلیاژ برلیوم درصد پایین	۴۵ درصد از هدایت مس خالص	
	۴	مس و آلیاژ برلیوم درصد بالا	۲۰ درصد از هدایت مس خالص	
	۵	آلیاژ مس و آلومینیوم	۷۵ درصد از هدایت مس خالص	
B	۱۰	آلیاژ مس و فلزات دیرگداز	۴۵ درصد از هدایت مس خالص	با افزایش میزان عناصر آلای، استحکام افزایش
	۱۱		۳۰ درصد از هدایت مس خالص	
	۱۲		۲۹ درصد از هدایت مس خالص	
	۱۳		۲۸ درصد از هدایت مس خالص	

دسته بندی الکترودها از لحاظ شکل ظاهری

جدول ۲ دسته بندی الکترودها از لحاظ شکل ظاهری را نشان می دهد. به نظر شما هر یک از این الکترودها چه کاربردی دارند؟ جدول ۲ ستون مربوط به کاربردها را تکمیل کنید.

جدول ۲ - دسته بندی الکترودهای نقطه جوش از لحاظ ظاهری

شکل	کاربرد	نوع الکتروود	علامت الکتروود
	تخت	F
	شعاعی	R
	گنبدی	DR
	مخروطی	CF
	مخروطی	P
	خارج از مرکز	E

با توجه به اطلاعات جدول ۳، بررسی کنید هر یک از این الکترودها برای چه کاربردهایی مناسب می‌باشند.

روش اجرای نقطه جوش

به‌طور کلی برای اتصال قطعات فلزی به یکدیگر با فرایند نقطه جوش به صورت زیر عمل می‌کنیم:

۱- آماده سازی ورق: قبل از شروع جوش کاری سطوح قطعات فلزی را باید از چربی، کثیفی و آلودگی زدود و کاملاً تمیز نمود زیرا این عوامل مانع از ایجاد اتصال بین قطعات می‌شوند. در جدول ۳ عوامل، اثرات آنها و راه تمیز کاری شرح داده شده است.

جدول ۳- روش‌های حذف لایه‌های مزاحم

ردیف	نوع لایه مزاحم	تصویر	اثر مخرب در جوش	روش حذف و تمیز کاری
۱	اکسید سطحی		افزایش شدت جریان مورد نیاز چسبیدن الکتروده به سطح قطعه آلوده شدن سطح الکتروده	تمیز کاری مکانیکی مانند برس زدن و سنباده زدن
۲	چربی		ایجاد حباب در جوش	تمیز کاری با پارچه تنظیم و تمیز کاری با مواد شیمیایی مجاز (برای حذف لایه‌های ضخیم)
۳	رنگ		نقطه جوش ضعیف ظاهر نامناسب جوش	تمیز کاری مکانیکی و شیمیایی

۲- تنظیم و راه‌اندازی دستگاه نقطه جوش: مراحل تنظیم و راه‌اندازی دستگاه نقطه جوش عبارت‌اند از:

– کنترل اجزای دستگاه نقطه جوش

۱- کنترل الکتروده شکل و زاویه الکتروده

۲- کنترل هم‌راستایی الکترودها

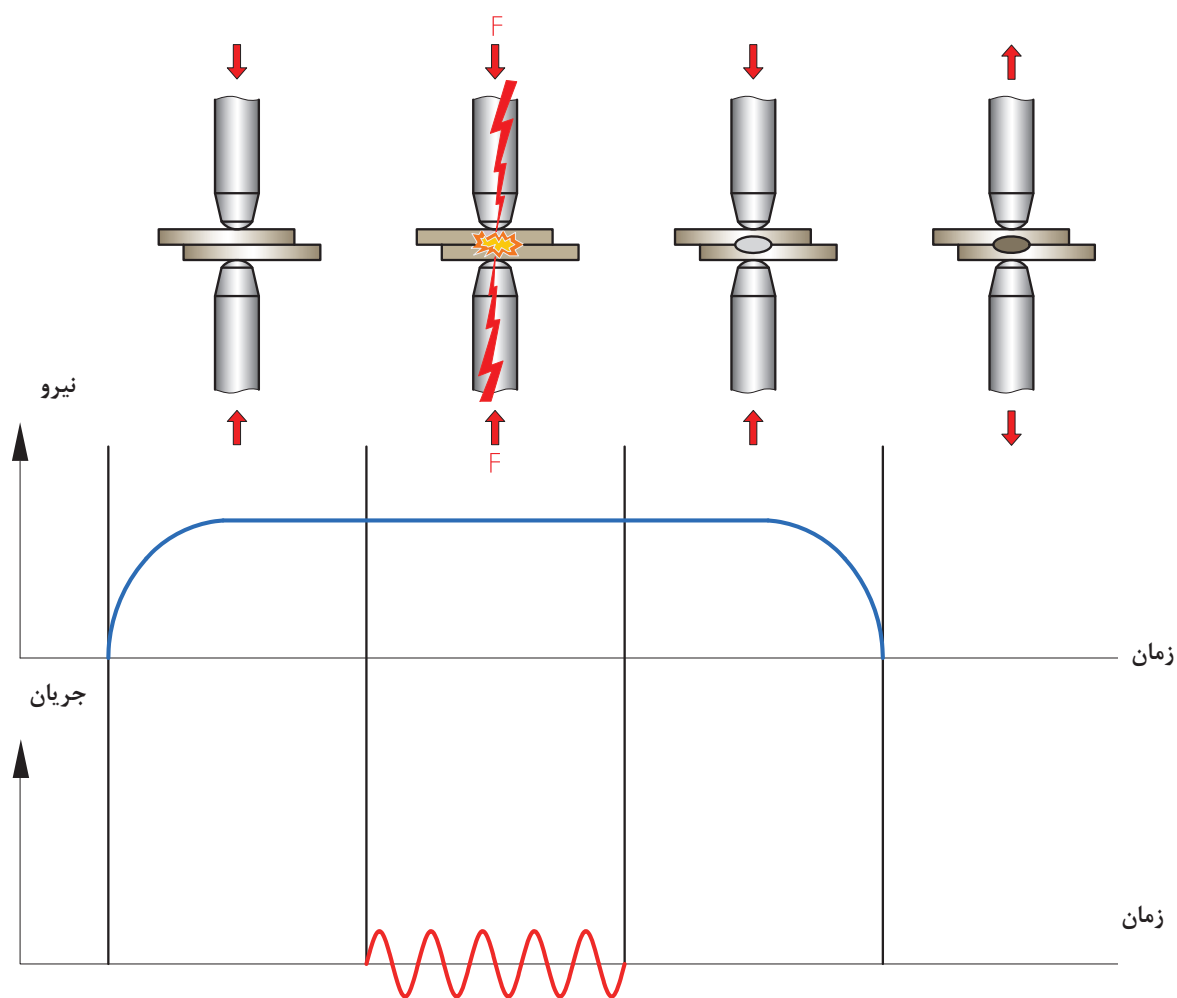
۳- کنترل شلنگ آبگرد و اتصال آن به الکتروده و خروجی آب

– تنظیم پارامترهای دستگاه

- ۱- تنظیم شدت جریان
- ۲- تنظیم زمان نگهداری
- ۳- تنظیم نیروی اعمالی (فشار)

۳- ایجاد اتصال

همان طور که قبلاً ذکر شد، ایجاد اتصال در فرایند نقطه جوش در چهار سیکل صورت می پذیرد. شکل زیر سیکل های فرایند نقطه جوش را نشان می دهد.



شکل ۱۴- سیکل های نقطه جوش

فعالیت کارگاهی

کار عملی ۱

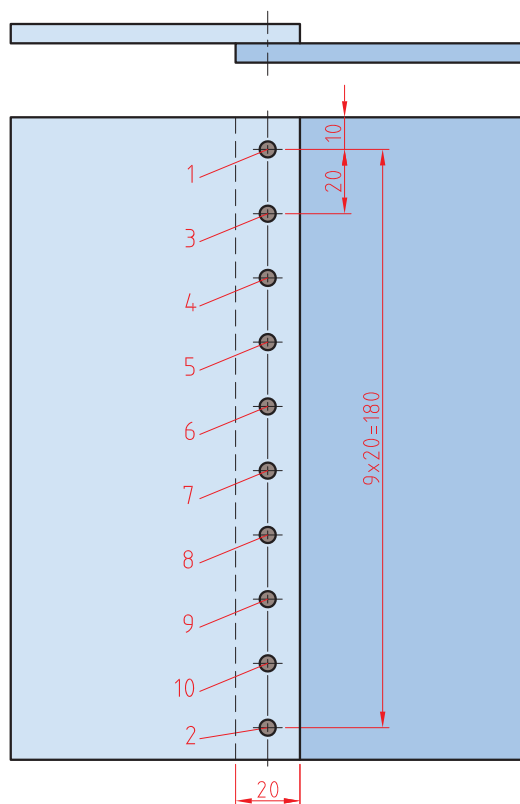
اتصال دو ورق به صورت لب به لب با فرایند نقطه جوش

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$ میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۱ را بر روی آن پیاده سازی کنید.

محل اجرای نقطه جوش ها را خط کشی و با سنبه نشان مشخص نمایید.

توجه

نقشه شماره ۱



ابزار مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد نقطه جوش را در جدول فهرست کنید.

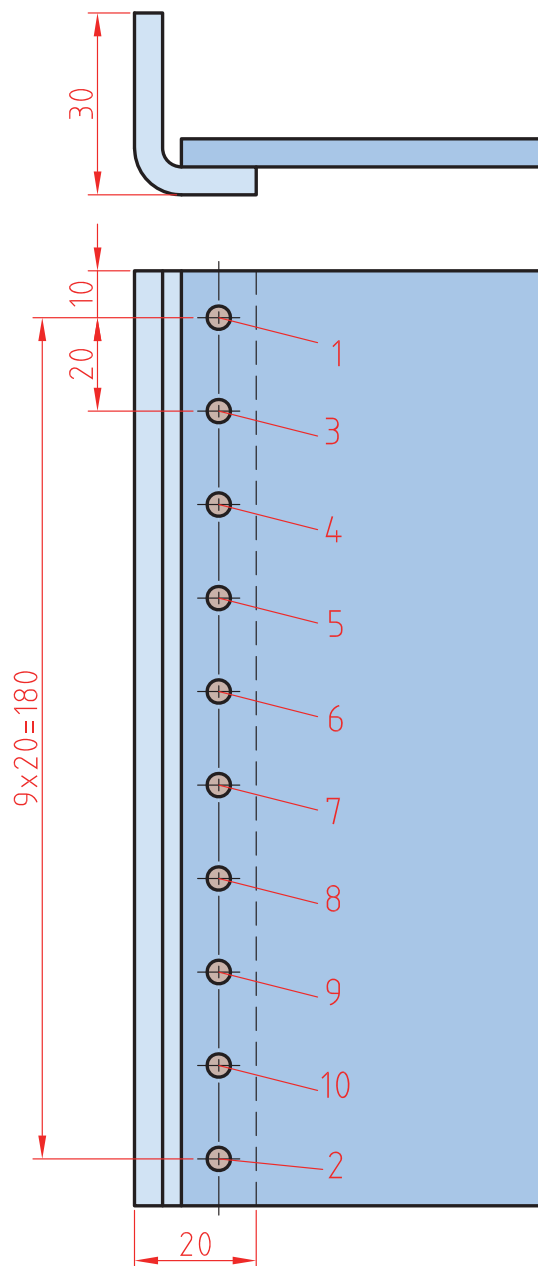
ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

اتصال دو ورق به صورت لب روی هم

کار عملی ۲

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$ میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۲ را بر روی آن پیاده سازی کنید. محل اجرای نقطه جوش ها را خط کشی و با سنبه نشان مشخص نمایید.

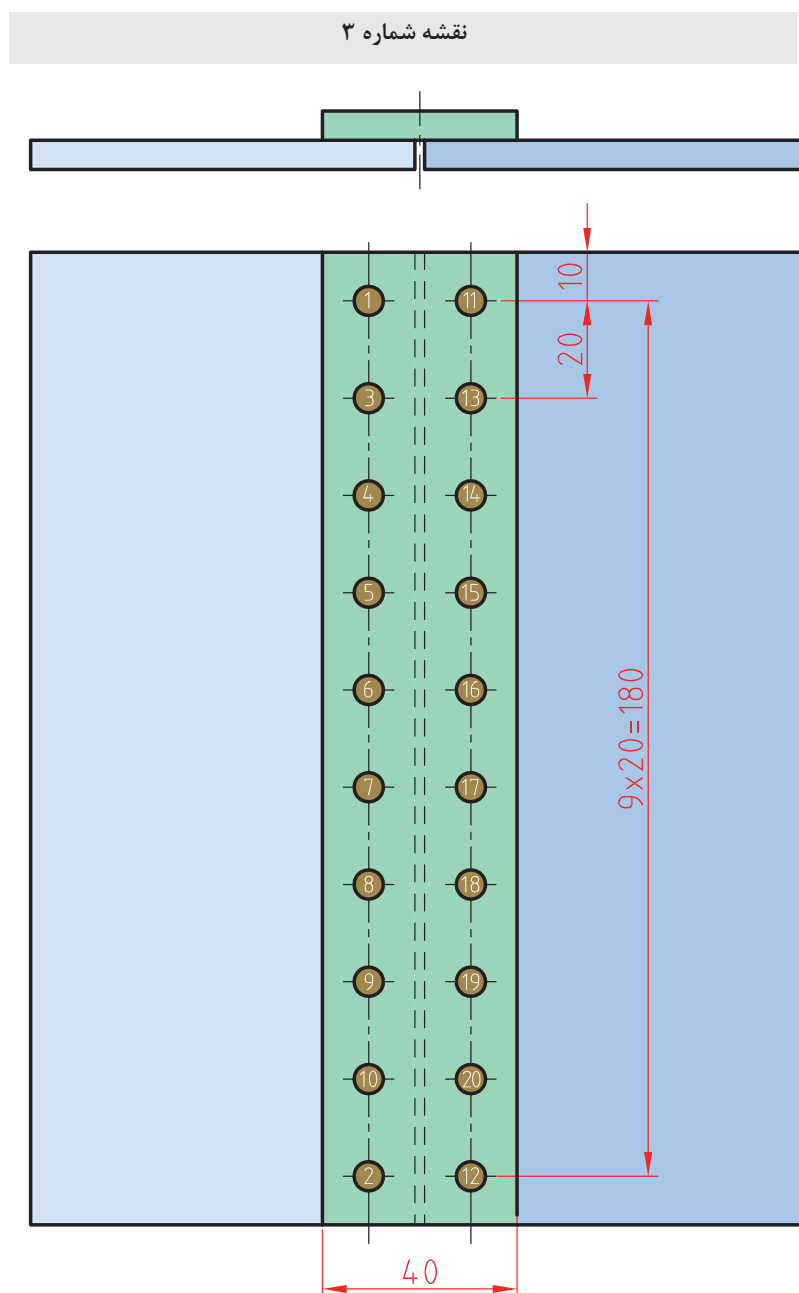
نقشه شماره ۲



اتصال سربه سر دو ورق (پل واره)

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$ میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۳ را بر روی آن پیاده سازی کنید.

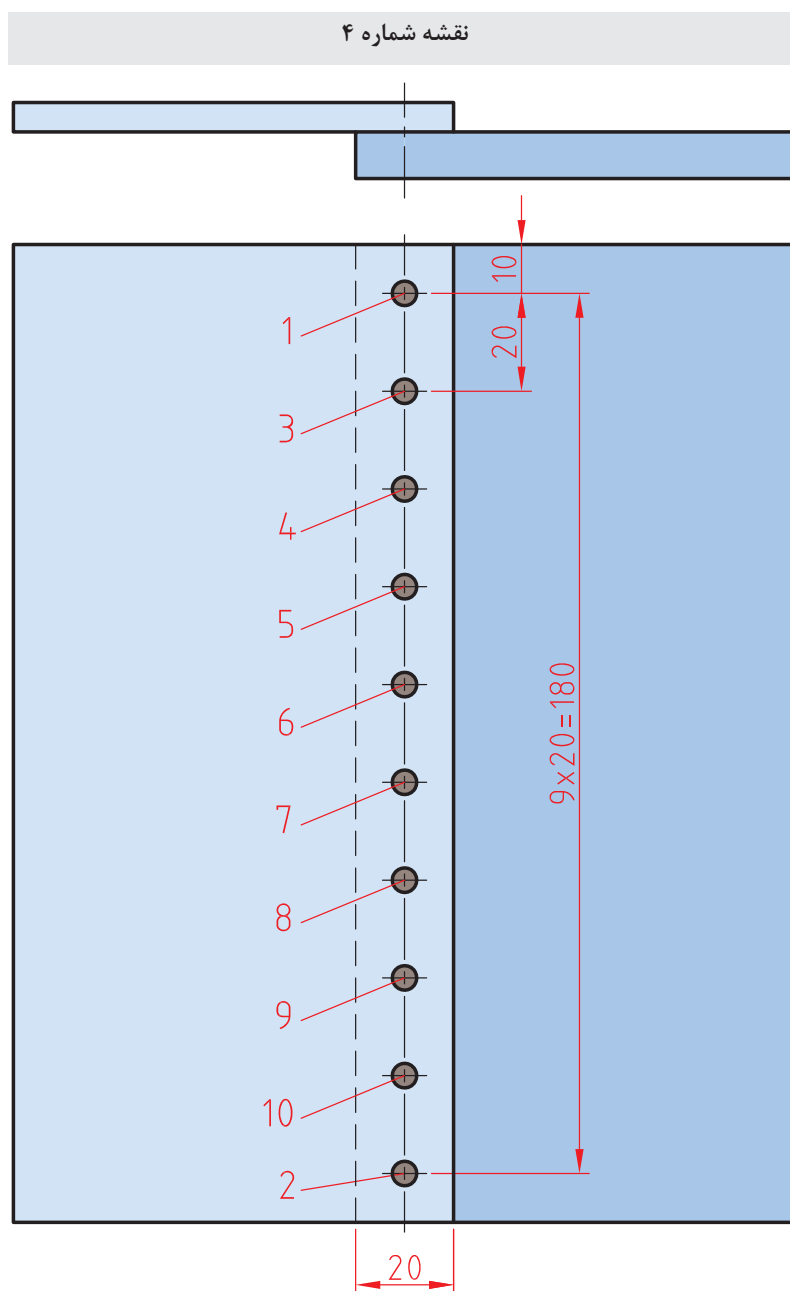
محل اجرای نقطه جوش ها را خط کشی و با سنبه نشان مشخص نمایید.



اتصال یک ورق نازک به یک ورق ضخیم در حالت لب به لب

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$ و $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۳$ میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۴ را بر روی آن پیاده سازی کنید.

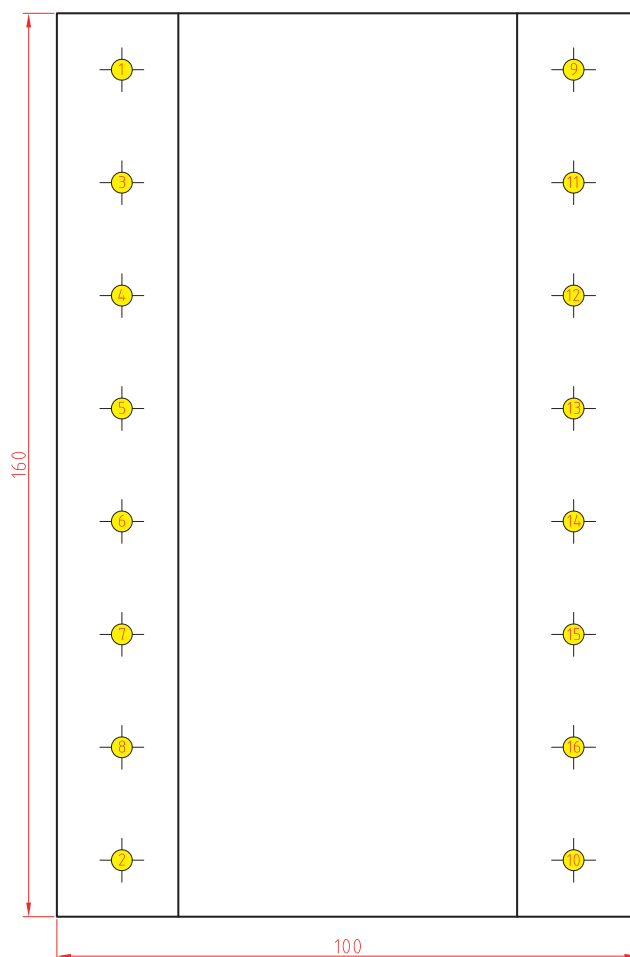
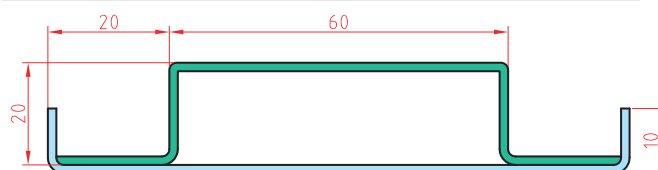
برای اجرای این تمرین یکی از الکترودها را مخروطی و دیگری را تخت استفاده نمایید. محل قرارگیری الکترودها را با سنبه نشان مشخص کنید.



