



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# دانش فنی پایه

رشته چاپ

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: دانش فنی پایه (رشته چاپ) - ۲۱۰۴۵۳

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: محمدحسین قاسمی افشار، علیرضا نجفی، علیرضا عظیمیان، مهدی اسمعیلی (اعضای گروه تألیف)

مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: محمد مهدی ذبیحی (مدیر هنری) - آزاده امینیان (صفحه آرا، طراح جلد)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱

(دارو پخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰

صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سوم ۱۳۹۷

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





ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به‌دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)



## فصل اول: پیدایش و سیر تکامل صنعت چاپ

- ۱-۱- پیدایش چاپ ..... ۱۰
- ۱-۲- دسته‌بندی روش‌های چاپی ..... ۱۳
- ۱-۳- دسته‌بندی کلی روش‌های چاپی تماسی ..... ۱۴
- ۱-۴- معرفی روش‌های چاپ تماسی ..... ۱۸
- ۱-۵- دستگاه‌های چاپ غیر تماسی ..... ۳۷
- ۱-۶- گزارش نویسی ..... ۴۰
- ۱-۷- نحوه تنظیم گزارش بازدید از چاپخانه ..... ۴۴

## فصل دوم: شناخت مواد و کاربرد آنها

- ۲-۱- سطوح چاپ‌شونده کاغذی ..... ۵۶
- ۲-۲- سطوح چاپ‌شونده غیر کاغذی ..... ۶۲
- ۲-۳- پیدایش و سیر تکامل مرکب ..... ۶۳
- ۲-۴- پلیت‌های چاپ افست ..... ۶۸
- ۲-۵- پلیت‌های چاپ فلکسوگرافی ..... ۷۰
- ۲-۶- لاستیک سیلندر افست ..... ۷۲
- ۲-۷- مواد شیمیایی ..... ۷۴
- ۲-۸- چسب‌های صحافی ..... ۷۶
- ۲-۹- کلیشه و گراور ..... ۷۸

## فصل سوم: شناخت ابزار و تجهیزات کارگاهی

- ۳-۱- ابزارهای کارگاهی ..... ۸۶
- ۳-۲- تجهیزات و ماشین‌های کارگاهی ..... ۱۰۱

## فصل چهارم: محاسبات فنی

- ۱-۴. یکاهای اندازه گیری طول ..... ۱۲۴
- ۲-۴. یکاهای اندازه گیری سطح ..... ۱۳۲
- ۳-۴. یکاهای اندازه گیری حجم ..... ۱۳۹
- ۴-۴. یکاهای اندازه گیری مایعات ..... ۱۴۱
- ۵-۴. یکاهای اندازه گیری جرم ..... ۱۴۱
- ۶-۴. یکاهای اندازه گیری زاویه ..... ۱۴۸
- ۷-۴. محاسبه تعداد صفحات کتاب قبل از حروفچینی ..... ۱۵۰

## فصل پنجم: مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل

- ۱-۵. آیا قطعات مکانیکی خراب می شوند ..... ۱۵۴
- ۲-۵. بارگذاری بر روی قطعات چگونه است ..... ۱۵۶
- ۳-۵. انواع مقاومت در مقابل تغییر شکل ..... ۱۶۲

با توجه به آموزه‌های اسلامی، کار و اشتغال از ارزش تربیتی برخوردار است و انسان از طریق کار، نفس سرکش را رام کرده و شخصیت وجودی خویش را صیقل داده، هویت خویش را تثبیت کرده و زمینه ارتقاء وجودی خویش را مهیا و امکان کسب روزی حلال و پاسخگویی به نیازهای جامعه را فراهم می‌آورد. آموزش فناوری، کار و مهارت‌آموزی، باعث پیشرفت فردی، افزایش بهره‌وری، مشارکت در زندگی اجتماعی و اقتصادی، کاهش فقر، افزایش درآمد و توسعه‌یافتگی خواهد شد. برای رسیدن به این مهم، برنامه‌ریزی درسی حوزه دنیای کار و دنیای آموزش بر مبنای نیازسنجی شغلی صورت گرفته است. درس‌های رشته‌های تحصیلی شاخه فنی و حرفه‌ای شامل دروس آموزش عمومی، دروس شایستگی‌های غیرفنی و شایستگی‌های فنی مورد نیاز بازار کار است. دروس دانش فنی از دروس شایستگی‌های فنی است که برای هر رشته در دو مرحله طراحی شده است. درس دانش فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم و کسب دانش فنی پایه در گروه و رشته تحصیلی است که هنرجویان در پایه دهم و در آغاز ورود به رشته تحصیلی خود می‌بایست آن را آموزش ببینند و شایستگی‌های لازم را در ارتباط با دروس عملی و ادامه تحصیل در رشته خود کسب نمایند. درس دانش فنی تخصصی که در پایه دوازدهم طراحی شده است، شایستگی‌هایی را شامل می‌شود که موجب ارتقاء دانش تخصصی حرفه‌ای شده و زمینه را برای ادامه تحصیل و توسعه حرفه‌ای هنرجویان در مقطع کاردانی پیوسته نیز فراهم می‌کند.

لازم به یادآوری است که کتاب دانش فنی پایه تئوری تفکیک شده دروس عملی کارگاه‌های ۸ ساعته نیست بلکه در راستای شایستگی‌ها و مشاغل تعریف شده برای هر رشته تدوین شده است. در ضمن، آموزش این کتاب نیاز به پیش‌نیاز خاصی ندارد و براساس آموزش‌های قبلی تا پایه نهم به تحریر درآمده است. محتوای آموزشی کتاب دانش فنی پایه، آموزش‌های کارگاهی را عمق می‌بخشد و نیازهای هنرجویان را در راستای محتوای دانش‌نظری تأمین می‌کند.

تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

## سخنی با هنرجویان عزیز

درس دانش‌فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانش‌فنی پایه در گروه مکانیک و رشته تحصیلی چاپ برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است. در تدوین درس دانش‌فنی پایه، موضوعاتی مانند تاریخچه رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشته تحصیلی، نقش رشته شما در توسعه کشور، مثال‌هایی از نوآوری، خلاقیت و الهام از طبیعت، اصول، مفاهیم، قوانین، نظریه، فناوری، علائم، تعاریف کمیت‌ها، واحدها و یکاها، فرمول‌های فنی، تعریف دستگاه‌ها و وسایل کار، مصادیقی از ارتباط مؤثر فنی و مستندسازی، زبان فنی، ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه‌هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی و برای رشته تحصیلی در نظر گرفته شده است. می‌توانید در هنگام ارزشیابی این درس، از کتاب همراه هنرجوی خود استفاده نمایید. توصیه می‌شود در یادگیری این درس به دلیل کاربرد زیاد آن در درس‌های دیگر رشته، کوشش لازم را داشته باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش





## فصل ۱

# پیدایش و سیر تکامل صنعت چاپ



**شایستگی‌های فصل** ■ اختراع فناوری چاپ از جمله با اهمیت‌ترین رویدادهایی بوده است که در تاریخ زندگی بشری دگرگونی بسیار بزرگی ایجاد کرده است، فرایندهای چاپی که ما به سادگی از کنار آنها می‌گذریم طی قرن‌های متوالی برای انتقال مفاهیم، خواسته‌ها، دانش و اطلاعات به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده بشر بوده‌اند. هدف از ارائه مطالب این فصل آشنایی با روش‌های چاپی است که از گذشته تا به امروز متداول بوده است.

## ۱-۱- پیدایش چاپ

بخش بسیار بزرگی از تبدلات اجتماعی در حوزه‌های مختلف از جمله علمی، فرهنگی، اقتصادی، سیاسی و ... میان انسان‌ها و ملل مختلف، مبتنی بر فناوری چاپ شکل گرفته و همپای آن تکامل یافته‌اند. به همین دلیل بایستی گفت که فناوری چاپ در فهرست مهم‌ترین و مؤثرترین اختراعات بشر قرار دارد. در لغتنامه دهخدا لغت چاپ از ریشه «چه‌اب» یا «چه‌ابه» به زبان سانسکریت بیان شده که به معنی مهری است که با آن بر روی پارچه نقش می‌زدند.

به گواه تاریخ، کاربرد چاپ توسط انسان به چندین هزار سال پیش برمی‌گردد. به‌عنوان مثال در ایران در زمان هخامنشیان برای تأیید احکام و فرمان‌های حکومتی از مهرهای سلطنتی استفاده می‌شده. مهرها به شکل استوانه با نقوشی حکاکی شده بوده است (شکل ۱-۱). در دوران باستان برای نقش کردن تصویر بر روی یک سطح از مهر استفاده می‌شده که عموماً از جنس گل رس یا سنگ آهک بوده‌اند. پیدایش این مهرها به ۳۵۰۰ سال پیش از میلاد در خاور نزدیک بازمی‌گردد. این مهرها در تمدن‌های ایلام، سومر، اکد، بابل، ماد و هخامنشی کاربرد داشته است.

نمونه‌ای از این مهرها در شهر شوش در جنوب غربی ایران نزدیکی محوطه باستان‌شناسی اوروک یافت شده‌اند. امروزه نمونه این مهرها را در موزه‌های مختلف جهان مانند موزه لوور فرانسه همچنین موزه ملی ایران واقع در تهران خیابان سی‌تیر نگهداری می‌کنند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- نمونه‌ای از مهرهای گلی



شکل ۱-۱- نمونه‌ای از مهرهای گلی

در کشور چین استفاده از حروف ساخته شده با گل رس توسط بازرگانی به نام «بی‌سنگ» برای انتقال مطلب به قرون بسیار دور برمی‌گردد، لکن ثبت و شناخت جهانی از اختراع فناوری چاپ با نام مخترع آلمانی یوهانس گوتنبرگ در قرن ۱۵ میلادی (۱۴۵۰ م) همراه شده است. دلیل آن‌هم این است که از این زمان، بنیان اولیه

کاربرد ماشین و ساختارهای فنی و صنعتی برای فرایند انتقال محتوای مورد نظر انسان با سرعت و راحتی بیشتری انجام شده و استفاده از این تجهیزات در زمان محدودی در نقاط مختلف کره زمین گسترش یافت. قبل از گوتنبرگ هم چاپ وجود داشت و در واقع گوتنبرگ حروف چاپی قابل جابه‌جایی، آلیاژ حروف و مرکب مخصوص این روش چاپ را اختراع کرد. جنس حروف دیگر چوب نبود بلکه فلزی شدند، او نوع اولیه و ساده دستگاه دستی چاپ، را اختراع کرد (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- کارگاه چاپ گوتنبرگ

گوتنبرگ توانست برای ساخت حروف متحرک، به آلیاژ نسبتاً مناسبی از ترکیب «سرب»، «قلع» و «آنتیموان» دست یابد. شکل (۱-۴). به‌طوری که از میزان نرمی و سختی مورد نیاز برای دریافت و انتقال ماده چاپ‌شونده برخوردار باشد. از طرفی ساخت مرکبی با فرمولاسیون مناسب، در کنار آن نیز ابداع دستگاه پرس جهت چاپ‌نگاره‌ها و متون مورد نظر، باعث شد تا زنجیره ابتدایی مورد نیاز برای آغاز فرایند چاپ در قالب فناوریانه آن تکمیل و به جامعه آن زمان عرضه شود.



شکل ۱-۴- صفحه حروفچینی شده

**نقش و جایگاه صنعت چاپ:** صنعت چاپ در دهه‌های اخیر با گسترش زیادی روبه‌رو بوده است؛ به‌ویژه در دهه ۸۰ دیجیتالی شدن فرایندهای صنعت چاپ انقلاب بزرگی ایجاد کرد. در واقع دیجیتال شدن نشر و گرافیک، گنجایش بیشتری را در صنعت چاپ نمایان ساخته است. امروزه صنعت چاپ را نمی‌توان همچون گذشته به روش استاد و شاگردی فرا گرفت بلکه لازم است این صنعت را که جنبه فنی و مهندسی دارد به‌صورت علمی آموخت. بنابر عقیده و تأکید بسیاری از متخصصان و اقتصاددانان این عرصه، رشته چاپ از نظر گردش مالی، جزء ۵ صنعت برتر جهان است و دست‌اندرکاران این عرصه در داخل کشور نیز متناسب با میزان به‌کارگیری دانش تخصصی و اقتصادی و سرمایه‌گذاری خود، از منافع مالی و درآمدهای رضایت‌بخشی برخوردار می‌شوند. چاپ به‌عنوان یک صنعت بسیار مهم، با بیشتر صنایع مرتبط است و به‌همین دلیل نقش مهمی در بخش‌های زندگی اجتماعی دارد. چاپ از گستردگی و تنوع قابل توجهی نیز برخوردار است؛ به‌گونه‌ای که امکان تسلط بر همه حوزه‌های دانشی و تجربی آن برای یک فرد تقریباً غیرممکن است. این ویژگی خاص موجب شده که صنایع و حوزه‌های گوناگون نیز همواره نیازمندی‌های مربوط به امور چاپی خود را به متخصصان این حوزه واگذار نمایند؛ این امر موجب گستردگی و پرسود بودن حضور و اشتغال در این صنعت است. یک بررسی میدانی از میان فارغ‌التحصیلان مقطع هنرستان و دانشگاه این رشته در ایران نشان داده است که درصد بسیار بالایی از این افراد در مشاغل مختلف صنعت چاپ اشتغال یافته‌اند و حتی میزان خوداشتغالی و کارآفرینی در میان ایشان نیز از سطح قابل توجهی برخوردار بوده است. کاربرد گسترده این صنعت در جامعه به‌گونه‌ای است که حتی در شرایط نامناسب اقتصادی هم این تقاضا برای سرمایه‌گذاری و فعالیت اقتصادی وجود دارد. صنعت چاپ به‌عنوان صنعت میان‌رشته‌ای، به نحوی با همه فناوری‌های صنعتی و محصولات کشاورزی و نیز بازاریابی داخلی و خارجی مرتبط است. اهمیت این موضوع تا جایی است که در بسیاری از بخش‌ها مانند کشاورزی و صنایع بسته‌بندی چاپ‌های با کیفیت بالا عامل توسعه صادرات در این بخش‌ها خواهد شد. در واقع یکی از پایه‌های مهم موفقیت در بخش‌های یادشده، صنعت چاپ است.



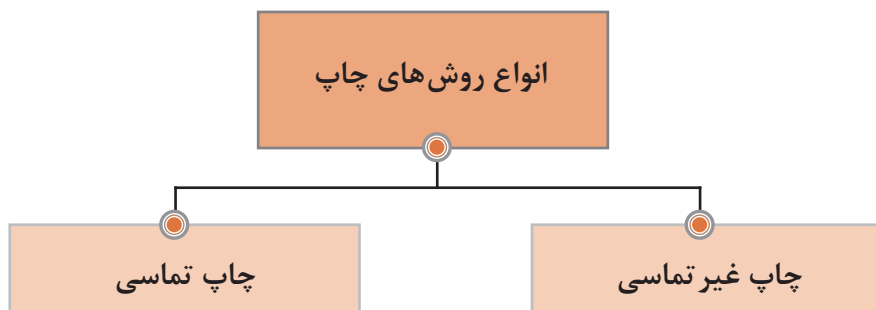
بخشی از محصولات چاپی



در ادامه به معرفی انواع روش‌های چاپی و دسته‌بندی آنها می‌پردازیم.

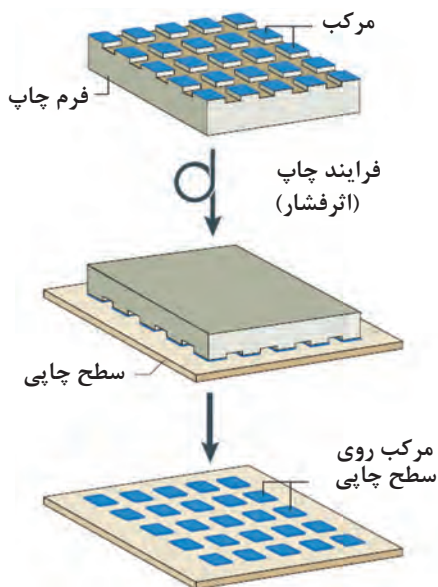
## ۱-۲- دسته‌بندی کلی روش‌های چاپی

تنوع کنونی در رسانه چاپ، مدیون پیشرفت‌های علمی بسیاری می‌باشد که خود ناشی از نیاز مشتریان کارهای چاپی و نیز مسائل اقتصادی است. تمامی روش‌های چاپی مورد استفاده قابل تقسیم به دو گروه کلی چاپ تماسی و چاپ غیرتماسی می‌باشند (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵- دسته‌بندی روش‌های چاپی

**الف) روش‌های چاپ تماسی:** این دسته‌بندی براساس نوع فرم مورد استفاده برای چاپ می‌باشد. بدین معنی که اگر اطلاعات روی یک فرم ثابت مانند پلیت Plate باشد روش چاپی مورد استفاده از این نوع فرم‌ها چاپ تماسی نام دارد. به عبارت دیگر در روش چاپی تماسی فرم چاپ از نوع سخت‌افزاری است. (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- روش چاپ تماسی

ب) **روش‌های چاپی غیر تماسی:** چاپ‌های غیر تماسی به روش‌های چاپی ای می‌گویند که فرم مورد استفاده در آنها به صورت ثابت و سخت‌افزاری نیست (مانند روش‌های چاپ در دستگاه‌های چاپ دیجیتالی، چاپگرهای رومیزی و ...). در این روش فرم حامل اطلاعات به صورت علایم دیجیتالی به دستگاه چاپ انتقال داده می‌شود، ولی از این اطلاعات دیجیتالی جهت تولید یک پلید ثابت و همیشگی استفاده نمی‌شود.

### ۱-۳-۱- دسته‌بندی روش‌های چاپ تماسی

روش‌های مختلف چاپ تماسی، بسته به عوامل مختلف، قابل دسته‌بندی می‌باشند که مهم‌ترین دسته‌بندی به روش زیر است:

الف) دسته‌بندی نسبت به نوع فرم مورد استفاده

ب) دسته‌بندی نسبت به روش انتقال اطلاعات از روی فرم به روی سطح مورد نظر  
دسته‌بندی‌های دیگری نیز وجود دارد، که در هر حال زیرمجموعه این دو دسته‌بندی کلی قرار می‌گیرند.  
مانند دسته‌بندی براساس:

- حداکثر سطح چاپ (یک ورق، دوورقی، چهارونیم ورق و ...)
- نوع کاغذ یا مواد دیگر چاپی (کاغذ پیوسته، ورق، PVC، OPP، فویل‌های مختلف و ...)
- نوع بازار کار چاپی (بسته‌بندی، روزنامه، تجاری و ...)

۱-۳-۱-۱ **دسته‌بندی چاپ‌های تماسی نسبت به نوع فرم:** این دسته‌بندی، کلی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین روش دسته‌بندی انواع مختلف چاپ‌های تماسی است. زیرا تمامی روش‌های چاپ تماسی نیاز به فرم چاپ برای انتقال اطلاعات به روی سطح مورد نظر دارند و فناوری مورد استفاده در دستگاه چاپ نسبت به نوع فرم چاپ متغیر و متفاوت است.

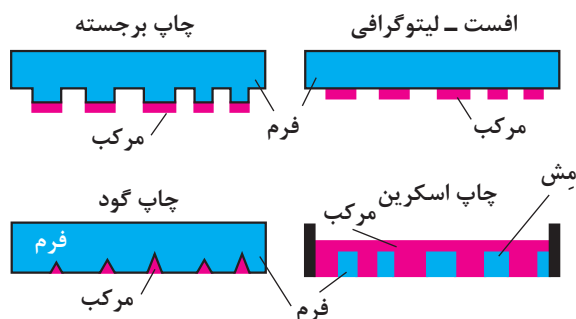
فرم چاپ حامل اطلاعات مورد نظر برای چاپ، مورد استفاده برای انتقال مرکب به روی سطح کاغذ و یا مواد دیگر می‌باشد. مرکب در مرحله اول به روی فرم چاپ انتقال داده می‌شود و سپس توسط روش‌های مختلف از روی سطح فرم چاپ به روی سطح مورد نظر انتقال می‌یابد.

فرم‌های چاپ تماسی به چهار گروه تقسیم می‌شوند و هر گروه نسبت به محلی که مرکب روی فرم قرار می‌گیرد و عاملی که باعث انتقال اطلاعات می‌شود، شناخته و نامیده می‌شود.

این چهار گروه به شرح زیر می‌باشند:

الف) چاپ برجسته	ب) چاپ گود
ج) چاپ مسطح افست	د) چاپ اسکرین

شکل ۱-۷- انواع فرم‌های مورد استفاده در روش‌های چاپ تماسی را نشان می‌دهد.

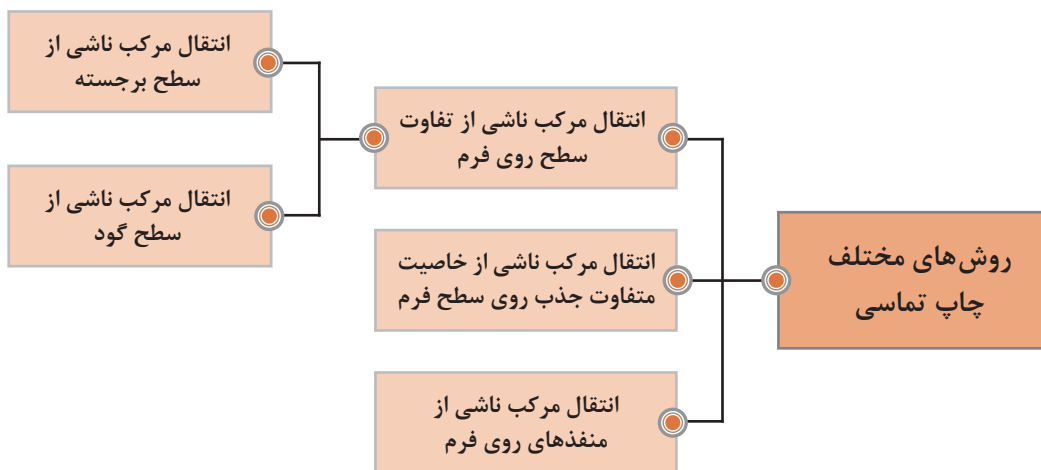


شکل ۱-۷

تمامی چاپ‌های تماسی (متداول) نیاز به فرم دارند. زیرا فرم است که امکان انتقال اطلاعات را به‌روی سطح مورد نظر، مثلاً کاغذ، فراهم می‌سازد. مرکب چاپ تنها نقاطی از سطح فرم را که دارای اطلاعات است آغشته می‌سازد و با فشار وارد کردن روی سطح چاپی، عمل چاپ را انجام می‌دهد.

**۱-۳-۲- دسته‌بندی چاپ‌های تماسی نسبت به نوع انتقال مرکب:** انتقال اطلاعات از سطح فرم به سه روش امکان‌پذیر است. شکل ۱-۸ دسته‌بندی روش‌های چاپ تماسی را نسبت به نوع انتقال مرکب توسط فرم نشان می‌دهد.

- انتقال اطلاعات توسط تفاوت سطح روی فرم
- انتقال اطلاعات توسط تفاوت خاصیت جذب مرکب سطح فرم
- انتقال اطلاعات توسط منفذهای روی فرم



شکل ۱-۸

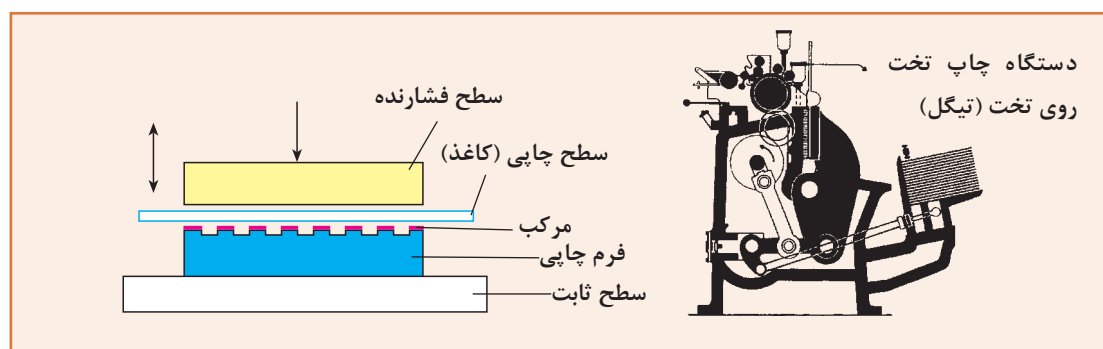
۳-۳-۱- دسته‌بندی چاپ‌های تماسی نسبت به روش انتقال اطلاعات: انتقال اطلاعات به روی سطح مورد نظر، در چاپ‌هایی که از پلیت استفاده می‌کنند، به سه روش امکان‌پذیر است:

الف) تخت روی تخت

ب) دوار روی تخت

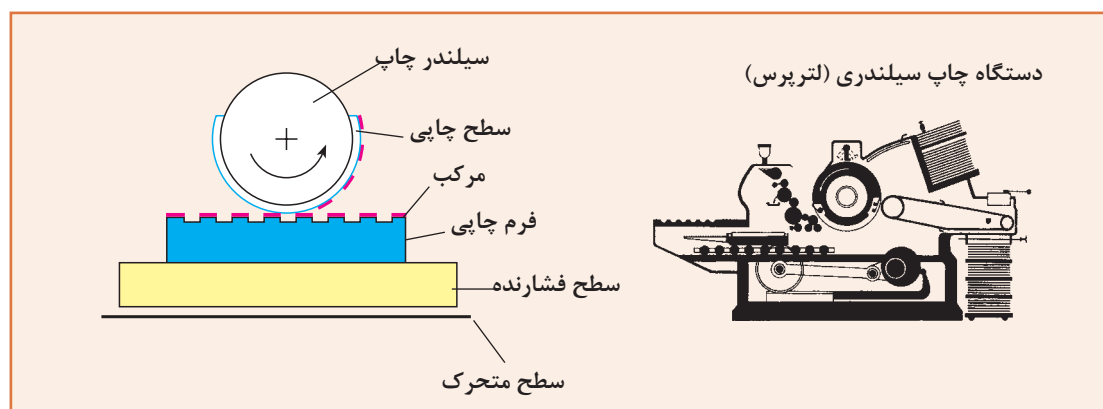
پ) دوار روی دوار

الف) روش تخت روی تخت: در این روش سطح تخت فرم که به مرکب آغشته شده است به روی سطح تخت کاغذ فشار داده می‌شود و در یک لحظه تمامی اطلاعات به روی کاغذ انتقال داده می‌شود (شکل ۹-۱). برای انتقال مرکب از روی فرم به روی کاغذ نیروی نسبتاً زیادی نیاز است، به همین علت این روش برای چاپ کارهای نسبتاً کوچک مناسب‌تر است.



شکل ۹-۱- روش تخت روی تخت

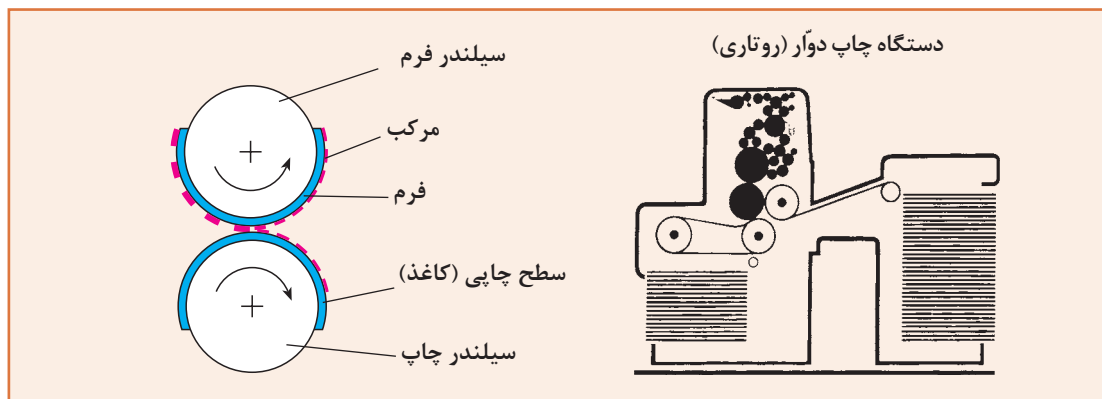
ب) روش دوار روی تخت: در این روش فرم روی سطح صاف قرار می‌گیرد و کاغذ روی سیلندر روی سطح پلیت می‌گردد، بدین وسیله فقط نوار باریکی از سطح فرم در هر لحظه چاپ می‌شود (شکل ۱۰-۱). با این روش، انجام کارهای چاپی بزرگ‌تری نسبت به چاپ تخت روی تخت، امکان‌پذیر است؛ البته سرعت تولید آن پایین است.



شکل ۱۰-۱- روش دوار روی تخت

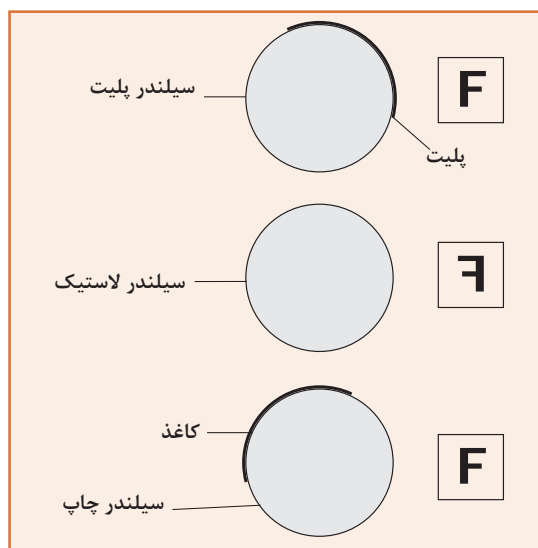


پ) روش دوار روی دوار (سیلندر روی سیلندر): در چاپ دوار روی دوار، فرم و کاغذ هر دو به دور سیلندر هستند. در اثر گردش دو سیلندر نوار باریکی از اطلاعات روی پلیت به روی کاغذ انتقال داده می‌شود (شکل ۱-۱۱). این روش چاپ، روشی بسیار مناسب برای چاپ هر نوع اندازه از کار، حتی ابعاد بزرگ، با سرعت تولید بالا می‌باشد.



شکل ۱-۱۱- روش دوار روی دوار

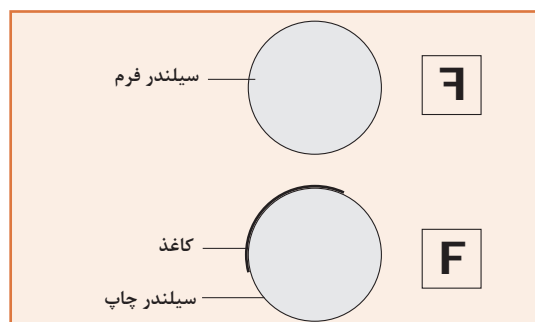
محصول چاپ، از دستگاه خارج می‌شود. (F و A) - چاپ غیرمستقیم دوار روی دوار: در این روش، محتوای چاپی مورد نظر از روی پلیت و توسط سیلندر پلیت، نخست به روی سیلندر دیگری (سیلندر لاستیک) انتقال داده می‌شود و سپس به روی کاغذ (سیلندر چاپ) منتقل می‌شود (شکل ۱-۱۳). در اینجا پلیت و کاغذ در تماس مستقیم نیستند بنابراین فشار کمتری به پلیت وارد می‌شود.



شکل ۱-۱۳

چاپ دوار به روی دوار، خود دو نوع است:

- چاپ مستقیم دوار روی دوار
- چاپ غیرمستقیم دوار روی دوار
- چاپ مستقیم دوار روی دوار: در این روش، چاپ به صورت مستقیم، بر روی سطح مورد نظر انجام می‌گیرد. بدین صورت که مرکب مستقیماً از سیلندری که حامل فرم است (سیلندر فرم) به روی سطح کاغذ که به روی سیلندر دیگر است (سیلندر چاپ) انتقال می‌یابد. شکل ۱-۱۲ سیستم چاپ مستقیم دوار روی دوار را نشان می‌دهد (فرم و کاغذ در تماس مستقیم هستند).



شکل ۱-۱۲

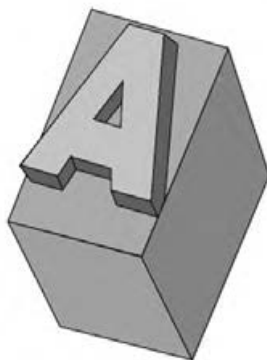
محتوای چاپی مورد نظر بر روی فرم، باید به صورت تصویر آینه‌ای آن چیزی باشد که روی کاغذ، به عنوان

همان‌طور که در شکل می‌بینید، در این روش سیلندر لاستیک به‌عنوان واسطهٔ مابین دو سیلندر پلیت و چاپ، برای انتقال اطلاعات، عمل می‌کند. چون پوششی از جنس لاستیک به دور این سیلندر بسته شده است این سیلندر را سیلندر لاستیک می‌نامند.

## ۱-۴-۱- معرفی روش‌های چاپ تماسی

در روش‌های چاپ تماسی انتقال مرکب به‌روی کاغذ توسط فرم ثابت انجام می‌گیرد. بدین معنی که نخست محتوای چاپی را به‌صورت نسخهٔ اصلی یا فرم آماده می‌کنند، سپس این فرم را به دستگاه چاپ انتقال می‌دهند. محتوا یا اطلاعات روی فرم ثابت و غیرقابل تغییر است، لذا در صورت نیاز به تغییر اطلاعات، باید فرم دیگری آماده شود. اگرچه در این روش، ساخت و تولید فرم چاپی زمان‌بر، پرهزینه و فرم نیز غیرقابل تغییر می‌باشد ولی به‌علت قابلیت تولید نسخه‌های متعدد و با کیفیت بالا، فراهم شدن امکانات برای چاپ جلوه‌های ویژه، و استفاده از مرکب‌های متداول و ارزان، روش‌های چاپ تماسی متداول‌ترین روش‌ها برای انتقال اطلاعات به‌روی کاغذ و مواد مختلف مانند PVC و غیره می‌باشد. با توجه به تفاوت روش‌های مختلف چاپ‌های تماسی، ضرورت دارد هر یک از روش‌ها را به‌صورت مختصر توضیح داده و در پایان معرفی هر یک از روش‌های چاپی، تاریخچهٔ پیدایش آن روش را نیز بررسی نماییم. این بررسی، برای ما تفکری را به وجود می‌آورد که پیشینیان ما چگونه این روش‌ها را به‌وجود آوردند و چه تغییراتی تاکنون روی آن فناوری‌ها انجام شده و چه کارهایی را نیز نسل‌های آینده می‌توانند انجام دهند.

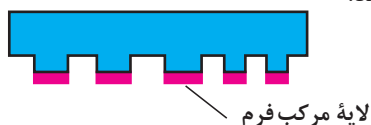
۱-۴-۱-۱ چاپ برجسته (لتر پرس Letter Press): چاپ برجسته از قدیمی‌ترین روش‌های چاپی است که در اواسط قرن پانزدهم توسط گوتنبرگ اختراع گردید، چون نخستین بار از این روش برای تکثیر متن و کتاب استفاده شده، در زبان آلمانی به آن «روش چاپ کتاب Bachdruck» نیز گفته می‌شود، در چاپ برجسته، از حروف برجستهٔ سربی که کنار یکدیگر چیده می‌شوند برای تهیهٔ فرم چاپی استفاده می‌گردد، در شکل ۱-۱۴ نمونه‌ای از یک حرف سربی برجسته را می‌بینید، همین سطح برجسته است که باعث انتقال اطلاعات از فرم به روی کاغذ می‌گردد.



شکل ۱-۱۴ حروف برجستهٔ چاپی

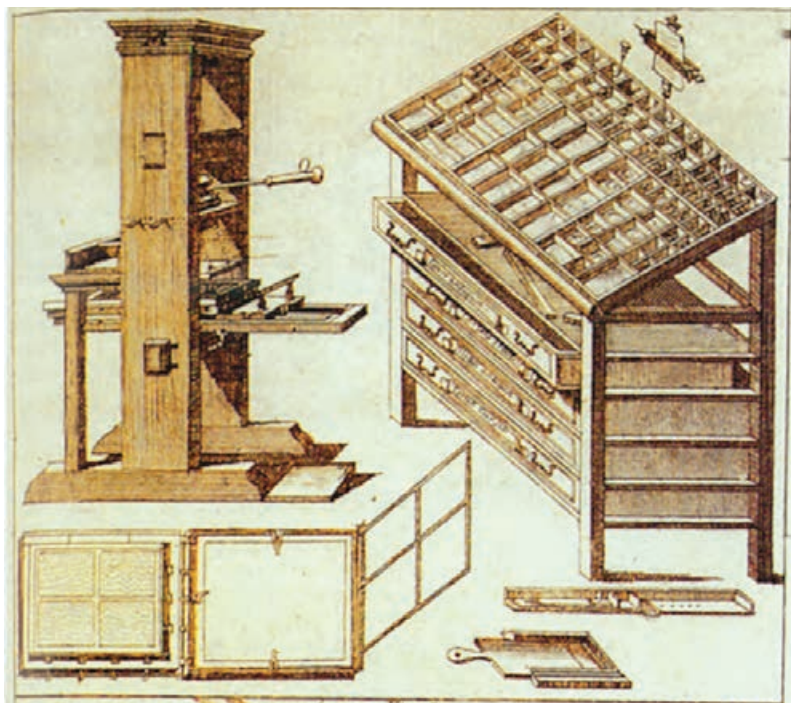
به‌خاطر استفاده از (حروف Letter) و (فشار دادن Press) به روی سطح مورد نظر برای چاپ به این روش چاپی لتر پرس نیز گفته می‌شود. پس معلوم شد که، فرم چاپ برجسته از حروف مختلف سربی تشکیل شده

که به علت برجستگی سطح حروف، انتقال مرکب از روی آن میسر می‌شود. روشن است که بخشی از فرم که حامل اطلاعات نیست با سطح چاپی تماس پیدا نمی‌کند. شکل ۱-۱۵ مقطع فرم چاپ برجسته، همراه با لایه‌ای از مرکب را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۵- فرم چاپ برجسته

گرچه با دگرگونی‌های سریعی که سال‌های اخیر در امر چاپ رخ داده است، روش چاپ برجسته کم‌کم منسوخ خواهد شد، ولی از این روش چاپی همچنان در بعضی از چاپخانه‌ها، در مواردی خاص استفاده می‌شود. در این نوع چاپ، چیدن حروف کنار یکدیگر کاری بسیار زمان‌بر است و نیاز به تجربه زیاد دارد. به‌منظور سهولت کار و انتخاب حروف با اندازه و شکل مورد نظر، در چاپخانه، میزهای مخصوصی برای طبقه‌بندی حروف و دسترسی راحت به آنها ساخته‌اند. به کسی که کار چیدن حروف را انجام می‌دهد حروفچین می‌گویند. باید گفت این روش چاپی همان روش گوتنبرگ است که با گذشت قرن‌ها از آن، هنوز تغییر چندانی نکرده است. شکل ۱-۱۶ نمونه‌ای از میز کار حروفچینی (گارسه) و پرس چوبی چاپ را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۶- گارسه و پرس چوبی چاپ

شکل ۱۷-۱ تصویر یک چاپخانه بسیار قدیمی و شکل ۱۸-۱ نمونه میز کار و فرم‌بندی چاپ برجسته را که در برخی چاپخانه‌های قدیمی مورد استفاده قرار می‌گرفت نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۱ چاپخانه اولیه چاپ برجسته



شکل ۱۸-۱ میز کار و فرم‌بندی چاپ برجسته

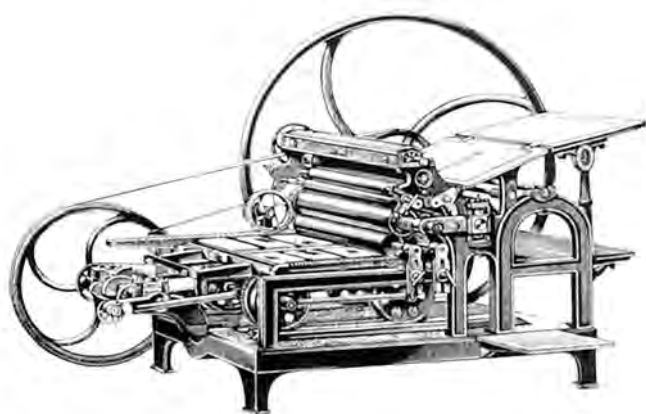
چاپ برجسته با استفاده از حروف سربی که قرن‌ها به‌عنوان مهم‌ترین و تنها روش چاپ مورد استفاده قرار می‌گرفت امروزه به‌علت هزینه بالای تولید فرم چاپی دیگر رونق پیشین خود را از دست داده و جای خود را به روش‌های جدید چاپ برجسته یعنی، فلکسوگرافی با فرم‌های لاستیکی داده است. شکل ۱۹-۱ چاپخانه‌ای از قرن شانزدهم میلادی را نشان می‌دهد که به‌همان شکل اولیه در موزه چاپ شهر آنتروپ (Antrop) در معرض دید قرار دارد.



شکل ۱-۲۰ نمونه‌هایی از اولین دستگاه چاپ را که برای چاپ روزنامه در سال ۱۸۰۰ میلادی ساخته شده است نشان می‌دهد. شکل ۱-۲۱ نیز اولین دستگاه چاپ دستی را که در سال ۱۸۱۱ میلادی و از فلز ساخته شده است، نشان می‌دهد. در اوایل قرن نوزدهم میلادی (۱۸۱۱-۱۲) مخترعی به نام (فردریک کونینگ Fridrich Koeing) توانست دستگاه چاپ را مکانیزه کند و او بود که اولین دستگاه چاپ اتوماتیک سیلندری را ساخت (شکل ۱-۲۲). در سال‌های بعد قسمت‌های مختلف این دستگاه، از جمله مکانیزم محرکه روش گردش سیلندر سیستم اپراتوری آن به تدریج اصلاح گردیده و دستگاه بهینه‌سازی شد.

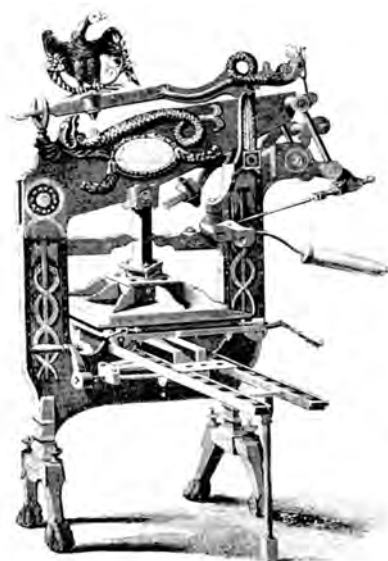


شکل ۱-۱۹

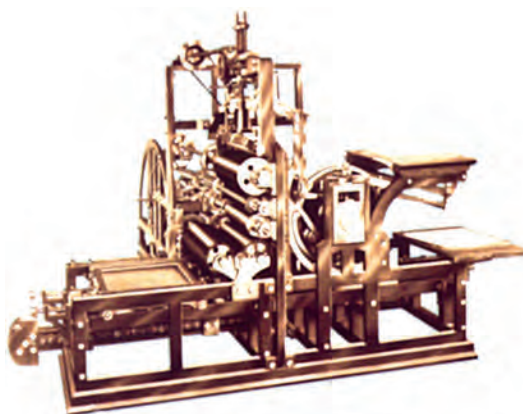


شکل ۱-۲۲

اولین دستگاه چاپ اتوماتیک را شخصی به نام (گوردون Gordon) در سال ۱۸۵۰ اختراع کرد. این دستگاه به نام خودسازنده، دستگاه چاپ گوردون نام گرفت. حدود هفت سال بعد از گوردون مخترعی آلمانی، دستگاه چاپ (لیبرتی Liberty) را در آمریکا تولید کرد. سپس دستگاه چاپ (گالی Gally) توسط شخصی به همین نام در سال ۱۸۷۰ اختراع شد. در همه این دستگاه‌ها به تدریج مکانیزم دستگاه چاپ به روش‌های مختلف بهینه‌سازی شد، ولی مهم‌ترین اختراع که ابداعی نوین بود در سال ۱۹۱۳ توسط شخصی به نام (گیلیک Gilik) که خود ناشر کتاب بود صورت گرفت. اختراع گیلیک سیستم جدیدی بود که تغذیه کاغذ به دستگاه چاپ را به‌طور خودکار انجام می‌داد. به این ترتیب که کاغذ توسط گیره‌هایی که روی بازویی به شکل ملخ هواپیما تعبیه شده بود، همراه با گردش ملخ، به محل مناسب برای چاپ انتقال می‌یافت. این دستگاه چاپ

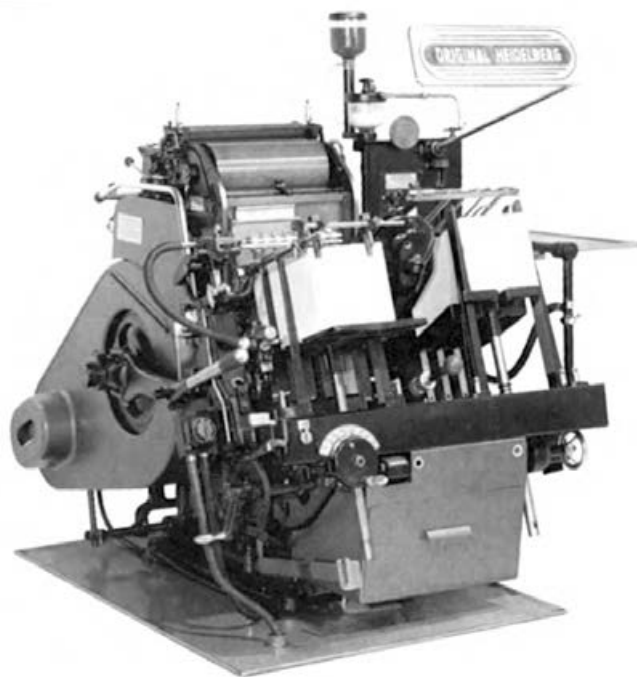


شکل ۱-۲۰



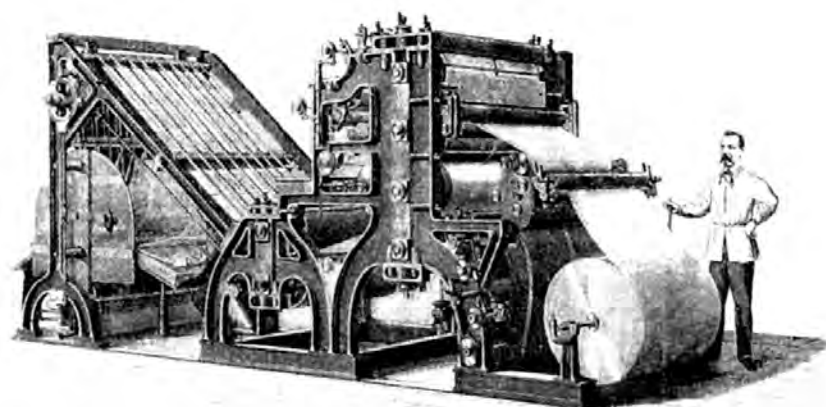
شکل ۱-۲۱

به نام ماشین تیگل هایدلبرگ (Original Heidelberg Tigel) معروف به ملخی بود که از سال‌های ۱۹۲۰ به بعد شهرت بسیاری پیدا کرد. شکل ۱-۲۳ دستگاه چاپ ملخی هایدلبرگ را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۳

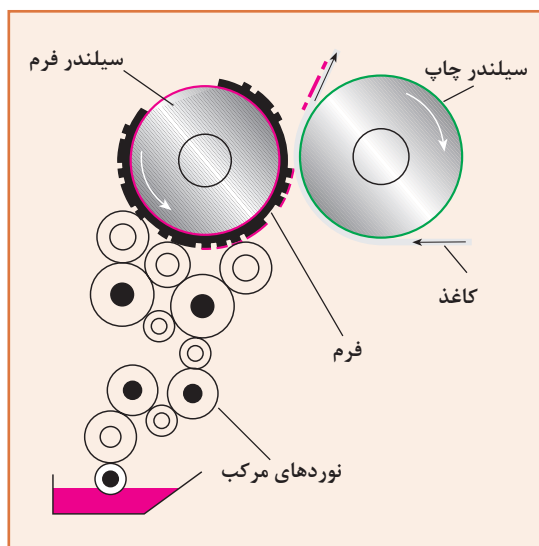
اولین دستگاه چاپ برجسته سیلندری هایدلبرگ در سال ۱۹۳۶ میلادی با سرعت چاپ ۳۶۰۰ برگ چاپ در ساعت تولید و به بازار عرضه شد (شکل ۱-۲۴).



شکل ۱-۲۴

– انتقال مرکب: در چاپ برجسته انتقال اطلاعات (مرکب) به روی سطح چاپی توسط سطح برجسته روی فرم انجام می‌گیرد.

سطحی که چاپ توسط آن صورت می‌گیرد نسبت به سطح غیرچاپی برجسته‌تر است. شکل ۱-۲۷ نمونه‌ای از چاپ برجسته را نشان می‌دهد که فرم چاپی مسطح (تخت) است. ولی سطح چاپی (کاغذ) به دور سیلندر قرار دارد. لایه‌ای از مرکب با ضخامت ثابت به روی فرم انتقال داده می‌شود، سپس با تماس و فشار فرم به روی کاغذ یا سطح چاپی، بخشی از این مرکب به روی آن انتقال داده می‌شود و چاپ صورت می‌گیرد.

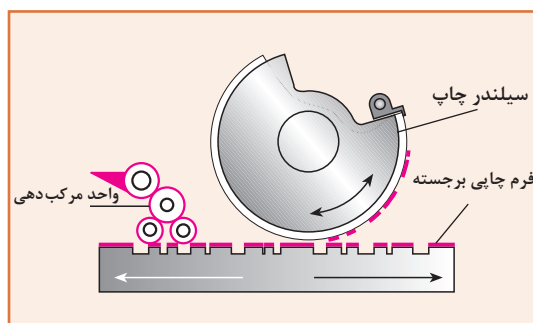


شکل ۱-۲۷

۲-۴-۱- چاپ فلکسوگرافی: با پیشرفت فناوری به‌ویژه در بخش مواد، امروزه چاپ برجسته با فرم‌های لاستیکی نیز امکان‌پذیر شده است. به این نوع چاپ، چاپ فلکسوگرافی گفته می‌شود که برای چاپ به‌روی انواع مواد به‌ویژه در چاپ بسته‌بندی بسیار مناسب می‌باشد، از چاپ فلکسوگرافی برای تولید بعضی از روزنامه‌ها نیز استفاده می‌شود.

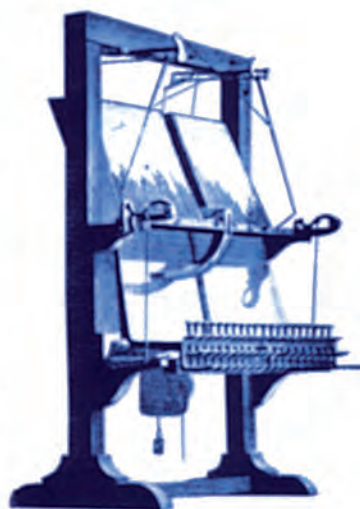
شکل ۱-۲۸ نمونه‌ای از فرم‌های چاپ فلکسوگرافی را نشان می‌دهد. این فرم‌ها معمولاً جهت نصب روی سیلندر بر روی صفحه‌ای از مواد سخت‌تر، مانند

به‌منظور ارتباط بهتر از وضعیت قرارگیری فرم، سیلندر چاپ و سیستم انتقال مرکب این ماشین سیستم مذکور در شکل ۱-۲۵ به‌صورت جداگانه نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۵- وضعیت قرارگیری فرم سیلندر چاپ و نوردهای مرکب دستگاه‌های چاپ برجسته از فرم‌هایی استفاده می‌کردند که توسط چیدن حروف برجسته در کنار یکدیگر به‌وجود می‌آمدند.

