الباب الثالث

المعالجة الرقمية للتصميم

الفصل الأول:

التقنيات المستخدمة في المعالجة الرقمية للتصميم ..... صفحة ٨٥

الفصل الثاني:

أساليب المعالجة الرقمية للتصميم ..... صفحة ١١٥

الفصل الأول

التقنيات المستخدمة في المعالجة الرقمية للتصميم

مقدمة:

منذ أن طور جوتنبرج أول ماكينة للطباعة في القرن الخامس عشر، تم عمل تحسينات أساسية في تصميم ماكينة الطباعة. وهذه التحسينات زادت السرعة والجودة بالنسبة للعمل المطبوع.

وتصاميم ماكينات الطباعة الحديثة هي نتاج في تغيير المنهج المستخدم لتحريك الورق خلال عملية الطباعة وفي المنهج المستخدم لنقل الصورة. وتقنيات الطباعة الحديثة قامت على ثراء الإختراعات والإكتشاقات التي تمت في مجال العلوم الهندسية، تكنولوجيا المعلومات، الفيزياء والكيمياء والتي تركت بصماتها في تطور تقنيات الطباعة. وفي السنوات الأخيرة ترك الحاسوب وتقنية المعلومات أثراً مستداماً في صناعة الطباعة وتقنياتها ولا يزال هذا الاتجاه في استمرار ونمو مطرد.

لكن المفاهيم الأساسية في مجال الطباعة لم تتغير وهي مبدأ نقل الصورة إلى المادة المطبوعة سواء كانت من الورق أو البلاستيك أو الكرتون أو الزجاج. فعملية الطباعة التي تستخدم في طباعة العمل سيكون لها بعض التأثير على ما يجب أن يهيأ به العمل. فاختيار عملية الطباعة أو أسلوب الطباعة يعتبر أحد المواضيع المهمة والتي تجب مناقشتها مبدئياً قبل الشروع في تصميم العمل. وذلك لتحديد الأسلوب والأدوات والأجهزة والمعدات المناسبة التي تؤدي إلى تقليل زمن التشغيل وتوفير التكلفة والوصول إلى الجودة المثالية.

في هذا الفصل أراد الباحث إلقاء الضوء على هذه التقنيات والأجهزة والمعدات المرتبطة بالمعالجات الرقمية للتصميم للأسباب التي ذكرها في مقدمة هذا البحث مع توضيح أهمية هذه التقنيات في الحصول علي مطبوعات ذات جودة عالية، تتوافق مع المواصفات والمقاييس المعمول بها. ويشمل هذا:

١. التقنيات الطباعية المستخدمة في المعالجة الرقمية للتصميم.
٢. نبذة عن الماسحات الضوئية ، أنواعها وطرق تحديد جودتها.
٣. "تقنيات الحاسوب إلى ..." مع التركيز على نظام الحاسوب إلى اللوح الطباعي، تصاميمها، أنواع الألواح الطباعية الرقمية وأساليب تصويرها.
٤. أنواع أجهزة قياس دقة اللون ودورها في ضبط الجودة الطباعية.

أولاً : التقنيات الطباعية :

طباعة الأوفست هي العملية التي تكون في تصور أي شخص عندما يكون الحديث عن الطباعة، وهو أسلوب الطباعة الذي من المحتمل مصادفته كثيراً، لكن بالطبع توجد أساليب طباعية أخرى. واختيار عملية الطباعة يحكمها المنتج النهائي. ومن هذه الأساليب الجرافيور مثلاً وهو غالباً ما يستخدم لطباعة الأعداد الكبيرة وهو مثالي للكاتالوجات والمجلات. والفلكسوجرافيك يستخدم لطباعة المغلفات المرنة والأغلفة وأكياس ورق القصدير والملصقات. أما الطباعة الحرفية فغالباً ما تستخدم هذه الأيام للتطبيقات الفنية كبطاقات الدعوة والمطبوعات الخاصة. ويمكن التفكير بطباعة الشاشة الحريرية بأنها فقط لطباعة المنسوجات والفانيلات، لكن بالطبع تستخدم في أشياء متعددة كقطع الفنون الجميلة وطباعة الأسطح غير المستوية مثل العلب والقوارير والحاويات الأخرى. ولقد تزايد استخدام الطباعة الرقمية قليلة العدد، كالمطبوعات البريدية والمجلات قليلة التوزيع والبيانات المتغيرة.(١)

وعند التحدث عن أساليب الطباعة فمن الأهمية بمكان التمييز بين أسلوبين لتغذية الورق في ماكينات الطباعة: تغذية الورق المفردة وتغذية البكرة. في الأولى يقطع الورق إلى فرخ مفرد حسب حجم ماكينة الطباعة ونوعية العمل المطلوب طباعته. وأغلب ماكينات الطباعة ذات تغذية الورق المفردة تطبع على جانب واحد من الورقة في كل مرة. هذا النوع من الماكينات يوجد به من برج واحد إلى خمسة أو ستة أبراج للحبر، ويعني هذا أن بالإمكان طباعة أربعة ألوان معالجة بالإضافة إلى لون أو لونين من الألوان الخاصة.

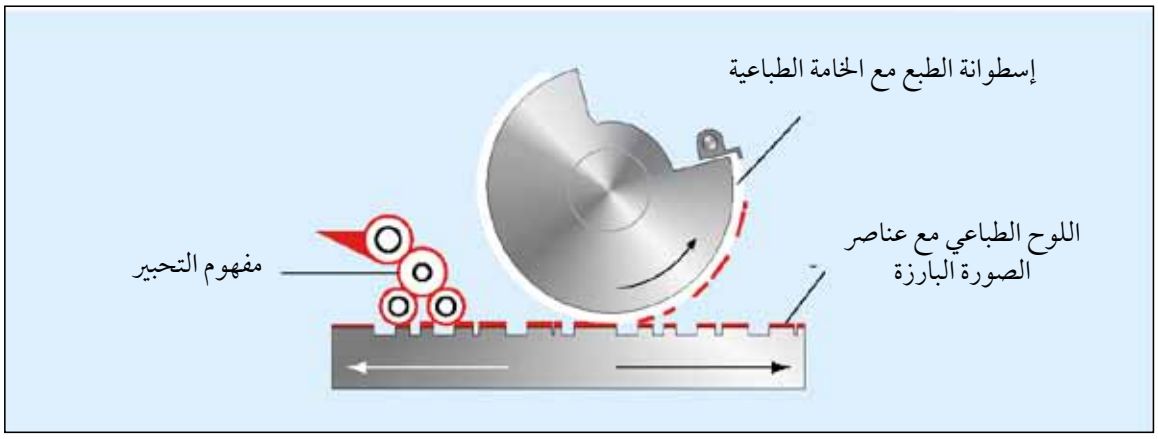
في ماكينات تغذية البكرة أو ما يسمى بالويب Web يزود الورق إلى ماكينة الطباعة في بكرات كبيرة وعادة تطبع على جانبي الورق في نفس الوقت، وتأخذ ماكينات تغذية البكرة وقتاً أكثر في التجهيز وتستخدم للطبعات كبيرة العدد (٥٠،٠٠٠ طبعة أو أكثر) كالصحف والمجلات والكاتالوجات وقطع البريد المباشر – البريد الدعائي المعرّف بالمنتجات والخدمات.(٢)

١. الطباعة الحرفية (البارزة) Letter Press

وهي طباعة من سطح بارز، أي من حروف أو من قوالب (كليشيهات) أو أي سطح بارز آخر. وفيها تكون المناطق الطباعية بالسطح الطباعي بارزة والمناطق غير الطباعية مستوية بدون بروز.(٣) والطباعة الحرفية هي أقدم نظام طباعي يقوم على الحروف المعدنية المسبوكة. أو الألواح الطباعية التي تكون فيها الصورة أو مناطق الطباعة بارزة عن المناطق التي لا تطبع. وإسطوانات الحبر تلامس فقط السطح العلوي من المناطق البارزة والصورة المحبرة تنتقل مباشرة إلى الورقة.(٤)

وسيطرت الطباعة الحرفية على أعمال الطباعة لأكثر من ٣٠٠ سنة ومع ذلك نجدها اليوم ملغاة عملياً في ماكينات الطباعة الحرفية المسطحة. ما عدا الطباعة قليلة العدد، كبطاقات الدعوة

المذهبة، وأعمال القطع Dyecut والبروز Embossing والترقيم Numbering . ولقد استفادت بعض المطابع التي لديها ماكينات الطباعة الحرفية القديمة بتعديلها وطباعة بعض الأعمال الفنية التي كانت تستخدم لها ماكينات خاصة. أما الماكينات البارزة الدوارة (Rotary) فقد استفادت من تقنيات المعالجة الرقمية وذلك بإنتاج الأفلام مباشرة من الحاسوب ومن ثم تعريضها فوق ألواح الفوتوبلومير Photopolymer Plates وهي شبيهة بالألواح التي تستخدم في طباعة الفلكسوجرافيك (انظرص ١٠٥) والذي يصل تردد شبكتها إلى ١٥٠ خطاً في البوصة. وهو التردد الذي يستخدم في إنتاج المجلات الملونة الراقية ويبين هذا دور تقنيات المعالجة الرقمية في الرفع من جودة الطباعة البارزة. (انظر الملحق رقم ٤).



الشكل (٣-١-١) **الطباعة الحرفية** Letter Press

٢. الأوفست ليثوغرافي Offset Lithography

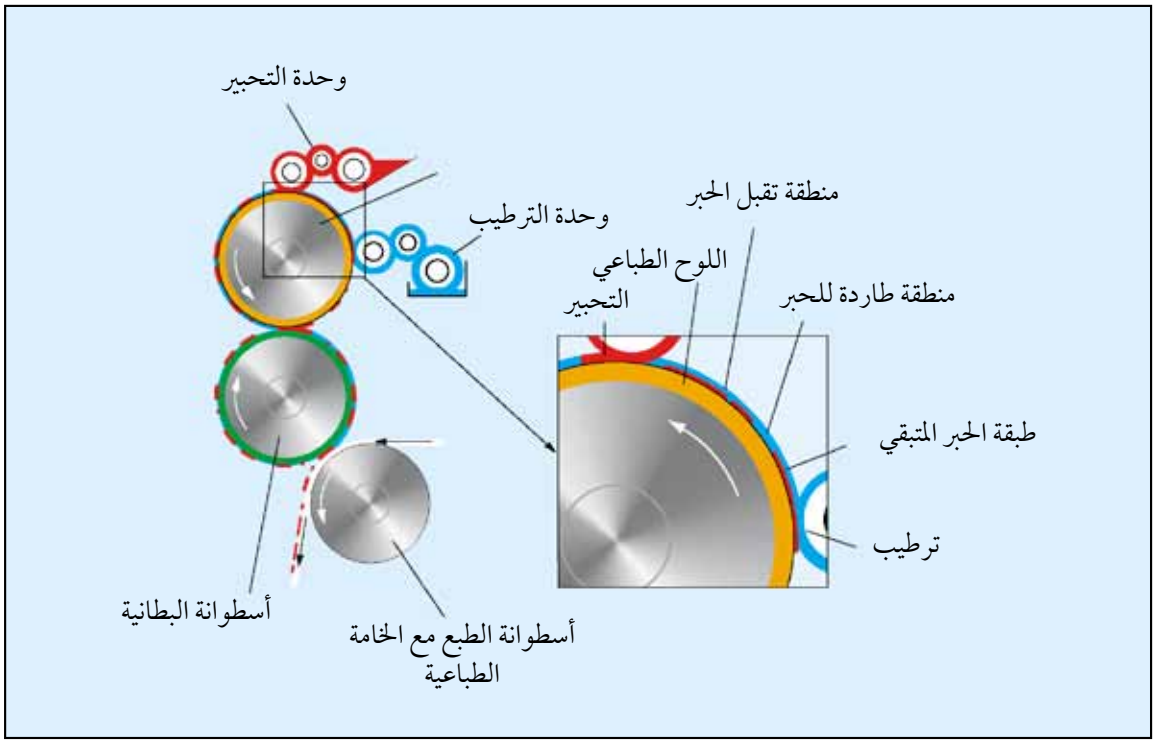
هي طباعة غير مباشرة من سطح طباعي أملس، تعتمد على التنافر بين الحبر والماء. فالمناطق الطباعية تتقبل الحبر وتطرد الماء، والمناطق غير الطباعية تتقبل الماء وتطرد الحبر. ويستخدم وسيط مطاطي ناقل (البطانية Blanket) بين السطح الطباعي وبين الورق كوسيلة للطبع غير المباشر. فالصورة على السطح الطباعي معدلة الوضع وتنتقل إلى الوسيط المطاطي معكوسة الوضع، فينقلها بالتالي إلى الورق معدلة الوضع.(٥)

والأوفست ليثوغرافي من أكثر أساليب الطباعة استخداماً على نحو واسع. لأنه يزود بالتسويات الأكثر قبولاً بين التكلفة والجودة لمعظم مسائل الطباعة: الكتب ، المجلات، الصحف، قوائم الأسعار، الكاتالوجات، التقارير السنوية... والعملية أخذت اسمها من الكلمة الأغريقية Lithos ومعناها الحجر، لأنها في الأصل تستخدم حجراً أملساً في العملية الطباعية.