اتصال پل در درب کمد ها با فرایند نقطه جوش

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد $۱۶۰ \times ۱۲۰ \times ۰/۸$ و $۱۶۰ \times ۱۴۰ \times ۰/۸$ میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۵ را بر روی آن پیاده سازی کنید.
به جای الکتروود پایینی از قالب مسی صافی با ابعاد ۲۰×۲۰ استفاده شود تا در سمت زیرین کار که در معرض دید مشتری است اثر نقطه ها مشخص نشود.

نقشه شماره ۵



اتصال کف قوطی به دیواره توسط نقطه جوش

کار عملی ۶

شرح فعالیت: یک لوله به ضخامت ۰/۸ و قطر ۲۰۰ و طول ۱۰۰ تهیه نمایید.
یک دایره به قطر ۲۲۰ با ضخامت ۰/۸ تهیه نمایید. روی لبه سندان دور دایره را به لبه یک سانت خم نمایید.
و داخل استوانه مونتاژ نمایید. سپس دور تا دور آن را با ۱۲ عدد نقطه جوش مونتاژ نمایید.

در هنگام برش کاری و آماده سازی ورق ها از انگشتان خود در برابر بریدگی حفاظت نمایید.

نکات ایمنی

هنگام جوش کاری از عینک محافظ شفاف استفاده نمایید.

نکات ایمنی

توجهات زیست محیطی

مدیریت مواد دورریختنی
استفاده از سیستم تهویه در جهت خروج بخارات

ارزشیابی تکوینی

مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نمره
آماده‌سازی	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	_____	۳
		آماده‌سازی قابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۲
		آماده‌سازی غیر قابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۱
شایستگی‌های غیرفنی	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	قابل قبول	توجه به همه موارد	۲
ایمنی و بهداشت	دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن			
توجهات زیست‌محیطی	مدیریت مواد دورریختنی	غیرقابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش	نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

همه فلزات قابلیت اتصال یکسان ندارند

جوش پذیری مقاومتی فلزات متفاوت می باشند، برخی از فلزات را می توان به راحتی با جوش مقاومتی به هم متصل کرد، اما برای تعدادی دیگر با دشواری مواجه هستیم. عوامل مؤثر بر جوش پذیری مقاومتی عبارت اند از: الف) مقاومت الکتریکی، ب) خمیری شدن، ج) وجود لایه های سطحی با توجه به جدول زیر، ورق ها را از لحاظ مقاومت الکتریکی دسته بندی کنید.

فکر کنید

جدول ۴- عوامل تأثیرگذار بر جوش پذیری آلیاژهای مختلف

مقاومت الکتریکی				
ورق	بالا - ۳ امتیاز	مناسب - ۲ امتیاز	متوسط - ۱ امتیاز	ضعیف - ۰ امتیاز
سیاه		✓		
قلع اندود		✓		
گالوانیزه		✓		
روغنی		✓		
آلومینیوم				✓
برنج				✓
استیل	✓			
سهولت خمیری شدن				
ورق	خوب - ۳ امتیاز	مناسب - ۲ امتیاز	متوسط - ۱ امتیاز	ضعیف - ۰ امتیاز
سیاه		✓		
قلع اندود		✓		
گالوانیزه		✓		
روغنی		✓		
آلومینیوم	✓			
برنج	✓			
استیل			✓	
سهولت جوش کاری از لحاظ عدم وجود لایه های سطحی مزاحم				
ورق	خوب - ۳ امتیاز	مناسب - ۲ امتیاز	متوسط - ۱ امتیاز	ضعیف - ۰ امتیاز
سیاه	✓			
قلع اندود			✓	
گالوانیزه			✓	
روغنی	✓			
آلومینیوم				✓
برنج		✓		
استیل			✓	

امتیازات هر ورق را از تمرین‌های قبلی به جدول زیر منتقل کنید و جدول زیر را تکمیل کنید. به نظر شما جوش پذیری چه آلیاژهایی خوب است؟ کدام آلیاژها به سختی جوش کاری می‌شوند؟

جدول ۵- مقایسه جوش پذیری آلیاژهای مختلف

ورق	مقاومت الکتریکی	خمیری شدن	لایه محافظ	جمع امتیاز	جوش پذیری
سیاه					
قلع اندود					
گالوانیزه					
روغنی					
آلومینیوم					
برنج					
استیل					

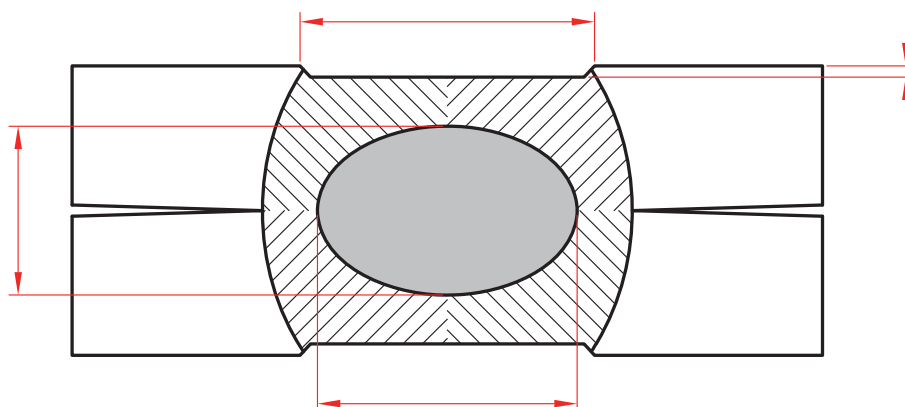
اگر امتیاز به دست آمده کمتر از ۵ شود —————> جوش پذیری ضعیف است

اگر امتیاز به دست آمده بین ۵ تا ۷ شود —————> جوش پذیری متوسط است

اگر امتیاز به دست آمده ۷ و بیشتر از ۷ شود —————> جوش پذیری خوب است

نواحی یک نقطه جوش

شکل ۱۵ نواحی مختلف دو فلز که با فرایند نقطه جوش به یکدیگر متصل شده‌اند را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۶ هر منطقه را بر روی جدول مشخص کنید.



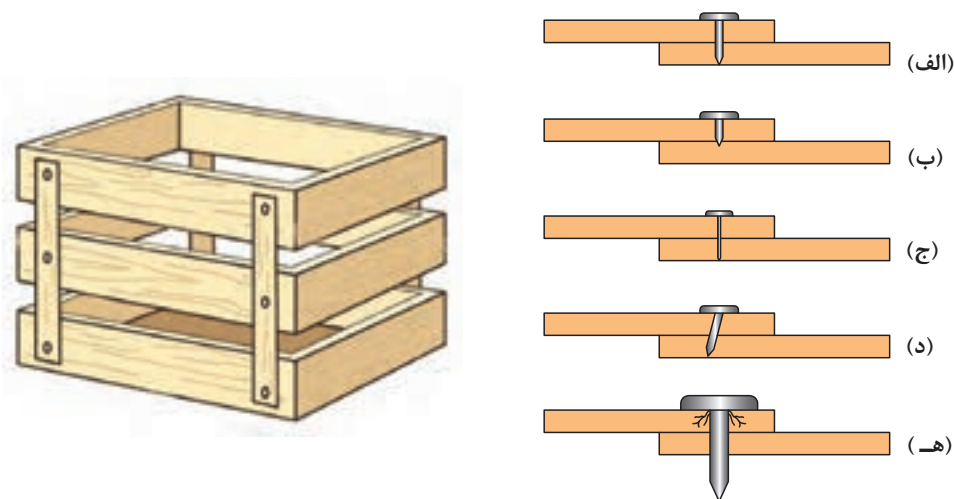
شکل ۱۵ - نواحی مختلف یک اتصال نقطه جوش

جدول ۶ - مناطق مختلف در یک دکمه جوش مقاومتی نقطه‌ای

منطقه	نام منطقه	توضیحات
الف	فلز جوش	به منطقه بین دو ورق فلزی گفته می‌شود که در اثر مقاومت الکتریکی ذوب و سپس منجمد شده است.
ب	قطر دکمه جوش	به طول فلز جوش گفته می‌شود.
ج	منطقه متأثر از حرارت	ناحیه‌ای است که در اثر جوش کاری داغ شده ولی ذوب نشده است.
د	عمق فرو رفتگی	عمق فرو رفتگی ناشی از فشار الکتروود بر سطح ورق
ه	عرض منطقه فرو رفته	اندازه عرض ناحیه‌ای از سطح ورق که در اثر فشار الکتروود فرو رفته است.
و	عمق جوش	ضخامت فلز جوش
ز	فلز پایه	قطعه کار

کنترل کیفی اتصال نقطه جوش

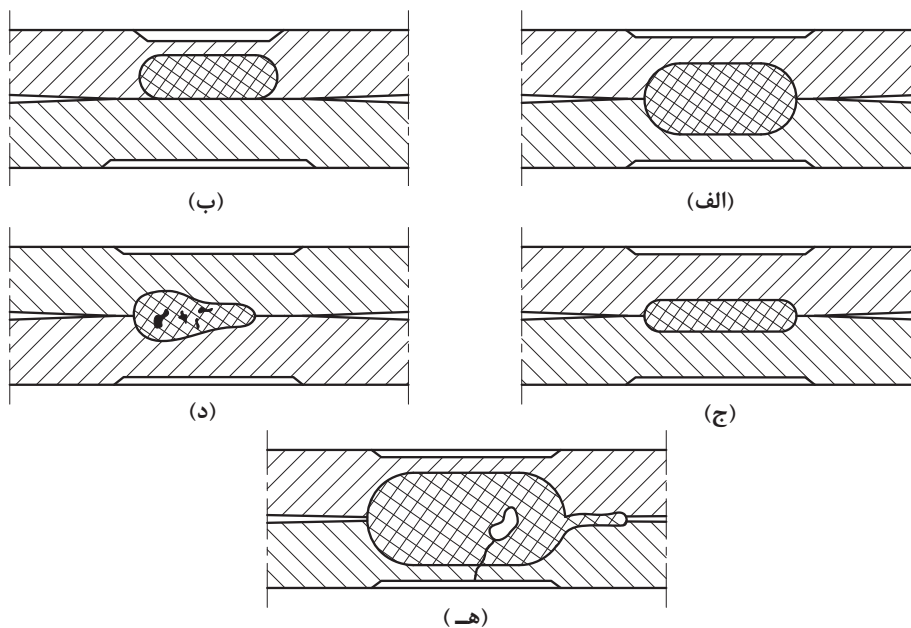
به شکل ۱۶ نگاه کنید. برای ساخت جعبه چوبی کدام میخ مناسب تر است و اتصال مقاوم تری ایجاد می کند؟ سایر میخ ها چه مشکلی دارند؟



شکل ۱۶- مقطع نقطه جوش های مختلف

همان گونه که ملاحظه کردید، مناسب بودن اندازه و ابعاد میخ در مقاومت اتصال بسیار مهم است. در نقطه جوش ها، مقاومت بهتری نشان خواهد داد. چرا؟ جوش نیز برای اتصال دو ورق، ابعاد و اندازه دکمه جوش

بسیار مهم است. در تصویرهای شکل ۱۷ کدام یک از نقطه جوش ها، مقاومت بهتری نشان خواهد داد. چرا؟ آیا بین تصاویر اشکال ۱۶ و ۱۷ ارتباطی وجود دارد؟



شکل ۱۷- مقطع نقطه جوش های مختلف

آزمون‌های ارزیابی کیفیت اتصال

ارزیابی کیفیت اتصال نقطه جوش معمولاً به دو روش انجام می‌شود:

الف) بازرسی چشمی (غیر مخرب^۱)

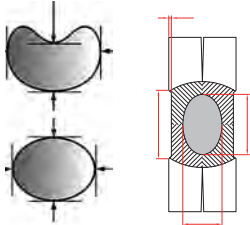
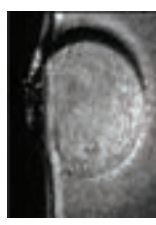

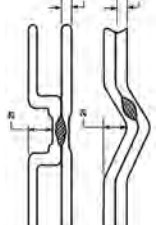
ب) آزمون‌های مکانیکی (مخرب^۲)

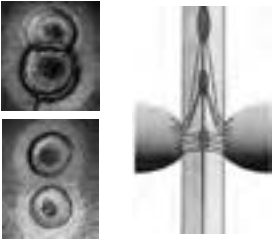



الف) بازرسی چشمی: پس از انجام جوش کاری باید با کمک ابزارهای اندازه‌گیری (خط‌کش، کولیس و ...) شکل و ابعاد نقطه جوش مورد بازرسی قرار گیرد و سلامت یا معیوب بودن آن مشخص گردد. در جدول ۷ برخی از عیوب متداول نقطه جوش به همراه حدود پذیرش آنها نشان داده شده است.

۱- بازرسی‌هایی که بدون تخریب نقطه جوش انجام می‌شود را بازرسی‌های غیر مخرب گویند.

۲- بازرسی‌هایی که همراه با تخریب نمونه یا نقطه جوش همراه است را مخرب گویند.

جدول ۷- انواع عیوب جوش در جوش کاری مقاومتی نقطه‌ای

حد پذیرش	راه کنترل و رفع عیب	دلیل ایجاد عیب	توضیح	تصویر	نوع عیب	ردیف
$\frac{\text{قطر بزرگ}}{\text{قطر کوچک}} < 2$	آماده‌سازی نوک الکترود، تنظیم و کنترل گیره‌ها رعایت فاصله بین دکمه جوش‌ها و فاصله تا لبه کنترل هم‌راستایی الکترودها	نوک غیر متقارن الکترود، عدم رعایت فاصله مناسب تا لبه ورق و نقطه هم‌جوار	اختلاف در قطرهای دکمه جوش و یا نفوذ سبب ایجاد شکل نامتقارن می‌گردد.		دکمه نامتقارن	۱
فاصله $(s) > 6/5$	رعایت فاصله از لبه ورق	نزدیکی بیش از حد دکمه به لبه ورق	عبور جریان از لبه ورق سبب ذوب شدن لبه می‌شود.		سوختن لبه ورق	۲
در سطوح قابل مشاهده مورد قبول نمی‌باشد	تنظیم زمان، فشار و جریان تمیزکاری سطح ورق کنترل شدت جریان و زمان	فشار کم الکترود، نا هماهنگی بین پارامترها، کثیف بودن سطح ورق	بالا رفتن دما در محل اتصال الکترود به ورق می‌تواند سبب ذوب شدن یا سوختن سطح ورق‌ها شود. این اتفاق باعث ایجاد ظاهر نامناسب جوش گردد.		ذوب شدن و سوختن ورق	۳
عمق اعوجاج باید کمتر از دو برابر ضخامت باشد	کنترل هم‌راستایی الکترودها، کنترل قید و بست‌ها و تنظیم فشار	محکم نبودن گیره ورق، عدم هم‌راستایی الکترود و فشار بیش از حد	در اثر اعمال فشار ممکن است ورق‌ها تغییر شکل داده و دچار اعوجاج شود که سبب ایجاد ظاهر نامناسب و کاهش مقاومت اتصال می‌شود.		پیچیدگی	۴

حد پذیرش	راه کنترل و رفع عیب	دلیل ایجاد عیب	توضیح	تصویر	نوع عیب	ردیف
حدود موجود در جدول ۱۱	رعایت حداقل فاصله متناسب با قطر دکه جوش	عدم رعایت حداقل فاصله جوش ها	عدم رعایت فاصله بین دکه جوش ها سبب عبور بخشی از جریان از دکه هم جوار کاهش ابعاد و مقاومت جوش حاصل می شود		روی هم افتادگی دکه ها و فاصله کم بین آنها	۵
$\frac{\text{قطر بزرگ}}{\text{قطر کوچک}} < 0.13$	کنترل و تنظیم پارامترهای جوش کاری	فشار بیش از حد، شدت جریان زیاد و زمان زیاد	در اثر اعمال فشار، نقطه اثر الکترود بر روی سطح ورق به صورت فرورفتگی باقی می ماند که سبب ایجاد ظاهر نامناسب و افت مقاومت اتصال می شود		فرورفتگی	۶
غیر مجاز	فشار کم و جریان زیاد، جنس نامناسب الکترود، عدم تناسب بین فشار، جریان و پهن بودن نوک الکترود	فشار کم و جریان زیاد، جنس نا مناسب الکترود، عدم تناسب بین فشار، جریان و پهن بودن نوک الکترود	در اثر ذوب و چسبیدن ورق به الکترود عملکرد و رسانایی الکترود کاهش می یابد		آلوده شدن سطح الکترود	۷
غیر مجاز	چرب بودن بیش از حد ورق، ذوب شدن نوک الکترود و آلوده کردن حوضچه شدت جریان بالا و حذف فشار قبل از تکمیل انجماد	چرب بودن بیش از حد ورق، ذوب شدن نوک الکترود و آلوده کردن حوضچه شدت جریان بالا و حذف فشار قبل از تکمیل انجماد	وجود آلودگی ها و یا تنظیم نبودن پارامترها سبب ایجاد ناپوستگی، افت خواص و شکست دکه جوش در حین کار می شود		ترک و حفره	۸

ب. **آزمون‌های مکانیکی:** ارزیابی مکانیکی (مخرب) نقطه جوش به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که دو نمونه از پرکاربردترین‌های آنها عبارت است از:

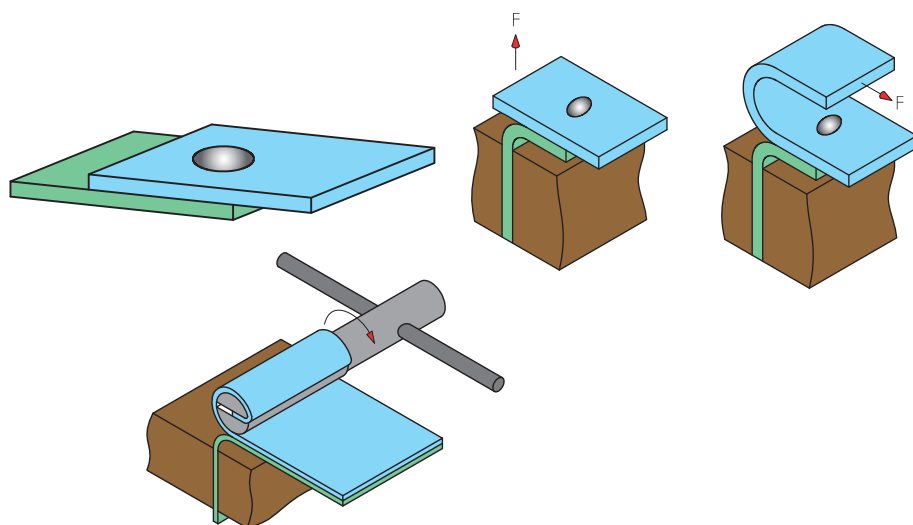
الف: آزمون خم‌کاری^۱

ب: آزمون قلم و چکش^۲

آزمون خم‌کاری

این آزمون در سه مرحله انجام می‌شود (شکل ۱۸).

- ۱- خم کردن لبه یکی از ورق‌ها به میزان 90°
- ۲- قرار دادن آن لبه درون گیره
- ۳- چرخاندن لبه ورق آزاد حول ابزار (انبر دست و ...) تا جدا شدن کامل اتصال



شکل ۱۸- آزمون خم‌کاری



قبل از جدا شدن اتصال، دکمه جوش توسط چشم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شرایط جوش سالم عبارت است از:

- ۱- اتصال از ورق جدا شده و در اصطلاح قلوه‌کن شده باشد (شکل ۱۹).

شکل ۱۹- نتیجه مطلوب در آزمون خم‌کاری

۱- Peel Test
۲- Chisel Test

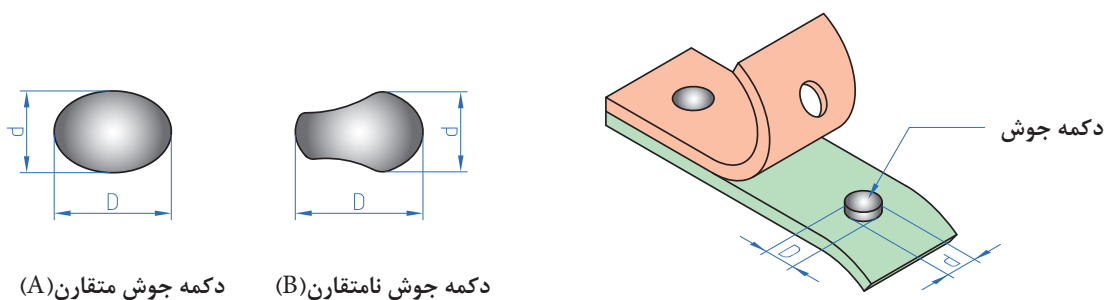
۲- قطر دکمه مطابق با جدول ۸ باشد.

