

## تحوالات فناوری در حوزه‌ی دانش

اهداف رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود:

- ۱- فرآیند چاپ را توضیح دهد.
- ۲- نقش عوامل تأثیرگذار را در فرآیند چاپ شرح دهد.
- ۳- طراحی مرکب‌ها را شرح دهد.
- ۴- طراحی واحد چاپ را توضیح دهد.
- ۵- فناوری اشکال کاغذ را شرح دهد.
- ۶- فناوری چاپ فلکسو را شرح دهد.

چاپ افست یک فناوری چاپ لیتوگرافی غیرمستقیم است. از سال ۱۹۷۰ تاکنون، این فناوری در مقایسه با فناوری چاپ لترپرس از قلمروی گسترده‌تر و تأثیراتی چشمگیرتر برخوردار بوده است. در حال حاضر فناوری چاپ افست، یکی از فناوری‌های اصلی صنعت چاپ به‌شمار می‌آید. به سبب گستردگی این فرآیند، ابتدا تحولات فناوری این روش چاپی را مورد بررسی قرار می‌دهیم:

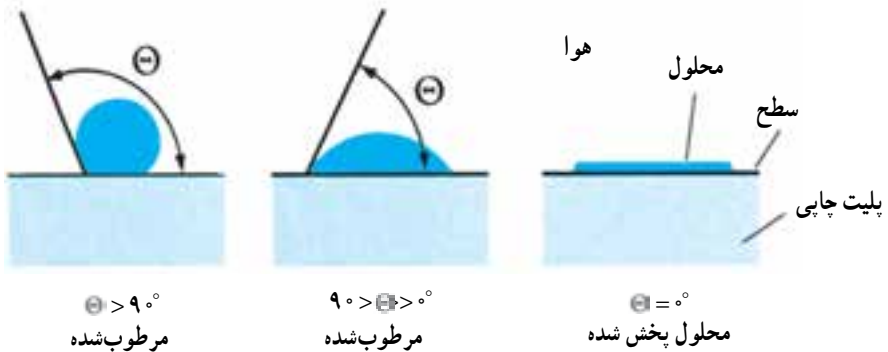
### ۱-۲- فرآیند چاپ (Print Process)

در فرآیند چاپ افست، مناطق چاپی و غیرچاپی عملاً در یک سطح‌اند. مناطق چاپی روی پلیت را، که پذیرای مرکب و دافع آب‌اند، (Oleophilic) و مناطق غیرچاپی روی پلیت را، که جاذب آب و دافع مرکب‌اند، (Hydrophilic) می‌نامیم.

این اثر توسط پدیده‌ی فیزیکی در سطوح تماس به‌وجود می‌آید. در این فناوری، سیستم رطوبت‌دهی وظیفه پوشش مناطق غیرچاپی روی پلیت را با یک لایه‌ی نازک محلول رطوبت‌دهنده به عهده دارد.

محلول رطوبت‌دهنده (آب، به‌اضافه افزودنی‌ها) روی مناطق غیرچاپی گسترده می‌شود. برای

دست یابی به رطوبت مطلوب، کشش سطحی (Surface Tension) توسط افزودنی‌ها می‌بایست کاهش یابد (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- قابلیت رطوبت‌پذیری سطوح و زاویه‌ی رطوبت‌پذیری

در بسیاری از موارد، کاهش کشش سطحی تأثیر به‌سزایی در امولسیون مرکب چاپی و محلول رطوبت‌دهنده دارد. این مورد باعث می‌شود مناطق چاپی و غیرچاپی با هم تقابل مناسب داشته باشند و در زمان مرکب‌دهی نیز از هم تفکیک شوند.

۱-۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد: فرآیند کارآمد چاپ افست، بستگی به بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد و اجزای دربرگیرنده‌ی این فرآیند دارد. در زیر، مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تأثیرگذار در فرآیند را به‌اختصار توضیح می‌دهیم.

الف) ویژگی‌های تأثیرگذار پلیت چاپی در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است:

- کشش سطحی مناطق پذیرای مرکب
- کشش سطحی مناطق پذیرای محلول رطوبت‌دهنده
- زبری سطح پلیت، در قسمت بدون تصویر و مرکب‌ناپذیر
- جاذبه مویی، ساختار میکروسکوپی سطح بدون تصویر (Cohesion)
- نوع مواد سازنده‌ی پلیت چاپی
- روش‌های تولید در ساخت پلیت (دانه‌بندی مکانیکی یا الکترولیتی)
- ب) ویژگی‌های تأثیرگذار نوردهای مرکب‌دهی در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است:
- مختصات پوشش نوردها
- کشش سطحی، جنس نوردها

- زبری سطح نورد
- خواص گرانروی (ویسکوزیته) روکش نوردها
- فشار در خط تماس بین نوردها
- حرکت دورانی و نحوه‌ی انتقال مرکب توسط نوردها
- (پ) ویژگی‌های تأثیرگذار لاستیک در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :
  - کشش سطح لاستیک
  - زبری سطح لاستیک
  - قابلیت تراکم و فشرده‌شدن لاستیک
  - پذیرش مرکب و نحوه‌ی انتقال آن
  - نحوه‌ی انتقال مقادیر تهرنگ (Tone)
  - نحوه‌ی بستن، تأثیر بادکردن و جاخوردگی لاستیک، سختی و استحکام ابعادی آن
  - (ت) ویژگی‌های تأثیرگذار مرکب در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :
    - کشش سطحی
    - مشخصه‌های فیزیکی تغییرپذیر (ویسکوزیته، چسبندگی، ...) (Rheological Parameters)
    - تأثیر حرارت بر مرکب
    - میزان جذب‌پذیری محلول رطوبت‌دهنده و نحوه‌ی امولسیون
    - نحوه‌ی جریان و حرکت درست در زمان شروع انتقال
    - ترکیب مرکب
    - نحوه‌ی خشک‌شدن
    - (ث) ویژگی‌های تأثیرگذار محلول رطوبت‌دهنده در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :

- سختی آب، آلودگی‌های آب
- افزودنی‌های محلول رطوبت‌دهنده (الکل، شوینده‌ها، محلول‌های بافر ثابت نگهدارنده pH)
- میزان pH سطح چاپی
- مشخصه‌های رفتاری (گرانروی، چسبندگی)
- مشخصات رفتاری مواد و ارتباطش با تغییرات حرارت
- (ج) ویژگی‌های تأثیرگذار ماشین چاپ از نظر کیفیت و ثبات فرآیند چاپ شامل موارد

زیر است :

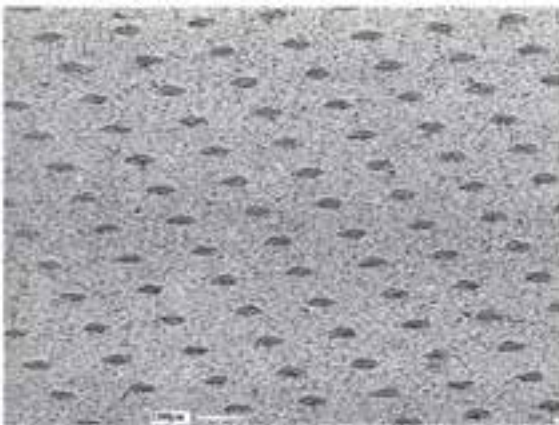
- طراحی واحدهای چاپ (دقیق بودن، پایداری، مقاومت در برابر لرزش و ...)
- طراحی واحد مرکب‌دهی
- طراحی واحد رطوبت‌دهی (رطوبت‌دهی تماسی، غیر تماسی)
- طراحی سیستم مرکب‌رسانی (اندازه‌گیری میزان مرکب)
- کنترل حرارت

این مرور کوتاه نشانگر آن است که فناوری چاپ افست باید به صورت یک سیستم چندعاملی دیده شود. تغییر تنها یک عامل می‌تواند بلافاصله در فرآیند چاپ افست اثر بگذارد. چاپ افست یک فناوری دوگانه با دو طبیعت فیزیکی و شیمیایی است.

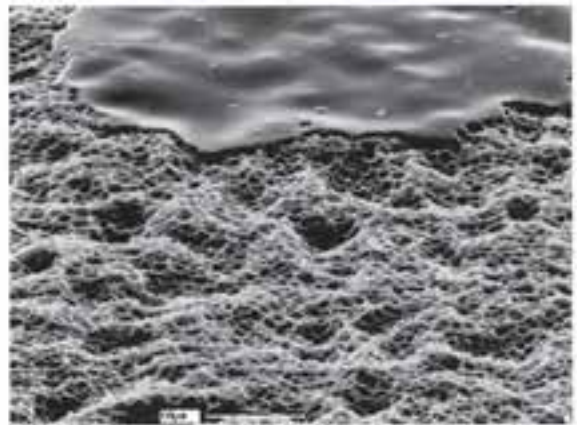
## ۲-۲ نقش عوامل تأثیرگذار در فرآیند چاپ

ویژگی‌های پلیت، شیوه مرکب‌دهی و شیوه‌ی رطوبت‌دهی در فرآیند چاپ نقش عمده‌ای ایفا می‌نماید. در زیر به شرح هریک از آن‌ها می‌پردازیم :

۲-۲-۱ نقش پلیت‌های چاپی: آلومینیم در مقایسه با فلزات روی و استیل بیش‌ترین کاربرد را در میان پلیت‌های فلز پایه دارد. امروزه عملاً تمام پلیت‌های چاپی توسط فرآیند الکترولیتی دانه‌بندی می‌شوند. این دانه‌بندی به روش الکتروشیمیایی و اکسیداسیون صورت می‌گیرد. شکل ۲-۲ دانه‌بندی پلیت چاپی آلومینیم و نقاط چاپی (هافتن) را نشان می‌دهد.



بزرگنمایی یکصد برابر  $100\ \mu\text{m}$  — مقیاس



بزرگنمایی دوهزار برابر  $10\ \mu\text{m}$  — مقیاس

شکل ۲-۲ دانه‌بندی سطح پلیت آلومینیم و نقاط هافتن

— ویژگی لایه‌ها: لایه‌ی مرکب‌پذیر حساس به نور بر روی سطح پلیت انتقال داده می‌شود (ضخامت لایه حدود یک میکرومتر). معمولاً مواد پایه‌ی پلیت در پلیت‌های چندفلزی پلیمر و یا مس است.

هم‌اکنون، پلیت‌های مورد استفاده در چاپخانه‌ها، بیش‌تر پلیت‌های آلومینیم هستند با روکش اولیه و دیازو (فتوپلیمر، پلیمرهای حساس به نور). انتقال تصویر بر روی سطح پلیت با توجه به مشخصات لایه‌ی حساس پلیت و عملیات نوردی صورت می‌گیرد. در این حالت سطح پلیت دارای دو خاصیت متفاوت پذیرش آب و مرکب است.

لایه‌ی حساس روی پلیت بر اثر نور، تغییر می‌یابد و مناطق مرکب‌پذیر (Oleophilic) را، که تشکیل‌دهنده‌ی اجزای تصویرند، به وجود می‌آورد.

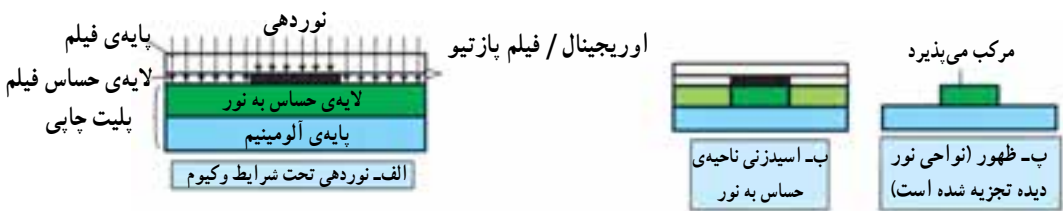
لایه‌ی نازک اکسید آلومینیم با روش خاصی روی آلومینیم پایه ایجاد می‌شود و بدین ترتیب سطح پلیت، آمادگی پذیرش آب (Hydrophilic) را به دست می‌آورد.

— نوردی: در فرآیند نوردی مهم‌ترین هدف، دستیابی به سطح تفکیک‌پذیر پلیت است. این سطح پس از مراحل ظهور و ثبوت به دست می‌آید. تغییرات شیمیایی در نتیجه‌ی تأثیر و نفوذ تابش نور مؤثر (نور مشتق شده از اشعه‌ی UV)، رخ می‌دهد. این تغییرات واکنش‌های متفاوتی را در لایه‌ی حساس به نور، نسبت به نوع و ساختار آن ایجاد می‌کند.

در زیر نوردی و نوع پلیت نگاتیو و پلیت پازتیو به اختصار شرح داده می‌شود.

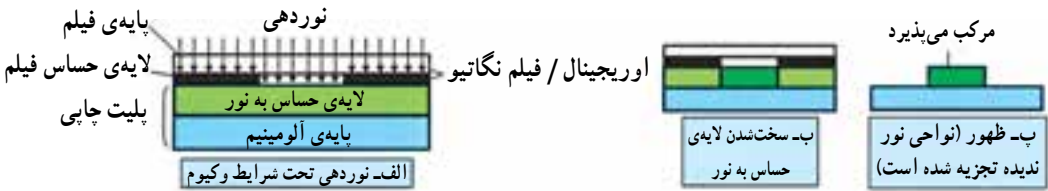
**الف) نوردی پلیت نگاتیو:** برای کی پلیت نگاتیو از یک فیلم نگاتیو به عنوان اوریجینال استفاده می‌شود.

با تابش نور لایه‌ی حساس به نور روی پلیت چاپی سخت می‌شود. این نواحی پس از فرآیند ثبوت باقی می‌مانند. در مقابل نواحی نور نخورده برداشته می‌شوند و نواحی نوردیده در چاپ مرکب می‌گیرند (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- تهیه‌ی پلیت نگاتیو

ب) **نوردهی پلیت پازتیو:** تجزیه اگر لایه حساس به نور به صورت فتوشیمیایی سخت گردد، این لایه در مرحله ظهور به یک لایه حل‌نشده تبدیل خواهد شد. از سوی دیگر، اگر لایه حساس به نور به صورت فتوشیمیایی تجزیه شود، محلول ظهور، لایه حساس به نور مورد تابش قرار گرفته را از سطح پایه پلیت حل می‌کند و برمی‌دارد. بدین ترتیب نواحی شفاف در چاپ مرکب می‌گیرند (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲- تهیه پلیت پازتیو

— در کپی پلیت پازتیو (تولید پلیت سنتی) از یک فیلم پازتیو به عنوان اوربجینال استفاده می‌شود.  
 — تابش نور بر روی لایه حساس به نور در نواحی بدون تصویر و نواحی بدون مرکب، باعث می‌شود تا لایه حساس به نور، ضمن تجزیه شدن، در مرحله ظهور از روی آلومینیم پایه حل شود.  
 — سپس به پلیت‌های تثبیت شده صمغ می‌زنند، در نتیجه سطح پلیت‌ها حفاظت و نگهداری می‌شود.

پلیت‌های چاپی آماده، صرف نظر از نگاتیو و یا پازتیو بودن آن، برای انتقال اطلاعات در چاپ افسست مورد استفاده قرار می‌گیرند. فقط نوع فیلم آن‌ها برای تولید پلیت متفاوت است. مطلب مهم دیگر تفاوت میزان رنگ پایه‌ی تصاویر است هنگامی که کپی پلیت از فیلم به روی پلیت قرار گرفته، که باید در مرحله‌ی پیش از چاپ محاسبه شود.

