اغلب سیستم‌های پلیت‌خوان، که در اوایل سال‌های ۱۹۸۲ در چاپخانه‌ها پدیدار شدند، با اتکا به فناوری حسگرهای نوری که در واحد روشنایی قرار داشت کار می‌کردند.

در نمونه‌های دیگری نیز از دوربین‌های سی‌سی‌دی (CCD) استفاده می‌شد که فاقد واحد متحرک اسکن پلیت بود و کم‌تر مورد استقبال قرار گرفت. نمونه‌هایی از این فناوری در ادامه، ارائه شده است.

ـ پلیت‌خوان دای نیپون (Devise for Measuring an Image Area) DEMIA (شکل ۳۱ـ۶).

شکل ۳۱ـ۶

ـ پلیت‌خوان کنترل کامپیوتری چاپ (Computer Print Control) CPC31 (شکل ۳۲ـ۶).

شکل ۳۲ـ۶

ـ پلیت‌خوان اسکن الکترونیکی پلیت (Electronic Plate Scanner) EPS (شکل ۳۳ـ۶).

شکل ۳۳ـ۶

ـ پلیت‌خوان کنترل کامپیوتری چاپ CPC31 (شکل ۳۴ـ۶).

شکل ۳۴ـ۶

۲ـ۶ـ فناوری کنترل کیفیت

به منظور استفاده‌ی بهینه از زمان، مواد و تجهیزات و بالا بردن راندمان تولید ضرورت دارد به دانش و ابزار کنترل کیفیت توجه ویژه‌ای شود. سیستم‌های کنترل کیفیت، تجهیزات مورد نیاز را برای

افزایش بهره‌وری در اختیار قرار می‌دهند. در ادامه، خلاصه‌ای از این تجهیزات را شرح می‌دهیم.

۱ــ۲ــ۶ــ سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترل رنگ

(Color Measurement & Control Systems) : عوامل اصلی تأثیرگذار بر کیفیت کارهای چاپی، رسیدن مرکب به کاغذ و روی هم‌خوردگی رنگ‌ها است. برای کنترل این عوامل، از نوارهای کنترل رنگ (Color Control Strip) و علائم رجیستر (Register Marks) استفاده می‌شود. استفاده از نوارهای کنترل رنگ برای اندازه‌گیری منطقه‌ای رنگ و علائم رجیستر برای اندازه‌گیری روی هم‌خوردگی‌های استاندارد شده‌اند.

دو روش اساسی برای سنجش رنگ وجود دارد :

الف) چگالی‌سنجی (Densitometry)

ب) رنگ‌سنجی (Colorimetry)

در روش چگالی‌سنجی، چگالی نوری لایه‌ی مرکب را، که به‌طور خاص به ضخامت لایه‌ی مرکب بستگی دارد، اندازه‌گیری می‌کند.

در روش طیف‌سنجی (Spectrophotometry) و رنگ‌سنجی، رنگ را براساس روش بینایی چشم انسان، اندازه‌گیری می‌کنند. این روش اندازه‌گیری رنگ را از لحاظ کیفی و کمی ممکن می‌سازد. روش رنگ‌سنجی نسبت به چگالی‌سنجی، توانایی بیش‌تری برای کنترل کیفیت کار چاپی دارد.

شکل ۳۵ــ۶ــ کنترل رنگ از طریق نوار کنترل

۲ــ۲ــ۶ــ دستگاه

چگالی‌سنج: بسیاری از تجهیزات اندازه‌گیری رنگ، دستی و قابل حمل هستند و رنگ را به شیوه‌ی چگالی‌سنجی اندازه‌گیری می‌کنند. از چگالی‌سنج‌ها برای کنترل نوارهای رنگ، تعبیه شده بر روی کارهای چاپی، استفاده می‌شود (شکل ۳۵ــ۶).

شکل ۳۶ــ۶ــ چگالی‌سنج دستی برای اندازه‌گیری نشانه‌های نوار کنترل رنگ

این نوارها شامل مجموعه‌ای (تقریباً ۵×۵ میلی‌مترمربع) از نشانه‌هایند. این نشانه‌ها علائمی هستند که درصد ترام‌ها، بالانس رنگ‌ها، چاقی ترام و سایر مشخصه‌های کنترل رنگ را کنترل می‌کنند. در عین حال همین‌ها لازم است توسط تجهیزات چگالی‌سنج جداگانه کنترل شوند (شکل ۳۶ــ۶).

ــ ***چگالی‌سنج با صفحه‌ی نمایشگر:*** درسال ۱۹۸۰، فناوری ویژه‌ای در دستگاه چگالی‌سنج ارائه شد. ابزار اندازه‌گیری این دستگاه با حرکت در مسیر افقی، در چندین موقعیت رنگ به رنگ را می‌خواند و داده‌ها را به مناطق مرکب‌دهی منتقل می‌کرد. این چگالی‌سنج که روی میز کنترل مرکزی تعبیه می‌شد، مجهز به نمایشگر تغییرات رنگ نیز بوده است (شکل ۳۷ــ۶).

شکل ۳۷ــ۶ــ چگالی‌سنج با قابلیت کنترل همزمان کلیه‌ی نشانه‌های نوار رنگ

ــ ***چگالی‌سنج با سیستم حسگر:*** بعدها سازندگان دیگری با استفاده از دماغه‌ی متحرک چگالی‌سنج و اندازه‌گیری اتوماتیک نوار کنترل رنگ، به‌دنباله‌روی از این فناوری پرداختند. سپس برای کاربری مفیدتر از تجهیزات گران‌قیمتی چون سیستم‌های حسگر استفاده کردند. این دستگاه‌ها به کمک فناوری‌های بعدی از قابلیت کاربری چند ماشینی (Multi-machine Operation) برخوردار شدند.

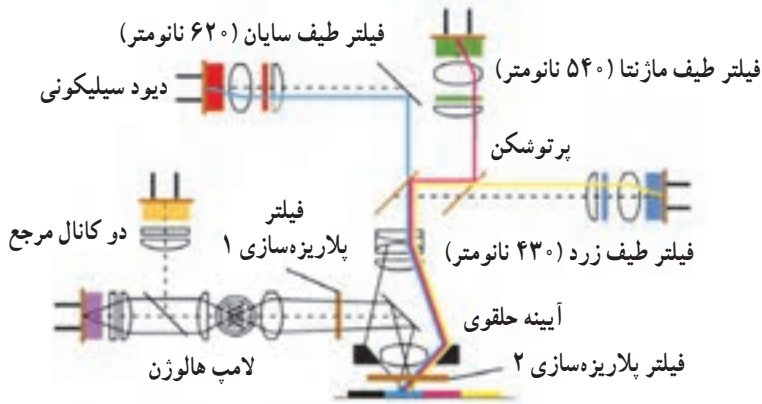
در این نوآوری، یک سیستم اندازه‌گیری رنگ، کنترل ورق‌های چاپ شده را (از چندین ماشین چاپ، در عمل سه یا چهار ماشین) به‌عهده می‌گرفت. داده‌های ذخیره شده به میزهای کنترل مرکزی وابسته ارسال می‌شد و روی صفحه‌ی نمایشگر ماشین‌ها ظاهر می‌گردید. آن‌گاه چاپکاران می‌توانستند از این داده‌ها برای تنظیمات ماشین چاپ بهره ببرند.

