

# اجرا ۲ (عمران و معماری)

آزمونهای نظام مهندسی

تالیف

هوشیار خزائی



نشر عالم عمران

[www.elme-omran.com](http://www.elme-omran.com)  
[Info@elme-omran.com](mailto:Info@elme-omran.com)

عضو:



انجمن مهندسی نشان کتاب انجمنی

این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

---

سرشناسه	: خزائی، هوشیار، ۱۳۵۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: اجرا ۲ (عمران و معماری): آزمونهای نظام مهندسی/تالیف هوشیار خزائی.
مشخصات نشر	: تهران: علم عمران، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۵۰۴ص.
شابک	: ۳۲۵۰۰۰ ریال: 978-600-5176-25-4
فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: دانشگاه‌ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون‌ها
موضوع	: راه و ساختمان -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)-- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: معماری -- راهنمای آموزشی (عالی) -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۳ ۲۷ الف ۴۴ خ / LB ۲۳۵۳
رده‌بندی دیویی	: ۳۷۸/۱۶۶۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۶۰۳۲۷۳

---



نشر علم عمران

---

اجرا ۲ (عمران و معماری) - آزمونهای نظام مهندسی  
تالیف: هوشیار خزائی

چاپ اول	تابستان ۱۳۹۳
حروفچینی و صفحه آرایی	علم عمران - طرح نگار پارسی
تعداد و قطع صفحات	۵۰۴ صفحه و وزیری
شمارگان	۱۰۰۰
بهای کتاب	۳۲۵۰۰۰ ریال
شابک ۴-۲۵-۵۱۷۶-۶۰۰-۹۷۸	ISBN 978-600-5176-25-4

---

نشر علم عمران: تهران، یوسف آباد، خیابان جهان‌آرا، بین خیابانهای ۱۶ و ۱۸، پلاک ۳۳، طبقه دوم، واحد ۱۱

تلفن: ۳۱-۸۸۳۵۳۹۳۰ دورنگار: ۸۸۳۵۳۹۳۲

کلیه حقوق چاپ و نشر برای علم عمران محفوظ است.

## مقدمه ناشر

تحلیل، طراحی و اجرای صحیح ساختمانها نیازمند تجربه و تبحر مهندسان ساختمان می باشد. بی شک کسب تجربه در شرکتهای مهندسی مشاور و کارگاههای ساختمانی برای مهندسان در کنار افزایش دانش ضروری است؛ که این فرصت معمولاً پس از فارغ التحصیلی برای مهندسان بیشتر فراهم می شود. یکی از آزمونهای مهم پس از فارغ التحصیلی از مراکز دانشگاهی، آزمونهای نظام مهندسی است. سالهای متمادی است که در کشورمان برای ورود به دنیای حرفه ای مهندسی آزمونهای مختلف براساس مباحثهای مقررات ملی ساختمان برگزار می شود. قبولی در این آزمونها برای تمام مهندسان عمران در پایه های طراحی، نظارت یا اجرا ضروری است. در این راستا نشر علم عمران سعی نموده با استفاده از دانش و تجربه اساتید مجرب در زمینه این آزمونها، منابع مناسبی را برای متقاضیان ورود به پایه حرفه مهندسان آماده کند. این منابع به صورتی تهیه شده است که علاوه بر یادآوری و بازنگری نکات مهم دروس مهندسی، از طریق حل نمونه سوالات آزمونهای سالهای قبل، متقاضیان را هر چه بیشتر با نحوه برگزاری آزمونها آشنا کند.

مجموعه حاضر یکی از چند درس اصلی مورد نظر برای آزمونهای ورود به حرفه مهندسان است. امید است این مجموعه که با همکاری ارزنده جناب مهندس هوشیار خزائی از مدرسین و مولفین گرانقدر در این زمینه تهیه شده است برای علاقمندان مفید واقع شود. علیرغم ویرایشهای مکرر در قسمتهای مختلف کتاب ممکن است هنوز ایراداتی وجود داشته باشد. لذا مایه خرسندی است که خوانندگان محترم نظرات، پیشنهادات و انتقادات خود را از طریق آدرس پست الکترونیک [info@elme-omran.com](mailto:info@elme-omran.com) ارسال کنند.

سید مهدی داودنوبی

مدیر نشر علم عمران

## پیشگفتار مولف

کتابی که پیش روی شما قرار داد مجموعه‌ای از ضوابط ساخت و اجرای مربوط به ساختمانهای فولادی و بتن‌آرمه می‌باشد. علاقمندان به شرکت در ورود به پایه اجرا می‌بایست علاوه بر اطلاع از ضوابط و قوانین کار، بیمه، مالیات.. یابد اصول فنی ساخت و اجرا را نیز مورد مطالعه قرار دهند.

با توجه به اهمیت جوش در اسکلت فلزی، در بخش اول کتاب به صورت مفصل در مورد جوش، اجرا و بازرسی آن توضیح داده شده است. در قسمت دوم در مورد مسائل اجرایی سازه‌های بتن‌آرمه از جمله اجرا، عمل‌آوری، قالب‌بندی... توضیح داده شده است. بخش سوم که دارای اهمیت است در مورد مسائل اجرایی دیگری از ساختمان از جمله گود برداری و سازه نگهدارنده، پی سازی، دیوارها، سقف‌ها، عایق کاری، اندودکاری و ماشین آلات ساختمانی توضیح می‌دهد.

در هر فصل سوالات چهار گزینه‌ای مناسب قرار داده شده و در انتهای آن نیز پاسخنامه تشریحی مربوط به سوالات قرار دارد.

مهم است بدانید که بخش‌های مختلف کتاب را به فصل‌ها و زیر فصل‌های مجزا تقسیم نموده و نام‌گذاری هر کدام از آنها را به گونه‌ای در فهرست مطالب گنجانده‌ایم تا استفاده از کتاب را در جلسه آزمون سهل نموده و شما را قادر سازد در کمترین زمان ممکن به سوالات مربوط به هر بخش پاسخ دهید.

در پایان، فرصت را مغتنم شمرده از زحمات و تلاشهای بی‌شائبه جناب آقای سید مهدی داودنوبی مدیریت محترم انتشارات علم عمران در آماده‌سازی کتاب و ارائه پیشنهادات ارزنده سپاسگزاری می‌نمایم.

از اساتید، صاحب‌نظران و مطالعه کنندگان محترم تقاضا می‌گردد با ارائه نظرات و پیشنهادات ارزشمند خود از طریق آدرس الکترونیک [khazaei@elme-omran.com](mailto:khazaei@elme-omran.com) ما را در ارائه هر چه بهتر این مجموعه در چاپ‌های بعدی آن یاری نمایند.

هوشیار خزائی

تابستان ۹۳

## فهرست مطالب

### بخش ۱: راهنمای جوش و اتصالات جوشی در ساختمان‌های فولادی ..... ۱

فصل اول: معرفی جوشکاری ساختمانی.....	۳
۱-۱- مقدمه.....	۳
۲-۱- فرآیندهای جوشکاری.....	۳
۳-۱- وضعیت‌های جوشکاری.....	۱۱
۴-۱- اتصالات جوشی.....	۱۲
۵-۱- انواع جوش.....	۱۲
۶-۱- طراحی درز جوش.....	۱۵
۷-۱- علائم جوشکاری.....	۲۱
۸-۱- جوش‌پذیری.....	۲۱
۹-۱- وسایل و تجهیزات جوشکاری قوس الکتریکی.....	۲۳
۱۰-۱- نکات کلیدی.....	۲۶
۱۱-۱- سئوال‌ات چهار گزینه‌ای.....	۲۸
۱۲-۱- پاسخنامه تشریحی سئوال‌ات چهار گزینه‌ای.....	۳۵

### فصل دوم: الکتروود ..... ۴۱

۱-۲- مقدمه.....	۴۱
۲-۲- وظایف روکش الکتروود یا پودر در جوش زیرپودری.....	۴۱
۳-۲- شناسایی الکتروودها براساس AWS.....	۴۲
۴-۲- انتخاب نوع الکتروود.....	۴۳