جدول ۸- ابعاد دکمه جوش

ردیف	ضخامت ورق (mm)	حداکثر قطر مجاز (mm)	حداقل قطر مجاز (mm)	قطر مطلوب (mm)
۱	۰/۴	۳/۵۰	۲/۵۰	۳/۲۰
۲	۰/۵	۳/۹۰	۲/۸۰	۳/۵۰
۳	۰/۶	۴/۳۰	۳/۱۰	۳/۸۰
۴	۰/۷	۴/۶۰	۳/۳۰	۴/۲۰
۵	۰/۸	۴/۹۰	۳/۶۰	۴/۵۰
۶	۰/۹	۵/۲۰	۳/۸۰	۴/۷۰
۷	۱/۰۰	۵/۵۰	۴/۰۰	۵/۰۰
۸	۱/۱۰	۵/۸۰	۴/۲۰	۵/۲۰
۹	۱/۲۰	۶/۰۰	۴/۴۰	۵/۵۰

ضخامت ورق $\sqrt{4}$ = حداقل قطر قابل قبول ضخامت ورق $\sqrt{5/5}$ = حداقل قطر قابل قبول ضخامت ورق $\sqrt{5}$ = حداقل قطر قابل قبول

در صورت گرد نبودن دکمه جوش می بایست از قطر متوسط به جای قطر دکمه جوش استفاده شود. نحوه محاسبه آن در شکل ۲۰ نشان داده شده است. در صورت گرد نبودن دکمه جوش می بایست از قطر متوسط به جای قطر دکمه جوش استفاده نمود. نحوه محاسبه آن در شکل ۲۰ نشان داده شده است.



دکمه جوش متقارن (A)

دکمه جوش نامتقارن (B)

$$\text{قطر متوسط دکمه جوش} = \frac{D+d}{2}$$

شکل ۲۰- محاسبه قطر متوسط دکمه جوش

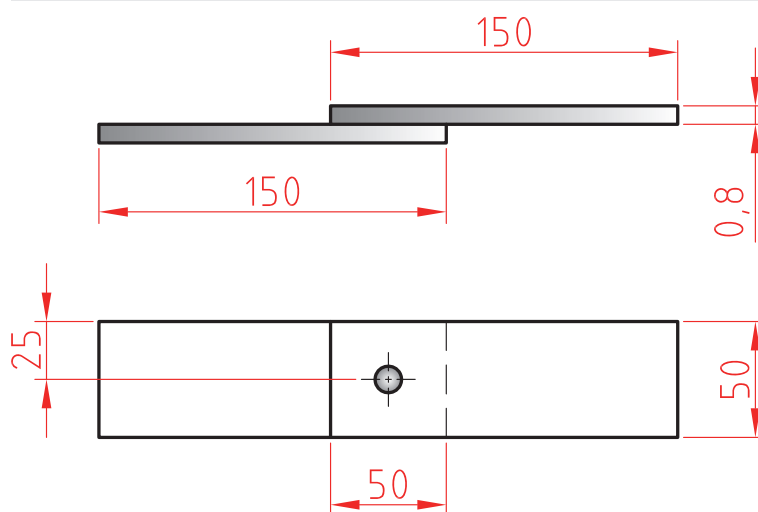
فعالیت کارگاهی

کار عملی

تست خمش

شرح فعالیت: طبق نقشه در فصل مشترک یک نقطه جوش بزنید. سپس در جهت مخالف تحت کشش قرار دهید تا مشخص شود که نقطه استحکام کافی را دارد. نتیجه را به صورت آزمایش گزارش دهید

نقشه شماره ۶



ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد نقطه جوش در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

ارزشیابی تکوینی

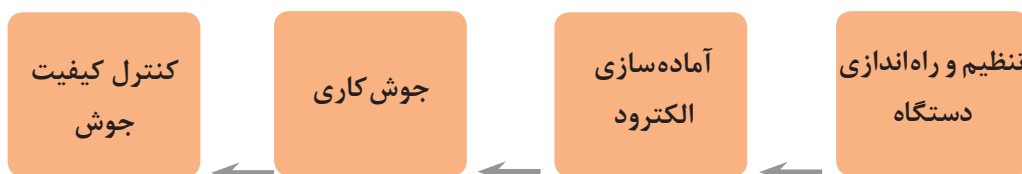
مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص های داوری / نمره دهی)	نمره
خم کاری	کارگاه: ابزارآلات خم کاری، دستگاه خم کن	آماده سازی بالاتر از انتظار	فاق بری برابر نقشه، زاویه خم و شعاع خم درست، خم کاری درست	۳
		آماده سازی قابل قبول	فاق بری برابر نقشه ، خم کاری نادرست	۲
		آماده سازی غیر قابل قبول	فاق بری برابر نقشه، زاویه خم و شعاع خم درست، خم کاری درست	۱
شایستگی های غیرفنی	مدیریت مواد و تجهیزات	قابل قبول	توجه به همه موارد	۲
	ایمنی و بهداشت				استفاده از لباس کار و دستکش
توجهات زیست محیطی		غیر قابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
	نگرش			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

ارزشیابی پایانی

کار عملی

اتصال دو ورق فولادی با فرایند نقطه جوش

شرح فعالیت : ورق فولادی براساس نقشه‌های شماره ۷ را انتخاب کنید، سپس مراحل زیر را با دقت انجام دهید؛



ابزارهای مورد نیاز خود را برای اتصال دو ورق را در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

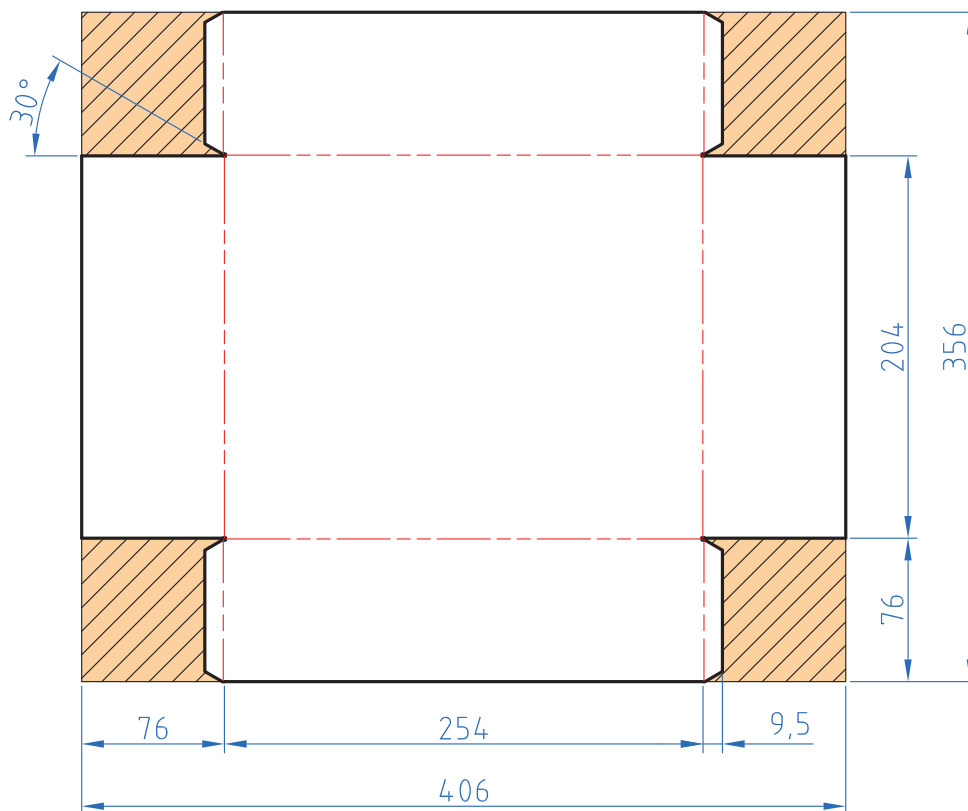
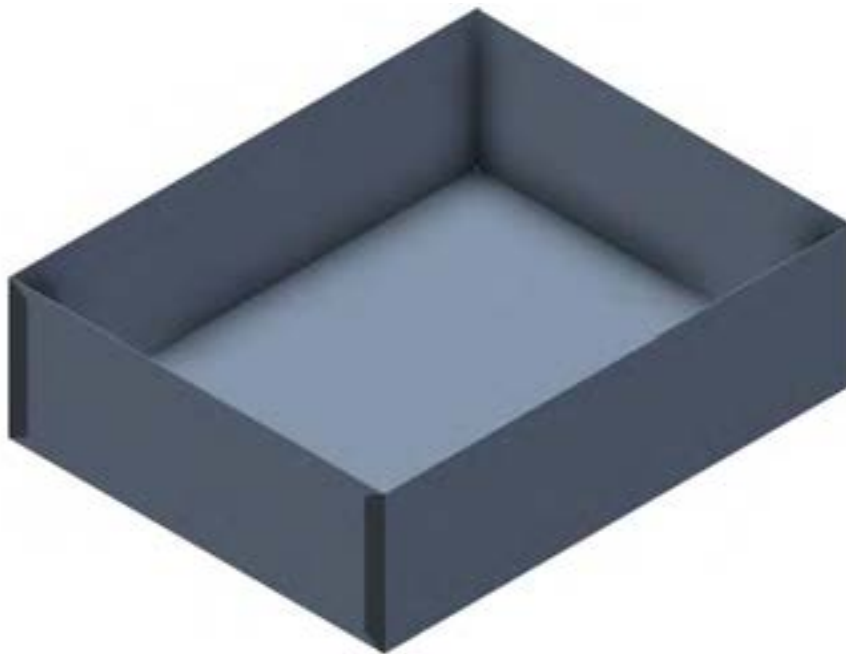
در حین پلیسه‌گیری مراقب لبه‌های تیز ورق باشید، از دستکش چرمی برای پلیسه‌گیری و صافکاری استفاده نمایید.

نکات ایمنی

شاخص‌های ارزیابی

- ۱ کنترل پارامترهای تنظیمی دستگاه جوش کاری و اطمینان از درست بودن آنها
- ۲ سطح تمیز و بدون چربی و بدون لایه‌های اکسیدی
- ۳ کنترل سطح الکترود از نظر عدم وجود چربی و کثیفی و نیز هم‌راستایی نوک الکترودها
- ۴ اطمینان از انجام جوش کاری نقطه‌ای بر محل‌های مورد نظر
- ۴ کنترل استحکام اتصال و کیفیت ظاهری جوش

نقشه شماره ۷





فصل ۴

اتصال پیچک



از جمله روش‌های اتصال ورق‌های نازک می‌توان اتصال فرنگی پیچ را نام برد. مبتکران صنعتی برای ساخت کانال‌ها، قوطی‌های مواد غذایی، بشکه‌های نگهداری مواد سوختنی، بهینه‌ترین روشی که ابداع کردند فرنگی پیچ است که به صورت دستی و ماشینی با سرعت بالا می‌توان بدون استفاده از حرارت قطعات را به هم متصل کرد که حتی روکش‌های فلز آسیب نبینند. برای اتصال ورق‌های گالوانیزه برای جلوگیری از آلودگی هوا و سمی بودن، می‌توان از اتصال فرنگی پیچ استفاده کرد.

واحد یادگیری ۵

شایستگی اتصال پیچک

آیا تا
به حال پی
برده‌اید

پیچک جزء کدام دسته از اتصالات به شمار می‌رود؟
برای ساخت کانال‌ها از چه اتصالاتی استفاده می‌شود؟
چند نوع اتصال پیچک وجود دارد؟
چگونه می‌توان یک اتصال پیچک را ساخت؟

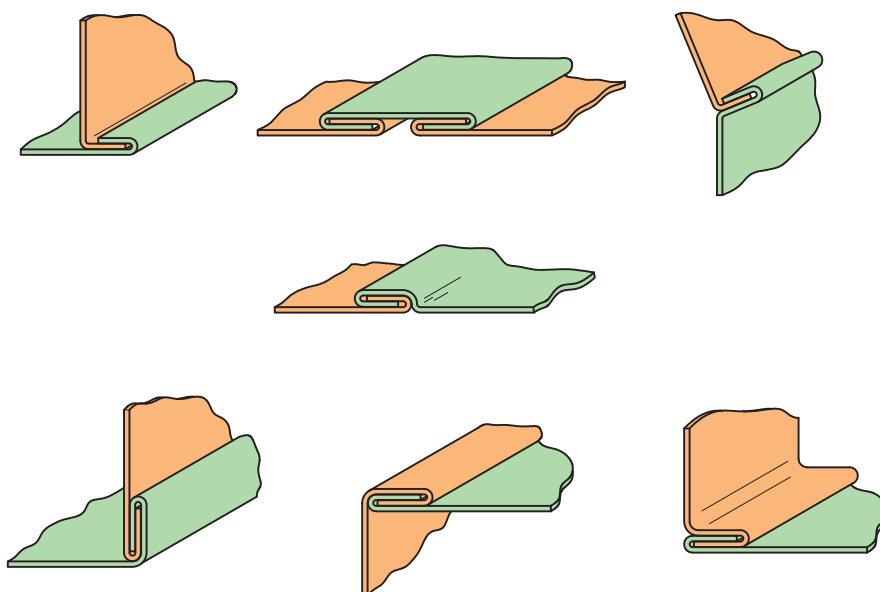
هدف از این شایستگی فراگیری انواع اتصال پیچک، کاربرد آنها در تولید مصنوعات فلزی، محاسبه فرنگی پیچ، روش‌های ساخت پیچک و ابزار و تجهیزات ساخت پیچک می‌باشد. اتصالات پیچک بسیار متنوع می‌باشد که هر یک از آنها کاربرد به‌خصوص دارند، به عنوان مثال از اتصالات پیچک برای ساخت محفظه‌های فلزی مواد غذایی، کانال‌ها و جعبه‌های فلزی کاربرد دارند. در این بخش ابتدا با اتصالات پیچک و اهمیت آن در صنعت ورق‌کاری آشنا خواهید شد و سپس نحوه پیچک‌کردن و ساخت مصنوعات با استفاده از اتصال پیچک را فرا خواهید گرفت.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری و کسب شایستگی اتصال پیچک، هنرجویان قادر به محاسبه لبه اتصال و پیاده‌کردن نقشه پیچک بر روی ورق فلزی و ساخت اتصال پیچک خواهند بود.

پیچک^۱ یک اتصال دائم است

فرنگی پیچ که آن را پیچک یا درز نیز می‌نامند فرایند اتصالی است که در آن لبه ورق را به فرم خاصی تازده و در یکدیگر قفل می‌نمایند. عمل پیچک می‌تواند توسط دست و یا به وسیله ماشین‌های پیچک انجام شود. به عبارت دیگر پیچک یک نوع اتصال دائمی و مکانیکی است که بدون هیچ مواد اضافی ورق‌های فلزی نازک را به یکدیگر متصل می‌کند.



شکل ۱- انواع پیچک

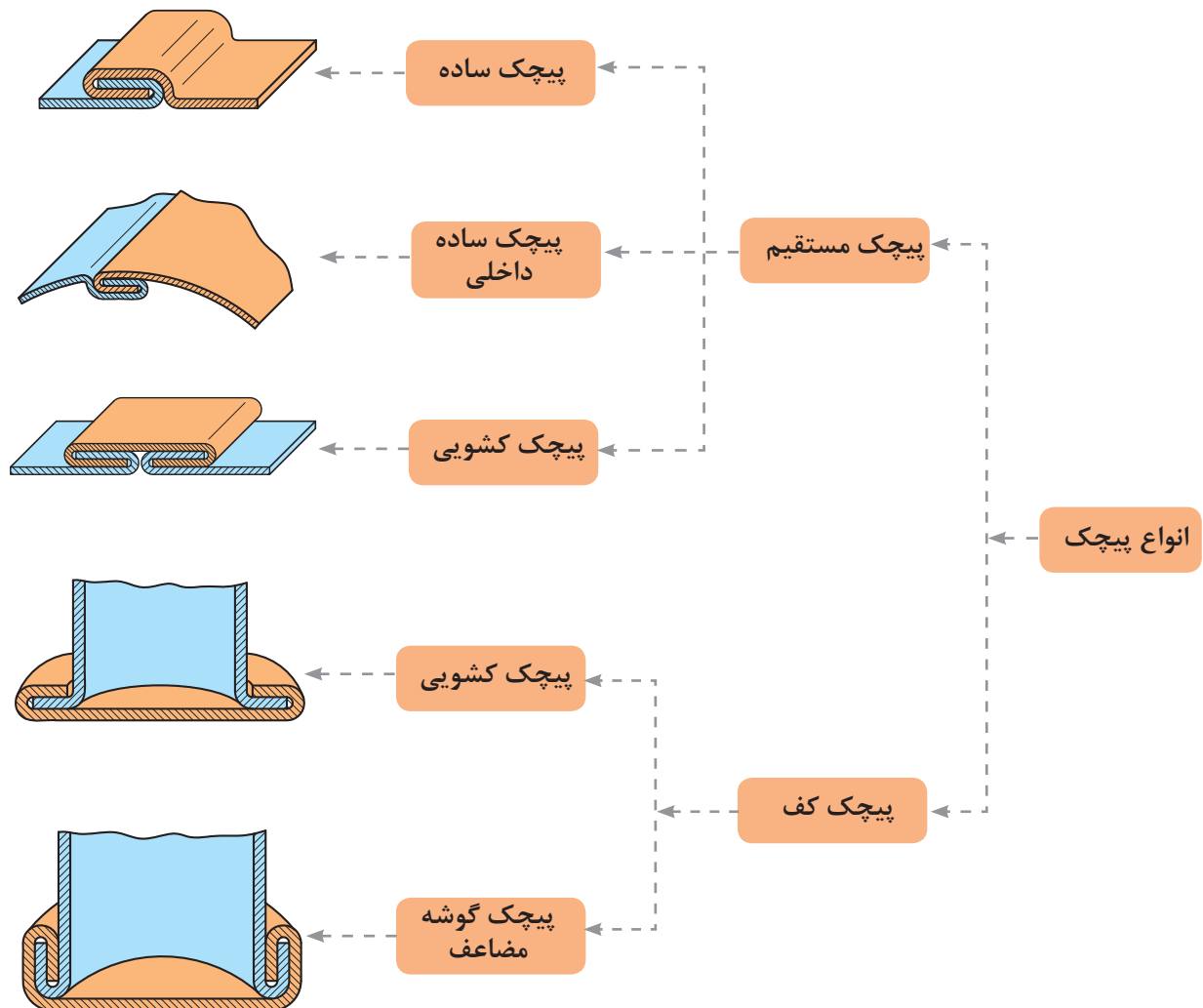
اهمیت اتصال پیچک

پیچک پیچ همانند نقطه جوش و لحیم‌کاری نرم یکی از روش‌های متداول اتصال ورق‌های نازک می‌باشد. از آنجایی که در این نوع از اتصال نیازی به ماده پرکننده نمی‌باشد و تجهیزات این اتصال ارزان و سرعت عمل نسبتاً بالا و اقتصادی بودن، در تولید مصنوعات فلزی سبک از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا در صنعت ورق‌کاری تاکنون روش جایگزینی برای آن پیدا نشده است اما این نکته قابل توجه است که این اتصال به تنهایی قابلیت آب‌بندی ندارد و در صورت نیاز باید از روش لحیم‌کاری برای تکمیل آن کمک گرفت.