توسعه‌ی قدرتمندانه سیستم‌های عملیاتی اندازه‌گیری، در کنار پیشرفت کنترل الگوریتم‌ها و محاسبات عددی به‌کار رفته برای خواندن رنگ‌ها، امکان مقایسه با مقادیر ثبت شده‌ی مرجع را فراهم می‌ساخت. این داده‌ها برای تسریع در محاسبات میزان مرکب‌رسانی در هر واحد چاپی به‌کار می‌رفت.

ـــ ***چگالی‌سنج ترکیبی:*** در مقایسه با سیستم‌های مستقل چگالی‌سنج با قابلیت پوشش بیش از یک ماشین، سیستم‌هایی نیز با ترکیب میز کنترل مرکزی ماشین چاپ تولید شدند. درشکل ۳۸ـــ۶ نمونه‌ای از این نوع (ساختار باند کم‌عرض) چگالی‌سنج برای اسکن کردن و اندازه‌گیری طیف رنگ و فیلترهای مربوطه نشان داده می‌شود.

شکل ۳۸ـــ۶

این سیستم به فیلترهای استاندارد معمول ارسال باند پهن مجهز نیستند و از فیلترهای رنگی در مسیر پرتو استفاده می‌کنند، به‌طوری که نور بازتابی را در باند کم‌عرض طول موج حس می‌نمایند.



شکل ۳۹ــ۶ــ چگالی‌سنج ترکیبی اسکن و اندازه‌گیری طیف رنگ (CCI)

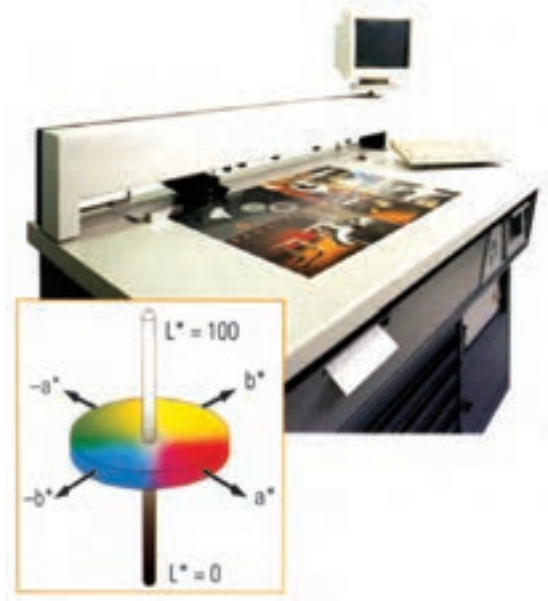
ــ چگالی‌سنج دومحوری: فناوری دیگر در این زمینه، امکان اسکن دوبعدی رنگ، در هر نقطه از تصویر چاپی است. در این سیستم، دماغه‌ی چگالی‌سنج در محورهای Y و X حرکت می‌کند و موقعیت از پیش تعیین‌شده‌ای را اندازه‌گیری می‌نماید. این فناوری برای حداکثر کاربری در کارهای چاپی چندتایی، که نمی‌توان از یک نوار کنترل رنگ سراسری استفاده کرد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۴۰ــ۶).

۳ــ۲ــ۶ــ دستگاه رنگ‌سنج (طیف‌سنج) (Spectral Color Measurement): در اواخر ۱۹۸۰، کارایی و کیفیت سیستم‌های اندازه‌گیری رنگ در چاپخانه‌ها تجربه شد. تلفیق این تجارب با فناوری نور ــ الکترونیک (Opto - electronic) و سیستم‌های محاسباتی قدرتمند، باعث شد اجزای دستگاه‌ها ارزان‌تر شوند، درنتیجه سیستم‌های اندازه‌گیری رنگ، امکان کاربری عملی را بیرون از آزمایشگاه‌ها پیدا کردند.

شکل ۴۰ــ۶ــ اسکن دوبعدی ورق چاپی (دنسیترونیک)

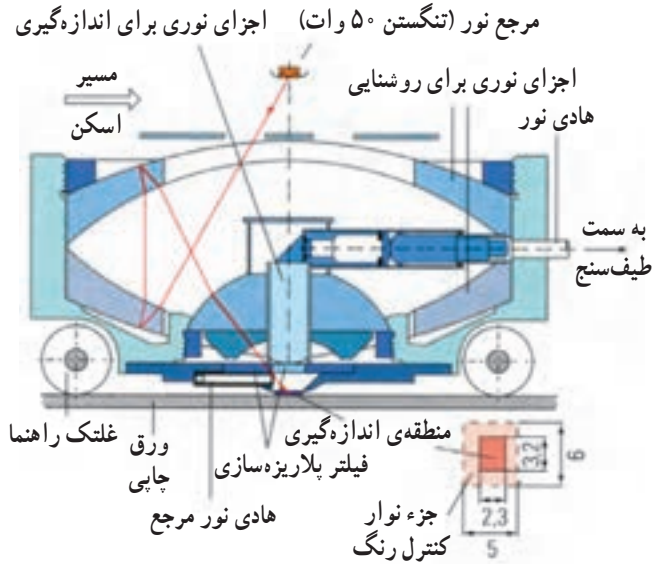
فناوری به‌کار رفته در این سیستم‌ها، امکان ضبط و اندازه‌گیری دقیق رنگ را براساس سه مختصات، در یک فضای رنگی مهیا می‌ساخت (مانند فضای رنگی Lab).

اجزای سیستم کنترل و اندازه‌گیری رنگ با دستگاه طیف‌سنج درشکل ۴۱ــ۶ نشان داده شده است.