- ۵-۲- مشخصات انواع الکتروود ..... ۴۴
- ۶-۲- نگهداری الکتروود ..... ۴۶
- ۷-۲- نکات کلیدی ..... ۴۶
- ۸-۲- سئوالات چهار گزینه‌ای ..... ۵۰
- ۹-۲- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای ..... ۵۳

**فصل سوم: عیب‌های جوش و تغییر شکل‌های ناشی از جوشکاری ..... ۵۵**

- ۱-۳- مقدمه ..... ۵۵
- ۲-۳- ذوب ناقص (Lack of Fusion) ..... ۵۵
- ۳-۳- نفوذ ناقص (Lack of Penetration) ..... ۵۶
- ۴-۳- لکه قوس ..... ۵۶
- ۵-۳- تخلخل (Porosity) ..... ۵۶
- ۶-۳- بریدگی کناره جوش (Under Cut) ..... ۵۷
- ۷-۳- حبس سرباره ..... ۵۷
- ۸-۳- سر رفتن (Overlap) ..... ۵۸
- ۹-۳- جرقه و پاشش (Spatter) ..... ۵۸
- ۱۰-۳- گرده اضافی در جوش ..... ۵۹
- ۱۱-۳- عدم پر شدگی شیار ..... ۵۹
- ۱۲-۳- ترک‌ها (Cracks) ..... ۵۹
- ۱۳-۳- چاله جوش (Crater) ..... ۶۰
- ۱۴-۳- تغییر شکل‌های ناشی از جوشکاری ..... ۶۱
- ۱۵-۳- نکات کلیدی ..... ۷۰
- ۱۶-۳- سئوالات چهار گزینه‌ای ..... ۷۲
- ۱۷-۳- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای ..... ۷۹

**فصل چهارم: بازرسی جوش و آزمایشات ارزیابی ..... ۸۳**

- ۱-۴- مقدمه ..... ۸۳
- ۲-۴- مراحل بازرسی جوش ..... ۸۳
- ۳-۴- آزمایش‌های غیرمخرب ..... ۸۵

۸۷	۴-۴- آزمایش‌های مخرب
۹۵	۵-۴- نکات کلیدی
۹۹	۶-۴- سئوالات چهار گزینه‌ای
۱۰۴	۷-۴- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای

**بخش ۲: طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه ..... ۱۰۷**

۱۰۹	فصل اول: خواص مصالح و اجزا
۱۰۹	۱-۱- مقدمه
۱۰۹	۲-۱- سیمان
۱۲۱	۳-۱- سنگدانه‌ها
۱۲۷	۴-۱- آب
۱۲۹	۵-۱- مواد افزودنی (افزودنی‌های شیمیایی یا چاشنی‌های بتن)
۱۳۲	۶-۱- مواد جایگزین سیمان یا مواد مکمل سیمان
۱۳۵	۷-۱- میلگردهای فولادی
۱۳۹	۸-۱- میلگردهای کامپوزیتی
۱۴۰	۹-۱- مقاومت فشاری بتن
۱۴۸	۱۰-۱- مدول الاستیسیته استاتیکی بتن
۱۴۸	۱۱-۱- ضریب پواسون بتن
۱۴۹	۱۲-۱- خزش
۱۴۹	۱۳-۱- جمع شدگی (افت یا انقباض یا آبرفتگی)
۱۵۱	۱۴-۱- دوام (پایایی) بتن و میلگردهای فولادی
۱۵۶	۱۵-۱- سئوالات چهار گزینه‌ای
۱۹۰	۱۶-۱- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای

۲۱۵	فصل دوم: اجرای بتن
۲۱۵	۱-۲- مقدمه
۲۱۵	۲-۲- نیروی انسانی
۲۱۵	۳-۲- تجهیزات و وسایل توزین
۲۱۵	۴-۲- پیمان‌کردن

۲۱۶.....	۵-۲- آماده‌سازی محل بتن‌ریزی .....
۲۱۷.....	۶-۲- اختلاط بتن .....
۲۱۸.....	۷-۲- انتقال بتن .....
۲۲۰.....	۸-۲- بتن‌ریزی .....
۲۲۳.....	۹-۲- تراکم بتن .....
۲۲۶.....	۱۰-۲- پرداخت بتن .....
۲۲۸.....	۱۱-۲- عمل‌آوری بتن .....
۲۲۹.....	۱۲-۲- بتن‌ریزی در هوای گرم .....
۲۳۱.....	۱۳-۲- بتن‌ریزی در هوای سرد .....
۲۳۲.....	۱۴-۲- سئوالات چهار گزینه‌ای .....
۲۴۴.....	۱۵-۲- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای .....
۲۵۱.....	<b>فصل سوم: قالب‌بندی و مجراهای مدفون در بتن .....</b>
۲۵۱.....	۱-۳- مقدمه .....
۲۵۱.....	۲-۳- عملکردهای قالب .....
۲۵۲.....	۳-۳- رواداری‌ها .....
۲۵۳.....	۴-۳- مصالح مصرفی در قالب .....
۲۵۴.....	۵-۳- اجرای قالب .....
۲۵۵.....	۶-۳- پایه‌های اطمینان .....
۲۵۵.....	۷-۳- قالب برای بتن‌ریزی در زیر آب .....
۲۵۶.....	۸-۳- قالب‌برداری .....
۲۵۸.....	۹-۳- برداشتن پایه‌های اطمینان .....
۲۵۹.....	۱۰-۳- لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن .....
۲۶۰.....	۱۱-۳- درزهای بتن .....
۲۶۲.....	۱۲-۳- سئوالات چهار گزینه‌ای .....
۲۷۷.....	۱۳-۳- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای .....

**بخش ۳: روش‌ها و مسائل اجرایی ساختمان..... ۲۸۷**

۲۸۹.....	<b>فصل اول: گودبرداری و سازه‌های نگهدارنده .....</b>
۲۸۹.....	۱-۱- مقدمه .....



۲-۱- انواع روش‌های پایدارسازی گود..... ۲۸۹

۳-۱- دستورالعمل اجرایی گودبرداری‌های ساختمانی..... ۲۹۲

۴-۱- قانون مسئولیت مدنی..... ۳۰۰

۵-۱- سئوالات چهارگزینه‌ای..... ۳۰۳

۶-۱- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهارگزینه‌ای..... ۳۱۴

**فصل دوم: پی‌سازی..... ۳۲۱**

۱-۲- مقدمه..... ۳۲۱

۲-۲- پی شفته آهکی..... ۳۲۱

۳-۲- پی سنگی..... ۳۲۲

۴-۲- پی‌های بتن‌آرمه..... ۳۲۲

۵-۲- سئوالات چهارگزینه‌ای..... ۳۳۴

۶-۲- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهارگزینه‌ای..... ۳۳۹

**فصل سوم: دیوارها..... ۳۴۳**

۱-۳- مقدمه..... ۳۴۳

۲-۳- دیوارهای آجری..... ۳۴۳

۳-۳- دیوار با بلوک‌های سیمانی..... ۳۵۷

۴-۳- دیوارهای سنگی..... ۳۶۰

۵-۳- دیوارهای بتنی..... ۳۶۳

۶-۳- بندکشی..... ۳۶۵

۷-۳- سئوالات چهارگزینه‌ای..... ۳۶۷

۸-۳- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهارگزینه‌ای..... ۳۷۳

**فصل چهارم: سقف‌ها..... ۳۷۷**

۱-۴- مقدمه..... ۳۷۷

۲-۴- سقف طاق ضربی..... ۳۷۷

۳-۴- سقف تیرچه و بلوک..... ۳۷۹

۴-۴- سقف مرکب (کمپوزیت)..... ۳۸۳

- ۳۸۴..... ۴-۵- سقف‌های شیب‌دار
- ۳۸۹..... ۴-۶- سقف کاذب و انواع آن
- ۳۹۴..... ۴-۷- سئوالات چهار گزینه‌ای
- ۴۰۰..... ۴-۸- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهارگزینه‌ای