الليثوغرافي يوصف كأسلوب للطباعة المستوية Planographic لأن منطقة الصورة والمناطق التي لا توجد فيها الصورة تقع في مستوى واحد من سطح اللوح المعدني الرقيق، حيث يمكن التمييز

بينهما كيميائياً. وتسمى كذلك بالأوفست الليثوغرافي، لأن الحبر ينتقل من اللوح الطباعي إلى البطانية المطاطية وبعد ذلك من البطانية إلى الورق. وألواح الليثوغرافي مصممة لكي تجذب الزيت من منطقة الصورة وترفض الماء، أي تجذب المناطق التي لا توجد فيها الصورة الماء وترفض الزيت. وعندما يركب اللوح الطباعي على ماكينة الطباعة، تتلامس مع الأسطوانات التي ترطب بواسطة محلول الترطيب ومن ثم مع الأسطوانات التي تحمل الحبر. المناطق التي لاتوجد فيها الصورة تأخذ محلول الترطيب وترفض الحبر، أما مناطق الصورة، فتأخذ طبقة من الحبر تنتقل إلى أسطوانة الطبع المطاطية. وينتقل الحبر إلى الورق عندما يمر بين أسطوانة البطانية وأسطوانة الحبر.(٦)

تستخدم طباعة الأوفست المعالجة الرقمية في إنتاج الألواح الطباعية سواء كان ذلك عن طريق الحاسوب إلى الفيلم أو الحاسوب إلى اللوح الطباعي أو من الحاسوب إلى اللوح الطباعي على الماكينة مباشرة. وقد ساهمت هذه التقنيات في الارتقاء من جودة طباعة الأوفست (انظر ص ١٠٤).



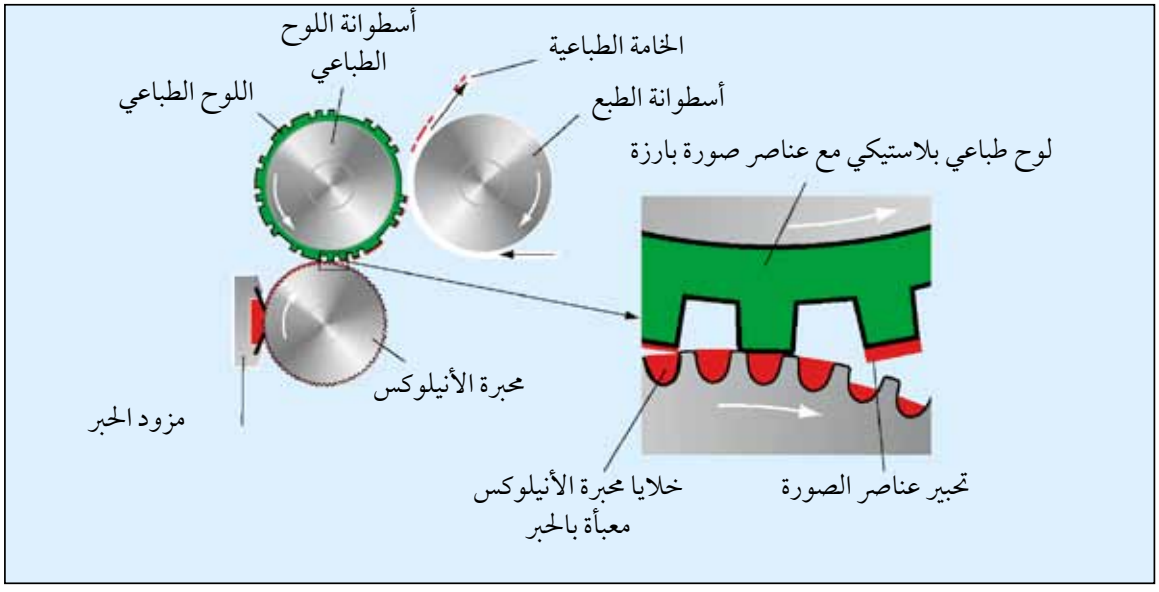
الشكل (٣-١-٢) **الأوفست ليثوغرافي** **Offset Lithography**

٣. طباعة الفلكسوجرافيك Flixographic Printing

يشير الفلكسوجرافيك بصفة عامة إلى عملية الطباعة البارزة الدوارة، وفيها تكون الصورة على مطاط مرن، أو لوح فوتوبلومير بمنطقة طباعة بارزة. وتم تعريف هذه العملية أول مرة في بدايات ١٩٠٠م. وفي ذلك الوقت تسمى طباعة الأنيلين Aniline Printing. لأن الحبر مصنوع من مادة اصطناعية هي أصباغ الأنيلين العضوية Organic Aniline Dyes ... ويمكن أن تطبع منتجات تغليف متنوعة باستخدام الفلكسوجرافيك التي تشمل شرائط الألومنيوم، المناديل الورقية،

الورق، الكرتون، الملصقات، أفلام البلاستيك. وتدين طباعة الفلكسوجرافيك بالقبول الواسع في صناعة التغليف إلى اكتشاف السلوفين Cellophane، الذي أصبح معروفاً في الثلاثينات من القرن الماضي، لأنه برهن مثالية في تغليف الأغذية. والسلوفين لا يمكن أن يطبع بواسطة ماكينة الأوفست. ويمكن أن يطبع في ماكينات الجرافيور، لكن تكلفة إنتاج أسطوانات الجرافيور عالية الثمن وتكون ذات جدوى اقتصادية فقط عند طباعة كميات كبيرة. وأخذت عمليات الفلكسوجرافيك التي تعتبر مثالية للطباعة على السلوفين لتغليف الأغذية تتباطأ عند الطباعة التجارية وذلك بسبب الاعتقاد الخاطئ بأن أصباغ الأنيلين سامة وتلوث المنتجات الغذائية. وحتى مع تصديق الحكومة الأمريكية باستخدام أحبار الأنيلين لتغليف الأغذية في عام ١٩٤٦م. فاسم طباعة الأنيلين ما زال تتسبب في رفض طابعي مواد التغليف ومصنعي المواد الغذائية، الطباعة بالأنيلين. ولتخطي هذه المشكلة تم تغيير اسم صناعة طباعة الأنيلين رسمياً إلى طباعة الفلكسوجرافيك وذلك في عام ١٩٥٢م.[٧]

وقد أوجدت التطورات الحديثة في التصوير الرقمي للألواح الطباعية لماكينات الفلكسوجرافيك الرغبة في اقتناء هذا النوع من الماكينات. حيث سمح التصوير الليزري بطباعة نقاط صغيرة جداً كانت تشكل تحدياً في ظل المعالجات التقليدية. و بفضل إنتاج النقاط الناعمة الدقيقة ودرجة الوضوح العالية وتشبيك التدرج الظلي الدقيق أمكن الحصول على طباعة ذات جودة عالية. (انظر الملحق٥). بالإضافة إلى الطلب المتزايد على مواد التغليف في الانتشار الواسع لهذا النوع من الطباعة.



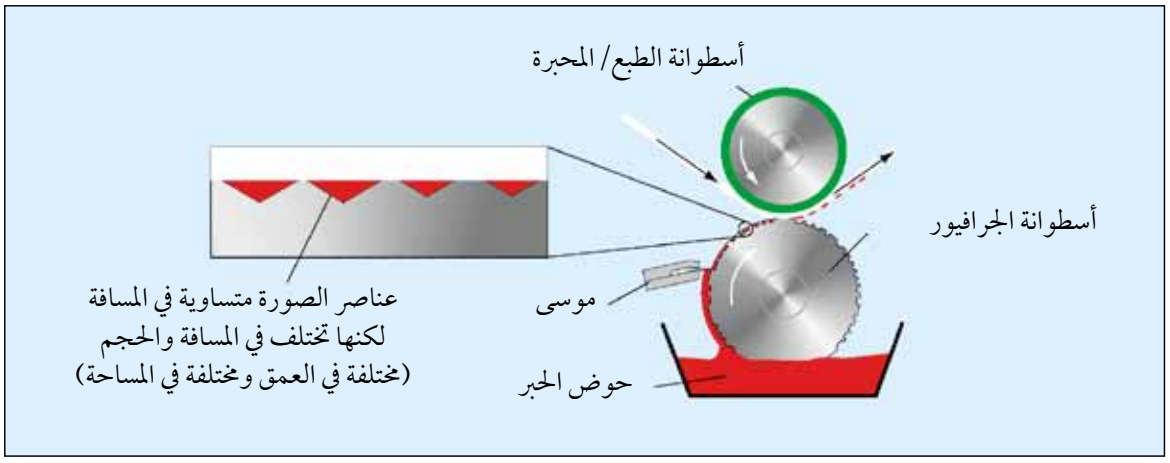
الشكل (٣-١-٣) **طباعة الفلكسوجرافيك Flixographic Printing**

٤. الجرافيور Gravure

طريقة طباعة الجرافيور تعتمد على حفر السطح الطباعي بمنخفضات غائرة. وكمبدأ عام، كلما كانت المنخفضات أكثر غوراً، زادت امتلاؤها بالحبر ومن ثم تطبع المناطق ذات القيم اللونية الداكنة من منخفضات غائرة، بينما تطبع المناطق ذات القيم اللونية الفاتحة من منخفضات أقل غوراً. ولكي تحتفظ المنخفضات بالحبر، يجب التخلص من الحبر في المساحات غير المطلوب طباعتها باستخدام مكشط الحبر (سكينة الإزاحة) (Doctor Blade) لإزاحة الحبر من تلك المناطق. وتتم طباعة الجرافيور من سطح طباعي دائري غائر باستخدام اسطوانات محفورة وورق شريطي متواصل يسحب من بكرات الورق لطبع الكميات الكبيرة نسبياً. وتتم تغذية ماكينات الطباعة من سطح طباعي مسطح غائر بالورق لطبع الكميات الصغيرة نسبياً.(٨)

ألواح الجرافيور أغلى ثمناً من تلك التي تستخدم في نظم الطباعة الأخرى، لذلك فالجرافيور مقصور على الأعمال التي تحتاج إلى كميات كبيرة من النسخ – عادة مليون نسخة أو أكثر. والميزة التفاضلية تشمل الثبات الممتاز وإنتاج الصور الفوتوغرافية ، إضافة إلى حقيقة أن ألواح الجرافيور تعمر طويلاً أكثر من الألواح التقليدية.(٩)

يعتبر الجرافيور من أولى تقنيات الطباعة التي استخدمت المعالجة الرقمية في تجهيز الأسطوانات الطباعية وكان ذلك في عام ١٩٨٥م، وقد سهل هذا في الحصول على الإسطوانة في زمن وجيز جداً. و من أهم مسببات عدم انتشار طباعة الجرافيور في السابق صعوبة حفر الأسطوانات (انظر صفحة ١٠٧). والجدير بالذكر أن مطبعة السلمابي هي أول وآخر مطبعة في السودان استخدمت ماكينة جرافيور، وكانت تستخدمها في طباعة المغلفات ومن أشهرها علب السجاير وأغلفة الصابون. وكانت الأسطوانات الطباعية تحفر وتجهز في إنجلترا.



