

ایمنی ماشین آلات

گردآوری و تألیف:

دکتر مهدی جهانگیری

استادیار گروه بهداشت حرفه ای و عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت

دانشگاه علوم پزشکی شیراز

مهندس فاضل رجبی

کارشناس بهداشت حرفه ای

مهندس منیژه درویش

کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای

انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز



سرشناسه : جهانگیری، مهدی، ۱۳۵۹

عنوان و نام پدیدآور : ایمنی ماشین آلات

مشخصات نشر : شیراز: دانشگاه علوم پزشکی شیراز، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری : ۲۴۶ص: مصور، جدول .

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۹۱-۳۶-۶

وضعیت فهرست نویسی : فبیای مختصر

یادداشت : فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی <http://opac.nlai.ir> قابل

دسترسی است

یادداشت : واژه نامه کتابنامه نمایه

یادداشت : رجبی، فاضل، ۱۳۶۳-

یادداشت : درویش، منیژه، ۱۳۶۶-

شناسه افزوده : دانشگاه علوم پزشکی شیراز

شماره کتابشناسی ملی : ۳۸۱-۶۰۴

ایمنی ماشین آلات

گردآوری و تألیف :

دکتر مهدی جهانگیری، مهندس فاضل رجبی، مهندس منیژه درویش
و پرستاران ادبی: دکتر منیژه عبدالهی، طاهره جوشکی مدیر تولید: دکتر سعید نعمتی

ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز

امور اجرایی نشر: سارا هاشمی- فاطمه علمشاهیان- فرخنده باقرزاده

صفحه آرای: موسسه کتاب آرایان پارس

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: دنیا

چاپ اول: ۱۳۹۴ شمارگان: ۱۰۰۰ جلد قیمت: ۱۷۵۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-6391-36-6

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۹۱-۳۶-۶

آدرس: شیراز - بلوار کریمخان زند - ساختمان مرکزی دانشگاه علوم پزشکی شیراز-طبقه هفتم- اداره انتشارات دانشگاه

تلفن و دورنگار: ۳۲۲۵۱۸۶۵-۷۱

تلفن: ۳۲۲۲۲۲۲۳-۷۱

آدرس اینترنتی: <http://Nashr.sums.ac.ir>

پست الکترونیکی: Nashr@sums.ac.ir

پیشگفتار

امروزه تقریباً در تمامی صنایع، از ماشین‌آلات برای اهداف گوناگون استفاده می‌شود و شمار زیادی کارگر، در معرض خطرهای ناشی از آن‌ها می‌باشند. با توجه به کاربرد گسترده‌ی ماشین‌آلات در صنایع و کثرت حوادث ناشی از آن‌ها، ایمنی ماشین‌آلات بسیار مهم و ضروری است. کتاب حاضر با توجه به کمبود منابع فارسی در زمینه‌ی ایمنی ماشین‌آلات نگاشته شده است و هدف آن کمک به دانشجویان و تمامی متخصصین ایمنی و بهداشت در شناخت خطرهای ماشین‌آلات و به‌کارگیری اصول ایمنی برای کنترل آن‌ها می‌باشد.

کتابی که پیش رو دارید، مشتمل بر شش فصل است. در فصل اول پس از بیان مفاهیم پایه، نحوه‌ی ارزیابی ریسک و شناسایی خطرهای ماشین‌آلات و منابع موجود در این زمینه بیان شده است. فصل دوم کتاب، به خطرهای رایج ماشین‌آلات حین کارکرد و عملیات تعمیر و نگهداری اختصاص یافته است. در فصل سوم راهکارهای کنترل خطرهای حین کارکرد ماشین‌آلات، به‌طور نظام‌مند و بر اساس اولویت ایمنی بیان شده است. در این فصل پس از معرفی انواع حفاظ‌ها و تجهیزات ایمنی و کاربردها و محدودیت‌های آن‌ها، اصول طراحی و جانمایی این تجهیزات و حفاظ‌ها بیان شده است و مثال‌های کاربردی در این باره ذکر شده است. فصل چهارم به ایمنی در تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات اختصاص یافته است و خود شامل دو بخش می‌باشد: در بخش اول به کنترل انرژی‌های خطرناک ماشین‌آلات پرداخته شده و در آن راهکارهای ایمن برای کنترل این خطر تشریح گردیده است؛ این راهکارها شامل وسایل جداکننده‌ی انرژی، سامانه‌ی قفل و برچسب‌گذاری و سامانه‌ی مجوز کار است. در بخش دوم این فصل خطرهای فضای بسته و راهکارهای ایمن برای کنترل این خطرها بیان شده است. فصل پنجم به ایمنی

