

# از حروف متحرک تا ریز تراشه

## رویدادهای مهم در تاریخ چاپ

نوشته ورنر مرکلی

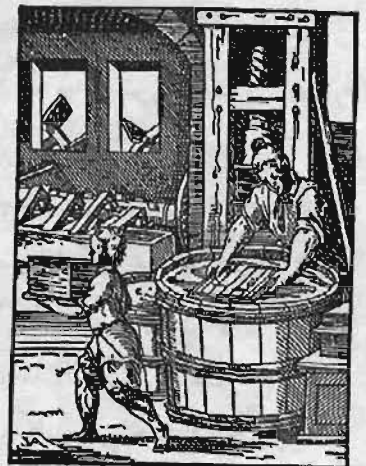
ورنر مرکلی (Werner Merkli) اهل سوئیس است و ویراستاری نسخه آلمانی پیام یونسکو را بر عهده دارد. مرکلی متخصص تکنولوژی چاپ است و سالها مدیریت یکی از شرکتهای بزرگ طبع و نشر سوئیس را بر عهده داشته است. وی در فاصله سالهای ۱۹۷۶ تا ۱۹۸۱ مدیر مجمع صنایع چاپ سوئیس و ۲۵ سال نیز سرپرست موزه دوستان گوتنبرگ سوئیس در شهر برن بود. از جمله آثار منتشر شده آقای مرکلی اثر زیر است: «Vademecum یا مدخلی بر هنرهای گرافیک» که آن را مؤسسه هالواگ (چاپ دوم، ۱۹۶۷) منتشر ساخته است.

تا پیشتر از چهار قرن بعد از آنکه یوهانس گوتنبرگ در قرن پانزدهم میلادی با استفاده از حروف فلزی متحرک فرایند چاپ را اختراع کرد، تمام حروف در یک رشته قالبهای دست ساز ریخته می شد، حروفچینی به صورت دستی انجام می گرفت و ماشین چاپ به زور بازو حرکت می کرد. تنها در قرن نوزدهم بود که حروفچینی و چاپ ماشینی شد. از اواسط قرن بیستم دانش الکترونیک و میکرو کامپیوترها، در حروفچینی و نقل تصویر و فنون چاپ انقلابی پدید آورده اند.

■ هنر کاغذسازی (تصویر ۱) حدود دو قرن پیش از میلاد توسط چینیها اختراع شد (نگاه کنید به مقاله صفحه ۴۲) و هنگامی که چند تن از کاغذسازهای چینی در سال ۷۵۱ میلادی ۳۴۱ - ۵۱۳ ه. ق. در حوالی سمرقند به اسارت مسلمانان درآمدند، چاره ای جز افشای اسرار حرفه ای خود نداشتند و بدین ترتیب هنر کاغذسازی راه مغرب زمین را در پیش گرفت. این هنر در سال ۱۱۵۰ به اسپانیا رسید. و هنوز عصر گوتنبرگ فرا نرسیده بود که در تعدادی از شهرهای اروپا کارخانه های کاغذسازی احداث شده بود (تصویر ۲). بدین سان جنس بسیار مناسبی برای چاپ در اختیار گوتنبرگ قرار داشت که به مراتب از ورقهای پوست دباغی شده که در صومعه ها برای تهیه نسخه های خطی به کار می رفت ارزانتر بود.

کاغذسازی در حول و حوش سال ۱۸۰۰ به صورت ماشینی درآمد؛ در این ایام یک فرانسوی به نام نیکولا - لویی روبر در کارخانه دیدو در حوالی پاریس نخستین ماشین کاغذسازی را اختراع کرد. در این ماشین یک کمر بند نقاله به کار رفته بود و با هر دور چرخش دستگاه یک ورق کاغذ تولید می شد (تصویر ۳). در سال ۱۸۰۵ یک مهندس انگلیسی به نام جوزف براما دستگاهی برای ساختن کاغذ طراحی کرد که یک استوانه دوآر داشت. بعدها این تحول به تولید کاغذ رول یا «رول» منجر شد (تصویر ۴). امروزه تولید کاغذ کاملاً به صورت خودکار صورت می گیرد و مرغوبیت تولید آن را می توان به کمک کامپیوتر کنترل کرد.

۱. این حکاکی روی چوب اثر پست آسان برای کتاب «راهنمای حرفه» تألیف هانس زاخ، چاپ شده در فرانکفورت در سال ۱۵۶۸. قدیمی ترین تصویر موجود از صنعت کاغذسازی اروپا است. اگر چه امروزه بیشتر مراحل کاغذسازی ماشینی شده است ولی هنوز هم فرایند اصلی آن همان است که بود. الیاف گیاهی از هم تفکیک شده و خمسانده می شوند تا خمیر کاغذ بدست آید. سپس این خمیر روی غزالی پهن شده آب آن گرفته می شود. آنگاه ورق خشک بر جای مانده را با توجه به موارد استفاده به نخی زیر فشار بیشتر گذاشته و پرداخت می دهند.