در حدود سال ۱۸۲۲ میلادی شخصی انگلیسی به نام ویلیام چرچ (William Church) دستگاهی ساخت که به‌وسیله آن حروف به‌صورت خودکار در کنار یکدیگر قرار می‌گرفتند. به این ترتیب اولین ماشین حروفچینی به‌صورت خودکار یا اتوماتیک به‌وجود آمد (شکل ۱-۲۶).



شکل ۱-۲۶- اولین دستگاه حروفچینی اتوماتیک (۱۸۲۲ م.)

آهن، آلومینیوم و یا حتی پلی‌استر (Polyester) چسبانده می‌شود.



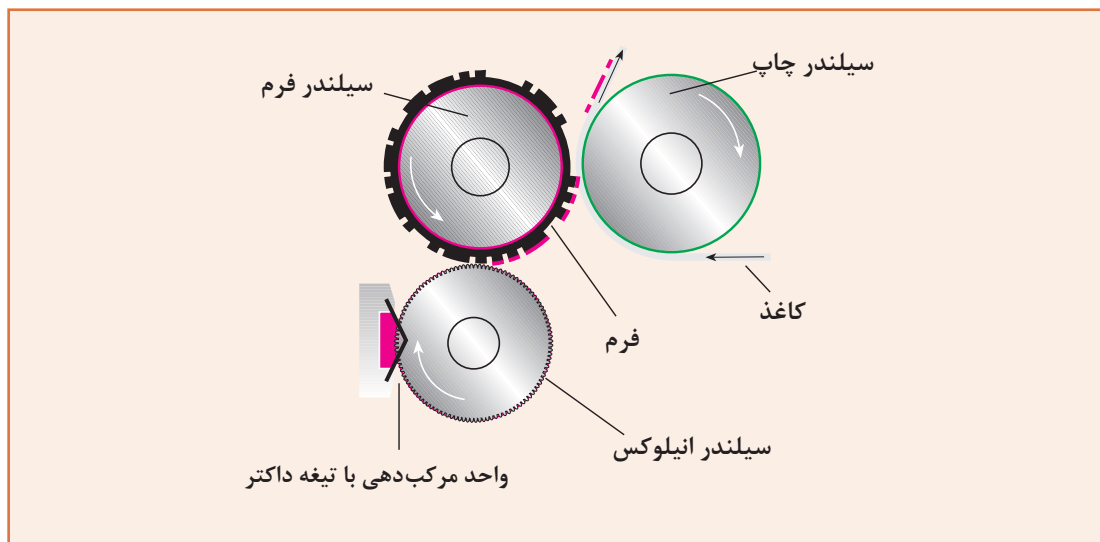
شکل ۱-۲۸

در حدود سال‌های ۱۹۵۰ میلادی، برای اولین بار، اصطلاح فلکسوگرافی به معنی تهیه فرم‌هایی از جنس پلاستیک‌های فتوپلی مریک (Photopolymeric) مورد استفاده قرار گرفت. خاصیت این پلاستیک‌ها در حساسیت آنها نسبت به بخشی از طیف نور بود. همین امر سبب شد که برای انتقال اطلاعات به روی این ماده از آن استفاده شود. قبل از اختراع این نوع مواد حساس به نور، از لاستیک‌های طبیعی (Pouubber) برای تهیه پلیت‌های چاپ فلکسوگرافی استفاده می‌شد.

- انتقال مرکب: انتقال مرکب از روی فرم برجسته بر روی سطح مورد نظر به عوامل مختلفی بستگی دارد. خلاصه‌ای از این عوامل به شرح زیر می‌باشد:

- ضخامت مرکب مورد نیاز روی فرم
- مدت تماس فرم با سطح چاپی
- فشار تماس فرم با سطح چاپی
- میزان روان بودن مرکب
- حرارت محیط و مرکب
- مشخصات و خاصیت جذب مرکب توسط سطح چاپ

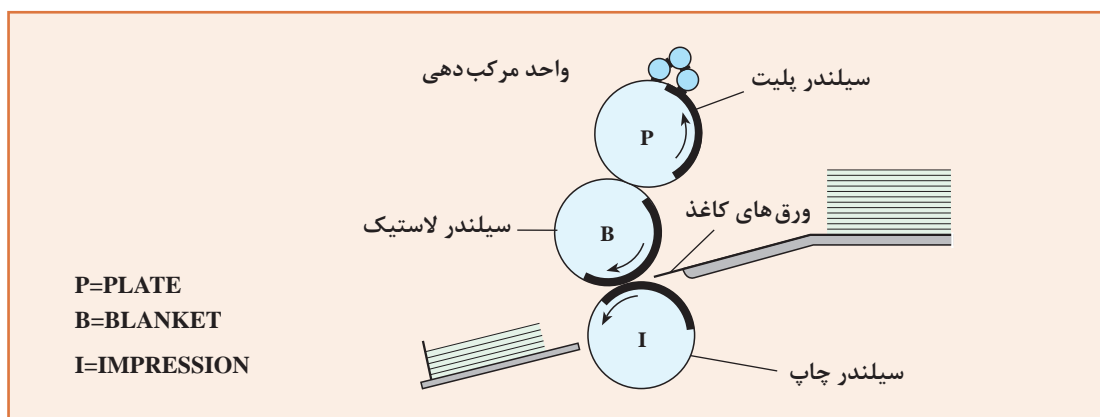
شکل ۱-۲۹ نمونه‌ای از وضعیت سیلندرها و انتقال مرکب به روی فرم را نشان می‌دهد. در این روش سیلندر که دارای حفره‌های بسیار ریزی است به مرکب آغشته می‌شود و مرکب اضافی از روی آن توسط تیغه‌ای برداشته می‌شود. حال مرکب داخل حفره‌ها، عمل انتقال مرکب به روی فرم را به صورت یکنواخت میسر می‌سازد. به این نوع سیلندرها، سیلندر انیلوکس (Anilox) می‌گویند.



شکل ۱-۲۹ چاپ برجسته فلکسوگرافی

### ۳-۴-۱ چاپ لترست (Letterset Printing):

لترست چاپ برجسته‌ای است که در آن، تصویر و متن از روی فرم برجسته به صورت غیرمستقیم بر روی سطح چاپی انتقال پیدا می‌کند و چاپ توسط پلیت واسطه (Offset Printing) انجام می‌گیرد. برای اینکه این روش چاپی با روش افست معمولی (افست بر مبنای تضاد آب و چربی) اشتباه نشود به آن لترست می‌گویند. شکل ۱-۳۰ نمونه‌ای از روش چاپ لترست (چاپ برجسته غیرمستقیم) را نشان می‌دهد. چاپ غیرمستقیم بدین معنی است که مرکب توسط پلیتی از جنس لاستیک به روی سطح چاپی انتقال یابد و مستقیم فرم با سطح چاپی تماس پیدا نکند.



شکل ۱-۳۰



با فرم‌های لیتوگرافی چاپ غیرمستقیم انجام داد، بررسی و آزمایش می‌کردند.

گفته می‌شود که روبل، که یک چاپخانه‌دار کوچک با تجهیزات پیش از چاپ لیتوگرافی بود، روزی، به‌دلیلی، برای چاپ اسکناس با مشکل کیفیت چاپ مواجه می‌شود. وی برای حل این مشکل از لاستیک نرم‌تری برای چاپ استفاده می‌کند. در این میان اپراتوری هم که مسئول تغذیه کاغذهای اسکناس به درون دستگاه بود در هر چند دور چاپ یک‌بار کاغذ را مخصوصاً وارد دستگاه نمی‌کرد.

این عمل باعث می‌شد که با نبودن کاغذ، مرکب نخست به روی لاستیک و سپس به پشت کاغذ بعدی انتقال یابد. وقتی روبل یکی از این چاپ‌های باطله را بررسی کرد با تعجب متوجه شد که کیفیت چاپی باطله در پشت کار به مراتب بهتر از چاپ روی کار است. این کشف مهمی بود و سرآغاز چاپ افست شد. روبل از آن پس برای تحقیق و توسعه روش چاپی غیرمستقیم با فرم‌های لیتوگرافی را رها کرد و این روش تازه را که «چاپ افست» نامید برای کار انتخاب کرد. البته نام چاپ افست امروزه بیشتر به‌منظور روش چاپی با استفاده از فرم‌های لیتوگرافی شناخته‌شده است. استفاده از این نوع فرم‌ها قبل از کشف روبل رواج داشت و به نام چاپ سنگ (Sore Printing) معروف بود شکل ۱-۳۲

دستگاه چاپ روبل را در حال کار نشان می‌دهد.

- کیفیت چاپی: اگرچه هر یک از روش‌های چاپی برجسته مانند لترپرس، فلکسوگرافی و لترست کیفیت ویژه‌ای دارند و هر کدام برای مورد چاپی متفاوتی مناسب هستند، لیکن امتیاز خاص روش چاپ لترست این است که با فرم‌های برجسته آن قابلیت چاپ در شمارگان بالا وجود دارد.

شکل ۱-۳۱ نمونه‌ای از چاپ لترپرس و فرم آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در این روش چاپی، مرکب در اثر فشار مابین فرم و سطح چاپی به لبه‌ها و دور از مرکز تصویر انتقال پیدا کرده است، به همین علت نوع مرکب در تعیین کیفیت کارهای چاپی به‌وسیله این روش اهمیت خاصی دارد.

مرکب بیشتر در کناره‌ها



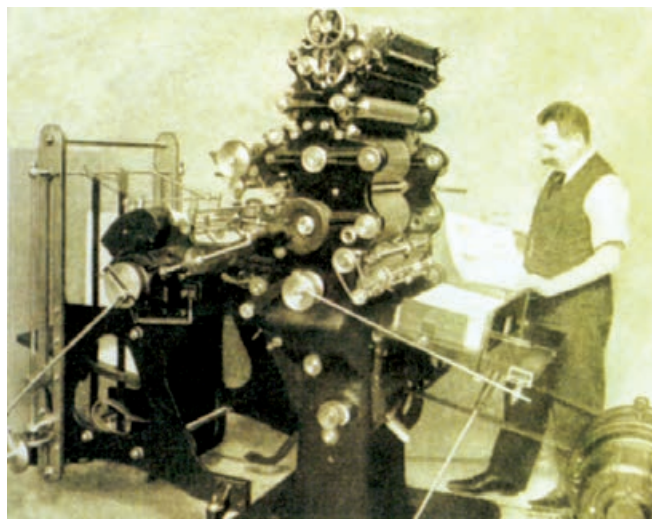
ب - نمونه چاپی

الف - فرم

شکل ۱-۳۱

۴-۴-۱ چاپ افست: چاپ افست در نتیجه توسعه چاپ برجسته غیرمستقیم یا لترست انجام گرفت. در واقع کلمه افست به معنی غیرمستقیم و متعادل کردن می‌باشد.

اختراع چاپ افست را به دو مخترع، یکی امریکایی به نام ایرا. و. روبل (Ira.W.Rubel) و دیگری آلمانی مقیم امریکا به نام گاسپارهارمن (Gaspar Harman) نسبت می‌دهند. هر دو مخترع در حدود سال‌های ۱۹۰۴ میلادی، این ایده را که می‌توان



شکل ۱-۳۲

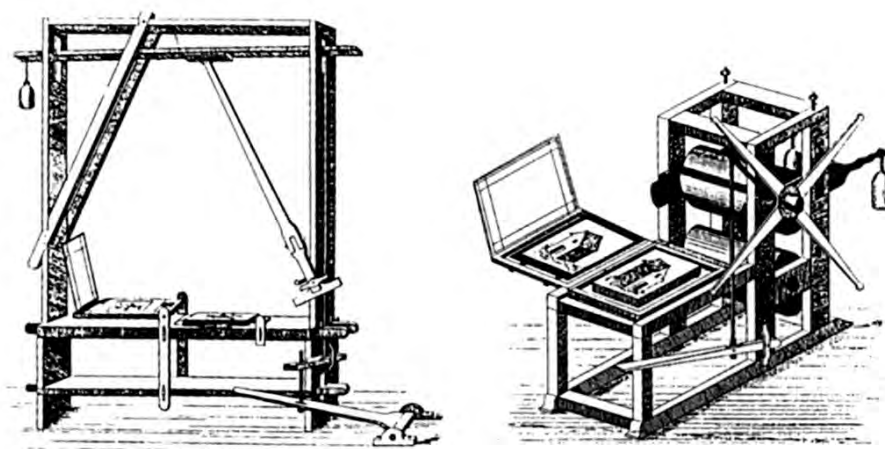
– پیدایش فرم‌های (لیتوگرافی **Lithography**): در آغاز پیدایش فرم‌های لیتوگرافی، چاپ با سنگ‌های آهکی که به نام سنگ‌های (زولن‌هوفن Solenhofen) نیز مشهور بودند انجام می‌شد. گفته می‌شود یک نمایشنامه‌نویس و بازیگر تئاتر اتریشی به نام (آلویوس زنه‌فلدر Alois/Aloys Senefelder) (شکل ۱-۳۳) (۱۸۳۴-۱۷۷۱م) به علت دسترسی نداشتن به کاغذ، لیست لباس‌شویی خود را روی یک سنگ آهکی زولن‌هوفن می‌نویسد و برای مادر خود می‌فرستد. در این ضمن کشف می‌کند که این سنگ آهکی هنگامی که با چربی دست پوشیده شود، جوهر قلم را جذب نمی‌کند.



شکل ۱-۳۳

زنه‌فلدر که پیوسته به دنبال روشی بود تا بتواند نُت‌های موسیقی را که در آن زمان طرفداران بسیاری داشت ارزان تکثیر کند، با این کشف خود روش جدید چاپ با سنگ را که بعدها به نام چاپ سنگی مشهور شد اختراع کرد.

زنه‌فلدر کشف کرده بود که برای چاپ با سنگ آهکی کافی است که مرکب از جنس روغنی باشد و سنگ پیوسته مرطوب نگه داشته شود. دیگر لازم نبود که برای چاپ، فرم برجسته و یا گود تهیه شود. شکل ۱-۳۴ دستگاه چاپ دستی را که توسط زنه‌فلدر ساخته شده است نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۴

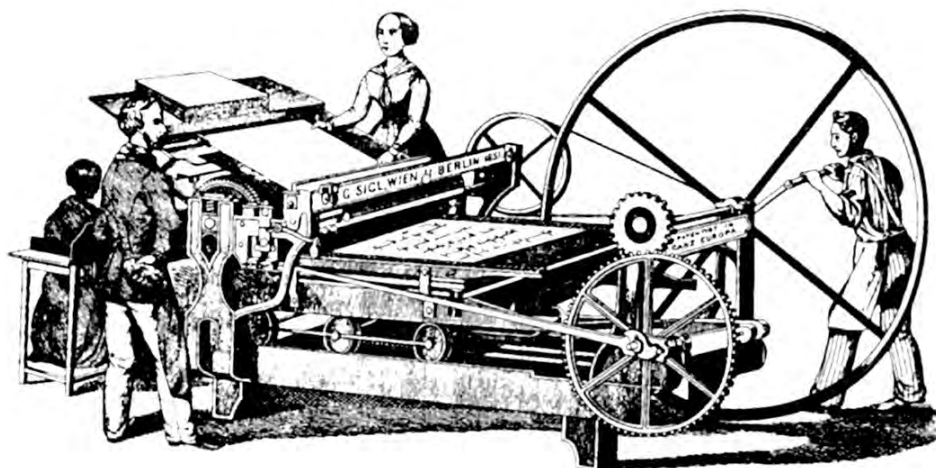
شکل ۱-۳۵ نمونه‌ای از ورق‌های نت موسیقی موزارت (Mozart) که توسط روش زنه‌فلدر به چاپ رسید را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۵

اولین دستگاه چاپ سیلندری اتوماتیک در فرانسه در حدود سال‌های ۱۸۱۵ میلادی ساخته شد و سپس

دستگاه چاپ نیکول (Nicolle's Press) و به دنبال آن در سال ۱۸۵۲ دستگاه چاپ جورج سیگل (George sigls press) در شهر وین پایتخت اتریش ساخته شد (شکل ۱-۳۶).



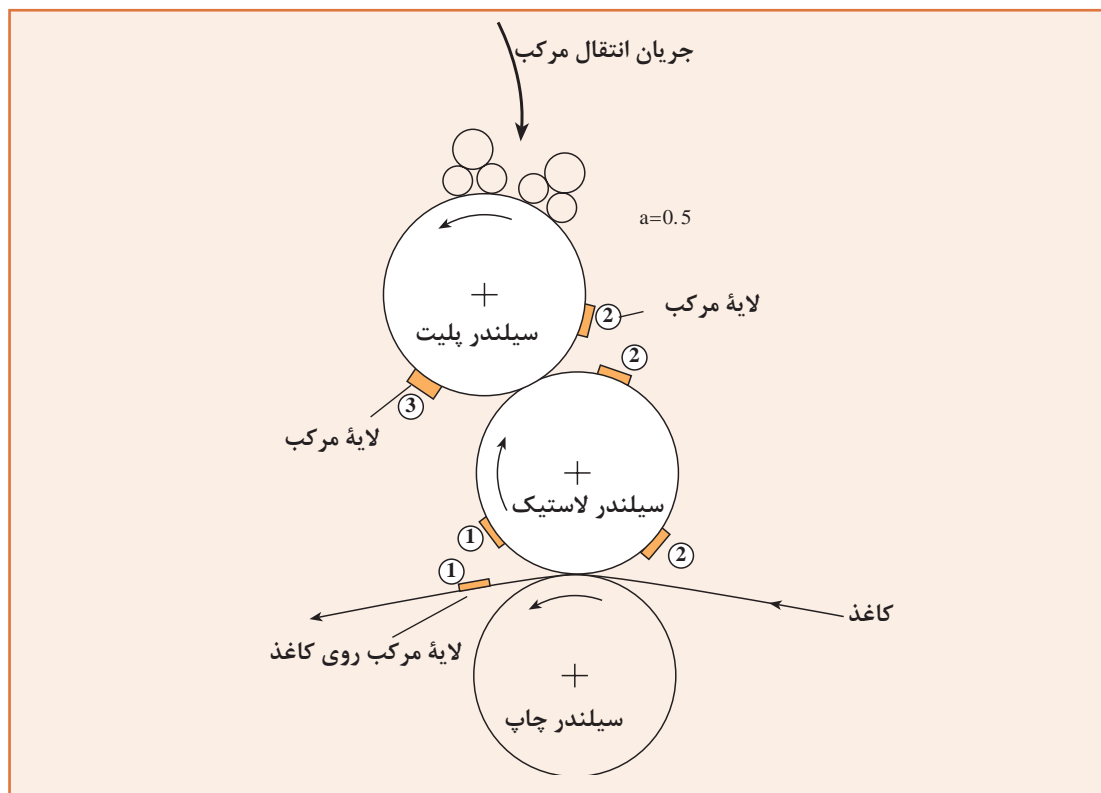
شکل ۱-۳۶

این دستگاه به سه اپراتور نیاز داشت؛ یک نفر برای گرداندن چرخ اصلی، یک نفر برای تغذیه کاغذ و یک نفر برای گرفتن کاغذ، در شکل ۱-۳۶ نفر جلوی دستگاه ناظر تولید می‌باشد. این دستگاه چاپ از فرم‌های سنگ تخت که دارای وزن زیادی هم بود استفاده می‌کرد. زنه‌فلدر راهکار جدیدی را برای جایگزینی تخته سنگ پیدا کرد و آن این بود که سنگ را به صورت استوانه می‌تراشید و با چسباندن قطعات فلز به دو طرف آن، از آن به عنوان فرم سیلندری استفاده می‌کرد. البته موفقیت واقعی چاپ افست زمانی به دست آمد که صفحه‌های مسی با سطح حساس به نور، به عنوان فرم اختراع شدند. در هر صورت مشخص می‌شود که تفکر تهیه فرمی که بتوان آن را روی استوانه‌ای (سیلندر) بست از زنه‌فلدر می‌باشد.

### – روش انتقال اطلاعات:

انتقال اطلاعات در چاپ افست به صورت غیرمستقیم صورت می‌گیرد. بدین معنی که اطلاعات را قبل از اینکه به روی کاغذ با سطح مورد نظر انتقال دهند روی سطح دیگری (سیلندر لاستیک) منتقل می‌کنند و سپس از روی آن به روی کاغذ (سیلندر چاپ) منتقل می‌نمایند. بنابراین در چاپ افست واسطه‌ای مابین پلیت (سیلندر پلیت) و سطح چاپی (سیلندر چاپ) به نام سیلندر لاستیک وجود دارد. به همین دلیل به این روش چاپ غیرمستقیم می‌گویند. علت نام سیلندر لاستیک این است که به دور این سیلندر پوششی از جنس لاستیک بسته می‌شود. این لاستیک در طی چاپ سایش می‌یابد و هرچند وقت یک بار می‌بایست عوض شود.

شکل ۱-۳۷ چگونگی انتقال اطلاعات از روی سیلندر پلیت به روی سیلندر لاستیک و سپس به روی سیلندر چاپ را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۷

اگرچه در روش‌های دیگر چاپی نیز امکان استفاده از لاستیک واسطه برای چاپ کردن وجود دارد ولی به آنها چاپ افست نمی‌گویند بلکه وقتی از چاپ افست صحبت می‌شود منظور استفاده از فرم صافی است که خاصیت قبول مرکب را در نقاطی که دارای تصویر و اطلاعات است دارد. به این نوع فرم‌ها پلیت لیتوگرافی نیز می‌گویند و روش چاپی را که در آن، با استفاده از این نوع فرم‌ها، انتقال اطلاعات انجام می‌گیرد چاپ افست می‌نامند.



شکل ۱-۳۸

در چاپ افست نقاط حامل اطلاعات و نقاط غیرچاپی فرم مورد استفاده در یک سطح قرار دارد. به همین دلیل به این روش، چاپ صاف نیز گفته می‌شود.

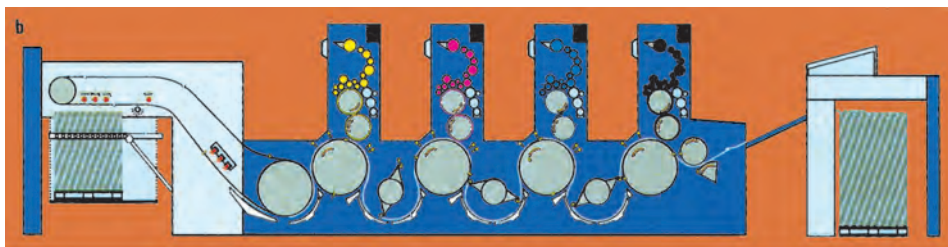
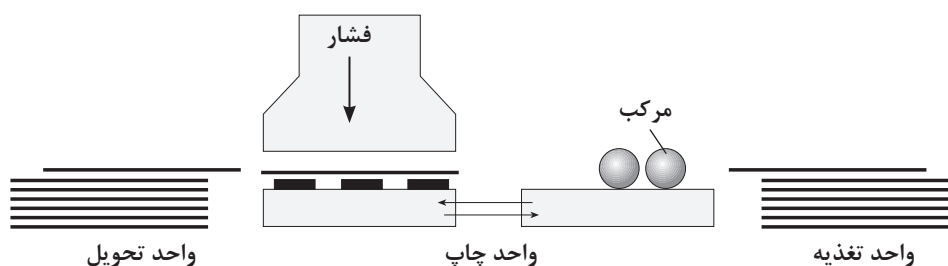
شکل ۱-۳۸ قسمتی از یک فرم (پلیت) چاپ افست را نشان می‌دهد. جنس این پلیت‌ها قبل از اینکه از آلومینیوم استفاده شود از آلیاژ مس (Copper) و روی (Zinc) بود؛ به همین دلیل به آنها زینک نیز گفته می‌شد.



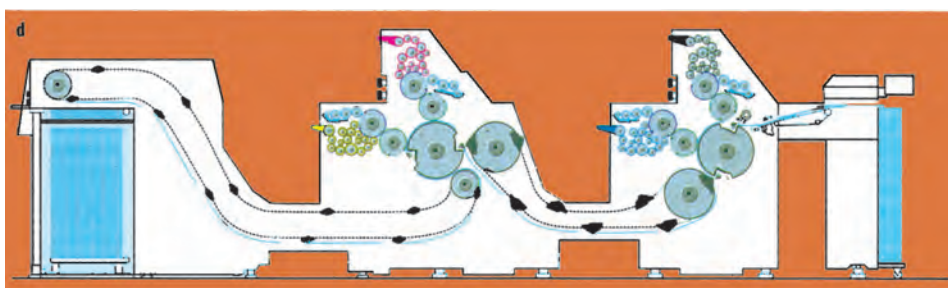
سطح پلیت از ماده مخصوصی پوشیده شده است که در اثر تاباندن نور مخصوص تصویرنگاری به آن دستخوش فعل و انفعالات می‌شود. در نتیجه در نقاطی از آن که نیاز به انتقال مرکب می‌باشد خاصیت جذب مرکب پیدا می‌شود. چاپ افست به دو نوع چاپ افست معمولی و چاپ افست خشک تقسیم می‌شود. هر یک از این دو نوع چاپ، پلیت مخصوص به خود دارد.

**– دستگاه چاپ افست:** ساختار یک دستگاه چاپ افست بسته به اینکه کاغذ مصرفی آن رول و یا ورق باشد متفاوت است. چون تعداد دستگاه‌های چاپ ورقی در مقایسه با دستگاه‌های چاپ رول بیشتر است، ما در اینجا دستگاه چاپ ورقی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. شکل (۱-۳۹) الف و ب بخش‌های مختلف و عمده دو دستگاه چاپ را نشان می‌دهد که شامل سه بخش است:

- ۱- واحد تغذیه (آپارات) که عمل انتقال کاغذ را به درون دستگاه انجام می‌دهد.
- ۲- واحد چاپ که شامل بخش رطوبت‌دهی، مرکب‌دهی و تأمین فشار است.
- ۳- واحد تحویل، که کاغذهای چاپ شده را روی یکدیگر جمع‌آوری و آماده انتقال می‌کند.

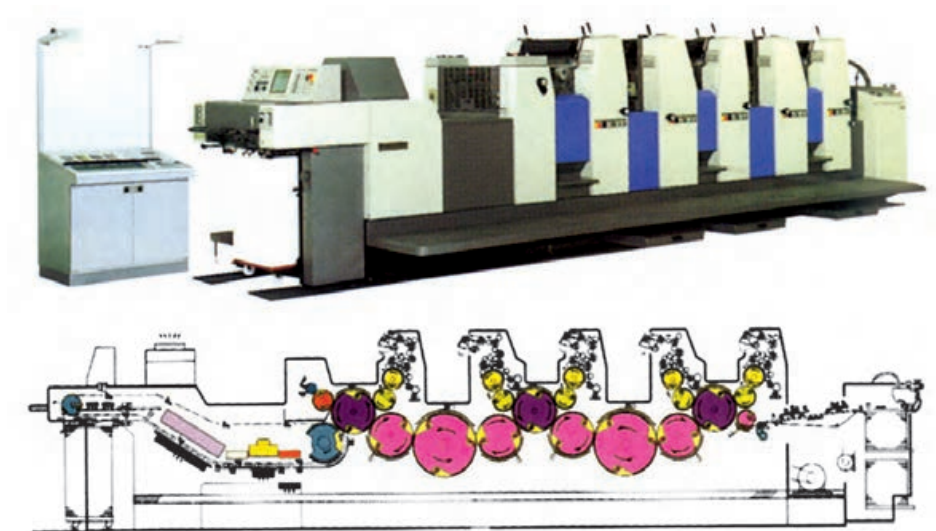


شکل (۱-۳۹) الف – دستگاه چاپ چهاررنگ



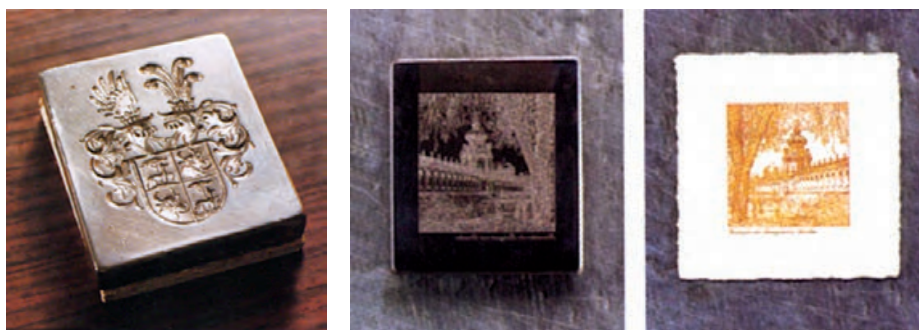
شکل (۱-۳۹) ب – دستگاه چاپ چهاررنگ

عوامل فنی و اقتصادی، و کیفیت مطلوبی که مشتریان از رسانه چاپی انتظار دارند، باعث شده است بسیاری از تنظیمات و مراحل تولیدی دستگاه چاپ امروزه به صورت اتوماتیک انجام گیرد. شکل ۱-۴۰ یک دستگاه چاپ چهاررنگ را نشان می‌دهد که بسیاری از تنظیمات و مراحل آن توسط میز کنترل یا مرکز کنترل کامپیوتری دستگاه انجام می‌گیرد.



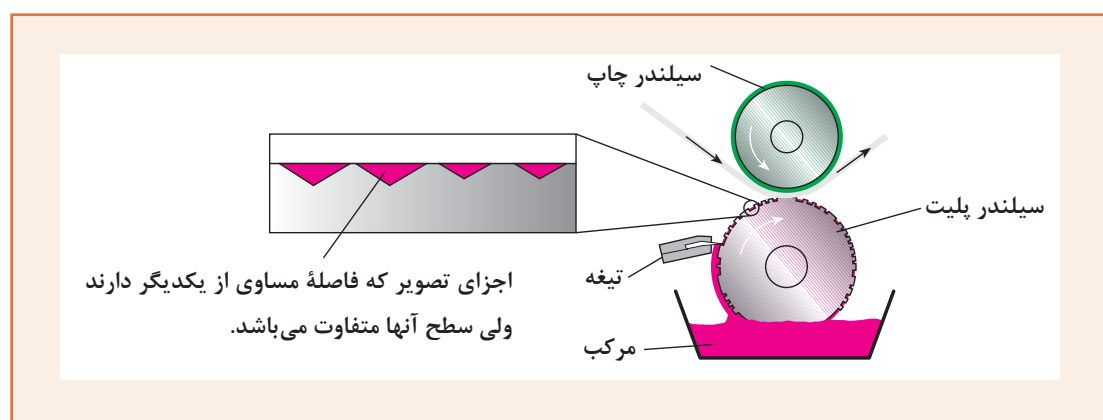
شکل ۱-۴۰- دستگاه چاپ پنج‌رنگ با برج ورنی

**۱-۴-۵- چاپ گود یا روتوگراور (Rotograware):** چاپ گود یکی از قدیمی‌ترین روش‌های چاپی است که شروع آن به قرن پانزدهم میلادی برمی‌گردد. می‌توان پدران چاپ روتوگراور را قلم‌زنان (حکاکان) و سیاه‌قلم‌کارانی (حکاکی‌کنندگان با تیزاب) دانست که فرم مورد نیاز این روش چاپی را تولید می‌کردند. شکل ۱-۴۱ نمونه‌ای از فرم مورد استفاده و چاپ گود را نشان می‌دهد. روش تولید فرم‌های مسی چاپ روتوگراور تا مدت‌ها به صورت راز نگه داشته می‌شد تا کسی نتواند چاپ‌های روتوگراور را کپی کند؛ به همین علت تاریخ شروع این روش چاپی کاملاً مشخص نیست.



شکل ۱-۴۱

**تعریف چاپ گود:** چاپ گود روشی است که در آن نقاط حامل اطلاعات را، به روش‌های مختلف، گود می‌کنند تا مرکب در این فرورفتگی‌ها قرار گیرد و انتقال مرکب از روی فرم به روی سطح مورد نظر امکان‌پذیر شود. یکی دیگر از دلایلی که سبب شده آغاز چاپ روتوگراور مشخص نباشد این است که برای مدت‌ها چاپ روی پارچه که توسط قطعات چوبی قلم‌کاری شده انجام می‌گرفت بر روی این روش چاپی سایه افکنده بود. در چاپ گود، نخست تمامی فرم به مرکب آغشته می‌شود، آنگاه مرکب اضافی به وسیله تیغه‌ای به نام داکتر بلید (Doctors Blade) از روی سطح فرم برداشته می‌شود (شکل ۱-۴۲) در نتیجه، مرکب فقط در حفره‌هایی که روی سطح فرم ایجاد شده باقی می‌ماند و در نهایت، در اثر فشار و تماس سطح چاپی با فرم، مرکب داخل حفره‌ها به روی سطح مورد نظر انتقال پیدا می‌کند و عمل چاپ روی کاغذ انجام می‌گیرد.



شکل ۱-۴۲

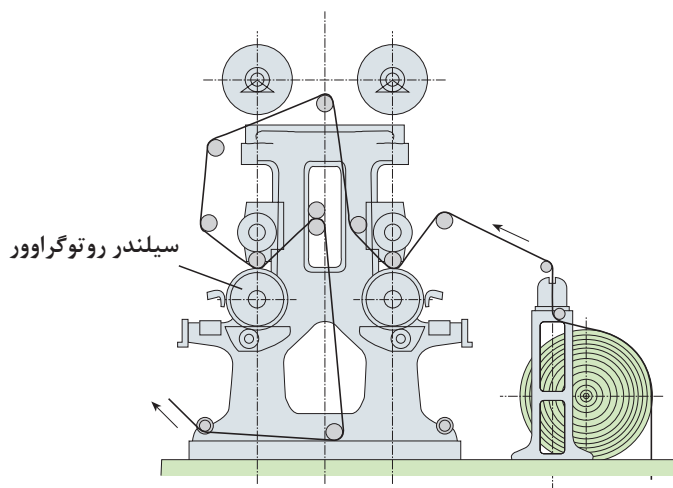


شکل ۱-۴۳

شکل ۱-۴۳ یکی از روش‌های اولیه چاپ گود را نشان می‌دهد که در حدود سال‌های ۱۸۰۰ میلادی مورد استفاده قرار می‌گرفت، این دستگاه چاپ با نیروی انسانی کار می‌کرد، اولین امتیاز انحصاری برای طراحی این دستگاه چاپ، در سال ۱۸۶۰ توسط شخصی به نام اگوست گادچو (August Godchav) درخواست شد و به ثبت رسید. نکته قابل توجه این است که دستگاه‌های چاپ روتوگراور که بعدها تولید شده نیز همچنان شبیه دستگاه چاپ اولیه اگوست گادچو بود. تمرکز پیشرفت و تکامل چاپ روتوگراور بیشتر به سمت و ابداع روش‌های جدید برای انتقال اطلاعات و تولید فرم‌های چاپی جلب شده بود.

در اوایل قرن بیستم در آلمان دو نفر به نام‌های ادوارد مرتنز (Edward Mertens) و ارنست رولنز (Ernest Rolens) به طراحی دستگاه چاپ روتوگراور اقدام کردند و در سال ۱۹۰۷ راهکارهای عملی جهت تولید دستگاه چاپ

را ارائه دادند. شکل ۱-۴۴ نمونه‌ای از دستگاه چاپ ادوارد مرتنز را نشان می‌دهد که قادر بود در یک مرحله، چاپ دورو را روی کاغذ رول انجام دهد.



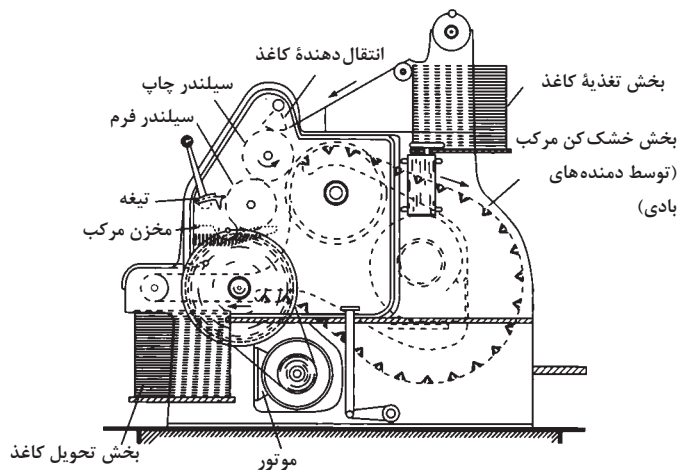
شکل ۱-۴۴

در سال ۱۹۱۰ میلادی، جواز انحصاری ادوارد مرتنز را شرکت چاپ روزنامه هامبورگر فرمیدن پلات (Hambrger Fremdenblatt) خریداری کرده و حدود یک سال بعد اولین چاپ تبلیغاتی توسط شرکت (فرانکفورتر سایتونگ Frankfurter Zeinng) به بازار آمد.

اولین دستگاه چاپ روتوگراوور که چاپ روی کاغذهای ورقی را میسر ساخت در حدود سال ۱۹۱۲ میلادی، توسط آقای (کارل بلچر Carl Belcher)، تولید شد. شکل‌های ۱-۴۵ و ۱-۴۶ نمونه دستگاه چاپ روتوگراوور کارل بلچر را نشان می‌دهد.

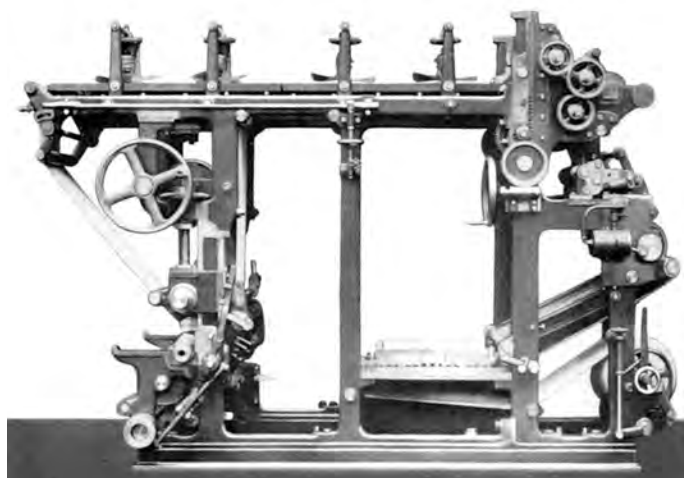


شکل ۱-۴۶



شکل ۱-۴۵

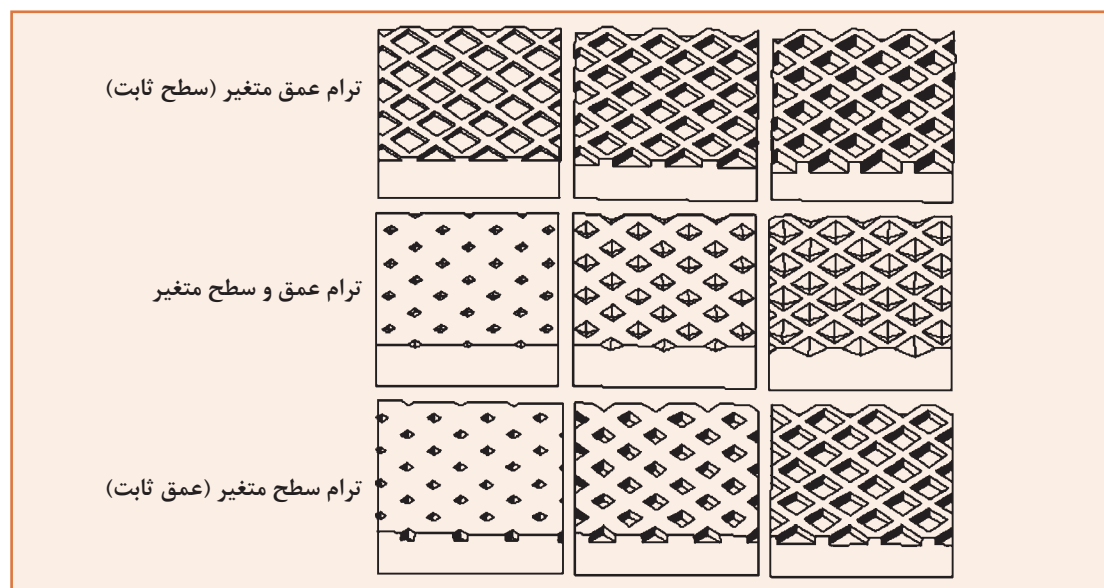
شکل ۱-۴۷ اولین دستگاه چاپ روتوگراور را، که در سال ۱۹۱۳ میلادی، در آلمان ساخته شد نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴۷

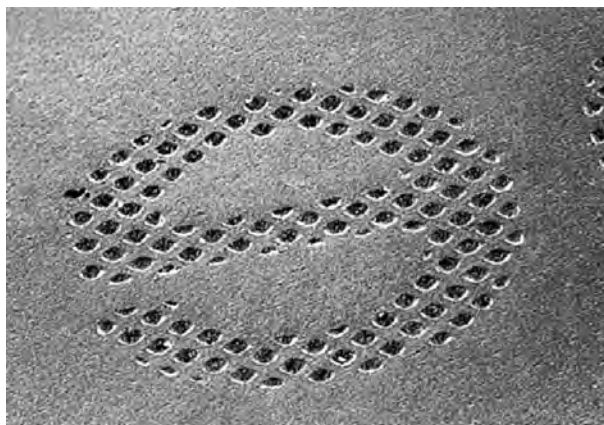
– **فرم‌های چاپ گود:** به جز دستگاه‌های چاپ ورقی روتوگراور که به‌ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند تمام دستگاه‌های چاپ روتوگراور رول نیاز به فرم‌های سیلندری دارند. تصویر مستقیماً به‌روی این فرم‌ها حکاکی می‌شود.

حکاکی سطح سیلندر (فرم) می‌بایست به‌گونه‌ای انجام شود که انواع درجه‌ها و شدت رنگ‌ها (روشنایی و تاریکی) قابل چاپ باشد. شکل ۱-۴۸ سه روش گود کردن سطح فرم را نشان می‌دهد که توسط هریک امکان چاپ هر رنگ، با شدت‌های مختلف وجود دارد. این روش‌ها استفاده از سه نوع ترام را برای چاپ روتوگراور امکان‌پذیر می‌سازد.



شکل ۱-۴۸





شکل ۱-۴۹

صورت می گیرد. شکل ۱-۴۹ فرم چاپ گود را که بزرگنمایی شده است نشان می دهد.

الف) ترام‌هایی که اندازه سطح آنها یکی ولی عمق آنها متغیر است.

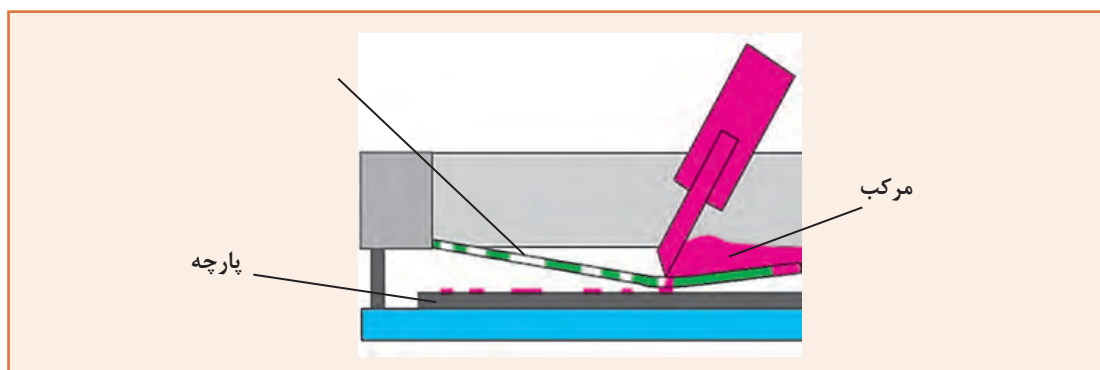
ب) ترام‌هایی که عمق و سطح آنها متغیر است.

پ) ترام‌هایی که سطح آنها متغیر ولی عمق آنها یکسان است.

در کشورهای پیشرفته حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد کل چاپ به روش چاپ گود (روتوگراور) تولید می شود. این مقدار علی‌رغم کمی کاهش طی دو دهه گذشته، تقریباً ثابت مانده و هم‌چنان اکثر فرم‌های چاپی مورد استفاده برای چاپ این تولیدات، با استفاده از یکی از این ترام‌ها

**۱-۴-۶- چاپ اسکرین (Screen):** چاپ اسکرین یکی از متنوع‌ترین روش‌های چاپی است. از این روش برای چاپ روی قطعات و اشیای کوچک و با شمارگان کم گرفته تا چاپ به روی سطح بسیار بزرگ صنعتی (مثلاً ۶×۳ متر) و با شمارگان بالا استفاده می شود. روی انواع پارچه، کاغذ، سرامیک، لیوان اسباب‌بازی و ... را می توان با این روش چاپ کرد. فرم چاپ اسکرین توری است و مرکب از داخل سوراخ‌های باز آن به روی سطح چاپی انتقال داده می شود. در نقاطی که نمی‌بایست چیزی چاپ شود منفذهای توری بسته است و مرکب از آنها عبور نمی کند.

چاپ اسکرین یکی از عمده روش‌هایی است که از آن در صنعت نساجی، برای چاپ طرح‌های مختلف روی پارچه استفاده می شود. شکل ۱-۵۰ چاپ روی پارچه را به روش چاپ اسکرین نشان می دهد.



شکل ۱-۵۰

## ۱-۵- دستگاه‌های چاپ غیر تماسی

در این دستگاه‌ها، از روش‌های متفاوت برای انتقال مرکب روی کاغذ (به صورت ورق و یا رول) استفاده می‌کنند. در اینجا چهار روش عمده را به اختصار شرح می‌دهیم:

الف) الکتروفوتوگرافی

ب) آینوگرافی

پ) چاپ مغناطیسی

ت) جوهرافشان

**۱-۵-۱- الکتروفوتوگرافی (Electrophotography):** شکل ۱-۵۱ نمونه‌هایی از دستگاه چاپ به روش الکتروفوتوگرافی را نشان می‌دهد. در این روش بار الکتریکی مثبت، برای جذب پودر مرکب و انتقال آن به روی کاغذ، توسط نور ایجاد می‌شود و پس از آنکه پودر انتقال داده شد، روی کاغذ، بر اثر فشار و حرارت ثابت می‌شود.



الف) دستگاه چاپ دیجیتالی رومیزی



ب) سیستم چاپ دیجیتالی

شکل ۱-۵۱

**۲-۵-۱- آینوگرافی (Ienography):** در این روش مانند روش مگنتوگرافی از رنگدانه‌ها یا تونر (Toner) (پودر خشک) استفاده می‌شود. تونر، چون نسبت به نیروی الکتریسیته حساس است جذب می‌شود و روی کاغذ انتقال داده می‌شود. عامل ثابت کردن تونر روی کاغذ حرارت و فشار است. شکل ۱-۵۲ یک دستگاه چاپ آینوگرافی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۵۲

**۳-۵-۱- چاپ مغناطیسی (Magnetography):** مرکب مورد استفاده در این روش چاپی به صورت تونر یا پودر خشک می‌باشد. به همین دلیل به این نوع از دستگاه‌ها چاپگرهای تونری نیز گفته می‌شود. تونرها، رنگدانه‌هایی هستند که به نیروی مغناطیسی حساس‌اند. تحت اثر همین خاصیت است که انتقال تونر روی کاغذ صورت می‌گیرد. عامل ثابت کردن تونر روی کاغذ فشار و حرارت است. شکل ۱-۵۳ یک نمونه دستگاه چاپ تونری را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۵۳ دستگاه چاپ دیجیتالی

**۴-۵-۱- جوهرافشان:** روش جوهرافشان یکی از متداول‌ترین فناوری‌های مورد استفاده در چاپگرهای رومیزی و خانگی است. شکل ۱-۵۴ یک نمونه از این نوع دستگاه‌ها را نشان می‌دهد. ویژگی این روش چاپی، پاشیدن قطرات ریز مرکب به روی سطح کاغذ به روش‌های مختلف است. مرکب‌های مخصوص معمولاً توسط تولیدکنندگان این نوع از دستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا با برخورد با کاغذ جذب و به سرعت خشک شود.



شکل ۱-۵۴- دستگاه چاپ دیجیتالی رومیزی

## ۱-۶- گزارش‌نویسی

همگی ما با گزارش‌های خبری که از رادیو و تلویزیون پخش و یا در روزنامه و مجله چاپ می‌شود آشنا هستیم. معمولاً این گزارش‌ها نسبت به یک واقعه اجتماعی، اقتصادی و یا خبری مهم تهیه می‌شوند. آنچه که در گزارش توسط گزارش‌دهنده ارائه می‌شود تفسیر، شرح و اطلاع‌رسانی نسبت به موضوع گزارش است. در واقع گزارش‌دهنده سعی دارد گزارش خود را به صورت شفاف و واضح نسبت به عواملی که مورد نظر مخاطب می‌باشد عرضه کند.

– **تعریف گزارش:** گزارش در لغت به معنی تفسیر قضیه، شرح و تفصیل خبر یا کاری است که انجام یافته است (فرهنگ عمید)؛ البته گزارش دارای تعاریف دیگری نیز می‌باشد ولی آنچه که در اینجا به آن توجه می‌شود «معنی گزارش با تعریف ارائه توضیحات و مشخصات از آنچه که طی تجربه، تحقیق و یا مشاهده آموخته شده است» می‌باشد. هدف از این بخش ارائه راهکاری است برای تهیه گزارش اطلاعات فنی از مشاهدات و بازدید از یک چاپخانه، ولی قبل از ارائه راهکار ضرورت دارد به توضیح مختصر مفهوم برخی از واژه‌های مورد نیاز بپردازیم.

واژه اطلاعات، مجموعه دانشی است که توسط تجربه، تحقیق و یا مشاهده به دست می‌آید، واژه فنی، ویژگی‌های یک فن، هنر، علم، حرفه و یا شغل را بیان می‌کند.

بنابراین تهیه گزارش روشی است برای ارائه اطلاعات نسبت به تجربه، تحقیق و مشاهدات خود نسبت به یک موضوع خاص. در ارائه گزارش ضرورت دارد به موارد زیر توجه داشته باشیم:

الف) ارائه اطلاعات

ب) تجربه، تحقیق و مشاهدات

پ) موضوع

۱-۶-۱ **ارائه اطلاعات:** تنظیم و ارائه اطلاعات به صورت یک گزارش، نیاز به تمرین دارد و عوامل مختلفی بسته به نوع گزارش می‌بایست مورد نظر قرار بگیرد از قبیل:

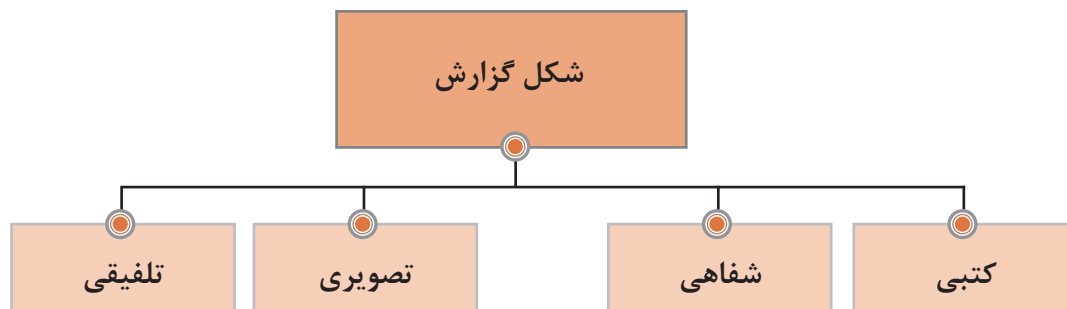
– گزارش برای چه شخصی تهیه می‌شود؟

– چه عواملی مورد نظر خواننده گزارش می‌باشد؟

– چه استفاده‌ای از گزارش انتظار می‌رود؟

– و ....