ماشین‌آلات خاص اختصاص یافته است. در این فصل ابتدا اجزاء نوار نقاله و کارکردهای آن و خطرهای و راهکارهای کنترلی آن‌ها بیان شده است. در بخش بعدی این فصل موارد ایمنی مخازن تحت فشار و دیگ‌های بخار ارائه شده است. در بخش پایانی این فصل، کاربردها و خطرهای و نحوه‌ی کنترل خطرهای برخی از ماشین‌آلات پرکاربرد در صنایع به‌طور اجمالی بیان شده است. در فصل ششم به ایمنی و بهداشت در جوشکاری پرداخته شده است. در این فصل پس از بیان انواع روش‌های جوشکاری، خطرهای ایمنی و بهداشتی جوشکاری و راهکارهای کنترل این خطرهای بیان گردیده است.

در پایان از کلیه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، ویرایش، صفحه‌بندی و انتشار کتاب با نگرانندگان همکاری داشتند، به ویژه مسئولین محترم دانشگاه علوم پزشکی شیراز، اعضای محترم کمیته انتشارات، گروه ویراستاری به سرپرستی سرکارخانم دکتر عبدالهی و نیز خانم سعیده جعفری تشکر و قدردانی نمائیم.

می‌دانیم که هیچ نوشته‌ی علمی خالی از اشکال نیست و کتاب حاضر نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد؛ بنابراین از علاقه‌مندان و متخصصین تقاضا می‌شود از طریق رایانامه‌ی Jahangiri_m@sums.ac.ir نویسندگان را از نظرات اصلاحی و کارشناسانه‌ی خود بهره‌مند سازند.

دکتر مهدی جهانگیری

مهندس فاضل رجبی

مهندس منیژه درویش

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
.....	پیشگفتار..... ه
.....	فصل اول: ارزیابی ریسک ماشین آلات..... ۱
.....	مقدمه..... ۳
.....	۱-۱ مفاهیم اولیه..... ۳
.....	ماشین آلات..... ۳
.....	۲-۱ اهمیت ارزیابی ریسک در ماشین آلات..... ۴
.....	۳-۱ مراحل ارزیابی ریسک ماشین آلات..... ۴
.....	۱-۳-۱ جمع آوری اطلاعات برای ارزیابی ریسک..... ۵
.....	۲-۳-۱ شناسایی خطر..... ۱۳
.....	۳-۳-۱ برآورد ریسک..... ۱۴
.....	۴-۳-۱ ارزشیابی ریسک..... ۱۷
.....	فصل دوم: شناسایی خطرهای ماشین آلات..... ۲۱
.....	مقدمه..... ۲۳
.....	۱-۲ خطرهای موجود هنگام بهره‌برداری از ماشین آلات..... ۲۳
.....	۱-۱-۲ خطرهای ناشی از حرکت..... ۲۵
.....	۲-۱-۲ انرژی..... ۲۸
.....	۳-۱-۲ لبه‌های تیز..... ۳۰
.....	۴-۱-۲ پرتاب مواد یا اشیاء..... ۳۱
.....	۵-۱-۲ نشست مواد..... ۳۱
.....	۶-۱-۲ خطرهای فیزیکی..... ۳۲

۳۴	۷-۱-۲ اعمال تکراری
۳۴	۸-۱-۲ خطرهای متفرقه
۳۴	۲-۲ خطرهای حین فعالیت‌های تعمیر و نگهداری
۳۵	۱-۲-۲ سقوط از ارتفاع
۳۵	۲-۲-۲ سقوط اشیاء
۳۵	۳-۲-۲ راه‌اندازی غیرمنتظره
۳۵	۳-۲-۲ فضاهای بسته

