بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

تعمیر و مونتاژ
تجهیزات کشاورزی

رشتهٔ ماشین‌های کشاورزی

گروه کشاورزی و غذا

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: تعمیر و مونتاژ تجهیزات کشاورزی ـ ۲۱۲۳۸۴
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: مجید بیرجندی، محمدجلال کفاشان، علی حاج احمد، فرشید مریخ، محسن قاسمی، هوشنگ سرداربنده و مجید داودی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
مجتبی انصاری‌پور، مجید داودی و مجید بیرجندی (اعضای گروه تألیف) ـ سپیده دبیریان (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: مجتبی زند (مدیر هنری) ـ پرشنگ سنگین‌آبادی (صفحه‌آرا)ـ صبا کاظمی دوانی (طراح جلد)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/ صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ هفتم ۱۴۰۳

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 به‌صورت 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 از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۸- ۳۱۹۳ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3193–8**

ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)

فهـرست

پودمان ۱ــ تعمیرات مکانیکی تجهیزات کشاورزی ۹

- **واحد یادگیری ۱:** تعمیرات مکانیکی تجهیزات ثابت کشاورزی ۱۰
- ارزشیابی نهایی شایستگی تعمیرات مکانیکی تجهیزات ثابت کشاورزی ۵۸

پودمان ۲: تعمیرات برقی ماشین‌های ثابت کشاورزی ۵۹

- **واحد یادگیری ۲:** نصب و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی ۶۰
- ارزشیابی نهایی شایستگی نصب و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی ۸۸

پودمان ۳: جوشکاری و آهنگری قطعات ماشین‌های کشاورزی ۸۹

- **واحد یادگیری ۳:** جوشکاری با قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار ۹۰
- ارزشیابی نهایی شایستگی جوشکاری با قوس‌الکتریکی و الکترود روپوش‌دار ۱۲۱

پودمان ۴: تعمیر بدنه و مخازن فلزی ماشین‌های کشاورزی ۱۲۳

- **واحد یادگیری ۴:** تعمیر مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی به روش جوشکاری اکسی گاز ۱۲۴
- ارزشیابی نهایی شایستگی تعمیر مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی به روش جوشکاری اکسی گاز ۱۴۱
- **واحد یادگیری ۵:** پرچ‌کاری ۱۴۲
- ارزشیابی نهایی شایستگی پرچ‌کاری ۱۵۱
- **واحد یادگیری ۶:** صافکاری و نقاشی بدنه و مخازن فلزی ماشین‌های کشاورزی ۱۵۲
- ارزشیابی نهایی شایستگی صافکاری و نقاشی بدنه و مخازن فلزی ماشین‌های کشاورزی ۱۶۷

پودمان ۵: کاربرد سامانه فتوولتاییک در ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی ۱۶۹

- **واحد یادگیری ۷:** نصب و راه‌اندازی سامانه فتوولتاییک ۱۷۰
- ارزشیابی نهایی شایستگی نصب و راه‌اندازی سامانه فتوولتاییک ۱۹۶

- منابع ۱۹۷

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱ـ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی جوشکاری برق

۲ـ شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ـ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴ـ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس پنجمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته ماشین‌های کشاورزی در پایه دوازدهم تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی تعمیر و مونتاژ تجهیزات کشاورزی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است. درصورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. **کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید.** سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود به نشانی www.tvoccd.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست 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 به‌کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته ماشین‌های کشاورزی طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف شد. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی است که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب است که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو و نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بستهٔ‌یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی، شایستگی‌های غیر فنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیر فنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های زیر است:

پودمان اول: با عنوان «تعمیرات مکانیکی تجهیزات کشاورزی» است که شامل یک واحد یادگیری است. در این واحد یادگیری ساختمان، اجزاء و طرز کار تجهیزات و ماشین‌های ثابت کشاورزی شامل ماشین‌های پرورش طیور، ماشین‌های دامپروری و ماشین‌های فرآوری مواد غذایی معرفی شده است و در ادامه روش تعمیرات مکانیکی آنها شامل تعمیرات عمومی و تعمیرات اختصاصی آورده شده است.

پودمان دوم: «تعمیرات برقی ماشین‌های ثابت کشاورزی» نام دارد که شامل یک واحد یادگیری با عنوان «نصب و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی» است و در آن ساختمان انواع موتورهای الکتریکی تک فاز و سه فاز، روش عیب‌یابی آنها، سیم‌کشی و راه‌اندازی و در نهایت کنترل موتور با کلیدهای الکترومغناطیسی شرح داده شده است.

پودمان سوم: دارای عنوان «جوشکاری و آهنگری قطعات ماشین‌های کشاورزی» است. در این پودمان جوشکاری با قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار شرح داده شده است.

پودمان چهارم: «تعمیر مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی» نام دارد که شامل سه واحدیادگیری با عناوین «تعمیر مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی به روش جوشکاری اکسی گاز»، «پرچ‌کاری» و «صافکاری و نقاشی بدنه و مخازن فلزی ماشین‌های کشاورزی» است. چیدمان واحدهای یادگیری به نحوی است که در پایان پودمان نحوه رفع انواع ایرادات ممکن در مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی پوشش داده شده باشد.

پودمان پنجم: با عنوان«کاربرد سامانه فتوولتاییک در ماشین‌های کشاورزی» است که در آن روش نصب و راه‌اندازی سامانه فتوولتاییک آموزش داده شده است. مطالب این فصل به‌گونه‌ای آورده شده است که ضمن معرفی اجزاء سامانه فتوولتاییک و روش نصب و راه‌اندازی آنها، با مثال‌های عملی نمونه‌هایی از کاربرد این سامانه در ماشین‌های کشاورزی تشریح گردد.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پودمان ۱

تعمیرات مکانیکی تجهیزات کشاورزی

در هر کدام از بخش‌های کشاورزی شامل زراعت، باغبانی، عملیات پس از برداشت، دامپروری، فراوری محصولات کشاورزی، جنگل و مرتع و.... برای تولید محصول از فرایندهای متنوعی استفاده می گردد. برای انجام هر فرایند از مجموعه وسایل و ماشین‌هایی استفاده می‌شود که هر کدام به ترتیب عملیات مستقلی را انجام می‌دهند و در انتهای فرایند به نتیجه مورد نظر می‌رسند.

تجهیزات کشاورزی (Agricultural Equipment) به مجموعه وسایل و امکاناتی گفته می‌شود که در یک فرایند کشاورزی به‌کار می‌رود. برخی از این تجهیزات ثابت و برخی دیگر متحرک هستند. آشنایی با ساختمان و نحوه تعمیرات این ماشین‌ها می‌تواند بازار کار مناسبی را در زمینه‌های دامپروری، صنایع غذایی و... ایجاد کند.

واحد یادگیری ۱

تعمیرات مکانیکی تجهیزات ثابت کشاورزی

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

- ☐ منظور از تجهیزات کشاورزی چیست؟
- ☐ برای پرورش طیور از چه تجهیزاتی استفاده می‌شود؟
- ☐ برای پرورش دام از چه تجهیزاتی استفاده می‌شود؟
- ☐ در فراوری محصولات از چه تجهیزاتی استفاده می‌شود؟
- ☐ تجهیزات کشاورزی از چه اجزای مکانیکی تشکیل شده‌اند؟
- ☐ اجزای مکانیکی تجهیزات کشاورزی را چگونه می‌توان عیب‌یابی و تعمیر کرد؟

با توجه به گستردگی کشاورزی، تجهیزات ثابت مورد استفاده در آن نیز بسیار متنوع می‌باشد ولی می‌توان آنها را با توجه به نوع عملیات و محصول تولید شده به تجهیزات پرورش طیور، تجهیزات پرورش دام، تجهیزات پرورش آبزیان، تجهیزات پرورش دام‌های دیگر مانند اسب، زنبورعسل، کرم ابریشم، تجهیزات پس از برداشت و تجهیزات فراوری محصولات کشاورزی طبقه‌بندی نمود.

هر کدام از این تجهیزات از اجزای مکانیکی بسیاری تشکیل یافته‌اند. در این واحد یادگیری ضمن معرفی این تجهیزات، روش تعمیرات اجزای مکانیکی آنها آموزش داده می‌شود.

استاندارد عملکرد کار

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود اجزای مکانیکی ماشین‌ها و تجهیزات ثابت کشاورزی را تعمیر، تعویض و تنظیم کنند.

توجه

در این واحد یادگیری سه دسته از تجهیزات کشاورزی (تجهیزات پرورش طیور، تجهیزات پرورش دام و تجهیزات فراوری محصولات کشاورزی) معرفی و تعمیرات عمومی و اختصاصی آنها آورده شده است. با توجه به شرایط و امکانات منطقه یک دسته انتخاب (نیمه‌تجویزی)، آموزش داده شده و مورد ارزشیابی قرار گیرد.

دانلود سوالات آزمون
راهنمای کامل آزمون

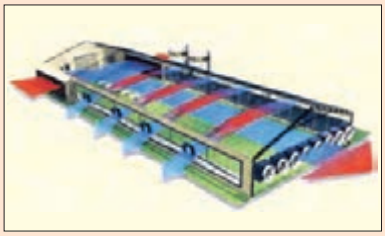
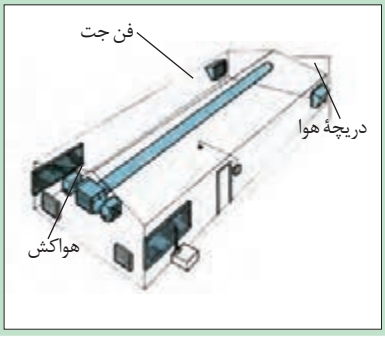
تجهیزات پرورش طیور

تجهیزات پرورش طیور شامل تجهیزات تهویه سالن، تجهیزات سرمایشی و گرمایشی، تجهیزات آماده‌سازی خوراک طیور، توزیع خوراک، توزیع آب، وسایل نگهداری درقفس، رطوبت‌سازها، دستگاه‌های جوجه‌کشی، تمیزکننده‌های بستر، وسایل ذخیره خوراک دام، وسایل نوردهی، وسایل مدیریت و کنترل سالن‌ها، کشتارگاه طیور، و.... می‌باشد.

الف) تجهیزات تهویه

تهویه هوای سالن‌های پرورش دام، طیور و گلخانه‌ها، برای تأمین اکسیژن کافی و دفع گازهای آلوده و رطوبت بیش از حد، لازم است. همچنین هوای داخل سالن به منظور ثابت نگه داشتن درجه حرارت تمام نقاط همیشه باید جریان داشته باشد. تهویه هوای سالن‌های پرورش طیور، به سه طریق انجام می‌گیرد، روش‌های تهویه سالن‌های پرورش طیور در جدول (۱) آورده شده است.

جدول۱ــ روش‌های تهویه سالن پرورش طیور

روش تهویه	اصول کار	تصویر
استفاده از هواکش	در این روش، تعدادی هواکش بر حسب حجم سالن بر روی دیوارهای جانبی و یا سقف سالن نصب می‌گردد و با مکش هوای داخل سالن یا دمیدن هوای بیرون به داخل سالن، عمل می‌کنند.	
استفاده از فن جت	در این روش برای توزیع یکنواخت هوای ورودی از کانال‌هایی به نام فن جت در سقف سالن‌ها استفاده می‌شود. انتهای کانال بسته است و در ابتدای آن یک هواکش قوی، هوای تازه را با فشار به داخل کانال می‌دمد. هوای دمیده شده از سوراخ‌های کانال، به‌طور یکنواخت به داخل سالن راه یافته، باعث جریان یافتن هوای تازه از زیر سقف به سمت کف سالن می‌گردد.	
استفاده از پنکه‌های آویزی	در این روش تعدادی پنکه از سقف سالن آویزان می‌شود تا با جریان یافتن هوای داخل سالن، درجه حرارت و رطوبت هوا در تمام نقاط یکسان گردد.	

تحقیق کنید

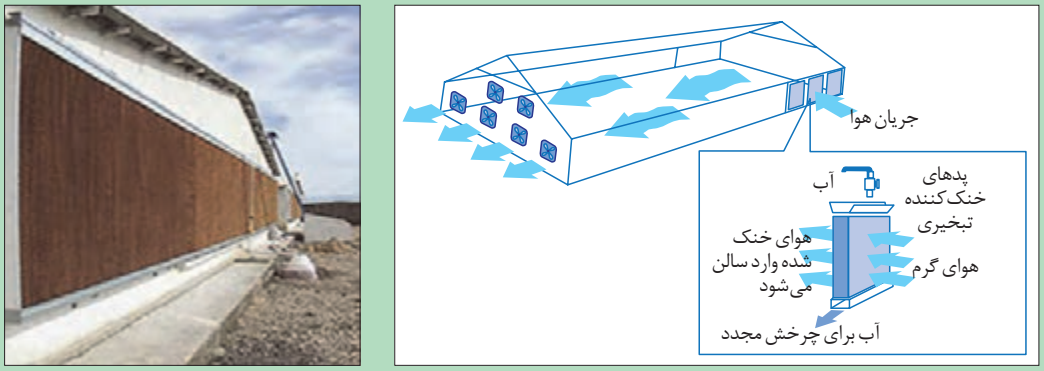
بیشترین عیوب پیش آمده در تجهیزات تهویه سالن پرورش طیور کدامند؟

ب) تجهیزات خنک‌کننده

در مناطق گرم، سالن‌های پرورش دام و طیور و گلخانه‌ها باید خنک شوند، بدین منظور از تجهیزات خنک‌کننده استفاده می‌شود. رایج‌ترین روش، استفاده از سیستم‌های تبخیری (فن و پد) است.

گفت‌وگوی کلاسی

شکل ۱، یک سیستم فن و پد را نشان می‌دهد. چه عاملی سبب خنک شدن هوای ورودی می‌شود؟ رطوبت نسبی محیط چه تأثیری بر میزان خنک‌کنندگی این سیستم دارد؟



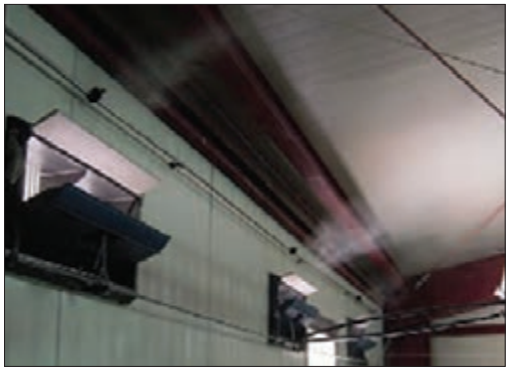
شکل ۱ــ سیستم فن و پد و نحوه خنک شدن هوا توسط آن

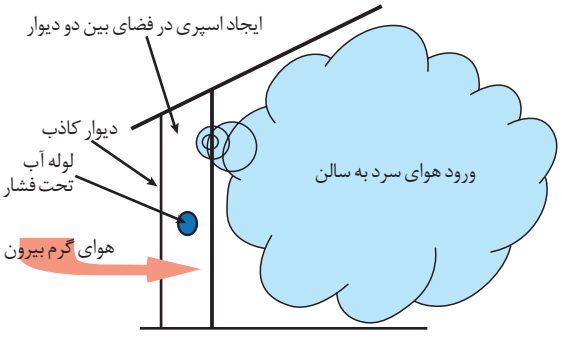
در این سیستم‌ها، علاوه بر پدهای پوشالی از پدهای سلولزی نیز استفاده می‌گردد.

زیست‌محیطی

برخلاف پوشال‌ها که به‌دلیل داشتن رطوبت و نبودن تابش نور آفتاب موجب انتقال قارچ و باکتری به داخل محیط می‌گردند، پدهای سلولزی خاصیت ضد قارچی دارند و مانع انتقال قارچ و باکتری‌ها به داخل محیط می‌گردند.

■ **سیستم نازل مه پاش:** طرز کار این سیستم‌ها به این صورت است که با اسپری کردن آب به درون هوا باعث خنک شدن هوا می‌شود. در سیستم‌های نازل مه پاش، آب توسط سیستم پمپاژ و نازل‌ها به پودر تبدیل می‌شود.





شکل ۲ــ نحوه خنک شدن هوا توسط سیستم نازل مه پاش

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش آمده در تجهیزات خنک‌کننده سالن پرورش طیور کدامند؟

ج) تجهیزات گرمایشی:

در فصل سرما، هوای سالن‌های پرورش را باید گرم کرد. برای این کار از تجهیزات گرم‌کننده استفاده می‌شود. رایج‌ترین این دستگاه‌ها، کوره هوای گرم (هیتر)، گرم‌کننده‌های تابشی و گرم‌کننده‌های زیرزمینی است.

■ **هیترهای هوای گرم:** این دستگاه‌ها از بدنه، مشعل، دیگ سوخت، پنکه و تابلوی کنترل تشکیل شده‌اند (شکل ۳). سوخت هیترها، نفت سفید، گازوئیل یا گاز است. مشعل با تولید شعله در دیگ، باعث داغ شدن محفظه داخل بدنه می‌گردد. پنکه هوای سالن را به داخل بدنه مکش کرده، سپس به سالن می‌دمد. کنترل دمای مشعل و سرعت چرخش پنکه، به‌وسیله تابلوی کنترل انجام می‌گیرد.

هیتر صنعتی — هیتر گازی — هیتر برقی — جت هیتر

شکل ۳ــ انواع هیترهای گرم‌کننده

گفت‌وگو کنید

هیترهای فشار قوی را هرگز نباید در محل دریچه ورودی نصب کرد، چرا؟

■ **گرم‌کننده‌های تشعشعی (تابشی):** این گرم‌کننده‌ها از سقف سالن آویزان می‌شوند و گرما را به‌صورت مستقیم به کف سالن ساطع می‌کنند. این دستگاه‌ها ممکن است گازی، نفتی یا برقی باشند. گرم‌کننده‌های تابشی از بازتابنده، شعله پخش‌کن و کنترل‌کننده تشکیل شده‌اند. چگونگی توزیع حرارت، بدین صورت است که شعله با برخورد به بازتابنده سرامیکی پخش می‌شود و به سمت کف سالن ساطع می‌گردد.

گرم‌کننده تابشی — مادر مصنوعی

شکل ۴ــ انواع گرم‌کننده تابشی

■ **گرم‌کننده‌های زیرزمینی:** در این سیستم گرمایش، آب داغ در لوله‌هایی که زیر کف سالن تعبیه می‌شود جریان یافته و گرما بین کف گرم سالن، بستر و فضای سالن مبادله می‌شود.

گفت‌وگو کنید

گرم‌کننده‌های تشعشعی معمولاً در سالن‌های با عایق‌بندی نامناسب به عنوان منبع اصلی تولید گرما به‌کار می‌روند؛ در حالی که هیترهای فشاری را در سالن‌های با عایق‌بندی صحیح و درزگیری شده به‌کار می‌برند. با توجه به تصویر در مورد علت آن گفت‌وگو کنید.

شکل ۵ــ مقایسه گرمادهی هیتر و گرمازای تابشی

تحقیق کنید

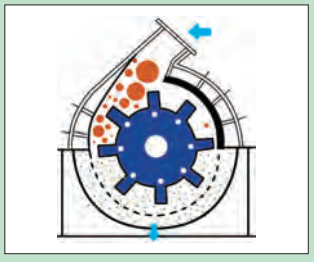
بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات گرمایشی سالن پرورشی طیور کدامند؟

د) تجهیزات تهیه خوراک:

خوراک دام و طیور از نظر کیفیت و هزینه، دارای اهمیت ویژه‌ای است. برای تهیه خوراک از انواع آسیاب، نقالهٔ بالابر و مخلوط کن (میکسر) استفاده می‌شود.

■ **آسیاب‌ها:** برای خرد کردن و شکستن دانه یا سایر مواد فیبری از آسیاب‌ها استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها، از شاسی، الکتروموتور، محفظه آسیاب و عامل خردکننده تشکیل شده‌اند. جدول ۲، انواع آسیاب را بر حسب نوع عامل خردکننده نشان می‌دهد.

جدول ۲ــ انواع آسیاب بر حسب نوع عامل خردکننده

نام	ساختمان و اصول کار	تصویر
آسیاب غلتکی	عامل خردکننده در این نوع آسیاب غلتک‌هایی هستند که با سرعت‌های مختلف و در جهت عکس یکدیگر می‌چرخند. شدت خردکنندگی به فاصله بین غلتک‌ها و شیارهای روی آنها بستگی دارد. فاصله بین غلتک‌ها به‌صورت دستی یا خودکار قابل تنظیم است.	
آسیاب چکشی	عامل خردکننده در این آسیاب‌ها چکش‌هایی هستند که به‌صورت معلق روی یک محور دوار سوار شده و در فاصله مشخصی از یک غربال دوران می‌کنند. مواد ورودی با برخورد به چکش‌ها خرد شده، به سمت غربال حرکت می‌کنند. این مواد، چنانچه به‌اندازهٔ کافی خرد نشده باشند، از غربال عبور نکرده، با برخورد دوباره به چکش‌ها کوچک‌تر می‌شوند تا از غربال عبور کنند.	

نام	ساختمان و اصول کار	تصویر
آسیاب سنگی	در این آسیاب، دو یا چند صفحه (سنگ)، عامل خرد کردن مواد هستند. در آسیاب‌هایی که از دو سنگ تشکیل شده‌اند یکی از سنگ‌ها می‌چرخد و سنگ دیگر ثابت است و یا سنگ دوم، در جهت عکس حرکت سنگ اول گردش می‌کند. درصورتی‌که آسیاب از سه سنگ تشکیل شده باشد صفحه میانی متحرک است و دو صفحه کناری ثابت می‌باشند. درجه ریزی مواد آسیاب شده به نوع سنگ آسیاب، سرعت دورانی سنگ‌ها و فاصله آنها نسبت به هم، مقدار خوراک دستگاه، نوع مواد و رطوبت آن بستگی دارد. فاصله سنگ‌های آسیاب به‌وسیله یک فلکه تنظیم می‌شود.	

گفت‌وگوی کلاسی

میزان خرد شدن مواد در آسیاب چکشی به چه عواملی بستگی دارد؟

بالابر مارپیچی: برای انتقال دان به آسیاب یا انتقال دان آسیاب شده به مکان‌های دیگر، از نقاله‌های مارپیچی استفاده می‌شود. این نقاله‌ها در انواع ثابت و یا متحرک وجود دارد و دارای یک ورودی و یک خروجی در ابتدا و انتها می‌باشد. در انتقال نیرو از موتور به مارپیچ از تسمه استفاده می‌شود تا در صورت گیر کردن مارپیچ مانع از صدمه دیدن آن شود (شکل ۶).

شکل ۶ــ بالابر مارپیچی

مخلوط کن‌ها (mixer)

مواد خوراکی پس از خرد شدن، باید مطابق جیره مشخصی که از سوی کارشناس تعیین می‌گردد با هم مخلوط شوند. همچنین ممکن است ویتامین‌ها و غذاهای مکمل یا دارو طبق تجویز دامپزشک با مواد خوراکی مخلوط گردند. برای این منظور از مخلوط‌کن استفاده می‌شود. چندین نوع مخلوط‌کن در بازار موجود است که از آن جمله می‌توان به مخلوط‌کن‌های عمودی و افقی اشاره کرد.

شکل ۷، تصاویر واقعی و شماتیک یک مخلوط‌کن عمودی را نشان می‌دهد. مواد از دریچه ورودی وارد محفظه می‌گردد. در ابتدای کار دریچه خروجی

شکل ۷ــ مخلوط‌کن عمودی و نحوه عملکرد آن

بسته است. مواد ورودی به‌وسیله مارپیچ بالابرده و به تدریج، داخل محفظه کاملاً از آن پر می‌گردد. حول مارپیچ غلافی وجود دارد که مواد از زیر آن و به کمک مارپیچ به بالا هدایت و دوباره وارد محفظه می‌شود. این عمل تواماً تکرار می‌گردد. بدین ترتیب مواد داخل محفظه دائماً جابه‌جا می‌شوند و نهایتاً پس از ۱۵ تا ۳۰ دقیقه کاملاً مخلوط می‌شوند. در این مرحله دریچه خروجی باز می‌شود و مخلوط مواد از دستگاه خارج می‌گردد.

شکل ۸ــ مخلوط کن افقی و مارپیچ‌های آن

شکل ۸، تصویر یک مخلوط کن افقی را نشان می‌دهد. این مخلوط کن‌ها دارای دو تا چهار مارپیچ افقی هستند. یکی یا دو تا از مارپیچ‌ها برخلاف مارپیچ دیگر خوراک را حرکت می‌دهند. حرکت چرخشی مارپیچ‌ها از الکتروموتور تأمین می‌شود. مواد ابتدا از بالا وارد محفظه شده و پس از پر شدن، مارپیچ‌ها حدوداً ۵ دقیقه مواد را هم می‌زنند.

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات تهیه خوراک دام و طیور کدامند؟

هـ) تجهیزات توزیع دان

از آنجا که میزان خوراک مصرفی در روز نقش اساسی در تولید دارد و بخش عمده‌ای از هزینه تولید را به خود اختصاص می‌دهد نحوه توزیع آن برای پرنده‌ها بسیار اهمیت دارد. یک دان‌خوری مطلوب باید اتلاف خوراک را پایین آورده بادوام و قابل شست‌وشو باشد و پرنده‌ها برای مصرف خوراک بیشتر تمایل داشته باشند.علاوه بر این به سادگی پر شود و درصورت خراب شدن به سهولت قابل تعمیر باشد. در سالن‌های پرورش طیور علاوه بر دان‌خوری‌های دستی (شکل ۹) از انواع دان‌خوری خودکار نیز استفاده می‌شود.

دان‌خوری ناودانی

دان‌خوری سطلی

سینی دان‌خوری

شکل ۹ــ انواع دان‌خوری دستی

در دان‌خوری‌های خودکار، توزیع دان به‌صورت خودکار انجام می‌شود و کارگران نحوهٔ کار دستگاه را کنترل می‌کنند. این دان‌خوری‌ها به‌طور کلی شامل دان‌خوری، نقاله و مخزن دان است. طرز کار اغلب دان‌خوری‌های خودکار شبیه به هم است و فقط از نظر نوع نقاله یا دان‌خوری با یکدیگر تفاوت دارند. این دان‌خوری‌ها به دو دسته عمده تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱ـ دان‌خوری‌های خودکار ناودانی

زنجیری(زنجیری)

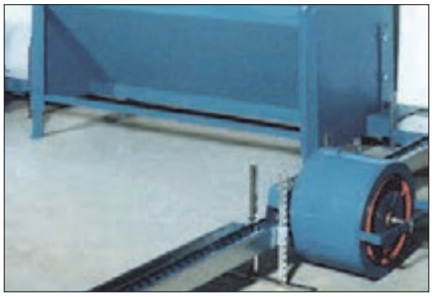
در ایـن دان‌خوری‌هـا از نقالـه زنجیری برای انتقال دان استفاده می‌شود (شکل ۱۰).

شکل ۱۰ـ دان‌خوری زنجیری و نقاله آن

این نوع دان‌خوری از یک مخزن دان تشکیل شده است که معمولاً در داخل و یا خارج از سالن قرار می‌گیرد. با روشن شدن موتور الکتریکی، دان از داخل منبع توسط نقاله زنجیری به داخل کانال‌های ناودانی شکل که در سرتاسر طول سالن کشیده شده است، حمل شده و در اختیار طیور قرار می‌گیرد.

در نقاطی که مسیر نقاله زنجیری به‌اندازه ۹۰ درجه تغییر می‌کند، جهت سهولت در حرکت نقاله از قطعه‌ای به نام گوشه استفاده می‌شود(شکل ۱۱). دان باقی‌مانده در ناودانی، در زمان برگشت به مخزن از صافی عبور می‌کند تا فضولات و مواد زاید از آن جدا شود. این صافی، در انتهای مسیر نقاله نصب می‌گردد و وسیله مناسبی برای تأمین بهداشت است (شکل ۱۲).

شکل ۱۱ـ گوشه و پایه تنظیم آن



شکل ۱۲ـ صافی دان‌خوری زنجیری

۲ـ دان‌خوری‌های خودکار بشقابی(حلزونی)

در این سیستم، دان به‌وسیله نقاله مارپیچی و دان‌خوری‌های مخصوص، در دسترس طیور قرار می‌گیرد (شکل ۱۳). برای چرخاندن مارپیچ، از الکتروموتور و چرخ‌دنده استفاده می‌شود. معمولاً الکتروموتور در ابتدا یا انتهای مسیر نقاله نصب می‌شود.

شکل ۱۳ـ دان‌خوری خودکار بشقابی و اجزای آن

با چرخش مارپیچ درون لوله، مواد از مخزن به دان‌خوری‌ها منتقل می‌گردد. دان‌خوری دارای موانعی است تا طیور بر روی دانه‌ها نرفته، از ریختن فضولات بر روی آن جلوگیری شود. دان‌خوری روی لوله نصب می‌گردد و مواد خوراکی از داخل لوله به داخل ساقه دان‌خوری منتقل و از طریق آن به کاسه دان‌خوری ریخته، در دسترس طیور قرار می‌گیرد. لوله به‌صورت آویزان در سالن نصب می‌شود و ارتفاع آن از زمین قابل تنظیم است.

گفت‌وگوی کلاسی

چرا دان‌خوری‌های بشقابی بر خلاف دان‌خوری‌های زنجیری به صافی مجهز نیستند؟

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات توزیع دان در سالن پرورش طیور کدامند؟

و) تجهیزات توزیع آب

توزیع آب در سالن‌های مرغداری به دو صورت دستی و خودکار انجام می‌شود. شکل ۱۴ انواع آب‌خوری دستی را نشان می‌دهد.

آب‌خوری دستی بشقابی (کله قندی) مخصوص جوجه‌های جوان

آب‌خوری ناودانی (تراف) مخصوص پرورش در قفس

شکل ۱۴ـ انواع آب‌خوری دستی

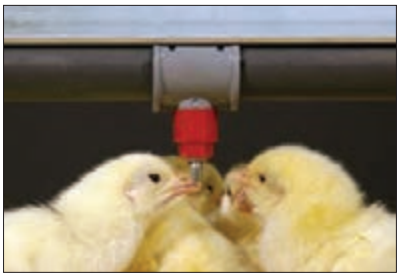
آب‌خوری‌های خودکار (automatic drinker) دارای انواع مختلفی به شرح زیر هستند:

شکل ۱۵ـ آب‌خوری سیفونی

ـ آب‌خوری سیفونی یا زنگوله‌ای: این آب‌خوری‌ها از یک قسمت مخروطی و یک بشقاب که در زیر آن یک وزنه قرار گرفته تشکیل شده‌اند. جنس آنها اغلب از پلاستیک و دارای دستگاه تنظیم بوده و به‌وسیله لوله‌ای نازک به لوله اصلی جریان آب که از زیر سقف می‌گذرد وصل و آویزان گردیده است. هنگامی که میزان آب آب‌خوری از حد معینی کاهش یابد، به علت سبکی، فنر متصل به آن بالا رفته و شیر تنظیم باز می‌شود و آب به داخل آب‌خوری جریان می‌یابد و زمانی که میزان آب به حد معینی (لازم) رسید، دوباره به علت سنگین شدن آب‌خوری فنر به پایین کشیده شده و شیر تنظیم بسته می‌شود؛ بدین ترتیب، همیشه به مقدار کافی آب تمیز و خنک در اختیار مرغ‌ها قرار می‌گیرد. ارتفاع آب‌خوری را با توجه به سن مرغ‌ها می‌توان کم یا زیاد نمود (شکل ۱۵).

شکل ۱۶ـ آب‌خوری جامبو

ـ آب‌خوری جامبو: در مقایسه با نوع سیفونی به‌جای استفاده از وزنه آویز، دارای یک دیسک پلاستیکی سنگین یا کف پر شده است و نحوه کارکردن آن مشابه آب‌خوری سیفونی است (شکل ۱۶).



شکل ۱۷ـ آب‌خوری نیپل

ـ آب‌خوری پستانکی یا نیپل: سیستم آب‌خوری نیپل از یک یا چندین لوله تشکیل شده که در امتداد طول سالن با تراز مناسب کشیده شده است. در فواصل مناسب سوراخ‌های کوچکی در این لوله‌ها ایجاد شده و سوپاپ کوچکی به این سوراخ‌ها نصب می‌شود. این سوپاپ‌ها حساس به فشار بوده به‌طوری که در اثر فشار آب موجود در لوله‌ها، سوپاپ‌ها بسته هستند؛ اما زمانی که پرنده با منقار خود به آن فشار وارد می‌کند، سوپاپ باز شده و آب به بیرون از لوله جریان می‌یابد.

شکل ۱۸ـ آب‌خوری فنجانی

آب‌خوری فنجانی: این آب‌خوری مشابه آب‌خوری نیپل یا قطره‌ای است با این تفاوت که همهٔ بخش‌های آن داخل یک فنجان مخروطی قرار گرفته و آب وارد فنجان می‌شود(شکل ۱۸).

گفت‌وگوی کلاسی

واحد تنظیم آب‌خوری سیفونی چگونه کار می‌کند؟

شکل ۱۹ـ اجزای آب‌خوری سیفونی

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات توزیع آب در سالن پرورشی طیور کدامند؟

ز) ماشین جوجه‌کشی

دستگاه جوجه‌کشی یا انکوباتور (Incubator) قادر است شرایطی نظیر دما، رطوبت، چرخش تخم‌ها، تهویه و اکسیژن رسانی را دقیقاً مطابق با شرایط پرندهٔ مادر ایجاد کند تا بتواند تخم نطفه‌دار را در زمان معینی به جوجه تبدیل نماید. کارشناسان با بررسی رفتار پرندهٔ مادر و تبدیل تخم به جوجه توانسته‌اند دستگاه‌های مختلف جوجه‌کشی را با توجه به حجم مورد نیاز تولید کنند و در اختیار بخش پرورش دام و طیور قرار دهند (شکل ۲۰).

شکل ۲۰ـ یک نمونه ماشین جوجه‌کشی

ماشین‌های جوجه‌کشی شامل محفظه جوجه‌کشی، قفسه (راک) و تجهیزات کنترل دما، رطوبت و چرخش تخم‌ها می‌باشند. این تجهیزات ممکن است دستی یا کاملاً خودکار باشند.

در مقیاس بزرگ به‌جای ماشین‌های جوجه‌کشی از سالن‌های جوجه‌کشی استفاده می‌شود. این سالن‌ها به دو گروه ستر و هچر تقسیم می‌شوند. در دوران ستری، نطفه داخل تخم به‌اندازه کافی رشد می‌کند و برای خروج از پوسته (هچری) آماده می‌شود. در مدت زمان هچری (در مورد تخم مرغ سه روز آخر از دوره ۲۱ روزه) گردش تخم‌ها باید متوقف شود.

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در ماشین جوجه کشی کدامند؟

تجهیزات پرورش دام

این تجهیزات شامل ماشین‌های توزیع خوراک دام، آب‌خوری‌ها، تمیزکننده‌های بستر و ماشین‌های شیردوشی می‌باشند.

الف) تجهیزات توزیع خوراک

برای توزیع خوراک دام به روش نیمه‌خودکار و خودکار ممکن است از نقاله‌های مختلف برای انتقال خوراک از مخزن به آخور استفاده شود (شکل‌های ۲۱ و ۲۲).

شکل ۲۱ـ توزیع خوراک به‌وسیله نقاله زنجیری

شکل ۲۲ـ توزیع خوراک به‌وسیله نقاله پیچی

واگن متحرک وسیله دیگری برای توزیع خوراک است. خوراک در مخزن واگن قرار گرفته و واگن، بر روی ریل‌هایی که روی سقف نصب شده‌اند جابه‌جا می‌گردد (شکل ۲۳).

شکل ۲۳ـ واگن متحرک توزیع خوراک

برای تهیه و توزیع خوراک در دامپروری‌های بزرگ از ماشین‌های خوراکده و مخلوط کن (فیدر میکسر) استفاده می‌شود (شکل ۲۴). این ماشین‌ها، علوفه را خرد کرده، با مواد دیگر مخلوط می‌کنند و به آخور دام‌ها منتقل می‌سازند. خرد و مخلوط کردن مواد به‌وسیله مارپیچ‌های داخل مخزن انجام می‌گیرد. مارپیچ‌ها ممکن است افقی یا عمودی باشند. بر این اساس ماشین‌های خوراکده به دو نوع افقی و عمودی تقسیم می‌شوند.

لبه‌های مارپیچ‌ها مضرسی است تا به خرد کردن مواد کمک کند. برای تخلیه مواد در جلوی مخزن، دریچه خروجی تعبیه شده است. هنگام تخلیه، دریچه باز شده، مواد به‌وسیله نقاله‌ای که در دریچه خروجی قرار دارد، تخلیه می‌گردند.

برای اندازه‌گیری وزن مواد موجود در مخزن از چهار فشارسنج الکترونیکی که زیر مخزن نصب شده‌اند، استفاده می‌شود. وزن مواد به هنگام بارگیری بر روی نشانگر سیستم کنترل وزن نمایش داده می‌شود. سیستم کنترل وزن رایانه‌ای است و قابلیت برنامه‌ریزی دارد بدین صورت که وزن مواد مختلف تعیین شده در جیره، به سیستم داده می‌شود.

فیدرمیکسر در حال تخلیه مواد

دریچه تخلیه و نقاله آن

مارپیچ‌های مخلوط کن عمودی

مارپیچ‌های مخلوط کن افقی

سیستم توزین و کنترل فیدر میکسر

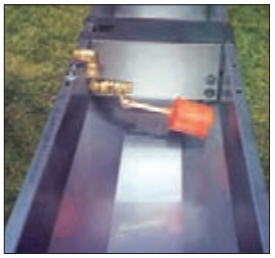
شکل ۲۴ـ فیدرمیکسر و اجزای آن

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات توزیع خوراک دام کدامند؟

ب) تجهیزات توزیع آب

آبشخور با سطح ثابت (شکل ۲۵) و آبشخور فشاری (شکل ۲۶)، دو نوع آبشخور خودکار هستند. آبشخور با سطح ثابت، از یک مخزن آب و شیر شناور تشکیل شده است. شیر شناور به لوله‌های انتقال آب متصل است و سطح آب در مخزن به‌وسیله شناور ثابت نگه داشته می‌شود.



شکل ۲۵ــ آبشخور با سطح ثابت

شکل ۲۶ــ آبشخور فشاری

آبشخور فشاری از یک کاسه، اهرم فشاری شیر و شیر تشکیل شده است. به هنگام مصرف آب، فشار پوزه دام، باعث جمع شدن فنر شیر و باز شدن مسیر آب می‌گردد و آب به داخل کاسه می‌ریزد و با برداشتن پوزه، اهرم به‌وسیله فنر به وضعیت اول برگشته و مسیر آب مسدود می‌شود.

تحقیق کنید

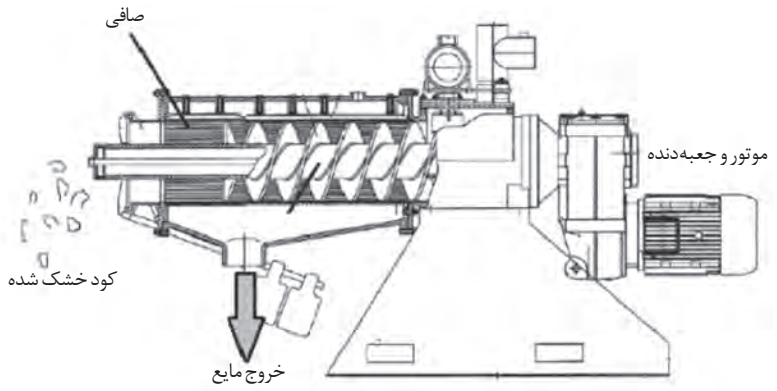
بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات توزیع آب در دامپروری‌ها کدامند؟

ج) تجهیزات پاک‌کننده اصطبل

برای جمع‌آوری فضولات دام در دامپروری‌ها ممکن است از تیغه‌های پشت تراکتوری استفاده شود. برخی از دامپروری‌ها به‌وسیله تیغه جمع‌آوری فضولات تمیز می‌شوند (شکل ۲۷). این تیغه از یک بازوی وسط و دو بال تشکیل شده است. بال‌ها نسبت به بازوی وسط حالت مفصلی دارند. به هنگام حرکت تیغه در مسیر، بال‌ها باز شده، فضولات را جمع‌آوری می‌کند و در زمان برگشت تیغه به ابتدای مسیر، بال‌ها جمع می‌شوند. حرکت تیغه از طریق زنجیر یا سیم بکسل و از یک الکتروموتور تأمین می‌شود. در برخی از دامپروری‌ها با ایجاد کانال‌هایی در اطراف اصطبل و نصب نقاله زنجیری در آن و انتقال فضولات به این کانال، آنها را از اصطبل خارج می‌کنند (شکل ۲۸).

شکل ۲۷ــ تیغه جمع آوری فضولات

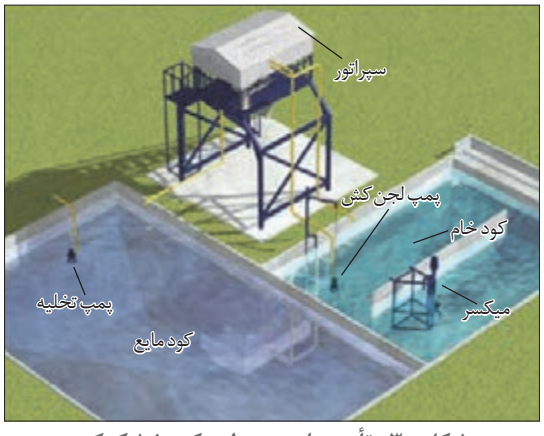
شکل ۲۸ــ نقاله تمیزکننده اصطبل



شکل ۲۹ـ سپراتور و نحوه عملکرد آن

دامداری‌های مدرن به تجهیزاتی به نام سپراتور جهت جداکردن مایع (شامل اوره و...) از کود حیوانی تر مجهز هستند (شکل ۲۹).

سپراتور شامل یک نقاله مارپیچی بوده که کود وارد شده به دستگاه را به سمت یک صافی که در طول بدنه دستگاه قرار گرفته است هدایت می‌کند. مکانیسم دهانه سپراتور در قسمت خروجی، یک سطح قابل تنظیم از فشار را به وجود می‌آورد که این فشار توسط وزنه‌هایی که بر روی اهرم متصل شده و در دهانه خروجی قرار دارد، قابل تنظیم می‌باشد. در اثر اعمال این فشار، بخش مایع کود از آن خارج شده و از صافی عبور می‌کند و هم‌زمان کود به‌طور مداوم به طرف اوگر حرکت می‌کند. زمانی که کود به دهانه خروجی سپراتور می‌رسد مجدداً توسط فشار قابل تنظیم دهانه خروجی آبگیری می‌شود. کود خام توسط یک پمپ لجن کش به سمت سپراتور پمپاژ می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۳۰ دیده می‌شود، برای ایجاد یک سیستم سپراتور به یک حوضچه ذخیره کود نیاز می‌باشد. در این حوضچه یک عدد میکسر نصب می‌گردد که برای هموژنیزه کردن کود خام از آن استفاده می‌شود. درصورتی‌که از میکسر استفاده نگردد قسمت جامد کود پس از مدتی در روی استخر شناور می‌شود و در زیر استخر تنها کود بسیار رقیقی باقی می‌ماند که این امر بازده سپراتور را کاهش می‌دهد. میکسر باید چند دقیقه قبل از سپراتور و پمپ روشن شود. کود هموژنیزه شده توسط پمپ لجن‌کش پمپاژ می‌شود. سپراتور کود را به دو بخش مایع و جامد جداسازی کرده، کود مایع به حوضچه چپ سرازیر می‌شود.



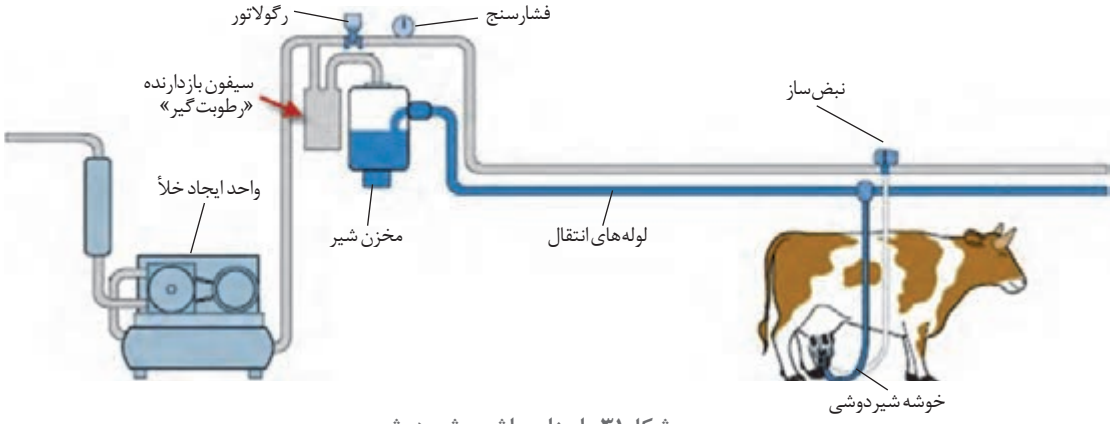
شکل ۳۰ـ تأسیسات مربوط به کود خشک‌کن

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات پاک‌کننده اصطبل کدامند؟

د) ماشین‌های شیردوش

با افزایش تعداد گاوهای شیری در گاوداری‌ها و همچنین برای رعایت اصول بهداشت، از ماشین شیردوشی استفاده می‌شود. ماشین‌های شیردوش به‌صورت ثابت در سالن‌های شیردوشی و یا سیار بر روی چرخ عرضه می‌شوند. روش شیردوشی در این دستگاه، مشابه مکیدن شیر توسط گوساله است بدین صورت که با ایجاد خلأ در سر پستان گاو، شیر از آن مکیده به مخزن شیر منتقل می‌گردد. هر ماشین شیردوش شامل یک واحد ایجاد خلأ، اجزا قطع و وصل مکش، لوله‌های انتقال، خوشه شیردوشی و مخزن شیر می‌باشد (شکل ۳۱).



شکل ۳۱ـ اجزای ماشین شیردوش

واحد ایجاد خلأ یک پمپ دورانی تیغه‌ای با تیغه‌های کائوچویی می‌باشد که توسط یک موتور الکتریکی یا احتراقی به گردش در می‌آید (شکل ۳۲). برای تنظیم میزان خلأ ایجاد شده در لوله‌ها، واحد ایجاد خلأ، دارای یک رگولاتور و یک فشارسنج است که به کمک آنها می‌توان میزان مکش را در محدوده مناسب تنظیم کرد.

ایجاد خلأ در سر پستان باید به‌صورت متناوب بوده و قطع و وصل گردد تا به گاو آسیبی نرسد. ایجاد دو مرحله مکش و استراحت در ماشین‌های شیردوش توسط قطعه‌ای به نام نبض‌ساز (پولساتور) صورت می‌گیرد (شکل ۳۳).

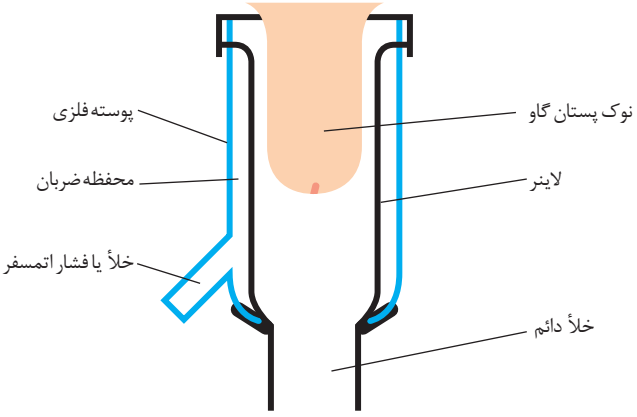
شکل ۳۲ـ واحد ایجاد خلأ

شکل ۳۳ـ سه نمونه پولساتور

قطعه‌ای از ماشین که مستقیماً به پستان گاو متصل می‌شود، خوشه شیردوشی نامیده می‌شود (شکل ۳۴).

خوشه شیردوشی شامل چهار کلاهک شیردوشی و یک خرچنگی است. کلاهک شیردوشی دارای دو قسمت جداره لاستیکی (لاینر) و بدنه می‌باشد. جداره لاستیکی از لاستیک‌های مخصوصی ساخته شده است و عمل مکیدن با آن انجام می‌شود. خرچنگی زیر خوشه شیردوشی قرار دارد و مانند جعبه تقسیم عمل می‌کند.
شکل ۳۵ یک کلاهک شیردوشی و لوله‌های مرتبط با آن را نشان می‌دهد. از مخزن شیر لوله‌ای به خرچنگی مرتبط می‌شود. این لوله مکش دائم دارد. مکش دائم این لوله از طریق خرچنگی به منفذ زیر جداره لاستیکی چهار کلاهک شیردوش منتقل می‌گردد. از دستگاه نبض‌ساز چهار لوله مکش خارج و به خرچنگی منتهی می‌شود. این لوله‌ها دارای مکش متناوب است. بدین صورت که به‌وسیله نبض‌ساز در مرحله مکش به لوله مکش اصلی مرتبط می‌گردد و در مرحله استراحت به فشار هوای محیط مرتبط شده، مکش در آن قطع می‌شود.

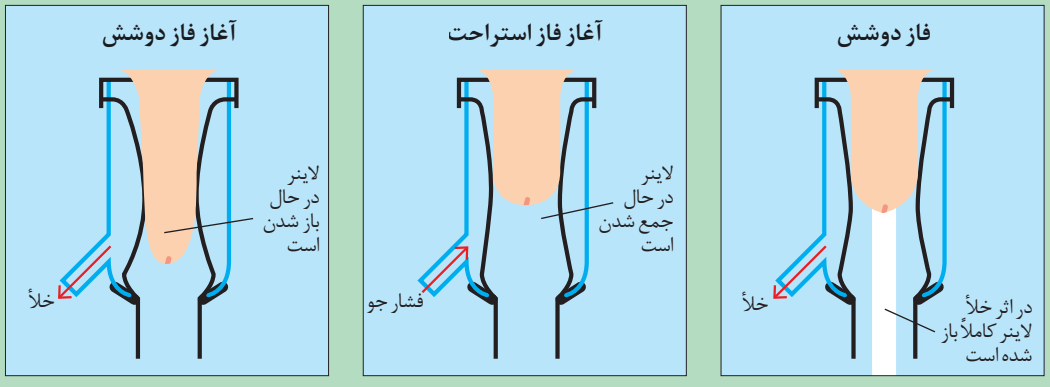
شکل ۳۴ـ خوشه شیردوش



شکل ۳۵ـ کلاهک شیردوش و اجزای آن

گفت‌وگو کنید

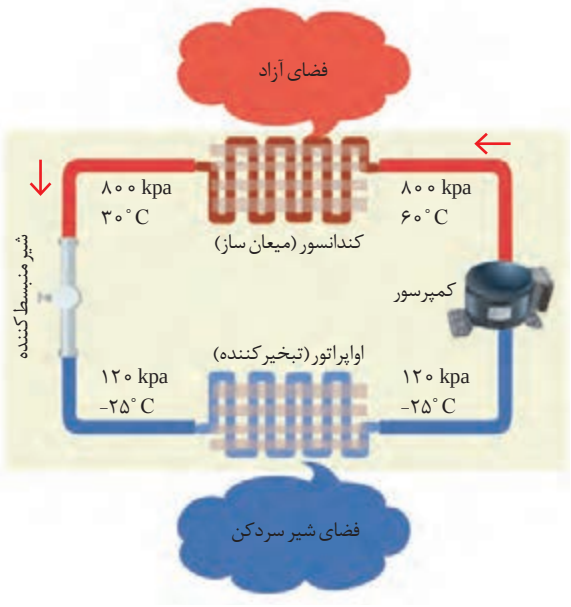
به شکل ۳۶ نگاه کنید و در مورد چگونگی دوشش شیر توسط شیردوش گفت‌وگو کنید.



شکل ۳۶ـ مراحل شیردوشی

هـ) شیر سردکن‌ها:

بهترین دما برای نگهداری شیر در محل تولید، ۶ تا ۸ درجه است. برای کاهش دمای شیر، از دستگاه‌های سردکننده شیر استفاده می‌شود. شیر سردکن‌ها بر اساس چرخه فشرده‌سازی گاز عمل می‌کنند و شامل یک کمپرسور، یک میعان‌ساز (کندانسور)، یک شیر منبسط‌کننده و یک رادیاتور تبخیرکننده مایع (اواپراتور) می‌باشند (شکل ۳۷).



شکل ۳۷ـ چرخه یخچالی شیر سردکن

سیال خنک‌کننده (گاز R۱۳۴A) به حالت گاز وارد کمپرسور می‌شود و فشرده شده به سمت میعان‌ساز (کندانسور) می‌رود. این گاز با دمای نسبتاً بالایی کمپرسور را ترک می‌کند و وقتی در درون کویل‌های میعان‌ساز جریان می‌یابد به‌وسیله آزادسازی حرارت به محیط اطراف، خنک شده و مایع می‌شود. این مایع سپس وارد یک لوله مویین می‌شود که در آن جا دما و فشارش به دلیل تنگی گلوگاه به شدت افت می‌کند و وارد تبخیرساز می‌شود که در آنجا با جذب حرارت از فضای داخلی مخزن به گاز تبدیل می‌شود. وقتی که سیال خنک‌کننده تبخیرساز را ترک می‌کند، دوباره وارد کمپرسور شده و چرخه کامل می‌شود.

این جریان تا رسیدن شیر به دمای مطلوب به‌وسیله ترموستات کنترل می‌شود. شیر درون مخزن با یک هم‌زن به‌طور ملایم به هم زده می‌شود.

در گاوداری‌های کوچک از شیر سردکن‌های بیدونی استفاده می‌شود که فاقد مخزن هستند و دستگاه خنک‌کننده روی بیدون‌های مخصوص نصب می‌شود.

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در تجهیزات شیردوشی کدامند؟

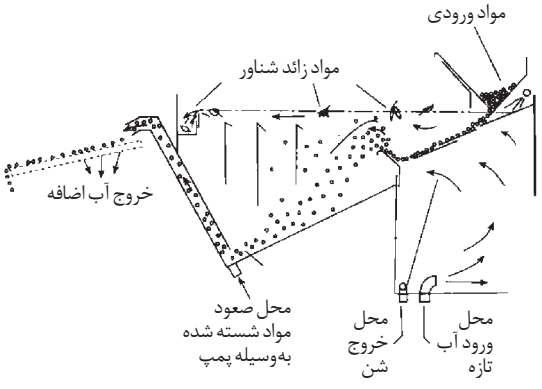
تجهیزات فراوری محصولات کشاورزی

تجهیزات فراوری محصولات کشاورزی که بیشتر در کارخانه‌های صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل تجهیزات شست‌وشو، جابه‌جایی محصولات، خشک کردن محصولات، برش دادن محصولات، خنک کردن و انجماد محصولات، انتقال مواد، آبمیوه‌گیری، بسته‌بندی، پرکننده‌ها، توزین، ذخیره‌سازی، کنسروسازی، کمپوت‌سازی، مرباسازی، بستنی‌سازی، غذاهای آماده، درجه‌بندی، بسته‌بندی و... می‌باشند. در ادامه برخی از این تجهیزات توضیح داده می‌شوند.

الف) دستگاه‌های شست‌وشو:

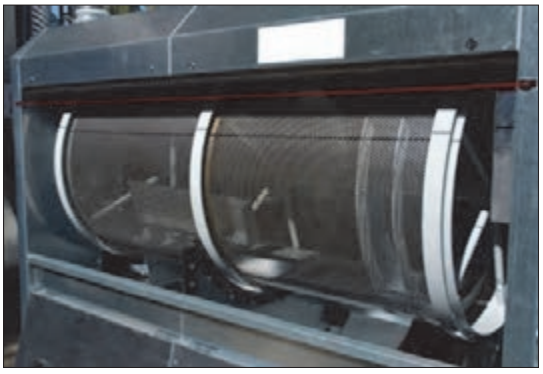
میوه‌ها، سبزیجات، سیب‌زمینی و...، محصولاتی هستند که برای مصارف مختلف خصوصاً در کارخانجات کنسروسازی نیاز به شست‌وشو دارند. مهم‌ترین ماشین‌های شست‌وشو عبارت‌اند از:

ـ ماشین شست‌وشوی غوطه‌وری: مواد از دریچه ورودی وارد مخزن شده روی صفحه مورب به سمت پایین هدایت می‌گردند. در انتهای این صفحه دریچه کوچکی وجود دارد که در آن آب تازه از زیر به سمت بالا پمپ می‌گردد. فشار آب به قدری است که مواد اجازه عبور از دریچه را پیدا نمی‌کنند و تنها مواد سنگین و شن و سنگ از آن عبور کرده و جدا می‌شوند. مواد سبک مثل برگ نیز در بالا شناور شده و از محل خروج مواد شناور خارج می‌شوند. مواد شسته شده به‌وسیله پمپ از مجرای خروجی به نقاله تخلیه منتقل می‌شوند (شکل ۳۸).



شکل ۳۸ـ ماشین شست‌وشوی غوطه‌وری

ـ ماشین شست‌وشوی استوانه‌ای: این ماشین دارای یک استوانه مشبک با شیب قابل تنظیم است که به‌وسیله الکتروموتور می‌چرخد. مواد ورودی به استوانه در اثر شیب و چرخش به دور خود غلتیده و به سمت پایین می‌روند. آب از طریق افشانک‌هایی که دور استوانه قرار دارد به داخل پاشیده شده و مواد تا انتهای مسیر شسته می‌شوند (شکل ۳۹).


شکل ۳۹ـ ماشین شست‌وشوی استوانه‌ای

ـ ماشین شست‌وشوی تسمه‌ای: این ماشین از یک نقاله تسمه‌ای مشبک تشکیل شده است. محصول از دریچه ورودی، بر روی تسمه نقاله قرار می‌گیرد و به‌وسیله آن به خروجی منتقل می‌شود. در طی این مسیر، پاشش آب از افشانک‌هایی که در بالای نقاله نصب شده‌اند، محصول را می‌شوید (شکل ۴۰).

شکل ۴۰ـ ماشین شست‌وشوی تسمه‌ای

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در دستگاه‌های شست‌وشو کدامند؟

ب) دستگاه‌های کاهش‌دهنده اندازه میوه و سبزی

برای کاهش اندازه میوه و سبزی از دستگاه‌های مختلفی استفاده می‌شود. چند نمونه از این دستگاه‌ها عبارت‌اند از:

ـ دستگاه‌های برش‌دهنده: این دستگاه‌ها متشکل از تعدادی تیغه‌های دوار یا نوسانی است که مواد را در حین عبور از زیر تیغه، بریده و خرد می‌کنند (شکل ۴۱).

شکل ۴۱ـ سبزی خردکن

ـ دستگاه‌های حبه‌کننده: این دستگاه‌ها شامل سه سری تیغه هستند. سری اول مواد را به‌صورت ورقه‌ای می‌برد. سری دوم تیغه‌های دوار، مواد ورقه شده را به‌صورت نواری برش می‌دهند و سری سوم تیغه‌ها که عمود بر تیغه‌های دوم هستند آنها را به‌صورت حبه در می‌آورند (شکل ۴۲).

شکل ۴۲ـ دستگاه حبه‌کننده

ـ دستگاه‌های ورقه‌کننده (اسلایسر): این دستگاه‌ها مشابه دستگاه‌های برش هستند اما نوع تیغه‌ها و فواصل بین آنها به گونه‌ای انتخاب می‌شود که ورقه‌های نازک حاصل گردد (شکل ۴۳).

شکل ۴۳ـ دستگاه اسلایسر

شکل ۴۴ـ دستگاه پالپ کننده

ـ دستگاه‌های پالپ‌کننده: این دستگاه‌ها از یک استوانه فلزی تشکیل شده‌اند که در داخل آن برس‌های دوار و یک الک قرار دارد. مواد در اثر نیروی برس‌ها از شبکه الک می‌گذرد و به‌صورت پالپ خارج می‌شود. ضایعات نیز از انتهای دستگاه خارج می‌گردند (شکل ۴۴).

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در دستگاه‌های کاهش‌دهنده اندازه میوه و سبزی کدامند؟

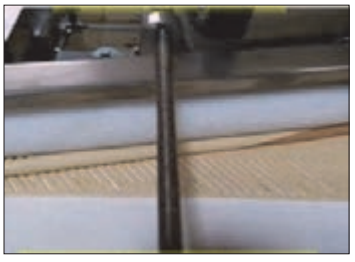
ج) شکل‌دهنده‌ها

انواع مختلفی از دستگاه‌های قالب‌زنی و شکل‌دهی برای تولید محصولات مختلف موجود است که از آن جمله می‌توان به دستگاه‌های شکل‌دهنده خمیر نان، بیسکویت، کیک و کلوچه اشاره نمود. شکل ۴۵ مراحل تهیه و شکل‌دهی یک نمونه نان فانتزی را نشان می‌دهد.