بسیار مهم است که قبل از شروع تهیه گزارش، نسبت به شکل گزارش نیز توجه شود. گزارش می‌تواند به شکل‌های مختلف تهیه شود، شکل ۱-۵۵ انواع روش‌های ارائه گزارش را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۵۵



در این بخش توجه نسبت به تهیه گزارش به شکل کتبی می‌باشد.

**۲-۶-۱- تجربه، تحقیق و مشاهدات:** تهیه گزارش ابزار مهمی خواهد بود تا آموخته‌ها و تجربیات خودمان را بتوانیم مکتوب کنیم و در دسترس دیگران قرار بدهیم و بدین وسیله از نظریات دیگران نسبت به آموخته‌های خود استفاده کنیم، این تبادل اطلاعات زمانی صورت می‌گیرد که نسبت به مشاهدات، مطالعه و تحلیل انجام داده در گزارش نسبت به این مطالعات و تحلیل‌ها اطلاع‌رسانی انجام دهیم.

**۳-۶-۱- موضوع گزارش:** می‌توان نسبت به موضوعات مختلف از قبیل: بازی فوتبال، واقعه جدی، تحقیق علمی و غیره گزارش تهیه کرد. این گزارش‌ها می‌تواند جنبه اداری، مالی، بازرگانی، پژوهشی و یا مشاوره‌ای داشته باشد، ولی در اینجا موضوع تهیه گزارش «روش‌های مختلف تولید و تجهیزات در چاپخانه» است.

**۴-۶-۱- عوامل مؤثر در تنظیم گزارش:** مسلماً یک روش مشخص و انحصاری جهت تنظیم و ارائه گزارش وجود ندارد، ولی تعدادی از عوامل که به منظور بهینه‌سازی گزارش قابل بررسی بوده و می‌تواند به عنوان نکات مهم بهینه‌سازی در گزارش نویسی مورد توجه قرار گیرد به شرح زیر می‌باشد:

۱- گزارش به موقع و در تاریخ تعیین شده آماده شود؛

۲- عنوان گزارش به صورت واضح و در بالای صفحه اول ذکر شده باشد؛

۳- هدف و دلیل از تهیه گزارش ذکر شده باشد؛

۴- گزارش دارای فهرست و عناوین و شماره صفحه باشد؛

۵- اطلاعات ارائه شده طبقه‌بندی و مشخص باشد؛

۶- حجم و اطلاعات گزارش کافی و مناسب باشد؛

۷- تا حد امکان در گزارش از تصاویر، دیاگرام، آمار و سایر مدارک مستند استفاده شود؛

۸- نام تهیه‌کننده گزارش کاملاً مشخص باشد (نام شخص و یا نام مرکز یا اداره تهیه‌کننده)

۹- گزارش دارای نتیجه و تحلیل از اطلاعات ارائه شده باشد؛

۱۰- گزارش سالم، کامل و مرتب ارائه شود؛

۱۱- سؤالاتی که در ذهن خواننده ایجاد می‌شود توسط گزارش پاسخ داده شود؛

۱۲- گزارش، احساس تسلط، صداقت، تفکر و برهان نویسنده را القا کند؛

۱۳- تمیزی، ترتیب و خوانابودن گزارش بسیار مهم است؛

۱۴- گزارش از صحافی مناسب برخوردار باشد.

البته عوامل دیگری نیز وجود دارد که باعث به وجود آمدن امتیاز برای گزارش می‌باشد، مانند نداشتن اشتباهات املائی و دستوری.

**۵-۶-۱- ارکان گزارش:** معمولاً گزارش شامل بخش‌های مختلفی است و در هر بخش اطلاعات مورد نظر و متعارف ارائه می‌شود.

این بخش‌ها عبارت‌اند از:

- عناوین - متن گزارش - امضا - گیرندگان گزارش - ضامم

- **عناوین:** هدف از عناوین، معرفی گزارش از طریق درج شناسنامه گزارش می‌باشد تا خواننده در نگاه اول با مشخصات کلی گزارش آشنا شود: گیرنده گزارش، گزارش دهنده، موضوع گزارش، هدف گزارش، زمان و مکان.

– **متن گزارش:** متن گزارش، شرح اطلاعاتی است که گزارشگر درباره موضوع به ما می‌دهد. در حقیقت تمامی بررسی‌ها، تحلیل‌ها، تجربیات و نتیجه به دست آمده در این قسمت ارائه می‌شود. متن گزارش از بخش‌های مختلف تشکیل می‌شود.

● **مقدمه:**

توجیه و توضیح گزارش‌دهنده نسبت به نحوه، مشخصات، روش و انگیزه تهیه گزارش.

● **اصل موضوع:**

شرح و چگونگی واقعه و بیان مطالب اصلی.

● **تجزیه و تحلیل یا نتیجه:**

نتیجه‌گیری کلی از جمع‌بندی و در صورت نیاز ارائه پیشنهادهایی که در اثر اندیشه به دست آمده است.

● **اختتام:**

جمع‌بندی پایانی نسبت به پیشنهادها و ارزیابی‌های انجام شده.

● **امضا:**

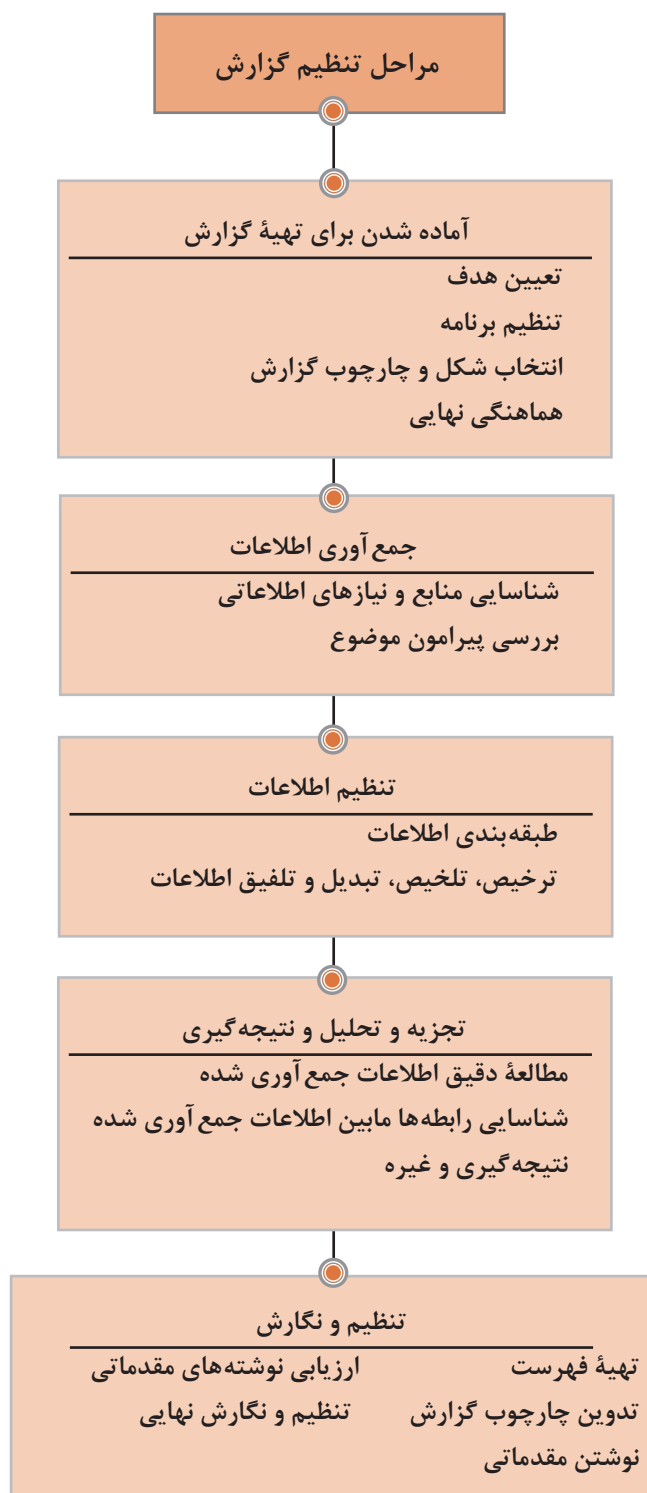
امضای گزارش بسیار مهم است و اهمیت و ارزش گزارش به آن بستگی دارد.

گیرندگان گزارش:

● **ضمائم:**

برای تأیید، تکمیل و یا ایجاد سهولت در مطالعه گزارش ممکن است تصویر، سند، یا حتی شیء ضمیمه گزارش شود. ارائه لیست آنها در این بخش الزامی است.

**۶-۶-۱- مراحل تنظیم گزارش:** در این قسمت نمی‌خواهیم مراحل تنظیم گزارش را به صورت جزء به جزء بیان کنیم بلکه نگاهی کلی جهت ایجاد آمادگی برای تهیه گزارش داریم، هر قدر گزارش‌دهنده در این قسمت وظایف خود را دقیق‌تر و علمی‌تر انجام دهد، حاصل کارش بهتر و گزارش او معتبرتر و مفیدتر خواهد بود. شکل ۱-۵۶ مراحل مختلف تنظیم و تهیه گزارش را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۵۶

## ۱-۷- نحوه تنظیم گزارش بازدید از چاپخانه

در بازدید از چاپخانه ما با فضای کار جدیدی آشنا می‌شویم؛ فضای کاری که طی سال‌ها و به دلایل مختلف به شکل کنونی درآمده است. بعضی از این دلایل واضح است ولی شناخت پاره‌ای نیز نیاز به بررسی، تفکر و آشنایی با محیط کاری و دلایل اقتصادی و غیره دارد. بنابراین قبل از ورود به محل چاپخانه موضوع گزارش خود را می‌بایست مشخص کرده باشیم تا بتوانیم طی بازدید نسبت به جمع‌آوری اطلاعات مربوط به موضوع گزارش فعال باشیم. یکی دیگر از عوامل مؤثر در تهیه گزارش آمادگی جمع‌آوری اطلاعات می‌باشد. بنابراین طرح تعدادی سؤال درباره موضوع گزارش، امکان جمع‌آوری اطلاعات را فراهم و تسریع می‌سازد. در بعضی از موارد تهیه لیستی از عنوان‌هایی که طی بازدید می‌بایست به آن توجه داشته باشیم باعث می‌شود مسائل مربوط به گزارش فراموش شود. با در نظر گرفتن عنوان گزارش، طرح سؤالات مربوط و تهیه لیست عناوین مورد توجه در چاپخانه، بازدید از چاپخانه نه تنها موفق بلکه جذاب نیز می‌شود، ولی برای تهیه یک گزارش مناسب به یک مورد دیگر می‌بایست توجه شود، تهیه گزارش روشی است جهت اطلاع‌رسانی نسبت به مشاهدات، تحقیقات، تجربیات و تحلیل داده‌ها؛ بنابراین مکتوب کردن مشاهدات، و اطلاعات طی بازدید، جهت درج و تحلیل آنها در گزارش الزامی است. در ضمن یادداشت‌برداری طی بازدید نشان می‌دهد که گزارش‌دهنده در تهیه گزارش خود حرفه‌ای و آماده می‌باشد.

بازدید از یک چاپخانه امکان تهیه گزارش با موضوعات مختلفی را فراهم می‌سازد. موضوعاتی از قبیل:

- تولید و گردش کاری چاپخانه

- کنترل کیفیت و کنترل مدیریتی

- مواد مصرفی و انبارداری

- مسائل زیست‌محیطی چاپخانه

- سرویس‌دهی و مشتری‌مداری

- بهره‌وری از تجهیزات

- رابطه تولید و تجهیزات

در اینجا فقط بخشی از موضوعات از لیست بی‌شمار مباحث قابل بررسی ذکر شده است، برای اینکه با روش تهیه گزارش و ارائه آن بیشتر آشنا شویم نمونه‌ای از یک گزارش با موضوع: «تجهیزات و مراحل تولید چاپخانه نسبت به نوع کار» ارائه می‌شود.

### ۱-۷-۱- نمونه مطالب روی جلد گزارش (شکل ۱-۵۷)

تجهیزات و مراحل تولید چاپخانه نسبت به نوع کار

گزارش بازدید

حمید جلیل‌بخش

۱۸ شهریور ۱۳۸۵

شکل ۱-۵۷- نمونه مطالب روی جلد گزارش بازدید از چاپخانه<sup>۱</sup>

۱- این دو صفحه در کاغذ A۴ (۲۹۷×۲۱۰ mm) نوشته می‌شوند.

## ۲-۷-۱- نمونه مطالب مربوط به فهرست عناوین (شکل ۵۸-۱)

فهرست عناوین	شماره صفحه
عنوان	
۱- هدف گزارش .....	
۲- مشخصات چاپخانه .....	
۳- مقدمه گزارش .....	
۴- آشنایی با چاپخانه .....	
۵- نتیجه گیری .....	

شکل ۵۸-۱- نمونه فهرست مطالب گزارش بازدید از چاپخانه<sup>۲</sup>

## ۳-۷-۱- نمونه مطالب مقدمه و هدف گزارش (شکل ۵۹-۱)

مقدمه

این گزارش بازدید ..... نسبت به تولیدات ..... و امکانات موجود در چاپخانه تنظیم شده است. طی بازدید، تمرکز خاصی نسبت به رابطه تولید و گردش مواد مصرفی در سطح چاپخانه و همچنین نوع بازار کاری اعمال شد. هدف این گزارش اطلاع رسانی نسبت به رابطه تولید، نوع کار و خدمات چاپخانه است که با ارائه نمودار، نقش، چاپخانه و تقسیم بندی خدمات پیش از چاپ، چاپ و پس از چاپ ارائه شده است.

شکل ۵۹-۱- نمونه مطالب مقدمه و هدف گزارش در کاغذ A۴ (۲۹۷×۲۱۰mm) نوشته می شود.

۴-۷-۱- نمونه متن گزارش بازدید از یک چاپخانه: (کلیه مشخصات ارائه شده فرضی است و واقعی نمی باشد)

### - مشخصات چاپخانه

نام چاپخانه: انتشارات پیمان

نشانی: تهران - جاده مخصوص کرج

تلفن:

مدیرعامل: آقای کریم پیمان

مدیر تولید: آقای مسعود منعم

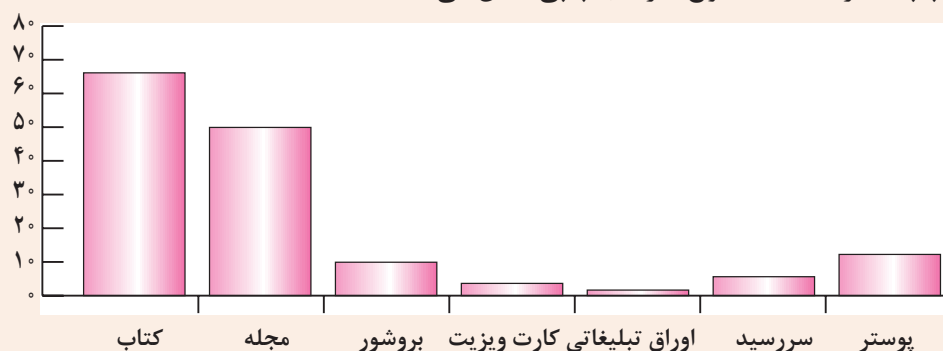
تعداد پرسنل: ۹۵ نفر

تعداد شیفت کاری: دو شیفت (متوسط سالانه)

چاپخانه انتشارات پیمان، با حدود ۱۸ سال سابقه ..... در زمینه چاپ کتاب، پوسترهای تبلیغاتی، مجله های تخصصی فعالیت می کند. این چاپخانه دو سال پیش به علت توسعه

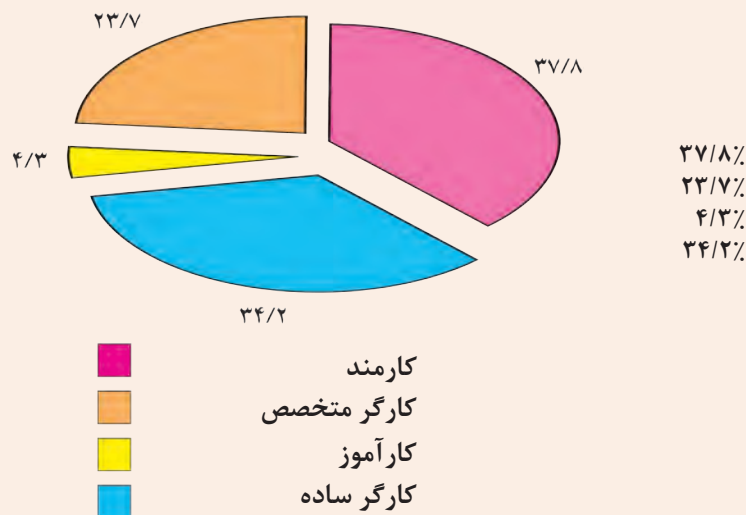


سرمایه‌گذاری و خرید تجهیزات جدید برای جوابگویی درخواست‌های مشتریان به محل کنونی خود انتقال یافت. عملیات تولیدی این چاپخانه در یک سوله ۱۵۰۰ متر مربعی انجام می‌گیرد. عمده فعالیت چاپخانه تولید کتاب و مجله است. شکل ۱-۶۰ حجم کاری این چاپخانه را نسبت به انواع کارهای چاپی نشان می‌دهد.



شکل ۱-۶۰- حجم کاری چاپخانه

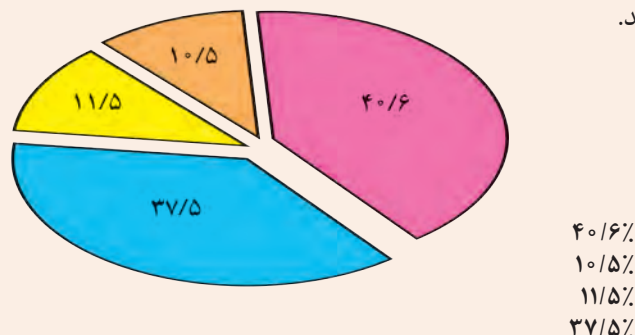
به‌طور متوسط طی سال این مرکز دو شیفت کاری و با ۹۵ پرسنل جواب‌گوی مشتریان می‌باشد. البته تمامی پرسنل مستقیماً با تولید و در ارتباط با تجهیزات چاپ نیستند. شکل ۱-۶۱ درصد دسته‌بندی شغلی کارکنان را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۶۱- دسته‌بندی کارکنان چاپخانه

این شرکت به علت تمرکز خاص جهت جذب کارهای صادراتی درصد کادر غیرفنی بالاتری نسبت به پرسنل متخصص دارد. برای پشتیبانی متخصصین تولید هر ساله تعدادی کارآموز جدید قبول و افراد مورد نیاز خود را از بین این کارآموزان انتخاب می‌کند. یکی از عوامل موفقیت این شرکت در جذب مشتریان و کارهای جدید صادراتی روش قیمت‌گذاری کار نهایی است. این روش باعث شده است قیمت‌های این شرکت در بازارهای بین‌المللی رقابتی و در عین حال در صورت هرگونه تغییر قیمت ارز به‌صورت اتوماتیک در قیمت‌گذاری لحاظ

شود. شکل ۱-۶۲ ساختار قیمت‌گذاری و تأثیر هر بخش را با درصد مشخص شده نشان می‌دهد.



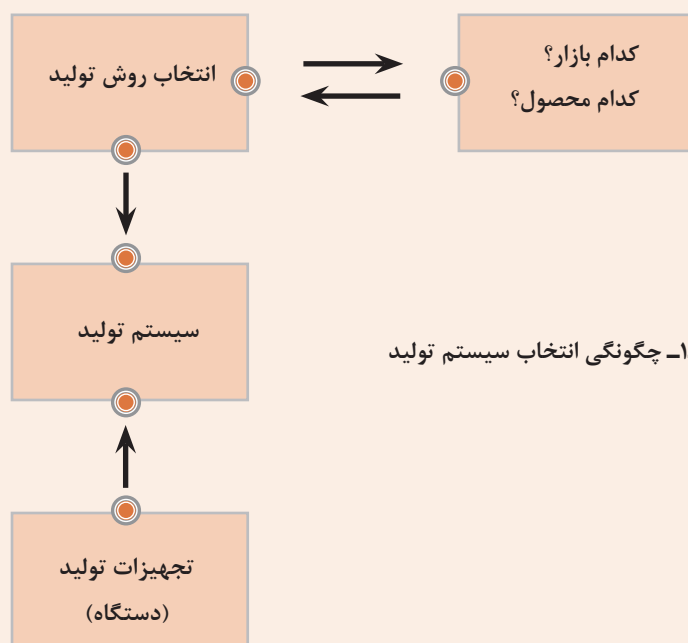
- تجهیزات
- حقوق
- هزینه‌های جانبی
- هزینه وام

شکل ۱-۶۲- ساختار قیمت‌گذاری

در محاسبه قیمت کار، هزینه سرمایه‌گذاری (هزینه وام) و قیمت تجهیزات برای جایگزین کردن به موقع دستگاه‌ها به یورو\* محاسبه می‌شود. بنابراین هرگونه نوسان ارزی لطمه‌ای به بودجه و سرمایه در گردش شرکت نمی‌زند. هزینه‌های جانبی شامل برق، آب، گاز، تلفن و غیره است که در مقایسه با یک مرکز تولیدی در خارج از کشور که می‌بایست پول بیشتری برای این خدمات و امکانات بدهد کمتر است. بنابراین در قیمت‌گذاری کار نهایی تأثیر مستقیم و مثبت می‌گذارد.

\* واحد پول اروپای متحد (اتحادیه کشورهای اروپایی)

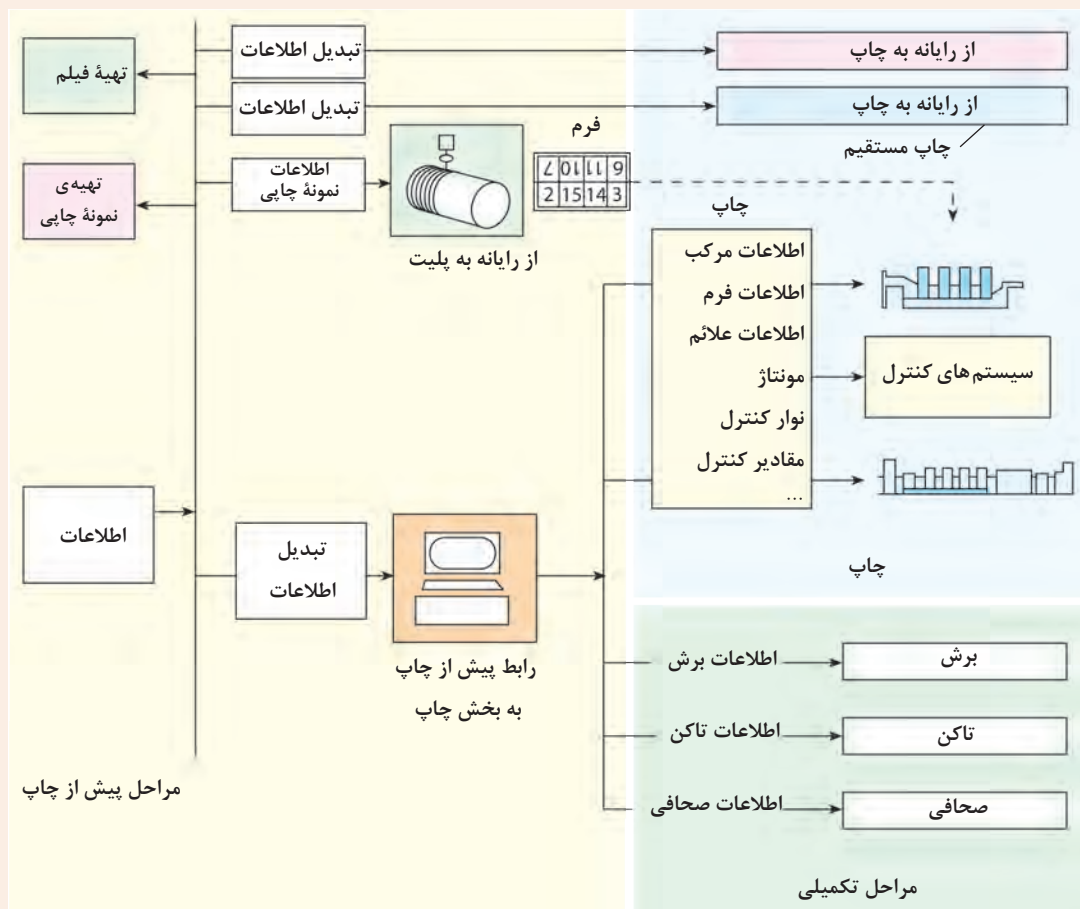
مدیریت این چاپخانه به انتخاب سیستم تولید مناسب و کارایی آن اهمیت خاص می‌دهد، از این رو طراحی برنامه‌های آینده چاپخانه را به روی محور سیستم و روش تولید پیاده کرده است. شکل ۱-۶۳ چگونگی تصمیم‌گیری چاپخانه و انتخاب سیستم تولید را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۶۳- چگونگی انتخاب سیستم تولید

عامل مهم در انتخاب تجهیزات و روش تولید نسبت به نوع بازار و محصول صورت می‌گیرد. بعد از اینکه محصول و بازار کاری مشخص شد طراحی سیستم تولید و در نهایت انتخاب تجهیزات انجام شده و امکانات جانبی مورد نیاز فراهم می‌شود.

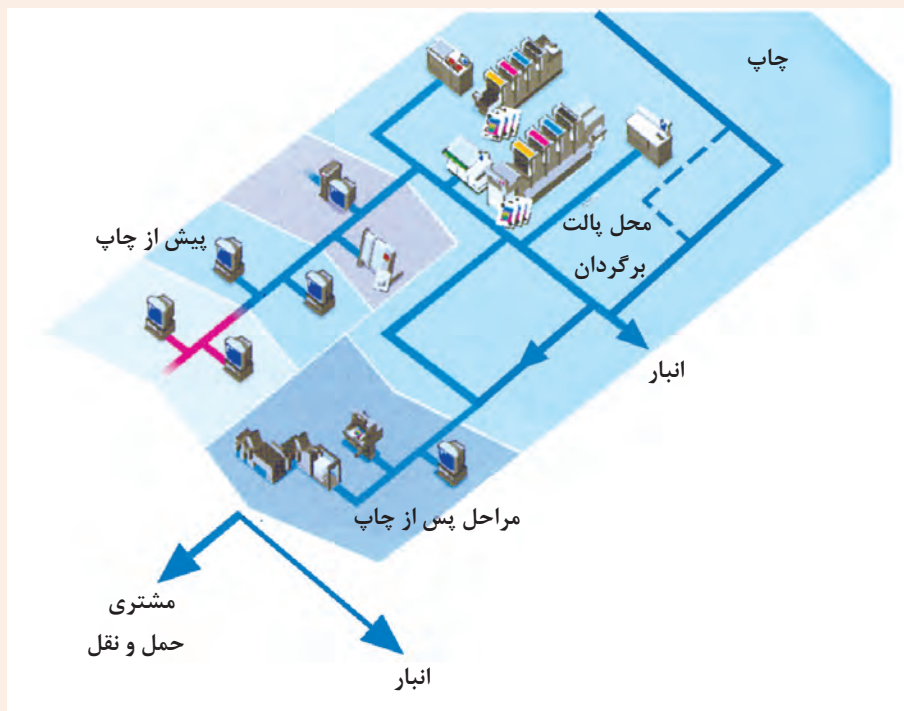
**– تولیدات و تجهیزات چاپخانه:** عمده تولیدات این چاپخانه شامل کتاب، مجله و پوستره‌های رنگی است. به همین دلیل خدمات چاپی این چاپخانه توسط دو دستگاه چاپ چهاررنگ، یکی دو ورقی و دیگری چهارونیم ورقی، انجام می‌گیرد. چاپ اکثر کتاب‌ها توسط دستگاه چهارونیم ورقی و مجلات توسط دستگاه دو ورقی چاپ انجام می‌شود. علاوه بر این، این مجموعه تجهیزات دیگری مانند دستگاه برش، تاکن و صحافی کتاب را نیز در اختیار دارد. خدمات و امکانات دیگر این مجموعه شامل بخش قبل از چاپ (لیتوگرافی) است که با دریافت فایل طراحی شده از مشتری تولید پلیت مورد نیاز برای چاپ را فراهم می‌سازد. شکل ۱-۶۴ بخش‌های مختلف قبل از چاپ، چاپ و پس از چاپ این مجموعه را نشان می‌دهد.



شکل ۶۴-۱- بخش‌های مختلف چاپخانه

– **چیدمان (استقرار) تجهیزات:** شکل ۶۵-۱ چگونگی استقرار تجهیزات را در محل چاپخانه نشان می‌دهد. یکی از مراحل مهم در گردش کاری این چاپخانه بخش پالت برگردان است.

این بخش اگرچه تولیدی نیست ولی با برگرداندن پالت‌های کاغذ چاپ‌شده امکان چاپ روی پشت کاغذ را برای دستگاه چاپ فراهم می‌سازد. اکثر کارهای چاپی کتاب و مجله نیاز به چاپ پشت و روی کاغذ را دارد.



شکل ۶۵-۱- چیدمان تجهیزات چاپخانه

### نتیجه گیری

محلی که چاپخانه انتشارات پیمان در آن واقع شده، با توجه به نوع کاری که انجام می‌دهد، بسیار محل مناسبی است. دسترسی سریع به بزرگراه، فرودگاه و قطار برای حمل و نقل، تولیدات و ... از ویژگی‌هایی است که مشتریان این مرکز می‌توانند از آن بهره ببرند، اگرچه در عین حال، این ویژگی باعث شده است این چاپخانه در دسترس مشتریان کارهای چاپی سریع نباشد؛ کارهایی مانند چاپ خبرنامه‌های روزانه، بروشورهای کم‌تیراژ و غیره. البته چاپخانه نیز جهت ارائه خدمات در این بخش سرمایه‌گذاری نکرده است. نکته قابل توجه در این مرکز نحوه انتخاب تجهیزات چاپ و نوع کار می‌باشد. همان‌طور که دیدیم بیشتر کارهای چاپی این مرکز کتاب، مجله و پوسترهای رنگی است، بدون در نظر گرفتن پوسترهای رنگی، چاپ اقتصادی و سریع کتاب و مجله‌های رنگی بیشتر با دستگاه چاپ هشت‌رنگ، با امکان دورو چاپ، یعنی چهاررنگ رو و چهاررنگ پشت انجام می‌گیرد. در این دستگاه کار تمام شده و آماده برای عملیات تکمیلی، با سرعت بالای تولید، امکان‌پذیر می‌گردد و دیگر نیازی به بخش پالت‌گردان، محیط گردش کاری وسیع و چاپ مجدد نیست. این در صورتی است که این چاپخانه نه تنها



دستگاه هشت رنگ ندارد بلکه همین دو دستگاه چهاررنگ هم دارای ابعاد کاری متفاوت می باشد. مسلماً کارهایی مانند چاپ پوستر، میزان صفحات غیرچهاررنگ کتاب و مجله و همچنین چاپ سررسید و لت های تبلیغاتی نیز نقش مهمی در انتخاب دستگاه های موجود داشته است. برای مثال برای چاپ سررسید دورنگ، فقط دو برج دستگاه چاپ غیرفعال می شود در صورتی که چاپ همین سررسید با دستگاه چاپ هشت رنگ شش برج چاپی را بلااستفاده و در نتیجه این نوع تولید را غیراقتصادی می سازد. این مرکز اگرچه به صورت مستقل امکانات پیش از چاپ و پس از چاپ را در اختیار دارد، ولی ظرفیت تولید پلیت در بخش پیش از چاپ بیشتر از ظرفیت مورد استفاده فعلی می باشد، به همین دلیل در صورت توسعه سرمایه گذاری فشاری به بخش پیش از چاپ وارد نخواهد شد و بهره وری از این بخش را بالا خواهد برد.

چاپخانه انتشارات پیمان برای چاپ دو نوع کار هزینه بالایی را متحمل می شود، یکی چاپ کارهای رنگی با ورنی (روکش براق) و دیگری چاپ کارهای تک رنگ. برای افزایش بهره وری از تجهیزات موجود تهیه یک دستگاه تک رنگ پیشنهاد می شود، این دستگاه تک رنگ نه تنها امکان دریافت کارهای بیشتری را فراهم می سازد، بلکه مکمل خدمات فعلی چاپخانه نیز خواهد بود



۱ اولین کاربردهای چاپ در ایران در زمان هخامنشیان به چه صورت بوده است؟

۲ شناخت جهانی از اختراع فناوری چاپ به نام چه کسی و در چه قرنی بوده است؟

۳ دسته‌بندی کلی روش‌های چاپی را بنویسید.

۴ کدام یک گزینه روش چاپ غیر تماسی را بیان می‌کند؟  
الف) برجسته      ب) مسطح      پ) چاپگر رومیزی      ت) انتقال مرکب ناشی از منفذهای روی فرم

۵ دو ستون متقابل را با خط‌های رنگی متفاوت به‌طور درست به هم وصل کنید.

مسطح
برجسته
گود

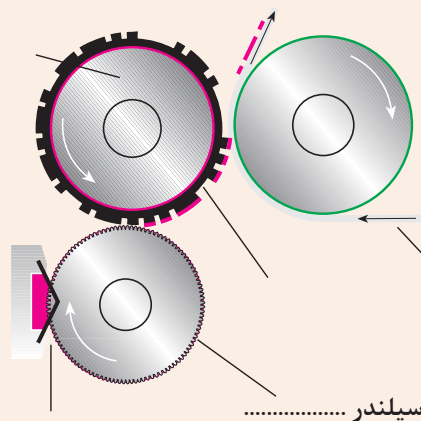
Letter Press

Offset

Rotogravour

۶ سه مورد از عوامل اثرگذار بر انتقال مرکب از روی فرم چاپ برجسته را بنویسید.

۷ نام و نقش سیلندر نشان داده شده در شکل را بیان کنید.



۸ تفاوت اصلی «چاپ مسطح (صاف)» با چاپ «لترست» را تشریح نمایید.

۹ پیدایش فرم‌های لیتوگرافی به قرنی برمی‌گردد؟

۱۰ سه بخش عمده دستگاه‌های چاپ عبارتند از :

..... ۱

..... ۲

..... ۳

۱۱ کدام روش چاپی در صنعت نساجی بیشترین کاربرد را دارد؟

۱۲ روش چاپ دیجیتال «مغنایسی» را تشریح کنید.

۱۳ تفاوت‌های روش چاپ مغنایسی با جوهرافشان را بررسی و نتیجه‌گیری کنید.

۱۴ هدف از نوشتن گزارش بازدید از فعالیت یک چاپخانه چیست؟



## فصل ۲

# شناخت مواد و کاربرد آنها



**شایستگی‌های فصل** ■ آشنایی و شناخت مواد به دلیل ایجاد ارتباط میان فناوری چاپ، فرایند تولید عوامل اقتصادی و ملاحظات زیست‌محیطی بسیار اهمیت دارد. در ضمن باید توجه داشت که بخش مهمی از پیشرفت و توسعه صنعت چاپ بر پایه مواد انجام گرفته است. در این فصل ویژگی‌های ساختاری مانند کاغذ، مرکب، پلیت مواد شیمیایی و ... به صورت مختصر ارائه می‌شود.





## ۱-۲- سطوح چاپ شونده کاغذی

طیف وسیعی از مواد به صورت خالص (عنصر)، ترکیب و مخلوط در صنعت چاپ برای تولید مورد استفاده قرار می گیرند که به عنوان مواد مصرفی چاپ شناخته می شوند. تنوع مواد مصرفی به سبب پیشرفت ها و فناوری های متعددی است که در این صنعت به وجود آمده است. در ادامه ویژگی و کاربرد مواد مورد نیاز صنعت چاپ به اختصار شرح داده می شود.

– **کاغذ:** کاغذ تشکیل شده از: ماده خام، که پرورانده می شود و به خمیر کاغذ تبدیل می شود. خمیر مایع یا ماده اولیه کاغذ با مقدار کمی مواد شیمیایی مخلوط شده و بخشی از بدنه کاغذ را به وجود می آورد. پس از آن این خمیر را روی توری متحرکی از سیم در ماشین کاغذسازی پهن می کند. آب اضافه خمیر (شیرابه) به سرعت از آن گرفته می شود و اجزای جامد آن به صورت ورقه ای روی سطح سیم باقی می ماند. این ورقه نوار خام کاغذ است.

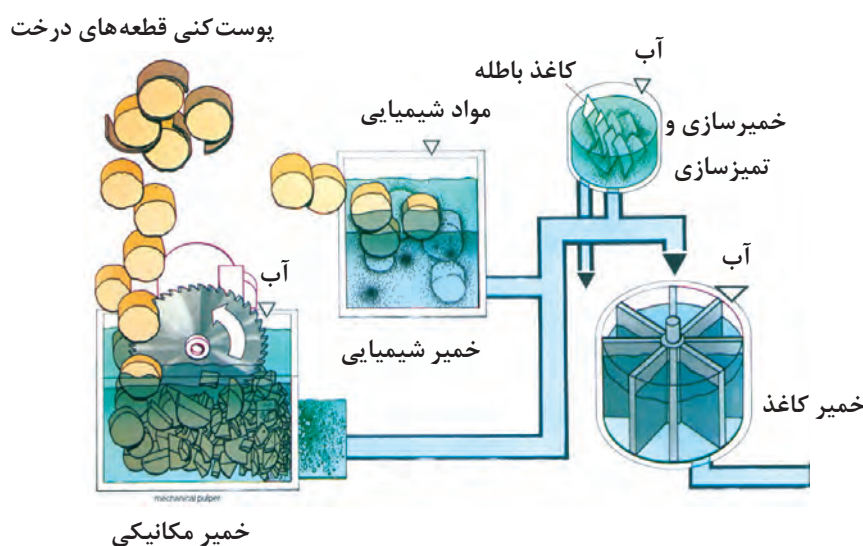
– **سیر تحول ماشین های کاغذسازی:** اولین آسیاب کاغذسازی انگلستان در سال ۱۴۹۰ میلادی شروع به کار کرد. اختراع دستگاه چاپ توسط یوهانس گوتنبرگ باعث شد تا نیاز کاغذ برای تولید کتاب، روزنامه و دیگر کارهای چاپ تجاری، افزایش یابد و فقط برای نوشتن مصرف نشود.

در قرن هجدهم، نیاز مصرف کاغذ از میزان تولید پیشی گرفت تا اینکه در سال ۱۷۹۸ فردی فرانسوی به نام نیکولاس لوپس روبرت دستگاه کاغذسازی را اختراع کرد. این دستگاه تحولی در کاغذسازی به وجود آورد. برای اینکه، این دستگاه برای اولین بار کاغذ را به صورت یک رول پیوسته تولید می کرد، که تا آن زمان امکان پذیر نبود.

چند سال بعد، هموطن روبرت، سیستم آب گیری برای دستگاه کاغذسازی ساخت. این دستگاه آب زیاد خمیر کاغذ را با فشردن مابین یک نوار نقاله نمدی و یک سیلندر، خارج می ساخت.

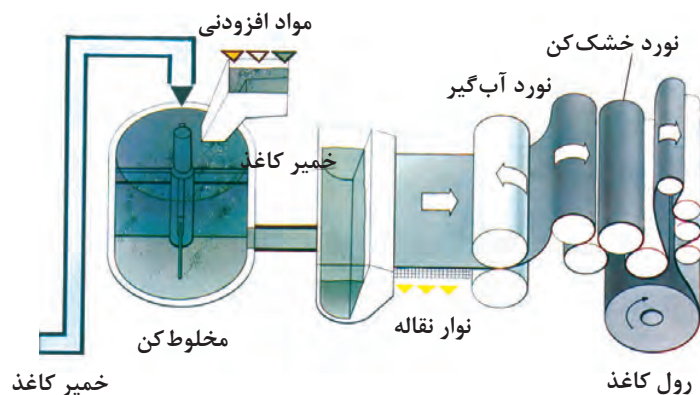
برادران فرودرینیر در انگلستان توانستند دستگاه روبرت را توسعه و در سال ۱۸۰۳ میلادی اولین نمونه آن را تولید و نصب کنند.

– کاغذ ماشین‌های سریع: اگرچه دستگاه‌های کاغذسازی دستخوش پیشرفت‌های متعددی شده‌اند. ولی همچنان اصول نوآوری‌های فرودرینیر تا به امروز حفظ شده است. البته دانش مهندسی و پژوهش نقش مهمی جهت درک بهتر از کاغذ ایفا کرده است و تجهیزاتی با راندمان، سرعت و کیفیت بالای تولید فراهم شده است. ما امروز دستگاه‌های کاغذسازی داریم که می‌توانند رول کاغذ را با سرعت بیش از ۱۶۰۰ متر در دقیقه با عرض ۱۰ متر و معادل ۱۰۰۰ تن در روز تولید کنند. مواد اولیه این دستگاه‌ها برای تولید کاغذ، عمدتاً چوب (الیاف گیاهی)، کاغذهای بازیافتی و آب فراوان می‌باشد، شکل (۲-۱) بخش آماده‌سازی خمیر کاغذ را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱. بخش آماده‌سازی خمیر کاغذ

بخش آماده‌سازی خمیر کاغذ دستگاه یعنی بخش آماده‌سازی مواد اولیه که به‌علت استفاده از آب فراوان، قسمت خیس دستگاه نیز نام دارد. خمیر آماده شده در این بخش به قسمت دیگر دستگاه (شکل ۲-۲) برای مخلوط کردن با مواد مورد نیاز، مانند رنگ و گل چینی انتقال داده می‌شود و سپس وارد بخش کاغذسازی دستگاه می‌شود.



شکل ۲-۲. بخش تولید کاغذ از خمیر آماده شده

## ۲-۱-۲- انواع کاغذ و مصارف آنها



اصول ساخت کاغذ همواره یکسان است در حالی که ویژگی‌های درنظر گرفته شده براساس نوع مصرف آنها در هر موردی ممکن است متفاوت باشد.

کاغذ، با توجه به نوع خمیر آن، با کیفیت‌های گوناگون ساخته می‌شود و قیمت آن نیز بر همین اساس تعیین می‌شود. انواع بسیار گران قیمت آن مانند کاغذهای دست‌ساز، ورق‌هایی که ابعاد آنها درست بر ابعاد استاندارد منطبق نیست. به‌طور جداگانه بسته‌بندی می‌شوند. در حالی که اغلب کارخانه‌های کاغذسازی، تولیدات ناقص را مجدداً خمیر می‌کنند.

در بازار فعلی ایران در مورد کاغذ محدودیت‌های بسیاری است و تنها تعداد خاصی از انواع کاغذهای موجود در بازار عرضه می‌شود که این کاغذها شامل انواع کاغذهای ایرانی و خارجی با گراماژ مختلف است. در زیر انواع کاغذها به اختصار توضیح داده می‌شود.

– **کاغذ روزنامه (News Print):** کاغذ روزنامه از خمیر مکانیکی، که مقداری خمیر شیمیایی نیز در آن وجود دارد، تهیه می‌شود. این نوع کاغذ برای چاپ روزنامه و مواد چاپی شبیه به کاغذ روزنامه استفاده می‌شود؛ مانند بعضی از ژورنال‌های خانگی.

کاغذ روزنامه به شکل پرداخت نشده تولید می‌شود و به همین دلیل خاصیت جذب مرکب در آن زیاد است. اما به دلیل استفاده از خمیر مکانیکی در حجم بالا با قرار گرفتن در مقابل نور و تابش خورشید به سرعت تغییر رنگ می‌دهد. کاغذ روزنامه از ارزان‌ترین نوع کاغذ چاپ است که به صورت رول یا ورق عرضه می‌شود و برای چاپ با روش لترپرس و افست بدون خشک‌کن آماده شده و گراماژ آن معمولاً بین ۴۵ تا ۵۰ گرم در هر مترمربع است.

– **کاغذ مکانیکی (Mechanical Printing):** نوع مرغوب‌تری از کاغذ روزنامه است که درصد خمیر شیمیایی آن نسبت به نوع اول بیشتر است. درصد خمیر شیمیایی براساس کیفیت مورد نیاز، کم یا زیاد می‌شود. مواد پرداخت‌کننده موجود در خمیر این کاغذ به میزان معمول است و از این کاغذ برای چاپ تولیدات ارزان قیمت استفاده می‌شود. این کاغذ را می‌توان با پرداخت بهتر تهیه کرد که در آن صورت به عنوان کاغذ تحریر ارزان قیمت نیز مصرف می‌شود.

– **کاغذ مکانیکی با سطح بسیار صاف (Mechanical Sc Printing):** خمیر این کاغذ از مواد معدنی بیشتری برخوردار است و شفافیت آن نیز به دلیل پرداخت شدن زیاد سطح آن با نوردهای سوپر کلندر (Super Calender) است. کاغذ چاپ مکانیکی اس سی (SC) به شکل گسترده‌ای در چاپ با ماشین‌های روتوگراور و برای کارهای چاپی مثل: مجله‌ها با تیراژ بالا، کاتالوگ و ضمائم رنگی مجله‌ها مصرف می‌شود. گراماژ این کاغذ بین ۵۴ تا ۸۰ گرم در مترمربع متغیر است.

– کاغذ شیمیایی (Wood free Printing): این نوع کاغذ بدون خمیر مکانیکی است و از خمیر چوب شیمیایی ساخته شده و کاغذ تولیدی آن از رنگ و کیفیت بسیار خوبی برخوردار است و برای مجله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کاغذ از کاغذ مکانیکی مقاوم‌تر است و به صورت رول یا ورق عرضه می‌شود. این کاغذ به عنوان کاغذ چاپ افست شناخته شده است. گراماژ این نوع کاغذ حدود ۶۰ تا ۱۳۵ گرم در هر مترمربع است.

– کاغذ انجیلی (Bible Paper): کاغذ بسیار نازک، سفید رنگ و دارای خاصیت پشت پوشانی است که برای چاپ کتاب‌های حجیم با تعداد صفحات بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کاغذ برای نوشتن مناسب نمی‌باشد.

– کاغذ شیمیایی آنتیک<sup>۱</sup> (Woodfree Antique Wove): این کاغذ که حجم بیشتری دارد برای کتاب‌های نازک مناسب‌تر است.

– کاغذ گلاسه مات (coated Paper -Matt): این کاغذ در سال‌های اخیر بسیار رایج شده است. در پوشش سطح این کاغذ از خاک چینی استفاده می‌کنند که باعث صافی سطح و بهبود جذب مرکب می‌شود. کیفیت چاپ و صافی این کاغذ براساس مقدار پوشش مصرف شده در ساخت بدنه و سپس در مرحله پرداخت آن ارزیابی می‌شود.

کاغذ مات به نظر صاف و نرم است ولی در مقایسه با کاغذ گلاسه بسیار خشن و زبر است. از کاغذهای گلاسه براق و مات برای چاپ انواع مختلف کارهای تجاری و باکیفیت بالا استفاده می‌شود که معمولاً در آنها از مقدار زیادی تصاویر ترمه استفاده می‌شود مانند: چاپ بروشورها و کتاب و کاتالوگ با گراماژ بین ۶۰ تا ۲۰۰ گرم در هر مترمربع.

– کاغذ با جلای قوی (Cast Coated Paper): این نوع کاغذ بسیار صاف و براق و یکنواخت است و با روشی معمولی اندود می‌شود. گراماژ آن بین ۷۰ تا ۱۳۵ گرم در هر مترمربع است.

– کاغذ با خطوط مشخص (Wove and Laid Paper): این نوع کاغذ با استفاده از سیلندر دندی رول (Dandy Roll) به صورت ساده و یا با خطوط مشخص تولید می‌شود که به راحتی قابل تشخیص است. کاغذ ساده معمولاً از بافت یک نواختی برخوردار است که با قرار دادن آن در مقابل نور مشخص می‌شود. کاغذ خطدار با مشاهده یک سری خطوط مشخص می‌شود.

هر دو نوع کاغذ را می‌توان با آب نقش<sup>۲</sup> به شکل طرح یا نوشته در سطح آن تهیه نمود. کیفیت هر دو کاغذ به هیچ وجه بستگی به صاف بودن و یا خطدار بودن آن ندارد. بلکه تنها پوشش روی دنده رول است که انواع آن را از یکدیگر متمایز می‌کند.

۱- واژه آنتیک در ابتدا برای توصیف کاغذهایی استفاده می‌شد که با ماشین ساخته می‌شدند ولی شبیه به کاغذهای دست‌ساز بودند. اما امروزه به هر نوع کاغذ با حجم خوب (زبردست خوب) و سطح زبر و خشن آنتیک گفته می‌شود.

زبردست خوب و مناسب: بدین معنی که کاغذ دارای بافت و نسوج محکمی نسبت به سایر کاغذهاست و خوب پرس شده به طوری که هنگام چاپ روی کاغذ از هم باز نمی‌شود و الیاف آن بسیار فشرده است و روی کاغذ سفیدک نمی‌زند.

۲- در کاغذهایی که با ماشین ساخته می‌شوند آب نقش کاغذ را با وارد آوردن فشار به سطح کاغذ در حال عبور از روی توری سیمی - که طرح مورد نظر بر روی آن قرار گرفته است، ایجاد می‌کنند. آب نقش ممکن است به صورتی طراحی شده باشد که در قسمت‌های مشخصی از کاغذ ظاهر شود.

از آب نقش کاغذ برای شناسایی کاغذ ساخته شده به وسیله کارخانه‌های مختلف نیز استفاده می‌شود. کارخانه‌های کاغذسازی از آب نقش‌های مختلف در تولیدات خود استفاده می‌کنند که معمولاً به عنوان شناسایی کاغذ با کیفیت خوب قلمداد می‌شود.

– کاغذ گلاسه اندود شده (Coater Paper): کاغذ دارای پوشش گلاسه و صاف از بهترین نوع کاغذهای اندود شده است. این کاغذ پوششی بسیار قوی دارد و سطح آن بسیار براق و صاف است. مرغوبیت کاغذ گلاسه را با توجه به کیفیت مواد به کار رفته در ساخت آن و همچنین مواد مصرفی در اندود کردن سطح آن و مقدار پرداخت انجام شده که به وسیله نوردهای مخصوص در مرحله پایانی بروی آن انجام می شود، درجه بندی می کنند.

کاغذ گلاسه را نیز مانند کاغذهای معمولی با استفاده از نوردهای کلندر در ماشین کاغذسازی و یا با استفاده از ماشین جداگانه پرداخت می کنند که این عملیات بستگی به نوع استفاده و درجه مرغوبیت پرداخت دارد. کیفیت چاپ با این نوع کاغذ از کاغذ ام اف (MF) و اس سی (SC) بهتر است اما قیمت آن نسبت به دو نوع ذکر شده گران تر می باشد.

– کاغذ کارتریج (Cartridge): این کاغذ از نظر ظاهر شبیه کاغذ آنتیک فشرده است که از انواع آن برای چاپ و رسم استفاده می شود. کاغذ نسبتاً سختی است و از خمیر چوب با الیاف کوتاه ساخته می شود و گرماژ آن بین ۶۰ تا ۱۷۰ گرم در هر مترمربع است.

– کاغذ لعاب دار (Enamel Paper): این کاغذ تنها از یک طرف پوشش شده است و کیفیت آن بسیار بالاست. نوع ارزان تر آن برای پوشش جعبه های مقوایی و انواع مرغوب تر را برای چاپ اتیکت مصرف می کنند. این کاغذ در رنگ های مختلف تولید می شود.

– کاغذ دفاتر حسابداری (Ledger or Account Paper): این کاغذ از انواع کاغذ تحریر است که در ساخت دفاتر حسابداری مورد استفاده قرار می گیرد. این کاغذ معمولاً به رنگ آبی روشن است و با آب نقش و بدون پوشش گلاسه تهیه می شود. گرماژ این نوع کاغذ بین ۸۵ تا ۱۲۰ گرم در هر مترمربع است.