فصل سوم: راهکارهای کنترل خطرهای ماشین‌آلات..... ۳۹

۴۱	مقدمه
۴۲	۱-۳ روش‌های طراحی
۴۴	۲-۳ حفاظ‌گذاری
۴۴	۱-۲-۳ انواع حفاظ‌ها
۵۱	۲-۲-۳ استفاده از وسایل ایمنی روی حفاظ‌ها
۵۶	۳-۲-۳ مشخصات و الزامات عمومی در طراحی حفاظ‌ها
۵۷	۴-۲-۳ جنس مواد سازنده‌ی حفاظ‌ها
۵۸	۵-۲-۳ اصول ارگونومی در طراحی و جانمایی حفاظ‌ها
۶۹	۳-۳ تجهیزات ایمنی
۷۰	۱-۳-۳ تجهیزات کنترلی
۷۷	۲-۳-۳ تجهیزات تشخیص حضور
۹۲	۳-۳-۳ سایر تجهیزات حفاظتی ماشین‌آلات
۹۳	۳-۳-۳ شیلدهای حفاظتی
۹۴	۴-۳ وسایل هشداردهنده و محدودکننده
۱۰۱	۵-۳ تغییر روش‌های کار
۱۰۱	۶-۳ روش‌های مدیریتی
۱۰۱	۱-۶-۳ آموزش
۱۰۲	۲-۶-۳ تهیه‌ی دستورالعمل‌های کاری
۱۰۲	۷-۳ استفاده از تجهیزات حفاظت فردی

فصل چهارم: ایمنی در تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات..... ۱۰۳

۱۰۵	مقدمه
۱۰۵	۱-۴ انرژی‌های خطرناک ماشین‌آلات
۱۰۶	۱-۱-۴ شکل‌های مختلف انرژی در ماشین‌آلات
۱۰۶	۲-۱-۴ راهکارهای کنترل انرژی‌های خطرناک در ماشین‌آلات
۱۲۱	۲-۴ فضاهای بسته

۱۲۱..... ۱-۲-۴ خطرهای موجود در فضاهای بسته

۱۲۲..... ۲-۲-۴ کنترل خطرهای فضاهای بسته

۱۲۷..... فصل پنجم: اصول ایمنی در ماشین آلات خاص

۱۲۹..... مقدمه

۱۲۹..... ۱-۵ نوار نقاله

۱۲۹..... ۱-۱-۵ اجزای نوار نقاله

۱۳۳..... ۲-۱-۵ خطرهای

۱۳۶..... ۳-۱-۵ حوادث ناشی از کار با نوار نقاله

۱۳۷..... ۴-۱-۵ راهکارهای کنترلی خطرهای نوار نقاله

۱۴۶..... ۲-۵ دیگ‌های بخار و مخازن تحت فشار

۱۴۶..... ۱-۲-۵ خطرهای دیگ‌های بخار و مخازن تحت فشار

۱۴۷..... ۲-۲-۵ کنترل خطرهای دیگ‌های بخار و مخازن تحت فشار

۱۴۹..... ۳-۲-۵ تجهیزات ایمنی در دیگ‌های بخار و مخازن تحت فشار

۱۵۵..... ۳-۲-۳ کلاهک ذوب‌شونده

۱۵۶..... ۳-۵ حفاظ‌گذاری ماشین‌آلات پر کاربرد

۱۶۷..... فصل ششم: جوشکاری

۱۶۹..... مقدمه

۱۶۹..... ۱-۶ انواع روش‌های جوشکاری

۱۷۰..... ۱-۱-۶ جوشکاری قوسی الکتروود پوشش‌دار

۱۷۰..... ۲-۱-۶ جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ با الکتروود مصرف‌شدنی

۱۷۱..... ۳-۱-۶ جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ با الکتروود تنگستن

۱۷۱..... ۴-۱-۶ جوشکاری قوسی غوطه‌وری (زبرپودری)

۱۷۲..... ۵-۱-۶ جوشکاری قوسی توپودری

۱۷۳..... ۶-۱-۶ جوشکاری قوسی پلاسما

۱۷۳..... ۷-۱-۶ جوشکاری اکسی استیلن

۱۷۴..... ۲-۶ خطرهای جوشکاری و راهکارهای کنترلی این خطرهای

۱۷۴..... ۱-۲-۶ خطرهای ناشی از تجهیزات جوشکاری و راهکارهای کنترل آن‌ها

۱۹۲..... ۲-۲-۶ خطرهای ناشی از فرآیند جوشکاری و راهکارهای کنترل این خطرهای

۲۰۲..... ۳-۲-۶ خطرهای ناشی از قطعه‌ی کار

۲۰۴..... ۴-۲-۶ خطرهای ناشی از روش‌های ناایمن کاری و طراحی نامناسب ایستگاه کار

۲۰۷..... ۵-۲-۶ خطرهای ناشی از فضای کاری جوشکاری

۲۱۱..... پیوست‌ها

۲۱۳..... پیوست ۱- نمونه‌ی فهرست واریسی برای شناسایی خطرهای ماشین‌آلات (ماشین تراش افقی)