### فصل پنجم: عایقکاری رطوبتی و کف‌سازی ..... ۴۰۳

- ۴۰۳..... ۵-۱- مقدمه
- ۴۰۳..... ۵-۲- تعاریف
- ۴۰۴..... ۵-۳- عایقکاری بام‌های مسطح (با شیب کمتر از 1:6) ، تراس‌ها و بالکن‌ها
- ۴۰۸..... ۵-۴- عایقکاری رطوبتی بام‌های شیب‌دار، قوسی و گنبدی
- ۴۰۹..... ۵-۵- عایقکاری رطوبتی کف
- ۴۰۹..... ۵-۶- عایقکاری رطوبتی شالوده‌ها
- ۴۱۰..... ۵-۷- عایقکاری رطوبتی دیوار زیرزمین
- ۴۱۱..... ۵-۸- عایقکاری کف آشپزخانه، سرویس‌های بهداشتی و فضاهای مشابه
- ۴۱۳..... ۵-۹- آزمایش عایقکاری
- ۴۱۳..... ۵-۱۰- نکات اجرایی عایقکاری
- ۴۱۴..... ۵-۱۱- کف‌سازی
- ۴۱۹..... ۵-۱۲- سئوالات چهار گزینه‌ای
- ۴۲۶..... ۵-۱۳- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهارگزینه‌ای

### فصل ششم: اندودکاری و نماسازی ..... ۴۳۱

- ۴۳۱..... ۶-۱- اندودکاری (نازک‌کاری)
- ۴۳۵..... ۶-۲- نماسازی
- ۴۴۰..... ۶-۳- سئوالات چهار گزینه‌ای
- ۴۴۷..... ۶-۴- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهارگزینه‌ای

### فصل هفتم: ماشین‌آلات ساختمانی ..... ۴۵۳

- ۴۵۳..... ۷-۱- مقدمه
- ۴۵۳..... ۷-۲- اقتصاد ماشین‌آلات ساختمانی
- ۴۵۹..... ۷-۳- اصول مهندسی

۴۶۲	.....	۴-۷- جرتقیل‌ها
۴۶۶	.....	۵-۷- جرتقیل خاکبردار (کلامشل)
۴۶۶	.....	۶-۷- دراگلاین
۴۶۷	.....	۷-۷- بیل مکانیکی مستقیم
۴۶۹	.....	۸-۷- بیل مکانیکی با جام معکوس
۴۶۹	.....	۹-۷- شمع کوب
۴۷۰	.....	۱۰-۷- لودر (بارکن)
۴۷۱	.....	۱۱-۷- بولدوزر
۴۷۲	.....	۱۲-۷- ماشین‌آلات تراکم (غلتنک‌ها)
۴۷۴	.....	۱۳-۷- کج بیل‌ها
۴۷۶	.....	۱۴-۷- سئوالات چهار گزینه‌ای
۴۸۰	.....	۱۵-۷- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای

۴۸۳	.....	معرفی سازه ۹۰، محصولی از شرکت نرم‌افزاری سازه
۴۸۷	.....	معرفی مهندسین مشاور سازیران

808  
آموزش مجرای مهندسی عمران

# بخش ۱

راهنمای جوش و اتصالات  
جوشی در ساختمان‌های  
فولادی

808  
آموزش مجرای مهندسی عمران

## فصل اول

### معرفی جوشکاری ساختمانی

#### ۱-۱- مقدمه

اتصال دو قطعه فلز به یکدیگر به کمک حرارت و ذوب شدن موضعی و یکپارچه شدن آن‌ها را جوشکاری می‌نامند. اتصال جوشی خوب و ایده‌آل به اتصالی اطلاق می‌شود که در آن خواص مکانیکی مصالح اولیه تحت تأثیر حرارت و ذوب شدن تغییر حاصل نشود.

حدود 35 نوع جوشکاری وجود دارد که اغلب آن‌ها به روش ذوب فلز و ریختن فلز مذاب در محل مورد اتصال انجام می‌گیرد و تعداد کمی نیز با گرم کردن فلزات تا دمای مناسب و اعمال فشار انجام می‌پذیرد که این روش‌ها در صنعت ساختمان کاربرد ندارند.

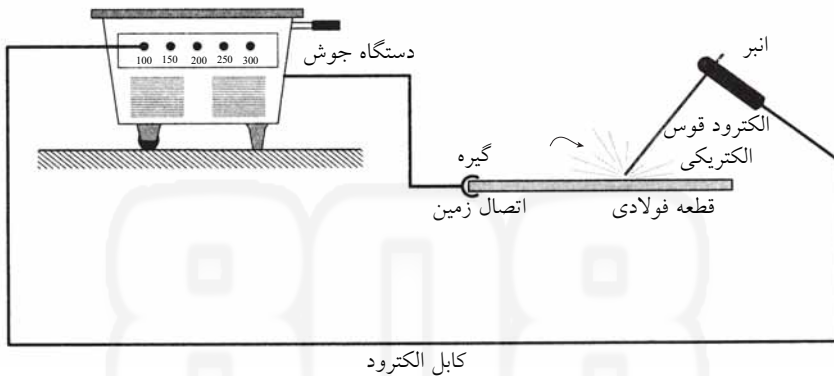
#### ۱-۲- فرآیندهای جوشکاری

اجرای عملیات جوشکاری به یکی از روش‌های زیر صورت می‌گیرد:

- ۱- **جوشکاری دستی:** در این روش، ابزار عملیات جوشکاری و مواد جوش به وسیله دست هدایت می‌شوند.
  - ۲- **جوشکاری نیمه خودکار:** در این روش، ابزار و وسایل جوشکاری به وسیله دست و مواد جوش به وسیله دستگاه هدایت می‌گردند.
  - ۳- **جوشکاری خودکار:** در جوشکاری خودکار (تمام اتوماتیک) کلیه عملیات جوشکاری از قبیل ابزار و وسایل جوشکاری و مواد جوش به وسیله دستگاه هدایت می‌شود.
- استفاده از جوشکاری خودکار (تمام اتوماتیک) باعث مرغوبیت بیشتر و یکنواختی جوش خواهد شد. این روش معمولاً در ساخت سازه‌های خاص فولادی نظیر مخازن نگهداری مواد نفتی، کشتی‌ها و برج‌های خنک‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

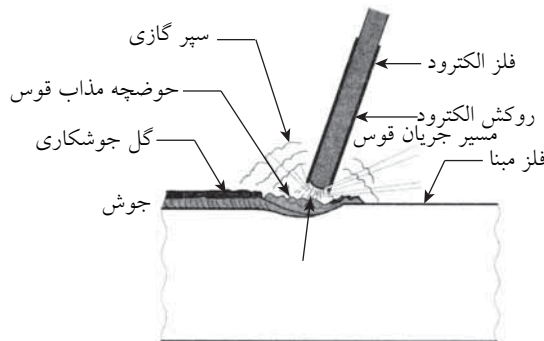
## ۱-۲-۱ - جوشکاری دستی با الکتروود روکش دار (SMAW)

جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود روکش دار یکی از ساده ترین و متداول ترین روش های جوشکاری است که برای جوشکاری در سازه های فولادی متعارف از آن استفاده می شود. این روش به نام جوشکاری با الکتروود دستی نیز نامیده می شود. این روش جوشکاری با ذوب فلز پایه، فلز الکتروود و روکش آن همراه است و فلز الکتروود به عنوان یک ماده پرکننده عمل می کند. یک مدل ساده از اصول کار جوش قوس الکتریکی در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- مدار جوشکاری قوس الکتریکی

در هنگام برقراری قوس الکتریکی و ذوب شدن فلز مینا و الکتروود، قسمتی از پوشش الکتروود به گاز محافظ و بخشی دیگر به گل یا سرباره تبدیل می شود. روکش الکتروود، مخلوطی گل مانند از سیلیکات های سخت کننده مانند فلوراید ها، کربنات ها، اکسیدها، آلیاژهای فلزی و سلولز است که در فصل سوم به طور مفصل شرح داده شده است. شکل ۱-۲ انجام عملیات جوشکاری دستی با الکتروود روکش دار را که همراه با ایجاد حوضچه مذاب قوس و حفاظ گازی است نشان می دهد.