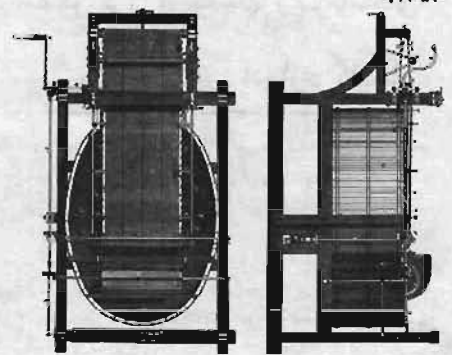
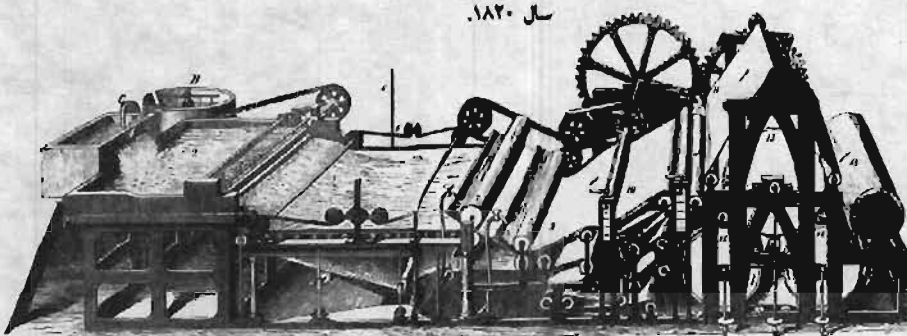


۲. قسمتی از یک حکاکی روی چوب از سالهای آخر قرن پانزدهم از نورنبرگ که کارخانه کاغذسازی اولمان اشترومر را که نخستین کارخانه کاغذسازی آلمان بود نشان می دهد.



۳. نمای جانبی و عمودی دستگاه کاغذسازی نیکولا - لویی روبر. ۱۷۹۸.

۴. ماشین تولید کاغذ رول، حدود سال ۱۸۲۰.



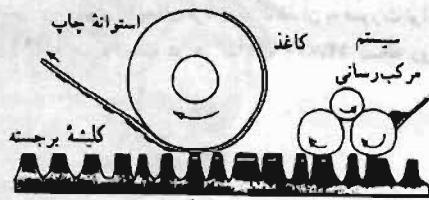
۶. قدیمی‌ترین تصویری که از گوتنبرگ در دست است. حکاکی روی مس از کتاب «درج حال و تصاویر حقیقی مردان نامی»، چاپ پاریس، ۱۵۸۴.



JEAN GUTTENBERG



۵. حکاکی روی چوب در عصر حاضر.



چاپ مسطح قدیمی‌ترین شیوه چاپ و تنها شیوه‌ای است که در آن می‌توان مستقیماً از حروف استفاده کرد. برای چاپ، حروف ریخته شده فلزی یا کلیشه به کار برده می‌شود که در آنها سطوح چاپی برجسته است و نسبت به سطح غیرچاپی برآمدگی دارد. نورد مرکب فقط سطوح برآمده را آغشته می‌کند و از این سطوح قتری از مرکب مستقیماً به سطح کاغذ منتقل می‌شود. در تصویر بالا طرز کار یک نوع ماشین چاپ مسطح خوابیده را که دارای استوانه فشار است مشاهده می‌کنید.

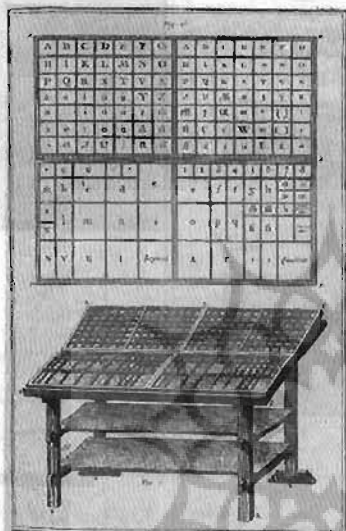
■ در کتابخانه صومعه‌ها برخی اوراق چاپی وجود دارد که در قرنهای نهم و دهم به کمک صفحات کنده کاری شده چوبی [شبهه به قالبهای قلمکار] به چاپ رسیده‌اند (تصویر ۵). در فاصله سالهای ۱۰۴۱ تا ۱۰۴۸، صنعتگر چینی بی‌شنگ با استفاده از حروف سفالی متحرک مطالبی را بر روی کاغذ چاپ می‌کرد. در سال ۱۴۰۳ در یکی از کارگاه‌های چاپ در کشور کره از حروف مسی استفاده می‌شد. در خلال سالهای ۱۴۳۶ و ۱۴۴۴ یوهانس گتس‌فلاش تسوم گوتنبرگ از اهالی شهر ماینتس در آلمان (تصویر ۶) قالب حروف یا ماتریس را اختراع کرد و با استفاده از حروف فلزی متحرک شیوه‌ای را در چاپ بنیان نهاد که تقریباً بدون هیچ دگرگونی مهمی تا قرن بیستم ادامه یافت.

گوتنبرگ اول از یک فلز سخت سببه‌نشانی برای هر حرف، هر حرکت زیر یا زبر، و هر نشانه نقطه‌گذاری می‌ساخت؛ بعد سببه را در فلزی نرم‌تر می‌کوبید تا قالبی پدید آید برای ریختن قطعاتی مشابه همان حرف. جنس این حروف آلیاژی بود از سرب، آنتیموان و قلع. حروف ریخته شده در کتوهای خانه‌بندی شده موسوم به «گارسه» نگهداری می‌شد (تصویر ۷) و حروف لازم برای چیدن متن را از خانه‌های گارسه برمی‌داشتند. گوتنبرگ برای چاپ، یک دستگاه پرس پیچی چوبی ساخت که به نیروی دست کار می‌کرد (تصویر ۸) و بی‌شبهات به چرخ شیره کشی انگور نبود، مرکب چاپ از آمیزه‌ای بود از دوده حاصل از سوختن چوب کاج و روغن بزرک، که آن را با ماله‌ای چرمی بر سطح حروف می‌مالیدند و کاغذ را برای جذب بهتر مرکب پیش از چاپ مرطوب می‌کردند.