جدا کردن خمیر

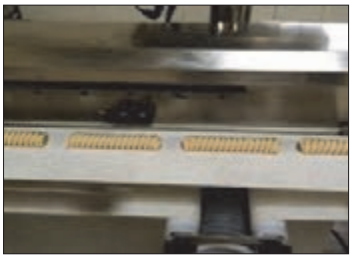
نوار کردن

شکل دادن خمیر



گرد کردن مواد

تنظیم ابعاد نان



انتقال نان

شکل ۴۵ـ مراحل تهیه یک نمونه نان فانتزی

د) خشک کن‌ها:

خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های حفظ و نگهداری طولانی مدت مواد غذایی می‌باشد. این فرایند با گرفتن آب موجود در ماده غذایی صورت می‌گیرد. خشک کردن ممکن است به‌صورت طبیعی و با استفاده از عوامل موجود در طبیعت، نظیر انرژی خورشیدی و یا به‌صورت مصنوعی و با استفاده از دستگاه‌های خاص صورت‌پذیرد.

گفت‌وگوی کلاسی

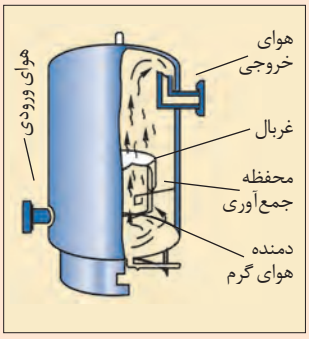
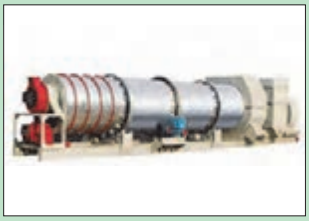
خشک کردن مصنوعی و طبیعی را با هم مقایسه کرده، مزایا و معایب آنها را نسبت به هم یادداشت کنید.

ماشین‌های خشک‌کن بر اساس روشی که برای گرفتن رطوبت به‌کار می‌برند به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱ـ خشک‌کن‌های حرارتی: در این خشک‌کن‌ها از هوای گرم برای خشک کردن مواد غذایی استفاده می‌شود و شامل یک قسمت گرم‌کننده و دمنده هوای گرم و یک قسمت مکنده هستند که هوای مرطوب را به طرف بیرون از خشک‌کن هدایت می‌کند. جریان هوای مورد نیاز توسط مولدهای هوای گرم با دمای کنترل شده و با سوخت گاز طبیعی یا گازوییل و گاهی برقی تأمین می‌گردد. در برخی موارد از کویل‌های بخار به عنوان منبع حرارتی استفاده می‌شود. دما، زمان، رطوبت و سایر عوامل مؤثر در فرایند خشک کردن در این ماشین‌ها قابل کنترل می‌باشد.
جدول ۳ برخی انواع خشک‌کن‌های حرارتی رایج را نشان می‌دهد.

جدول ۳ـ خشک‌کن‌های حرارتی رایج

نام	ساختمان و اصول کار	تصویر
خشک‌کن کابینتی	این خشک‌کن‌ها ظاهری شبیه به کابینت داشته و دارای چندین سینی مشبک می‌باشد. مواد غذایی روی این سینی‌ها قرار می‌گیرد. هوای تازه توسط فن به داخل خشک‌کن کشیده می‌شود و قبل از برخورد با سینی‌ها توسط صفحات رادیاتوری گرم می‌شود.	
خشک‌کن تونلی	این خشک‌کن‌ها شامل تونل‌هایی به طول حدود ۲۰ تا ۲۰۰ متر هستند. ماده مرطوب روی سینی‌های مخصوص بارگیری شده و توسط واگن‌هایی به داخل تونل هدایت می‌گردد و پس از طی طول تونل در زمان مشخص، محصول خشک شده از انتهای تونل خارج می‌شود.	

نام	ساختمان و اصول کار	تصویر
خشک‌کن بستر سیال	در این نوع خشک‌کن، برای خشک کردن مواد غذایی از جریان هوای گرم که دارای سرعت نسبتاً بالایی است استفاده می‌شود. با این تفاوت که ماده غذایی باید قابلیت تعلیق در جریان هوا را داشته باشد.	
خشک‌کن استوانه ای	در این نوع خشک‌کن، ماده مرطوب (انواع کودهای شیمیایی، مواد گرانوله، مواد خمیری) از یک سمت استوانه دوار وارد می‌شود و ضمن حرکت به جلو کاملاً زیر و رو شده و به‌طور یکنواخت خشک می‌شود و از سمت دیگر استوانه خارج می گردد. هوای داغ می تواند به‌صورت هم‌سو (موازی) یا غیر هم‌سو (مخالف) جریان یابد.	
خشک‌کن پیوسته نواری	خشک‌کن‌های پیوسته نواری معمولاً به یک سیستم تغذیه و پخش‌کن یکنواخت مجهز هستند که مواد را روی تسمه‌های پیوسته در یک تا ۵ طبقه پخش می کنند. مواد در طول حرکت تسمه و در اثر حرارت، خشک می‌شوند. خشک‌کن‌های پیوسته نواری معمولاً برای موادی به‌کار می‌روند که زمان خشک شدن آنها طولانی نباشد.	

۲ـ خشک‌کن‌های غیر حرارتی: این خشک‌کن‌ها بر خلاف خشک‌کن‌های حرارتی، با به جنبش درآوردن آب و دیگر مولکول‌های مواد غذایی، گرما ایجاد می کنند و سبب می‌شوند که مواد غذایی در مدت زمان کوتاهی رطوبت خود را از دست بدهند. مولکول‌ها مانند بقیه اجسام فرکانس طبیعی دارند. فرکانس طبیعی آنها، فرکانس ارتعاش آنهاست. این یعنی امواج (هنگامی که فرکانس آنها در محدوده فرکانس طبیعی مولکول باشد) می‌توانند دامنه حرکت مولکول‌های قطبی را بیشتر کنند و کمی به شدت نوسان مولکول‌ها اضافه کنند. این نوسان‌های کوچک، می‌توانند تبدیل به نوسان‌های بزرگ‌تر شوند. نوسان‌ها با ایجاد حرارت همراه خواهند بود که سبب می‌شود رطوبت مولکول تبخیر شود.

در مایکروویوها و خشک‌کن‌های مادون قرمز از این خاصیت استفاده می‌شود. در مایکروویوها از طریق تابش ریزموج‌های الکترومغناطیسی و در خشک‌کن‌های مادون قرمز با تابش امواج مادون قرمز به سطح قطعه یا مواد، امواج توسط سطح قطعه جذب شده و باعث خشک شدن سریع آنها می گردد.

نوع دیگری از خشک‌کن‌های غیر حرارتی، خشک‌کن‌های انجمادی (Freeze_drying) می‌باشند. خشک‌کردن انجمادی به‌طور خلاصه فرایندی است که در طی آن ماده‌ای را منجمد می‌کنند و سپس با کاهش فشار سامانه، آب منجمد درون ماده مورد نظر را به‌طور مستقیم به بخار تبدیل می‌کنند (تصعید).
خشک‌کردن انجمادی در سه مرحله شامل انجماد اولیه و خشک‌کردن اولیه (تصعید در خلأ) و خشک‌کردن ثانویه (تبخیر در خلأ) صورت می‌گیرد. از مزیت‌های خشک‌کن‌های انجمادی طراوت بالای محصول تولیدی، اکسید نشدن مواد و حفظ رنگ و طعم مواد می‌باشد.

شکل ۴۶ـ مایکروویو

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در خشک‌کن‌ها کدامند؟

هـ) دستگاه‌های جداکننده و درجه‌بندی و انتقال

برای جدا کردن مواد مختلف از یکدیگر یا درجه‌بندی و انتقال میوه‌ها و سایر محصولات کشاورزی از ماشین‌های مختلفی استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این ماشین‌ها، ماشین‌های بوجاری و نقاله‌ها هستند که در کتاب کاربرد و سرویس ماشین‌های برداشت و پس از برداشت با آنها آشنا شده‌اید.

و) دستگاه‌های پوست‌کن سیب‌زمینی

برای جداسازی پوست سیب‌زمینی از دستگاه‌های پوست‌کن استفاده می‌شود. کارکرد این دستگاه به‌صورت سایشی است. در نوعی از این دستگاه، سیب‌زمینی‌ها در اثر نیروی گریز از مرکز شروع به چرخیدن در مخزن اصلی می‌کنند. در سرعت بالا، پوست سیب‌زمینی‌ها بر اثر ساییده شدن با دیواره‌های مخزن که دارای برجستگی‌های سنباده‌ای می‌باشد، کاملاً جداسازی می‌شود (شکل ۴۷). در انواع دیگر، داخل مخزن غلتک‌های ساینده‌ای وجود دارند که مواد در اثر حرکت روی این غلتک‌ها، پوست‌گیری می‌شوند (شکل ۴۸). برای پوست‌گیری توصیه می‌شود که داخل مخزن مقداری آب ریخته شود تا جدا شدن پوست بهتر صورت گیرد.

شکل ۴۷ـ پوست‌کن سنباده‌ای

شکل ۴۸ـ پوست‌کن غلتکی

تحقیق کنید

بیشترین عیوب پیش‌آمده در دستگاه‌های پوست‌کن کدامند؟

بیشتر بدانید

علاوه بر تجهیزات نامبرده شده امروزه تجهیزات دیگری نیز در زمینه مکانیزاسیون کشاورزی ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند که قابلیت ایجاد تغییرات در نزولات آسمانی را دارند. یکی از این تجهیزات، سامانه ضد تگرگ است. سامانه ضد تگرگ دارای یک ژنراتور تولید موج انفجاری می‌باشد که با استفاده از مخلوط گاز استیلن با هوا در محفظه مخصوص به نام محفظهٔ انفجار در پایین دستگاه انفجاری که حاصل آن یک موج فشاری مخصوص به نام «سالیتون» است ایجاد می‌شود و این انرژی پر قدرت حاصله از انفجار بعد از عبور از گلویی بالای محفظه به سمت دهانه مخروطی شکل هدایت می شود و در این موقع در تمامی جهات به ارتعاش در می‌آید. سالیتون (موج فشاری) به عنوان یک پرتابه به سمت فضا و داخل ابرهای تندری با سرعت صوت شلیک و هدایت می‌شود. این حرکت موجب ایجاد یک صدای سوت مانند شده که در بعضی شرایط آب و هوایی صدایی شبیه سوت بخار را ایجاد می کند. این صدا در نزدیکی سامانه به مدت ۳۰ ثانیه قابل شنیدن می باشد.

امواج صوتی مذکور بعد از رسیدن به ابرهای دارای پتانسیل تولید تگرگ باعث ایجاد پدیده «توربلانس» در آنها می‌شود. این فرایند موجب اختلال در به هم پیوستن طبیعی ذرات و کریستال‌های یخی که در حال رشد و نمو و تشکیل ذرات تگرگ هستند، در همان مراحل اولیه رشد می‌شود و متعاقب آن بارش به‌صورت قطرات لطیف باران و یا برف خفیف ادامه می‌یابد.

این سامانه از طریق انفجار به‌طور مکرر در هر ۴ تا ۶ ثانیه تولید امواجی با برد بالاتر از ۱۲ کیلومتر را می‌نماید. امواج مذکور با توجه به پتانسیل ابرها و ارتفاع آنها شعاعی در حدود ۵۰۰ متر شامل ۸۰ تا ۱۰۰ هکتار را تحت پوشش قرار می‌دهند که عملکرد این سیستم‌ها بنا به ماهیت عملیاتی که دارند، نسبی بوده و بستگی به پتانسیل ابرها دارد و جهت حصول نتیجه مطلوب می‌بایستی سامانه حداقل چند دقیقه قبل از وارد شدن ابرهای تندری به ناحیه تحت پوشش فعال شود. این سامانه به فرایند تشکیل بارش‌ها، نه چیزی را اضافه، نه چیزی را کم می‌کند و تنها کاری که انجام می‌دهد، ساختار بارش را در حین شکل‌گیری آنها به نحوی سودمند اصلاح می‌کند و هیچ نقشی در قطع بارش‌ها و یا شروع مجدد آنها ندارد.

اجزای مکانیکی تجهیزات ثابت کشاورزی

تعمیر تجهیزات کشاورزی شامل عیب‌یابی، باز کردن، بستن، اصلاح، تنظیم و یا تعویض اجزای معیوب آنها می‌باشد. برای تعمیر این گروه وسیع از تجهیزات کشاورزی می‌توان اجزای آنها را به پنج گروه اجزای الکتریکی، الکترونیکی، نئوماتیکی، هیدرولیکی و مکانیکی تقسیم نمود. در این پودمان نحوه عیب‌یابی و تعمیرات اجزای مکانیکی تجهیزات پرداخته می‌شود. اجزا مکانیکی تجهیزات کشاورزی به تفکیک عبارت‌اند از:

۱ـ اجزای اتصال: دو یا چند قطعه را به همدیگر اتصال می‌دهد، مانند جوش، لحیم، چسب، پرچ‌ها، پیچ‌ها، پین‌ها، خارها و غیره.

۲ـ اجزای ذخیره کننده انرژی مکانیکی: این اجزا یک انرژی مشخص را با تغییر شکل خود، ذخیره می‌کنند و در مواقع لزوم پس می‌دهند، مانند فنرها.

۳ـ اجزای حمل کننده: اجزایی هستند که قطعاتی مانند چرخ‌دنده، چرخ تسمه، چرخ زنجیر و نمونه اینها را روی خود حمل می‌کنند، مانند محورها و اکسل‌ها.

۴ـ اجزای تکیه‌گاهی: معمولاً تمامی اجزایی را که حرکت دورانی دارند، حمایت می‌کنند، مانند یاتاقان‌های لغزشی و غلتشی و سطوح راهنما.

۵ـ اجزای ارتباط دهنده: معمولاً میان دو جزء رابطه محوری برقرار می‌کنند، مانند کوپلینگ‌ها و کلاچ‌ها.

۶ـ اجزای انتقال قدرت و حرکت: این اجزا قطعات اساسی ماشین را تشکیل می‌دهند و انرژی ماشین را برای انجام کار انتقال می‌دهند، مانند مکانیزم چرخ‌های دندانه‌دار، مکانیزم چرخ و تسمه، مکانیزم چرخ و زنجیر و مکانیزم چرخ‌های اصطکاکی.

نکته

شش سری از اجزا بالا تقریباً در بیشتر سیستم‌ها به کار می‌روند، به همین دلیل قطعات عمومی اجزا ماشین را تشکیل می‌دهند.

۷ـ اجزای خاص ماشین: در کنار قطعات عمومی، تمام تجهیزات کشاورزی دارای اجزای اختصاصی نیز هستند مانند بعضی از اجزای پمپ‌ها، قطعات سیلندر، پیستون، سوپاپ، شیرآلات و...

تعمیر اجزای مکانیکی عمومی تجهیزات ثابت کشاورزی

در این شایستگی تعمیرات تعدادی از اجزای عمومی ماشین که در شایستگی‌های قبلی به آن پرداخته نشده است مورد بحث قرار می‌گیرد و تعمیر این اجزا در نمونه‌هایی از تجهیزات کشاورزی مطرح می‌گردد.

الف) تعمیر یاتاقان‌ها:

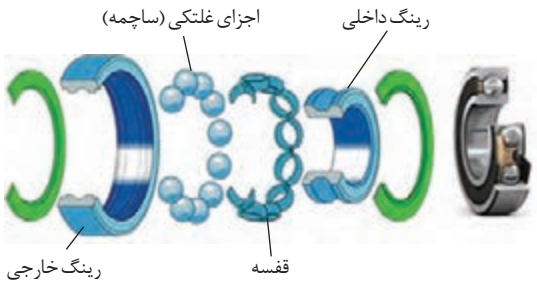
یاتاقان‌ها محل استقرار و تکیه‌گاه محورها بوده، وظیفه حمل و راهنمایی آنها را به عهده دارند و به دو گروه لغزشی (یاتاقان‌ها) و غلتشی (بیرینگ‌ها) تقسیم‌بندی می‌شوند.

در یاتاقان‌های لغزشی محور روی سطح یاتاقان می‌لغزد و تنها ماده روانکار (روغن و...) بین دو سطح قرار دارد. یاتاقان‌های لغزشی در نمونه‌های متفاوتی تولید می‌شود که پرکاربردترین آنها در تجهیزات کشاورزی یاتاقان‌های چشمی بوش‌دار (شکل ۴۹) و بدون بوش (شکل ۵۰) می‌باشند.

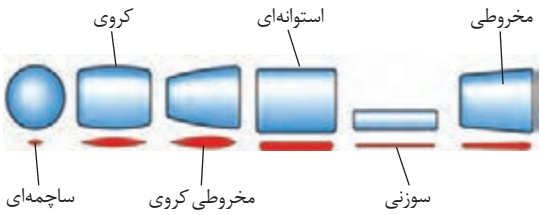
شکل ۴۹ـ یاتاقان چشمی بوش‌دار

شکل ۵۰ـ یاتاقان چشمی بدون بوش

در یاتاقان‌های غلتشی (بیرینگ‌ها) بین سطوح از جزء غلتشی استفاده می‌شود که نیرو توسط آنها منتقل می‌شود. قسمت‌های مختلف یک یاتاقان غلتشی و انواع حالت‌های جزء غلتشی آن در شکل‌های (۵۱ و ۵۲) نشان داده شده است.



شکل ۵۱ـ قسمت‌های مختلف یک یاتاقان غلتشی



شکل ۵۲ـ انواع حالت‌های جزء غلتشی

متناسب با شکل جزء غلتشی، این یاتاقان‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱ـ بلبرینگ که دارای جزء غلتشی ساچمه‌ای است.

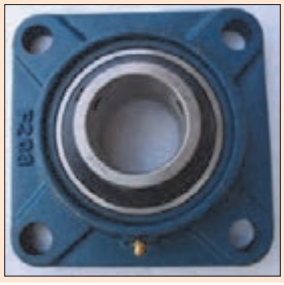
۲ـ رولبرینگ که فرم قطعات غلتنده آنها به شکل بشکه، مخروط ناقص، سوزنی و یا استوانه‌ای می‌باشد و قادر به تحمل نیروهای بیشتر در مقایسه با بلبرینگ‌ها هستند.

هر کدام از انواع بیرینگ‌ها با توجه به نیروهایی که به آنها اعمال می‌شود (شعاعی، محوری و یا شعاعی ـ محوری) در شکل‌های گوناگون ساخته می‌شوند. شکل ۵۳ برخی از مهم‌ترین انواع بیرینگ‌ها را نشان می‌دهد.

نوع	بلبرینگ‌ها	رولبرینگ بشکه‌ای	رولبرینگ سوزنی
عمومی (شعاعی)			
کف گرد (محوری)			
خود تنظیم (شعاعی ـ محوری)			

شکل ۵۳ـ انواع متداول بیرینگ‌ها

در تجهیزات کشاورزی بیرینگ‌های دارای محفظه (Housing) کاربرد زیادی دارند که سه نوع متداول آنها عبارت‌اند از:

بلبرینگ ایگرگ همراه با محفظه	بیرینگ‌های دارای محفظه دو تکه	بیرینگ‌های دارای محفظه یک تکه
		

شکل ۵۴ ـ انواع بیرینگ‌های دارای محفظه

تحقیق کنید

از بیرینگ‌های دارای محفظه در کدام یک از تجهیزات کشاورزی استفاده می‌شود.

عیوب بیرینگ‌ها

دلایل زیادی برای کاهش طول عمر بیرینگ‌ها و خرابی آنها ممکن است وجود داشته باشد. مانند: مقدار بار بیشتر از حد پیش‌بینی شده، روانکاری ناقص یا نامناسب، استفاده نادرست از دستگاه، آب‌بندی غیرمؤثر، انطباق خیلی فشرده و در نتیجه لقی داخلی کمتر از حد لازم، جا زدن نادرست بیرینگ و....

بیرینگ معیوب در حین کار با نشانه‌هایی مشخص می‌شود که عبارت‌اند از: داغ کردن بیرینگ، پر سر و صدا بودن بیرینگ، وجود ارتعاش در دستگاه، شل بودن بیرینگ بر روی شافت و یا چرخش دشوار شافت روی بیرینگ که در صورت مشاهده هر یک از نشانه‌های بالا باید نسبت به تعویض آن اقدام نمود.

نکته

- برای عیب‌یابی، بیرینگ باید روانکاری شده و تحت مقداری بار حداقل قرار داشته و بتواند با سرعت‌های کم و زیاد چرخش کند.
- در صورتی که یک قطعه چوبی یا فلزی را با محفظه در نزدیک‌ترین نقطه به بیرینگ تماس دهید، می‌توانید صدای حاصل از چرخش آن را کنترل کنید. معمولاً بیرینگ‌ها یک صدای فرفر یکنواخت تولید می‌کنند. صدایی شبیه جیغ یا سوت نشانه روانکاری ناکافی است. صدای ریز و سنگین یا ضربه‌ای غیر یکنواخت نشانه وجود مواد زائد در داخل بیرینگ است.
- بالا رفتن دما بعد از شروع چرخش، یک امر عادی است. مثلاً اگر روانکار گریس باشد تا توزیع یکنواخت گریس و ایجاد تبادل حرارتی کامل، دما افت نخواهد کرد. دمای زیاد غیر نرمال دلالت بر عواملی نظیر زیاد بودن روانکار، پیچ و تاب برداشتن بیرینگ در امتداد شعاعی یا محوری، عدم ساخت دقیق قطعات مجاور بیرینگ یا اصطکاک زیاد کاسه نمد دارد.

تعویض بیرینگ

جا زدن و درآوردن اصولی و صحیح بیرینگ‌ها تأثیر زیادی بر طول عمر آنها دارد. برای جا زدن بیرینگ‌ها بسته به نوع و اندازه بیرینگ از یکی از روش‌های مکانیکی، هیدرولیکی و حرارتی استفاده می‌شود.

در هنگام درآوردن و جا زدن بیرینگ‌ها باید به نکات زیر توجه نمود:

- برای تعویض بیرینگ‌ها از ابزار مناسب استفاده شود.
- هیچ‌یک از قطعات بیرینگ نباید در معرض ضربه مستقیم قرار گیرند و نیز ضربه غیرمستقیم فقط به حلقه‌ای وارد شود که باید جا زده شود. (حلقه داخلی در هنگام جا زدن در روی شافت و حلقه بیرونی در هنگام جا زدن در داخل محفظه).
- جا زدن ترجیحاً باید در محیط بدون رطوبت و گرد و خاک و سایر آلودگی‌ها انجام شود.
- تمامی قطعاتی که با بیرینگ در ارتباط هستند (نظیر محفظه، محور و...) نیز باید تمیز شوند. دقت ابعاد و شکل این قطعات نیز باید کنترل شود.
- هنگام جا زدن، بیرینگ را تا آخرین لحظه نباید از بسته خود خارج نمود. هرگونه موادی که به بیرینگ جهت مقاومت در مقابل زنگ زدن و غیره به آنها آغشته شده نیز باید هنگام جا زدن پاک شوند، البته پاک کردن سطح بیرونی بیرینگ و سطح حلقه داخلی که روی شافت قرار می‌گیرد کافی است ولی اگر گریسی که جهت روانکاری به‌کار برده می‌شود با این ماده تطابق نداشته باشد تمامی ماده از بیرینگ باید پاک شود. بیرینگ‌هایی که کاسه نمد دارند، هیچ‌گاه نباید شسته شوند.
- برای تعویض بیرینگ‌ها حتماً به سایز آنها توجه شود (شکل ۵۵).

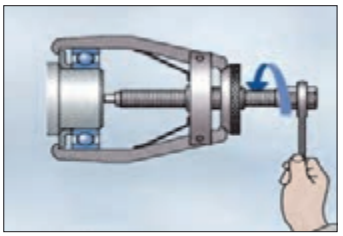
شکل ۵۵ــ نحوه استخراج مشخصات بلبرینگ از روی شماره فنی آن

توجه

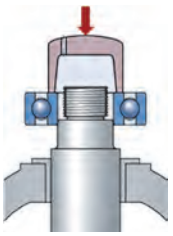
اکثر بیرینگ‌ها علاوه بر شماره اصلی که بیانگر نوع و اندازه ابعاد آنها است دارای پسوند نیز می‌باشند که هر پسوند معرف ویژگی خاصی در طراحی داخلی یا بیرونی بیرینگ است. این پسوندها از استاندارد خاصی پیروی نمی‌کنند و توسط سازندگان تعیین می‌شوند. به همین دلیل ممکن است در برندهای مختلف، کاملاً یکسان نباشند.

به عنوان مثال: در انتهای شماره اصلی Z مشخص‌کننده کاسه نمد نصب شده روی بیرینگ می‌باشد.

روش درآوردن و تعویض بیرینگ‌های یکپارچه استوانه‌ای: بیرینگ‌های استوانه‌ای یکپارچه را می‌توان با ضربه‌های ملایم به جوانب یکی از حلقه‌ها یا با استفاده از بلبرینگ‌کش (شکل ۵۶) بیرون کشید. درصورتی‌که بیرینگ در جای خود گیر کرده باشد می‌توان به کمک گرمکن‌های مخصوص نسبت به گرم کردن سریع حلقه داخلی بدون گرم شدن محور اقدام کرده و با منبسط شدن حلقه، آن را به راحتی خارج کرد. بیرینگ‌ها معمولاً نباید بیشتر از ۱۲۵°c گرم شوند و در بیرینگ‌هایی که کاسه نمد یکپارچه دارند از این روش استفاده نشود. برای جا زدن این بیرینگ‌ها می‌توان با اعمال ضربه به بوشی که در جلوی حلقه گذاشته شده است، اقدام نمود (شکل ۵۷). ضربه‌های چکش به بوش باید به‌طور یکنواخت روی آن توزیع شود که برای این منظور می‌توان از ابزار مخصوص و یا یک تکه چوب سخت استفاده نمود (شکل ۵۸)



شکل ۵۶ــ درآوردن بلبرینگ با استفاده از بلبرینگ‌کش

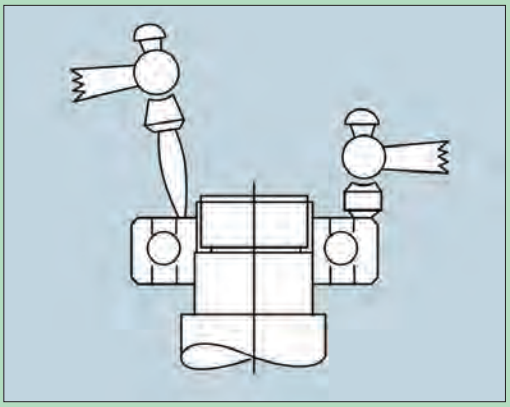


شکل ۵۷ــ جازدن بلبرینگ با استفاده از بوش

شکل ۵۸ــ جا زدن بلبرینگ با استفاده از ابزار مخصوص

توجه

از ضربه زدن متوالی به طرفین چپ و راست بیرینگ خودداری کنید (شکل ۵۹).



شکل ۵۹

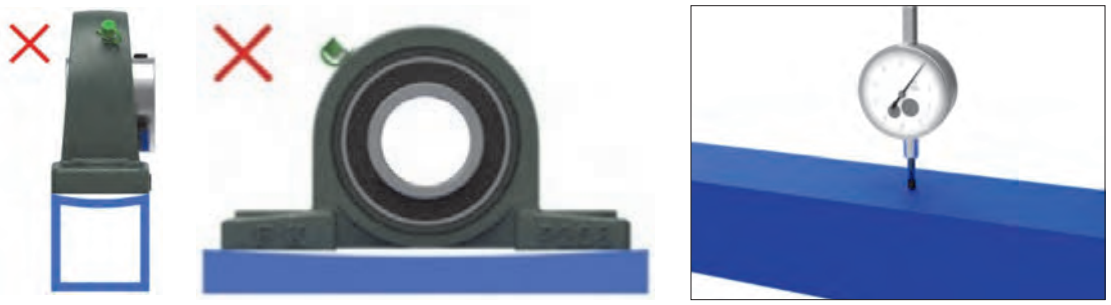
روش تعویض بیرینگ‌های یکپارچه مخروطی: بیرینگ‌های با سوراخ داخلی مخروطی به‌وسیله بوش‌های مخصوص روی شافت‌های استوانه‌ای مسطح یا پله‌ای سوار می‌شوند (شکل ۶۰) و به‌وسیله مهره گرد در جای خود تثبیت می‌شوند. برای پیاده کردن این بیرینگ‌ها باید بعد از باز کردن مهره تثبیت (شکل ۶۱) با زدن ضربه به گوه (شکل ۶۲) جهت خارج کردن بیرینگ از بوش اقدام نمود. برای جا زدن این نوع بیرینگ‌ها باید ابتدا بوش را در محل خود جا زد و سپس بیرینگ را نصب کرد. سطح زیر بوش و زیر بیرینگ قبل از نصب، باید کمی روغن‌کاری شود.

شکل ۶۰ــ بوش مخروطی

شکل ۶۱ــ مهره تثبیت

شکل ۶۲ــ جداکردن بیرینگ از بوش مخروطی

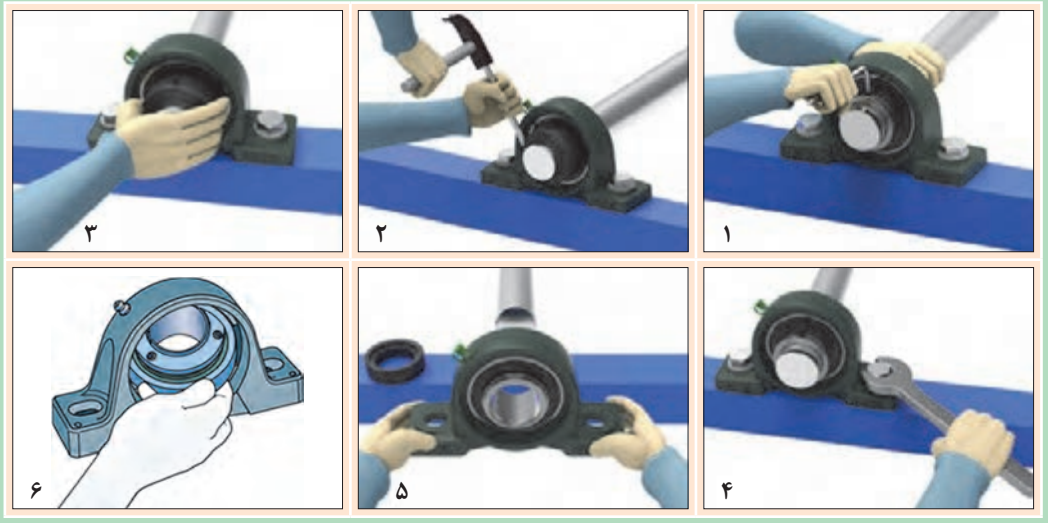
روش تعویض بیرینگ‌های دارای محفظه: در آوردن و جا زدن این بیرینگ‌ها با توجه به نوع سوراخ داخلی آنها، مشابه دو نوع گفته شده در بالا است. با این تفاوت که ابتدا باید محفظه پیاده شده و سپس بیرینگ از داخل محفظه خارج شود. در هنگام نصب این بیرینگ‌ها باید دقت نمود محل قرارگیری محفظه روی شاسی ماشین کاملاً صاف باشد (شکل ۶۳).



شکل ۶۳ـ کنترل محل نصب محفظه بلبرینگ

گفت‌وگوی کلاسی

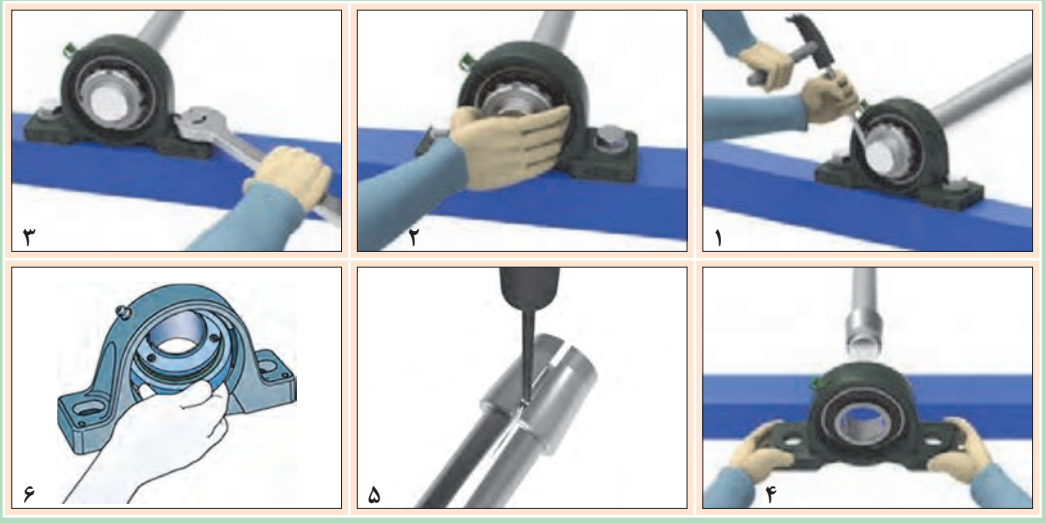
مراحل در آوردن بیرینگ محفظه ای با سوراخ استوانه ای در شکل ۶۴ نشان داده شده است. درباره مراحل خارج کردن آن گفت‌وگو کنید.



شکل ۶۴

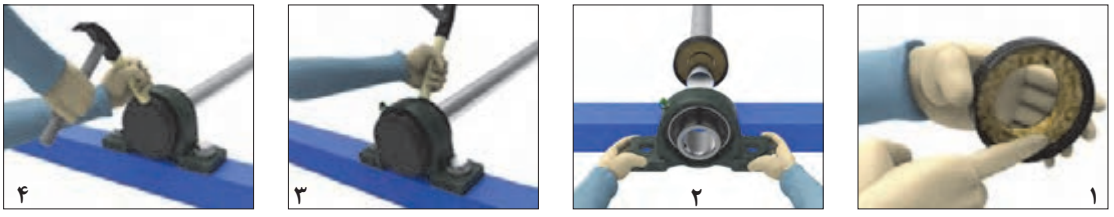
گفت‌وگوی کلاسی

مراحل در آوردن بیرینگ محفظه‌ای با سوراخ مخروطی در شکل ۶۵ نشان داده شده است. درباره مراحل خارج کردن آن گفت‌وگو کنید.



شکل ۶۵

برای نصب بیرینگ‌هایی که محفظه آنها با گریس پر می‌شود، باید در هنگام نصب محفظه را تا دو سوم با گریس پر نمود و بعد از آن به‌صورت دوره‌ای از طریق گریس‌خور روی محفظه، آنها را گریس‌کاری کرد (شکل ۶۶).



شکل ۶۶

جا زدن بیرینگ‌های جدا شدنی: برای جا زدن این بیرینگ‌ها باید به نکات زیر توجه نمود.

ـ حلقه‌ها را مستقل از یکدیگر جا بزنید. این امر به سهولت عمل، به ویژه، در مواردی که انطباق پرسی مورد نیاز باشد کمک فراوان می‌کند.

شکل ۶۷ـ انواع بیرینگ‌های جدا شدنی

- بیرینگ‌های جدا شدنی بعد از نصب باید تنظیم شوند تا ضمن عدم لقی روی محور، اجزا غلتشی آنها نیز تحت فشار قرار نداشته باشند. برای این منظور به‌وسیله مهره تنظیم، یکی از حلقه‌های بیرینگ آن‌قدر جابه‌جا می‌شود تا بیرینگ به لقی مورد نظر برسد.

نکـته

برای تنظیم مقدار تعیین شده لقی در بیرینگ، از لقی صفر شروع کرده با شل و سفت کردن مهره در روی شافت یا استفاده از واشرهای کالیبره شده یا صفحات نازک فلزی بین حلقه‌های بیرینگ و جوانب آن، لقی را کم و زیاد می کنیم.

رولبرینگ چرخ جلوی تراکتور نمونه‌ای از بیرینگ‌های جدا شدنی است.

ب) تعویض کاسه نمد

برای جلوگیری از ورود ذرات خارجی (گرد و غبار) به داخل مکانیزم و یا خروج سیال داخل محفظه به بیرون از وسایل آب‌بندی استفاده می‌شود. برای آب‌بندی از وسایل گوناگونی مانند حلقه‌های نمدی، اورینگ و... استفاده می‌شود.
یکی از مهم‌ترین آب‌بندها که برای آب‌بندی محورهای دوار (میله‌های چرخ‌دنده‌ها، محورهای ماشین‌ها، موتورها و...) استفاده می‌شود، کاسه نمدها هستند (شکل ۶۸). کاسه نمدها دارای فنری هستند که لبه فرم‌دار داخلی آنها را همواره بر روی سطح میله می‌فشارد.

شکل ۶۸ـ کاسه نمد و نحوه عمل آن

کاسه نمدها به دلایل زیر ممکن است دچار نشتی شوند:
ـ جای کاسه نمد در اثر جا زدن خراب شده باشد.
ـ لبه کاسه نمد در موقع جا زدن پاره شده باشد.
ـ جنس کاسه نمد نامرغوب باشد.
ـ محل تماس لبه کاسه نمد روی محور ساییده شده و گود شده باشد.
ـ فنر کاسه نمد از جای خود خارج شده باشد.
ـ بر اثر حرارت و گذشت زمان لاستیک کاسه نمد خشک و خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده باشد.

شکل ۶۹ـ خارج کردن کاسه نمد

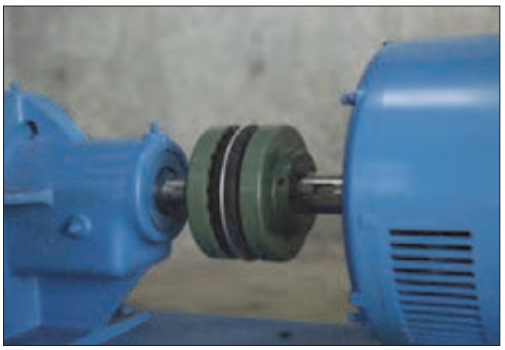
در صورت نشت روانکار از کاسه نمد، باید آن را تعویض کرد مراحل تعویض یک کاسه نمد در شکل‌های ۶۹ و ۷۰ نشان داده شده است.

شکل ۷۰ـ جا زدن کاسه نمد

نکـته

دقت کنید موقع جا زدن، کاسه نمد کج نشود.

ج) تعمیر کوپلینگ‌ها:



شکل ۷۱ـ اتصال موتور و دستگاه با کوپلینگ

کوپلینگ‌ها برای انتقال مستقیم حرکت دورانی از یک محور به محور دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۷۱).

کوپلینگ‌ها به دو دسته انعطاف‌پذیر و صلب تقسیم می‌شوند. کوپلینگ‌های انعطاف‌پذیر معمولاً شامل یک قسمت از جنس لاستیک است که باعث می‌شود انتقال قدرت به‌صورت نرم‌تری صورت گرفته و تا حدی هم‌راستا نبودن شافت دستگاه و موتور را جبران نماید.

کوپلینگ‌های صلب (سخت) برای اتصال دو محور کاملاً هم‌راستا در تجهیزاتی که در آنها هم‌محوری دقیق دو محور ضروری است، استفاده می‌شود. هرگونه عدم تقارن محوری در این نوع کوپلینگ‌ها خرابی‌های سریع را به دنبال دارد.

جدول ۴ـ انواع متداول کوپلینگ

کوپلینگ‌های صلب		کوپلینگ‌های انعطاف‌پذیر		
میله‌ای	گیره‌ای	دیسکی	یونیورسال	اولدهام
غلافی	فلنچی	فلنچی بوش ـ پین	ضربه‌گیر	راگ
زنجیری	دنده‌ای	شبکه‌ای (فنری)	لاستیکی	مغناطیسی

تحقیق کنید

در مورد انواع کوپلینگ‌ها تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

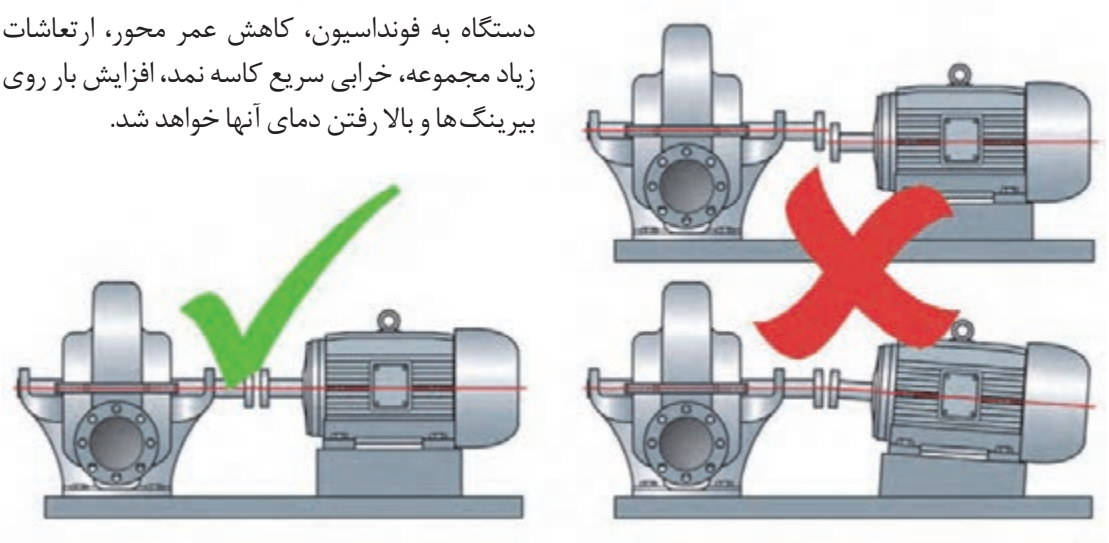
کوپلینگ‌ها در اثر عوامل متعددی مانند تعمیر و نگهداری نامناسب، نصب نامناسب و کارکرد فراتر از قابلیت کوپلینگ دچار خرابی می‌شوند. برخی از نشانه‌های احتمال خرابی کوپلینگ‌ها عبارت‌اند از:

ـ سر و صدای غیرطبیعی مانند صدایی شبیه ترمز ماشین و یا صدای ضربه ارتعاش یا تکان زیاد

ـ خرابی در آب‌بندها که با نشت روغن خود را نشان می‌دهد.

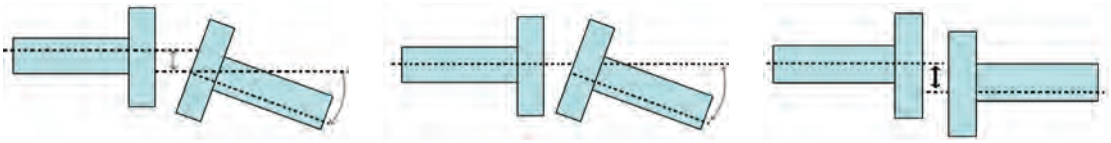
هم‌راستاسازی در کوپلینگ‌ها

وقتی دو شفت به‌وسیله کوپلینگ به هم متصل می‌شوند باید کاملاً هم‌راستا باشند (شکل ۷۲). هم‌راستا نبودن کامل شافت دستگاه و موتور سبب بروز مشکلاتی مانند افزایش دمای قطعات و روانکار، نشتی غیر قابل انتظار روانکار، خرده شدن اجزای کوپلینگ‌ها، شل شدن اتصالات دستگاه به فونداسیون، کاهش عمر محور، ارتعاشات زیاد مجموعه، خرابی سریع کاسه نمد، افزایش بار روی بیرینگ‌ها و بالا رفتن دمای آنها خواهد شد.



شکل ۷۲ـ هم‌راستایی مناسب کوپلینگ‌ها

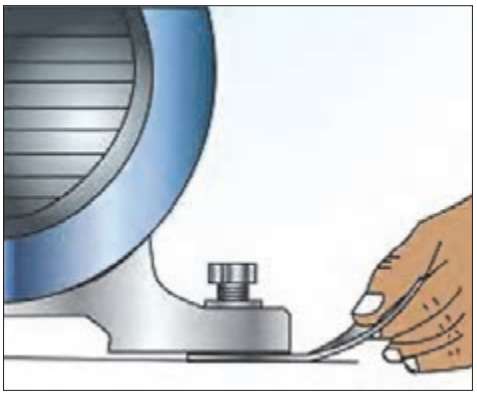
انحرافات به سه دسته محوری، زاویه‌ای و مختلط تقسیم می‌شوند (شکل ۷۳).



الف) انحراف محوری — ب) انحراف زاویه‌ای — ج) انحراف مختلط

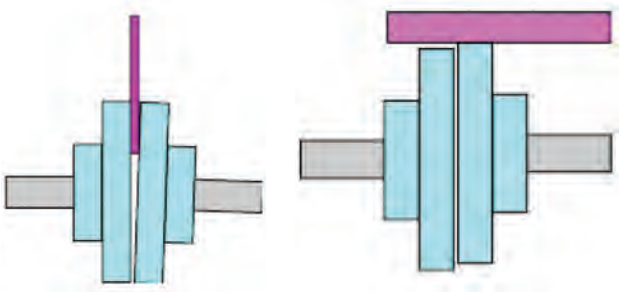
شکل ۷۳ـ انواع انحرافات

با گذاشتن شیم (ورقه‌های نازک فلزی) زیر یک یا چند پایه موتور یا دستگاه می‌توان انواع انحرافات را اصلاح نمود (شکل ۷۴).



شکل ۷۴ــ شیم‌گذاری زیر پایه موتور جهت هم‌راستاسازی کوپلینگ

برای تشخیص مقدار انحراف و ضخامت شیم لازم برای اصلاح آن از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود. ساده‌ترین روش استفاده از خط‌کش فلزی و فیلر می‌باشد. با استفاده از خط‌کش میزان انحراف محوری و با استفاده از فیلر میزان انحراف زاویه‌ای را می‌توان تشخیص داد (شکل ۷۵).

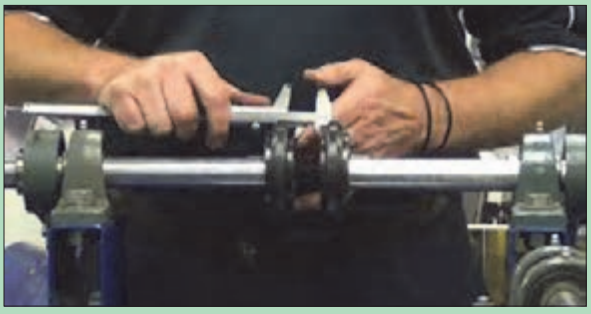


الف) استفاده از خط‌کش ب) استفاده از فیلر

شکل ۷۵ــ روش‌های ساده هم‌راستا کردن محورها با استفاده از خط‌کش و فیلر

گفت‌وگوی کلاسی

چگونه با استفاده از کولیس می‌توان انحراف محورهای متصل با کوپلینگ را مشخص کرد؟ کدام نوع انحراف با این روش مشخص می‌شود؟

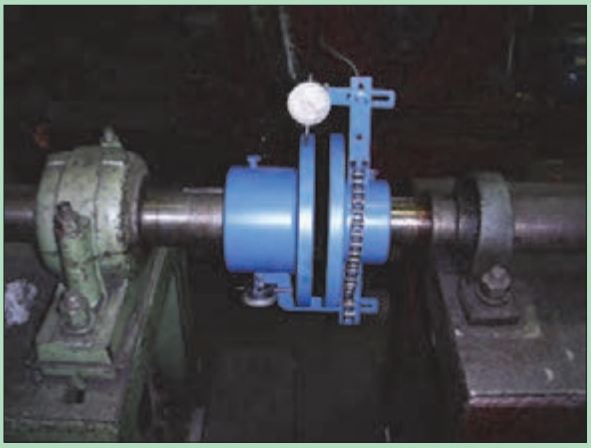


شکل ۷۶ــ کنترل هم‌راستایی کوپلینگ با استفاده از کولیس

روش دیگر برای اندازه‌گیری میزان انحراف، استفاده از ساعت‌های اندازه‌گیری است که روی پایه‌های مخصوص نصب شده‌اند (شکل ۷۷). به کمک این ساعت‌ها می‌توان میزان انحراف محوری و زاویه‌ای را مشخص کرد.

گفت‌وگوی کلاسی

به شکل ۷۷ نگاه کنید و در مورد چگونگی اندازه‌گیری انحراف محوری و زاویه‌ای محورها گفت‌وگو کنید.



شکل ۷۷ــ هم‌راستا کردن محورها با ساعت اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری میزان انحراف می‌توان از روش‌های لیزری نیز استفاده کرد. در تنظیم لیزری از روش فرستنده و گیرنده استفاده می‌شود. یک دیود لیزری و یک سنسور وضعیت روی یک براکت قرار می‌گیرد که خود این براکت روی یکی از شافت‌ها نصب شده است. از براکت اول پرتوهایی به براکت دوم که روی شافت دیگر نصب شده است فرستاده می‌شود. با رسیدن پرتو اولیه به براکت دوم، یک پرتو بازگشتی به براکت اول فرستاده خواهد شد. با چرخاندن یکی از شافت‌ها، مقادیر متفاوتی از لنگی بین دو شافت ثبت شده و به کامپیوتر کوچکی فرستاده می‌شود. بدین ترتیب کاربر می‌تواند مقدار شیم مورد نیاز برای قرارگیری زیر پایه‌ها را محاسبه نماید. مزیت اصلی این روش، سرعت عمل بسیار بالای آن می‌باشد (شکل ۷۸).

شکل ۷۸ــ هم‌راستا کردن محورها با دستگاه لیزر

د) تعمیرات مربوط به خارها (keys)

خار؛ واسطه انتقال گشتاور بین محور و عضوی که روی محور سوار است، می‌باشد و در داخل شیارهای محور و عضو سوارشونده که با آن لقی ناچیزی دارد، سوار می‌شود.

از خارها برای انتقال گشتاور پیچشی، نیروی محوری و یا ترکیبی از آنها استفاده می‌شود.

خارها با توجه به شکل محور، محل قرار گرفتن آن، نوع اتصال و نیروی وارده در انواع مختلفی ساخته می‌شوند که در شکل ۷۹ نشان داده شده‌اند.

حلقوی خاردار	حلقوی داخلی	حلقوی خارجی	ناخنی	انطباقی سرگرد	انطباقی سرتخت	مربع-خارگرد- خارکلنگی- خارلغزشی

شکل ۷۹ـ انواع خارها

با توجه به نوع خار، شیار آن نیز روی محور متفاوت است.

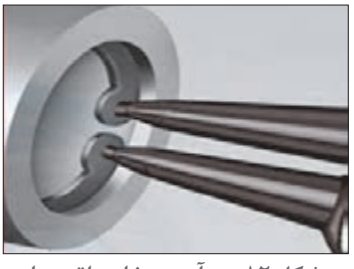
شکل ۸۰ـ انواع جای خار روی محورها

به دلایل مختلف از جمله لقی عضو گردنده روی محور، بار بیش از اندازه به عضو گردنده، ضربات چرخشی ناگهانی و... احتمال ایجاد خرابی در خار، عضو گردنده و شیار محور وجود دارد.

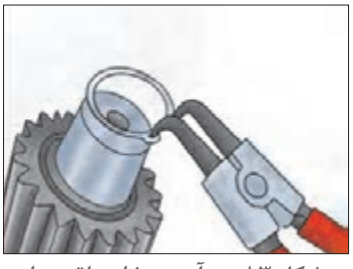
شکل ۸۱ـ نمونه‌ای از معایب مربوط به خارها

در صورت خرابی خار یا عضو گردنده باید آنها را تعویض نمود. برای ترمیم جای خار لازم است محور پیاده شده و به تراشکاری منتقل گردد و یا تعویض شود.

برای درآوردن و جا زدن خارهای حلقوی از خار جمع‌کن و خار بازکن استفاده می‌شود (شکل‌های ۸۲ و ۸۳).



شکل ۸۲ـ درآوردن خار حلقوی با استفاده از خارجمع‌کن



شکل ۸۳ـ درآوردن خار حلقوی با استفاده از خار بازکن

ایـمنی

سعی کنید خار را هنگامی که بر روی قطعه کار است جمع کنید و در هوا و یا در جلوی دیدتان این کار را انجام ندهید زیرا ممکن است خار از جای خود در اثر خاصیت فنری پرت شده و آسیب جدی به شما و اطرافیانتان برساند.

روش نصب و پیاده کردن خارهای غیرحلقوی متناسب با نوع شیار روی محور متفاوت می‌باشد. در شیارهای دو طرف بسته، برای درآوردن خار باید ابتدا با پولی‌کش عضو گردنده را خارج کرده و سپس خار را برداشت. برای نصب نیز باید به‌صورت عکس عمل نمود یعنی ابتدا خار و سپس عضو گردنده باید جا زده شود (شکل ۸۴). برای سهولت نصب بهتر است روی محور مقداری روغن بریزید.

۱ـ متناسب بودن ضخامت خار با شیار روی محور را بررسی کنید.

۲ـ خار را روی محور جا زده و آن را با انبر کلاغی محکم کنید.

۳ـ عضو گردنده را روی محور جا زده و لقی آن را بررسی کنید.

شکل ۸۴ـ مراحل نصب خار ناخنی و عضو گردنده روی محور

برای پیاده کردن خارهای کلنگی در شیار یک سر آزاد، ابتدا خار و سپس عضو گردنده پیاده می‌شوند و برای نصب نیز باید ابتدا عضو گردنده و سپس خار جا زده شود (شکل ۸۵).

۱ـ متناسب بودن ضخامت خار با شیار روی محور را بررسی کنید.

۲ـ عضو گردنده را روی محور به نحوی جا بزنید که شیار آن در راستای شیار محور باشد.

۳ـ خار را روی محور جا زده و لقی عضو گردنده را بررسی کنید.

شکل ۸۵ـ مراحل نصب خار کلنگی و عضو گردنده روی محور

توجه

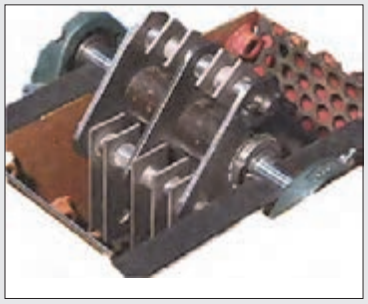
نحوه سرویس، تنظیم و تعویض وسایل انتقال قدرت مانند تسمه، پولی، زنجیر و چرخ زنجیر و چرخ‌دنده در کتاب نگهداری و کاربرد ماشین‌های کشاورزی توضیح داده شده است.

فعالیت کارگاهی

تعمیر آسیاب‌های چکشی

الف

ب



ج

شکل ۸۶

۱ـ آسیاب را با رعایت نکات ایمنی روشن کنید و اجازه دهید چند دقیقه کار کند. به صداها دقت کنید و علت صداهای نامتعارف را تشخیص دهید.

۲ـ میزان گرم شدن یاتاقان‌ها را با دست بررسی کنید. گرمای یاتاقان‌های آسیاب چنانچه در حد سوزاندن دست باشد باید نسبت به رفع اشکال یاتاقان‌ها اقدام نمود.

۳ـ آسیاب را خاموش کنید.

۴ـ درصورتی‌که اتصال موتور به آسیاب از نوع کوپلینگی است (شکل ۸۶ ـ ب)، هم‌راستا بودن محورها را کنترل کنید. و در صورت انحراف، پیچ‌ها را شل کرده و با جابه‌جا کردن موتور و یا قرار دادن شیم زیر پایه‌ها، محورها را هم‌راستا کنید.

۵ـ درب محفظه آسیاب را باز کنید (شکل ۸۶ـ الف).

۶ـ غربال را از داخل شیار مربوطه بیرون بکشید و آن را تعویض کنید.

۷ـ چکش‌ها را با در آوردن پین محورهای فرعی خارج کرده و تعویض کنید(شکل ۸۶ـ ج). قبل از نصب چکش‌های جدید، کلیه چکش‌ها و واشرهای هر میله آسیاب ابتدا وزن شوند و در صورت نامساوی بودن به‌اندازه لازم، واشر برای محور نامساوی در نظر گرفته شود تا بعد از بستن، تعادل دستگاه حفظ شود.

۸ـ درصورتی‌که اتصال موتور به محور چکش‌ها از نوع تسمه‌ای است، تسمه و پولی‌ها را بررسی کرده و در صورت معیوب بودن تعویض کنید.

۹ـ یاتاقان‌ها را در صورت معیوب بودن تعویض کرده و آنها را با گریس نسوز، گریس کاری کنید.

ایمنی

در موقع سرویس و بازدید، برق دستگاه‌ها باید قطع باشد.

فعالیت کارگاهی

عیب یابی و تعمیر دان خوری های خودکار

۱ـ ابزار و تجهیزات مورد نیاز را آماده کنید (فولی کش، جعبه ابزار عمومی مکانیک، بلبرینگ کش و...)
۲ـ قسمت‌های مختلف ظاهری دستگاه را بررسی و اجزای معیوب را تعویض کنید. (در دان‌خوری‌های بشقابی: بشقاب‌های دان‌خوری را از لوله انتقال دان باز کرده و بازدید کنید، نقاله حلزونی را از درون لوله‌ها بیرون کشیده و بازدید کنید، محل اتصال لوله‌ها به سیم بکسل، قرقره‌ها و وینچ را بازدید کنید. و در دان‌خوری‌های زنجیری: شبکه یا میلهٔ محافظ را از روی ناودانی بررسی و در صورت معیوب بودن تعویض کنید، نقاله زنجیری را از درون ناودان بیرون آورده و بازدید کنید، رابط و پایهٔ ناودانی‌ها و گوشه‌ها را بررسی و در صورت نیاز تعمیر یا تعویض کنید).
۳ـ قسمت‌های مورد نیاز را گریس کاری کنید.
۴ـ داخل مخزن را بازدید کنید.
۵ـ صافی‌ها را تمیز کنید.
۶ـ در صورت مشاهده نشت روغن از جعبه دنده، علت را مطابق جدول زیر یافته و رفع عیب کنید.

علت نشتی روغن	روش رفع عیب
شل بودن یا خرابی درپوش‌های روغن	درپوش روغن را سفت و یا تعویض کنید.
زیاد بودن سطح روغن	سطح روغن را تا نیمه پوسته جعبه دنده کم کنید.
خرابی کاسه نمدها یا واشرهای آب‌بندی	کاسه نمد و یا واشرها را تعویض کنید.

شکل ۸۷ـ موتور و جعبه دنده دان‌خوری بشقابی خودکار

۷ـ دستگاه را راه‌اندازی کرده و در صورت مشاهده لرزش غیرعادی در مجموعه موتور و جعبه دنده مطابق جدول زیر اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب نمایید.

علت لرزش غیر عادی	روش رفع عیب
شل بودن، پیچ‌های اتصال جعبه دنده و یا الکتروموتور به شاسی	پیچ‌ها را محکم و در صورت نیاز تعویض کنید.
شل بودن یا خرابی اتصالات کوپل کننده موتور به جعبه دنده	اتصالات را محکم و یا در صورت نیاز تعویض کنید.
خرابی خار و یا جا خار روی محورهای ورودی و خروجی جعبه دنده	خار را تعویض کنید. خار باید استاندارد و کاملاً بدون لقی باشد.
وجود جرم خارجی در جعبه دنده	روغن جعبه دنده را تخلیه و پوسته آن را پس از شست‌وشو دوباره از روان کار، پر کنید.
خرابی بلبرینگ‌ها	بلبرینگ‌ها را تعویض کنید.
آسیب دیدگی چرخ‌دنده	چرخ‌دنده را تعویض کنید.

۸ـ در صورت شنیده شدن صدای غیرعادی از جعبه دنده مطابق جدول زیر اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب کنید.

علت شنیده شدن صدای غیرعادی از جعبه دنده	روش رفع عیب
کم بودن مقدار روغن	مقدار روغن را تا نیمه پوسته تنظیم کنید.
خرابی خار یا جا خار	خار را تعویض کنید. خارها باید استاندارد و کاملاً بدون لقی باشند.
اشکال در دستگاه	اتصالات، یاتاقان‌بندی، ریل‌ها، راهنماها و سایر اجزای دستگاه را بررسی و از درست کار کردن آنها اطمینان حاصل کنید.
وجود جرم خارجی در جعبه دنده	روغن را تخلیه و پوسته جعبه دنده را پس از شست‌وشو دوباره از روان‌کار پر کنید.
خرابی اتصالات ورودی و خروجی	اتصالات ورودی و خروجی جعبه دنده را محکم و در صورت نیاز تعویض کنید.