برخی از پلیت‌های چاپی قابلیت سوزاندن نیز دارند، که این مهم جهت افزایش راندمان تیراژدهی پلیت استفاده می‌گردد.

در ابعاد چاپی کوچک‌تر، و کارهای چاپی تک رنگ و یا چندرنگ با کیفیت متوسط، هزینه‌ی پلیت‌های (پایه پلی استر)، نسبت به پلیت‌های (پایه آلومینیم) کم‌تر است، ضمن این که در چاپ استحکام کم‌تری دارند.

برای تضمین کیفیت در حین کپی پلیت، از «نوار کنترل» با مشخصه‌های ویژه‌ی کنترل کیفیت استفاده می‌شود. این نوار را روی پلیت کپی می‌کنند.



(پهنای باند مرکب)  
(مثال: ۳۲/۵ میلی‌متر)

شکل ۵-۲- نوار کنترل رنگ با مربع‌های نشانه‌سنجش رنگ

نوارهای استانداردسازی از سوی مؤسسات معتبری چون (FOGRA و UGRA) عرضه می‌شود. ۲-۲-۲ واحدهای مرکب‌دهی: واحدهای مرکب‌دهی در انواع گوناگونی طراحی شده‌اند. مرکب‌دهی از نوع نوردی و واحد مرکب‌دهی آنیلوکسی با مسیر کوتاه از رایج‌ترین انواع آن است که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

**مرکب‌دهی نوردی (Roller - type Inking Units):** واحد مرکب‌دهی از نوع نوردی، متشکل از تعدادی نورد روکش‌شده‌ی نرم و سخت است. نوردهای سخت عموماً در حین دَوَران، حرکتی جانبی نیز دارند. این نوردها با حرکت در مسیر جانبی به‌صورت رفت و برگشت، باعث نرم و صاف‌شدن ضخامت لایه‌ی مرکب بر روی نوردها می‌شوند و از خطوطی که مرکب در مسیر حرکت کاغذ ایجاد می‌کند، جلوگیری می‌کنند. این نوع نوردها، نوردهای توزیع‌کننده (Distributor Roller) نیز نام گرفته‌اند.

در شکل ۶-۲ طراحی‌های متنوعی از واحدهای مرکب‌دهی از نوع نوردی مشاهده می‌شود.



پ- رپیدا ۱۰۴ (ک ب ا)



ب- رولند ۷۰۰ (مان رولند)



الف- اسپیدمستر ۱۰۲ (هایدلبرگ)

شکل ۶-۲- طراحی‌های واحد مرکب‌دهی

مرکب‌دهی آنیلوکسی با مسیر کوتاه (*Anilox Inking Units*): ماشین‌های چاپ روزنامه، نسبت به ماشین‌های چاپ تجاری، به کیفیت چاپی پایین‌تری نیاز دارند. در این نوع ماشین‌ها از فناوری واحدهای مرکب‌دهی مسیر کوتاه استفاده می‌کنند.

واحدهای مرکب‌دهی آنیلوکسی، نسبت به واحدهای مرکب‌دهی نوردی، از طراحی ساده‌تری برخوردار است و مزایای بسیاری دارد. در این واحدها با مقدار کمی از مرکب و گردش کوتاه آن می‌توان به موازنه‌ی پایدار مرکب دست یافت.

مزیت اصلی این سیستم‌ها توانایی در استفاده از مرکب با ویسکوزیته‌ی پایین است، به طوری که امکان چاپ با سرعت‌های بالا را میسر می‌کند. البته این نوع مرکب‌ها، در حین چاپ، موجب چاقی ترام بیش‌تر نیز می‌شوند. مزیت اصلی دیگر واحدهای مرکب‌دهی کوتاه مسیر، عدم وجود مناطق مرکب‌دهی و شیرهای مرکب است.

۲-۲-۳- شیوه‌ی رطوبت‌دهی (*Dampening Units*): واحدهای رطوبت‌دهی از نوردهای رطوبت‌دهی، که برای مرطوب کردن سنگ لیتوگرافی به کار می‌رفته نشئت گرفته است. سیستم‌های متداول چاپ افست نیازمند یک سیستم رطوبت‌دهی است. این سیستم لایه‌ی بسیار نازک محلول رطوبت‌دهی (حدود ۲ میکرومتر) را روی نواحی بدون تصویر پلیت چاپی تأمین می‌کند.

از آن جایی که بخشی از محلول رطوبت، از طریق مرکب، پلیت و لاستیک، به سطح چاپ‌شونده انتقال می‌یابد و بخش دیگر منتشر می‌گردد، لازم است محلول رطوبت‌دهی به صورت یکنواخت و ثابت تأمین گردد.

سیر تکامل فناوری در سیستم‌های رطوبت‌دهی نشانگر آن است که در طراحی‌های اولیه، برای انتقال و توزیع لایه‌ی رطوبت، از سیستم‌های رطوبت‌دهی بدون تماس و سپس با تماس نوسانی و حرکت باندولی‌نورد توزیع رطوبت، استفاده شده است. انتقال غیرمستقیم رطوبت از طریق نورد مرکب روی پلیت نیز از فناوری‌هایی است که در ماشین‌های کوچک چاپ با سیستم ساده‌تر به کار رفته و در طراحی‌های پیشرفته از سیستم‌های رطوبت‌دهی پیوسته بهره گرفته‌اند. در زیر به صورت مختصر به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

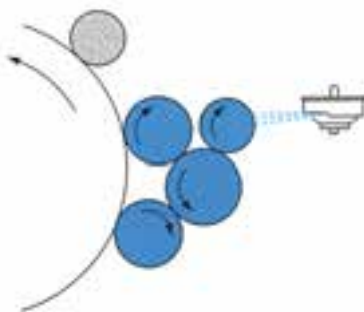
رطوبت‌دهی بدون تماس (*Contact-free Dampening Systems*): محلول رطوبت‌دهی باید خیلی دقیق اندازه‌گیری شود. در سیستم‌های رطوبت‌دهی بدون تماس، به دلیل عدم تماس پیوستگی نوردها، محلول رطوبت قابلیت بازگشت به منشأ رطوبت را از پلیت ندارد. این‌ها به سیستم (نورد فرچه‌ای یا ماهوتی) و سیستم رطوبت‌دهی گریز مرکز (سانترفوژی) معروف‌اند.



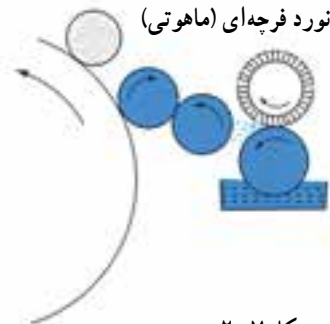
رطوبت‌دهی فرچه‌ای (*Brush - type Dampening System*): یکی از فناوری‌های این سیستم رطوبت‌دهی بدون تماس، سیستم رطوبت‌دهی فرچه‌ای است. در این سیستم، برای توزیع رطوبت و انتقال آن به پلیت، از نورد فرچه‌ای (*Brush roller*) استفاده می‌شود (شکل ۲-۷).

رطوبت‌دهی گریز مرکز (سانتریفوژی) (*Centrifugal Dampening System*): در این روش، محلول رطوبت‌دهی به صورت قطرات ریزی به روی پلیت پرتاب می‌شوند. میزان کشش سطحی باید به گونه‌ای باشد که قطرات به سرعت گسترده شوند (شکل ۲-۸).

امتیاز اصلی سیستم رطوبت‌دهی گریز مرکز، که به صورت پراکنشی عمل می‌کند، این است که مقدار محلول رطوبت می‌تواند در راستای محوری نورد و پلیت اندازه‌گیری شود و شرایط مناسب تعادل مرکب و محلول را در هر منطقه به میزان متفاوت از مرکب پدید آورد.

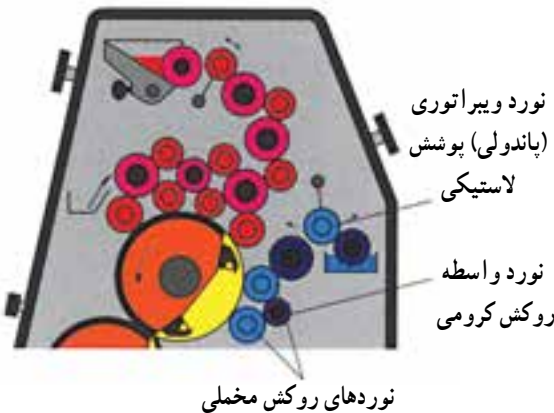


شکل ۲-۸- سیستم رطوبت‌دهی گریز مرکز (سانتریفوژی)



نورد فرچه‌ای (ماهوئی)

شکل ۲-۷- سیستم رطوبت‌دهی فرچه‌ای



نوردهای روکش مخملی

### رطوبت‌دهی ویبراتوری

(*Vibrator-type Dampening System*):

سیستم رطوبت‌دهی ویبراتوری از نوع سیستم‌هایی هستند که با تماس بین تشک محلول رطوبت‌دهی، نورد ویبراتور و پلیت چاپی کار می‌کنند (شکل ۲-۹).

شکل ۲-۹- سیستم رطوبت‌دهی ویبراتوری (پاندولی)

از معایب این سیستم رطوبت‌دهی این است که، ذرات زایدی از قبیل گرد و غبار کاغذ و مرکب می‌تواند از طریق پلیت چاپی به تستک محلول رطوبت‌دهی سرایت نموده و باعث آلودگی این منشأ بشود. این مورد در سیستم‌هایی که بدون تماس‌اند اتفاق نمی‌افتد و از جریان برگشتی از پلیت تأثیری نمی‌گیرند. سیستم‌های رطوبت‌دهی ویراتوری اغلب دارای نوردهای رطوبت‌دهی‌اند و با روکش جاذب رطوبت (روکش مخملی) پوشیده شده‌اند. با توجه به نیاز تغییرات رطوبت مورد انتقال، نورد دارای لایه‌ی جاذب رطوبت، به‌مرور میزان زیادی از رطوبت را در خود ذخیره می‌کند. این ذخیره در افزایش سرعت باعث انتقال ناخواسته‌ی رطوبت اضافی می‌شود، که از جمله معایب این سیستم به‌شمار می‌آید. نوردهای رطوبت‌دهی با روکش مخملی باعث بروز مشکلات عدیده‌ای در فرآیند چاپ می‌شوند. در زیر به تعدادی از مشکلات اشاره می‌کنیم:

- نیاز به تعمیر زیاد و نیز هزینه‌ی زیاد نگهداری سیستم
- بیش‌تر بودن میزان باطله‌ی کاغذ (زیرا تعادل آب و مرکب در آن به‌کندی به‌دست می‌آید).
- سوء عملکردهای مکرر: اثر منفی کرک و پرز پوشش مخملی نوردها به‌ویژه در زمان نوبت‌نوبت‌ها

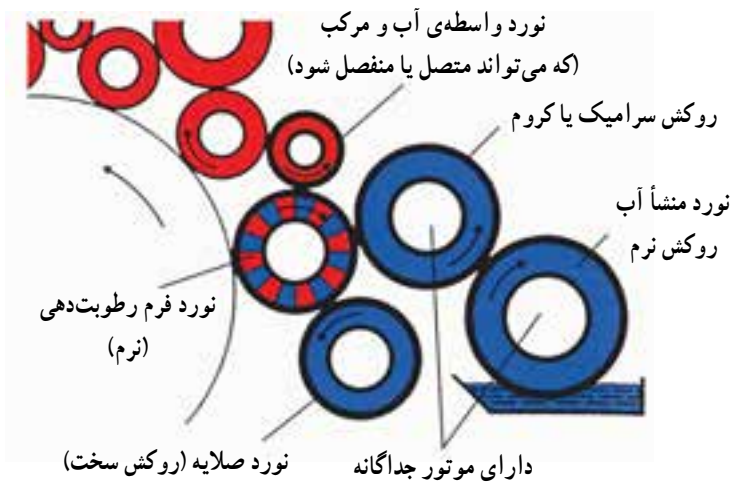
- غیریکنواخت بودن توزیع محلول رطوبت‌دهی در اکثر مواقع
  - خطر انتقال بیش از اندازه‌ی محلول رطوبت‌دهی
- رطوبت‌دهی غیرمستقیم (*Indirect Systems*): سیستم‌های رطوبت‌دهی با استفاده از نوردهای روی فرم رطوبت، اثر مستقیمی بر روی پلیت چاپی دارند. در مورد سیستم‌های غیرمستقیم، محلول رطوبت‌دهی، از طریق نورد مرکب، روی پلیت گسترده می‌شود (شکل ۱۰-۲).



شکل ۱۰-۲- انتقال محلول رطوبت‌دهنده از طریق نورد مرکب

## رطوبت‌دهی پیوسته (Continuous - type Dampening System): سیستم «رطوبت‌دهی

پیوسته» بدون نورد و ویراتور کار می‌کند و فاقد پوشش پارچه‌ای، بر روی نوردهاست. این سیستم‌ها معمولاً به افزودنی‌های الکل و افزودنی‌های محلول رطوبت‌دهی (ماده بافر و افزودنی‌های ضد میکروب) نیاز دارند (شکل ۱۱-۲).



شکل ۱۱-۲- سیستم رطوبت‌دهی پیوسته

— امولسیون محلول رطوبت و مرکب: در فرآیند چاپ افست، لازم است تعادل میزان محلول رطوبت و مرکب رعایت شود. این مفهوم در بین چاپکاران به امولسیون باز می‌گردد و حاکی از آن است که مرکب‌های چاپ، محلول رطوبت‌دهی را جذب می‌کنند تا به حالت پایدار و ثابت خود دست یابند. در مفاهیم فیزیک و شیمی به این پدیده «مخلوط آب و مرکب» می‌گویند.

محلول رطوبت، مرکب را به صورت قطرات و یا لایه‌ای سوار بر مرکب دربر می‌گیرد. اگر قطرات محلول رطوبت، بیش از اندازه‌ی مناسب گسترش یابد، فرآیند چاپ افست بلافاصله شکسته می‌شود و مرکب بر روی پلیت منتقل نمی‌شود و یا انتقال کم‌تر صورت می‌پذیرد. به دلیل نازکی لایه‌ی محلول، تفکیک نواحی دارای تصویر و بدون تصویر مدتی به طول نمی‌انجامد و در نتیجه نواحی بدون تصویر هم مرکب می‌گیرند.

این پدیده‌ی منفی زمینه آوردن (Scumming) نام دارد. به همین دلیل همزمان با طراحی واحدهای مرکب‌دهی، سیستم‌های رطوبت‌دهی طراحی شده‌اند که امکان تعویض مسیر و انتشار

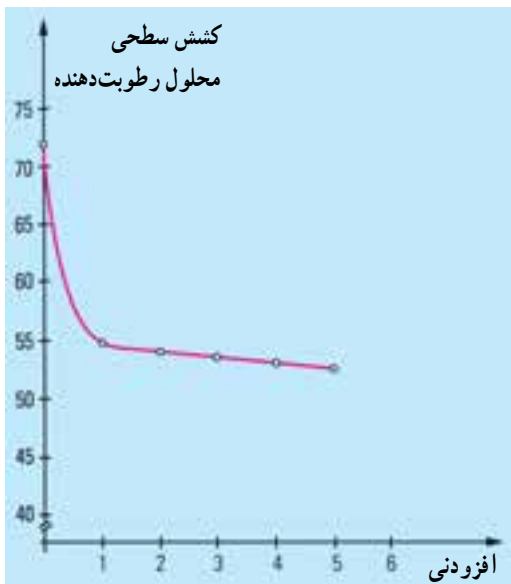
محلول رطوبت را داشته باشند. این عملکرد از طریق نوردهای رابط که می‌توانند درگیر و یا جدا شوند، صورت می‌گیرد. شکل ۱۱-۲ کنترل میزان انتقال رطوبت در این سیستم موجب می‌شود از عارضه‌ی منفی بر روی پلیت جلوگیری به عمل آید.