پیوست ۲- شناسنامه‌ی ایمنی ماشین‌آلات.....	۲۱۷
پیوست ۳- نمونه‌ی شناسایی خطر و ارزیابی ریسک ماشین‌آلات به روش واکاوی ایمنی شعلی (JSA).....	۲۱۸
پیوست ۴- نمونه‌ی مجوز قفل و برچسب‌گذاری.....	۲۲۳
پیوست ۵- نمونه‌ی مجوز کار گرم.....	۲۲۴
پیوست ۶- نمونه‌ی مجوز کار سرد.....	۲۲۵
پیوست ۷- نمونه‌ی مجوز حفاری.....	۲۲۶
پیوست ۸- مجوز کار برقی.....	۲۲۸
پیوست ۹- مجوز پرتونگاری.....	۲۲۹
پیوست ۱۰- مجوز فضاهای بسته.....	۲۳۰
منابع و مأخذ.....	۲۳۱
واژه‌نامه.....	۲۳۷
نمایه.....	۲۴۵

فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
۵	شکل ۱-۱ فرآیند ارزیابی ریسک
۷	شکل ۲-۱ نمونه‌ای از علایم ایمنی هشداردهنده در یک دستگاه تراش (برگرفته از دفترچه راهنمای کاربر دستگاه تراش)
۱۸	شکل ۳-۱ ارزیابی ریسک به روش ISO 13849
۴۲	شکل ۱-۳ ارزیابی ریسک برای انتخاب روش کنترل خطرهای ماشین آلات
۴۳	شکل ۲-۳ نمونه‌ای از کاهش ریسک مخاطرات ماشین‌آلات از طریق طراحی الف: طراحی مناسب ب: طراحی نامناسب
۴۴	شکل ۳-۳ کاهش ریسک مخاطرات ماشین‌آلات از طریق طراحی مناسب محیط کار (قراردادن ناحیه‌ی خطرناک در جایی خارج از دسترس)
۴۵	شکل ۴-۳ حفاظ ثابت نصب‌شده روی سامانه‌ی انتقال نیرو
۴۶	شکل ۵-۳ نمونه‌ای از حفاظ‌های نرده‌ای اطراف رویوت
۴۷	شکل ۶-۳ نمونه‌ای از حفاظ‌های اینترلاک الف) حفاظ اینترلاک نصب‌شده روی ماشین مخلوط‌کننده‌ی غذا ب) حفاظ اینترلاک نصب‌شده روی درب حفاظ‌های ثابت نرده‌ای
۴۸	شکل ۷-۳ نمونه‌ای از حفاظ قابل تنظیم نصب‌شده بر روی اره
۴۹	شکل ۸-۳ نمونه‌ای از حفاظ‌های قابل حمل
۵۰	شکل ۹-۳ نمونه‌ی حفاظ‌های خودکار پس‌زننده‌ی نصب‌شده در منطقه‌ی عملیاتی پرس
۵۱	شکل ۱۰-۳ نمونه‌ی حفاظ‌های دریچه‌ای متحرک نصب‌شده بر روی یک دستگاه پرس
۵۳	شکل ۱۱-۳ سوئیچ‌های حد مکانیکی زبانه دار
۵۳	شکل ۱۲-۳ نمونه‌ای از سوئیچ‌های حد دندانه‌ای
۵۴	شکل ۱۳-۳ نمونه‌ای از سوئیچ‌های حد لولایی
۵۵	شکل ۱۴-۳ نمونه‌ای از سوئیچ‌های فعال‌ساز غیرتماسی (مغناطیسی) به همراه طرح نمادین آن
۵۶	شکل ۱۵-۳ نصب قفل و برجسب بر روی درب حفاظ ثابت
	شکل ۱۶-۳ حفاظ‌های ساخته‌شده از مواد مختلف الف) حفاظ ساخته‌شده از توری‌های فلزی ب) حفاظ‌های ساخته‌شده از فلزهای انبساطی یا سوراخ‌شده ج) حفاظ ساخته‌شده از جنس پلی‌کربنات د) حفاظ ساخته‌شده از پلاستیک شکل‌داده‌شده در ماشین چمن‌زنی
۵۸	شکل ۱۷-۳ نمونه‌ای از حفاظ‌های ثابت بندبند (ورودی حفاظ بایستی به گونه‌ای باشد که تنها به وسیله‌ی ابزار بتوان آن را باز کرد)
۵۹	