اولین کتابی که گوتنبرگ برای چاپ انتخاب کرد کتاب مقدس بود، چرا که در آن زمان خواهان بسیار داشت. انجیل چاپ گوتنبرگ که برحسب تعداد سطرهای هر ستونش به «انجیل ۲۲ سطر» معروف شد (نگاه کنید به پشت جلد مجله) در فاصله سالهای ۱۴۵۲ تا ۱۴۵۵ در ۲۰۰ نسخه در ماینتس به طبع رسید. حروف رنگین سرآغاز هر فصل و تزئینات حواشی آن بعد از چاپ با دست اضافه شد، زیرا گوتنبرگ از نظر طراحی حروف (تصویر ۹) و صفحه‌آرایی کتاب دقیقاً از همان اسلوبی پیروی می‌کرد که صومعه‌ها در تهیه نسخه‌های خطی نفیس به کار می‌بردند.

هنر چاپ به سرعت در سراسر اروپا رواج یافت. برای بالا بردن کارایی ماشینهای چاپ چوبی تلاشهای فراوانی مبذول شد و هنگامی که ویلهلم هاس که در شهر بال سوئیس به ریخته‌گری حروف اشتغال داشت، در سال ۱۷۸۷ نخستین دستگاه چاپ دستی تمام فلزی را درست کرد همان طرح اولیه دستگاه‌های چوبی را در ذهن داشت. دستگاه ویلهلم هاس کیفیت چاپی بهتری ارائه می‌داد.

۱۰. نمودار ماشین چاپ کسونیک (۱۸۱۱). در این دستگاه استوانه فشار جای سطح فشار را گرفته است.



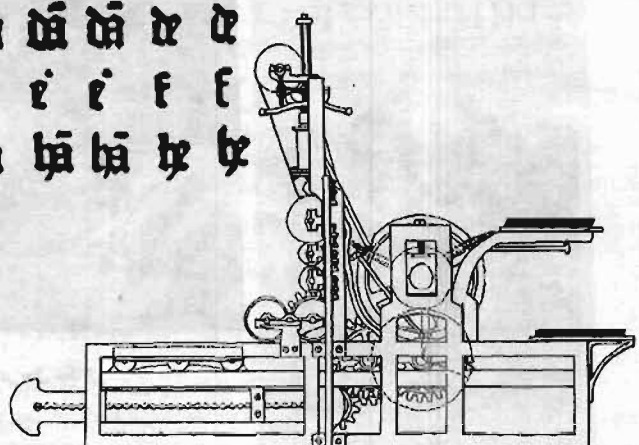
۷. تصویری از یک گارسه حروف چینی به نقل از دایرة المعارف دیپلو.



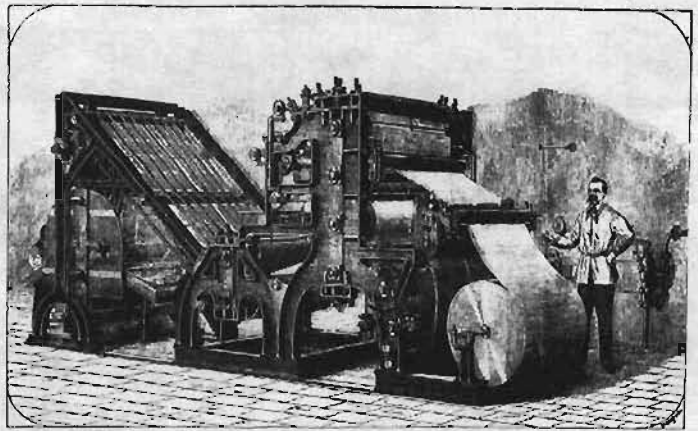
۸. دستگاه چاپ گوتنبرگ که در قرن نوزدهم در شهر لایپزیگ بازسازی شده بود. این دستگاه عبارت بود از یک سطح ثابت تحتانی و یک سطح متحرک فوقانی. مجموعه حروف چیده شده در یک قاب فلزی قفل می‌شد و فرم چاپی را تشکیل می‌داد. پس از آغشته‌شدن فرم به مرکب، یک ورق کاغذ روی آن قرار می‌دادند. سپس آن را میان دو سطح دستگاه پرس می‌کردند.

۹. نمونه‌هایی از حروف طرح گوتنبرگ.

ā ā ā ā ā ā  
 b b b b b b  
 c c c c c c  
 d d d d d d  
 e e e e e e  
 f f f f f f



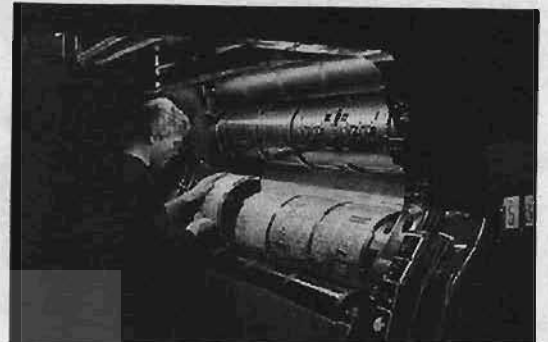
اندیشه کاربرد استوانه دوار برای کاستن از نیروی بدنی فوق العاده‌ای که در چاپ به کار می‌رفت در اوایل قرن هفدهم مطرح گردید، ولی تنها در سال ۱۸۱۱ بود که حروفچین و مخترع آلمانی فریدریش کونینگ نخستین ماشین سیلندری چاپ را که به نیروی بخار کار می‌کرد به نام خود ثبت نمود (تصویر ۱۰) در سال ۱۸۱۸ با ساخت ماشین چاپ سیلندری مضاعف توسط کونینگ و همکارش باور، پیشرفت دیگری در این زمینه صورت گرفت. در این دستگاه پس از چاپ یک روی کاغذ توسط یکی از استوانه‌ها، روی دیگر کاغذ نیز برای چاپ زیر استوانه دوم می‌رفت.