– کاغذ جلد (Cover Paper): معمولاً این کاغذها از نوع ضخیم و با قابلیت تاشدن تهیه می شود. کاغذ جلد به شکل ساده و یا با سطح برجسته تهیه می شود و به نام شمیمز معروف است.

– کاغذ سربرگ و چند نسخه ای (Bank and Bonds): از این نوع کاغذ برای مصارف کارهای تاییبی استفاده می شود که نیاز به کاغذ مات دارد. اما به عنوان کاغذ تحریر نیز مورد استفاده قرار می گیرد و برای مصارف اداری مناسب است. انواع مرغوب این کاغذ را هنوز هم با استفاده از مقداری پارچه در خمیر آن تولید می کنند و در پرداخت نهایی آن آب نقش نیز زده می شود، اما انواع معمولی آن از خمیر چوب تهیه می شود که ارزان تر است. این کاغذ در رنگ های مختلف و سفید عرضه می شود و معمولاً به عنوان کاغذ کرم رنگ ساده شهرت دارد. کاغذهای بسیار نازک نیز با وزن ۳۰ گرم در مترمربع که در بعضی موارد، کاغذ پستی یا چند نسخه ای نامیده می شوند، در مواردی که نیاز به چند نسخه از کار تایپ شده وجود داشته باشد، مورد استفاده قرار می گیرد.

– کاغذ فتوکپی (Duplicators): این نوع کاغذ به منظور استفاده در دستگاه های فتوکپی ساخته می شود. کاغذ فتوکپی به رنگ سفید و یا در رنگ های دیگر ساخته می شود که به شکل ساده و یا با خطوط موازی با آب نقش تهیه می شود و به صورت ۷۰ یا ۸۰ گرمی تولید می شود.

– کاغذ تحریر (Writing Paper): سطح کاغذ تحریر مناسب برای نوشتن با خودکار است. به طور کلی کاغذهای تحریر را با دقت بیشتری تولید می کنند و بنابراین قیمت آن نیز نسبت به کاغذ چاپ گران تر است. کاغذ تحریر به رنگ سفید و یا در رنگ های مختلف ساخته می شود و ممکن است دارای خط و نقش معینی باشد. کیفیت و رنگ کاغذ تحریر بستگی به نوع خمیر آن دارد.



– کاغذ افست (Offset Printings): کاغذ چاپ افست به طور مشخص برای چاپ لیتوگرافی ساخته شده و معمولاً کمی سفیدتر از کاغذ کارتریج با ته رنگ کرم است. عملیات پرداخت و پوشش کاغذ افست از نوع مرغوب است که معمولاً بدون پرز تهیه می شود. بهترین نوع کاغذ افست را در ماشین کاغذسازی مجهز به دو توری آبکش، تولید می کنند.

– کاغذ کرومو (Chromo Paper): این کاغذ با پوشش بسیار زیاد که معمولاً تنها در یک طرف آن انجام می شود ساخته شده و ضخامت روی پوشش آن از کاغذ گلاسه بیشتر است. مهم ترین مورد مصرف آن در چاپ اتیکت و برچسب است.

– کاغذ پوستر (MG Poster): این کاغذ دارای سطح صاف و براق در یک رو و سطح زبر و خشن در طرف دیگر است. سطح این نوع کاغذ در کارخانه براق می شود. انواع مختلفی از این کاغذ در بازار وجود دارد که برای مصارف بسته بندی استفاده می شود. معروف ترین نوع آن که برای چاپ مصرف می شود، در جهان به نام کاغذ پوستر شهرت دارد که سطح براق آن را چاپ کرده و از طرف زبر و خشن آن به منظور چسباندن پوستر بر روی تابلو استفاده می کنند. گرماژ این کاغذ از ۷۰ تا ۱۷۰ گرمی متغیر است.

– کاغذ خودکپی یا کاربن لس (Carbonless): کاغذ خودکپی در انواع سفید و رنگی تهیه می شود، که با پوشش مخصوصی می توانند نقش هایی به رنگ سیاه و آبی را در زمان وارد شدن فشار بر روی آنها به کاغذ زیری منتقل کنند. کاغذ خودکپی به صورت ورق یا رول عرضه می شود.

– کاغذ چسب (Gummed Paper): این کاغذ با چسب هایی که در اثر آب فعال می شوند، اندود شده است و در انواع مختلفی عرضه می شود که شامل کاغذهای ام اف (MF)، کاغذ گلاسه، کاغذ کرومو و کاغذ رنگی است. این کاغذ به شکل ورق یا رول عرضه می شود.

## ۲-۲- سطوح چاپی غیر کاغذی

جدای از سطوح چاپ‌شونده کاغذ و مقوا روی بسیاری از مواد دیگر می‌توان چاپ کرد. تعدادی از این سطوح غیر کاغذی به شرح زیر می‌باشند.

– **پلاستیک:** کلمه پلاستیک طیف وسیعی از موادی را در برمی‌گیرد که از مواد نفتی تهیه می‌شوند. مواد پلاستیکی برای ساخت انواع وسایل از ظروف غذاخوری تا بطری‌های شامپو، مواد پاک‌کننده و انواع دیگر ظروف به کار می‌رود.

با چاپ سیلک می‌توان روی مواد پلاستیکی شکل‌های گوناگون را چاپ کرد. از معروف‌ترین خانواده پلاستیک‌ها، پلی‌اتیلن (Polyethylene)، پلی‌پروپیلن (Polypropylene) و پلی‌آلومرها (Polyallomer) هستند. هنگام چاپ باید نوع ماده چاپ‌شونده مشخص باشد و سپس از مرکب‌های خاص ماده چاپ‌شونده استفاده شود تا مرکب چاپ حلال ماده چاپ‌شونده را نداشته باشد.

با مرکب‌های پلی‌وینیل می‌توان روی مواد پلاستیک عمل چاپ را انجام داد. همچنین برای بطری‌های پلاستیکی می‌توان از مرکب‌های لعابی استفاده کرد.

– **پلاستیک پشت چسب‌دار:** کاغذی که در آن از مواد رزینی مانند پلی‌اتیلن به کار رفته باشد، به نام کاغذ پلاستیک معروف است. پشت یا یک روی این نوع کاغذ پلاستیکی را در کارخانه پس از ساخت به مواد چسبنده آغشته می‌کنند که معمولاً دارای یک پایه یا حامل کاغذی است. روی کاغذ عمل چاپ انجام می‌شود تا بعداً از لایه حامل کنده و روی اجسام مورد نظر چسبانیده شود. انواع رگلام‌های تجاری که روی شیشه‌ها و درب‌ها چسبانده می‌شوند، از این نوع هستند. به دلیل آنکه به‌طور معمول روی پلاستیک بسیار صاف است باید از مرکب‌های نرم و سریع خشک‌شونده استفاده شود.

– **پلاستیک (ترانسپارانت Transparent):** کلمه ترانسپارانت به معنای شفاف است. پلاستیک‌هایی که در آنها رنگ به کار نرفته باشد، کاملاً شفاف هستند. بنابراین می‌توان از آنها استفاده کرد و عمل چاپ را روی پلاستیک شفاف انجام داد و آنگاه اگر پشت چسب‌دار باشند، مستقیماً روی جنس مورد نظر می‌توان چسبانید (شیشه درب‌های ورودی و غیره) یا اینکه به روش شیمیایی یا با حرارت روی ظرف، مانند انواع لیوان‌ها، بشقاب‌ها به‌طور کلی اقلامی که لازم نباشد، می‌توان عمل چاپ را مستقیماً انجام داد.

– **شیشه:** شیشه از انواع مواد چاپ‌شونده است که عمل چاپ اسکرین روی آن انجام می‌شود. به دلیل مقاومت شیشه در مقابل انواع حلال‌های قوی، مشکل چندانی از نظر نوع مرکب وجود ندارد، اما مرکب‌های لعابی به دلیل آن که پس از خشک‌شدن بسیار مقاوم می‌شوند، برای چاپ روی شیشه مناسب‌اند.

– **چرم:** چاپ روی چرم به دلیل ضخامت چرم با روش چاپ سیلک سهل‌تر از روش‌های دیگر چاپ است. ولی باید توجه داشت که نوع مرکب آن از حیث پوشاندن، جذب در چرم و پوسته نشدن قبلاً باید در نظر گرفته شود. مرکب‌هایی که به نام مرکب روغنی معروف‌اند (خشک‌شدن مرکب در اثر اکسیداسیون انجام می‌شود) بهترین مرکب برای چاپ روی چرم هستند.

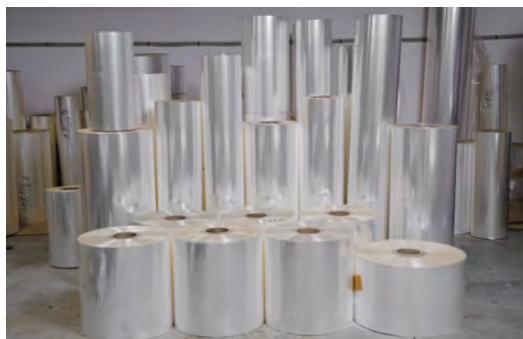
– **پارچه:** پارچه مانند کاغذ در چاپ اسکرین اهمیت خاصی دارد. از انواع کارهای هنری که به‌صورت قاب شده در نمایشگاه‌ها در معرض دید علاقه‌مندان قرار می‌گیرد تا انواع کارهای تجاری روی البسه و موارد دیگر. هنگام چاپ روی پارچه باید در نظر گرفت به دلیل متفاوت بودن قدرت جذب پارچه‌ها از حیث نوع پارچه، مرکب را برای کار چاپ آماده کرد؛ مثلاً پارچه‌های نخی بهتر از کتان و ابریشمی بهتر از هر دو قابلیت جذب مرکب و رنگ را دارند.

اگر پارچه قبلاً توسط کارخانه سازنده آهارخورده باشد به دلیل اینکه مرکب چاپ ممکن است بعداً ترک بردارد، بهتر است پارچه را قبل از عمل چاپ به وسیله یک ماده قلیایی ضعیف شستشو داد تا آهار از پارچه جدا شود. اگر پارچه از جنس مواد نایلونی باشد؛ از مرکب‌هایی که دارای خاصیت اسیدی باشند، استفاده می‌شود. پارچه‌های با جنس مواد پلی‌استری و یا مخلوط پنبه و پلی‌استر را با مخلوطی از رنگ (مرکب الوان) و امولسیون که ترکیبی از یک ماده غلظت‌دهنده (بیندر)، مانند: PA-۱ و PA-۳ چاپ می‌کنند. امولسیون باعث جذب رنگ در الیاف پارچه می‌شود.

— **مواد چوبی:** هنگام چاپ روی چوب باید در نظر داشت که از نوع مرکب با حلال خاص خود استفاده شود. در غیر این صورت امکان خراب شدن کار وجود دارد. انواع مرکب‌های آکرلیک که در آنها ماده حلال بخار می‌شود، برای چاپ روی چوب مناسب‌اند.

— **فلزات:** مرکب‌های لعابی که ماده حلال آنها بر اثر اکسید شدن خشک می‌شوند، پس از خشک شدن بسیار مقاوم و محکم می‌شوند و به راحتی پاک نمی‌شوند این مرکب‌ها به دلیل محکم شدن به خوبی می‌توانند در چاپ روی فلزات به کار روند. مرکب‌هایی که با کاتالیزور ترکیب و برای خشک شدن پلی‌مریزه می‌شوند، نیز برای چاپ روی فلزات به کار می‌روند؛ ولی به دلیل دیر خشک شدن مرکب باید دقت داشت که پس از عمل چاپ در محلی دور از دسترس و گرد و غبار نگهداری شوند.

— **لفاف‌های بسته‌بندی:** لفاف‌های چاپی به لایه‌های بسیار نازک میکرونی فیلم گفته می‌شود، این لایه‌ها معمولاً بعد از چاپ با لایه‌های دیگر لمینت شده و تشکیل یک لایه ضخیم‌تر را می‌دهند که به عنوان مواد مورد نیاز برای بسته‌بندی یا پوشش‌های محافظ کارهای چاپی مورد استفاده قرار می‌گیرند. فیلم‌ها از جنس‌های مختلف و غالباً مواد دارای ترکیبات آلی تشکیل می‌شوند. فیلم‌های PVC، پلی‌کربنات، پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن نمونه‌هایی هستند که در صنعت چاپ مورد استفاده قرار می‌گیرند. (شکل ۲-۳)



شکل ۲-۳- انواع لفاف‌های بسته‌بندی

## ۲-۳- پیدایش و سیر تکامل مرکب

همان‌طور که وقتی نوشتن آغاز شد، مرکب نیز تولد یافت. استفاده از مرکب چاپ نیز با اختراع فرایند چاپ، آغاز شد. عمل چاپ از شرق دور، یعنی چین، قرن‌ها بعد از توسعه نوشتن اختراع شد. چینی‌ها تخته‌های کنده‌کاری شده که در آن حروف و اشکال به صورت برجسته آماده شده را به مرکب آغشته و با آنها چاپ می‌کردند.

قدیمی‌ترین سند دست‌نویس موجود مربوط به مصری‌ها می‌باشد که حدود ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح روی پاپیروس نوشته شده است. پیشرفت مرکب‌سازی از آن زمان تا امروز باعث شده است تا چاپ با فناوری

امروز امکان پذیر باشد. کارخانه‌های مرکب‌سازی مدرن بدون وقفه نسبت به نیاز بازار تحقیقات خود را ادامه می‌دهند، حاصل این تحقیقات، تولید طیف وسیعی از مرکب‌های چاپی است که در یک نگاه، به بیش از صدها نوع با درجه‌های مختلف رنگی می‌رسد. مرکب به لحاظ ساختاری از ترکیب چندین عنصر ساخته شده است، در حالی که جوهر به ماده رنگی که در اثر استخراج عصاره به دست می‌آیند، اطلاق می‌شود.



مرکب‌ها را می‌توان بنا به موارد مصرف به دو گروه عمده: مرکب‌های غیر چاپی و مرکب‌های چاپ تقسیم کرد. **۱-۲-۳- مرکب‌های غیر چاپی:** این نوع مرکب‌ها که معمولاً برای نوشتن (تحریر)، نقاشی و ترسیم استفاده می‌شوند عبارت‌اند از:

**الف) جوهر خودنویس (مرکب تحریر):** این مرکب‌ها توسط حل رنگ‌دانه‌ها در حلال، رنگی می‌شوند و توسط نفوذ در کاغذ و تبخیر خشک می‌شوند. در سال ۲۵۱ قبل از میلاد مسیح، مرکب تحریر با حل کردن صمغ در آب و خیساندن دوده حاصل از سوزاندن روغن گیاهی در آن ساخته شد و برای چاپ دستی حروف برجسته چوبی مورد استفاده قرار گرفت. این مرکب‌ها تا پیدایش و اختراع چاپ تغییر زیادی نکردند.

**ب) جوهر ماژیک:** نوک قلم ماژیک از الیاف نساجی ساخته شده است که بعد از شکل دادن و فشرده شدن با چسب به یکدیگر چسبیده می‌شوند. منافذ میان این الیاف باعث کشیدن مرکب به نوک قلم می‌شود. مرکب مشابه مرکب تحریر می‌باشد که حلال آن بنا به نوع سطح نوشتاری و موارد استفاده تغییر کرده است. برای خشک نشدن مرکب روی الیاف نوک قلم از ماده‌ای که رطوبت را به خود جذب می‌کند در این مرکب‌ها استفاده می‌شود.

(پ) **جوهر خودکار:** جوهر در خودکار توسط سطح گلوله (توپ) بسیار کوچکی به قطر  $\frac{7}{10}$  الی  $\frac{1}{10}$  میلی متر انتقال داده می شود. به دلیل سطح کوچک این توپ و فاصله کم میان توپ و محفظه نگهدارنده، مقدار بسیار کم مرکب به روی کاغذ منتقل می شود. برای مثال یک خودکار معمولی می تواند خطی به طول ۲ کیلومتر بکشد، همین میزان مرکب در خودنویس، قادر به کشیدن خطی به طول ۲۰۰ متر می باشد. به همین سبب مرکب خودکار میزان بالایی ماده رنگی در خود دارد. برای کاهش خشک شدن مرکب روی نوک قلم و مسدود شدن جریان مرکب، در این مرکب ها از حلال های خشک شونده استفاده نمی شود و مرکب در چندین نوبت صاف می شود.

**۲-۳-۲- مرکب های چاپ:** مرکب چاپ نسبت به عوامل متفاوت مانند سطح چاپی، روش چاپ، نحوه خشک کردن، قوام و دوام و غیره، طراحی و تولید می شوند. البته قوانین و استانداردهای جدید زیست محیطی، بهداشت، مخصوصاً در حوزه مواد غذایی تعریف شده است که مرکب سازان باید نسبت به رعایت آنها اقدام کنند. پیدایش و سیر تکامل مرکب به اختصار به شرح زیر است.

**(الف) مرکب چاپ اولیه:** در قرن پانزدهم بود که تحول عمده ای در چاپ توسط گوتنبرگ در اروپا انجام گرفت. آنچه در کارهای چاپی آن زمان به نظر می رسد، سیاهی، براقیت و کیفیت متن چاپ شده بود. مشکل اولیه گوتنبرگ این بود که مرکب های پایه آب موجود به سطح سربی حروفی برجسته نمی چسبیدند، زود خشک و درست منتقل نمی شدند.

گوتنبرگ برای حل این موضوع در آلمان و کاکستون در انگلستان مشغول به کار شدند، و توانستند مرکب جدیدی را با حل دوده در روغن گیاهی که قبلاً چندین بار پخته شده بود، تهیه کنند. فرمول مرکب ساخته شده توسط گوتنبرگ مشخص نیست، ولی بررسی ها نشان می دهد که نباید از فرمول مرکب امروزی زیاد دور باشد.

(ب) **مرکب نقاشی (تمبرا):** در قرن پانزدهم، مرکبی توسط هنرمندان نقاشی استفاده می شد، برای تهیه آن، سفیده تخم مرغ را با آب بهم می زدند و رنگدانه مورد نظر را به آن اضافه می کردند. خمیر حاصل از این روش را برای نقاشی کردن مورد استفاده قرار می دادند. تمبرا بسیار زود خشک می شد، نگهداری اش مشکل بود و باقیمانده آن قابل استفاده مجدد نبود. هنرمندان به همین دلیل از مرکب های جدید چاپ برای نقاشی های خود استفاده کردند.

(پ) **مرکب های پایه روغنی:** با آغاز قرن هجدهم میلادی، مرکب های پایه آب مردود شناخته شدند، و به جای آن مرکب هایی با پایه روغنی جایگزین شد. استفاده از این مرکب ها که پایه روغنی داشتند و با رنگدانه های معدنی ترکیب می شدند تا اواخر قرن نوزدهم ادامه داشت. تنها تحولی که در ساخت به آنها اضافه شد، استفاده از چسب و مواد افزودنی مانند واکس ها، خشک کن ها و در ادامه ساخت وارنیش بود.

(ت) **پیدایش رنگدانه های مصنوعی:** بعد از سال ۱۹۳۰ میلادی، روش جدیدی به واسطه لاستیک (چاپ افست) ابداع شد. حروف چاپی که تا آن زمان مستقیماً با کاغذ تماس داشتند، حالا از روش جدید استفاده از لاستیک واسطه مرکب، به روی کاغذ انتقال داده می شد. اختراع جدید نیاز به استفاده از مرکب با رنگدانه های قوی تر داشت تا بتواند با مقدار کمتر قدرت رنگی مناسب داشته باشد. این نیاز باعث اختراع رنگدانه های مصنوعی و پیشرفت در حوزه رنگدانه های طبیعی شد.



ث) **مرکب چاپ آنیلین:** با پایان قرن نوزدهم و آغاز قرن بیستم، دو روش جدید در چاپ به نام چاپ آنیلین (فلکسوی امروزی) و چاپ فتوگراور (گود) اختراع شد. مرکب در هر دو روش جدید نیاز به خشک شدن سریع داشت. فرمولاسیون مرکب چاپ آنیلین از آب و الکل و رنگدانه‌های حلال در این محلول بود.

ج) **مرکب چاپ فتوگراور:** روش چاپ فتوگراور (اینتاگلیو) که برای چاپ مطبوعات مورد استفاده قرار می‌گرفت. مرکب فتوگراور اولیه بر پایه وارنیش حاصل از حل کردن کلوفان و مشتقات آن (تولوئن و اکسیلن یا زایلین) که از تقطیر زغال سنگ حاصل می‌شد، تولید می‌شد.

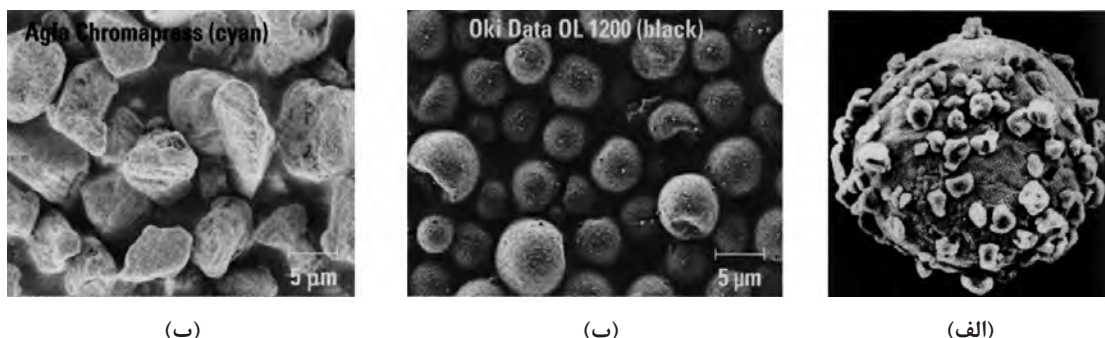
چ) **مرکب‌های امروزی:** امروزه مواد اولیه مورد مصرف مرکب‌های چاپ، چنان گسترش عظیمی پیدا کرده که روش‌ها و ماشین‌آلات مدرن‌تر و پیشرفته‌تری تولید و عرضه شده و صنعت چاپ را از چاپ تنها روی کاغذ به چاپ روی فلزات، پلاستیک، چینی، و سرامیک سوق داده است. مرکب‌های امروزی با قابلیت و ویژگی‌های بی‌شمار، مانند انتقال سریع به روی سطح چاپی، مقاومت در برابر خش و ساییدگی، پایداری و پوشش مناسب رنگی، و استانداردهای زیست‌محیطی، می‌توانند طیف وسیعی از جلوه‌های ویژه را در چاپ بازآفرینی کنند.

ح) **مرکب چاپ دیجیتال:** اصول فناوری چاپ دیجیتال (غیرتماسی) نسبت به روش‌های متداول چاپی تماسی (افست، برجسته و ...) متفاوت می‌باشد و نیاز به مرکب‌های متفاوت و مناسب با فناوری مورد استفاده دارد. برای مثال: در روش چاپی که در آن فرم ثابت وجود ندارد، و تصویر نامرئی فرم به صورت شارژ الکتریکی ناپایدار به روی سطح حامل برای تکثیر مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیاز به مرکبی با خصوصیات جذب به شارژ الکتریکی دارد.

طیف وسیعی از مواد با ویژگی‌های متفاوت به عنوان عامل نمایش رنگی مطالب و تصاویر چاپی (مرکب) در چاپ دیجیتال استفاده می‌شود.

یکی از متداول‌ترین نوع مرکب در چاپ دیجیتال شامل تونر (پودرهای رنگی)، نوارهای رنگی و مرکب جوهرافشان می‌باشد.

**تونر:** تونر شامل رنگدانه‌هایی می‌باشد که در دو حالت پودر خشک و محلول حامل پودر در چاپ الکتروفوتوگرافی، آینوگرافی و چاپ مغناطیسی (Electrophotography، Iconography و Magnetography) استفاده می‌شود. تونرهای پودری شامل گروه تک ماده‌ای، و چند ماده‌ای می‌باشند. تونرهای چند ماده‌ای شامل رنگدانه‌هایی می‌باشند که توسط ماده حامل به روی سطح چاپی انتقال می‌یابند. شکل ۲-۴ تونر تک و چندماده‌ای را نشان می‌دهد.



(پ)

(ب)

(الف)

شکل ۲-۴ تونر چند ماده‌ای، (ب) تونر شیمیایی، (پ) تونر مکانیکی



**– ساختار مرکب‌های چاپی:** مرکب چاپ لترپرس، افست و اسکرین در مقایسه با مرکب چاپ فلکسوگرافی و هلیوگراور، ویسکوزیته بیشتری دارند لذا به آن مرکب خمیری نیز می‌گویند.

مرکب لترپرس و افست از سه جزء اصلی رنگدانه (Pigment) - وارنیش (Varnish)؛ شامل رزین‌ها، روغن‌ها، مواد ژل‌کننده - مواد افزودنی (Additives) تشکیل می‌شود که در قالب مواد اولیه خام مرکب بررسی می‌شود.

**– رنگدانه:** رنگدانه‌ها مهم‌ترین جزء تشکیل‌دهنده ساختمان مرکب‌های چاپ می‌باشند. ساختمان رنگدانه مولکول بزرگ و پیچیده‌ای است با شکل کریستالی و به صورت پودر خیلی ریز و اندازه ذرات ۱-۲ میکرون. (شکل ۲-۵ تا ۲-۷) بخشی از رنگدانه‌ها را نشان می‌دهند.



شکل ۲-۷- رنگدانه آبی



شکل ۲-۶- رنگدانه قرمز



شکل ۲-۵- رنگدانه زرد

**– روغن‌ها:** در ساختمان مرکب چاپ دو نوع روغن (به‌ویژه در چاپ‌های افست و لترپرس) با نام‌های: روغن‌های معدنی و روغن‌های گیاهی مورد مصرف قرار می‌گیرد.

**– رزین‌ها:** مواد نگهدارنده و منتقل‌کننده مواد رنگی می‌باشند. رزین‌ها شامل بخشی از مواد غیرکریستالی یا مایعات با وزن مولکولی بالا می‌باشد. معمولاً این‌گونه مواد دارای نقطه ذوب دقیقی نمی‌باشند. اهمیت رزین‌هایی که در مرکب چاپ مصرف دارند بیشتر به سختی، براقیت و چسبندگی و قابلیت انعطاف آنهاست. رزین‌ها دو نوع‌اند: رزین‌های طبیعی و رزین‌های سنتزی. (شکل ۲-۸)



شکل ۸-۲

## ۲-۲- پلیت‌های چاپ افست

برای ثابت نگاه داشتن و انتقال مطالب از فرم‌هایی به نام پلیت استفاده می‌شود. مطالب در روی پلیت‌ها بر اثر واکنش به جامانده تشکیل می‌شود. پلیت‌های چاپ افست به چند دسته تقسیم می‌شوند. در ادامه انواع پلیت‌ها را به اختصار توضیح می‌دهیم.

– **(پلیت‌های دیازو (Diaz Plates):** پلیت‌های دیازو با لایه‌ای از ترکیبات آلی پوشش داده شده‌اند و با یک حلال ویژه ظاهر می‌شوند. مدت زمان نگهداری این پلیت‌ها در حدود یک سال است. این پلیت‌ها برای تیراژهای چاپی ۱۵۰/۰۰۰ نسخه به کار گرفته می‌شوند.

– **(پلیت‌های فتوپلیمر (Photopolymer Plates):** پلیت‌های فتوپلیمر نیز با لایه‌ای از ترکیبات مواد آلی پوشش داده می‌شوند. این لایه در برابر ساییدگی بسیار ماندگار و مقاوم است. پلیت‌های فتوپلیمر برای تیراژهای چاپی ۲۵۰/۰۰۰ نسخه به کار گرفته می‌شوند.

– **(پلیت‌های هالید نقره (Silverhalide Plates):** پلیت‌های هالید نقره با لایه حساس به نور، مشابه فیلم‌های عکاسی پوشش داده می‌شوند. به استثنای اینکه تأثیر امولسیون‌های هالید نقره آهسته و تدریجی است و برای تکثیر رنگی این پلیت‌ها به صورت لایه‌ای حساس بر روی آلومینیوم آنودایز و سپس پوشش داده می‌شوند.

– **پلیت‌های هالید نقره با پایه فیلم (پلیت پلی‌استری):** این پلیت‌ها برای چاپ تک‌رنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند.

– **پلیت‌های هالید نقره با پایه فلزی:** این پلیت‌ها برای سیستم‌های خروجی مستقیم پلیت (CTP) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

– **(پلیت‌های دو فلزی (Bimetal Plates):** پلیت‌های دو فلزی دارای یک لایه پلیمری از قبل حساس شده هستند. این پلیت‌ها به چند نوع تقسیم می‌شوند که به دو نوع آنها اشاره می‌شود:

الف) پلیت با روکش مسی بر روی فولاد ضدزنگ یا آلومینیوم

ب) پلیت با روکش کرم روی مس

– پلیت‌های دو فلزی ضمن آنکه بسیار گران‌قیمت هستند، بسیار سخت و بادوام‌اند. همچنین تیراژدهی بسیار بالایی دارند، به طوری که قادر هستند در تیراژهای میلیونی چاپ بدهند.

– **پلیت‌های الکترواستاتیکی:** ساختار این نوع پلیت‌ها مشابه ساختار دستگاه‌های کپی الکترواستاتیکی است. پلیت‌های الکترواستاتیک نیز بر دو نوع‌اند:

**(الف)** پلیت با ترکیبات معدنی و غیرآلی نور رسانا

**(ب)** پلیت‌های با ترکیبات مواد آلی نور رسانا (مستر کاغذی)

بیشترین کاربرد این پلیت‌ها برای کارهای چاپی تا ۱۰۰/۰۰۰ تیراژ و پایین‌تر است.

– **پلیت‌های افست خشک (بدون آب):** این نوع پلیت‌ها

فقط در ماشین‌های چاپ افست خشک (بدون آب)

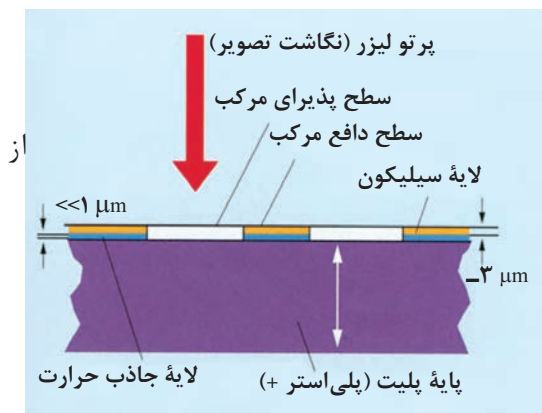
استفاده می‌شوند. برای نواحی دارای تصویر و پذیرای

مرکب از آلومینیوم پایه و برای نواحی بدون تصویر

لایه سیلیکون استفاده می‌شود. لایه سیلیکون جایگزینی

برای لایه رطوبت خواهد بود. استفاده از این نوع پلیت‌ها

نیاز به مرکب ویژه دارد (شکل ۲-۹).



(شکل ۲-۹- ساختار پلیت افست بدون آب)

– **(پلیت‌های زدودنی Abbation Plates):** نگاشت تصویر در این نوع پلیت‌ها از طریق داده‌های دیجیتالی

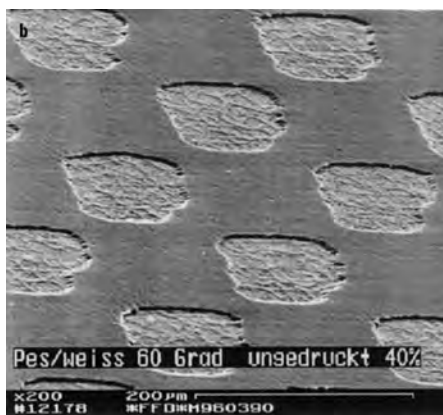
صورت می‌پذیرد و نیازی به طی مراحل شیمیایی ندارد. این پلیت‌ها به صورت دیجیتالی حساس می‌شوند.

پلیت‌های زدودنی در انواع پایه فلزی و پلی استری عرضه می‌شوند. نگاشت تصویر از طریق سوزاندن لایه

حساس توسط لیزرهای حرارتی صورت می‌گیرد. پلیت‌سترهای جدید از این فناوری بهره گرفته‌اند. همچنین

در ماشین‌های DI (از کامپیوتر به ماشین چاپ) نیز این پلیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۲-۱۰).

شکل ۲-۱۰- سطح پلیت افست بدون آب



– **(پلیت‌های حساس به حرارت Heatsensitive Plates):** این پلیت‌ها را می‌توان همانند فیلم‌ها از طریق

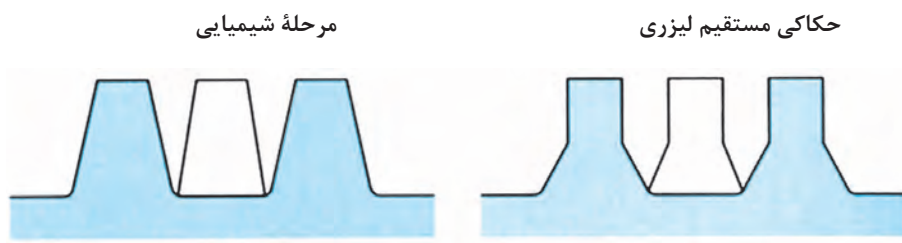
دستگاه‌های فیلم ستر، که با تابش دیودهای مادون قرمز کار می‌کنند، حساس کرد و در محلول‌های شیمیایی

با پایه آب ظاهر و ثابت کرد.

## ۵-۲- پلیت‌های چاپ فلکسوگرافی

پلیت‌های فلکسوگرافی از لاستیک و یا فتوپلیمر ساخته می‌شوند. سختی و ضخامت آنها براساس سطوح چاپی و نقوش مورد نظر ما تعیین و انتخاب می‌شود. این پلیت‌ها در اشکال تخت، پشت چسب‌دار (چسب‌های دوطرفه) روی سیلندر متصل می‌شوند. همچنین در فرم‌های (غلافی Sleeve) (استوانه‌ای شکل) تولید می‌شوند. پلیت‌های غلافی، امکان تولید پلیت‌های بدون درز و بی‌نیاز از مراحل چسباندن را میسر می‌سازد. **پلیت‌های لاستیکی:** قبلاً تهیه این پلیت‌ها با ساخت یک قالب گود آغاز می‌شد. این مرحله با نوردهی یک کلیشه فلزی، از طریق نگاتیو و آماده‌سازی پلیت نور داده شده، در وان اسید به انجام می‌رسد. این کلیشه گود است و ماده ژلاتینی را درون قالب گود می‌ریزند و آن را تحت اعمال و حرارت و فشار، قالب‌گیری می‌کنند. این فرم چاپی انعطاف دارد و مناطق برجسته آن مرکب را به سطح چاپی انتقال می‌دهد.

بهترین کیفیت پلیت‌های لاستیکی هنگامی به دست می‌آید که عمل برجسته‌سازی توسط حکاکی لیزر روی پوشش (برگشت‌پذیر Elastomer) صورت گیرد. در این حالت قدرت ایستایی پلیت (توسط شیب عمودی که در رأس دیواره دارد) افزایش می‌یابد و همچنین هنگام چاپ از چاقی ترام نیز تا حد زیادی جلوگیری می‌شود. اما روش قالب‌گیری هم‌اکنون خیلی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، چرا که حداکثر دقت این روش ۴۰ خط بر سانتی‌متر است. در صورتی که در روش شیمیایی دقت به ۶۰ خط بر سانتی‌متر می‌رسد (شکل ۱۱-۲).



شکل ۱۱-۲- مقایسه ایجاد نقش برجسته یک پلیت چاپ فتوپلیمر تولید شده در یک مرحله فتوگرافیک / شیمیایی با پلیت (لاستیکی) حکاکی شده توسط لیزر



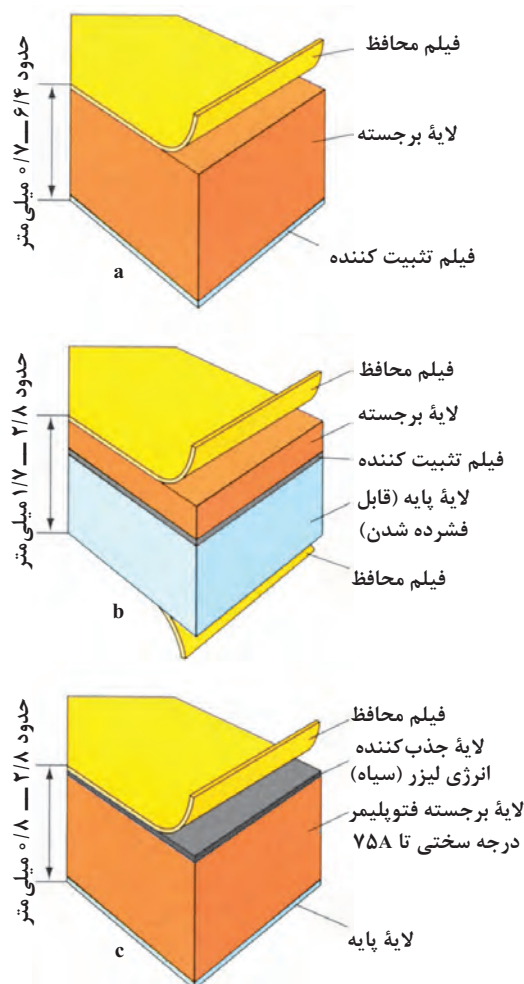
– **پلیت‌های فتوپلیمری:** فتوپلیمر برای تولید پلیت‌های چاپ فلکسوگرافی در شکل مایع یا جامد موجود است. با این توضیح که سیستم جامد آن به‌طور فزاینده‌ای رواج پیدا کرده است. فتوپلیمرهای عمل‌آوری نشده، شامل یک ماده سیال (برگشت‌پذیر Elastomer Vehicles) منومرهای اشباع نشده و آغازکننده‌های نوری یووی (UV) اند. آنها در آب یا حلال‌های آلی قابل حل‌اند. واکنش ایجاد زنجیره مولکولی به‌سبب قرارگرفتن در معرض نور یووی (UV) رخ می‌دهد. فتوپلیمرها پس از آنکه دارای اتصال شبکه‌ای شدند، دیگر قابل حل نیستند.

فتوپلیمرها با قدری تابش نور یووی در هر ناحیه‌ای زنجیره‌ای مولکولی تشکیل می‌دهند. قسمت‌های نوردهی نشده، قابل حل‌اند و از این‌رو خاصیت شسته شدنشان را حفظ می‌کنند. از این ویژگی برای تولید پلیت‌های برجسته چاپ استفاده می‌شود.

کلیشه‌های دارای پایه فتوپلیمر جامد، امروزه به‌صورت آماده مصرف، تولید می‌شوند (مثل پلیت‌های چاپ Nyloflex از BASF یا Cyrel از DuPont). این پلیت‌ها به‌صورت پلیت‌های تک یا چند لایه‌ای وجود دارند.

– **پلیت‌های تک لایه:** پلیت‌های تک لایه شامل یک لایه برجسته (فتوپلیمر عمل‌آوری نشده) است که با لایه محافظ پوشیده شده‌اند. جداسازی لایه محافظ به‌راحتی امکان‌پذیر است. یک لایه پلی‌استر بر پشت پلیت نیز باعث تثبیت و استحکام آن می‌شود (شکل ۲-۱۲).

– **پلیت‌های چندلایه:** پلیت‌های چندلایه برای چاپ هافتن، با کیفیت بالا ساخته شده‌اند. در ساختمان این پلیت‌ها، از ترکیب پلیت‌های لایه‌های نازک با یک لایه پایه فشارپذیر استفاده شده است. لایه پایه، با حالت برگشت‌پذیر خود، فشار اعمال شده در حین چاپ به لایه دارای نقوش برجسته را می‌گیرد. این لایه، فشاری را که باعث دفرمه شدن نقاط تصویری می‌شود، جذب می‌کند (شکل ۲-۱۳).



شکل ۲-۱۲- ساختمان تعدادی از پلیت‌های فلکسوگرافی:

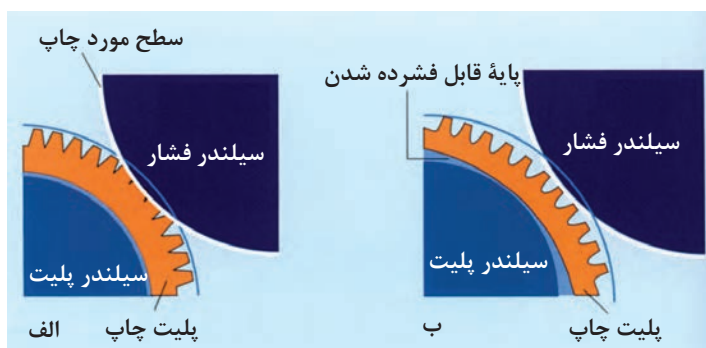
پلیت a- تک لایه (BASF).

پلیت b- چند لایه (BASF).

پلیت c- برای سیستم کامپیوتر به پلیت (BASTF, digiflex)



لایه تثبیت کننده هنگام بستن پلیت تخت بر روی سیلندر فشار، از کشیدگی طولی آن (بر اثر خم شدن) جلوگیری می کند. ضمناً هرگاه پلیت های نازک تک لایه دارای لایه فشارپذیر بر روی سیلندر پلیت چسبانده شود، کیفیت چاپ بهتر خواهد شد.



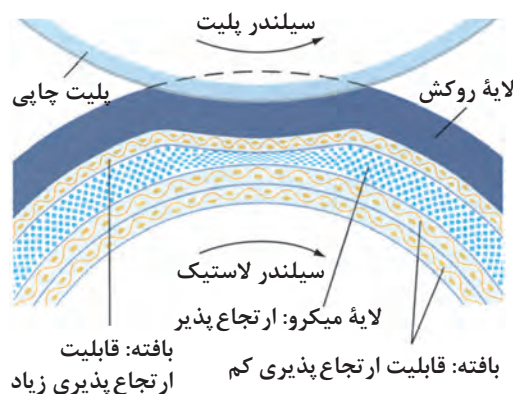
شکل ۲-۱۳- انتقال تصویری در فلکسوگرافی. الف) تغییر شکل پلیت چاپ، پلیت تک لایه، ب) انتقال مناسب

تصویر چاپی با استفاده از یک پلیت چاپی با پایه فشارپذیر

- پلیت مناسب چاپ دیجیتال: پلیت های مناسب برای چاپ دیجیتال (تصویر ارسال شده توسط سیستم CTP)، در شکل ۲-۱۲ نشان داده شده است (مانند دیجیفلکس BASF). «لایه سیاه» پس از جدا کردن «لایه محافظ» آشکار می شود، قابل زدودن است و مشکلی برای نگاشت تصویر با اشعه لیزر YAG (طول موج ۱۰۶۴ نانومتر) ایجاد نمی کند. در این مرحله اشعه لیزر لایه سیاه جذب کننده انرژی لیزر را از بین می برد، تا اینکه نقطه به نقطه تصویر بر روی پلیت تشکیل شود. لایه سیاه نقش کپی فیلم را بازی می کند (فیلم نگاتیو). پس از نگاشت تصویر، تمام سطح پلیت نور داده می شود (نوردهی اولیه و اصلی). نوردهی به همان روش پلیت های تک لایه صورت می گیرد تا نقش برجسته را ایجاد کند.

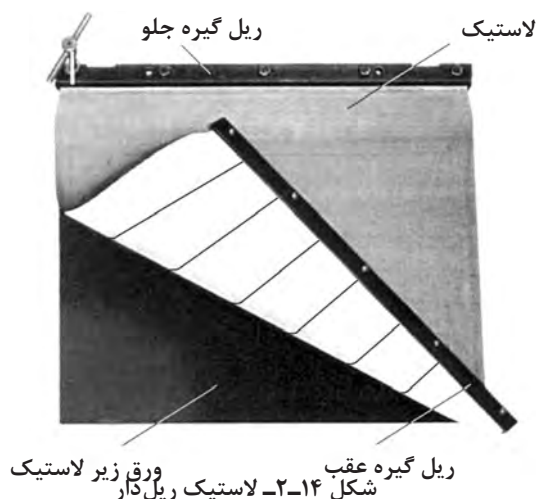
## ۲-۶- لاستیک سیلندر افست

لاستیک ها در دو نوع انعطاف پذیر یا (فشارپذیر Compressible) (شکل ۲-۱۳) و انعطاف ناپذیر یا (سخت Incompressible) عرضه می شوند. از لاستیک های فشارپذیر، که در بازار ایران به لاستیک های بادی نیز معروف اند، استقبال بیشتری شده است.



شکل ۲-۱۳- نمونه ای از ساختار لاستیک فشارپذیر (کانتی تک)

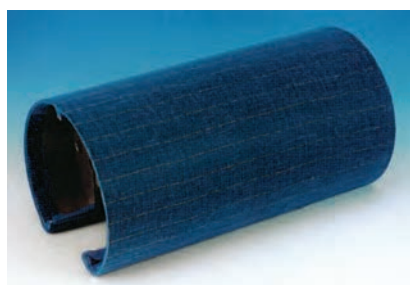
– (لاستیک ریل دار Fabric jacket): لاستیک‌های ریل دار در سطح گسترده‌ای در ماشین‌های افست رول به کار می‌روند. در ماشین‌های افست ورقی هم نتایج خوبی در تسریع زمان تعویض لاستیک داشته است (شکل ۲-۱۴).



– ویژگی‌های سطح لاستیک: ویژگی سطح لاستیک‌های انعطاف‌پذیر به شرح زیر می‌باشد:

- رطوبت مربوط به پللیت (در قسمت‌های بدون تصویر) را هنگام انتقال به خود به نحو بهتری جذب می‌کند و میزان کمتری از آن را به کاغذ چاپی انتقال می‌دهد.
- از ناهمواری سطح زیر چاپ، در قسمت‌های دارای چاپ، جلوگیری می‌کند.
- در عمل، انتقال نواحی تنیلات و نقاط ترامه هاف‌تن به طور یکسان صورت می‌گیرد.
- کمک می‌کند تا ضخامت یکسانی از مرکب بر روی کاغذ داشته باشیم. این امر در اثر ساختار فیزیکی و شیمیایی سطح لاستیک‌ها حاصل می‌شود.
- لاستیک‌ها ممکن است از ناحیه لبه‌ها و یا سطح آن دچار آسیب شوند که با بهره‌گیری از گیره‌های لاستیک به سرعت قابل تعویض‌اند.

– (روکش سیلندر Cylinder jacket)



برای جلوگیری از چسبیدن مرکب به سطح سیلندر از فناوری‌های متعددی استفاده می‌شود تا مرکب سطح چاپ شده در چرخه تولید و انتقال بدون آسیب باقی بماند. یکی از فناوری‌های عرضه شده جهت انتقال بدون خدشه ورق چاپی، کاربرد روکش‌های سیلندر است.

– روکش‌های سیلندر عبارت‌اند از:

- روکش سیلندر: با ساختار ریزمیکرونی
- پارچه‌های سیلیون اندود
- لاستیک‌های ویژه

تورهای پارچه‌ای قابل تعویض که به سادگی پس از مصرف توسط چاپکار تعویض می‌شود (شکل ۲-۱۵).



## ۷-۲- مواد شیمیایی

**ب) محلول رطوبت دهی آلکالر:** این محلول سختی آب را کاهش داده با انواع آب یا سختی متوسط و بالاتر سازگار بوده و باعث کاهش کشش سطحی آب و محدودکننده مصرف الکل می باشد ضمن آنکه از نفوذ ذرات معلق کاغذ و گرد و غبار روی لاستیک و نورد جلوگیری می کند.

**- محلول شستشوی نورد و لاستیک:** این محلول به منظور عدم ایجاد خوردگی، برآمدگی و سایش روی قطعات لاستیکی و فلزی به کار می رود، در ضمن شستشوی سریع و ایمن برای چاپکار و چاپخانه از لحاظ آتش سوزی ایمنی بیشتری تأمین می کند. این محلول برای سیستم های شستشوی اتوماتیک و دستی مناسب می باشد.

**- ترمیم کننده لاستیک سیلندر:** استفاده از ترمیم کننده باعث می شود که بتوان از لاستیک سیلندر جاخورده مدت بیشتری استفاده کرد زیرا که می تواند لاستیک سیلندر را به طور نسبتاً رضایت بخش ترمیم کنند. در نتیجه هزینه ناشی از تعویض لاستیک سیلندر کاهش یافته بازده تولید افزایش می یابد، زیرا که از شکستگی، له شدگی و بیضی شدگی ترام جلوگیری می کنند.

**- چرب کننده نورد:** این مواد برای حفظ کیفیت و کارایی نوردهای لاستیکی در مقابل سایش، مواد خورنده و خشک شدن مورد استفاده قرار می گیرد.

**- تمیزکننده دست با ترکیباتی از مرکبات:** این تمیزکننده با بهره گیری از ذرات میکروسکوپی برای تمیز کردن ریزترین ذرات آلودگی به کار می رود. عملکرد آن مشابه کرم های نرم کننده دست و احیاءکننده چربی های طبیعی پوست می باشد. ضمن آنکه به راحتی انواع مرکب را از پوست پاک می کند.

**- پودر ضد پشت زدن (خشک کن):** مزایای این پودر ضدپشت زدن به طور کامل قابل پخش از سیستم پودرپاش می باشد. در ضمن در دانه بندی های متفاوت جهت گراماژهای متفاوت در کلیه سیستم های پودرپاشی قابل استفاده است.

**- احیاکننده لاستیک سیلندر و نورد:** مزایای آن پاک کننده سریع و مؤثر، احیاکننده ضخامت لاستیک و افزایش عمر لاستیک و نورد می باشد. در ضمن حفظ شورنوردها در حد استاندارد می باشد.

**- محلول رطوبت دهی (داروی آب):** این محلول با توجه به فناوری سیستم رطوبت دهی بعضی سیستم پارچه نورد آب DDS، سیستم (آلکالر Aleakr) و سیستم پارچه نورد آب و آلکالر تولید و برای مصرف عرضه می شود.

**الف) محلول رطوبت دهی پارچه نورد آب و آلکالر:** این محلول با سیستم های رطوبت دهی پارچه نورد و آلکالر سازگار بوده و باعث کاهش سختی آب و جلوگیری از نفوذ ذرات معلق کاغذ و گرد و غبار موجود در هوا به روی نوردها و لاستیک سیلندر می شود.

توری به کار می‌رود. انواع مختلفی دارند که با در نظر گرفتن کار مورد نظر مورد استفاده قرار می‌گیرند. **الف) لاک الکلی:** لاک الکلی قدرت پوشانیدن منافذ توری را دارد. لاک الکلی یا الکلی رقیق می‌شود، اما چون این نوع لاک به درون الیاف توری نفوذ می‌کند، بنابراین پاک کردن توری را مشکل می‌کند و به همین دلیل کمتر مصرف می‌شود. با این نوع ماده می‌توان انواع مرکب‌ها را به جز مرکب‌های لاک‌ی به کار گرفت. رقیق کردن لاک الکلی با الکلی امکان‌پذیر است.

**ب) لاک رزینی:** این نوع لاک که برای پوشانیدن منافذ توری به کار می‌رود، از رزین‌های مصنوعی تهیه می‌شود. پس از اندود کردن توری در مدت کوتاهی خشک و سفت می‌شود، حلال و رقیق‌کننده آن (آستات‌ها Actate) هستند. هنگام استفاده از این نوع لاک باید در نوع مرکب مصرفی دقت داشت که لاک را در خود حل نکند.

به‌طور کلی مواد پوشاننده‌ای که حلالی آبی دارند؛ بیشترین مورد مصرف را در چاپ سیلک دارند.

– **تمیزکننده شابلون:** شابلون را پس از پایان کار چاپی با در نظر گرفتن اینکه دوباره از آن استفاده خواهد شد، باید به‌وسیله حلال مناسب پاک و کاملاً تمیز کرد.