شکل ۱-۲- جزئیات حوضچه مذاب



### ۱-۲-۱-۱- نوع جریان

جوشکاری قوس الکتریکی را می‌توان با جریان مستقیم (DC) و یا جریان متناوب (AC) برقرار نمود:  
 ۱- جریان یکسو (مستقیم): با جریان مستقیم امکان تغییر قطب‌گرایی وجود دارد و استفاده از انواع الکترودها امکان‌پذیر است زیرا می‌توان قطب‌گرایی را با توجه به کیفیت مورد نظر تغییر داد. قوس حاصل از جریان مستقیم پایدارتر از قوس حاصل از جریان متناوب می‌باشد و در نتیجه بعضی الکترودها مانند الکترودهای کم‌هیدروژن فقط با جریان مستقیم قابل استفاده هستند. در ضمن چون قوس الکتریکی با جریان متناوب را با شدت جریان و ولتاژ کم مشکل می‌توان حفظ کرد، برای جوشکاری ورق‌های نازک، استفاده از جریان مستقیم مناسب‌تر است.

۲- جریان متناوب: در جریان متناوب، جهت جریان 50 سیکل (صد مرتبه) در هر دقیقه عوض می‌شود و در نتیجه جهت میدان مغناطیسی حاصل از آن مرتباً در تغییر است. به این ترتیب، خطر انحراف قوس به وجود نمی‌آید، در حالی که در جریان مستقیم این مشکل وجود دارد.  
 همچنین با توجه به این نکته که با جریان متناوب می‌توان از الکترودها با قطر بزرگتر و شدت جریان بیشتر استفاده نمود، برای استفاده از الکترودهای پر بازده که روکش آن‌ها پودر آهن دارد و باید با شدت جریان بالا مورد استفاده قرار گیرند، جریان متناوب می‌تواند جوابگو باشد.

### ۱-۲-۱-۲- شدت جریان

شدت جریان مورد نیاز به ضخامت قطعه و قطر الکترودها بستگی دارد. در جدول ۱-۱ شدت جریان مورد نیاز برای ایجاد قوس الکتریکی بر حسب قطر الکترودها و ضخامت قطعه فولادی ارائه شده است.

جدول ۱-۱- شدت جریان لازم بر حسب قطر الکترودها و ضخامت قطعه فولادی

شدت جریان (آمپر)	ضخامت قطعه (میلی‌متر)	قطر الکترودها (میلی‌متر)
60 - 100	2 - 4	2.5 - 3.25
100 - 150	4 - 6	3.25 - 4
150 - 200	6 - 10	4 - 5
200 - 400	>10	5 - 8

**نکته ۱:** در جوشکاری با الکترودهای روکش‌دار استاندارد، عدد آمپر به طور تقریبی با عدد قطر بر حسب هزارم اینچ برابر است. به عنوان مثال الکترودها به قطر 3.25 میلی‌متر (0.125 اینچ) با شدت جریان 125 آمپر خوب کار می‌کند. توجه داشته باشید که منظور از قطر الکترودها، قطر سیم مغزه الکترودها می‌باشد.

**نکته ۲:** شدت جریان زیاد، ذوب کامل به همراه دارد، ولی موجب ترشح زیاد ذرات و در بعضی مواقع باعث سوراخ شدن و سوختن محل جوشکاری می‌شود. از طرفی شدت جریان کم باعث نفوذ ناقص و ایجا گره جوش بی‌قاعده می‌گردد.

**۱-۲-۱-۳- ولتاژ**

ولتاژ بیش از حد، باعث ایجاد ترشح ذرات و جذب زیاد نیتروژن و موجب به وجود آمدن خلل و خرج در جوش می‌شود. از طرف دیگر، ولتاژ کمتر، موجب ایجاد گرده جوش بی‌قاعده، نفوذ ناقص و محبوس شدن سرباره زیاد در جوش می‌شود.

**نکته:** جوشکاری، تحت ولتاژ کمتر از ولتاژ برق شهر و در محدوده 20 تا 40 ولت و شدت جریانی بیشتر از برق شهر و در محدوده 60 تا 400 آمپر انجام می‌گیرد.

**۱-۲-۱-۴- طول قوس**

فاصله نوک الکتروود تا حوضچه جوش را طول قوس می‌گویند. طول قوس تأثیر زیادی بر کیفیت جوشکاری دارد. پس از برقرار شدن قوس الکتریکی باید جوشکار سعی کند که این فاصله را در حد مناسبی حفظ کند. فاصله بیش از حد نوک الکتروود از موضع جوش باعث می‌شود تا ذرات فلز جوش قبل از اینکه به محل جوش برسد سرد شده و موجب به وجود آمدن جوش غیریکنواخت و امتزاج ناقص و تداخل گازهای هیدروژن و اکسیژن و نیتروژن در جوش و ترشح و پایین آمدن کیفیت جوش می‌شود.

**نکته ۱:** طول قوس با ولتاژ دو سر قوس ارتباط مستقیم دارد. یعنی برای اینکه طول قوس سه برابر شود، نیاز به ولتاژ سه برابر خواهد بود. به طور تجربی می‌توان گفت هر 1/16 اینچ طول قوس، 10 ولت بین دو سر قوس لازم دارد. به عبارت دیگر، به ازای هر یک میلی‌متر طول قوس، تقریباً 6.3 ولت لازم است.

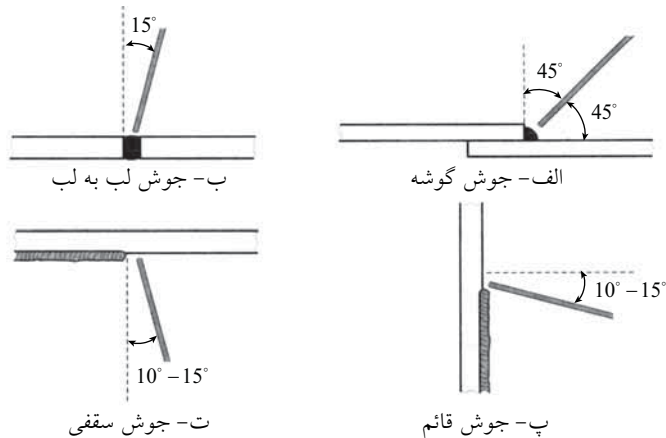
**نکته ۲:** طول قوس بایستی قدری کمتر از قطر الکتروود مورد استفاده باشد. مثلاً با الکتروود به قطر 4 میلی‌متر، طول قوس بین 3 تا 4 میلی‌متر و ولتاژ 20 تا 22 ولت مناسب است.

**۱-۲-۱-۵- سرعت پیشروی (سرعت حرکت الکتروود)**

سرعت حرکت زیاد الکتروود باعث تولید گرده جوش باریک و احتمالاً موجب سوختگی کناره در لبه می‌شود و سرعت کم موجب می‌شود که حوضچه جوش بزرگی به وجود آمده و در نتیجه سبب سر رفتن جوش می‌شود. مطابق یک قاعده کلی سرعت پیشروی مناسب عبارت است از سرعتی که در اجرای یک جوش تک پاسه ساده با طول قوس ثابت، حوضچه مذاب تشکیل شده دو برابر قطر الکتروود باشد.

## ۱-۲-۱-۶- زاویه الکتروود

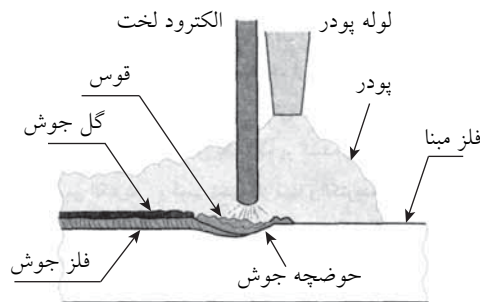
جوشکار باید زاویه الکتروود نسبت به سطح کار و امتداد جوش را در حالت معین و مشخصی نگه دارد. نگهداری زاویه الکتروود در حالت صحیح خود سبب می‌شود که نیروی قوس از حرکت ناخواسته سرباره به طرف قوس جلوگیری کند و در نتیجه باعث کاهش ذرات حبس شده سرباره در فلز جوش شود. علاوه بر آن، موجب کاهش بریدگی لبه‌های جوش نیز می‌شود. شکل ۱-۳ زاویه صحیح الکتروود را در چهار وضعیت جوشکاری نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳- زاویه مناسب الکتروود در حالات مختلف جوشکاری

## ۱-۲-۲-۱- جوش زیرپودری (SAW)

در این روش از الکتروود بدون روکش (الکتروود لخت) و پودر به عنوان ماده محافظ استفاده می‌شود. این روش خودکار (تمام اتوماتیک) بوده و ماده محافظت کننده به صورت یک نوار پودری روی درز جوش ریخته می‌شود و قوس الکتریکی توسط الکتروود لخت در زیر این پودر واقع می‌شود و در حین جوشکاری دیده نمی‌شود (شکل ۱-۴).