۱۱. ماشین چاپ روتاتیو والتز، ۱۸۶۶.

در سال ۱۸۲۴، ریچارد هر در ایالات متحده نخستین ماشین چاپ روتاتیو را ثبت داد. این نخستین دستگاهی بود که در آن نقش حروف به جای آنکه در یک سطح مسطح قرار بگیرد در یک سطح منور گرد سیلندر بسته می‌شد. در سال ۱۸۶۶، جان والتز صاحب روزنامه تایمز لندن، بر اساس نمونه آمریکایی دستگاهی که چپتا ویلکینسون اختراع کرده بود، نخستین ماشین روتاتیوی را به کار گرفت که کاغذ آن به صورت نواری پیوسته تأمین می‌شد (تصویر ۱۱)، و می‌توانست در هر ساعت ۱۴۰۰۰ نسخه روزنامه چاپ کند.

تدارک چاپ صفحات یک روزنامه با دستگاه روتاتیو.



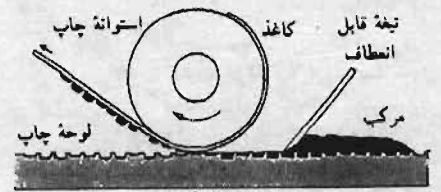
دستگاه‌های روتاتیو امروزی با گردش معادل ۲۵۰۰۰ دور در ساعت می‌توانند دقیقه‌ای ۵۰ متر کاغذ را به چاپ برسانند

### چاپ گود (هلیوگرافور)

این شیوه چاپ از هنر حکاکی بر سطوح مسی نشأت یافت. در این کار با استفاده از قلم فلزی یا محلولهای شیمیایی نقوشی بر سطح صاف مسی کنده می‌شود (تصویر ۱۲). یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌هایی که در دست است اثر اورس گراف، زرگرو و نقاش و گرافیسست ساکن شهر بال است، از قرن پانزدهم. تهیه نسخه چاپی از روی این سطوح حکاکی شده با دست انجام می‌گرفت. بعدها استوانه‌های حکاکی شده جایگزین صفحات مسطح مسی گردید، و ماده‌ای که می‌بایست روی آن چاپ بشود به صورت نواری از میان این استوانه و استوانه فشار عبور داده می‌شد. کسانی که در قرن هجدهم به چاپ روی پارچه اشتغال داشتند از این ابتکار استقبال کردند و در سال ۱۷۸۳ توماس پیل انگلیسی که کارش چاپ از روی سطوح مسی بود نخستین دستگاه چندرنگ چاپ گود را برای نقش زدن روی پارچه‌های نخی اختراع کرد. در سال ۱۸۶۰ آگوست گودشویکی از ناسران پارسی یکی ماشین چاپ گود روتاتیو را به ثبت رسانید که هر دو روی کاغذ را چاپ می‌زد.

در سال ۱۸۷۴، کارل کلیک یا کلیچ نقاش و گرافیسست چک، تحول مهمی در چاپ هلیوگرافور مدرن ایجاد کرد. او با استفاده از نوعی کاغذ کاربن، حکاکی به طریق عکاسی را اختراع نمود. از آن پس میلیونها تشریفه مصور با استفاده از چاپ گود روانه بازار گردیده است (تصویر ۱۳).

در سال ۱۹۰۸ دو نفر آلمانی دست‌اندرکار چاپ پارچه به نامهای ارنست رولفس و ادوارد میرتزر تیغه فولادی قابل انعطافی «تیغ دکتر» ساختند که مرکب اضافی را از روی سطح لوحه چاپ جمع می‌کرد. بعدها با نوآوری‌هایی که در فن حکاکی به صورت الکترونیکی و خودکار پدید آمد، حکاکی بر استوانه‌های چاپی کیفیت بالاتری یافت.



چاپ گود (هلیوگرافور)، همانند چاپ مسطح بر اساس تفاوت ارتفاع سطح چاپ و سطح غیرچاپی استوار است. در این فرآیند قسمتهایی که باید چاپ بشود فرو رفته است. سطح لوحه چاپی از حفره‌های کوچکی پوشیده شده که نقوش حروف و تصاویر را تشکیل می‌دهند و گنجایش آنها برای جذب مرکب متفاوت است. ابتدا لوحه چاپی را محلول از مرکب می‌کنند، سپس «تیغ دکتر» مرکب اضافی را می‌گیرد و مرکب تنها در حفره‌ها برجای می‌ماند.



۱۲. هنرمندی در حال حکاکی روی مس.

۱۳. یکی از نمونه‌های اولیه مسجلمه‌های مصور پرتی گودگان گسه به شیوه هلیوگرافور چاپ شده است.

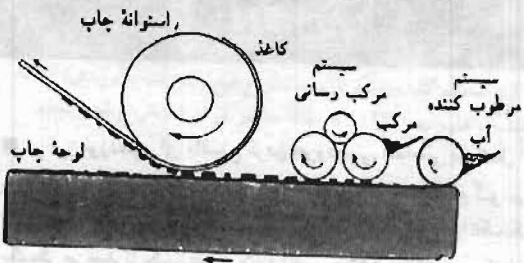
## چاپ سنگی و آفست

تکنیک چاپ سنگی برحسب تصادف کشف شد. در سال ۱۷۹۶، آلویس زنه فلدر، نمایشنامه‌نویس مونیخی که برای چاپ آثار خود در جستجوی روش کم‌هزینه‌ای بود نوشتن روی سطح صاف و صیقلی یک قطعه سنگ را آزمایش کرد و از این راه خاصیت دفع آب مرکب چربی را که با آن می‌نوشت کشف نمود.