— **محلول رطوبت‌دهی (Dampening Solution):** در فرآیند متداول چاپ افست، محلول رطوبت‌دهی برای تفکیک نواحی دارای تصویر به کار می‌رود و این به معنای جلوگیری از انتقال مرکب به نواحی بدون تصویر بر روی پلیت است.

عامل عمده‌ی تشکیل‌دهنده محلول رطوبت‌دهی آب است. تجربه نشان می‌دهد که در فرآیند چاپ افست محلول رطوبت‌دهی باید دارای pH به میزان ۵/۵ الی ۴/۸ باشد و آب به کاررفته در این محلول باید دارای درجه‌ی سختی بین ۱۲°dH ~ ۸ باشد (یک میلی‌مول بر لیتر برابر یکصد میلی‌گرم کربنات کلسیم میلی‌مول بر لیتر ۲/۱۴ ~ ۱/۴۳ در یک لیتر آب است).

محلول رطوبت‌دهی معمولاً شامل، عامل محافظ پلیت، عامل مرطوب‌کننده، الکل ایزوپروپیل IPA، ماده‌ی بافر و افزودنی‌های ضد میکروب است.

صمغ عربی برای حفاظت از پلیت به کار می‌رود و عامل مرطوب‌کننده و الکل ایزوپروپیل برای کاهش کشش سطحی به کار می‌روند. در نمودار ۱-۲ تأثیر افزودنی‌ها را در کاهش کشش سطحی محلول رطوبت‌دهی نشان می‌دهد.

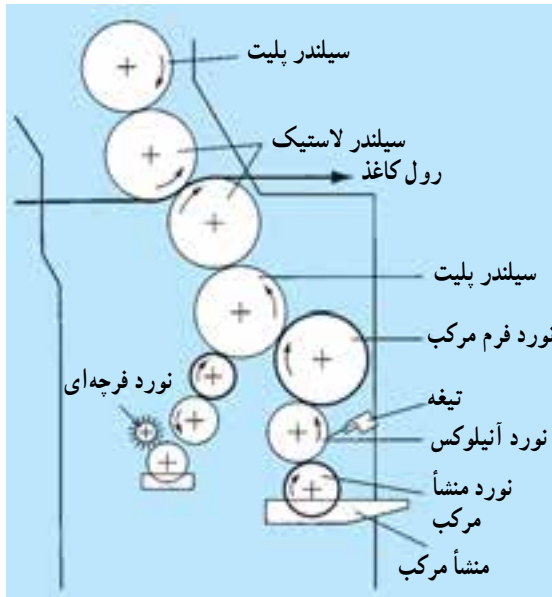


نمودار ۱-۲— وابستگی کشش سطحی محلول رطوبت‌دهنده با توجه به میزان افزودنی‌ها

عوامل مخلوط‌شده‌ی بافر برای ثبات میزان pH به کار می‌رود و افزودنی‌های ضد میکروب بسیار الزامی‌اند، به ویژه در زمانی که از یک واحد مرکزی سنجش میزان افزودنی، برای چندین ماشین چاپ افسست، محلول رطوبت‌دهنده تهیه می‌شود. بدون این افزودنی‌ها مجاری لوله‌ها در اثر رشد میکروب‌ها مسدود خواهد شد.

در محلول‌های رطوبت‌دهنده بدون الکل از محلول جانشین الکل مانند گلیکول، به جای الکل ایزوپروپیل استفاده می‌شود.

از سوی دیگر، سنجش میزان محلول رطوبت‌دهنده در واحدهای مرکب‌دهی با مسیر کوتاه، حیاتی است، به دلیل آن که مازاد محلولی که توسط پلیت چاپی جذب نشده، امکان تبخیر در مسیر کوتاه نداشته و در منشأ مرکب جمع می‌شود (شکل ۱۲-۲).

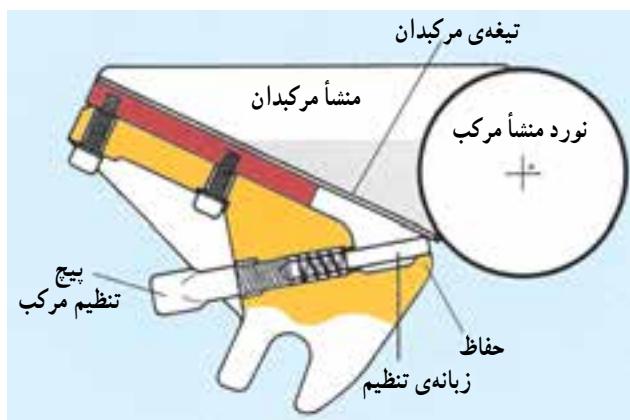


شکل ۱۲-۲- واحد مرکب‌دهی کوتاه (افست رول چاپ روزنامه)

— نوردهای آنیلوکس: نوردهای آنیلوکس هم چون سیلندرهای چاپ گراور، سطحی مشبک (سلول) دارند. این سلول‌ها دارای حجم یکسانی هستند. نگهداری این نوردها به منظور جلوگیری از فرسودگی یکی از عوامل مهم بوده و امروزه با به کارگیری مواد با آلیاژ عالی تر باعث افزایش طول عمر نوردها می‌شوند.

### ۳-۲- طراحی مرکب‌دان‌ها

مرکب‌دان بخش مهم سیستم انتقال مرکب به دستگاه چاپ است و میزان مرکب‌رسانی به سطح چاپی را کنترل می‌کند. به همین دلیل تولیدکننده‌های دستگاه چاپ جهت فراهم‌سازی امکانات کنترل و هماهنگی با نوع سیستم انتقال مرکب دستگاه انواع مختلف مرکب‌دان را طراحی و استفاده می‌کنند که به چند نوع از آن‌ها اشاره می‌شود (شکل ۱۳-۲).



شکل ۱۳-۲- مرکب‌دان با تیغی یکپارچه و پیچ‌های تنظیم مرکب

### — مرکب‌دان با تیغی یکپارچه و پیچ‌های تنظیم مرکب

(Ink Fountain with Continuous Ink Duct Blade and Fountain Screws): واحدهای

متداول مرکب‌دهی از نوع نوردی نیاز به سیستم‌های مخصوص تغذیه مرکب و همچنین تجهیزاتی برای محاسبه و سنجش میزان مرکب در مناطق مرکب (شکل ۱۳-۲).

تیغی مرکب‌دان با انعطاف خود، به وسیله پیچ‌های تنظیم‌کننده امکان تنظیم میزان مرکب خروجی را از منشأ مرکب‌دان فراهم می‌آورد.

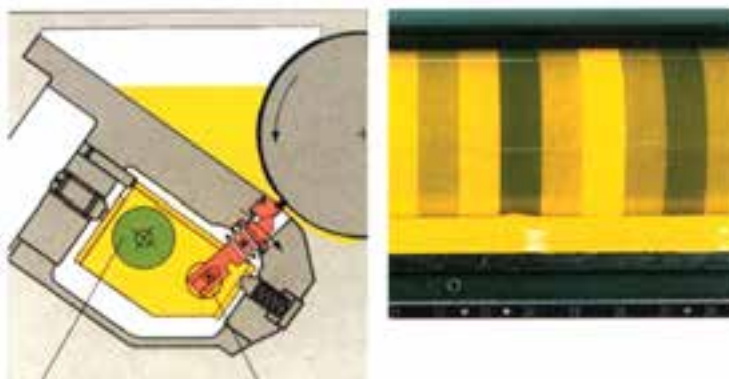
این سیستم تیغی مرکب‌دان بدون اثرات حاشیه‌ای مرکب نخواهد بود. تنظیم یک پیچ مرکب ممکن است نه تنها بر منطقه‌ی تنظیم‌شده‌ی مرکب مجاور خود اثر داشته باشد، بلکه در تمام سیستم اثر بگذارد. به هر حال کارخانه‌های سازنده ماشین‌های چاپ راهکارهای گوناگونی برای سیستم‌های منطقه‌ای مرکب طراحی و عرضه کرده‌اند.

### ۱-۳-۲- طراحی مرکب‌دان با تنظیمات منطقه‌ای

(Ink Fountain Systems with Zonal Adjustment): این سیستم‌ها در انواع متنوعی طراحی

شده‌اند از قبیل سیستم مرکبدان اهرمی، سیستم مرکبدان تیغه کشویی و سیستم مرکبدان تیغه‌ای. در ادامه‌ی فناوری سیستم منطقه‌ای مرکب را به‌طور خلاصه توضیح می‌دهیم:

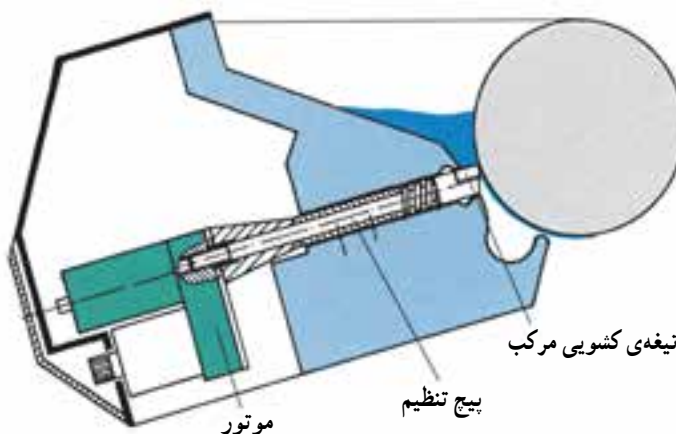
— طراحی مرکبدان اهرمی (*Metering Lever System*): در این سیستم میزان جریان مرکب با حرکت اهرم‌های تنظیم‌کننده تعیین می‌شود (شکل ۱۴-۲).



تنظیم‌کننده‌ی جریان مرکب    موتور محرکه‌ی تنظیم‌کننده‌ی جریان مرکب

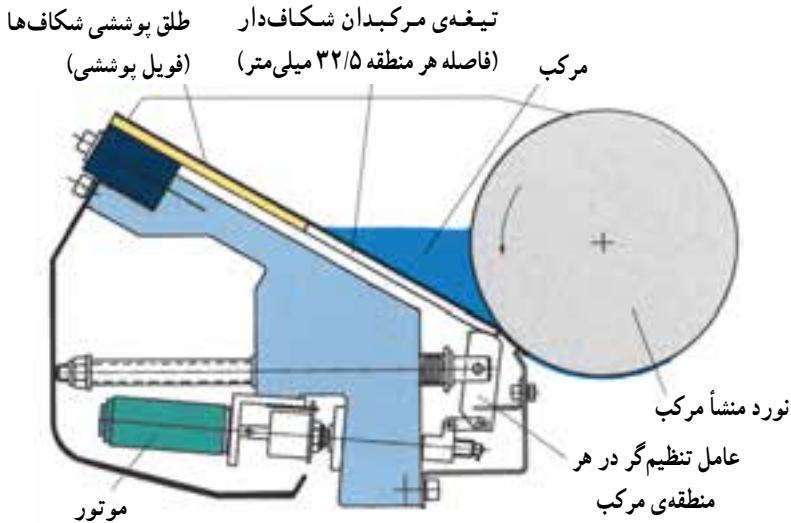
شکل ۱۴-۲- سیستم مرکبدان اهرمی (کالرترونیک. ک ب ا)

— طراحی مرکبدان تیغه‌ی کشویی (*Ink Slide System*): در این سیستم تیغه‌ی تنظیم مرکب با حرکت کشویی به سمت جلو و عقب، میزان عبور مرکب را تنظیم می‌کند (شکل ۱۵-۲).



شکل ۱۵-۲- سیستم مرکبدان تیغه‌ی کشویی (RCI/CCI، مان رولند)

— طراحی مرکب‌دان تیغه‌ای (Ink Knife System): در این سیستم به منظور جلوگیری از اثرات حاشیه‌ای مرکب، تیغه‌ی مرکب‌دان را توسط لیزر برش می‌دهند. تقسیم تیغه‌ی مرکب‌دان به تیغه‌های باریک‌تر باعث می‌شود عملکردش مستقل و بدون اثرات حاشیه‌ای باشد (شکل ۱۶-۲).



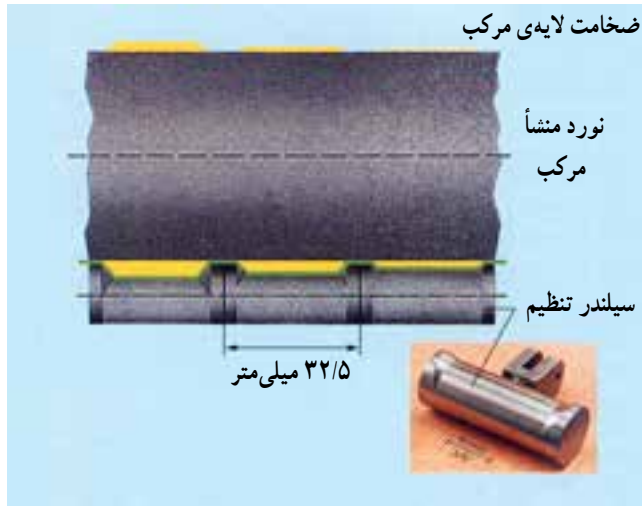
شکل ۱۶-۲- سیستم مرکب‌دان تیغه‌ای (CPC/Web، هایدلبرگ)

### — طراحی مرکب‌دان کنترل مرکزی با تنظیم منطقه‌ای مرکب

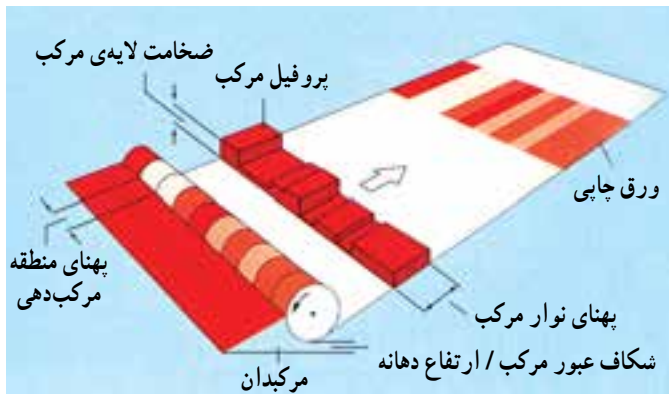
(CPC Ink Fountain with Zonal Ink Feed Adjustment): در سیستم‌هایی که به صورت ساختار منطقه‌ای مرکب و با تنظیم از راه دور طراحی شده‌اند، نورد منشأ دارای موتور جداگانه است و با حرکت پیوسته خود شرایط مطلوب تغذیه‌ی مرکب را فراهم می‌آورد. پیچ‌های مرکب نیز با گرفتن فرمان الکترونیکی از سیستم کنترل مرکزی تنظیم می‌شوند. در سیستم‌های کنترل مرکزی، سیلندرها با کوچک تنظیم‌گر مرکب جای‌گزین تیغه‌ی مرکب‌دان شده است (شکل ۱۷-۲).