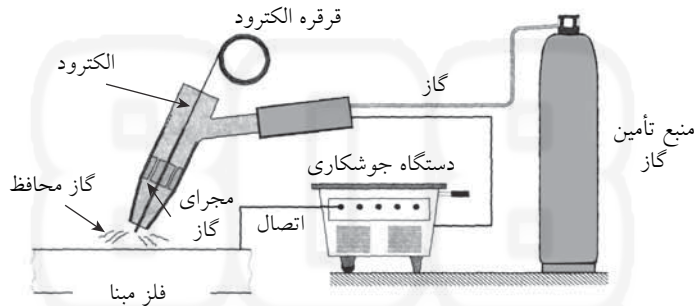


شکل ۱-۴- جوش قوس الکتریکی زیرپودری (SAW)

مشخصات مکانیکی جوش‌هایی که به روش قوس الکتریکی زیرپودری انجام می‌شوند معمولاً دارای همان کیفیت فلز پایه هستند و یکپارچه بوده و از کیفیت بالایی برخوردارند. شکل‌پذیری مناسب، مقاومت زیاد در برابر ضربه، تراکم‌پذیری و مقاوم بودن در مقابل عوامل خوردنده از مزایای این نوع جوش است. در جوشکاری فولاد در کارخانه و نیز برای جوشکاری خودکار و نیمه خودکار معمولاً از جوشکاری زیرپودری استفاده می‌شود.

### ۱-۲-۳- جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود مصرفی (GMAW)

در این فرآیند از الکتروود بدون پوشش (الکتروود لخت) به صورت ممتد و گازی که به عنوان ماده محافظ از ورود هوا به حوضچه جوش جلوگیری می‌کند، استفاده می‌شود. الکتروود سیمی از میان یک قرقره عبور کرده و هدایت آن همراه با گاز محافظ توسط یک تپانچه جوش انجام می‌گیرد (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵- جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود مصرفی (GMAW)

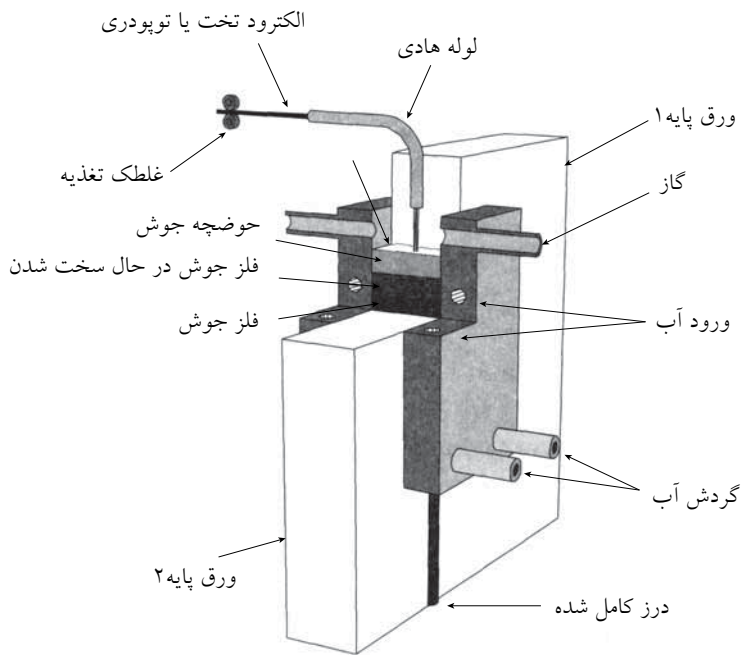
در این روش، حفاظت حوضچه مذاب توسط سپری از گاز غیرفعال (نظیر آرگون) و یا فعال (نظیر  $CO_2$ ) صورت می‌گیرد. هیچ‌گل جوشی توسط گاز محافظ در محل جوش باقی نمی‌ماند. انجام جوش توسط گاز محافظ به دلیل نیاز به تجهیزات و گاز معمولاً در کارخانه‌ها میسر است. این نوع جوشکاری در محوطه کارگاه به دلیل وجود جریان باد مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

### ۱-۲-۴- جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود توپودری (FCAW)

این روش شبیه جوشکاری تحت حفاظت گاز است، با این تفاوت که به جای الکتروود روکش‌دار از الکتروود ممتد فلزی لوله‌ای شکل که مواد حفاظتی را در داخل خود جای داده است، استفاده می‌شود. مواد حفاظتی همان نقش روکش در روش جوش قوس الکتریکی با الکتروود روکش‌دار و یا پودر در روش زیرپودری را ایفا می‌کنند. چون برای مفتول‌های قرقره پیچ حفظ روکش بر روی سیم امکان ندارد از این سپر گازی که به وسیله پودر مغزی تأمین می‌شود استفاده و حفاظت بیشتر اغلب توسط گاز  $CO_2$  انجام می‌شود.

## ۱-۲-۵- جوش گاز الکتریکی (EGW)

در این روش می‌توان درزهای با وضعیت قائم در ورق‌های ضخیم را با یک عبور ساده پر کرد. جوشکاری گاز الکتریکی یک روش ماشینی خودکار است و در آن هم از الکتروود ممتد سخت و هم الکتروود توپودری استفاده می‌شود. با دمیدن گاز و یا استفاده از الکتروود پودری، جوش محافظت می‌شود. در این روش شیار جوش از دو طرف توسط دو کفشک که به وسیله جریان آب خنک نگهداری می‌شود احاطه می‌گردد. با ادامه مراحل جوشکاری، کفشک‌ها به سمت بالا حرکت کرده و در نتیجه حوضچه مذاب از دو طرف به طور کامل محصور شده و از ریزش آن جلوگیری می‌شود (شکل ۱-۶).

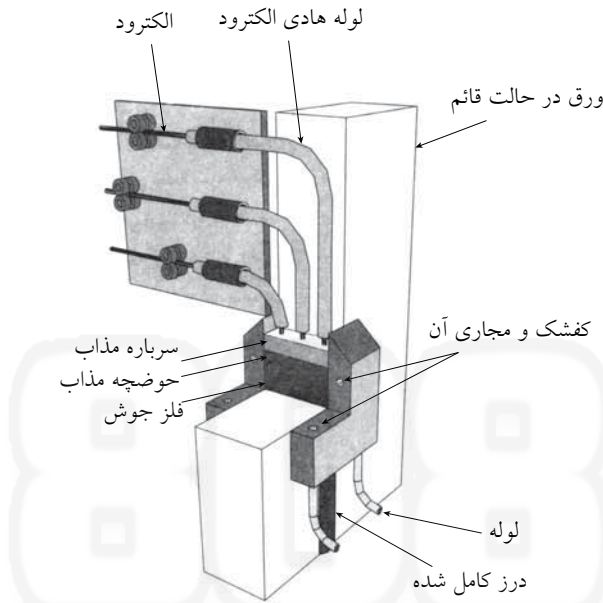


شکل ۱-۶- جوش گاز الکتریکی (EGW)

## ۱-۲-۶- جوشکاری سرباره الکتریکی (ESW)

در این روش، جوشکاری توسط حرارت حاصل از مقاومت سرباره در مقابل جریان الکتریکی انجام می‌گیرد. سرباره مذاب علاوه بر حفاظت جوش موجب ذوب مفتول و لبه‌های ورق می‌شود. چون سرباره در حالت جامد هادی الکتریسیته نیست، در نتیجه برای شروع جوشکاری به حرارت قوس الکتریکی برای ذوب سرباره نیاز نیست. لیکن با توجه به اینکه مراحل اصلی جوشکاری توسط حرارت حاصل از مقاومت سرباره در برابر جریان الکتریکی صورت می‌گیرد، این جوش در طبقه‌بندی جوش قوس الکتریکی قرار نمی‌گیرد.