علت شنیده شدن صدای غیرعادی از جعبه دنده	روش رفع عیب
شل بودن محل نصب جعبه دنده	پیچ‌ها را محکم و در صورت نیاز تعویض کنید.
تراز نبودن سطح نصب جعبه دنده	سطح جعبه دنده را نسبت به موتور الکتریکی تراز کنید. در صورت نیاز از تکیه گاه و شیم استفاده کنید.
خرابی بلبرینگ‌ها	بلبرینگ‌ها را تعویض کنید.
آسیب دیدگی چرخ‌دنده	چرخ‌دنده را تعویض کنید.
بالا بودن دمای محیط	از روغن با ویسکوزیته بالاتر استفاده کنید.

۹ـ درصورتی که حرارت موتور و جعبه دنده به سرعت بالا می‌رود، ابتدا روغن جعبه دنده و میزان آن را بررسی و تنظیم کنید. اگر ایراد مرتفع نگردید به‌وسیله دست محل شروع حرارت و گرم شدن را مشخص کرده و مطابق دستورالعمل زیر علت را عیب‌یابی و رفع عیب کنید:

ـ چنانچه گرم شدن از ناحیه الکتروموتور باشد به علت دو فاز شدن یا صدمه دیدن سیم‌پیچ الکتروموتور است که با نحوه عیب‌یابی آن در پودمان بعد آشنا خواهید شد.

ـ اگر نقطه شروع گرما، محل ورود شافت الکتروموتور به داخل جعبه دنده باشد، علت آن خرابی بلبرینگ شافت ورودی جعبه دنده یا جایگاه بلبرینگ است که با شل کردن پیچ‌های کوپل‌کننده الکتروموتور به جعبه دنده مشخص می‌شود.

ـ درصورتی که نقطه شروع گرما در دو طرف شافت خروجی جعبه دنده باشد، در این صورت علت گرم‌شدن صدمه دیدن بلبرینگ یا تحت فشار بودن بلبرینگ به علت طول نقاله و یا به علت تنظیم نبودن با یاتاقان دان‌خوری است.

تعمیر اجزای مکانیکی اختصاصی تجهیزات ثابت کشاورزی

برای تعمیر اجزای اختصاصی هر ماشین باید مطابق دستورالعمل‌های کتابچه راهنمای تعمیرات ماشین اقدام نمود. شکل ۸۸ خرابی پره‌های یک نقاله پیچی را نشان می‌دهد که به‌وسیله جوش کاری ترمیم شده است.

شکل ۸۸

به منظور کسب مهارت در تعمیرات اجزای مکانیکی اختصاصی تجهیزات کشاورزی و در ادامه روش تعمیر ماشین‌های شیردوش آورده شده است.

فعالیت عملی

راه‌اندازی و تعمیر ماشین شیردوش

۱ـ ماشین شیردوش را به ترتیب زیر راه‌اندازی کنید.

۱ـ پس از قرار گرفتن گاو در جایگاه شیردوشی، موتور را روشن کنید.

۲ـ دکمه روی خرچنگی را بالا بکشید تا فشار بالا رفته و پولساتور شروع به کار کند.

۳ـ درجه خلاء را روی عدد ۳۸۰ تنظیم کنید.

۴ـ به آرامی خرچنگی را به زیر پستان گاو برده و دو عدد از لاینرها را بالا بیاورید و به پستان وصل نمایید. همزمان دکمه کاسه را به داخل کاسه خرچنگی فشار دهید و بلافاصله لاینرهای دیگر را نیز وصل نمایید تا دوشش آغاز گردد.

۵ـ پس از اتمام دوشش دکمه کاسه را بالا بیاورید تا خرچنگی از پستان جدا شود.

۶ـ شیر مخزن را تخلیه کنید. خوشه‌های شیردوشی را داخل ظرف آب قرار داده و دستگاه را فعال کنید و اجازه دهید چند دقیقه در این وضعیت کار کند تا قطعات آن شسته شوند.

۲ـ مطابق دستورالعمل زیر دستگاه را عیب‌یابی کنید.

عیب	علت	روش رفع عیب
صدای پمپ وکیوم تغییر می‌کند.	لغزش تسمه به علت شل بودن لغزش تسمه به علت روغنی بودن تنظیم نبودن فولی‌ها در یک خط شکستگی فیبرها	سفت‌کردن تسمه تمیز یا تعویض‌کردن تسمه تنظیم فولی‌ها سرویس پمپ وکیوم
پمپ وکیوم خلاء لازم را ایجاد نمی‌کند.	شکستگی یا گیر بودن فیبرها شل بودن یا کهنه بودن تسمه روغن به پمپ وکیوم نمی‌رسد.	سرویس پمپ وکیوم سفت‌کردن یا تعویض تسمه سرویس روغندان
پولساتور کار نمی‌کند.	کثیف شدن و جرم گرفتگی پولساتور پارگی دیافراگم معیوب‌شدن قطعات داخلی	تمیزکردن و شستن قطعات تعویض دیافراگم تعمیر یا تعویض
با وجود بالا بودن فشار پمپ، خلاء لازم در بیدون ایجاد نمی‌شود.	بسته بودن شیر هوا محکم نبودن درب بیدون پاره شدن واشر درب بیدون سفت نبودن شیلنگ‌ها معیوب بودن واشر کاسه خرچنگی تنظیم نبودن سوپاپ خلاء معیوب بودن زانوهای لاستیکی	شیر هوا را باز کنید. جابه‌جاکردن درب تعویض واشر بررسی اتصال کلیه شیلنگ‌ها تعویض واشر کاسه تنظیم سوپاپ تعویض زانوهای لاستیکی

روغن کافی به پمپ نمی‌رسد.	روغن استفاده شده مناسب نیست. روغن دان جرم گرفته یا معیوب است.	استفاده از روغن ۱۰ پلمپ سرویس روغن دان
شیر وارد شیلنگ دوقلو می‌شود.	سوراخ بودن یکی از لاینرها تمام شدن عمر لاینرها	تعویض لاینر معیوب تعویض لاینرها

۳ـ برای تعویض لاینرها به ترتیب زیر عمل کنید.

۱- تجهیزات مورد نیاز شامل ظرف مخصوص آب، درفش مخصوص و لاینرهای جدید را آماده کنید.

۲- شیلنگ‌های متصل به کلاهک‌های شیردوشی را جدا کنید.

۳- هر کلاهک را روی یک قطعه چوب قرار داده و به آن فشار وارد کنید تا لاینر از بدنه فلزی جدا شود.

۴- سر لاینرها را کمی به طرفین کج کرده و آن را از داخل بدنه فلزی بیرون بکشید.

۵- قسمت های شیشه‌ای محل اتصال شیلنگ‌ها روی هر لاینر را جدا کنید.

۶- لاینرهای جدید را از داخل بسته‌بندی خارج کرده و قسمت‌های شیشه‌ای را داخل آن قرار دهید.

۷- داخل ظرف مقداری آب گرم بریزید.

۸- لاینرها را داخل ظرف آب گرم قرار دهید و اجازه دهید تا کمی شل شود.

۹- لاینرها را داخل بدنه فلزی جا بزنید.

۱۰- درفش مخصوص را داخل لاینر کنید.

۱۱- به درفش فشار وارد کنید تا قسمت شیشه‌ای در محل خود نصب شود.

۱۲- شیلنگ‌ها را متصل کنید.

۴ـ برای تعویض پره‌های فیبری پمپ خلاء و سرویس پمپ به ترتیب زیر عمل کنید.

۱- صافی پمپ را باز کنید.	۲- درپوش محفظه پره‌های پمپ را باز کنید.	۳- پره‌های پمپ را خارج کنید.
۴- پیچ‌های محفظه را باز کنید.	۵- محفظه را جدا کنید.	۶- با استفاده از کاغذ سنباده روتور را تمیز کنید.
۷- داخل محفظه را سنباده بزنید.	۸- خلاصی پره‌های فیبری را داخل روتور اندازه‌گیری کنید.	۹- محفظه را سوار کرده و پره‌ها را جا بزنید سپس با استفاده از چسب آب‌بندی درپوش را ببندید.

فعالیت کارگاهی

نیمه تجویزی: با بازدید از آشپزخانه هنرستان، یکی از تجهیزات موجود مانند سبزی خردکن، پوست کن و.... را تعمیر کنید.

ارزشیابی نهایی شایستگی تعمیرات مکانیکی تجهیزات ثابت کشاورزی

شرح کار: تعیین عیوب ماشین‌ها و تجهیزات پرورش دام و طیور، بازکردن و پیاده‌کردن ماشین‌ها و تجهیزات پرورش دام و طیور، شست‌وشو و اصلاح ماشین‌ها و تجهیزات پرورش دام و طیور، بستن و تنظیم ماشین‌ها و تجهیزات پرورش دام و طیور،راه‌اندازی و ارزیابی ماشین‌ها و تجهیزات پرورش دام و طیور، تعیین عیوب اجزاء مکانیکی ماشین‌ها و تجهیزات ثابت کشاورزی شامل یاتاقان‌ها (بلبرینگ، رولبرینگ، بوش)، کاسه نمدها، کوپلینگ‌ها، خارها، اجزای انتقال قدرت و....) ـ بازکردن و پیاده‌کردن اجزاء مکانیکی ماشین‌ها و تجهیزات ثابت کشاورزی شامل یاتاقان‌ها (بلبرینگ، رولبرینگ، بوش)، کاسه نمدها، کوپلینگ‌ها، خارها، اجزای انتقال قدرت و....)، شست‌وشو، بررسی و اصلاح قطعات باز شده، بستن و تنظیم اجزاء مکانیکی ماشین‌ها و تجهیزات ثابت کشاورزی شامل یاتاقان‌ها (بلبرینگ، رولبرینگ، بوش)، کاسه نمدها، کوپلینگ‌ها، خارها، اجزای انتقال قدرت و....)، راه‌اندازی و ارزیابی نهایی ماشین‌های ثابت کشاورزی

استاندارد عملکرد: تعمیر و تنظیم اجزاء مکانیکی ماشین‌ها و تجهیزات ثابت پرورش طیور، پرورش دام و فراوری محصولات کشاورزی
شاخص‌ها: تشخیص صحیح عیب با راه‌اندازی اولیه و بررسی شرایط، بازکردن قطعات مطابق دستورالعمل شرکت سازنده و کتابچه راهنما، چیدمان صحیح قطعات باز شده، سرعت در انجام کار، دقت در انجام کار، آسیب نرساندن به قطعات ماشین و ابزار، استفاده از ابزار مناسب، شست‌وشو و تمیز کردن قطعات باز شده با مواد و ابزار مناسب، تعیین عیوب قطعات تفکیک شده و رفع آنها، سوارکردن قطعات باز شده مطابق دستورالعمل کتابچه راهنما، عملکرد صحیح بدون صدا و لرزش ماشین بعد از راه‌اندازی

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه نگهداری و تعمیر ماشین‌های کشاورزی مطابق با استاندارد ملی ایران
ابزار و تجهیزات: ماشین‌ها و تجهیزات پرورش دام و طیور، ماشین‌های فراوری محصولات کشاورزی، جعبه ابزار عمومی مکانیک، روغن‌دان، گریس پمپ، گیره رومیزی، چکش چوبی، چکش سنگین، پرس هیدرولیک، فولی‌کش، ابزارهای اندازه‌گیری (میکرومتر، ساعت اندازه‌گیر، کولیس)

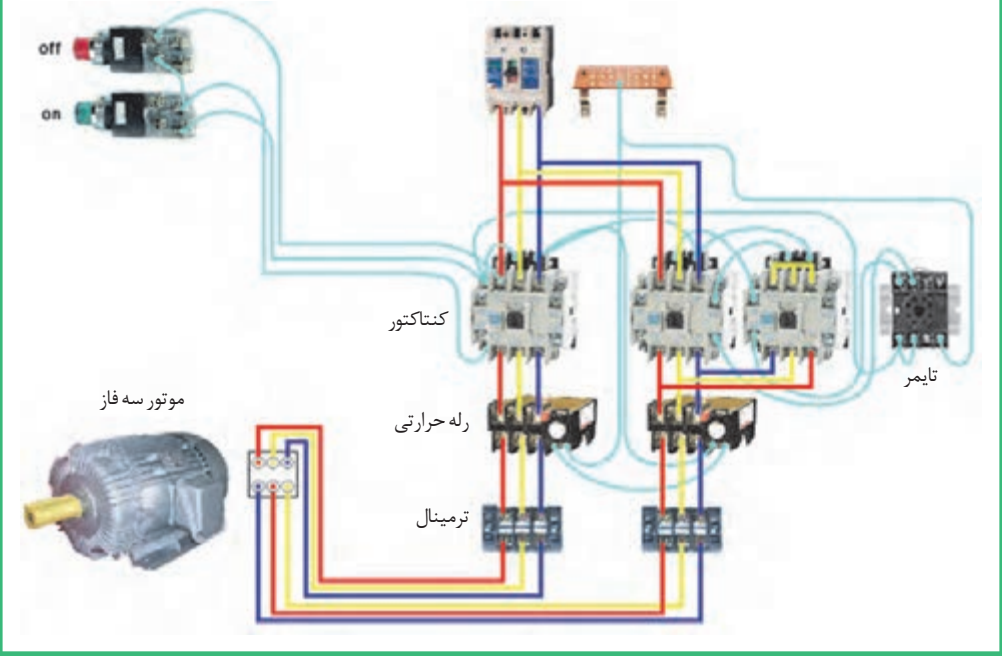
معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	راه اندازی و عیب یابی اولیه اجزاء مکانیکی ماشین ها و تجهیزات ثابت کشاورزی	۱	
۲	پیاده‌کردن اجزاء مکانیکی معیوب	۲	
۳	تعمیر یا تعویض اجزاء مکانیکی	۱	
۴	نصب و تنظیم اجزاء مکانیکی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی کار فردی ـ رعایت ایمنی در هنگام کار ـ توجه به نکات زیست‌محیطی	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۲

تعمیرات برقی ماشین‌های ثابت کشاورزی



امروزه برای تأمین توان مورد نیاز انواع ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی مانند ماشین بوجاری، ماشین جوجه‌کشی، سالن پرورش طیور، نقّاله، دستگاه‌های دان‌خوری اتوماتیک، دستگاه پرکن، دستگاه کاه‌خُردکن، آسیاب، شیر سردکن و شیر دوش، از موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود. به همین جهت داشتن اطلاعات کافی در زمینه اصول کار، ساختمان داخلی و طرز کار این موتورها برای هنرجویان رشته ماشین‌های کشاورزی، تقریباً یک امر ضروری است. آشنایی با این موارد شما را در رفع عیوب ساده، تعویض قطعات یا انتخاب موتور مناسب با کار مورد نظر در ماشین‌های کشاورزی یاری می‌کند.

واحد یادگیری ۲

نصب و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

□ موتورهای الکتریکی چگونه کار می‌کنند؟
□ نحوه اتصال موتور الکتریکی به شبکه برق چگونه است؟
□ چگونه می‌توان از موتور الکتریکی در مقابل نوسانات برقی محافظت کرد؟
□ چگونه می‌توان موتور الکتریکی را راه‌اندازی نمود؟

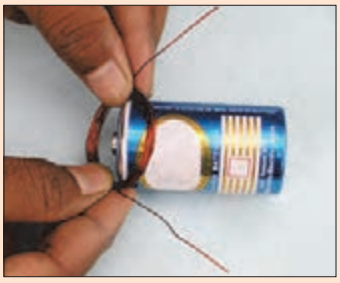
امروزه موتورهای الکتریکی در ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی نقش مهمی‌را ایفا می‌کنند به‌طوری که کمتر ماشینی دیده می‌شود که موتور الکتریکی در آن به‌کار نرفته باشد. لذا در استفاده از این ماشین‌ها باید راه‌اندازی موتورهای الکتریکی، سرویس و نگهداری و رفع عیوب سادهٔ آنها را فرا گرفت تا در مواقع ضروری بدون حضور متخصصین برق بتوان مشکلات جزئی الکتریکی پیش آمده را رفع کرد. همچنین، آگاهی از نحوه کارکرد سیستم‌های الکتریکی ماشین‌های کشاورزی، کاربر را در استفاده صحیح از دستگاه کمک می‌کند و باعث طول عمر بیشتر دستگاه نیز خواهد شد. به دلیل اینکه در بیشتر موارد، موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی یا مغناطیسی راه‌اندازی می‌شود، ضروری است که هنرجویان با ساختمان، طرز کار، کاربرد و همچنین با نقشه‌های فنی و حقیقی مدارهای راه‌اندازی آشنا شوند و مهارت‌های لازم را به‌دست آورند.

استاندارد عملکرد کار

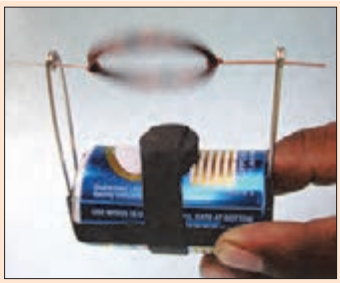
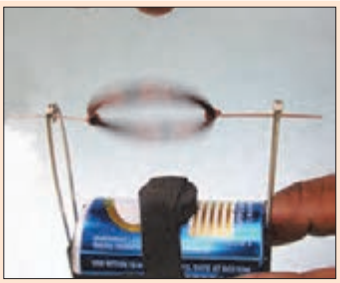
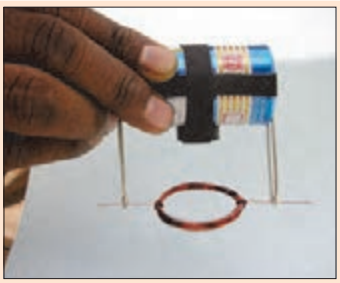
در پایان این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود موتورهای الکتریکی تک فاز و سه فاز به‌کار رفته در تجهیزات کشاورزی را بر اساس نقشه و استاندارد، نصب و راه‌اندازی نمایند.

اصول کار موتورهای الکتریکی

گفت‌وگوی کلاسی

		
۱ـ تجهیزات آزمایش را تهیه کنید. (باتری ۱/۵ ولتی - سیم‌مسی لاکی به طول ۱/۵ متر - سنجاق قفلی - حلقه تیوب دوچرخه - آهن‌ربا)	۲ـ سیم مسی لاکی را ۱۰ تا ۱۵ مرتبه، دور باتری بچرخانید.	۳ـ سیم‌پیچ را از روی باتری خارج کنید.
۴ـ با سر و ته آزاد سیم، حلقه‌ای به دور سیم‌پیچ ایجاد کنید.	۵ـ عایق روی سیم‌های دو انتها را خراش دهید.	۶ـ قطعات را مانند شکل مونتاژ کنید.

۷ـ دو سر سیم‌پیچ را داخل روزنه‌های سنجاق قرار دهید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:

		
چه عاملی سبب چرخش سیم‌پیچ می‌شود؟	اگر یک آهن‌ربای دیگر بالای سیم‌پیچ نگه داریم چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟ (سعی کنید جهت قطب‌ها را تغییر دهید)	اگر مجموعه را برعکس کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟

اصول کار موتورهای الکتریکی نیز مانند آنچه در آزمایش فوق مشاهده کردید بر مبنای ایجاد جریان القایی و میدان مغناطیسی استوار است، با این تفاوت که در موتورهای الکتریکی به‌جای آهن‌ربا از یک یا سه دسته سیم‌پیچ استفاده می‌شود. این سیم‌پیچ‌ها در شیارهای استاتور قرار می‌گیرند و با اتصال به شبکه برق، میدان مغناطیسی مورد نیاز را به وجود می‌آورند.

انواع موتورهای الکتریکی

موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان مصرفی به دو دسته تقسیم می‌شوند:
۱ـ موتورهای جریان متناوب (AC)
۲ـ موتورهای جریان مستقیم (DC)
بیشتر موتورهایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع جریان متناوب (AC) هستند. یعنی با برق جریان متناوب کار می‌کنند. موتورهای جریان متناوب خود به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند:

موتورهای سنکرون: موتورهایی هستند که در همه شرایط سرعت ثابتی دارند. موتورهای به‌کار رفته در لوازم آشپزخانه مانند آب‌میوه‌گیر، چرخ گوشت و ... از این نوع هستند.

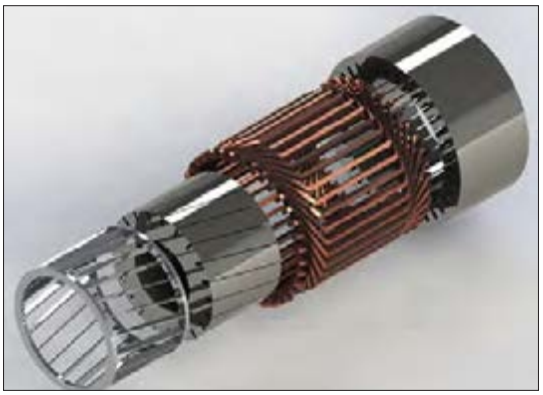
موتورهای آسنکرون: این موتورها وقتی زیر بار قرار می‌گیرند کمی سرعت‌شان افت می‌کند.
از آنجایی که موتورهای سنکرون در ماشین‌های کشاورزی کمتر به‌کار می‌روند از توضیح آن در این کتاب خودداری می‌کنیم و به موتورهای آسنکرون می‌پردازیم.
موتورهای جریان متناوب آسنکرون به دو دستهٔ کلی سه فاز و تک فاز تقسیم می‌شوند.

ساختمان موتورهای الکتریکی

ساختمان موتورهای الکتریکی از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است که در ادامه به توضیح مهم‌ترین قسمت‌ها پرداخته می‌شود (شکل ۱):

شکل ۱ـ اجزای موتور الکتریکی

۱ـ روتور(گردنده):



شکل ۲

روتور عبارت از یک استوانه توپر است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک، که نسبت به هم عایق هستند، ساخته شده و روی محوری قرار گرفته است. در داخل این استوانه توپر، شیارهایی تعبیه شده که هادی‌های روتور در آن قرار می‌گیرد.
هادی‌های روتور به‌صورت میله‌ای هستند این میله‌ها از هر دو طرف به دو حلقه انتهایی، متصل‌اند. چون شکل به‌دست آمده برای این روتور، شبیه یک قفس فلزی است (شکل ۲)، به همین دلیل این‌گونه موتورهای القایی را روتور قفسی می‌گویند. حدود ۹۰٪ موتورهای الکتریکی جریان متناوب از نوع روتور قفسی هستند.

۲ـ استاتور (ساکن):

استاتور عبارت از یک استوانه تو خالی است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک که نسبت به هم عایق هستند ساخته شده است. در داخل این استوانه شیارهایی تعبیه شده است و سیم‌پیچ‌ها درون آن، قرار می‌گیرند. استاتور در موتورهای الکتریکی سه فاز دارای سه سیم‌پیچ است. در این موتورها به دلیل وجود سه سیم‌پیچ و سه جریان متناوب، که با یکدیگر اختلاف فاز متقارن دارند، میدان دوّار مورد نیاز برای ایجاد خاصیت القایی ایجاد می‌شود. اما در موتورهای تک فاز، با یک سیم‌پیچی و یک جریان، امکان ایجاد میدان دوّار نیست. به همین دلیل، برای راه‌اندازی موتورهای تک فاز، از یک سیم‌پیچ دیگر برای کمک به سیم‌پیچ اصلی در راه‌اندازی موتور به‌صورت موقت استفاده می‌شود. به این سیم‌پیچ، که در راه‌اندازی به کمک سیم‌پیچ اصلی می‌آید، سیم‌پیچ کمکی یا راه‌انداز (استارت) می‌گویند. این سیم‌پیچ، قادر است در لحظه راه‌اندازی، به همراه سیم‌پیچ اصلی، گشتاور قابل توجهی به محور روتور اعمال کند و باعث چرخش آن شود.
از آنجایی که وظیفه سیم‌پیچ کمکی فقط راه‌اندازی موتور است، می‌توان پس از اینکه موتور به راه افتاد آن را از مدار خارج کرد.

موتورهای تک فاز را بر اساس روش راه‌اندازی به‌صورت زیر می‌توان طبقه‌بندی کرد:

انواع موتور تک فاز	ویژگی	شکل مدار
موتور با فاز شکسته	در این موتورها، سیم‌پیچ اصلی و سیم‌پیچ کمکی با هم به‌صورت موازی قرار می‌گیرند. سیم‌پیچ راه‌انداز، پس از راه‌اندازی و رسیدن سرعت موتور به ۷۵٪ سرعت نامی به‌وسیلهٔ کلید تابع دور (کلید گریز از مرکز) از مدار خارج می‌شود.	

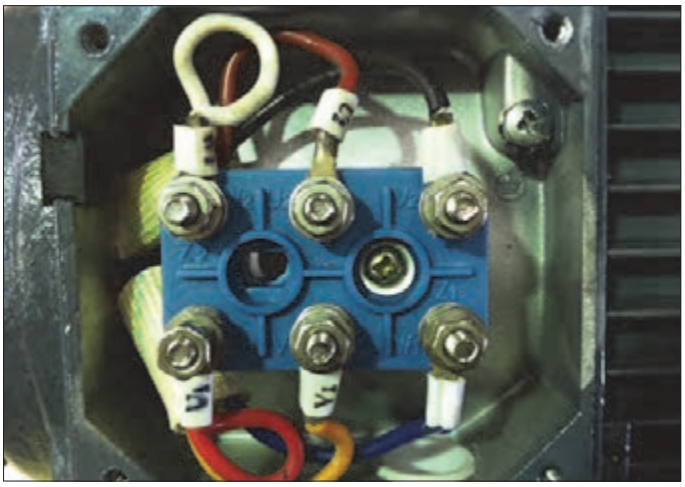
انواع موتور تک فاز	ویژگی	شکل مدار
موتور با راه‌انداز خازنی	در موتورهای تک فاز با راه‌انداز خازنی برای افزایش گشتاور موتور در لحظه راه‌اندازی، از خازن به‌صورت سری با سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود. خازن مورد نظر از نوع الکترولیتی با ظرفیت بالاست و معمولاً به‌صورت جداگانه روی بدنهٔ موتور نصب می‌شود. در مدار سیم‌پیچ راه‌انداز با خازن، از یک کلید گریز از مرکز (تابع دور) نیز استفاده می‌شود، که سیم‌پیچ کمکی و خازن را در ۷۵٪ دور نامی موتور از مدار خارج می‌کند.	
موتور با خازن دائم کار	در این موتورها از یک خازن روغنی، که با سیم‌پیچ راه‌انداز سری شده است، استفاده می‌شود. این موتورها کلید تابع دور ندارند و سیم‌پیچ راه‌انداز به همراه خازن، پس از راه‌اندازی نیز در مدار باقی می‌ماند. قرار داشتن خازن به‌صورت دائم در مدار، گشتاور در حالت کار را افزایش می‌دهد.	
موتور تک فازدو خازنی	در این موتورها از یک خازن به‌صورت لحظه‌ای و یک خازن به‌صورت دائم کار استفاده می‌شود. این دو خازن با یکدیگر به‌صورت موازی و هر دو با سیم‌پیچ راه‌انداز به‌صورت سری قرار گرفته‌اند. خازن راه‌انداز پس از رسیدن به ۷۵٪ دور نامی از مدار خارج می‌شود اما خازن دائم کار در مدار باقی می‌ماند.	

۳ـ پلاک اتصالات موتور (تختهٔ کِلِم)

شکل ۳ـ پلاک اتصالات موتور الکتریکی

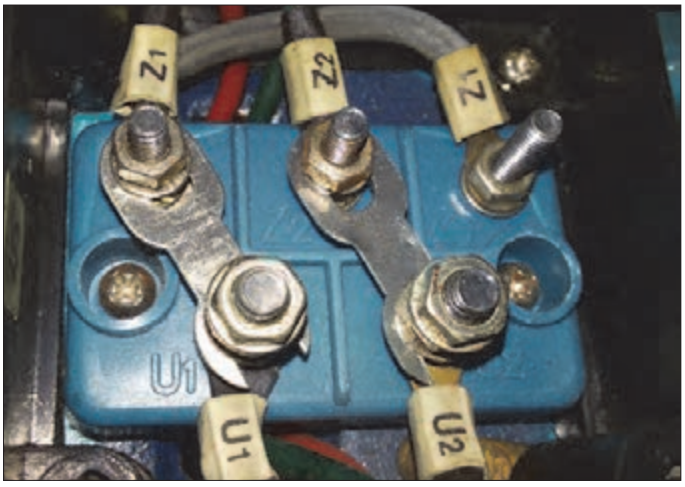
برای اتصال سیم‌پیچ‌های درون موتور الکتریکی به شبکه برق، سر سیم‌ها از داخل به ترمینال موتور هدایت می‌شوند که اصطلاحاً به آن جعبه اتصالات موتور (تخته کلم) می‌گویند (شکل ۳).

قبل از آشنایی با نحوه اتصال موتور به شبکه برق لازم است با تخته کلم و نحوه اتصالات سیم‌پیچ‌های موتور آشنا شوید.



شکل ۴ـ تخته کلم موتور سه فاز

تخته کلم موتورهای سه‌فاز: موتورهای الکتریکی سه فاز سه دسته سیم‌پیچ دارند و سر و ته کلاف‌های سیم‌پیچی آنها، با دو حرف مشخص می‌شوند. برای نام‌گذاری سر سیم‌پیچ‌های اول تا سوم در استاندارد (VDE آلمان) به ترتیب از حروف V، U و W و برای ته کلاف‌ها به ترتیب از حروف Y، X و Z استفاده می‌شود، اما در استاندارد (IEC کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک) به ترتیب سر کلاف‌ها با حروف V_1، U_1 و W_1 و ته کلاف‌ها با حروف V_2، U_2 و W_2 نامگذاری می‌شوند.



شکل ۵ـ تخته کلم موتور تک فاز

تخته کلم موتورهای تک فاز: به‌طور کلی روی تخته کلم موتورهای تک فاز در استاندارد (VDE آلمان) از حروف U و V برای مشخص کردن سر و ته سیم‌پیچ اصلی و از حروف W و Z برای سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود. اما در استاندارد (IEC) از حروف U_1 و U_2 برای نشان دادن سر و ته سیم‌پیچ اصلی و از حروف Z_1 و Z_2 برای مشخص کردن سر و ته سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود (شکل ۵).

۴ـ یاتاقان‌ها

یاتاقان‌ها در هر دو انتهای موتور (محفظه یاتاقان) قرار دارند و به شفت یا مجموعه روتور اجازه می‌دهند که با آزادی و به‌صورت نرم دوران کند. یاتاقان‌ها ممکن است از نوع لغزشی (بوش) و یا غلتشی (بلبرینگ) باشند.

عیب‌یابی موتور الکتریکی قبل از نصب

وقتی که یک موتور الکتریکی خراب شده باشد معمولاً مشکل است که فقط با دیدن ظاهر آن پی به مشکل ببریم. یک موتور که در انبار وجود دارد بدون توجه به ظاهر آن ممکن است کار کند یا نکند. یک بازبینی سریع با استفاده از مولتی‌متر می‌تواند انجام شود، اما قبل از اینکه از موتور استفاده شود اطلاعات زیادی باید جمع‌آوری و سنجیده شود.

ایـمنی

در حین بررسی و بازدید موتور هیچ‌گاه به برق نیاز نیست از این رو در تمامی مراحل زیر اگر موتور قبلاً به برق وصل شده است آن را به‌صورت ایمن از برق جدا کنید.

فعالیت کارگاهی

اطمینان از سالم بودن الکتروموتور

مراحل انجام کار:

۱ـ بدنه موتور را چک کنید. اگر موتور در قسمت‌های بیرونی خود دارای هرگونه خرابی به شرح زیر باشد. ممکن است مشکلی وجود داشته باشد که به‌دلیل اضافه بارهای پیشین یا کاربری نامناسب یا هر دو عمر موتور کاهش یابد.

ـ سوراخ‌های نصب جا پیچ یا پایه شکسته باشد.

ـ رنگ موتور تک فاز در وسط آن تغییر پیدا کرده باشد (نشان‌دهنده حرارت اضافی است).

ـ مشاهده آلودگی و اجسام خارجی متفرقه که ممکن است از طریق سوراخ‌های موجود در محفظه موتور بر روی سیم‌پیچ موتور تک فاز افتاده یا ریخته باشد.

۲ـ سلامت یاتاقان‌ها را بررسی کنید. برای بررسی سریع یاتاقان‌ها، موتور را بر روی یک سطح سخت قرار داده و یک دست خودتان را بر روی موتور بگذارید و محور موتور را با دست دیگر بچرخانید، به دقت نگاه کنید، حس کنید و گوش بدهید؛ محور باید آهسته و بی صدا، به‌طور آزاد و به نرمی بچرخد و هیچ‌گونه علائمی از سایش، خرد شدن فلز، یا ناهمواری گردش محور احساس نشود.

۳ـ انطباق محور و یاتاقان‌ها را بررسی کنید. محور موتور را به سمت بیرون و داخل، بکشید و هل دهید. یک مقدار حرکت کوچک به داخل یا بیرون (در حدود ۳ میلی‌متر) پذیرفته شده است، اما هرچه به مقدار صفر نزدیک‌تر باشد بهتر است.

۴ـ بررسی کنید سیم‌پیچ‌ها نسوخته باشند. بررسی ظاهری سوختن سیم‌پیچ‌ها از طریق بویایی انجام می‌گیرد. بوی سوختگی از موتوری که سیم‌پیچ‌های آن سالم است نباید به مشام برسد.

۵ـ بررسی کنید سیم‌پیچ‌ها، مدار باز نباشند. مولتی‌متر موجود در کارگاه را در حالت اهم‌متری قرار دهید و دو سر سیم اهم‌متر را، مطابق شکل، به پیچ‌های تخته کلم وصل کنید. توجه داشته باشید دو پیچی که دو سر اهم‌متر را به آنها متصل می‌کنید باید مربوط به یک کلاف باشد (مثلا U_1 و U_2). در این صورت لازم است در اهم‌متر آنالوگ، عقربه اهم‌متر تا

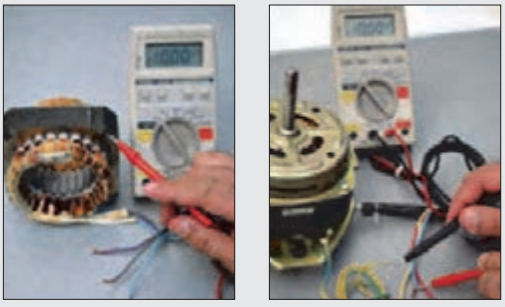
شکل ۶ـ آزمایش الکتروموتور با استفاده از مولتی‌متر

انتهای صفحه منحرف شود و در اهم‌متر دیجیتال عدد ۱ نمایش داده شود. انحراف عقربه اهم‌متر تا انتها نشان‌دهنده این است که کلاف هیچ‌گونه قطعی ندارد و سالم است. در موتورهای سه فاز این عمل را برای هر سه سیم‌پیچ تکرار کنید.

نکته

درصورتی که عقربه اهم‌متر منحرف نشده و عدد صفر را نشان دهد، در این صورت سیم‌پیچ‌های موتور سالم نیستند و نباید موتور را به شبکه برق متصل و راه‌اندازی نمود.

۶ـ سیم‌پیچ‌ها را از نظر اتصال کوتاه به بدنه چک کنید. در موتور سالم هرگاه یک سر اهم‌متر به بدنه فلزی موتور و سر سیم دیگر آن به هریک از سیم‌پیچ‌های تخته کلم وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین سیم‌پیچ‌های موتور و بدنه وجود داشته باشد (شکل ۷).



شکل ۷ـ آزمایش اتصال بدنه

ایمنی

درصورتی‌که موتور اتصال بدنه داشته باشد هنگام اتصال آن به شبکه برق ممکن است افراد دچار برق گرفتگی شوند.

۷ـ کاسه باد و فن را چک کنید. مطمئن شوید که حفاظ فلزی (کاسه باد) به‌طور ایمن به بدنه موتور متصل شده باشد و با آلودگی‌ها و خاک و شن پر نشده باشد. سوراخ‌های موجود در کاسه باد فلزی انتهای موتور نیاز است کاملاً باز و هوا به راحتی از طریق آنها جریان یابد. در غیر این صورت، موتور بیش از اندازه داغ شده و در نهایت خواهد سوخت.

نکته

کاسه باد باید همیشه روی موتور نصب باشد در غیر این صورت موتور گرم می‌کند.

۸ـ اگر موتور دارای خازن است (موتور تک فاز) سلامت آن را بررسی کنید. نشت کردن روغن از پوسته خازن، تورم و بادکردگی پوسته خازن، یا هرگونه سوراخ در پوسته، بوی سوختگی یا دودزدگی، همه از

عوامل نشان‌دهنده خرابی هستند. پس از بررسی ظاهری، پراب‌های مولتی‌متر را بر روی ترمینال‌های خازن وصل کنید، مقاومت باید از مقداری کوچک شروع شود و رفته رفته با تحویل ولتاژ کوچکی که باطری اهم‌متر دارد، خازن شارژ گردد. اگر مقدار مقاومت افزایش نیابد، خازن دچار مشکل شده است و نیاز به تعویض دارد.

اتصال موتور به شاسی ماشین برای تأمین قدرت مکانیکی

اگر بخواهیم موتوری را برای دستگاهی انتخاب یا با موتور قبلی آن جایگزین کنیم باید به سیستم اتصال موتور به دستگاه توجه داشته باشیم. دو حالت برای اتصال موتور به دستگاه وجود دارد:

الف) اتصال مستقیم و بدون تغییر

درصورتی‌که سرعت لازم برای دوران محور ورودی دستگاه با سرعت موتور یکی باشد از اتصال مستقیم استفاده می‌شود. این کار با اتصال مستقیم محور گردنده ماشین روی محور موتور (کوپل کردن) امکان‌پذیر است (شکل ۸). معمولاً در موتورهای الکتریکی، که برای به حرکت درآوردن پمپ‌های چاه آب، پمپ‌های گریز از مرکز و تهویهٔ هوای سالن پرورش طیور استفاده می‌شوند، انتقال قدرت مستقیم صورت می‌گیرد.

شکل ۸ــ انتقال قدرت مستقیم از موتور به دستگاه

توجه

در اتصال مستقیم محورهای محرک و متحرک به‌وسیله کوپلینگ به یکدیگر متصل می‌شوند. هم‌راستا بودن این دو محور در این روش اتصال بسیار حائز اهمیت است. برای هم‌راستا کردن محورها معمولاً از شیم‌گذاری زیر پایه موتور استفاده می‌شود.

ب) سیستم مبدّل سرعت

اگر سرعت لازم برای وسیله مورد نظر با سرعت موتور انتخاب شده یکی نباشد از دستگاه‌های تغییر دور، مانند جعبه دنده (گیربکس)، تسمه و چرخ تسمه یا زنجیر و چرخ زنجیر، برای تبدیل سرعت استفاده می‌شود (شکل ۹).

الف) تغییر دور موتور با جعبه دنده در دانخوری زنجیری

ب) تغییر دور موتور با تسمه در کاه خردکن

شکل ۹ـ انتقال قدرت از موتور به دستگاه با مبدّل سرعت

اتصال سیم‌پیچ‌های موتور به شبکه برق (راه‌اندازی موتورهای الکتریکی)

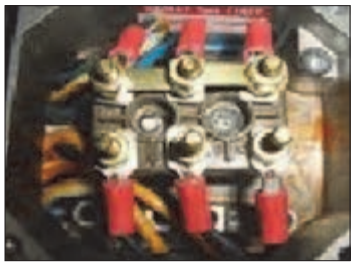
نحوه اتصال موتور آسنکرون به شبکه الکتریکی را اصطلاحاً **راه‌اندازی** می‌گویند. برای راه‌اندازی موتور باید سر سیم‌پیچ‌های آن به شبکه برق متصل شوند.

شبکه برق تک فاز دارای یک سیم فاز و یک سیم نول است که باید به سر سیم‌پیچ‌های موتور در تخته کلم (U_1 و U_2) متصل شوند.

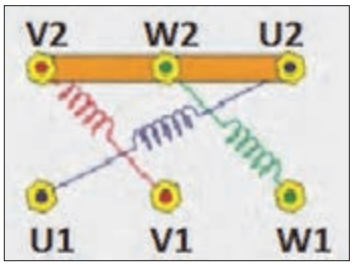
شبکه برق سه فاز دارای سه سیم فاز است که با حروف L_1، L_2 و L_3 نام‌گذاری شده‌اند. این سه سیم باید به سر سیم‌پیچ‌های موتور یعنی V_1، U_1 و W_1 اتصال داده شوند. بر مبنای نحوه اتصال سر و ته سیم‌پیچ‌ها به همدیگر و اتصال شبکه به آنها روش‌های اتصال مختلف به شرح زیر وجود دارند:

۱ـ اتصال ستاره

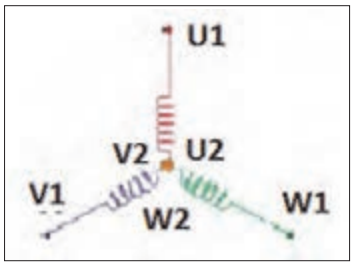
اگر سرکلاف‌ها یعنی V_1، U_1 و W_1 به شبکه برق سه فاز L_1، L_2 و L_3 متصل شوند و ته سیم‌پیچ‌ها یعنی V_2، U_2 و W_2 توسط دو تسمه مسی به همدیگر متصل شوند، اتصال ستاره به وجود می‌آید. این اتصال به سبب شکل قرارگیری سیم‌پیچ‌های آن نسبت به هم، اتصال ستاره نام‌گذاری شده است (شکل ۱۰).



عکسی از تخته کلم یک موتور با اتصال ستاره



اجرای اتصال ستاره با بستن افقی تیغه‌های مسی تخته کلم



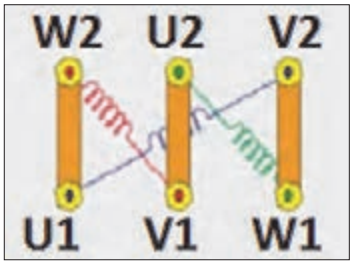
این شکل نشان می‌دهد که چرا این اتصال را ستاره می‌گویند.

شکل ۱۰ـ اتصال ستاره

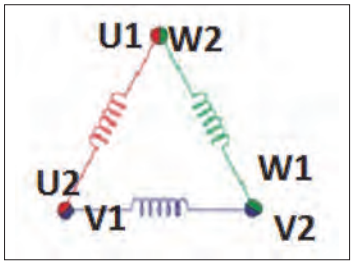
اتصال مثلث

در این اتصال ته هر کلاف به سر کلاف بعد متصل می‌شود. این اتصال به سبب شکل قرارگیری سیم‌پیچ‌های آن نسبت به هم، اتصال مثلث نام‌گذاری شده است (شکل ۱۱). در این روش سیم‌های L_1، L_2 و L_3 به ترتیب به V_1، U_1 و W_1 وصل می‌شوند.

عکسی از تخته کلم یک موتور با اتصال مثلث



اجرای اتصال مثلث با بستن عمودی تیغه‌های مسی تخته کلم



این شکل نشان می‌دهد که چرا این اتصال را دلتا (حرف یونانی) می‌گویند.

شکل ۱۱ـ اتصال مثلث در تخته کلم موتور

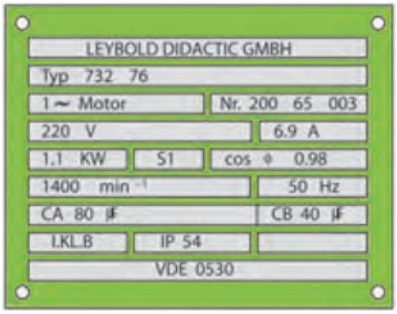
پلاک‌خوانی و انتخاب کابل و فیوز مناسب

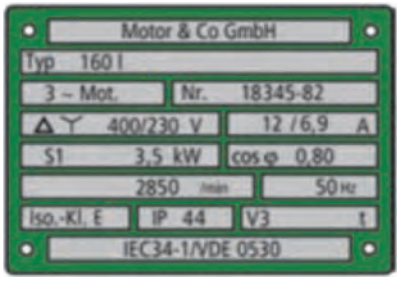
برق‌رسانی و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی از اهمیت خاصی برخوردار است. در جایگزینی قطعاتی مانند فیوز، کلید، نوع سیم و سطح مقطع آن باید توجه خاص داشت، زیرا انتخاب اشتباه هر یک از موارد یاد شده ممکن است به وقوع حالات زیر منجر شود:

- راه‌اندازی نشدن موتور به علت کم بودن جریان نامی فیوز نسبت به جریان نامی موتور؛
- سوختن فیوز به دلیل کم بودن جریان نامی فیوز، نسبت به جریان نامی موتور؛
- سوختن قطعات داخل مدار به علت زیاد بودن جریان نامی فیوز، نسبت به جریان نامی موتور؛
- گرم شدن یا ایجاد جرقه‌های شدید بین کنتاکت‌های کلید، به دلیل کم بودن جریان نامی کلید؛
- گرم شدن یا سوختن کابل به‌کار رفته در مدار به علت کم بودن سطح مقطع انتخابی، نسبت به سطح مقطع مورد نیاز.

برای انتخاب کابل و فیوز مناسب باید به جریان مجاز موتور (روی پلاک موتور) توجه شود. شکل پلاک موتور و اطلاعات نوشته شده روی آنها متفاوت است. دو نمونه پلاک موتورهای تک فاز و سه فاز و توضیح برخی اطلاعات ارائه شده در آنها در جدول‌های زیر آمده است.

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانهٔ سازنده
۲	مدل (تیپ ماشین)
۳	تعداد فاز (یک فاز یا سه‌فاز)
۴	موتور یا مولّد
۵	شمارهٔ بدنه
۶	نوع اتصال موتور (ستاره یا مثلث)
۷	ولتاژ کار موتور (برحسب ولت)
۸	جریان موتور (برحسب آمپر)
۹	نوع کار موتور (پیوسته یا موقت)
۱۰	قدرت موتور (برحسب اسب بخار)
۱۱	ضریب قدرت موتور
۱۲	سرعت موتور (برحسب دور در دقیقه)
۱۳	فرکانس موتور (برحسب هرتز)
۱۴	حفاظت بین‌المللی
۱۵	استاندارد مورد استفاده در ساخت موتور





جدول پلاک مشخصات یک نمونه موتور سه فاز

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانهٔ سازنده
۲	شمارهٔ نوع ماشین (تیپ ماشین)
۳	نوع جریان (مستقیم یا متناوب تک‌فاز سه‌فاز)
۴	نوع ماشین (موتور یا مولّد)
۵	شمارهٔ تولید ماشین
۶	ولتاژ نامی
۷	جریان نامی
۸	توان نامی
۹	حالت کاری (دایم یا موقت)
۱۰	ضریب توان
۱۱	سرعت نامی
۱۲	فرکانس نامی (فرکانس کار)
۱۳	ظرفیت خازن راه‌انداز (الکترولیتی ـ CA)
۱۴	ظرفیت خازن دایم‌کار (روغنی ـ CB)
۱۵	نوع محافظت موتور
۱۶	شمارهٔ استاندارد

جدول پلاک مشخصات یک نمونه موتور تک فاز

ایمنی

در قسمتی از پلاک مشخصات موتور که نوع محافظت (ایمنی) به‌کار رفته در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب بیان می‌شود از دو حرف IP (حفاظت بین‌المللی ـ International Protection) و دو رقم کد استفاده می‌شود.

اولین رقم درجه ایمنی را در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم درجه ایمنی در مقابل نفوذ آب را نشان می‌دهد.

برای مثال اگر بر روی پلاک موتوری IP ۴۴ نوشته شده باشد بیانگر آن است که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگ‌تر از قطر ۱ میلی‌متر و همچنین درمقابل پاشیده شدن آب، حفاظت شده است. در کتاب همراه هنرجو جدول حفاظت بین‌المللی (IP) آمده است.

تحقیق کنید

پلاک موتور الکتریکی چند ماشین کشاورزی را بررسی و مشخصات آن را یادداشت نمایید.

پس از استخراج اطلاعات فنی (جریان و ولتاژ مجاز) از پلاک موتور و دانستن مسافت موردنیاز می‌توان قطر سیم یا کابل را محاسبه نمود.

جدول محاسبه سطح مقطع سیم‌های مسی و آلومینیومی، نسبت به مسافت و جریان مجاز

مس	آلومینیوم	۱۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰
۱/۵	۲/۵	۲۷	۱۵	۷	۵	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۲/۵	۴	۳۶	۲۵	۱۲	۸	۶	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۴	۶	۴۶	۴۰	۲۰	۱۳	۱۰	۸	۸	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۶	۱۰	۵۸	۵۸	۳۰	۲۰	۱۵	۱۲	۱۰	۸	۷	۶/۵	۶	۵	–	–	–	–
۱۰	۱۶	۷۷	۷۷	۵۰	۳۳	۲۵	۲۰	۱۸	۱۴	۱۲	۱۱	۱۰	۸	۷	۶	۵	۵
۱۶	۲۵	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۵۳	۴۰	۳۲	۲۶	۲۲	۲۰	۱۷	۱۶	۱۳	۱۱	۱۰	۸	۸
۲۵	۵۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۲۵	۸۳	۶۲	۵۰	۴۱	۳۵	۳۱	۲۷	۲۵	۲۰	۱۷	۱۵	۱۳	۱۲
۳۵	۷۰	۱۵۵	۱۵۵	۱۵۵	۱۱۵	۸۶	۶۹	۵۷	۴۹	۴۳	۳۸	۳۴	۲۸	۲۴	۲۱	۱۸	۱۷
۵۰	۹۵	۱۸۵	۱۸۵	۱۸۵	۱۵۸	۱۱۷	۹۳	۷۸	۶۶	۵۸	۵۲	۴۶	۳۸	۳۲	۲۸	۲۵	۲۳
۷۰	۱۲۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۲۲	۱۶۶	۱۳۳	۱۱۱	۹۵	۸۳	۷۴	۶۶	۵۵	۴۷	۴۱	۳۶	۳۳
۹۵	۱۵۰	۲۷۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۲۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۹	۱۱۲	۱۰۰	۹۰	۷۵	۶۴	۵۸	۵۰	۴۵
۱۲۰	۱۸۵	۳۱۵	۳۱۵	۳۱۵	۳۱۵	۲۷۵	۲۲۲	۱۸۵	۱۵۹	۱۳۹	۱۲۳	۱۱۱	۹۲	۸۹	۶۹	۸۷	۵۵
۱۵۰	۲۴۰	۳۵۵	۳۵۵	۳۵۵	۳۵۵	۳۳۰	۲۶۴	۲۲۰	۱۸۹	۱۶۵	۱۴۷	۱۳۲	۱۱۰	۹۴	۸۲	۷۳	۶۶
۱۸۵	۳۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۳۹۳	۳۱۴	۲۶۷	۲۲۴	۱۹۸	۱۷۶	۱۵۷	۱۳۱	۱۱۲	۹۸	۸۷	۷۸
۲۴۰	۴۰۰	۴۶۵	۴۶۵	۴۶۵	۴۶۵	۴۳۷	۳۴۹	۲۹۱	۲۴۹	۲۱۸	۱۹۴	۱۷۴	۱۴۵	۱۲۴	۱۰۲	۹۷	۸۷
۳۰۰	۵۰۰	۵۵۰	۵۵۰	۵۵۰	۵۵۰	۴۹۶	۳۹۷	۳۳۱	۲۸۳	۲۴۸	۲۲۰	۱۸۹	۱۶۵	۱۴۱	۱۲۴	۱۱۰	۹۹

مثال: سیم مسی با سطح مقطع ۱۰ میلی‌متر یا سیم آلومینیومی با سطح مقطع ۱۶ میلی‌متر در فاصله ۱۰۰ متری، می‌تواند ۵۰ آمپر تحمل کند.

کنترل موتورهای الکتریکی

برای کار مطلوب یک موتور الکتریکی باید:

۱ـ انرژی الکتریکی به آن منتقل شود.

۲ـ در زمان و مکان مشخصی این انرژی قطع یا وصل شود.

۳ـ این انرژی در حد نیاز موتور مورد نظر باشد.

این خواسته‌ها با استفاده از کلیدها برآورده می‌شود.

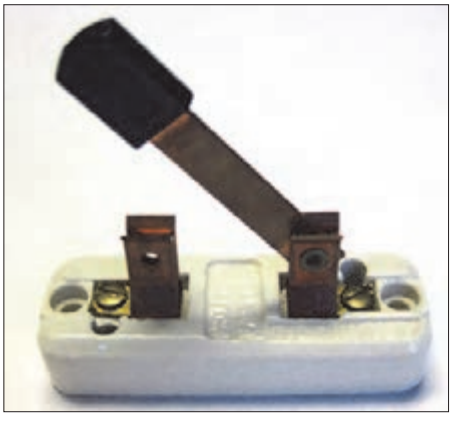
کلیدها دارای مکانیزم‌های مختلفی بوده و در انواع مختلف وجود دارند. در این پودمان شما با طرز کار برخی از کلیدهای رایج آشنا می‌شوید و روش اتصال آنها به مصرف‌کننده‌ها را، به‌صورت عملی در کارگاه، فرا می‌گیرید.

الف) کلیدهای دستی

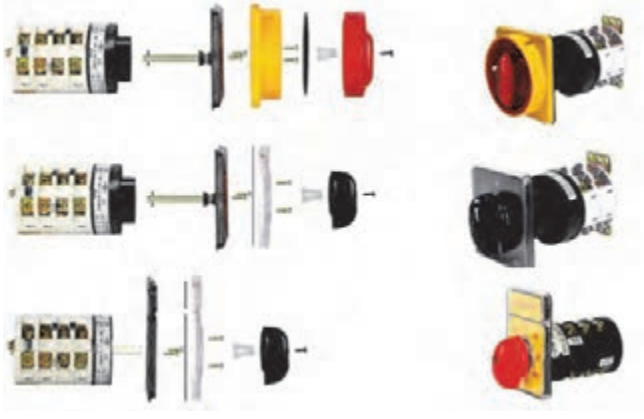
کلیدهای دستی در ماشین‌های کشاورزی کاربرد فراوانی دارد. از کاربردهای کلیدهای دستی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ روشن و خاموش کردن موتورهای الکتریکی
ـ تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی (چپ‌گرد، راست‌گرد)
ـ تغییر سرعت موتورهای الکتریکی (کند، تند)
ـ تغییر وضعیت اتصال سیم‌پیچ‌ها (ستاره، مثلث)

از نظر ساختمان، کلیدهای دستی به دو نوع اهرمی و زبانه‌ای تقسیم می‌شوند. امروزه کلیدهای زبانه‌ای کاربرد گسترده‌تری نسبت به کلیدهای اهرمی دارند. در ادامه انواع کلیدهای زبانه‌ای معرفی می‌گردد.



شکل ۱۲ـ کلید اهرمی (چاقویی)



شکل ۱۳ـ نقشه تفکیکی کلید زبانه‌ای تابلویی (سلکتور)

ـ کلید یک طرفه یا صفر و یک

کلید یک طرفه یا صفر و یک (ON_OFF Switch) دارای یک حالت وصل و یک حالت قطع بوده و برای قطع و وصل برق اصلی الکتروموتورها در مدارهای تک فاز و سه فاز استفاده می‌شود. کلید یک طرفه در دو مدل فرمان دائم و برگشت فنری وجود دارد. در فرمان دائم، کلید می‌تواند در وضعیت صفر یا یک باقی بماند اما در نوع برگشت فنری، پس از رها کردن دسته در وضعیت یک، کلید توسط فنرهای تعبیه شده به موقعیت صفر بر می‌گردد.

شکل ۱۴ـ کلید ۱ـ ۰

ـ کلید چپ‌گرد و راست‌گرد

در بسیاری از موارد، دستگاه‌های الکتریکی نظیر ماشین توزیع دان در قفس‌ها و...، نیازمند تغییر جهت گردش از راست‌گرد به چپ‌گرد یا برعکس‌اند. در الکتروموتورهای سه فاز اگر جای دو فاز را عوض کنیم، جهت گردش تغییر می‌کند.

در حالت اول باید سه فاز L_1، L_2 و L_3 را به سرهای U_1، V_1 و W_1 در موتور اتصال داد و در حالت دوم باید محل اتصال دو فاز از سه فاز ورودی را برای اتصال به سرهای U_1، V_1 و W_1 به‌طور دلخواه عوض کرد.

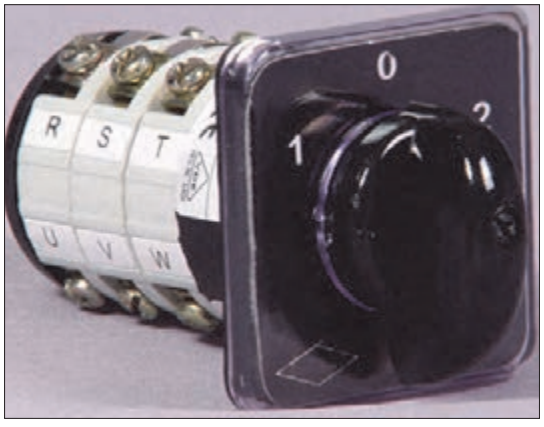
اما در الکتروموتورهای تک فاز کار به این سادگی نیست و اگر جای فاز و نول را در یک الکتروموتور تک فاز عوض کنید هیچ تغییر جهتی رخ نمی‌دهد.

برای تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی تک فاز باید جهت جریان الکتریکی در سیم‌پیچی کمکی (راه‌انداز) را عوض کنیم، یعنی جای سر و ته سیم‌پیچ متصل شده به فاز و نول عوض شود. بر اثر این جابه‌جایی، جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای داخلی استاتور و در نتیجه، نیروی وارد شده بر روتور عوض می‌شود. با عوض شدن نیروی وارد شده، جهت گردش موتور نیز عکس حالت اول می‌شود. (شکل ۱۵).

شکل ۱۵ـ تخته کلم و اتصال سیم‌پیچ‌های موتور تک فاز در جهت راست‌گرد و تبدیل آن به وضعیت چپ‌گرد با جابه‌جایی تسمه

به منظور سهولت در تغییر جهت گردش موتور بدون نیاز به جابه‌جایی دستی فازها (موتور سه فاز) یا تسمه‌ها (موتور تک فاز) می‌توان از کلیدهای زبانه‌ای چپ‌گرد ـ راست‌گرد (شکل ۱۶) استفاده نمود.

کلید زبانه‌ای (۲ـ۱ـ۰) دارای سه حالت (۰) قطع، (۱) چپ‌گرد و (۲) راست‌گرد است.

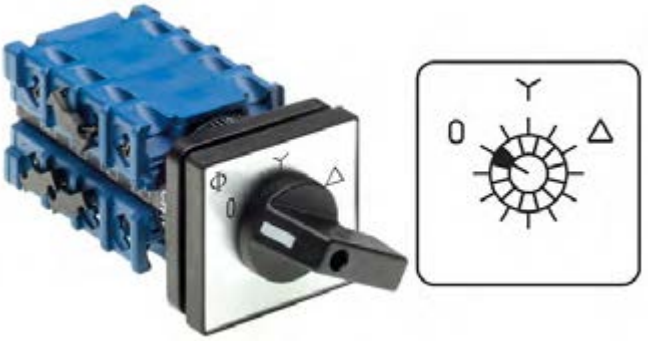


شکل ۱۶ـ شکل ظاهری کلید زبانه‌ای چپ‌گرد ـ راست‌گرد

ـ کلید ستاره ـ مثلث

در موتورهای سه فاز با توان بالا (بیش از ۷/۵ کیلو وات) در لحظه راه‌اندازی، جریان خیلی زیادی (حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی موتور) از سیم‌پیچی‌های موتور عبور می‌کند و می‌تواند صدماتی به موتور وارد کند. لذا، ابتدا موتور را به‌صورت ستاره راه‌اندازی می‌کنند (زیرا جریانی به میزان یک سوم کمتر نسبت به اتصال مثلث می‌کشد)، پس از راه‌اندازی، اتصال موتور را به مثلث تغییر می‌دهند. این کار در مدت چند ثانیه انجام می‌شود.

کلید زبانه‌ای (Δ ـ Y ـ ۰) دارای سه حالت (۰) قطع، (Y) ستاره و (Δ) مثلث است.