سیلندرها با تنظیم‌گر دارای یک بخش بادامکی شکل (اکسنتریک) هستند. این سیلندرها با فاصله‌ی خود، نسبت به نورد منشأ، ضخامت لایه‌ی مرکب را در هر منطقه تعیین می‌کنند. در شکل ۱۸-۲ نموداری از ضخامت لایه‌ی مرکب را در هر منطقه‌ی مرکب‌دان نشان داده است.



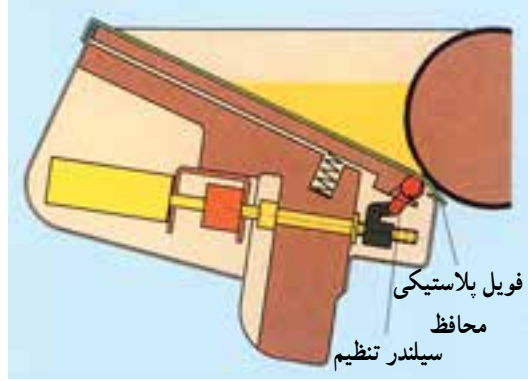


شکل ۱۷-۲- سیلندرهای تنظیم ضخامت لایه‌ی مرکب



شکل ۱۸-۲- نمودار تنظیم منطقه‌ای مرکب

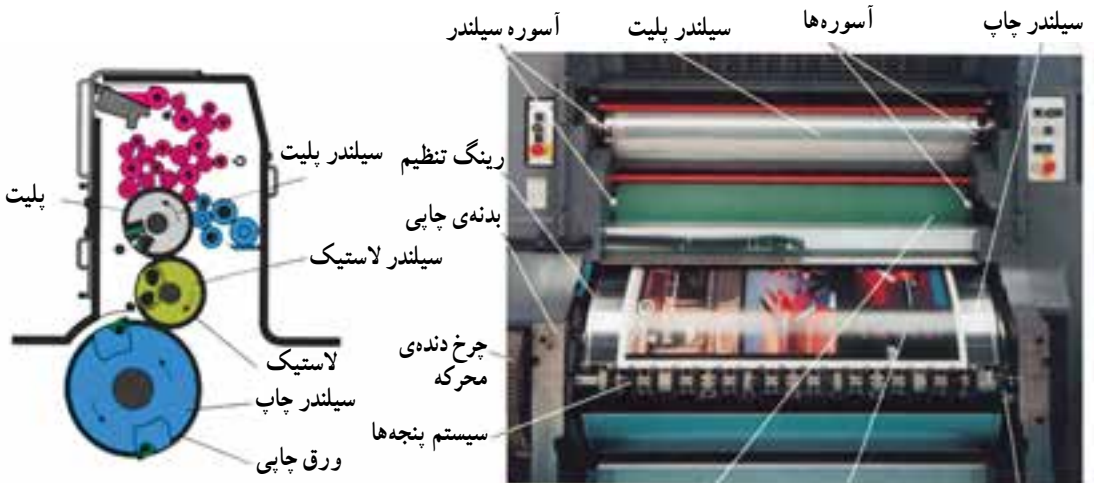
در مرحله‌ی انتقال مرکب روی تصویر، از یک سو نواحی عاری از مرکب و فاقد تصویر در اثر تماس کامل سیلندرهای تنظیم‌گر و نورد منشأ به وجود می‌آیند، از سوی دیگر نوردهای صلایه‌ی مرکب با حرکت جانبی خود یک لایه‌ی هموار و یکسان از مرکب را در نواحی دارای تصویر ایجاد می‌کنند. در این فناوری برای محافظت از مرکبدان از ورقه‌ی فویل پلاستیکی استفاده می‌شود. با جای‌گزینی این فویل در حد فاصل نورد منشأ و سیلندرهای تنظیم‌گر، از ساییده‌شدن آن‌ها جلوگیری می‌شود و عملیات پاک‌سازی مرکبدان نیز تسهیل می‌گردد (شکل ۱۹-۲).



شکل ۱۹-۲- استفاده از فویل پلاستیکی برای حفاظت و تسریع در عملیات پاک‌سازی مرکب‌دان

## ۲-۴- طراحی واحد چاپ

ساختار واحد چاپ افست در شکل ۲۰-۲ نشان داده شده است. این ساختار از نوع واحدی است. واحد چاپ از سه سیستم مرکب‌دهی، رطوبت‌دهی و سیلندره‌های چاپ تشکیل شده است. سیلندره‌های چاپ عبارت‌اند از: سیلندر پلیت، سیلندر لاستیک و سیلندر فشار (چاپ). سیلندر پلیت بر روی محیط سیلندر لاستیک می‌گردد. سیلندر لاستیک نیز، که با سیلندر چاپ در تماس است، پیرامون آن می‌گردد. سیلندر فشار (چاپ) توسط پنجه‌های خود ورق کاغذ را می‌گیرد و انتقال می‌دهد. خط تماس بین سیلندر لاستیک و سیلندر چاپ را خط تماس چاپی (Printing Nip) می‌نامند.



ب- آرایش سیلندرها

کنترل پنجه توسط ورق چاپی سیلندر لاستیک  
الف- آسوره‌ها، چرخ‌دنده محرکه و کنترل پنجه  
لنگ و غلتک

شکل ۲۰-۲- واحد چاپ افست ورقی

ضخامت پلیت چاپی به طور میانگین  $3/0$  میلی متر است. این پلیت از جنس فلز یا فویل است. پلیت چاپی حامل جزئیات تصویر به دست آمده از رنگ‌های تفکیک شده است. ضخامت لاستیک قابل تعویض حدود  $2$  میلی متر است. لاستیک سیلندر از مواد قابل ارتجاع و از الیاف ساخته شده است. همان‌طور که در شکل  $2-20$  دیده می‌شود، سیلندر پلیت دارای دو رینگ (حلقه) است. قطر این رینگ‌ها بزرگ‌تر از قطر سیلندر پلیت است. رینگ‌ها در دو سوی سیلندر تعبیه شده‌اند. سیلندر پلیت دارای فضایی خالی (شکاف سیلندر) است که مکانیزم گیره‌های پلیت در آن قرار دارد. سیلندر لاستیک نیز دارای رینگ‌های مشابه سیلندر پلیت است و برای تعبیه‌ی مکانیزم گیره‌های لاستیک نیز، دارای فضایی خالی است. سیلندر فشار (چاپ) نیز دارای فضایی برای قرارگیری پنجه‌هاست.

**۱-۲-۲- حرکت دورانی سیلندرها:** برای آن که انتقال تصویر کاملاً دقیق و با کیفیت عالی، از پلیت به ورق چاپی، تضمین شود، لازم است هر سه سیلندر در خط تماس چاپی سرعت و محیط یکسانی داشته باشند. حرکت دورانی سیلندرها، به دلیل اصطکاک سطوح سیلندرها، به مقاومت و در نتیجه پس‌زنی آن‌ها منجر می‌شود. گردش دورانی پیوسته‌ی سیلندرها به سادگی به دست نمی‌آید و لازم است تا سیلندرها توسط مجموعه‌ای از چرخ‌دنده‌ها به یکدیگر متصل شوند. واحد چاپ توسط سیلندر چاپ و از طریق نیروی محرکه‌ی چرخ‌دنده‌ها به حرکت درمی‌آید. این نیروی محرکه بایستی واحد مرکب‌دهی را نیز به حرکت درآورد.

**۲-۴-۲- کاربرد چرخ‌دنده‌های مورب:** حرکت چرخ‌دنده‌ها در برخی موارد باعث بروز مشکلات چاپی می‌شوند (اثر لغزش ناخواسته‌ی دنده‌ها). این مشکل در اثر لغزش اندکی است که در درگیری چرخ‌دنده‌ها ایجاد می‌شود. این امر با سیستم‌های کنترل و فناوری تولید مورد آزمایش و تأیید قرار گرفته است. مهم‌ترین ویژگی در طراحی چرخ‌دنده‌ها، قابلیت تنظیم فاصله‌ی سیلندرهاست. نحوه‌ی تماس داشتن و نداشتن سیلندرها در وضعیت‌های کاری ماشین بسیار اهمیت دارد. وقتی ماشین هنگام چاپ، نسبت به ضخامت ورق چاپی، تنظیم می‌شود، ناگزیر فاصله‌ی متغیری بین محورهای سیلندر لاستیک و سیلندر چاپ خواهیم داشت. در این صورت، برای دستیابی به بهترین نتایج، معمولاً از چرخ‌دنده‌های ویژه‌ی مورب (Helical Gear) با عمق زیاد، استفاده می‌شود (شکل  $2-21$ ). فناوری به کار رفته در این دنده‌ها باعث می‌شود حتی در کم‌ترین فاصله‌ی محور و نیز بیش‌ترین فاصله‌ی آن، دنده‌ها به خوبی درگیر باشند. عمق دنده‌ی این چرخ‌دنده‌ها و حرکت کاملاً هم‌زمان سیلندرها، درگیری و حرکت چرخ‌دنده‌ی مورب را کامل می‌کند.



شکل ۲۱-۲- چرخ دنده‌های ویژه مورب (Helical Gear) با عمق زیاد

۲-۴-۳- فشار چاپ: برای انتقال مناسب مرکب، از پلیت به لاستیک و از لاستیک به ورق چاپی، فشار متناسبی بین سیلندرها لازم است. از سوی دیگر، سرعت گردش همزمان آن‌ها نیز اهمیت زیادی دارد.

تنظیم فشار سیلندر پلیت و سیلندر لاستیک با حرکت محوری سیلندر لاستیک، در فاصله‌ای که به این منظور در نظر گرفته شده است، صورت می‌گیرد. پلیت یا لاستیک‌ها زیر لایه‌هایی دارند. به کمک این زیر لایه‌ها می‌توان قطر سیلندر لاستیک را به میزان  $0/15^{\circ}$  -  $0/05^{\circ}$  میلی‌متر تغییر داد. تنظیم فشار چاپ بین سیلندر لاستیک و سیلندر چاپ هم به تناسب ضخامت و نوع ورق چاپی صورت می‌گیرد. حرکت چرخ دنده‌ها باعث لغزش بین سطوح سیلندرها می‌شود. این لغزش به معنای آن است که علاوه بر تغییر شکل شعاعی لاستیک در ناحیه‌ی فشار، سیلندرها متحمل تغییر شکل مماسی نیز می‌شوند. این لغزش‌ها موجب می‌شود شکل لاستیک تغییر یابد و در لبه‌ی کار لاستیک (نقطه‌ی آغاز تماس پس از فاصله‌ی گیره‌های لاستیک) فرسودگی زودرس ایجاد شود. هم‌چنین، در زمانی که سیلندرها مجدداً درگیر می‌شوند، این رخداد را خواهیم داشت. این نوسان بین حالت صفر و حداکثر فشار تماس، «شوک شکاف سیلندر» (Cylinder Gap Shock) نامیده می‌شود.

#### ۴-۲-۴ طراحی آسوره‌های سیلندر: برای به حداقل رساندن ارتعاش سیلندرها رینگ‌های

حاملی در دو طرف سیلندرها تعبیه شده‌اند. این رینگ‌ها را آسوره‌های سیلندر (Cylinder Bearers) می‌نامند. جنس آسوره‌ها از فولاد سخت است. آسوره‌های دو سیلندر تقریباً هم‌قطر و حرکت آن‌ها با چرخ‌دنده‌های محرک سیلندرها هم‌گام است. این چرخ‌دنده‌ها تحت فشار اولیه‌ی زیادی بر روی یکدیگر می‌گردند. به طور مثال، تنش اولیه‌ی آسوره‌های سیلندر ماشین چاپ با اندازه‌ی چابی  $100 \times 70$  سانتی‌متر، حدود  $15000$  نیوتن است. وظیفه‌ی اساسی آسوره‌های سیلندر جلوگیری از ارتعاشاتی چرخشی است که به طور معمول بین سیلندر و چرخ‌دنده به وجود می‌آید.

علاوه بر آن، ثبات حرکتی سیلندرها توسط آسوره‌های سیلندر افزایش می‌یابد. از سوی دیگر فضای خالی (شکاف) سیلندرها باعث می‌شود تا هنگام حرکت دورانی سیلندرها روی یکدیگر (به علت شکاف سیلندرها) صدای ظنین داری را ایجاد کند. آسوره‌های سیلندر این صدا را کاهش می‌دهند و آن را به حد قابل قبول می‌رسانند. هم‌چنین، با آن‌که فشار و تنش بین سیلندرها باعث اصطکاک حرکتی و پس رفت آن می‌شود، ولیکن این تنش به منظور درگیر ماندن چرخ‌دنده‌ها کاملاً ضروری است. از این‌رو قطر آسوره‌ی سیلندر پلیت را از قطر آسوره‌ی سیلندر لاستیک، اندکی کم‌تر در نظر می‌گیرند تا سبب شود، در راستای حرکت دورانی سیلندرها، تنش لازم برای درگیری چرخ‌دنده‌ها ثابت بماند.

#### ۵-۴-۲ نصب سیلندرها: برای دستیابی به عملکرد مناسب سیلندرها پلیت، لاستیک

و چاپ، ارتباط منطقی آن‌ها با یکدیگر کاملاً ضروری است. با توجه به این که در اثر حرکت دورانی سیلندر اندکی ارتعاش به وجود می‌آید، لازم است سیلندرها به گونه‌ای بر روی یکدیگر نصب شوند که کم‌ترین نوسان را داشته باشند. از این‌رو نحوه‌ی ساختار طراحی آسوره‌ها و بدنه‌ی واحد چاپ بسیار مهم است. مجموعه‌ی آسوره‌های سه سیلندر هم برای ایجاد نیروی محرکه‌ی زیاد لازم است سازگار باشند. ضمن آن‌که، برای انتقال دقیق مرکب، سیلندرها نیز باید بسیار سخت و محکم باشند و افت گردشی (پس رفت) نداشته باشند.

#### ۶-۴-۲ طراحی بدنه‌ی ماشین: سیلندرها با آسوره‌هایشان بین دو بدنه‌ی جانبی، که از

موادی با کیفیت بسیار بالا ریخته‌گری شده‌اند، کاملاً حمایت می‌شوند. از آن‌جایی که موازنه‌ی دقیق سیلندرها بسیار حیاتی است، هنگام ساخت، برای قرارگیری دقیق آسوره‌ها بدنه‌های جانبی توسط دستگاه‌های ویژه، به صورت زوجی مخصوص سوراخ‌کاری می‌شوند. واحد چاپ لازم است در برابر ارتعاش و پیچش ساختاری بسیار مقاوم داشته باشد. از این‌رو طراحی و ساخت آن به صورت



شکل ۲۲-۲- طراحی بدنه‌ی اصلی روی شاسی دستگاه

جعبه‌ای شکل است. این چارچوب، مقاومت دیواره‌ها را افزایش می‌دهد. در برخی از طراحی‌ها، بدنه‌ی اصلی بر روی شاسی دستگاه قرار می‌گیرد و اتصالات عرضی دو دیواره را همانند بدنه‌ی اصلی تقویت می‌کند (شکل ۲۲-۲).