در آغاز، نقش مورد نظر را با دست روی سنگ چاپ (تصویر ۱۴) می‌کشیدند و عمل چاپ نیز به صورت دستی انجام می‌گرفت (تصویر ۱۵): صفحه کاغذ به سنگ آغشته به مرکب تماس پیدا می‌کرد و از پشت فشرده می‌شد. گتورگ زیگل با دستگاه چاپ سنگی خوابیده‌ای که در سال ۱۸۵۱ در برلین به کار انداخت چاپ ماشینی تکرنگ و چندرنگ این فرایند را میسر ساخت (تصویر ۱۶) که در بسته‌بندی کالاها اهمیت ویژه‌ای یافت. زنه‌فلدر از همان سال ۱۸۰۵ در این اندیشه بود که به جای سنگهای گران وزن از وسیله دیگری استفاده کند. ولی تنها در سال ۱۹۰۴ بود که آیرا ریوبیل و کاسیار هرمن، دو آمریکایی ساکن ایالت نیوجرسی موفق شدند لوحه فلزی نازکی اختراع کنند که به جای سنگ، حامل نقش و تصویر موردنظر بشود. نخست لوحه فلزی به مرکب آغشته می‌شد؛ سپس رطوبت موجود، مرکب اضافی را دفع می‌کرد؛ آنگاه تصویر بر جای مانده به نوردی پوشیده از لاستیک منتقل می‌شد و سرانجام این نقش به صفحه کاغذ انتقال می‌یافت (تصویر ۱۷). این شیوه غیرمستقیم چاپ، «آفست» نامیده شد. نظر به آنکه لوحه فلزی چاپ [در ایران: زینک]، پوشش لاستیکی و کاغذ همگی در حوال استوانه‌هایی گردش می‌کردند، سرعت کار از آغاز زیاد بود.

در مراحل اولیه تکامل چاپ آفست، ضرورت مرطوب سازی سطح چاپ مشکلات بزرگی پیش می‌آورد و نقش و تصویر به دست آمده اغلب بی‌رنگ و محو بود. پس از جنگ جهانی دوم، با حصول پیشرفتهای فنی، مرکبهای بهتر و کاغذهای گلاسه مقاوم‌تر این معایب برطرف شد.

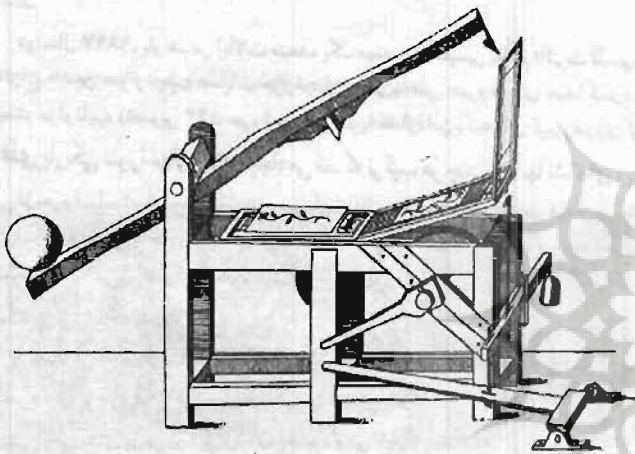
امروزه ماشینهای بزرگ روتاتیو آفست که به کمک ابزار الکترونیک کنترل می‌شوند و شامل چند واحد چاپی پیایی هستند، می‌توانند در هر ساعت ۳۰/۰۰۰ چاپ بر هر دو روی کاغذ، چه به صورت ورق و چه به صورت رول، انجام دهند (تصویر ۱۸).



در چاپ لیتوگرافی بخش‌های چاپی و غیرچاپی هر دو بر روی یک لوحه نازک فلزی، به صورت مسطح قرار دارند و مرز میان آن دو یک مرز نیمه‌پیایی است. بخش‌های چاپی لوحه آب را دفع ولی مرکب را جذب می‌کنند. بخش‌های غیرچاپی، برعکس، آب را جذب و مرکب را دفع می‌کنند.



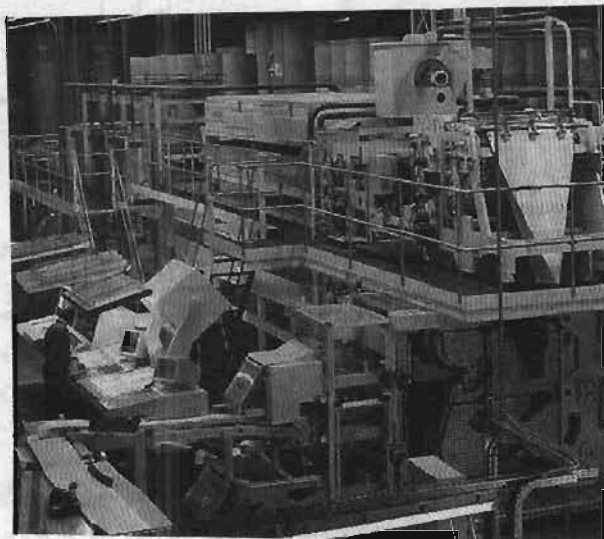
۱۴. آماده سازی سنگ لیتو.



۱۵. حکاکی روی چوب که یک دستگاه چاپ سنگی دستی عهد زنه‌فلدر را نشان می‌دهد.

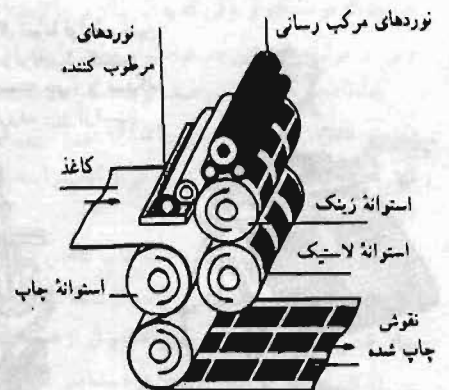


۱۶. یک تصویر رنگی چاپ سنگی اثر امیلیه توپلیوس، هنرمند فنلاندی که در کتاب ساگسور در سال ۱۸۷۳ برای کودکان چاپ شده است.