شکل ۱۷ـ تصویر یک کلید زبانه‌ای ستاره ـ مثلث

پژوهش کنید

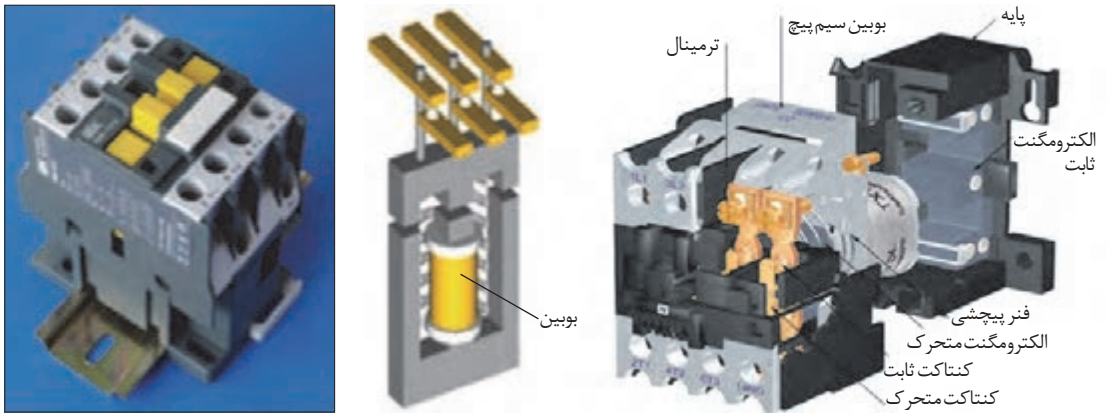
کاربردهایی از راه‌اندازی موتورها به‌صورت ستاره مثلث در ماشین‌های کشاورزی را بیابید.

ب) کلید مغناطیسی یا کنتاکتور

در ماشین‌های کشاورزی ممکن است، علاوه بر کلیدهای دستی از کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها) نیز برای راه‌اندازی استفاده شود. کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس تعدادی کنتاکت را به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می‌کند. از این خاصیت برای قطع و وصل یا تغییر اتصال مدار استفاده می‌شود.

کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند:
ـ مصرف‌کننده از راه دور کنترل می‌شود.
ـ سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.
ـ از نظر حفاظتی مطمئن‌ترند و حفاظت مناسب‌تر و کامل‌تر دارند.
ـ عمر مؤثرشان بیشتر است.
ـ هنگام قطع برق، مدار مصرف‌کننده نیز قطع می‌شود و به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند؛ در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌گردد.

این کلید از دو هسته به شکل E یا U، که یکی ثابت و دیگری متحرک است، تشکیل می‌شود. در میان هسته ثابت یک بوبین یا سیم‌پیچ قرار دارد. وقتی بوبین به برق متصل می‌شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی، نیروی کششی فنر را خنثی می‌کند و هسته فوقانی را به هسته تحتانی اتصال می‌دهد و باعث می‌شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال‌های ورودی و خروجی کلید متصل شود یا باعث گردد کنتاکت‌های بسته کنتاکتور باز شوند. درصورتی‌که مدار تغذیه بوبین کنتاکتور قطع شود، در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد هسته متحرک دوباره به حالت اول باز می‌گردد (شکل ۱۸).



شکل ۱۸ــ کنتاکتور و طرح ساده‌ای از آن

شکل ۱۹ــ پیچ‌های مربوط به کنتاکت‌های فرمان و قدرت

کنتاکتورها دارای دو نوع تیغه هستند که وظیفه قطع و وصل مدارها را به عهده دارند. یکی تیغه‌های قدرت، که ضخیم‌ترند و قابلیت عبور جریان زیادی را دارند و برای اتصال موتور به شبکه برق سه فاز از این تیغه‌ها استفاده می‌شود. هر کنتاکتور دارای سه تیغه قدرت است، که در حالت عادی باز هستند و پس از اینکه کنتاکتور عمل کرد، بسته می‌شوند و برق را به موتور سه فاز می‌رسانند. کنتاکتورها، علاوه بر تیغه‌های قدرت دارای تیغه‌های ظریف‌تری به نام تیغه‌های فرمان نیز هستند. تیغه‌های فرمان، هم باز هستند و هم بسته، که با عمل کردن کنتاکتور، تیغه‌های باز، بسته شده و تیغه‌های بسته باز می‌شوند. تیغه‌های فرمان با اعداد دو رقمی و تیغه‌های قدرت با اعداد یک رقمی نام‌گذاری می‌شوند (شکل ۱۹).

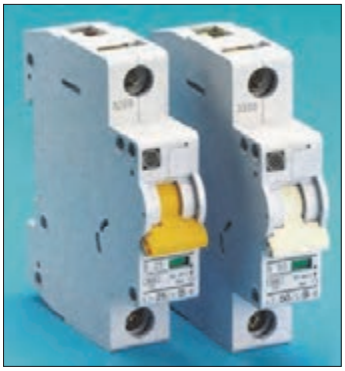
توجه

با توجه به نوع مصرف‌کننده و شرایط کار، کنتاکتورها، قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف دارند. بنابراین، برای انتخاب کنتاکتور متناسب با مصرف‌کننده، باید به جدول و مشخصات کنتاکتور توجه کرد، تا در هنگام اتصال به شبکه، کنتاکت‌های آن، جریانی را که مصرف‌کننده از شبکه می‌کشد، تحمل کنند.

ج) کلیدهای محافظ

موتورهای الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه‌های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از کلیدهای محافظ می‌باشد. کلیدهای محافظ انواع مختلفی دارند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

ـ فیوزها: فیوز یک وسیله حفاظتی است که هنگام اتصال کوتاه، درکوتاه‌ترین زمان ممکن و قبل از اینکه صدمه‌ای به سیم‌ها و تأسیسات الکتریکی برسد، مدار را قطع می‌کند. فیوز به‌صورت سری در مدار اتصال داده می‌شود و همیشه در مسیر سیم فاز قرار می‌گیرد.
فیوز از نظر ساختمان در انواع مختلف ذوب شونده (فشنگی)، اتوماتیک (آلفا) و مینیاتوری ساخته می‌شود. مقادیر استاندارد فیوزها ۱۰، ۸، ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۳۵، ۵۰، ۶۳، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۵ و.... آمپر است.



ج) فیوز مینیاتوری

ب) فیوز اتوماتیک

الف) فیوز فشنگی

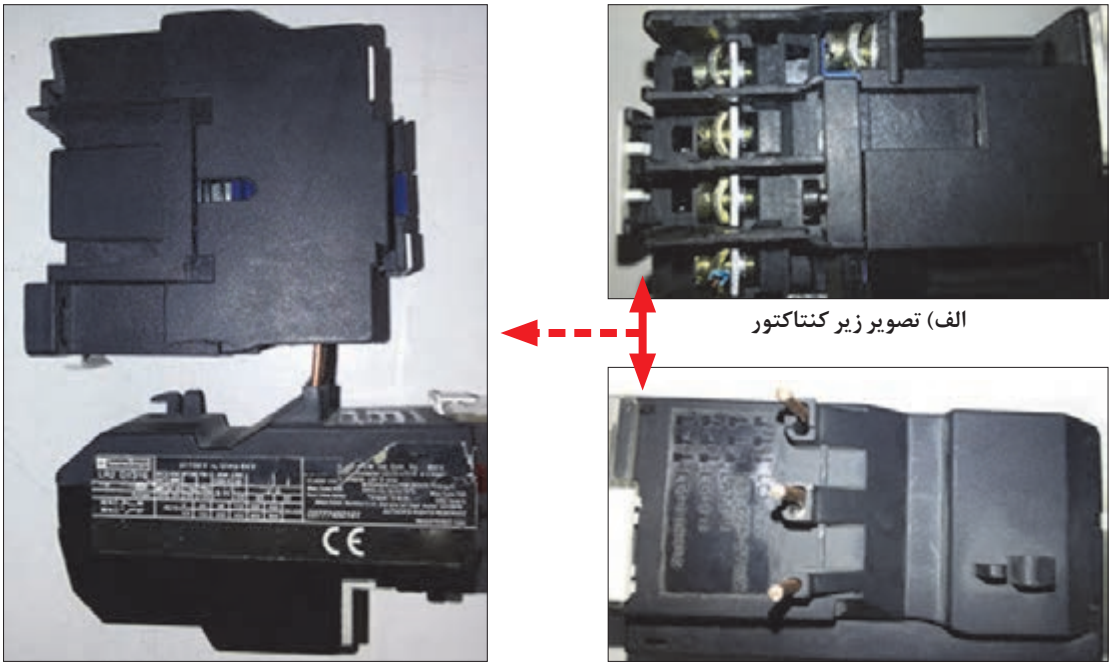
شکل ۲۰ـ انواع فیوز

ـ رله حرارتی (بی متال): رله حرارتی، موتور را در مقابل اضافه بار (بار زیاد) حفاظت می‌کند. اگر موتور جریان زیادی بکشد به این معنی که مثلاً بیش از حد توان موتور، موتور زیر بار برود یا به یک جعبه‌دنده متصل شود و پس از کارکرد زیاد، جعبه‌دنده متصل به موتور از کار بی‌افتد و قفل شود و همچنان موتور هم روشن باشد طبیعی است که موتور جریان زیادی در این شرایط تحمل می‌کند و ممکن است آسیب جدی ببیند. رله حرارتی که در مدار موتور قرار گرفته است، با عبور جریان زیاد، گرم می‌شود و مدار را قطع می‌کند.

شکل ۲۱ـ تصویر ظاهری بی متال و اجزای آن

رله حرارتی از دو تیغه فلزی با ضریب انبساط طولی مختلف، ساخته شده است که به‌صورت پرسی به هم متصل شده‌اند. عبور جریان بیش از حد مجاز از این تیغه، هر دو فلز را گرم و موجب افزایش طول آنها می‌شود، چون ازدیاد طول یکی از فلزات بیشتر از دیگری است، تیغه خم می‌شود و انتقال حرکت آن به کنتاکتور، مدار را قطع می کند. پس از قطع مدار، تیغه سرد شده، به حالت قبل برمی‌گردد و مدار را وصل می کند.

بی‌متال همیشه با کنتاکتور نصب می‌شود. نحوه نصب بی‌متال بسیار ساده است کافی است شاخک‌های بی‌متال را به خروجی کنتاکتور وصل کرد. در این حالت ورودی سه فاز قدرت یا شاخک‌ها ورودی مستقیماً به زیر کنتاکتور وصل شده و خروجی بی‌متال به موتور وصل می‌شود.



الف) تصویر زیر کنتاکتور

ب) تصویر شاخک‌ها و ضامن بالای بی‌متال

ج) اتصال بی‌متال زیر کنتاکتور

شکل ۲۲ـ اتصال بی‌متال به کنتاکتور

نکته

در صورت قرار داشتن بی‌متال در مدار حتماً باید از فیوز مینیاتوری هم در مدار استفاده کنیم تا آن را در مقابل اتصال کوتاه محافظت کند زیرا بی‌متال فقط محافظ جریان حرارتی است.

ـ کلید محافظ موتور (کنترل فاز)

این کلید، معمولاً بعد از فیوز مینیاتوری در مدار قرار می‌گیرد و موتور را در مقابل تغییرات ولتاژ و همچنین اتصال کوتاه، حفاظت می کند. به این صورت که اگر یکی از فازهای شبکه برق قطع شود (که به آن اصطلاحاً دو فاز شدن موتور می‌گویند)، کلید، موتور را از شبکه برق قطع می کند. اگر خطایی مانند اتصال کوتاه در موتور پیش آید در اثر عبور جریان زیاد نیز کلید موتور را قطع می‌نماید (شکل ۲۳).

شکل ۲۳ـ دو نوع کلید کنترل فاز

شکل ۲۴ـ کلید محافظ جان

ـ کلید محافظ جان

کلید محافظ جان نوعی کلید است که با مقایسه جریان سیم‌های رفت و برگشت، درصورتی‌که اختلافی بین جریان رفت و برگشت وجود داشته باشد مدار را قطع می‌کند. در حالت عادی مدارهای الکتریکی، جریان رفت با جریان برگشت برابر است، اما اگر به هر دلیلی جریان بین سیم‌های رفت و برگشت اختلاف داشته باشد کلید محافظ جان عمل خواهد کرد. وجود این اختلاف ممکن است بر اثر اتصال بدنه یکی از دستگاه‌های الکتریکی و یا از راه بدن فردی که با زمین تماس دارد و تصادفاً دستش با قسمت برق‌دار مدار تماس پیداکرده است به وجود آید. کلیدهای محافظ جان به گونه‌ای طراحی می‌شوند که پیش از آسیب رسیدن به فرد، مدار را قطع می‌کنند. این کلیدها برای قطع مدار در برابر اضافه‌بار و اتصال کوتاه طراحی نشده‌اند.

ایمنی

اقدامات لازم برای نجات شخص برق گرفته:

مرحله اول: شخص برق گرفته را باید از منبع برق جدا کرد این عمل با قطع کردن کلید مدار یا قطع فیوز صورت می‌گیرد. اگر قطع کردن برق امکان نداشت، باید شخص را توسط یک عایق از منبع برق جدا کرد و هرگز نباید مستقیماً به مصدوم دست زد (شکل ۲۵).

شکل ۲۵ـ طریقه جدا کردن شخص برق گرفته

مرحله دوم: باید علایم حیاتی شخص برق گرفته را بررسی کرد، مثلاً نبض دارد یا نه. اگر نبض داشت و نفس نمی‌کشید باید تنفس مصنوعی را شروع کرد. در صورت احیای تنفس باید به پزشک مراجعه شود.

شکل ۲۶ـ نحوه گرفتن نبض و تشخیص تنفس

گفت‌وگو کنید

چگونه می‌توان با استفاده از آیینه یا شیشه تشخیص داد مصدوم تنفس دارد یا نه؟

کلیدهای مخصوص:

در بازار کلیدهای دیگری نیز وجود دارند که برای مصارف خاص صنعتی و عمومی ساخته می‌شوند.

نام کلید	مشخصات و کاربرد	تصویر
کلیدهای تابع فشار (کلیدهای گازی)	این کلیدها برای کنترل سطح گاز داخل مخازن و کمپرسورها، تنظیم فشار آب داخل لوله‌ها و روشن و خاموش کردن خودکار این دستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عامل فرمان این کلید، فشار گاز یا مایع داخل مخزن است.	
کلیدهای شناور (فلوتر سوییچ)	کلیدهای شناور برای کنترل سطح آب یا مایعات داخل منبع‌ها و مخازن مورد استفاده قرار می‌گیرد.	
رله زمانی (تایمر)	رله زمانی یکی از وسایل فرمان‌دهنده مدار است که کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارد. این رله در انواع موتوری (الکترومکانیکی) و الکترونیکی ساخته می‌شود.	

نام کلید	مشخصات و کاربرد	تصویر
کلید تابع حرارت (ترموستات)	ترموستات نوعی رله حرارتی است که در مقابل تغییرات درجه حرارت محیط از خود حساسیت نشان می‌دهد. درصورتی‌که درجه حرارت از حد تنظیمی فراتر رود، کلید عمل می‌کند.	
شستی استپ ـ استارت	شستی‌ها از جمله وسایل فرمان هستند، که تحریک آنها به‌وسیله دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می‌شوند.	
لیمیت سوئیچ (میکرو سوئیچ)	این نوع کلیدها معمولاً برای فرمان‌های مکانیکی یا محدود کردن حرکت دستگاه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساختمان این نوع سوئیچ‌ها مانند شستی‌ها است با این تفاوت که توسط یک سیستم متحرک به آن نیرو وارد می‌گردد.	

فعالیت کارگاهی

راه‌اندازی موتور سه فاز با کلید زبانه‌ای (۱ـ۰)

مراحل اجرای کار:

۱ـ اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.

۲ـ مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.

۳ـ با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.

۴ـ کلید زبانه‌ای و سه عدد فیوز تک فاز، روی تابلو نصب کنید.

توجه

در این فعالیت عملی به منظور انجام آزمایش‌های بعدی از سه فیوز استفاده شده است ولی در عمل باید از یک فیوز سه فاز استفاده نمود.

شکل ۲۷ـ نحوه کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون با کلید زبانه‌ای (۱ـ۰)

۵ـ کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال صحیح انجام دهید.
۶ـ سه فاز را مطابق شکل ۲۷ به فیوزها متصل کنید.
۷ـ خروجی فیوزها را به ترمینال‌های R، S و T کلید متصل کنید.
۸ـ ترمینال‌های U، V و W کلید را به سرهای U_1، V_1 و W_1 موتور متصل کنید.
۹ـ قبل از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
۱۰ـ پس از تأیید مربی، فیوزها را هم‌زمان با هم وصل کنید و کلید را از حالت صفر به یک ببرید.
۱۱ـ نتایج کار عملی را در دفتر گزارش کار خود یادداشت کنید.

پرسش کلاسی

پس از انجام کار عملی به سؤالات زیر پاسخ دهید:
۱ـ یکی از فازهای موتور را به‌وسیله یکی از فیوزها، قطع کنید، هنگام وصل کلید با دو فاز، موتور چه رفتاری را از خود نشان می‌دهد؟
۲ـ اگر یکی از فازهای موتور سه فاز در حین کار قطع شود (با قطع یکی از فیوزها امتحان کنید)، چه اتفاقی خواهد افتاد؟
۳ـ نتیجه مشاهدات خود در مورد دو فاز شدن را در قالب یک گزارش به هنرآموزتان تحویل دهید.

نکته

نحوه کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون با کلید زبانه‌ای چپ‌گرد راست‌گرد (۲ـ۱ـ۰) و کلید ستاره ـ مثلث با کلید زبانه‌ای (Δ ـ Y ـ ۰) نیز همانند شکل ۲۷ می‌باشد.

فعالیت کارگاهی

راه‌اندازی موتور سه فاز به‌صورت چپ گرد ـ راست گرد با کلید زبانه‌ای (۲ـ۱ـ۰)

شرح فعالیت:

مطابق مراحل فعالیت قبلی موتور را به‌صورت چپ گرد راست گرد راه‌اندازی کنید.

فعالیت کارگاهی

راه‌اندازی موتور سه فاز به‌صورت ستاره ـ مثلث با کلید زبانه‌ای (Δ ـ Y ـ ۰)

شرح فعالیت:

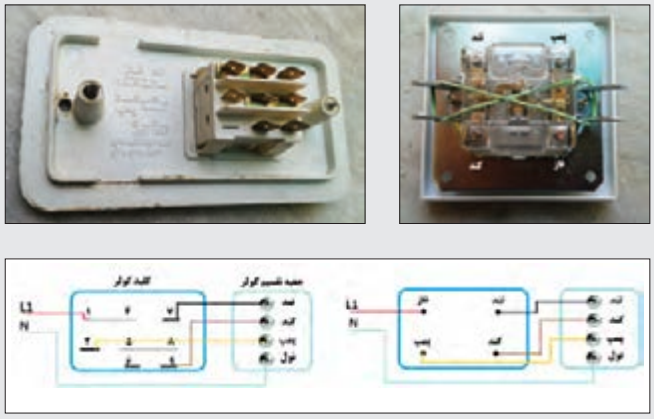
مطابق مراحل فعالیت قبلی موتور را به‌صورت ستاره ـ مثلث راه‌اندازی کنید.

فعالیت کارگاهی

راه اندازی و کنترل یک نمونه موتور تک فاز (موتور کولر) در دو دور مختلف

مراحل اجرای کار:

۱- با توجه به نوع کلید کولر و نقشه آن ، سیم کشی از جعبه فیوز تا جعبه تقسیم کولر را مطابق شکل ۲۸ انجام دهید. توجه داشته باشید که کلید کولر آبی، در واقع از سه کلید تشکیل شده است؛ یک کلید یک پل برای واتر پمپ، یک کلید یک پل برای موتور و یک کلید تبدیل برای دور تند و کند.



شکل ۲۸ـ دو نمونه کلید کولر و نحوه اتصال آنها

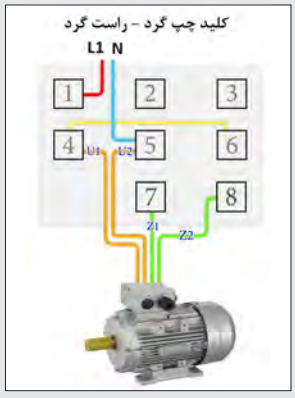
۲- از جعبه تقسیم کولر سیم های مربوط به پمپ، دور کند، دور تند را به پمپ و موتور متصل کنید.

۳- در صورتی که کلید کولر چراغ دار است ، سیم های نول جعبه تقسیم کولر و جعبه فیوز را به شماره ۶ کلید متصل کنید. در غیر این صورت نیازی به وارد کردن سیم نول به کلید نیست و باید سیم نول جعبه فیوز را به سیم نول جعبه تقسیم متصل کنید. توجه داشته باشید که از نظر ایمنی و به منظور جلوگیری از برق گرفتگی احتمالی، کلید های جدید به گونه ای طراحی شده اند که قابلیت قطع و وصل سیم نول را دارند.

۴- موتور را راه اندازی کنید.

فعالیت کارگاهی

راه‌اندازی موتور تک فاز به‌صورت راست‌گرد و چپ‌گرد



شکل ۲۹ـ مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی تک‌فاز به‌صورت راست‌گرد و چپ‌گرد

مراحل اجرای کار:

۱ـ اطلاعات موتور الکتریکی تک فاز را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.

۲ـ مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.

۳ـ با رعایت اندازه‌های داده شده، کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.

۴ـ کلید زبانه‌ای، فیوز و ترمینال‌ها را نصب کنید.

۵ـ فاز و نول را به پیچ‌های ۱ و ۵ کلید، اتصال دهید.

۶ـ از پیچ‌های ۴ و ۵ کلید، سیم‌های کابل را خارج کنید و از طریق ترمینال به حروف U_1 و U_2 اتصال دهید.

۷ـ پیچ شماره ۷ و ۸ کلید را به ترتیب به سرهای Z_1 و Z_2 موتور وصل کنید.

۸ـ پیچ‌های ۴ و ۶ را به یکدیگر متصل کنید.

۹ـ قبل از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

۱۰ـ پس از تأیید مربی، فیوز را وصل و کلید را از حالت صفر به یک ببرید تا موتور راه‌اندازی شود.

فعالیت کارگاهی

نصب کنتاکتور و کلید ۱–۰ برای کنترل موتور سه فاز

مراحل اجرای کار:

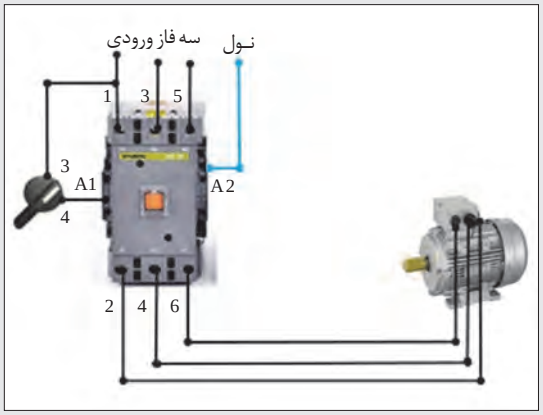
۱ـ کنتاکتور، کلید و کابل مناسب را با توجه به نوع موتور انتخاب کنید.

۲ـ کلید ۱–۰ و کنتاکتور را روی تابلو نصب کنید.

۳ـ هر سه فاز را به یک فیوز سه فاز متصل کنید.

۴ـ سیم‌کشی مدار قدرت کنتاکتور را مطابق شکل ۳۰ انجام دهید (فازها را پس از خروج از فیوز به ترمینال‌های ۱، ۳ و ۵ کنتاکتور متصل و سپس ترمینال‌های ۲، ۴ و ۶ کنتاکتور را به سرهای U_1، V_1 و W_1 موتور متصل کنید).

۵ـ سیم‌کشی مدار فرمان را مطابق شکل ۳۰



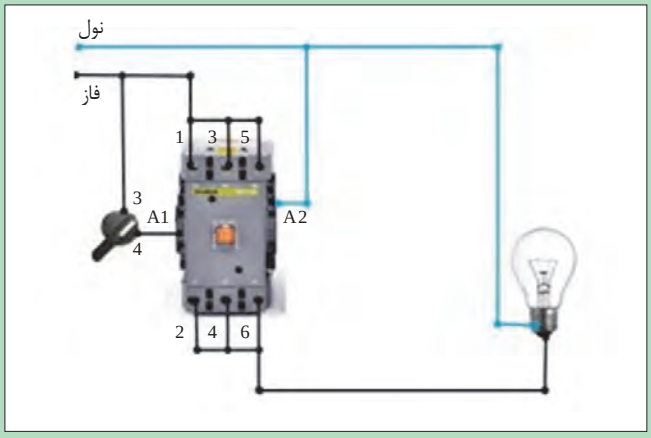
شکل ۳۰ـ مدار راه‌اندازی موتور سه فاز با کنتاکتور و کلید ۱–۰

انجام دهید (از ترمینال ۱ کنتاکتور یک سیم به ترمینال ۳ کلید وصل کرده و ترمینال ۴ کلید را به کنتاکتور متصل کنید. سیم نول را به A۲ کنتاکتور متصل کنید).

۶ـ پس از تأیید مربی فیوزها را وصل و موتور را راه‌اندازی کنید.

توجه

برای مصرف‌کننده‌های تک فاز هم از کنتاکتورهای سه‌فاز استفاده می‌شود، برای این منظور کافیست سه ورودی را به هم انشعاب داده و سیم فاز را در یکی از سه پیچ ورودی قرار دهیم و در قسمتی که سه پیچ خروجی قرار دارد هم مانند بالا سیم‌ها را به هم انشعاب می‌دهیم و یک سیم خروجی از آن خارج می‌کنیم.



شکل ۳۱ـ مدار راه‌اندازی موتور تک فاز با کنتاکتور و کلید ۱ـ۰

فعالیت کارگاهی

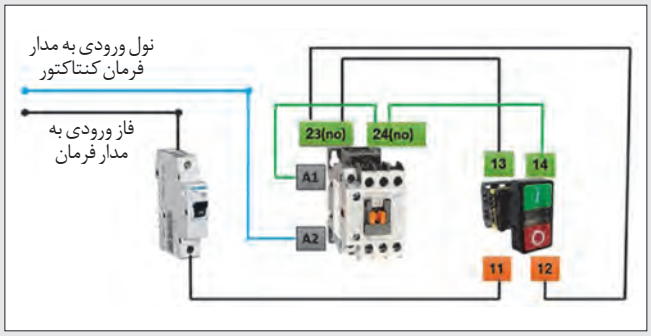
راه‌اندازی موتور الکتریکی با استفاده از شستی استپ ـ استارت و کنتاکتور

مراحل اجرای کار:

۱ـ کنتاکتور، شستی استپ ـ استارت، فیوزهای مینیاتوری تک فاز و سه فاز و کابل مناسب را با توجه به نوع موتور انتخاب کنید.

۲ـ شستی استپ ـ استارت، فیوزها و کنتاکتور را روی تابلو نصب کنید.

۳ـ هر سه فاز را از فیوز مینیاتوری سه فاز عبور دهید.



شکل ۳۲ـ مدار فرمان کنتاکتور با شستی استپ ـ استارت

۴ـ سیم‌کشی مدار قدرت کنتاکتور را مطابق فعالیت قبل انجام دهید.

۵ـ سیم‌کشی مدار فرمان را مطابق شکل ۳۲ انجام دهید. (در ابتدا یک سیم نول به A۲ کنتاکتور متصل کنید. سپس یک سیم فاز به یک فیوز تک فاز وارد و برق خروجی از فیوز را به ۱۱ استپ استارت ببرید. یک

سیم از ۱۲ استپ استارت به ۲۳ کنتاکتور وصل کنید و سپس یک سیم دیگر از ۲۳ کنتاکتور به ۱۳ استپ استارت ببرید. بعد از آن یک سیم دیگر از ۱۴ استپ استارت به ۲۴ کنتاکتور و در نهایت از ۲۴ کنتاکتور به A۱ کنتاکتور ببرید.)

فعالیت کارگاهی

راه‌اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل

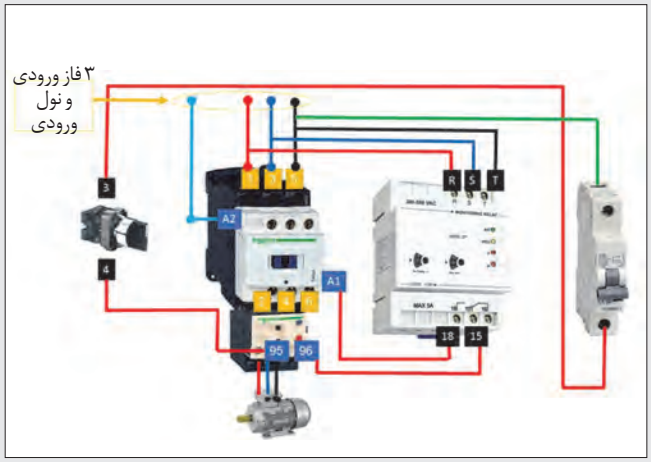
مراحل اجرای کار:

۱ـ مطابق شکل ۳۳، سیم‌کشی مدارهای قدرت و فرمان را برای کنترل با کلید ۱-۰ انجام دهید.

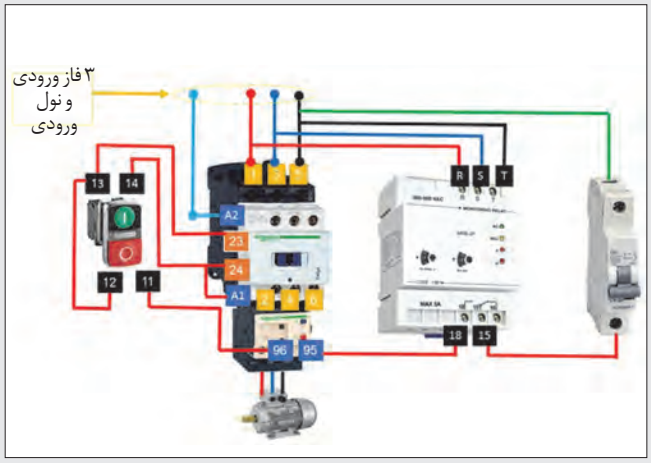
۲ـ مدار را پس از تأیید هنرآموز راه‌اندازی کنید.

۳ـ سیم‌کشی اجزای مدار را باز کنید.

۴ـ این بار سیم‌کشی مدار فرمان و قدرت را همراه با شستی استپ ـ استارت مطابق شکل ۳۴، انجام دهید و مدار را پس از تأیید هنرآموز راه‌اندازی کنید.



شکل ۳۳ـ مدار راه‌اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل و با استفاده از کلید ۱ـ۰



شکل ۳۴ـ مدار راه‌اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل و با استفاده از شستی استپ ـ استارت

فعالیت عملی

راه‌اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل همراه با تایمر ساعتی

مراحل اجرای کار:

۱ـ اجزای مدار را با توجه به نوع موتور انتخاب کنید.

۲ـ کلیه کلیدها را روی تابلو نصب کنید.

۳ـ سیم‌کشی مدارهای فرمان و قدرت را مطابق شکل ۳۵ انجام دهید.

۴ـ مدار را پس از تأیید هنرآموز راه‌اندازی کنید.

شکل ۳۵ـ مدار راه‌اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل و با استفاده از تایمر

ارزشیابی نهایی شایستگی نصب و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی

شرح کار: آزمایش و تعیین عیوب موتورهای الکتریکی قبل از نصب با استفاده از ابزارهای دستی مانند مولتی متر و چراغ تست - آماده سازی محل نصب الکتروموتور، نصب و همراستا سازی کوپلینگ ها - انتخاب کابل، اتصال کابل به تخته کلم - نصب کلیدها و فیوزهای کنترل کننده دستی و مغناطیسی جهت کنترل موتور الکتریکی، اتصال به شبکه برق، ارزیابی نهایی

استاندارد عملکرد: نصب و راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز و تک فاز به کار رفته در تجهیزات و ماشین های کشاورزی با استفاده از کلیدهای دستی و مغناطیسی بر اساس نقشه و استاندارد

شاخص‌ها: استفاده درست از ابزار در تشخیص عیب، توانایی تعیین عیوب - همراستا شدن کوپلینگ ها، شیم گذاری مناسب - انتخاب کابل مناسب، اتصال صحیح کابل به تخته کلم موتور - انتخاب کلیدهای مناسب، انتخاب فیوزهای مناسب، اتصال صحیح قطعات، استفاده درست از ابزار، راه اندازی و تست مدار الکتریکی

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه برق استاندارد با تهویه و نور کافی مجهز به سیستم سرمایشی و گرمایشی

ابزار و تجهیزات: موتورهای تک فاز و سه فاز ، سیم و کابل، فیوزهای مینیاتوری، کنتاکتور، رله حرارتی، مولتی متر، چراغ تست، سیم چین، انبردست، سیم لخت کن، چسب برق، جعبه ابزار عمومی مکانیک، لوازم جانبی ایمنی فردی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	عیب یابی موتور الکتریکی قبل از نصب	۱	
۲	اتصال موتور الکتریکی به دستگاه	۱	
۳	اتصال سیم پیچ های موتور به شبکه برق	۱	
۴	کنترل موتور الکتریکی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی کار فردی-رعایت ایمنی در هنگام کار با تجهیزات برقی- توجه به نکات زیست محیطی	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۳

جوشکاری و آهنگری قطعات ماشین‌های کشاورزی

پروفیل‌ها و قطعات فولادی در صنعت امروز و در زندگی انسان‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند و به منظور کاهش وزن و افزایش قابلیت‌های کاربردی در طیف وسیعی از تجهیزات و ماشین‌های کشاورزی استفاده می‌شوند. جوشکاری یکی از روش‌های اتصال این قطعات به یکدیگر است که هدف آن اتصال دائمی فلزات آهنی به یکدیگر است؛ به گونه‌ای که خواص اتصال نزدیک به خواص ماده پایه باشد. همان‌طور که آموخته‌اید، دو نوع اتصال وجود دارد ـ اتصال دائم و موقت ـ که جوشکاری جزء اتصالات دائم به شمار می‌رود.

واحد یادگیری ۳

جوشکاری با قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

□ اتصال قطعات فلزی ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی به چه روش‌هایی صورت می‌گیرد؟
□ انواع فرایند جوشکاری چه کاربردهایی دارند؟
□ چگونه می‌توان روش مناسب جوشکاری را انتخاب کرد؟
□ چرا جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار، متداول‌ترین روش جوشکاری است؟
□ چگونه می‌توان دو قطعه فلزی را با استفاده از جوشکاری قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار به یکدیگر متصل نمود؟
□ چه عواملی در کیفیت یک جوش تأثیرگذار هستند؟

جوشکاری با قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار یکی از متداول‌ترین روش‌های جوشکاری است که به دلیل هزینه پایین، قابلیت حمل و نقل آسان و انعطاف‌پذیری به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد.
این فرایند از لحاظ ضخامت قطعات مورد اتصال نیز بسیار انعطاف‌پذیر می‌باشد، و در حالت‌های مختلف جوشکاری می‌توان از آن بهره برد.
در این واحد یادگیری، اصول و مفاهیم جوشکاری الکترود دستی، انواع جریان‌های جوشکاری، منابع تأمین انرژی، تجهیزات و دستگاه‌های جوشکاری الکترود دستی ارائه می‌شود، سپس در ادامه تکنیک‌های جوشکاری و روش گرده‌سازی و نیز اتصال دو پلیت به‌صورت اتصال مربعی بیان می‌گردد.

استاندارد عملکرد کار

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود دستگاه جوشکاری را تنظیم و راه‌اندازی نموده و عملیات جوشکاری را بر روی پلیت‌های فولادی و بر اساس نقشه و استاندارد انجام دهند.

آشنایی با جوشکاری و فرایندهای آن

امروزه به منظور اتصال قطعات فلزی به کار رفته در ساختمان تجهیزات کشاورزی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. جوشکاری، یکی از مهم‌ترین روش‌های اتصال در صنعت است که در آن اتصال قطعات (فلزی یا غیرفلزی)، به روش ذوبی یا غیر ذوبی، با به کارگیری یا بدون به کارگیری فشار، با استفاده یا بدون استفاده از ماده پرکننده انجام می‌شود. هدف آن اتصال دائمی مواد، به یکدیگر است؛ به گونه‌ای که خواص اتصال، برابر با خواص ماده پایه باشد. جوش ایده‌آل، جوشی است، که نتوان آن را از قسمت‌های دیگر، تشخیص داد.

فیلم آموزشی

انواع فرایند جوشکاری

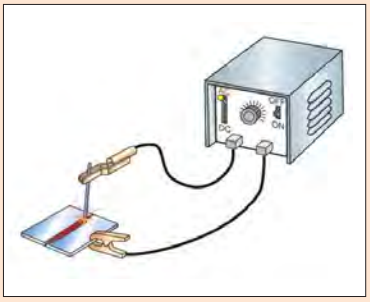
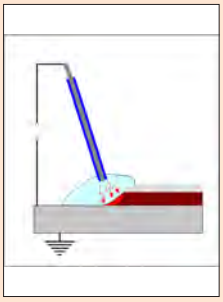
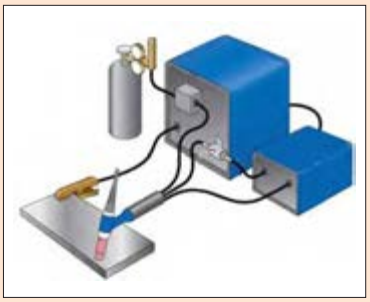
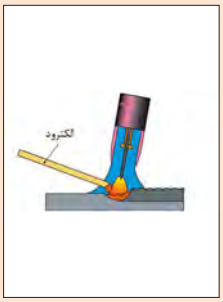
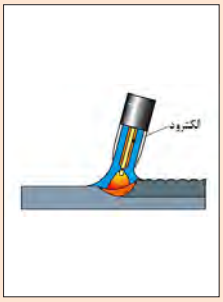
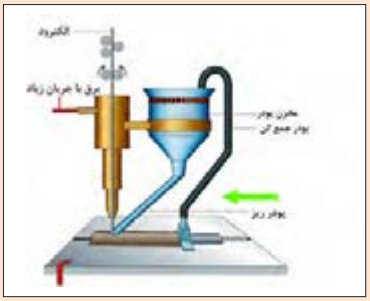
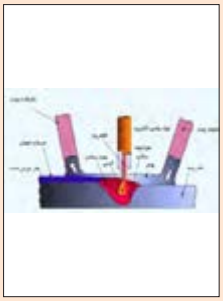
فرایندهای جوشکاری

فرایندهای جوشکاری، براساس نوع انرژی به کار رفته، برای اتصال فلزات، به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. جداول ۱ و ۲ این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ انواع جوشکاری براساس نوع انرژی مصرفی

دسته‌بندی انواع جوشکاری براساس نوع انرژی	نام	شکل	توضیح
	انرژی الکتریکی		جریان الکتریکی را می‌توان توسط ایجاد مقاومت الکتریکی به حرارت تبدیل کرد و توسط حرارت به وجود آمده، قطعات را ذوب کرده و عمل جوشکاری را انجام داد.
	انرژی شیمیایی		با توجه به اینکه برخی از مواد شیمیایی قابلیت اشتعال دارند چنانکه این مواد با اکسیژن مخلوط شوند دمای بالاتری را به وجود می‌آورند. که این دما برای ذوب قطعات فلزی مناسب بوده و می‌توان عمل اتصال را با این حرارت انجام داد.
	انرژی مکانیکی		یکی از روش‌های جوشکاری مکانیکی ایجاد فشار و اصطکاک بین قطعات می‌باشد که منجر به تولید حرارت شده و در نهایت سطح اتصال به حالت خمیری درآمده و قطعات به هم جوش می‌خورند.
	انرژی تشعشعی		یکی از جوشکاری‌های تشعشعی، جوش لیزر می‌باشد. لیزر نور متمرکز می‌باشد و در اثر برخورد آن با اجسام، حرارت تولید شده و به این صورت می‌توان قطعات را به هم جوش داد.

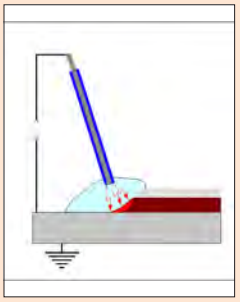
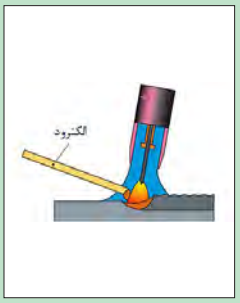
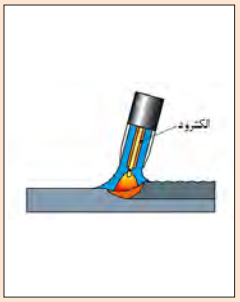
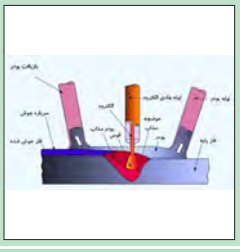
جدول ۲ـ انواع فرایندهای قوس الکتریکی

	نام	شکل	کاربرد	توضیح
فرایندهای قوس الکتریکی	جوشکاری قوسی با الکترود روپوش‌دار			در این فرایند منبع حرارت، تغذیه‌کننده حوضچه جوش با هم هستند. کیفیت جوش متوسط می‌باشد، و دستگاه جوش ارزان‌تر است.
	جوشکاری قوس تنگستنی با گاز (تیگ)			در این فرایند منبع حرارت و تغذیه‌کننده حوضچه جوش، جدا می‌باشد. کیفیت جوش بالاست الکترود از جنس تنگستن ذوب‌نشدنی است.
	جوشکاری قوس فلزی با گاز (میگ‌مگ)			در این فرایند منبع حرارت با تغذیه‌کننده حوضچه جوش با هم است. کیفیت و سرعت جوش از الکترود دستی بالاتر است.
	زیر پودری			در این روش قوس الکتریکی در زیر پودر انجام می‌شود، سرعت جوش بالا و کیفیت جوش نیز بالاتر از روش الکترود دستی است.

گفت‌وگو کنید

با توجه به تصاویر زیر و تعریف جوشکاری، جدول ۳ را تکمیل نمایید.

جدول ۳ــ مقایسه فرایندهای جوشکاری با قوس الکتریکی

تصویر	سرعت جوشکاری	کیفیت جوشکاری	هزینه تجهیزات	توضیح
	آهسته	.....	کم	هزینه تجهیزات این فرایند نسبت به روش‌های دیگر قوس الکتریکی کمتر است.سرعت‌جوشکاری‌بیشترازفرایند تیگ و از فرایندهای میگ و زیرپودری کمتراست؛کیفیت‌جوش‌ازفرایندهای قوسی‌دیگر کمتراست.
	.....	.....	.....	کیفیت جوش تیگ به دلیل جدا بودن منبع حرارت از تغذیه‌کننده حوضچه جوش، از کلیه فرایندهای این گروه بیشتر است. .هزینه خرید دستگاه بالا بوده و دارای سرعت آهسته‌ای می‌باشد.
	.....	.....	.....	جوشکاری میگ و مگ دارای سرعت بالایی می‌باشد.ولی سرعت آن با توجه به حجم جوش ایجاد شده از روش زیر پودری کمتر است، هزینه ابتدایی این روش، از روش قوس الکترود دستی بیشتر است. ولی از روش زیرپودری، کمتر می‌باشد. کیفیت جوش در این روش از الکترود دستی بیشتر است.
	.....	.....	.....	فرایند جوشکاری زیرپودری .....

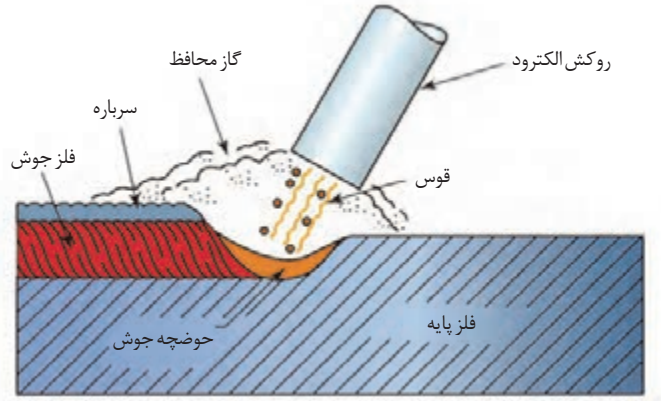
پژوهش کنید

برای جوشکاری محدود در فضای باز و با کمترین هزینه از چه فرایندی استفاده می کنید؟

آشنایی با جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی (SMAW)

جوشکاری با الکترود دستی یک فرایند ذوبی است که در آن جریان الکتریکی توسط یک الکترود فلزی روکش‌دار حمل می‌شود، این جریان، قوس الکتریکی تشکیل می‌دهد که از فاصله هوایی بین الکترود و قطعه کار عبور می کند. قوس الکتریکی در این ناحیه ایجاد گرما کرده و این گرما باعث ذوب الکترود و قطعه کار می‌شود. الکترود ذوب شده از میان قوس الکتریکی به حوضچه مذاب روی فلز پایه انتقال می یابد. نوک الکترود و حوضچه فلز با یک ابر گازی که در نتیجه سوختن روکش الکترود ایجاد می‌شود، محافظت می گردد.

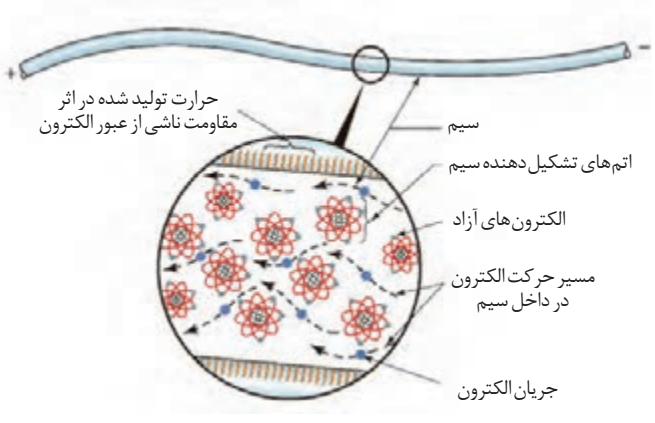
زمانی که قوس الکتریکی قطع می‌شود، مخلوط فلز پایه و الکترود مذاب به‌طور آهسته سرد شده و انجماد صورت می گیرد، و به یک جزء یکپارچه تبدیل می‌شود. به‌طور هم‌زمان روکش مذاب شده (مذاب فلاکس) به شکل یک سرباره روی فلز جوش منجمد می‌شود.



شکل ۱ـ شماتیک فرایند جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی

جریان جوشکاری (WELDING CURRENT)

منبع گرما برای جوشکاری قوسی، جریان الکتریکی است. جریان الکتریکی، حاصل حرکت الکترون‌هاست. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، در یک رسانا الکترون‌ها از قطب منفی (-) به سمت قطب (+) حرکت می کنند که با مقاومت در برابر حرکت الکترون‌ها، گرما تولید می‌شود. هر چقدر مقاومت بیشتر باشد، گرما تولیدی بیشتر خواهد شد.



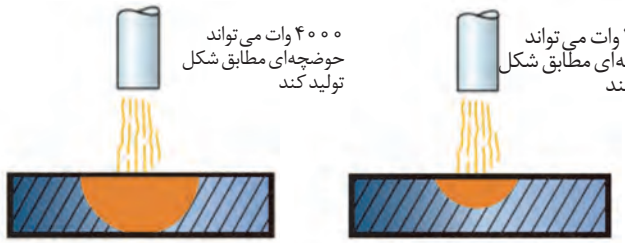
شکل ۲ـ حرکت الکترون در یک رسانا

از شکاف بین الکترود و قطعه کار الکترون‌ها باید پرش کنند، به دلیل مقاومت هوا این مسئله باعث تولید گرما می‌شود. همچنین جریان پیوسته الکترون‌ها از این شکاف باعث ایجاد قوس الکتریکی می‌شود.
ولتاژ (V)، آمپر (A) و وات (W)سه پارامتر تأثیرگذار در جوشکاری هستند. ولتاژ یا ولت برای اندازه‌گیری فشار الکتریکی استفاده می‌شود.

نکته

هرچه ولتاژ بالاتر باشد طول پرش از شکاف بلندتر خواهد بود. به عبارت دیگر ولتاژ کنترل‌کننده تعداد الکترون‌هایی است که از این فاصله هوایی پرش می‌کنند.

آمپر، یکای اندازه‌گیری شدت جریان است و تعداد کل الکترون‌های در حال حرکت در واحد زمان از واحد سطح مقطع را اندازه‌گیری می‌کند.
وات یکای اندازه‌گیری توان قوس الکتریکی است. مقدار توان تعیین‌کننده پهنا و عمق جوش هستند.

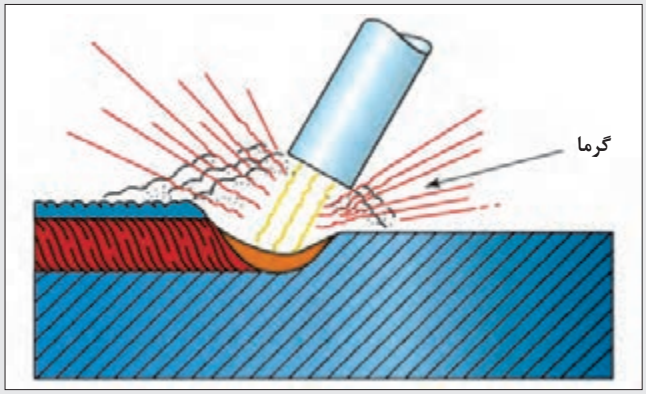


شکل ۳ـ وابستگی اندازه حوضچه جوش به مقدار انرژی (W)

دمای قوس الکتریکی بیش از ۶۰۰۰°C می‌باشد. در حقیقت دما به مقاومت در برابر حرکت جریان الکتریکی وابسته است. عواملی که باعث مقاومت الکتریکی می‌شود شامل طول قوس و ترکیب شیمیایی گازهایی است که در حین سوختن روکش الکترودها ایجاد می‌شود، می‌باشند.
به‌طور مثال زمانی که طول قوس بیشتر می‌شود، مقاومت افزایش می‌یابد، در نتیجه ولتاژ قوس و دما افزایش می‌یابد ـ طول قوس کوچک‌تر، گرمای قوس کمتری ایجاد می‌کند.ـ در اکثر الکترودها موادی وجود دارد که باعث پایداری قوس الکتریکی می‌شود. نقش این پایدارکننده‌ها، کاهش مقاومت الکتریکی است که به موجب آن پایداری قوس افزایش می‌یابد.

نکته

کل گرمای تولید شده در ایجاد اتصال نقش ندارد به خاطر اینکه مقداری از گرما به‌صورت تابشی با گازهای داغ تشکیل شده توسط روکش الکترود هدر می‌رود.



شکل ۴ـ هدر رفتن انرژی در جوش از طریق فرایندهای تابش و هدایت

همچنین بخشی از گرما به روش رسانش (هدایت) به قطعه کار هدر می‌رود. به‌طور کلی تقریباً نیمی از کل گرما در تولید یک اتصال هدر می‌رود. باقی‌مانده گرمای قوس، به‌صورت برابر بین الکترود و قطعه کار توزیع می‌شود. این توزیع به نوع جریان جوشکاری، پلاریزاسیون (قطبیت) و روکش الکترود بستگی دارد.

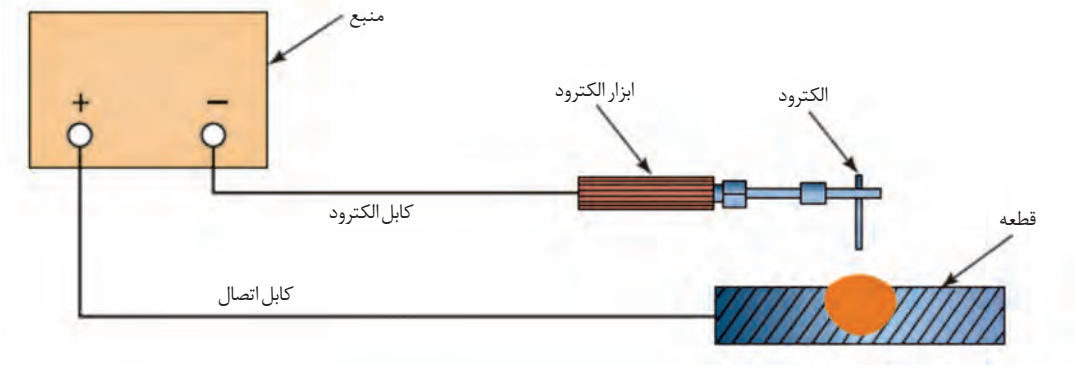
پژوهش کنید

پلاریزاسیون چیست؟ پژوهش کنید، اثر پلاریزاسیون بر هدر رفت گرما چگونه است؟

انواع جریان جوشکاری

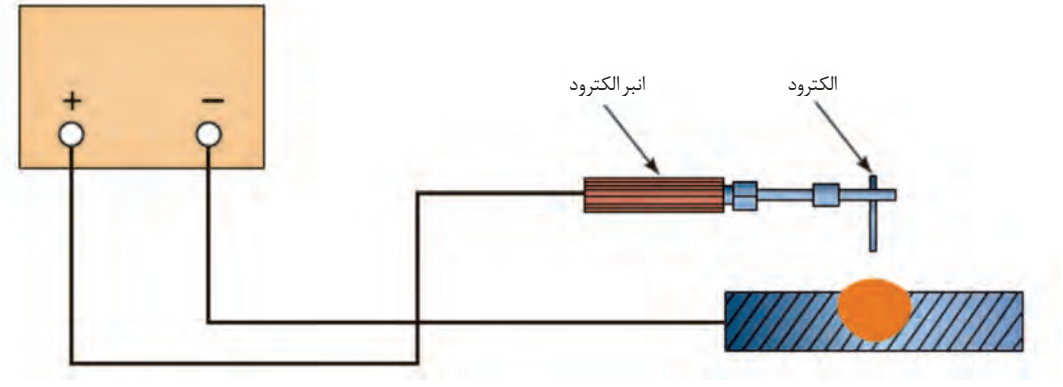
سه نوع جریان برای جوشکاری استفاده می‌شود که شامل:

۱ـ جریان مستقیم الکترود منفی (DCEN): همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است در این جریان الکترود به قطب منفی و قطعه کار به قطب مثبت متصل می‌شود، این جریان سرعت ذوب الکترود را افزایش می‌دهد.



شکل ۵ـ جریان مستقیم الکترود منفی (DCEN)

۲ـ جریان مستقیم الکترود مثبت (DCEP): در این جریان الکترود به قطب مثبت و قطعه کار به قطب منفی متصل می‌شود (شکل ۶). این جریان قوسی با قدرت نفوذ عمیق‌تری تولید می‌کند.



شکل ۶ـ جریان مستقیم الکترود مثبت (DCEP)

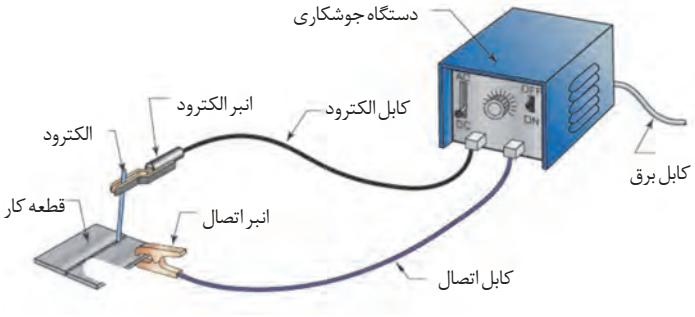
۳ـ جریان متناوب (AC): در این جریان الکترون‌ها در هر ثانیه ۱۰۰ بار جهت خود را تغییر می‌دهند. به عبارت دیگر الکترود و قطعه کار به‌صورت متناوب از آند به کاتد تغییر می‌یابند. به قطب مثبت الکترود آند و قطب منفی الکترود کاتد می‌گویند.

نکته

تغییر سریع جهت جریان باعث توزیع برابر گرما بین الکترود و قطعه کار می‌شود (یک دوم الکترود و یک دوم قطعه کار).

تجهیزات جوشکاری

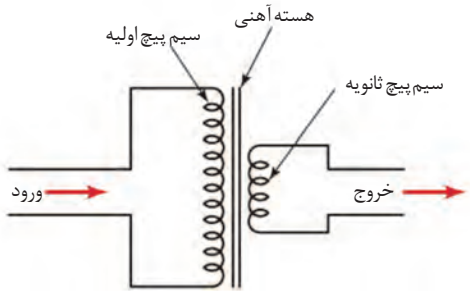
جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی نیاز به تجهیزاتی دارد که می‌بایست قبل از کار آماده شوند.



۱ـ منبع قدرت (دستگاه جوشکاری)

انواع دستگاه جوشکاری شامل ترانسفورماتور، اینورتر، رکتیفایر و مولدهای جریان الکتریسیته می‌باشد.

ترانسفورماتور جوشکاری: ترانسفورماتورها ساده‌ترین دستگاه‌های جوشکاری هستند که وظیفه آنها تبدیل جریان متناوب (AC) با شدت کم ولی ولتاژ زیاد به جریان الکتریکی با شدت بالا ولی ولتاژ پایین می‌باشد. اساس کار ترانس جوشکاری به‌وسیله دو سیم پیچ که به نام سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه نامیده می‌شوند، استوار می‌باشد. سیم پیچ اولیه دارای تعداد دور بیشتر است درحالی‌که سیم پیچ ثانویه دارای تعداد دور کمتری می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷ـ دیاگرام ترانسفورماتور کاهنده

بدین ترتیب ترانس جوشکاری، برق مناسب فرایندهای جوشکاری را که دارای شدت جریان بالا ولی ولتاژ پایین است، مهیا می‌کند.

هر دستگاه ترانسفورماتور جوشکاری دارای یک سیستم تنظیم آمپر مناسب برای استفاده از الکترودهای مختلف است که ممکن است مطابق شکل (۸)، تنظیم آمپر به‌صورت پله‌ای باشد که با جابه‌جا کردن فیش کابل، آمپرهای

متفاوتی مطابق با آنچه سازنده تدارک دیده در اختیار جوشکار قرار می‌گیرد. تغییر آمپر در بعضی از دستگاه‌های ترانسفورماتور ممکن است با جابه‌جا کردن هسته فرعی درون هسته اصلی مطابق آنچه که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، انجام پذیرد که در این صورت با گردش دسته، تغییر آمپر انجام می‌گیرد و نشانه مخصوص در مقابل اعداد، میزان آمپر خروجی دستگاه را نشان می‌دهد.
این روش تغییر آمپر از روش پله‌ای مطلوب‌تر است زیرا تنظیم آمپر به‌صورت پیوسته از طریق گردش دسته آمپر امکان‌پذیر است.

شکل ۸ــ ترانس با مکانیزم تغییر آمپر پله‌ای

شکل ۹ــ ترانس با مکانیزم تغییر آمپر پیوسته

نکته

ظرفیت ترانسفورماتورهای جوشکاری متناسب با حداکثر آمپر تعیین می‌شود مثل: ترانسفورماتور ۵۰۰ آمپر، ۲۵۰ آمپر و یا ۱۴۰ آمپری و غیره.

رکتیفایر جوشکاری: به مبدل‌هایی که جریان متناوب ۳۸۰ یا ۲۲۰ ولت ورودی را به جریان مستقیم (DC) مناسب برای جوشکاری تبدیل می‌کند، رکتیفایر جوشکاری می‌گویند.
رکتیفایرها به‌طور معمول با جریان برق سه فاز کار می‌کنند. در حقیقت رکتیفایرهای جوشکاری همان دستگاه‌های ترانسفورماتور هستند که یک سیستم یکسوکننده جریان الکتریسیته به آنها اضافه شده است و در شکل ۱۱ این تجهیزات الکترونیکی در قسمت فوقانی دستگاه نشان داده شده است.

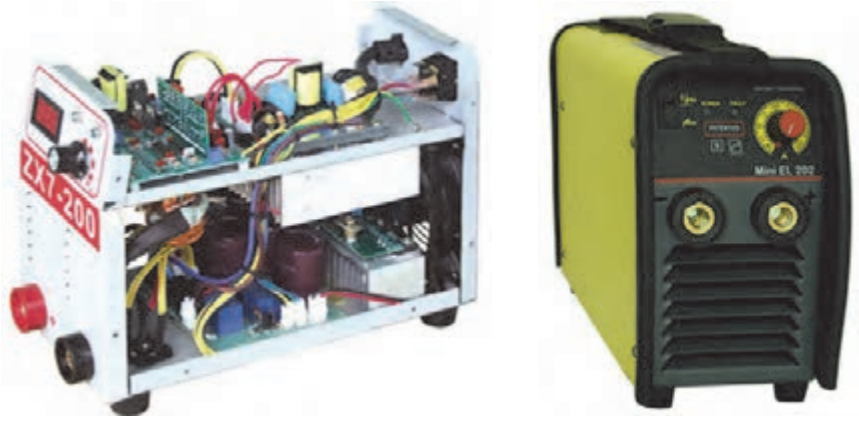
شکل ۱۰ــ رکتیفایر جوشکاری

شکل ۱۱ــ ساختمان داخلی رکتیفایر

شکل ۱۲ـ کلیدهای مختلف برای تنظیم دستگاه جوشکاری

در رکتیفایرها تغییر آمپر به‌وسیله یک پتانسیومتر با کلید گردشی صورت می‌گیرد و میزان آمپر خروجی دستگاه، به‌وسیله یک صفحه کوچک نمایش داده می‌شود. همچنین کلید گردشی ممکن است دارای دو محدوده درجه‌بندی شده باشد (یکی برای جوشکاری SMAW و یک رنج درجه‌بندی برای جوشکاری GTAW) که می‌تواند توسط جوشکار انتخاب شود.
همچنین برخی از رکتیفایرهای جوشکاری ممکن است دارای کلید انتخاب جریان مناسب بر حسب نوع الکترود جوشکاری باشند که باعث راحتی کار جوشکاری و پایداری قوس می‌شود (شکل ۱۲).