بدنه‌ی ماشین علاوه بر حمایت سیلندرها، وظیفه‌ی جذب نیروها و گشتاورهایی را دارد که در حین کار واحد چاپ به وجود می‌آیند. به طور مثال، سیستم پنجه‌ها توسط غلتک‌های حمایت‌کننده و لنگ‌های دوار، که بر روی پنجه‌ها تعبیه شده‌اند عمل می‌کنند. این تجهیزات به بدنه‌ی ماشین چاپ محکم متصل شده‌اند و باز و بسته شدن پنجه‌ها را نسبت به زاویه‌ی گردش سیلندر چاپ کنترل می‌کنند. شکل ۲۳-۲ سیستم پنجه‌ی سیلندر فشار (چاپ) و اجزای پنجه را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳-۲- سیستم پنجه سیلندر فشار (چاپ) و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن

۲-۴-۷- روغنکاری: در واحد چاپ اجزای بسیاری وجود دارند، که پیوسته یکی بعد از دیگری حرکت می‌کنند. از این رو به روغنکاری نیاز دارند تا عمرشان طولانی و با ثبات گردد. یاتاقان‌ها و چرخ‌دنده‌ها، به ویژه، از مواردی است که باید به خوبی گریس کاری شوند. از جهت فنی، روغنکاری بسیار مفید است. هر چند، نشت روغن می‌تواند مشکل آفرین باشد. در ماشین‌های چاپ کوچک و متوسط از گریس مایع نیز استفاده می‌شود. وقتی روغنکاری مد نظر باشد، عواملی چون سازگاری آن‌ها با حلال‌های متفاوت، تأثیر آن‌ها بر فلزات غیرآهنی و پلاستیک‌ها و دوام آن‌ها نیز باید لحاظ شود. در زمانی که از گریس کاری مرکزی استفاده می‌شود، کیفیت روانی آن نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند.

## ۲-۵- فناوری انتقال کاغذ (Paper Travel)

برای انتقال سالم و بدون آسیب ورق چاپی، تجهیزات متعددی به کار گرفته می‌شوند تا هدایت و انتقال کاغذ به خوبی صورت پذیرد. از این رو وجود سیستم‌های انتقال بسیار دقیق، اجزای هدایت‌گر، نظارت و بازرسی در امر تصحیح خطاهای ورود و عبور کاغذ در مسیر (تغذیه، واحدهای چاپ و در نهایت قسمت تحویل) بسیار الزامی است (شکل ۲۴-۲).





سپس توسط پنجه‌های انتقال (تعبیه شده بر روی سیلندر واسطه) شتاب می‌یابد و سرعت آن با سرعت تولید هماهنگ می‌شود.

در ماشین‌های چاپ با اندازه‌ی  $100 \times 70$  سانتی‌متر، که معمولاً سرعتی معادل  $18000$  یا  $15000$  ورق در ساعت دارند، ورق چاپی سرعتی بیش از  $3/5$  متر در ثانیه پیدا می‌کند. سرعت بخشیدن به حرکت آرام ورق، از واحد تغذیه به واحد چاپ و هماهنگی آن با سرعت تولید، از جابه‌جایی و چرخش مؤثر و مناسب سیلندر واسطه‌ی تغذیه و سیستم‌های پنجه‌شناور به دست می‌آید.

**۱-۵-۲- انتقال به واحد چاپ:** در واحدهای چاپ ورق تغذیه شده به سیلندر چاپ منتقل می‌شود و سیستم‌های پنجه‌ی سیلندر (شکل ۲۴-۲) (تعبیه شده بر روی سیلندر چاپ)، ضمن حفظ کاغذ و حرکت دورانی سیلندر به دور خود، باعث می‌شود کاغذ از میان دو سیلندر لاستیک و چاپ شده عبور کند و تصویر بر روی کاغذ منتقل گردد. سپس انتقال به سیلندر واسطه بین دو واحد چاپ انجام می‌گیرد و ورق چاپی به واحد چاپی بعدی منتقل می‌گردد و یا در ماشین‌های تک رنگ به واحد تحویل هدایت می‌شود.

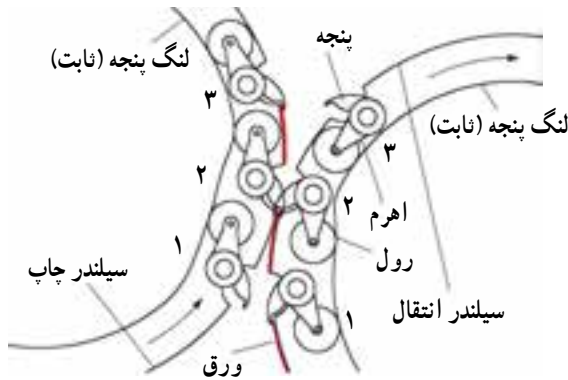
**- فشار چاپ:** برای فرآیند چاپ و انتقال مرکب بر روی ورق، لازم است فشاری بین سیلندر لاستیک و چاپ وجود داشته باشد. این فشار نسبت به ساختار سطح چاپی و ضخامت آن تعیین و اعمال می‌شود. این مورد، معمولاً با تنظیمات مناسب سیلندر لاستیک با سیلندر چاپ صورت می‌گیرد، به نحوی که اثری بر فشار تماس سیلندر و پلیت و لاستیک نگذارد.

**- تأثیر مرکب:** مرکب‌های افست حالتی سفت و خمیری و بسیار غلیظ دارند و در نتیجه چسبناک‌اند و این در صورتی است که کاغذ تازه چاپ شده نباید در تماس با لاستیک بچسبد، (وگرنه باعث جدا شدن لایه‌ی سطحی کاغذ، ایجاد کندگی کار چاپی و یا پارگی آن می‌شود). بدین منظور پنجه‌ها با نیروی کششی مؤثر خود، ورق چاپ شده را از لاستیک جدا می‌سازد و هدایت می‌کند. بنابراین نیروی گیرایش پنجه‌ها و حفظ و کنترل لبه‌ی کاغذ درگیر پنجه‌ها بسیار مهم است. در عین حال این نیروی پنجه نباید بر روی کاغذ اثر بگذارد و به آن آسیب برساند.

**۲-۵-۲- انتقال به سیلندر‌ها:** انتقال ورق از سیلندری به سیلندر دیگر و از سیستم پنجه به پنجه‌ی دیگر، در صورتی به انجام می‌رسد که گردش کامل هر سیلندر به پایان رسیده باشد. زمان تبادل ورق از پنجه‌ای به پنجه‌ی دیگر در محدوده‌ی زاویه‌ای نزدیک به صفر و در مقطع کوتاهی صورت می‌گیرد. در این حالت در فاصله‌ای بسیار کوتاه دو سری پنجه از دو سیلندر تبادل‌کننده‌ی کاغذ، به طور همزمان، لبه‌ی کاغذ را می‌گیرند.

— فناوری حرکت همزمان: اگر این حرکت همزمان به طول انجامد، کاغذ توسط لبه‌های پنجه دچار پارگی می‌شود. حرکت مکانیکی باز و بسته شدن پنجه‌ها، که توسط لنگ‌ها کنترل می‌شوند، عهده‌دار این وظیفه‌اند و این امر مستلزم تنظیمی بسیار دقیق و هماهنگ با حرکت سیلندرهاست. این چرخه‌ی حرکتی بستگی کامل به نوع طراحی پنجه‌ها و نحوه‌ی کنترل عملیات آن دارد. مراحل حرکت پنجه‌ها و موقعیت لبه‌ی کاغذ در شکل ۲۶-۲ به نمایش درآمده است.

مرحله‌ی اول: پنجه‌ی سیلندر چاپ به سمت داخل حرکت می‌کند.  
 مرحله‌ی دوم: با حرکت همزمان، دو سیستم پنجه‌ها بسته هستند.  
 مرحله‌ی سوم: ورق توسط سیلندر چاپ تحویل گرفته می‌شود.



شکل ۲۶-۲- مراحل مختلف کنترل پنجه تا انتقال ورق

— آسیب‌پذیری ورق چاپ شده: هنگام انتقال ورق چاپی توسط «سیلندر انتقال» بین واحدهای چاپ، ورق چاپی‌ای که دارای مرکب تازه است، با سطح سیلندر انتقال تماس مستقیم می‌یابد و این در حالی است که هنوز مرکب به خوبی خشک نشده و ممکن است مرکب تازه بر روی سطح «سیلندر انتقال» منتقل شود. این مرکب به جا مانده موجب می‌شود ورق‌های چاپی بعدی آسیب بینند و خدشه‌دار شوند.

— جلوگیری از آسیب‌پذیری: یک روش ساده برای جلوگیری از آسیب‌پذیری کار چاپی، استفاده از میل ستاره‌هاست. در این روش، میل ستاره‌ها جای‌گزین سطح بسته‌ی سیلندر می‌شود و نقاط تماس کار چاپی با سطح سیلندر، توسط ستاره‌ها دور نگه‌داشته می‌شوند. در این حالت ستاره‌ها در نوارهای بدون تصویر کار چاپی تنظیم می‌شوند تا بر روی آن خط نیندازند.

به هر حال، در این روش نیز تعویض بیاباییِ موقعیت ستاره‌ها نسبت به کار چایی، کاری خسته‌کننده و وقت‌گیر خواهد بود. در بعضی موارد تصویر چایی جایی بدون تصویر را برای تنظیم موقعیت ستاره‌ها ندارد و نیز ممکن است برای کارهای حساس، بر روی کار چایی خط بیفتد.

راهکارهای دیگری نیز برای این منظور فراهم شده است. در این روش با استفاده از ساختار اختصاصی سطح سیلندرهای انتقال، نقاط تماس را به حداقل می‌رسانند و یا از روکش‌های اختصاصی و قابل تعویضی که دارای سطحی غیر چسبنده‌اند، بهره می‌گیرند.

**۳-۵-۲- انتقال به واحد چاپ دیگر:** ورق انتقال یافته از یک واحد چاپ به واحد چاپ دیگر، باید دارای راستایی کاملاً یکسان باشد تا کیفیت بالای چایی (تقریباً با دقتی معادل ۱/۰ میلی‌متر) را داشته باشد.

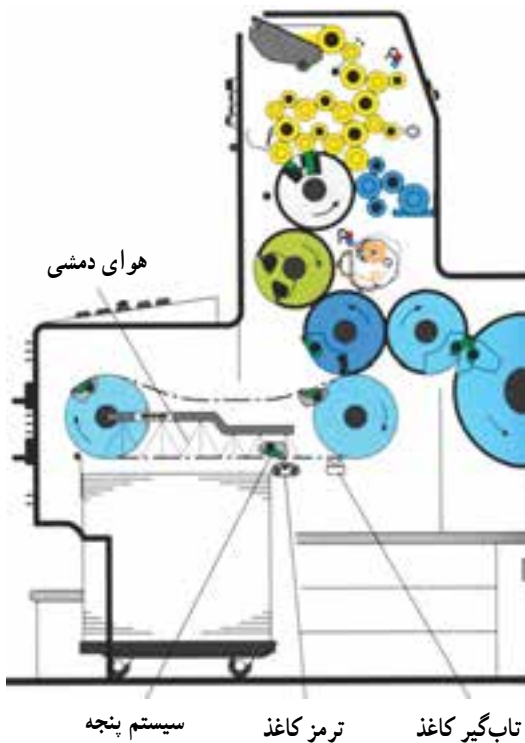
این نیاز به انتقال ورق چایی در کنار سرعت‌های بالای تولید، از الزامات قابل توجه در نحوه‌ی حرکت ماشین‌ها و همزمانی عملکرد کلیه‌ی واحدهای چایی است.

#### ۴-۵-۲- انتقال به پالت

**تحویل:** قبل از آن‌که ورق چایی در پالت تحویل دسته شود (شکل‌های ۲۴-۲ و ۲۵-۲) و بعد از آن‌که آخرین واحد چاپ را ترک کند (شکل ۲۷-۲)، تجهیزات متعددی برای اکثر ماشین‌های چاپ پیش‌بینی شده است تا عملیات تکمیلی؛ مانند ورنی‌زنی، خشک کردن کار چایی و یا، در ساده‌ترین حالت، پودرپاشی و تاب‌گیری ورق چایی را به عهده گیرند (شکل ۲۷-۲).

#### — سیستم‌های پنجه‌زنجیر:

مسیر آخرین «سیلندر چاپ» به «پالت تحویل»، ورق‌ها با سرعتی که در حال چاپ‌اند به سیستم‌های پنجه‌ی زنجیر منتقل می‌شوند تا در پالت تحویل



شکل ۲۷-۲- تحویل زنجیری برای واحد تحویل استاندارد

دسته‌سازی شوند. در این حالت قطعاً لازم است از سرعت حرکت ورق‌ها کاسته شود تا به آرامی به حالت ایستایی برسد و بر روی پالت بنشینند. در این قسمت، ورق بر روی بالشتکی از هوای فشرده شناور می‌شود و در نقطه‌ی انتهایی نیز توسط ترمزهای کاغذ و مکش انتهایی ورق چاپی، سرعت و شتاب کاغذ گرفته می‌شود (شکل ۲۷-۲).

از دیگر عملیات در این قسمت، خشک کردن مرکب توسط خشک‌کن‌های مختلف و پودرپاشی آن به منظور جلوگیری از عارضه‌ی «پشت‌زدن» است که در قسمت تحویل صورت می‌گیرد (شکل ۲۸-۲).



شکل ۲۸-۲- اجزای ماشین چاپ پس از واحد چاپ

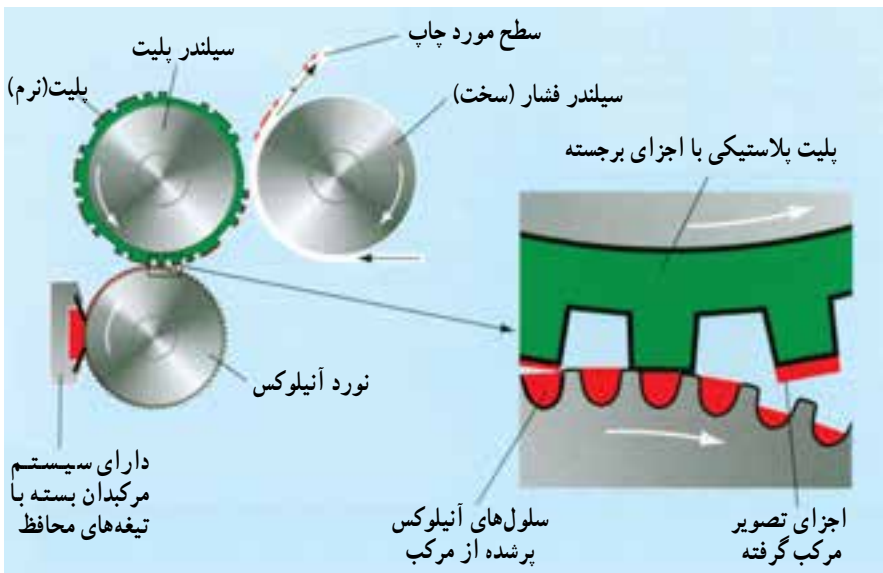
## ۲-۶- فناوری چاپ فلکسوگرافی

چاپ فلکسوگرافی، از فناوری چاپ برجسته بهره می‌گیرد. این روش چاپی به ویژه در چاپ بسته‌بندی، لیبل و روزنامه پیشرفت قابل توجهی داشته است. ویژگی اصلی چاپ فلکسو استفاده از فرم‌های چاپی منعطف است. این فرم‌ها نرم و قادر به تغذیه‌ی مرکب خاصی‌اند. استفاده از فرم‌های چاپی نرم و منعطف و هم‌چنین مرکب مناسب (ویسکوزیته پایین)، این امکان را می‌دهد که چاپ بر روی طیف وسیعی از سطوح چاپی جاذب یا غیرجاذب انجام گیرد. البته لازم است فرم‌های چاپی لاستیکی یا پلاستیکی فلکسو روی سیلندر پلیت چسبانه شوند.