- شکل ۳-۱۸ چفت‌های دربند..... ۶۰
- شکل ۳-۱۹ تصویر نمادین مثال الف..... ۶۶
- شکل ۳-۲۰ تصویر نمادین مثال ب..... ۶۷
- شکل ۳-۲۱ طبقه‌بندی کلی تجهیزات ایمنی ماشین‌آلات..... ۶۹
- شکل ۳-۲۲ استفاده از تریپ‌های دو دستی در ماشین پرس..... ۷۱
- شکل ۳-۲۳ استفاده از سامانه‌ی کنترل دودستی در یک دستگاه پرس..... ۷۴
- شکل ۳-۲۴ نمونه‌هایی از انواع تجهیزات توقف اضطراری (الف) کابل‌های متوقف‌کننده (ب) دکمه‌ی توقف اضطراری..... ۷۶
- شکل ۳-۲۵ استفاده از زیرپایی ایمنی به منزله‌ی وسیله‌ی حفاظتی ماشین‌آلات..... ۷۸
- شکل ۳-۲۶ نمونه‌ای از کاربردهای لبه‌های حساس به فشار..... ۷۹
- شکل ۳-۲۷ اجزای اصلی تجهیزات حفاظتی اپتوالکترونیکی فعال (AOPD)..... ۸۰
- شکل ۳-۲۸ پرده نور شامل چند مجموعه فرستنده/گیرنده با واحد کنترل مشترک..... ۸۱
- شکل ۳-۲۹ خطای پرتوهای متقاطع در پرده‌ی نور..... ۸۱
- شکل ۳-۳۱ استفاده از سامانه‌ی پرده‌ی نور در اطراف روبات..... ۸۲
- شکل ۳-۳۲ سامانه‌ی پرتو نور..... ۸۳
- شکل ۳-۳۳ نمونه‌ای از سامانه‌ی پوششگر لیزری در اطراف روبات..... ۸۳
- شکل ۳-۳۴ محدوده‌های تحت پوشش سامانه‌ی پوششگر لیزری..... ۸۴
- شکل ۳-۳۵ تصویری نمادین از ایمن‌سازی اطراف روبات با استفاده از تجهیزات تشخیص حضور و حفاظ اینترلاک (۱- پرده‌ی نور ۲- پرده‌ی نور مجهز به آینه‌ی زاویه‌ای ۳ و ۴- سامانه‌ی پوششگر لیزری ۵- زیرپایی ایمنی ۶- حفاظ‌های دریچه‌ای اینترلاک ۷- لبه‌های حساس به فشار)..... ۸۴
- شکل ۳-۳۶ تصویر نمادین پرده‌ی نور عمودی..... ۸۷
- شکل ۳-۳۷ تصویر نمادین پرده‌ی نور زاویه‌دار..... ۸۸
- شکل ۳-۳۸ تصویر نمادین پرده‌ی نور افقی..... ۸۹
- شکل ۳-۳۹ خط تولید پرکردن بطری آب توسط دستگاه بطری‌پرکنی، ناحیه‌ی خطر و پرده نور پیشنهادی..... ۹۰
- شکل ۳-۴۰ فاصله‌ایمنی و اقدامات کنترلی اضافی در مثال الف..... ۹۱
- شکل ۳-۴۱ طناب‌های حفاظتی عقب‌کشنده در کاربر پرس..... ۹۲
- شکل ۳-۴۲ وسایل بازدارنده..... ۹۳
- شکل ۳-۴۳ شیلد حفاظتی نصب‌شده روی دستگاه تراش..... ۹۴
- شکل ۴-۱ کنتاکتور نصب‌شده روی پمپ الکتریکی..... ۱۰۸