اینورترجوشکاری: این دستگاه در مقایسه با سایر دستگاه‌های جوشکاری دارای یک رنج آمپر کمتر و سبک‌تر است، وزن کم آن باعث جابه‌جایی راحت‌تر شده است، و همچنین راندمان کار را بسیار بالا برده است. در اینورتورها به‌جای استفاده از سیم‌پیچ و هسته با وزن بالا از بردهای الکترونیکی با فرکانس بالا استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها فرکانس برق شهر ۵۰ هرتز را به چند کیلو هرتز تبدیل می‌کنند. این قابلیت باعث می‌شود که جرم ۵۰ کیلویی دستگاه به کمتر از ۵ کیلوگرم کاهش یابد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ـ اینورتر جوشکاری و اجزای داخلی آن

مولدهای جریان الکتریسیته در جوشکاری: ترانسفورماتورها، رکتیفایرها و اینورترها هر سه مبدل جریان هستند که از برق متناوب شهر تغذیه نموده و جریان AC یا DC مناسب برای ایجاد و پایداری قوس جوشکاری را تأمین می‌کنند ولی گاهی دستگاه‌های جوشکاری خود مولد جریان جوشکاری هستند.
دینام جوشکاری یک مولد جریان مستقیم است و از یک موتور که ژنراتور مولد جریان مستقیم را به گردش در می‌آورد، تشکیل شده است. اگر موتور محرکه دینام از نوع الکتریکی باشد دینام جوش کارگاهی نامیده می‌شود و اگر بنزینی یا گازوییلی باشد، موتور جوش نامیده می‌شود.

شکل ۱۴ــ دینام جوش

شکل ۱۵ــ موتور جوش

۲ــ کابل‌های جوشکاری

کابل‌هایی که برای جوشکاری به‌کار می‌روند باید انعطاف‌پذیر، عایق خوب و با اندازه مناسب برای کار مورد نظر باشند. در اکثر کابل‌های جوشکاری از سیم‌های مسی استاندارد استفاده می‌شود. برخی از کابل‌های تولیدی جدید، از جنس سیم‌های آلومینیوم می‌باشند.

شکل ۱۶ــ کابل جوشکاری

۳ــ انبر الکترود (ELECTRODE HOLDERS)

انبرهای الکترود (نگهدارنده الکترود) جوشکاری باید در نرخ آمپر مناسب طراحی شوند و دارای عایق خوب برای جوشکاری ایمن باشند. معمولاً بر روی انبر الکترود مقدار ظرفیت آمپر را درج می‌کنند. فنرها، فک‌ها، عایق‌ها، دسته‌ها و پیچ‌ها بخش‌هایی از انبر الکترود هستند که قابل تعویض می‌باشند (شکل ۱۷).

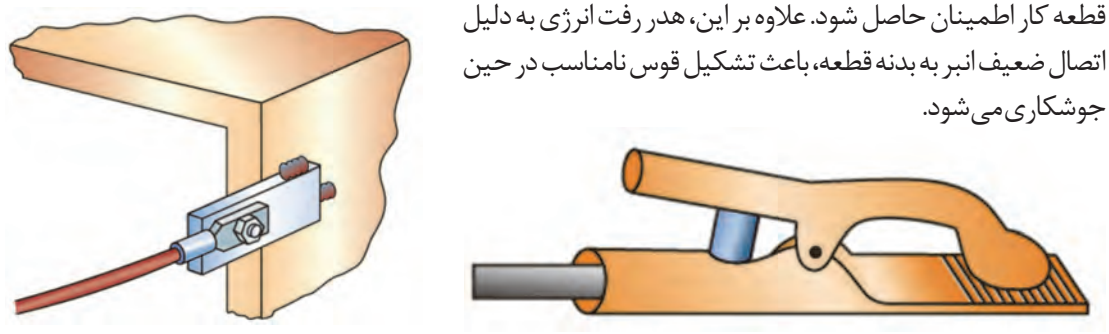
شکل ۱۷ــ انبر الکترود و قسمت‌های قابل تعویض آن

ایمنی

هرگز انبر الکترودی که در اثر آمپر زیاد بیش از حد داغ شده است را در داخل آب برای سرد شدن نگذارید.

۴ـ انبر اتصال (WORK CLAMPS)

اندازه انبر اتصال باید به درستی بر اساس آمپر انتخاب شود و همچنین باید هنگام جوشکاری بر روی قطعات مورد اتصال سفت و محکم باشد. تأثیر گرما بر روی انبر اتصال مانند انبر الکترود است و موجب هدر رفت انرژی می‌شود، قابل توجه است که این هدر رفت اغلب توسط اپراتورها نادیده گرفته می‌شود. اتصال باید به دقت بررسی شود تا از تماس انبر با قطعه کار اطمینان حاصل شود. علاوه بر این، هدر رفت انرژی به دلیل اتصال ضعیف انبر به بدنه قطعه، باعث تشکیل قوس نامناسب در حین جوشکاری می‌شود.



شکل ۱۸ـ دو نمونه انبر اتصال

نکته

در مواقعی که قطعه کار حین جوشکاری جابه‌جا می‌شود، از انبر اتصال آج دار استفاده کنید.

۵ـ الکترود

از الکترود جوشکاری برای پرکردن فضای اتصال مابین دو سطح مورد جوشکاری استفاده می‌گردد. الکترود جوشکاری مفتول فلزی است که دور تا دور آن توسط پوشش فلاکس (Flux Coating) احاطه گردیده است. روکش الکترود جوشکاری اغلب از آهک، سلولز، اکسید سدیم، خاک رس و یا آزبست تشکیل گردیده است.

پوشش فلاکس الکترود کمک زیادی به ثبات قوس الکتریکی در فرایند جوشکاری می‌کند. همچنین ضمن عمل به عنوان عایق جهت ایجاد گاز محافظ (Gaseous Shield) و شکل‌گیری سرباره (Slag) شناور بر روی سطح جوش برای افزایش مدت زمان خنک شدن جوش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

قبل از اقدام به جوشکاری باید الکترود مناسب با توجه به شرایط انتخاب شود. در اغلب موارد هرچقدر قطعه کار ضخیم‌تر باشد، جریان و آمپراژ مورد نیاز بیشتر و قطر الکترود جوشکاری نیز بیشتر خواهد بود.

جدول ۴ـ انواع الکترود از نظر قطر و کاربرد آنها

قطر الکترود (mm)	شرایط کاربرد
۲/۵	کوچک‌ترین سایز الکترود جوشکاری می‌باشد که معمولاً با آمپر ۶۰ تا ۹۰ جوشکاری می‌شود و برای جوش لوله گاز و آب خانگی (فشار پایین) و جوشکاری آهن‌های ۲ و ۳ میلی‌متر استفاده می‌شود.
۳/۲۵	در بازار الکترود سه شناخته می‌شود و برای فلزات ۵mm به بالا استفاده می‌شود، آمپر مورد نیاز برای جوشکاری این الکترود بر روی جعبه آن چاپ شده است.
۴ و ۵	استفاده‌های خاص دارند برای مثال در اسکلت ساختمان استفاده می‌گردند.

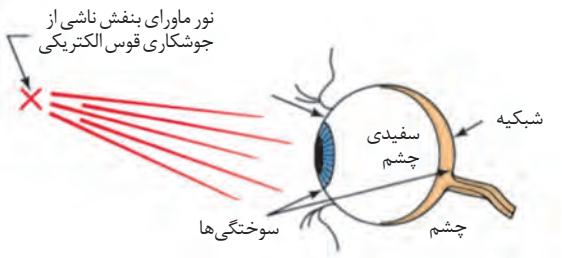
در انتخاب الکترود علاوه بر قطر باید به ویژگی‌های آن نیز توجه شود. ویژگی‌های هر الکترود با ترکیبی از حروف و اعداد مشخص می‌شود. به عنوان مثال الکترود E۶۰۱۳.

جدول ۵ــ الکترودهای کاربردی و ویژگی‌های آنها

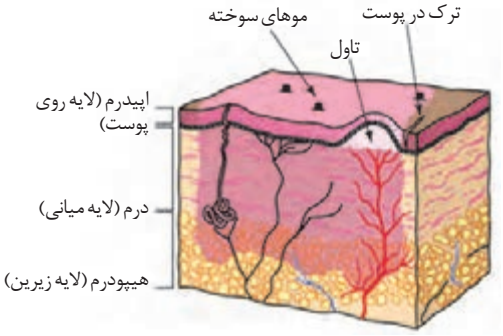
علامت اختصاری	نام	کاربرد
E۶۰۱۳	الکترودجوشکاری همه کاره	در اکثر کارهای آهنگری مورد استفاده قرار می گیرند.
E۷۰۱۸	الکترودجوشکاری قلیایی	به رطوبت بسیار حساس است لذا پیش از استفاده باید پیش گرمایش شود، این الکترود در کشتی‌سازی و لوله‌های فشار بالا مورد استفاده قرار می گیرد.
E۶۰۱۰	الکترود جوشکاری با قوس نفوذی	در لوله‌های فشار بالا و مخازن تحت فشار استفاده می‌شود.

۶ــ تجهیزات ایمنی

حرارت و تشعشع ناشی از جوشکاری می‌تواند موجب صدمه به چشم و پوست جوشکار گردد لذا در هنگام جوشکاری باید از تجهیزات ایمنی مناسب استفاده نمود.



شکل ۱۹ــ تأثیر اشعه ماوراء بنفش ناشی از جوشکاری بر چشم



شکل ۲۰ــ تشعشع و حرارت ناشی از جوشکاری می تواند منجر به سوختگی درجه یک، دو و حتی سه شود.

الف) پیش‌بند و دستبند چرمی

ب) دستکش چرمی

ج) کفش ایمنی

د) ماسک جوشکاری

شکل ۲۱ــ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای جوشکاری

فعالیت‌کارگاهی

آشنایی با نکات فنی مندرج بر روی جعبه الکترودهای جوشکاری و دستگاه جوشکاری

مواد مورد نیاز: جعبه چند نمونه الکترود ـ انواع دستگاه جوش

مراحل انجام کار:

۱ـ متناسب با نوع بسته‌های الکترود موجود در انبار کارگاه جوشکاری چند نمونه از آنها را انتخاب کنید و اطلاعات مندرج روی جعبه الکترودها مثل: نوع و شدت جریان جوشکاری، قطبیت، وضعیت جوشکاری، شرایط نگهداری و اطلاعات دیگر مذکور روی بسته‌های الکترود را بررسی نمایید.

۲ـ نمونه‌ای از دستگاه‌های جوشکاری الکترود دستی موجود در کارگاه جوشکاری را انتخاب کنید و در خصوص کلیدها و نمایشگرهای موجود روی دستگاه و مشخصات فنی مربوط به آن بررسی و نتیجه را گزارش نمایید.

(در صورت امکان و در دسترس بودن از کاتالوگ و کتابچه راهنمای دستگاه‌ها کمک بگیرید).

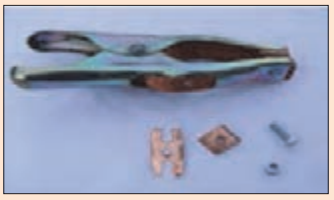
شکل ۲۲ـ روی صفحه کلیه دستگاه‌های جوشکاری، کلیدهای متعددی وجود دارد که جوشکار باید به عملکرد آنها مسلط باشد

فعالیت‌کارگاهی

آماده‌سازی و اتصال انبرهای جوشکاری به قطعه کار یا میز کار و دستگاه

مواد مورد نیاز: انبر اتصال، انبر الکترود، دستگاه جوش، جعبه ابزار عمومی مکانیک

مراحل انجام کار:

		
۱ـ اجزا و متعلقات مربوط به انبر اتصال را از انبار تحویل بگیرید.	۲ـ پیچ و مهره‌های روی انبر اتصال را که محل اتصال کابل می‌باشد، باز کنید.	۳ـ اتصال مربوط به سر کابل اتصال را مطابق شکل متصل کنید و آن را به‌وسیله انبردست یا گیره محکم نمایید.
۴ـ کابل اتصال را به انبر اتصال متصل نمایید و آن را محکم کنید.	۵ـ اکنون مجموعه انبر اتصال آماده اتصال به قطعه کار و یا میز جوشکاری می‌باشد. (دقت کنید قبل از اتصال انبر سطح اتصال را تمیز کنید تا اتصال به خوبی صورت پذیرد).	۶ـ انبر الکترودگیر و مجموعه کابل و اتصالات مرتبط با آن را از انبار تحویل بگیرید.
۷ـ کابل انبر الکترودگیر را با استفاده از اتصالات رابط به انبر الکترود گیر متصل و محکم نمایید.	۸ـ مجموعه انبر الکترودگیر و انبر اتصال آماده اتصال به دستگاه جوشکاری می‌باشد.	۹ـ فیش‌های کابل انبر الکترودگیر و کابل اتصال را به قطب‌های مثبت و منفی دستگاه متصل نمایید (توجه کنید اتصال محکم شود).

۱۰ـ ابزار اتصال را به میز کار یا قطعه کار متصل کنید.

۱۱ـ الکترود را در دهانه انبر الکترودگیر قرار دهید (دقت کنید قرار گرفتن الکترود به‌صورت صحیح و به‌اندازه مناسب انجام شود).

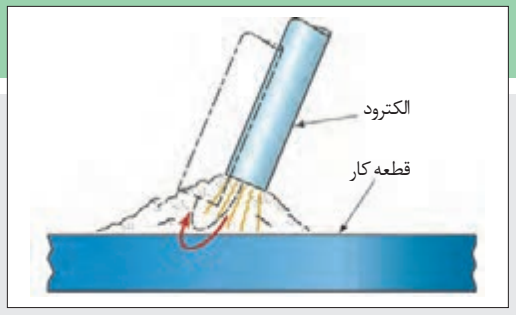
۱۲ـ پس از کنترل موارد ایمنی می‌توانید نسبت به برقراری قوس اقدام نمایید و پایداری قوس را تمرین کنید.

ایمنی

قبل از شروع هر کاری اطمینان حاصل کنید که دستگاه جوشکاری خاموش است و کابل اتصال به دستگاه قطع شده باشد.

فعالیت کارگاهی

برقراری قوس الکتریکی و خال جوش زدن



شکل ۲۳ـ نحوه الکترود در حین خال جوش زدن

مواد مورد نیاز: الکترود ۳/۲۵، پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر

مراحل انجام کار:

۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.

۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.

۳ـ الکترود را نزدیک پلیت قرار دهید، سپس الکترود را بر روی پلیت آرام بکشید، به عبارتی دیگر بر روی آن خراش ایجاد کنید (شکل ۲۳). زمانی که قوس ایجاد شد، به آرامی الکترود را بلند کنید تا به یک طول قوس مطلوب برسید، سپس به آرامی الکترود را به سمت جلو حرکت دهید تا مهره جوش و یا گرده جوش ایجاد شده طویل‌تر شود.

شکل ۲۴ـ بر قراری قوس

نکـته

توجه داشته باشید در برخی مواقع به دلیل نزدیک کردن زیاد الکترود به سطح قطعه، الکترود به آن می‌چسبد، در این شرایط، سریعاً انبر الکترود را فشار دهید تا الکترود از آن خارج شود و سپس الکترود را از سطح قطعه جدا کنید.

ایـمنی

به الکترود بدون دستکش دست نزنید چون هنوز داغ است. اگر فلاکس (پوشش) در قسمت انتهایی الکترود جدا شده، الکترود را تعویض کنید چون با الکترودی که روکش آن جدا شده نمی‌توان قوس برقرار کرد بعداً قسمت بدون روکش را بریده و مجدداً از آن استفاده کنید.

شکل ۲۵ـ برقراری قوس با الکترودی که روکش آن کنده شده (عدم برقرار قوس پایدار)

۴ـ پس از پایان کار، دستگاه جوش را خاموش و محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را تمیز کنید.
۵ـ فلزات دور ریز را در محفظه‌ای که مخصوص جمع‌آوری آنهاست قرار دهید.

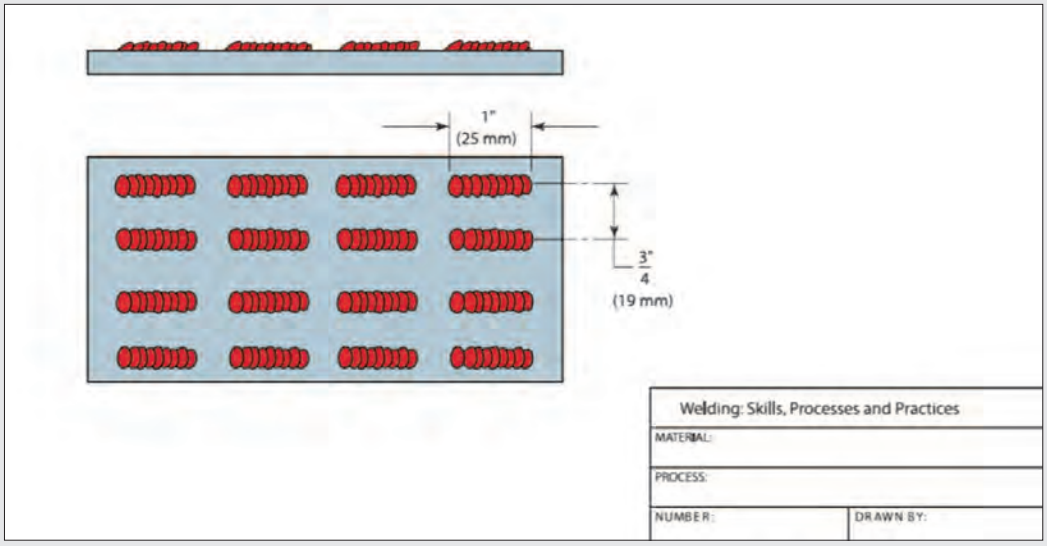
فعالیت‌کارگاهی

ایجاد خط جوش

مواد مورد نیاز: الکترود ۳/۲۵، پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر

مراحل انجام کار:

۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.
۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.
۳ـ الکترود را نزدیک پلیت قرار دهید، سپس الکترود را بر روی پلیت آرام بکشید، به‌عبارتی دیگر بر روی آن خراش ایجاد کنید. زمانی که قوس ایجاد شد، به‌آرامی الکترود را بلند کنید تا به یک طول قوس مطلوب برسید، سپس به آرامی الکترود را به سمت جلو حرکت دهید تا مهره جوش و یا گرده جوش ایجاد شده طویل تر شود (نقشه شماره ۱).



نقشه شماره ۱

۴ـ پس از پایان کار، دستگاه جوش را خاموش و محدوده‌ای که مشغول به‌کار بودید را تمیز کنید.
۵ـ فلزات دور ریز را در محفظه‌ای که مخصوص جمع‌آوری آنهاست قرار دهید.

عوامل مؤثر بر کیفیت جوش

مهم‌ترین عواملی را که روی کیفیت جوش تأثیرگذار هستند را می‌توان به‌صورت زیر طبقه‌بندی کرد:

الف) آمپر جوش

هر الکترود باید در یک آمپر (شدت جریان) مشخص به‌کار گرفته شود.

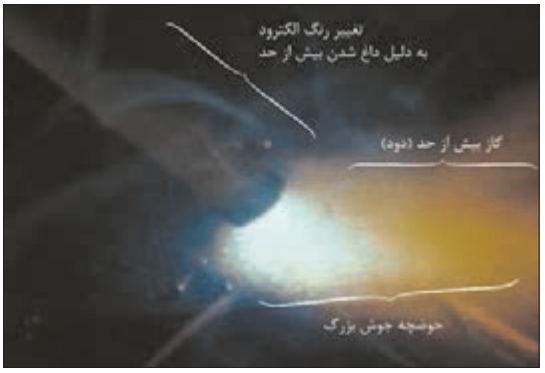
جدول ۶ـ رنج آمپر برای الکترودهای جوشکاری متداول در فرایند الکترود دستی

الکترود	طبقه‌بندی					
اندازه	E۶۰۱۰	E۶۰۱۱	E۶۰۱۲	E۶۰۱۳	E۷۰۱۶	E۷۰۱۸
۳۲/۳in .(۲/۴mm)	۱۱۰ـ۷۰	۱۰۵ـ۷۵	۸۵ـ۴۰	۹۰ـ۴۰	۷۰ـ۵۰	۴۰ـ۸۰
۸/۱in .(۳/۲mm)	۱۶۵ـ۹۰	۱۵۰ـ۱۰۰	۱۲۰ـ۷۰	۱۳۰ـ۷۵	۱۲۵ـ۸۵	۱۳۰ـ۷۰
۳۲/۵in .(۴mm)	۲۲۰ـ۱۲۵	۱۹۰ـ۱۴۰	۱۶۰ـ۱۳۰	۲۰۰ـ۱۲۰	۱۶۰ـ۱۳۰	۱۶۵ـ۱۱۰

جوشکاری با جریان بسیار پایین‌تر از آنچه در جدول ۶ آمده است سبب ذوب ناقص و ناپایداری قوس می‌شود. در این حالت طول قوس کوتاه و نتیجه آن اتصال کوتاه و چسبیدن الکترود بر روی سطح پلیت می‌باشد. جوشکاری با آمپر پایین ممکن است به‌دلیل اینکه حوضچه مذاب جوش به اندازه کافی جریان پیدا نکرده و در نتیجه فلاکس هم واکنش خوبی نداشته است دارای ناخالصی (سرباره) یا گاز شود همچنین این جریان بسیار پایین ممکن است موجب عدم نفوذ در عمق قطعه کار شود.

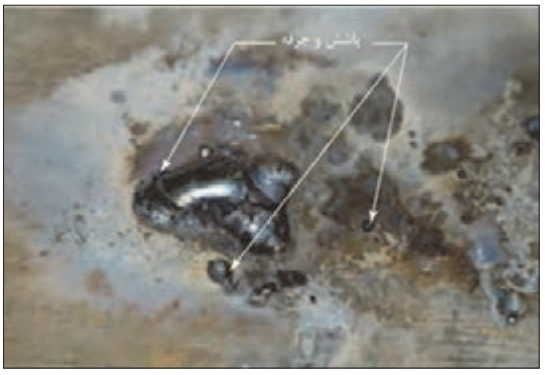
زمانی که جریان افزایش می‌یابد، سیم (مغز الکترود) به‌دلیل مقاومت الکتریکی داغ می‌شود این پیش گرمایی سیم موجب می‌شود که برخی از مواد شیمیایی داخل پوشش الکترود زودتر بسوزند. ازدست دادن بالانس عناصر شیمیایی الکترود موجب ناپایداری قوس می‌شود.

شکل ۲۶ـ جوشکاری با آمپر بسیار پایین



شکل ۲۷ـ جوشکاری با آمپر بسیار بالا

با افزایش، آمپر طول قوس افزایش می‌یابد و افزایش طول قوس باعث پاشش جرقه بیش از حد می‌شود. جوشی که در نتیجه آمپر بالا ایجاد شود یک سطح صاف و پهنی خواهد داشت، و همچنین نفوذ آن عمیق‌تر خواهد بود. به‌دلیل بالا بودن دمای جرقه‌ها، هنگام برخورد با سطح قطعه به آن می چسبند و پس از سرد شدن، به راحتی نمی‌توان آنها را از سطح فلز جدا کرد (شکل ۲۸).



شکل ۲۸ـ پاشش سخت شده بر روی فلز پایه

فعالیت کارگاهی

بررسی تأثیر افزایش و کاهش شدت جریان بر روی جوش (مهره جوش، گرده جوش، کیفیت جوش)

مواد مورد نیاز: الکترود هایی با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر دو پلیت فولادی یکی با ضخامت۶ میلی‌متر و دیگری با ضخامت ۱۳ میلی‌متر (ضخیم)

مراحل انجام کار:

۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.

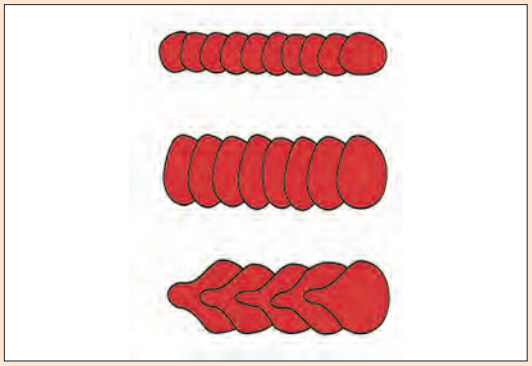
۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.
۳ـ حالت اول: دستگاه جوشکاری را روی آمپر ۹۰ تنظیم کنید سپس قوس را برقرار کنید و در حدود ۲۵ میلی‌متر جوشکاری کنید. سپس شدت جریان را به اندازه ۱۰ آمپر افزایش دهید، قوس را برقرار کنید و در حدود ۲۵ میلی‌متر دیگر جوشکاری کنید، و همین فرایند تا بالاترین آمپر دستگاه جوشکاری خود ادامه دهید.
۴ـ حالت دوم: الکترود را عوض کنید و دستگاه جوشکاری را دوباره بر روی ۹۰ آمپر تنظیم کنید و در حدود ۲۵ میلی‌متر بر روی پلیت جوشکاری کنید، شدت جریان را به مقدار ۱۰ آمپر کاهش دهید، این فرایند را تا کمترین آمپر تکرار کنید.
۵ـ دو حالت (پلیت) را از از لحاظ عرض جوش، اندازه حوضچه، پاشش، سهولت در برداشتن سرباره و نفوذ بررسی کنید. همچنین مقدار الکترود باقی مانده را در دو حالت مقایسه کنید، و در قالب یک گزارش ارائه دهید.

توجه

تنظیم شدت جریان در حین جوشکاری، باعث خراب شدن دستگاه می‌شود، در نتیجه برای تنظیم دستگاه ابتدا جوشکاری را قطع کنید و سپس دستگاه را تنظیم نمایید و مجدد جوشکاری کنید.

ب) اندازه الکترود

اندازه الکترود با مقدار گرمای وارد شده به قطعه رابطه مستقیمی دارد. انتخاب اندازه صحیح الکترود جوشکاری برای یک جوش به مهارت جوشکار، ضخامت فلز مورد جوشکاری و اندازه فلز بستگی دارد.
استفاده از الکترودهایی با قطر کمتر نیاز به مهارت کمتری نسبت به الکترودهای با قطر بزرگ دارد. اگر برای اتصال قطعات کوچک و نازک از الکترود با قطر بزرگ استفاده شود، باعث گرم شدن بیش از حد آن می‌شود و ممکن است به قطعه آسیب وارد شود. به‌طور کلی برای تعیین اینکه آیا دمای گرده جوش یا گرمای وارده شده به قطعه زیاد است یا نه، باید به شکل انتهای جوش‌ها توجه کرد (شکل ۲۹).

شکل حوضچه جوش	مقدار حرارت وارد شده به قطعه
	خیلی پایین صحیح خیلی بالا

شکل ۲۹ـ تأثیر گرمای وارد شده به قطعه بر روی شکل حوضچه جوش

موج‌های گرد و یکنواخت نشان می‌دهد که جوش به‌صورت یکنواخت سرد شده است و گرما بیش از حد نبوده است اگر موج به‌صورت نقطه‌ای ایجاد شود، بیانگر این است که فرایند سرد شدن جوش بسیار آهسته بوده و گرمای وارد شده به قطعه بسیار زیاد بوده است. گرمای بیش از حد باعث سوختگی جوش می‌شود و هنگامی که سوختگی جوش اتفاق می‌افتد تعمیر آن سخت است.

برای رفع مشکلات ناشی از گرمای بیش از حد، می‌توان از راهکارهای زیر استفاده کرد:
۱ـ کاهش آمپر
۲ـ استفاده از طول قوس کوتاه
۳ـ به‌کارگیری قطعه بزرگ‌تر
۴ـ به‌کارگیری الکترود با قطر کمتر

فعالیت کارگاهی

بررسی تأثیر ضخامت قطعه‌کار، جریان، طول قوس و سرعت پیشروی بر روی جوش (مهره جوش، گرده جوش، کیفیت جوش)

مواد مورد نیاز: الکترود هایی با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر سه پلیت فولادی با ضخامت های متفاوت: پلیت اول ۳ میلی‌متر پلیت دوم ۵ میلی‌متر پلیت سوم ۶ میلی‌متر

مراحل انجام کار:
۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.
۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.
۳ـ حالت اول: ابتدا بر روی پلیت‌ها به‌صورت زنجیره‌ای جوشکاری کنید. جوشکاری در شرایط آمپر، سرعت پیشروی و طول قوس ثابت در هر سه پلیت انجام شود. در انتها این ۳ پلیت را از لحاظ ظاهر و پهنای مهره جوش مقایسه کنید.
۴ـ حالت دوم: در این مرحله جوشکاری در شرایطی متفاوت از مرحله اول انجام شود، به‌طوری که آمپر مشابه به حالت قبلی، سرعت پیشروی و طول قوس را تغییر دهید و یک جوش اضافی به روی پلیت‌ها ایجاد کنید، سپس ظاهر جوش، پهنای مهره جوش و.... را با هم مقایسه کنید.
۵ـ حالت سوم: در این مرحله، طول قوس و سرعت پیشروی همانند مرحله اول باشد اما آمپر را تغییر دهید (آمپر را کاهش دهید) و یک جوش اضافی روی پلیت ایجاد کنید و سپس پهنای مهره جوش (گرده جوش) را از لحاظ ظاهری مقایسه کنید.
۶ـ نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

ج) طول قوس (ARC LENGTH)

طول قوس به فاصله‌ای گفته می‌شود که الکترون‌ها باید از نوک الکترود تا سطح پلیت پرش کنند. همان گونه که جوش پیشرفت می کند و ادامه می یابد الکترود کوتاه‌تر می‌شود یا به‌عبارتی دیگر مصرف می‌شود. برای ثابت نگهداشتن طول قوس باید الکترود به‌طور پیوسته به سمت پلیت، پایین آورده شود. پایدار نگه داشتن طول قوس بسیار مهم است، و تغییر بزرگ در طول قوس تأثیر منفی برروی جوش خواهد داشت.

شکل ۳۰ــ جوشکاری با طول قوس بسیار کم

شکل ۳۱ــ جوشکاری با طول قوس بسیار زیاد

زمانی که طول قوس کم می‌شود فاصله انتقال قطره مذاب کاهش یافته در نتیجه الکترود به قطعه کار می چسبد (شکل ۳۰).

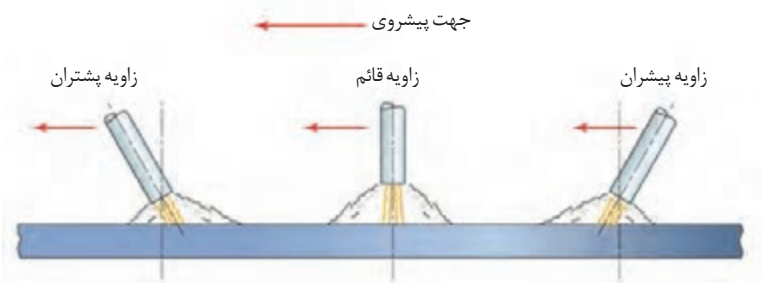
جوش‌هایی که در نتیجه طول قوس بلند ایجاد می‌شوند، بسیار باریک، محدب و برجسته می‌باشند (شکل ۳۱).

فاکتورهای مؤثر بر طول قوس؛ نوع الکترود، طرح اتصال، ضخامت فلز و جریان جوشکاری می‌باشند.

به‌دلیل اینکه قوس‌های کوتاه، گرما و نفوذ کمتری ایجاد می‌کنند، برای جوشکاری فلزات نازک‌تر و یا اتصال نازک به ضخیم بسیار مناسب هستند. آمپر بالا برای پایدار کردن قوس کوتاه نیاز است تا یک ذوب خوب باحداقل ناخالصی سرباره‌ای ایجاد کند. بهترین طول قوس مورد نیاز در جوشکاری وقتی که از الکترود با قطر ۳ میلی‌متر استفاده می‌شود۳ میلی‌متر است اما این فاصله متغیر است. هنگامی که شرایط جوشکاری تغییر می‌کند طول قوس نیز باید تغییر کند.

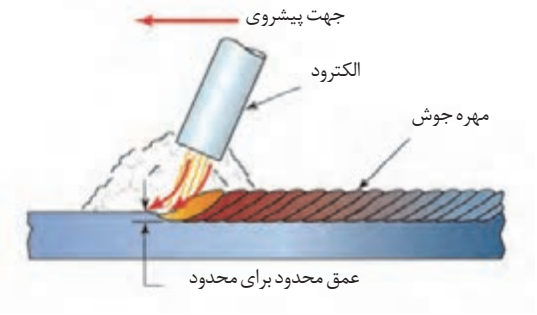
د) زاویه الکترود (ELECTRODE ANGLE)

به زاویه بین الکترود و سطح فلز مورد اتصال، زاویه الکترود گفته می‌شود. این زاویه متأثر از جهت پیشروی الکترود (جهت جوشکاری)می‌باشد.براین‌اساس زاویه الکترود را به دو صورت زاویه پیشران و زاویه پشتران تقسیم می‌کنند(شکل ۳۲).

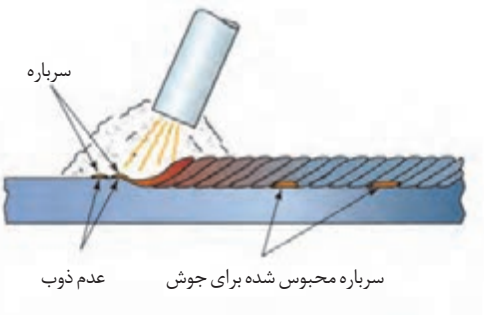


شکل ۳۲ــ جهت پیشروی و زاویه الکترود

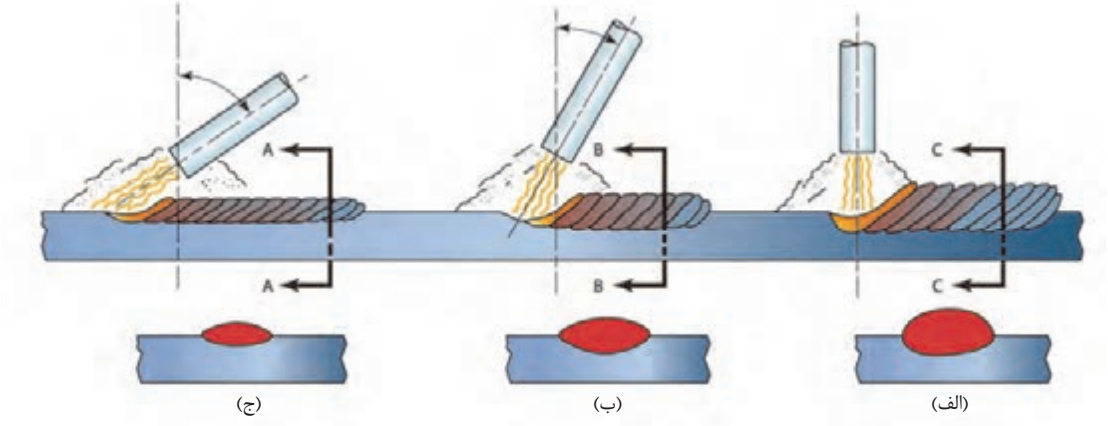
ـ زاویه پیشروی پیشران: همان‌طور که در شکل‌های ۳۳ و ۳۴ می‌بینید، این زاویه، فلز مذاب و سرباره را به سمت جلو گرده جوش هدایت می‌کند در نتیجه قبل از اینکه سطح فلز پایه ذوب شود، فلز پرکننده و سرباره سرد می‌شود. این سرد شدن، از ذوب شدن و آمیخته شدن فلزات با یکدیگر (فلز پایه و فلز پرکننده) جلوگیری می‌کند و سبب می‌شود مقداری ناخالصی سرباره‌ای روی جوش باقی بماند.
به‌طور کلی از زاویه پیشران در جایی که می‌خواهیم نفوذ را کاهش دهیم یا از ریزش فلز مذاب حین جوشکاری عمودی جلوگیری کنیم، استفاده می‌کنیم.



شکل ۳۳ـ زاویه پیشران

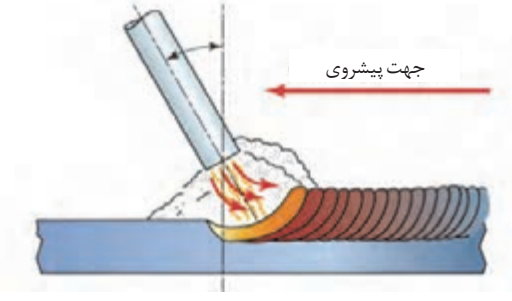


شکل ۳۴ـ ناخالصی سرباره در جوش

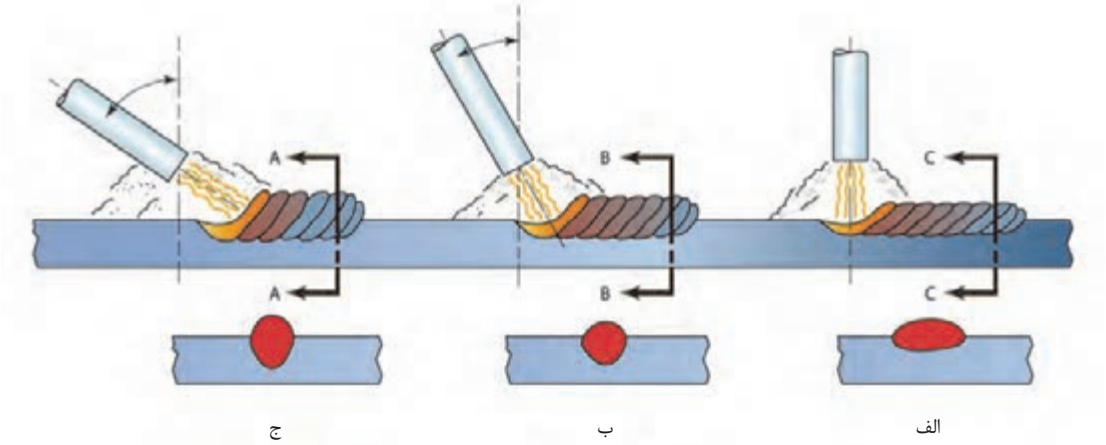


شکل ۳۵ـ تأثیر زاویه پیشران روی تشکیل مهره جوش (گرده جوش)، پهنا و نفوذ جوش، با افزایش زاویه به سمت زاویه ۹۰ درجه افزایش می‌یابد

ـ زاویه پشتران: همان‌طور که در شکل ۳۶ می‌بینید، جوشکاری با این زاویه موجب می‌شود که فلز مذاب به سمت عقب (پشت حوضچه مذاب) هدایت شود. درحالی‌که فلز ذوب شده به پشت حوضچه هدایت می‌شود، قوس الکتریکی مقدار بیشتری از فلز مذاب را ذوب می‌کند. با افزایش زاویه پشتران، نفوذ عمیق‌تر و جوش تقویت می‌شود (شکل ۳۷).



شکل ۳۶ـ زاویه پشتران



شکل ۳۷ـ تأثیر زاویه پشتران روی مقدار گرده جوش تشکیل شده، پهنا، نفوذ، سطح (در سطح A ـ A به‌دلیل زاویه پیشران بزرگ‌تر گرده جوش بیشتر ایجاد شده است)

فعالیت کارگاهی

بررسی تأثیر تغییرات زاویه الکترود بر روی جوش

مواد مورد نیاز: الکترودهایی با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر
پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر

مراحل انجام کار:

۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.

۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.

۳ـ جوشکاری را با زاویه پشتران زیاد شروع کنید، در حدود ۲۵ میلی‌متر جوشکاری کنید. طوری جوشکاری کنید که حوضچه جوش را با چشم ببینید، به‌آرامی زاویه الکترود افزایش دهید، و تغییرات را برروی جوش مشاهده کنید (شکل ۳۸).

شکل ۳۸ـ جوشکاری با زاویه پشتران

شکل ۳۹ـ جوشکاری با زاویه پیشران

۴ـ هنگامی که زاویه به ۹۰ درجه رسید، یک جوش در حدود ۲۵ میلی‌متر ایجاد کنید.

۵ـ جوشکاری را با تغییر زاویه الکترود به پیشران ادامه دهید.

۶ـ به حوضچه جوش در نقاطی که در شکل ۳۹ آمده است نگاه کنید.

توجه

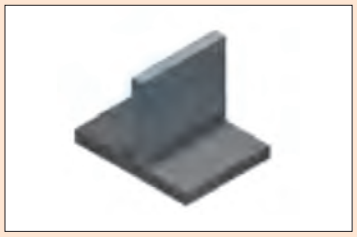
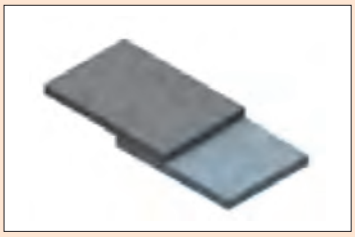
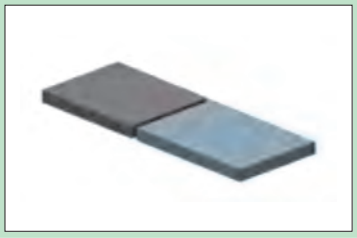
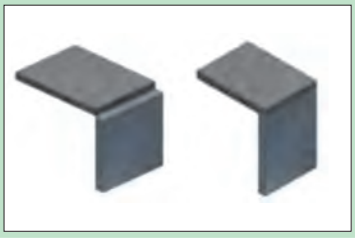
در طول جوشکاری، شما باید قوس و سرعت پیشروی را ثابت نگهدارید

۷ـ در پایان نتایج را تحلیل کنید و به‌صورت یک گزارش ارائه دهید.

انواع طرح اتصال

تنوع قرارگیری قطعات نسبت به هم و شرایط کاری مختلف، طرح‌های اتصال متفاوتی را الزام می‌دارد که در جدول ۷ با آنها آشنا می‌شوید.

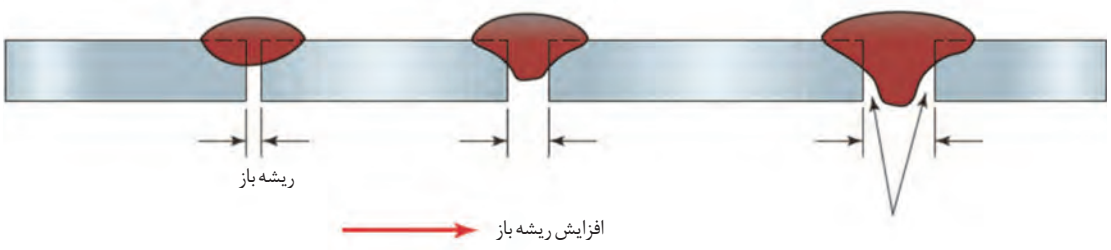
جدول ۶ـ انواع طرح اتصال

نام اتصال	شکل	نام اتصال	شکل
اتصال T شکل سپری		اتصال لبه روی هم	
اتصال لب‌به‌لب		اتصال زاویه خارجی گوشه	

با توجه به اینکه در زمینه تعمیرات تجهیزات کشاورزی بیشتر اتصال لب‌به‌لب مورد استفاده قرار می‌گیرد در این کتاب تنها به این روش پرداخته می‌شود.
همان‌طور که در شکل ۴۰ می‌بینید دو پلیت به‌وسیله جوش لب‌به‌لب به یکدیگر متصل شده‌اند.

شکل ۴۰ـ مقطع باید کوچک و یکنواخت باشد تا تأثیری بر جوش نهایی نداشته باشد

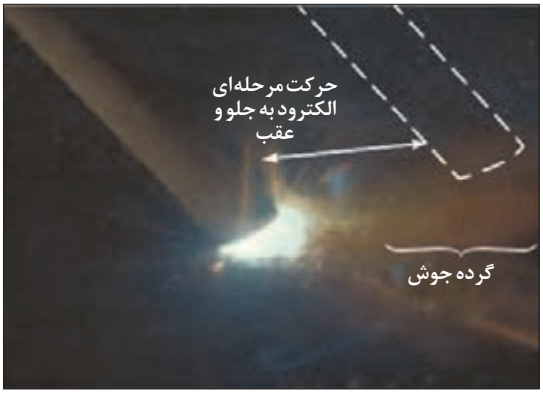
به فاصله بین دو پلیت (Tack Weld)، ریشه باز یا شکاف ریشه گفته می‌شود. تغییر در اندازه ریشه باز تأثیر بر نفوذ جوش می‌گذارد. با افزایش فاصله بین دو قطعه، مقدار نفوذ نیز افزایش می‌یابد. مقدار ریشه باز برای اکثر اتصالات بین ۰ تا ۳ میلی‌متر می‌باشد. ریشه باز بسیار بزرگ باعث سوختگی در ریشه می‌شود (شکل ۴۱).



شکل ۴۱ــ اثر ریشه باز بر روی نفوذ جوش

تکنیک‌های جوشکاری (ELECTRODE MANIPULATION)

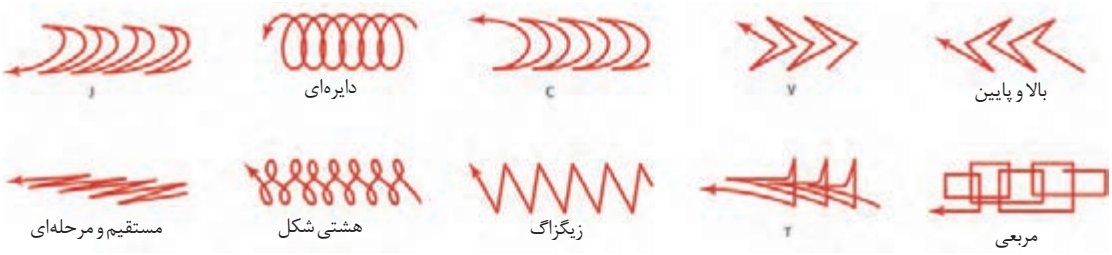
نحوه حرکت الکترود در حین جوشکاری اصطلاحاً تکنیک جوشکاری نامیده می‌شود.



شکل ۴۲ــ در تکنیک های جوشکاری الکترود به آرامی به سمت جلو می‌رود و دوباره به حوضچه جوش بر می گردد

شکل ۴۳ــ در حرکت مستقیم الکترود نمی تواندبه خوبی فلز پایه را ذوب کند و در جوش رسوب نماید

جابه‌جایی و حرکت موجی شکل الکترود می‌تواند مشخصه‌هایی مانند نفوذ، پاشنه جوش، عرض جوش، تخلخل، سوختگی کناره جوش، روی هم افتادگی و ناخالصی سرباره را کنترل کند. نوع الگوی حرکتی برای هر جوش به جوشکار بستگی دارد و براساس تجربه فرد انتخاب می‌شود. به هر حال، برخی از الگوها برای بعضی از وضعیت‌های جوشکاری مناسب و مفید می‌باشد. الگوهای بسیاری برای جوشکاری وجود دارد که جوشکاران می‌توانند از آن استفاده کنند (شکل ۴۴).



شکل ۴۴ـ انواع الگوهای حرکتی موجی شکل

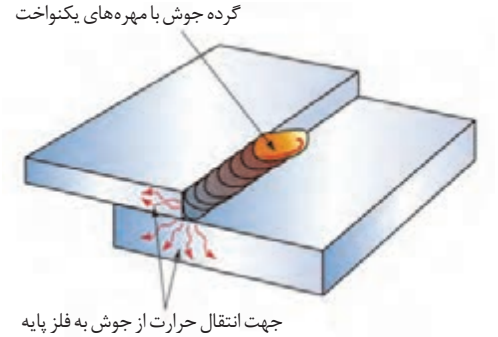
تکنیک دایره‌ای اغلب برای جوشکاری در حالت تخت برای اتصال لب‌به‌لب و سپری مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این الگو برای گرده‌سازی و پوشش‌دهی استفاده می‌کنند.

جوشکاری با این الگو باعث ایجاد گرده جوش پهن با نفوذ سطحی می‌شود.

جوشکاری با این الگو باعث ایجاد گرده جوش باریک با عمق نفوذ بالا می‌شود.

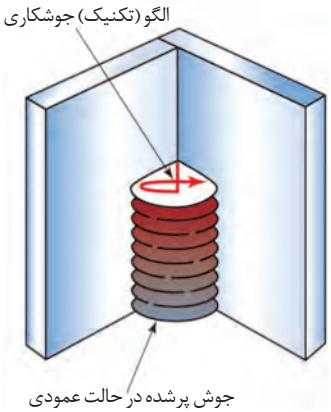
شکل ۴۵ـ الگوی دایره‌ای شکل

با افزایش پهنای دایره‌ها می‌توان گرده‌ای پهن‌تر و نیز با نفوذ بالاتر ایجاد کرد (شکل ۴۵). الگوی دایره‌ای برای جوشکاری وضعیت تخت به‌خصوص برای پر کردن اتصالاتی که دارای فاصله بزرگ (گپ بین دو قطعه) هستند استفاده می‌شود. تکنیک J برای اتصالات لب روی هم به‌خصوص در حالت عمودی بسیار خوب جواب می‌دهد از دیگر ویژگی‌های این تکنیک این است که باعث می‌شود که گرما روی پلیت ضخیم‌تر متمرکز شود (شکل ۴۶).



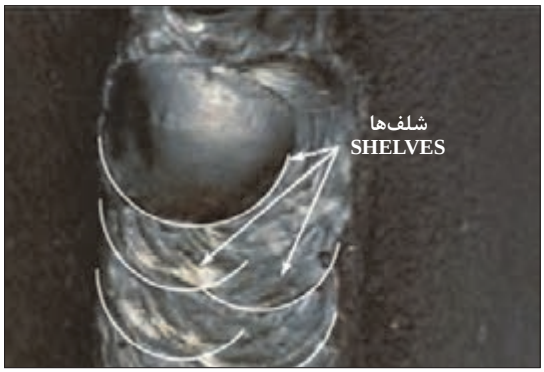
شکل ۴۶ـ الگوی J شکل اجازه می‌دهد تا گرما روی قطعه ضخیم‌تر متمرکز شود.

الگوی T برای جوش‌های گوشه و همچنین برای جوش‌های شیاری با نفوذ عمیق کاربرد دارد.



شکل ۴۷ـ الگوی T معکوس

الگوهای هشت شکل و زیگزاگ در وضعیت‌های تخت و عمودی، برای پالس‌های پوششی استفاده می‌شود. استفاده از این الگوها سبب تشکیل شلف (مهره‌های بزرگ) برای محافظت از حوضچه جوش می‌شود (شکل ۴۸).



شکل ۴۸ـ شلف (مهره‌های بزرگ)

فعالیت کارگاهی

گرده‌سازی و ایجاد خط جوش در وضعیت های مختلف

مواد مورد نیاز: الکترود هایی با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

مراحل انجام کار:

۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.

۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.

۳ـ پلیت را در وضعیت افقی قرار دهید.

۴ـ جوشکاری را از انتهای پلیت شروع کرده و یک خط جوش مستقیم در طول کل پلیت ایجاد کنید.

۵ـ در حین جوشکاری به حوضچه جوش نگاه کنید (از ماسک و کلاه جوشکاری استفاده کنید).

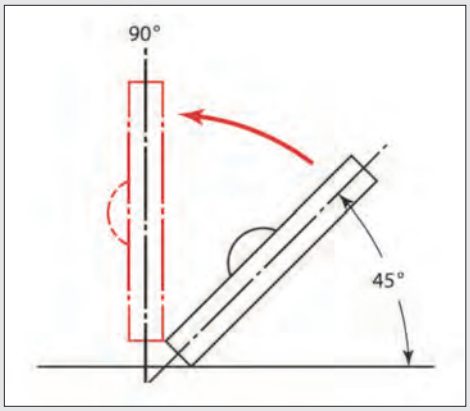
۶ـ پلیت را سرد کنید، سپس بررسی کنید آیا عیبی در آن مشاهده می کنید؟

۷ـ پلیت را در زاویه ۴۵ درجه (شکل ۴۹) قرار دهید و مراحل ۳ تا ۵ را تکرار کنید.

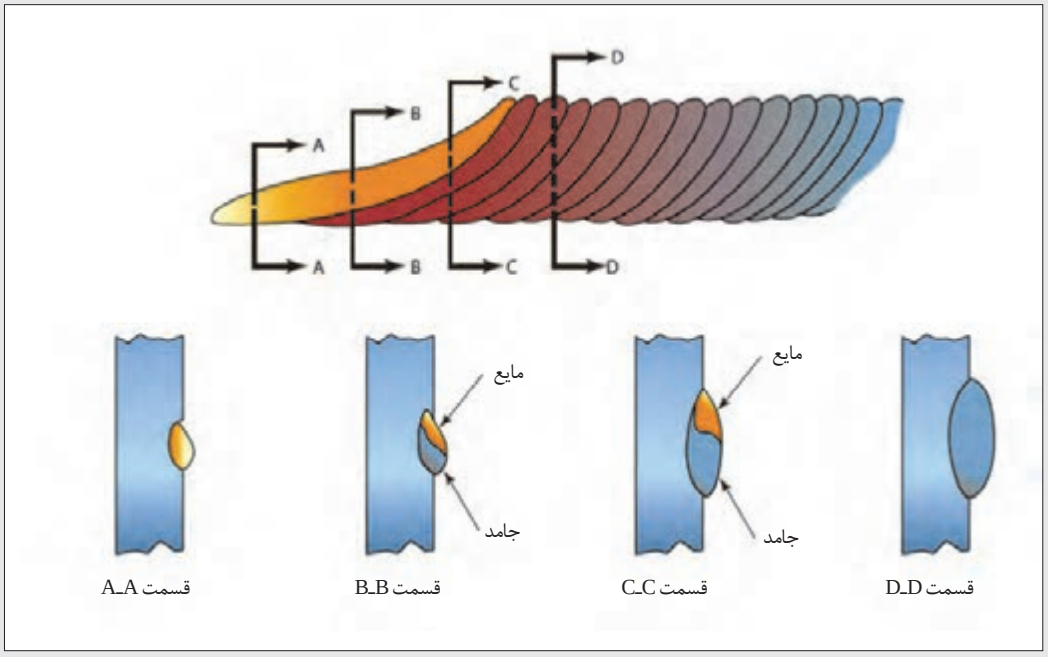
۸ـ پلیت را در وضعیت عمودی قرار دهید و گرده‌سازی و ایجاد خط جوش را انجام دهید. استفاده از الگوی J شکل در این حالت بسیار مناسب می‌باشد.

۹ـ این کار را (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) آن‌قدر ادامه دهید تا مهارت کافی در ایجاد خط جوش کسب کنید.

۱۰ـ در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.



شکل ۴۹ـ تغییر زاویه پلیت همزمان با افزایش مهارت



شکل ۵۰ـ نحوه حرکت دست در ایجاد خط جوش

فعالیت کارگاهی

جوشکاری اتصال لب به لب در وضعیت تخت

مواد مورد نیاز: الکترودهایی با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

مراحل انجام کار:

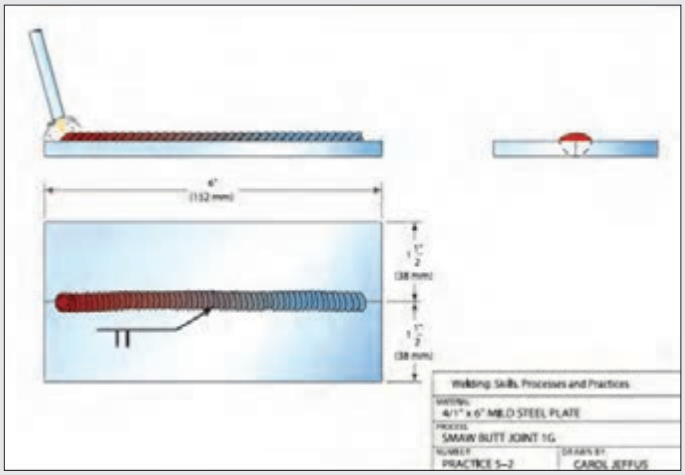
۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.

۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.

۳ـ ابتدا دو پلیت را با جوش مقطعی یا خال جوش بر روی میز جوشکاری به یکدیگر به‌صورت جزئی متصل کنید. قوس را در دو انتهای پلیت قوس برقرار کنید و یک حوضچه جوش بین دو پلیت تشکیل دهید، الکترود را در حوضچه نگه‌دارید تا اتصال برقرار شود.

۴ـ بعد از ایجاد یک پل ارتباطی بین دو پلیت به واسطه خال جوش زدن، الکترود را به‌صورت موجی شکل در طول اتصال و مطابق نقشه شماره ۲ حرکت دهید تا کل طول ۱۵۲ میلی‌متر پلیت را جوشکاری کنید. توجه داشته باشید که حین جوشکاری نباید با سرعت الکترود را در عرض اتصال حرکت دهید، در این صورت سرباره

در داخل جوش محبوس خواهد شد و عیب ناخالصی ایجاد خواهد شد (شکل ۵۱).



نقشه شماره ۲

نکته

معمولاً در این نوع اتصالات نیازی به نفوذ کامل نمی‌باشد. توجه داشته باشید که اگر نیاز به نفوذ عمیق بود، دو راه وجود دارد، ۱ـ افزایش فاصله بین پلیت ۲ـ آماده‌سازی لبه‌ها که اصطلاحاً پخ‌سازی می‌نامند، یعنی لبه پلیت را زاویه بدهیم.

۵ـ پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) آن‌قدر تکرار کنید تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت لب‌به‌لب در وضعیت تخت را کسب کنید.

۶ـ در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.

شکل ۵۱ـ عیب ایجاد شده در اثر حرکت سریع الکترود در عرض جوش

فعالیت کارگاهی

جوشکاری اتصال لب‌به‌لب در وضعیت عمودی

مواد مورد نیاز: الکترودهایی با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر، دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

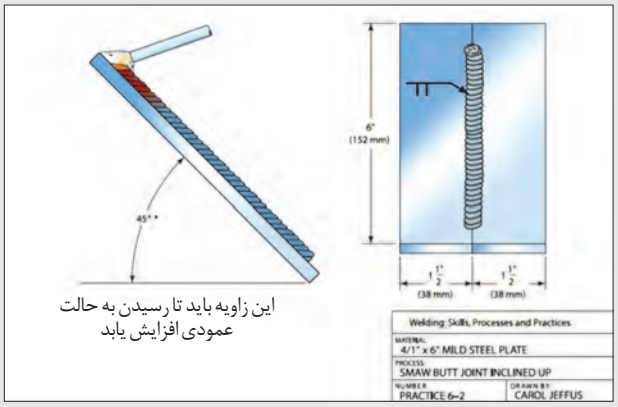
مراحل انجام کار:

۱ـ تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.

۲ـ دستگاه جوشکاری را آماده و تنظیم کنید.

۳ـ انتهای دو پلیت را در ناحیه اتصال خال جوش بزنید تا بهم متصل شوند.

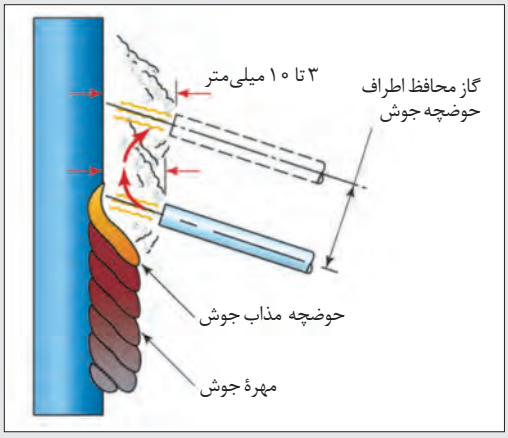
۴ـ جوشکاری برای ایجاد اتصال لب‌به‌لب در حالت زاویه ۴۵ درجه را با استفاده از الگوهای C و J و مطابق با نقشه شماره ۳، از انتهای لبه پایینی پلیت شروع کنید.



نقشه شماره ۳

نکته

همان‌طور که در شکل ۵۲ نشان داده شده، هنگامی که الکترود به سمت بالای جوش حرکت می‌کند، طول قوس به آرامی افزایش می‌یابد که نتیجه آن ثابت ماندن نرخ رسوب فلز مذاب در ناحیه اتصال می‌باشد، بنابراین هنگامی که الکترود را مجدد به سمت جوش بر می‌گردانید، باید طول قوس را کاهش دهید تا فلز مذاب رسوب کند. توجه داشته باشید که جوشکاری در حالت عمودی کمی دشوار است، از این رو برای افزایش مهارت خود باید پلیت‌ها را در زاویه ۴۵ درجه قرار دهید، و در صورت کسب مهارت در این وضعیت زاویه قرارگیری پلیت را افزایش دهید تا به وضعیت عمودی برسید، و در نهایت تمرین را در وضعیت عمودی ادامه دهید.