چون سرعت پیشروی در این روش کند است، نوار جوش حاصل، بافت درشتی دارد و در نتیجه طاقت نمونه زخم‌دار آن کم است. این نوع جوشکاری برای صفحات ضخیم توجیه اقتصادی دارد و با آن می‌توان ورق‌هایی با ضخامت 2.5 سانتی‌متر تا 45 سانتی‌متر را جوش داد (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷- جوشکاری سرباره الکتریکی (ESW)

## ۱-۲-۷- جوش خمیری

جوش خمیری در صنعت ساختمان اغلب برای جوشکاری میلگردها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش دو سر میلگرد که هر کدام به قطبی از مولد متصل شده‌اند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند. با برقراری قوس الکتریکی، دو سر میلگردها داغ و سرخ می‌شوند. در این لحظه دو سر میلگردها به هم فشرده می‌شوند تا امتزاج کامل حاصل گردد.

## ۱-۲-۸- جوشکاری گل‌میخ‌ها

جوشکاری قوسی گل‌میخ یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای جوش گل‌میخ‌ها به بال تیر یا فلز پایه می‌باشد. در این فرآیند که به لحاظ ساختاری مشابه روش SMAW می‌باشد، گل‌میخ نقش الکتروود را ایفا کرده و در نتیجه قوس الکتریکی بین پایه گل‌میخ و بال تیر یا فلز پایه به وجود می‌آید. امتزاج پایه گل‌میخ و بال تیر توسط حرارت ناشی از قوس الکتریکی حاصل می‌شود. برای کنترل عملیات جوشکاری و حرارت حاصل، گل‌میخ داخل یک تفنگ مخصوص قرار گرفته و برای حفاظت حوضچه مذاب از حلقه سرامیکی در پای گل‌میخ استفاده می‌شود. پس از

برقراری قوس در یک زمان مشخص انبر تپانچه‌ای شکل، گل‌میخ را به سمت حوضچه مذاب فشار داده و فرآیند جوشکاری به اتمام می‌رسد. در این فرآیند علاوه بر ذوب کل مقطع گل‌میخ، یک گوشه گوشه ضعیف هم اطراف گل‌میخ ایجاد می‌شود. مدت زمان کل فرآیند کمتر از یک ثانیه می‌باشد.

### ۱-۳- وضعیت‌های جوشکاری

حالت‌های مختلف اجرای جوش به چهار وضعیت تخت، افقی، قائم و سقفی تقسیم شده‌اند:

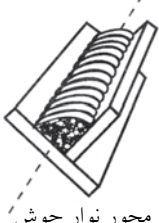
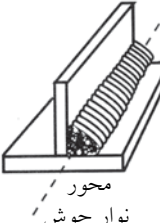
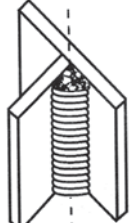
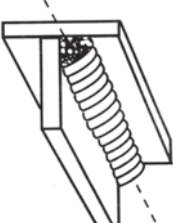

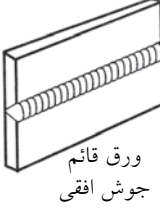
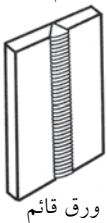

۱- وضعیت تخت یا کفی (با علامت  $1F$  در جوش گوشه و  $1G$  در جوش شیاری)

۲- وضعیت افقی (با علامت  $2F$  در جوش گوشه و  $2G$  در جوش شیاری)

۳- وضعیت سربالا (با علامت  $3F$  در جوش گوشه و  $3G$  در جوش شیاری)

۴- وضعیت سقفی (با علامت  $4F$  در جوش گوشه و  $4G$  در جوش شیاری)

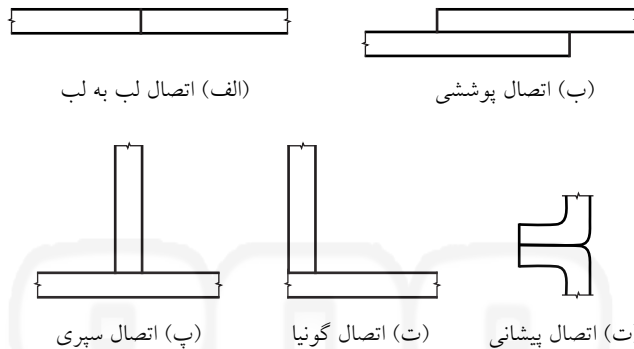
جوشکاری در وضعیت تخت مناسب‌ترین و راحت‌ترین وضعیت برای جوشکاری است که در آن جوشکار نسبت به موضع جوش احاطه دارد. جوشکاری در وضعیت افقی و قائم به جوشکار ماهر نیاز دارد و در آن از شدت جریان برق کمتری استفاده می‌شود. انجام جوش در وضعیت بالاسری یا سقفی نیاز به مهارت زیاد داشته و به دلیل مشکلات اجرایی به غیر از موارد ضروری، جوشکاری در این وضعیت توصیه نمی‌شود.

<p>تخت یا کفی (<math>1F</math>)</p>  <p>محور نوار جوش</p>	<p>افقی (<math>2F</math>)</p>  <p>محور نوار جوش</p>	<p>قائم (<math>3F</math>)</p>  <p>محور نوار جوش</p>	<p>سقفی (<math>4F</math>)</p>  <p>محور نوار جوش</p>	<p>جوش‌های گوشه</p>
<p>تخت یا کفی (<math>1G</math>)</p>  <p>ورق افقی جوش افقی</p>	<p>افقی (<math>2G</math>)</p>  <p>ورق قائم جوش افقی</p>	<p>قائم (<math>3G</math>)</p>  <p>ورق قائم جوش قائم</p>	<p>سقفی (<math>4G</math>)</p>  <p>ورق افقی جوش افقی</p>	<p>جوش‌های شیاری</p>

شکل ۱-۸- وضعیت‌های جوشکاری

## ۱-۴- اتصالات جوشی

نوع اتصال به عواملی نظیر اندازه و شکل اعضایی که در یک اتصال به هم وصل می‌شود، نوع بارگذاری، اندازه درزی که برای جوشکاری قابل استفاده است و هزینه‌های نسبی انواع مختلف جوش بستگی دارد. با اینکه در عمل تغییرات و ترکیبات مختلفی یافت می‌شود، پنج نوع اصلی اتصال جوش به شرح شکل ۱-۹ می‌باشد:



شکل ۱-۹- انواع اتصال جوشی

## ۱-۵- انواع جوش

در شکل ۱-۱۰ انواع جوش نشان داده شده است که عبارتند از:

**الف- جوش شیاری:** جوشی است که در درز بین دو قطعه رسوب می‌کند.

**ب- جوش گوشه:** جوشی است که بر وجه جانبی دو قطعه مجاور هم رسوب می‌کند.

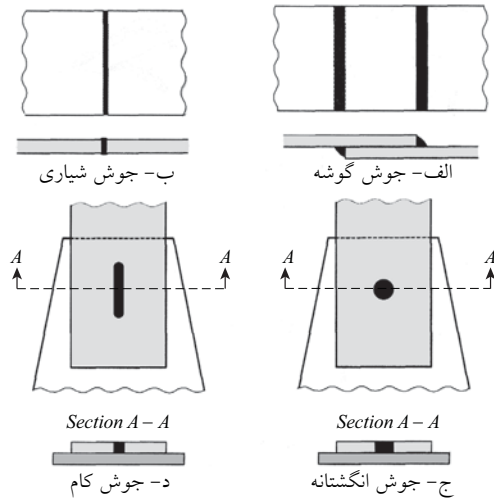
**پ- جوش کام:** جوشی است که در درون یک شکاف به صورت توپیر داده می‌شود.

**ت- جوش انگشته:** جوشی است که درون یک سوراخ به صورت توپیر داده می‌شود.

جوش گوشه و شیاری از متداول‌ترین انواع جوش در سازه‌های فولادی هستند. جوش‌های کام و انگشته به ندرت در اتصالات سازه‌های فولادی به کار می‌روند. نوع جوش براساس عملکردی که در جوش انتظار می‌رود و نیز نیروهایی که باید متحمل شود، انتخاب می‌گردد.