الشكل (٣-١-٤) **الجرافيور** Gravure

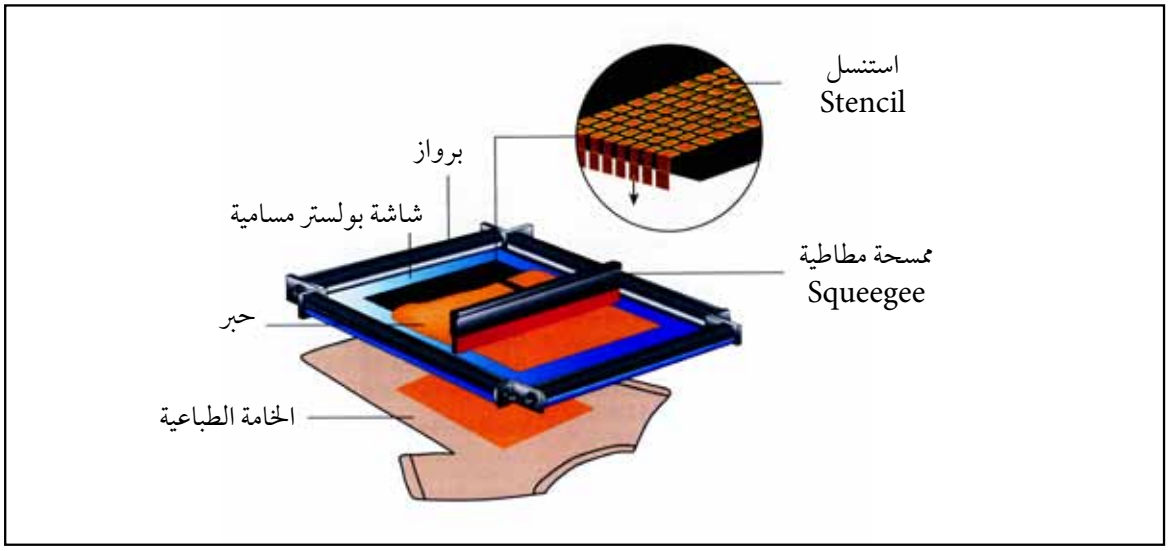
٥. طباعة الشاشة الحريرية Silk Screen Printing

هي طباعة نافذة من شاشة حريرية مسامية، يتم الطبع بواسطة هذا السطح المسامي، مع استعمال حبر سائل مناسب، حيث ينشر الحبر على السطح، ويضغط لإنفاذه من خلال الشبكة باستخدام ضاغط أو ممسحة مطاطية Squeegee.(١٠)

طباعة الشاشة الحريرية هي تقنية متخصصة تستخدم الحرير الناعم ، النايلون، أو شاشة معدنية مثبتة على برواز، وتحتوي الشاشة على صورة من الاستنسل، تكون يدوياً أو بالتصوير الميكانيكي.(١١) أو باستخدام تقنية الحبر النفاث الرقمي .

على الرغم من أن طباعة الشاشة الحريرية ليست ملائمة للعديد من التطبيقات التجارية لكنها مناسبة لطباعة الأقداح، سلاسل المفاتيح وبالطبع الفانيلات والقوارير والعلب المعدنية والبوسترات ذات الألوان الخاصة وتستخدم كذلك بشكل خاص في مصانع النسيج.

ويمكن الطباعة مباشرة من الحاسوب إلى الشاشة الحريرية باستخدام نظم المعالجة الرقمية عن طريق طابعات الحبر النفاث المعد خصيصاً لهذا النوع من المعالجات (انظر ص ١٠٨). وقد وفر هذا الوقت والمواد المستخدمة في عمل وتحميض الأفلام وفي تجهيز وتحسيس الشاشة الحريرية .



الشكل (٣-١-٥) **طباعة الشاشة الحريرية** Silk Screen Printing

٦. الطباعة الرقمية Digital Printing

تتغير بعض القواعد عندما تخطو خارج عالم طباعة الأوفست القديمة، فسلوك الحبر على الورق له الأثر الكبير فيما يتعلق بظهور العمل النهائي. وتقييدات العلاقة بين الحبر والورق لها تأثير محتوم على ما يمكن طباعته بنجاح. والطباعة الرقمية خاضعة للقيود أيضاً، وهذه القيود مختلفة بعض الشيء عن تلك التي لدى الأوفست. والأجهزة التي تعمل بحبر البودرة (Toner) تم تقويتها لتطبع بشكل أسرع وأكبر، لكنها لا تزال محتفظة بخصائص طابعات الليزر.(١٢)

ثبات اللون في الطبعات يمثل إشكالية، فالتأثيرات البيئية مثل الرطوبة تؤثر في تطابق الطبعات الملونة وإنتاج التدرج اللوني بالسرعة العالية. والماكينات التي تطبع الأبيض والأسود اصبحت مدعاة للشفقة والبؤس بينما تُقدم الطباعة الرقمية دائماً الميزات العديدة، كالطبعات قليلة العدد والمقدرة على طباعة البيانات المتغيرة. وقد تلاشت الفجوة بين الطباعة الرقمية والطباعة التقليدية وأصبحت تتوالى عروض الطباعة الرقمية الممتازة من مجموعة كبيرة من المصنعين، منافسة بذلك في مجال الطباعة المشخصة وقليلة العدد. ويمكن تلخيص ذلك في:

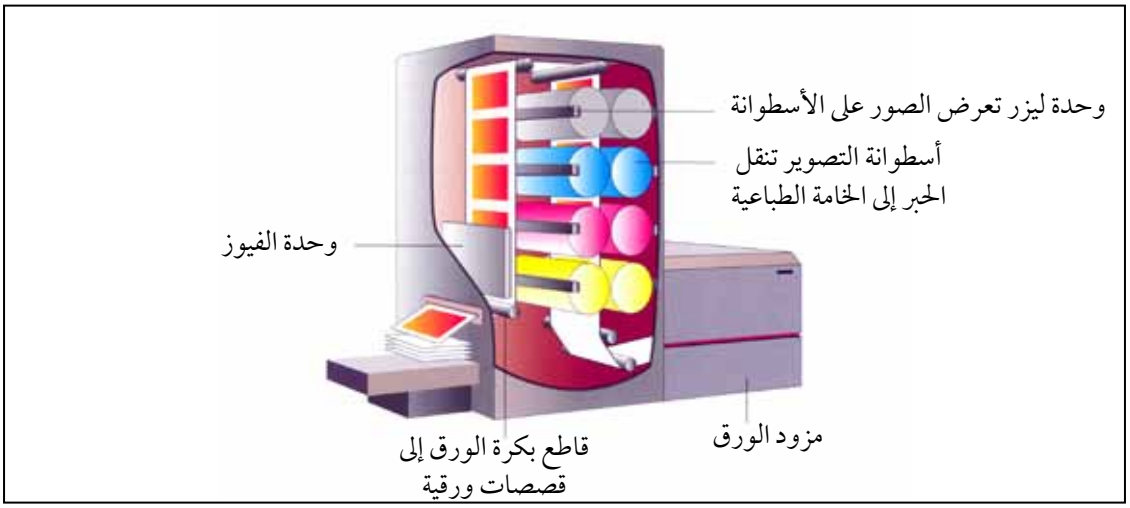
أ. الطباعة القليلة العدد:

لتحريك ماكينة الأوفست يحتاج ذلك إلى العدد الأدنى من الطبعات بسبب الأجهزة المرفقة. الألواح الطباعية يجب أن تجهز وتركب على ماكينة الطباعة، وكمية لابأس بها من الوقت تكرس للأحبار المتعددة للوصول إلى السلوك المثالي وتطابق الألوان فوق بعضها. الزمن والمواد التي تنفق للوصول إلى السلوك المثالي يسمى بالتجهيز Makeready.

والطباعة الرقمية التي تعمل بالتونر تقدم بعض فوائدها هنا، حيث لا ألواح طباعية تجهز، والعدد الأدنى للطباعة يمكن أن يكون ٢٠٠ نسخة أو أقل بدلاً من ١٠،٠٠٠ نسخة.

ب. البيانات المتغيرة Variable Data

وتُعرف بنشر البيانات المتغيرة Variable Data Publishing VDP والذي يبدو فيها أي طبعة للمستند في الطباعة الرقمية التي تعمل بالحبر البودرة تكون مختلفة عن الطبعة الأخرى ... ويمكن أن تخصص وتوجه بدقة لقطع البريد المباشر. وتجهيز هذه القطع يحتاج إلى خطة وبرنامج نشر البيانات المتغيرة. ومنذ ظهور قطع البريد المباشر المخصص أثارت استجابة عالية. وتوجد خاصية دمج البيانات Data Merge Features في بعض البرامج التطبيقية وتعتبر كنشر بيانات متغيرة ومبسطة.



الشكل (٣-١-٦) **الطباعة الرقمية Digital Printing**

ثانياً: الماسحات الضوئية Scanners

الماسحات الضوئية هي الخطوة الأولى في مرحلة ما قبل الطباعة. وتعتبر أجهزة إدخال تحول المعلومة التماثلية Analog Information إلى معلومة رقمية Digital Information وتحول أنواعاً مختلفة من النسخ إلى معلومات رقمية ليتم تحريرها باستخدام البرمجيات المناسبة. (١٣)

ويعتبر الماسح الضوئي العامل الحاسم في الحصول على صورة رقمية ذات ألوان مطابقة للأصل وذلك حسب الخصائص المتوفرة في الماسح الضوئي التي تتحكم في جودة الصورة مثل درجة الوضوح البصري والمدي الديناميكي وعمق البت (انظر ص رقم ١١٨)، حيث تتوفر أنواع مختلفة من الماسحات الضوئية وبمستويات مختلفة من الجودة. واختيار الماسح الضوئي المناسب تحدده نوعية جهاز الإدخال المستخدم وجودة الإخراج المطلوب .

١. الماسحات الضوئية المسطحة Flatbed Scanners

تعتبر الماسحات الضوئية المسطحة Faltbed Scanners الأكثر شهرة واستخداماً، وهي تستخدم تقنية جهاز الشحن الثنائي (Charge Coubled Device CCD) . التي تصور باستخدام عناصر حساسة للأشعة الضوئية ، تقوم بترجمة الإشارات التماثلية إلى معلومة رقمية.