در این روش چاپ، فقط فشار اندکی لازم است تا بر اثر آن مرکب از روی پلیت بر روی کاغذ منتقل شود. در عین حال، این فشار ناچیز، باید تا حد ممکن به درستی روی تمام محل‌های چاپ شونده و در حال گذر اعمال شود. با این فشار نیروی گریز از مرکز در سیلندر و انحراف محور بیش‌تر جبران می‌شود. حتی یک فشار کم برای پلیت‌های نرم و منعطف این روش چاپی کافی است تا یک چاپ خوب را برای ما به ارمغان آورد. این چاپ می‌تواند روی کارتن لایه‌دار نیز اعمال شود، بدون آن‌که آسیبی به آن برساند.

این نکته حائز اهمیت است که تغییر شکل یا دفرمه شدن پلیت فلکسو، به ویژه در مناطق روشن تصویر، می‌تواند به چاقی قابل ملاحظه‌ی ترام و دفرمه شدن اجزای تصویر منجر شود. امروزه برای کارهای چاپی با کیفیت بالا، به ویژه در چاپ بسته‌بندی، از پلیت‌های فتوپلیمری استفاده می‌شود. این نوع پلیت‌ها دقت را تا ۶۰ خط بر سانتی‌متر افزایش می‌دهند.

۱-۶-۲- مرکب چاپ: مرکب با ویسکوزیته‌ی پایین توسط یک نورد مشبک دارای سلول (Cell) به نام نورد آنیلوکس (Anilox Roller) به فرم چاپی منتقل می‌شود. دقت این نورد ۶۰۰-۲۰۰ خط بر سانتی‌متر و سطح آن از جنس سرامیک یا فلز کروم سخت است. سلول‌های نورد آنیلوکس باعث انتقال مقادیر کنترل شده و یک‌نواخت مرکب می‌شود. استفاده از تیغه‌ی داکتر (Doctor Blade) بر روی نورد آنیلوکس، باعث می‌شود مرکب اضافه به روی نورد منتقل نشود (شکل ۲۹-۲).



شکل ۲۹-۲

در حال حاضر کاربرد این شیوه‌ی چاپی رو به رشد است. مهم‌ترین دلایل کاربرد رو به رشد ماشین‌های فلکسوگرافی عبارت‌اند از:

الف) کاربری نسبتاً آسان

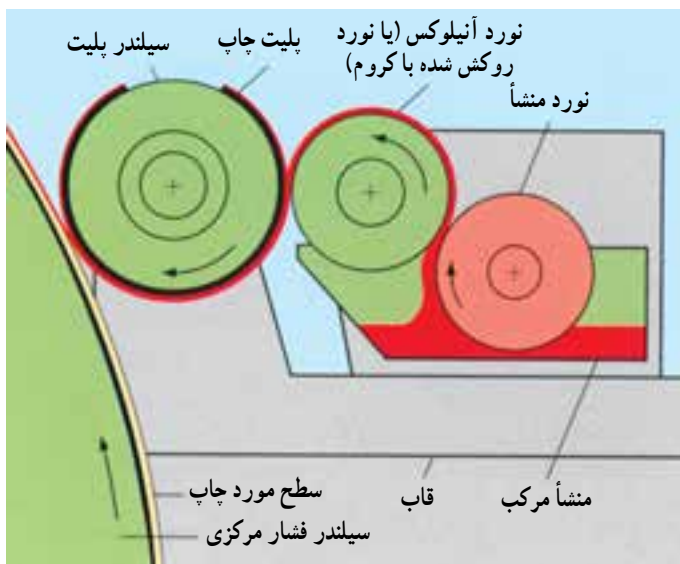
ب) سازگاری مناسب این شیوه با مرکب‌های پایه‌ی آب  
استفاده از این مرکب‌های پایه‌ی آب موجب می‌شود مقادیر ذرات ارگانیک فرار (VOC) به‌طور چشم‌گیری کاهش یابند. این ذرات، آلاینده‌ی محیط زیست‌اند.

۲-۶-۲- سطح چاپی: فلکسوگرافی تنها روش چاپی‌ای است که چاپ با آن بر روی لفاف‌های بسیار نازک و منعطف عملی است. هم‌چنین با آن، بر روی تمام کاغذها، مقواهای کلفت، مواد بسته‌بندی با سطح زبر و انواع پارچه‌ها می‌توان چاپ کرد.

۲-۶-۳- کیفیت چاپ: کیفیت چاپی این روش، در قیاس با روش چاپ افست، پایین‌تر است. دقت تصویر چاپ شده در چاپ فلکسوگرافی، ۴۸ خط بر سانتی‌متر (معادل ۱۲۰ خط بر اینچ) است، که در مقایسه با روش چاپ افست، با حد استاندارد ۱۲۰-۶۰ خط بر سانتی‌متر (معادل ۳۰-۱۵ خط بر اینچ) اندکی کم‌تر است. کاربرد فناوری از کامپیوتر به پلیت عامل مهمی در بهبود کیفیت پلیت‌های فلکسو بوده است. استفاده از این نوع پلیت‌ها دقت را تا ۳۰-۱۵ خط بر اینچ افزایش داده است.

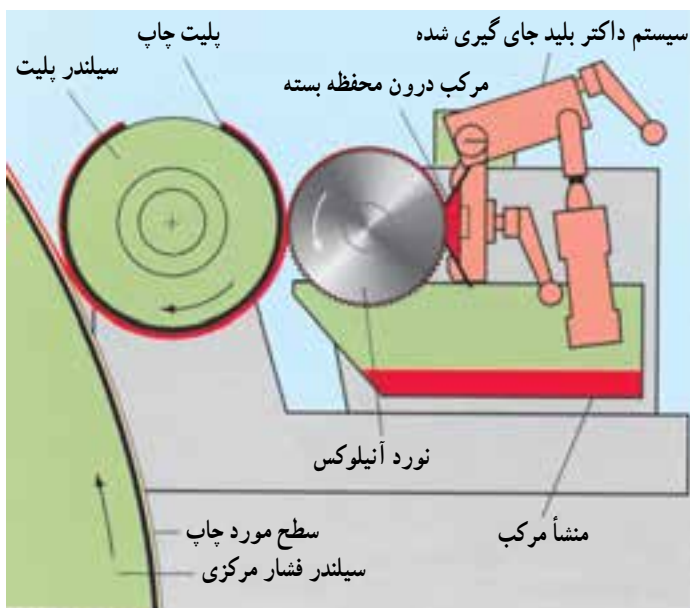
۲-۶-۴- واحدهای چاپ: واحدهای چاپ به‌طور معمول شامل واحد مرکب‌دهی، سیلندر چاپ و سیلندر فشار است (شکل ۲-۲۹). در حال حاضر از دو نوع فناوری متفاوت واحد مرکب‌دهی استفاده می‌شود:

— سیستم نورد منشأ (*Fountain Roller System*): در این سیستم میزان مرکب توسط تماس نورد آنیلوکس با نورد غوطه‌ور، در منشأ مرکب اندازه‌گیری و تأمین می‌شود (شکل ۲-۳۰).  
واحد مرکب‌دهی نورد منشأ (واحد مرکب‌دهی سه نوردی) سیستمی ساده و کم‌هزینه است، اگر چه این سیستم، امروزه به ندرت در ماشین‌های چاپ جدید استفاده می‌شود. اندازه‌گیری درست مرکب در این سیستم تنها برای حیطةی محدودی ممکن است. زیرا اگر هنگام تولید طولانی مدت، بیش از اندازه مرکب ارسال شود، توده‌ای از آن در فضاهاى خالی بین نقاط تصویری روی فرم چاپ جمع می‌شود. اگر مرکب خیلی کم ارسال شود، دیگر نمی‌توان مطمئن بود که فرم چاپ به‌طور کامل مرکب بگیرد. در این صورت تصویر چاپی دچار ایراد می‌شود. در چاپ افست، از این فناوری به‌تأویب در واحدهای ورنی برای ورنی‌زنی تمام سطح و موضعی، با استفاده از پلیت‌های فلکسوگرافی استفاده می‌شود.



شکل ۳۰-۲

— واحد مرکب دهی **داکتر بلید**: این واحد به نورد آنیلوکس و تیغه مجهز است. سیستم چمبر داکتر بلید نوع پیشرفته این سیستم است (شکل ۳۱-۲).



شکل ۳۱-۲

با افزایش اهمیت چاپ‌هافتن و نیاز فزاینده به کیفیت چاپ، سیستم‌های مرکب‌دهی ارتقا می‌یابند و مورد نیاز واقع می‌شوند. واحدهای مرکب‌دهی با نورد آنیلوکس و سیستم‌های محفظه‌ی بسته چمبر داکتر بلید، امروزه از ترکیبات استاندارد کلیه‌ی ماشین‌های چاپ با کیفیت بالاست.

۵-۶-۲- فناوری نورد آنیلوکس: در سال ۱۹۳۸ م. «داگلاس تاتل» و «جوینر» از کشور

آمریکا درخواست کردند «نورد» آنان به نام Anilox Roller به ثبت برسد.

این دو، در بزرگ‌ترین کمپانی بین‌المللی مرکب‌سازی، که مرکب‌های هلیوگراور، افست، لتریپرس و فلکسو (ANILINE) را تولید می‌کرد، مشغول به کار بودند. هر دو نفر مدت‌ها درباره‌ی انتقال مرکب به وسیله‌ی سیلندر حکاکی شده‌ی هلیوگراور و چگونگی سهولت چاپ در آن، بحث و گفت‌وگو می‌کردند. برای انجام این کار سیلندری را آب مس دادند و به وسیله‌ی عمل مکانیکی ترام‌های کنترل شده را از نظر شکل و اندازه بر روی سیلندر حکاکی نمودند. سپس برای استحکام بهتر و دوام بیشتر دیواره‌ی ترام‌ها، آن‌را درون وان کروم قرار دادند و به وسیله‌ی جریان برق به آبکاری سیلندر اقدام کردند و پس از تست سیلندر دریافتند که عمل انتقال مرکب به راحتی و سهولت بیشتری انجام می‌گیرد. ضمن این که با این روش می‌توانستند بسیاری از کنترل‌های لازم را بر روی مرکب انجام بدهند.

در نهایت آن‌را نورد آنیلوکس نام‌گذاری کردند. این فناوری عملاً در سال ۱۹۳۹ م. به بازار عرضه شد و هم اکنون می‌توان آن‌را قلب سیستم چاپ فلکسوگرافی نام نهاد. بعدها (در سال ۱۹۷۰) صنعت گران رول و چاپ فلکسو به وجود پودری به نام سرامیک و کاربرد آن در این صنعت پی بردند و طی پروژه‌ای آن‌را تا ۹۰۰۰ درجه فارنهایت حرارت دادند تا به صورت اسپری درآید و در این حالت سرامیک را بر روی سیلندر حکاکی شده اسپری می‌کردند.

طی پژوهش‌های علمی و عملی‌ای که در طول این سال‌ها انجام گرفت، به وضوح پذیرفته شد که: سیلندرهای سرامیکی دارای استحکام بیشتری در دیواره سلول‌ها دارند و مدت عمری تا ۱۰ برابر بیشتر از سیلندرهای با پوش گرومی خواهند داشت. هم‌چنین در مقایسه‌ی این دو سیلندر، با در نظر گرفتن سلول‌های هم‌شکل و هم‌اندازه مشاهده شده است که در سیلندرهای سرامیکی، مرکب بیشتری به پلیت انتقال می‌یابد. ضمن این که با استفاده از سیلندر سرامیکی، سرعت ماشین را به راحتی می‌توان افزایش داد.

امروزه سیلندرهای سرامیکی به جهت داشتن حساسیت و دقت بالا و بهتر، به وسیله‌ی سیستم‌های لیزری تهیه و به بازار عرضه می‌شوند.

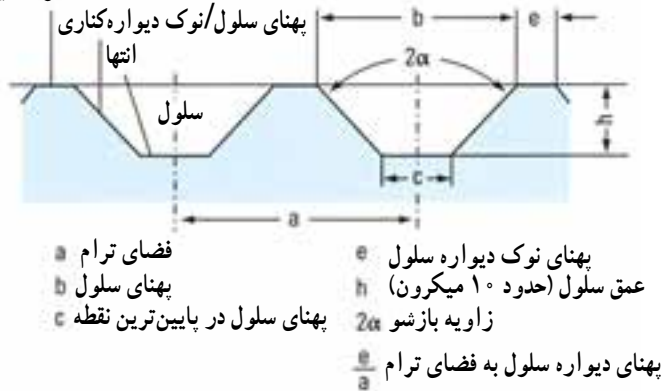


یکی دیگر از ابزارهای مورد نیاز مرتبط با نورد آنیلوکس، نوعی تیغه به نام داکتر بلید (Doctor Blade) است. این تیغه‌ها که عموماً از جنس استیل اند روی جعبه‌ی مستطیل شکلی نصب شده‌اند و دو سر این جعبه به وسیله‌ی دو پوشش لاستیکی انعطاف‌پذیر بسته شده است. تیغه‌ی داکتر بلید به شکلی روی نورد آنیلوکس قرار می‌گیرد که در محل تماس تیغه با نورد، تاثرات زاویه‌ی آن  $30^\circ$  درجه باشد.

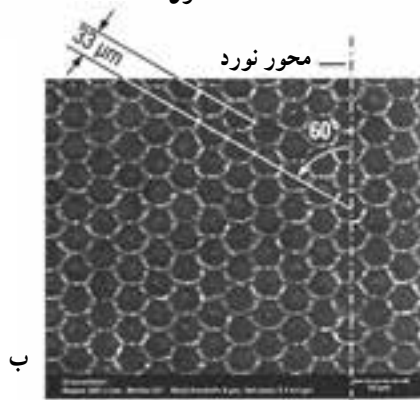
سیستم داکتر بلید در تنظیم مقدار مرکبی که از نورد آنیلوکس به سیلندر پلیت منتقل می‌شود و هم‌چنین در افزایش سرعت ماشین، نقش مهم و قابل توجهی دارد.

ساختار نورد آنیلوکس: نورد آنیلوکس، عنصر مرکزی واحد مرکب‌دهی است. در اصل هندسه‌ی سلولی و توزیع سلولی، حجم نورد آنیلوکس را تعیین می‌کند ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ) Scoop/cell (شکل ۳۲-۲).

نوک دیواره‌ی سلول



الف - هندسه سلول



ب - عکس میکروسکوپی سطح نورد سرامیک  $30^\circ$  سلول در سانتی‌متر

شکل ۳۲-۲ - نورد آنیلوکس

برای دستیابی به ضخامت لایه‌ی مرکب، باید از نوردهایی با حجم متفاوت سلولی، بر طبق نیاز استفاده شود. واحد تیغه اطمینان ایجاد می‌کند که سلول‌ها طوری پر شده‌اند که قابلیت بازتولید با مرکب را داشته باشند. در نتیجه حجم مشخصی از مرکب همیشه به فرم چاپی ارسال می‌شود.

مرکب در مرحله‌ی انتقال (یک‌نواختی، ضخامت لایه‌ی مرکب، نبود اثر بیچازی و غیره) از حجم سلول (Cell Volume)، شیوه‌ی خالی شدن سلول (Emptying Behavior)، ویژگی‌های تغییر شکل، برگشت مکانیکی و نورد کاری مرکب، و هم‌چنین از شیوه و تنظیم ویژگی‌های سطح پلیت چاپ و سطح مورد چاپ، تأثیر می‌گیرد.

کروم و سرامیک که در حال حاضر گسترده‌ترین استفاده را دارند، استاندارد سطوح نورد هستند (شرح تولید در جدول ۱-۲) فرکانس یا فراوانی ترام  $300 - 150$  خط در سانتی‌متر برای حجم سلولی  $1 \text{ cm}^3/\text{m}^2$  مقادیر معمول هستند.