شکل ۵۲ـ تکنیک حرکت دست در حالت عمودی

۵ـ پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) آن‌قدر تکرار کنید تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت لب‌به‌لب در وضعیت عمودی را کسب کنید.

۶ـ در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.

ارزشیابی نهایی شایستگی جوشکاری با قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار

شرح کار: آماده‌کردن تجهیزات جوشکاری برق شامل ترانس جوش، اتصال کابل‌های جوشکاری، اتصال انبرهای جوشکاری، آماده‌کردن سطح قطعات کار، انتخاب الکترود مناسب، تنظیم آمپر، برقراری قوس الکتریکی، ایجاد خط جوش و گرده‌سازی در تمام وضعیت‌ها با توجه به شرایط جوشکاری، تمیز کردن سطح جوش، بررسی کیفیت جوش

استاندارد عملکرد: جوشکاری خطی و یا اتصال دو صفحه با طرح اتصال مربعی با تکنیک خطی یا نوسانی با به‌کارگیری دستگاه جوش الکترود دستی برابر WPS

شاخص‌ها: اتصال صحیح تجهیزات، هم‌راستایی، میزان بودن فاصله قطعات، هم‌سطح بودن دو قطعه، تنظیم شدن جریان برابر جدول، انتخاب الکترود برابر WPS رنگ شعله، زاویه درست، خال جوش هم اندازه، ذوب کامل خال جوش‌ها، جوش با مهره‌های منظم و گرده یکنواخت، ذوب کامل الکترود و قطعات کار، ایجاد جوش بدون عیب، کنترل ابعاد اندازه‌ها برابر نقشه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری الکترود دستی استاندارد با تهویه و نور کافی مجهز به سیستم سرمایشی و گرمایشی

ابزار و تجهیزات: دستگاه جوشکاری، برق، پلیت‌های فولادی، کمان اره، گیره رومیزی، انبر انتقال قطعات، الکترود E۶۰۱۳ و لوازم جانبی ایمنی فردی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی تجهیزات	۱	
۲	آماده‌سازی قطعات کار	۱	
۳	خال جوش‌زدن	۱	
۴	گرده‌سازی	۲	
۵	کنترل نهایی	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی کار فردی ـ رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه جوشکاری ـ توجه به نکات زیست محیطی		۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۴

تعمیر بدنه و مخازن فلزی ماشین‌های کشاورزی

مخازن و بدنه ماشین‌های کشاورزی در اثر تصادف، برخورد با قطعات فلزی و چوبی موجود در مزارع و باغات و همچنین در اثر خوردگی ناشی از سموم و کودها و رطوبت دچار آسیب می‌شوند. در صورت مشاهده هرگونه خرابی در این قسمت‌ها باید سریعاً نسبت به تعمیر آنها اقدام نمود زیرا علاوه بر افزایش تلفات و کاهش زیبایی ماشین سبب کاهش سطح ایمنی و افزایش احتمال حادثه می گردد.

واحد یادگیری ۴

تعمیر مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی به روش جوشکاری اکسی‌گاز

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

- مخازن و بدنه ماشین‌های کشاورزی از چه جنس‌هایی ساخته می‌شوند؟
- مخازن و بدنه غیرفلزی را به چه روش‌هایی می‌توان تعمیر کرد؟
- مخازن و بدنه فلزی را به چه روش‌هایی می‌توان تعمیر کرد؟
- آیا با جوش SMAW می‌توان بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی را تعمیر نمود؟
- از جوشکاری اکسی گاز در چه شرایطی استفاده می‌شود؟
- جوشکاری اکسی گاز به چه صورتی انجام می‌شود؟

یکی از روش‌های متداول در تعمیر مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی وصله‌کاری قسمت‌های پوسیده و سوراخ شده به‌روش جوشکاری اکسی گاز است.

جوشکاری اکسی گاز یکی از فرایندهای اتصال دائم می‌باشد که در آن انرژی گرمایی مورد نیاز برای ذوب لبه‌های اتصال و فلز پرکننده از سوختن گاز سوختنی و اکسیژن به‌دست می‌آید. از این روش می‌توان برای جوشکاری فلزات نازک، قطعات کوچک و به‌ویژه کارهای تعمیری استفاده کرد.

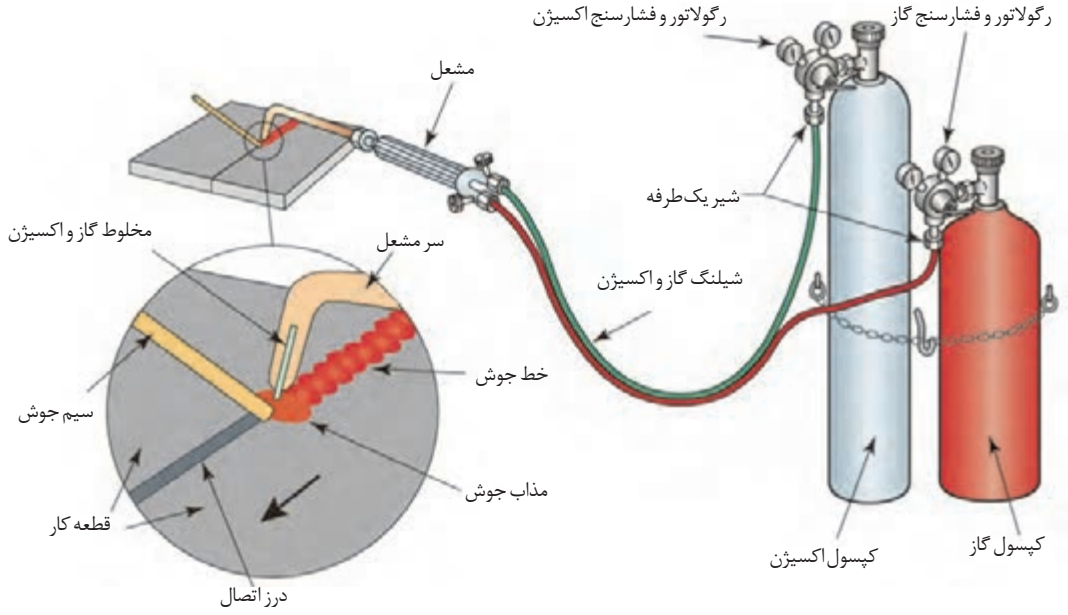
در این واحد یادگیری ابتدا اصول و مفاهیم جوشکاری با شعله اکسی گاز ارائه می‌شود و در ادامه به تکنیک و روش‌های ایجاد حوضچهٔ مذاب، ایجاد خط جوش با فلز پرکننده یا بدون فلز پرکننده، اتصال دو قطعه فولادی به‌صورت سطحی (لب‌به‌لب) در تمام حالت ها و ایجاد گرده جوش پرداخته می‌شود.

استاندارد عملکرد کار

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود جوشکاری قطعات فلزی نازک با روش اکسی گاز در وضعیت‌های مختلف و برابر نقشه و دستورالعمل را انجام دهند.

جوشکاری اکسی گاز (OFW[1])

اتصال قطعات فلزی به‌کمک حرارت ناشی از سوختن گاز و با استفاده از سیم جوش، جوشکاری اکسی گاز نامیده می‌شود. در جوشکاری با گاز از مخازن جداگانه‌ای، گاز سوختنی و اکسیژن، با فشار تنظیم شده خارج می‌شود و از طریق شیلنگ‌های رابط به مشعل می‌رسد. در مشعل، سوخت و اکسیژن به نسبت معین که با شیرهای سوخت و اکسیژن تنظیم می‌شود مخلوط شده، از سر مشعل خارج می‌گردد. با استفاده از حرارت ناشی از سوختن سوخت، قسمتی از قطعه کارها که باید به‌هم متصل شوند ذوب شده، با استفاده از سیم جوش (در برخی موارد بدون استفاده از سیم جوش) درز بین دو قطعه پر می‌شود. قطعه کارها پس از منجمد شدن نقاط ذوب شده به‌هم متصل می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱ـ شماتیک سیستم احتراق اکسی گاز و تشکیل حوضچه جوش

گازهای مختلفی به‌عنوان سوخت در جوشکاری اکسی گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد که معمول‌ترین آنها عبارت‌اند از: استیلن، پروپان و گاز طبیعی شهری. مواقعی که از گاز استیلن به عنوان گاز سوختنی استفاده می‌شود، فرایند را اکسی استیلن می‌گویند. جوشکاری اکسی استیلن (OAW) یکی از قدیمی‌ترین فرایندهای جوشکاری گازی محسوب می‌شود. استیلن هنگام سوختن با اکسیژن خالص می‌تواند حرارتی معادل ۳۱۰۰ تا ۳۲۰۰ درجه سانتی‌گراد ایجاد کند.

وسایل و تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری اکسی گاز

یک واحد جوشکاری گاز دارای تجهیزات مختلفی مانند کپسول اکسیژن، کپسول گاز، مشعل جوشکاری، تجهیزات فردی جوشکار، دستگاه تقلیل و تنظیم فشار گاز و شیلنگ‌ها می‌باشد که در ادامه به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

۱ـ Oxyfule Welding

شکل ۲ـ کپسول‌های گاز و اکسیژن

۱ـ کپسـول‌های اکسیژن و گاز: گاز و اکسیژن مورد نیاز جوشکاری تحت فشار بالا در داخل کپسـول‌های فلزی ذخیره و عرضـه می‌شـوند. هر کپسـول دارای یک شـیر فلکـه اسـت کـه به‌وسـیله درپوش مخصوصی محافظت می‌شود.
کپسول‌های اکسیژن معمولاً به رنگ آبی هستند ولی رنگ کپسـول‌های گاز قرمز، نارنجی یا زرد می‌باشد (شکل ۲).

شکل ۳ـ مولد استیلن

ممکن است به‌جای کپسول گاز استیلن از مولدهایی که در آنها از کاربید کلسیم، گاز استیلن تهیه می‌شود، استفاده کرد، ولی کاربرد کپسول گاز کم خطرتر و راحت‌تر است (شکل ۳).

گفت‌وگوی کـلاسی

با کمک گرفتن از درس شیمی خود، در مورد نحوه تولید گاز استیلن در مولد بحث کنید و نتیجه را به‌همراه فرمول شیمیایی تولید گاز استیلن به کلاس ارائه کنید.

ایـمنی

نگهداری کپسول اکسیژن

ـ کپسول اکسیژن باید از آلودگی مواد روغنی و چرب مصون باشد. هرگز کپسول‌های اکسیژن را نزدیک روغن گریس و سایر مواد چرب انبار نکنید.
ـ با دست و یا آچار روغنی نباید با کپسول اکسیژن کار کرد.
ـ هرگز از اکسیژن برای دمیدن در خط لوله و پاک کردن غبار از لباس‌ها یا برای بالا بردن فشار مخزن‌ها استفاده نکنید.
ـ کپسول‌های اکسیژن باید به دیوار یا محل مناسب دیگر به‌طور قائم مهار شده و یا در پست اکسیژن و یا در چرخ مخصوص حمل و نقل قرار داشته باشد.

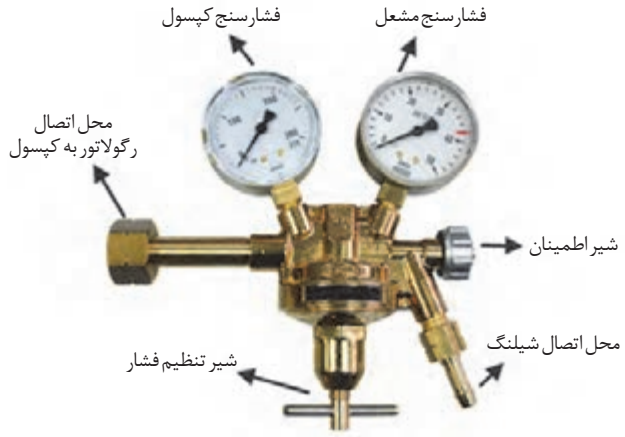
ایمنی

نگهداری کپسول استیلن

ـ کپسول‌های استیلن باید در حالت ایستاده در محلی که کاملاً تهویه می‌شود، انبار شوند.
ـ در موقع کار باید به دیوار یا محل مناسب دیگر یا به مجموعه کپسول‌ها بسته شده باشد.
ـ چنانچه در اثر برودت شیر فلکه یخ بزند، باید با آب گرم (نه با آب جوش) آن را گرم کنیم.
ـ هرگز نباید از لوله‌های مسی برای انتقال گاز استیلن استفاده شود.

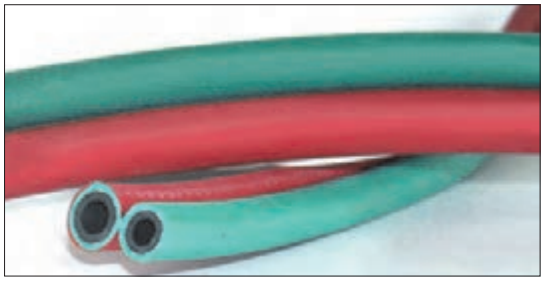
۲ـ تنظیم کننده و نشان‌دهنده فشار گاز و اکسیژن (رگولاتور): بر روی هریک از کپسول‌های گاز و اکسیژن باید از رگولاتوری استفاده کرد. با این رگولاتورها می‌توانید فشار داخل کپسول را به اندازه‌ای کم کنید تا برای انجام عملیات مورد نظر (جوشکاری) مناسب باشد. برای نشان دادن فشار گاز، بر روی رگولاتور دو فشارسنج وجود دارد. فشارسنج نزدیک به شیر کپسول، فشار داخل کپسول را نشان می‌دهد و فشارسنج دوم فشار گاز خروجی را تعیین می‌کند. رگولاتور کپسول استیلن معمولاً تا ۴۰ بار مدرج است. فشار سنج دوم این رگولاتور نیز تا ۲/۵ بار مدرج شده است. رگولاتور کپسول اکسیژن نیز در فشار سنج اول تا ۳۳۰ بار و فشار سنج دوم تا ۱۵ بار مدرج می‌شود (شکل ۴).

رگولاتورها مجهز به یک شیر اطمینان هستند تا از ایجاد فشار اضافی ممانعت کنند و به رگولاتور آسیبی نرسد.



شکل ۴ـ رگولاتور و فشارسنج‌ها

۳ـ شیلنگ‌های هدایت گاز و اکسیژن: برای انتقال و هدایت گاز و اکسیژن از کپسول به مشعل، از شیلنگ‌های با قطر استاندارد استفاده می‌شود. قطر داخلی شیلنگ اکسیژن کمتر و استحکام آن بیشتر است و رنگ آن آبی، سبز یا سیاه است. شیلنگ گاز به رنگ قرمز یا قهوه‌ای مشخص می‌شود و قطر بزرگ‌تری دارد (شکل ۵).



شکل ۵

ایـمنی

اتصال شیلنگ‌ها روی مشعل یا دستگاه تقلیل فشار یا دستگاه‌های دیگر باید به کمک بست‌های ثابت مناسب و قابل تنظیم و صددرصد مطمئن صورت گیرد. هرگز نباید از مفتول آهنی برای محکم کردن آن استفاده کرد، زیرا باعث بریدگی شیلنگ‌ها می‌شود.
برای کنترل نشت گاز از محل اتصال‌ها هرگز نباید از شعله استفاده کرد، بلکه باید با آب و صابون و یا فروبردن محل اتصال در ظرف آب، نشتی گاز را بررسی کرد.

۴ــ مشـعل جوشکاری: شـیلنگ‌های اکسـیژن و گاز بـه مشـعل جوشـکاری وصل می‌شـود. میـزان گاز مـورد نیاز به کمک دو شیری که بر روی مشعل وجود دارد تنظیـم می‌شـود. پـس از مخلـوط شـدن گاز اسـتیلن و اکسیژن در مشعل، مخلوط گاز از سـر مشعل خارج می‌شود. سـر مشـعل قابـل تعویـض اسـت و باید متناسـب بـا ضخامت قطعـه کار انتخاب شود (شکل۶).

شکل ۶ــ مشعل جوشکاری و سرمشعل‌های آن

تحقیق کنید

تحقیق کنید اعداد نوشته شده بر روی مشعل‌ها چه‌چیزی را نشان می‌دهد؟

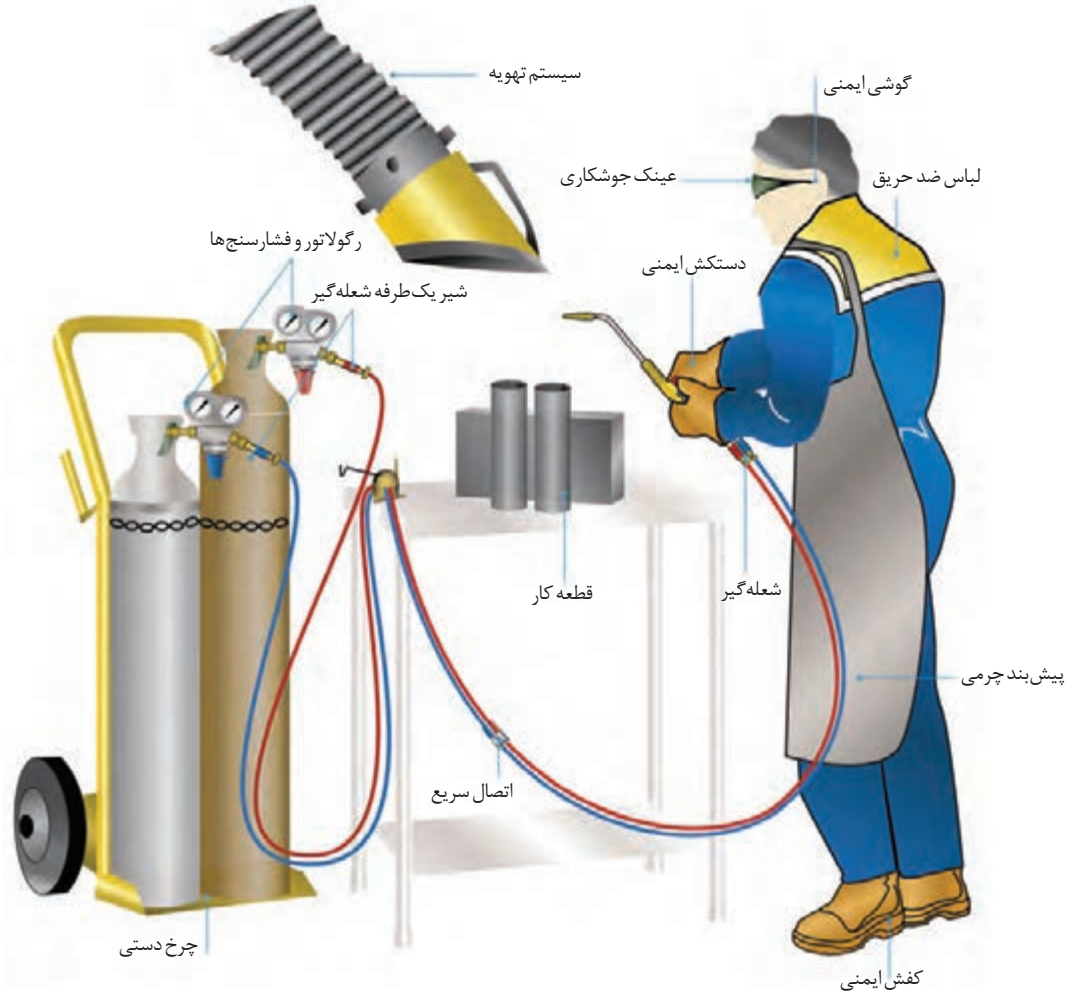
۵ــ فندک یا آتش زنه: برای روشن کردن مشعل باید از فندک مخصوص استفاده شود (شکل۷). از روشن کردن مشعل با کبریت خودداری کنید، چون ممکن است باعث سوختگی دست و یا آتش‌سوزی شود.

شکل ۷

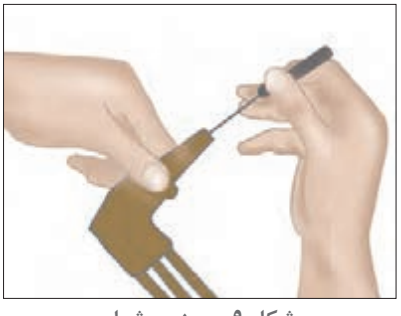
۶ــ تجهیزات فردی: تجهیزات فردی شامل لباس کار، شلوار کار، پیش‌بند چرمی، دستکش چرمی، کفش چرمی، پابند و عینک جوشکاری و کلاه ایمنی است (شکل۸).
شعلهٔ اکسی استیلن نور زیادی دارد و اگر بدون عینک مخصوص جوشکاری به آن نگاه کنیم، چشم دچار آسیب می‌شود. شیشه‌های عینک باید به‌قدر کافی تیره باشد. اصولاً این نوع شیشه‌ها از صفرتا چهارده شماره‌گذاری شده‌اند. در کتاب همراه نمرهٔ شیشه عینک و ماسک جوشکاری برای کارهای مختلف درج شده است و برای انتخاب شیشه عینک و ماسک باید مورد توجه باشد.

ایـمنی

ایمنی: در موقع جوشکاری از پوشیدن لباس‌های پشمی و نایلونی خودداری کنید.



شکل ۸ــ تجهیزات ایمنی جوشکاری گاز



شکل ۹ــ سوزن مشعل

۷ــ سوزن یا سوهان سر مشعل: در موقع تنظیم شعله مشاهده می‌شود که شعله دو شاخه یا چند شاخه شده و یا طول شعله کوتاه است و خوب تنظیم نمی‌شود. دلیل آن وجود دوده و یا اکسیدهای درون سوراخ سر مشعل است که موقع کار به نازل چسبیده است. در این حالت لازم است سوراخ پستانک با سوزن مناسب تمیز شود (شکل ۹).

۸ـ شیر یک طرفهٔ شعله گیر: خروج گاز از مولد یا از خط لوله و قبل از ورود به شیلنگ‌های لاستیکی اجباراً، از شیر یک طرفه شعله گیر را طی می‌کند (شکل ۱۰). این امر موجب می‌شود که از برگشت اکسیژن (در اثر نقص فنی یا بدکار کردن مشعل) به داخل مولدها و یا مسیر لولهٔ گاز ممانعت شود. در اصطلاح، برگشت اکسیژن را پس زدن شعله می‌گویند. از طرف دیگر چنانچه شیلنگ‌ها آتش بگیرند، از رسیدن شعله و آتش به مولد ویا خط لولهٔ گاز جلوگیری می‌شود.

شکل ۱۰ـ شیر یک‌طرفه شعله‌گیر

فیلم آموزشی

فیلم آموزشی دربارهٔ نحوهٔ عملکرد شیر یک طرفه شعله‌گیر را مشاهده کنید.

فعالیت‌کارگاهی

آماده کردن تجهیزات برای جوشکاری

مراحل انجام کار:

۱ـ کپسول‌های اکسیژن و گاز را در محل مناسب نصب کنید. کپسول‌ها باید در محیطی تهویه‌پذیر و به دور از جرقه و شعله و همچنین مواد احتراق‌زا، به‌صورت ایستاده نصب شوند. برای جلوگیری از سقوط کپسول‌ها باید آنها را به‌وسیله بست و زنجیر مهار کنید (شکل ۱۱).

شکل ۱۱ـ محل قرارگرفتن کپسول‌ها

ایمنی

در حمل کپسول‌ها دقت کنید. چنانچه در اثر بی احتیاطی به شیر فلکه آسیب برسد، گاز به سرعت از دهانه خارج می‌شود و کپسول مانند جت عمل می‌کند و خطرات زیادی به بار می‌آورد. هیچ وقت کپسول‌های گاز را حتی زمان خالی بودن، بر روی زمین نغلتانید (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ـ حمل و نقل ایمن کپسول‌ها

۲ـ کلاهک کپسول‌ها را بردارید و شیر کپسول را با پارچه‌ای تمیز که عاری از هرگونه آلودگی روغنی باشد تمیز کنید.

قبل از بستن رگولاتورها برای تمیز کردن گرد و غبار احتمالی داخل محل اتصال، در حالی که خروجی گاز به سمت مقابل شما باشد شیر را کمی باز کنید و بلافاصله ببندید (شکل ۱۳).

شکل ۱۳ـ روش تمیزکردن محل اتصال کپسول

ایمنی

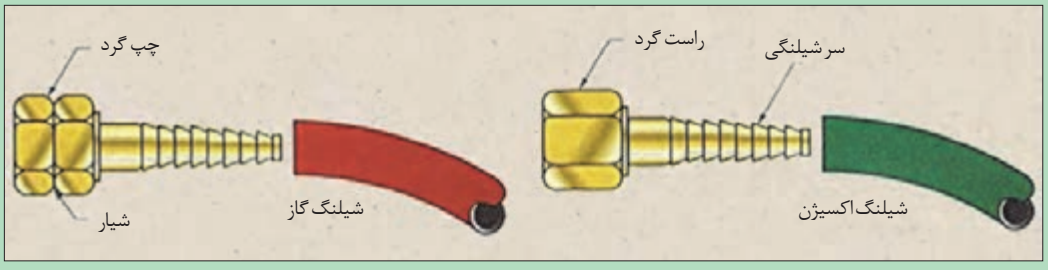
وجود روغن در روی شیر کپسول، باعث انفجار کپسول می‌شود. برای روان کردن پیچ ها و اتصالات کپسول اکسیژن می توانید از گلیسیرین یا آب صابون استفاده کنید.

۳ـ هر کدام از رگولاتورهای اکسیژن و استیلن را به کپسول مربوط وصل کنید، به‌نحوی که فشارسنج‌ها به‌صورت عمود و در مقابل دید قرار گیرند (شکل ۱۴).

شکل ۱۴ـ اتصال رگولاتور

بیشتر بدانید

مهره‌های رگولاتور اکسیژن و سایر اتصالات آن راست گرد و گاز چپ گرد است. برای شناسایی مهره‌های چپ گرد، نشانه یا یک شیار کوچک بر مهره توسط کارخانهٔ سازنده ایجاد شده است (شکل ۱۵).

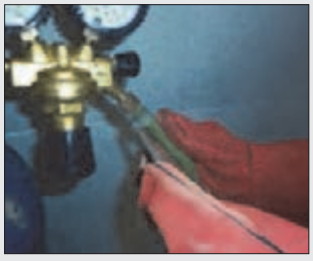


شکل ۱۵ـ تفاوت مهره‌های چپ گرد و راست گرد

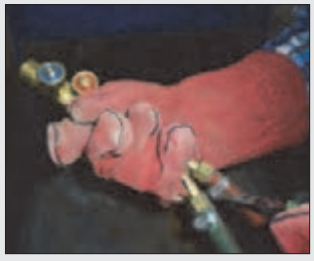
ایمنی

اکسیژن در مجاورت روغن و مواد لاستیکی واکنش شدید ایجاد می‌کند بنابراین از واشر لاستیکی برای اتصال اکسیژن استفاده نکنید. همچنین استیلن در مجاورت مس می‌تواند موجب انفجار شود بنابراین از واشرهای مسی و آلیاژهایی که مس زیاد دارند برای اتصالات مربوط به استیلن استفاده نکنید.

۴ـ شیلنگ‌ها را با بست مخصوص به رگولاتور و مشعل وصل کنید (شکل‌های ۱۶ و ۱۷). بر روی مشعل علامت OXY محل اتصال شیلنگ اکسیژن و علامت ACET محل اتصال شیلنگ استیلن را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶ـ اتصال شیلنگ به رگولاتور



شکل ۱۷ـ اتصال شیلنگ به مشعل

ایمنی

حتماً از سوپاپ‌های یک طرفه (Flash back) بر روی رگولاتور استفاده کنید (شکل ۱۸). نبستن آنها می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری ایجاد نماید.

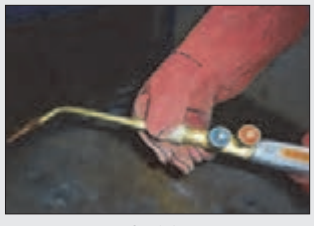
شکل ۱۸ـ محل نصب سوپاپ‌های یک طرفه (شیر برگشت)

۵ـ شیرهای مشعل را ببندید و سپس سر مشعل مناسب و مورد نظر را بر روی مشعل نصب کنید. سر مشعل باید به نحوی بسته شود که شیرهای مشعل در پهلو یا زیر قرار گیرد.

۶ـ محلول مناسب آب صابون را برای بررسی نشتی تهیه کنید.

۷ـ پیچ تنظیم فشار رگولاتور را شل کنید.

۸ـ شیر کپسول اکسیژن را به‌آرامی با کمک دست باز کنید.



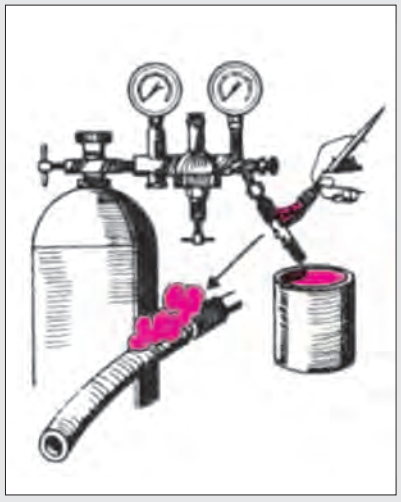
شکل ۱۹

۹ـ شیر اکسیژن روی مشعل را یک دور باز کنید. و با کمک شیر تنظیم فشار رگولاتور، فشار آن را در حدود ۲/۵ بار تنظیم کنید. سپس شیر اکسیژن مشعل را ببندید.

۱۰ـ شیر کپسول گاز را به اندازه کم (یک دوم تا یک چهارم دور) باز کنید.

۱۱ـ شیر گاز مشعل را یک دور باز کنید. سپس شیر خروج گاز روی رگولاتور را باز کرده با پیچ تنظیم رگولاتور، فشار گاز را در حدود ۰/۵ بار تنظیم کنید و سپس شیر گاز مشعل را ببندید.

۱۲ـ با استفاده از قلم مو و آب صابون نشتی احتمالی را بر روی کپسول، رگولاتور و مشعل و محل اتصال شیلنگ‌ها بررسی کنید و برای برطرف کردن آن اقدام کنید(شکل ۲۰).



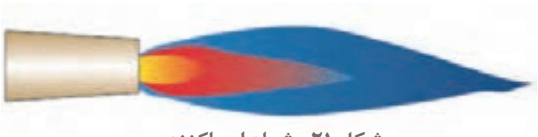
شکل ۲۰ـ بررسی نشتی

شعله‌های جوشکاری اکسی گاز

برحسب مقدار گاز و اکسیژن در مخلوط خروجی از سر مشعل، سه نوع شعله می‌توان ایجاد کرد.

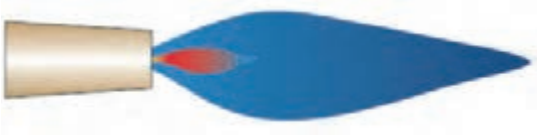
۱ـ شعله احیا کننده: در صورتی که مقدار اکسیژن از گاز کمتر باشد، شعله به سه قسمت کاملاً مجزا دیده خواهد شد که به آن شعلهٔ احیاکننده گویند (شکل ۲۱).

این گونه سوختن گاز را احتراق ناقص گویند که راندمان حرارتی آن کم است و برای جوشکاری فولادهای معمولی مناسب نیست و ممکن است برای گرم کردن و جوشکاری فلزاتی که زود اکسید می‌شوند، به‌کار رود.



شکل ۲۱ـ شعله احیاکننده

۲ـ شعلهٔ خنثی: اگر به شعله احیا آرام‌آرام اکسیژن اضافه کنیم یا گاز را کم کنیم، قسمت وسطی شعله (مخروط وسطی) کوتاه و کوتاه‌تر می‌شود و بالاخره از بین می‌رود. درست زمانی که شعله دو قسمتی می‌شود، شعله خنثی تشکیل شده است (شکل ۲۲). در این حالت هر دو گاز به نسبت مساوی تنظیم شده است. این شعله حرارت بالاتری دارد و برای جوشکاری فولادها مناسب است. البته باید دقت کرد که شعله درست تنظیم شود و اکسیژن اضافی نداشته باشد. برای این منظور همیشه اول باید شعله احیا را که دارای سه قسمت است، به‌وجود بیاوریم، سپس آن را به شعله خنثی تبدیل کنیم.



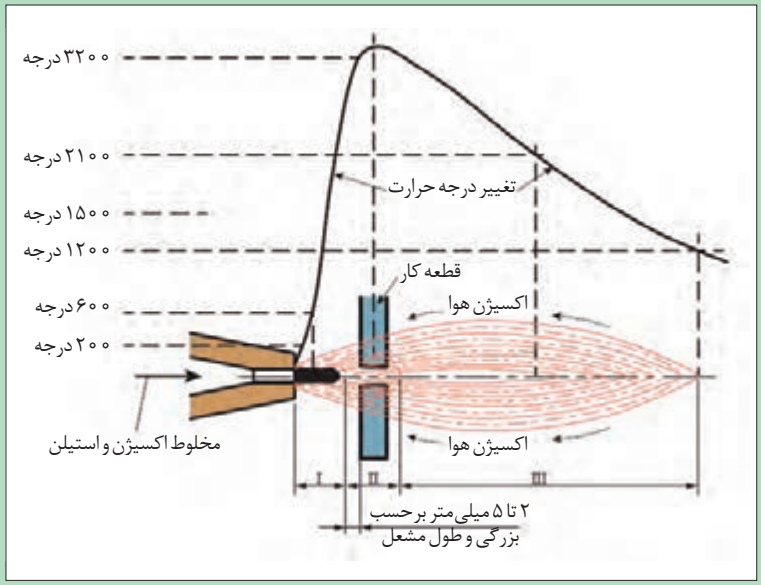
شکل ۲۲ـ شعله خنثی

۳ـ شعلهٔ اکسیدکننده: چنانچه به شعله خنثی باز هم اکسیژن بدهیم، به‌عبارت دیگر مقدار اکسیژن بیشتر از گاز باشد، شعلهٔ حاصل اکسیدکننده است (شکل۲۳). در این شعله مخروط اولی باریک و کوتاه می‌گردد و مخروط خارجی هم کوتاه می‌شود و صدای شعله بیشتر از حالت خنثی است. چنانچه با این شعله روی ورق‌های فولادی جوشکاری کنیم، به‌دلیل اکسیده شدن فولاد، جرقه‌هایی به اطراف پراکنده می‌شود و جوش حاصل شکننده می‌شود. این شعله در مواردی که بخواهیم روی ورق‌های نازک سوراخ ایجاد کنیم، ممکن است به‌کار رود و در جوشکاری به‌ندرت کاربرد دارد.

شکل ۲۳ـ شعله اکسیدکننده

توجه

بیشترین درجهٔ حرارت شعله به فاصله ۳ تا ۵ میلی‌متری مخروط اول است. نقاط نزدیک‌تر به مشعل و نقاط دورتر از این فاصله درجهٔ حرارت کمتری دارند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴ـ مقایسه درجه حرارت در نقاط مختلف شعله اکسی استیلن

فعالیت عملی

روشن کردن، تنظیم و خاموش کردن شعله

پس از تنظیم فشار اکسیژن و گاز، برای ایجاد شعله به شرح زیر عمل کنید:

۱ـ شیر گاز را به اندازه یک چهارم دور باز کنید.

۲ـ فندک را به نوک سرمشعل نزدیک کرده در همان حال فندک بزنید تا شعله‌ای زرد رنگ ایجاد شود. شیر گاز مشعل را به آهستگی باز کنید تا شعله از انتهای سرمشعل کمی دورتر شود سپس با کم کردن گاز، شعله را به سر مشعل برگردانید.

۳ـ شیر اکسیژن مشعل را آهسته باز کنید تا شعله آرام‌آرام به رنگ آبی متمایل گردد. و به این ترتیب هر سه نوع شعله را ایجاد کنید.
۴ـ برای خاموش کردن شعله ابتدا شیر گاز و سپس شیر اکسیژن مشعل را ببندید تا شعله خاموش شود.
۵ـ شیرهای کپسول‌ها را ببندید.
۶ـ شیرهای سرمشعل را باز کنید تا گاز داخل لوله‌ها خارج شده، فشارسنج‌های رگولاتورها روی صفر قرار گیرند.
۷ـ هر دو شیر مشعل را ببندید و مشعل را در محل مناسب قرار دهید.

جوشکاری گاز بدون مفتول

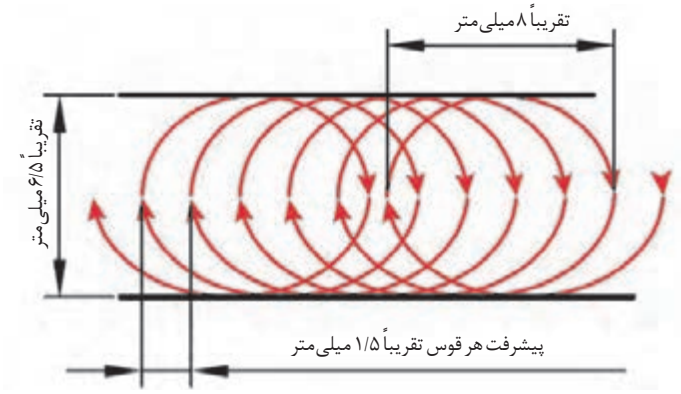
جوش بدون مفتول روی ورق‌های فلزی تا ضخامت ۲ میلی‌متری اجرا می‌شود. به‌طوری که ناحیهٔ جوش دارای استحکامی برابر با ۸۰ الی ۹۵ درصد ورق اصلی است. سرعت جوشکاری از روش‌های دیگر بیشتر و تغییر شکل‌هایی که روی ورق‌ها ایجاد می‌شود، بسیار کمتر خواهد بود.

در اجرای این نوع جوش توجه به دو عامل بسیار مهم است:
۱ـ قدرت مشعل: قدرت مشعل باید متناسب با ضخامت ورق باشد. معمولاً برای هر میلی‌متر ضخامت ورق باید ۱۰۰ لیتر در ساعت استیلن مصرف شود. با استفاده از جدول ۱ می‌توان با توجه به ضخامت ورق و نوع پستانک مورد استفاده، مقدار مصرف هر گاز و سرعت جوشکاری را تعیین کرد.

جدول ۱ـ رابطه ضخامت ورق، نوع پستانک، مقدار مصرف گاز و سرعت جوشکاری

ضخامت ورق میلی‌متر	پستانک مورد استفاده	زمان برای یک متر بر حسب دقیقه	سرعت (متر بر ساعت)	گاز لازم برای یک متر جوش	
				استیلن به لیتر	اکسیژن به لیتر
۰/۸	۷۰	$۲\frac{۱}{۲}$	۲۴	۳	۳/۶
۱	۱۰۰	۳	۲۰	۵	۶
۱/۲	۱۰۰	$۳\frac{۳}{۴}$	۱۶	۷/۵	۹
۱/۵	۱۴۰	$۴\frac{۱}{۳}$	۱۴	۱۱	۱۳
۲	۲۰۰	۵	۱۲	۱۸	۴۲

۲ـ زاویه و حرکت مشعل در اجرای ذوب سطحی: زاویهٔ مشعل نسبت به سطح کار هنگام شروع و تشکیل حوضچهٔ مذاب در حدود ۶۰ تا ۷۰ درجه و در موقع ذوب سطحی حدود ۳۰ تا ۴۵ درجه است. شعلهٔ پشت مذاب با حرکت نوسانی مطابق شکل ۲۵ حرکت می‌نماید و موج‌های صاف روی کار ایجاد می کند.



شکل ۲۵ـ الگوی حرکت مشعل در جوشکاری اکسی گاز بدون مفتول

جوشکاری گاز با استفاده از مفتول پر کننده (سیم جوش)

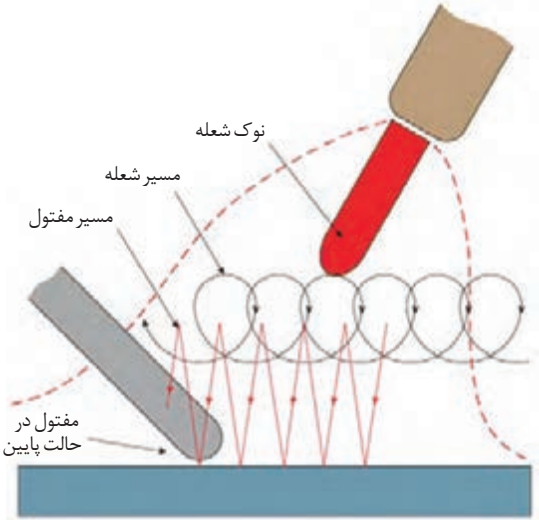
در این روش جوشکاری از سیم جوش (مفتول پرکننده) استفاده می‌شود. سیم جوش میله‌ای است که در جوشکاری اکسی گاز برای پرکردن درز از آن استفاده می‌شود. سیم جوش معمولاً به طول ۰/۵ تا ۱ متر از جنس‌های مختلف مانند فولاد نرم با روکش مس، چدن، فولاد ضدزنگ، آلومینیوم و برنج ساخته می‌شود (شکل ۲۶). جنس سیم جوش باید متناسب با قطعه کار باشد. متداول ترین حالت در این نوع جوشکاری استفاده از سیم جوش برنجی است که به جوش برنج یا جوشکاری زرد معروف است. قطر سیم جوش‌ها، معمولاً از ۱ میلی‌متر تا ۸ میلی‌متر متغیر است. قطر سیم جوش یک میلی‌متر بیش از نصف ضخامت ورق انتخاب می‌شود.

شکل ۲۶ـ انواع سیم جوش

کار در کلاس

برای جوشکاری ورق با ضخامت ۲/۵ میلی‌متر قطر سیم جوش چقدر باید باشد؟

سرعت این نوع جوشکاری از جوشکاری بدون مفتول کندتر است و مصرف گاز بیشتر از حالت قبلی است. در شکل ۲۷ مشاهده می‌شود که مشعل حرکت دورانی دارد و سیم جوش حرکت نوسانی. وقتی که بالا می‌آید به نوک مخروط نزدیک می‌شود و در موقع پایین آمدن وارد حوضچهٔ مذاب می‌شود. با این عمل هر بار مقداری از مفتول ذوب و به حوضچه مذاب اضافه می‌شود و گردهٔ جوش تشکیل می‌دهد.



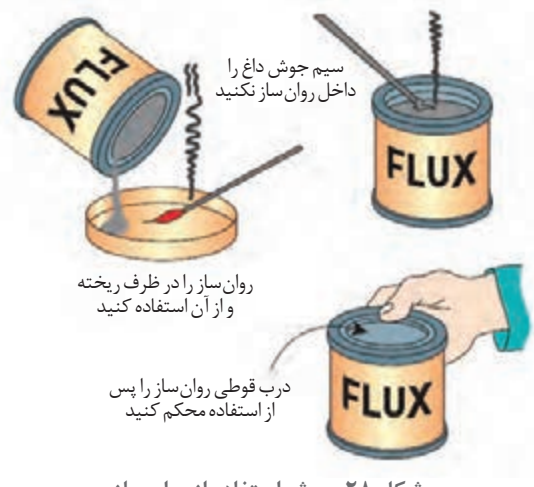
شکل ۲۷ـ الگوی حرکت مشعل و سیم جوش در جوشکاری اکسی گاز

زاویه مشعل در این روش جوشکاری متناسب با ضخامت قطعه کار باید باشد. جدول ۲ زاویه مناسب مشعل را نشان می‌دهد.

جدول ۲ـ رابطه زاویه مشعل با ضخامت قطعه کار

زاویه مشعل درجه	ضخامت قطعه mm
۱۰	۱
۲۰	۱ـ۳
۳۰	۳ـ۵
۴۰	۵ ـ۷
۵۰	۷ـ۱۰
۶۰	۱۰ـ۱۲
۷۰	۱۲ـ۱۵

روانسازها (تنه کار یا فلاکس): اکثر فلزات در اثر افزایش دما تمایل به اکسیدشدن دارند مخصوصاً فلزاتی مانند مس، برنج و آلومینیوم. برای جلوگیری از اکسید شدن فلز مورد جوشکاری و محافظت درز جوش و حرکت سریع سیم جوش مذابی بر روی درز جوش از روان ساز استفاده می‌شود. روان سازها معمولاً به‌صورت پودر یا مایع عرضه می‌گردند و به نام فلزی که برای جوشکاری آن مورد استفاده قرار می‌گیرند نامیده می‌شوند مانند روان‌ساز مس، روان‌ساز نقره، روان‌ساز چدن و... .
نکاتی که در هنگام استفاده از روان‌سازهای پودری باید رعایت شود، در شکل ۲۸ نمایش داده شده است.



شکل ۲۸ـ روش استفاده از روان‌ساز

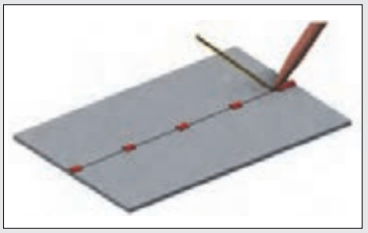
توجه

در جوش زرد، قطر مفتول ۴ به‌دلیل پایین بودن درجهٔ حرارت جوشکاری در ورق‌ها و لوله‌های گالوانیزه به‌طور گسترده کاربرد دارد. چون فلز روی که به‌عنوان روکش ورق‌های گالوانیزه به‌کار رفته است، در برابر حرارت کمتر اکسید می‌شود و مقاومت در مقابل خورندگی آن حفظ می‌گردد، علاوه‌بر این جوش برنج در جوشکاری چدن و قطعات مسی و لوله‌های مسی به‌راحتی مورد استفاده است.

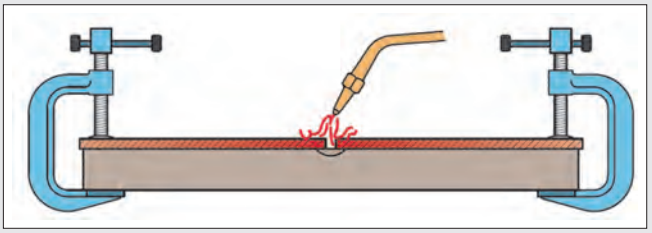
نکته

برای ثابت کردن قطعات جوشکاری، بهترین وسیله خال جوش زدن است که به فواصل معینی انجام می‌شود(شکل۲۹). این فواصل با توجه به ضخامت قطعات تعیین می‌شود که برای جوشکاری سطحی به‌صورت زیر اقدام می‌گردد:

در ورق‌ها با ضخامت کمتر از ۵ میلی‌متر، فاصلهٔ خال جوش‌ها ۳۰ برابر ضخامت ورق است و در ورق‌های با ضخامت بیش از ۵ میلی‌متر، ۲۰ برابر ضخامت آنها است. خال جوش معمولاً از وسط کار شروع می‌شود و به‌طور متناوب یکی چپ و بعدی راست، با فاصله تعیین شده، خال جوش زده می‌شود؛ به‌نحوی که همیشه شعله متوجه قسمت‌های خال جوش نخوردهٔ کار باشد. البته بدون خال جوش زدن و با استفاده از وسایل نگهدارنده و محکم‌کننده (فیکسچر) می‌توان قطعات را به هم جوش داد (شکل ۳۰).



شکل ۲۹ـ خال جوش زدن



شکل ۳۰ـ ثابت کردن قطعات با استفاده از فیکسچر

فعالیت کارگاهی

جوش برنج به روش لب‌به‌لب

مراحل انجام کار:

۱ـ دو ورق فولادی کم کربن به ابعاد ۳۰×۵۰×۱۵۰ میلی‌متر انتخاب کنید.

۲ـ قطعات مورد نظر را روی سطح صاف و مقاوم در برابر گرما و نسوز (ترجیحاً آجر نسوز) قرار دهید (شکل ۳۱).

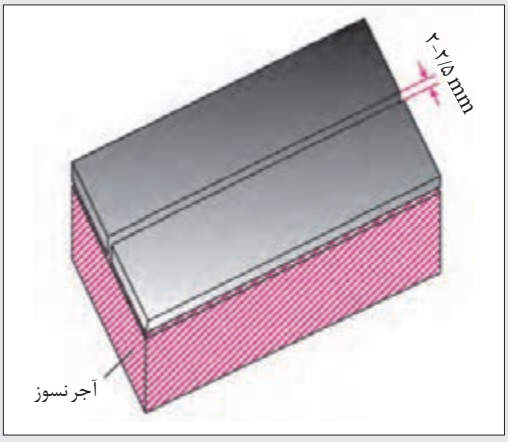
۳ـ دستگاه را آماده کرده و سر مشعل شماره ۳ را روی مشعل ببندید.

۴ـ از لباس کار و عینک جوشکاری با شیشه شماره ۵ یا ۴ استفاده کنید.

۵ـ شعله خنثی ایجاد نمایید.

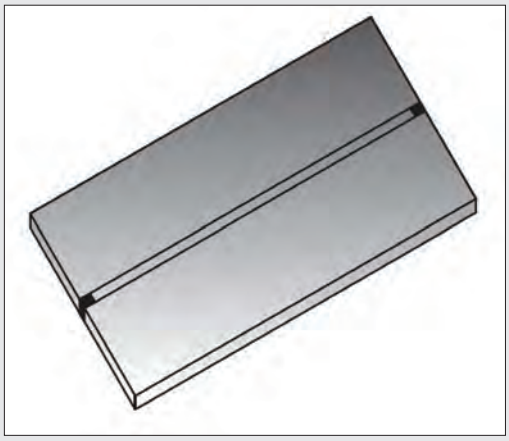
۶ـ سر سیم جوش را گرم کرده، در روان‌سازی که در ظرف ریخته‌اید فرو ببرید.

۷ـ سر مشعل را با زاویه حدود ۷۰ـ۶۰ درجه نسبت به سطح کار و رو به مسیر جوشکاری گرفته، نوک مشعل را از سطح کار در فاصله‌ای از قطعه قرار دهید که نوک مخروط اول شعله در حدود ۵ـ۲ میلی‌متر از سطح کار فاصله داشته باشد.



شکل ۳۱ـ قراردادن قطعات کار روی آجر نسوز

۸ـ نوک سیم جوش را به نقطه ابتدای محل اتصال نزدیک کنید. پس از چند لحظه سیم جوش و ابتدای درز ذوب می‌شوند. ابتدا سیم جوش و سپس مشعل را از ناحیه جوش دور سازید.
۹ـ طرف دوم درز جوش را نیز مثل بندهای ۷ و ۸ خال جوش بزنید (شکل ۳۲).
۱۰ـ مشعل را نسبت به سطح کار، با زاویه حدود ۳۵ درجه در دست بگیرید و از ابتدای درز جوش یک خط جوش ایجاد کنید. در طی مسیر حرکت مشعل و سیم جوش را مطابق شکل ۲۷ در نظر بگیرید.
۱۱ـ برای قطع عمل جوشکاری، ابتدا سیم جوش را از ناحیه جوش دور کنید و سپس شعله را از روی قطعه دور کنید.
۱۲ـ مشعل را خاموش و وضعیت جوش را بررسی کنید.



شکل ۳۲ـ برگرداندن قطعه کار جهت جوش‌دادن طرف دوم

فعالیت کارگاهی

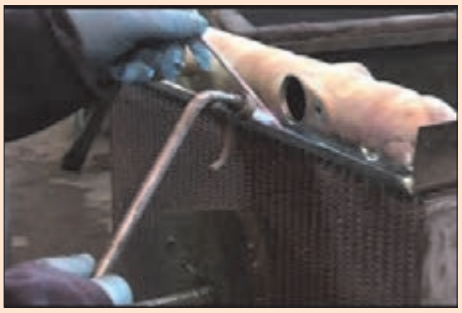
(نیمه تجویزی): **جوشکاری رادیاتور**

مخزن رادیاتور یک ماشین کشاورزی را به‌وسیله جوش برنج ترمیم کنید.

توجه

رادیاتور اکثر تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی رایج در ایران دارای مخازنی از جنس برنج (آلیاژ مس و روی (Cu Zn ۳۰) و پره‌هایی از جنس برنز (آلیاژ مس و قلع (Cu Sn) می‌باشند به همین دلیل برای ترمیم مخزن رادیاتورها از جوش برنج و برای ترمیم لوله‌های رادیاتورها از لحیم‌کاری سخت استفاده می‌شود. جدول ۳، تفاوت‌های لحیم کاری سخت و جوش زرد را نشان می‌دهد.

جدول ۳ـ تفاوت زرد جوش و لحیم‌کاری سخت

زردجوش (Braze welding) فرایندی که در آن فلزات مورد اتصال توسط منبع گرمایی دچار ذوب سطحی شده و فلز پر کننده با نقطه ذوب کمتر در اثر گرمای اعمالی ذوب و به محل متصل می‌شود که توسط خاصیت ترشوندگی به محل اتصال می‌چسبد و پس از انجماد اتصال صورت می‌گیرد. فرآیند زردجوش عموماً برای تعمیرات، به‌خصوص قطعات چدنی کاربرد دارد.	
لحیم‌کاری سخت (Brazing) فرایندی که فلز پرکننده در دمای بالای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد ذوب شده و سبب می‌شود قطعه‌های کار به همدیگر پیوند داده شوند. در این فرآیند دمای ذوب فلز پایه بیشتر از گرمای ایجاد شده است و به عبارتی فلز پایه در این فرایند ذوب نمی‌شود. فلز پرکننده در این فرایند معمولاً آلیاژهای نقره، آلومینیوم، طلا، مس، کبالت و نیکل می‌باشد. در لحیم‌کاری سخت فلز پرکننده بر اثر موئینگی وکشش سطحی در محل اتصال رسوب می‌کند.	

بیشتر بدانید

در رادیاتور ماشین‌های کشاورزی مدرن، جنس مخزن از پلی آمید (نایلون، PA۶۶) می‌باشد که یکی از پرکاربردترین ترموپلاستیک‌های مهندسی است و جنس پره‌ها از آلومینیوم ساخته می‌شود. پلی آمیدها علاوه‌بر این‌که توازنی میان استحکام، ضربه‌پذیری و سبکی ایجاد می‌کنند می‌توانند تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل کنند.

شکل ۳۳ـ رادیاتور پلی آمید
(رادیاتور تراکتور Kioti CK۲۵)

شکل ۳۴ـ رادیاتور متداول
(رادیاتور تراکتور MF۲۸۵)

ارزشیابی نهایی شایستگی تعمیر مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی به روش جوشکاری اکسی گاز

شرح کار: آماده‌کردن تجهیزات جوشکاری اکسی گاز شامل اتصال کپسول‌ها، رگولاتورها، مشعل و شیلنگ‌ها، آماده‌کردن سطح مخزن یا بدنه، تهیه قطعه فلزی مناسب جهت وصله کاری ـ جوشکاری پلیت فلزی به مخزن یا دبنه در تمام وضعیت‌ها با توجه به شرایط جوشکاری، تمیزکردن سطح جوش، بررسی کیفیت جوش

استاندارد عملکرد: جوشکاری قطعات با طرح اتصال‌های مختلف با روش اکسی گاز و جوش زرد در تمام وضعیت‌ها باتوجه به نقشه و رویه جوشکاری برای وصله‌کاری مخازن و بدنه فلزی

شاخص‌ها: اتصال صحیح تجهیزات، هم‌راستایی، میزان بودن فاصله قطعات، هم سطح بودن دو قطعه، رنگ شعله، زاویه درست، خال جوش هم اندازه، ذوب کامل خال جوش‌ها، جوش با مهره‌های منظم و گرده یکنواخت، ذوب کامل سیم‌جوش و قطعه‌کار، ایجاد جوش بدون عیب

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری اکسی گاز استاندارد، تجهیزات کامل جوشکاری اکسی گاز، برس سیمی، چکش، سندان، کمان اره، تجهیزات ایمنی، انبر برای جابه‌جایی قطعات

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی وسایل و تجهیزات جوشکاری اکسی گاز	۱	
۲	اجرای جوشکاری اکسی گاز	۲	
۳	کنترل نهایی جوش	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: اطمینان از کیفیت کار انجام شده، ایمنی در محل کپسول، ایمنی در شیلنگ‌ها، ایمنی در محیط از نظر تمیزبودن قطعه کار و محیط کار از نظر روغن و غیره، ایمنی در محیط از نظر عوامل آتش‌زا و انفجاری، ایمنی فرایند	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۵

پرچ‌کاری

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

□ساده‌ترین روش برای اتصالات غیرهم‌جنس کدام است؟

□چه مخازنی را می‌توان با پرچ‌کاری ترمیم نمود؟

□انواع میخ پرچ‌ها کدامند؟

□روش پرچ‌کاری چگونه است؟

□پرچ‌کاری غیراصولی چه عواقبی می‌تواند داشته باشد؟ (به نمونه‌های تاریخی مانند غرق‌شدن کشتی تایتانیک و یا سقوط هواپیمای بوئینگ ۷۴۷ متعلق به شرکت هوایی ژاپن مراجعه کنید).

پرچ‌کاری یکی از روش‌های رایج برای اتصال ورق‌ها، پروفیل ها، قطعات نیم ساخته و مانند آن است که در تعمیر ماشین‌های کشاورزی به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش برای ترمیم و وصله‌کاری بدنه و مخزن‌هایی که نیاز به آب‌بندی ندارند و در آنها مواد گرانولی و جامد نگهداری می‌شود به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود.

استاندارد عملکرد کار

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود مخازن و بدنه ماشین‌های کشاورزی را با پرچ‌های آلومینیومی یا پرچ‌های توپر ترمیم کنند.

پرچ‌کاری

به شکل ۳۵ نگاه کنید. در این تصویر مراحل تعمیر محفظه زیرین هلیس مخزن کمباین به روش پرچ‌کاری نشان داده شده است.

شکل ۳۵ـ تعمیر محفظه زیرین هلیس مخزن کمباین

در این روش، قطعات با میخ پرچ به هم بسته می‌شوند. قبل از نصب، میخ پرچ معمولاً به‌صورت استوانه‌ای است که در یک سر آن زائده‌ای وجود دارد (head) و به انتهای دیگر آن، دم (tail) گفته می‌شود. برای نصب، میخ پرچ را داخل سوراخ ایجاد شده در قطعه قرار می‌دهند و دم آن را به طرق مختلف از جمله به‌وسیلهٔ چکش تغییر شکل داده و گسترش می‌دهند (حدود ۱/۵ برابر حالت اولیه) تا قطر آن از سوراخ بیشتر شده و پرچ در آن ثابت شود.

برخی از کاربردهای روش پرچ‌کاری برای اتصال قطعات عبارت‌اند از:

- هم جنس نبودن قطعات
- تعدد قطعات در اتصال (اتصال سه یا چهار قطعه به یکدیگر).
- کاربردی نبودن گرما برای اتصال، مانند نازکی قطعات یا امکان تاب برداشتن قطعه در برابر گرما
- نیاز به انعطاف‌پذیری در اتصال مانند پل‌ها

نکته

برخلاف پیچ‌ها که عمدتاً برای تحمل تنش محوری به‌کار گرفته می‌شوند، هدف اصلی از کاربرد پرچ‌ها تحمل تنش برشی است.

انواع پرچ

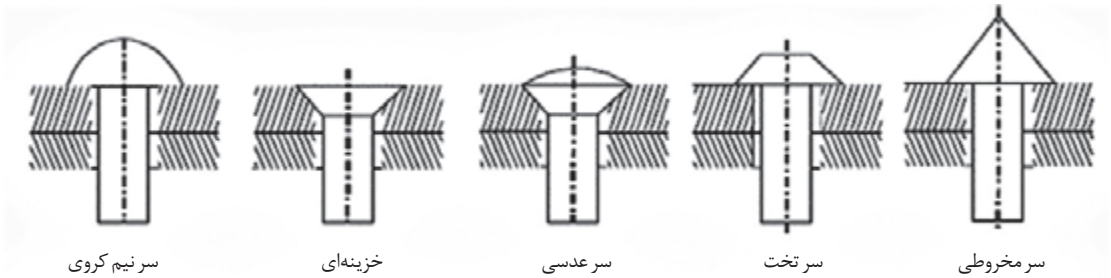
پرچ‌ها معمولاً از جنس فولاد نرم، مس برنج و آلومینیوم و یا آلیاژهای آلومینیوم و در انواع مختلفی ساخته می‌شوند.

شکل ۳۶ـ پرچ توپر

۱ـ پرچ‌های توپر (پیچ‌های دائم، solid rivets): این نوع پرچ از یک استوانه و یک سر گرد تشکیل شده که سر دیگر آن توسط چکش و یا ابزار مخصوص اتصال پرچ تغییر شکل داده می‌شود (شکل ۳۶). در نتیجه برای نصب این نوع پرچ لازم است به دو طرف قطعهٔ مورد پرچ دسترسی داشته باشیم.