والضوء المنعكس من الأصل يكتشف بواسطة مصفوفة جهاز الشحن الثنائي (CCD) ويحول إلى معلومة رقمية أو ما تعرف بالبكسلات Pixels... الماسح الضوئي المسطح يمكن أن يستخدم أسلوب الثلاثة مرشحات الذي تعمل فيه عناصر المسح، ثلاث تمريرات من خلال مرشحات RGB أو تعريض ضوء RGB في أي تمريرة. ويمكن كذلك استخدام أساليب التمرير المفرد الأكثر تطوراً والذي تجهز فيه رأس الماسحة الضوئية بمرشح ثنائي اللون Dichroic Filter و تقسم الضوء إلى ألوان RGB ثم توجه بعد ذلك إلى مصفوفة جهاز الشحن الثنائي (CCD). (١٤)

توجد طريقتان لتقنيات المسح الضوئي المسطح: تقليدية وأخرى تعمل بتقنية Xy. في المسح الضوئي التقليدي، يتحرك التجميع البصري باتجاه واحد فقط، وذلك باتجاه طول الماسح الضوئي المسطح (ويشير إلى اتجاه X). وللحصول على درجة وضوح بصرية مختلفة ، لابد من استخدام عدسات متعددة تغطي الخطوط العرضية المختلفة. واعتماداً على درجة الوضوح المنتقاة، يمكن أن تتقلص منطقة المسح الضوئي المفضلة إذا كانت المادة التي يتم مسحها ضوئياً لم توضع بالدقة المطلوبة، ويسمى هذا بالبقعة الحلوة (Sweet Spot). ويعتبر هذا من أكبر العيوب التي تواجه تقنية المسح الضوئي المسطح إذا قورنت بالمسح الضوئي الأسطواني. من الممكن في تقنية Xy وضع الصورة في أي مكان من سطح الماسح الضوئي المسطح والحصول على درجة وضوح عالية من كامل منطقة المسح، كجودة عالية متسقة وحادة ودرجة وضوح غير محددة لتكبر لأي حجم تقريباً. ويتم الحصول عليه من خلال تحريك المكونات في كل من الاتجاه الأفقي (X) والرأسي (y).

وهذا يسمح للبقعة الحلوة بالتحرك إلى أي اتجاه على سطح الماسح الضوئي . وتمسح الصورة ضوئياً بشكل فعلي لعدد من القطع ومن ثم تلصق مع بعضها باستخدام برنامج خاص لهذا الغرض. وهذا الإلصاق يسمح للأصول من أي حجم بأن تمسح في أي درجة وضوح.[١٥]

الشكل (٣-١-٧) **الماسح الضوئي المسطح** **Faltbed Scanner**

٢. الماسح الضوئي الأسطواني [١٦] Drum Scanner

يعتبر الماسح الضوئي الأسطواني، جهاز إدخال لتطبيقات الإنتاج عالي الجودة. تثبت الرسوم والصور والشفافيات على الأسطوانة الدوارة للماسح الضوئي. التي لديها ثلاثة مضاعفات تصويرية (Photomultipliers) (الأحمر ، الأخضر والأزرق) و تمسح الأصل ضوئياً في الحال باستخدام شعاع ضوئي عالي الجودة. خلال عملية الإدخال ينجز الماسح الضوئي الأسطواني العديد من المهام كتركيز البؤرة، وتحويل ألوان RGB إلى CMYK.

عند مسح العمل الفني الملون في الماسح الضوئي الأسطواني يتم تثبيته على الأسطوانة الدوارة الشفافة. ويوجد في بعض الأجهزة نظام شفط لهذا الغرض، أو يثبت الفيلم على شريط سولفان شفاف ـ وضعية العمل الفني على سطح الأسطوانة الدوراة ليست ذات أهمية، المهم ألا تتحرك أو تسحب خلال دوران الاسطوانة ـ وفي الخطوة التالية: يتم تمرير شعاع ضوئي رقيق من خلال عدسة مكثفة، تنحرف بواسطة مرآة توضع بزاوية ٩٠ درجة على سطح الأسطوانة.

تحتوي حجرة مصباح الماسح الضوئي على مصدر الضوء والعدسات. وأكثر مصادر الضوء شيوعاً في الماسحات الضوئية الاسطوانية هي زينون عالي الضغط ولمبات التنجستون الهيلوجينية. تمرر الإضاءة من المرآة خلال الشفافية الملونة وتقسم إلى أربعة ممرات ضوئية بواسطة مايكروسكوبات بصرية Microscopic Optics. أي من هذه الممرات الضوئية يدخل إلى أنبوب المضاعف التصويري Photomultiplier Tube . ويعتبر أنبوب المضاعف التصويري (PMT) أهم عنصر في الماسح الضوئي، حيث له المقدرة على تغيير الضوء إلى إشارات كهربائية.

وبمقدوره أيضاً: إرسال إشارة متغيرة القوة حسب اختلافات شدة الضوء التي يتم استقبالها. أنابيب المضاعفات الضوئية التصويرية الثلاثة في الماسح الضوئي الأسطواني، تغطى بالمرشحات الحمراء والخضراء والزرقاء على التوالي. وكمية الإضاءة التي تمرر إلى أي أنبوب مفرد تتناسب مع كثافة الألوان الأساسية من البقعة عند شفافية اللون.

أنابيب المضاعفات التصويرية لديها القدرة على تحسس هذا الضوء وتضخيمه إلى إشارات إلكترونية قوية. ومن ثم يمكن تحويلها إلى معلومات رقمية .

الشكل (٣-١-٨) **الماسح الضوئي الأسطواني** **Drum Scanner**

٣. تحديد جودة المسح الضوئي [١٧] Determining Scanning Quality

توجد ثلاث خصائص مهمة عند تحديد جودة الماسح الضوئي:

أ. المدى الديناميكي Dynamic Range

ويشير إلى مقدرة الماسح الضوئي على التقاط مدى من الكثافات تمثل كلا من أماكن الإضاءة وتفاصيل الظلال التي توجد في النسخة الأصلية. وكلما كان المدى الديناميكي مرتفعاً، كانت كمية التفاصيل مرتفعة تساعد في التقاط النهايات الطيفية للصورة.

الماسح الضوئي لسطح المكتب يمكن أن يكون لديه مدى ديناميكي ٣،٦ بينما الماسح الضوئي الأسطواني عالي الجودة يمكن أن يصل المدى الديناميكي فيه إلى ٤،٠ . (انظر ص ٦١)

ب. عمق البت Bit Depth

يشير إلى كمية المعلومات التي يمكن أن تلتقطها الماسح الضوئي وتأثير ذلك في اللون وحجم الملف ونعومة تداخل التدرج الظلي للون في الصورة.

عمق البت تحدده كمية الألوان التي يمكن أن تظهر بوضوح مع ٨ بتات (8Bits) من اللون حيث تكون قادرة على إنتاج ٢٥٦ مستوى لونياً.

لإنتاج ملايين من الألوان يجب ألا يقل عمق البت عن ٢٤ بت. بعض الماسحات الضوئية لسطح المكتب الآن لديها القدرة على التقاط ٤٨ بت وأكثر (انظر ص ١١٨)

ج. درجة الوضوح: Resolution

تشير درجة الوضوح في الماسح الضوئي إلى عدد البكسلات في البوصة الخطية (lpi). كلما كان العدد كبيراً كان في الإمكان التقاط تفاصيل دقيقة، وبالتالي ترتفع جودة الصورة.

(١) درجة الوضوح البصري للماسح الضوئي Scanner Optical Resolution

تشير درجة الوضوح البصري للماسح الضوئي إلى عينة البكسل الحقيقي الذي يمكن أن يلتقط عند تردد محدد. مثلاً: ماسح ضوئي بدرجة وضوح ١٠٠٠بكسل في البوصة، يمكن أن تأخذ عينة (١/ ١٠٠٠) من البوصة . ويمكن الحصول على درجة الوضوح هذه من خلال قدرة الماسح الضوئي البصري الحقيقي.

(٢) درجة الوضوح من خلال التوليد Resolution by Interpolation

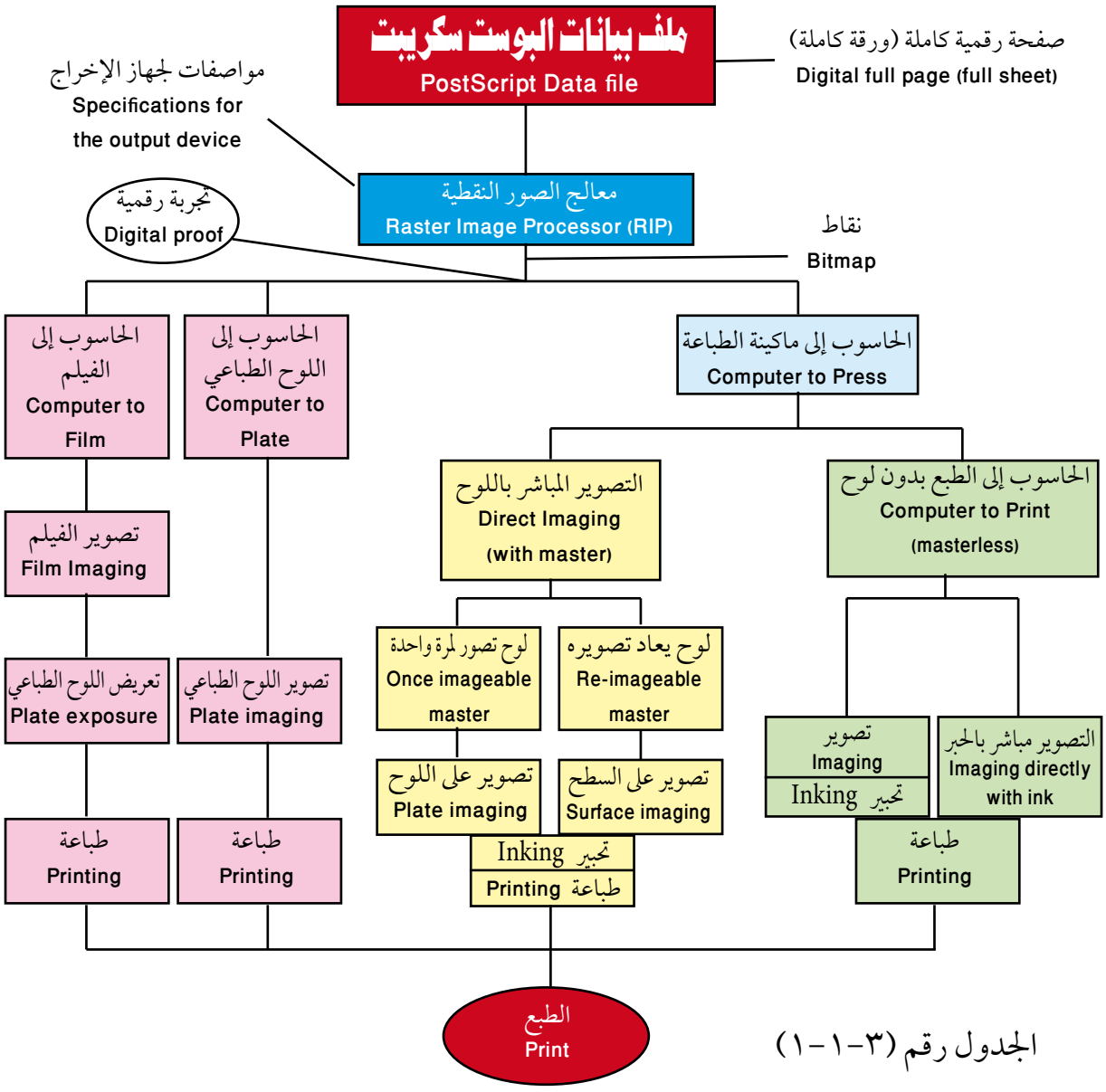
الأسلوب الآخر لقياس درجة الوضوح يتم من خلال التوليد Interpolation ، التي تستخدم البرمجيات بشكل اصطناعي في زيادة عدد البكسلات في العينة... وهنالك نقطة مهمة حيث أن زيادة التوليد عن طريق البرمجيات لا ينتج عنه أي تحسن في الصورة التي يتم مسحها ضوئياً. حيث يزيد حجم الملف وبالتالي يحتاج الجهاز إلى قدرات معالجة عالية دون إضافة أي جودة حقيقية للصورة.

وتستخدم درجة الوضوح من خلال التوليد في الكاميرات الرقمية للهواة والماسحات الضوئية رخيصة الثمن، والتي تأتي بمواصفات درجة وضوح عالي لكنها غير حقيقية. لذا يجب أن يستخدم الماسحات الضوئية ذات النهاية العالية (High End Scanners) في الوسائط الطباعية وذلك لقدرتها على التقاط تفاصيل أكثر للصورة لأنها تتميز بمدى ديناميكي عالٍ.