جدول ۱-۲- ویژگی‌ها و مرحله تولید نوردهای آنیلوکس کروم و سرامیک

شرح	نورد کروم	نورد سرامیک
ویژگی‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ارزان قیمت، زمان اجرای کوتاه</li> <li>● فراوانی ترام تا حدود <math>200</math> سلول در سانتی‌متر</li> <li>● (<math>500</math> سلول در اینچ)</li> <li>● حجم سلول محدود به فرآیند تولید</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● گران قیمت، بسیار مقاوم در برابر سایش</li> <li>● فراوانی ترام تا حدود <math>600</math> سلول در سانتی‌متر (<math>1500</math> سلول در اینچ)</li> <li>● سطح بالاتر حکاکی ظریف، حجم‌های مختلف سلول با همان قانون ترام‌گذری ممکن است.</li> </ul>
تولید	<ul style="list-style-type: none"> <li>● آبکاری مس نورد حکاکی نشده (مانند استیل)</li> <li>● شکل دادن سطح توسط:</li> <li>– نورد عاج‌دار</li> <li>– ایجاد سلول به وسیله‌ی ابزار الماسه</li> <li>– حکاکی با قلم فولادی (Stylus)</li> <li>– اسیدزنی پس از ماسک کردن</li> <li>● آبکاری کروم سطح (پوشش ضد سایش)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● پوشش پلازما نورد حکاکی نشده (مانند استیل) با سرامیک</li> <li>● پرداخت ماشینی دقیق</li> <li>● حکاکی لیزری (تبخیر مواد)</li> </ul>

— انتخاب نورد: قوانین کاربردی برای انتخاب نوردهای آنیلوکس به شرح زیرند :

برای لایه‌ی مرکب ۲ میکرونی (خیس) روی سطح (برابر با  $2 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ )، حجم سلولی نورد آنیلوکس باید برابر با  $4 \text{ cm}^3/\text{m}^2$  باشد. (هم‌چنین در فلکسوگرافی، مثل چاپ افسست، به عنوان یک تخمین اولیه دو لایه شدن مرکب حدود نصف است) فراوانی شبکه‌های نورد باید حداقل ۵/۵ برابر ترام روی پلیت باشد (مثال: حداقل  $26^\circ$  خط در سانتی‌متر برای ترام‌گذاری معمول  $48$  خط در سانتی‌متر). فرکانس‌های ترام کم‌تر روی پلیت هم توسط فرکانس‌های ترام بالاتر نورد آنیلوکس پوشیده می‌شوند. اگر فرکانس نورد در مقایسه با ترام روی پلیت خیلی کم‌تر باشد، در مرکب‌رسانی خلل ایجاد می‌کند و یا ممکن است پدیده پیچازی روی دهد.

زاویه‌ی حکاکی (زاویه نسبت به محور نورد)  $6^\circ$  درجه در خصوص یک سلول، در بیش‌تر موارد، به شکل شش ضلعی ترجیح داده می‌شود، ولی نمی‌توان آن را به عنوان یک قانون کلی قلمداد کرد. شرح کلی و اطلاعات در مورد نوردهای کروم و سرامیک در جدول ۱-۲ آمده است.

## ۲-۷ — فناوری چاپ گراور (Gravure Printing)

«گراور» روشی قدیمی است که آغاز آن به صفحات مسی حکاکی شده در قرن پانزدهم بازمی‌گردد. حدود ده تا پانزده درصد از کارهای چاپی به این روش تولید می‌شوند. البته این درصد روبه کاهش است. زیرا ساخت سیلندرهای گراور گران قیمت است و چاپ آن به نیروی انسانی زیادی نیاز دارد. این نوع چاپ برای تیراژهای بالا مقرون به صرفه است. این روش چاپی قابلیت چاپ روی سطوح مختلف (از نازک‌ترین فویل‌ها تا ضخیم‌ترین مقواها) را دارد. چاپ گراور می‌تواند به صورت یک رو و دورو و به صورت چند رنگ صورت بگیرد.

معمولاً از چاپ گراور برای تیراژ در حدود میلیون استفاده می‌شود. مهم‌ترین تولیدات این روش چاپی گاهنامه، مجله، فیلم‌های پلاستیکی، فویل‌های متالیک، فیلم‌های شفاف، ساک‌های دستی و چاپ امنیتی است. شکل ۲-۳۳ تصویر از ماشین روتوگراور را، که برای چاپ مجلات به کار می‌رود، نشان می‌دهد.

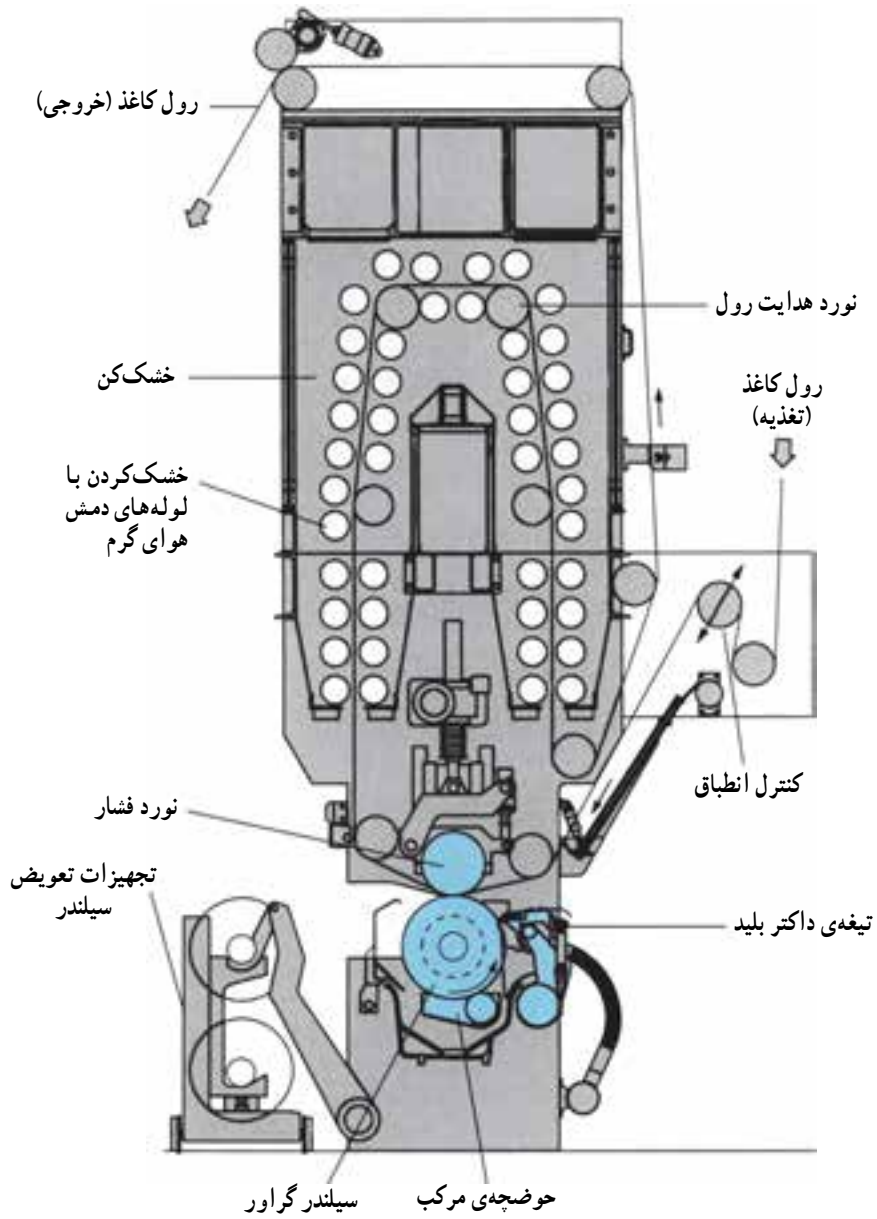
۲-۷-۱ — روش کلی چاپ گراور: قاعده‌ی کلی بدین صورت است که قسمت‌های چاپی داخل سیلندر گراور گود می‌شود و قسمت‌های غیرچاپی در همان سطح اولیه خود باقی می‌ماند. قبل از این که چاپ صورت گیرد پلیت (شامل قسمت‌های چاپ شونده و چاپ نشونده) داخل مرکب‌دان قرار می‌گیرد. سپس تیغه‌ی داکتر روی سطح سیلندر فرم، مرکب‌های اضافی را از



شکل ۲-۳۳

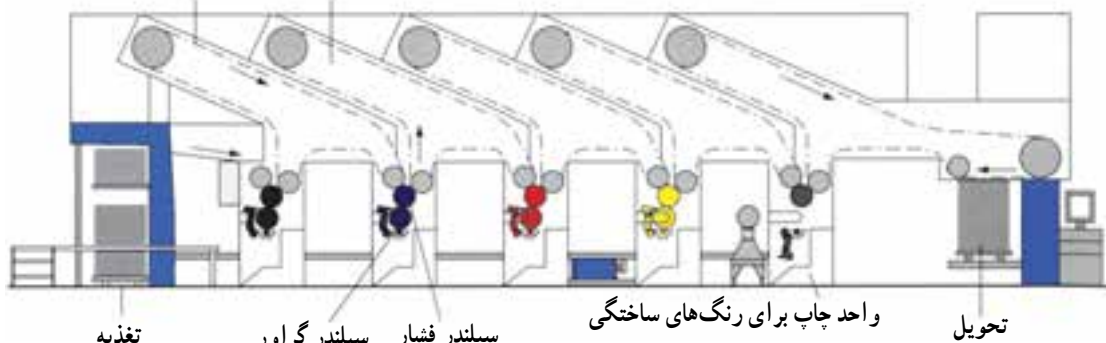
قسمت‌های چاپ نشونده پاک می‌کند. در نتیجه مرکب فقط داخل سلول‌ها (قسمت‌های گود سیلندر فرم که شامل تصاویرند) می‌ماند. در حالی که فشار زیادی بین کاغذ (با هر سطح چاپ شونده‌ی دیگر) و سیلندر فرم وجود دارد مرکب به کاغذ منتقل می‌شود. چاپ گراور به دو صورت تخت و روتوگراور وجود دارد، که نوع دوم ارزان‌تر است. شکل ۲-۳۴ نمای واحد چاپ گراور را نشان می‌دهد.

۲-۷-۲- ویژگی چاپ: در چاپ گراور هر سیلندر فرم، شامل یک رنگ است. یعنی اگر کار ۴ رنگ باشد ۴ سیلندر فرم مورد نیاز است. از این رو چاپخانه‌هایی که چندین کار چاپی تکراری دارند، با هدف بهره‌وری بیش‌تر، سیلندرها را برای دوره‌های بعد نگه‌داری کنند. سیستم چاپ خیس روی خیس در چاپ گراور وجود ندارد، زیرا ویسکوزیته‌ی مرکب آن بسیار پایین است. بعد از هر واحد رنگ چاپ، یک واحد خشک‌کن وجود دارد. چاپ گراور چاپ نسبتاً با کیفیتی است. زیرا عمق و سطوح متفاوت سلول‌ها قادرند تن‌های مختلف یک عکس را به چاپ برسانند. به همین دلیل از این چاپ در صنعت بسته‌بندی استفاده می‌شود. حروفی که با چاپ گراور به چاپ می‌رسند اکثر لبه‌های دندانه‌دار (حالت رنجه) دارند. این مشخصه‌ی شناسایی چاپ گراور است.



شکل ۲-۳۴

## قسمت خشک کن زنجیر انتقال

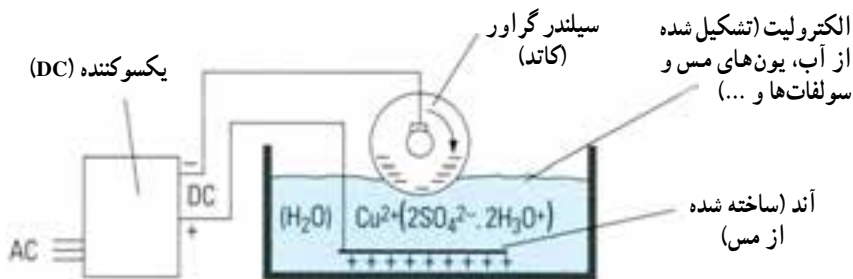


شکل ۲-۳۵

امروزه نوع چاپ ورقی گراور شکل ۲-۳۵ کم تر به کار می رود و در اکثر موارد از چاپ رول استفاده می کنند. در سیستم رول به سیلندرها بدون درز و یک پارچه احتیاج داریم و تصویر به روش اسیدزنی و یا الکترومکانیکی به سیلندر منتقل می شود. گفتنی است این روش انتقال خیلی گران قیمت است.

**۲-۷-۳- فناوری گودسازی سیلندرهاى فرم:** طراحی اولیه‌ی سیلندرها بدین صورت است که یک استوانه‌ی توخالی از جنس استیل ساخته می شود. این استوانه یک پارچه و بدون درز است. روی آن یک لایه‌ی مس قرار می گیرد با این هدف که اندازه‌ی قطر سیلندر با این لایه تنظیم شود. سپس روی این لایه یک لایه‌ی دیگر مس قرار می گیرد. عمل گودسازی سیلندر فرم روی این لایه صورت می گیرد. در زیر، انواع فناوری آبکاری مس سیلندر گراور را به اختصار شرح می دهیم.

**الف) روش لایه‌ی نازک (The Thin Layer Method):** در این روش لایه‌ی مس خیلی نازکی (حدود ۸۰ میکرون) روی لایه‌ی مس پایه قرار می گیرد. در مرحله‌ی آبکاری الکتریکی (Electroplating) این لایه را فقط یک بار می توان گود ساخت (شکل ۲-۳۶).



شکل ۲-۳۶



شکل ۳۷-۲

مزیت این روش این است که لایه سیلندرهای گراور از یک نوع، دارای قطر همسانی خواهند بود و بعد از آبخاری الکتریکی، به عملیات ترمیم مکانیکی سطح سیلندر کم‌تر نیاز دارد. کاربرد روش لایه نازک در حدود ۳۵٪ است (شکل ۳۷-۲).

— روش بازیافت مس: در روش بازیافت مس، لایه دوم مس در مرحله آبخاری الکتریکی از بین می‌رود. در این روش یک لایه نازک نیکل به ضخامت ۲۵ میکرون بین دو لایه قرار می‌گیرد. روش بازیافت مس در حدود ۵٪ کاربرد دارد.

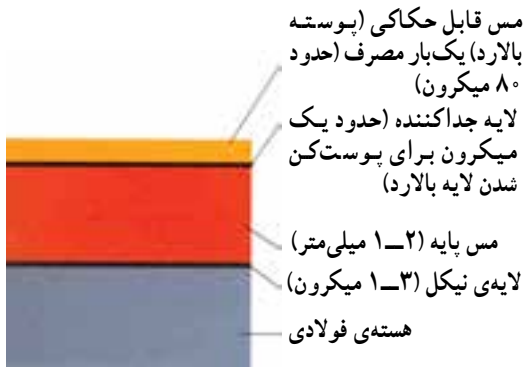


شکل ۳۸-۲

### ب) روش لایه ضخیم

(The Thick Layer Method): در این روش لایه دوم مس به ضخامت تقریبی ۳۲۰ میکرون روی لایه مس پایه قرار می‌گیرد. از سیلندری با این لایه ضخیم می‌توان حدود چهار بار در کارهای چابی مختلف استفاده کرد. لایه مس حدود

۸۰ میکرون، در مراحل مکانیکی و یا آبخاری الکتریکی از بین می‌رود. بعد از این که این ۸۰ میکرون تحلیل رفت لایه جدید مس گود می‌شود و جای آن را می‌گیرد. کاربرد این روش در حدود ۲۰٪ است (شکل ۳۸-۲).