- شکل ۴-۲ وسایل جداکننده‌ی انرژی مجهز به قفل و برجسب ۱۰۸
- شکل ۴-۳ جعبه‌ی قفل گروهی ۱۱۱
- شکل ۴-۴ خطر غوطه‌ور شدن میان مواد روان در فضای بسته ۱۲۳
- شکل ۴-۵ نحوه‌ی سنجش گازها در فضاهای بسته ۱۲۴
- شکل ۴-۶ سامانه تهویه‌ی نصب‌شده در یک فضای بسته ۱۲۴
- شکل ۴-۷ دستگاه تنفس فردی مجهز به کیسول هوا (SCBA) ۱۲۵
- شکل ۵-۱ اجزای نوار نقاله ۱۳۰
- شکل ۵-۲ انواع حمایت‌کننده‌های نوار در نوار نقاله ۱۳۱
- شکل ۵-۳ سامانه‌ی بارگذاری بارهای توده‌ای ۱۳۳
- شکل ۵-۴ نقاط نیشگون‌گیر سامانه‌ی انتقال نیرو و طبلک‌ها در نوار نقاله ۱۳۴
- شکل ۵-۵ خطرهای بارهای متحرک در نوار نقاله ۱۳۵
- شکل ۵-۶ چگونگی اندازه‌گیری روزنه‌های حفاظ با خطکش ایمنی ۱۳۹
- شکل ۵-۷ خطکش ایمنی برای اندازه‌گیری روزنه‌ی حفاظ ۱۳۹
- شکل ۵-۸ حفاظ ثابت جزئی در نوار نقاله ۱۳۹
- شکل ۵-۹ توری‌های جانبی برای غلطک‌های حمل بار و غلطک‌های برگشت در نوار نقاله ۱۴۱
- شکل ۵-۱۰ حفاظ‌های ثابت برای حفاظت نواحی قوس‌دار نوار نقاله ۱۴۱
- شکل ۵-۱۱ فواصل ایمنی حفاظ‌های ثابت اطراف نوار نقاله ۱۴۲
- شکل ۵-۱۲ شرح جدول ۴-۵ ۱۴۳
- شکل ۵-۱۳ حفاظ‌های ثابت نقاط نیشگون‌گیر از جنس صفحات جانبی منحرف‌شده ۱۴۴
- شکل ۵-۱۴ حفاظ‌های ثابت نقاط نیشگون‌گیر از جنس اتصالات شکل‌پذیر ۱۴۴
- شکل ۵-۱۵ نشست‌یابی مخازن با استفاده از امواج فراصوت ۱۴۸
- شکل ۵-۱۶ یک نمونه فشار سنج نصب شده بر روی مخازن تحت فشار ۱۵۰
- شکل ۵-۱۷ نمونه‌ای از شیرهای ایمنی رهایش فشار ۱۵۱
- شکل ۵-۱۸ دیسک‌های پاره‌شونده ۱۵۳
- شکل ۵-۱۹ یک نمونه ترازسنج شیشه‌ای عقربه‌دار ۱۵۴
- شکل ۵-۲۰ هشداردهنده‌های سطح آب مجهز به پروب‌های رسانا ۱۵۵
- شکل ۶-۱ فرآیند جوشکاری قوسی الکتروود پوشش‌دار ۱۶۹
- شکل ۶-۲ فرآیند جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ با الکتروود مصرف‌شدنی ۱۷۰
- شکل ۶-۳ فرآیند جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ با الکتروود تنگستن ۱۷۱
- شکل ۶-۴ فرآیند جوشکاری قوسی زیر ودری ۱۷۲