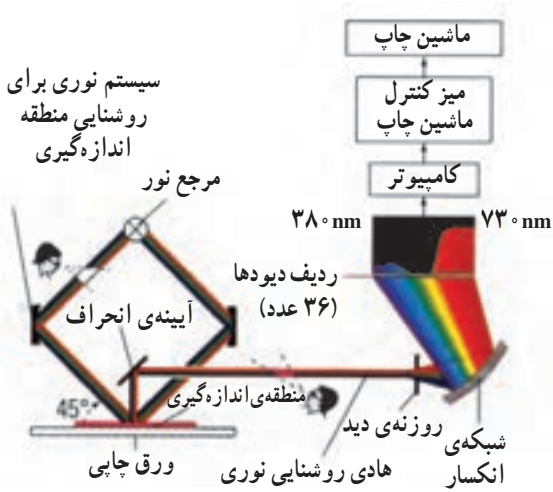
شکل ۴۱ــ۶ــ طیف‌سنج (CPC2-S)

شکل ۴۲ـ۶ نحوه‌ی عملکرد طیف‌سنج را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۴۲ـ۶

در این فناوری نور به‌صورت حلقه‌ای روی نشانه‌های نوار رنگ تابانده می‌شود و آن را روشن می‌کند. بازتاب نور از سطح نشانه‌ها توسط هدایت‌کننده‌های نور و فیبرهای نوری از واحد طیف‌سنج ثابت گذرانده می‌شود. این طیف‌سنج نور بازتابی را از طریق یک شبکه‌ی انکسار هولوگرافیک (سیستم حافظه نوری با امکان ذخیره‌ی یک تریلیون اطلاعات و بازیابی سریع آن از طریق انتقال نور بازتابی به درون کریستال) منکسر می‌کند. سپس یک ردیف از دیودها نور آنالیز شده در طول موج مربی را در یک فرآیند باند کم‌عرض (Narrow Band) اندازه‌گیری می‌کند. مسیر پرتو بازتابشی و فرآیند اندازه‌گیری در شکل ۴۳ـ۶ نشان داده شده است.

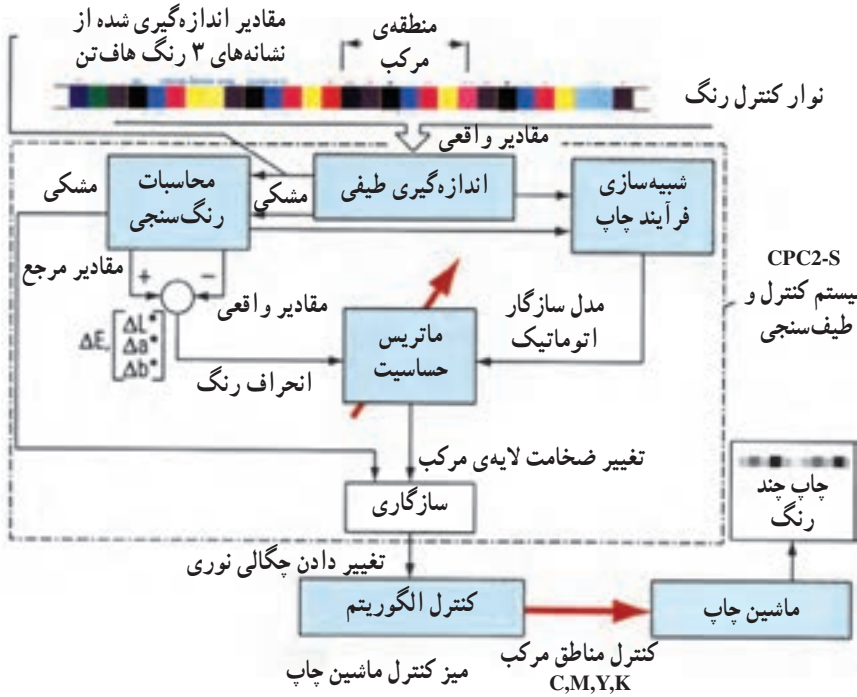


شکل ۴۳ـ۶ـ مسیر پرتو بازتابش نور و فرآیند اندازه‌گیری

طیف بازتاب شده‌ی مرکب (از ۳۶ مقدار اندازه‌گیری شده) در طول موج در فاصله ۱۰ نانومتر مقادیر رنگ مانند یک نوع اثر انگشت (Fingerprint) ثبت می‌شود. سپس مقادیر رنگ از طریق طیف بازتاب شده محاسبه می‌شود. انحرافات رنگی چاپی می‌تواند همانند چشم انسان ارزیابی شود.

برای کنترل مرکب‌دهی ماشین چاپ، لازم است مقادیر رنگ‌سنجی به تنظیماتی برای واحدهای مرکب و چهار رنگ پردازشی (سایان، ماژنتا، زرد، مشکی) تبدیل شوند. این بدین‌معنا بود که می‌بایست الگوریتم ویژه‌ای با استفاده از عوامل تجربی و از طریق فرآیند عددی پیچیده ایجاد می‌شد که در بسیاری موارد، با تغییر از یک نوع ورق چاپی به نوع دیگر نتایج رضایت‌بخش حاصل نمی‌شد.

ـــ ***سیستم‌های خودفراگیر و سازگارکننده:*** توسعه‌ی سیستم‌های خودفراگیر و سازگارکننده (Adaptive & Self - learning) شرایط را برای انتقال داده‌های ثبت شده و تبدیل آن به تنظیمات روی ماشین چاپ تغییر داد. با استفاده از مقادیر میانی که به‌نام چگالی نوری رنگ (Optical Color Density) خوانده می‌شود، امکان کنترل الگوریتم‌ها در میزهای کنترل مرکزی، که مجهز به سیستم خواننده داده‌های چگالی و رنگ‌سنجی بودند، نیز فراهم شد. شکل ۴۴ـ۶ چگونگی تبدیل مقادیر رنگ به تنظیمات ماشین چاپ را نشان می‌دهد.



شکل ۴۴ـ۶ـ نمودار تبدیل انحراف رنگ ΔE به متغیرهای کنترل برای تنظیم مرکب‌رسانی

تکامل روش‌های طیف‌سنجی منجر به عرضه‌ی گستره‌ی وسیعی از دستگاه‌های دستی طیف‌سنج شد. در عین حال، این دستگاه‌ها امکان محاسبات مقادیر چگالی نوری را نیز داشتند. از سوی دیگر این امکان برای دستگاه‌های رنگ‌سنجی که براساس فیلترها کار می‌کردند، میسر شد.

۴ــ۲ــ۶ــ دستگاه اندازه‌گیری تصویر (Image Measurement): دو دستگاه چگالی‌سنج و طیف‌سنج دانش کنترل پوشش منطقه‌ای رنگ‌های تفکیکی، تکنیک‌های اندازه‌گیری رنگ و درنتیجه امکان کنترل خود تصویر چاپی را به‌وجود آوردند. هم‌چنین قابلیت اسکن کل تصویر چاپی (با دقت ریزنمایی ۲/۵×۲ میلی‌مترمربع) و بازرسی دقیق تصویر چاپی (از نظر خراشیدگی و لکه‌دار شدن) نیز امکان‌پذیر شد. کاربری این فناوری برای الگوریتم‌های پردازش تصویر نیز مفید است.