^۱ self - secured joints: Seam

انواع اتصالات پیچک

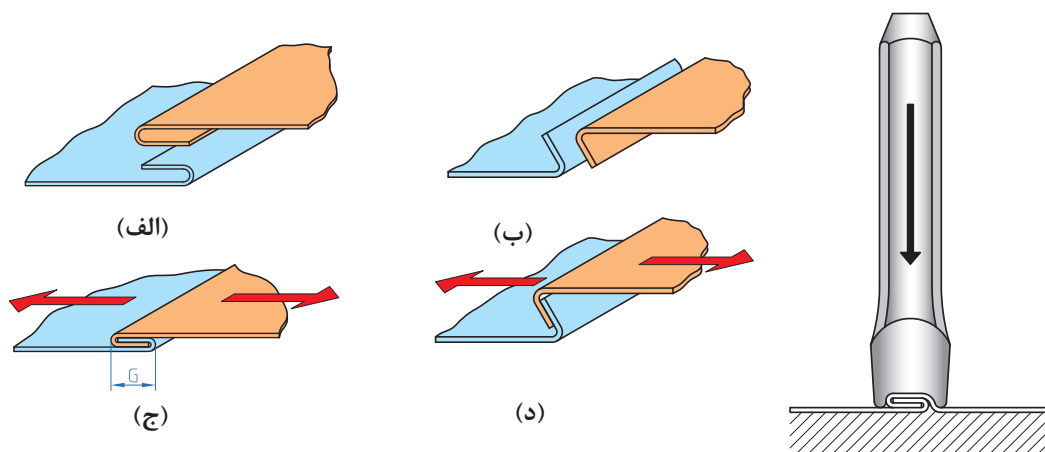
اتصالات پیچک در صنعت ورق کاری برای ساخت مصنوعات فلزی استفاده می‌شوند، در شکل ۲ انواع اتصالات پیچک نشان داده شده است.



شکل ۲- انواع پیچک

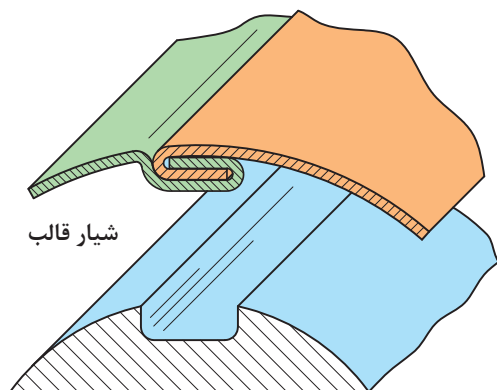
پیچک ساده (The Grooved Seam)

این نوع پیچک از دو لبه خم شده تشکیل شده است که این لبه‌ها را قفل می‌نامند (شکل الف ۳). دو لبه (قفل بالایی و قفل پایینی) در یکدیگر به صورت قالب قرار می‌گیرند (شکل ب ۳). لبه‌ها در نهایت با استفاده از قالب پیچک دستی یا ماشینی در یکدیگر قفل می‌شوند (شکل ج ۳).



شکل ۳- مراحل ساخت پیچک ساده

پیچک داخلی (The Internal Grooved Seam)



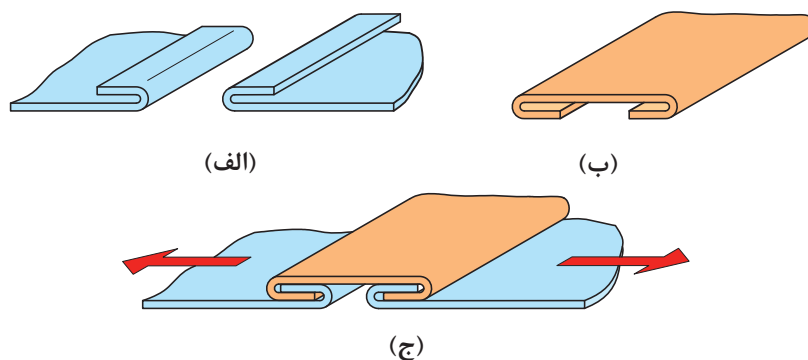
شکل ۴ کاربرد پیچک ساده داخلی را نشان می‌دهد. به نظر شما تفاوت پیچک ساده با داخلی در چیست؟

شکل ۴- پیچک داخلی

پیچک کشویی (The Double Grooved Seam)

این نوع پیچک از یک نوار قفل‌کننده برای نگهداری لبه‌های خم شده با یکدیگر، استفاده می‌شود. نقش این نوار در این نوع اتصال افزایش استحکام و زیبایی ظاهری پیچک می‌باشد. شکل ۵ نحوه ساخت این نوع اتصال را نشان می‌دهد. ابتدا لبه‌ها در اندازه مورد نظر به صورت دو لبه قفلی شکل خم می‌شوند، سپس یک نوار فلزی با پهنای دقیق که به سمت داخل خم شده، ساخته می‌شود. در نهایت لبه‌های قفلی شکل وارد نوار فلزی می‌شوند و به وسیله چکش این مجموعه در یکدیگر قفل می‌شوند. از این پیچک بیشتر در ساختن

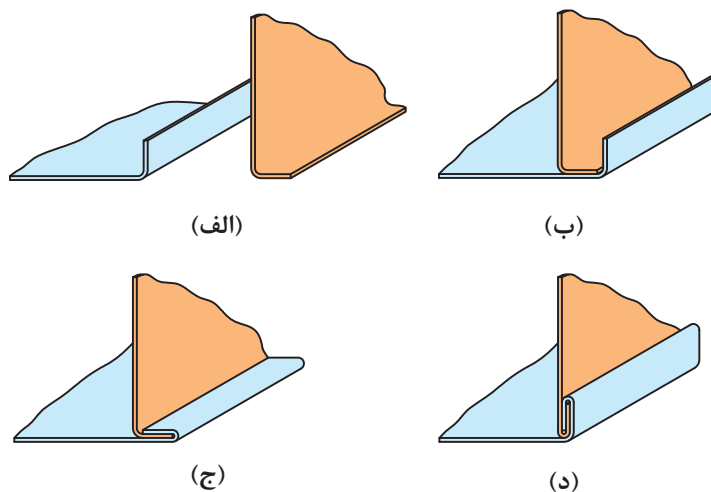
کانال‌ها به خصوص در اتصال دو ورق با طول زیاد استفاده می‌شود. از این نوع پیچک که به صورت ساده و زاویه‌ای ساخته می‌شود برای اتصال مصنوعات فلزی بزرگ استفاده می‌شود.



شکل ۵- مراحل ساخت پیچک کشویی

پیچک گوشه ساده

شکل ۶ ساختمان یک پیچک گوشه ساده را نشان می‌دهد. در این نوع پیچک دو لبه ورق فلزی مورد اتصال، در ابعاد مورد نیاز و زاویه ۹۰ درجه خم می‌شوند (شکل الف ۶). این لبه‌های خم شده در موقعیت نشان داده شده در (شکل ب ۶) قرار می‌گیرند، سپس یکی از لبه‌ها با استفاده از چکش خم می‌شود و در یکدیگر قفل می‌شوند (شکل ج ۶).

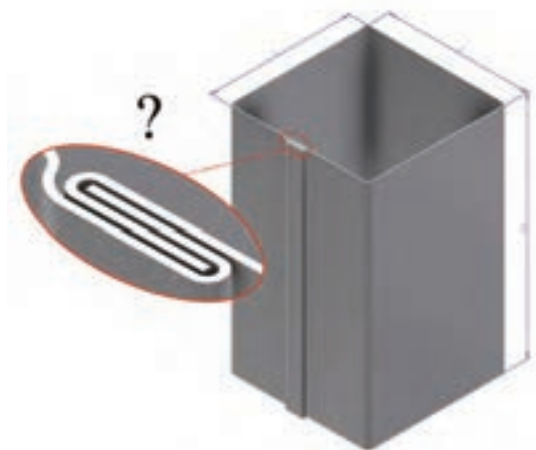


شکل ۶- مراحل ساخت پیچک ساده و پیچک مضاعف

پیچک گوشه مضاعف

این نوع پیچک بسیار مستحکم‌تر از نوع قبلی است. در حقیقت همان پیچک گوشه ساده است با این تفاوت که لبه‌های آن به کمک چکش یک با یکدیگر به سمت بالا خم شده است (شکل ۶ د). تفاوت آنها در این است که پیچک گوشه ساده را می‌توان از یکدیگر جدا کرد ولی پیچک مضاعف را نمی‌توان. از این پیچک در مخازن استوانه‌ای استفاده می‌شود.

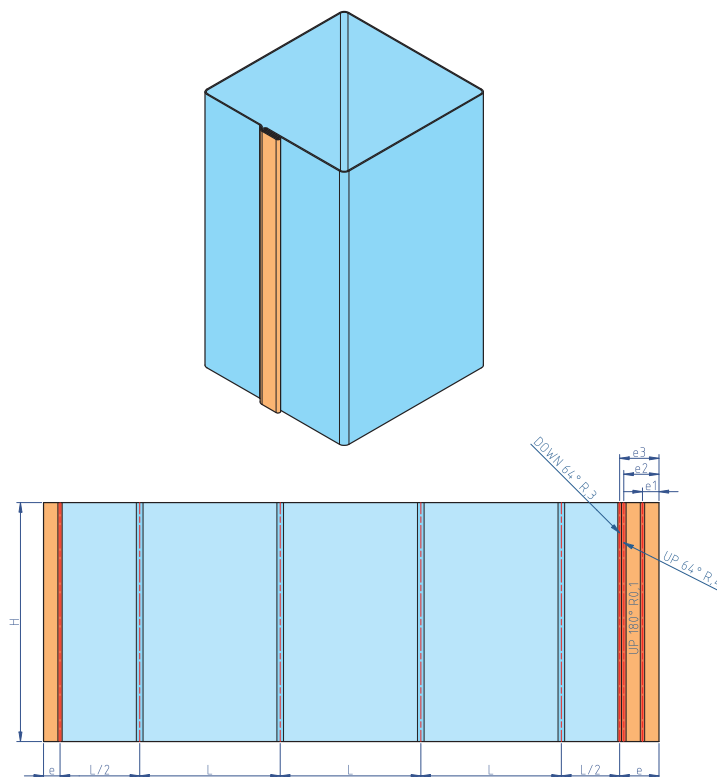
روش پیاده کردن اتصال پیچک روی ورق



شکل ۷ نقشه یک کانال چهارگوش را نشان می‌دهد. با توجه به آن به راحتی می‌توان اطلاعات مورد نیاز برای پیاده کردن نقشه روی ورق را از آن استخراج کرد. اما چگونه می‌توان اطلاعات مورد نیاز برای اتصال فرنگی پیچ را به دست آورد؟

شکل ۷- کانال چهار گوش

به قسمت رنگی (e) شکل ۴ نگاه کنید. فکر می‌کنید این قسمت برای چه منظوری در نقشه در نظر گرفته شده است؟ اندازه این قسمت چند میلی‌متر می‌باشد؟



شکل ۸- گسترده کانال به همراه طول مورد نیاز برای فرنگی پیچ

حد مجاز خم در اتصال پیچک

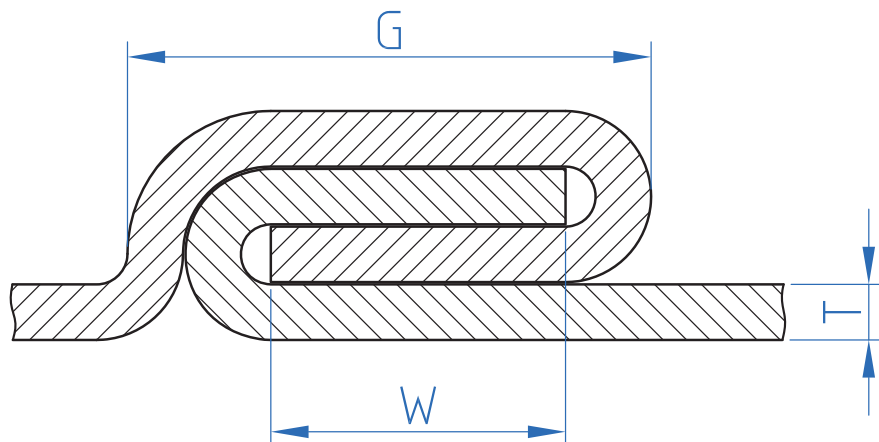
هنگامی که از اتصال پیچک در ساخت مصنوعات ورق فلزی استفاده می‌شود، باید یک حد مجاز برای مقدار ورق فلزی که برای اتصال پیچک لازم است را در نظر گرفت. این مقدار مجاز به دو عامل پایه بستگی دارد؛
- پهنای لبه‌های خم شده

- ضخامت ورق فلزی

حد مجاز برای یک فرنگی پیچ ساده چه مقدار است؟ با توجه به شکل ۹ اگر W پهنای لبه‌های خم شده و G پهنای اتصال پیچک باشد ($G > W$)، پهنای اتصال پیچک ساده عبارت‌اند از:

$$G = W + 3T$$

که در این رابطه T ضخامت ورق فلزی می‌باشد.
حد مجاز کلی (T_a)^۱ برای یک اتصال پیچک ساده تقریباً سه برابر پهنای اتصال پیچک (یا پهنای قالب فرنگی پیچ) می‌باشد: $T_a = 3G$



شکل ۹- شماتیک یک پیچک ساده

این مقدار مجاز را می‌توان به یکی از دو روش زیر اجرا کرد.

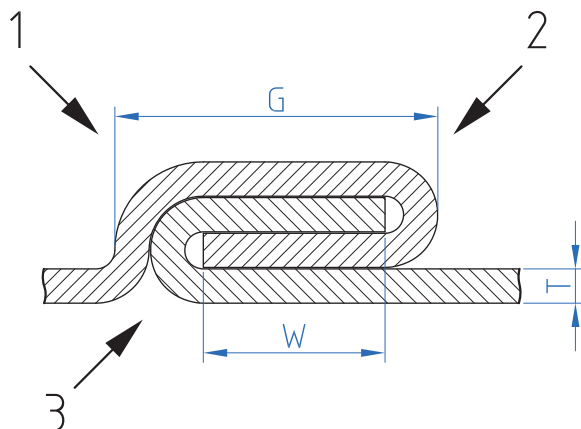
- ۱- $1/2$ این مقدار مجاز در دو طرف الگو (در دو طرف ورق فلزی جهت اتصال استفاده می‌شود)
- ۲- $1/3$ حد مجاز در یک سمت و $2/3$ مقدار مجاز در سمت دیگر ورق در نظر گرفته می‌شود.

برای انتخاب قالب فرنگی پیچ مناسب، ضخامت ورق فلزی باید در نظر گرفته شود.

برای محاسبه حد مجاز استفاده شدن طول ورق به ازای هر خم برای اتصال پیچک ساده، از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$B_a = G \cdot 1/\delta T$$

رابطه بالا به ازای هر خم در اتصال پیچک ساده می باشد، اگر تعداد خم افزایش یابد رابطه چه تغییری می کند؟



شکل ۱۱- شماتیک یک پیچک ساده

- سؤال ۱: مقدار حد مجاز یک اتصال پیچک با پهنای اتصال برابر با ۶/۳۵ میلی متر را محاسبه کنید.
- سؤال ۲: برای مثال، اگر پهنای لبه خم برابر با ۶/۳۵ میلی متر و ضخامت ورق برابر با ۰/۶ میلی متر باشد، مقدار پهنای قالب مورد نیاز برای فرنگی پیچ کردن اتصال فوق را تعیین کنید؟

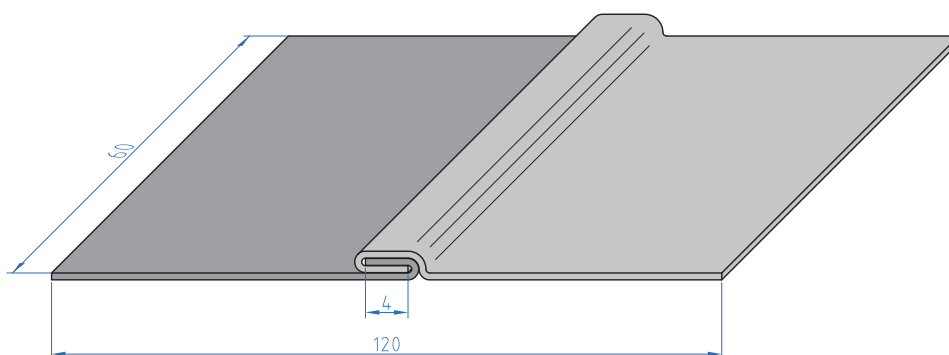
فعالیت کارگاهی

ساخت اتصال پیچک ساده

کار عملی

شرح فعالیت: مطابق نقشه شماره ۱ دو ورق را توسط اتصال پیچک ساده به یکدیگر متصل نمایید. ضخامت ورق برابر با ۰/۵ میلی متر می باشد.

نقشه شماره ۱



ابزارهای مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد نقطه جوش در جدول فهرست کنید.

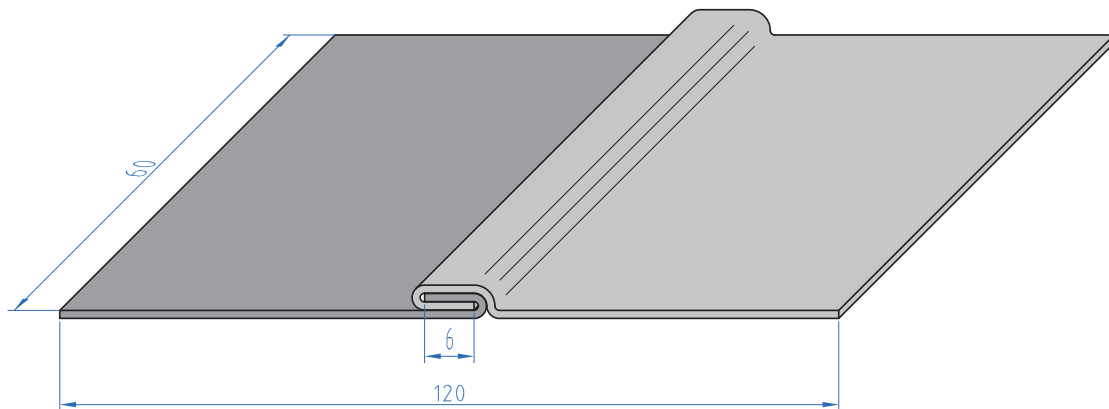
ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

ساخت اتصال پیچک ساده

کار عملی

شرح فعالیت: ابتدا محاسبات مربوط به پیچک را انجام داده و سپس نقشه گسترده را بر روی ورق پیاده نمایید، لبه‌های تعیین شده را عکس جهت یکدیگر خم نموده و بعد از آن دور یک لوله ورق را رول نمایید و اتصال پیچک را مونتاژ کنید. محصول یک لوله خواهد بود.

نقشه شماره ۲



هنگام خم کاری لبه‌های ورق، مراقب انگشت‌هایتان باشید.

نکات ایمنی

ارزشیابی تکوینی

مرحله کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نمره
آماده‌سازی	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	_____	۳
		آماده‌سازی قابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۲
		آماده‌سازی غیرقابل قبول	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	۱
شایستگی‌های غیرفنی	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	قابل قبول	توجه به همهٔ موارد	۲
ایمنی و بهداشت	دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن			
توجهات زیست‌محیطی	مدیریت مواد دورریختنی	غیرقابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش	نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمرهٔ ۲ از مرحلهٔ آماده‌سازی کسب حداقل نمرهٔ ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

حد مجاز برای یک اتصال پیچک کشویی

حد مجاز برای یک اتصال پیچک کشویی برابر است با: پهنای لبه خم - ضخامت ورق فلزی

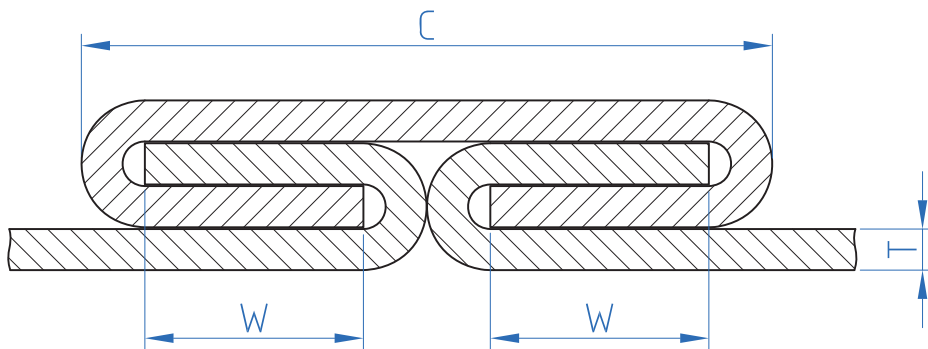
$$B_a = G - 1/5T$$

اگر این مقدار مجاز برای ضخامت ورق فلزی ساخته نشده بود، اندازه سطح کشویی فرنگی پیچ به اندازه دو ضخامت ورق فلزی افزایش می‌یافت. برای محاسبه سطح کشویی (C) فرنگی پیچ به صورت زیر محاسبه می‌شود (شکل ۱۱)؛

$$C = 2W + 4T$$

بنابراین حد مجاز کلی (T_a) برای سطح کشویی پیچک برابر است با:

$$T_a = 4W + 4T$$



شکل ۱۲- اتصال پیچک کشویی

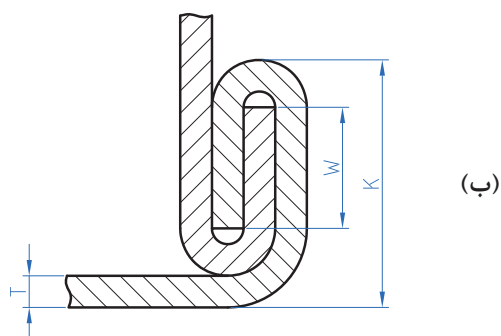
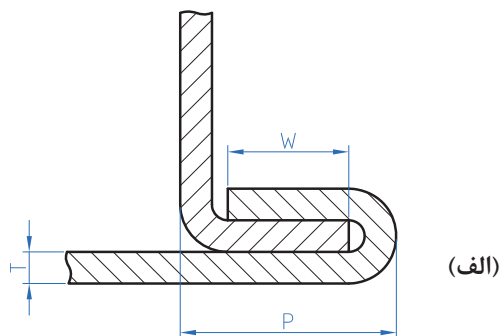
حد مجاز برای اتصالات پیچک گوشه چه مقدار است؟

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، اتصال پیچک گوشه مضاعف نوع وسعت داده شده از پیچک گوشه ساده می‌باشد. بنابراین، مقدار مجاز برای هر دوی اینها یکسان می‌باشد. همان‌طور که در شکل الف ۱۳ و ب ۱۳ نشان داده شده است، P اندازه اتصال پیچک گوشه ساده و K اندازه اتصال پیچک گوشه مضاعف می‌باشد. اندازه پیچک‌های ساده و مضاعف توسط پهنای یک لبه خم شده تعیین می‌شود. آزمایشات مقطعی نشان داد که اندازه اتصال پیچک گوشه ساده (P) برابر است با $2W + 2T$ در حالی که اندازه پیچک گوشه مضاعف (K) برابر است با $2W + 3T$.