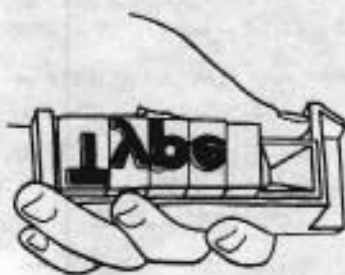


۱۸. یک ماشین آفست روتاتیو بزرگ

۱۷. چاپ لیتوگرافی آفست. اصولاً دستگاه چاپ آفست از سه استوانه دوار تشکیل شده است. نخستین استوانه حامل لوحه چاپی (زینک) است، استوانه دوم، پوششی لاستیکی دارد و استوانه سوم که استوانه چاپ است ورق کاغذ را به استوانه لاستیکی حامل نقش چاپی فشار می‌دهد.



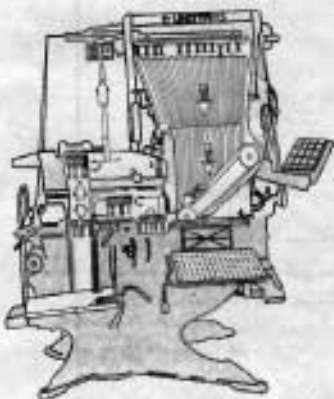
ابتدا هر حرف را به صورت الکترونیکی بررسی کرده و آن را به سرح‌های بسیار ریزی تجزیه می‌کند. نتیجه این بررسی سپس در حافظه مغناطیسی کامپیوتر به صورت اطلاعات رقمی ضبط می‌شود. هنگامی که دستگاه متنی را دریافت می‌دارد، حروف مورد نیاز، به اندازه و شکل تعیین شده، با استفاده از اطلاعات رقمی ذخیره شده و به کمک لامپ CRT روی فیلم بازسازی می‌شوند. این سیستم که از سرعت تولید اولیه بیش از یک میلیون حرف در ساعت برخوردار بود، راهگشایی مهمی در امر حروفچینی محسوب می‌شد. در سال ۱۹۷۶ اشعه لیزر برای ضبط رقمی حروف چاپگرین لامپ CRT گردید (تصویر ۲۵). نور شدید حاصل از فوتون‌ها حروف را با وضوح و روشنی بیشتری می‌تابانید. ذخیره‌سازی رقمی متون حروفچینی شده از لحاظ انتقال سریع آنها از طریق ماهواره یا کابلهای فوری در سراسر جهان، امکانات انقلابی تازه‌ای پدید آورده است.



۱۹. حروف فلزی در «ورساده» حروفچین حروف را وارونه می‌چیند.



۲۴. ماشین حروفچینی فترسالی لندن، حدود ۱۸۷۰.



۲۱. نمونه‌دار ماشین لاینوتایپ.

۲۲. نمونه اولیه ماشین موتوتایپ «کسیور» (ست چپ) و دستگاه حروف ریز (راست).



■ در قرن نوزدهم برای ماشینی کردن حروفچینی اقداماتی به عمل آمد. تا آن زمان هنوز حروفچینی به صورت دستی، یعنی به شیوه‌ای که از ایام گوتنبرگ تغییر چندانی نکرده بود صورت می‌گرفت؛ حروفچین حروف فلزی را تک‌تک در «ورساده» کنار یکدیگر می‌چید تا یک سطر پُر بشود (تصویر ۱۹). ویلیام چرچ از اهالی باستون در سال ۱۸۲۲ نخستین ماشین حروفچینی را به ثبت رسانید؛ طولی نکشید که نمونه‌های بعدی نیز وارد کار شد (تصویر ۲۰).

ولی تحول واقعی در فن حروفچینی هنگامی پدید آمد که اوشنار سرگنتال، ساعت‌ساز آلمانی تبار ساکن ایالت سین‌سیناتی آمریکا مساشین «لاینوتایپ» را اختراع کرد که می‌توانست به جای ۱۴۰۰ حرف در ساعت که حداکثر سرعت حروفچینی دستی بود ۶۰۰۰ حرف بچیند. در سیستم لاینوتایپ (تصویر ۲۱) قالب یا ماتریس‌های بسرنجی حروف که توی هر یک نقش حرفی به صورت منفی کنده شده است با فشار دکمه‌های «کی‌یورده» (صفحه کلید) از مخزن خود در بالای ماشین آزاد شده و در کنار یکدیگر قرار گرفته یک سطر را پُر می‌کنند. سطر مزبور سپس به قسمت ریخته‌گری دستگاه مستقل می‌شود و پس از طی این مرحله به صورت یک سطر یکبارچه سُرُسی از دستگاه بیرون می‌آید؛ ماتریسها نیز به مخزن خود برگردانده می‌شوند تا آماده تشکیل سطرهای بعدی باشند.

در سال ۱۸۹۷، باز هم در ایالات متحده یک مهندس انگلیسی به نام تالیرت لستون با اختراع ماشین «مونوتایپ» عملیات حروفچینی را از بخش حروف‌ریزی جدا کرد. در سیستم مونوتایپ (تصویر ۲۲)، حروفچین باز هم با فشار دادن دکمه‌های کیبورد روی نوار کاغذی بارهکی سوراخهای ریزی ایجاد می‌کند که ترکیب هر چند نای آنها نشانه‌ای ویژه یکی از حروف است. نوار سوراخ شده پس از انتقال به قسمت حروف‌ریزی فرمان ریختن حروف موردنظر را به صورت مکانیکی به دستگاه می‌دهد. در سیستم مونوتایپ حروف تک‌تک ریخته می‌شوند و چون از کیفیت خوبی برخوردارند این سیستم برای چاپ کتاب جایگاه برتری یافته است.