ثالثاً : "تقنيات الحاسوب إلى .... " Computer to ... Techneques

يقصد "بتقنيات الحسوب إلى ..." بالتقنيات التي تتم من الحاسوب إلى جهاز الإخراج المحدد مثل: من الحاسوب إلى الفيلم، ومن الحاسوب إلى اللوح الطباعي، أو من الحاسوب إلى ماكينة الطباعة مباشرة.

توجد طرق متعددة في معالجة البيانات الرقمية، التي تعطي الوصف الرقمي للصفحة أو الورقة ليتم طباعتها. وتوجد ثلاثة خيارات بشكل أساسي: الحاسوب إلى الفيلم، الحاسوب إلى اللوح الطباعي، والحاسوب إلى ماكينة الطباعة. والذي يجمع بين الأساليب المختلفة هو: السيطرة على الأجهزة والماكينات وذلك بتبني معالج الصور النقطية. حيث لابد للأعمال التي تطبع أن تمر من خلال معالج الصور النقطية RIP، الذي يحول البيانات الرقمية التي تم تنظيمها في لغة وصف الصفحة (البوست سكريبت) إلى نقاط – فيما يسمى خارطة النقطة Bitmab– ولتبيان هذه الخطوات وضح الباحث تسلسل العمل الذي يتم في تقنيات الحاسوب إلى ... . في الجدول أدناه:



الجدول رقم (٣-١-١)

١. البوست سكريبت PostScript

البوست سكريبت هو لغة وصف الصفحة Page Description Language . تم اختراعه بواسطة شركة «أدوبي» ويعتبر مستقلاً عن الجهاز. وهذا يسمح لأي مستند تم عمله بواسطته من أن يفهم من أي جهاز إخراج متوافق مع البوست سكريبت.[١٨]

تطور البوست سكريبت سمح لأجهزة الحاسوب بالتواصل مع مدى واسع من الطابعات، وهذا يعني ألا يرتبط المصمم بمُصنع واحد. حيث كانت المشكلة في السنوات الأولى من الإنتاج الرقمي، أن نوعيات محددة فقط من الحواسيب يمكن أن تخاطب بعضها بعضاً. وذلك بسبب استخدام لغات مختلفة بين الأجهزة. ولعلاج هذه المشكلات تم تطوير لغة البوست سكريب بواسطة الباحثين لدى زيروكسXerox ، التي تجعل الحواسيب والطابعات المختلفة تعمل مع بعضها بعضاً. وقاد هذا إلى ابتكار أدوبي للبوست سكريبت عام ١٩٨٥م. وقد تبنت شركة أبل «البوست سكريبت» لأجهزة الماكنتوش. وأول نظام كان Xerox Graphic User Interface GUI وهذه الشراكة كانت بداية الثورة الرقمية. والبوست سكريبت هي لغة قابلة للمد Extensible Language ويعني هذا: أن بالإمكان استخدامها أو الإضافة فيها لكن تحت تحكم شركة أدوبي. وفي بداية عام ١٩٩٠م تم عمل إضافات كثيرة، حيث طورت النسخة الجديدة (البوست سكريبت المستوى الثاني PostSript level 2). وهذا سمح للتقنيات الجديدة كالألوان الرقمية وعملية فرزها، بتبني المحترفين لهذه التقنية في صناعة الطباعة الملونة. وفي عام ١٩٩٨م تم تطوير المستوى الثالث من البوست سكريبت PostScript Level 3، التي أضافت ميزات عديدة للطباعة والإنترنت وبسرعات عالية. البوست سكريبت تعطي نتائج مناسبة للعمليات الطباعية الافتراضية وتسمح بفرز ألوان دقيق وإنتاج النقاط الطباعية. ومن خصائص البوست سكريبت القوية كذلك هي ترجمة الحروف وأغلب الصور إلى معادلات رسوم حسابية، تسمح بطباعة الملفات بأعلى جودة في جهاز الإخراج المستخدم.[١٩]

البوست سكريبت في ذاته هو لغة برنامج حاسوب، وعندما ينتهي المصمم من تصميم ملف في برنامج تصميم الصفحات ويختار أمر الطباعة، تبدأ سواقة البوست سكريبت في عملية تحويل الملف إلى رمز البوست سكريبت وبعد الترميز ترسل من الحاسوب إلى جهاز الإخراج المخصص وتوصف عادة كجهاز إخراج نقطي.

٢. معالج الصور النقطية Raster Image Processor (RIP)

معالج الصور النقطية (RIP) هو الجهة التي يتم فيها تحويل بيانات البوست سكريبت PostScript إلى أمر الفتح والقفل الفعلي الذي يسمح للجهاز بتكوين الصورة. ويمكن أن يكون برنامج – برنامج تشغيل في الحاسوب ولديه مهام أخرى– أو كجهاز – توضع بجانب الحاسوب مهمته

معالجة الصور النقطية فقط. ومعالج الصور النقطية هو قلب النظام الطباعي الذي يحسب تحولات الصورة ودرجة الوضوح عند إرسال الملف إلى الطابعة. ولمعالج الصور النقطية ثلاث مهام رئيسية:(٢٠)

أ. الترجمة Interpretation

فالترجمة Interpretation أو التصيير Rendering بداية العملية، حيث الأوامر التي يحتويها رمز البوست سكريبت يعاد رسمها كسلسلة من الأشكال.

ب. التنقيط Rasterization

في التنقيط درجة وضوح الأشكال غير المستقلة ، تحول إلى مربعات لبيانات متغيرة الكثافة، وتعرف كذلك كبكسل Pixel والمحصلة النهائية للملف يشار إليه كصورة نقطية Raster Image.

ج. التشبيك Screening

التشبيك هو العملية التي يتم فيها تحويل الصورة النقطية إلى خريطة بتات ثنائية المستوى Bilevel Bitmap ، تتكون من أوامر الفتح والقفل التي يمكن أن تفهم من قبل جهاز الإخراج (الطابعة). مثلاً: إذا كانت قدرة الطابعة ١٢٠٠ نقطة في البوصة فخريطة البتات ثنائية المستوى سوف تتكون من شبكة ١٢٠٠ أمر فتح وقفل في البوصة الخطية.

وكل طابعات البوست سكريبت تحتاج إلى معالج يترجم رمز البوست سكريبت الذي يرسل إليه. وهذا المعالج، يسمى بمعالج الصور النقطية (RIP) Raster Image Processor. طابعات الليرز (أبيض وأسود) لديها هذا المعالج بداخلها، أما طابعات الحبر النفاث فيمكن أن تستخدم برنامجاً لمعالجة الصور النقطية من الحاسوب المضيف الذي يرسل البيانات... ومن أهداف معالج الصور النقطية: فرز الألوان، فهو المسئول عن التحكم في ألوان الصورة النهائية سواء تم عن طريق نظام إدارة الألوان، أم تم تغذيته مباشرة. ويحول معالج الصور النقطية بيانات RGB إلى CMY مستخدماً التشكيل الجانبي للبيانات ويتم هذا في طاولة المعاينة LUT Luck up table التي توجد في نظام إدارة الألوان، أما إذا كانت الألوان بصيغة CMYK فترسل مباشرة لتحويلها حتى يتم معالجتها نقطياً.(٢١)

معالجات الصور النقطية القديمة هي عبارة عن جهاز منفصل يستقبل البيانات من الحاسوب ويعالجها ثم يرسلها إلى جهاز الإخراج المستهدف، وكانت تستخدم لغة البوست سكريبت المستوى الأول (انظر الشكل ٣-١-٩)، وأصبحت الآن عبارة عن برنامج ينزل في الخادم الرئيسي لجهاز الإخراج الذي يتحكم في عمليات المعالجات الرقمية .

٣. الحاسوب إلى الفيلم Computer to Film

«الحاسوب إلى الفيلم» يصف التصوير الكامل للأفلام، مستنداً على البيانات الرقمية، وتحت سيطرة الحاسوب. فبعد الانتهاء من تصميم الصفحات المفردة، يتم التوضيب الرقمي في الحاسوب Impositioning وهذا التوضيب هو الشرط المركزي للحاسوب إلى الفيلم والعامل الحاسم للتقليل من التكلفة والوقت مقارنة بالأسلوب التقليدي القديم.

وبعد توضيب الصفحات بالصيغة المناسبة للإخراج النهائي، تنقل البيانات إلى معالج الصور النقطية (RIP) الذي يحول هذه البيانات من صيغتها الرقمية إلى نقاط صغيرة تتشكل منها الصورة على الفيلم في طابعة الأفلام Film Imagesetter . وتأخذ الفيلم في صندوق خاص عازل للضوء إلى جهاز التحميض ويسمى المعالج Processer وبعدها تتم عملية المونتاج حسب حجم الألواح الطباعية المراد طباعتها.(٢٢)

سير العمل من الحاسوب إلى الفيلم يحتاج إلى مواد كيميائية سائلة لعملية التظهير وذلك بعد الانتهاء من تصوير الفيلم عند طابعة الأفلام. والإجراء التقني في التظهير بالمواد الكيميائية السائلة لا يختلف عن ذلك الذي يطبق في الإنتاج التقليدي للإفلام. والغالبية العظمى من تطبيقات الحاسوب إلى الفيلم تستخدم الفيلم التقليدي، التي تحتاج إلى مواد التظهير السائلة. وتوجد تقنية أخرى، تسمى الفيلم الجاف Dryfilm، حيث لا يستخدم المواد السائلة في عملية التظهير، وبهذا المعنى: سير العمل من الحاسوب إلى الفيلم يختزل زمن إنتاجه.(٢٣)

ومع ظهور تقنيات الحاسوب إلى اللوح الطباعي تقلص دور نظام الحاسوب إلى الفيلم وأصبح يستخدم في معالجات الطباعة البارزة والفلكسوجرافيك والتي بدورها أصبحت تستخدم تقنيات الحاسوب إلى اللوح الطباعي الرقمي.

الشكل (٣-١-٩) **معالج صور نقطية**

الشكل (٣-١-١٠) **طابعة أفلام**

٤. من الحاسوب إلى اللوح الطباعي Computer to Plate

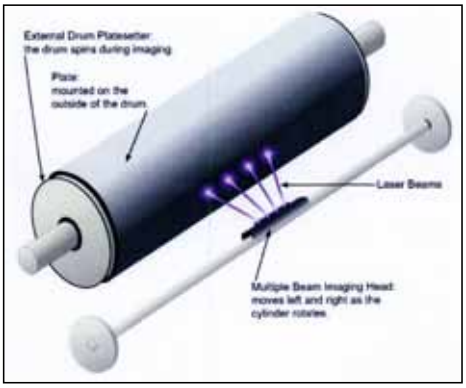
هو مصطلح يستخدم لوصف نقل البيانات الرقمية بالتصوير المباشر الموجه بالحاسوب إلى الألواح الطباعية. ويمكن أن يقال كذلك إن الحاسوب إلى اللوح الطباعي هي عملية تحويل البيانات الرقمية من الحاسوب مباشرة إلى اللوح الطباعي. ويشمل هذا إنتاج الألواح الطباعية لماكينات الأوفست بالإضافة إلى إنتاج ألواح لماكينات الفليكسوجرافيك. ويوجد كذلك الحاسوب إلى الأسطوانة Computer to Cylinder وهو مصطلح يستخدم في التصوير المباشر إلى الأسطوانات الطباعية وذلك بحفر البيانات الرقمية مباشرة إلى الإسطوانات الطباعية لماكينات الجرافيور . أما الحاسوب إلى الشاشة الحريرية فهو التعبير المطابق الذي يستخدم في إنتاج الإستنسلات لطباعة الشاشة الحريرية. ودخلت سوق صناعة الطباعة مدى واسعاً من تقنيات الحاسوب إلى اللوح الطباعي الرقمي، وذلك في نهاية عام ١٩٩٣م (IPEX93)- المعرض التجاري لصناعة فنون الجرافيك- ومنذ ذلك الحين أصبحت هذه الصناعة أحد المواضيع الرئيسية في جميع المعارض التجارية اللاحقة وأحداث صناعة الفنون الجرافيكية.[٢٤]

وتوجد تصاميم مختلفة لنظام الحاسوب إلى اللوح الطباعي، ولكل خصائصه ومميزاته التي تناسب طبيعة العمل المراد إنجازه من خلاله. فمثلاً الصحف تحتاج إلى تصميم يمتاز بالسرعة دون الإهتمام بالجودة والأعمال التجارية الدعائية تحتاج إلى جودة عالية وهكذا، والتصاميم هي:

أ. تصاميم أنظمة الحاسوب إلى الألواح الطباعية:

(١) تصميم الأسطوانة الخارجية External Drum Design

يلف اللوح الطباعي حول الأسطوانة، بنفس المبادئ الأساسية للوح الطباعي على الأسطوانة في ماكينة الطباعة. ويركز رأس تصوير شعاع الليزر على سطح اللوح الطباعي ويتحرك رأس التصوير على طول محور الأسطوانة في الوقت الذي تدور فيها الأسطوانة.[٢٥] وهذا التصميم يستخدم شعاعات ليزر متعددة لتعريض النقاط المختلفة، ويعتبر تصميماً عملياً لتصوير الألواح الطباعية كبيرة الحجم. حيث تدور بشكل أبطأ وذلك لحماية اللوح الطباعي من الإزاحة خلال عملية التعريض.