ساده‌ترین راه ساختن محلول کلر و آب است؛ و نسبت آن به وضعیت طرح و مرکب از حیث خشک شدن روی توری بستگی دارد ولی معمولاً به نسبت یک قسمت کلر و ۲۰ قسمت آب استفاده می‌شود. شابلون به مدت ۱۵ دقیقه در داخل محلول قرار می‌گیرد تا تمامی مواد مانده روی توری حل شوند، سپس باید توری با آب شسته شود پس از آن باید توری کاملاً وارسی شود تا در بین منافذ توری چیزی باقی نمانده و کاملاً پاک شده باشد. در غیر این صورت با پارچه یا اسفنج آغشته به هیپوکلریت (کلر و آب) باید آنقدر منافذ توری را مالش داد تا کاملاً پاک شود.

**نوار کاغذی اسیدسنج:** نوار کاغذی برای تشخیص میزان pH محلول رطوبت‌دهی که در چاپ افست حداثاً ۴/۸ الی ۵/۸ می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوارهای pH سنج با قرار گرفتن در محلول رطوبت‌دهی تغییر رنگ می‌دهند. با توجه به میزان تغییر رنگ میزان pH مشخص می‌شود.

– **مواد پوشان:** مواد پوشانی، به موادی اطلاق می‌شود که با آنها منافذی از توری را که مرکب چاپ نباید از آنها عبور کند پوشانیده می‌شود.

با توجه به نوع استنسیل و ژلاتینی که به توری چسبیده است و همچنین نوع مرکبی که در چاپ به کار می‌رود، می‌توان از مواد پوشانی مناسب استفاده کرد؛ در غیر این صورت ماده پوشاننده حل و منافذ توری باز می‌شوند که نتیجه آن خراب شدن کار خواهد بود. شابلون یا توری را که طرح روی آن چسبیده است، پس از آنکه کار چاپی تمام می‌شود، می‌توان برای چاپ‌های دیگر مورد استفاده قرار داد، ولی باید به‌وسیله حلال‌هایی که بتوانند هم مرکب و هم طرح را در خود حل کنند پاک و تمیز شود.

**الف) چسب‌ها:** یکی از مواد چسبنده؛ چسب مخصوصی است که برای آهارزدن پارچه از آن استفاده می‌شود که پایه نشاسته‌ای دارد. این نوع چسب بی‌رنگ است و از این رو، کاملاً مشخص نمی‌شود که چه قسمت‌هایی را پوشانده است. بنابراین بهتر است مقداری رنگ به آن اضافه شود. چسب قبل از کشیده شدن روی توری باید رقیق شود؛ حلال این نوع چسب آب است در این صورت هنگام کار نباید از مرکب‌هایی که پایه آبی دارند، (مانند مرکب تامپرا) استفاده کرد.

– **(چسب لوپاژ Lepage):** چسب دیگری که آن هم در آب محلول است. چسب لوپاژ نام دارد که پس از خشک شدن بسیار مقاوم است.

**چسب ماهی (فیش لایم یا سریشم ماهی):** چسبی است بسیار قوی که در برابر انواع مرکب‌ها مقاوم است. – **مواد لاک‌ی:** مواد لاک‌ی که برای پوشانیدن منافذ



در بسیاری از مواقع هنگام کار، گازهای مضر تولید می‌شوند. یکی از این گازها، گاز کلر است که برای تنفس بسیار خطرناک است و دیگری گاز اوزن که آن هم در اثر مداومت تنفس برای دستگاه تنفسی مضر است. بنابراین هنگام تمیز کردن شابلون‌ها با محلول هیپوکلریت می‌بایست حتماً کارگاه دارای سیستم تهویه و جریان هوای مداوم باشد.

به جز محلول کلر می‌توان از محلول‌های پاک‌کننده‌ای که توسط کارخانجات سازنده مواد شیمیایی شناخته شده‌اند که عاری از خطر هستند، استفاده کرد، این مواد عبارت‌اند از: (پرگان‌های Pergan) شماره ۳-، ۴-، ۲۳۳ و ۲۴۰.

## ۸-۲- چسب‌های صحافی

چسب‌ها از سال‌های بسیار دور مورد استفاده بشر قرار گرفته‌اند. چسب‌های مورد استفاده تا همین اواخر از انواع چسب‌های گیاهی، حیوانی و معدنی بود. مدت زمان زیادی نیست که چسب‌های مصنوعی شیمیایی جای خود را در میان خانواده چسب‌ها باز کرده‌اند. این نوع چسب‌ها توانسته‌اند با قدرت چسبندگی بهتر و مقاومت بیشتر در شرایط گوناگون محیطی، کاربرد بسیار بیشتری از انواع چسب‌های سنتی بیابند. به‌طور کلی ماده خاصی که میان دو جسم همگون و یا ناهمگون قرار گرفته و آنها را نگه‌دارد، «چسب» نامیده می‌شود. ماده‌ای که بخواهد به عنوان چسب در این طبقه‌بندی جای گیرد، باید نه تنها بتواند سطوح دو جسم را به هم نگه‌دارد، بلکه همچنین باید در مقابل عوامل محیطی (گرما، سرما، رطوبت) و زمان قدرت مقاومت داشته باشد.

چسب‌ها به‌طور بسیار کلی به دو خانواده تقسیم می‌شوند: **الف) چسب‌های ساخته شده از مواد آلی (ORGANIC COMPOUNDS):** مواد آلی که در ساخت چسب به کار می‌روند، عبارت‌اند از:

\* مواد حیوانی مانند پروتئین‌ها و مشتقات آنها، مواد پروتئینی مانند (کازیین CASEIN) و (زیرین ZEIN) از مو، پشم و استخوان‌های حیوانات به دست می‌آید. فیش لایم یا (سریشم ماهی FISH GLUE) از مواد زاید و استخوان‌های ماهی حاصل می‌شود.

\* مواد گیاهی مانند نشاسته و (دکسترین DEXTRIN) که از مشتقات نشاسته است و برای چسبانیدن کاغذها به کار می‌رود. چسب نشاسته سفید موارد مصرف بسیار زیادی در چاپ دارد و به‌ویژه در ساخت چسب تمیز و پاکت به کار برده می‌شود.

\* چسب‌های لاتکس (لاستیک طبیعی)

\* چسب‌هایی که از رزین‌های طبیعی گرفته می‌شوند، مانند صمغ‌ها و بیتومن که از شیر درختان به دست می‌آید.

\* چسب‌های سلولزی مانند متیل سلولز، اتیل سلولز، سلولز استات که به صورت ترکیبی در ساخت چسب به کار می‌روند.

\* چسب‌های ترموپلاستیکی از مواد آلی مصنوعی ساخته می‌شوند؛ مانند پلی وینیل استات، پلی وینیل الکل، پلی وینیل بوتیران، خاصیت جالب این نوع چسب‌ها نرم شدن در اثر حرارت و سخت شدن تحت فشار است؛ به عنوان مثال، این نوع چسب‌ها برای لامپنه کردن یا ضد آب کردن کاغذ دیواری به کار می‌روند.

**ب) گروه چسب‌های غیر آلی (INORGANIC):** مواد چسبی هستند که در صنعت چاپ مصارفی دارند؛ مانند چسب سیلیکات سدیم که به چسب‌های کاغذی معروف هستند، و برای چسباندن کارتن‌ها و کاغذهای کرافت به کار می‌روند.

**- ویژگی‌های چسب:** ویژگی‌های مهم چسب، میزان چسبندگی و داشتن pH خنثی است (نه اسیدی و نه قلیایی)؛ بدون بو و رنگ است و هرچه سریع‌تر خشک شود. به همین دلیل تنوع بسیار زیاد چسب‌ها باید دقت کرد که هنگام انتخاب، نوع چسب متناسب با کار انتخاب شود؛ مثلاً هنگام صحافی کتب جلد چرمی استفاده از چسب‌های ترموپلاستیکی درست نیست؛ زیرا این چسب‌ها باعث خشک و شکننده شدن چرم می‌شوند.

- **چسب‌های پرمصرف:** به‌طور کلی چسب‌هایی که بیشترین مصرف را دارند، عبارت‌اند از:
- چسب نشاسته: از گندم، ذرت، برنج و سیب‌زمینی به‌دست می‌آید.
- نشاسته سفید: از گندم به‌دست می‌آید و بهترین نشاسته است. چسب نشاسته‌ای که از سیب‌زمینی گرفته می‌شود، به‌راحتی در آب سرد حل می‌شود. این نوع چسب به‌دلیل داشتن خاصیت بازی برای چسباندن کاغذهای رنگی مناسب نیست. اگر نشاسته را تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد گرم کنیم، ماده چسبناک قهوه‌ای رنگی به‌دست می‌آید که به «نشاسته صمغی» معروف است؛ می‌توان از آن به جای صمغ عربی استفاده کرد. نشاسته صمغی در آب سرد حل می‌شود.
- **مواد اضافی چسب‌ها:** مواد اضافی که به چسب‌ها افزوده می‌شوند، عبارت‌اند از:
- **سولفیت سدیم:** برای تمیز کردن چسب‌های حیوانی جلوگیری از فساد آنها
- **نمک و آهک:** برای جلوگیری از فساد چسب‌های حیوانی
- **اسید سولفوریک:** برای بی‌رنگ کردن چسب‌های ژلاتینه
- **دکستروز:** برای مرطوب نگه‌داشتن چسب صمغی
- **گلیسرین:** برای مرطوب نگه‌داشتن چسب
- **بوراکس:** برای جلوگیری از تخمیر چسب نشاسته
- **فرمالین:** برای جلوگیری از تخمیر چسب نشاسته
- **حلال‌های مورد استفاده در صنعت چاپ:** برخی از حلال‌های مورد استفاده در صنعت چاپ با ویژگی‌ها و نوع استفاده آنها در جدول ۲-۱ ارائه شده است.

جدول ۲-۱- حلال‌های مورد استفاده در صنعت چاپ

نوع استفاده	نقطه جوش	محل در	آتش گیر	ماده حلال
تمیز کردن کلیشه	۵۶ درجه سانتی‌گراد	آب	بله	۱- استون ACETONE
تمیز و خشک کردن کلیشه	۵۶ درجه سانتی‌گراد	آب	بله	۲- متیل الکل METHYL ALCOHOL
تمیز و خشک کردن کلیشه	۸۲ درجه سانتی‌گراد	آب	بله	۳- پروپانل PROPANOL
پاک کردن چربی	۱۱۱ درجه سانتی‌گراد	آب	بله	۴- تولوئن TOLUENE
پاک کردن چربی	۱۳۶ درجه سانتی‌گراد	آب	بله	۵- اگسیلن XYLENE
رقیق کردن مرکب	۷۴ درجه سانتی‌گراد	آب	خیر	۶- تری کلرواتان TRICHLOROETHENE



### آشنایی با علائم خطر دهنده:

- علائم بین‌المللی خطر دهنده هنگامی که از مواد خطرناک شیمیایی استفاده می‌شود. تمامی این علائم روی جعبه‌ها و بطری‌های دارو چاپ می‌شوند. از این رو ضرورت دارد به منظور برخورد درست و جلوگیری از خطرات با آنها آشنا شویم، برخی از آنها را در شکل ۲-۱۶ مشاهده می‌کنید.



۱- ماده اکسیدشونده

۲- ماده مضر برای پوست



۳- ماده سمی

۴- ماده منفجر شونده



۵- ماده با قابلیت اشتعال سریع

۶- ماده سوزاننده (اسیدها و بازها)

شکل ۲-۱۶

### ۹-۲- کلیشه و گراور

کلیشه و گراور چاپ عبارت از یک صفحه فلزی یا نایلونی (پلیمری) که یک سطح آن به نور ماورای بنفش حساس است یا در کارگاه کلیشه‌سازی حساس می‌شود.

- **کلیشه:** جنس کلیشه از فلز مس یا روی است که پس از حساس شدن و نور خوردن به وسیله اسید خورنده می‌شود. اسیدی که برای خوراندن روی مصرف می‌شود، مخلوط اسیدنیتریک و آلوم دوپتاس است  $12H_2O$  می‌شود.  $KAL(SO_4)_2$  زاج پتاس از فلزات دیگر مانند مس و برنج هم کلیشه ساخته می‌شود. برای خوراندن این دو فلز از پرکلور آهن استفاده می‌کنند. مقدار ضخامتی که به وسیله اسید خورنده می‌شود، حدود ۰/۵ تا ۰/۹۵ میلی‌متر است.

– **گراور:** جنس گراور نیز مانند کلیشه می‌باشد. برخلاف کلیشه که از حروف و تصاویر خطی تشکیل شده است و در اصطلاح «کارخطی» نامیده می‌شود، گراور فرمی است که در آن عکس‌ها تن‌دار (سیاه، سفید، خاکستری) هستند و تصویر چاپ شده مانند اصل عکس تن‌های مختلف سایه روشن دارد.

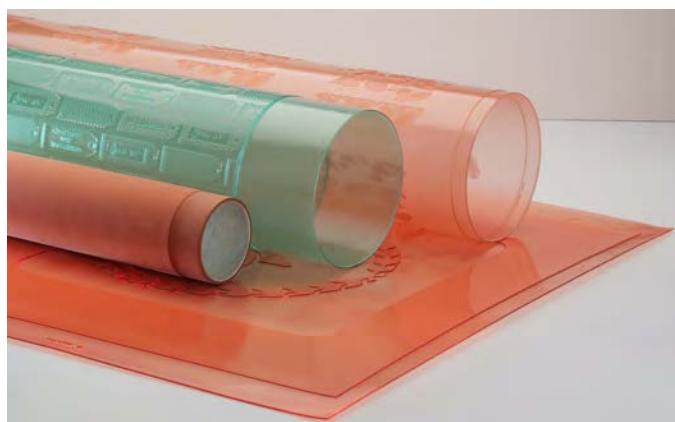
– **کلیشه طلاکوب برنجی:** کلیشه طلاکوب برنجی از آلیاژ برنج ساخته شده است و برای طلاکوبی حروف و تذهیب روی جلد کتاب‌ها به کار می‌رود. سرعت گرم شدن کلیشه برنجی بیشتر از کلیشه‌های فولادی است و اسیدکاری این گونه کلیشه نیز بیشتر است؛ به طوری که تا حدود یک میلی‌متر به وسیله اسید کلریدریک خورده می‌شود.

(میزان خوردن کلیشه فولادی ۰/۸ میلی‌متر است) کلیشه طلاکوب برنجی بیشتر در طلاکوب‌های دستی به کار می‌رود.

– **کلیشه طلاکوب معمولی:** نوع دیگری از کلیشه طلاکوبی است که به وسیله ماشین‌های اسیدزنی آماده می‌شود. جنس این نوع کلیشه معمولاً فولادی است و به دلیل محکم بودن، کلیشه به وسیله ماشین‌های نیمه اتوماتیک به کار گرفته می‌شود. همچنین تیراژ بالاتری نسبت به کلیشه طلاکوب برنجی دارد. به دلیل فشاری که هنگام طلاکوبی به کلیشه وارد می‌آید، سختی فلز کلیشه باید بیشتر باشد تا قدرت مقاومت در مقابل فشار را داشته باشد.

– **کلیشه و گراور نایلونی:** این نوع کلیشه از مواد پلیمری ساخته شده است. در ایران این نوع کلیشه را «نایلوپرینت» می‌نامند. (نایلوپرینت نام تجاری این نوع کلیشه است که به وسیله کمپانی آلمانی BASF ساخته می‌شود). کلیشه نایلونی در کارخانه سازنده به نور حساس می‌شود یعنی ماده پلیمر ماده حساس به نور را به همراه دارد. پایه کلیشه نایلونی فلزی یا از جنس مواد رزینی است.

– **کلیشه و گراور لاستیکی:** کلیشه و گراور لاستیکی بیشترین مورد مصرف را در تهیه انواع مهرهای لاستیکی و فرم‌های چاپ فلکسوگرافی دارد. مواد لازم برای کلیشه لاستیکی کاوچوی طبیعی است که از صمغ درختان گرفته می‌شود و لاستیک‌های مصنوعی از خانواده رزین‌های پلیمری هستند که خاصیت ترموپلاستیکی دارند. خاصیت ترموپلاستیکی یعنی تغییر شکل دادن یا دوباره شکل گرفتن بر اثر حرارت دیدن ماده پلاستیکی است. لاستیک کلیشه باید قدرت تحمل در مقابل فشار، ثابت نگه داشتن فرم کلیشه در طول زمان، قدرت به خود گرفتن مرکب و جوهرهای مختلف را به صورت یکنواخت داشته باشد. (شکل ۱۷-۲)



شکل ۱۷-۲- کلیشه و گراور لاستیکی



- ۱ مخترع دستگاه کاغذسازی کیست؟ دستگاه وی چه تحولی را در کاغذسازی به وجود آورد؟
- ۲ مواد اولیه کاغذ در ماشین‌های سریع را فقط نام ببرید.
- ۳ خصوصیات کاغذ روزنامه را بنویسید.
- ۴ نقش نوردهای سوپرکلندر در تولید کاغذ را بنویسید.
- ۵ کاربرد سیلندر دندی رول در تولید کاغذ را بنویسید.
- ۶ چند مورد از سطوح چاپی غیرکاغذی را نام ببرید.
- ۷ اختراع رنگدانه‌های مصنوعی و نقش چاپ افست در این اختراع را شرح دهید.
- ۸ تونر چیست؟
- ۹ نقش رزین‌ها در مرکب چاپ را بنویسید.
- ۱۰ انواع پلیت‌های چاپ افست را نام ببرید.
- ۱۱ کاربرد سیلیکون در پلیت افست خشک را بنویسید.
- ۱۲ انواع لاستیک سیلندر چاپ افست را نام ببرید.
- ۱۳ مواد پوشان را تعریف کنید.
- ۱۴ ویژگی‌های یک چسب مناسب را بنویسید.
- ۱۵ تفاوت کلیشه و گراور را بنویسید.
- ۱۶ کدام کاغذ به عنوان کاغذ چاپ افست شناخته می‌شود؟  
(الف) شیمیایی (ب) انجیلی (ج) روزنامه (د) تحریر

۱۷ کاغذ مناسب برای چاپ برچسب کدام است؟

الف) گلاسِه (ب) کاربن لس (ج) کرومو (د) آنتیک

۱۸ بهترین مرکب جهت چاپ بر روی چرم کدام است؟

الف) روغنی (ب) PVC (ج) آنیلین (د) لاستیکی

۱۹ در چاپ فلکسوگرافی جهت چاپ هافتن با کیفیت بالا از کدام پلیت استفاده می شود؟

الف) تک لایه (ب) چند لایه (ج) فتوپلمر (د) لاستیکی

۲۰ با استفاده از اصطلاحات سمت چپ، اصطلاحات سمت راست را به شکل صحیح کامل کنید.

مرکب نقاشی ( ) لاستیک طبیعی

الیاف گیاهی ( ) جوهر خودنویس

کاغذ خود کپی ( ) کاربن لس

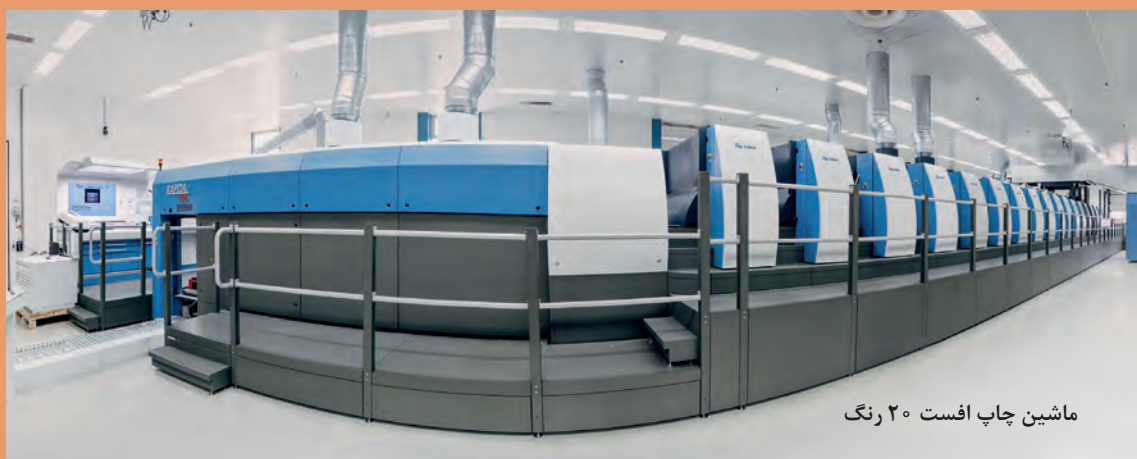
مرکب تحریر ( ) چوب

چسب لاتکس ( ) تمبرا



## فصل ۳

# شناخت ابزار و تجهیزات کارگاهی



ماشین چاپ افست ۲۰ رنگ

**شایستگی‌های فصل** ■ شناخت ابزار و تجهیزات کارگاهی برای ارتقای بهره‌وری از توان و زمان افراد در محیط کارگاه، یک ضرورت انکارناپذیر است، به گونه‌ای که آشنایی نداشتن با ابزار و تجهیزات و کاربردهای آنها، نه تنها می‌تواند فرایند انجام کار را کند، بلکه استفاده اشتباه از آنها زمینه‌ساز خسارت‌های مالی و حتی جانی نیز خواهد بود. در این فصل به‌طور خلاصه به معرفی ابزارهای عمومی و تخصصی و تجهیزات و ماشین‌آلات کارگاهی پرداخته می‌شود تا ضمن آشنایی بیشتر، زمینه‌های کاربرد آنها نیز مشخص شود.





## اول ایمنی بعد کار

در هر کارگاه برای انجام هر کاری ابتدا باید به مسائل ایمنی توجه کرد. زیرا به مصداق ضرب المثل «پیشگیری ارزان تر از درمان است» و یا «یک لحظه غفلت، یک عمر پشیمانی» ممکن است عدم رعایت موارد ایمنی باعث زیان جبران ناپذیری شود. بنابراین بایستی در انجام هر کاری توجه ویژه به مسائل ایمنی داشت و از آن غافل نشد. اهمیت ایمنی آن قدر بالاست که برای آن استانداردهای بین المللی تدوین شده و شرکت ها و کارخانه ها ملزم به رعایت آنها هستند (شکل ۳-۱).

به طور کلی بخشی از نکات ایمنی، عمومی در زیر بیان می شوند:

- مقررات و نکات ایمنی و محافظی مربوط به هر کارگاه را باید قبل از ورود به آن مطالعه کرده، تدابیر و پیش بینی های لازم را مورد توجه قرار داد.
- یکی از عوامل مؤثر در انجام کارها نظم و انضباط کار است، که نتیجه آن افزایش سرعت، کیفیت و دقت در کار است همچنین از آشفتگی و به هم ریختگی جلوگیری کرده و در نهایت منجر به کاری مطلوب، افکاری آسوده و بدون دغدغه خواهد شد.
- از هر نوع شوخی، جدال، دویدن و مواردی مانند آن در کارگاه بپرهیزید.



شکل ۳-۲- سر خوردن در کارگاه



شکل ۳-۱

- از وسایل و تجهیزات خراب و معیوب استفاده نشود.
- ابتدا با شیوه کار با ابزاری که می خواهید استفاده کنید آشنا شوید و به نکات ایمنی و محافظتی آن توجه کنید.
- مسیرهای تردد در کارگاه را مشخص کرده و آن را عاری از هرگونه لغزندگی نگه دارید، زیرا مسیر لغزنده ممکن است سبب سوانح و خسارت جبران ناپذیر گردد (شکل ۳-۲)

- هر وسیله یا ابزار در محل مخصوص به خود و به طور ایمن گذاشته شود..
- از سیم‌های بدون روکش محافظ یا دارای پوشش معیوب و غیراستاندارد استفاده نکنید.
- قبل از استفاده از دستگاه، از اتصال سیم ارت دستگاه به چاه ارت اطمینان حاصل کنید (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳- احتیاط

- مواد آتش‌زا، پارچه‌های روغنی و ... را از محیط کار دور کرده و آنها را در محل و ظرف مخصوص جمع‌آوری کنید.
- با استفاده از وسایل ایمنی متناسب با هر کار مانند دستکش، کلاه ایمنی، عینک و کفش ایمنی کمک شایانی به جلوگیری از حوادث خواهید کرد.
- از پوشیدن لباس کار گشاد خودداری کنید، لباس کار باید متناسب تن بوده و آستین‌ها و یقه آن باید کاملاً بسته باشد.
- استفاده از وسایل زینتی مانند انگشتر، حلقه، دستبند، ساعت در کارگاه خطرآفرین است. لذا در هنگام کار از آنها استفاده نشود.
- شال گردن آویزان و همچنین موها و ناخن‌های بلند خطرآفرین هستند (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۴- مراقب باشید

- قبل از استفاده هر دستگاه دقت کنید حفاظ‌های ایمنی آن در محل مربوطه قرار داشته و چنانچه مجهز به حسگر، کلید ایمنی است، آن را امتحان کنید تا سالم و فعال باشد.
- در هنگام تعمیر دستگاه‌ها بهتر است فیوزهای آن را باز کنید تا امکان بروز هر نوع خطر احتمالی از بین برود.
- برای پاک کردن و تمیز کردن، هیچ‌گاه مواد فرّار مانند؛ حلال‌ها، نفت و به‌ویژه بنزین را روی محل مورد نظر نریزید بلکه آن ماده را روی ابر فشرده یا کهنه پارچه‌ای بریزید سپس محل آلوده را تمیز کنید.
- از سیستم تهویه ایمن و ضد جرقه برای تمیزی هوای کارگاه و خروج گازها و بخارها استفاده کنید.
- استفاده از سیستم خودکار اطفای حریق یا کپسول‌های آتش خاموش‌کن مناسب ضروری است.



آیا تا به حال در زندگی شاهد یک اتفاق ناگوار برای خود یا دیگران در اثر شوخی بوده‌اید؟ شرح مختصری از آن را ذکر کنید.  
استفاده از وسایل زینتی در کارگاه ممکن است چه خطراتی را به دنبال داشته باشد؟

در این فصل سعی شده است تا با انجام یک دسته‌بندی کلی و قابل درک، ابزارها و تجهیزات مورد استفاده در صنعت چاپ معرفی شوند. در حوزه صنعت چاپ، همواره سه بخش کلی از تجهیزات وجود دارند که این سه بخش عبارت‌اند از:

- ابزارهای کارگاهی
- ابزارهای کار تخصصی
- ماشین‌آلات و دستگاه‌های تولیدی

ابتدا به معرفی ابزار عمومی کارگاهی مورد نیاز در کارگاه‌های چاپ می‌پردازیم و پس از آن ماشین‌آلات تولید صنعت چاپ را براساس فرایندکاری این صنعت خواهیم شناخت؛ در پایان نیز ابزار تخصصی مورد استفاده در هر بخش از صنعت چاپ را مرور خواهیم کرد.

### ۱-۳- ابزارهای کارگاهی

ابزارهایی که در کارگاه‌های صنعت چاپ (چاپخانه‌ها) به کار می‌روند را می‌توانیم به سه دسته کلی زیر دسته‌بندی کنیم:

- ابزارهای عمومی
- ابزارهای اندازه‌گیری
- ابزارهای تخصصی و دقیق

**۱-۳-۱- ابزارهای عمومی:** ابزارهای عمومی ابزارهایی هستند که معمولاً در بیشتر کارگاه‌ها از جمله کارگاه چاپ (چاپخانه) کاربرد دارند که متداول‌ترین آنها عبارت‌اند از:

**- آچارهای دو سر:** این آچارها در انواع دو سر تخت، دو سر رینگ، یک سر تخت یک سر رینگ، تولید می‌شوند. آچارهای دو سر برای باز کردن و بستن پیچ و مهره‌های شش گوش و چهار گوش استفاده می‌شوند (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۵- آچار دوسر یک سر تخت و یک سر رینگ

اندازه آچار با فاصله دهانه آنها تعیین می‌شوند، این آچارها در دو نوع متریک و اینچی ساخته می‌شوند. در سیستم متریک این فاصله از ۴ میلی‌متر شروع و با افزایش ۱ میلی‌متری تا ۲۵ میلی‌متر و در صورت لزوم بالاتر هم ساخته می‌شوند.

در سیستم اینچی این فاصله از یک هشتم اینچ شروع و با افزایش یک شانزدهم اینچ تا ۱ اینچ و در صورت لزوم بالاتر هم ساخته می‌شوند. جدول ۳-۱ اندازه آچارهای میلی متری و اینچی را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱- اندازه آچارهای میلی متری و اینچی

اندازه آچارهای متداول میلی متری									
۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	
۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵

اندازه آچارهای متداول اینچی							
$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	
$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	۱

شکل ۳-۶- نحوه قرارگیری یک آچار اینچی در یک پیچ  $\frac{5}{8}$  اینچ را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶- آچار اینچی  $\frac{5}{8}$  اینچ

- آچارهای رینگی: برای جلوگیری از سُرخوردن (لغزیدن) آچار از روی مهره یا پیچ، و افزایش سطح اتکای آن، از آچارهای رینگی استفاده می‌شود. دهانه آچار رینگی، که به صورت یک حلقه ساخته می‌شود، در نتیجه، امکان لغزیدن آچار به حداقل می‌رسد و از آسیب دیدن قسمت آچارخور پیچ و مهره و نیز از ایجاد سانحه جلوگیری می‌شود.

آچارهای رینگی، متناسب با محدودیت‌های فضای استفاده، در شکل‌های مختلف ساخته می‌شود. (شکل ۳-۷). اندازه این آچار نیز مشابه آچار تخت است.



شکل ۳-۷



شکل ۸-۳- جعبه آچار بوکس

**- آچار بوکس:** آچار بوکس از نظر محل درگیری قسمت آچارخور پیچ یا مهره، مشابه آچار رینگی است. ولی به سبب داشتن عمق درگیری بیشتر و کامل تر، احتمال لغزش در آن، نسبت به سایر آچارها کمتر است. این نوع آچارها به صورت یک مجموعه ساخته و ارائه می شود. (شکل ۸-۳)



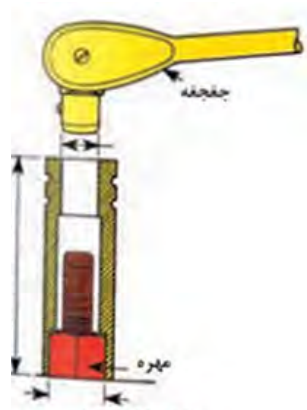
شکل ۹-۳- نحوه درگیری آچار بوکس

شیارهای داخلی استوانه بوکس کاملاً می تواند قسمت آچارخور پیچ و مهره را دربر بگیرد. با استفاده از چهار گوشه بالای آن و استفاده از دسته مناسب و ایجاد گشتاور لازم می توان با کمترین احتمال لغزش به باز کردن یا بستن اتصال پیچ و مهره ها اقدام نمود. (شکل ۹-۳) دسته های متنوعی برای این نوع آچار ساخته می شوند تا کارایی آن را به حداکثر برساند.



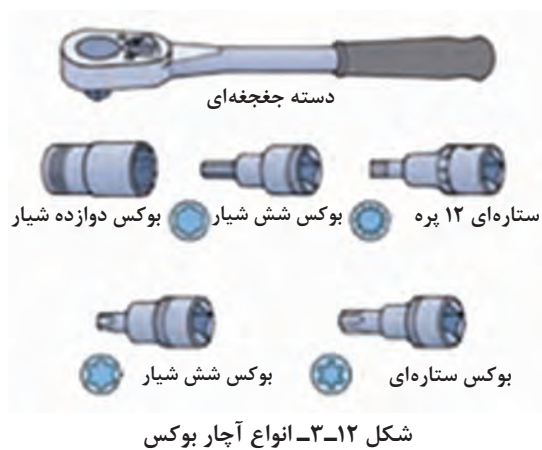
شکل ۱۰-۳- انواع دسته بوکس

علاوه بر دسته های ثابت، دسته جفجه (شکل ۱۰-۳) نیز وجود دارد که برای راحتی بیشتر و نیاز نداشتن به جابه جایی در زمان باز کردن یا بستن پیچ در جعبه بوکس ها به کار می رود.



شکل ۱۱-۳- بوکس بلند

طول استوانه های بوکس نیز می تواند با اندازه های مختلفی تولید شود. با یک بوکس پایه بلند به راحتی می توان مهره یک پیچ بلند را باز نمود (شکل ۱۱-۳).



با توجه به کارایی بسیار خوب این نوع آچار، آن را در شکل‌های مختلف دیگر، که در شکل ۱۲-۳ نشان داده شده است، ساخته و مورد استفاده قرار



می‌دهند.

در شکل ۱۳-۳ یک مجموعه بوکس ستاره‌ای برای کار روی پیچ‌ها و با مجرای ستاره‌ای نشان داده شده

شکل ۱۳-۳- بوکس ستاره‌ای



است.

- چکش: چکش‌ها به منظور ضربه‌زدن به مواضع خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. چکش‌ها در انواع سخت (فولادی) و نرم (سربی، مسی و پلاستیکی) برای ضربه‌زدن به قطعات حساس و پرداخت شده به کار می‌روند. (شکل ۱۴-۳).

چکش‌ها معمولاً دارای دسته چوبی هستند و برحسب ضرورت با وزن‌های ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم و نوع سنگین آن (پتک) در وزن‌های بالاتر ساخته می‌شوند.

شکل ۱۴-۳- انواع چکش





شکل ۳-۱۵- آچار فرانسه

– آچارهای قابل تنظیم: این آچارها اگرچه ظاهراً قابل تنظیم‌اند، لیکن به علت لقی اجزای آنها ممکن است روی پیچ یا مهره بلغزند و ضمن آسیب رساندن به قطعات، کاربر را نیز دچار سانحه کنند. آچارهای قابل تنظیم چون آچارشلاقی و آچارلوله‌گیر نیز وجود دارند که بیشتر در باز کردن و بستن لوله‌ها و پیچ‌ها و مهره‌های غیراستاندارد یا استوانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل ۳-۱۵ یک آچار قابل تنظیم معروف به آچار فرانسه را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۷- انواع انبرهای متداول



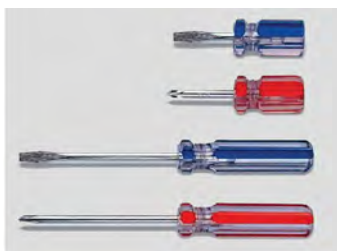
شکل ۳-۱۶- انواع انبر قفلی

– انبرها: چند نوع متداول آن (قفلی انبردست، دمباریک، کلاغی و خاربازکن) است این انبرها در کارگاه‌ها کاربرد گسترده‌ای دارند. (شکل ۳-۱۶). انبرهای دیگر با نام سیم‌چین، خارجمع‌کن، رینگ‌جمع‌کن و رینگ‌بازکن نیز در کارگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. (شکل ۳-۱۷)



شکل ۳-۱۸- آچار پیچ‌های دو سردهنده

– آچار پیچ‌های دو سردهنده: برای باز کردن و بستن پیچ‌های دو سردهنده مورد استفاده قرار می‌گیرند. (شکل ۳-۱۸) پیچ در سوراخ ابزار قرار گرفته است و با دسته بوکس مناسب، محور آچار پیچانده می‌شود.



شکل ۳-۱۹- انواع پیچ‌گشتی

– آچارهای پیچ‌گشتی (گوشتی): آچارهای پیچ‌گشتی در کارگاه و در کارهای روزانه کاربرد وسیعی دارند. این آچارها در انواع و اشکال مختلفی ساخته می‌شوند و هر یک کاربرد خاصی دارند. شکل ۳-۱۹ تعدادی از آچار پیچ‌گشتی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۲۰ - پیچ گشتی دوسو

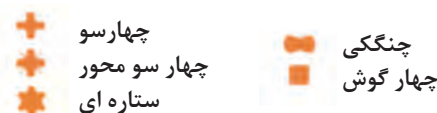


شکل ۳-۲۱ - پیچ گشتی چهارسو

- پیچ گشتی دوسو: شکل ۳-۲۰ یک آچار پیچ گشتی دوسو را نشان می دهد.

- پیچ گشتی چهارسو: شکل ۳-۲۱ یک آچار پیچ گشتی چهارسو که برای باز کردن پیچ ها با شیار چهارسو مورد استفاده قرار می گیرد را نشان می دهد.

- پیچ گشتی های ویژه: این پیچ گشتی ها با اشکال چهارسو، ستاره ای، چنگکی و چهار پهلوارائه می شوند و برای باز کردن و بستن پیچ ها با شیار مشابه مورد استفاده قرار می گیرند (شکل ۳-۲۲).



شکل ۳-۲۲ - شکل سر پیچ گشتی های خاص



شکل ۳-۲۳ - آچار آلن

- آچار آلن: آچار آلن برای باز کردن پیچ های شیاردار (شش گوش، چهار گوش، ستاره ای) مورد استفاده قرار می گیرند (شکل ۳-۲۳).



شکل ۳-۲۴ - انواع آچار درجه دار با نشان دهنده دیجیتالی

- آچار درجه دار (تُرک متر): آچار درجه دار (ترک متر) برای بستن، پیچ یا مهره ها با نیروی معینی به کار می رود. (شکل ۳-۲۴) این آچارها با نصب بوکس متناسب با قسمت آچارخور پیچ یا مهره می تواند به صورت دسته بوکس پیچ یا مهره ها را با گشتاور نیروی معینی ببندند.

این آچارها در دو نوع درجه دار، عقربه ای و قابل تنظیم ساخته می شوند. این آچارها پس از رسیدن به گشتاور معین، با صدای تقّه خود از رسیدن به نیروی مورد نظر خبر می دهند.

- قیچی تیغه بلند: طول تیغه‌های این قیچی ۲۵ سانتی‌متر بوده و برای کار در کارگاه‌های پس از چاپ مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- کاردک‌های رنگ: کاردک‌های رنگ به پهنای ۳ تا ۱۰ سانتی‌متر بوده و در کارگاه چاپ مورد استفاده قرار می‌گیرد.



چرخ دستی (لیفتراک دستی): در محوطه کارگاه، از چرخ دستی برای جابه‌جایی دسته کاغذهای بریده نشده، از محل انبار به پای ماشین برش و یا بارگذاری کاغذهای بریده شده به ماشین چاپ استفاده می‌شود. این چرخ‌ها معمولاً دارای دو چرخ ثابت در جلو و یک چرخ متحرک (چرخان) در قسمت عقب هستند و هدایت آن به راحتی صورت می‌گیرد (شکل ۲۵-۳).

شکل ۲۵-۳- چرخ دستی (لیفتراک دستی)

- ۳-۱-۲- ابزارهای اندازه‌گیری: ابزارهای اندازه‌گیری را می‌توانیم جزء ابزارهای دقیق دسته‌بندی کنیم. این ابزارها عبارت‌اند از:  
خط‌کش اندازه‌گیری: خط‌کش‌ها نیز جزء وسایل عمومی اندازه‌گیری طول هستند که به صورت فلزی، پلاستیکی، چوبی و ... ساخته می‌شوند. خط‌کش‌ها دارای تقسیمات ۱ میلی‌متری و گاهی ۰/۵ میلی‌متر هستند. خط‌کش‌های اینچی نیز دارای تقسیمات  $\frac{1}{2}$ ،  $\frac{1}{4}$ ،  $\frac{1}{8}$ ،  $\frac{1}{16}$ ،  $\frac{1}{32}$  و گاهی  $\frac{1}{64}$  اینچ هستند. گستره اندازه‌گیری خط‌کش‌های میلی‌متری به یک متر و گستره اندازه‌گیری خط‌کش‌های اینچی به یک یارد می‌رسد (شکل ۲۶-۳).



شکل ۲۷-۳- متر نواری



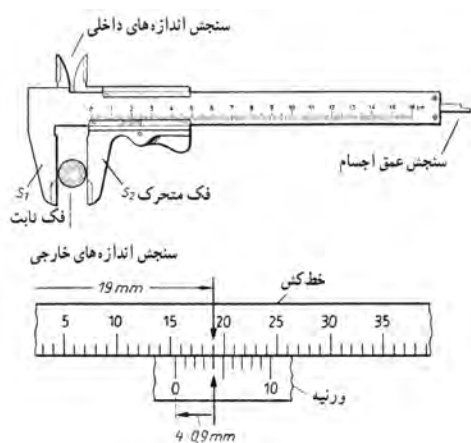
شکل ۲۶-۳- خط‌کش اندازه‌گیری

- متر نواری: از متر نواری برای اندازه‌گیری طول در محیط‌های خارجی استفاده می‌شود. جنس آن را از تیغه‌های فولادی، فریم‌های آلومینیومی سبک، سلولز استات و ... و در انواع متریک و اینچی یا هر دو سیستم هم متریک و هم اینچی در طول‌های ۲ و ۳ متری و بیشتر ساخته می‌شوند (شکل ۲۷-۳).



قطع و عطف (طول و عرض و ارتفاع) همین کتابی که پیش روی شماست را به وسیله متر و خط کش فلزی با گستره ۳۰ سانتی متر اندازه گرفته نتایج را با همدیگر مقایسه و پیرامون اختلاف و یا مساوی بودن مقادیر بحث و نتیجه گیری کنید.

– **کلیس:** کلیس تشکیل شده است از یک خط کش اندازه گیری، یک فک ثابت  $S_1$  و یک فک متحرک  $S_2$  که روی خط کش به صورت کشویی حرکت می کند. روی فک متحرک درجه بندی شده است. در این درجه بندی طول ۹ میلی متر را به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم کرده اند. به این ترتیب، فاصله بین خط برابر است با  $0.9 \text{ mm} = 10 \div 9$  این تقسیم بندی ورنیه نام دارد. این کلیس با ویژگی (کلیس ۰/۱) یا ده قسمتی شناخته می شود (شکل ۳-۲۸).



شکل ۳-۲۸



شکل ۳-۲۹ پ  
کلیس معمولی



شکل ۳-۲۹ ب  
کلیس دیجیتالی



شکل ۳-۲۹ الف) کلیس عقربه ای

**کلیس (کولیس) ورنیه:** کلیس های ورنیه دار با قابلیت

تفکیک ۰/۱، ۰/۵ و ۰/۰۲ میلی متر و  $\frac{1}{128}$  و  $\frac{1}{1000}$  اینچ ساخته می شوند.

– **اندازه گیری:** هنگام اندازه گیری، دو فک به آرامی به جسم مورد اندازه گیری فشار داده می شوند.

– **خواندن کلیس:** ابتدا اندازه کامل (عدد صحیح) را که در راستای اولین خط ورنیه و روی خط کش قرار دارد را می خوانیم. سپس روی ورنیه خطی را جست و جو می کنیم که در راستای یکی از خطوط خط کش باشد. از آنجا که در تقسیم بندی ورنیه هر تقسیم (فاصله دو خط) ۰/۱ میلی متر از یک میلی متر کمتر است، پس تعداد فواصل تا آن خط را می توان در ۰/۱ میلی متر ضرب نمود. بدین ترتیب میزان عدد اعشاری نیز به دست می آید. در شکل ۳-۲۸ اندازه جسم برابر  $19.4 \text{ mm}$  میلی متر است. با کلیس می توان اندازه های خارجی، داخلی و نیز عمق اجسام را به دست آورد.

**دقت کلیس:** دقت کلیس شرح داده شده ۰/۱ میلی متر است.  $0.1 \text{ mm} = 10 \div 9$  و  $0.9 \text{ mm} = 10 \div 9$

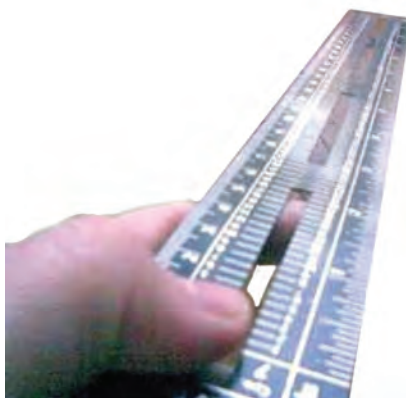
کلیس ها معمولاً در سه نوع معمولی، عقربه ای و دیجیتالی تولید می شوند (شکل ۳-۲۹ الف، ب، پ).

کولیس ها با ویژگی (کولیس ۰/۵٪) یا بیست قسمتی، (کولیس ۰/۲۵٪) یا چهل قسمتی، (کولیس ۰/۲٪) یا پنجاه قسمتی تولید می شوند.



به کمک یکی از همکلاسی‌های خود کولیس ورنیه‌ای را از انبار کارگاه تحویل گرفته، آن را روی مقداری خاص تنظیم کرده، مقدار را خوانده و با رسم شکل مقدار را روی آن نشان دهید.

– تیپومتر (خط‌کش اندازه‌گیر): جنس تیپومتر از فولاد و یا آلیاژ نقره است ولی گاهی نیز از پلاستیک شفاف ساخته می‌شوند. روی تیپومتر با سیستم متریک و نیز سیستم تیپوگرافی مدرج شده است. و طول آن معمولاً برابر با  $798^\circ$  (پوینت) معادل 30 cm (شکل ۳-۳۰).



شکل ۳-۳۰

– پرگار: برای انتقال اندازه‌ها در کارهای صحافی کاربرد دارد (شکل ۳-۳۱).



شکل ۳-۳۱

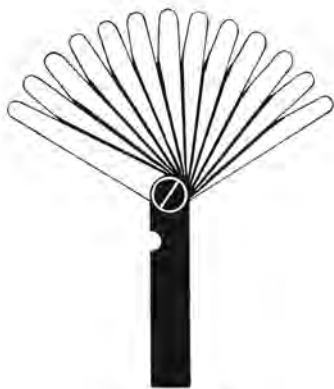
۳-۱-۳- ابزارهای تخصصی و دقیق: که در کارگاه‌های صنعت چاپ کاربرد دارند را به دو دسته ابزارهای تخصصی و ابزارهای دقیق دسته‌بندی کرده‌ایم.

الف: ابزارهای تخصصی:

– لوپ (ذره‌بین): برای بررسی وضعیت ترام و رنگ کار چاپ‌شده. loupe واژه‌ای فرانسوی است که در انگلیسی loup نوشته می‌شود. در واقع لوپ همان ذره‌بین کوچک صنعت چاپ است که ترام‌های چاپ را با آن مشاهده می‌کنند. لوپ در شکل‌های مختلف ثابت، جمع‌شو، پایه‌دار و مجهز به چراغ و بدون نور موجود هستند. لوپ‌ها دارای بزرگ‌نمایی از X5 و X10 و بالاتر هم هستند (شکل ۳-۳۲).



شکل ۳-۳۲



شکل ۳-۳۳- فیلر تیغه‌ای

– **فیلر:** برای مشخص کردن فاصله دقیق بین دو قطعه (مثلاً تعیین و تنظیم فاصله پنجه‌ها) از فیلر استفاده می‌شود. در فیلر معمولاً ورقه‌های فولادی با ضخامت  $0/1$  تا  $0/05$  میلی‌متر به‌طور مرتب پشت سر یکدیگر قرار داده شده‌اند.

در چاپخانه برای تنظیم پنجه‌های انتقال کاغذ و نوردها از فیلر استفاده می‌کنند (شکل ۳-۳۳).

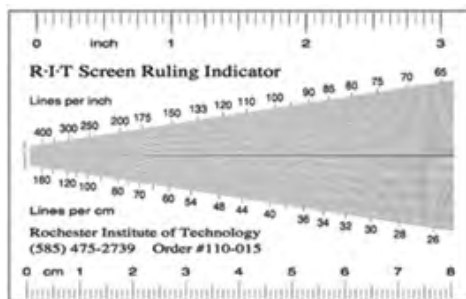


شکل ۳-۳۴

– **میکرومتر:** در کارگاه‌های چاپ از میکرومتر برای اندازه‌گیری ضخامت کاغذها استفاده می‌شود. روی سطح جانبی پوسته میکرومتر درجه‌بندی شده است. در این درجه‌بندی  $0/5\text{mm}$  را به ۵۰ قسمت مساوی تقسیم کرده‌اند. بدین ترتیب یک دور گردش پیچ میکرومتر برابر با  $0/5\text{mm}$  است. روی میله پیچ نیز ۲۵ میلی‌متر را با فاصله یک میلی‌متر مدرج کرده‌اند. در خواندن عدد مورد نظر بایستی اندازه عدد صحیح را از روی میله پیچ و عدد اعشاری را از روی پوسته خواند.

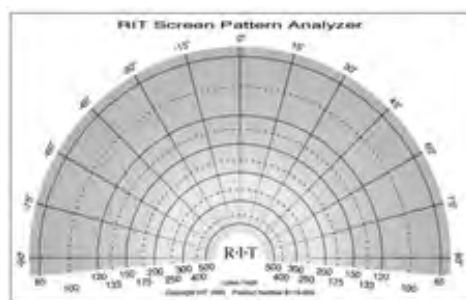
با توجه به این که در تقسیمات پوسته  $0/5\text{mm}$  را به ۵۰ قسمت تقسیم کرده‌اند پس فاصله هر دو خط برابر با  $\frac{0/5}{50} = 0/01$  میلی‌متر است. مثلاً اگر در اندازه‌گیری یک مقوا عدد روی میله کمی از یک گذشته باشد و عدد روی پوسته روی ۲۵ باشد، ضخامت این مقوا  $1/25\text{mm}$  خواهد بود (شکل ۳-۳۴).





شکل ۳-۳۵

– ابزار اندازه‌گیری ترام: این ابزار از یک طلق شفاف و مقاوم ساخته شده است که با قرار دادن آن بر روی کار چاپ شده lpi یا تعداد ترام در واحد طول مشخص می‌شود (شکل ۳-۳۵).



شکل ۳-۳۶

– زاویه‌سنج ترام: این ابزار نیز از یک طلق شفاف و مقاوم ساخته شده است که با قرار دادن آن بر روی کار چاپ شده زاویه ترام در مشخص می‌شود (شکل ۳-۳۶).

#### ب: ابزارهای دقیق:



شکل ۳-۳۷

– دنسیتومتر: این ابزار بسیار مهم و کاربردی، برای سنجش تراکم (دانسیته) کار چاپ شده، ساخته شده است. اما نوع مدرن آن امکان سنجش چندین پارامتر کیفی دیگر مانند چاقی ترام، همپوشانی و ... را نیز دارد. (شکل ۳-۳۷).



شکل ۳-۳۸

– پلیت‌سنج: از این ابزار برای سنجش و پایش ویژگی‌های کیفی پلیت، استفاده می‌شود (شکل ۳-۳۸).



– اسپکتروفتومتر (طیف سنج): این ابزار جزء ابزارهای کنترل کیفیت است که برای اندازه گیری دقیق رنگ ها کاربرد دارد (شکل ۳-۳۹).

شکل ۳-۳۹



– ضخامت سنج لایه مس سیلندر: این دستگاه جزء ابزارهای کنترل کیفیت است که برای اندازه گیری ضخامت لایه مسی سیلندر چاپ روتوگراور کاربرد دارد (شکل ۳-۴۰).

شکل ۳-۴۰



– صافی سنج سیلندر: این ابزار جزء ابزارهای کنترل کیفیت است که برای اندازه گیری دقت همواره بودن یا میزان پستی بلندی چاپ روتوگراور کاربرد دارد (شکل ۳-۴۱).

شکل ۳-۴۱

– پ هاش متر: از این ابزار برای سنجش میزان اسیدی یا قلیایی محلول ها استفاده می کنند و به دو صورت نوارهای کاغذی و الکتریکی که به نام قلمی هم معروف هستند، وجود دارند (شکل ۳-۴۲ و ۳-۴۳).



شکل ۳-۴۳



شکل ۳-۴۲

– هدایت سنج الکتریکی یا کانداکتیویته متر: در فرایند چاپ با کانداکتیویته متر میزان قابلیت هدایت الکتریکی یا رسانایی محلول به منظور تعیین میزان خلوص محلول یا آلودگی‌های وارد شده در آن سنجیده می‌شود. این ابزار همچنین تعداد کل ذرات موجود در محلول را مشخص می‌کند (شکل ۳-۴۴).



شکل ۳-۴۴

– فشارسنج: ابزاری برای اندازه‌گیری فشار میان نوردها و سیلندرهای دستگاه چاپ کاربرد دارد (شکل ۳-۴۵ و ۳-۴۶).