در اتصالات سازه‌های فولادی استفاده از جوش‌های گوشه بسیار رایج و مرسوم است و بیش از حدود 80 درصد اتصالات جوشی توسط جوش گوشه انجام می‌شود. جوش شیاری علی‌رغم کارایی مناسب تنها حدود 15 درصد سهم اتصالات جوشی را به خود اختصاص می‌دهد. جوش‌های کام و انگشته و سایر جوش‌های مخصوص، سهمی در حدود 5 درصد از اتصالات جوشی را دارند. در ادامه انواع جوش‌های مذکور تشریح می‌گردد.

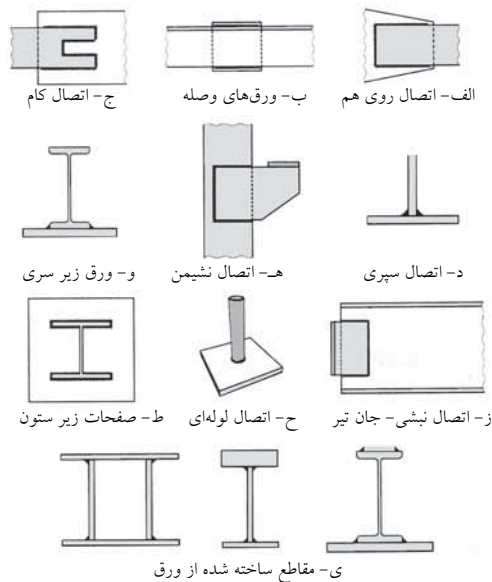




شکل ۱-۱-۱۰- انواع جوش

### الف- جوش گوشه

جوش گوشه متداول‌ترین جوش در ساختمان‌های فولادی است. استفاده از این نوع جوش به لحاظ سهولت در اجرا، اقتصادی بودن و امکان استفاده در اغلب اتصالات، مطلوب و مورد توجه است. شکل ۱-۱۱ انواع رایج کاربرد جوش گوشه در اتصالات جوشی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۱- نمونه‌هایی از جوش گوشه و کاربردهای آن

## مشخصات هندسی جوش گوشه

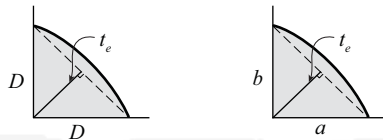
در شکل ۱۲-۱ مشخصات هندسی جوش گوشه با ساق‌های مساوی و نامساوی نشان داده شده است. اگر  $t_e$  اندازه گلوئی جوش باشد، مطابق هندسه شکل برای هر کدام از این دو حالت خواهیم داشت:

۱- جوش گوشه با ساق‌های مساوی (شکل ۱۲-۱-الف)

$$t_e = \frac{\sqrt{2}}{2} D = 0.707 D \quad (1-1)$$

۲- جوش گوشه با ساق‌های نامساوی (شکل ۱۲-۱-ب)

$$t_e = \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (2-1)$$



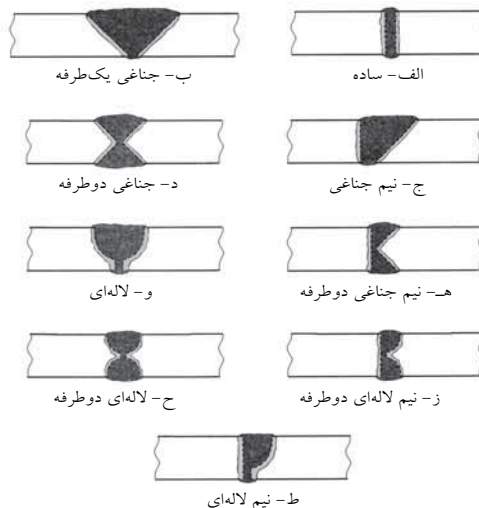
الف- جوش گوشه با ساق‌های مساوی

ب- جوش گوشه با ساق‌های نامساوی

شکل ۱۲-۱- مشخصات هندسی جوش گوشه

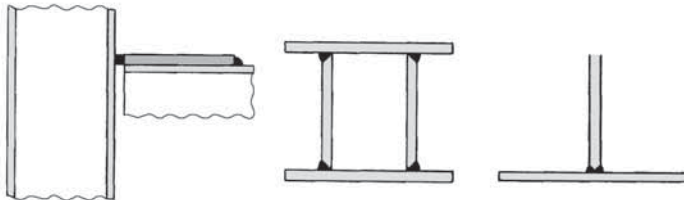
## ب - جوش شیاری

از جوش شیاری برای یکسره کردن تمام قدرت ورق‌ها، و برقراری درز جوش‌های تمام قدرت استفاده می‌شود. برای انجام جوش شیاری در دو لبه مجاور هم، لازم است لبه‌های کار به منظور نفوذ کامل جوش آماده گردند. در شکل ۱۳-۱ انواع درزهای جوش شیاری که هر یک برای اندازه خاصی از ضخامت ورق مناسب می‌باشد نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۱- انواع درزهای جوش شیاری

همچنین از جوش شیاری می‌توان در ساخت اتصال سپری استفاده کرد که نمونه‌های آن در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده است.



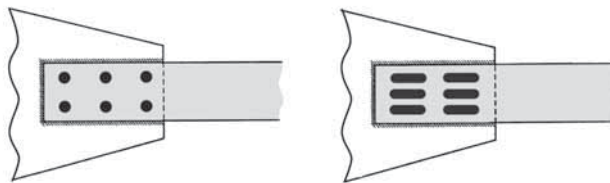
الف- اتصال ساق به بال سپری    ب- اتصال جان‌ها به بال‌ها    ج- اتصال بال تیر به ستون

شکل ۱-۱۴- کاربرد جوش شیاری در اتصال سپری

### پ- جوش‌های کام و انگشتانه

جوش‌های کام و انگشتانه فقط برای انتقال برش و جلوگیری از لغزش قطعات به کار می‌روند و برای انتقال نیروهای دیگر از این جوش‌ها استفاده نمی‌شود. از این جوش‌ها می‌توان برای کاهش طول کمانش قطعه نیز استفاده کرد. به طور کلی در سازه‌های فولادی سعی بر این است که از جوش کام و انگشتانه بجز موارد خیلی خاص استفاده نشود.

**نکته:** در اتصالات روی هم هنگامی که اندازه طول اتصال جوش گوشه محدودیت دارد، استفاده از جوش کام و انگشتانه چاره‌ساز خواهد بود (شکل ۱-۱۵).



الف- جوش کام همراه با جوش گوشه    ب- جوش انگشتانه همراه با جوش گوشه

شکل ۱-۱۵- جوش کام و انگشتانه در ترکیب با جوش گوشه

### ۱-۶- طراحی درز جوش

فصل مشترک دو قطعه که مصالح جوش در امتداد آن رسوب می‌نماید، درز جوش نامیده می‌شود. هندسه درز، از عوامل مهم و تأثیرگذار بر اقتصاد و کیفیت جوش است. هندسه درز با سه پارامتر زیر تعریف می‌شود:

الف - زاویه پخی لبه

ب - باز شدگی یا دهانه ریشه ( $R$ )

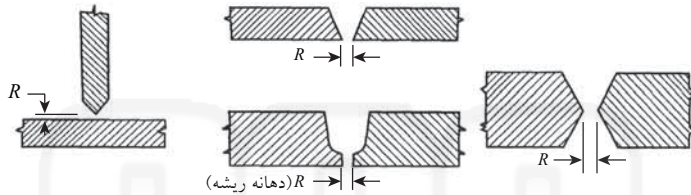
پ - پیشانی یا ضخامت ریشه

## ۱-۶-۱- دهانه ریشه (R)

در شکل ۱۶-۱ دهانه ریشه (R) که همان فاصله بین دو لبه در محل ریشه درز می‌باشد، نشان داده شده است. دهانه ریشه برای این منظور به کار می‌رود که الکتروود بتواند به ریشه جوش برسد. هر قدر زاویه پخی لبه‌ها کم باشد، برای اینکه یک ریشه خوب به دست آید، باید دهانه ریشه (R) را بیشتر در نظر گرفت.