- شکل ۵-۶ فرآیند جوشکاری قوسی توپودری ۱۷۲
- شکل ۶-۶ فرآیند جوشکاری قوسی پلاسما ۱۷۳
- شکل ۷-۶ تجهیزات جوشکاری اکسی استیلن ۱۷۴
- شکل ۸-۶ ترانسفورماتور جوش مجهز به سامانه‌ی اتصال به زمین ۱۷۶
- شکل ۹-۶ دستگاه‌های جوشکاری: الف) ترانسفورماتور ب) یکسوکننده (رکتیفایر) ج) دینام د) موتور جوش ۱۷۷
- شکل ۱۰-۶ تجهیزات جوشکاری با گاز ۱۷۹
- شکل ۱۱-۶ سامانه‌های چندشاخه‌ای استیلن ۱۸۱
- شکل ۱۲-۶ تصویر نمادین مولد استیلن ۱۸۲
- شکل ۱۳-۶ رگولاتور مجهز به دو فشارسنج : ۱- فشارسنج گاز ورودی به رگولاتور (فشارسنج گاز سیلندر) ۲- فشارسنج گاز خروجی از رگولاتور ۳- ورودی رگولاتور ۴- پیچ تنظیم رگولاتور ۱۸۳
- شکل ۱۴-۶ دیسک‌های ازمه‌پاشنده (پاره‌شونده) ۱۸۴
- شکل ۱۵-۶ پلاگ‌های دوب‌شونده ۱۸۵
- شکل ۱۶-۶ شیرهای رهائش فشار ۱۸۵
- شکل ۱۷-۶ مانع پس‌زنی شعله ۱۸۷
- شکل ۱۸-۶ شیرهای یک‌طرفه ۱۸۷
- شکل ۱۹-۶ نحوه‌ی حفاظ‌گذاری شیر سیلندر ۱۸۹
- شکل ۲۰-۶ نحوه‌ی نگهداری صحیح سیلندر در فضای آزاد ۱۹۰
- شکل ۲۱-۶ نحوه‌ی نگهداری صحیح سیلندرهای استیلن و اکسیژن در مجاورت یکدیگر ۱۹۰
- شکل ۲۲-۶ استفاده از چرخ‌دستی برای حمل سیلندر ۱۹۱
- شکل ۲۳-۶ استفاده نکردن از طناب و زنجیر در حمل سیلندر ۱۹۱
- شکل ۲۴-۶ حمل صحیح سیلندرها با استفاده از وانت ۱۹۲
- شکل ۲۵-۶ حمل و نقل صحیح سیلندرها با استفاده از لیفتراک ۱۹۲
- شکل ۲۶-۶ طبقه‌بندی فرآیندهای جوشکاری برحسب میزان تولید فیوم ۱۹۴
- شکل ۲۷-۶ سامانه‌ی تهویه‌ی موضعی برای جوشکاری : الف) تهویه‌ی پرتابل ب) تهویه‌ی ثابت ب ۱۹۵
- شکل ۲۸-۶ نمونه‌ای از وسایل حفاظت تنفسی برای فرآیندهای جوشکاری الف) یک نمونه ماسک FFP2 (N95) ب) یک نمونه ماسک هوارسان ۱۹۶
- شکل ۲۹-۶ گتر چرمی ۱۹۸
- شکل ۳۰-۲ روبند حفاظتی ۲۰۱
- شکل ۳۱-۶ شیلد جوشکاری ۲۰۱
- شکل ۳۲-۶ تجهیزات حفاظت فردی مورد استفاده در جوشکاری ۲۰۲

- شکل ۳۳-۶ انفجار مخازن حاوی مواد اشتعال‌زا در اثر جوشکاری..... ۲۰۳
- شکل ۳۴-۶ استفاده از چرخ‌های دستی برای حمل سیلندر..... ۲۰۵
- شکل ۳۵-۶ استفاده از سامانه‌ی چندشاخه‌ای برای کاهش نیاز به حمل دستی سیلندر..... ۲۰۵
- شکل ۳۶-۶ کنترل خطرهای حمل و نقل دستی قطعات جوشکاری با تغییر روش کار..... ۲۰۵
- شکل ۳۷-۶ حمل دونفری دستگاه جوش به منظور کاهش اختلالات اسکلتی - عضلانی..... ۲۰۵
- شکل ۳۸-۶ میزان ریسک بروز اختلالات اسکلتی عضلانی براساس ارتفاع سطح کار..... ۲۰۶
- شکل ۳۹-۶ صندلی ارگونومیک قابل تنظیم جوشکاری (قابل استفاده در مکان‌هایی که بطور دائم برای جوشکاری تعبیه شده است)..... ۲۰۷
- شکل ۴۰-۶ استفاده از تکیه‌گاه قابل تنظیم برای کاهش مخاطرات ناشی از نامناسب بودن ایستگاه کار (قابل استفاده در جوشکاری های سیار)..... ۲۰۷
- شکل ۴۱-۶ استفاده از ربات‌های جوشکار به منظور کنترل مخاطرات ارگونومیک جوشکاری..... ۲۰۷
- شکل ۴۲-۶ خطرهای ناشی از فضای نامناسب برای کار جوشکاری (پیکان‌های مشکی رنگ)..... ۲۰۸
- شکل ۴۳-۶ استفاده از وسایل معلق برای نگه داشتن شیلنگ در وضعیت مناسب..... ۲۰۹
- شکل ۴۴-۶ تجهیزات حفاظتی جوشکاری در فضاهای بسته..... ۲۱۰