شکل ۳-۴۶



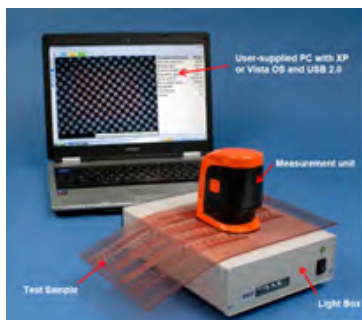
شکل ۳-۴۵

– سختی سنج سیلندر: این ابزار جزء ابزارهای کنترل کیفیت است که برای اندازه‌گیری سختی لایه کرم آبکاری شده روی سیلندر چاپ روتوگراور کاربرد دارد (شکل ۳-۴۷).



شکل ۳-۴۷

– پلیت سنج فلکسوگرافی: این ابزار جزء ابزارهای کنترل کیفیت است که برای بررسی و اندازه‌گیری ترام‌های کلیشه فتوپلیمری چاپ فلکسوگرافی کاربرد دارد (شکل ۳-۴۸ و شکل ۳-۴۹).



شکل ۳-۴۹



شکل ۳-۴۸

– سختی سنج سطح یا شورسنج (shore): با این ابزار سختی نوردها را مشخص می‌کنند (شکل ۳-۵۰).



شکل ۳-۵۰

– ویسکوزیته متر: برای سنجش ویسکوزیته یا گرانروی با توجه به نوع سیال، از ابزار و روش‌های خاصی استفاده می‌شود. برای سنجش میزان ویسکوزیته مرکب‌های فلکسوگرافی و روتوگراور از نوع کاپ یا فنجان استفاده می‌شود (شکل ۳-۵۱ و ۳-۵۲).



شکل ۳-۵۲



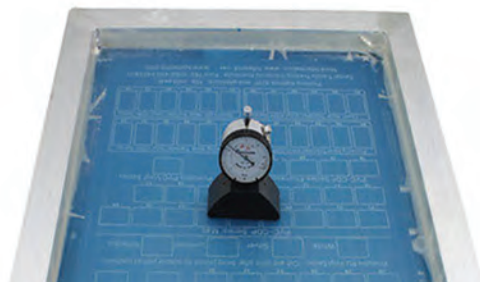
شکل ۳-۵۱

– ساعت اندازه‌گیری: ابزار اندازه‌گیری اختلاف سطح با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر برای مشخص شدن اختلاف سطح سیلندر پلیت، سیلندر لاستیک و سیلندر چاپ به منظور زیرسازی لاستیک و یا پلیت از آن استفاده می‌شود و جزء ابزارهای اندازه‌گیری دقیق محسوب می‌شود (شکل ۳-۵۳).



شکل ۳-۵۳

– کشش سنج توری: همانگونه که از نام آن نیز برمی‌آید این ابزار برای سنجش میزان کشش توری در شابلون (فرم چاپ) اسکرین استفاده می‌شود. توری کشیده شده بر روی چارچوب چاپ اسکرین متناسب با ویژگی‌های چاپ، بایستی از کشش مورد نیاز خود برخوردار باشد (شکل ۳-۵۴).



شکل ۳-۵۴

– الکل سنج: برای سنجش میزان الکل محلول در آب دستگاه چاپ افست مورد استفاده قرار می‌گیرد.  
– رطوبت سنج: وسیله اندازه‌گیری میزان رطوبت محیط (سالن چاپ، انبارها) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ۳-۲- تجهیزات و ماشین‌های کارگاهی

در تجهیزات مورد استفاده در صنعت چاپ، گستردگی قابل توجهی وجود دارد. از این رو برای معرفی و شناخت آنها از مسیر گردش کار در این صنعت استفاده می‌بریم. در این راستا به‌طور ساختاری با جریان گردش کار در صنعت چاپ آشنا شده و از فرایند کاری و کاربری این تجهیزات، درک بهتری پیدا می‌کنیم.

۳-۲-۱- تجهیزات (ماشین‌های) کارگاه پیش از چاپ (PRE PRESS): تجهیزات کارگاه پیش از چاپ را می‌توان به دو بخش آنالوگ و دیجیتال تقسیم کرد. در ادامه تجهیزات هر بخش را به اختصار شرح می‌دهیم:

الف) تجهیزات پیش از چاپ آنالوگ: این تجهیزات عبارت‌اند از:

-/یمبیج ستر: این دستگاه برای تهیه فیلم لیتوگرافی از فایل الکترونیکی به کار می‌رود (شکل ۳-۵۵).



شکل ۳-۵۵



– **دستگاه/اسکنر:** کاربرد این دستگاه در تصویربرداری از یک سند فیزیکی است که نهایتاً امکان تهیه یک فایل الکترونیکی از آن را فراهم می‌آورد. همچنین قابلیت تعریف کیفیت تصویربرداری و نوع فایل الکترونیکی و سایر جزئیات مورد نیاز را به کاربر دستگاه می‌دهد (شکل ۳-۵۶).



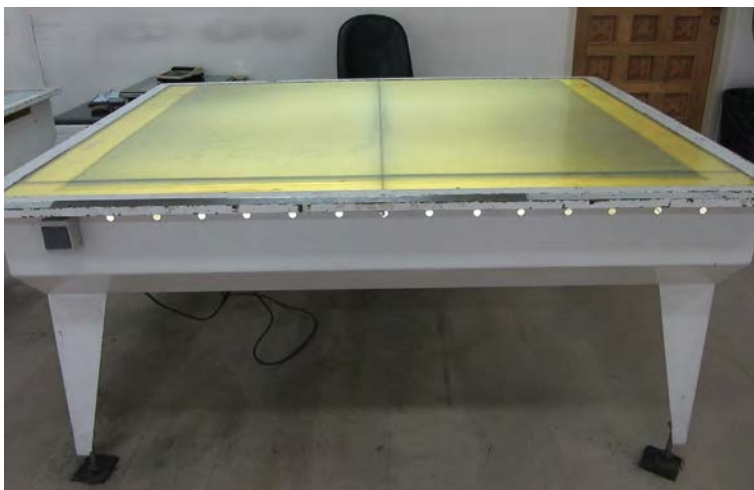
شکل ۳-۵۶

– **دستگاه پروسسور:** این دستگاه در واقع بخش تکمیلی دستگاه ایمیج ستر است و برای ظهور و ثبوت فیلم خروجی از آن استفاده می‌شود که به دو صورت این لاین یا آف لاین وجود دارد (شکل ۳-۵۷).



شکل ۳-۵۷

– **میز نور:** میز نور برای ایجاد روشنایی لازم در زمان چیدمان (مونتاژ) فیلم‌های لیتوگرافی برای آماده‌سازی کپی فیلم بر روی فرم چاپ استفاده می‌شود (شکل ۳-۵۸).



شکل ۳-۵۸

– **دستگاه قید کپی:** این دستگاه مجهز به سیستم تخلیه هوا (وکیوم) است که با استفاده از قدرت نوردهی بسیار قوی، کار کپی محتوای روی فیلم لیتوگرافی بر روی پلیت چاپ افسست را انجام می‌دهد (شکل ۳-۵۹).



شکل ۳-۵۹

– **دستگاه نوردهی کلیشه:** از این دستگاه نیز همچون در دستگاه قید کپی و دستگاه نوردهی به سیلندر، برای نوردهی فیلم به روی کلیشه استفاده می‌شود (شکل ۳-۶۰).



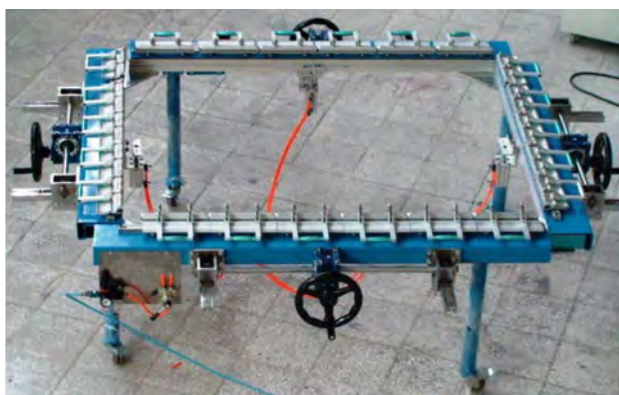
شکل ۳-۶۰

– **میز نوردهی به شابلون:** این میز نور نیز ویژه نوردهی برای انتقال مطالب چاپ توری حساس و خشک شده شابلون چاپ سیلک است (شکل ۳-۶۱).



شکل ۳-۶۱

– **توری کش شابلون:** به منظور نصب شابلون در روش چاپ سیلک مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۳-۶۲).



شکل ۳-۶۲

ب) تجهیزات پیش از چاپ دیجیتال: این تجهیزات عبارت‌اند از:  
- **دستگاه پلیت ستر:** دستگاه‌های پلیت ستر نسل بعد از دستگاه‌های ایمیج ستر هستند که نیاز به مرحله تهیه فیلم را از بین برده و به‌طور مستقیم امکان تهیه پلیت چاپ افسست از روی فایل الکترونیکی را فراهم نموده‌اند (شکل ۳-۶۳).



شکل ۳-۶۳

- **دستگاه سیلندرگیری الکترومکانیکی:** برای تهیه سیلندر چاپ روتوگراور بدون استفاده از فرایند پیچیده و خطرناک شیمیایی است. که با استفاده از هدهای بسیار دقیق و کوچک الماسه و هدایت الکترونیکی مکانیزم حرکتی آن کار نگاشت یا حکاکی سیلندر را انجام می‌دهد (شکل ۳-۶۴).



شکل ۳-۶۴

– **دستگاه سیلندرگیری لیزری:** این دستگاه که بسیار مدرن و آخرین فناوری سیلندرگیری است، بدون نیاز به تماس مستقیم و با استفاده از فناوری لیزر، حکاکی سیلندر چاپ روتوگراور را انجام می‌دهد (شکل ۳-۶۵).



شکل ۳-۶۵

– **دستگاه کلیشه‌گیری لیزری:** این دستگاه نیز برای تهیه کلیشه‌های چاپ برجسته از فناوری لیزر استفاده می‌کند (شکل ۳-۶۶).

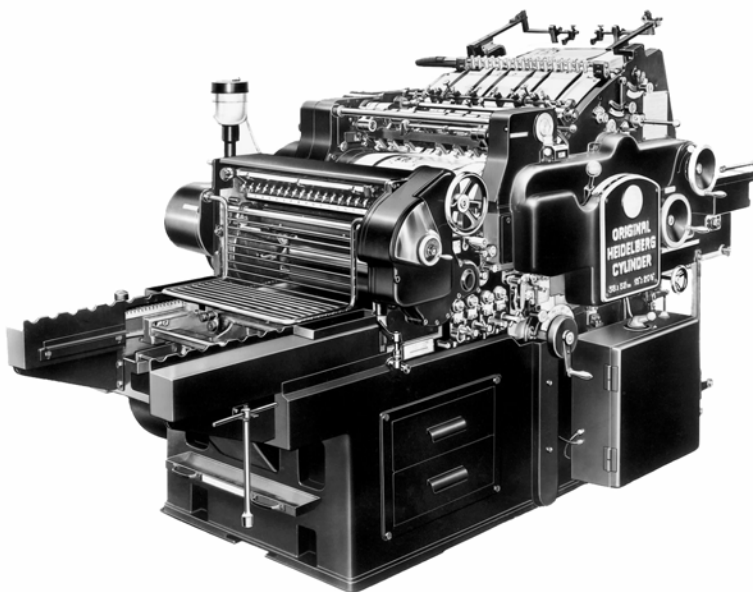


شکل ۳-۶۶



۳-۲-۲- تجهیزات (ماشین‌های) کارگاه چاپ (PRESS): ابزار و تجهیزات مورد استفاده در صنعت چاپ، گستردگی بسیار زیادی وجود دارد؛ به منظور سهولت در شناخت ماشین‌های کارگاه چاپ آنها را به هفت گروه زیر دسته‌بندی می‌کنیم:

**الف) ماشین‌های چاپ لترپرس:** آخرین ماشین‌آلات این روش چاپی، امروزه عموماً برای کارهای غیرچاپی استفاده می‌شوند که برخی کاربردهای آنها عبارت‌اند از: دایکات، پرافراژنی، شماره‌زنی، برجسته‌کاری (شکل ۳-۶۷).



شکل ۳-۶۷

**ب) ماشین‌های چاپ فلکسوگرافی:** از ماشین‌ها و دستگاه‌های چاپ فلکسو بیشتر برای چاپ در صنعت بسته‌بندی و همچنین چاپ کاغذهای چسب‌دار (لیبل) استفاده می‌شود؛ اما نوع ورقی این روش چاپی نیز برای چاپ روی ورق‌های چند لایه کارتن طراحی و ساخته می‌شوند. این ماشین‌ها از سه نوع ساختار برخوردار هستند (شکل ۳-۶۸ تا ۳-۷۰).



– ماشین چاپ فلکسوگرافی با ساختار سیلندر مرکزی یا ماهواره‌ای (*Satelite*) (شکل ۳-۶۸).



شکل ۳-۶۸

– ماشین چاپ فلکسوگرافی با ساختار خطی (*Inline*) (شکل ۳-۶۹).



شکل ۳-۶۹ – ماشین چاپ فلکسوگرافی

– ماشین چاپ فلکسوگرافی با ساختار ایستاده (*Stack*) (شکل ۳-۷۰).



شکل ۳-۷۰ – ماشین چاپ فلکسوگرافی ایستاده

پ) ماشین‌های چاپ افست: ماشین‌های چاپ افست خود نیز دارای زیرمجموعه هستند که عبارت‌اند از: ماشین چاپ افست لیتوگرافی و ماشین چاپ افست خشک (شکل ۳-۷۱).

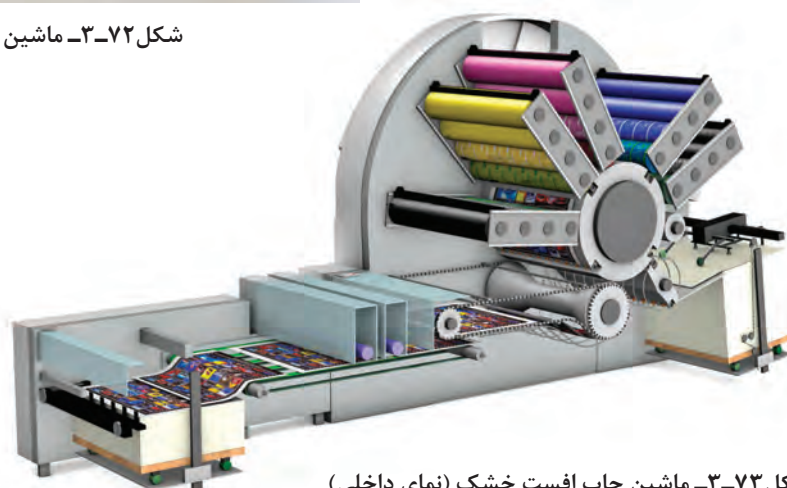


شکل ۳-۷۱- ماشین چاپ افست لیتوگرافی



- ماشین چاپ افست خشک (شکل ۳-۷۲ و ۳-۷۳).

شکل ۳-۷۲- ماشین چاپ افست خشک (نمای خارجی)



شکل ۳-۷۳- ماشین چاپ افست خشک (نمای داخلی)

ت) ماشین‌های چاپ گود (روتوگراوور): ماشین‌های چاپ گود نیز مانند سایر ماشین‌های چاپ دارای زیر مجموعه خاص خود است. که کاربرد اصلی این روش چاپی نیز در صنعت بسته‌بندی است؛ هرچند برای چاپ روی سطوح مختلف از جمله برای چاپ کاغذ دیواری نیز کاربرد قابل توجهی دارد (شکل ۳-۷۴).



شکل ۳-۷۴

ث) ماشین‌های چاپ بالشتکی: این ماشین‌ها از ساختار ماشین‌های چاپ گود پیروی می‌کند و به‌عنوان یک روش چاپ خلاقانه، بیشتر برای چاپ روی سطوح غیرصاف استفاده می‌شود (شکل ۳-۷۵).



شکل ۳-۷۵

ج) ماشین‌های چاپ شابلونی (سیلک اسکرین): این ماشین‌ها امکان چاپ بر روی دامنه گسترده‌ای از سطوح چاپ شونده را دارند به عنوان مثال: چاپ پارچه و چاپ روی انواع قطعات. البته در آینده با کاربردهای متنوع دیگری از این ماشین‌ها آشنا خواهید شد (شکل ۳-۷۶).



شکل ۳-۷۶

چ) ماشین‌های چاپ دیجیتال: چاپ دیجیتال آخرین تکنولوژی در دنیای صنعت چاپ است که توانسته روز به روز بر دامنه فعالیت خود بیافزاید.

دو تکنیک اصلی چاپ دیجیتال نیز هر کدام به طور جداگانه از انواع دستگاه‌های خاص خود برخوردارند و به طور روزافزونی بر تنوع و توسعه تکنولوژی آنها نیز افزوده می‌شود.

– چاپ دیجیتال جوهرافشان: در این ماشین‌ها عموماً از جوهرهای مایع و سیستم‌های پیچیده پاشش یا فرونشاننده جوهر برای تبدیل کدهای دیجیتال به مفاهیم چاپ شونده استفاده می‌شود. شکل ۳-۷۷ دستگاه چاپ جوهرافشان چاپ روی سنگ و سرامیک را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷۷ ماشین چاپ جوهرافشان



شکل ۳-۷۸ ماشین چاپ جوهر افشان با اندازه بزرگ (Large Format) را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷۸- ماشین چاپ جوهر افشان Large Format

- چاپ دیجیتال لیزری: ماده چاپ شونده در این روش چاپی به صورت پودر خشک است، همین موضوع نیز عامل مهمی در طراحی ساختار عملکردی دستگاه‌های چاپ دیجیتال لیزری می‌باشد (شکل ۳-۷۹)



شکل ۳-۷۹

۳-۲-۳- تجهیزات (ماشین‌های) کارگاه پس از چاپ (POST PRESS): ماشین‌های کارگاه پس از چاپ بسیار متنوع است که در یک دسته‌بندی کلی می‌توان آن را به دو صورت زیر جدا کرد:  
الف) ماشین‌های صحافی کتاب و مجلات: تجهیزات مورد استفاده در این بخش عبارت‌اند از:  
- دستگاه برش: این دستگاه در اندازه‌های دهانه مختلفی ساخته می‌شوند و برای برش حجم‌های بسیار زیاد کاغذ و مقوا به صورت دسته‌ای ساخته می‌شوند (شکل ۳-۸۰).



شکل ۳-۸۰

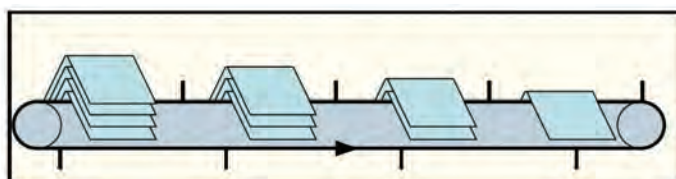
- دستگاه ورق تاکنی: کاغذهای چاپ شده توسط دستگاه‌های چاپ معمولاً از ابعاد بزرگی برخوردارند. ابتدا بایستی در ابعاد مورد نیاز تا شوند که این کار توسط دستگاه‌های ورق تاکنی انجام می‌شود (شکل ۳-۸۱).



شکل ۳-۸۱



– دستگاه‌های ترتیب‌کن فرم و اوراق: این دستگاه برای قرار دادن ورق‌های تا شده کتاب و مجله در کنار یا داخل یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۳-۸۲ و شکل ۳-۸۳).



شکل ۳-۸۲- دستگاه ترتیب‌کن فرم



شکل ۳-۸۳- دستگاه ترتیب‌کن اوراق

– **دستگاه‌های صحافی چسب گرم:** این دستگاه برای جلدگذاری بلوک آماده شده کتاب با استفاده از چسب مذاب شده توسط حرارت استفاده می‌شود (شکل ۳-۸۴).



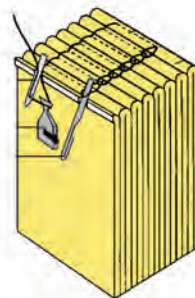
شکل ۳-۸۴- دستگاه صحافی چسب گرم

– **دستگاه‌های صحافی چسب سرد:** تفاوت این دستگاه با دستگاه چسب گرم در نوع ساختار چسب آن است که بدون نیاز به حرارت دادن به چسب صحافی و با استفاده از نوعی از چسب که همواره در حالت مایع (خمیری) وجود دارد، امکان صحافی کتاب‌ها و مجلات را فراهم می‌آورد (شکل ۳-۸۵).



شکل ۳-۸۵- دستگاه صحافی چاپ سرد

– **دستگاه ته‌دوزی با نخ:** برای پیوند دادن فرم‌های تا شده کتاب یا مجله در صحافی ته‌دوخت، از دستگاه دوخت استفاده می‌شود (شکل ۳-۸۶ و ۳-۸۷) یک نمونه دستگاه ته‌دوزی با نخ و یک نمونه دوخته شده را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۸۷- نمونه دوخت (ته‌دوزی)

شکل ۳-۸۶- دستگاه ته‌دوزی با نخ

– **دستگاه دوخت مفتولی:** برای پیوند دادن فرم‌های تا شده کتاب یا مجله در صحافی از روش مفتول زدن نیز استفاده می‌شود (شکل ۳-۸۸).



شکل ۳-۸۸- دستگاه دوخت مفتولی

ب) ماشین‌های فرایند تکمیلی: فرایندهای تکمیلی عبارت‌اند از: ماشین‌های پوشش‌دهی، برش‌های ویژه (دایکات) فویل کوبی (طلایی و نقره‌ای ...) شماره‌زنی، پانچ و پرفراژزنی، چسب‌زنی، طرح‌زنی (امباس) جعبه چسبانی، پاکت‌سازی و ... اشاره نمود.

– ماشین پوشش‌دهی: برای پوشش دادن سطوح فرم‌های چاپ شده استفاده می‌شود. شکل ۳-۸۹



شکل ۳-۸۹- ماشین پوشش‌دهی (سلفون کشی)



– ماشین طلاکوب: بیشتر برای تزئین سطوح فرم‌های چاپ شده استفاده می‌شود (شکل ۳-۹۰).

شکل ۳-۹۰- ماشین طلاکوب



– ماشین برش های ویژه تمام اتوماتیک (دایکات): (شکل ۳-۹۱).



شکل ۳-۹۱- ماشین تمام اتوماتیک (دایکات)

– ماشین برش های ویژه (دایکات): تیگلی یا فکی (شکل ۳-۹۲).



شکل ۳-۹۲- ماشین دایکات تیگلی (فکی)

– ماشین پاکت سازی: (شکل ۳-۹۳).



شکل ۳-۹۳- ماشین پاکت سازی

– ماشین جعبه چسبانی: (شکل ۳-۹۴).



شکل ۳-۹۴- ماشین جعبه چسبانی

– ماشین شماره زنی: (شکل ۳-۹۵).



شکل ۳-۹۵- ماشین شماره زنی





- ۱ عبارت پیشگیری، ارزان تر از درمان است، لزوم رعایت چه عملی را در کارگاه بیان می کند؟
- ۲ شیوه صحیح استفاده از حلال ها (مواد فرار) جهت تمیز کردن سطوح را شرح دهید.
- ۳ دسته بندی ابزارهای و تجهیزات مورد استفاده در صنعت چاپ را بنویسید.
- ۴ نحوه خواندن کولیس را شرح دهید.
- ۵ کاربردهای دنسیتومتر را بنویسید.
- ۶ کاربرد کانداکتیویته متر را شرح دهید.
- ۷ ایمچ ستر چیست؟
- ۸ مورد استفاده دستگاه پلیت ستر را بنویسید.
- ۹ کارهایی که امروزه با استفاده از ماشین های چاپ لترپرس انجام می شود را نام ببرید.
- ۱۰ تفاوت دستگاه صحافی چسب گرم با چسب سرد در چیست؟
- ۱۱ کدام آچار احتمال لغزش کمتری در زمان استفاده نسبت به سایر آچارها دارد؟  
(الف) بوکس (ب) رینگ (ج) تخت (د) قفلی
- ۱۲ جهت باز کردن پیچ های چنگکی از کدام پیچ گشتی استفاده می شود؟  
(الف) چهارسو (ب) دوسو (ج) ویژه (د) ستاره ای
- ۱۳ قیچی تیغه بلند در کدام کارگاه مورد استفاده قرار می گیرد؟  
(الف) لیتوگرافی (ب) چاپ (ج) پس از چاپ (د) چاپ دیجیتال
- ۱۴ کولیس ۲۵ درصد چند قسمتی می باشد؟  
(الف) ۱۰ (ب) ۲۵ (ج) ۴۰ (د) ۸۰

۱۵ جهت اندازه‌گیری ضخامت کاغذ از کدام ابزار استفاده می‌شود؟

الف) لوپ      ب) کولیس      ج) تیپومتر      د) میکرومتر

۱۶ برای اندازه‌گیری Lab رنگ‌های چاپ‌شده از کدام ابزار استفاده می‌شود؟

الف) لوپ      ب) دنسیتومتر      ج) طیف‌سنج      د) پلیت‌سنج

۱۷ کدام دستگاه در بخش پیش از چاپ روتوگراور استفاده می‌شود؟

الف) کلیشه‌گیری لیزری      ب) سیلندرگیری لیزری

ج) قیدکپی      د) توری کش

۱۸ جهت چاپ روی سطوح غیرصاف از کدام روش چاپی استفاده می‌شود؟

الف) افست      ب) لترپرس      ج) گود      د) بالشتکی



## فصل ۴

# محاسبات فنی



**شایستگی‌های فصل** ■ هدف از انجام محاسبات فنی مدیریت هزینه‌ها (برآورد قیمت، هزینه تمام شده، هزینه‌های سربار و ...) و مصرف بهینه مواد مصرفی و تولیدات چاپی است. به گونه‌ای که بتوان با فراگیری کمیت‌های اصلی سیستم «اس آی»، اندازه‌گیری جرم، محاسبه مرکب مصرفی، دورریز کاغذ و مقوا و محاسبات مربوط به زوایا، به اهداف ذکر شده رسید.



## ۴-۱- یکاهای اندازه‌گیری طول

اندازه‌گیری فرایندی است که اندازه و ویژگی‌های یک کمیت را مشخص می‌کند، به‌طور مثال ویژگی‌هایی مانند طول، جرم، و زمان که آنها را با یکای اندازه‌گیری استاندارد، مانند متر، کیلوگرم، و ثانیه اندازه‌گیری می‌کنند.

**۴-۱-۱- یکاهای سیستم SI:** یکی از جنبه‌های مشترک بین همه اندازه‌گیری‌ها وجود یک یکای اندازه‌گیری است. یکا مقیاسی است جهت اندازه‌گیری کمیت‌ها بدین معنا که، کمیت مورد نظر چند برابر کمیتی است از همان جنس، که به عنوان مقیاس انتخاب شده است، این مقیاس را یکای آن کمیت می‌نامند.

دانشمندان برای آنکه رقم‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت با هم مقایسه‌پذیر باشند، در گردهمایی‌های بین‌المللی توافق کرده‌اند که برای هر

کمیت یکای معینی تعریف کنند. یکای هر کمیت باید به گونه‌ای انتخاب شود که در شرایط فیزیکی تعیین‌شده تغییر نکند و در دسترس باشد. مجموعه یکاهای مورد توافق بین‌المللی را به اختصار یکای SI یا سیستم بین‌المللی می‌نامند.

**- کمیت اصلی:** آن دسته از کمیت‌هایی را که یکاهای آنها به‌طور مستقل تعریف شده‌اند کمیت اصلی و یکاهای آنها را یکاهای اصلی می‌نامند. جدول ۴-۱

**- کمیت فرعی:** کمیتی است که به یک یا چند کمیت اصلی وابسته است و از ترکیب چند یکا تشکیل شده است، مانند یکای سرعت که متر بر ثانیه (m/s) است و به عنوان کمیتی برحسب طول و زمان به حساب می‌آید.

جدول ۴-۱ - کمیت‌های اصلی در سیستم SI

نماد	یکا	کمیت‌های اصلی SI
m	متر	طول
kg	کیلوگرم	جرم
s	ثانیه	زمان
A	آمپر	شدت جریان الکتریکی
K	کلوین	دما
mol	مول	مقدار ماده
cd	کاندلا	شدت نور

منظور از سیستم SI (System International)، مجموعه واحدهای اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی است که کشورهای عضو سازمان جهان استاندارد (ISO) پذیرفته و به کار می‌برند.

– پیشوندهای یکاهای SI (ضرایب): برای نشان دادن کوچک ترها (اجزاء) و بزرگ ترها (اضعاف) از هر یکا، از پیشوندهای جدول ۲-۴ استفاده می شود که این پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می گیرند.

جدول ۲-۴. پیشوندهای یکاهای سیستم SI

نماد	پیشوند	ضریب
T	ترا	$10^{12} = 1000000000000$
G	گیگا	$10^9 = 1000000000$
M	مگا	$10^6 = 1000000$
k	کیلو	$10^3 = 1000$
h	هکتو	$10^2 = 100$
da	دکا	$10^1 = 10$
d	دسی	$10^{-1} = 0.1$
c	ساتی	$10^{-2} = 0.01$
m	میلی	$10^{-3} = 0.001$
$\mu$	میکرو	$10^{-6} = 0.000001$
n	نانو	$10^{-9} = 0.000000001$
p	پیکو	$10^{-12} = 0.000000000001$
f	فمتو	$10^{-15} = 0.000000000000001$
a	آتو	$10^{-18} = 0.000000000000000001$

– یکاهای طول: یکای طول در سیستم بین المللی SI برابر متر است در سال ۱۷۹۱ م  $\frac{1}{4000000}$  طول نصف النهار کره زمین که از پاریس می گذشت به عنوان متر شناخته شد. در ۱۷۹۹ م یک قطعه منشوری شکل از جنس پلاتین با مقطع مستطیل و در ۱۸۸۹ منشوری با مقطع X (شکل ۱-۴) از جنس آلیاژ پلاتین ایریدیوم به نام متر مبنا ساخته شد. این میله در مقابل تغییرات دما کمتر حساس بود. این استاندارد متر، نمونه بین المللی متر نامیده شد و هنوز در موزه سور فرانسه نگهداری می شود.



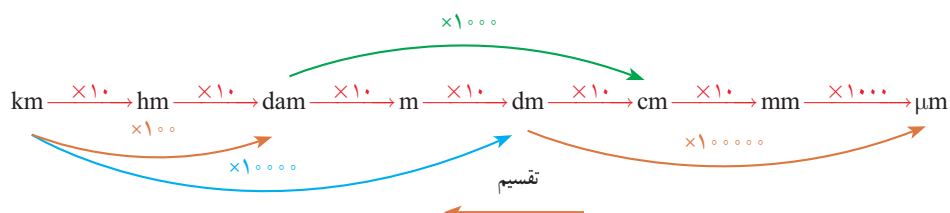
شکل ۱-۴



در سال ۱۹۶۰ م، متر برابر طول موج نور قرمز - نارنجی گسیل شده از گاز کریپتون ۸۶، تعریف شد. البته این تعریف هم دیری نپایید که جای خود را به تعریف جدید متر داد:

یک متر طول مسیری است که نور در خلأ در زمان کوتاه  $\frac{1}{299792458}$  ثانیه طی می‌کند.

۲-۱-۴- تبدیل یکای طول: برای تبدیل یکای طول می‌توان از روش نمودار زیر استفاده کرد.



توجه: در نمودار بالا برای تبدیل یکاهای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود.

$$۸۲۰۴ / ۶ \text{ mm} = ? \text{ hm}$$

$$۸۲۰۴ / ۶ \text{ mm} \xrightarrow{\div 10^5} ۸ / ۲۰۴۶ \times 10^{-2} \text{ hm} \quad (\text{ب})$$

$$۲ / ۶ \text{ cm} = ? \mu\text{m}$$

$$۲ / ۶ \text{ cm} \xrightarrow{\times 10^4} ۲ / ۶ \times 10^4 \mu\text{m} \quad (\text{الف})$$

تمرین



۳-۱-۴- محاسبه ضخامت کاغذ: تعیین ضخامت کاغذ به دو طریق قابل محاسبه و سنجش می‌باشد.

(الف) به روش اندازه‌گیری با وسیله‌ای به نام میکرومتر

(ب) به روش محاسبه

در مورد تعیین ضخامت کاغذ به روش محاسبه ابتدا لازم است با ضخامت‌های مختلف استاندارد کاغذ آشنا شویم.

ضخامت‌های استاندارد کاغذ (Bulk یا زیر دست) عبارت‌اند از:

۱- ضخامت یک برابر که ضخامت معمولی یا طبیعی هم نامیده می‌شود.

$$۲- \text{ ضخامت } 1\frac{1}{4} \text{ برابر } ۱/۵$$

$$۳- \text{ ضخامت } 1\frac{3}{4} \text{ برابر } ۱/۷۵$$

$$۴- \text{ ضخامت } ۲ \text{ برابر } ۲$$

$$۵- \text{ ضخامت } ۲/۲ \text{ برابر } ۲/۲$$

ضخامت هر کاغذ را می‌توان از رابطه وزنی هر متر مربع کاغذ نسبت به ضخامت استاندارد شده کاغذ مورد نظر به دست آورد. رابطه ریاضی آن بدین صورت است.

$$D = \frac{g/m^2}{K} \times B$$

$D$  = ضخامت کاغذ بر حسب میلی‌متر (mm)

$g/m^2$  = وزن یک متر مربع کاغذ یا گراماژ

$k = 1000$

$B$  = ضخامت استاندارد کاغذ (Bulk)

$$D = \frac{g/m^2}{K} \times B$$

بنابراین با کمک این رابطه می‌توان به آسانی به ضخامت‌های مختلف کاغذ دست یافت.

**مثال:** نسبت ضخامت یک کاغذ ۸۰ گرمی با ضخامت طبیعی یک برابر را نسبت به ضخامت  $\frac{1}{4}$  برابر خود محاسبه کنید.

رابطه تعیین ضخامت کاغذ

$$D = \frac{g/m^2}{K} \times B$$

$$D = \frac{80}{1000} \times 1 = 0.08 \text{ mm}$$

ضخات کاغذ ۸۰ گرمی با ضخامت نرمال

$$D = \frac{80}{1000} \times 1/5 = 0.016 \text{ mm}$$

ضخامت کاغذ ۸۰ گرمی با ضخامت  $\frac{1}{4}$  برابر

$$0.016 - 0.08 = 0.064 \text{ mm}$$

اختلاف ضخامت

دانستن ضخامت کاغذ و محاسبه آن در صنعت چاپ بسیار حائز اهمیت است، زیرا کمک بسیار مؤثری در سیستم انبار کردن کاغذ و محاسبات فضای اشغالی و یا تعیین ضخامت بلوک کتاب (عطف کتاب) نسبت به تعداد صفحات در طراحی جلد، صحافی، به‌ویژه جلدسازی می‌کند.

**۴-۱-۴ محاسبه ضخامت بلوک یا عطف کتاب:** برای تعیین ضخامت بلوک کتاب لازم است از رابطه زیر استفاده شود:

$D_B$  = ضخامت بلوک کتاب بر حسب میلی‌متر

$n$  = تعداد صفحه

$\frac{n}{4}$  = تبدیل صفحه به لت یا ورق

$D$  = ضخامت کاغذ کتاب

$$D_B = \frac{n}{4} \times D$$

مثال: ضخامت بلوک کتاب کتابی که روی کاغذ ۷۰ گرمی با ضخامت معمولی در ۴۵۰ صفحه چاپ شده، چند میلی‌متر است؟

$$D = \frac{g/m^2}{K} \times B$$

حل:

$$D = \frac{70}{1000 \times 1} = 0.07$$

میلی‌متر حجم یک برگ کاغذ

$$D_B = \frac{n}{2} \times D$$

$$D_B = \frac{450 \times 0.07}{2} = \frac{31.5}{2} = 15.75 \approx 16$$

میلی‌متر قطر بلوک کتاب

یکاهای اندازه‌گیری طول در کشورهای انگلیسی‌زبان: یکاهای اندازه‌گیری طول در کشورهای انگلستان و آمریکا فوت است. هر فوت ۱۲ اینچ و هر اینچ ۲۵/۴ میلی‌متر است.

در یکاهای انگلیسی اینچ (inch) را با in، فوت (foot) را با ft، یارد (yard) را با yd و مایل (mile) را با mi نشان می‌دهند.

$$mi \xleftrightarrow[\div]{\times 1760} yd \xleftrightarrow[\div]{\times 3} ft \xleftrightarrow[\div]{\times 12} in \xleftrightarrow[\div]{\times 25.4} mm$$

$$1 in = 1'' = 25.4 mm$$

$$1 ft = 12'' = 304.8 mm$$

$$1 yd = 3 ft = 914.4 mm$$

معمولاً یک اینچ را به ۱۶ قسمت مساوی تقسیم کرده و اجزای آن را با کسرهایی به شرح زیر نشان می‌دهند:

$$1'', \frac{15''}{16}, \frac{7''}{8}, \frac{13''}{16}, \frac{3''}{4}, \frac{11''}{16}, \frac{5''}{8}, \frac{9''}{16}, \frac{1''}{2}, \frac{7''}{16}, \frac{3''}{8}, \frac{5''}{16}, \frac{1''}{4}, \frac{3''}{16}, \frac{1''}{8}, \frac{1''}{16}$$

مثال:  $\frac{1}{4}$  اینچ چند میلی‌متر است؟

$$\frac{1''}{4} = \frac{1}{4} \times 25.4 \text{ mm} = 6.35 \text{ mm}$$

مثال:  $1\frac{1}{4}$  را به میلی‌متر تبدیل نمایید.

$$1\frac{1}{4}'' = \frac{5''}{4} \Rightarrow \frac{5}{4} \times 25.4 \text{ mm} = 31.75 \text{ mm}$$

تمرین



$$\text{الف) } 2\frac{1}{8} \text{ in} = \frac{2 \times 8 + 1}{8} \text{ in} = \frac{17}{8} \text{ in} \xrightarrow{\times 25.4/4} 53.975 \text{ mm}$$

$$\text{ب) } 2/8 \text{ mi} = ? \text{ m}$$

$$2/8 \text{ mi} \xrightarrow{\times 1609/344} 45.06/1632 \text{ m}$$

$$\text{ج) } 28\frac{5}{8} \text{ in} = \dots \text{ ft}$$

$$\frac{28 \times 8 + 5}{8} = \frac{229}{8} = 28.625 \text{ in} \xrightarrow{\div 12} 2.38 \text{ ft}$$

۴-۱-۵- محاسبه محیط: تمامی شکل های هندسی دارای محیط هستند که دانستن اندازه آنها، گاهی برای انجام طراحی و چاپ همچنین در صنعت چاپ و بسته بندی بسیار ضروری است.

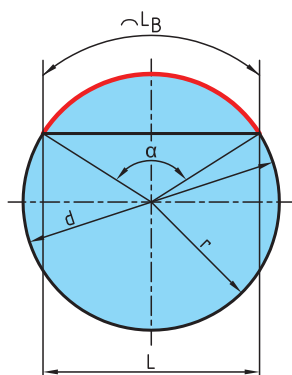
### به طول پیرامون اشکال هندسی محیط گفته می شود.

هر محصول چاپی می تواند از یک یا چند شکل هندسی تشکیل شده باشد. مانند جعبه پودر لباسشویی، جلد کتاب و ... برای محاسبه محیط آنها ابتدا باید آن را به اجزای ساده تر که دارای روش های محاسبه ساده تری هستند تقسیم کرد. در پایان با جمع کردن محیط اجزای تقسیم شده می توان محیط کل قطعه را به دست آورد.

در محاسبه اندازه محیط شکل های دو بعدی، کافی است طول بیرونی پیرامون شکل را به دست آورد.

### در شکل های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

#### الف) محاسبه محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۴-۲)



شکل ۴-۲

$$U = \pi \times d$$

$$L_B = \frac{\pi \times d \times \alpha}{360}$$

محیط = U

$L_B$  = طول قوس قطاع یا قطعه دایره

$\alpha$  = زاویه مرکز مقابل به کمان (درجه)

d = قطر دایره

r = شعاع دایره ( $d=2r$ )

L = طول وتر دایره

#### ب) محاسبه محیط بیضی (شکل ۴-۳)

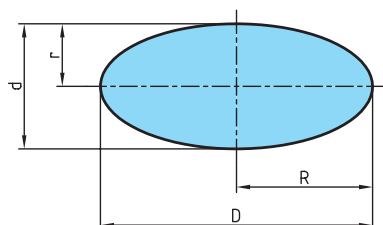
محیط = U

D = قطر بزرگ بیضی

R = شعاع بزرگ بیضی

d = قطر کوچک بیضی

r = شعاع کوچک بیضی



شکل ۴-۳

$$U \approx \pi \times \frac{D+d}{2}$$

$$U \approx \pi \times \sqrt{2 \times (R^2 + r^2)}$$

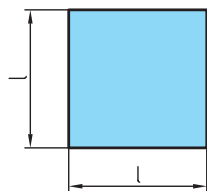
با دقت بیشتر

### پ) محیط اشکال هندسی

$U$  = محیط  $l$  = طول ضلع  $b$  = عرض

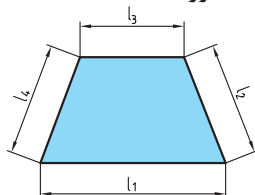
$n$  = تعداد اضلاع

مربع



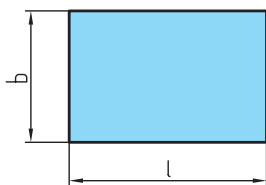
$$U = 4 \times l$$

ذوزنقه



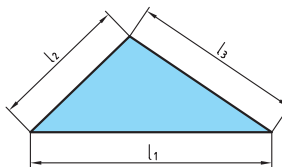
$$U = l_1 + l_3 + l_4 + l_5$$

مستطیل



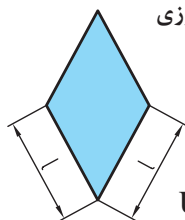
$$U = 2 \times (l + b)$$

مثلث



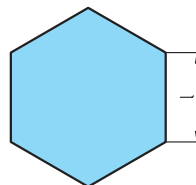
$$U = l_1 + l_2 + l_3$$

لوزی



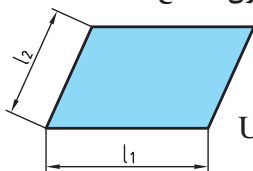
$$U = 4 \times l$$

چندضلعی منتظم



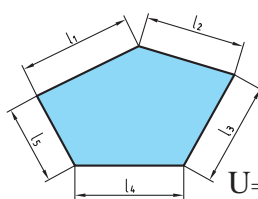
$$U = n \times l$$

متوازی الاضلاع



$$U = 2 \times (l_1 + l_2)$$

چندضلعی غیر منتظم



$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

به طور کلی در اشکال هندسی محیط برابر مجموع اندازه ضلع های پیرامون آن شکل است.

نکته





## ۴-۲- یکای اندازه‌گیری سطح

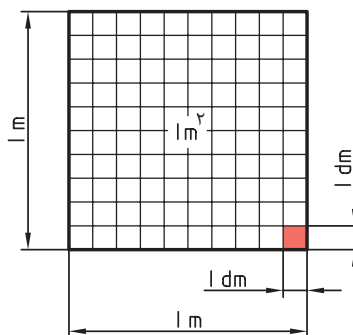
یکای اندازه‌گیری سطح در سیستم SI مترمربع و آن سطح مربعی است که طول ضلع آن ۱ متر است. (شکل ۴-۴)

$$1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2$$

$$10\text{ dm} \times 10\text{ dm} = 100\text{ dm}^2$$

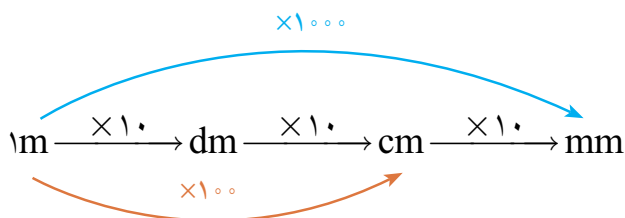
$$100\text{ cm} \times 100\text{ cm} = 10000\text{ cm}^2$$

$$1000\text{ mm} \times 1000\text{ mm} = 1000000\text{ mm}^2$$

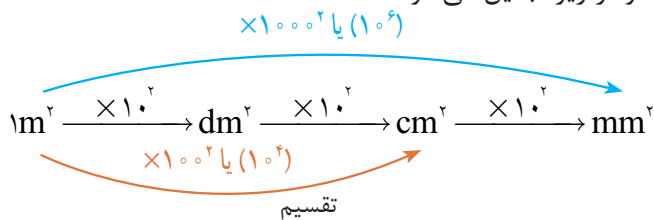


شکل ۴-۴

برای تبدیل یکاهای طول از نمودار زیر استفاده می‌کنیم:



چون در یکای سطح توان ۲ داریم هر ضریب که در تبدیل یکای طول داشتیم نیز به توان ۲ می‌رسد. به همین منظور نمودار بالا به نمودار زیر تبدیل می‌شود.



**توجه:** در نمودار بالا برای تبدیل یکای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود.

به عبارت دیگر:

$$1\text{ m}^2 = 100\text{ dm}^2 = 10000\text{ cm}^2 = 1000000\text{ mm}^2$$

اگر بخواهیم ضرایب را به توانی از ده تبدیل کنیم، عبارت فوق به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$1\text{ m}^2 = 10^2\text{ dm}^2 = 10^4\text{ cm}^2 = 10^6\text{ mm}^2$$



اندازه‌های داده شده زیر را برحسب واحدهای خواسته شده به دست آورید.

الف)  $9\text{mm}^2 = \dots\text{cm}^2$

جواب :  $9\text{mm}^2 \xrightarrow{\div 10^2} 0.09\text{cm}^2$

ب)  $11\text{m}^2 = \dots\text{cm}^2$

جواب :  $11\text{m}^2 \xrightarrow{\times 10^4} 11 \times 10^4 = 110000\text{cm}^2$

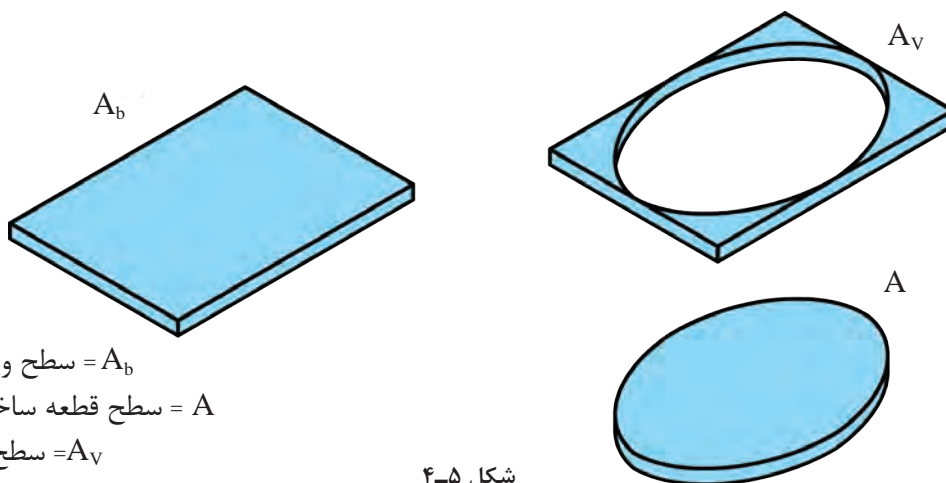
ج)  $25/4\text{dm}^2 = \dots\text{mm}^2$

جواب :  $25/4\text{dm}^2 \xrightarrow{\times 10^4} 25/4 \times 10^4 = 254000\text{mm}^2$



### ۱-۲-۴- محاسبه دورریز سطوح:

برای محاسبه دورریز سطوح کافی است سطح قطعه ساخته شده را از سطح ورق اولیه کم کنیم (شکل ۵-۴).



$A_b = \text{سطح ورق اولیه}$

$A = \text{سطح قطعه ساخته شده}$

$A_v = \text{سطح دورریز}$

شکل ۵-۴

سطح قطعه ساخته شده \_ سطح ورق اولیه = سطح دورریز

$$A - A_v = A_b$$

مقدار درصد دورریز سطحی ( $\%A_v$ ) را می‌توان در دو حالت محاسبه کرد:  
الف) درصد دورریز ( $\%A_v$ ) براساس سطح ورق اولیه:

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه اولیه} = \frac{A_v}{A_b} \times 100$$

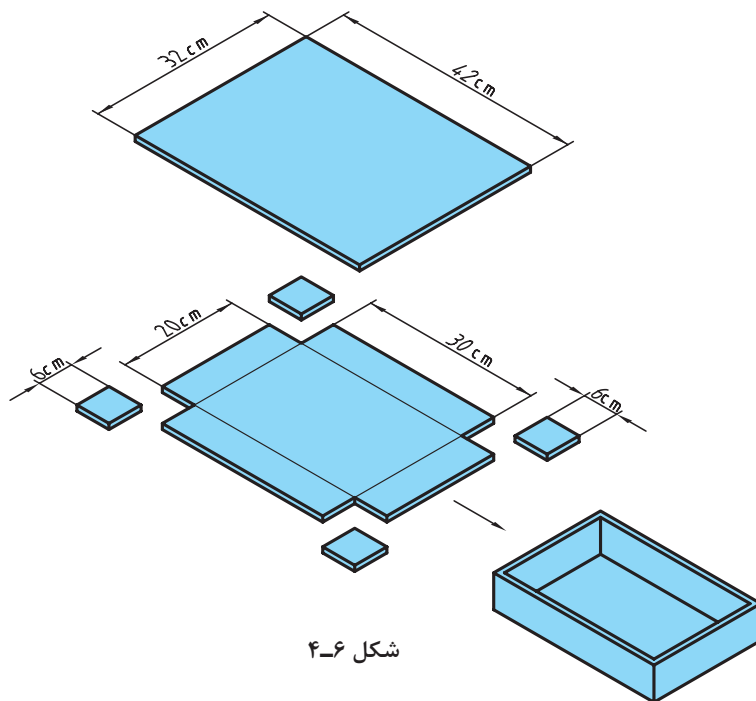
ب) درصد دورریز ( $\%A_v$ ) براساس سطح قطعه ساخته شده:

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه ساخته شده} = \frac{A_v}{A} \times 100$$

تمرین



در شکل ۶-۴ برای ساخت یک جعبه در باز فلزی نیاز است، ورق فلزی به ابعاد زیر را برش داده و از محل مورد نظر خم کنیم. درصد دورریز را در دو حالت زیر به دست آورید.  
الف) برحسب قطعه اولیه  
ب) برحسب قطعه ساخته شده



شکل ۶-۴

$$A_b = b \times l = 42 \times 32 = 1344 \text{ cm}^2$$

۴ ورق ۶×۶ از گوشه‌های ورق اولیه دورریز است و بعد از برش از ورق اولیه جدا می‌شود.

$$A_v = 4 \times (6 \times 6) = 144 \text{ cm}^2$$

$$A_v = A_b - A \rightarrow A = A_b - A_v = 1344 - 144 = 1200 \text{ cm}^2$$

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه اولیه} \quad A_v = \frac{A_v}{A_b} \times 100 = \frac{144}{1344} \times 100 = 10.7\% \quad \text{الف)}$$

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه ساخته شده} \quad A_v = \frac{A_v}{A} \times 100 = \frac{144}{1200} \times 100 = 12\% \quad \text{ب)}$$

**۲-۲-۴- میزان درصد باطله کاغذ چاپی:** برای هر کار چاپی بایستی درصدی از کل کاغذ را به عنوان باطله حساب کرد و هزینه آن را در نظر گرفت. در نظر گرفتن مقدار اضافه کاغذ جهت چاپ تیراژ بستگی به نوع کاغذ، تعداد رنگ، نوع کار چاپی و میزان تیراژ دارد. درصد اضافه کاغذ براساس میزان تیراژ را می توان با توجه به جدول ۴-۷ محاسبه کرد. بدین ترتیب قیمت پایه کاغذ به دست می آید.