ــ ***دستگاه اندازه‌گیری تصویر:*** مجهز به صفحه‌ی نمایشگر لمسی است و به کاربر امکان بازرسی و آنالیز هر نقطه یا منطقه‌ی انتخابی تصویر چاپی را می‌دهد (شکل ۴۵ــ۶).

شکل ۴۵ــ۶ــ دستگاه اندازه‌گیری تصویر (CPC42)

ــ ***سیستم‌های تعاملی کنترل انسان ــ ماشین:*** با اتکا به سیستم‌های رنگ‌سنج و چگالی‌سنج، کنترل اتفاقات در ماشین چاپ امکان‌پذیر باشد. اما بررسی نمونه‌ی چاپی در حین تولید مستلزم درگیرکردن چاپکار جهت بیرون کشیدن نمونه از قسمت تحویل است. روند کنترل بیرون از ماشین، چرخه‌ی صحیحی برای کنترل کیفیت نیست (شکل ۴۶ــ۶).

شکل ۴۶ــ۶

در این حالت، چاپکار تصمیم می‌گیرد که در چه دوره‌ی زمانی به نمونه‌گیری اقدام کند و اوست که روند بررسی را آغاز می‌کند.

با توسعه‌ی فناوری، کامپیوتر سیستم کنترل و اندازه‌گیری با تشخیص انحرافات رنگ بین مقادیر اندازه‌گیری شده و مقادیر مرجع و محاسبه‌ی آن، تنظیمات لازم جهت میزان مرکب‌رسانی را برای هر رنگ اعمال می‌کند.

در این سیستم، چگالی و مقادیر خوانده شده و هرگونه تنظیم موردنیاز در مرحله‌ی اول، روی صفحه‌ی نمایشگر سیستم کنترل به نمایش درمی‌آید. سپس چاپکار آزاد خواهد بود که تنظیمات تصحیحی را بر پایه‌ی تجارب خود و یا با فشار یک دکمه، به‌صورت کامپیوتری اعمال کند.

در این چرخه، چاپکار مدار بررسی را کامل می‌کند و به بیان دیگر، چاپکار مانند ناظمی برای همزمانیِ چرخه‌ی بررسیِ نمونه (Sample-and-hold Control) تلقی می‌شود.

امکان بررسی منظم مقادیر رنگ روی صفحه‌ی نمایشگر، توان چاپکار را در سرعت تصمیم‌گیری و اعمال صحیح تنظیمات به‌نحو چشم‌گیری افزایش داده است. این فناوری تعاملی بین کنترل انسان و ماشین، نظارت بر کیفیت را کامل می‌کند و روشی مقرون به‌صرفه در فرآیند چاپ محسوب می‌شود.

ــ دستگاه اندازه‌گیری و کنترل انطباق (Register Measurement & Control): همزمان با عرضه‌ی سیستم‌های کنترل و تنظیم میزان مرکب‌رسانی، هم‌نشینی رنگ‌های تفکیکی نیز نیازمند کنترل انطباق‌اند. بدین‌منظور، لازم است علائم روی هم‌خوردگی هر رنگ تفکیکی را کنترل کنیم (شکل ۴۷ــ۶).

شکل ۴۷ــ۶

در این مورد نیز فناوری‌های متنوعی با سطوح مختلف اتوماسیون ارائه شدند. این فناوری‌ها می‌توانست در اشکال بسیار ساده، یک ذره‌بین برای بزرگ‌نمایی علائمِ کمکی انطباق تا دستگاه‌های دستی و قابل حمل با فناوری نور ــ الکترونیک باشند که مطمئن، سریع و دقیق، این عمل را به انجام رسانند. برخی دیگر از این سیستم‌های کنترل نیز روی میز کنترل ماشین چاپ تعبیه شدند (شکل ۴۸ــ۶).

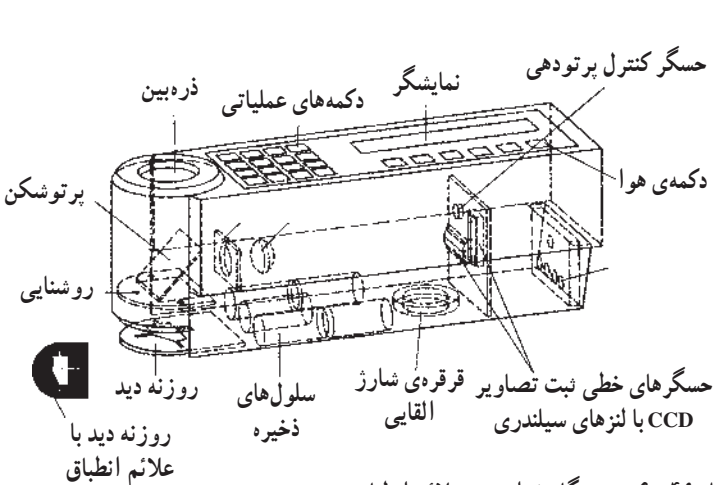
علائم روی‌هم‌خوردگی روی ورق چاپی

علائم روی‌هم‌خوردگی ۱۹ × ۷ میلی‌مترمربع (اندازه‌ی اصلی)

شکل ۴۸ــ۶

ــ ***دستگاه خواننده‌ی علائم انطباق:*** این دستگاه مجهز به دو حسگر خطی ثبت تصاویر سی‌سی‌دی (CCD)، با ریزنمایی حدودی ۵ میکرومتر، برای اندازه‌گیری فاصله‌ی بین خطوط و علائم انطباق است. یک حسگر خطی برای اندازه‌گیری علائم عمودی و دیگری برای اندازه‌گیری علائم

افقی به‌کار می‌رود. این دستگاه‌ها طوری طراحی شده‌اند که هرگونه اختلاف در علائم و خطوط را توسط نور مادون قرمز به کامپیوتر میز کنترل انتقال می‌دهند. سپس این داده‌ها برای تصحیح وضعیت سیلندرهای پلیت به‌کار گرفته می‌شوند (شکل ۴۹ــ۶).

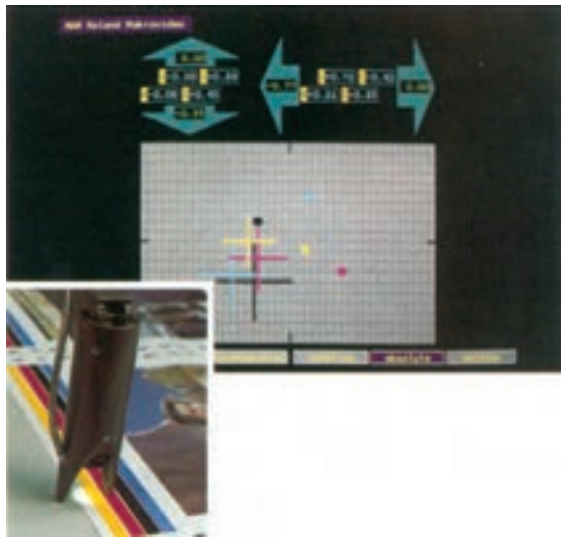


شکل ۴۹ــ۶ــ دستگاه خواننده‌ی علائم انطباق

ــ ***ذره‌بین ویدئویی:*** در این فناوری با کاربرد ذره‌بین ویدئویی می‌توان موقعیت علائم انطباق را روی صفحه‌ی نمایشگر بررسی کرد (شکل ۵۰ــ۶).