مقدار مجاز برای ساختن این دو اتصال برابر است با:

۱ حالتی که یک لبه خم داشته باشیم: پهنای لبه خم شده

۲ حالتی که دو لبه خم داشته باشیم: دو برابر پهنای خم شده + ضخامت ورق فلزی



شکل ۱۳- پیچک گوشه ساده و مضاعف

نکته

مقدار مجاز برای اتصالات پیچک توسط پهنای لبه خم شده و ضخامت ورق فلزی کنترل می‌شود. جدول ۱ مقدار حد مجاز برای هر ۴ نوع اتصال پیچک پر کاربرد را نشان می‌دهد.

جدول ۱- حد مجاز اتصالات پیچک

نوع اتصال	مقدار مجاز
پیچک ساده	مقدار مجاز نهایی $3G =$ این حالت به دو صورت اجرا می‌شود: اضافه کردن $G/2$ به هر لبه از ورق اضافه کردن یک G به یک لبه و $2G$ به لبه دیگر از ورق
پیچک کشویی	اضافه کردن مقدار $T-W$ به هر لبه از ورق مورد اتصال مقدار مجاز نهایی برای نوار کشویی $4W+4T=$
پیچک گوشه ای	مقدار مجاز برای لبه تکی $W=$ مقدار مجاز برای لبه دویل $2W+T=$

روش اجرای پیچک و اتصال آن

قالب دستی پیچک: این ابزار ساده برای فشردن اتصال پیچک و قفل کردن لبه‌ها در یکدیگر استفاده می‌شود. جنس این قالب از فولاد ساده کربنی سخت شده می‌باشد. یک شکاف مستطیلی شکل با گوشه شعاعی در سطح کاری آن قرار دارد.

پهنای این شیار به معنای اندازه ابزار می‌باشد. قالب دستی پیچک در اندازه‌های مختلف از ۳/۲ میلی‌متر تا ۱۹ میلی‌متر وجود دارد. (شکل ۳). با توجه به شکل ۳ یک اتصال پیچک کامل پهنایی برابر با اندازه یک لبه خم شده به علاوه سه برابر ضخامت ورق فلزی خواهد داشت ضخامت نهایی آن در حدود چهار برابر ضخامت ورق فلزی خواهد بود. بنابراین، هنگامی که یک اتصال پیچک با ورق فلزی می‌سازید، دو دیدگاه ممکن وجود دارد:

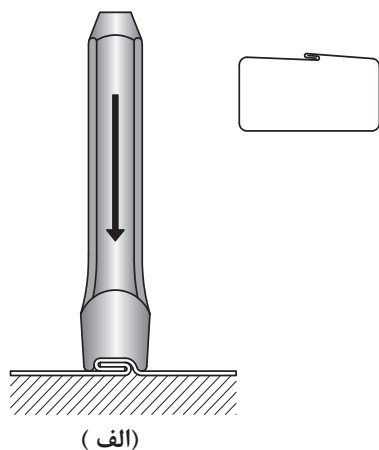
۱ تعیین پهنای دقیق از یک لبه خم و مقدار مجاز خم

۲ ایجاد قفل داخلی با یک پهنای مشخص از یک لبه خم شده، و انتخاب پیچک در اندازه مناسب برای بستن پیچک

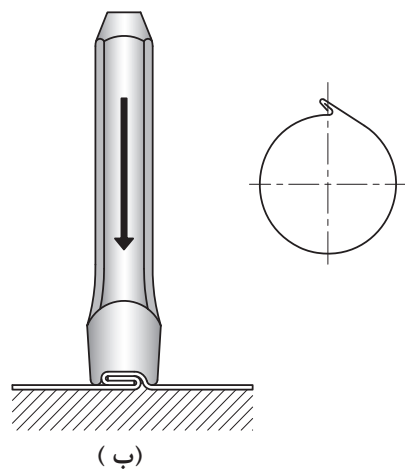
در عمل، دیدگاه دوم در ساخت پیچک در فیت کردن قالب پیچک استاندارد معمولاً به کار برده می‌شود. در یک نگاه مقطعی به پیچک نشان می‌دهد که لبه‌های فلز به طور دقیق با گوشه شعاعی شکل قالب پیچک فیت نیست. این به طور واضح تأثیر تیرانس بین مقدار مجاز پیچک و اندازه قالب پیچک را بیان می‌کند. بنابراین در مرحله ابتدایی قفل کردن و بستن اتصال پیچک مقدار درجه آزادی بیشتر بین ورق فلزی و قالب ضروری است. به طور معمول در عمل باید پهنای قالب ۱/۶ mm بزرگ‌تر از پهنای نهایی اتصال پیچک باشد. به عنوان یک قانون کلی ضخامت ورق فلزی اندازه پیچک را تعیین می‌کند. بنابراین، برای ورق فلزی نازک‌تر لبه‌های کوچک‌تری را برای اتصال فرنگی باید ساخت (جدول ۲).

جدول ۲- حداقل پهنای خم یک خم تک لبه بر اساس ضخامت

ضخامت ورق	حداقل پهنای برای یک خم تک لبه
۰/۳۱۵	۳
۰/۴	۳/۵
۰/۵	۳/۵
۰/۶	۴
۰/۸	۴
۱	۵
۱/۲۵	۶
۱/۶	۶



با توجه به شکل ۳ در عمل برای بستن لبه‌های قفل شده پیچک توسط قالب پیچک از دو روش استفاده می‌کنند: روش اول: در این روش لبه‌های اتصال (مقدار مجاز تعیین شده برای خم) خم می‌شوند و به آرامی درهم با استفاده از قالب پیچک قفل شده و بسته می‌شوند (شکل ۱۴- الف).



روش دوم: در این روش لبه‌های اتصال به صورت تقریبی در زاویه ۶۰ درجه خم می‌شوند. لبه‌هایی که به این شکل آماده می‌شوند هنگام ایجاد قفل داخلی در مصنوعات فلزی استوانه ای یک مزیت به شمار می‌روند. همان‌طور که در (شکل ۱۴- ب) نشان داده شده است.

شکل ۱۴- (الف) روش اول (ب) روش دوم

اجرای پیچک

به طور کلی ساخت اتصالات پیچک یک فرایند مشابهی دارد که این فرایند برای همه آنها به یک شکل می‌باشد. مراحل ساخت پیچک به صورت زیر می‌باشد.

- ۱ پیاده‌سازی نقشه
- ۲ برش کاری
- ۳ خم کاری
- ۴ مونتاژ اتصال
- ۵ کنترل نهایی

توجه داشته باشید که در هنگام پیاده سازی نقشه، باید ابتدا نوع پیچک مورد نیاز برای مصنوع ورق فلزی مورد نظر را تعیین کرده و سپس مقدار مجاز خم (مقدار ورق اضافی مورد نیاز برای پیچک کردن) براساس نوع فرنگی محاسبه کرده و در نهایت بر روی ورق پیاده می‌شود. در مرحله خم کاری، ورق‌ها را به وسیله خم‌کن‌های دستی و ماشینی بر اساس نقشه خم می‌کنند. در مرحله مونتاژ با استفاده از قالب تنه اتصال پیچک را درهم قفل می‌کنیم. در مرحله کنترل نهایی اتصال پیچک از لحاظ استحکام، کیفیت ظاهری و ابعاد کنترل می‌شوند.

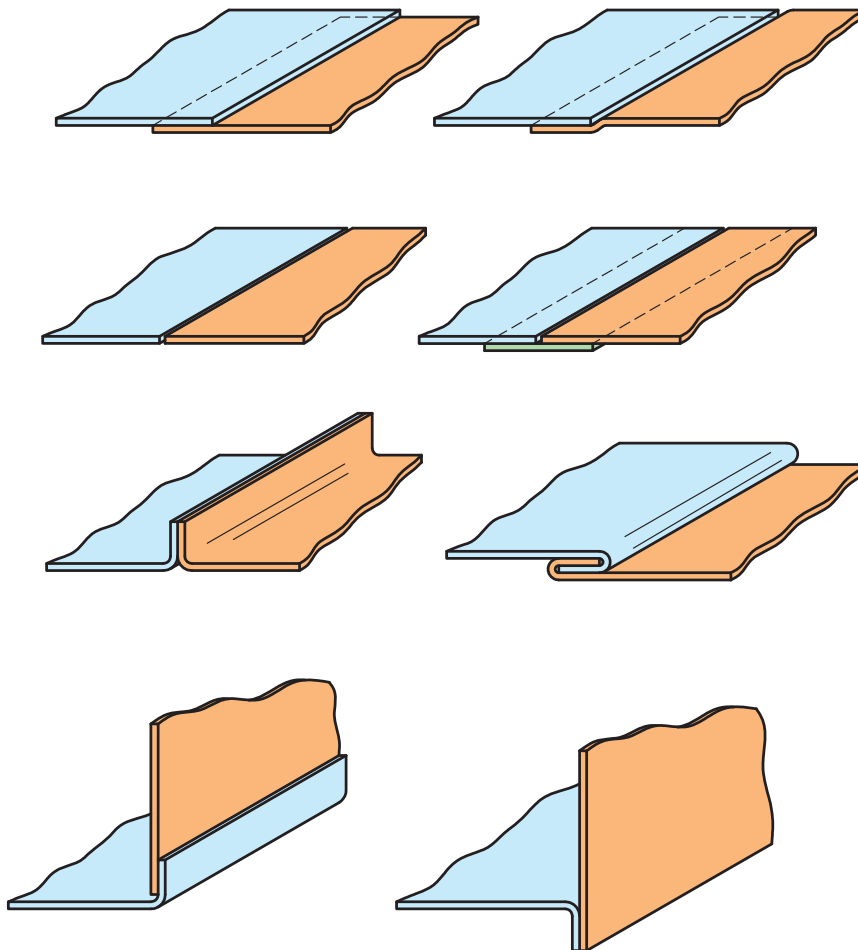
کاربرد مقایسه‌ای اتصالات پیچک

اتصالات پیچک به صورت پیچک مستقیم، پیچک گوشه و پیچک کف به کار می‌رود، در زیر جزئیات هر یک از این کاربردها بیان شده است:

پیچک مستقیم: مصنوعات مخروطی، طولی و استوانه‌ای با سطوح صاف در این دسته وجود دارند. یکی از عمومی‌ترین نوع اتصال پیچک که در این دسته قرار دارد، پیچک ساده می‌باشد. به دلیل شیوه ساخت این نوع اتصال، از ویژگی بارزی برخوردار می‌باشد. به عنوان مثال وقتی نیروی کششی به این نوع پیچک وارد می‌شود، در طول کلی آن توزیع می‌شود. پیچک ساده داخلی در جایی به کار می‌رود که هیچ زائده اضافی در روی سطح بیرونی اتصال پیچک باقی نماند. به عنوان مثال اتصال یک لوله به فلنج. اتصال پیچک کشویی با یک نوار یا کشوی فلزی برای اتصالات موقت یا دائمی به کار می‌رود که به ما نیاز دارد. به عنوان مثال کمد‌های بزرگ بایگانی اسناد.

پیچک گوشه: این نوع از اتصالات یا به صورت منحنی یا مستقیم می‌باشند که برای گوشه‌های مخزن، کانال‌های مستطیل شکل و جعبه‌ها به کار می‌رود. هنگامی که برای اتصال کانال‌های مستطیل شکل با این نوع پیچک، همیشه لبه‌ای با یک خم روی سمت صاف ساخته می‌شود. لبه با دو خم روی در قسمت گلوبی و پشت کانال در سمت منحنی وار ساخته می‌شود. اتصالاتی که برای گوشه‌ها به کار می‌روند، پیچک گوشه ساده و گوشه مضاعف می‌باشد. اتصال گوشه مضاعف مستحکم‌ترین اتصال در بین اتصالات پیچک می‌باشد. **پیچک کف:** این نوع اتصالات برای اتصال کف مصنوعات فلزی به کار می‌رود. به عنوان مثال در ساخت درپوش مخزن استفاده می‌شود. پیچک‌هایی که در نوع کاربردها استفاده می‌شوند، پیچک گوشه ساده و گوشه مضاعف می‌باشند. شکل ۱۵ برخی از مثال‌های کاربردی اتصالات پیچک را نشان می‌دهد.

آب‌بندی کردن: اتصالات پیچک به طور گسترده در تولید محفظه‌های نگهداری مواد غذایی و مایعات به کار می‌رود. برای کاربردهای ذکر شده بسیار ضروری است که درزهای اتصال آب‌بندی شوند. برای محفظه‌های حمل مایعات در داخل محفظه‌های پلاستیک قرار می‌دهند و درزهای اتصال را با روش لحیم کاری نرم آب‌بندی می‌کنند. اما برای کاربردهای غیر شرب (فقط حمل مواد غذایی) درزهای اتصال لحیم می‌شود.



شکل ۱۵- کاربرد اتصالات پیچک

فعالیت کارگاهی

ساخت پیچک گوشه مضاعف

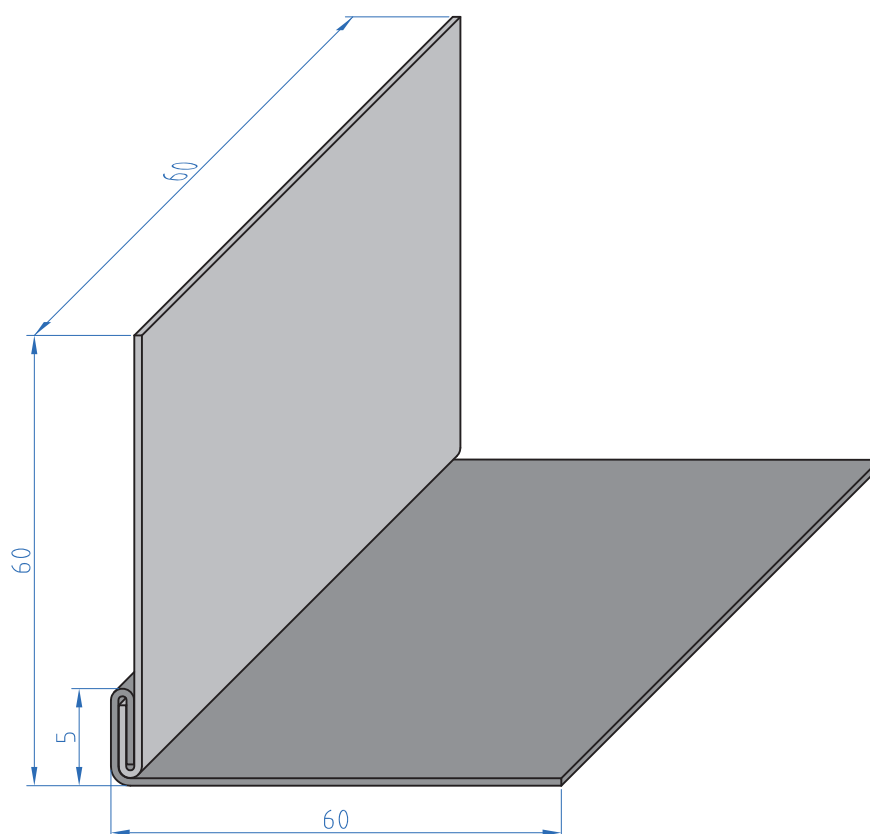
کار عملی

شرح فعالیت: با توجه به نقشه شماره ۴، محاسبات پیچک را انجام داده و گسترده ورق را پیاده‌سازی نمایید و ورق‌های مورد نظر را خم کاری کنید. توصیه می‌شود هنگام تا زدن یک ورق داخل خم قرار دهید تا از له شدن کشو و خم‌ها جلوگیری شود.

ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد نقطه جوش در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

نقشه شماره ۴



ارزشیابی تکوینی

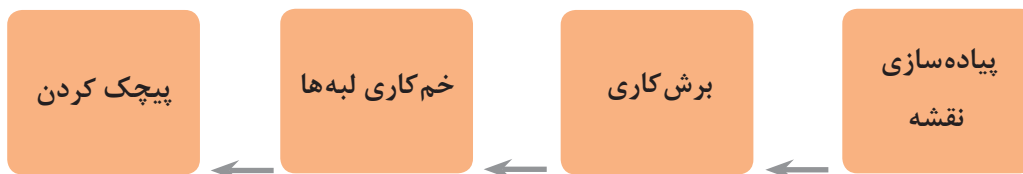
نمره	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	مراحل کار
۳	_____	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق کاری مواد: ورق فولادی ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	آماده‌سازی
۲	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی قابل قبول		
۱	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی قابل قبول		
۲	توجه به همه موارد	قابل قبول	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	شایستگی‌های غیرفنی
			دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن	ایمنی و بهداشت
۱	توجه به ایمنی و بهداشت	غیرقابل قبول	مدیریت مواد دورریختنی	توجهات زیست‌محیطی
			نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری	نگرش
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

ارزشیابی پایانی

اتصال ورق با پیچک

کار عملی

شرح فعالیت : ورق فولادی براساس نقشه‌های شماره ۸ انتخاب کنید، سپس مراحل زیر را با دقت انجام دهید؛



ابزار مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای اتصال دو ورق با پیچک در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

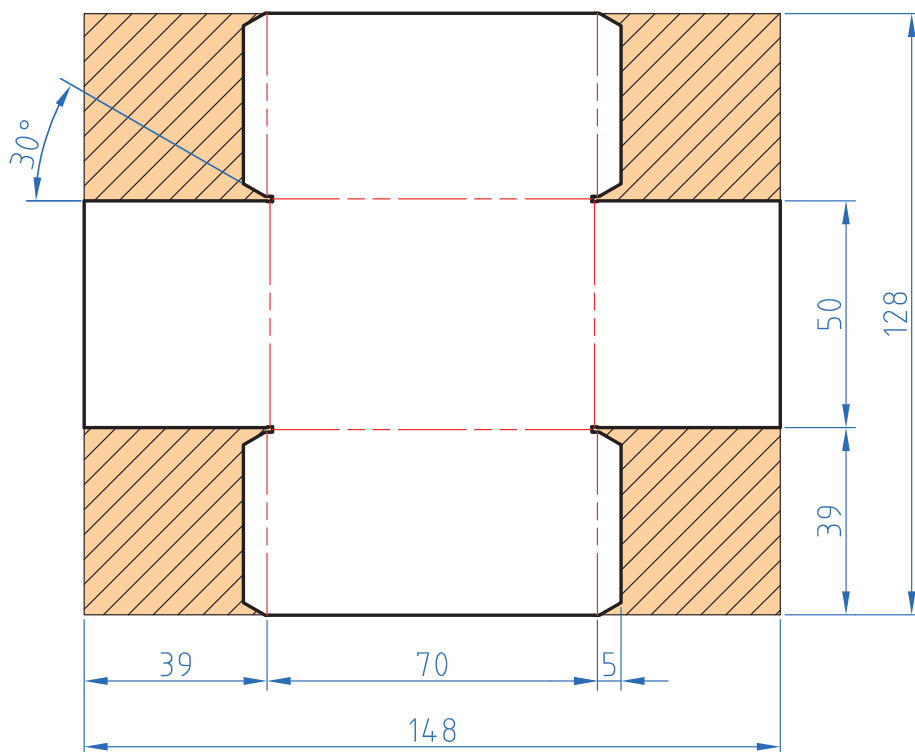
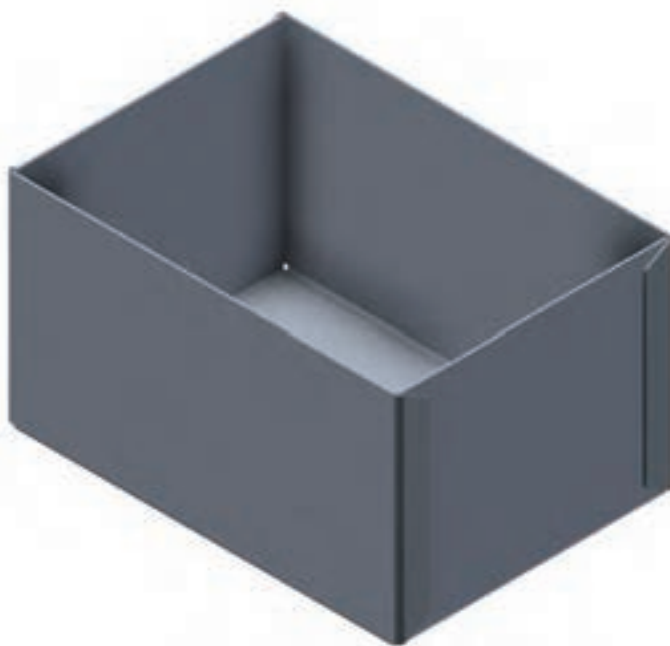
در حین پلیسه‌گیری مراقب لبه‌های تیز ورق باشید، از دستکش چرمی برای پلیسه‌گیری و صافکاری استفاده نمایید.