اگر دهانه ریشه خیلی کوچک باشد جوش ریشه خیلی مشکل خواهد بود و باید از الکترودهای نازک استفاده شود و استفاده از الکترودهای نازک باعث کندی کار خواهد شد.

دهانه ریشه خیلی بزرگ بر کیفیت جوش اثری ندارد، ولی مصرف مصالح جوش را افزایش می‌دهد که نتیجه آن افزایش هزینه جوشکاری و اعوجاج حاصل از جوشکاری است.

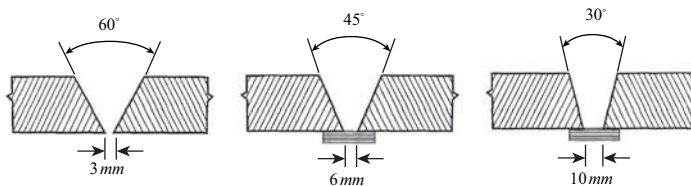


شکل ۱۶-۱- دهانه یا باز شدگی ریشه

شکل ۱۷-۱ نشان می‌دهد که چگونه وقتی زاویه پخی لبه کم می‌شود، دهانه ریشه باید افزایش یابد.

وقتی که دهانه ریشه زیاد می‌گردد، باید از تسمه پشت‌بند استفاده شود. هر سه وضعیت نشان داده شده در شکل ۱۷-۱ قابل قبول هستند و هر سه برای یک جوشکاری خوب مساعد می‌باشند. ترجیح یکی بر دو تای دیگر فقط بر مبنای مقایسه اقتصادی خواهد بود.

آماده کردن لبه‌ها برای جوشکاری و دهانه ریشه هر دو تأثیر مستقیم بر هزینه جوشکاری (میزان مصرف مصالح) دارند. منظور از آماده کردن لبه جوش، پخ زدن به شکل دلخواه قبل از جوشکاری می‌باشد.

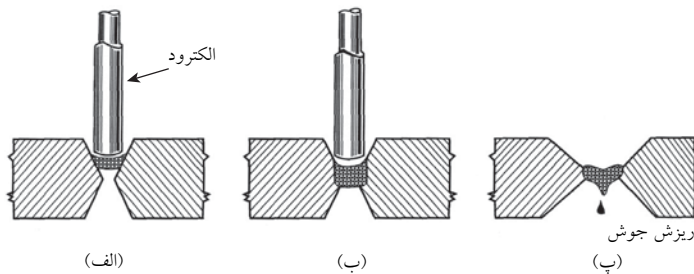


شکل ۱۷-۱- تسمه پشت‌بند

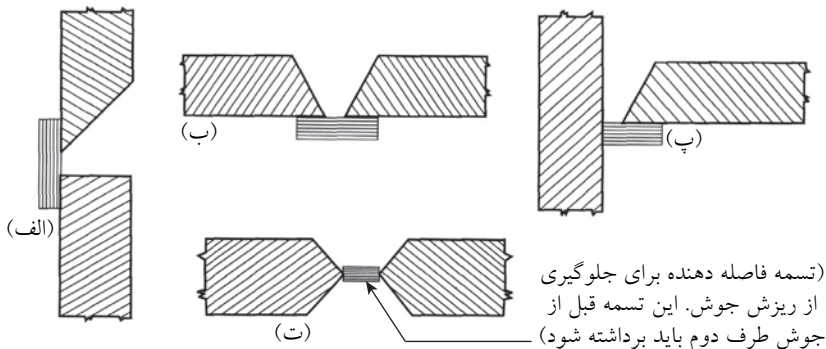
شکل ۱۸-۱- الف، حالتی را نشان می‌دهد که فاصله لبه دو قطعه و همچنین زاویه پخی لبه‌ها کم می‌باشد. این حالت برای جوشکاری خوب نیست، زیرا جوش بین دو لبه پل زده، تفاله و خاکستر جوشکاری پس از انجام عملیات جوشکاری در محل ریشه اتصال باقی می‌ماند و حذف آن‌ها از روی جوش برای جوش طرف دوم وقت‌گیر خواهد بود.

شکل ۱-۱۸-ب، نشان‌دهنده فرم صحیح لبه‌ها قبل از شروع به جوشکاری می‌باشد. این جوش باعث امتزاج و ترکیب خوب مصالح در ریشه خواهد شد. تولید خاکستر جوشکاری در این حالت به حداقل مقدار خود خواهد رسید.

شکل ۱-۱۸-پ، نشان می‌دهد که چگونه فاصله زیاد لبه‌ها در هنگام جوشکاری باعث ریزش جوش از زیر آن می‌گردد. در کارخانه‌ها برای اینکه از ریزش جوش جلوگیری کنند از تسمه‌های فاصله‌دهنده با اندازه معین استفاده می‌کنند.



شکل ۱-۱۸- هندسه مناسب و نامناسب درز



شکل ۱-۱۹- استفاده از تسمه پشت‌بند برای جلوگیری از ریزش جوش

### ۱-۶-۲- تسمه‌های پشت‌بند

وقتی که جوشکاری از یک طرف بوده و فاصله لبه‌ها نیز زیاد باشد، از تسمه‌های پشت‌بند استفاده می‌شود. تسمه‌های پشت‌بند در شکل‌های ۱-۱۹-الف، ب و پ نشان داده شده‌اند. این تسمه‌ها پس از انجام عملیات جوشکاری در جای خود باقی می‌مانند و جزئی از اتصال می‌شوند.

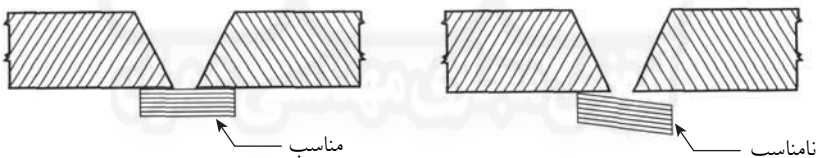
تسمه‌های فاصله‌دهنده اغلب در درزهای جناغی دو رو (X) مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این حالت قبل از جوشکاری طرف دوم، نیاز به سنگ زدن ریشه می‌باشد.

جنس تسمه‌های پشت‌بند باید با مصالح اصلی سازگار باشد. برای تثبیت این تسمه‌ها، قبل از انجام عمل جوشکاری از خال جوش‌های متناوب استفاده می‌شود این خال‌جوش‌ها در هر دو طرف تسمه پشت‌بند به صورت چپ و راست اجرا می‌شوند تا ایجاد تنش‌های اضافی نکنند. در ضمن، این خال‌جوش‌ها نباید درست مقابل یکدیگر قرار گیرند (شکل ۱-۲۰).

تسمه‌های پشت‌بند باید کاملاً به زیر ورق بچسبد و گرنه باعث به وجود آمدن تفاله جوشکاری در ناحیه ریشه جوش می‌شوند (شکل ۱-۲۱). جوش ریشه (پاس اول) باید بتواند امتزاج کامل در محل ریشه به وجود آورد.



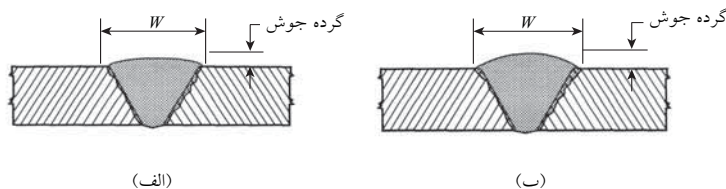
شکل ۱-۲۰- اجرای خال‌جوش‌های متناوب برای اتصال تسمه پشت‌بند.



شکل ۱-۲۱- طرح‌های مناسب و نامناسب در استفاده از تسمه پشت‌بند.

### ۱-۶-۳- گرده جوش

در درزهای لبه به لب، تحدب اسمی (تقریباً ۱.۵ میلی متر بالای سطح تراز) لازم است (شکل ۱-۲۲-الف). مقدار زیاد این تحدب فایده‌ای ندارد و باعث افزایش هزینه جوشکاری می‌شود (شکل ۱-۲۲-ب). باید دقت شود که هم ارتفاع و هم پهنای گرده حداقل گردد.



شکل ۱-۲۲- گرده جوش