شکل ۵۰ــ۶ــ ذره‌بین ویدئویی (CCI)

ــ ***ذره‌بین ویدئویی با واحد روشنایی:*** این سیستم علائم را بررسی می‌کند و سپس آن را با الگوریتم مقادیر اصلی مقایسه می‌نماید. سپس هرگونه انحرافی را تشخیص می‌دهد و تنظیمات مورد نیاز را محاسبه می‌کند. چاپکار نیز براساس این داده‌ها ماشین چاپ را تنظیم می‌کند (شکل ۵۱ــ۶).



شکل ۵۱ــ۶ــ ذره‌بین ویدیوئی با واحد روشنایی و نمایشگر موقعیت علائم انطباق

امروزه درنتیجه‌ی سیستم‌های کنترل انطباق هنگام تهیه‌ی پلیت، نصب پلیت‌ها در ماشین چاپ با دقت بسیار بالایی صورت می‌گیرد، درنتیجه به تنظیمات کم‌تری نیاز دارد، که به‌راحتی و سریعاً توسط چاپکار انجام می‌شود.

تنظیم میزان مرکب به‌طور صحیح بزرگ‌ترین چالش در این فناوری است ضمن آن‌که از بزرگ‌ترین عوامل برای کاهش زمان آماده‌سازی نیز هست. درحقیقت، انطباق رنگ، آسان‌تر از تنظیم مرکب است.

۵ــ۲ــ۶ــ دستگاه بازدید تصویر چاپ شده (Inspection of Printed Image): تنظیمات مرکب و روی هم‌خوردگی رنگ‌ها تنها عوامل مؤثر در کیفیت چاپ نیستند. از جمله تصاویر ممکن است اشکالاتی هر چند ظریف و جزئی داشته باشند. در این‌صورت چاپکار جزئیات اشکالات را بررسی می‌کند. این اشکالات چاپی می‌تواند هنگام تغذیه‌ی ورق چاپی و یا در حین چاپ به‌وجود آید. مشکلاتی از قبیل چروک شدن ورق در اثر تغذیه‌ی نادرست آن و یا خال‌زدگی چاپ در اثر ذرات زائد روی لاستیک، که قابل نمایش با ابزار اندازه‌گیری نخواهد بود.

بررسی کیفیت چاپ، به‌ویژه در ماشین‌های با سرعت بالا، توسط «ابزارهای بازرسی بصری» (Visual Inspection Tools) انجام می‌گیرد. این ابزار چاپکار را به کشف سریع مشکلات کار چاپی قادر می‌سازد و یا او را برای واکنشی درست آگاه می‌کند.

۶ــ۲ــ۶ــ دوربین ثبت تصاویر: در این سیستم بازرسی، نظارت و کنترل، توسط دوربین‌های ویژه‌ی بسیار پیشرفته انجام می‌گیرد. برای نمونه نوعی از دوربین‌های خطی ثبت تصاویر روی ماشین افست رول در شکل ۵۲ــ۶ نشان داده شده است.

شکل ۵۲ــ۶

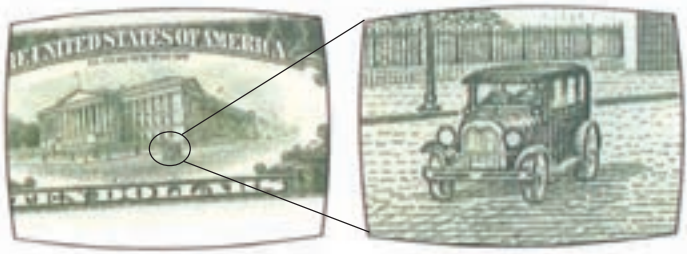
تصاویر ثبت شده روی صفحه‌ی نمایشِ رنگی، به منظور کنترل موقعیت تصویر روی رول چاپی، در شکل ۵۳ــ۶ آمده است.

با این فناوری هرگونه انحرافات در کیفیت تصویر و در علائم انطباق به سرعت نشان داده می‌شود. با کالیبراسیون صحیح نمایشگرهای رنگی، می‌توان انحراف رنگ (Color Deviation) بین تصویر مطلوب و تصویر چاپ شده را بازرسی کرد. اما این موضوع به میزان زیادی بستگی به مهارت چاپکار، هنگام ارزیابی تصویر توسط دوربین‌های ویدئویی، دارد و نسبتاً دقیق نیست.

شکل ۵۳ــ۶ــ تصاویر ثبت شده

ــ ***فناوری ارزیابی تصویر:*** تقسیم صفحه‌ی نمایشگر به دو قسمت (Splitting the Display into Two Parts)، روش بهتری برای ارزیابی تصویر است. با این روش، مقایسه‌ی تصویر مرجع با تصویر درحال چاپ بهتر صورت می‌گیرد. در ادامه، نمونه‌هایی از این فناوری ارائه می‌شود.

الف) بررسی جزئیات تصویر تک‌رنگ (شکل ۶ــ۵۴).

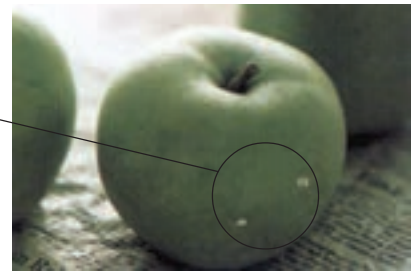


شکل ۵۴ــ۶

ب) تقسیم افقی و یا عمودی دو تصویر، برای ارزیابی بصری تصاویر رنگی (شکل ۶ــ۵۵).

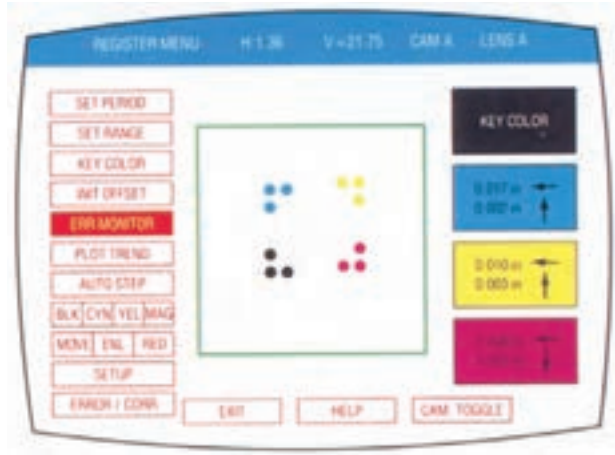
شکل ۵۵ــ۶

پ) بررسی مشکلات چاپی، مانند خال زدن تصویر چاپی (شکل ۵۶ــ۶).