نکات ایمنی

شاخص‌های ارزیابی

- انتقال دقیق مقدار حد مجاز خم بر اساس نقشه پیچک
- انتقال صحیح ابعاد و اندازه‌ها از نقشه بر روی ورق
- برش فاق‌ها بر اساس نقشه
- خم کاری لبه‌ها بر اساس نقشه
- قفل شدن لبه‌ها در هم - ایجاد اتصال با استحکام خوب

نقشه شماره ۶





فصل ۵

لحیم کاری



روش‌های اتصال مواد بسیار متنوع هستند، که هریک از آنها کاربرد خاصی دارند. لحیم کاری یک روش اتصال دائم می‌باشد که برای اتصال بسیاری از مواد مانند فلز، سرامیک و کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. در لحیم کاری از یک ماده واسطه که به عنوان پرکننده معروف است، برای اتصال دو قطعه استفاده می‌شود. این پرکننده‌ها به صورت فویل و فیلر می‌باشند که بسته به نوع کاربرد استفاده می‌شوند. امروزه از لحیم کاری در صنایع پیشرفته برای اتصال مواد غیر هم جنس همانند فلز به سرامیک به طور گسترده استفاده می‌شود.

آیا تا
به حال پی
برده‌اید

برای آب‌بندی قوطی‌های کنسرو از چه روشی استفاده می‌کنند؟
مدارهای الکترونیکی را چگونه به بوردهای فلزی متصل می‌کنند؟
لحیم کاری با جوش کاری چه تفاوتی دارد؟
ویژگی‌های لحیم نرم چیست؟
ترشوندگی مذاب روی سطح جامد چه تأثیری در اتصال دارد؟

هدف از این واحد شایستگی، فراگیری روش‌های آماده‌سازی و تمیزکاری ورق قبل از لحیم کاری، تجهیزات لحیم کاری، منابع حرارتی لحیم، انواع طرح اتصال لحیم، لحیم‌پذیری و روش‌های لحیم کاری نرم می‌باشد. لحیم کاری نرم یکی از روش‌های لحیم کاری است که همانند چسب از یک ماده واسطه (آلیاژ لحیم) برای اتصال دو فلز استفاده می‌کند. این ماده واسطه در دمای کمتر از دمای ذوب دو فلز، ذوب می‌شود و پس از سرد شدن باعث چسبیدن و اتصال دو فلز می‌شود. البته این مقدار چسبیدن به خواص فلز پایه (فلز مورد اتصال) و آلیاژ لحیم بستگی دارد.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری و کسب شایستگی لحیم کاری نرم، هنرجویان قادر به آماده‌سازی ورق و تجهیزات لحیم کار و اتصال مصنوعات فلزی خواهند بود.

تفاوت بین لحیم کاری و جوش کاری چیست؟

به شکل ۱ نگاه کنید، شکل سمت راست دو فلز را نشان می دهد که با روش جوش کاری به یکدیگر متصل شده اند، و شکل سمت چپ اتصال دو فلز را با لحیم کاری نشان می دهد. چه تفاوتی بین این دو روش اتصال وجود دارد؟



ب - لحیم کاری دو قطعه مسی



الف - جوش کاری دو قطعه فولادی

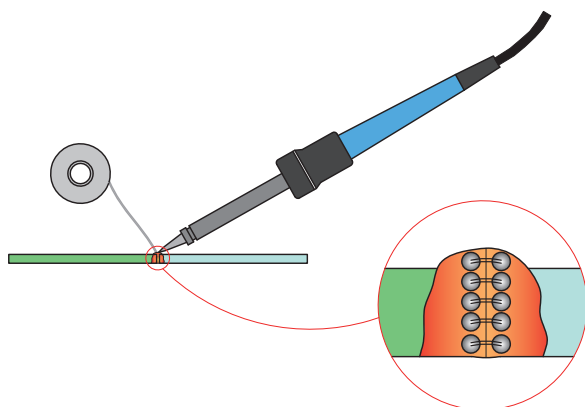
شکل ۱- اتصال دو فلز با روش لحیم کاری و جوش کاری

تفاوت لحیم کاری سخت و نرم

تفاوت بین لحیم کاری نرم و سخت در جدول زیر آمده است.

لحیم کاری سخت	لحیم کاری نرم
آلیاژهای فلزی با دمای ذوب بالاتر از ۴۵۰ درجه سانتی گراد	آلیاژهای فلزی با دمای ذوب پایین تر از ۴۵۰ درجه سانتی گراد
استحکام و پایداری اتصال بالا	استحکام و پایداری اتصال پایین
دما و فشار بالای لحیم کاری روی اتصال تأثیر نمی گذارد	دما و فشار بالای لحیم کاری روی اتصال تأثیر می گذارد
تجهیزات گران قیمت	تجهیزات ارزان قیمت

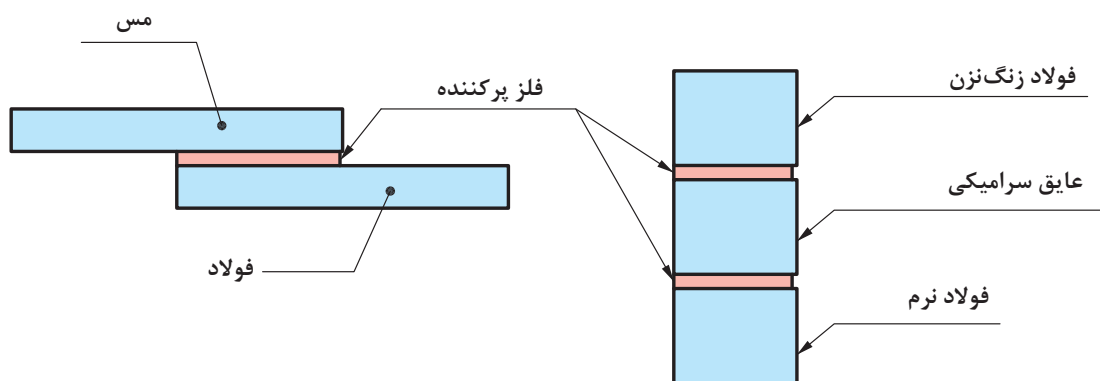
لحیم کاری نرم یک روش اتصال دائم است



روشی است که دو یا چند فلز توسط ذوب یک فلز یا آلیاژ واسطه، اتصال بین آنها برقرار می‌شود. شکل روبه‌رو شماتیکی از روش اتصال لحیم کاری نرم را نشان می‌دهد. این روش برای اتصال ورق‌های فلزی به خصوص ورق‌های مسی کاربرد فراوان دارد.

شکل ۲- شماتیک فرایند لحیم کاری نرم

پس از برقراری اتصال، یک فصل مشترک نازک بین قطعات شکل می‌گیرد که از جنس ماده واسطه می‌باشد. خواص این لایه شبیه خواص همان ماده واسطه است. نکته قابل توجه در لحیم کاری در مقابل جوش کاری، این است که فلز پایه ذوب نمی‌شود. با توجه به این مزیت از لحیم کاری می‌توان در چه کاربردهای دیگر استفاده کرد؟



شکل ۳- قطعات لحیم کاری شده

تجهیزات لحیم کاری

برای ایجاد یک اتصال خوب و با کیفیت در روش لحیم کاری، آماده‌سازی تجهیزات و مواد بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تجهیزات و مواد مصرفی برای لحیم کاری نرم به طور کلی در شکل نشان داده شده است.

- ۱- هویه لحیم کاری ۲- گوه لحیم کاری ۳- منبع حرارتی ۴- سیم لحیم کاری ۵- محفظه تمیز کننده هویه
- ۶- روانساز



شکل ۴- تجهیزات و مواد مصرفی لحیم کاری نرم

آلیاژهای لحیم نرم

به مخلوط چند عنصر که حداقل یکی از آنها فلز باشد و مخلوط حاصل خواص فلزی داشته باشد، آلیاژ گویند. به جدول ۱ نگاه کنید و بگویید کدام یک از آنها آلیاژ می باشند.

سؤال

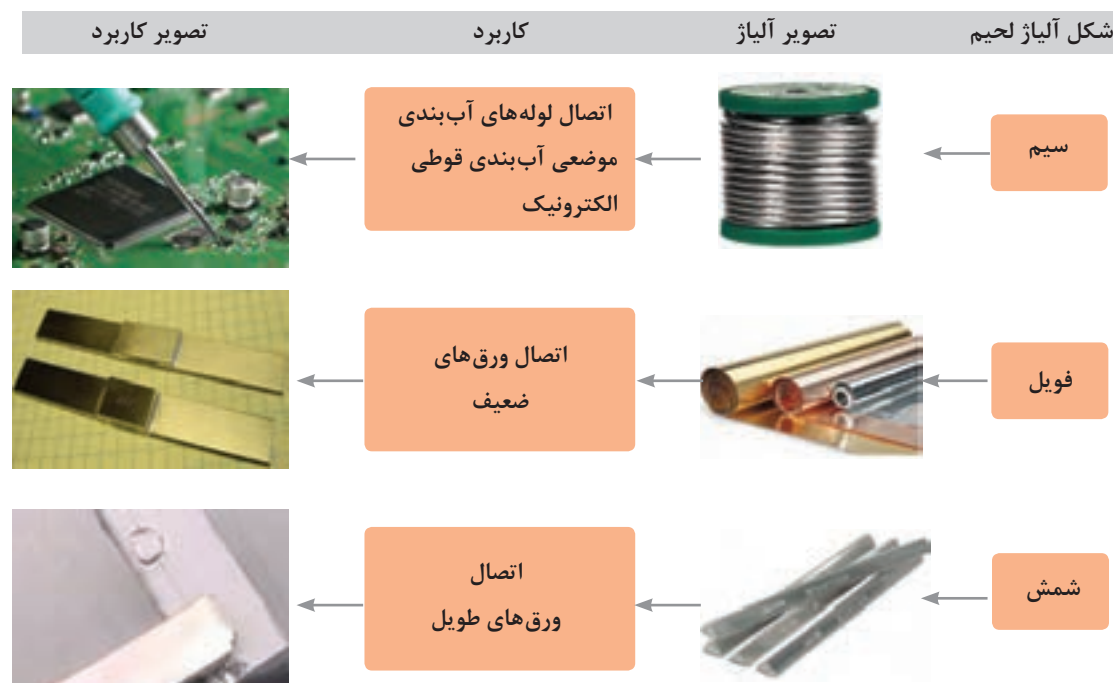
جدول ۱- مقایسه آلیاژها و غیر آلیاژها

ردیف	ماده	اجزا		آلیاژ است	آلیاژ نیست	تصویر
		اصلی	اضافه شده			
۱	فولاد	آهن	کربن	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
۲	زنگ آهن	آهن	اکسیژن	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
۳	برنج	مس	روی	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
۴	لحیم	قلع	سرب	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

به نظر شما استفاده از عبارت آلیاژ لحیم برای مواد پر کننده در لحیم کاری که معمولاً از سرب و قلع تشکیل شده اند عبارت مناسبی است یا خیر؟

دسته‌بندی آلیاژ لحیم از لحاظ شکل

آلیاژ لحیم در اشکال مختلف در بازار موجود است که در شکل زیر مشخصات و کاربرد آنها مشخص شده است.



۵- شکل‌های مختلف ماده لحیم

ویژگی‌های آلیاژ لحیم نرم

آلیاژ لحیم مناسب باید علاوه بر نقطه ذوب پایین دارای خاصیت ترکندگی و موینگی مناسب باشد تا بتواند درز اتصال را به راحتی پر نماید و دو ورق را به راحتی به هم بچسباند. در جدول ۲ برخی از این خصوصیات آورده شده‌اند.

جدول ۲- ویژگی‌های آلیاژ لحیم نرم

خصوصیات آلیاژ لحیم	شرایط مورد نیاز جهت تأمین	توضیحات
ترکندگی زیاد	چگالی بالای ماده لحیم	سبب باقی ماندن مذاب بر روی سطح ماده می‌گردد
	ظرفیت حرارتی بالا	سبب دیر سرد شدن مذاب لحیم می‌شود
موینگی قوی	عدم میل شیمیایی با ورق	در سطح اتصال اتم‌های مذاب لحیم و ورق با هم واکنش نداده و حرکت مذاب امکان‌پذیر می‌شود
	نقطه ذوب پایین	سطح ورق ذوب نمی‌شود و صافی سطح از بین نمی‌رود و مذاب لحیم می‌تواند بر روی سطح حرکت کند
سیالیت بالا	نقطه ذوب پایین	با گرم کردن، آلیاژ لحیم به راحتی ذوب شده و به سهولت حرکت می‌نماید

نام گذاری آلیاژ لحیم

نام گذاری آلیاژهای لحیم بر اساس مقدار دو عنصر قلع و سرب در آن بوده و به صورت زیر می باشد:

$$\begin{matrix} XX & XX \\ \text{درصد سرب} & \text{درصد قلع} \end{matrix}$$

به عنوان مثال آلیاژ ۷۰/۳۰ آلیاژی است که ۷۰ درصد وزنی قلع و ۳۰ درصد وزنی سرب دارد. در جدول ۳ برخی از آلیاژها نشان داده شده است.

جدول ۳- ویژگی های آلیاژ لحیم نرم

آلیاژ	کد محصول	حد اکثر نقطه ذوب	کاربرد
۷۰/۴۰	۷۰	۱۹۲	اتصال قطعات الکترونیکی
۶۰/۴۰	۶۰	۱۹۰	
۵۰/۵۰	۵۰	۲۱۷	اتصال ورق
۴۰/۶۰	۴۰	۲۳۵	اتصال لوله های مسی
۳۰/۷۰	۳۰	۲۵۵	مناسب برای لحیم کاری با مشعل رادپاتورها، تأسیسات و لوله های مسی

انواع روان ساز (Flux)



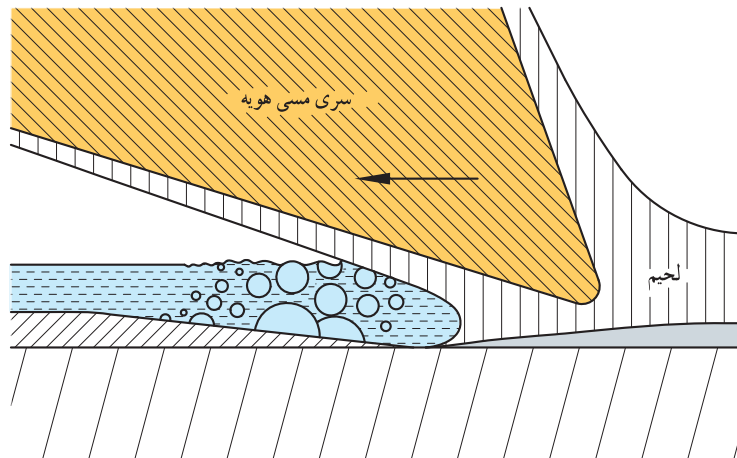
شکل ۶- تنه کار (فلاکس)

تنه کار ماده ای شیمیایی است که با هدف تمیزکاری سطوح و کمک به ایجاد اتصالی سالم و کامل استفاده می شود. تنه کارها معمولاً به صورت های خمیری و مایع موجودند در صورتی که فلاکس به صورت خمیری باشد معمولاً ماده لحیم را به آن آغشته می کنند ولی فلاکس مایع توسط قلم مو و بر روی سطح اتصال مالیده می شود (شکل ۶).

تنه کارها با اهداف مختلفی در لحیم کاری استفاده می شوند که برخی از آنها عبارتند از: تمیزکاری سطح قبل از لحیم کاری

مراقبت از سطوح داغ شده (هویه و لبه های اتصال) از زنگ زدگی کمک به سیلان بهتر لحیم در درز اتصال (بهبود خاصیت تر شوندگی) فلاکس مناسب دارای خصوصیات زیر می باشد:

- ۱- هنگام لحیم کاری به صورت مایع باقی مانده و همه سطح را پوشش دهد.
- ۲- زنگ زدگی و چربی را حل کند.
- ۳- به راحتی توسط مذاب لحیم بخار شده و مذاب لحیم جایگزین آن شود (شکل ۷).



شکل ۷- نمایی از پوش فلاکس و تبخیر آن در هنگام لحیم کاری

در جدول ۴ به انواع تنه کار و کاربرد آنها اشاره شده است.

جدول ۴- انواع تنه کار

ردیف	نوع تنه کار	وظیفه	مزایا	معایب	کاربرد
۱	غیر فعال	حفاظت سطح اتصال از اکسید شدن	بقایای آن بعد از لحیم کاری سبب زنگ زدگی قطعه نمی شود	سطح قطعه قبل از لحیم کاری باید توسط سنباده یا مواد شیمیایی تمیز شود	اتصالات الکتریکی
۲	فعال	حفاظت سطح اتصال از اکسید شدن انحلال و حذف آلودگی ها	نیازی به تمیز کاری قبل از لحیم کاری ندارد	بقایای آن بعد از لحیم کاری می تواند سبب زنگ زدگی قطعه شود و باید پس از لحیم کاری سریعاً تمیز شوند	اتصال ورق های فلزی

لحیم پذیری^۱ چهار طلق پلاستیکی صاف به ابعاد دلخواه ببرید. دو عدد از این طلق ها را با کمک چسب مایع بپوشانید. سطح دو طلق باقی مانده را با استفاده از یک ماده چرب نظیر روغن، کرم و ... کاملاً بپوشانید و سپس آنها را با کمک چسب به هم بچسبانید.

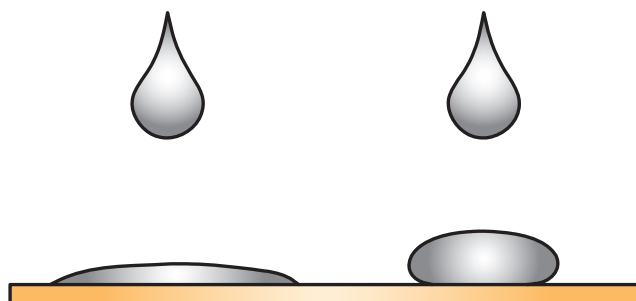
سؤال: در کدام حالت اتصال ایجاد شده مقاوم تر است؟

برای صرفه جویی می توانید از ظروف مستعمل و دور ریز استفاده نمایید. در این صورت سطح طلق های بریده شده را کاملاً شسته و خشک نمایید تا چرب و آلوده نباشند.
همان گونه که ملاحظه کردید: قابلیت چسبیدن ورق ها با تغییر شرایط سطحی تغییر می کند (برخی چسب پذیری بهتر و برخی دیگر چسب پذیری ضعیف تری دارند).
به سهولت اتصال سطوح فلزی توسط عملیات لحیم کاری را لحیم پذیری گویند.
لحیم پذیری به عوامل مختلفی وابسته است که عبارتند از:

- ۱- لقی^۱ بین سطوح لحیم
- ۲- تر شوندگی^۲ سطوح توسط ماده لحیم
- ۳- خاصیت موینگی^۳ ماده لحیم بر روی سطح
- ۴- که در ادامه هر یک از این عوامل توضیح داده شده اند.