جدول ۴-۷- میزان اضافه کاغذ به درصد

تیراژ به ورق	برای یک رنگ (%)	برای ۲ تا ۳ رنگ (%)	برای ۴ تا ۶ رنگ (%)	۷ رنگ و بیشتر (%)
تا ۱۰۰۰ ورق	۶	۸	۱۰	۱۲
تا ۳۰۰۰	۵	۷	۹	۱۱
تا ۵۰۰۰	۴	۶	۸	۱۰
از ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	۳	۵	۷	۹
از ۱۰۰۰۰	۱/۷۵	۲/۵	۵	۶
از ۲۵۰۰۰	۱/۵	۲	۳	۴
از ۵۰۰۰۰	۱/۲۵	۱/۵	۲/۵	۳/۷۵
از ۱۰۰۰۰۰	۱	۱/۲۵	۲	۳

## ارزشیابی

۱ اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

$۸/۵ \text{ mm}^2$	$\dots \text{dm}^2$	$۰/۶۵ \text{ mm}^2$	$\dots \text{m}^2$
$۲۵۱۰ \text{ mm}^2$	$\dots \text{m}^2$	$۲۵۳ \text{ mm}^2$	$\dots \text{cm}^2$
$۱/۴۵ \text{ mm}^2$	$\dots \text{dm}^2$	$۰/۶۵ \text{ mm}^2$	$\dots \text{m}^2$

۲ حاصل مساحت‌های زیر را برحسب یکای خواسته شده به‌دست آورید.

الف)  $۳۳/۴۵ \text{ dm}^2 + ۰/۴۵ \text{ m}^2 + ۵۰/۲ \text{ cm}^2 = \dots \text{dm}^2$

ب)  $۱۱۰ \text{ cm}^2 + ۴ \text{ m}^2 - ۲۰ \text{ dm}^2 = \dots \text{mm}^2$

ج)  $۶۴ \text{ m}^2 - ۱۱۰۰ \text{ mm}^2 + ۱۲ \text{ cm}^2 - ۴۰ \text{ dm}^2 = \dots \text{cm}^2$

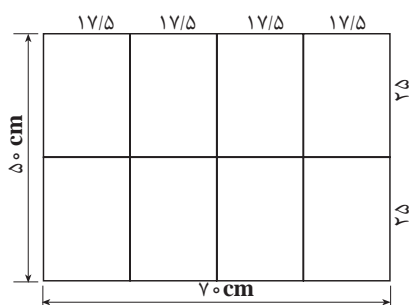
۳ مقادیر زیر را به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی متر مربع

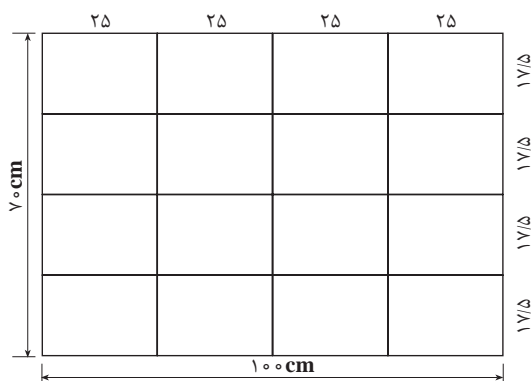
$۱۱/۲۵ \text{ cm}^2, ۲/۸۷ \text{ m}^2, ۱۴/۷۵ \text{ mm}^2$

ب) به سانتی متر مربع

$۲۹/۹ \text{ dm}^2, ۰/۷۸۶ \text{ m}^2, ۲۲/۷۵ \text{ mm}^2$



۴ یک برگ کاغذ  $۴/۵$  ورقی ( $۷۰ \times ۱۰۰$  سانتی متر) معادل چند صفحه کتاب قطع وزیری ( $۲۵ \times ۱۷/۵$  سانتی متر) می‌باشد؟



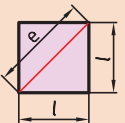
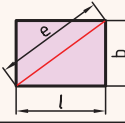
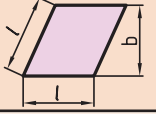
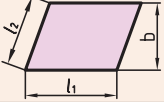
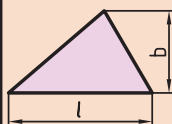
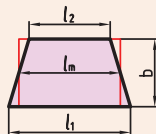
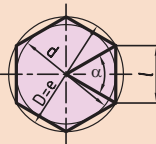
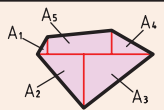
۵ برای چاپ یک کتاب در قطع وزیری با تیراژ  $۲۵۰۰$  جلد چند برگ کاغذ  $۷۰ \times ۱۰۰$  نیاز است؟

۴-۲-۳- محاسبه سطوح اشکال گوشه‌دار: برای محاسبه سطوح اشکال گوشه‌دار از علائم اختصاری جدول ۴-۸ استفاده می‌شود و روابط آنها در جدول ۴-۹ ارائه شده است.

جدول ۴-۸- علائم اختصاری

عرض	b	قطر	e	مساحت	A
قطر دایره محاطی در چندضلعی منتظم	d	قطر دایره محیطی در چند ضلعی منتظم	D	طول	l
زاویه مرکزی	a	تعداد اضلاع	n	طول متوسط	$l_m$

جدول ۴-۹

مساحت			
مربع		$A = l \times l = l^2$	$e = \sqrt{l^2 + l^2} = \sqrt{2} \times l$ $e = 1/414 \times l$
مستطیل		$b \times l = A$	$e = \sqrt{l^2 + b^2}$
لوزی		$b \times l = A$	
متوازی الاضلاع		$b \times l_1 = A$	
مثلث		$A = \frac{l \times b}{2}$	در مثلث متساوی الاضلاع $b = \sqrt{3} \times \frac{l}{2} \approx 0.866 \times l$
ذوزنقه		$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times b$ $b \times l_m = A$	$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$
چندضلعی منتظم		$A = n \times A_1 = \frac{n \times l \times d}{4}$	$l = D \times \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$ $d = \sqrt{D^2 - l^2}$
سطوح مرکب		$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$	

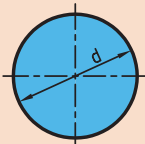
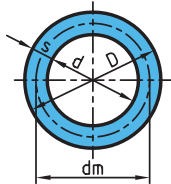
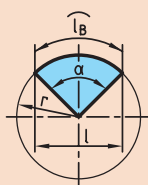
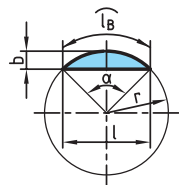
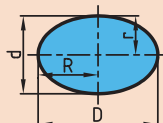


۴-۲-۴- محاسبه سطوح اشکال قوس دار: برای محاسبه سطوح اشکال قوس دار از علائم اختصاری مطابق جدول ۴-۱۰ استفاده می شود و روابط آن در جدول ۴-۱۱ ارائه شده است.

جدول ۴-۱۰

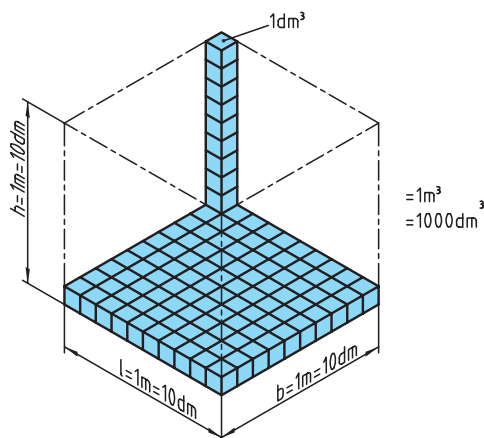
D	قطر بزرگ	l	طول وتر
d	قطر کوچک	$l_a$	طول قوس
R	شعاع بزرگ	$d_m$	قطر متوسط در تاج دایره
r	شعاع کوچک	s	عرض تاج دایره

جدول ۴-۱۱

مساحت			
دایره		$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$ $r^2 \times \pi = A$	$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
تاج دایره		$A = \frac{\pi \times D^2}{4} - \frac{\pi \times d^2}{4}$ $A = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2)$ $s \times d_m \times \pi = A$	$d_m = \frac{D + d}{2}$ $S = \frac{D - d}{2}$
قطاع دایره		$A = \frac{l_n \times r}{2}$ $A = \frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360^\circ}$	$l_n = \frac{\pi \times r \times \alpha}{180^\circ}$
قطعه دایره		$A = \frac{l_B \times r - l \times (r - b)}{2}$ $A = \frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360^\circ} - \frac{l \times (r - b)}{2}$ $A \approx \frac{2}{3} \times l \times b$	$b = r \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$ $l = 2 \times r \times \sin \frac{\alpha}{2}$
بیضی		$A = \frac{\pi \times D \times d}{4}$	

### ۳-۴- یکاهای اندازه‌گیری حجم

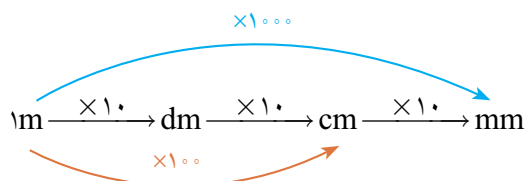
یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم SI متر مکعب و آن عبارت است از حجم مکعبی که طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد (شکل ۴-۱۲)



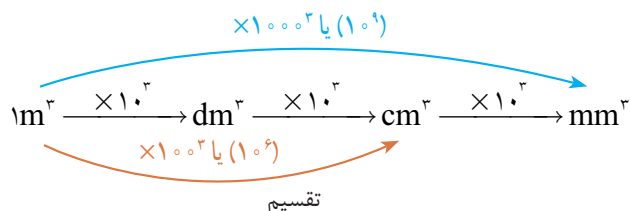
شکل ۴-۱۲

$$1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^3$$

با توجه به آنکه برای تبدیل یکاهای طول طبق نمودار زیر عمل می‌کنیم:



از آنجایی که یکای اندازه‌گیری حجم توان ۳ دارد، هر ضریبی که در تبدیل یکای طول داشتیم نیز به توان ۳ می‌رسد و نمودار تبدیل یکا در اندازه‌گیری حجم به صورت زیر می‌شود:



**توجه:** در نمودار بالا برای تبدیل یکاهای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود.

به طور مثال در نمودار بالا برای تبدیل متر به میلی‌متر  $\text{m} \xrightarrow{\times 1000} \text{mm}$  است، در حالی که برای تبدیل یکای حجم این ضریب به توان ۳ می‌رسد و خواهیم داشت،

$$\text{m}^3 \xrightarrow{\times 1000^3} \text{mm}^3$$

بنابراین:

$$1\text{m}^3 = 10^3\text{dm}^3 = 10^6\text{cm}^3 = 10^9\text{mm}^3$$

اگر بخواهیم ضرایب را به حالت توانی از ده تبدیل کنیم نمودار بالا به صورت زیر تبدیل می شود:

$$1\text{m}^3 = 10^3\text{dm}^3 = 10^6\text{cm}^3 = 10^9\text{mm}^3$$

۱-۳-۴- محاسبه فضای اشغالی کتاب: برای تعیین فضای اشغالی می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$V$  = حجم بر حسب متر مکعب

$(L \times B)$  = طول و عرض کاغذ

$Z$  = تعدادبند یا ورق کاغذ

$D$  = ضخامت ورق بر حسب میلی متر

$$V = \frac{L \times B \times Z \times D}{1 \times 10^6}$$

**مثال:** محاسبه کنید برای انبار کردن ۳۰۰ بند کاغذ چهار و نیم ورقی ۸۰ گرمی با ضخامت معمولی به چه فضایی نیاز می باشد. (هر بند دارای ۵۰۰ برگ است).

**حل:**

$$D = \left( \frac{g}{m^2} \times B \right) \times (500)$$

$$D = \left( \frac{80}{1000} \times 1 \right) \times (500)$$

$$D = (0.08) \times (500) = 40\text{mm} \Rightarrow 4$$

سانتی متر ضخامت هر بند کاغذ

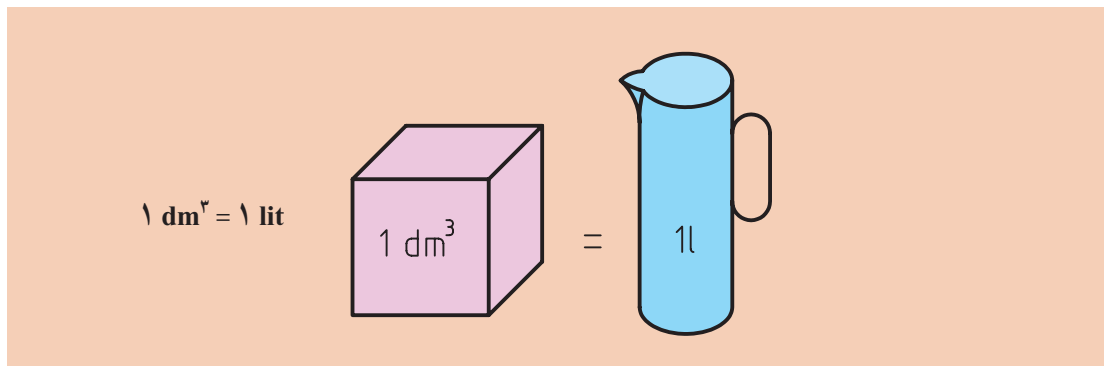
$$V = \frac{(L \times B) \times Z \times D}{1 \times 10^6}$$

$$V = \frac{100 \times 70 \times 300 \times 4}{100 \times 100 \times 100} = \frac{84}{10} = 8.4\text{m}^3$$

متر مکعب فضای لازم

## ۴-۴- یکای اندازه گیری مایعات:

یکای اصلی حجم مایعات در سیستم SI مترمکعب است و یکای کوچک تر آن دسی متر مکعب که لیتر نامیده می شود با حرف (l) نشان داده می شود و یک لیتر معادل حجم ظرفی به شکل مکعب که هر ضلع آن یک دسی متر است (شکل ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۳

همچنین یکاهای کوچک تر اندازه گیری حجم مایعات یک میلی متر با یک سی سی (cc) است که برابر یک سانتی متر مکعب است.

$$1\text{ l} = 1\text{ dm}^3 = 1000\text{ cm}^3 = 1000\text{ ml} = 1000\text{ cc}$$

## ۴-۵- یکای اندازه گیری جرم:

یکای جرم در سیستم SI کیلوگرم است و آن را با نماد kg نشان می دهند.

به گونه معمول و به اشتباه «جرم» با «وزن» یکی داشته می شود. اما باید توجه داشت که جرم اجسام در همه جا یکسان است و «وزن» اجسام وابسته به نیروی جاذبه است. برای مثال وزن یک جسم در سیاره زمین متفاوت از وزن همان جسم در سیاره ماه خواهد بود. بنابراین به کار بردن واژه جرم درست تر از وزن خواهد بود.

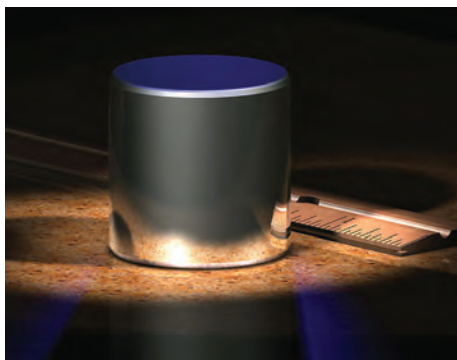
نکته



جرم ماده، مقدار ماده تشکیل دهنده یک جسم است و هرچه تعداد ذره های سازنده یک جسم بیشتر باشد جرم جسم نیز بیشتر می شود.

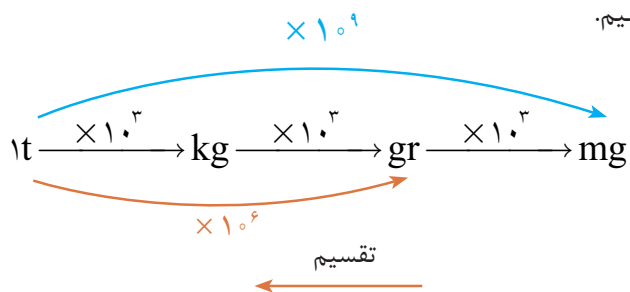
نکته





شکل ۴-۱۴

۴-۵-۱- تبدیل یکاهای جرم: برای تبدیل یکاهای کوچک تر به بزرگ تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می کنیم.



بنابراین نمودار بالا را می توان به شکل زیر نوشت:

$$1t = 10^3 kg = 10^6 gr = 10^9 mg$$

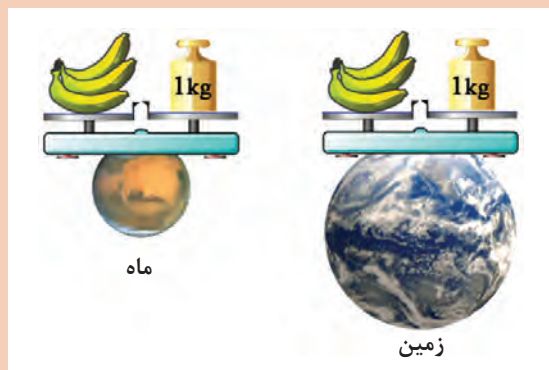
- اندازه گیری جرم: برای اندازه گیری جرم یک جسم از ترازو استفاده می شود.



شکل ۴-۱۵



- به نظر شما یک کیلوگرم کاغذ جرم بیشتری دارد یا یک کیلوگرم فولاد؟
- به نظر شما وزن شما در کره ماه بیشتر است یا در کره زمین؟ (شکل ۴-۱۶).



شکل ۴-۱۶

**۴-۵-۲- یکای اندازه گیری کاغذ:** مطابق اصول دانش فیزیک یکای اندازه گیری کاغذ مانند مواد دیگر «جرم» است، اگرچه کارخانه های کاغذسازی نیز کاغذ تولید شده خود را با «جرم» اندازه گیری می کنند، اما در دنیای تجارت کاغذ با واحد دیگری که «گراماژ» نام دارد مورد اندازه گیری و سنجش قرار می گیرد. **گراماژ:** یکای قرارداد شده اندازه گیری کاغذ عبارت است از: جرم یک متر مربع از کاغذ بر مبنای گرم. برای نمونه وقتی می گویند یک کاغذ گراماژ ۹۰ دارد، یعنی یک ورق از آن کاغذ به اندازه یک مترمربع جرمش ۹۰ گرم است، بنابراین ۱۰۰ ورق آن ۹۰۰۰ گرم جرم دارد.

کارخانه های کاغذسازی با توجه به جرم حجمی هر کاغذ ( $\rho$ ) جرم آن را محاسبه و در حجم های (Bulk) متفاوت تولید و به ما گراماژ را به عنوان (وزن در واحد سطح) ارائه می دهند.

نکته



**۴-۵-۳- محاسبه وزن کاغذ یا شومیز:** وزن در واحد سطح یا گراماژ کاغذ برابر وزن یک متر مربع یا ۱۰,۰۰۰ سانتی متر مربع آن کاغذ می باشد. یعنی، اگر برای مثال می گوئیم کاغذ ۷۰ گرمی است به معنی آن است که یک متر مربع آن ۷۰ گرم است. رابطه ریاضی محاسبه یک برگ کاغذ به شرح زیر است.

$$M = \frac{L \times B \times g / m^2}{m^2}$$

واحد هر یک از پارامترهای ذکر شده در محاسبه وزن کاغذ بدین صورت است.

$$M = \frac{(g/m^2) \text{ گراماژ کاغذ} \times (cm) \text{ عرض} \times (cm) \text{ طول}}{10,000}$$

وزن یک برگ کاغذ به گرم



با توجه به آنکه برای تبدیل سطحی با واحد سانتی متر مربع به متر مربع باید مقدار آن سطح را به ۱۰,۰۰۰ تقسیم نمود بدین ترتیب حاصل تقسیم سانتی متر مربع بر ۱۰,۰۰۰، مترمربع خواهد شد. حال از رابطه ذکر شده، گرم (gr) باقی خواهد ماند، در این صورت واحد وزن کاغذ مورد محاسبه گرم می شود.

محاسبه کنید ۵۰۰ ورق کاغذ در ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی متر مربع با گراماژ ۸۰ گرم، چه مقدار جرم دارد؟

تمرین



بحث کلاسی



به نظر شما چرا برخی از کتابها نسبت به برخی دیگر (با تعداد صفحات برابر و قطع برابر) سبک تر است؟

مثال:

۱ وزن یک برگ کاغذ ۷۰×۱۰۰ سانتی متری را حساب کنید، اگر یک متر مربع آن ۹۰ گرم وزن داشته باشد.

$$M = \frac{L \times B \times g/m^2}{m^2} \quad \text{حل:} \quad M = \frac{100 \times 70 \times 90}{100 \times 100} = 63 \text{ گرم}$$

۲ وزن یک برگ کاغذ به ابعاد ۹۰×۶۰ سانتی متر چقدر است اگر وزن یک متر مربع آن ۱۵۰ گرم باشد.

$$M = \frac{L \times B \times g/m^2}{m^2} \quad \text{حل:} \quad M = \frac{90 \times 60 \times 150}{100 \times 100} = 81 \text{ گرم}$$

۳ قیمت یک برگ کاغذ به ابعاد ۷۰×۱۰۰ سانتی متر و ۱۰۰ گرم/متر مربع را حساب کنید. اگر ارزش هر کیلو از این کاغذ ۸۰۰ ریال باشد.

$$M = \frac{L \times B \times g/m^2}{m^2} \quad \text{حل:} \quad M = \frac{100 \times 70 \times 100}{100 \times 100} = 70 \text{ گرم}$$

کیلوگرم وزن کاغذ  $70 \div 1000 = 0.07$

ریال قیمت یک برگ کاغذ  $0.07 \times 800 = 56$  ۷۰×۱۰۰ سانتی متر

۴ وزن یک ورق کاغذ ۷۰ گرمی به ابعاد ۷۰×۱۰۰ سانتی متر را محاسبه کنید.

$$M = \frac{70 \times 70 \times 100}{10,000} = 49 \text{ گرم} \quad \text{حل:}$$

۵ وزن یک ورق کاغذ ۸۰ گرمی به ابعاد ۹۰×۶۰ سانتی متر را محاسبه کنید.

$$M = \frac{80 \times 60 \times 90}{10,000} = 43/2 \text{ گرم} \quad \text{حل:}$$

۶ وزن یک ورق شومیز ۲۵۰ گرمی به اندازه ۷۰×۱۰۰ سانتی متر را محاسبه کنید.

حل: 
$$M = \frac{250 \times 70 \times 100}{10,000} = 175 \text{ گرم}$$

۷ روزنامه‌ای به قطع ۶۰×۴۲ سانتی متر در ۱۶ صفحه و تیراژ ۲۰۰,۰۰۰ نسخه با کاغذ ۵۰ گرمی روی کاغذ رول چاپ می‌شود، این روزنامه پس از چاپ به اندازه ۶۰×۸۴ سانتی متر بریده می‌شود. اگر وزن رول کاغذ ۴۰۰ کیلوگرم باشد مطلوب است:

الف - محاسبه وزن یک ورق کاغذ به گرم، ب - وزن کاغذ یک روزنامه، پ - وزن خالص یک رول به گرم (اگر وزن لفاف روی و توپی وسط ۱۵ کیلوگرم باشد)، ت - تعداد نسخه روزنامه یک رول، ث - تعداد رول مورد نیاز تیراژ وزن لفاف روی و توپی وسط ۱۵ کیلوگرم است.

حل: 
$$M = \frac{60 \times 84 \times 50}{10,000} = 25/2$$
 الف - گرم وزن یک ورق کاغذ،

ب - گرم وزن کاغذ یک روزنامه 
$$25/2 \times 4 = 100/8$$

پ - برای ۱۶ صفحه روزنامه به قطع ۶۰×۴۲ سانتی متر، ۴ ورق کاغذ ۶۰×۸۴ مصرف می‌شود. معمولاً رول‌های ارسالی دارای لفاف رو و توپی وسط می‌باشند که بایستی از وزن رول کسر و کاغذ خالص محاسبه شود.

وزن لفاف روی و توپی وسط ۱۵ کیلوگرم است. پس وزن کاغذ خالص هر رول 
$$400 - 15 = 385$$
 کیلوگرم وزن کاغذ خالص هر رول 
$$385 \times 1000 = 385000$$
 گرم وزن کاغذ خالص هر رول گراماژ هر رول را به کاغذ مصرفی هر ۱۶ صفحه روزنامه تقسیم می‌کنیم.

ت - تعداد نسخه روزنامه به دست آمده از یک رول 
$$385000 \div 100/8 = 3820$$

ث - اگر تیراژ روزنامه را به مصرف یک رول تقسیم کنیم تعداد رول مورد نیاز، برای تیراژ مورد سفارش، مشخص می‌شود. 
$$200000 \div 3820 \approx 52$$

وزن همین کتابی که پیش روی شماست (دانش فنی پایه) را با توجه به فرمول محاسبه کنید، سپس آن را با ترازو (با مراجعه به مغازه‌های محل خود) وزن کنید و مقایسه کنید. (اطلاعات مربوط به گراماژ کاغذ متن و مقوای جلد را با کمک هنرآموز خود مشخص کنید.)



**۴-۵-۴- محاسبه وزن کاغذ بعد از چاپ (مرکب خورده):** مقدار مرکب بر روی هر کاغذ چاپ شده بستگی به سه عامل دارد:

- الف) نوع کاغذ و خواص جذبی مرکب به سطح خود؛  
 ب) نوع کار که میزان درصد مرکب را مشخص می کند، مانند تمام حروف، حروف و تصویر، تمام تصویر، ترامه یا هالبتن، چاپ تنپلات با نسبت درصد اشغالی سطح کاغذ؛  
 ج) نوع مرکب در سیستم های مختلف چاپی.  
 با توجه به نکات ذکر شده هر کاغذ بعد از چاپ تغییر گراماژ می دهد که در نتیجه آن می توان میزان وزن مرکب مصرفی را محاسبه کرد. برای محاسبه درصد مرکب خور هر برگ کاغذ چه یک رو چاپ شود و چه دورو، می توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$gr = \frac{kg}{Al}$$

gr = گرم

Kgr = مقدار مرکب مصرف شده بر حسب گرم

Al = تیراژ کار چاپ شده

**۴-۵-۵- محاسبه مرکب (رنگ):** میزان مصرف مرکب براساس واحد وزن در واحد سطح ( $gr/m^2$ ) محاسبه می شود.

در جدول (۴-۱۷) مصرف مرکب بر مبنای یک هزار برگ و سطح کامل چاپ شده حساب شده است. مقادیر جدول بایستی در پارامتر میزان پوشش مرکب ضرب شود.

**جدول ۴-۱۷- مصرف مرکب براساس اندازه کاغذ، گروه مرکب و کیلوگرم**

	۳۶×۵۰			۵۸×۷۶			۷۸×۱۱۲			۸۹×۱۲۶			۱۰۲×۱۴۲		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
مواد پرگامنتی انواع قشرها انواع مواد بدون منفذ	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۹	۱/۳	۱/۵	۱/۶	۲/۱	۲/۴	۲/۵	۳/۳	۳/۹	۳/۱	۴/۲	۴/۹
کاغذ گلاسه کاغذ براق کرومی کاغذ ساتیناژ اعلا	۰/۶	۰/۸	۰/۹	۱/۳	۱/۸	۲/۱	۲/۲	۲/۹	۳/۴	۳/۵	۴/۷	۵/۵	۴/۴	۵/۹	۶/۹
شومیز کرومی براق	۰/۷	۱/۰	۱/۱	۱/۷	۲/۳	۲/۷	۲/۸	۳/۸	۴/۴	۴/۵	۶/۰	۷/۰	۵/۷	۷/۶	۸/۸
کاغذ افست	۰/۸	۱/۱	۱/۲	۱/۹	۲/۶	۳/۰	۳/۱	۴/۲	۴/۹	۵/۰	۶/۷	۷/۸	۶/۳	۸/۴	۹/۸
کاغذ معمولی چاپ	۱/۰	۱/۳	۱/۴	۲/۳	۳/۱	۳/۶	۳/۷	۵/۰	۵/۹	۶/۰	۸/۰	۹/۴	۷/۶	۱۰/۰	۱۱/۸

I، II و III = گروه مرکب

(پوشش کامل = ۱ و پوشش نیمه = ۰/۵) با توجه به جرم حجمی انواع مرکب مصرفی، آنها را در سه گروه؛ مرکب‌های سبک وزن، میان وزن و مرکب‌های سنگین وزن تقسیم کرده‌اند. میزان پوشش مرکب و وزن هر دسته به شرح زیر است:

### گروه اول (I)

مصرف مرکب براساس ۱۰۰۰ متر مربع کاغذ با پوشش کامل مساوی با ۴ تا ۵ کیلوگرم.

مرکب‌های سبک وزن  
مثلاً انواع لاک‌ها و ورنی‌ها

### گروه دوم (II)

مصرف مرکب براساس ۱۰۰۰ متر مربع کاغذ یا پوشش کامل ۵/۵ تا ۶ کیلوگرم.

مرکب‌های میان وزن  
مثلاً مرکب‌های مشکی و  
رنگ‌های الوان نیمه‌پوشان

### گروه سوم (III)

مصرف مرکب براساس ۱۰۰۰ مترمربع کاغذ با پوشش کامل ۶/۵ تا ۷/۵ کیلوگرم.

مرکب‌های سنگین وزن  
مثلاً سفید پوششی (گچی)  
زرد کُرومی، رنگ‌های برنزی

در جدول ۱۷-۴ مصرف مرکب براساس اندازه کاغذ، گروه مرکب و حسب کیلوگرم محاسبه شده است. مثال: کاری به تیراژ ۶۳۰۰ برگ (یا باطله) را، به صورت دو رنگ و یا مرکب نیمه‌سنگین و پوشش ۸۰٪ با اندازه ۷۰×۱۰۰ cm روی شومیز کُرومی براق چاپ کرده‌ایم، چند کیلوگرم مرکب مصرف شده است؟

$$F_V = \frac{T \times f_V \times P}{1000}$$

$F_V$  = کل مرکب مصرف شده

$T$  = تیراژ

$f_V$  = مصرف مرکب برای ۱۰۰۰ برگ

$P$  = درصد پوشش دهی

$$F_V = \text{ورق} \times \frac{۳/۸ \text{ kg}}{۱۰۰۰} \times ۰/۸۰ = ۱۹/۱۵۲ \text{ kg}$$

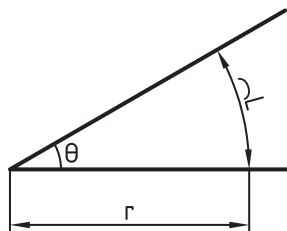
حل:

$$= \frac{۶۳۰۰ \times ۳/۸ \times ۰/۸}{۱۰۰۰} = ۱۹/۱۵۲ \text{ kg}$$

از جدول ۱۷-۴ ابتدا اندازه کاغذ به دست می‌آید (۷۸×۱۱۲ cm) سپس جنس آن (شومیز کُرومی)، پس از آن گروه مرکب (نیمه‌سنگین) را پیدا می‌کنیم. حال مشخص می‌شود برای یک هزار برگ ۳/۸ کیلوگرم مرکب مصرف شده است یعنی  $f_V = ۳/۸$ .

## ۴-۶- یکای اندازه گیری زاویه

زاویه یا گوشه یکی از مفاهیم هندسی است و به ناحیه‌ای از صفحه گفته می‌شود که بین دو نیم خط که سر مشترک دارند محصور شده است. به سر مشترک این دو نیم خط رأس زاویه یا گوشه می‌گویند (شکل ۴-۱۳).

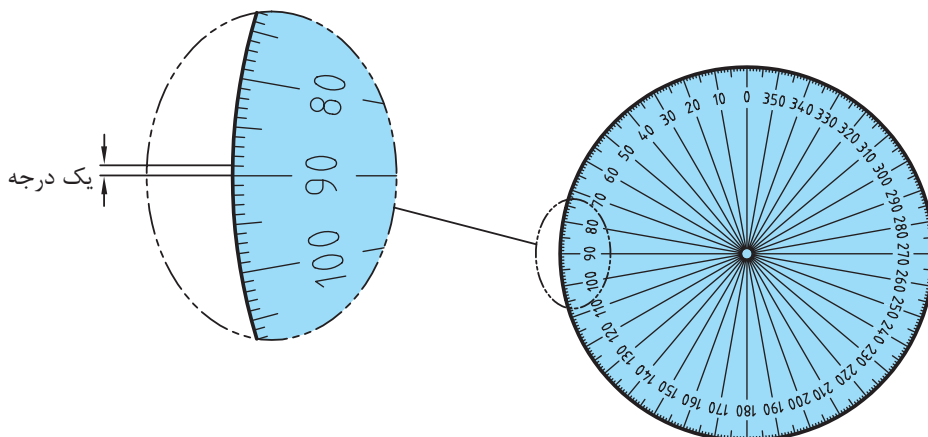


شکل ۴-۱۳

یکاهای اصلی برای اندازه گیری زاویه: درجه، رادیان و گراد است.

**توجه:** برای نمایش درجه از علامت (°) استفاده می‌شود.  
**درجه:** اگر محیط یک دایره دلخواه را به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم و هر قسمت را به مرکز دایره وصل کنیم، اندازه زاویه حاصل را یک درجه می‌نامند (شکل ۴-۱۴).

$$\text{یک درجه} = \text{زاویه مرکزی مقابل به} \frac{\text{محیط دایره}}{۳۶۰}$$



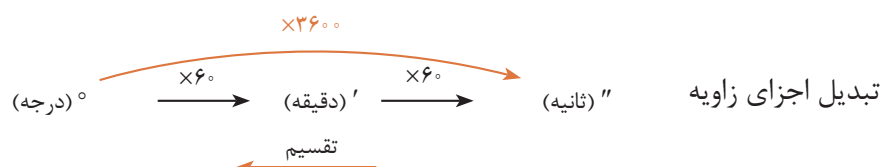
شکل ۴-۱۴

همان گونه که می‌دانید معمولاً هر یکا دارای اجزائی است. درجه نیز به عنوان یکای اندازه گیری دارای اجزائی مانند دقیقه (') و ثانیه (") است.

هر دقیقه برابر  $\frac{1}{6}$  درجه است.

هر ثانیه برابر  $\frac{1}{60}$  دقیقه یا = درجه است.

$$1^{\circ} = 60' = 3600''$$



**توجه:** در نمودار بالا برای تبدیل یکای کوچک تر به بزرگ تر، از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.



مقدار زاویه  $35''$  و  $42'$  و  $2^\circ$  را بر حسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج) ثانیه حساب کنید.

(الف)

$\gamma^0 +$

$$\mathcal{V}\mathcal{V}' = \mathcal{V}\mathcal{V} \div \mathcal{G}^\circ = \circ / \mathcal{V}^\circ +$$

$$\varphi_0' = 35 \div 36.0 = 0.97^\circ =$$

$$2 / V \cdot 9V^0$$

(پ)

$$r^0 = r \times \phi^0 = 12.0' +$$

$\gamma\gamma' +$

$$35'' = 35 \div 60 = 0 / 583' =$$

162/513'

(ج)

$$2^{\circ} = 2 \times 36^{\circ} = 72^{\circ} +$$

$$42' = 42 \times 60 = 2520' +$$

$$35'' =$$

9555'



## ۷-۴- محاسبه تعداد صفحات کتاب قبل از حروفچینی

محاسبه از روی خبر (دست‌نویس) برای تعیین صفحات کتاب، پس از انتخاب پوینت حروف، طول سطر و تعداد سطور در یک صفحه انجام می‌شود.

**- روش محاسبه:** چند سطر از خبر را با حروف و طول سطر مورد نظر حروفچینی می‌کنند تا تعداد حروف به‌طور متوسط در یک سطر مشخص شود.

در صورتی که خبر تایپ شده باشد می‌توان بر مبنای سطر هم محاسبه کرد.

**مثال:** میانگین ۵ سطر چیده شده از روی خبر (دست‌نویس) را از نظر تعداد حرف در سطر مشخص می‌کنیم.

تعداد حرف در سطر اول معادل ۵۲ حرف

تعداد حرف در سطر دوم معادل ۵۶ حرف

تعداد حرف در سطر سوم معادل ۵۴ حرف

تعداد حرف در سطر چهارم معادل ۵۵ حرف

تعداد حرف در سطر پنجم معادل ۵۸ حرف

جمع تعداد حرف در ۵ سطر چیده شده از روی خبر برابر ۲۷۵ حرف می‌باشد. میانگین حرف در ۵ سطر چیده شده مساوی با  $275 \div 5 = 55$  حرف در یک سطر می‌شود.

برای محاسبه، نیاز به چند فاکتور دیگر می‌باشد تا بتوان تعداد صفحات را از روی خبر تعیین کرد. این فاکتورها عبارت‌اند از:

۱- میانگین حرف در ۵ سطر از خبر ۴۹ حرف

۲- تعداد سطور یک صفحه از خبر ۳۸ سطر

۳- تعداد صفحات خبر ۱۸۰ صفحه

۴- تعداد سطور در یک صفحه از کتاب ۴۲ سطر

**حل:**

تعداد حرف در یک صفحه خبر

$$38 \times 49 = 1862$$

تعداد حرف در ۱۸۰ صفحه خبر (دست‌نویس)

$$1862 \times 180 = 335160$$

تعداد حرف در یک صفحه کتاب

$$42 \times 55 = 2310$$

تعداد صفحات کتاب بر مبنای ۱۸۰ صفحه خبر

$$335160 \div 2310 = 145/09$$

در صورتی که کتابی همراه با تصاویر باشد باید فضای اشغالی عکس‌ها را در متن، بر مبنای تعداد سطر و صفحه مشخص کرد.

پس از محاسبه دقیق مشخص می‌شود که فضای اشغالی توسط تصاویر معادل ۴۲۰ سطر حروف متن است. در ضمن می‌دانیم که هر صفحه کتاب گنجایش ۴۲ سطر را بیشتر ندارد؛ با توجه به ۱۴۵ صفحه کتاب میزان فضای اشغالی محاسبه می‌شود:

$$420 \div 42 = 10$$

صفحه، فضای اشغالی تصاویر

$$145 + 10 = 155$$

تعداد صفحات کتاب با تصویر

## ارزشیابی پایانی فصل ۴

۱ جدول زیر را تکمیل کنید:

یکا	نماد	SI
کیلوگرم		
متر	m	
		مقدار ماده
آمپر		

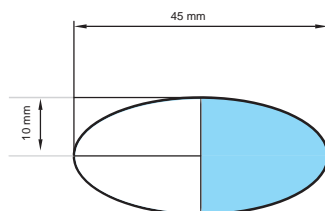
۲ جاهای خالی در جدول زیر را محاسبه کرده و بنویسید:

مقدار داده شده	مقدار خواسته شده	
۱۰ میلی گرم	؟	کیلوگرم
۳۰۰ کیلومتر	؟	سانتی متر
۱۵۰ ترابایت	؟	گیگا بایت
۱۰۰۰ نانومتر	؟	متر
۱۸۳ اینچ	؟	میلی متر

۳ منظور از (Bulk) کاغذ چیست؟ توضیح دهید.

۴ دو کاربرد برای محاسبه ضخامت کاغذ در محیط چاپخانه را بیان نمایید.

۵ محیط قسمت رنگی شکل زیر را محاسبه کنید.



۶ برای چاپ یک کتابچه راهنما نیاز به تعداد ۱۷۰۰ برگ کاغذ است، کارگاه چاپ اعلام کرده ۴٪ درصد نیز برای خطاهای احتمالی در حین چاپ در نظر گرفته شود. محاسبه کنید که ۴٪ برابر چند برگ کاغذ خواهد بود.

۷ اندازه‌های درست قطع کتاب‌ها را در جدول زیر به هم متصل نمایید.

نام قطع	اندازه بعد از برش
وزیری	۲۰×۲۸
رحلی بزرگ	۲۵×۳۵
رقعی	۱۴×۲۱
رحلی کوچک	۱۷×۲۴

۸ وزن ۱۵۰۰۰۰ برگ کاغذ A۴ با گراماژ ۸۰ gr چند هکتوگرم است؟

۹ اگر بخواهیم ۱ کیلومتر مسیر را با کاغذ A۵ بپوشانیم، چند برگ از این کاغذ نیاز داریم؟

۱۰ مجموع وزن کتاب‌های پایه دهم شامل دانش فنی، همراه هنرجو، کلیشه‌سازی و لیتوگرافی با تیراژ هر کدام ۲۰۰ جلد با کاغذ ۸۰ گرم و مقوای جلد ۲۵۰ گرمی را محاسبه نمایید تا ببینید چه مقدار کاغذ و مقوا برای تولید این کتاب‌ها مصرف شده است.

## فصل ۵

# مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل



**شایستگی‌های فصل** ■ چگونه می‌توان سفتی و استحکام آنها را زیاد کرد؟ ■ به نظر شما ابزارها و قطعات بالا از نظر هندسی چه شباهتی دارند؟ در این فصل پاسخ خود را می‌یابید و خواهید دانست چگونه می‌توان استحکام قطعات را بالا برد.

## ۱-۵- آیا قطعات مکانیکی خراب می‌شوند؟

قطعات و سازه‌ها در هنگام استفاده از آنها یا به مرور زمان دچار خرابی و شکست می‌شوند. در شکل زیر نمونه‌هایی از خرابی و شکست را مشاهده می‌کنید (شکل ۱-۵)



شکل ۱-۵- خرابی و شکست قطعات

آنها در یک چیز مشترک هستند؟ خرابی

دلایل احتمالی خرابی و شکست قطعات نشان داده شده در شکل ۱-۵ را در گروه خود بررسی نمایید؟  
به نظر شما کدام دلیل عامل بیشتر خرابی‌های قطعات نشان داده شده در شکل می‌باشد؟

فعالیت



## ۱-۵- دلایل اصلی خرابی قطعات عبارتند از :

طراحی نامناسب آنها

وجود مشکل در جنس و مواد به کار رفته در آنها

مشکل به وجود آمده در هنگام ساخت

خرابی محیطی

استفاده نادرست از آنها

فرسودگی

به نظر شما بیشترین علت خرابی قطعات و سازه‌ها که در کارگاه هنرستان مشاهده کردید چیست؟ چگونه می‌توان از بروز خرابی‌ها در قطعات جلوگیری نمود؟

فعالیت



## ۲-۱-۵- چرا قطعات و سازه‌ها خراب می‌شوند؟

هنگام استفاده از قطعات و سازه‌ها قطعات به روش‌های گوناگون خراب می‌شود:

خوردگی

خستگی

بارگذاری و نیروی بیش از حد

سایش

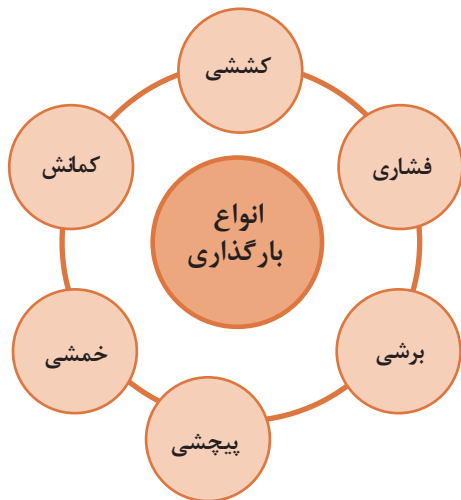
در مورد روش دیگری خرابی قطعات بحث و گفتگو نمایید؟

فعالیت



وقتی قطعه‌ای خراب است یعنی اینکه نمی‌تواند کاری که از آن خواسته شده است را به درستی انجام دهد. وقتی که می‌گوییم یک قطعه مقاوم است، یعنی اینکه در مقابل خرابی دوام دارد و از خود باید پرسیم در مقابل چه چیزی مقاوم است. مقاومت در مقابل جابجایی، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در مقابل شکست، مقاومت در مقابل زنگ‌زدگی و غیره.

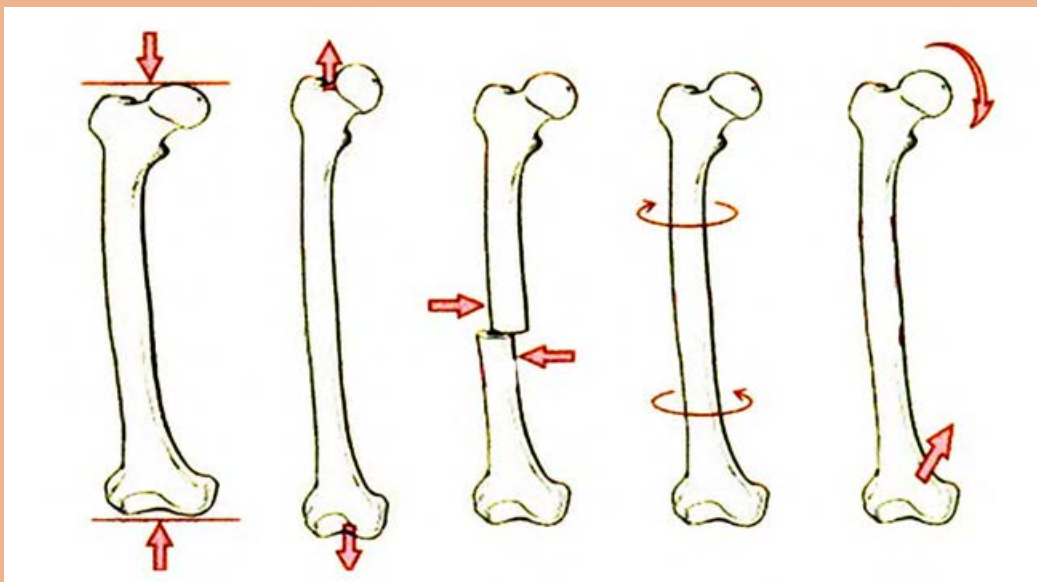
## ۵-۲- بارگذاری روی قطعات چگونه است؟



در هنگام کار و استفاده از قطعات و ابزارها، نیروها و گشتاورهای مختلفی بر روی قسمت‌های مختلف آنها وارد می‌شود. این بارگذاری‌ها به شکل‌های گوناگونی انجام می‌پذیرد (شکل ۵-۲). نیروها همچنین می‌توانند محوری یا عرضی بر قطعه در جهت‌های مختلف وارد شوند. قسمت‌های مختلف قطعه بایستی در مقابل این نیروها و بارگذاری‌ها هنگامی که به صورت آرام یا به صورت ضربه و یا صورت پی در پی اعمال می‌شود از خود مقاومت نشان دهند. اسکلت بدن انسان نیز از استخوان‌های مختلفی تشکیل شده است، که تحت بارگذاری‌های مختلفی قرار می‌گیرد.

برای نمونه استخوان پای انسان تحت بارگذاری کششی،

بارگذاری فشاری، برشی، پیچشی و خمشی قرار می‌گیرد (شکل ۵-۳).



شکل ۵-۳ انواع بارگذاری‌ها بر روی استخوان



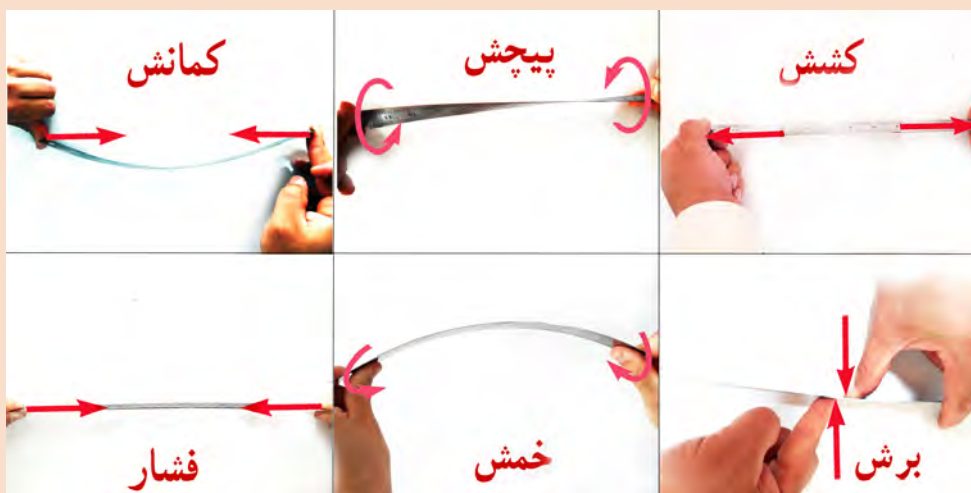


شکل ۴-۵

**۱-۲-۵- جلوه‌های آفرینش:** در بدن انسان اسکلت و استخوان‌های وظایف گوناگونی دارند. حفاظت از اندام‌هایی مانند مغز، قلب، شش‌ها از مهم‌ترین آنها است. حرکت بدن انسان نیز بر پایه اسکلت و استخوان‌ها است. چون اسکلت تکیه‌گاه عضلات قرار می‌گیرد. شکل دادن به بدن انسان نیز از دیگر وظایف استخوان‌ها است. استخوان‌های ما ۱۴ درصد از وزن کل بدنمان را تشکیل می‌دهند. بدن انسان در بدو تولد از ۳۰۰ استخوان تشکیل شده است. تعداد استخوان‌ها به مرور کم‌تر و در بزرگسالی به ۲۰۶ عدد کاهش می‌یابد. یکی شدن چند استخوان با هم، علت کم شدن تعداد استخوان‌های بدن است. بیش‌ترین تعداد استخوان‌های بدن در دستان ما قرار دارد. مچ دست به تنهایی ۵۴ استخوان دارد. صورت ۱۴ و پا ۲۶ استخوان دارد. طولانی‌ترین استخوان بدن، استخوان ران پاست. این استخوان یک چهارم قد هر فرد را تشکیل می‌دهد. کوچک‌ترین استخوان بدن در گوش میانی قرار دارد و «استخوان رکابی» نامیده می‌شود و کم‌تر از سه میلی‌متر است. تنها استخوانی که هنگام تولد رشد کافی یافته و دیگر تغییر نمی‌کند، در گوش قرار دارد. اگرچه به نظر استخوان‌های بدن سفت و محکم هستند اما ۷۵ درصد آنها را آب تشکیل می‌دهد. هر کدام از استخوان‌ها شکل خاصی دارند و بارگذاری و اعمال نیرو بر روی آنها متفاوت است. در هر نوع از بارگذاری بیش از حد بر روی استخوان شکل شکستن استخوان متفاوت است. (شکل ۴-۵)

با استفاده از یک خط کش فلزی، انواع بارگذاری‌ها را بر روی آن اعمال کنید. همچنین به میزان جابه‌جایی خط کش در هر نوع بارگذاری توجه نمایید. بارگذاری می‌تواند با اعمال نیرو در راستای طول خط کش، عمود بر خط کش یا با ایجاد گشتاور انجام شود (شکل ۵-۵).

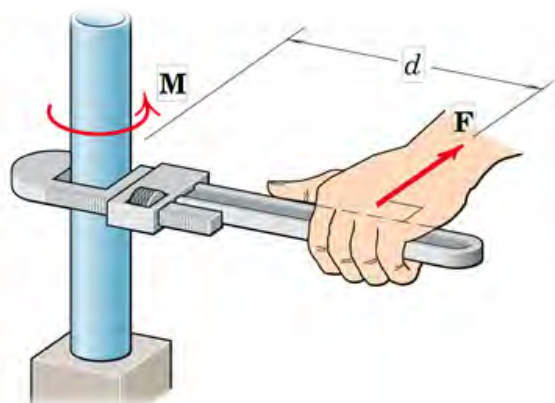
فعالیت



۵-۵ انواع بارگذاری بر روی خط کش فلزی



در کدام نوع از بارگذاری خط کش در مقابل جابه جایی مقاوم تر است؟ در گروه خود بحث کنید؟



شکل ۵-۶ علائم گشتاور و نیرو

در فعالیت انجام شده بارگذاری اعمال شده از دو بخش تشکیل شده است:

۱ وارد نمودن نیرو

۲ وارد نمودن گشتاور

واحد نیرو نیوتن (N) و واحد گشتاور نیوتن - متر (N.m) است. شکل ۵-۶ به صورت شماتیک نیرو و گشتاور را نشان می دهند. به d بازروی گشتاور می گویند.