شکل ۵۶ــ۶

ت) کنترل علائم انطباق رنگ (شکل ۵۷ــ۶).



شکل ۵۷ــ۶ــ نمایش خطای انطباق رنگ

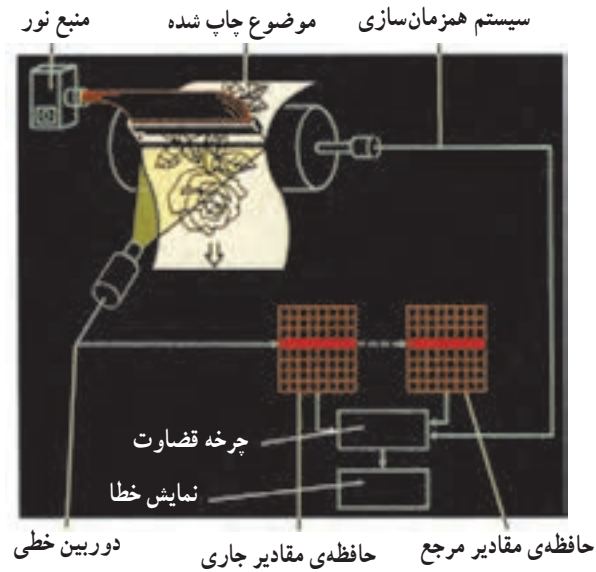
سیستم‌های بازرسی‌ای که به دوربین‌های ریزنمای پیشرفته مجهزند، قادرند علائم کوچک انطباق را به‌خوبی تشخیص دهند و با ارسال داده‌های ثبتی، موقعیت سیلندرهای پلیت را مستقیماً تغییر و تصحیح نمایند. چنین دوربین‌های با ریزنمایی بالایی، درحالت عمومی، بخش کوچکی از کار چاپی را نمایش می‌دهند و کنترل می‌کنند.

این دوربین‌ها اگر به اندازه‌ی کافی قدرتمند باشند، قادر خواهند بود تمام سطح کار چاپی را مورد ارزیابی قرار دهند. از این‌رو، می‌توانند بسته به قدرت محاسبه و حافظه‌ی در دسترس آن‌ها برای نمایش دوره‌های چاپ (در سرعت‌های بالا، هنگام کار و فرآوری داده‌ها به‌صورت فوری) مورد

استفاده قرار گیرند. تصویر چاپ شده می‌تواند در فواصل مشخصی، روی صفحه‌ی نمایش و همزمان با چاپ، آنالیز و خوانده شود.

ـــ ***دوربین‌های مجهز به صفحه‌ی نمایش:*** این دوربین‌ها اساساً برای ماشین‌های چاپ افست رول مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما سیستم‌هایی هم عرضه شده‌اند که می‌توانند قسمتی و یا همه‌ی تصویر چاپی در ماشین افست ورقی را ثبت یا آنالیز کنند.

چنین سیستم‌هایی باید دارای فناوری پیچیده‌ای باشند تا قادر به ارزیابی کیفی به منظور کنترل اتوماتیک رنگ و انطباق شوند. هنوز فناوری‌های پیشرفته‌تری برای این منظور لازم است تا ارائه شوند. درسال ۱۹۸۷ طرح اولیه‌ای از یک سیستم کنترل در خط چاپ عرضه شد (شکل ۶ـ۵۸).



شکل ۶ـ۵۸

با توجه به دیدگاه فناوری برای این منظور چالش‌های قابل‌توجهی وجود داشت. از جمله لازم است سیستم کنترل امکان برطرف‌سازی موقعیت و رنگ تصویر چاپی را داشته باشد و هم‌چنین نکاتی از قبیل سرعت کافی برای ضبط و پردازش داده‌ها در حین تولید و موقعیت ورق درحال سنجش در روند چاپ بسیار مهم بودند. تجهیزات نوری سیستم‌های اندازه‌گیری، عموماً نمی‌توانند انحرافات موقعیتی را پوشش دهند. برای جبران این مشکل (با استفاده از استقرار دمنده‌ها روی سیلندرِ چاپ)

شکل ۵۹ــ۶

سعی می‌شود با دمش روی ورقِ درحال چاپ، موقعیت آن در زمان جدا شدن از سیلندرهای لاستیک و چاپ حفظ شود، زیرا انتهای ورق چاپی در این مرحله آزاد است و شرایط ثابتی جهت ثبت تصویری دقیق با دوربین‌ها را ندارد (شکل ۵۹ــ۶).

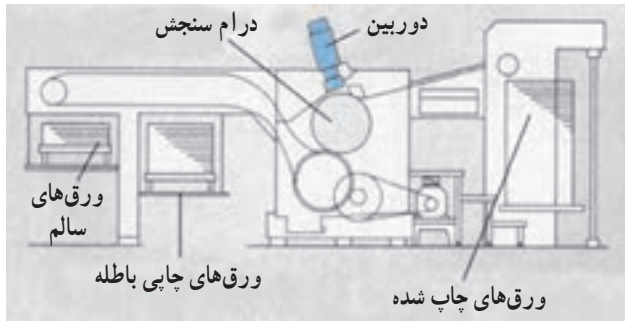
۷ــ۲ــ۶ــ دستگاه نوارگذار: مقایسه‌ی تصویر چاپی حقیقی با تصویر مرجع، توسط ابزار پردازشِ تصویر انجام می‌گیرد و درصورتی که نتیجه درست نباشد، انتخاب‌های متعدد دیگری وجود خواهد داشت. از جمله چاپکار با بررسی تصویر و منطقه‌ی علامت‌گذاری شده امکان دخالت دارد. امکانات دیگر عبارت‌اند از : انطباق، هشدار صوتی در مواقع بروز خطا و علامت‌گذاری آن در پالتِ تحویل، توسط دستگاه نوارگذار.

در این حالت چاپکار با کنترل دسته‌های ورق چاپی علامت‌گذاری شده در پالت تحویل، ورق‌های معیوب را خارج می‌سازد (شکل ۶۰ــ۶).

۸ــ۲ــ۶ــ واحد تحویل کارهای باطله: برای تکمیل این فناوری در خط چاپ، ماشین‌هایی با دو واحد تحویل نیز عرضه شدند. در این صورت، هر کار چاپی، که خطا و مشکل داشت، از دور خارج می‌شد و در واحد تحویلِ مستقلی قرار می‌گرفت (شکل ۶۰ــ۶).