خاصیت تر کنندگی

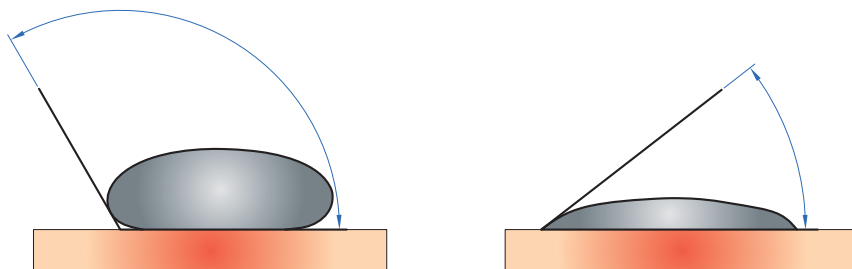
به شکل زیر نگاه کنید، در کدام حالت قطره مذاب سطح جامد را بیشتر تر کرده است؟



شکل ۸- قابلیت ترشوندگی کننده مایع بر روی سطح جامد

به قابلیت چسبیدن مولکول های مایع بر روی سطح جامد، خاصیت تر کنندگی می گویند. این خاصیت در لحیم کاری از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می باشد. هر چه مقدار تر کنندگی آلیاژ لحیم بیشتر باشد، اتصال مستحکم تر خواهد شد.

در شکل ۹ نحوه قرارگیری قطره آب بر روی سطوح ورق های مثال قبل نشان داده شده است. به زاویه بین قطره و سطح ورق، زاویه ترشوندگی گویند. به نظر شما ارتباط بین زاویه ترشوندگی و قابلیت ترشوندگی چیست؟



شکل ۹- ترشوندگی در شرایط مختلف

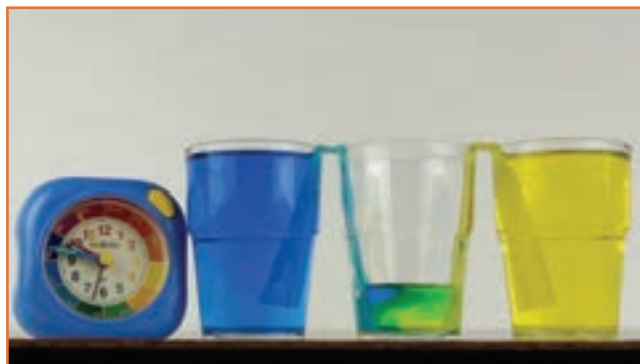
۱ - Clearancy

۲ - Wetting

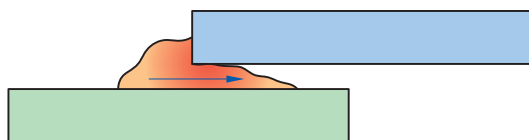
۳ - Capillary Action

خاصیت موینگی

دو تکه پارچه سفید رنگ را به طول دلخواه (حداقل طول پارچه ۳۰ سانتی متر باشد) تهیه کنید، همانند شکل ۱۰ یک سر پارچه‌ها را در لیوان‌های آب رنگ قرار دهید. سر دیگر پارچه را در لیوانی خالی قرار دهید. با گذشت زمان اتفاق رخ داده شده را یادداشت نمایید. علت این امر را چه می‌دانید؟



شکل ۱۰- خاصیت موینگی در پارچه



شکل ۱۱- نفوذ مذاب لحیم در درون درز اتصال

به خاصیت نفوذ مداوم و آرام یک سیال بر روی سطح یا درون یک جسم جامد را موینگی گویند. در عملیات لحیم‌کاری، لحیم مذاب دو وظیفه به عهده داشت:

الف) نفوذ در درون درز اتصال (شکل ۱۱)

ب) چسبیدن مذاب لحیم به سطح ورق (شکل ۱۲)



شکل ۱۲- چسبیدن مذاب لحیم به سطح ورق

به نظر شما به خاصیت الف و ب چه می‌گویند؟

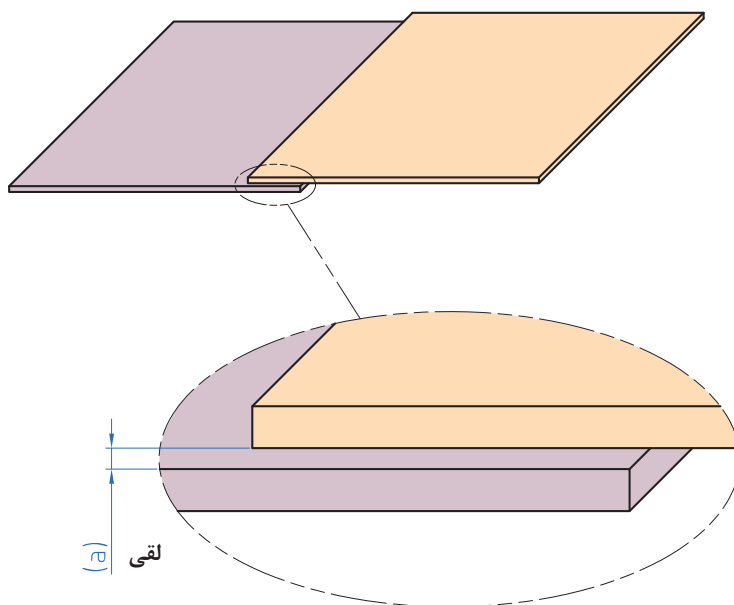
لقی

به فضای خالی موجود بین دو سطح کنار هم در طرح اتصال لقی گفته می‌شود (شکل ۱۳). در صورتی که مقدار لقی بیش از ۰/۵ میلی متر باشد، خاصیت موینگی حذف خواهد شد و نفوذ آلیاژ لحیم به سختی انجام خواهد گرفت.

هر اندازه لقی کمتر باشد، استحکام اتصال بهتر خواهد بود. به نظر شما علت این مسئله چیست؟ در جدول ۵ لقی مورد نیاز در قطعات مختلف آورده شده است.

جدول ۵- لقی مورد نیاز برای لحیم

ردیف	نوع ورق	لقی (μm)
۱	روغنی	کمتر از ۷۵
۲	سیاه	کمتر از ۷۵
۳	قلع اندود	کمتر از ۲۵



شکل ۱۳- لقی در لحیم کاری

منابع حرارتی هویه

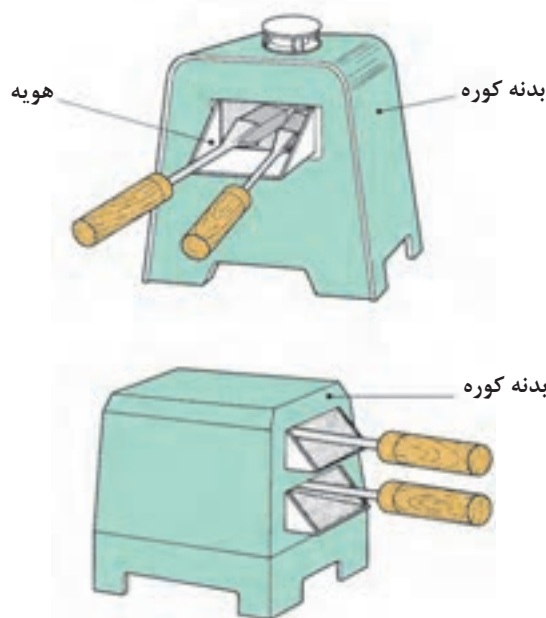
شکل ۱۴ یک نمونه هویه را نشان می دهد. هویه ها معمولاً از جنس آهن یا مس ساخته می شوند. روش های گوناگونی برای گرم کردن هویه وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از:



شکل ۱۴- هویه

منبع حرارتی کوره‌ای

این روش از قدیمی‌ترین روش‌های گرم کردن هویه می‌باشد. به این روش، لحیم‌کاری با منبع غیر دائمی می‌گویند (شکل ۱۵). به نظر شما علت این نام‌گذاری چیست؟ و چه مزایا و معایبی دارد؟



شکل ۱۵- کوره

منبع گازی

در این روش هویه را با کمک یک مشعل گازی گرم می‌کنند. به این روش، لحیم‌کاری با منبع دائمی گفته می‌شود (شکل ۱۶). به نظر شما علت این نام‌گذاری چیست؟ و چه مزایا و معایبی دارد؟



شکل ۱۶- اجزای هویه مشعلی

منبع الکتریکی

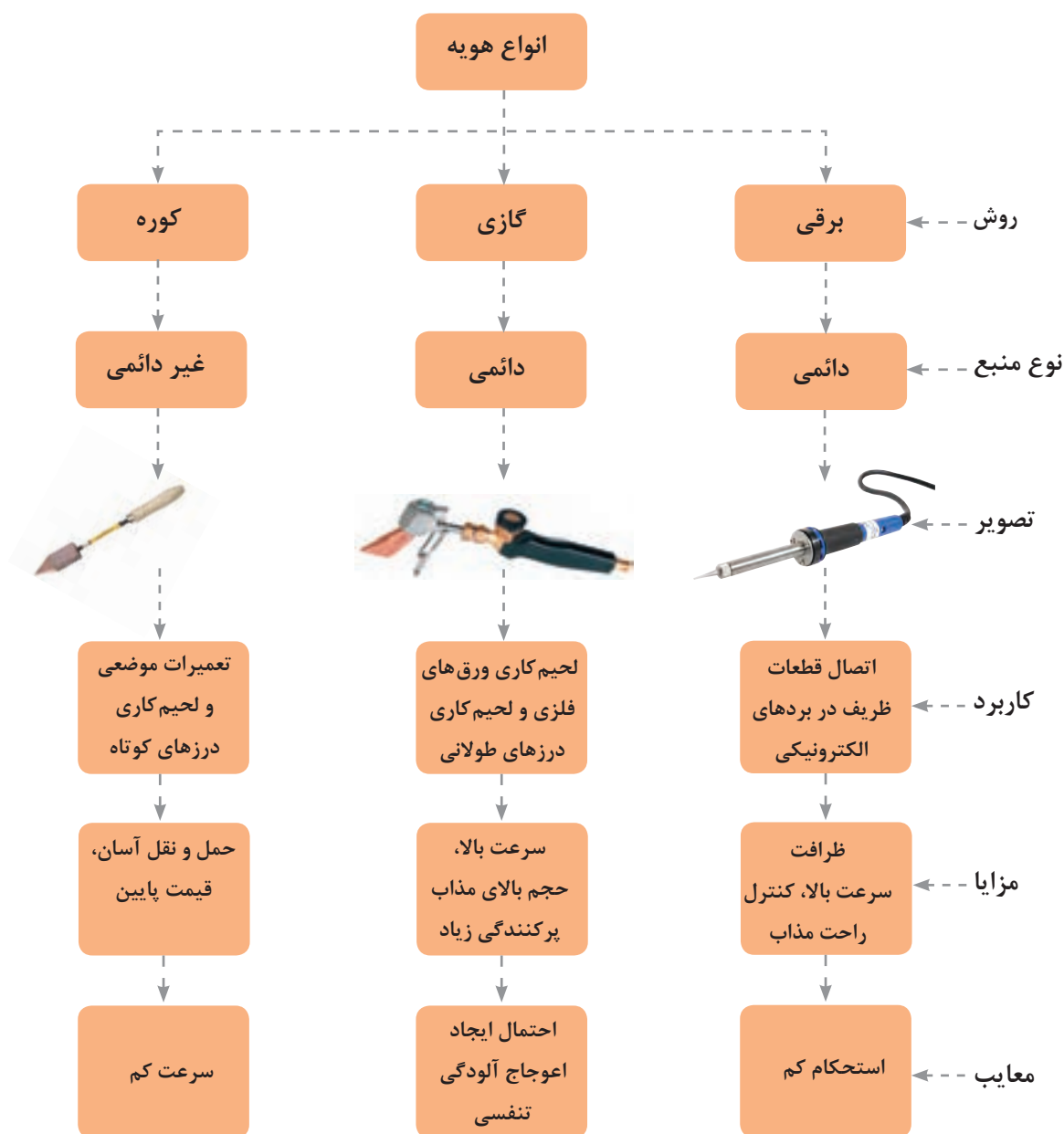
در این روش به کمک المنت برقی که درون هویه تعبیه شده است هویه را گرم می‌کنند (شکل ۱۷). به نظر شما این روش لحیم‌کاری با استفاده از منبع دائمی است یا غیر دائمی؟ و چه مزایا و معایبی دارد؟



شکل ۱۷- منبع الکتریکی (هویه)

مقایسه روش های لحیم کاری با هویه

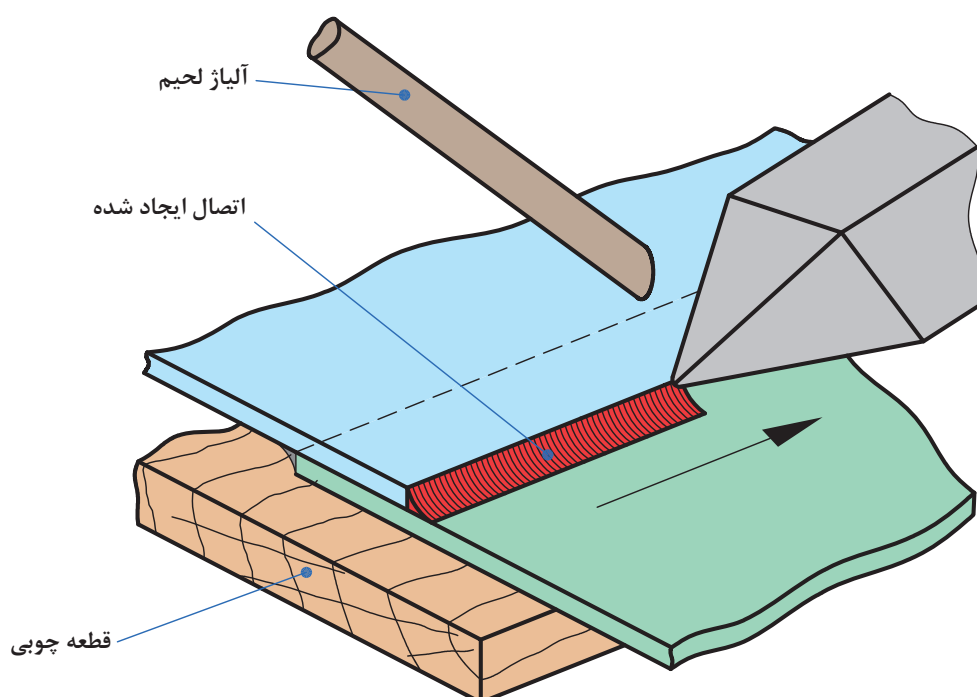
شکل ۱۸ انواع روش های لحیم کاری با کمک هویه را نشان می دهد. با توجه به شکل می توانید مقایسه ای بین روش های مختلف داشته باشید.



شکل ۱۸- انواع روش های لحیم کاری با هویه

لحیم کاری با هویه

لحیم کاری به روش هویه قدیمی ترین روش لحیم کاری است. اتصال بسیاری از جواهرآلات و ظروف که در زمره آثار باستانی محسوب می شوند به کمک این روش انجام شده است. در این روش ذوب ماده لحیم توسط فلز داغ انجام می شود. به این قطعه فلزی هویه می گویند. همان طور که در شکل ۱۹ ملاحظه می شود هویه علاوه بر تأمین حرارت می تواند به حرکت مذاب در سرتاسر اتصال و نفوذ آن به درون درز اتصال کمک نماید.


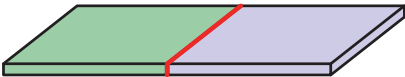
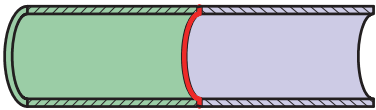
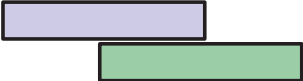
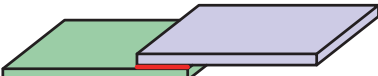
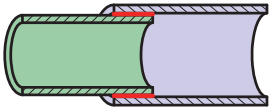
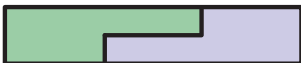
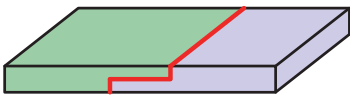
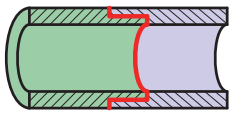


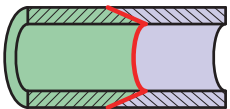

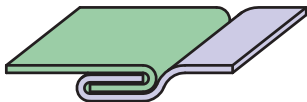
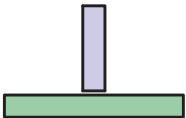
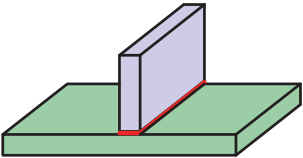


شکل ۱۹- روش کم کاری با هویه

انواع طرح اتصال

همانند چسب کاری برای اتصال فلزات به کمک لحیم کاری، نیاز به ایجاد یک طرح اتصال قبل از انجام لحیم کاری می باشد. انتخاب طرح اتصال به گونه ای باید باشد که علاوه بر شکل مناسب چسبندگی و مقاومت مناسب نیز به همراه داشته باشد. در جدول ۶ برخی از طرح های اتصال رایج در لحیم کاری آورده شده است.

جدول ۶- انواع طرح اتصال در لحیم کاری

ردیف	نام طرح اتصال	نمای اتصال	تصویر شماتیک
۱	لب به لب ^۱		
			
۲	لب روی هم ^۲		
			
۳	لب روی هم سر به سر ^۳		
			
۴	سر به سر مورب ^۴		
			
۵	فرنگی پیچ ^۵		
۶	سه پری		

۱- butt joint ۲- Lap joint ۳- butt-lap joint ۴- scarf joint ۵- lack seam joint

روش اجرای لحیم کاری نرم

برای اجرای یک لحیم کاری موفق مراحل زیر را به دقت اجرا کنید.

۱ آماده سازی: جدولی مطابق با جدول ۷ آماده کنید و همواره قبل از کار از بابت موجودی لوازم مورد نیاز اطمینان حاصل نمایید. این جدول را با کمک هنرآموز محترم خود تکمیل نمایید.

جدول ۷- چک لیست تجهیزات موجود

ردیف	روش	تجهیزات		
۱	مشعل گازی	۱-۱	۴-۱	۷-۱
		۲-۱	۵-۱	۸-۱
		۳-۱	۶-۱	۹-۱
۲	هویه برقی	۱-۲	۴-۲	۷-۲
		۲-۲	۵-۲	۸-۲
		۳-۲	۶-۲	۹-۲
۳	هویه گازی	۱-۳	۴-۳	۷-۳
		۲-۳	۵-۳	۸-۳
		۳-۳	۶-۳	۹-۳
۴	هویه کوره ای	۱-۴	۴-۴	۷-۴
		۲-۴	۵-۴	۸-۴
		۳-۴	۶-۴	۹-۴

۲ تمیز کاری سطح اتصال: سطح اتصال را بازبینی نمایید، اگر سطح چرب یا زنگ زده باشد باید با استفاده از یک فلاکس فعال سطح را آغشته نمایید. در غیر این صورت با کمک سنباده زنگ زدگی و با کمک پارچه آغشته به الکل، چربی ها را بزداييد.

۳ کنترل تمیزی نوک هویه: نوک هویه را با چشم کنترل کنید. اگر اثری از آلودگی (زنگ زدگی، چربی و ...) ملاحظه شد، با مالیدن نوک هویه درون فلاکس فعال و یا کشیدن پارچه آغشته به فلاکس مایع عمل تمیزکاری را انجام دهید.



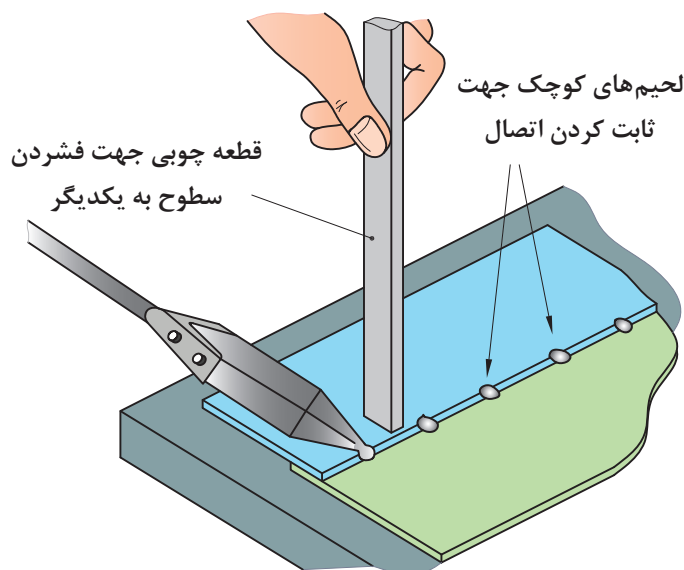
الف - تمیزکاری هویه

الف - هویه آلوده

شکل ۲۰

۴ گرم کردن هویه: برای اطمینان از گرمایش کافی هویه، نوک آن را به آلیاژ لحیم بچسبانید. در صورت تولید قطرات مذاب، دمای هویه مناسب است. در صورتی که لحیم مذاب دود کند و تیره رنگ شود دما بیش از اندازه است و باید هویه کمی خنک شود.