با تحولاتی که در زمینه فنون عکاسی پیش آمد، بسیاری بر آن شدند که از طریق عکسبرداری از حروف راهی برای جایگزینی حروف فلزی بپایند (تصویر ۲۳). یکی از نخستین تجربه‌های موفق در این زمینه سیستم «لومی‌تایپ» بود که دو فرانسوی به نامهای رنه تیگوت و لویی ماورو در سالهای دهه ۱۹۴۰ ابداع کردند. سرعت تولید در آخرین مدل‌های آن به بیش از ۲۸۰۰۰ حرف در ساعت می‌رسید. سیستم «سونوفون» که در سال ۱۹۵۰ بر پایه سیستم مونوتایپ در انگلستان ارائه گردید، می‌توانست هنگام تساپانیدن حروف به روی فیلم اندازه‌های آنها را نیز بزرگ یا کوچک کند.

در سال ۱۹۵۵ پیشرفتهای هیجان‌انگیزی که در زمینه الکترونیک پیش آمده تا قوس مرگ حروف سری گوتنبرگ را به صدا درآورد، اینک به جای آنکه کنترل دستگاه‌های حروفچینی به نوارهای کاغذی مشبک سپرده شود کامپیوتری که برای حروفچینی برنامه‌ریزی شده بود توانست زمام امور را در دست بگیرد و به سرعت بین ۳۰۰/۰۰۰ تا ۱۰۰/۰۰۰ حرف در ساعت روی فیلم حروفچینی کند. با پیدایش کامپیوترهای سریختر و استفاده از لامپ اشعه کاتودی (CRT) [شیشه به لامپ تصویر تلویزیون] در سالهای دهه ۱۹۶۰، این روند سرعت فوق‌العاده‌ای گرفت و حتی به ۶۰۰/۰۰۰ حرف در ساعت نیز رسید.

یکی دیگر از تحولات مهمی که در این زمان صورت گرفته اختراع دستگاه نوری تشخیص حروف (OCR) بود که می‌توانست با سرعت ۳۰۰/۰۰۰ حرف در ساعت متون ماشین شده یا چاپی را از نظر گذرانده بخواند و نتیجه را به ورودی یک دستگاه کامپیوتری برای حروفچینی منتقل کند.

با کاربرد مدارهای یکبارچه (IC) و ریزپردازنده‌ها در سیستمهای کامپیوتری و همچنین نصب یک صفحه نمایش تصویر که حروف چیده شده را نشان می‌دهد، سرعت وارد کردن «خبر» به داخل سیستم به نحو چشمگیری افزایش یافت. حال امکان آن وجود داشت که پیش از سپردن مطلب به حافظه کامپیوتری دستگاه، آن را بر صفحه تلویزیونی (تصویر ۲۴) خوانده و غلط‌گیری نساعیم. ولی سرعت حروفچینی دستگاه‌هایی که از تکنولوژی CRT استفاده می‌کردند نامحدود نبود، زیرا دستگاه می‌بایست همه حروف را تک‌تک از ماتریس تصاویر انتخاب کند.

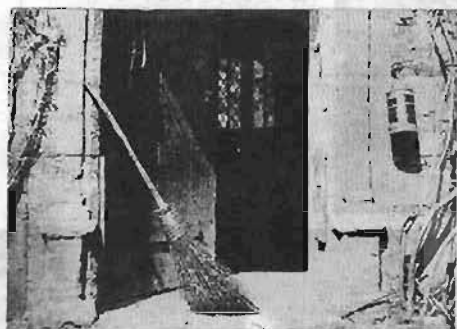
در سال ۱۹۶۵ دکتر رودلف هل دانشمند ساکن شهر کیل در جمهوری فدرال آلمان، راه متفاوتی را در پیش گرفت. در سیستم «دیجیت» دکتر هل یک دستگاه پوشگر (اسکایتر)

■ در سراسر قرون وسطی طراحان و نقاشان با کهنه کاری روی چوب یا نقاشی بر سنگ، یا حکاکی بر صفحات فلزی لوحه‌های چاپی زیبایی پدید می‌آوردند (تصویر ۲۶). با کشفیاتی که در زمینه نور و نظریه رنگ حاصل شد و در پی اختراع عکاسی در قرن نوزدهم، امکانات بالقوه فرآیندهای عکاسی در صنعت چاپ به کمک گرفته شد (تصویر ۲۷).

اگر چه در چاپ مسطح و افست امکان چاپ خطوط سیاه مستقیماً وجود دارد ولی رنگمایه‌های خاکستری میان سیاهی و سفیدی عکس خود به خود قابل چاپ نیستند. در سال ۱۸۸۱، گورگ مایزن باخ که در مونیخ به حکاکی بر صفحات مسی اشتغال داشت، موفق شد که از طریق عکس برداری از ورای یک صفحه توری (تسرام) تصویر را به هزاران نقطه ریز تجزیه کند. در چاپ مثبت تصویر، نقطه‌های نزدیک به هم بخشهای تاریکتر و نقطه‌های دور از هم بخشهای روشنتر آن را تشکیل می‌دهند. تصویر «ترامه‌ای» که از این راه حاصل می‌شود به شیوه گراورسازی به لوحه فلزی چاپ منتقل می‌گردد. امروزه ترام دادن به تصاویر اغلب به کمک یک اسکانر الکترونیک انجام می‌شود (تصویر ۲۸).