شکل ۶۰ــ۶ــ سیستم ارزیابی کیفیت و واحد تحویل کارهای باطله (PQA / لیترون)

۹ــ۲ــ۶ــ ماشین کنترل کیفی: دانش نور ــ الکترونیک امکانات فراوانی را در اختیار این فناوری قرار داد. از سوی دیگر، سیستم‌های تصویربرداری قدرتمند و هم‌چنین سیستم‌های پردازشگر الگوریتم‌ها، گستره‌ی وسیعی از سیستم‌های حرفه‌ای را به ارمغان آورد. درنتیجه‌ی این توسعه، برای روش‌های مختلف چاپی سیستم‌هایی با عملکردهای ویژه عرضه شد. کنترل تولیدات ویژه‌ای مانند لیبل و چاپ‌های امنیتی از آن جمله‌اند. اما بیش‌ترین کاربرد این سیستم‌ها در ماشین‌های چاپ رول و رتوگراور است. هم‌چنین ماشین‌های مستقلی عرضه شدند، که از آن‌ها صرفاً به منظور کنترل کیفی کارهای چاپ شده استفاده می‌شد (شکل ۶۱ــ۶).



شکل ۶۱ــ۶

ــ ***کنترل کیفیت در حین تولید:*** برای آشنایی بیش‌تر با فناوری کنترل کیفیت، لازم است همزمان با تولید کار چاپی مروری بر سیستم‌های متصل به چاپ داشته باشیم. در ادامه، به شرح مختصر آن‌ها می‌پردازیم :

شکل ۶۲ــ۶ــ سیستم متصل چگالی‌سنج، برای کنترل نوار رنگ در آخرین واحد چاپ

۱۰ــ۲ــ۶ــ سیستم‌های متصل اندازه‌گیری رنگ

(Inline Color Measurement Systems): نمونه‌های اولیه این فناوری درسال ۱۹۸۵ عرضه شد (شکل ۶۲ــ۶).

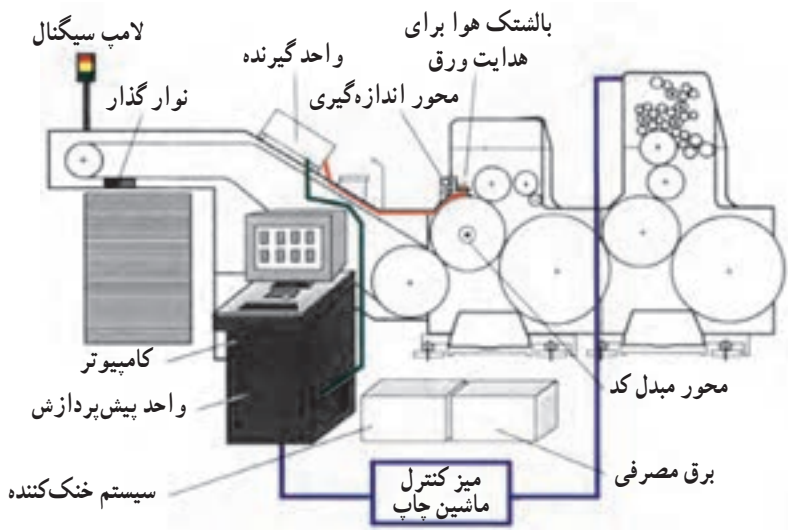
این سیستم با استقرار یک دستگاه چگالی‌سنج، نوارهای کنترل رنگ را بعد از آخرین سیلندر چاپ می‌خوانْد. سپس اطلاعات روی صفحه‌ی نمایشگرِ میز کنترل نشان داده می‌شد و اپراتور از چگالی به‌دست آمده، میزان مرکب موردنیاز را حساب می‌کرد. در مرحله‌ی بعد، چاپکار توسط میز کنترل، واحدهای مرکب را به‌صورت انفرادی تنظیم می‌کرد. این فناوری به علت گران بودن سیستم‌های کاربردی همه‌گیر نشده است. اما سیستم‌هایی که درحال چاپ به‌طور همزمان وضعیت چاپ را نشان می‌دهند، کاربردی‌ترند.

۱۱ــ۲ــ۶ــ اندازه‌گیری چندمنظوره: با فناوری‌های پیشرفته، سیستم‌های اندازه‌گیری چندمنظوره‌ی کیفیت کار چاپیِ در حین تولید، ارائه گردید. این سیستم‌ها به دوربین‌هایی با ریزنمایی بالا (۱×۱ میلی‌مترمربع) مجهّزند و با دقت تصویرِ، تمام سطح چاپی را با کیفیت خوب ثبت می‌کنند. به‌علاوه یک سیستم رنگ‌سنجی برای اندازه‌گیری رنگ و کنترلِ همزمانِ واحدهای مرکب نیز مکمل این عملیات است.

ــ ***فیبر نوری:*** بدین‌منظور، از سیستم پیشرفته‌ی فیبرهای نوری (به‌طور ویژه در دوربین‌های اندازه‌گیری تفکیکی رنگ‌ها) استفاده شده است. در این‌صورت تصاویر کل سطح چاپی، با تعبیه‌ی

یک ردیف دوربین‌های سری شده در عرض کار چاپی روی آخرین واحد چاپ، ثبت می‌شوند.

دوربین‌های با دقت بسیار بالای سری شده، به‌طور همزمان، داده‌های ثبت شده‌ی کل تصویر را از طریق چهار کانال رنگ‌های تفکیکی و مشکی ارسال می‌کنند. شکل ۶۳ــ۶ اجزای سیستم متصل در خط چاپ و جایگاه آن‌ها را در ماشین افست ورقی نشان می‌دهد.



شکل ۶۳ــ۶

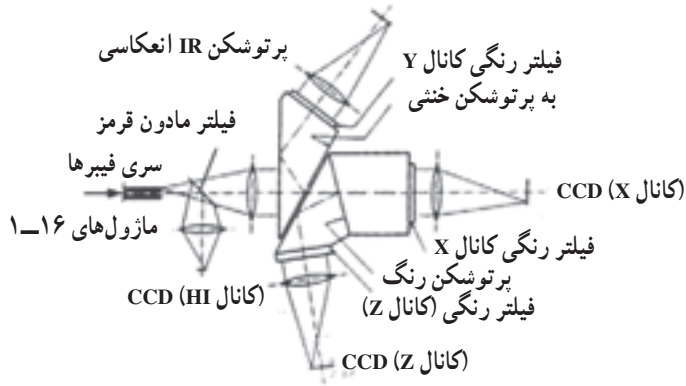
ماژول حسگر (در یک ردیف ۱۶ تایی) به‌عنوان بخشی از محور اندازه‌گیری، شامل حسگرهای نوری و واحد روشنایی، درشکل ۶۴ــ۶ــ الف و ماژول فیبر نوری (انتقال‌دهنده سیگنال‌های اندازه‌گیری) درشکل ۶۴ــ۶ــ ب نشان داده شده‌اند.