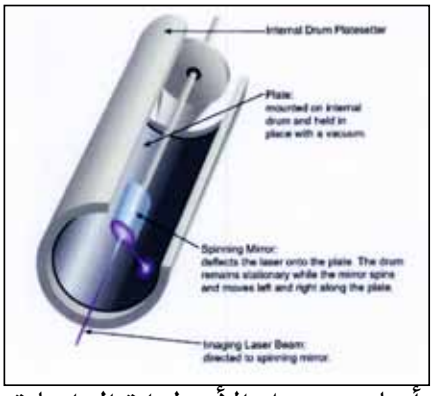


الشكل (٣-١-١١) أسلوب عمل الأسطوانة الخارجية

الشكل (٣-١-١٢) طابعة ألواح طباعيةرقمية خارجية

(٢) تصميم الأسطوانة الداخلية Internal Drum Design

مفهوم الأسطوانة الداخلية مأخوذ من تصميم طابعة الأفلام. واللوح الطباعي هنا يوضع في حوض الأسطوانة من الداخل، وتوجد مرآة دوارة على المحور الهندسي لحوض الاسطوانة الداخلية، فيها شعاع الليزر على محور الأسطوانة وتنحرف بواسطة المرآة الدوارة على سطح اللوح الطباعي التي تمسح ضوئياً في اتجاه محيطي. المكونات البصرية والمرآة الدوارة تتحركان باتجاه المحور.[٢٦] ويدعم هذا التصميم كل من الضوء المرئي ذي السرعة العالية، ورؤوس التصوير الحراري، ويستخدم شعاع ليزر مفرداً.



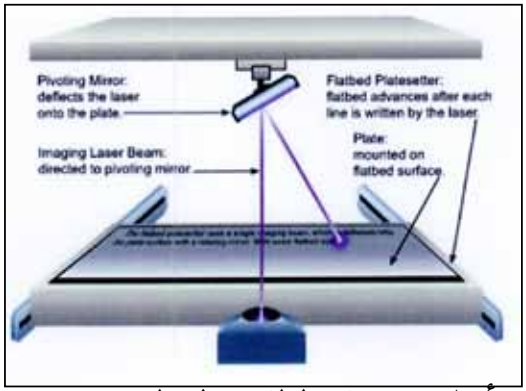
أسلوب عمل الأسطوانة الداخلية
الشكل (٣-١-١٣)

طابعة ألواح طباعية داخلية رقمية
الشكل (٣-١-١٤)

(٣) تصميم الطابعة المسطحة Flat-Bed Design

المفهوم في طابعات الألواح المسطحة هو في وضع اللوح الطباعي مسطحاً على مستوى قاعدي خلال عملية التصوير، وشعاع الليزر ينحرف خطاً بخط عبر اللوح الطباعي وذلك بتدوير المرآة المضلعة عند التصوير والتصحيح.[٢٧]

وتتميز هذه الطابعة بالسرعة ولذلك هي مناسبة للصحف حيث تعتبر السرعة أمراً حاسماً في طباعة الصحيفة في الوقت المحدد.



أسلوب عمل االطابعة المسطحية
الشكل (٣-١-١٥)

طابعة ألواح طباعية مسطحة رقمية
الشكل (٣-١-١٦)

ب. أساليب تصوير الألواح الطباعية الرقمية[٢٨] Digital Plates Imaging System

(١) التصوير بالليزر:

تستخدم تقنية الليزر في التصوير في أغلب أنظمة الحاسوب إلى اللوح الطباعي وتتوفر في أشكال مختلفة :

(أ)ليزر الغاز Gas Laser

يوجد ليزر الغاز في جميع أنواع التصاميم (الداخلي، الخارجي والسطح).

(ب) ليزر الحالة الصلبة Solid-State Laser

ليزر الحالة الصلبة ذو تركيب أصغر ويستعمل على نحو متزايد بدلاً من ليزر الغاز الكبير.

(ج) ثنائيات الليزر Laser Diodes

أكثر كفاءة اقتصادياً من ليزر الغاز وليزر الحالة الصلبة ولديها دورة حياة أطول. فثنائيات ليزر الضوء الأحمر اقتصادية ولديها دورة حياة بين سنتين إلى أربع سنوات. أما ثنائيات الليزر الحرارية فيمكن أن تعمل بقوة عالية كما هو مطلوب للألواح الطباعية الحرارية الحساسة.

(٢) التصوير بالأشعة فوق البنفسجية Imaging with UV Light

من الممكن استخدام التصوير الرقمي في الألواح التقليدية الحساسة للأشعة فوق البنفسجية، وقد طورت شركة Basys Print لهذا الغرض ما يسمى بتصوير الشاشة الرقمي Digital Screen Imaging وفيه ينشأ الضوء من لمبة أشعة فوق بنفسجية قوية، توجه إلى مصفوفة ضوئية ثنائية الأبعاد ذات تحكم رقمي وتتكون من ما يقارب ٥٠٠x٥٠٠ عنصر لشاشة العرض السائل LCD. ويمكن أن يتم التحكم عليه بشكل مفرد.

(٣) تصوير الحبر النفاث Inkjet Imaging

استخدم نظام «الحاسوب إلى اللوح الطباعي» تقنية الحبر النفاث للتصوير أول مرة في معرض تقنيات الطباعة (دروبا ٩٥) بألمانيا. وفيه يوضع حاجب Mask (معادل للفيلم) على اللوح الطباعي التقليدي ذو طبقة مسبقة الإعداد. يتبعها تعريض بحزمة ضوئية ثم تظهيرها. عملية الحبر النفاث التي تعمل بدون تظهير ظهرت لأول مرة عام ١٩٩٧م كجهاز مقفل ليكون جاهزاً لسلسلة عمليات الإنتاج. وفي هذه العملية، يستخدم حبر مائي خاص لرش الصورة على لوح الألومنيوم لا يحتوي على طبقة محبة، إلكترونياً في جهاز ذي الأسطوانة الخارجية بعدها تجف وتعامل حرارياً.

(٤)الأنظمة متعددة الأغراض Multi Purposes System

هذه الأنظمة أصبحت متوفرة منذ عام ١٩٩٥م ويمكن تصوير اللوح الطباعي باستخدام البيانات الرقمية أو الفيلم. وهذا يشكل اتحاداً بين الماكينة التقليدية والتقنية الرقمية ويوجد فيها مصدران للإضاءة والتعريض. واحد للتصوير الرقمي والآخر للفيلم.

ج. الألواح الطباعية للتصوير الرقمي Printing Plates for Digital Imaging

تم تطوير ألواح طباعية خاصة لإستخدامها في نظام الحاسوب إلى اللوح الطباعي CTP وذلك لماكينات الأوفست والفلكسوجرافيك . أما أسطوانات الجرافيور فلم تتغير كثيراً، حيث لا تزال تحضر ميكانيكياً بإبر التحكم الرقمي Digital Controlled Styluses . ومن ناحية أخرى حفر الليزر يحتاج إلى مواد لديها قابلية امتصاص طاقة شعاع الليزر بشكل جيد، لهذا يستخدم الزنك بدلاً من النحاس. أما بالنسبة للطباعة على الشبكة الحريرية، فيمكن استخدام شبكة البولستر في أغلب الأحيان وذلك لطباعة الشبكة الحريرية. ويمكن تبني مواد للطبقة الحساسة لمتطلبات تطبيقات الصورة باستخدام الحبر النفاث أو التصوير الليزري. ولهذا الغرض تم تطوير أنواع جديدة من الأحبار والشمع لهذا النظام.[٢٩] وأهم أنواع الألواح الطباعية المستخدمة هي:

(١) الألواح الطباعية الكهروفوتوغرافية Electrophotographic CTP

استخدم الكهروفوتوغرافي في إنتاج الألواح الطباعية للأوفست مع طبقة الموصل الضوئي العضوي Organic Photoconductor Coating. ويعتبر أقدم تقنية في سلسلة تطوير الحاسوب إلى اللوح الطباعي. وقد بدأ استخدامه رقمياً في بداية الثمانينات من القرن الماضي من خلال التصوير الليزري. ولم تكتسب هذه التقنية قبولاً عاماً.[٣٠]

(٢) الألواح الطباعية على قاعدة من الألومنيوم Aluminum-Based Printing Plates

(أ)ألواح الفوتوبوليمير Photopolymer Plates

وتسمى باللوحات السالبة وذلك كما في اللوحات التقليدية التي تستخدم الأفلام السالبة. حيث يتم تعريض الأماكن التي تستقبل الحبر للضوء.

(ب) ألواح هالايد الفضة Silver Halide-Coated Plates

وهي أعلى حساسية للضوء من ألواح الفوتوبلومير، ونسبة لحساسيتها العالية للضوء يمكن تعريض الأفلام عليها باستخدام أجهزة تعريض الألواح التقليدية.

(ج) الهجين Hybrib

هذا النوع من الألواح يتكون من طبقتين على قاعدة الألومنيوم، هما: قاعدة من هالايد الفضة، وطبقة الدايزو Diazo من الأسفل .

(٣) ألواح الألومنيوم الحرارية الحساسة: Thermal-Sensitve Aluminum Plates

لا تتأثر بالضوء المرئي، لكن تأثيرها يكون بالشعاع الحراري لذلك فإي زيادة في الطاقة تبقى بدون أي تأثير فيما يتعلق بجودة النقطة. ولا تتأثر بتقليل أو زيادة زمن التعريض، وكذلك لا تحتاج إلى إضاءة آمنة لأنها غير حساسة للضوء المرئي.ويوجد نوعان من الألواح الحرارية:[٣١]

(أ) ألواح التحويل الحراري Thermal Conversion Plates

ألواح التحويل الحراري تطلى بمادة تفاعلية Reactive Material ، وتخضع للمعالجة التحويلية Conversion Process عندما تتعرض للحرارة من ليزر الأشعة تحت الحمراء. وبعد التعريض يرسل اللوح الطباعي إلى حوض قلوي لإذابة الأماكن الخالية من التصوير وبعدها تجفف ويوضع عليها الصمغ لحمايته من التأكسد.

الألواح الحرارية تعتبر ألواحاً رقمية حقيقية وتتقبل تكوينات نقطة ناعمة جداً ويمكن أن تعالج في إضاءة صفراء وفي بعض الحالات إضاءة النهار. وتحتاج إلى طاقة ليزر عالية لتكوين أماكن الصورة كما تفعل الألواح التقليدية. ويمكن أن تدعم درجة وضوح أعلى من ٣٠٠ خط في البوصة (300 LPI) ومناسبة للطباعة كبيرة العدد.