۵ مونتاژ قطعات: در اتصال ورق‌ها برای ثابت نگه داشتن لبه‌های اتصال باید قبل از لحیم کاری فواصل مناسبی از قطعه را با ریختن اندکی مذاب لحیم به یکدیگر اتصال داد تا در هنگام اجرای لحیم کاری محکم در جای خود بماند (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- ثابت کردن اتصال با استفاده از لحیم

۶ ذوب و جاری کردن آلیاژ لحیم: شکل ۲۲ نمایی از پرکردن درز اتصال توسط مذاب لحیم را نشان می‌دهد.



شکل ۲۲ - پرکردن درز اتصال به وسیله مذاب لحیم

۷ تمیز کاری پس از لحیم کاری: پس از انجام لحیم کاری باید اطمینان حاصل کنید که اثری از فلاکس بر روی سطح اتصال باقی نمانده باشد در غیر این صورت با پارچه تمیز سطح لحیم را تمیز کنید.

۸ کنترل نهایی: پس از تمیز کاری، سطح لحیم را به دقت بازرسی کنید تا از پوشش یکنواخت ماده لحیم اطمینان حاصل شود تا در صورت نیاز جهت ترمیم نقاط معیوب اقدام شود.



شکل ۲۳

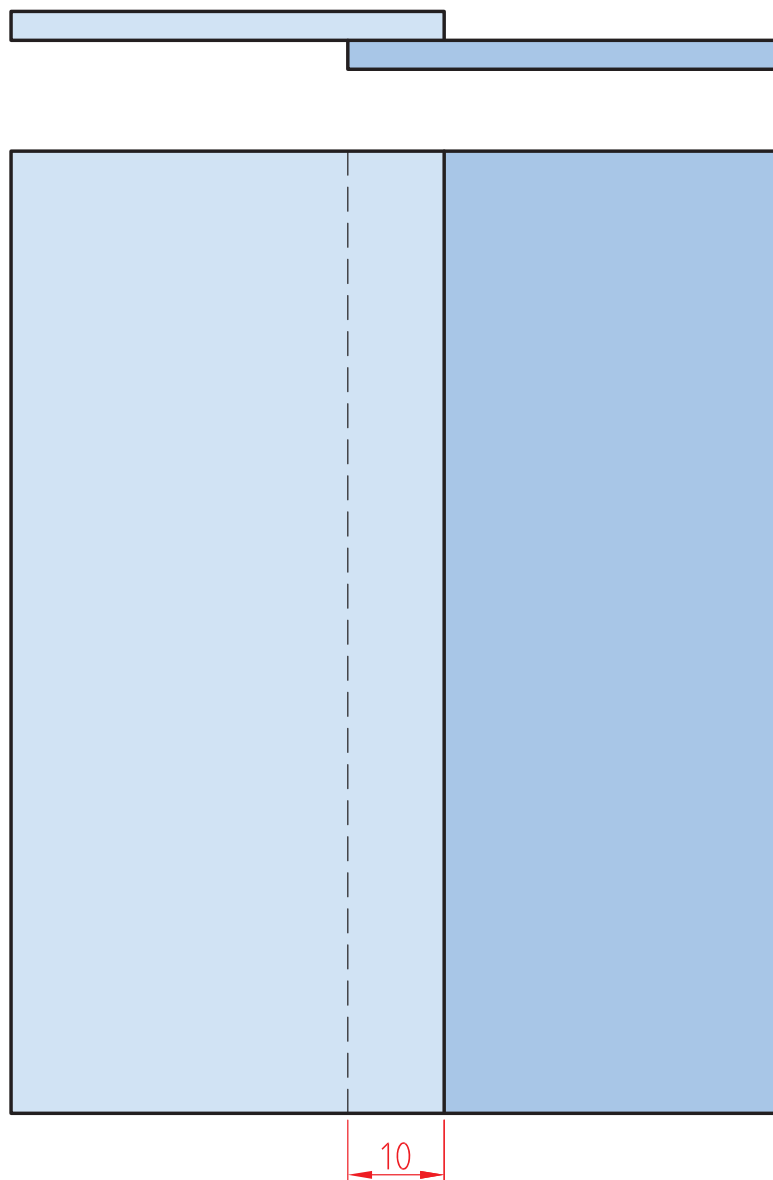
فعالیت کارگاهی

کار عملی ۱

لحیم کاری اتصال لب روی هم

شرح فعالیت: دو قطعه ورق گالوانیزه یا روغنی با ابعاد $۱۲۰ \times ۵۰ \times ۰/۵$ میلی متر انتخاب کنید. پس از تمیزکاری قطعات با استفاده از قلم مو یا پنبه فصل مشترک اتصال را به فلاکس آغشته نمایید و قطعات را همانند نقشه ۱ مونتاژ و لحیم نمایید.

نقشه شماره ۱



ابزارهای مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد نقطه جوش در جدول فهرست کنید.

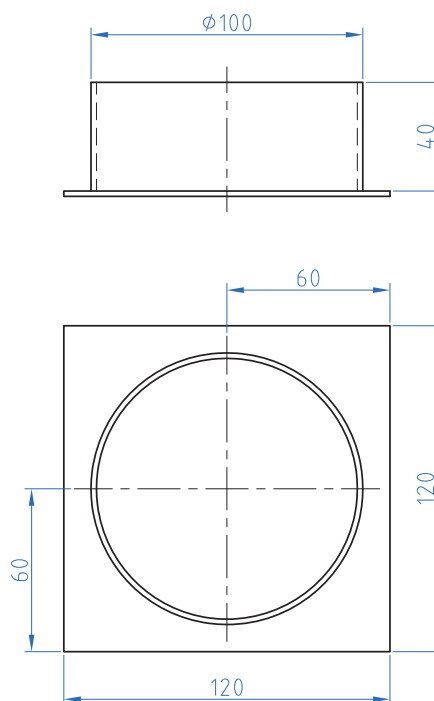
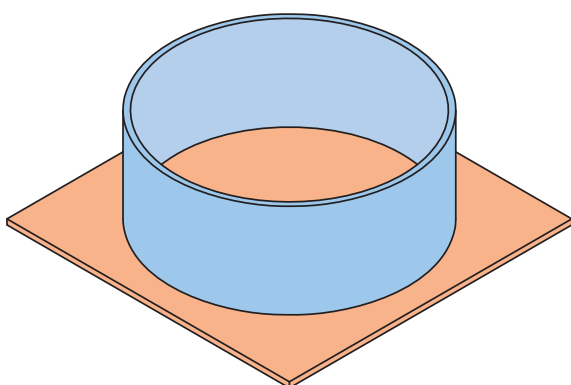
ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

لحیم کاری لوله به فلنج

کار عملی ۲

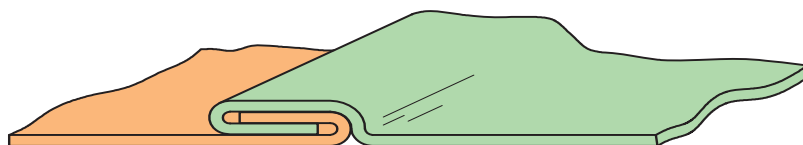
شرح فعالیت: با ورق روغنی به ضخامت ۰/۵ لوله‌ای همانند نقشه شماره ۲ بسازید و آن را به ورقی با ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰ × ۰/۵ مونتاژ و لحیم کنید.

نقشه شماره ۲



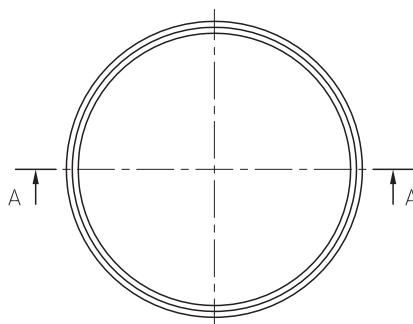
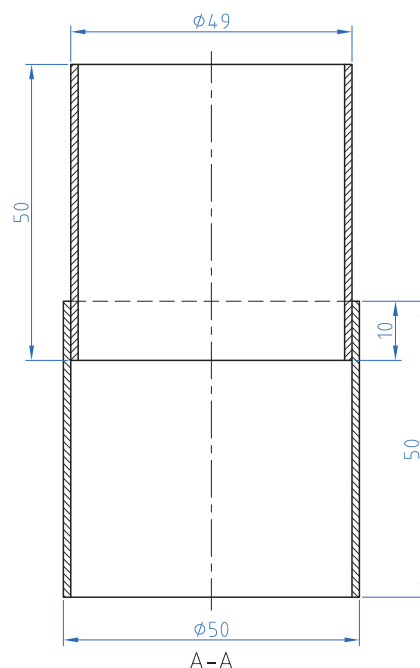
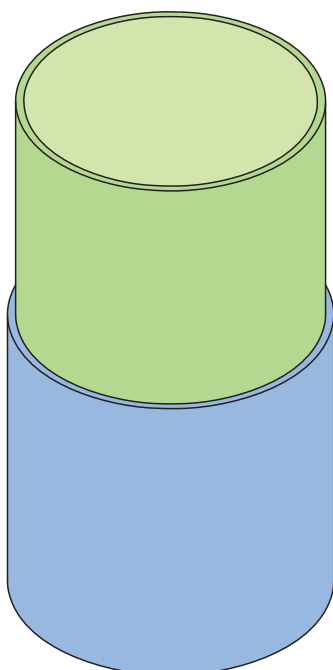
لحیم کاری اتصال فرنگی پیچ
 شرح فعالیت: با دو ورق روغنی به ابعاد $۱۲۰ \times ۵۰ \times ۰/۵$ یک اتصال فرنگی پیچ را همانند نقشه ۳ آماده سازی و سپس لحیم نمایید.

نقشه شماره ۳



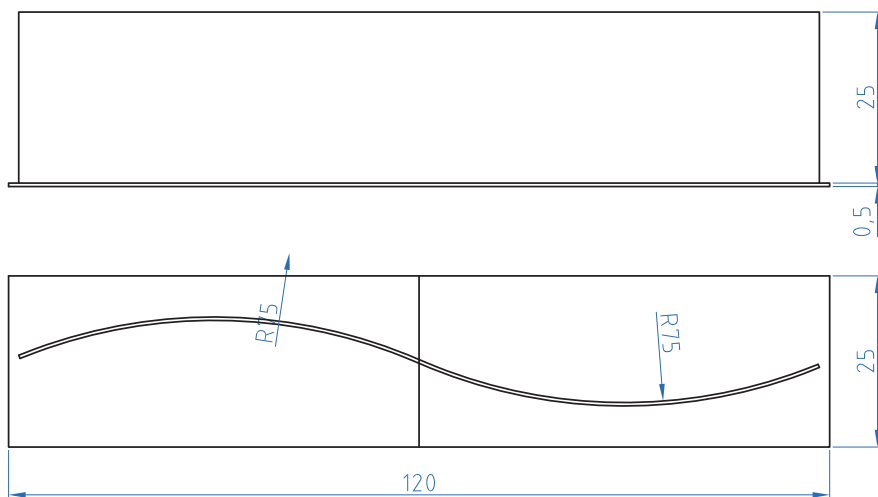
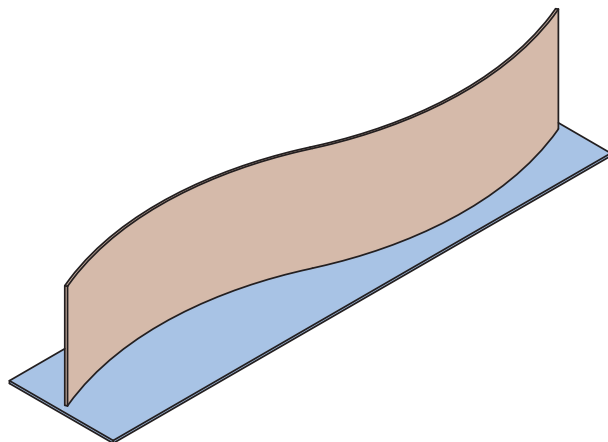
لحیم کاری اتصال لوله به لوله
 شرح فعالیت: با ورق $۰/۵$ دو لوله همانند نقشه شماره ۴ بسازید و پس از مونتاژ کردن، آنها را لحیم نمایید.

نقشه شماره ۴



لحیم کاری اتصال سه پری S شکل
شرح فعالیت: دو ورق به ابعاد $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۰/۵$ را همانند نقشه شماره ۵ مونتاژ و سپس لحیم نمایید.

نقشه شماره ۵

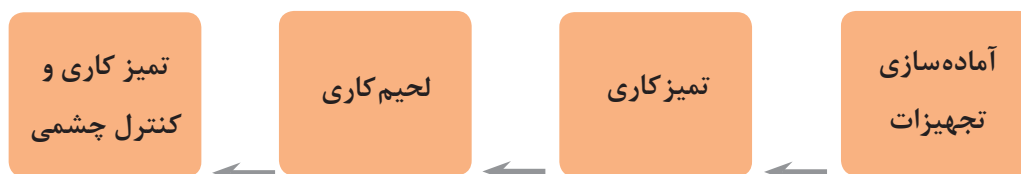


ارزشیابی تکوینی

مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص های داوری / نمره دهی)	نمره
لحیم کاری	کارگاه: ورق کاری مواد: ورق فولادی، آلیاژ لحیم، روان ساز ابزار: تجهیزات لحیم کاری	بالا تر از انتظار	_____	۳
		قابل قبول	اندازه گذاری براساس نقشه، خط کشی براساس نقشه، پیاده سازی جزئیات نقشه	۲
		غیر قابل قبول	اندازه گذاری براساس نقشه، عدم خط کشی و پیاده سازی جزئیات نقشه	۱
شایستگی های غیرفنی	مسئولیت پذیری، مدیریت مواد	قابل قبول	توجه به همه موارد	۲
ایمنی و بهداشت	دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن			
توجهات زیست محیطی	مدیریت مواد دورریختنی	غیر قابل قبول	توجه به ایمنی و بهداشت	۱
نگرش	نقشه روی ورق برای افزایش بهره وری			
معیار: شایستگی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده سازی کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار				

اتصال دو ورق فولادی با فرایند لحیم کاری نرم

شرح فعالیت : ورق فولادی براساس نقشه‌های شماره ۶ انتخاب کنید، سپس مراحل زیر را با دقت انجام دهید؛



ابزارهای مورد نیاز خود را برای کنترل ابعاد در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

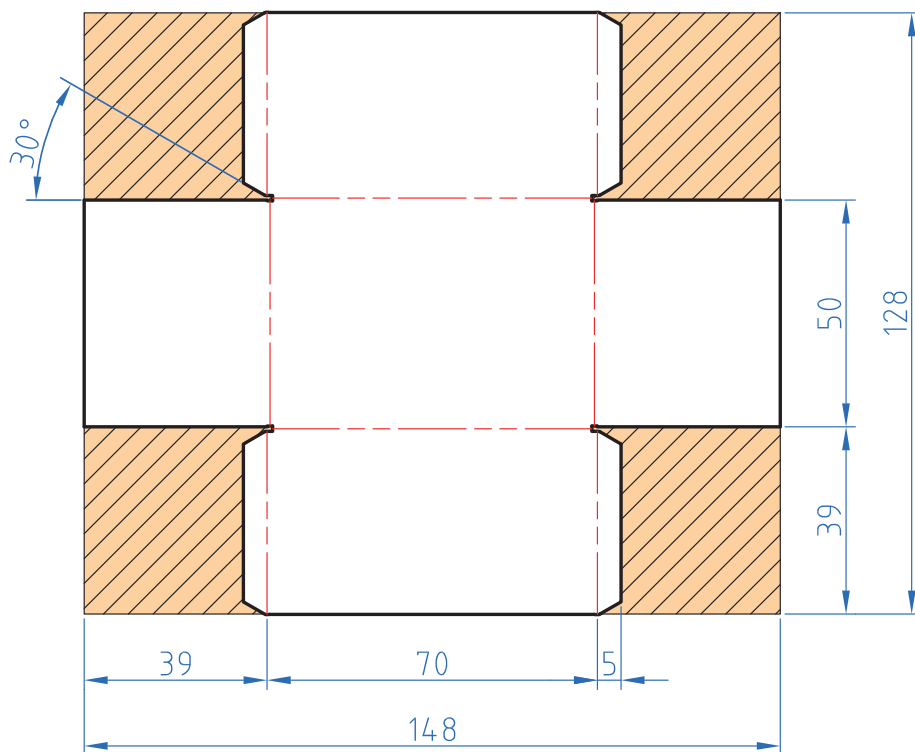
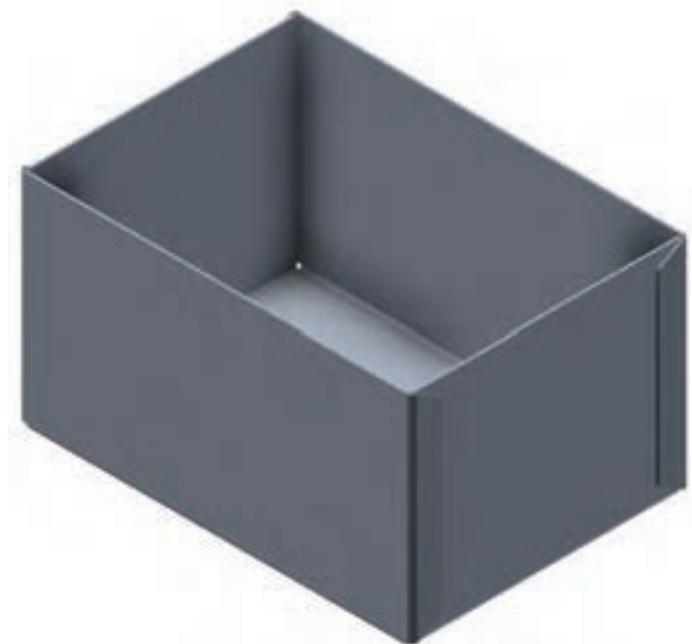
توجهات زیست محیطی

برای لحیم کاری دو قطعه ابتدا باید قطعات مورد نظر تمیز شوند. برای تمیز کاری از روش‌های شیمیایی و مکانیکی می‌توان استفاده کرد. در روش شیمیایی از محلول‌های مختلفی برای تمیز کردن قطعات استفاده می‌کنند که بسته به نوع و جنس قطعه از محلول‌ها استفاده می‌شود. توجه داشته باشید اگر این محلول‌ها را در محیط اطراف خود رها کنیم به دلیل وجود فلزات سنگین موجب آلودگی آب، هوا و خاک خواهند شد. ایده شما برای جلوگیری از این خسارت وارده بر محیط زیست چیست؟

شاخص‌های ارزیابی

- ۱ تمیز بودن سطح قطعات، عدم وجود چربی، رنگ و
- ۲ اتصال با کیفیت، ظاهر مناسب، استحکام خوب، بدون عیب
- ۳ تمیز کاری سطح اتصال پس از لحیم کاری، سطح بدون پس ماند آلیاژ لحیم و دیگر مواد زائد

نقشه شماره ۶



- 1** Timings, Roger. Fabrication and welding engineering. Routledge, 2008.
- 2** Jeffus, Larry. Welding and Metal Fabrication. Cengage Learning, 2011.
- 3** Humpston, Giles, and David M. Jacobson, eds. Principles of soldering. ASM international, 2004.

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه
برنثانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب‌گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

همکاران هنرآموز که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت نموده‌اند.

استان مازندران:

آقایان: محمدعلی آقاجانپور، سید خلیل بزرگزاده، علی فلاح، احمد مصطفی پور

شهرستان‌های تهران:

خانم مهسا جلیلی، آقایان: حسینعلی حق‌سیرت، علی فلاح‌تی مروت، سعید رفیعی،

محمود مزدهی، هادی روحی اصفهانی

استان اصفهان:

آقایان: رسول جوانی، محمدعلی جوزدانی، هادی شفیعی، محمدرضا قزلباش

استان قزوین:

آقایان: علی اصغر بابایی، وحید شعبانی، حسین دهقان‌نژاد، محسن آزموده، مهدی صفیعی