الف ــ ماژول حسگر

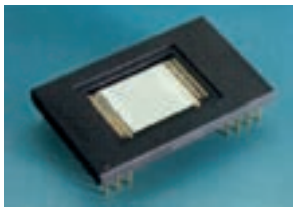
ب ــ ماژول فیبر نوری

شکل ۶۴ــ۶

ــ ***پرتوشکن:*** با فیلتر اختصاصی مادون قرمز نور ثبت شده در سه کانال سنجش رنگ (توسط فیلترهای سه‌گانه‌ی رنگ) و نیز مشکی را، می‌شکند و هدایت می‌کند (شکل ۶۵ــ۶).



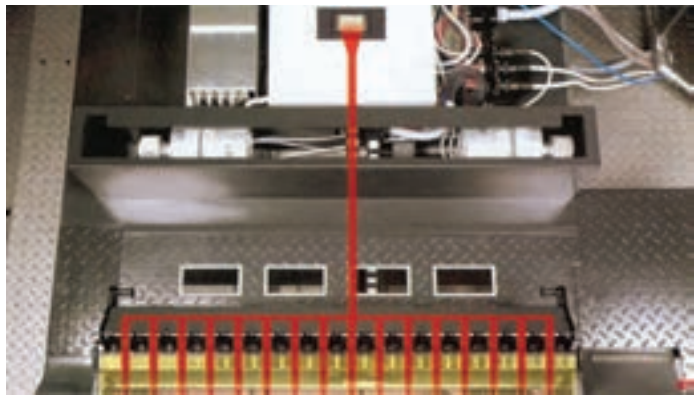
شکل ۶۵ــ۶ــ پرتوشکن



شکل ۶۶ــ۶ــ گیرنده‌ی CCD

ــ ***گیرنده‌ی سی‌سی‌دی (CCD):*** سری گیرنده‌ی سی‌سی‌دی سیگنال‌های ارسالی از محور اندازه‌گیری رنگ (برای هر کانال رنگ، به‌طور مثال ۱۶ ماژول گیرنده برای ۳۲ منطقه مرکبدهی) را دریافت می‌کند (شکل ۶۶ــ۶).

ــ ***ماژول‌های حسگر:*** ردیف ماژول‌های حسگر روی محور اندازه‌گیری رنگ به موازات سیلندر چاپ و ارسال سیگنال‌های نوری به گیرنده‌ی سی‌سی‌دی از طریق فیبرهای نوری، درشکل ۶۷ــ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶۷ــ۶

آزمون پایانی (۶)

۱ــ کدام بخش از واحد چاپ توسط یک دستگاه قابل شست‌وشوست؟

الف) سیلندر چاپ و سیلندر لاستیک

ب) نوردهای مرکبدهی و سیلندر لاستیک

پ) سیلندر چاپ و نوردهای مرکبدهی

ت) نوردهای مرکبدهی و سیلندر پلیت

۲ــ آشغال‌گیر توسط کدام وسیله ذرات زائد را از روی لاستیک و یا پلیت جمع‌آوری می‌کند؟

الف) فرچه

ب) پارچه

پ) هوای فشرده

ت) تیغه‌ی لاستیکی

۳ــ پانچ پلیت به چه منظور انجام می‌گیرد؟

الف) انطباق صحیح

ب) تفکیک رنگ

پ) تغذیه‌ی اتوماتیک

ت) تعویض سریع

۴ــ تغذیه‌ی متوالی پلیت توسط کدام سیستم امکان‌پذیر است؟

الف) پانچ پلیت

ب) تغذیه‌ی اتوماتیک

پ) پیش‌تنظیمات

ت) تغذیه‌ی کاستی

۵ــ کدام تنظیمات دستگاه چاپ در اثر تغییر اندازه‌ی ورق چاپی می‌بایست دوباره تنظیم شوند؟

الف) فشار چاپ و میزان مرکبدهی

ب) سرعت و تیراژ چاپ

پ) تنظیمات تغذیه و تحویل

ت) اندازه‌ی پلیت و فشار چاپ

۶ــ کدام داده‌ها برای پیش‌تنظیمات اتوماتیک واحد تغذیه موردنیاز است؟

الف) تعداد و نوع کار چاپی

ب) اندازه و ضخامت

پ) تعداد رنگ و نوع کاغذ

ت) اندازه‌ی سطح چاپی و نوع مرکب

۷ــ پلیت‌خوان برای کدام منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

الف) خواندن متن

پ) تشخیص صحیح رنگ

ب) تنظیم علائم روی‌هم خوردگی ت) تنظیم شیرهای مرکبدهی

۸ــ سیستم کنترل اتوماتیک نسبت به تنظیم میزان کدام عامل، کمک می‌کند؟

الف) دوتایی بگیر پ) دمش و مکش مناسب هوا

ب) کجی‌گیری کاغذ ت) ضخامت کاغذ

۹ــ تنظیم کنترل از راه دور میزان مرکب در هر واحد چاپ با کدام وسیله انجام می‌شود؟

الف) کلیدهای فشاری پ) مناطق مرکب‌دهی

ب) میز کنترل ت) علائم انطباق

۱۰ــ جابه‌جایی افقی و عمودی پلیت باعث تنظیم کدام عامل می‌شود؟

الف) کجی‌گیری پلیت پ) تنظیم سنجاق و نشان

ب) کجی‌گیری کاغذ ت) علائم مونتاژ

۱۱ــ اسکنر میز فرمان برای اسکن کدام مورد استفاده می‌شود؟

الف) اوریجینال پ) پلیت

ب) کار چاپی ت) فیلم

۱۲ــ خودکار نوری میز کنترل برای کدام منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

الف) تنظیمات نمودار رنگ پ) علائم انطباق

ب) سنجش رنگ ت) کنترل از راه دور

۱۳ــ چگالی‌سنج، ضخامت کدام مورد را اندازه‌گیری می‌کند؟

الف) رطوبت پ) کاغذ

ب) مرکب ت) پلیت

۱۴ــ کدام مورد برای کنترل مرکبدهی دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

الف) ضخامت مرکب پ) میزان مرکب و رطوبت

ب) مقادیر رنگ‌سنجی ت) نوع مرکب

۱۵ــ دستگاه انطباق علائم روی هم‌خوردگی به کدام نوع حسگر مجهز است؟

الف) مادون قرمز پ) ماوراءِصوت

ب) ماوراءِبنفش ت) نور مرئی