(ب) ألواح الاستئصال الحراري Thermal Ablation Plates

وتستخدم تقنية الليزر التي تسخن المناطق التي لا تكون فيها الصورة انتقائية حتى تتبخر المادة التفاعلية، ولا تحتاج إلى معالجة كيميائية بعد التعريض. عند استخدام تقنية الألواح الجافة يمكن شفط الفضلات حيث يجعل اللوح مثالياً للتصوير المباشر على ماكينة الطباعة. تقنية اللوح الطباعي الرطب التي تستخدم التحويل الحراري قادرة على الطباعة كبيرة العدد، لكنها تحتاج إلى معالجة بعد التصوير.

(٤) الألواح الطباعية لماكينات الفلكسوجرافيك: [٣٢] Plates for Flexographic Printing

مكونات ألواح الفلكسوجرافيك الطباعية لابد أن تتطابق إلى حد ما مع نوع الحبر الذي يستخدم والخامة التي تطبع عليها. ويمكن أن تقسم ألواح التصوير الرقمي لطابعات الفلكسوجرافيك إلى ألواح المطاط وألواح الفوتوبوليمير .

(أ) الألواح الطباعية المطاطية Rubber Plates

الألواح الطباعية المطاطية (الطبيعية والصناعية) هي أول ألواح فلكسوجرافيك تم تطويرها، وما زالت تستخدم إلى الآن في التطبيقات.وعملية إنتاجها لا تختلف كثيراً عن العملية المستخدمة في إنتاج الحفر التصويري Photoengraving المستخدم في إنتاج الحروف البارزة الساخنة. فصفيحة الخليط المعدني المطلي بمستحلب حساس للضوء ومقاوم حمضي Acid Resist ، توضع أولاً في إطار مفرغ Vacuum Frame ذي تصميم خاص. الفيلم السالب يوضع فوق المستحلب ويمرر الضوء من خلال الفيلم. المقاوم الحمضي يقسي الأماكن التي يتعرض فيه المستحلب للضوء (أماكن الصورة). خلال العملية، الأماكن التي لا توجد فيها الصورة تغسل تاركة الأماكن القاسية التي تكون فيها الصورة. الأماكن

التي لا توجد فيها الصورة تكون أدنى وأماكن الصورة تكون أعلى. تحول الحفر المكتملة إلى ماكينة القوالب Molding Press والتي يتم فيها ضغط مواد القالب في قالب الحفر متحكمة في الحرارة والضغط. مادة القالب تغمس في معدن الحفر لتشكيل القالب.يعمل اللوح الطباعي المطاطي بضغط صفيحة المطاط على القالب ومرة أخرى يتم التحكم في الحرارة والضغط. الصفائح مسبقة التشكيل للألواح المطاطية متوفرة بسماكات متعددة والسماكة تعتمد على نوعية العمل المطلوب طباعته ونوع ماكينة الطباعة المستخدمة. ومن العيوب الرئيسية للألواح الطباعية المطاطية هي: تكلفتها العالية، بالإضافة إلى مشاكل تظهر خلال التجارب لابد من أن تصحح بإعادة الحفر حيث تزيد تكلفة العملية.

(ب) ألواح الفوتوبلومير Photopolymer Plates

قلصت ألواح الفوتوبلومير أغلب عيوب ألواح المطاط. وتصنع هذه الألواح من بوليمرات حساسة للضوء وتقسى بالأشعة فوق البنفسجية. وتنقسم إلى نوعين من الألواح:

١/ صفائح ألواح الفوتوبلومير Sheet Photopolymer

تزود صفائح ألواح الفوتوبلومير بسماكات متعددة لتخدم تطبيقات مختلفة. وتقطع للأحجام المطلوبة وتوضع في وحدة تعريض تعمل بالأشعة فوق البنفسجية.

جانب واحد من اللوح يعرض بشكل كامل للأشعة فوق البنفسجية لتقسيته لتكون قاعدة للوح. وبعد ذلك يقلب اللوح ويثبت سالب العمل فوق السطح غير المعالج، ويعرض اللوح مرة أخرى للأشعة فوق البنفسجية. وهذا يقسي اللوح في الأماكن المصورة. ويعالج اللوح بإزالة الفوتوبلومير الذي لم يتعرض للأشعة ويكون أدنى من سطح اللوح وهي الأماكن التي لم تصور. بعد المعالجة يجفف اللوح ويعطى جرعة تعريض نهائي بالأشعة فوق البنفسجية لعلاج كل اللوح.

٢/ ألواح الفوتوبلومير السائل Liquid Photopolymer Plates

تعمل الألواح في وحدة تعريض أشعة فوق بنفسجية خاصة. وفي هذه العملية تثبت غطاء فيلم من البلاستيك فوق فيلم شفاف يوضع فيه جانب المستحلب إلى أعلي فوق وحدة التعريض. وترسب طبقة من الفوتوبلومير السائل بواسطة حامل مزود بمحرك (Motorized Carriage) فوق الفيلم الشفاف وغطاء الفيلم البلاستيكي. يرسب الحامل السائل بالتساوي فوق غطاء الفيلم وبسماكة ترسيب متساوية. وفي نفس الوقت توضع صحيفة المادة فوق السائل. تطلى صحيفة المادة Substrate Sheet بشكل خاص من جانب واحد لتلتصق مع الفوتوبلومير السائل ولتستخدم كظهر للوح الطباعي بعد التعريض.

التعريض يتم أولاً على جانب الخامة من اللوحة لتقسية الطبقة القاعدية الرقيقة للفوتوبلومير السائل حيث تعمل على التصاقها بخامة اللوح الطباعي.
أما التعريض الثاني الذي يتم خلال السالب فتشكل الصورة على اللوح الطباعي. كما مع مواد الصحيفة. أماكن الصورة تقسى بواسطة هذا التعريض. الأماكن التي لم تصور تبقى سائلة.عملية المعالجة تزيح السائل غير المرغرب في الأماكن التي لم تصور لتترك أماكن الصورة البارزة. وتعمل تعريضاً أخيراً لمعالجة كامل اللوح الطباعي.

(٥) من الحاسوب إلى الأسطوانة لماكينة الجرافيور CTC for Gravure Printing

أصبح التحكم الرقمي المباشر لأجهزة إبر الحفر Stylus Engraving Devices في إنتاج أسطوانات الجرافيور متاحاً منذ عام ١٩٨٥م ويعني هذا: أن البيانات تأتي مباشرة من الحاسوب وليس النسخة التقليدية (البروميد Bromide). وطباعة الجرافيور مختلفة جذرياً في المفهوم والتقنية عن عمليات الطباعة الأخرى ، ومن الأهمية بمكان استعراض أساليب تجهيز أسطوانة الجرافيور:(٣٣)

(أ) عملية انتشار الحفر Diffusion - Etch Process

في عملية انتشار الحفر يجهز قناع خاص بتعريضه أولاً على شبكة جرافيور خاصة ومن ثم من خلال فيلم موجب للصورة المطبوعة فوق قاعدة حساسة للضوء. القناع يوضع على أسطوانة الجرافيور النحاسية ليتم تظهيره. بعد التظهير يكون القناع سميكاً في الأماكن التي لم تصور من الاسطوانة ورقيقاً في الأماكن التي سوف تحمل الحبر. الأسطوانة والقناع يوضعان في حوض به حامض. الحامض يتخلل الأماكن الرقيقة للقناع لتحفر نحاس الأسطوانة. الخطوة الأخيرة لانتشار الحفر هي في إزاحة القناع ووضع طبقة رقيقة من الكروم على مجمل الأسطوانة بواسطة عملية الطلاء الكهربائي Electroplating Process والغرض من هذا الكروم هو إطالة عمر سطح الأسطوانة.

(ب) عملية التحويل المباشر Direct-Transfer Process

الأسلوب الثاني في التجهيز هو ما يسمى بالتحويل المباشر ، وفيه يرش قناع حساس للضوء أو يوضع فوق سطح الأسطوانة. ويعرض القناع بتوجيه إضاءة من خلال تدرج ظلي موجب Positive Halfetone .الخطوة النهائية للتظهير ، الحفر، والطلاء بالكروم هي نفسها في تقنية انتشار الحفر.

(ج) العملية الميكانيكية الكهربائية Electromechanical Process

هذه عملية رقمية مباشرة، جوهرياً استبدل الحفر الكيميائي كأكثر أسلوب سائد لحفر

الأسطوانة. وفيها تثبت أسطوانة نحاس نظيفة في ماكينة حفر خاصة. نسخة العمل الفني تمسح ضوئياً بواسطة جهاز بصري يستخدم ثنائيات فوتوغرافية Photodiodes لاستقبال الصورة. لتحويلها إلى بيانات رقمية. وهذه المعلومة الرقمية تترجم إلى حركة لرأس الحفر وهي عبارة عن إبرة ماسية Diamond Stylus. تقطع سطح الأسطوانة عند الدوران. بعد القطع تطلى الأسطوانة كهربائياً بالكروم وتكون جاهزة للطباعة.

(د) عملية قطع الليز Laser - Cutting Process

في هذه العملية تحفر سلسلة من الأخرام أو الحفر كيميائياً على كامل سطح الأسطوانة النحاسية. بعد ذلك تعبأ الحفر بمادة بلاستيكية حتى يكون سطح الأسطوانة ناعماً وموحداً. وكأسلوب الميكانيكية الكهربائية يمسح الأصل ضوئياً بواسطة شعاع ضوئي. ويستخدم شعاع ضيق من الليزر لإزاحة أجزاء من البلاستيك من الحفر الفردية بدلاً من إبرة الماس التي تقطع المعدن. وفي الخطوة الأخيرة ترش الأسطوانة بالألكترولايت خاصة وتطلى كهربائياً بالكروم.

(٦) من الحاسوب إلى الشاشة الحريرية لطباعة الشاشة الحرارية:

تستخدم تقنية الحبر النفاث في أغلب أنظمة الحاسوب إلى الشاشة الحريرية وذلك إما بواسطة الشمع الساخن أو بوضع الحبر على الشاشة الحرارية. ويكون ذلك بوضع طبقة حساسة من المستحلب Emulsion على الشاشة الحريرية، وبعدها تعرض الصورة على الطبقة الحساسة باستخدام الحبر النفاث ـ كبديل للفلم الموجب ـ وتتبعها عملية التظهير التقليدية وذلك بمعالجة مادة الاستنسيل – المناطق التي لم تعالج والمغطاة بالحبر تغسل بالماء. وأقصر أسلوب لإنتاج الاستينسل هو في التعريض المباشر لطبقة المستحلب الحساس على الشاشة بواسطة شعاع الليزر. وشعاع الليزر هنا يحطم طبقة المستحلب الحساس في مناطق الصورة، وتتم معالجة المناطق غير المطبوعة. وهذا الأسلوب مناسب للخيوط المعدنية فقط، ولا يناسب خيوط البولستر. ويستخدم في ظروف استثنائية وبشكل رئيس في النسيج والخزف.[٣٤]

(٧) الحاسوب إلى ماكينة الطباعة (التصوير المباشر) Computer To Press/Direct Imagiong

ماكينات الطباعة ذات التصوير المباشر، هي ماكينات طباعة ذات واجهات رقمية، ووحدة طباعة ذات قاعدة تجهيز تقليدية. أما الألواح الطباعية فتصور على ماكينة الطباعة من بيانات رقمية تستقبل من الحاسوب مباشرة. ويعني هذا تضمين وحدة الحاسوب إلى اللوح الطباعي (CTP) مع ماكينة الطباعة.[٣٥] أول نظام من الحاسوب إلى ماكينة الطباعة (التصوير المباشر) لماكينات الأوفست ظهر في الأسواق عام ١٩٩١م .