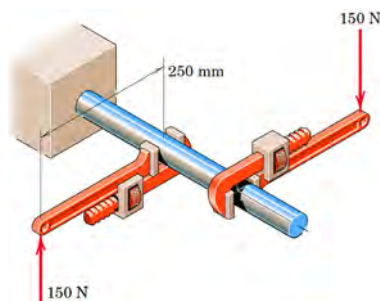
حداکثر گشتاوری که شما می توانید با کمک یک دست بدون وسایل کمکی بر روی یک میله وارد کنید حدود چند نیوتن متر است؟ حداکثر نیرویی که می توانید یک طناب را بکشید چند نیوتن است (هر یک کیلو گرم نیرو حدود ۱۰ نیوتن است)؟



همانطور که دیدید بدن انسان در اعمال نیرو و گشتاور به قطعات، محدودیت های دارد. تحقیق کنید با استفاده چه ابزارها و وسایلی که خود نیازمند تأمین انرژی نیستند می توان نیرو و گشتاور را تقویت و بیشتر نمود؟

**مثال:** در شکل ۵-۷ دو آچار شلاقی یکسان بر روی میله گشتاور وارد می کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی متر می باشد. گشتاور کلی وارده به میله را بر حسب نیوتن - متر به دست آورید.  

$$75 \text{ (N.m)} = 0.25 \text{ (m)} \times 150 \text{ (N)} \times 2 = \text{گشتاور هر آچار} \times 2 = \text{گشتاور کلی}$$
 جهت گشتاور کلی در جهت عقربه های ساعت است.

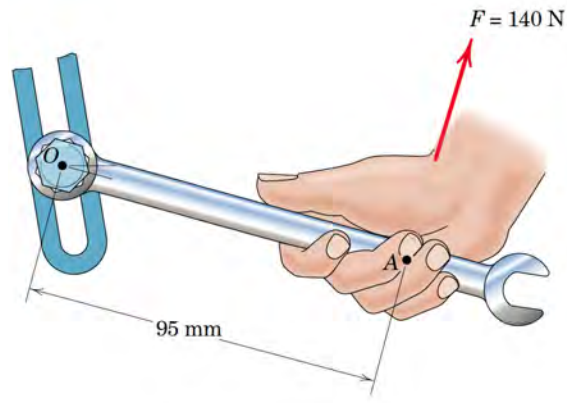
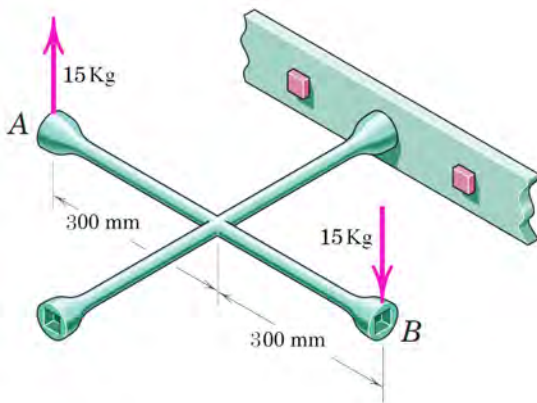


شکل ۵-۷ علائم گشتاور و نیرو



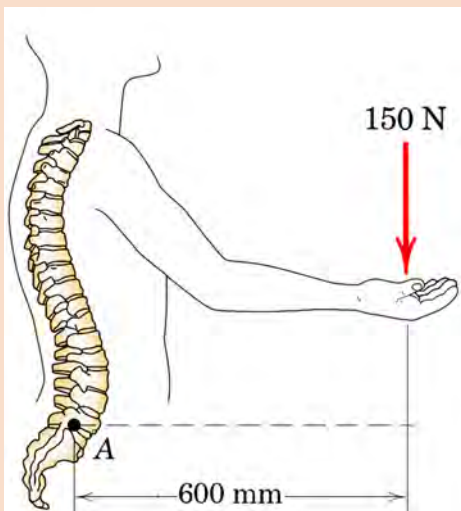
گشتاور وارده به پیچ در نقطه O را در شکل ۵-۸ برحسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.

گشتاور وارده به پیچ را در شکل ۵-۹ برحسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.



شکل ۵-۹ وارد نمودن گشتاور بر پیچ از طریق آچار چرخ

شکل ۵-۸ وارد نمودن گشتاور بر میله از طریق آچار



در شکل ۵-۱۰ گشتاور وارد به ستون فقرات در نقطه A را محاسبه کنید. همچنین همانگونه که مشاهده می‌کنید در هنگام بلند کردن بار توسط بدن، هر چه فاصله بار از بدن بیشتر باشد گشتاور وارده به ستون فقرات بیشتر خواهد بود و در نتیجه امکان آسیب برسانی به ستون فقرات بیشتر خواهد شد. تحقیق کنید روش صحیح بلند کردن بار توسط بدن و دست‌ها چگونه است و چرا بایستی به آن شیوه، بار را بلند کرد:

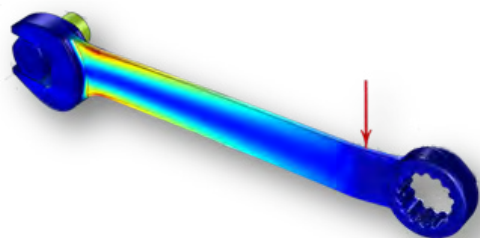
شکل ۵-۱۰ گشتاور وارده به ستون فقرات بر اثر بلند کردن بار توسط دست‌ها



برای باز کردن پیچ‌های چرخ خودرو نشان داده شده در شکل ۵-۱۱، گشتاوری حدود ۱۰ کیلوگرم - متر لازم است. محاسبه کنید مقدار حداکثر نیرویی وارده بر حسب نیوتن توسط دست بر روی آچار چرخ، تا پیچ باز شود.

شکل ۵-۱۱ باز کردن پیچ چرخ خودرو توسط آچار چرخ

### الاستیک، پلاستیک و شکست قطعات:



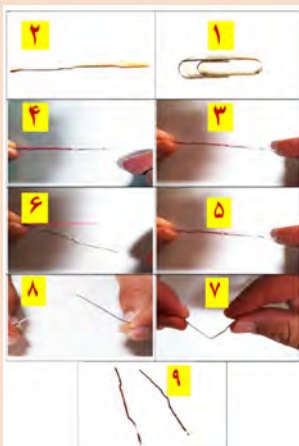
همانطور که تجربه کردید بر روی قطعات انواع بارگذاری وارد می‌شود. در یک قطعه ممکن است یک قسمت از آن بحرانی و حساس باشد و نیرو و گشتاور در آن بیشتر از نقاط یا قسمت‌های دیگر باشد. احتمال خرابی و شکست در این نقطه از همه نقاط در قطعه بیشتر است. در شکل ۵-۱۲ قسمت‌های بحرانی یک آچار را مشخص کنید. حال این پرسش‌ها را در ذهن خود مرور کنید؟

۱ اگر نیرو و گشتاور وارده به یک قطعه کم باشد آیا

قطعه پس از تغییر شکل به شکل اول خود باز می‌گردد؟  
(ممکن است شما مشاهده نکنید)

۲ اگر نیرو بیش از حد مجاز به قطعه وارد چه اتفاقی می‌افتد؟

۳ اگر نیرو خیلی زیاد باشد، یا به دفعات زیاد و به صورت نوسانی وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟



مفتول یک گیره کاغذ را همانند شکل ۵-۱۳ باز کنید. یک سمت آن را در دست خود محکم بگیرید. با انگشت دست دیگر به انتهای مفتول نیرو وارد کنید. حالت‌های زیر را در نظر بگیرید (شکل ۵-۱۳):

شکل ۵-۱۳ آزمایش بارگذاری بر روی یک مفتول گیره کاغذ چرخ



پس از انجام آزمایش پرسش‌های زیر را پاسخ دهید:

۱ اگر نیرو وارد شده به سر مفتول کم باشد پس از برداشتن نیرو، آیا مفتول به جای خود برمی‌گردد؟

۲ اگر نیرو وارد شده به سر مفتول زیاد باشد پس از برداشتن نیرو، آیا مفتول به جای خود برمی‌گردد؟

۳ اگر نیرو وارد شده به سر مفتول زیاد باشد و این کار را برای چندین بار تکرار کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

قطعه اگر پس از بارگذاری به حالت اول خود برگشت می‌گویند، قطعه در ناحیه الاستیک (کشسان همانند فنر و کش لاستیکی) است. و در زمانی که قطعه به حالت خود برنگشت، می‌گویند قطعه در ناحیه پلاستیک (مومسان همانند موم و پلاستیک) است و وقتی قطعه از یک نقطه جدا شود می‌گویند شکست اتفاق افتاده است.

## – جلوه آفرینش:

دانشمندان دریافته‌اند حشره آسیابک (dragonfly) (شکل ۱۴-۵) با طول حداکثر ۸/۳ سانتی‌متر، هنگام مهاجرت هزاران کیلومتر را برفراز اقیانوس‌ها به‌طور پیوسته پرواز می‌کند. آنها معتقدند که بدن این حشرات برای سفرهای طولانی مدت تکامل یافته است. چراکه سطح بال‌های این حشرات در مقایسه با هم‌نوعان خود بسیار بیشتر بوده و امکان پرواز گلاید یا بدون بال‌زدن را برای آنان امکان‌پذیر می‌سازد. به نظر شما در طول زندگی این حشره بال‌های آن چند بار بالا و پایین می‌رود؟ در آزمایش قبل، مفتول را چند بار بالا و پایین حرکت دادید تا مفتول شکست؟ طراحی بدن هر پرنده‌ای کاری بسیار سخت و پیچیده است!



شکل ۱۴-۵ حشره آسیابک

### ۳-۵- انواع مقاومت در مقابل تغییر شکل

**سفتی:** مقاومت یک قطعه در برابر تغییر شکل کشسان (الاستیک) بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه قطعه برای جابجایی و تغییر شکل کشسان نیروی بیشتری نیاز باشد، آن قطعه سفت تر است.

**استحکام:** مقاومت یک قطعه در برابر تغییر شکل دائمی بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه قطعه نیروی بیشتری تحمل کند قبل از این که تغییر شکل دائمی بدهد یا دچار تسلیم و شکست شود آن قطعه مستحکم تر است.

**چقرمگی:** مقاومت در برابر شکست بر اثر مصرف انرژی را گویند. هرچه برای شکستن قطعه با انرژی بیشتری صرف شود، آن قطعه چقرمه تر است.

فعالیت

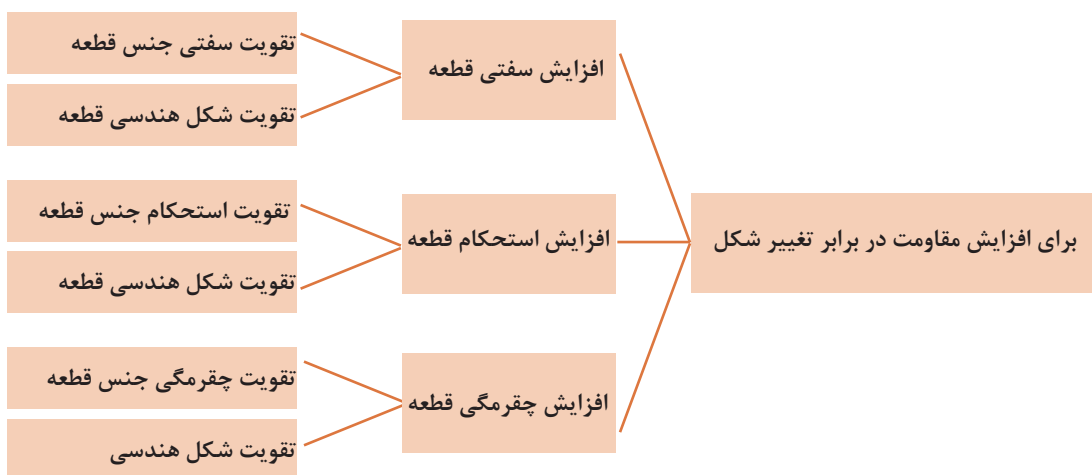


یک تکه چوب تر و یک تکه چوب خشک مشابه هم را تحت بارگذاری خمشی انجام دهید؟ به نظر شما کدام سفت تر، مستحکم تر و چقرمه تر است؟

برای افزایش مقاومت در مقابل تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو و انرژی چه کاری انجام دهیم:

- ۱- استفاده از جنس مناسب: انتخاب جنس مناسب برای هدف مورد نظر تأثیر زیادی بر استحکام قطعه خواهد داشت.
- ۲- شکل، هندسی مناسب: با استفاده از شکل های هوشمندانه می توان قطعات و سازه ها را به گونه ای ساخت که بار و نیروی بیشتری تحمل کند.
- ۳- استفاده از تکیه گاه و ایجاد شرایط مناسب: وجود تکیه گاه های خوب سبب می شود که قطعات نیروی بیشتر تحمل کنند.

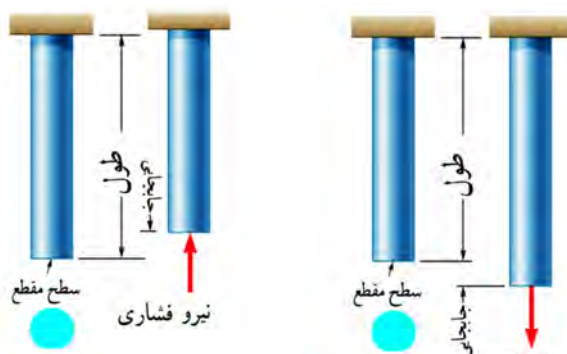
در نمودار ۵-۱ روش های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو نشان داده شده است:



نمودار ۵-۱ روش های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل



– **مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشاری:** اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در امتداد محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشرده شدن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود (شکل ۵-۱۵). همانطور که قبلاً آموخته‌اید، قطعات در هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود باز می‌گردند.



شکل ۵-۱۵. بارگذاری کششی و فشاری

**سفتی قطعه در بارگذاری کششی:** جابه‌جایی انتهای یک میله که تحت بارگذاری کششی الاستیک قرار دارد با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با مساحت سطح مقطع و سفتی جنس میله رابطه عکس دارد. هر چه سطح مقطع میله بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود.

$$\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع} = \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{جابه‌جایی در بارگذاری محوری}}$$

سفتی جنس مواد مختلف نسبت به هم متفاوت است. هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها کمتر است.

سفتی فولاد < سفتی مس < سفتی آلومینیوم  
به طور معمول سفتی فولاد از بیشتر فلزات بیشتر است. نام دیگر سفتی جنس مواد، ضریب کشسانی و الاستیک است. **استحکام قطعه در بارگذاری کششی:** نیروی وارده به واحد سطح را تنش می‌گویند هر چه نیرو بیشتر و سطح مقطع کوچک‌تر باشد تنش بیشتر می‌شود. هرچه تنش کششی یا فشاری بیشتر شود، قطعه به خرابی و شکست نزدیک‌تر می‌شود.

$$\text{تنش کششی در بارگذاری محوری} = \frac{\text{نیروی کششی}}{\text{سطح مقطع}}$$

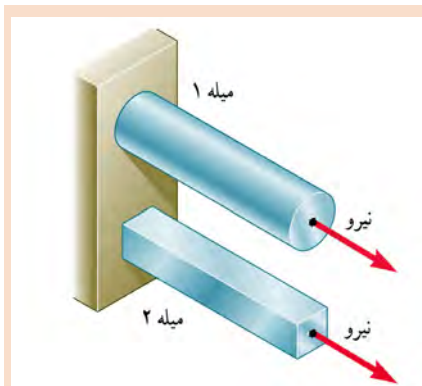
اگر تنش کششی و فشاری در یک قطعه بیشتر از استحکام کششی جنس شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. استحکام کششی به جنس قطعه بستگی دارد. یکی دیگر از راه‌های افزایش استحکام یک قطعه تقویت شکل هندسی است تا تنش در قطعه کم شود. برای اینکه یک میله در برابر نیروی کششی مقاوم باشد بایستی سطح مقطع میله را افزایش دهیم. یعنی هر چه سطح مقطع میله بیشتر باشد در مقابل نیروی کششی یا فشاری



مقاوم تر است. مقاومت قطعاتی که به صورت کششی یا فشاری بارگذاری شده‌اند، نوع شکل سطح مقطع روی آن تأثیری ندارد. مقدار استحکام کششی جنس فلزات مختلف با یکدیگر متفاوت است.

**استحکام کششی فولاد > استحکام کششی مس > استحکام کششی آلومنیوم**

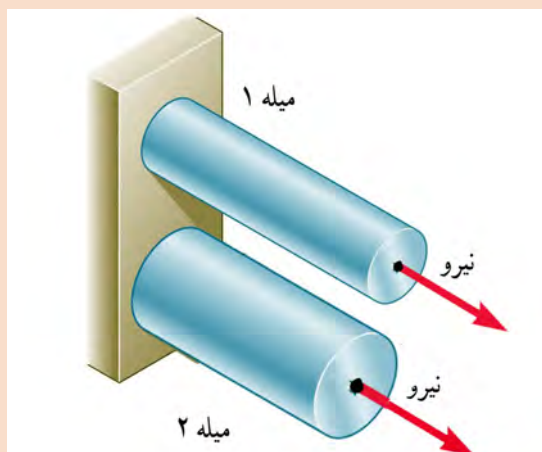
فعالیت



فکر کنید - در شکل ۵-۱۶ دو میله از جنس فولاد تحت بارگذاری یکسان کشیده می‌شوند. اگر طول و وزن میله‌ها یکسان باشند کدامیک بیشتر کشیده می‌شوند؟ در گروه خود بحث نمائید.

شکل ۵-۱۶ بارگذاری یکسان بر روی میله‌هایی با طول و جنس و وزن یکسان

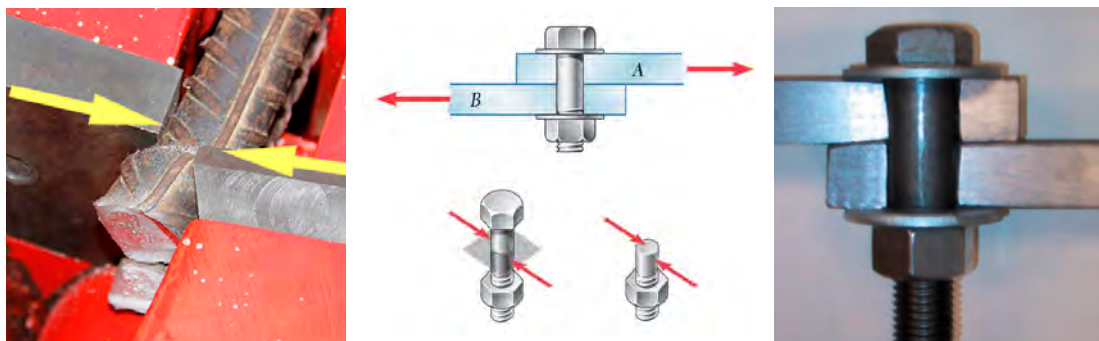
فعالیت



فکر کنید - در شکل ۵-۱۷ دو میله از جنس فولاد با سطح مقطع دایره‌ای توپر تحت بارگذاری یکسان کشیده می‌شوند. اگر وزن میله ۱ نصف وزن میله ۲ باشد جابه‌جایی میله ۱ چند برابر میله ۲ است (طول میله‌ها برابر است).

شکل ۵-۱۷ بارگذاری یکسان بر روی میله‌هایی با طول و جنس یکسان

**– مقاومت قطعه در برابر بارگذاری برشی:** اگر بار اعمال شده سبب بریدن قطعه شود، بارگذاری برشی خواهد بود. این بارگذاری توسط دو نیرو در جهت خلاف هم و نزدیک هم اتفاق می‌افتد. قیچی کردن نمونه‌ای از بارگذاری برشی است. مقاومت سازه‌هایی که دارای سطح مقطعی که به صورت برشی بارگذاری شده است مستقل از شکل مقطع است (شکل ۵-۱۸).



شکل ۵-۱۸ بارگذاری برشی

**– استحکام قطعه در بارگذاری برشی:** نیروی برشی وارده به واحد سطح را تنش برشی می‌گویند هرچه نیروی برشی بیشتر و سطح مقطع کوچک‌تر باشد تنش برشی بیشتر می‌شود. هر چه تنش برشی یا فشاری بیشتر شود، قطعه به خرابی و شکست نزدیک‌تر می‌شود. برای نمونه اگر در شکل ۵-۱۸ قطر پیچ کوچک‌تر و نیرو ثابت باشد، تنش برشی بیشتر خواهد بود.

$$\text{تنش برشی} = \frac{\text{نیروی برشی}}{\text{سطح مقطع}}$$

اگر تنش برشی در یک قطعه بیشتر از استحکام برشی جنس قطعه شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. استحکام برشی جنس‌های مختلف در قطعه به متفاوت است. پس برای افزایش استحکام یک قطعه بایستی تنش را کم کنیم. برای اینکه یک پیچ یا قطعه در برابر نیروی برشی مقاوم باشد بایستی سطح مقطع پیچ را افزایش دهیم. یعنی هر چه سطح مقطع پیچ بیشتر باشد در مقابل نیروی برشی مستحکم‌تر است. استحکام قطعاتی که به صورت برشی بارگذاری شده‌اند، شکل مقطع روی آن تأثیری است. استحکام برشی فلزات با توجه به جنس آنها متفاوت است. هر چه استحکام برشی جنس بالاتر باشد، استحکام به قطعه در برابر بارگذاری برشی بیشتر خواهد بود.

**استحکام برشی فولاد < استحکام برشی مس < استحکام برشی آلومینیوم**



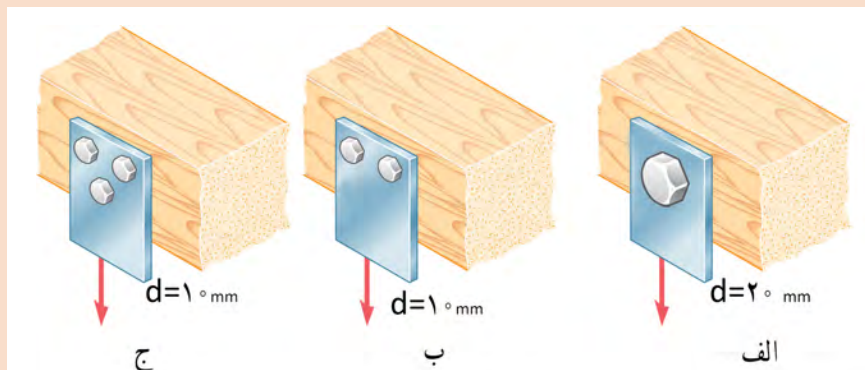
با توجه به شکل ۵-۱۹ در مورد علت خرابی لبه های برنده ناخن گیر و دم باریک بحث و گفتگو کنید. به نظر شما لبه های برنده استحکام لازم را نداشته است یا اینکه به درستی از آنها استفاده نشده است؟



شکل ۵-۱۹ لبه های برنده خراب شده در ناخن گیر و دم باریک



در شکل ۵-۲۰ یک تسمه فولادی توسط چند پیچ از یک جنس بر روی یک دیوار چوبی محکم پیچ شده است. به نظر شما برای یک نیروی برشی ثابت کدام حالت از اتصال در برابر نیروی برشی مستحکم تر است و پیچ ها دیرتر بریده می شوند. در گروه خود بحث کنید.

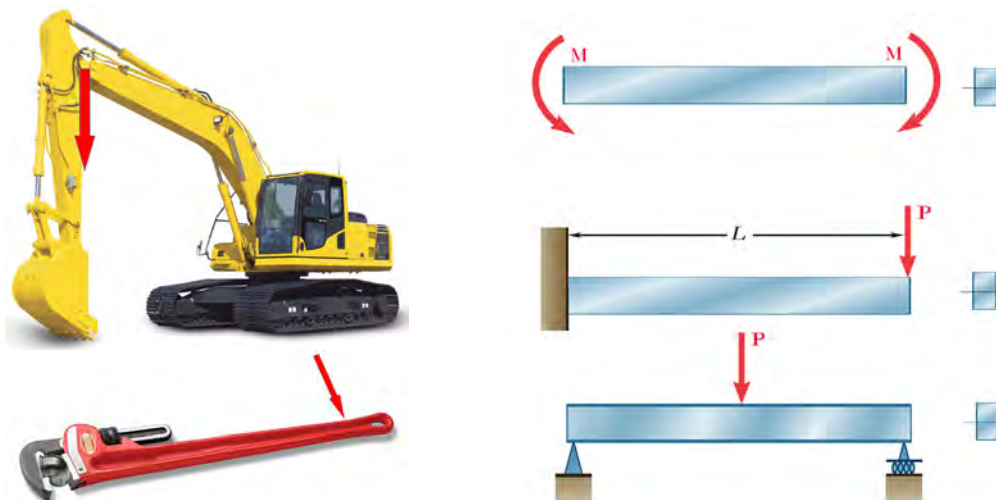


شکل ۵-۲۰ اتصالات چند روش اتصال تسمه به دیوار چوبی تحت بارگذاری برشی



با یک انبردست دو مفتول یا میخ با قطرهای مختلف را برش دهید. برای نیروی وارده یکسان تنش برشی وارده به کدام یک بیشتر است؟ کدام یک راحت تر بریده می شود؟ چرا؟ همین کار را برای دو مفتول با قطر یکسان و جنس متفاوت (مس و فولاد) انجام دهید؟ تنش برشی کدام یک بیشتر خواهد بود؟ کدام یک زودتر بریده خواهد شد؟ چرا؟

– **مقاومت قطعه در برابر بارگذاری خمشی:** یکی دیگر از انواع بارگذاری‌ها همان طور که در آزمایش با خط کش فلزی تجربه کردید بارگذاری خمشی بود. خط کش فلزی یا هر قطعه دیگر با چندین روش بارگذاری خم می‌شوند. در شکل ۵-۲۱ دو روش برای خم کردن خط کش نشان داده شده است. یکی با اعمال نیروی عرضی در یک نقطه از خط کش مانند انت‌های آن، و دیگری با اعمال گشتاور در هر نقطه از آن خم می‌شود. سطح مقطع تیر و محور خمش نیز در شکل نشان داده شده است.



شکل ۵-۲۱ انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه

با استفاده از روش‌های نشان داده شده در شکل ۵-۲۱ بر روی خط کش فلزی بارگذاری خمشی انجام دهید؟

فعالیت



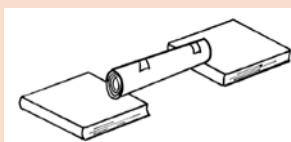
فعالیت



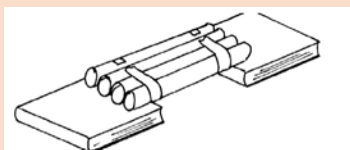
دو کاغذ A۴ را نصف کنید و با استفاده از آنها آزمایش‌های زیر را انجام دهید:



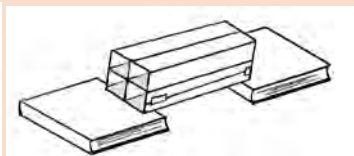
۱- کاغذها را تا کرده روی هم قرار دهید، سپس لبه‌های آن را چسب زده و آنها روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش شدن را حس کنید.



۲- کاغذها را روی هم قرار دهید، سپس آن را لوله کرده و با چسب لبه‌های آن را بچسبانید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش شدن را حس کنید.



۳- کاغذها را تک تک لوله کرده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش شدن را حس کنید.



۴- کاغذها را تک تک به شکل قوطی در آورده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش شدن را حس کنید.

پس از انجام آزمایش‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ وزن کاغذها در سه آزمایش با هم چه تفاوتی دارند؟

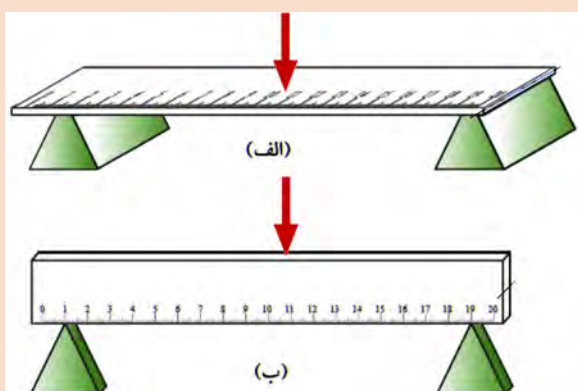
.....

۲ استحکام کدام قطعه و سازه کاغذی که شما آزمایش کردید در مقابل نیروی خمشی بالاتر است؟

.....

۳ اگر قرار بود شما یک پل طراحی می کردید، کدام یک از سازه‌ها را پیشنهاد می کردید؟

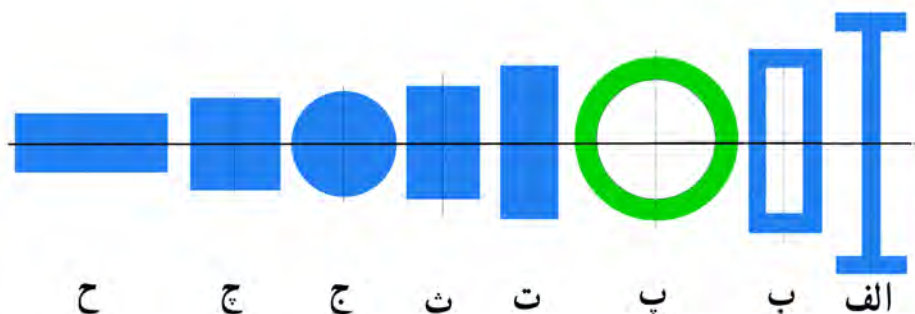
.....



شکل ۵-۲۲ بارگذاری خمشی بر روی خط کش در دو جهت

با استفاده از خط کش فلزی بارگذاری خمشی را در دو جهت انجام دهید؟ استحکام خمشی خط کش فلزی در کدام جهت بیشتر است؟ یعنی در کدام حالت خط کش به سختی خم می‌شود؟ (راهنمایی به سطح مقطع خط کش توجه کنید. شکل ۵-۲۲)

همانطور که در آزمایش مشاهده کردید با اینکه سطح مقطع خط کش در دو حالت یکسان است اما استحکام خمشی خط کش در حالت ب بیشتر از حالت الف است. دلیل آن این است که ممان اینرسی سطح مقطع خط کش، حول محور خمش در حالت ب بیشتر از حالت الف است. **ممان اینرسی چیست؟** ممان اینرسی عامل مقاوم در مقابل خمش می‌باشد و هر چه ذرات تشکیل دهنده جسم در سطح مقطع نسبت به محور خمش دورتر باشد، ممان اینرسی بیشتر است. شکل ۵-۲۳

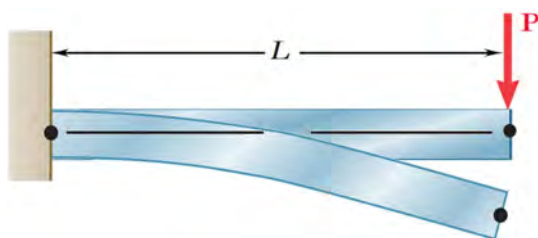


شکل ۵-۲۳ انواع سطح مقطع در خمش

به شکل ۵-۲۳ توجه کنید، تمام سطح مقطع جسم در اشکال با هم برابر است. یعنی همه مساحت‌ها یکسان هستند ولی ممان اینرسی حول محور افقی در شکل الف که شبیه به I است از ممان اینرسی بقیه شکل‌ها بیشتر از است. همچنین ممان اینرسی شکل ح از همه کوچک‌تر است.



کتاب خود را ۹۰ درجه موفق عقربه‌های ساعت بچرخانید. حال به سطح مقطع‌ها نگاه کنید، به نظر شما کدام سطح مقطع‌ها در حول محور افقی (محور جدید) ممان اینرسی بیشتری دارند؟ در گروه خود بحث کنید؟



سفتی قطعه در بارگذاری خمشی: هنگام خمش یک قطعه یا یک تیر بالای جسم کشیده و پایین جسم فشرده می‌شود و بیشترین جابه‌جایی قطعه در انتهای آن خواهد بود. شکل ۵-۲۴

شکل ۵-۲۴ خمش یک قطعه تحت بارگذاری خمشی

فعالیت



توسط یک تکه ابر بارگذاری خمشی را آزمایش کنید و کشیدگی و فشردگی ذرات را ترسیم کنید.

جایایی انتهای یک قطعه که تحت بارگذاری خمشی قرار دارد با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با ممان اینرسی و سفتی جنس قطعه رابطه عکس دارد. یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در مقابل خمش سفت‌تر است.

$$\alpha = \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی}}$$

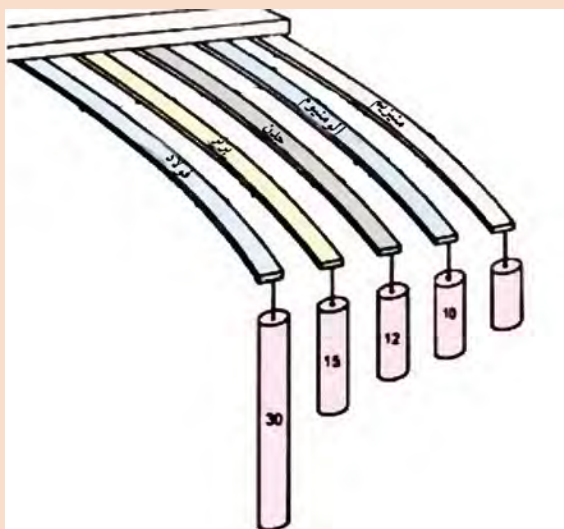
جابه‌جایی در خمش

هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها در مقابل خمش کمتر و سفتی قطعه بیشتر خواهد بود و برای جابه‌جایی باید نیرو و گشتاور بیشتری وارد شود.

فعالیت



در گروه در مورد نیرو و گشتاور، سفتی جنس، جابه‌جایی و طول قطعات در شکل ۵-۲۵، بحث و گفتگو نمائید و دلیل جابه‌جایی ثابت آنها را توضیح دهید؟



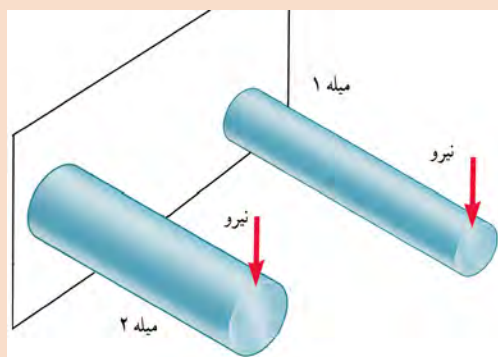
شکل ۵-۲۵ جابه‌جایی قطعات در بارگذاری خمشی



– **استحکام قطعه در بارگذاری خمشی:** هنگام خمش در یک قطعه، بالای جسم کشیده و پایین جسم فشرده می‌شود. لذا به بالای جسم تنش کششی و به پایین جسم تنش فشاری اعمال می‌شود. اگر تنش کششی و فشاری در یک قطعه در هنگام خمش بیشتر از استحکام کششی یا فشاری شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. همانطور که قبلاً گفته شد استحکام کششی یا فشاری به جنس قطعه بستگی دارد. یکی دیگر از راه‌های افزایش استحکام یک قطعه هنگام خمش، کاهش تنش است. برای اینکار بایستی ممان اینرسی قطعه حول محور خمش را افزایش دهیم. یعنی هر چه ممان اینرسی بیشتر باشد، قطعه در مقابل خمش مستحکم‌تر است.

$$\text{گشتاور} \\ \text{ممان اینرسی} = \text{تنش در قطعه هنگام خمش}$$

اگر وزن و طول قطعه‌ای ثابت باشد، سطح مقطع به شکل I، در بارگذاری خمشی در یک جهت بیشترین استحکام را دارا است (به قطعات نشان داده شده در شکل اول فصل پنجم مراجعه کنید). اگر بارگذاری خمشی در چند جهت باشد دایره توخالی بهترین استحکام خمشی را دارد. این موضوع را در آزمایش با کاغذها تجربه کردید.



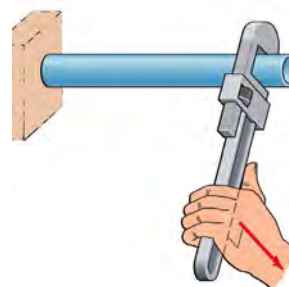
شکل ۵-۲۶ بارگذاری خمشی دو ملیه با طول یکسان

دو مفتول فلزی هم جنس را به طول ۲۰ سانتی‌متر که دارای قطرهای مختلف و توپر هستند به یک گیره ببندید، و آن را بارگذاری خمشی کنید، کدام یک دارای استحکام خمشی بالاتر هستند؟ همین کار را برای دو مفتول هم جنس، هم وزن، هم طول با ممان اینرسی متفاوت انجام دهید. استحکام کدام یک بیشتر است؟ شکل ۵-۲۶

فعالیت



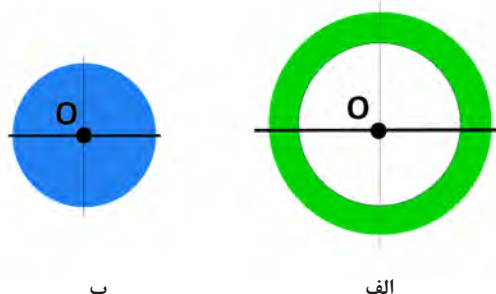
– **مقاومت قطعه در برابر بارگذاری پیچشی:** یکی دیگر از انواع بارگذاری‌ها همان طور که در آزمایش با خط کش فلزی تجربه کردید بارگذاری پیچشی است. خط کش فلزی یا هر قطعه دیگر با چندین روش بارگذاری پیچشی می‌شوند. در شکل ۵-۲۷ دو روش برای پیچاندن قطعه خط کش نشان داده شده است.



شکل ۵-۲۷ روش‌هایی برای پیچاندن قطعه



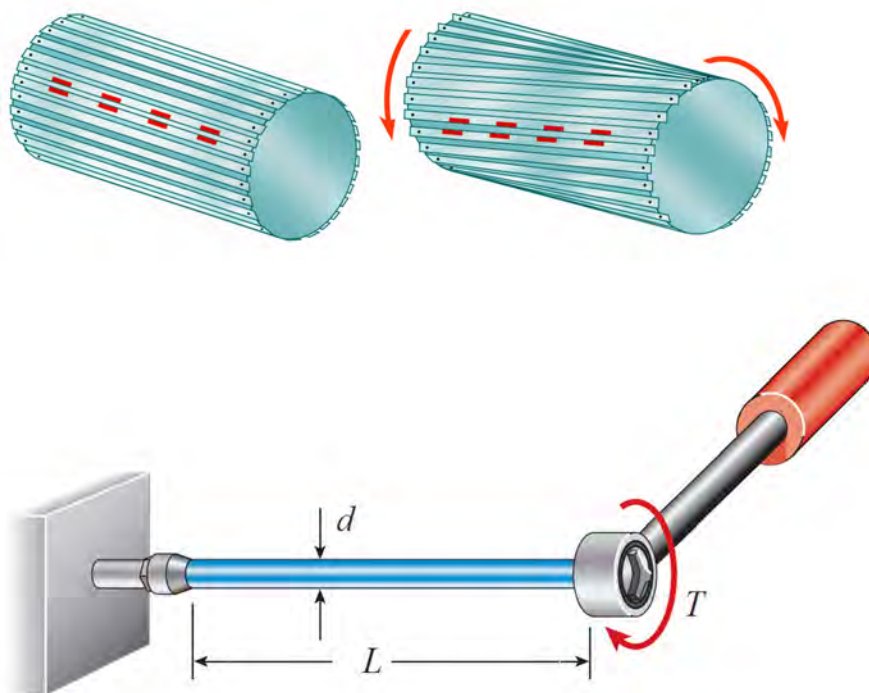
با چند روش بارگذاری متفاوت یک خط کش فلزی را دچار پیچش کنید و سپس شکل های آنها را ترسیم نمایید؟



شکل ۵-۲۸ ممان اینرسی قطبی برای دو سطح مقطع متفاوت

**– ممان اینرسی قطبی چیست؟** ممان اینرسی قطبی عامل مقاوم در مقابل پیچش است و هر چه ذرات تشکیل دهنده جسم در سطح مقطع نسبت به محور دوران دورتر باشد، ممان اینرسی قطبی بیشتر است. برای اینکه استحکام قطعه در مقابل پیچش بیشتر باشد بایستی ممان اینرسی قطبی جسم حول محور دوران بالاتر باشد. به شکل ۵-۲۸ نگاه کنید، مساحت سطح مقطع شکل (الف) با شکل (ب) برابر است اما ممان اینرسی قطبی سطح مقطع شکل الف از ممان اینرسی قطبی شکل ب بیشتر است.

**سفتی قطعه در بارگذاری پیچشی:** هنگامی که قطعه ای تحت بارگذاری پیچشی قرار می گیرد، ذرات جسم حول محور خود دوران می کنند و جابه جا می شوند. انواع بارگذاری برای ایجاد پیچش در جسم وجود دارد. شکل ۵-۲۹.



شکل ۵-۲۹ پیچش در یک قطعه

به شکل ۵-۲۹ نگاه کنید. زاویه پیچشی یا جابه جایی انتهای یک قطعه که تحت بارگذاری پیچشی قرار دارد

با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با ممان اینرسی قطبی و سفتی برشی جنس قطعه (که به آن صلابت هم گفته می‌شود) رابطه عکس دارد. یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در مقابل پیچش سفت‌تر است.

$$\frac{\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی}}{\alpha \text{ زاویه در پیچش}} = \text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی}$$

هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها در مقابل پیچش کمتر خواهد بود و برای جابجایی باید نیرو و گشتاور بیشتری وارد شود.

**سفتی برشی فولاد < سفتی برشی مس < سفتی برشی آلومینیوم**

فعالیت



سه خط کش چوبی، فلزی و پلاستیکی ۳۰ سانتی با سطح مقطع یکسان را تحت پیچش قرار دهید. برای جابه‌جایی ۴۵ درجه کدام یک نیروی بیشتری لازم است؟

**استحکام قطعه در بارگذاری پیچشی:** بارگذاری پیچشی سبب ایجاد تنش برشی در جسم می‌شود. اگر تنش برشی وارده به جسم به استحکام برشی برسد قطعه دچار خرابی می‌شود. فلزات و مواد مختلف دارای استحکام برشی جنس متفاوت هستند. هر چه استحکام برشی جنس بالاتر باشد استحکام پیچشی نیز بالاتر خواهد بود.

$$\frac{\text{گشتاور پیچشی}}{\alpha \text{ جابه‌جایی در خمش}} = \text{ممان اینرسی قطبی}$$

هرچه ممان اینرسی قطبی بیشتر باشد استحکام پیچشی قطعه بالاتر خواهد بود. برای نمونه اگر دو لوله توپر و تو خالی با اندازه یکسانی اگر دارای وزن و جنس یکسان باشند، استحکام پیچشی لوله تو خالی بیشتر است.

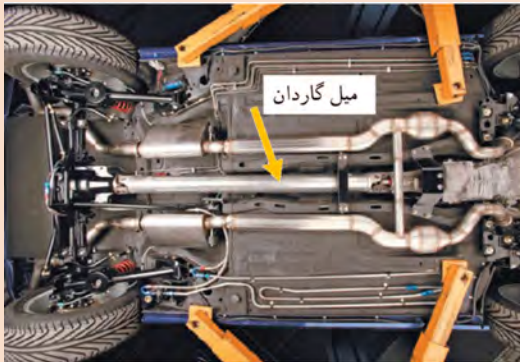
فعالیت



یکی از مواردی که هنگام کار با آن مواجه می‌شویم بریدن پیچ اتصالات است. به نظر شما کدام عامل سبب بریدن پیچ می‌شود (شکل ۵-۳۰):  
الف: وارد کردن گشتاور بیش از حد مجاز به پیچ  
ب: پایین بودن ممان اینرسی قطبی  
ج: پایین بودن تنش برشی مجاز بدلیل جنس قطعه



در سیستم انتقال قدرت در خودرو، جهت انتقال حرکت از موتور به چرخ‌های عقب از میل‌گاردان استفاده می‌شود. میل‌گاردان تحت بارگذاری پیچشی قرار دارد. تحقیق کنید که سطح مقطع میل‌گاردان دارای چه شکلی است و جنس آن از چیست؟ (شکل ۳۱-۵)



شکل ۳۰-۵ یک پیچ بریده شده بر اثر بارگذاری پیچشی شکل ۳۱-۵ میل‌گاردان بارگذاری پیچشی را برای انتقال گشتاور تحمل می‌نماید

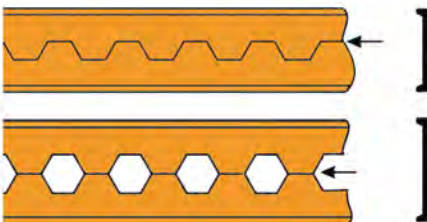
## ارزشیابی پایانی فصل ۵



۱ اگر وزن و نیروی وارده به دو کفش نشان داده شده در شکل زیر یکسان باشد تنش فشاری بر روی پاشنه کدام کفش بیشتر است، احتمال خراب شدن کدام پاشنه بیشتر می‌باشد؟



۲ از روش‌های تولید تیرهای آهنی برش و جوشکاری تیر آهن به شکل لانه زنبوری است. چرا این نوع از تیر آهن‌ها در مقابل خمش استحکام بیشتری دارند؟



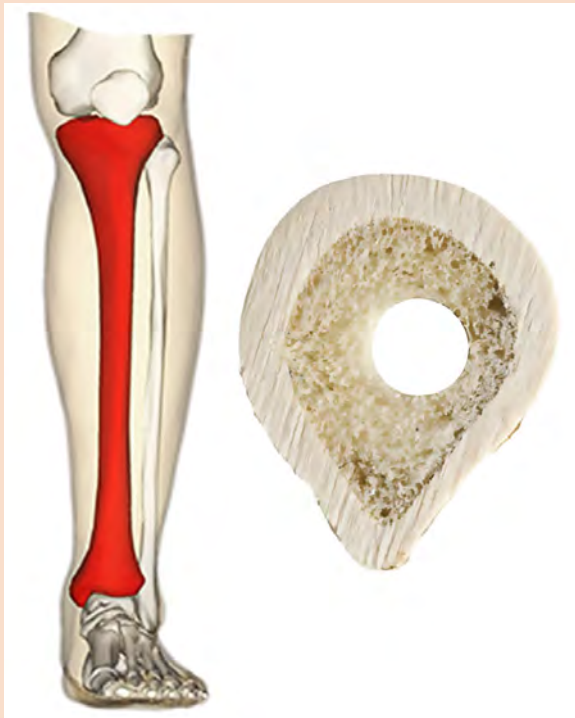
۳ در وزنه‌برداری گشتاور زیادی به میله وزنه‌برداری وارد می‌شود که آن را خم می‌کند. برای اینکه استحکام میله در بارگذاری خمشی بالا رود چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟



تحقیق کنید



۱- همانطور که می‌دانید در مدارهای برقی خودرو، ساختمان یا وسایل فیوزها نقش حفاظتی از دیگر قطعات برقی را بر عهده دارند. یعنی اینکه اگر برق بخواهد به قطعه‌ای صدمه وارد کند، فیوز از این کار محافظت می‌کند و خود را قربانی می‌کند. به همین صورت در وسایل مکانیکی نیز فیوز مکانیکی وجود دارد. فیوز مکانیکی سبب می‌شود تا نیرو و گشتاور بیش از حدی به قطعات مکانیکی وارد نشود و آنها دچار خرابی و شکست نشوند. فیوزهای مکانیکی انواع مختلفی دارند که پین‌های برشی از این جمله هستند. شما همراه گروه خود در زمینه انواع فیوزهای مکانیکی که خود را قربانی دیگر قطعات می‌کنند تا به آنها صدمه نزنند تحقیق کنید و چند نمونه از آن را در دستگاه‌ها و وسایل کاری موجود در کارگاه نام ببرید.

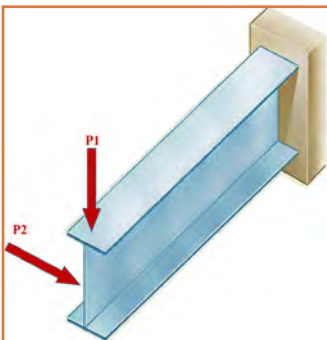


۲- همانطور که دیدید استخوان‌های بدن انسان هر کدام برای هدفی که دارند دارای شکل متفاوتی هستند. استخوان ساق پا (تیبیا) دومین استخوان بزرگ بدن بعد از استخوان ران پا است که انواع مختلف بارگذاری در جهت‌های مختلف به آن وارد می‌شود. به نظر شما سطح مقطع این استخوان چرا به صورت توپر یا به شکل مربع شکل نیست؟ فکر می‌کنید طراح آن چرا این شکل را که شبیه دایره تو خالی می‌باشد انتخاب کرده است؟ به صورت گروهی تحقیق کنید.

تمرین



در شک زیر اگر نیروی  $P_1$  و  $P_2$  با هم برابر باشند، جابه‌جایی تیر در جهت افقی بیشتر است یا در جهت عمودی؟ علت را توضیح دهید؟





تحقیق کنید



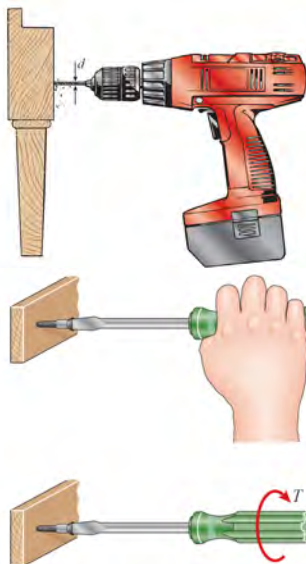
مواد ترد و شکننده و مواد نرم و چکش پذیر هر کدام در هنگام پیچش به شکل خاصی می شکنند، شکل شکستن هر یک از مواد را هنگام پیچش تحقیق کنید.



بررسی کنید



یکی از موارد رایج در هنگام کار شکست مته هنگام سوراخ کاری است. دلایل شکست مته هنگام کار را بررسی نمایید؟



هنگام پیچ کردن قطعات چوبی برای استحکام بالا بایستی چه موارد را در نظر گرفت؟

## منابع و مآخذ

- ۱- مبانی چاپ، مؤلف:مجید پرهیزگار- از انتشارات وزارت آموزش و پرورش
- ۲- فناوری چاپ، مؤلف:علی ظریف - از انتشارات وزارت آموزش و پرورش
- ۳- محاسبات فنی چاپ، مؤلفان:محمد حسین قاسمی افشار و جواد انجمنی - از انتشارات وزارت آموزش و پرورش
- ۴- موادشناسی چاپ، مؤلفان:حسین محمد لو و بیژن درویش - از انتشارات وزارت آموزش و پرورش
- ۵- محاسبات فنی ۱، مؤلف:امیر بهادر بهادران - از انتشارات وزارت آموزش و پرورش
- ۶- مروری بر تاریخ چاپ و چاپخانه در ایران: سید ابوالفضل رضوی، کتاب ماه، ص ۲۲، ۱۳۷۸
- ۷- تکنولوژی و کارگاه چاپ، مؤلفان: محمد حسین قاسمی افشار ، داود شایسته خصلت، حسین آخیشجان و محمد عطایی فرد - از انتشارات وزارت آموزش و پرورش

8-A historical essay on the development of Flexography, Ana Gomez, Rochester Institute of Technology, 2000

9-Handbook of Print media:Technologies and Production methods/ed. Helmut Kiphan, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2001