شکل ۳۹-۲

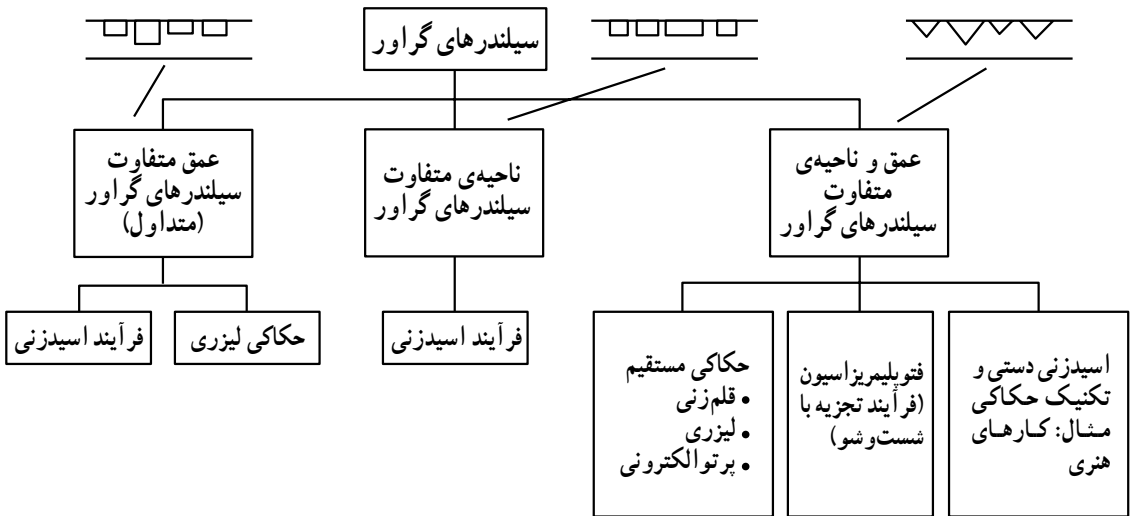
### پ) روش پوسته بالارد

(The Ballard Method): این روش شبیه به روش لایه نازک است (لایه مس حکاکی شده یک بار مصرف). لایه مس پایه به روش الکتریکی توسط پوسته‌ای به ضخامت ۱۰۰-۸۰ میکرون پوشش می‌شود. لایه ویژه‌ای هم بین

مس پایه و پوسته‌ی بالارد قرار داده می‌شود تا پوست کن شدن لایه‌ی بالارد را بعد از چاپ سیلندر گراور، تضمین کند. کاربرد این روش در حدود ۴۵٪ است (شکل ۳۹-۲).

**۴-۷-۲- فناوری نگاشت سیلندر:** ریشه‌ی چاپ گراور به قرن پانزدهم، زمانی که هنرمندان قلم‌زن صفحات مسی را حکاکی می‌کردند، باز می‌گردد. در قرن شانزدهم با فناوری اسیدزنی (Etching) و بعد از آن با دست‌یابی به روش انتقال تصویر ژلاتینی به فلز، موجبات ظهور فناوری‌های نگاشت سیلندرها فرم در چاپ گراور فراهم آمد. امروزه فناوری‌های نگاشت سیلندر به سرعت در حال گسترش است، تا جایی که صاحب‌نظران گسترش چاپ گراور را مدیون فناوری‌های نوین نگاشت سیلندر دانسته‌اند.

تن‌های پیوسته مانند سایه‌روشن تصویر در گراور سنتی (اسیدزنی) از سلول‌های با عمق متفاوت به دست می‌آید. در عین حال، شکل ترکیبی این روش با نواحی متفاوت سلول‌ها، یعنی استفاده از قطر و عمق قابل تغییر سلول‌ها، امکانات بهتری را برای ایجاد تن‌های پیوسته سایه‌روشن به وجود آورده است. شکل ۴۰-۲ نمای کلی تولید سیلندرها را گراور را نشان می‌دهد.



شکل ۴۰-۲

در ادامه روش‌های مختلف نگاشت تصویر را توضیح می‌دهیم.

**الف) روش اسیدزنی (Etching):** برای انتقال تصویر به روش سنتی اسیدزنی (تیزاب کاری)

مراحل زیر صورت می‌گیرد:



– حساس کردن ورقه‌ی پیگمنتی آغشته به ژلاتین توسط محلول نمک کرومی

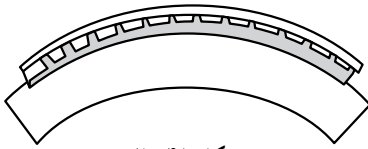
– انتقال تصویر از طریق نوردهی ورق پیگمنتی

– لمینیت ورق پیگمنتی حامل تصویر، توسط ماشین

انتقال ورق به سیلندر (شکل ۲-۴۱).

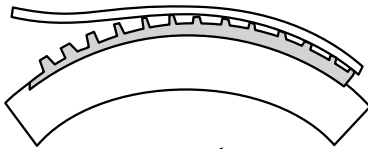
– تثبیت ورق پایه (که بعداً برداشته می‌شود) برای

اطمینان از انتقال با انطباق دقیق



شکل ۲-۴۱

– نرم‌سازی و برداشت کاغذ پایه (شکل ۲-۴۲).



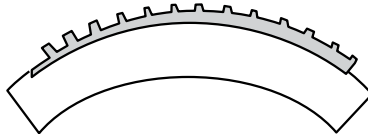
شکل ۲-۴۲

– مرحله‌ی ظهور، شامل شست‌وشوی قسمت‌های

نور نخورده‌ی ژلاتین در وان آب گرم (۴۰ درجه) و

خشک کردن سیلندر، که باعث می‌شود لایه‌ی ژلاتین با

ضخامت‌های متفاوت ایجاد شود (شکل ۲-۴۳).



شکل ۲-۴۳

– پوشش قسمت‌های غیرچاپی با ورنی آسفالت، در

صورت نیاز به تصحیح

– اسیدکاری سیلندر در داخل وانی از محلول کلرور

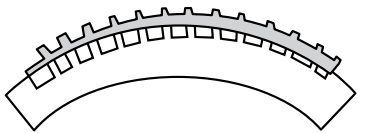
آهن‌دار (Ferrous Chloride)

– نفوذ اسید به داخل لایه‌ی ژلاتین و لایه‌ی مس

حامل تصویر (هر چه لایه‌ی ژلاتین عمیق‌تر باشد اسید زودتر

به مس می‌رسد و در نتیجه سلول‌های عمیق‌تری به وجود

می‌آورد) (شکل ۲-۴۴).



شکل ۲-۴۴

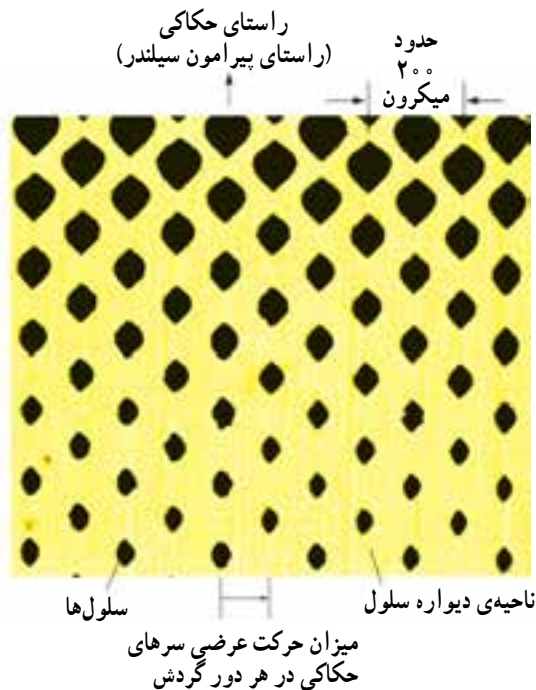
ب) روش الکترومکانیکی: مدت زمان لازم برای گودسازی سیلندر به روش الکترومکانیکی

کم‌تر از روش اسیدزنی است. در این روش داده‌های تصویر در یک سیستم پردازشگر به علائم

دیجیتال و سپس به علائم آنالوگ تبدیل می‌شود.

این علائم به ماشین حکاکی مجهز به قلم‌های الماسه انتقال می‌یابد. سیلندر گراور بسته شده در

این ماشین با سرعت سطحی ثابت می‌گردد (بسته به نوع ترام، حدود یک متر در ثانیه) و همزمان قلم



شکل ۲-۴۵

حکاکی (Stylus) با ایجاد ضربان مکانیکی و حرکت نوسانی عمق‌های متفاوتی را در لایه‌ی مس به وجود می‌آورد (تولید ۴۰۰۰ سلول در ثانیه) (شکل ۲-۴۵).

فواصل سلول‌ها یکسان‌اند و در جهت حکاکی قرار می‌گیرد. تعداد سرهای ماشین گودسازی به عرض ماشین رول بستگی دارد و تا ۱۶ سر می‌تواند داشته باشد. ولی معمولاً از ۸ سر استفاده می‌شود. پس از مرحله گودسازی سیلندر، مقدار کمی صیقل داده می‌شود (شکل ۲-۴۶).

پ) روش لیزر: در گذشته تلاش زیادی می‌شد تا عمل گودسازی سریع‌تر و ارزان‌تر انجام شود. امروزه این اتفاق رخ داده است و روش گودسازی بدون تماس به وجود آمده است. این روش به وسیله‌ی پرتو الکترونی یا لیزر صورت می‌گیرد. در سال ۱۹۹۵ روش گودسازی با استفاده از لیزر اختراع شد. در این روش، داده‌های تصویر از طریق انرژی حرارتی حاصل شده از پرتو لیزر، مستقیماً به لایه‌ی روی منتقل می‌شود. ضربان پرتو لیزر با سرعتی تا هفتاد هزار بار در ثانیه، باعث می‌شود در فلز روی تبخیر نقطه‌ای و سپس ایجاد حفره صورت گیرد. نکته قابل توجه این است که روش لیزر از محدودیت‌ها و لغزش‌های روش‌های اسیدزنی و الکترومکانیکی مبراست.



شکل ۲-۴۶

## آزمون پایانی (۲)

۱- کدام یک از گزینه‌های زیر از ویژگی‌های تأثیرگذار لاستیک بر فرآیند چاپ افسست است؟

الف) انتقال ته‌رنگ (پ) کشش سطحی

ب) ترکیب مرکب (ت) زبری سطح نورد

۲- کدام یک از گزینه‌های زیر از ویژگی‌های محلول رطوبت‌دهنده در چاپ افسست است؟

الف) آلودگی آب و pH اسیدی

ب) شوینده‌ها، محلول‌های بافر و pH بازی

پ) تغییرات حرارت در لاستیک بر روی سطح چاپ‌شونده

ت) گرانش و چسبندگی

۳- به چه صورت سطح پلیت آمادگی جذب آب را پیدا می‌کند؟

الف) توسط تأثیر نور

ب) تابش نور مؤثر UV

پ) لایه‌ی نازک اکسید آلومینیم

ت) توسط داروی ظهور و ثبوت مخصوص

۴- امتیاز اصلی سیستم رطوبت‌دهی گریز از مرکز چیست؟

الف) تناسب بین مرکب و محلول رطوبت‌دهی

ب) تناسب بین رطوبت در نورد مرکب

پ) تناسب بین تشتک محلول و پلیت چاپی

ت) امتیازی در این سیستم وجود ندارد. فقط به روش قطره‌ای روی نورد یرتاب می‌شود.

۵- سفتی و خمیری مرکب چه مشکلی در روی سطح کاغذ ایجاد می‌کند؟

الف) پشت‌زدن کاغذ (پ) روی کاغذ پخش می‌شود

ب) کندگی روی سطح کاغذ (ت) مشکلی ندارد

۶- در محلول‌های رطوبت‌دهنده بدون الکل از چه محلول جانشینی استفاده می‌شود؟

الف) pH خنثی

پ) الکل ایزوپروپیل

ب) مخلوط شده‌ی بافر

ت) گلیکول

۷- سطح سیلندرهای نورد‌های آنیلوکس به چه صورت است؟

الف) ۶ ضلعی

پ) مشبک سلولی

ب) حفره‌ای

ت) دایره‌ای

۸- بخش بادامکی سیلندرهای تنظیم‌گر چه عملی بر عهده دارند؟

الف) فاصله‌ی خود را با نورد منشأ ضخامت لایه‌ی مرکب تعیین می‌کند.

ب) انتقال مرکب روی تصویر را بهبود می‌بخشد.

پ) محافظت مرکب‌دان را به عهده دارد.

ت) از ساییده‌شدن نورد منشأ و تنظیم‌کننده جلوگیری می‌کند.

۹- خط تماس چایی در واحد چاپ کدام سیلندر است؟

الف) سیلندر لاستیک و سیلندر پلیت

ب) سیلندر لاستیک و فشار (چاپ)

پ) سیلندر پلیت و فشار

ت) هیچ‌کدام

۱۰- برای انتقال تصویر به صورت عالی و با کیفیت چه تدبیری شده است؟

الف) سه سیلندر موازی یکدیگر قرار دارند.

ب) سیلندر چاپ و لاستیک دقیقاً در زیر هم قرار می‌گیرند.

پ) در خط چایی دو سیلندر قطری یکسان داشته باشند.

ت) سه سیلندر سرعت و محیطی برابر در خط تماس چایی باشند.

۱۱- قبل از وارد شدن کاغذ به ماشین (واحد چاپ) تنظیم کاغذ به چه صورت

انجام می‌شود؟

الف) کاسته‌شدن سرعت ماشین

پ) سنجاق و نشان

ب) متوقف نگه‌داشتن ماشین

ت) توسط پنجه‌ی ماشین

۱۲- وظیفه‌ی اساسی آسوره‌های سیلندر چیست؟

الف) کم کردن فشار بین سیلندر و چرخ‌دنده

ب) تنظیم چرخ‌دنده

پ) کنترل بین سیلندر چاپ و لاستیک

ت) جلوگیری از ارتعاشات چرخشی

۱۳- علت وسیع بودن طیف چاپی در چاپ فلکسو چیست؟

الف) فرم‌های نرم و منعطف لاستیکی

پ) کلیشه‌ی پلیمری

ب) ویسکوزیته‌ی پایین مرکب

ت) هیچ‌کدام

۱۴- زاویه‌ی بین تماس تیغه و سیلندر ترام چه اندازه‌ای است؟

الف)  $30^\circ$  sin

پ)  $60^\circ$  sin

ب)  $30^\circ$  Ctg

ت)  $30^\circ$  tg

۱۵- حجم لایه‌ی مرکب روی سطح نورد آنیلوکس برابر است با:

الف)  $2 \text{ cm}^3/\text{m}^2$

پ)  $2 \text{ cm}^3$

ب) ۲ میکرون

ت)  $4 \text{ cm}^3/\text{m}^2$

۱۶- در مقایسه‌ی نورد کرم و نورد سرامیکی با سلول هم اندازه و هم شکل،

اندازه‌ی ترام چه قدر بیش‌تر است؟

الف) ۲ برابر

پ) ۳ برابر

ب) ۱ برابر

ت) یکسان است.