تستخدم ألواح البولستر التي تصور بعملية الاستئصال Ablation Process . جميع الألواح الطباعية الأربعة تصور بشكل آني وفي تطابق مثالي وفي زمن وجيز ودرجة وضوح عالية. بعض الألواح الطباعية لديها القدرة أن تتقبل تصوير ٢٥٤٠ نقطة في البوصة، تكون كافية لتشبيك ٢٠٠ خط في البوصة (200lpi). تقنية الحبر الجاف المستخدم تدعم أحبار الكثافة العالية، ومجهزة بعدد كاف من بكرات الحبر التي تعطي تحبيراً عميقاً ومستوياً للمناطق الصلبة. وفي بداية ظهور هذه التقنية كانت المشكلة في الحجم الصغير للورق، أما الآن فقد ظهرت مقاسات كبيرة، كما في ماكينة الأسبيد ماستر من شركة هايدلبرج ٧٤ للتصوير المباشر بمقاس ٢٠ x ٢٩ بوصة، ومجهزة بنظام تحميل الألواح المعدنية آلياً. وتصوير الألواح الطباعية بدرجة وضوح تصل إلى ٢٤٠٠نقطة في البوصة بأقل من ٣،٥ دقيقة، وتستخدم تقنية التصوير الحراري التي تسمح بتصوير آني للألواح الطباعية إلى ٦ وحدات طباعية. من العيوب الرئيسية لماكينات الطباعة ذات التصوير المباشر عند الطباعة مرة أخرى: أنه لابد من عمل لوحات طباعية جديدة حيث لا يمكن إعادة اللوحات التي أخرجت من الماكينة مرة أخرى. وكذلك لا تسمح هذه التقنية بالطباعة المتغيرة البيانات الحقيقية.(VDP). يوجد عدد من المزايا التفضيلية لهذا النوع من الطباعة مقارنة مع ماكينات الطباعة التقليدية:

(١) لا توجد مشاكل التطابق (Registration) لأن حامل الألواح الطباعية يكون مثبتاً على ماكينة الطباعة قبل التصوير.

(٢) تقلص النظام زمن تجهيز ماكينة الطباعة.

(٣) أغلب الألواح الطباعية يستخدم التقنية الجافة Waterless Technology حيث أنها أكثر ثباتاً ويسمح بكثافة كبيرة للحبر من طباعة الليثوغراف ذات القاعدة المائية.

(٤) تكلفة المواد منافسة مع الأنظمة التقليدية.

٥. ارتفاع الجودة نتيجة لاستخدام (الحاسوب إلى اللوح الطباعي):

من حيث المبدأ، يعطي الحاسوب إلى اللوح الطباعي إمكانية التحسين الكبير في جودة الطباعة، فطابعة الألواح الطباعية الرقمية التي تعتبر الوحدة المركزية في خط الإنتاج، هي أكثر المكونات استقراراً وموثوقية فيما يتعلق بجودة الطباعة. كذلك التدرج اللوني للشبكة، وجودة معالج الصور النقطية RIP، هما من أكثر العوامل حسماً في جودة الطباعة لمرحلة ما قبل الطباعة. [٣٦]

والفوائد من استخدام تقنية الحاسوب إلى اللوح الطباعي :

أ. السرعة في الزمن الكلي، حيث تختزل المراحل التقليدية في دائرة الإنتاج وهي:

(١) إنتاج الأفلام وتحميضها.

(٢) إنتاج التجارب الكيميائية.
(٣) تلصيق الأفلام وتخطيطها.
(٤) تعريض الأفلام ضوئياً على الألواح الطباعية.
(٥) تظهير الألواح الطباعية، وإضافة طبقة صمغية عليها.

ب. تحسين الجودة، حيث تنتج الألواح الطباعية الرقمية مطبوعات ذات نتائج ممتازة للأسباب التالية:

(١) مطابقة الألوان تتم رقمياً وبدقة بواسطة جهاز طباعة الألواح الطباعية، وذلك بتقليص الأخطاء البشرية التي كانت تتم عند استخدام الأفلام وفي عمليات المونتاج.
(٢) الألواح الطباعية الرقمية تستخدم التعريض بواسطة الليزر الذي يولد صورة حادة ونظيفة بدلاً من تلك الألواح الطباعية التقليدية التي تستخدم التعريض الضوئي ذا الأطراف الناعمة نتيجة التجاوز الضوئي، والانعكاس والتبعثر الضوئي.
(٣) يتم تخريم الألواح الطباعية داخل ماكينة طباعة الألواح الطباعية، وهذا ما يزيد من ضبط الألوان عند ماكينة الطباعة.

رابعاً: قياس دقة اللون Measure Colour Accuracy

للتحكم في العملية الطباعية والحصول على الجودة المطلوبة، يجب قياس ومعايرة الخصائص الإنتاجية من خلال العملية الطباعية. وتوجد ثلاثة أنواع من أجهزة القياس تستخدم بشكل رئيسي في ضبط جودة العمل الطباعي وبدون هذه الأجهزة لا يمكن معايرة الأجهزة بأنواعها المختلفة وتطبيق القياسات والمواصفات الدولية في مجال العمل الطباعي وذلك باستخدام الأدلة الاسترشادية القياسية، ويجب أن تتوفر بعض الشروط قبل القيام بأي قياس وهي:

أ. يجب أن يكون مصدر الضوء المستخدم لرؤية العينات مطابقاً لتلك المستخدمة في القياس.
ب. يجب ألا تكون هنالك ألوان محيطة تؤثر في إدراك اللون.
ج. يجب أن تكون الخصائص العاكسة للمادة الطباعية مطابقة لتلك التي تستخدم في تسوية القياسات.

وعدم الالتزام بهذه النقاط لا يُمَكِّن نتائج القياسات اللونية من أن تحدد مظهر اللون الحقيقي عند إعادة إنتاجه .

١. جهاز قياس الكثافة: Densitometer

وهو جهاز لقياس الإضاءة المنعكسة من السطح. ويسمى جهاز قياس الكثافة المنعكسة Reflection Densitometer أو التي تنفذ من الجسم جهاز قياس الكثافة النافذة Transmission Densitometer. ويستخدم جهاز الكثافة العاكسة لقراءة كثافة أحبار ألوان المعالجة الرباعية في ماكينة الطباعة وأيضاً لحساب القيم الأخرى كتضخم النقطة وتحويط الحبر وخطأ اللون بالإضافة إلى الألواح الطباعية.

أما جهاز قياس الكثافة النافذة فيستخدم لقراءة كثافة الفيلم (أبيض وأسود). الشكل (٣-١-١٨) ويقيس الجهاز العاكس نسبة الإضاءة الممتصة من طبقة الحبر المطبوع ويحولها ويعرضها على مقياس كثافة بصري لوغريثمي ... وعند قياس ألوان المعالجة الرباعية يتم عمل القياس من خلال مرشح مكمل Complementary Filter.[٣٦]

ويرى الباحث أن أجهزة قياس الكثافة من الأجهزة الأساسية والضرورية التي يجب توفرها لدى أي مطبعة ذلك لأهميتها في ضبط جودة الأفلام والألواح الطباعية وقراءة الكثافات اللونية في الأعمال التي تم إعادة إنتاجها.

الشكل (٣-١-١٧) جهاز قياس الكثافة اليدوي لقياس الأهداف لشرائط الضبط الطباعي

الشكل (٣-١-١٨) جهاز قياس الكثافة النافذة ويستخدم لقياس كثافة الأفلام

٣. جهاز قياس شدة اللون Colorimeter

هو جهاز لقياس قيم ثلاثي المثير Tristimulus (انظر ص ٢٠) حيث تقيس الضوء المنعكس من السطح أو المنبثقة من الجسم. وتقارن انعكاس أو انبثاق ذلك الضوء إلى نموذج حسابي مطابق للرؤية البصرية لدى الإنسان. ويتم ذلك باستخدام مرشحات صممت لتحاكي استجابة النظام البصري للإنسان. وهي مناسبة لقياس الفوارق اللونية بدلاً من القياس المطلق للون. ويستخدم كذلك في معايرة وتوصيف الشاشات والطابعات بالإضافة إلى استخدامات أخرى . الشكل (٣-١-١٩)

جهاز قياس شدة اللون
Colorimeter
الشكل (٣-١-١٩)

٢. جهاز قياس الطيف Spectrophotometer

جهاز قياس الطيف هو أداة لقراءة الإضاءة المنعكسة Reflectance والنافذة Transmissittance بزيادات محددة في كل مكان من الطيف المرئي. ويمكن أن يستخدم بيانات قياس الطيف لقياس دقة اللون. حيث يقيس الضوء الممتص في نطاق ضيق في كل مكان من الطيف المرئي. ويعرف كذلك بأداة قياس الضوء النسبية بين مختلف أجزاء الطيف. وأصبح من الأجهزة الأساسية لما لها من أهمية في قياس شرائط الألوان والرقع اللونية المستخدمة في ضبط اللون والحصول على ألوان طباعية تفي بالمتطلبات القياسية. ويستخدم كذلك في بناء التشكيلات الجانبية في إدارة الألوان وذلك عن طريق قراءة القيم اللونية في الأهداف Targets .الشكل (٣-١-٢٠)

جهاز قياس الطيف
لقياس وضبط الألوان ولفحص وتحليل الصور المطبوعة. الشكل (٣-١-٢٠)

مراجع الباب الثالث - الفصل الأول

1. Claudia McCue, Real Word Printing Production, Peachpit Press, Berkeley, California, 2007, page 13.
2. Mechael Kuran, Understanding Desktop Color, 2nd Edition, Berkeley, USA، Peackpit Press, Inc, 1994, Page 55.

٣ . أنور محمود عبدالواحد ، المعاجم التكنولوجية المتخصصة ، تكنولوجيا الطباعة ، دار النشر لابيزج ، جمهورية ألمانيا الديموقراطية ، ١٩٨١م ص ١٢٥ .

4. Mechael Kuran, op. cit., p **57**.

٥ . أنور محمود عبدالواحد ، سبق ذكره ، ص ١٣٢ .

6. Mechael Kuran, op. cit., p 61.
7. J. Mechael Adams Penny and Robin, Printing Technology , Fifth Edition, USA, Delmar Thomson Learing, 2007, p 354.

٨ . أنور محمود عبدالواحد ، سبق ذكره ، ص ١٣٣ .

9. Mechael Kuran, op. cit., p **59**.

١٠ . أنور محمود عبدالواحد ، سبق ذكره ، ص ١٢٩ .

11. Mechael Kuran, op. cit., p 60.
12. Claudia McCue. op. cit., pp. 43 - 45.
13. J. Mechael Adams Penny and Robin, op. cit., p 171.
14. Ibid., p. 171.
15. Ibid., p. 174.
16. Ibid., pp. 175 - 176.
17. Ibid., pp. 173 - 174.
18. Ibid., p. 204.
19. Chris Linford, The Complete Guide to Digital Colour, First Edition, UK, Alix Publishong Limited, 2004, pp. 112 - 113.
20. J. Mechael Adams Penny and Robin, op. cit., p 204.
21. Chris Linford, op. cit., p 166.
22. Helmut Kipphan, Handbook of Print Media, Springer,Germany,2001, p. 593
23. Ibid., p. 594.
24. Ibid., p. 597.
25. Ibid., p. 598.

26. Ibid., p. 599.
27. Ibid., p. 600.
28. Ibid., pp. 601 - 603.
29. Ibid., p. 616.
30. Ibid., p. 616.
31. J. Mechael Adams Penny and Robin, op. cit., p 215.
32. Ibid., pp. 359 - 360.
33. Ibid., pp. 334 - 336.
34. Helmut Kipphan, op. cit., pp 611 - 612.
35. J. Mechael Adams Penny and Robin, op. cit., p 370.
36. Helmut Kipphan, op. cit., p 614.
37. Printing Technology Course, Litho Printing 5, Sh. Khalifa Bin Salman Institute of Technology, Bahrain, 2008, pp. 21 - 23.