از موارد استفاده از این نوع پرچ می‌توان اتصال تیغه‌های دروگر شانه‌ای را نام برد.

شکل ۳۷ انواع مختلف پرچ‌های توپر را براساس نوع سر آنها نشان می‌دهد:



شکل ۳۷ ـ انواع پرچ توپر

۲ـ پرچ‌های نیمه پر (پرچ‌های نیمه لوله‌ای، semi_tubular rivets): مانند نوع قبلی هستند با این تفاوت که در قسمت دم آنها سوراخی وجود دارد و در هنگام نصب، دیواره این سوراخ به بیرون خم شده و باعث ثابت شدن پرچ می‌شود (شکل ۳۸). نیروی لازم برای نصب آنها حدوداً یک چهارم پرچ‌های دائم است.

شکل ۳۸ ـ پرچ نیمه پر

۳ـ پرچ‌های کور (blind rivets): از این نوع پرچ‌ها در مواردی استفاده می‌شود که به دو طرف قطعات مورد پرچ دسترسی نداشته باشیم. مهم‌ترین این نوع پرچ‌ها، میخ پرچ‌های آلومینیومی (پوپ) هستند (شکل ۳۹). این نوع پرچ‌ها معمولاً در شرایط حساس مورد استفاده قرار نمی‌گیرند زیرا ممکن است میله وسطی بر اثر ارتعاشات مکرر از جا در بیاید. همچنین مقاومت آنها در برابر خوردگی نیز از دیگر انواع پرچ‌ها کمتر است. اما سرعت نصب آنها به مراتب بیشتر است.

روش پرچ‌کاری با استفاده از میخ پرچ‌های آلومینیومی

فیلم آموزشی

نحوه اتصال میخ پرچ آلومینیومی

برای اتصال این نوع پرچ از ابزار مخصوص به نام انبر پرچ کن استفاده می‌شود.

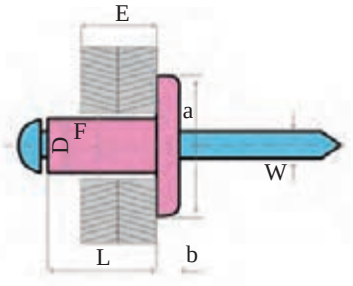
شکل ۳۹ـ میخ پرچ آلومینیومی و انبر پرچ کن

برای اتصال دو ورق فلزی به وسیله میخ پرچ آلومینیومی به ترتیب زیر عمل کنید:

۱ـ قطعه کارها را در شرایط مورد نظر برای اتصال قرار دهید.

۲ـ میخ پرچ مناسب را از نظر قطر و طول کلاهک انتخاب کنید. میخ پرچ انتخاب شده باید از نظر قطر و نوع آلیاژ چنان باشد که بتواند اتصال محکمی ایجاد کند. همچنین باید طول کلاهک میخ پرچ متناسب با ضخامت قطعه کارها و بلندتر از آنها انتخاب شود. برای این کار می‌توانید از جداولی که کارخانه‌های سازنده میخ پرچ ارائه می‌دهند، استفاده کنید. شکل ۴۰ نمونه‌ای از این جداول را نشان می‌دهد.

قطر اسمی میخ پرچ ۴		قطر اسمی میخ پرچ ۵		قطر اسمی میخ پرچ ۶	
طول پرچ (L)	ضخامت قطعه کار (E)	طول پرچ (L)	ضخامت قطعه کار (E)	طول پرچ (L)	ضخامت قطعه کار (E)
۶	۱/۵ـ۳	–	–		
۸	۳ـ۵	۸	۳ـ۴/۵		
۱۰	۵ـ۶/۵	۱۰	۴/۵ـ۶	۱۰	۴ـ۶
۱۲	۶/۵ـ۸/۵	۱۲	۶ـ۸	۱۲	۶ـ۸
۱۵	۸/۵ـ۱۲/۵	۱۴	۸ـ۱۰	۱۵	۸ـ۱۰
۱۸	۱۲/۵ـ۱۴/۵	۱۶	۱۰ـ۱۲	۱۸	۱۰ـ۱۲
۲۱	۱۴/۵ـ۱۶/۵	۱۸	۱۲ـ۱۴	۲۱	۱۲ـ۱۵
۲۵	۱۶/۵ـ۱۹/۵	۲۴	۱۶ـ۲۰		
		۲۷	۲۰ـ۲۳		



F ـ قطر سوراخ (برابر با قطر اسمی میخ پرچ)
D ـ قطر ساقه کلاهک
L ـ طول کلاهک
E ـ ضخامت قطعه کار
W ـ قطر میخ

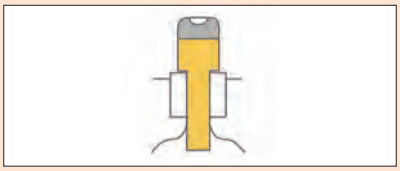
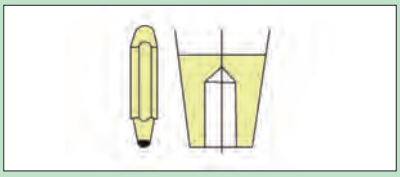
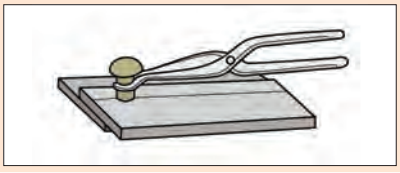
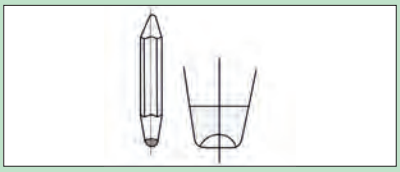
شکل ۴۰ـ نمونه‌ای از جداول انتخاب میخ پرچ

۳ـ قطعه کارها را به قطری برابر قطر اسمی میخ پرچ سوراخ کنید.
۴ـ سری مناسب (پستانک) روی سه نظام انبر پرچ کن نصب کنید.
۵ـ دسته انبر را باز کرده و میخ پرچ را از سمت میخ آن داخل پستانک قرار دهید.
۶ـ کلاهک میخ پرچ را داخل سوراخ قطعه کار قرار دهید. در صورتی که جنس قطعه کار نرم باشد (مانند چوب، فایبر گلاس و...) از واشر تخت هم قطر با میخ پرچ همراه آن و یا از میخ پیچ‌های سر پهن استفاده کنید.
۷ـ در حالی که سه نظام پرچ کن را در امتداد سوراخ قطعه کار نگه داشته اید، دسته پرچ کن را فشار دهید (ببندید) تا میخ بریده شود.

روش پرچ‌کاری با استفاده از پرچ‌های توپر

اتصال قطعات به‌وسیله پرچ‌های توپر به دو روش سرد و گرم انجام می‌شود. معمولاً میخ پرچ‌های با قطر کمتر از ۸ میلی‌متر را با چکش معمولی و در حالت سرد و پرچ‌های با قطر بیش از ۸ میلی‌متر را در حالت گرم پرچ می کنند. برای اتصال این نوع پرچ‌ها به ابزارهای مخصوصی نیاز است. این ابزارها در جدول ۴ نشان داده شده‌اند.

جدول ۴ـ ابزار پرچ‌کاری با پرچ توپر

نام ابزار	کاربرد	تصویر
قالب زیر پرچ	ابزاری است که هنگام پرچ‌کاری برای زیرسری پرچ به‌کار برده می‌شود. پیشانی این ابزار را به شکلی می‌سازند که مانع تغییر شکل سر پرچ شود. قسمت دنباله آن برای بستن در گیره به‌صورت تخت است.	
جفت کن قطعات (پرچکش)	برای به هم فشردن قطعات اتصال و کشیدن کامل پرچ در جای خود، از پرچ کش استفاده می‌شود. این وسیله شبیه سنبه سر تختی است که در وسط پیشانی آن سوراخی برای قرار گرفتن بدنه پرچ، تعبیه شده است.	
انبر پرچ کاری	کاربرد این ابزار برای گرفتن و جاگذاری پرچ‌های گداخته در سوراخ اتصال است.	
قالب سرپرچ	برای شکل دادن سر قفل‌کننده پرچ در پرچ‌های سرنیم گرد، از این ابزار استفاده می‌شود.	
چکش پرچ کاری	برای شکل دادن سر قفل‌کننده پرچ‌ها، چکش‌های دستی یا چکش‌های بادی(نیوماتیکی) به‌کار می‌رود. در پرچ‌کاری گرم چکش‌های نیوماتیکی یا پرس‌های هیدرولیکی کاربرد بیشتری دارند.	

برای اتصال قطعات با استفاده از پرچ توپر به ترتیب زیر عمل کنید:
۱ـ قطعه کارها را در شرایط مورد نظر برای اتصال قرار دهید.
۲ـ میخ پرچ مناسب را از نظر نوع، جنس، طول و قطر پرچ انتخاب کنید.

جدول ۵ـ ضخامت قطعات مورد اتصال، قطر پرچ و قطر سوراخ پرچ (mm)

ردیف	ضخامت قطعه کار (e)	قطر پرچ (d)	قطر سوراخ (d_1)	ردیف	ضخامت قطعه کار (e)	قطر پرچ (d)	قطر سوراخ (d_1)
۱	۰/۸	۳	۳/۳	۱۰	۸	۱۶	۱۹
۲	۱	۴	۴/۴	۱۱	۱۰	۱۸	۲۱
۳	۱/۵	۴ـ۵	۴/۴ـ۵/۵	۱۲	۱۲	۲۰	۲۳
۴	۲	۶	۶/۶	۱۳	۱۴	۲۲	۲۵
۵	۲/۵	۷	۷/۷	۱۴	۱۶	۲۴	۲۸
۶	۳	۸	۸/۸	۱۵	۱۸	۲۷	۳۱
۷	۴	۱۰	۱۱	۱۶	۲۲	۳۰	۳۴
۸	۵	۱۲	۱۳	۱۷	۲۶	۳۳	۳۷
۹	۶	۱۴	۱۵	۱۸	۳۰	۳۶	

برای تعیین طول میخ پرچ می‌توانید جدول ۶ را به‌کار ببرید. گفتنی است که برای دیگر پرچ‌ها مانند سر تخت، سر عدسی و مانند آن جداول دیگری وجود دارد.

جدول ۶ـ اندازه طول پرچ (L) برای پرچ‌کاری

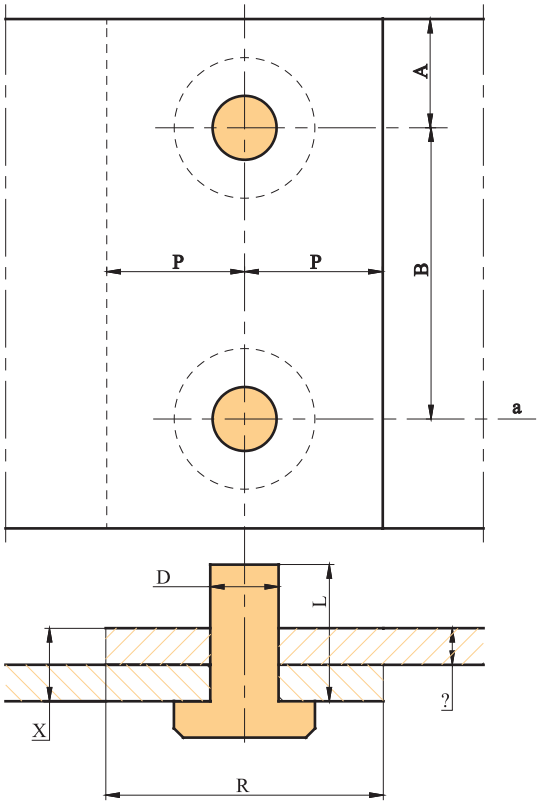
نوع پرچ‌کاری	پرچ نیم‌کروی	پرچ خزینه‌ای
پرچ‌کاری سرد با دست	L =E +۱/۵d	L =E +۰/۷d
پرچ‌کاری سرد پرسی	L =E +۱/۶d	L =E +۰/۸d
پرچ‌کاری سرد با هوا	L =E +۱/۷d	L =E +۰/۸d
پرچ‌کاری گرم با روغن	L =E +۱/۷d	L =E +d
پرچ‌کاری گرم با ماشین	L =E +۱/۷d	L =E +d

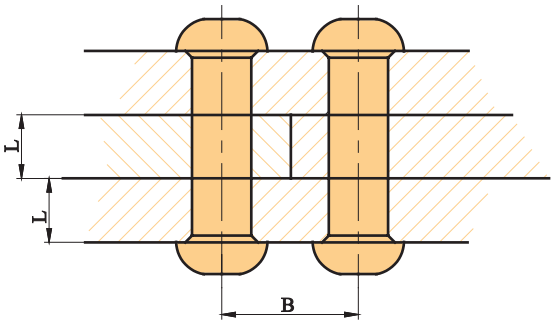
۳ـ فاصله دو پرچ کنار هم را با توجه به‌کاربرد اتصال انتخاب کنید. اندازه این فاصله بر اساس جدول ۷ متناسب با هدف پرچ‌کاری، فاصله خطوط مرکزی پیچ‌ها تا لبه قطعات کار و حالات مختلف پرچ‌کاری، متفاوت است.

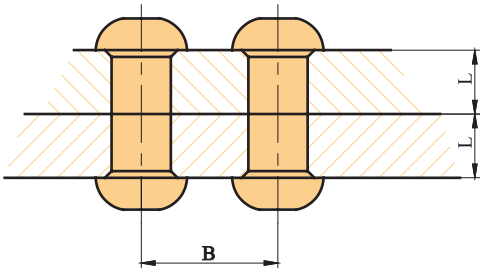
جدول ۷ــ تعیین فاصله دو پرچ متوالی

نوع پرچ کاری	رابطه تعیین مقدار B
پرچ کاری فقط برای اتصال	B≤۲۰d
پرچ کاری در اتصالات محکم	B=۴ تا ۱۰d
پرچ کاری به‌منظور اتصال و آب‌بندی مخازن آب	B=۳/۵ تا ۴d
پرچ کاری و آب‌بندی مخازن روغن	B=۲/۵ تا ۳d

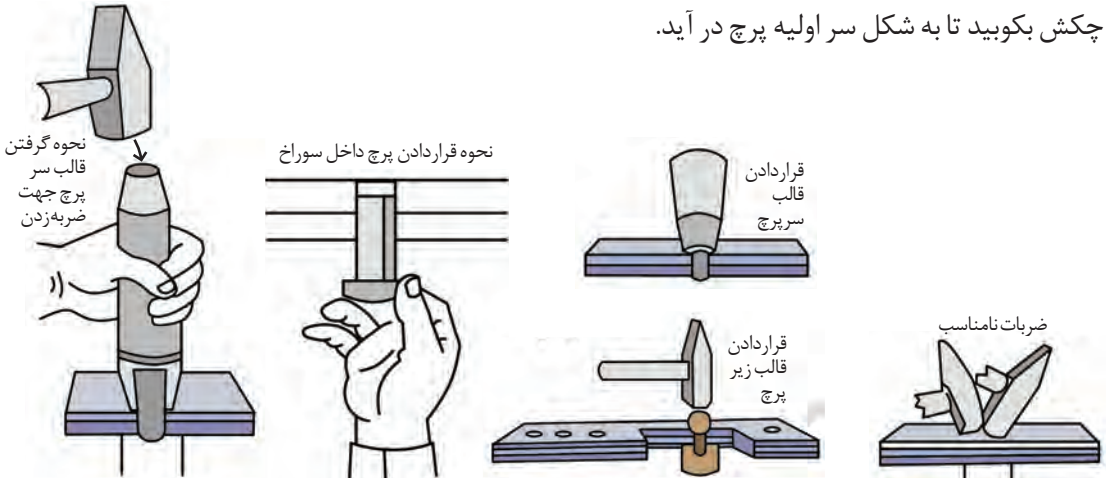
نوع پرچ کاری	رابطه تعیین مقدار B
پرچ کاری و آب‌بندی مخازن نفت	B=۲/۵d
پرچ کاری و آب‌بندی مخازن تحت فشار	B=۲/۵d
پرچ کاری اتصالات مخصوص، مانند دیگ‌های بخار	B=۲/۲۵d







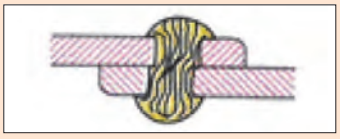
۴ـ دو قطعه‌ای را که باید به هم بسته شوند با مته‌ای مناسب سوراخ کنید.
۵ـ پس از سوراخ کردن قطعات، ساقه پرچ را از داخل سوراخ‌ها عبور دهید (شکل ۴۱).
۶ـ زیر سر پرچ، قالب مناسب را بگذارید.
۷ـ پس از بیرون آمدن انتهای آن از طرف دیگر سوراخ، سر پرچ را با قالب مناسب و با ضربات چکش بکوبید تا به شکل سر اولیه پرچ در آید.

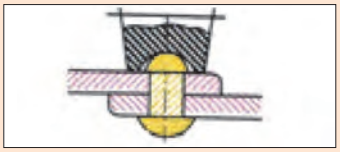


شکل ۴۱ـ روش پرچ‌کاری توپر

گفت‌وگوی کلاسی

در جدول ۸ خطاهای رایج در پرچ‌کاری توپر آورده شده است. در مورد علت آنها در کلاس گفت‌وگو نموده و جدول را تکمیل کنید.

خطا	شکل	علت
بدنه میخ پرچ کج شده است و سوراخ را پر نمی‌کند.		.....
بدنه و سر قفل‌کننده میخ پرچ منحرف شده و استحکام محل اتصال کم است.		سوراخ‌ها در یک امتداد نیستند.
سر قفل‌کننده میخ پرچ دارای انحراف است.		امتداد سوراخ‌ها نسبت به سطح کار مایل هستند.
بدنه میخ پرچ بین دو قطعه اتصال جاخورده و مانع از آب‌بندی است.		قطعات اتصال از هر دو طرف خزینه شده‌اند.

خطا	شکل	علت
قطعات اتصال نسبت به هم فاصله دارند و مانع از آب‌بندی می‌شوند.		.....
بدنه میخ پرچ بین دو قطعه اتصال جاخورده و مانع از آب‌بندی می‌شود.		از پرچ‌کش‌ها استفاده نشده است.
لبه قطعات اتصال برجسته و ناهموار است.		.....
سر قفل‌کننده بزرگ بوده و دارای پلیسه است.		.....
سر قفل‌کننده کوچک بوده و استحکام محل اتصال کم است.		.....

فعالیت عملی

با استفاده از پرچ‌های آلومینیومی و پرچ‌های توپر دو ورق فلزی را به یکدیگر متصل کنید.

فعالیت عملی

نیمه تجویزی: قسمتی از بدنه یا مخزن معیوب ماشین‌های کشاورزی را با پرچ‌کاری ترمیم کنید.

ارزشیابی نهایی شایستگی پرچ‌کاری

شرح کار: آماده‌کردن سطح مخزن یا بدنه ماشین، آماده‌کردن قطعه انتخابی جهت وصله‌کردن، انتخاب میخ پرچ، آماده کردن ابزار پرچ‌کاری شامل پرچ‌کش، انبرهای پرچ‌کاری، تجهیزات گرم‌کننده و ... سوراخ‌کردن قطعات کار، قراردادن میخ پرچ در محل سوراخ و اجرای عملیات پرچ‌کاری، بررسی کیفیت پرچ‌کاری

استاندارد عملکرد: ترمیم و وصله کاری مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی با استفاده از میخ پرچ‌های آلومینیومی یا پرچ‌های توپر

شاخص‌ها: انتخاب میخ پرچ مناسب، انتخاب مته مناسب، فاصله مناسب پرچ‌ها، سرعت در انجام کار، دقت در انجام کار، کیفیت پرچ‌کاری، شکل مناسب پرچ بعد از اتصال

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه تعمیر و نگهداری ماشین‌های کشاورزی مطابق استاندارد ملی ایران

ابزار و تجهیزات: ابزار پرچ‌کاری توپر، سندان، گیره رومیزی، کمان اره، قیچی فلزبر، میزکار، تجهیزات گرم‌کننده قطعات کار، انواع میخ پرچ

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی قطعات و تجهیزات موردنیاز	۱	
۲	اجرای عملیات پرچ‌کاری	۲	
۳	کنترل نهایی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی کار فردی، رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه‌های گرم‌کننده، رعایت نکات ایمنی در هنگام پرچ‌کاری، توجه به نکات زیست محیطی	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۶

صافکاری و نقاشی بدنه و مخازن فلزی ماشین‌های کشاورزی

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

□ رنگ بدنه یا مخزن ماشین‌های کشاورزی چه تأثیری در طول عمر آنها دارد؟
□ در صورتی که قسمتی از بدنه یا مخزن دچار تغییر فرم شود، چگونه باید آن را اصلاح نمود؟
□ برای صافکاری از چه ابزارهایی استفاده می‌شود؟
□ چگونه می‌توان قسمت‌های معیوب بدنه یا مخزن را پس از تعمیر، نقاشی کرد؟
□ متوسط درآمد ماهیانه شاغلین در حرفه صافکاری و نقاشی چقدر است؟

بدنه و مخازن ماشین‌های کشاورزی در اثر ضربات ناشی از برخورد با سایر اجسام یا در اثر خوردگی ممکن است دچار تغییر فرم شود.
میزان تغییر فرم متناسب با نوع و شدت ضربه، جنس مخزن یا بدنه و نوع کاربرد آنها متفاوت می‌باشد. معمولاً در حوادثی که شدت ضربه یا میزان تغییر فرم بالا باشد، تعمیرکار باید قطعه مورد نظر را تعویض کند اما در صورت کم بودن میزان خرابی می‌توان با استفاده از صافکاری و نقاشی قطعه معیوب را ترمیم کرد.
در این واحد یادگیری اصول کار و روش‌های صافکاری و نقاشی مخازن و بدنه‌های فلزی آموزش داده می‌شود.

استاندارد عملکرد کار

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود مخازن و بدنه فلزی ماشین‌های کشاورزی را با صافکاری و نقاشی ترمیم کنند.

صافکاری

گاه پیش می‌آید که در اثر موارد ناخواسته قسمتی از بدنه تراکتور یا ماشین‌های کشاورزی از حالت اولیه خارج و دچار تغییر فرم می‌شوند. به‌منظور بازگرداندن قطعات به حالت اولیه خود از فرآیند صافکاری استفاده می‌شود. صافکاری قابل اجرا بر روی ورق‌های فلزی، شمش‌ها، پروفیل و لوله می‌باشد.

به‌طور کلی وقتی تغییری در ورق ایجاد می‌شود ساختمان منظم درونی آن به هم خورده و دچار تغییراتی در سطح می‌شود. از بین بردن معایب یاد شده و برطرف کردن تغییرات ایجاد شده به دو روش صافکاری دستی یا صافکاری ماشینی انجام می‌گیرد. در این واحد یادگیری، صافکاری دستی آموزش داده می‌شود.

این روش معمولاً جهت صافکاری بدنهٔ تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی استفاده می‌شود و مهارت فرد صافکار اهمیت به‌سزایی دارد. ابزارهایی که در این روش استفاده می‌شوند در جدول ۹ نشان داده شده‌اند.

جدول ۹ــ ابزارهای صافکاری دستی

نام ابزار	کاربرد	تصویر
چکش‌های صافکاری	این چکش‌ها دارای یک یا دو انتهای ضربه زننده بوده که برحسب کاربرد، دارای اشکال گوناگون هستند.	
سندان‌های دستی صافکاری (مشتی)	برای نگهداشتن زیر ورق در هنگام ضربات کاربرد دارند.	
اهرم‌های صافکاری	از فولاد ابزاری به روش آهنگری ساخته شده و سخت کاری می‌شوند. سطوح کاری آنها کاملاً پولیش شده و براق می‌باشند. از این ابزار در مواردی که به اعمال فشار برای صافکاری نیاز باشد استفاده می‌گردد.	

نام ابزار	کاربرد	تصویر
ابزار خمکاری	از فولاد ابزاری به روش آهنگری ساخته شده و سخت کاری می‌شوند. سطوح کاری آنها کاملا پولیش شده و براق می‌باشند. برخی انواع آنها دارای چرم محافظ می‌باشند.	
قالب‌های تنه	از قالب تنه برای موج‌گیری و ضربه زدن به بدنه در مرحله نهایی صافکاری استفاده می‌شود.	
سوهان موج‌گیر	این سوهان‌ها از قابلیت تنظیم انحنای مورد نیاز جهت سطوح مختلف محدب، تخت یا مقعر برخوردار هستند.	

روش صافکاری

متناسب با میزان تغییر حالت به‌وجود آمده، صافکاری به دو روش سرد یا گرم انجام می‌گیرد. در روش گرم محل مورد نظر را با استفاده از مشعل جوشکاری اکسی گاز گرم نموده و با استفاده از ابزارهای دستی مانند چکش به آن ضربه می‌زنند تا سطح قطعه کاملاً صاف شود. از این روش در حالتی که ضخامت ورق زیاد بوده و یا تغییر شکل زیاد باشد استفاده می‌شود.

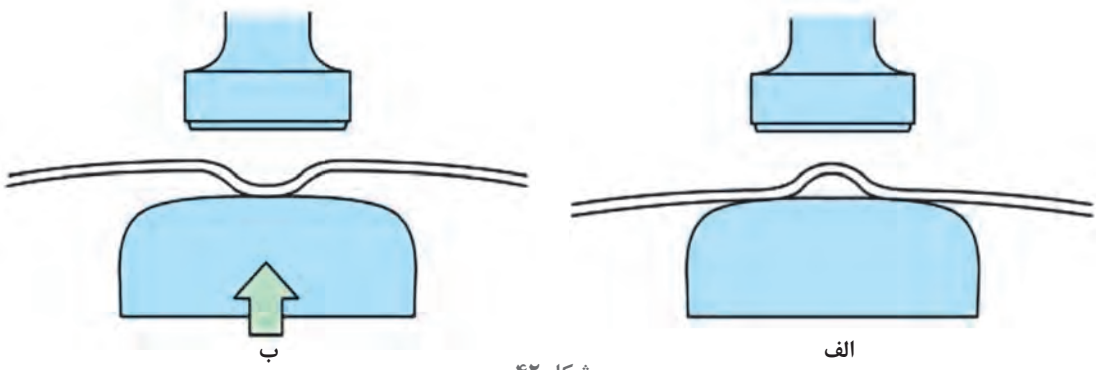
باید دقت داشت محل های مورد نظر بیش از حد لازم گرما داده نشوند زیرا این عمل موجب آسیب رسانی به قسمت‌های دیگر می‌شود. برای جلوگیری از انتقال حرارت به نقاط دیگر با استفاده از پارچه‌های خیس و قرار دادن آن در مجاورت محل های گرما دیده می‌توان از این مسأله جلوگیری کرد.

در مواردی که میزان تغییر حالت به حدی باشد که عملاً صاف کردن آن غیر ممکن گردد، باید نسبت به تعویض قطعه معیوب اقدام نمود.

اجرای عملیات صافکاری

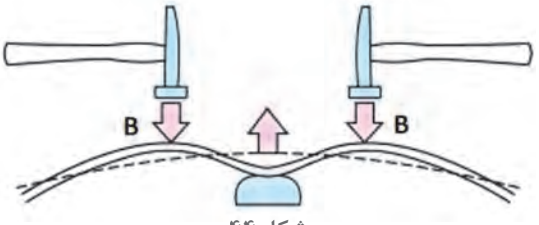
صافکاری یک هنر است انتخاب محل نگهداری سندان و محل اعمال ضربه در نتیجه نهایی کار مؤثر است. صافکار باید با استفاده از دانش و تجربه خود، سعی بر این داشته باشد که ضربات چکش را به شکلی وارد کند که بیشترین تأثیر را داشته باشد و تا جایی که امکان‌پذیر است تعداد ضربات را به حداقل برساند.

به شکل ۴۲ دقت کنید. در تصویر الف یک برآمدگی کوچک بر سطح خارجی بدنه ایجاد شده است. در این حالت می‌توان مشتی را برای پشتیبانی جزئی در زیر قسمت برآمده قرار داد و با ضربات چکش برآمدگی را اصلاح نمود. تصویر ب یک فرورفتگی کوچک بر سطح خارجی بدنه را نشان می‌دهد. برای اصلاح این فرورفتگی بر خلاف تصویر الف باید مشتی به سمت بیرون فشار داده شود. زیرا در غیر این صورت یک نوع دندانه گرد در ناحیه چکش کاری شده بدنه، ایجاد خواهد گردید.

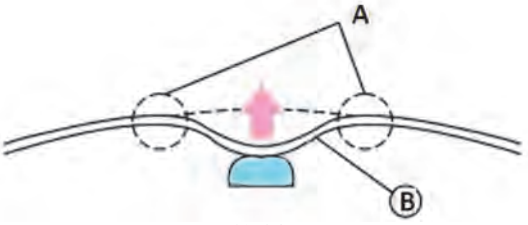


شکل ۴۲

به شکل‌های ۴۳ و ۴۴ نگاه کنید. هر دو تصویر قسمتی از بدنه را نشان می‌دهد که دچار فرورفتگی در سطح خود شده‌اند. در هر دو حالت فرض بر این است که ورق از ناحیه پلاستیک خارج نشده و دچار گسیختگی نشده باشد.
در شکل ۴۳ میزان فرورفتگی به حدی است که نقاط A هنوز روی منحنی فرضی بدنه قرار دارند. برای صاف کردن این ورق تنها اعمال فشار به‌وسیله مشتی می‌تواند به صاف شدن ورق منتهی شود.
در شکل ۴۴ میزان فرورفتگی به حدی بوده که باعث تغییر حالت بدنه شده است و نقاط B از روی منحنی فرضی ورق خارج شده‌اند. صاف کردن این ورق علاوه بر اعمال فشار در مرکز فرورفتگی به ضربات چکش در نقاط B نیز نیاز دارد.

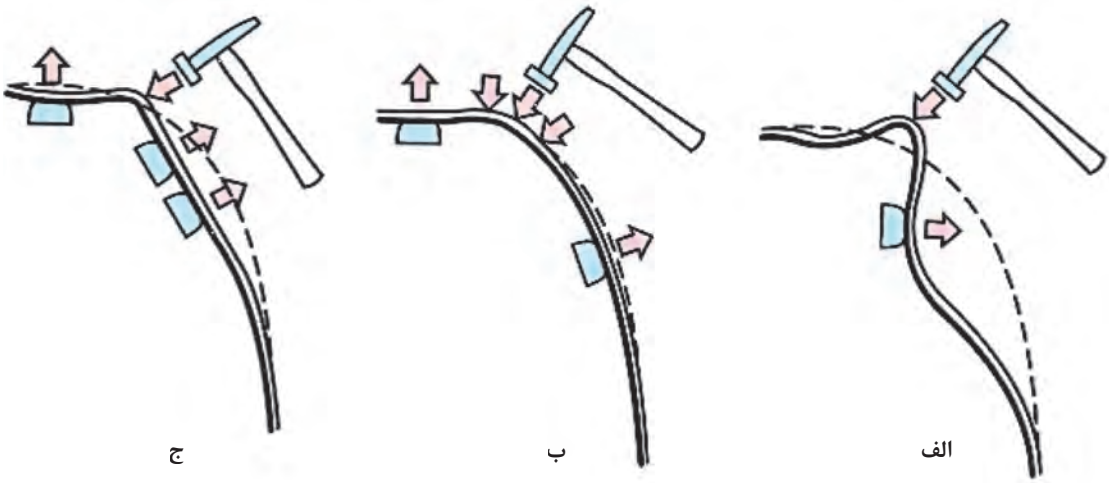


شکل ۴۴



شکل ۴۳

شکل ۴۵ تغییر حالت بارزتری را نشان می‌دهد. این تغییر حالت نیز در ناحیه پلاستیک انجام گرفته است. منحنی فرضی ورق و نقاط اعمال ضربه و همچنین محل های قرارگیری مشتی در این تصویر نشان داده شده است.



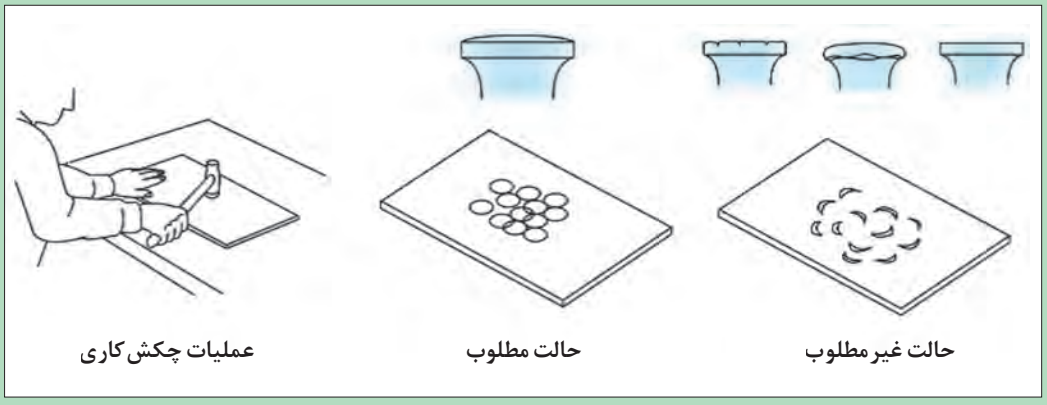
شکل ۴۵

گفت‌وگوی کلاسی

درباره مراحل صاف شدن ورق در شکل ۴۵ بحث کنید. آیا می‌توانید روند دیگری برای صاف کردن این ورق ارائه دهید.

توجه

چون چکش و سندان به‌طور مستقیم بر قطعه اثر می‌گذارند، سطوح‌شان باید گرد و صاف نگه داشته شوند. درصورتی که سطح چکش، خراشیده، ترک برداشته و یا تغییر شکل داده باشد، می‌تواند موجب ایجاد خراش بر روی قطعه گردد (شکل ۴۶).

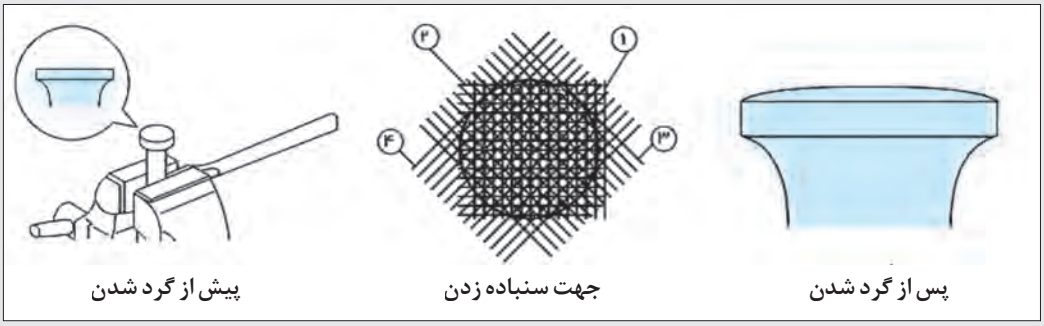


شکل ۴۶

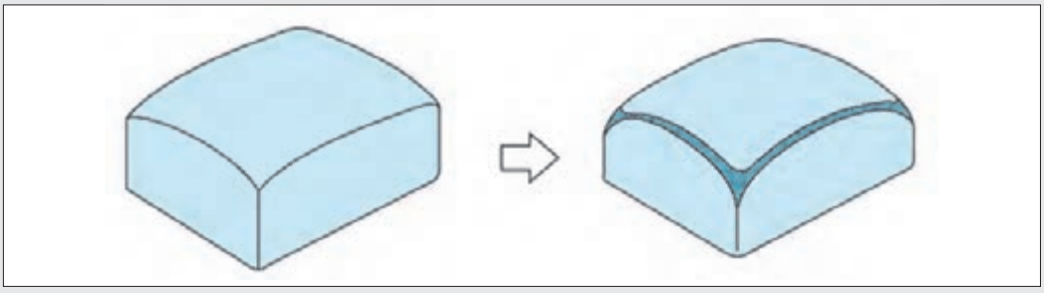
فعالیت عملی

صاف کردن قسمتی از بدنه

۱ـ میزان تغییر حالت را بررسی کرده و روش مناسب صافکاری را انتخاب کنید.
۲ـ تجهیزات مورد نیاز را آماده کنید. در صورتی که سطح چکش یا سندان دچار تغییر حالت شده است آنها را به گیره بسته و به وسیله سنباده صیقلی و اصلاح نمائید (شکل‌های ۴۷ و ۴۸).

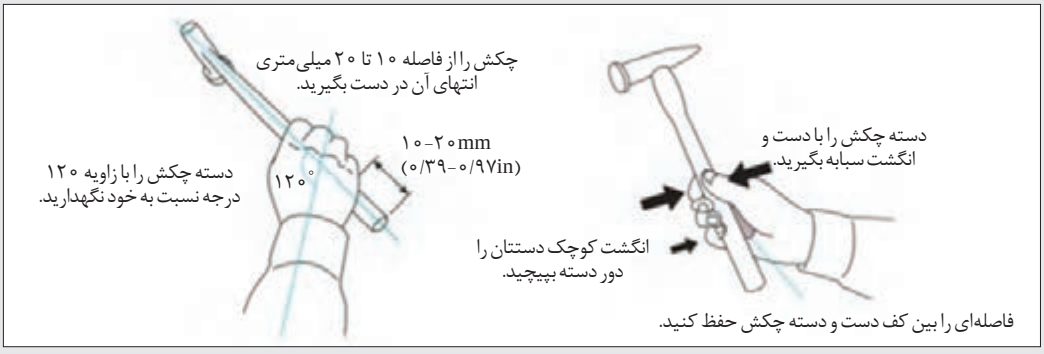


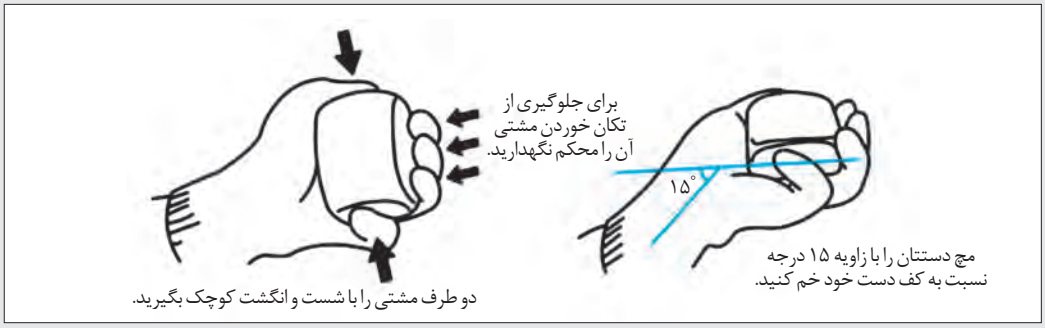
شکل ۴۷ـ صاف کردن چکش



شکل ۴۸ـ صاف کردن سندان

۳ـ محل قرار گرفتن مشتی و چکش روی ورق را مشخص کنید و سپس آنها را به طرز صحیح در دست بگیرید.





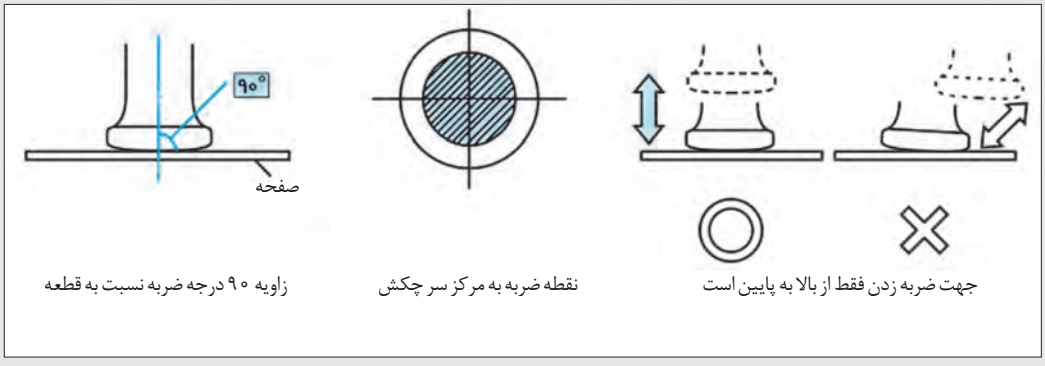
شکل ۴۹ـ طریقه در دست گرفتن مشتی

۴ـ متناسب با شدت مورد نیاز، ضربات چکش را اعمال کنید (شکل ۵۰).

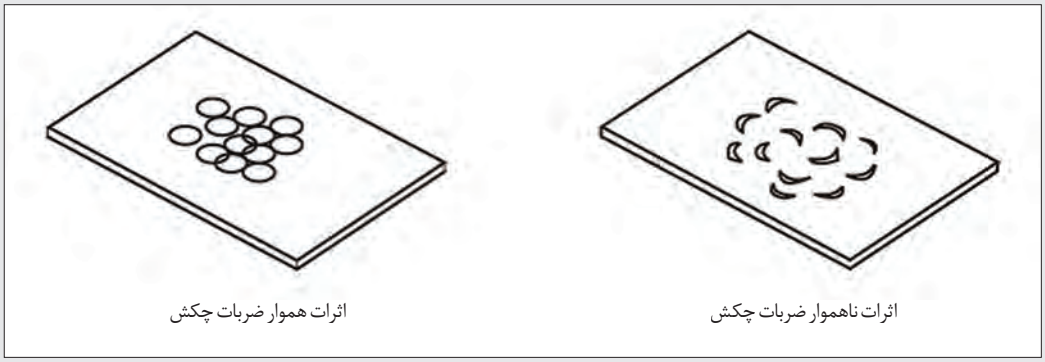
شکل ۵۰ـ روش ضربه زدن با چکش

نکـته

ضربات باید به گونه ای باشد که چکش هنگام فرود آمدن روی ورق زاویه ۹۰ درجه‌ای نسبت به سطح ورق داشته باشد و از مرکز سر چکش با سطح قطعه کار برخورد کند. زیرا در غیر این صورت اثرات ناهمواری روی سطح کار باقی می‌ماند که قابل اصلاح نمی‌باشد (شکل ۵۱).



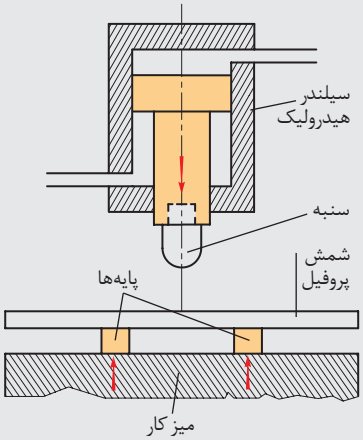
شکل ۵۱



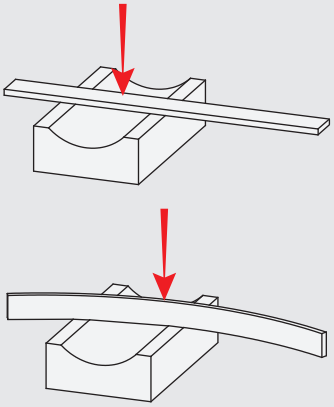
شکل ۵۲

نکته

پروفیل‌ها را معمولاً به دو صورت چکش‌کاری یا با استفاده از پرس‌های هیدرولیکی تاب‌گیری و صاف می‌کنند. برای صافکاری پروفیل با چکش‌کاری بهتر است از سندان های محدب استفاده شود.



شکل ۵۳ـ صافکاری پروفیل با پرس هیدرولیکی



شکل ۵۴ـ صافکاری پروفیل با چکش و سندان محدب

بتونه‌کاری (زیرسازی)

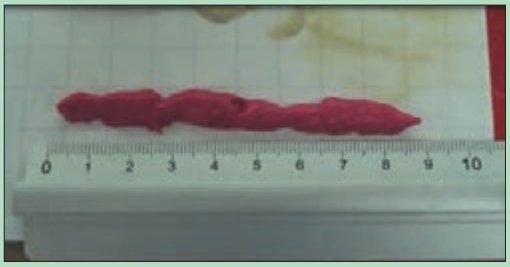
از بتونه‌ها که شامل بتونه سنگی، بتونه فوری و بتونه روغنی است، به منظور پرکردن خش‌های عمیق و ناهمواری‌هایی که در سطح فلز یا در رنگ به‌وجود آمده استفاده می‌شود. بتونه فوری برای استفاده بر روی بتونه روغنی و سنگی و جهت پرکردن منافذ، ترک‌های ریز و هم ترازی و موج‌گیری بدنه در تعمیرگاه‌ها به‌کار می‌رود و سطح را جهت اعمال آستر و رنگ رویه آماده می‌سازد. بتونه فوری یک جزئی است و در قوطی بسته‌بندی می‌شود. بتونه سنگی جهت پر و هم تراز کردن سطح فلز و پر کردن منافذ و موج‌گیری روی فلز آهن لخت یا آستر شده به‌کار می‌رود و از دو جزء تشکیل شده است. جزء اصلی بتونه در قوطی و جزء سخت کننده در تیوب غیر فلزی بسته‌بندی می‌گردد (شکل ۵۵).

شکل ۵۵ـ دو جزء بتونه سنگی و مخلوط کردن آنها

گفت‌وگوی کلاسی

برای ترکیب دو جزء بتونه سنگی باید به دستورالعمل مربوطه مراجعه نمود. به شکل‌های ۵۶ و ۵۷ نگاه کنید و در مورد دستورالعمل ترکیب آنها گفت‌وگو کنید.

شکل ۵۶



شکل ۵۷

فعالیت عملی

بتونه‌کاری قسمتی از بدنه یا مخزن ماشین

۱ـ قسمت معیوب را تمیز کنید.	۲ـ زنگ زدگی، خراش ها و رنگ‌های پریده را از بین ببرید.	۳ـ ممکن است سطح کار دارای سوراخ باشد.

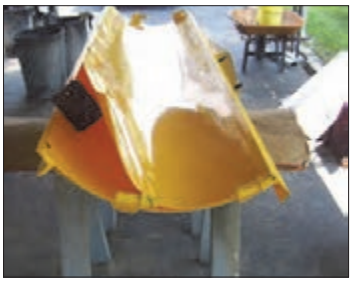
۴ـ مقداری گریس تهیه کنید.	۵ـ گریس را به زیر کار بمالید	۶ـ گریس های بیرون زده از سوراخ ها را تمیز کنید.
۷ـ دو جزء بتونه را ترکیب کنید.	۸ـ بتونه را به وسیله کاردک روی سطح کار بمالید	۹ـ بتونه‌زده شده را با سنباده صاف کنید.
۱۰ـ با پارچه خیس سطح کار را تمیز کنید.	۱۱ـ به وسیله سنباده تر سطح کار را یکنواخت کنید.	۱۲ـ سطح کار آماده رنگ کردن است.

نقاشی

رنگ بدنه ماشین‌های کشاورزی در اثر شرایط محیط کاری، نحوه انبارداری و یا تصادف ممکن است پوسته پوسته شده و از روی بدنه بلند شود (شکل ۵۸).

از آنجا که رنگ بدنه ماشین های کشاورزی در جلوگیری از خوردگی قطعات فلزی بدنه مؤثر است باید اصلاح شده و به حالت اولیه برگردانده شود. رنگ‌آمیزی مجدد تمام یا قسمتی از بدنه ماشین را اصطلاحاً نقاشی می‌گویند (شکل ۵۹).

شکل ۵۸



شکل ۵۹ـ نقاشی قسمت‌های رنگ پریده تیغه تسطیح کن

انواع رنگ‌ها و ساختمان آنها

ساختمان رنگ‌ها عموماً از چهار بخش زیر تشکیل شده است:

۱ـ رنگ دانه: به پودرهای رنگین قابل انحلال در آب یا حلّال می گویند که پوشش رنگی ایجاد می کند و خود به دو گروه رنگ دانه‌های معدنی و آلی تقسیم می‌شوند. رنگ دانه‌های آلی از مواد خام پتروشیمی تهیه می‌شوند که با توجه به کاربردشان به گرو ه‌های زیر تقسیم می‌شوند:

ـ **رنگ دانه‌های رنگین:** این نوع رنگ دانه‌ها را در پوشش نهایی به‌کار می‌برند و به رنگ قدرت پوشش می‌دهد.

ـ **رنگ دانه‌های اضافی یا پرکننده‌ها:** از این نوع رنگ دانه‌ها در پوشش میانی استفاده می‌شود و وظیفه آنها مقاومت در برابر ساییدگی است.

ـ **رنگ دانه‌های ضد زنگ:** از این نوع رنگ دانه‌ها در مراحل زیرسازی استفاده می‌شود و وظیفه آنها جلوگیری از زنگ‌زدگی است.

۲ـ رزین: ماده ای که رنگ دانه‌ها را به هم متصل می کند و به لایه رنگ جلا و قوام می‌دهد.

۳ـ حلّال: عامل حل شدن رزین رنگ را حلّال می نامند.

۴ـ تینر: مایعی که از آن برای رقیق تر نمودن رنگ استفاده می‌شود.

توجه

رنگ‌های رویه کارخانه‌ای ماشین‌های کشاورزی که دمای پخت بالایی دارند را نمی‌توان به‌عنوان رنگ تعمیری به‌کار برد. رنگ‌های کوره پخت در دمای بالای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد با واکنش شیمیایی انجام شده بین اجزای خود، خشک می‌شوند. این در حالی ست که رنگ‌های تعمیراتی از نوع رنگ‌های هوا خشک هستند.

انواع رنگ‌هایی که به عنوان رنگ تعمیری مصرف می گردند را می توان به‌صورت زیر تقسیم نمود:

۱ـ رنگ‌های روغنی

رنگ ماشین‌ها در ابتدا همگی به‌صورت رنگ روغنی بودند که از دولایه تشکیل شده‌اند؛ اولین لایه، لایهٔ آستر یا پرایمر است که این لایه واسط بین رنگ اصلی و بدنه فلزی و سیاه ماشین بوده و لایه بعدی هم لایه اصلی رنگ است که روی لایه آستر قرار می گیرد.

۲ـ رنگ‌های نسل جدید همان رنگ‌های متالیک می‌باشند که علاوه‌بر دو لایه آستر و رنگ، از یک لایه دیگر به نام کیلر یا محافظ شفاف تشکیل شده‌اند. کیلر که آخرین لایه رنگ ماشین می‌باشد، در آخرین سطح رنگ قرار دارد و وظیفه‌اش نگهداری و محافظت از دانه‌های اکلیلی داخل رنگ ماشین می‌باشد. در صورت نبودن این لایه، رنگ متالیک به هیچ عنوان دوام و براقیت نخواهد داشت. در کل به‌دلیل وجود داشتن کیلر، رنگ‌های متالیک مقاومت زیادی دارند. تنها ایرادی که رنگ‌های متالیک دارند این است که به مرور زمان حالت ماتی به خود می‌گیرند که دلیل آن هم خط‌وخش‌های بسیار ریزی هستند که به چشم دیده نمی‌شوند.

ابزار نقاشی

برای رنگ کردن قسمت‌های مورد نیاز ماشین‌های کشاورزی می‌توان از فرچه یا پیستوله استفاده کرد. پیستوله ابزاری است که در آن از هوای فشرده کمپرسور جهت پاشش رنگ استفاده می‌شود.

شکل ۶۰ـ پیستوله بادی

علاوه بر پیستوله‌های بادی انواع دیگری از پیستوله نیز در بازار موجود است (شکل‌های ۶۱ و ۶۲).

شکل ۶۱ـ پیستوله بدون کمک هوای فشرده (Airless)

شکل ۶۲ـ ایربراش یا قلم رنگ‌پاش (Airbrush)

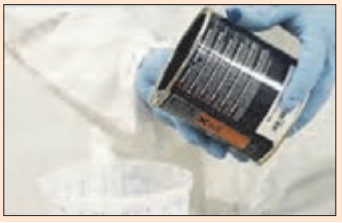
فعالیت عملی

یک نمونه ماشین کشاورزی که رنگ آن دچار آسیب شده است را به وسیله پیستوله، مجدداً رنگ آمیزی کنید.

۱ـ مکان مناسبی که دارای تهویه مناسب با کمترین میزان گردو خاک می‌باشد را جهت رنگ‌آمیزی ماشین انتخاب کنید.

۲ـ زنگ زدگی، خراش‌ها و رنگ‌های پریده را از بین ببرید. برای از بین بردن رنگ‌های کهنه از بدنه ماشین می‌توان از رنگ برهای شیمیایی، استفاده از شعله و یا برس‌های سیمی استفاده نمود. بهتر است از برس‌های دستی استفاده نشود چون نمی‌توانند سطح مناسبی برای رنگ‌آمیزی فراهم کنند. در صورت لزوم سطح کار را بتونه کاری کنید.

۳ـ رنگ مورد نظر را به ترتیب نشان داده شده در شکل ۶۳ آماده کنید.

		
۱ـ ابزار مورد نیاز را آماده کرده و لباس کار مناسب بپوشید.	۲ـ به مقدار لازم رنگ در ظرف مخصوص بریزید.	۳ـ مقداری تینر به رنگ اضافه کنید.
۴ـ مخلوط را هم بزنید تا تینر و رنگ با هم ترکیب شوند.	۵ـ غلظت مخلوط را کنترل کنید. برای این منظور می‌توان از گیج‌های مخصوص استفاده کرد. این گیج‌ها باید در ۱۵ تا ۳۰ ثانیه تخلیه شوند.	۶ـ مخلوط آماده شده را داخل پیستوله بریزید.

شکل ۶۳ـ آماده کردن رنگ

۴ـ فشار کمپرسور را طوری تنظیم کنید که رنگ پاشیده شده به‌وسیله پیستوله دارای یکنواختی توزیع باشد (شکل ۶۴).

شکل ۶۴ـ با افزودن فشار، خروجی پیستوله یکنواخت شده است.

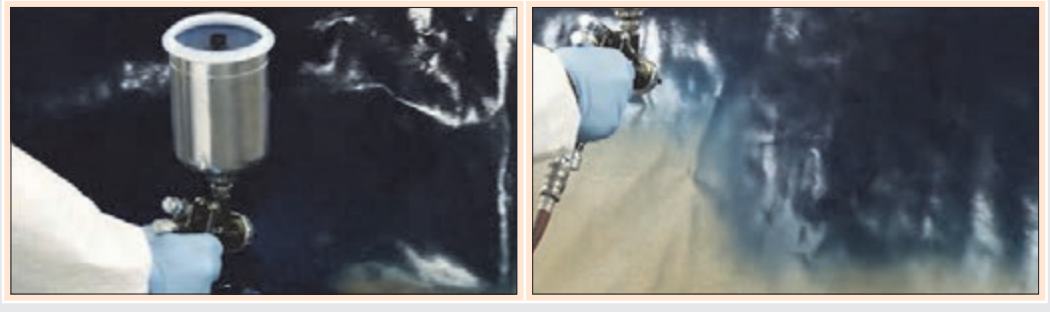
۵ـ الگوی پاشش را تنظیم کنید (شکل ۶۵).

شکل ۶۵ـ پیچ تنظیم الگوی پاشش و تفاوت‌های ایجاد شده

۶ـ عمودی یا افقی بودن خروجی پیستوله را معین کنید (شکل ۶۶).

شکل ۶۶ـ تنظیم جهت پاشش

۷ـ پاشیدن رنگ را از راست به چپ و از چپ به راست با سرعت یکنواخت انجام دهید و در هر رفت و برگشت یک بار ماشه را رها کرده و دوباره بگیرید (شکل ۶۷).



شکل ۶۷

نکته

در موقع نقاشی حرکت پیستوله باید کاملاً موازی سطح باشد. فاصله پیستوله تاسطح کار باید به اندازه و مناسب باشد. فاصلهٔ مناسب با توجه به انواع مختلف رنگ و غلظت‌های گوناگون بین ۲۰ الی ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. فاصله کم باعث تراکم زیاد رنگ گردیده و شره می کند و فاصلهٔ زیاد بالعکس باعث پراکندگی رنگ گردیده سطح رنگ دانه دانه زبر می‌شود به عبارتی به علت فاصله زیاد پیستوله با سطح رنگ قبل از اینکه به سطح برخورد کند به علت تماس زیاد با هوا پودر می‌شود و بعد از نشستن روی کار، سطح را زبر می کند. در هر حرکت حدود ۵۰٪ از قسمت رنگ شده با حرکت قبلی مجدداً باید تحت پوشش حرکت جدید قرار گیرد.

ایمنی

۱ـ به علت به‌وجود آمدن گرد رنگ و بخارات خطرناک که می‌تواند مشکلات شدید تنفسی ایجاد کند مطلوب‌ترین جا برای رنگ‌کاری با اسپرهای رنگ‌پاش اتاقک مخصوصی است که دارای فن تخلیه باشد.
۲ـ در صورت نبودن اتاقک چاره بعدی انجام عملیات رنگ‌کاری در فضای باز می‌باشد فضای باز این مزیت را دارد که جریان هوا علاوه‌بر ایجاد حالت تهویه باعث دور کردن گرد رنگ می‌شود و از نشستن آن بر روی قسمت‌های رنگ شده تا حد زیادی جلوگیری می کند.
۳ـ برای محافظت از دستگاه تنفسی در هنگام کار کردن با اسپری‌های رنگ‌پاش به‌علت به‌وجود آمدن بخارات خطرناک و گرد رنگ باید از ماسک‌های تنفسی استفاده کرد در هنگام نصب این ماسک‌ها برروی صورت باید دقت شود که طوری در روی صورت نصب شوند که از هر گونه نشت گرد رنگ و بخارات خطرناک به داخل ماسک جلوگیری کنند.

ارزشیابی نهایی شایستگی صافکاری و نقاشی بدنه و مخازن فلزی ماشین‌های کشاورزی

شرح کار: بررسی میزان تغییر حالت در مخزن یا بدنه‌های فلزی تجهیزات کشاورزی و تعیین روش اجرای عملیات، صاف‌کردن بدنه با استفاده از ابزار دستی، بتونه‌کاری سطح ورق مخزن یا بدنه، نقاشی قسمت آسیب‌دیده بدنه یا مخزن

استاندارد عملکرد: ترمیم مخازن و بدنه فلزی ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی با استفاده از صافکاری و نقاشی مطابق با استانداردهای موجود

شاخص‌ها: انتخاب روش مناسب جهت صافکاری یا نقاشی، انتخاب ابزار مناسب، دقت در انجام کار، سرعت در انجام کار، حداقل صدمه به سایر قسمت‌های رنگی ماشین، کیفیت صافکاری، انتخاب و مخلوط‌کردن مناسب اجزای بتونه، کیفیت بتونه‌کاری، پوشاندن قسمت‌های بدون آسیب با روزنامه، تهیه مخلوط مناسب رنگی، پاشش یکنواخت و بدون شره رنگ، کیفیت نقاشی

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه صافکاری و نقاشی استاندارد با تهویه مناسب و تجهیزات گرمایشی و سرمایشی ایمن

ابزار و تجهیزات: ابزار صافکاری دستی، رنگ‌های تعمیراتی، پیستوله، کاردک، پمپ باد، جعبه ابزار عمومی مکانیک

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی اولیه سطح بدنه یا مخازن فلزی	۱	
۲	صافکاری	۲	
۳	زیرسازی	۱	
۴	نقاشی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی کار فردی ـ رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه جوشکاری ـ توجه به نکات زیست محیطی	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۵

کاربرد سامانه فتوولتاییک در ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی

بسیاری از زمین‌های کشاورزی به شبکه برق دسترسی ندارند و تأمین انرژی آنها به‌خصوص در مورد پمپ چاه‌ها و تأسیسات گلخانه‌ها با استفاده از سوخت های فسیلی انجام می گیرد.

طرح‌های زیادی توسط وزارت جهادکشاورزی و سازمان انرژی‌های نو جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت در بخش کشاورزی در حال تدوین است که تلاش دارند تا در بخش‌های مختلف کشاورزی و گلخانه‌ها با استفاده از صفحات سلول‌های خورشیدی، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد. کسب مهارت در این زمینه می تواند آینده شغلی مناسبی را برای شما فراهم کند.

واحد یادگیری ۷

نصب و راه‌اندازی سامانه فتوولتاییک

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

- □ چگونه انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود؟
- □ انرژی الکتریکی خورشیدی در کشاورزی چه کاربردهایی دارد؟
- □ پدیده فتوولتاییک چیست؟
- □ سامانه خورشیدی از چه اجزایی تشکیل شده است؟
- □ سم‌پاش خورشیدی چگونه کار می‌کند؟

یکی از منابع تأمین انرژی رایگان، پاک و بدون اثرات آلودگی زیست‌محیطی، انرژی خورشیدی است. با استفاده از انرژی خورشیدی می‌توان نور را به حرارت یا الکتریسیته تبدیل کرد. سامانه‌های فوتوولتاییک می‌توانند انرژی خورشیدی را به الکتریسیته تبدیل کنند.