برای چاپ رنگی سه زینک جداگانه باید آماده گردد، یک زینک برای رنگ سرخ، یک زینک برای رنگ آبی و یک زینک هم برای رنگ زرد. معمولاً یک زینک مشکی نیز تهیه می‌شود، زیرا مرکب مشکی وضوح بیشتری به تصویر چاپی می‌بخشد. نخستین مرحله، تفکیک رنگهای تصویر اصلی از طریق عکاسی است. این کار با گرفتن چهار عکس جداگانه با استفاده از فیلترهای متفاوت از تصویر اصلی انجام می‌شود که هر کدام تنها رنگ مورد نظر را از خود عبور می‌دهند. علاوه بر فیلتر یک صفحه ترام نیز به کار برده می‌شود تا شبکه نقطه‌های ریز ترام که برای چاپ لازم است روی فیلم ایجاد شود. در چاپ رنگی برخی از نقطه‌های رنگ نزدیک یکدیگر قرار می‌گیرند و برخی روی یکدیگر می‌افتند. چشم آدمی نقطه‌های رنگی صفحه چاپ شده را به صورت ترکیبی از رنگمایه‌های تصویر اصلی مشاهده می‌کند. مثلاً آنچه به چشم سبز می‌آید در واقع ترکیبی است از نقطه‌های ریز زرد و آبی. مطالعاتی که در سالهای ۱۹۴۶ تا ۱۹۵۰ در ایالات متحده برای تفکیک رنگ از طریق پوشش الکترونیک انجام شده بود منجر به پیدایش «اسکانر» شد و در سالهای آخر دهه ۱۹۷۰، در پی تحولاتی که در تکنولوژی الکترونیک به وقوع پیوست، نشانه‌های حاصل از پرتو پوینده اسکانر به اطلاعات رقمی تبدیل شد. اینک نقطه‌های ریزی که رنگمایه‌های تصویر چاپی را تشکیل می‌دهند، از طریق اشعه لیزر بر روی فیلم یا مستقیماً بر روی زینک بازسازی می‌شوند.

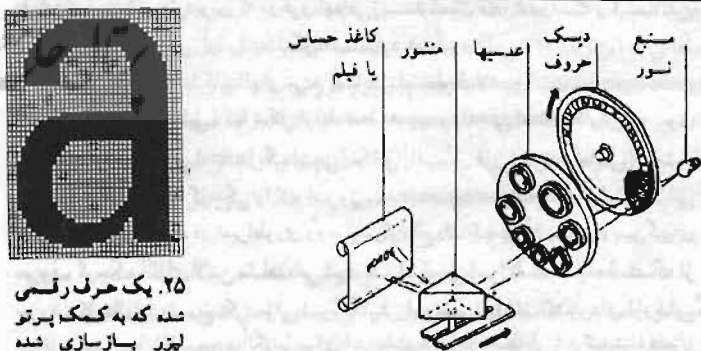
۲۶. در ایلام اولیه چاپ در اروپا، گاهی یک حکاکی روی چوب واحد را برای نشان دادن تصویر افراد گوناگون به کار می‌بردند.



۲۷. یکی از تصاویر کتاب قلم طبیعت السر ویلیام هنری فاکس تالیوت (۱۸۲۶ - ۱۸۴۲). این کتاب نخستین سری است که تماماً با عکس مصور شده بود.



۲۸. از دستگاه پوشگر الکترونیک (اسکانر) می‌توان برای آماده‌سازی تصاویر برای چاپ استفاده کرد. اصل تصویر روی استوانه دوار نصب می‌شود و دستگاه پوشگر آن را به صورت شبکه‌ای از نقطه‌های ریز (تسرام) بازسازی می‌کند. ست چپ، نقطه‌های ترام که بزرگ شده‌اند.



۲۵. یک حرف رقمی شده که به کمک پرتو لیزر بازسازی شده است.

۲۳. نمودار طرز کار یک دستگاه حروفچینی نوری



۲۴. حروفچینی متن روی صفحه مانیتور.

■ تحولات صنعت چاپ در سالهای آینده پیش از هر چیز در گروه‌های پیشرفته‌تری است که در زمینه الکترونیک حاصل گردد. تکنولوژی طبع و نشر روی میز می‌تواند به مقاله صفحه ۱۶ در سالهای ۱۹۸۰ با قابلیت آماده‌سازی توأم متن و تصویر یا به عرصه وجود گذاشت. با استفاده از قلم و قلم موهای الکترونیکی می‌توان نقوش گرافیک کامپیوتری را مستقیماً بر صفحه نمایش ایجاد کرد و در متن ذخیره شده ادغام نمود. علاوه بر این دیسکهای مغناطیسی پیشرفته‌ای در دست تولید است که می‌توانند تا ۱۰۰۰ میلیون نشانه حروفچینی (۵۰۰/۱۰۰۰ صفحه ماشین شده) را ذخیره کنند. ظرف مدت کوتاهی عملاً از حروفچینی سری و چاپ مسطح نشانی بر جای نمانده است. مع‌هذا به لطف آسان شدن شیوه‌های تولید زینک، چاپهای افست و هلیوگرافور جان به در برده‌اند. چاپ الکتروستاتیک، که در آن زینک زیر بار الکتریسیته ساکن قرار می‌گیرد و پودر خشک یا مرکب مایع به سوی کاغذ سفید می‌پرازد و چاپ «مرکب پاش» که در آن منافذ تحت کنترل کامپیوتر در هر ثانیه هزاران نقطه رنگ با بار الکتریسیته ساکن برای ایجاد نقش تصویر یا حروف متن به سوی کاغذ می‌پاشند، تنها دو شیوه چاپ از تکنیکهای متعددی هستند که راه را بر چاپ بدون تماس می‌گشایند؛ یعنی چاپی که از لوحه آغشته به مرکب استفاده نمی‌کند.