با استفاده از سامانه فتوولتاییک می‌توان پمپ چاه‌های کشاورزی را راه اندازی و آب مورد نیاز برای زمین‌های کشاورزی مورد نظر را تهیه و تأمین کرد.

این فناوری کاربرد های دیگری نیز در حوزه کشاورزی دارد. ماشین‌آلات کشاورزی را می‌توان با استفاده از انرژی الکتریکی حاصل از انرژی خورشیدی راه‌اندازی کرد. در این واحد یادگیری با تولید انرژی الکتریکی توسط نور خورشید و کاربردهای مختلف آن آشنا شده و روش نصب و راه‌اندازی سلول‌های فتوولتاییک را فراخواهید گرفت.

استاندارد عملکرد کار

در این پودمان هنرجویان قادر خواهند شد عملکرد سامانه‌های فتوولتاییک را فراگرفته و علاوه‌بر کاربردهای این سامانه در ماشین‌های کشاورزی، نمونه‌هایی از آن را ساخته و مورد آزمایش قرار دهند.

ضرورت استفاده از انرژی خورشیدی در کشاورزی

یکی از اثرات استفاده از پمپ‌های دیزلی چاه‌های کشاورزی تولید آلودگی‌های هوا و صدا است. از طرفی هزینه تأمین سوخت هم وجود دارد. بنابراین برای حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست و همچنین به علت در دسترس نبودن شبکه برق برای بسیاری از زمین‌های کشاورزی، می‌توان از این فناوری در تولید برق ماشین‌های کشاورزی استفاده کرد. دو نمونه کاربرد فناوری برق خورشیدی در شکل ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱ــ کاربرد سامانه‌های فتوولتاییک

پمپ آبرسانی توسط انرژی خورشیدی در تأمین آب شرب، دامپروری، پرورش ماهی، جنگل ها و مراتع، آبشخور حیوانات در حیات‌وحش حفاظت شده کاربرد دارد. سامانه‌های فتوولتاییک همچنین درتأمین برق توسط انرژی خورشید برای خانه‌های روستایی و عشایری در مناطق دور دست و صعب‌العبور کاربرد و اهمیت ویژه‌ای دارد.
در کشورهایی مثل ایران که میزان تابش آفتاب و تعداد روزهای آفتابی قابل توجهی دارد استفاده از این سامانه‌ها خیلی مقرون به‌صرفه است. در کشور هندوستان حدود ۶ درصد از پمپ‌های کشاورزی از این فناوری استفاده می‌کند.

گفت‌وگوی کلاسی

دو نمونه کاربرد انرژی خورشیدی در شکل ۲ دیده می‌شود. در مورد آنها بحث کنید.

شکل ۲ــ دو نمونه کاربرد انرژی خورشیدی

تحقیق کنید

چه کاربردهای دیگری از این فناوری در کشاورزی وجود دارد؟

زمانی که نورخورشید وجود ندارد یا هوا ابری است می توان انرژی الکتریکی تولید شده در هنگام روز را ذخیره و شب هنگام از آن استفاده کرد. تأمین روشنایی فضای سبز پارک ها و باغچه‌ها از این نمونه است (شکل ۳).

شکل ۳ــ روشنایی فضای سبز در پارک‌ها

تحقیق کنید

انرژی الکتریکی تولید شده توسط سامانه فتوولتاییک چگونه ذخیره می‌شود؟

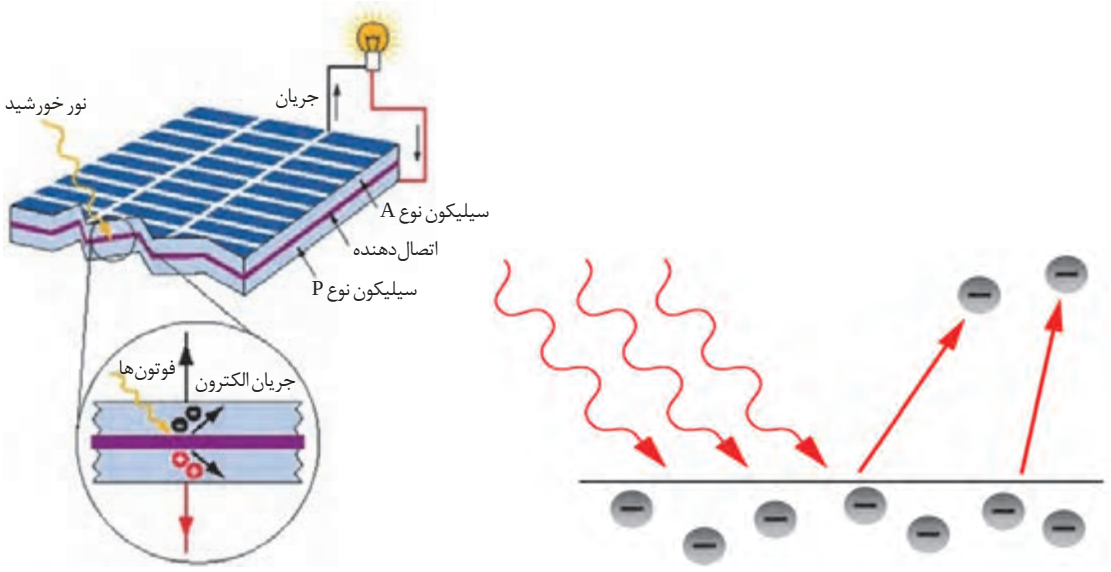
علاوه‌بر نصب ثابت سامانه خورشیدی می‌توان در تغذیه وسایل حمل و نقل متحرک مانند خودروهای خورشیدی از این فناوری استفاده کرد.

یک ربات ماشین کشاورزی که با انرژی خورشیدی کار می‌کند در کشور استرالیا ابداع شده و در زمین‌های با وسعت زیاد از آن برای کارهای مختلف کشاورزی استفاده می‌شود نام این ربات ریپا (RiPPA) است.

شکل ۴ــ ربات ریپا توسط دانشگاه سیدنی استرالیا ابداع شده است

پدیده فتوولتاییک

فتوولتاییک پدیده‌ای است که در اثر آن و بدون استفاده از عملیات مکانیکی، انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. برای انجام این کار کافی است نور خورشید (ذرات فوتون) به صفحه کریستالی برخورد کند. در این حالت با آزاد شدن انرژی فوتون‌ها حرکت الکترون‌ها شروع شده و باعث تولید جریان الکتریکی می‌شود (شکل ۵). واحد تابش نور خورشید وات بر مترمربع است.



شکل ۵ــ تولید جریان الکتریکی توسط نور خورشید

جایگاه تابش خورشید در ایران

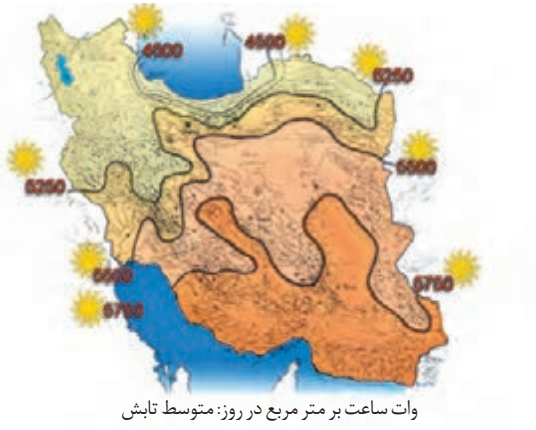
کشـور ایران از تابش مناسبی در میان دیگر کشـورها برخـوردار اسـت. متخصصـان این فنـاوری معتقدند با وجـود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم سال و متوسط تابش ۴/۵ تا ۵/۵ کیلووات سـاعت بـر مترمربع در روز، ایـران یکی از کشـورهای با پتانسـیل بالا در این زمینه معرفی شـده اسـت. اطلس تابش آفتاب در ایران در شـکل ۶ نشـان داده شده است.

شکل ۶ــ اطلس تابش خورشید ایران

تحقیق کنید

کدام یک از استان‌های کشورمان ایران، ظرفیت بیشتری برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی دارد؟

کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. معمولاً برای سامانه‌های فتوولتائیک شرایط استاندارد STC (Standard Test Condition) با قدرت تابش خورشید برابر ۱۰۰۰ و دمای محیط برابر ۲۵ درجه سانتی گراد تعریف می‌شود.



شکل ۷ــ میزان تابش خورشید ایران

پرسش کلاسی

کدام ناحیه ایران مطابق شکل ۷، مناسب برای کاربرد برق از انرژی خورشیدی است؟

گفت‌وگوی کلاسی

تابش نور خورشید باعث تبخیر آب دریاچه‌ها و تالاب‌ها می‌شود. آیا می‌توان با پوشاندن سطح آب توسط صفحات خورشیدی هم برق تولید کرد وهم از تبخیر بی‌رویه آب جلوگیری کرد؟

شکل ۸ــ جلوگیری از تبخیر آب توسط صفحات خورشیدی

فعالیت کلاسی

پشت هر کدام از صفحات خورشیدی یک پلاک مشخصات مطابق شکل ۹ نصب شده است. اطلاعات پلاک را استخراج و در مورد آن بحث کنید. توان مدول بر حسب وات چگونه به‌دست آمده است؟

Module	JRM90M
Voc	21.36V
Isc	5.38A
Vmp	17.8V
Imp	4.49A
Pm	80W
Dimension	960*540*28mm
Max System Voltage	1000v
Test Condition	AM1.5 1000W/m² 25℃

شکل ۹ــ پلاک یک مدول خورشیدی

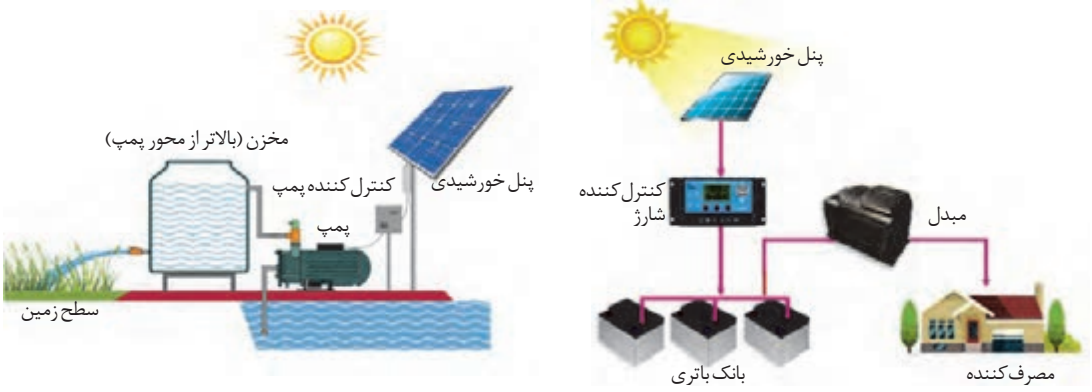
انواع روش‌های استفاده از سامانه‌های فتوولتاییک

سامانه‌های فتوولتاییک به دو شکل کلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

الف) سامانه مستقل از شبکه برق (Stand alone)

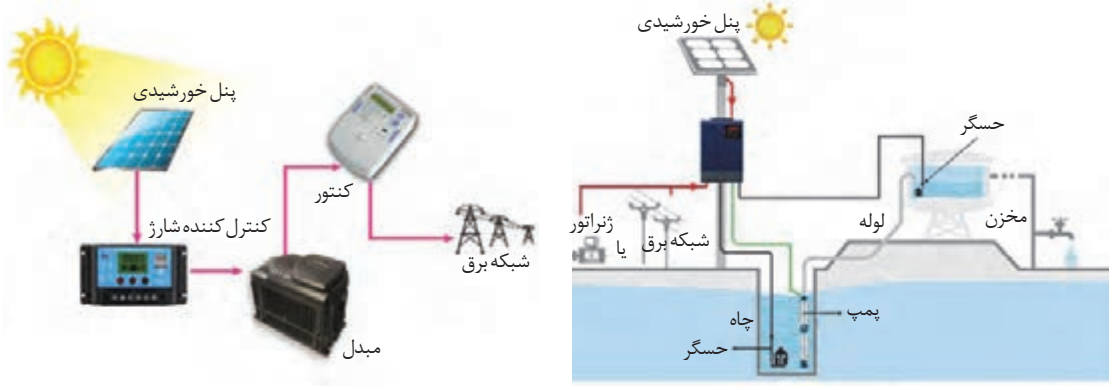
ب) سامانه متصل به شبکه برق (Grid connection)

الف) سامانه مستقل از شبکه برق، ارتباطی با شبکه برق ندارد و می‌تواند با ذخیره کردن انرژی الکتریکی تولید شده در طول روز، درساعاتی که هوا ابری است یا هنگام شب از این انرژی ذخیره شده استفاده کند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ــ سامانه مستقل از شبکه برق

ب) سامانه متصل به شبکه برق، قادر به تولید انرژی الکتریکی و تزریق آن به شبکه برق سراسری است (شکل ۱۱)



شکل ۱۱ــ سامانه متصل به شبکه برق

فعالیت کلاسی

با مقایسه دو شکل ۱۰ و ۱۱ تفاوت اجزای دو نوع سامانه را بررسی و به کلاس درس گزارش کنید.

اجزای سامانه فتوولتاییک

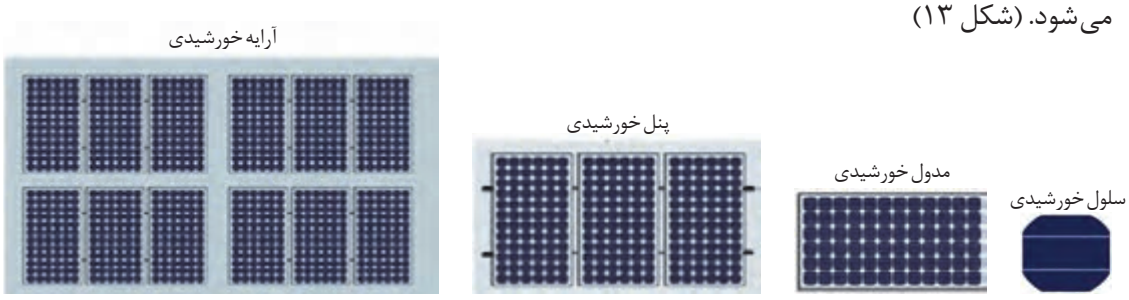
اجزای سامانه فتوولتاییک مجموعه تجهیزاتی است که در تولید و ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی استفاده می‌شود. این اجزا در شکل ۱۲ دیده می‌شود و عبارت است از:

۱ـ صفحات مبدل انرژی خورشیدی (پنل خورشیدی)
۲ـ باتری
۳ـ کنترل کننده شارژ
۴ـ مبدل یا اینورتر
۵ـ بار (مصرف کننده)

شکل ۱۲ـ تجهیزات سامانه فتوولتاییک

صفحات مبدل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی

کوچک‌ترین واحد صفحات انرژی خورشیدی سلول نامیده می‌شود. از اتصال چند سلول، مدول خورشیدی و از کنار هم قرار گرفتن چند مدول، پنل شکل می‌گیرد. آرایه‌های خورشیدی از اتصال سری و موازی پنل‌ها تشکیل می‌شود. (شکل ۱۳)

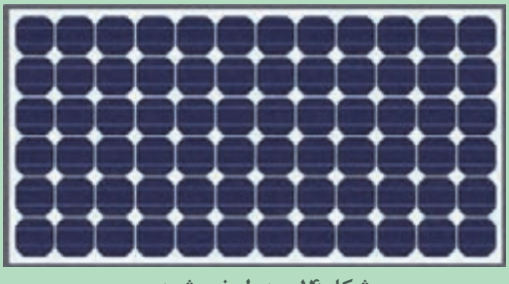


شکل ۱۳ـ اجزای آرایه‌ای خورشیدی

در شرایط استاندارد STC هر سلول ولتاژی معادل ۰/۵ تا ۰/۶ ولت تولید می‌کنند.

تمرین

در شکل ۱۴ اگر سلول‌های این مدول خورشیدی با یکدیگر سری شده باشد ولتاژ تولیدی آن در شرایط استاندارد چقدر است؟


شکل ۱۴ـ مدول خورشیدی

تحقیق کنید

صفحات استفاده شده در ماشین حساب خورشیدی یا اسباب‌بازی‌ها از چه نوع فناوری استفاده کرده است؟

اتصال سری (متوالی) و موازی صفحات خورشیدی

اتصال سری و موازی پنل‌های خورشیدی شبیه پیل‌های الکتریکی است. ولتاژ خروجی در شکل ۱۵ برای اتصال سری ۱۸ ولت و برای حالت موازی همان ۹ ولت با جریان بیشتر از یک پیل است.

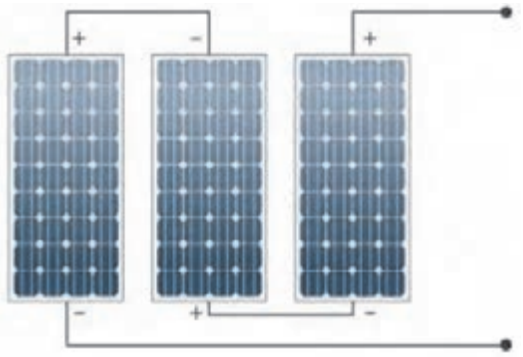
شکل ۱۵ــ اتصال سری وموازی پیل الکتریکی

الف) اتصال سری

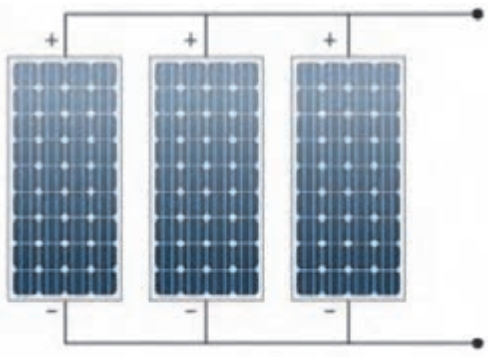
هدف از اتصال سری مدول های خورشیدی تولید ولتاژ دهی بیشتر است در شکل ۱۶ اتصال سری مدول خورشیدی نشان داده شده است. رعایت قطب‌های + و – در اتصال سری بسیار اهمیت دارد.

ب) اتصال موازی

هدف از اتصال موازی مدول‌های خورشیدی تولید جریان بیشتر است. در این حالت پلاریته‌های مثبت به همدیگر و پلاریته‌های منفی به یکدیگر متصل می‌شود (شکل ۱۷). در اتصال مدول های خورشیدی حتماً باید مدول‌ها مشابه هم باشد.



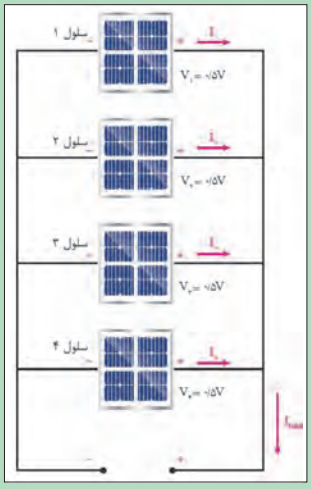
شکل ۱۶ــ اتصال سری

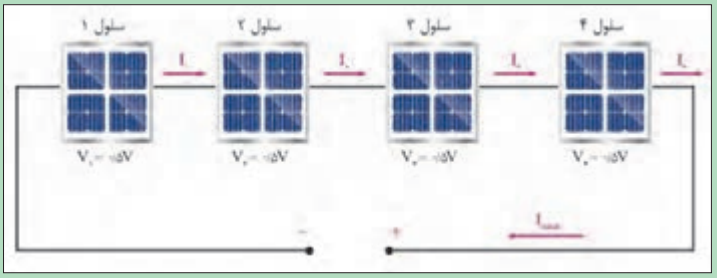


شکل ۱۷ــ اتصال موازی

تمرین

در اتصالات سری و موازی شکل ۱۸ مقدار ولتاژ خروجی چقدر است؟





شکل ۱۸ــ اتصال سری وموازی مدول خورشیدی

پرسش

به نظر شما این شارژر خورشیدی دارای چه ولتاژی در خروجی است؟

شکل۱۹ــ اتصال گوشی به شارژر خورشیدی

تأثیر عوامل خارجی بر ولتاژ خروجی مدول خورشیدی

مدول‌های خورشیدی در شرایط مختلف دارای ولتاژ و جریان خروجی متفاوت هستند. این شرایط با تغییر دما، نور و سایه ایجاد می‌شود.

الف) تأثیر سایه: اگر بخشی از مدول خورشیدی در سایه جسمی قرار گیرد مقدار ولتاژ خروجی کم می‌شود بنابراین هنگام نصب نباید سایه درخت، نرده و دیگر اشیا روی مدول بیفتد. در شکل ۲۰ در اثر سایه چه مقدار ولتاژ خروجی کم شده است؟

شکل ۲۰ـ اثر سایه

پرسش

گرد و غبار و آلودگی معلق در هوا چه تأثیری بر خروجی مدول خورشیدی دارد؟ برای رفع این آلودگی چه کاری باید کرد؟

ب) تأثیر زاویه تابش: مدول‌های خورشیدی بر مبنای عرض جغرافیایی هر شهر نصب می‌شود دقت در این زمینه تأثیر مهمی در خروجی سامانه دارد اگر زاویه نصب مناسب نباشد خروجی مدول کاهش می‌یابد. صفحه مدول خورشیدی در بین ساعات ۹ تا ۱۴ بیشترین بهره‌وری رادارد.تابش عمود اشعه آفتاب بیشترین خروجی را به همراه دارد.

شکل ۲۱ـ زاویه نصب

فعالیت

زاویه عرض جغرافیایی هنرستان محل تحصیل شما چند درجه است؟

ج) تأثیر دمای محیط: شرایط استاندارد برای خروجی بهینه مدول خورشیدی دمای $25^{\circ}C$ است. اگر دما از این مقدار بیشتر شود مقدار ولتاژ تغییر خواهد کرد.

تحقیق کنید

کدام‌یک از شهرهای چابهار، یزد، اهواز و بهشهر برای نصب سامانه فتوولتاییک مناسب تر است؟

فعالیت عملی

اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری، جریان اتصال کوتاه مدول خورشیدی و مطالعه اثرشرایط مختلف بر این دو مقدار الکتریکی

نکته

ولتاژ بی باری ولتاژ دوسر ترمینال مدول خورشیدی است. برای اندازه‌گیری آن کلید رنج ولت‌متر را روی VDC قرار دهید و دو سر آن را به ترمینال‌های مثبت و منفی متصل کنید. اگر این دو ترمینال اتصال کوتاه شود جریانی که از این اتصال عبور می کند جریان اتصال کوتاه نام دارد. برای اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه ابتدا مولتی‌متر را به حالت اندازه‌گیری جریان ببرید و دو سر آن را به ترمینال‌های مدول متصل کنید).

ابـزار و تجهیزات لازم: ابزار و تجهیزات لازم بـرای ایـن کار مطابـق جـدول ۱ تعریف شده است.

جدول ۱ـ تجهیزات مورد نیاز

نام قطعه	مشخصه فنی	تصویر	تعداد
مولتی متر دیجیتال	اندازه‌گیری ولتاژ و جریان الکتریکی		یک عدد
مدول خورشیدی	۱۸ ولت ۳۰ وات		دو عدد
کابل و اتصالات	MC۴		۴ عدد
جعبه ابزار سیم کشی برق	انبردست، سیم چین، سیم لخت کن، پیچ گوشتی		۱ سری

مراحل انجام کار:

۱ـ ولتـاژ بی باری و جریـان اتصال کوتاه را اندازه بگیرید.

برای این دو اندازه‌گیری یکی از مدول‌ها را در جهت عرض جغرافیایی هنرستان محل تحصیل مطابق شکل ۲۳ قرار دهید و با استفاده از ولت‌متر دیجیتال، ولتاژ بی‌باری (VOC) و جریان اتصال کوتاه (ISC) را اندازه‌گیری و در جدول ۲ یادداشت کنید.

شکل ۲۲ـ اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری

شکل ۲۳ـ عرض جغرافیایی محل نصب

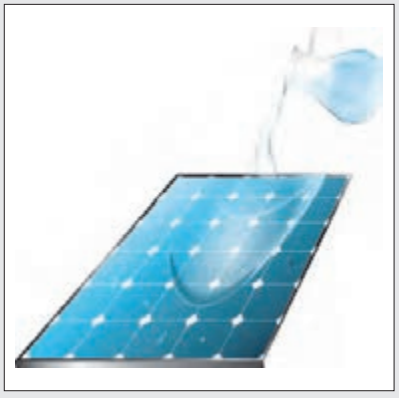
جدول ۲ـ ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه

کمیت قابل اندازه‌گیری	مقدار ثبت شده در پلاک مدول	مقدار انرژی اندازه‌گیری شده
ولتاژ بی‌باری		
جریان اتصال کوتاه		

پرسش

چرا مقدار ثبت شده در پلاک مدول خورشیدی با مقدار اندازه‌گیری شده متفاوت است؟

۲ـ تأثیر دما بر ولتاژ بی باری و جریان اتصال کوتاه را بررسی کنید. در این مرحله در حالتی که مدول خورشیدی در راستای عرض جغرافیایی در معرض نور خورشید است با استفاده از یک ظرف آب سرد روی صفحه را خنک کنید (شکل ۲۴) و ولتاژ بی‌باری را مجدداً اندازه‌گیری کرده و جدول ۳ را تکمیل کنید. برای مشاهده تغییرات کمی صبور باشید تا سطح روی مدول خنک شود.



شکل ۲۴ـ تغییر دمای مدول

جدول ۳ـ ولتاژ بی باری و جریان اتصال کوتاه

کمیت قابل اندازه‌گیری	مقدار روی پلاک مدول	مقدار اندازه‌گیری شده با ریختن آب خنک
VOC		
ISC		

پرسش

مقادیر اندازه‌گیری چه تغییری کرده است؟ از این فعالیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پرسش

پنل‌های معلق روی آب دارای دمای کمتری نسبت به محیط خشک است (شکل ۲۵). این کاهش دما چه تأثیری در خروجی الکتریکی پنل‌ها دارد؟

شکل ۲۵ـ پنل‌های معلق روی آب

۳ـ تأثیر زاویه نصب را بر ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه را بررسی کنید. یک مدول خورشیدی را مانند شکل ۲۶ روی یک میز رسم یا صندلی با دسته متحرک نصب کنید و زاویه قرار گرفتن مدول خورشیدی را در حالت‌های مختلف مانند جدول ۴ قرار دهید و جدول را تکمیل کنید.

شکل ۲۶ـ تغییر زاویه

جدول ۴ـ ولتاژ بی باری و جریان اتصال کوتاه

کمیت قابل اندازه‌گیری	زاویه ۳۰ درجه	زاویه ۴۵ درجه	زاویه ۶۰ درجه	زاویه ۹۰ درجه
VOC				
ISC				

پرسش

مقادیر اندازه‌گیری شده چگونه تغییر کرده است؟ بیشترین مقدار مربوط به کدام زاویه است؟ چرا؟

۴ـ با اتصال سری و موازی مدول‌های خورشیدی مقدار ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه را اندازه‌گیری کنید. ابتدا دو مدول خورشیدی را با رعایت قطب‌های مثبت و منفی سری ببندید و در ادامه با یکدیگر موازی کنید و جدول شماره ۵ را تکمیل کنید. می‌توانید مراحل قبل یعنی الف تا ج را برای دو اتصال نیز تکرار کنید.

جدول ۵ــ ولتاژ بی باری و جریان اتصال کوتاه

کمیت قابل اندازه‌گیری	اتصال سری	اتصال موازی
VOC		
ISC		

پرسش

ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه در کدام حالت بیشترین مقدار را دارد؟

ایمنی

هنگام آزمایش مدول خورشیدی مراقب باشید به صفحه آن ضربه وارد نشود.

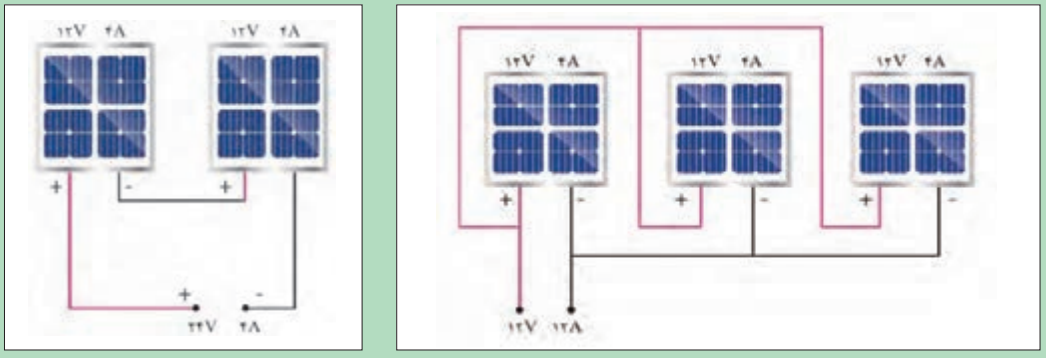
توان مدول خورشیدی

توان مدول خورشیدی از حاصل ضرب جریان اتصال در ولتاژ بی باری به‌دست می‌آید.

$$P=V\times I$$

فعالیت

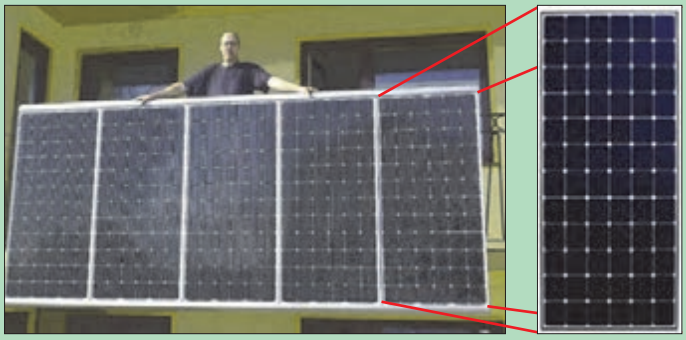
مقدار توان خروجی سامانه خورشیدی حالت‌های الف و ب شکل ۲۷ را به‌دست آورید.



شکل ۲۷ــ اتصال سری و موازی مدول خورشیدی

فعالیت

اگر هر مدول خورشیدی پنل نشان داده شده در شکل ۲۸ جریانی در حدود ۸/۳۳ آمپر تولید کند مقدار توان تقریبی کل پنل چند کیلووات است؟



شکل ۲۸ـ یک پنل خورشیدی با پنج مدول سری شده

ذخیره کردن انرژی الکتریکی سامانه فتوولتاییک

ذخیره کردن انرژی الکتریکی تولید شده توسط سامانه فتوولتاییک به معنی ذخیره این انرژی و به‌کار بردن آن در مواقعی است که نورخورشید وجود ندارد (شب هنگام) یا هوا ابری و نورخورشید ضعیف است. برای ذخیره‌ساز انرژی الکتریکی از باتری استفاده می‌شود.

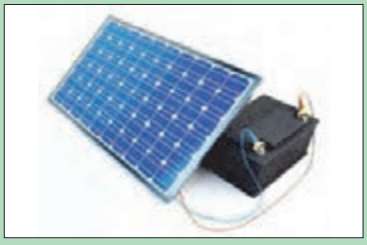
باتری: زمانی که تولید الکتریسیته سامانه فتوولتاییک بیشتر از بار (مصرف کننده) است، انرژی مازاد در باتری ذخیره می‌شود. موقعی که نور خورشید نباشد یا مقدار تولید انرژی سامانه خورشیدی کمتر از نیاز مصرف کننده باشد، باتری وارد مدار می‌شود و کمبود انرژی را جبران می‌سازد. بنابراین باتری باید قابلیت شارژ و دشارژ شدن مکرر را داشته باشد. باتری‌های استفاده شده در سیستم فتوولتاییک از نوع سیلد ـ اسید، نیکل ـ کادمیم و لیتیم یون است (شکل ۲۹).

شکل ۲۹ـ باتری قابل شارژ و دشارژ

مشخصه فنی باتری برحسب آمپر ساعت و توان خروجی آن شناخته می‌شود. در شکل ۲۹ باتری با ولتاژ ۱۲ V DC، جریان‌دهی ۷ آمپر ساعت نشان داده شده است.

فعالیت

مطابق شکل ۳۰ چه شرطی برای اتصال مستقیم مدول خورشیدی، به باتری باید برقرار باشد؟



شکل ۳۰ـ اتصال مستقیم باتری به مدول خورشیدی

فعالیت عملی

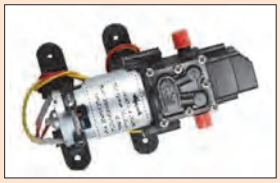
ساخت یک سم‌پاش خورشیدی

نکته

برای دفع آفات گیاهان و سم پاشی آنها و کوددهی می‌توان با ساخت یک سم‌پاش خورشیدی ایمن این کار را انجام داد. مزایای استفاده از سم‌پاش خورشیدی نسبت به سم‌پاش‌های موتوری، صرفه جویی در مصرف سوخت و نگهداری و تعمیر ساده‌تر آن می‌باشد. هزینه حمل و نقل برای خرید سوخت حذف می‌شود. نگهداری سم‌پاش خورشید ساده‌تر بوده و در مقایسه با سم‌پاش‌های دستی، بی‌نیازی به صرف نیرو و در نتیجه بازده بیشتر است.

ابـزار و تجهیزات مـورد نیاز: مطابق با جدول ۲ این سـم‌پاش خورشـیدی با اسـتفاده از یک مدول خورشـیدی، باتری، پمـپ کوچک، مخـزن، لانس وکلید و اتصالات قابل سـاخت اسـت. برای پمپـاژ محـلول سـم از پمـپ شیشه‌شوی خودرو می‌توانید استفاده نمایید.

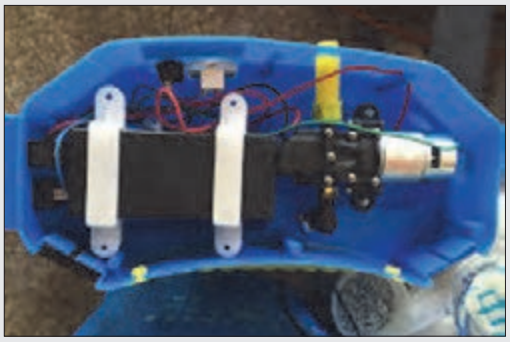
جدول ۲ـ تجهیزات مورد نیاز

نام قطعه	مشخصه فنی	تصویر
الکتروپمپ	۱۲ ولتی دی‌سی، ۳ آمپر	
مدل خورشیدی	۱۸ ولت، ۱۲ وات	
منبع ذخیره آب	۱۰ تا ۱۶ لیتر	
باتری	۱۲ ولت، ۱۰ آمپر ساعت	
لانس و نازل سم	اندازه معمولی	

مراحل انجام کار:

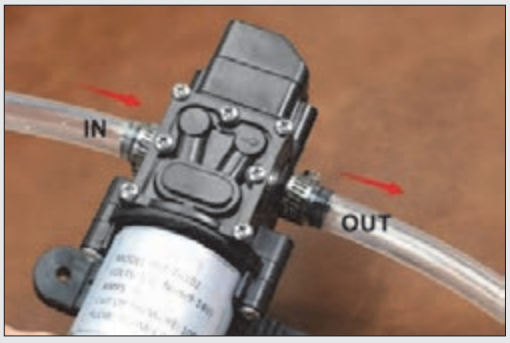
۱ـ ابتدا برای نصب باتری و الکتروپمپ، فضای مناسبی در پایین منبع در نظر بگیرید و آنها را نصب کنید.

۲ـ پمپ الکتریکی با باتری به‌صورت موازی اتصال می‌یابد ولی یک کلید قطع و وصل قبل از پمپ ضروری است (شکل ۳۱).



شکل ۳۱ـ اتصال باتری و پمپ سم‌پاش

۳ـ هنگام نصب پمپ به جهت حرکت سیال از مخزن به سمت نازل دقت نمایید. این جهت روی پمپ با یک فلش نشان داده شده است (شکل ۳۲). سپس با استفاده از یک لوله مناسب مسیر خروجی محلول از منبع را با بست مناسب به ورودی پمپ متصل کنید.



شکل ۳۲ـ اتصال پمپ و رعایت جهت حرکت سیال

۴ـ خروجی پمپ را به لانس متصل کنید. فشار مایع در لوله‌ها برابر ۰/۲ تا ۰/۴ مگاپاسکال خواهد بود.

۵ـ برای نصب مدول از یک بازوی متحرک استفاده کنید به‌طوری که قادر باشید زاویه قرار گرفتن مدول خورشیدی نسبت به افق را تغییر دهید. در حالت معمولی زاویه نصب آن ۴۵ درجه مناسب است.

۶ـ دو سر تغذیه الکتروپمپ را با رعایت قطب‌های مثبت ومنفی با کابل مناسب به باتری متصل کرده و حتماً سر راه آن کلید قطع و وصل روی بدنه دستگاه در نظر بگیرید (شکل ۳۳).

شکل ۳۳ـ اتصال مدول خورشیدی

پرسش

اگر قطب‌های مثبت ومنفی جابه‌جا به باتری متصل شود چه اتفاقی می‌افتد؟

توجه

در مواقعی که مطمئن هستید باتری کاملاً شارژ شده است برای سبک‌تر شدن وزن سم‌پاش می‌توانید مدول خورشیدی را از روی سم‌پاش جدا کرده وبدون آن سم‌پاشی کنید (شکل ۳۴).

شکل ۳۴ـ جدا کردن مدول خورشیدی

نمونه‌های دیگری از سم‌پاش خورشیدی در وزن و اندازه بزرگ‌تر مشابه شکل۳۵ می‌توانید درست کنید و توسط چرخ دستی جابه‌جا کرده و استفاده نمایید.

شکل ۳۵ـ نوع دیگری از سم‌پاش خورشیدی

دستگاه کنترل شارژ باتری

در سامانه‌های فتوولتاییک مستقل از شبکه برق برای جلوگیری از تخلیهٔ کامل باتری‌ها یا شارژ بیش از حد باتری از کنترل شارژ استفاده می‌شود. ولتاژ خروجی مدول با تغییر تابش خورشید و دما تغییر می‌کند ولی ولتاژ باتری ثابت است. کنترل‌کننده شارژ، واسطه بین مدول خورشیدی و باتری است. کنترل شارژ جریان و ولتاژ ورودی به باتری را تنظیم می‌کند. در شکل ۳۶ محل قرارگرفتن باتری و کنترل شارژر نشان داده شده است. کنترل شارژ یک خروجی نیز برای تغذیه مصرف کننده جریان مستقیم دارد.

شکل ۳۶ـ محل قرار گرفتن کنترل شارژ در سامانه فتوولتاییک

کنترل شارژ دارای ۶ ترمینال است ومطابق مدار گفته شده به ترتیب به باتری، بعد بار و در آخر به مدول خورشیدی متصل می‌شود.

فعالیت

برآورد کنید ولتاژتولیدی سامانه و ولتاژ ذخیره شده شکل ۳۷ چقدر است؟

شکل ۳۷ـ کاربردکنترل شارژ در سامانه فتوولتاییک

فعالیت

اگر در پمپ چاه آب نشان داده شده درشکل ۳۸ توان هر مدول خورشیدی برابر ۳۰۰ وات باشد. ولتاژ و توان تولیدی سامانه خورشیدی حدوداً چقدر است؟

شکل ۳۸ـ کاربرد سامانه فتوولتاییک در پمپ چاه آب

فعالیت عملی

ساخت هواساز خورشیدی برای آکواریوم

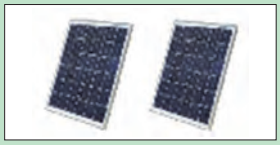
نکته

پمپ هواساز یکی از تجهیزات ضروری برای استخرهای پرورش و نگهداری از ماهی است. با قطع جریان برق و عدم تأمین اکسیژن لازم برای ماهی‌ها در استخر امکان خفگی و تلف شدن آنها وجود دارد. با وجود یک سامانه خورشیدی می‌توان در هنگام قطع برق شبکه سراسری فرایند تولید هوا در استخر را ادامه داد و از تلفات آبزیان جلوگیری کرد.

شکل ۳۹ـ کاربرد هواساز در استخر ماهی

ابزار و تجهیزات مورد نیاز: مطابق با جدول۳ این هواساز خورشیدی با استفاده از دو مدول خورشیدی، باتری، پمپ کوچک، منبع و اتصالات قابل ساخت است.

جدول ۲ـ تجهیزات مورد نیاز هواساز

نام قطعه	مشخصه فنی	تصویر
الکتروپمپ هواساز	۲۴ یا ۱۲ ولت، ۳۵ وات، ۳/۵ آمپر	
مدل خورشیدی	۱۸ ولت، ۳۰ وات	
کنترل شارژ	۲۴ یا ۱۲ ولت	
باتری	۱۲ ولت، ۱۰ آمپر ساعت	
کابل و اتصالات MC۴	اندازه معمولی	

مراحل انجام کار:

۱ـ ابتدا باید پمپ هواساز، کنترل شارژ وباتری را روی یک صفحه نصب نمایید به‌طوری که بعد از سیم‌کشی جابه‌جا نشوند. مطابق شکل ۴۰ ورودی وخروجی هوای پمپ نشان داده شده است.

۲ـ مدار الکتریکی این سامانه را مطابق شکل ۴۱ برقرار کنید. برای اتصال اجزا به کنترل شارژ اولویت با باتری است. پس از باتری، پمپ هواساز و در آخر مدول خورشیدی به کنترل شارژ متصل می‌شود.

۳ـ برای خروجی بهتر مدول ها را بایکدیگر موازی کنید.با اتصال باتری به کنترل شارژ چراغ LED دستگاه روشن می‌شود. اگر باتری کاملاً شارژ باشد رنگ LED سبز رنگ و در غیر این صورت قرمز یا به رنگ زرد خواهد بود.

شکل ۴۰ـ ورود و خروج هوا در هواساز

شکل ۴۱ـ مدار الکتریکی هواساز

ایـمنی

حتماً ابتدا باتری را به کنترل شارژ متصل کنید.

۴ـ در مرحله بعدی ورودی تغذیه پمپ هواساز را به خروجی کنترل شارژ متصل نمایید.

۵ـ چنانچه باتری دارای شارژ الکتریکی باشد در این حالت هواساز روشن خواهد شد.

۶ـ برای کنترل روشن و خاموش پمپ یک کلید در مسیر پمپ و خروجی کنترل شارژ قرار دهید.

۷ـ برای اتصال پمپ به باتری و شارژ کنترل مطابق شکل ۴۲ از سوکت استفاده کرده و قطب‌های مثبت ومنفی را رعایت کنید.

۸ـ یک کلید قطع و وصل در مسیر تغذیه پمپ هواساز نیز قرار دهید.

۹ـ در آخرین مرحله مطابق با شکل ۴۳ مدول خورشیدی را به ورودی کنترل شارژ متصل کنید.

شکل ۴۲ـ اتصال پمپ با سوکت به باتری

ایـمنی

اگر در حین انجام آزمایش کنترل شارژ را قطع و وصل مجدد نمایید امکان آسیب دیدن به کنترل شارژ وجود دارد.

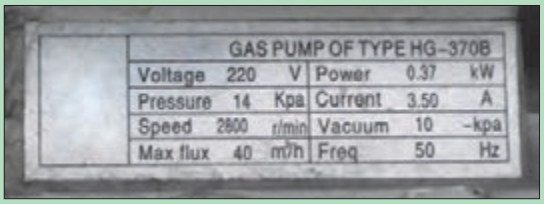
شکل ۴۳ـ اتصال موازی مدول‌ها

شکل ۴۴ـ تولید هوا با هواساز

۱۰ـ اکنون ازخروجی هواساز یک شیلنگ پلاستیکی تا کف مخزن آب اتصال دهید و برای پایین ماندن سر شیلنگ یک اسفنج به سر شیلنگ ببندید و مطابق شکل ۴۴ از آن استفاده کنید.

فعالیت

پلاک نشان داده شده مربوط به یک پمپ هواساز برقی است. مشخصات آن را بررسی و به کلاس درس گزارش کنید (شکل ۴۵).



شکل ۴۵ـ پلاک هواساز برقی

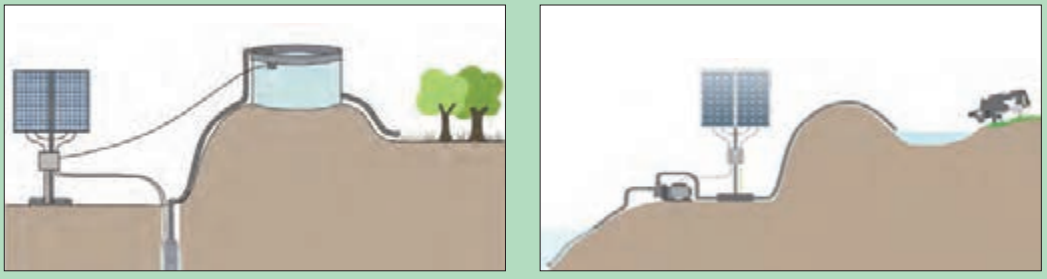
پمپ‌های خورشیدی در کشاورزی

یکی از عمده مشکلات پمپ‌های کشاورزی معمولی برای استخراج آب چاه‌های مزارع کشاورزی، دور بودن از شبکه سراسری برق است. از طرفی هزینه‌های بالای انتقال برق و نگهداری از خطوط توزیع برق و هزینه خرید ژنراتورهای دیزلی و سوخت آنها و تعمیر و نگهداری از آنها باعث شده است تا استفاده از پمپ‌های خورشیدی راه‌حل مناسبی برای جایگزینی از موارد گفته شـده باشـد، هزینه نگهداری کمتر، عمر طولانی‌تر و از همه مهم‌تر هزینه انرژی اولیه رایگان سامانه پمپ‌های آب خورشیدی، صرفه اقتصادی آن را افزایش می‌دهد (شکل ۴۶).

شکل ۴۶ـ پمپ خورشیدی

فعالیت

انرژی خورشیدی در پمپ‌های خورشیدی شکل ۴۷ چگونه به کار گرفته شده است؟



شکل ۴۷ـ دونوع پمپ خورشیدی

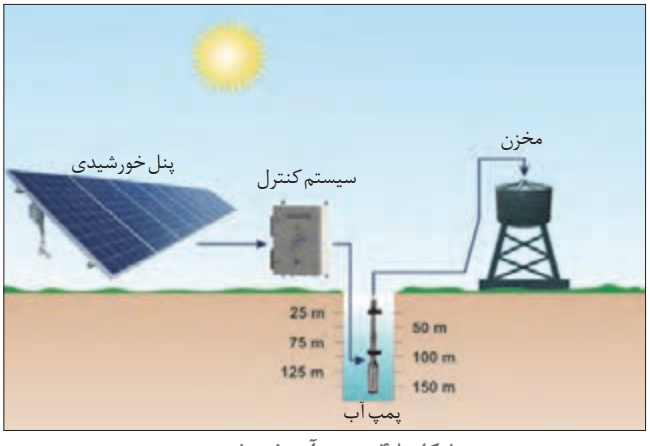
پمپ‌های خورشیدی قابلیت انتقال آب از برکه، رودخانه و چاه را خواهند داشت.

فعالیت

میزان آلودگی پمپ‌های دیزلی را با پمپ خورشیدی مقایسه و به کلاس درس گزارش کنید.

پمپ‌های خورشیدی به دو دسته جریان مستقیم و متناوب تقسیم می‌شوند. چون ولتاژ خروجی مدول خورشیدی مستقیم است پمپ‌های جریان مستقیم متداول تر است. البته توانایی پمپ‌ها در مقایسه با پمپ‌های جریان متناوب کمتر است.

معمولاً توان الکتروپمپ‌های خورشیدی برای الکتروموتورهای مغناطیسی دائم تا ۱۳ اسب بخار و برای الکتروموتورهای سیم پیچی شده ۳ تا ۱۰ اسب بخار متداول است.



شکل ۴۸ـ پمپ آب خورشیدی

اگر از الکتروپمپ‌های متناوب استفاده شود این توان بالای ۱۰ اسب بخار خواهد بود. البته در این مدل آخر باید از یک تبدیل کننده ولتاژ مستقیم به ولتاژ متناوب (اینورتر) استفاده شود. اگر چه قیمت الکتروموتور متناوب نسبت به مستقیم ارزان‌تر است ولی قیمت مبدل گفته شده نیز گران خواهد بود (شکل ۴۸).

تذکر

دستگاه‌های کنترل شارژ در دو نمونه PWM و MPPT در بازار متداول است. برای ساخت الکتروپمپ خورشیدی بهتر است از کنترل شارژ MPPT استفاده شود تا بیشترین ولتاژ و جریان را برای سامانه ایجاد نماید.

فعالیت عملی

ساخت الکتروپمپ خورشیدی DC و ذخیره سازی آب در منبع

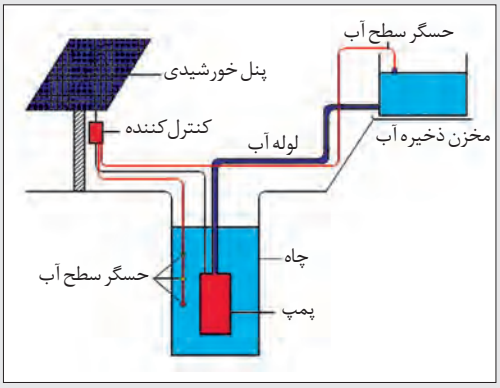
ابزار و تجهیزات مورد نیاز: مطابق با جدول ۴ پمپ خورشیدی با استفاده از دو مدول خورشیدی، الکتروپمپ و منبع آب کوچک، لوله و اتصالات قابل ساخت است.

جدول ۲ـ تجهیزات مورد نیاز پمپ خورشیدی

نام قطعه	مشخصه فنی	تصویر
الکتروپمپ	۲۴ یا ۱۲ ولت، یک عدد	
مدل خورشیدی	۵۰ ولت، ۲ عدد	
منبع ذخیره آب	۱۰۰ لیتری	
کابل و اتصالات MC۴	اندازه معمولی	
لوله و بست مناسب	اندازه معمولی	

مراحل انجام کار:

۱ـ ابتدا پمپ الکتریکی را در سطح مناسب محل انتقال آب نصب کنید (شکل ۴۹). الکتروپمپ‌های جریان مستقیم در دو نمونه ۱۲ و ۲۴ ولت در دسترس است. (شکل ۵۰).

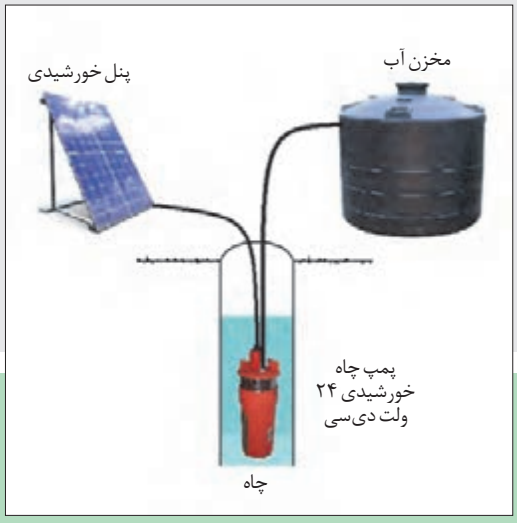


شکل ۴۹ـ نصب پمپ آب در ارتفاع مناسب

شکل ۵۰ـ الکتروپمپ‌های ۱۲ و ۲۴ ولتی

۲ـ در ادامه باتری را به کنترل شارژ و ورودی الکتروپمپ را به خروجی کنترل شارژ متصل کنید. برای اینکه در این مرحله پمپ فعال نباشد، کلید رابط بین پمپ و کنترل شارژ را در حالت قطع نگهدارید.

۳ـ در آخرین مرحله مدول خورشیدی را به کنترل شارژ متصل کنید.



شکل ۵۱ـ اتصال پمپ آب به مدول خورشیدی

توجه

این سامانه را بدون باتری و کنترل شارژ نیز می‌توان انجام داد یعنی می‌توان مدول خورشیدی را مستقیم به پمپ متصل کرد.

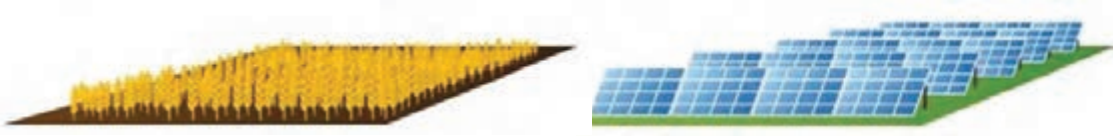
افزایش بهره‌وری با کشاورزی خورشیدی (فتوکشاورزی)

یکی از موضوعاتی که در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای پیشرفته مورد توجه قرار گرفته است، کشاورزی خورشیدی است. در این روش در مزارع علاوه بر کشاورزی، تولید برق خورشیدی نیز صورت می‌گیرد.

گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به تصویر در مورد کشاورزی خورشیدی گفت‌وگو کنید.

استفاده جداگانه از دو هکتار زمین



۱ هکتار **۱ هکتار**

۱۰۰٪ گندم = ۱۰۰٪ برق خورشیدی + ۱۰۰٪ گندم

۱۰۰٪ برق خورشیدی

استفاده ترکیبی از دو هکتار زمین: بازدهی ۶۰٪ افزایش می یابد.

۱ هکتار **۱ هکتار**

۱۶۰٪ گندم = ۸۰٪گندم + ۸۰٪گندم

۱۶۰٪ برق خورشیدی ۸۰٪ برق خورشیدی ۸۰٪ برق خورشیدی

مزایای کشاورزی خورشیدی: تحقیقات انجام گرفته توسط دانشمندان نشان می‌دهد، سایه‌ای که پنل‌های خورشیدی برای زمین کشاورزی ایجاد می‌کند موجب کاهش دمای محیط در طول روز و افزایش دمای هوا در طول شب (نسبت به کشاورزی سنتی که در فضای کاملاً روباز انجام می‌گیرد) می‌شود. همچنین به‌دلیل افزایش فشار بخار آب در سیستم‌های فتوکشاورزی، محل موردنظر از رطوبت بیشتری برخوردار خواهد بود. به‌همین دلیل برخی از محصولات عملکرد بهتری با وجود سایه پنل‌ها (و عدم تابش مستقیم آفتاب) از خود نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال با این روش، تولید نوعی از فلفل‌ها تا سه برابر و گوجه‌فرنگی تا دو برابر بیشتر از روش سنتی انجام گرفته است. همچنین ثابت شده است که برای تولید یکسان به مقدار آب کمتری در روش فتوکشاورزی نیاز است چرا که رطوبت باقی‌مانده در خاک تا ۱۵ درصد بیشتر خواهد بود.

تأثیرات مثبتی که در سیستم فتوکشاورزی رخ می‌دهد دو طرفه می‌باشد. بدین‌معنی که علاوه بر امتیازاتی که پنل‌های خورشیدی برای کشاورزی به ارمغان می‌آورند، عملکرد نیروگاه خورشیدی نیز با وجود محصولاتی که در زیر پنل‌ها در حال رشد هستند بهبود می‌یابد. همان‌طور که در صفحات قبل آموختید، بازدهی پنل‌های خورشیدی با دمای محیط رابطه معکوس دارد. یعنی هرچه دمای محیط افزایش می‌یابد، بازدهی نیروگاه خورشیدی کاهش می‌یابد. کشت محصولات در زیر پنل‌ها این قابلیت را به صاحبان نیروگاه خورشیدی می‌دهد تا دمای محیط (زیر پنل‌های خورشیدی) را کاهش دهند که این امر منجر به افزایش انرژی تولیدی نیروگاه خورشیدی خواهد شد. در واقع تنفس گیاهان در زیر پنل‌ها باعث انتشار بخار آب و سپس قطرات آب شده که در نهایت منجر به خنک شدن صفحات خورشیدی می‌شود.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سیستم‌های فتوکشاورزی یک روش برد ـ برد برای افزایش تولید محصولات کشاورزی و همچنین افزایش راندمان نیروگاه‌های خورشیدی می‌باشد.

ارزشیابی نهایی شایستگی نصب و راه‌اندازی سامانه فتوولتاییک

شرح کار: نیازسنجی، تعیین معیارهای اصلی طراحی، آماده‌سازی اطلاعات مورد نیاز، تعیین ظرفیت و تعداد تجهیزات مورد نیاز، تعیین نوع سازه، ساخت سازه، نصب پنل و تجهیزات، سیم‌کشی و کابل‌کشی، نصب و راه‌اندازی، تست و آزمایش پایانی

استاندارد عملکرد: پتانسیل‌سنجی و استخراج اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سیستم فتوولتاییک، انتخاب تجهیزات مورد نیاز و همچنین نصب و راه‌اندازی یک سیستم فتوولتاییک روی سامانه‌های کشاورزی موجود

شاخص‌ها: تسلط بر مشخصات فنی قطعات، انتخاب مناسب قطعات مورد نیاز، رعایت نکات فنی اتصالات قطعات، استفاده صحیح از ابزار برای اتصالات، کارآیی سیستم نصب شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: فضای مناسب برای اجرای عملیات، ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به‌کار، وسایل ایمنی استاندارد، زمان لازم برای انجام کار

ابزار و تجهیزات: مدول خورشیدی، کابل UV و فیش MC۴، باتری لید اسید، اینورتر، آچار فرانسه، آچار، آچار آلن، متر، چسب نواری برق، فازمتر، انبردست، سیم‌لخت‌کن، آمپرمتر، سیم‌چین، دم‌باریک، مولتی‌متر، کاتر، پیچ‌گوشتی چهارسو و دوسو، هویه و متعلقات آن، دفترچه راهنمای قطعات، برد کارگاهی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نیازسنجی، ظرفیت‌سنجی	۱	
۲	طراحی و انتخاب تجهیزات	۱	
۳	نصب و راه‌اندازی	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: رعایت قواعد و اصول در مراحل کار، استفاده از لباس کار و کفش ایمنی، رعایت صحیح دستورالعمل‌ها به‌خصوص دستورالعمل‌های سیم‌کشی و اتصال اجزای الکترونیکی، رعایت دقت و نظم، جمع‌آوری زباله‌های الکترونیکی و باتری		۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

دانلود سوالات آزمون
راهنمای کامل آزمون

منـابع

۱ـ داودی، مجید و همکاران. برنامه درسی رشته ماشین‌های کشاورزی، (۱۳۹۴). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۲ـ احدی، حمید و همکاران. استاندارد ارزشیابی حرفه ماشین‌های کشاورزی، (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۳ـ احدی، حمید و همکاران. استاندارد شایستگی حرفه ماشین‌های کشاورزی، (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی ایران.

۴ـ آقاجانپور و همکاران. جوشکاری و برش‌کاری حرارتی قطعات سنگین، کد ۲۱۱۴۰۷، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۶.

۵ـ اسلامی، محمدحسن. ماشین‌های ثابت کشاورزی (برق) (جلد دوم)، کد ۳۵۸/۷۲، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.

۶ـ تقی‌پور ارمکی و همکاران. ساخت مصنوعات فلزی سنگین، کد ۲۱۰۴۱۰، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۶.

۷ـ مریخ، فرشید. ماشین‌های ثابت کشاورزی (جلد اول)، کد ۳۵۸/۳۵، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.

۸ـ مهرآبادی، ملیحه و محبت محبی، ماشین‌های صنایع غذایی، کد ۴۹۹/۹، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.

۹ـ جزوه آموزش صافکاری خودرو، مدیریت آموزش فنی، ایساکو، ۱۳۹۴.

10 ـ Jeffus, Larry and Lawrence bower. Welding Skills, Processes and practices for Entry ـ level welders, book 3, Delmar cengage Learning, 2010.

11 ـ Jeffus, Larry. Welding and metal fabrication, Delmar cengage Learning, 2012.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده
در اعتبارسنجی کتاب تعمیر و مونتاژ تجهیزات کشاورزی - کد ۲۱۲۳۸۴

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	عبدالمجید زارعی	فارس
۲	علیرضاسلطانی‌قلعه‌جوقی	شهرستان‌های تهران
۳	مهدی کریمیان	خراسان رضوی
۴	علی حمزه نژاد	کرمان
۵	بابک محمدی	آذربایجان شرقی
۶	محمدصادق رضائیان	قزوین
۷	سیدباقر سیفی	گلستان
۸	لطیف روغنی پور	اردبیل

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۹	جلال حمزه خانی	آذربایجان شرقی
۱۰	حسین فولادی	هرمزگان
۱۱	محمد عباسی	خراسان رضوی
۱۲	پیام پاشایی	کرمانشاه
۱۳	مهدی کاظمی	نجف آباد
۱۴	محمد یعقوبی‌مقدم‌چری	خراسان شمالی
۱۵	اسماعیل غلامی قالوندی	خوزستان
۱۶	سجاد ابراهیمی	اردبیل

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی