الفصل الثاني

المستند
عناصر بنيته المادية

obeikandl.com

obeikandl.com

اتفقنا سابقًا حال استعراضنا للمفاهيم والاصطلاحات الأولية على أن البنية المادية للمستند تتألف من مجموعة عناصر هي مادة الدعامة الأساسية التي تمثل الجسم والتي تكون من الورق (كما هو الحال في عملاتنا المحلية ومعظم مستندات تعاملاتنا اليومية)، وقد تكون من البلاستيك (كما في العملات البلاستيكية المستخدمة في بعض دول العالم حيث تستخدم 23 دولة في العالم حاليا العملات البلاستيكية منها فيتنام وسنغافورة وإندونيسيا وتايلاند وبروناي ونيبال وغينيا الجديدة وغيرها). أو الشرائح البلاستيكية (كما في بطاقات الائتمان المصرفي وبطاقات الأقفال الالكترونية).

وقد تؤمن مادة الدعامة الأصلية حال صناعتها وإنتاجها في صورتها النموذجية الصحيحة ببعض وسائل التأمين كما هو الحال في إدراج العلامة المائية وشريط الأمان عند صناعة ورق العملة . كما قد تؤمن العملية الطباعية ذاتها باستخدام أنواع خاصة من الأحبار الطباعية أو بإخراج النموذج الطباعى ذاته وفق علاقات ترابطية محددة بين أنواع الطباعات المختلفة المستخدمة في إخراج النموذج الطباعى .

كما إن دراستنا للتزوير الجزئي تتطلب منا بعض الإلمام بأنواع المداد ومواد الإزالة والطمس. فضلاً عن ذلك فإن تغيير الحقيقة في الكتابة اليدوية يقتضى التعرض لنظرية التفرد الخطى والمقارنة بين الخطوط اليدوية . وبناء على ما تقدم سنعطى خلال الصفحات التالية فكرة مبسطة عن كل من

- الورق : صناعته وخواصه وتأمينه
- البلاستيك: تعريفه ، أنواعه ، صناعته ، خواصه
- أحبار الطباعة
- أساليب الطباعة
- وسائل التأمين
- مواد الكتابة وقابليتها للتزوير
- الكتابة اليدوية ونظرية التفرد الخطى ومفهوم المقارنة

هذا بالإضافة إلى بعض التنويهات التي قد نراها ذات قيمة في استكمال هذا العرض.

أولاً: الورق :

يتكون الورق أساسًا من شريحة رقيقة من ألياف السليولوز تحتوى على عدد من المواد المضافة كي تصبح ذات نوعية صالحة للاستخدام المطلوب. والمصطلحان المستخدمان هما الورق Paper والكرتون Paperboard، حيث يكون وزن رقيقة الورق "بالجرامات" حوالي 150جم/ م2 والأثقل من ذلك يعتبر كرتونا. وفي عملية استخلاص الألياف Pulping يتم تكسير المادة الخام الحاملة للسليولوز إلى ألياف منفصلة. ويعتبر الخشب المادة الخام الرئيسية، وفي بعض الأحيان يستخدم القش، مصاصة القصب، القطن ومواد أخرى حاملة للسليولوز.

1. **أهم المواد الخام للألياف السيلولوزية:**

يعتبر الخشب هو الخامة الأساسية عالميًا لتصنيع اللب والورق، بينما الخامات التي تستخدم في مصر هي مصاصة القصب وقش الأرز وورق الدشت.

أ- **الألياف الخشبية:** وتشمل الأخشاب الصلبة والأخشاب الرخوة من الغابات الطبيعية، والغابات المزروعة وكذلك بقايا ورش النجارة. وتستخدم الكتل الخشبية، القطع الخشبية ونشارة الخشب للحصول علي اللب.

ب-**الألياف غير الخشبية:** يعتبر مصاص القصب (وهو منتج ثانوي من صناعة السكر) الخامة الرئيسية لإنتاج اللب. ويمكن تقسيم الألياف غير الخشبية كما هو موضح بالجدول:

جدول أنواع الألياف غير الخشبية

المجموعة	نوع النبات المستخدم
القش والحلفا	القمح، الأرز، الحلفا
القصب والخيزران	قصب السكر، المصاصة، عيدان الذرة، الخيزران
العيدان الخشبية	التيل، الكتان، القنب، القطن، فول الصويا

2. **أهم المواد الكيميائية في صناعة الورق:**

ويمكن إجمال الكيماويات المستخدمة في هذه الصناعة كما يلي :

§ مواد مالئة **Fillers** : الطفلة الصينية (كاولين)، كربونات الكالسيوم، ثاني أكسيد التيتانيوم، بودرة التلك، بودرة البلاستيك **Plastic microspheres** .

§ مواد مانعة للتشرب **Sizing agents** : مثل دايمر الكيل الكيتين (**AKD**)، الشبة وبوليمرات أخرى .

§ مواد تقوية ضد البلل : راتنجات اليوريا فورمالدهيد (**UF**)، راتنجات الميلامين فورمالهيد (**MF**)، راتنجات بولى أميدوأمين إيبيكلوروهيدرين (**PAA-E**) .

§ مواد تقوية ضد الجفاف : نشا، النشويات الكاتيونية المحورة، ومشتقات السليولوز .

§ الكيماويات الصاقلة **Coating Chemicals** : كربونات الكالسيوم المرسبة، سلفو ألومنيات الكالسيوم (**Satin White**) وثاني أكسيد التيتانيوم .

§ المواد الضوئية البراقة : **Optical brightness** مثل مشتقات مادة :

§ **4,4'-diaminostilbene. 2,2'-sulphonic acid and**

§ الأصباغ والملونات **Dyes and Pigments** : الأصباغ مثل : **stilbene, xanthene, acridine, quinoline, azolidene, oxazolidine, thiazolidine, anthraquinone, indigo and phthalocyanine.**

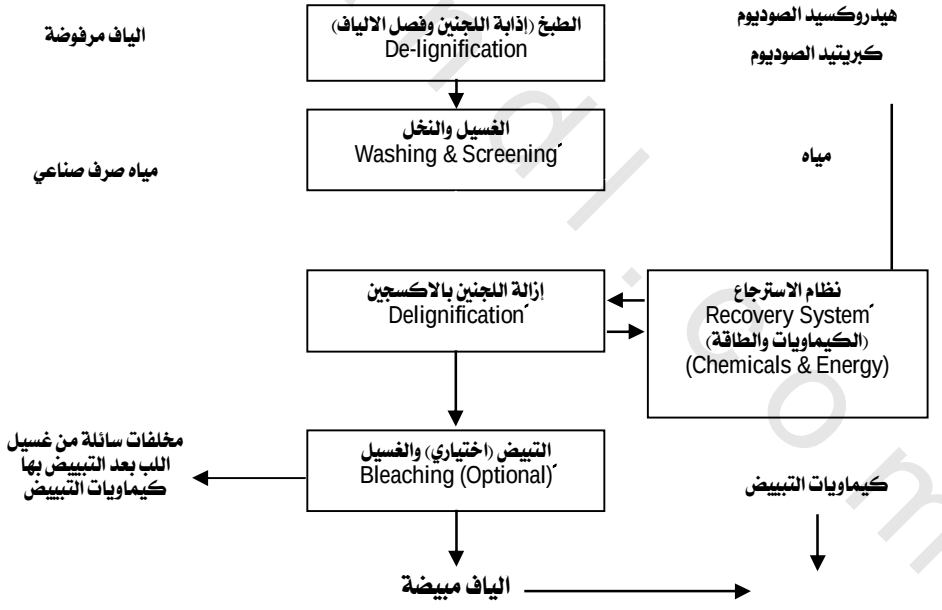
وفي عملية استخلاص الألياف كيميائيا Chemical Pulping، يتم استخدام مواد كيميائية لإذابة اللجنين وذلك لتحرير الألياف. أما في عمليات إنتاج الألياف ميكانيكيا Mechanical Pulping فيتم استخدام قوى ميكانيكية لفصل الألياف عن بعضها، ويظل معظم اللجنين مع الألياف وبعض المواد العضوية .

وتختلف خواص الألياف باختلاف أساليب إنتاجها، حتى تناسب منتجات معينة . ويتم إنتاج معظم الألياف بغرض تصنيعها فيما بعد إلى ورق أو كرتون ،ويتم تصنيع البعض الأخر إلى كرتون أو منتجات أخرى من السليولوز المذاب . وتسبق عمليات إنتاج الورق، من ألياف مصدرها ورق مسترجع، عمليات إزالة الشوائب وإزالة الأحبار حسب مواصفات المنتج النهائي .

ويتم تصنيع الورق بوضع المعلق المائي لألياف السليولوز فوق منخل متحرك (من السلك أو البلاستيك)، بحيث يسمح بمرور المياه البيضاء، بينما يتراكم نسيج الألياف فوق السلك.

ويشمل إنتاج هذه الصناعة مجموعة من المنتجات تتنوع بين الجرائد والمجلات، كرتون التغليف، ورق الطباعة والكتابة غير المصقول، ورق التبطين، ورق الطباعة والكتابة المصقول، الورق الرقيق Tissue Paper، ورق التغليف، والأوراق ذات الاستعمالات الخاصة. ويتطلب كل نوع من هذه الأنواع مواصفات خاصة للمنتج. ولذلك نجد أن مصانع اللب والورق لها مجال واسع للتنوع، تبعًا لمواصفات المنتج النهائي و المادة الخام للألياف وكذلك أساليب التصنيع المستخدمة. وعمومًا قد تكون مصانع اللب والورق متكاملة أو غير متكاملة. وتشمل المصانع المتكاملة كلا من عمليات إنتاج اللب والورق، بينما تشمل المصانع غير المتكاملة عمليات إنتاج إما اللب أو المنتجات الورقية فقط.

مصاصة القصب



شكل 1ـ مخطط الاستخلاص الكيميائي للألياف المبيضة من الخامات الأولية

Kraft and Sulfite Pulping

- **الطبخ**: في عملية كرافت، يتم تحرير الألياف في قسم الطبخ بإذابة اللجنين وجزء من الهيميسليولوز في المحلول الكيميائي للطبخ (السائل الأبيض White Liquor) الذي يحتوى علي هيدروكسيد الصوديوم وكبريتيد الصوديوم وكيماويات نشطة. ويمكن أن تتم العملية في معدات الطبخ علي دفعات أو بطريقة مستمرة.
- **الغسيل والفصل** (**النخل** Screening): ويحتوى الخليط الناتج من معدات الطبخ علي كل من الألياف وسائل الطبخ المستهلك (السائل الأسود Black liquor). ويحوى السائل الأسود كيماويات غير عضوية وكمية من المواد العضوية. ويتم فصل السائل الأسود من الألياف في عمليات الغسيل التالية ليرسل إلى نظام الإسترجاع، حيث يتم استرجاع المواد الكيمائية والطاقة.

ويتم غسيل ألياف السليولوز من المواد العضوية وكيماويات الطبخ المستهلكة عن طريق غسالات طاحونية drum washers، أو غسالات ناشرة diffuser washer. وقبل أى عمليات أخرى يتم فصل الشوائب عن الألياف، عن طريق مناخل بالضغط أو وحدات فصل بالقوى الطاردة المركزية Centri-cleaners. ويكون الهدف من النخل هو فصل العقد وحزم الألياف بحجزها على مناخل هزازة، ومناخل بالضغط pressure screens والتخلص من الجسيمات الأخرى ذات الأوزان النوعية المختلفة عن اللب بالقوى الطاردة المركزية. ويجب التخلص من فضلات عمليات النخل.

- **إزالة اللجنين بالأكسجين** Oxygen delignification : يمكن استمرار عملية إزالة اللجنين بالأكسجين إما على مرحلة واحدة أو علي مرحلتين، سواء يتخللهما أو لا يتخللهما غسيل بين المراحل. ويتم إزالة اللجنين بالأكسجين في ظروف قلوية. ومن أجل الحفاظ علي توازن الصوديوم خلال العمليات، فإنه عادة ما يتم استخدام السائل الأبيض المؤكسد في مرحلة الأكسجين حيث يكون هيدروكسيد الصوديوم هو المادة الكيميائية القلوية الرئيسية. ونتيجة لانخفاض الذوبان النسبي للأكسجين في السائل القلوي، فإن مفاعل إزالة اللجنين يتم زيادة ضغطة وكذلك يتم رفع درجة الحرارة إلي100 م. وفي عملية إزالة اللجنين بالأكسجين، يتم الحفاظ علي قوة الألياف عن طريق إضافة ملح الماغنسيوم (كبريتات الماغنسيوم).

وعادة ما يتم الغسيل بعد إزالة اللجنين بواسطة واحدة أو اثنتين من وحدات الغسيل إما بمفردها أو باستخدام بعض الأنواع الأخرى من الغسالات. ويمكن استرجاع المواد العضوية المذابة خلال إزالة اللجنين ثم إرسالها إلي نظام الاسترجاع الكيميائي. ويؤدي هذا الاسترجاع إلى خفض كمية المواد العضوية الذاهبة إلى مياه الصرف وبالتالي خفض المواد الكيماوية المطلوب معالجتها.

- **التبييض**: يعتبر الغرض من تبييض الألياف الناتجة من العمليات الكيميائية، هو الحصول علي خصائص جيدة لهذه الألياف من ناحية درجة البياض، الثبات، النظافة، والقوة. ويتم تبييض الألياف الناتجة من عمليات كرافت علي مراحل متعددة، عادة ما تكون خمس أو ست مراحل. ويتم استخدام أنواع مختلفة من كيماويات التبييض علي التوالي بسبب اختلاف التفاعلات الكيميائية. وغالبًا ما تكون الكيماويات المستخدمة هي ثاني أكسيد الكلور، الأكسجين أو البيروكسيد. ويتم استخدام مراحل الأحماض والقلويات كي يكمل بعضها الأخر.

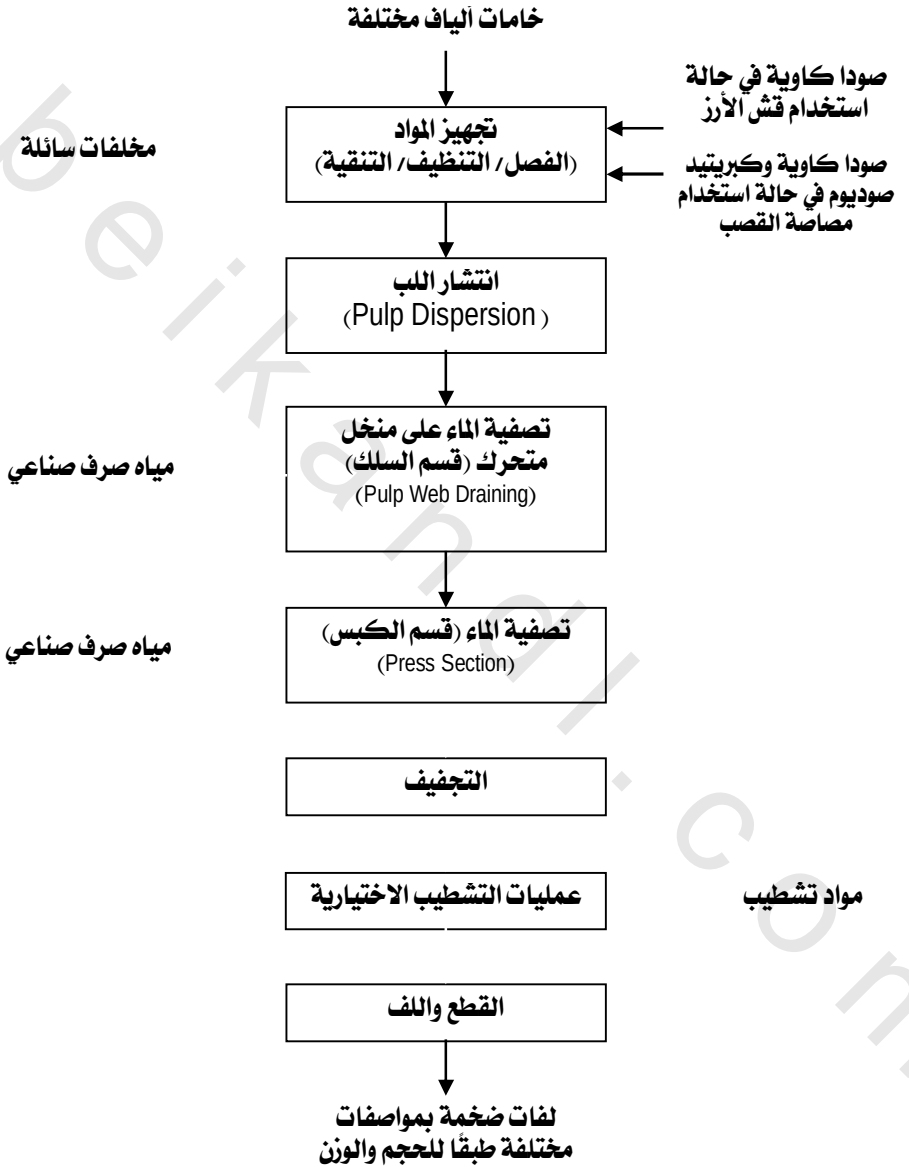
وبينما يمكن أن تتم عملية إزالة اللجنين في نظم مائية مغلقة، فإن عمليات التبييض تصرف مخلفاتها السائلة إلي وحدات المعالجة الخارجية. ولا يمكن إعادة تدوير المخلفات السائلة من عمليات التبييض بسهولة في نظام استرجاع الكيماويات وذلك لأن هذه السوائل ستزيد من تركيز الكلوريدات وغيرها من الكيماويات غير العضوية في نظام استرجاع الكيماويات مما يسبب التآكل ومشاكل أخرى.

صناعة الورق والعمليات المرتبطة بها:

يتم استخدام الألياف المستخلصة بطريقة كيميائية أو ميكانيكية وكذلك الورق المعاد تدويره لإنتاج أنواع مختلفة من الورق. وتعتبر تركيبة المواد الخام، المستخدمة في صناعة الورق (المواد الليفية، الموالئ المعدنية ومواد الطلاء)، ذات تأثير كبير في جودة المنتج ومدى صلاحيته لما خصص له من غرض.

وتشمل الوحدات الأساسية في مصنع الورق النمطي قسم تحضير اللب وقسم التدفق Approach Flow، وماكينة الورق أو الكرتون.

وبالإضافة إلى ذلك فهناك عمليات أخرى اختيارية يمكن وجودها مثل: الصقل، طلاء الورق المقوى، اللف وإعادة اللف ووحدة لف البكرات.



شكل2ـ العمليات المطبقة في صناعة الورق

obeikandi.com

العمليات الرئيسية في إنتاج الورق والورق المقوي:

أ- تجهيز الخام: يتم تجهيز المواد، من أجل تحويلها إلى مواد جاهزة للعمليات، داخل ماكينة الورق. وتشمل هذه العملية خلط الألياف المختلفة، التخفيف وإضافة الكيماويات. وتتضمن الخطوات الرئيسية للعمليات في تجهيز المواد تفتيت الألياف، التنظيف، تعديل الألياف والتخزين والخلط. ثم يتم استبعاد الشوائب غير الذائبة من الخليط المائي عن طريق الترشيح أو التنظيف (بمعدات القوى الطاردة المركزية).

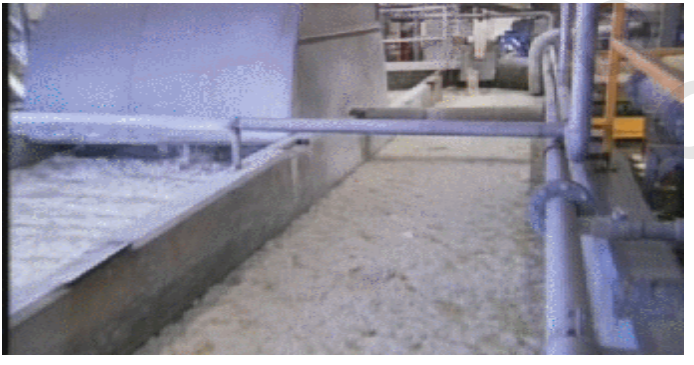
ولتحسين قدرة الألياف على التلاصق يتم استخدام معدات التنقية المجهزة بأقراص دوارة تقوم بالضغط على الألياف. وفي النهاية يتم ضخ الألياف المجهزة إلى أماكن الخلط. حيث يتم الخلط بالمواد المطلوب إضافتها.

شكل 3- نقل ألياف السيليلوز

ب- ماكينة الورق: إن عملية صناعة الورق هي في الأساس عملية صرف المياه من نسيج متجانس من الألياف ثم التجفيف. ويكون تركيز الداخل إلى صندوق مدخل ماكينة الورق

عادة في حدود 0.2٪ إلى 1.0٪ (2ـ10 جم ألياف لكل كجم ماء). ويتم التجانس والتماسك بعد تصفية المياه في قسم التشكيل (المنخل المتحرك) بالجاذبية والتفريغ حيث يزداد تركيز اللب إلى 15٪ ـ25٪. ويقوم الضغط الميكانيكي بإزالة المياه في قسم الضغط (**Press Section**)، حيث يزداد تركيز اللب إلى 33 – 55٪ تبعًا لنوعية الورق وتصميم قسم الضغط. وبعد قسم الضغط تدخل الشرائح الورقية إلى قسم التجفيف حيث يتم إزالة بقية المياه بعملية حرارية بالتبخير على اسطوانات التجفيف. وتظل كمية صغيرة من المياه (5٪ـ9٪) في الورق حتى بعد التجفيف.

شكل4ـ مرحلة الغسيل



شكل 5 – التصفية بالمنخل الآلى

شكل6 – الدرفلة والتشكيل واختيار السمك

شكل 7 – اللف كمنتج نهائى جاهز للتسويق

ولم يحدث تطور كبير في قسم ماكينة تجفيف الورق وأسس تشغيله منذ نشأته . ومازالت طريقة التجفيف بالتلامس مع الاسطوانات المسخنة بالبخار هي الطريقة الشائعة لتجفيف الورق والورق المقوى.

وفيما يلي طرق التجفيف الشائع استخدامها في صناعة الورق والورق المقوى :

- § التجفيف بالاسطوانات المتعددة .
- § التجفيف بأسطوانات ذات أقطار كبيرة Yankee cylinders .
- § التجفيف المباشر Through drying .
- § التجفيف بالهواء المحمول أو من خلال فتحات (حيث يتم نفخ تيار نفاث من الهواء من خلال فتحات على طول حركة شريحة الورق) .
- § التجفيف بالأشعة تحت الحمراء (كهرباء وغاز) .
- § التجفيف بالحث Induction drying .

وفي قسم التجفيف يتم تجفيف شريحة الورق حتى يصل محتواها الجاف النهائي إلى 90٪ ـ 95٪ ثم يتم لف الورق في بكرات أو يتم إرساله للتقطيع والتشطيب . وفي حالة استخدام مكبس البوش يتم وضع المواد النشوية والكيماويات الأخرى على سطح الورق بالغمر أو الرش، بحيث يتم إزالة الماء بعد ذلك في مرحلة قصيرة للتجفيف . وفي معظم التطبيقات يتم تقليم حواف شريحة الورق باستمرار بواسطة رشاشات الماء القاطعة عند خروجها من هذه المرحلة .

ج ـ نظام التالف Broke System: ويستخدم مصطلح التالف (**Broke**) لأي ورق تالف ينتج منذ بداية عمليات صناعة الورق حتى المنتج النهائي . ويكون هدف نظام التالف هو إعادة ألياف الورق ثانية إلى العمليات . ويتم ضخ الألياف التالفة من أبراج التخزين إلى المثخنات حيث يتم إزالة المياه الزائدة . ثم بعد ذلك يجرى تنظيف التالف خلال عدة مراحل لتقليل الفاقد . ثم يتم صرف التالف إلى صندوق خلط الخط الرئيسي، الذي يتم ضخ الخلطة النهائية لصناعة الورق من خلاله ـ عن طريق تنظيف إضافي ـ إلى ماكينة الورق .

د ـ عمليات التشطيب الاختيارية:

1ـ **إضافة البوش Sizing (اختياري):** وفي هذه العملية يتم إضافة النشا أو أي مادة بوش أخرى إلى مصفوفة الألياف وذلك لزيادة قوة نسيج الورق وكذلك لتعديل خواص السطح بالنسبة لامتصاصه للسوائل خلال الكتابة أو الطباعة أو الطلاء .

2ـ **الطلاء Coating (اختياري)**: في هذه العملية يتم وضع خليط من الماء وصبغات بيضاء و لاصق وإضافات مختلفة على وجه واحد أو وجهي الورق وذلك لإكساب سطح الورق خصائص معينة. وقد يتم طلاء الورق إما عن طريق معدة تعتبر جزءً متكاملاً من ماكينة الورق (على الماكينة) ، أو عن طريق معدة طلاء منفصلة (خارج الماكينة). ويقوم قسم الاسطوانة الساخنة بالبخار بتجفيف الفرخ المطلي باسطوانة تجفيف البخار أو بواسطة الأشعة تحت الحمراء ، أو بالهواء الساخن أو كليهما. ويمكن أن يكون الطلاء عبارة عن مخاليط معقدة من المركبات وعادة ما يحتاج إلى تحضير قبل الاستخدام.

3ـ **صباغة الورق Dyeing (اختياري)**: يتم الحصول على الورق الملون بصباغة ألياف الورق **Stock dyeing** أو صباغة سطح الورق (مكبس البوش، طلاء الورق). ويمكن إنتاج الأوراق اللامعة ضوئيًا بنفس الطريقة. وصباغة الألياف **Stock dyeing** هو أكثر الأنواع شيوعًا في صباغة الورق. ويتم إضافة الأصباغ والملونات والمصقلات الضوئية إما على دفعات في حوض الألياف **Pulper** أو في حوض الخلط أو يتم إدخاله باستمرار مع دفق الألياف. كذلك يمكن تلوين أسطح الورق بواسطة الطلاء، حيث تكون مادة البداية خليط طلاء أبيض. وبإضافة مشتتات من أصباغ عضوية وغير عضوية يمكن الحصول على اللون المطلوب.

4ـ **الصقل Calendaring (اختياري)**: الهدف من الصقل هو إنتاج سطح ورقي ناعم طبقا لمتطلبات الطباعة والكتابة. وخلال هذه العملية يتم إدخال فرخ الورق خلال مكابس إسطوانية **Counteracting** حيث تتأثر خشونة السطح بتأثير الضغط وغالبًا الحرارة. وتتكون ماكينة الصقل من اثنتين أو أكثر من أسطوانات الحديد الزهر ذات السطح الناعم جدًا بحيث تكونان فوق بعضهما. ويمر فرخ الورق خلال المسافة الضيقة بين هذه الأسطوانات التي يتم تسخينها بواسطة الماء الساخن أو البخار أو الزيت الساخن. وغالبًا ما يتعرض فرخ الورق إلى معالجة أخرى تسمى الصقل الفائق. الذي يزيد من قدرة الطباعة الضرورية في حالة طبع الصور.

هـ ـ اللف والقطع والشحن: يتم تصنيع المنتجات الورقية النهائية طبقا لطلبات العميل من حيث حجم اللفة أو الفرخ، وزن الورق، لونه وتشطيبه. وتقوم معظم ماكينات الورق بإنتاج

لفات ضخمة من الورق حيث يتم تحديد عرض فرخ الورق عن طريق قص جوانب الفرخ عند الجانب المبلل من الماكينة . وعادة ما يتم تشطيب المنتج بواسطة سكاكين حادة دوارة وماكينات جيلوتين (مقاصل) وذلك لقص لفات الورق إلى العرض المطلوب وتقطيعها إلى أفرخ قبل تجميعها وتغليفها لشحنها للعميل . وقد تكون هناك أيضًا مرحلة خاصة بتكييف المنتج الورقي عند درجة رطوبة محددة حتى يكون مناسبًا تمامًا وثابت الأبعاد ويكون قابلاً للغرض المطلوب مثل الطباعة أو التغليف .

أهم الخواص الفيزيائية للورق:

1 . **درجة الصقل**: تحدد درجة الصقل مدى قابلية الورق لتشرب أحبار الطباعة ومداد الكتابة وسرعة جفاف هذه الأحبار ودرجة ثباتها على الورقة . كما تتحدد بموجب جودة الصقل الأغراض التي يمكن استخدام الورقة فيها ومدى سهولة أو صعوبة ظهور آثار الحفظ والتداول .

2 . **قوة الشد**: والصحيح أن تسمى القدرة على مقاومة الشد . وهى تقاس بمقدار القوة اللازمة لقطع شريط ورقى منتظم المقطع مساحته وحدة واحدة . وهذه الخاصية تتناسب مع نوعية السليلوز المستخدم وطول أليافه .

3 . **مقاومة التمزق**: يقصد بها مدى مقاومة الورقة للشرم عند تعرضها لتأثير قوة جانبية على إحدى حوافها الجانبية . وهذه الخاصية هامة بالنسبة لورق العملة بسبب كثرة تعرضها لهذه القوى عند التداول (الإخراج من الحافظة أو إدخالها فيها) .

4 . **قابلية الثني**: يقصد بها مدى مرونة الورقة وقابليتها للثني الحاد لتسهيل الحفظ في حافظات الجيب مثلا . وتقاس بعدد مرات الثني (الطي والفرد) التي تمارس على الورقة قبل حدوث انفصال فعلى إلى جزأين . ويفترض في ورق العملة أن يكون على درجة عالية من قابلية الطي .

مراحل دمج العلامات التأمينية في الأوراق المؤمنة:

تدمج علامات تأمين الأوراق مثل العلامة المائية وشريط الضمان والألياف المتفلورة خلال مرحلة تصنيع الورق الأمني .

شكل 8ـ مرحلة دمج شريط الضمان

في حين أن بعض العلامات الأمنية الأخرى تضاف في مرحلة الطباعة مثل (الأحبار المتغيرة ضوئياً ـ ovi ـ الطباعة الدقيقة المخبوءة في التصميم الفني ـ الطباعة البارزة ـ الأشكال المتتامة ـ الطباعة السلبية المنضغطة ـ الطباعة الغائرة) .

ثانيًا: البلاستيك:

تعريف المواد البلاستيكية :

يعتبر البلاستيك أحد عديدات الجزيئات الصناعية (البوليمرات) التي تتكون نتيجة تكرار اتحاد جزيئات مفردة Monomers (مونومرات) تحت ظروف كيميائية محددة لتكوين الجزئي العملاق المسمي (بوليمير) وهذه العملية تسمى البلمرة Polymerization ويمكن إدخال الكثير من التعديلات على المونومرات monomers حيث يتم الدمج والخلط والمزج للخامات المختلفة معاً مع تعديل خصائص الخامة الأساسية وذلك بعد إنتاجها على شكل بوليمر .

والبلاستيك أو اللدائن لكونها مواد مصنعة نتيجة تفاعلات كيميائية لمواد عضوية مشتقة من البترول يعتبر الكربون العنصر الأساسي في تركيبها . وتصنع كمادة خام في صورة البودرة أو الحبيبات ، وذلك قبل تشكيلها إلى المنتج اللدن (البلاستيكي) النهائي بواسطة شركات تصنيع اللدائن المتعددة وبطرق عديدة منها الحقن والبثق والنفخ وغيرها .

مزايا البلاستيك:

السبب الرئيسي في الانتشار المذهل لاستخدامات المنتجات البلاستيكية في حياتنا هو اجتماع الخواص المتعددة في المادة البلاستيكية الواحدة، فمثلاً من الممكن أن تجتمع صفات القوة والمرونة والصلابة وخفة الوزن والشفافية في آن واحد في مادة بلاستيكية واحدة مما يجعلها صالحة لعدة استخدامات متباينة ، بينما المواد الأخرى تتمتع كلا منها بخاصية منفردة مميزة.

مميزات المواد البلاستيكية:

1 ـ تعدد الألوان. 2ـ عازل للحرارة والكهرباء. 3ـ خفة الوزن.

4ـ مقاومة التآكل (لا يصدأ). 5ـ سهولة التشكيل ورخص التكاليف.

عيوب المواد البلاستيكية:

1ـ صعوبة الإصلاح. 2ـ قد يعطي رائحة غير مرغوبة.

3 ـ عدم تحمل درجات الحرارة العالية. 4ـ التعرض للكسر والتلف.

تقسيم أنواع المواد البلاستيكية:

تنقسم المواد البلاستيكية إلى قسمين أساسيين :

أولاـ المواد البلاستيكية الحرارية Thermoplastic: الثيرموبلاستيك هي تلك النوعية من البلاستيك التي تتلدن (تلين) بالحرارة أثناء تسخينها وتتصلب بالتبريد ولا تفقد لدونتها بتكرار عملية التسخين والتبريد ويمكن إعادة تشكيلها أكثر من مرة. وهي الأكثر انتشاراً في لدائن البلاستيك.

من أهم المواد البلاستيكية الحرارية :

1ـ **البولي إيثيلين** (PE): أكثر المواد استخداما في الصناعة ويتميز بالمرونة والمتانة ولونه ابيض وغير قابل للكسر وذو مقاومة كيميائية ـ وينتج على شكل حبيبات وبودرة وشرائط وأنابيب ورقائق وذلك يجعله سهل التصنيع في عمليات الحقن والبثق والنفخ .

بعض منتجات البولي إيثلين (التطبيق العملي): الصناديق والحاويات ومواد العزل الكهربائي وأنابيب الكهرباء وألعاب الأطفال والحقائب والأكياس والقوارير وكؤوس

الشرب ورقائق التغليف ـ المواسير ـ الخراطيم ـمواسير توصيل المياه ـ أكياس المواد الغذائية .

2ـ **البولي بروبلين** (PP): لونه أبيض ويتميز بالمتانة والمرونة صلب وهو من أخف أنواع البلاستيك (يطفو فوق الماء)ـوهو صالح لعدد غير محدود من القوالب سواء بالحقن أو النفخ أو التشكيل الحراري أو البثق . ـبعض منتجات البولي بروبلين : حقائب السفر ، الملفات ، القوارير ، الأدوات المنزلية ، القدور ، المواسير ، غسالات ، أدوات الطعام ، الحاويات الداخلية ، عبوات المنظفات الملونة ، الأجزاء الالكترونية ومعدات الطيران وصناعات التغليف .

3ـ **بولي كلوريد الفينيل** (PVC): ويتميز بشمولية الخواص وغير قابل للاحتراق ولونه شفاف مع زرقة من خواصه قوة التحمل والمقاومة الممتازة للماء والكيماويات ومقاوم للعوامل الحرارية والخدش .

بعض منتجات البولي كلوريد الفينيل: يستخدم PVC الصلب في صناعة أنابيب البلاستيك ـ بينما يستخدم PVC اللين المرن في صناعة رقائق الجلد الصناعي المستخدم في تغطية المقاعد في السيارات والمكاتب ، ستائر الحمام ، معاطف المطر ، وأقمشة التنجيد كما يستخدم في تغطية أسلاك الكهرباء ، التغليف وكذلك القوارير وعبوات المياه المعدنية القصفة . ويعالج بطرق القولبة بالبثق والحقن والنفخ والدوران .

4ـ **البولي ستيرين** (PS): يعتبر مقاومًا للأحماض والزيوت والشحوم لونه شفاف لا طعم له ولا رائحة مقاومته للتآكل والحرارة غير جيدة وسهل الكسر ومن مميزاته : سهولة القولبة والتشكيل – شفاف وخفيف الوزن – ويمكن تلوينه – ويعالج بطرق الحقن والبثق والنفخ . ويستخدم البولستر العادي للإنتاج الكمي للأشياء رخيصة الثمن .

بعض منتجات البولي ستيرين: عوازل الحرارة والصوت ـ فلم الرقائقـ الألعاب ـ أكواب ـ أطباق صحون (الوجبات السريعة) ـ قوارير .

ثانيًاـ المواد البلاستيكية المتصلبة حراريا Thermosetting (**مواد التصلد بالحرارة**): هي التي تتصلب وتتشكل بالحرارة والضغط ، وتحتفظ هذه اللدائن بصلادتها حتى بعد التسخين

اللاحق وعند تسخينها لدرجات الحرارة العالية تتفحم وتتكسر مكونة أبخرة سوداء ولا يمكن إعادة تشكيلها أكثر من مرة مثل : 1ـالفينول فورمالدهيد 2ـالبوليستر 3ـ راتنجات السيليكون . وتستخدم السليكونات في شحوم التزييت والتزليق وفي إنتاج ورنيشات وأصماغ عازلة تتصلد بالحرارة وتستخدم للتغطية وفي صناعة الرقائق .

طرق تصنيع وتشكيل اللدائن:

1ـ التشكيل بالحقن .
2ـالتشكيل بالبثق .
3ـ التشكيل بالضغط (الكبس) .
4ـطريقة القولبة بالنقل .
5ـ التشكيل الحراري لألواح البلاستيك .
6ـالتشكيل بالنفخ .

خطوات عملية الحقن:

1ـ وضع الحبيبات البلاستيكية في القمع (المحقان) .
2ـ تسخين البلاستيك وتحويله إلى حالة السيولة .
3ـدفع البلاستيك بواسطة اللولب (الكباس) على فوهة الحقن .
(عملية دوران اللولب تساعد في عملية خلط البلاستيك ودفعه وهو في حالة عجينية)
4ـ حقن البلاستيك في القالب والتبريد (وجود التبريد يسبب انكماش للمنتج وبالتالي يصغر حجمه ويسهل لفظه) .
5ـ فتح القالب وإخراج المنتج (لفظ المنتج خارج القالب) .
6ـ قص فتحة الصب والزوائد .

2ـطريقة التشكيل بالبثق ((EXTRUSION) :

يعتبر البثق هو العملية المثالية لتصنيع أشكال بلاستيكية ذات أحجام قياسية تصلح للدائن الحرارية فقط مثل : 1ـالأنابيب والخراطيم والألواح

الأجزاء الرئيسية في ماكينة البثق : 1ـقمع التغذية2ـ قالب البثق 3ـاللولب الدوار .

obeikandl.com

ويوجد داخل ماسورة محاطة بأسطوانة تسخين ، وبخروج البلاستيك المنبثق من الماكينة يتم سحبه إلى وحدة أخرى ملحقة حيث يبرد متخذا شكله النهائي .

في عملية البثق يقوم اللولب بالدوران المستمر لعجن البلاستيك ثم يتم دفع المواد البلاستيكية إلى فوهة القالب ليخرج البلاستيك من فوهة القالب متخذاً شكله النهائي .

المضافات(مواد الإضافة):

تعتبر مواد الإضافة ضرورية لتحسين اللدائن وزيادة جودتها وبقائها سليمة خلال عمليات التصنيع وعند التخزين وعند الاستعمال .

1ـ مواد مضادة للأكسدة والأشعة فوق البنفسجية والحرارة : ودور هذه المواد هو إطالة بقاء اللدائن أو السلع المصنعة نهائيا دون أن تتعرض للتأكسد .

2ـ مواد ضد الكهرباء الساكنة : وهذه المواد تعطي للدائن قدرة مضادة للكهربائية الساكنة . وتخفض الكهرباء الساكنة إلى أقل حد وبذلك تمنع تعلق الأتربة بها .

3ـ مواد وألياف تقوية : لتحسين مقاومة الشد وقابلية النفاذ للماء .

4ـ ألياف زجاجية(شعيرات زجاجية تستخدم في تقوية اللدائن وتستخدم كعوازل كهربائية .

5ـ ألياف معدنية(ألياف مكونة من المعدن أو المعدن المكسو باللدائن) .

6ـ معيقات الاشتعال وسريان اللهب : لتخفيف ومنع الحرارة أو تقلل من سريان اللهب .

7ـ مواد ضد التعفن ومواد حافظة . لمقاومة الميكروبات والبكتيريا والفطريات التي تصيب بعض المنتجات البلاستيكية .

8ـ مواد مزلقة : تسهل المواد المزلقة خلال عملية تصنيع اللدائن انزلاق هذه الكتلة خلال آلات التصنيع وتقلل معامل الاحتكاك .

9ـ مواد لمنع الالتصاق في القوالب (عامل فصل) توضع هذه المواد على سطوح القوالب فتمنع التصاق المنتج في تجويف القالب وتقوم أيضًا بتزليق القطعة خارج التجويف .

obeikandl.com

بعض الاختبارات التي تجرى على المواد البلاستيكية:

أولاً: اختبار الحرق: في هذا الاختبار يتم حرق عينة بلاستيك ويتم ملاحظة التالي :

1ـ قابلية الاشتعال هل هو سريع أو بطئ أو لا يشتعل .

2ـالانطفاء الذاتي هل تنطفئ الشعلة عند إبعاد مصدر النار .

3ـ طبيعة الشعلة ولونها وهل يوجد دخان وما لونه .

4ـسلوك المادة تذوب أو تنقط أو تلين أو فقاعات أو تنتفخ .

ويتم مقارنة هذه الملاحظات بالجدول الخاص بذلك لتحديد نوع البلاستيك .

ثانيًا: جهاز اختبار الشد : يستخدم لقياس الاستطالة والشد .

ثالثا: جهاز اختبار الصدم : وتكون عينة الاختبار صفائح (ألواح) .

رابعًا: جهاز الصلادة : لمعرفة صلادة البلاستيك وشكل عينة الاختبار صفائح .

خامسًا: جهاز اختبار السماكة : لتحديد سماكة الفلم وتكون عينة الاختبار على شكل رقائق .

ثالثا: الطباعة :

الطباعة هي إحدى وسائل الاتصال في العصر الحديث، وتعتمد عليها معظم الأعمال في يومنا هذا. فإعلانات البضائع، وبطاقات الأسعار، والكتب المدرسية، والأوراق المالية، ما هي إلا مطبوعات .

وقد عرف الإنسان فكرة الطباعة منذ فجر التاريخ عن طريق ضغط الأشكال المراد التعبير عنها على الصلصال الطري. ويُعتقد أن الصينيين هم أول من عرف فن الطباعة بشكله الحديث؛ حيث استخدموا قوالب الخشب المحفور عليها أشكال مختلفة، فكانت تبلل بالأصباغ ثم تضغط على الورق. ويعد الصيني بي تشينج (**Bi-Sheng**) أول من قام باختراع حرف مستقل لكل رمز من رموز اللغة عام 1045، إلا أن تلك الفكرة لم تلاق قبولاً لدى الصينيين نظراً إلى كثرة الرموز المستخدمة في اللغة الصينية .

ولم تعرف أوروبا الطباعة حتى وقت قريب، ففي الوقت الذي كانت فيه أمم المشرق تستخدم القوالب الخشبية، كان الأوربيون ما يزالون ينسخون الكتب والرسائل بأيديهم. وأول

ما طبع الأوروبيون باستخدام طريقة القوالب هي صورة للقديس كريستوفر عام 1423م، وبعد ذلك انتشرت طباعة الكتب في أوروبا باستخدام تلك الطريقة .

وفي عام 1440، قام جوتنبرج (Johann Gutenberg) بثورة في الطباعة، حينما استخدم الحروف الطباعية المتحركة في آلة طباعة خشبية واحدة .

وبدخول أوروبا عصر النهضة ازدادت الرغبة في التعلم، أتبعها ازدياد الحاجة إلى أسلوب جديد في الطباعة أكثر سهولة وفعالية، فتوالت الاختراعات في مجال الطباعة واحداً تلو الآخر . ففي عام 1800، تمكن نبيل إنجليزي من اختراع آلة طباعة كاملة من الحديد، وفي عام 1811، قام الألماني فريدريك كويننج (Friedrich Koening) باختراع آلة طباعة أسطوانية تعمل بالبخار، الأمر الذي زاد من كفاءة الطباعة وسرعتها .

ولم تقف الاختراعات الأوروبية عند هذا الحد، ففي عام 1826، قام عالم الطبيعة الفرنسي جوزيف نيبس (Joseph Niepce) باختراع أول آلة تصوير ضوئي في العالم، الأمر الذي فتح المجال واسعاً أمام العديد من الاختراعات الأخرى في مجال الطباعة، مثل طباعة القوالب (الأكليشيهات (Photoengraving) (التي اخترعها فوكس تالبوت (Fox Talbot) عام 1852، وطباعة الصفائح الضوئية (Photolithography) التي اخترعها ألفونس بوافا (Alphonse Poitevin) عام 1855 . وقد أدت هذه الاختراعات إلى ظهور طباعة الأوفست في أوروبا بنهاية القرن التاسع عشر .

أما أمريكا، فقد دخلت مضمار الطباعة متأخرة بعض الشيء . ففي عام 1846، اخترع الأمريكي ريتشارد هيو (Richard Hoe) آلة الطباعة الدوارة التي تم فيها توصيل حروف الطباعة بأسطوانة دوارة، ثم استخدمت أسطوانة أخرى لتثبيت الطباعة . ووصلت سرعة تلك الآلة إلى 8000 صفحة في الساعة، ثم اخترع وليام بلوك (William Bullock) عام 1863م آلة لطباعة الصحف ذات تغذية ذاتية من الورق الملفوف على بكرات، الأمر الذي زاد من كفاءتها وسرعتها . وفي عام 1871، طور ريتشارد مارش (Richard Marsh) هذه الآلة لتنتج 18 ألف صفحة في الساعة .

في عام 1884، قام أوتمر مارجنثالار (Ottmar Mergenthalar) بصناعة قطعة معدنية

تحتوى على قوالب معدنية تمثل كل الحروف المستعملة منضدة بجوار بعضها بعضاً، وقد أطلق عليها اسم " خط الحروف الطباعية .(Linotype) "وقد استخدمت هذه الآلة في طباعة جريدة النيويورك تريبيون عام 1886 .

وبعد عدة سنوات استطاع تولبرت لانستون (Tolbert Lanston) اختراع آلة لجمع الحروف المستقلة، تتألف من وحدتين رئيسيتين؛ هما: وحدة لوحة المفاتيح، ووحدة صب الحروف .

ثم قام الأمريكيان ماكس ولويس ليفي (Max & Louis Levy) باختراع شاشة التلوين النصفي (Halftone Screen) ، الأمر الذي مهد الطريق أمام ازدهار طباعة الصور في مختلف المواد .

ومع بداية القرن العشرين تمكن الأمريكي آيرا روبل (Ira Ruble) من استخدام طباعة الأوفست التي انتشرت على نطاق واسع .

ثم قفز فن الطباعة قفزات واسعة ليساير النهضة العلمية، والتقدم التقني في نهاية القرن العشرين. فمع اختراع أجهزة الحاسوب أصبح صف الحروف وتنسيقها يتم باستخدام تلك الأجهزة، ثم تعدى ذلك إلى استخدام أشعة الليزر في تنسيق الحروف، والتقاط الصور، وفصل الألوان، وتنسيق الصفحات .

أنواع آلات الطباعة:

على الرغم من اختلاف آلات الطباعة من حيث أنواعها وأشكالها وأحجامها، إلا أنها في النهاية تنتمي إلى أحد الأنواع الثلاثة الآتية :

أ. آلة الطباعة المسطحة (Flat Bed Press) : وتُعدّ أبسط أنواع آلات الطباعة؛ إذ تعتمد في عملها على التقاء سطحين مستويين، الأول: يمثل الشكل المراد طبعه محملاً بالأحبار (الفورمة)، والثاني: يمثل المادة المراد الطباعة عليها. وعند تقابل السطحين، وعن طريق الضغط بينهما، تتم عملية الطباعة .

وهناك أحجام مختلفة من آلة الطباعة المسطحة وفقاً لحالات استخدامها، إلا أن أغلبها يعد من الأحجام الصغيرة. التي تُستخدم في طباعة المطبوعات التجارية

والمنشورات الصغيرة. ويستخدم السطح الحامل للأحبار (الفورمة) حروفاً مصنوعة من الرصاص، أو القصدير، أو الأنتيمون، أو قالباً (أكليشيه)من الزنك، أو النحاس، أو كليهما. كما تُستخدم في بعض الأحيان ألواح من البوليمرات، على أنها بدائل للقوالب (الأكليشيهات) المعدنية. وتدار آلات الطباعة المسطحة في معظم الأحيان بالكهرباء، إلا أن منها ما يدار باليد.

ب. آلة الطباعة الاسطوانية (Cylinder Press) : وهي أكبر من آلة الطباعة المسطحة، وتُستخدم في طباعة الكتب والمطبوعات متعددة الصفحات. وتتكون آلة الطباعة الأسطوانية من سطحين: الأول مستوٍ، وهو المحتوي على الشكل المراد طباعته (الفورمة)، والآخر أسطواني، وتلتف حوله المادة المراد الطباعة عليها، وغالباً تكون الورق.

وتتم عملية الطباعة بتحريك السطح الأسطواني المحتوي على الورق على السطح المستوي المحتوي على الشكل المراد طباعته.

ج. آلة الطباعة الدوارة (Rotary Press) : أما آلة الطباعة الدوارة، فتتميز بحجمها الكبير، وسرعتها الفائقة، وتستخدم لجميع أنواع الطباعة، ويوجد منها نوعان :

النوع الأول: هو آلة الطباعة الدوارة المغذاة بالأفرخ، وفيها يكون ورق الطباعة منبسطاً على هيئة أفرخ، في حين يكون الشكل المراد طبعه أسطوانياً.

النوع الثاني: هو آلة الطباعة الدوارة ذات النسيج المحكم ، وفي هذا النوع يُستخدم الورق على هيئة بكرات، وفيها تتحرك أسطوانتان متقابلتان؛ إحداهما: حاملة للأحبار، والأخرى حاملة لبكرات الورق .وتُستخدم هذه الآلة في طباعة المجلات، والصحف، والكتب، ومطبوعات التغليف. ويمكن لهذا النوع أن يطبع على وجه واحد أو وجهين في وقت واحد وكذا بلون واحد أو بعدة ألوان.

أنواع الطباعة:

هناك أنواع أساسية للطباعة وأخرى فرعية .وتنقسم الأنواع الأساسية إلى ثلاثة أنواع: الطباعة البارزة (**Relief Printing**) ، والغائرة (**Rotagravure**)، والمستوية (**Lithography**).

أما طرق الطباعة الفرعية، فمنها ما يلي :

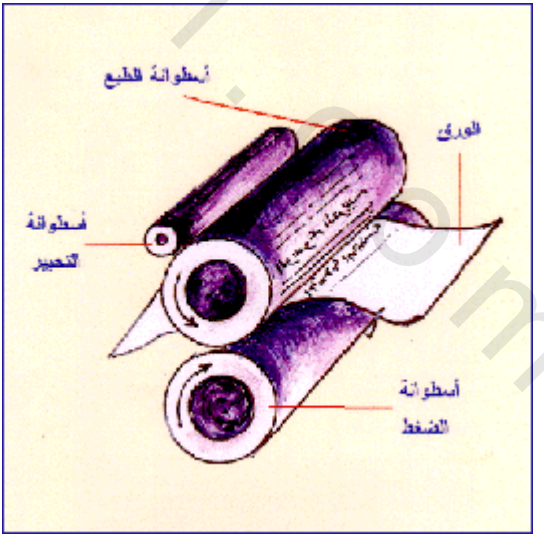
الطباعة المسامية (**Silk-Screening**) .

الطباعة الالكتروستاتيكية (**Electrostatic-Printing**) .

الطباعة النافرة (**Raised-Printing**) .

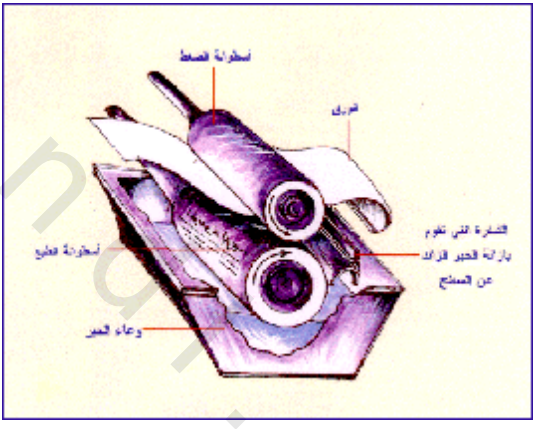
طباعة النفث الحبري (**Ink Expectoration-Printing**) .

أولاً: الطباعة البارزة: هي أقدم أنواع الطباعة، وتعتمد على تحبير الحروف أو الأشكال البارزة المصنوعة من المعدن، أو النايلون، أو السيريل، ثم ضغطها على سطح الورق. وقد استخدم الصينيون هذه الفكرة منذ آلاف السنين. وقد عُرفت تلك الطريقة بأحد أشكالها الحديثة منذ منتصف القرن الخامس عشر، واستمرت بوصفها عملية أساسية في الطباعة لمدة خمسة قرون متتالية. وقد استحدثت ألواح السيريل أو النيلون أو المبلمرات بديلاً للقوالب المعدنية أو الشبكات الحريرية في الطباعة المسامية المسطحة، وأُطلق عليها اسم الطباعة المرنة. ثم استحدثت رقائق اللدائن الحساسة للضوء، حيث يتم إبراز الأجزاء المراد طبعها على تلك الرقائق، ثم تعرض للضوء، الأمر الذي يجعلها تتصلب. ثم يتم إزالة الأجزاء غير المتصلبة باستخدام الماء والمحاليل الكاوية. ثم تدخل تلك الرقائق إلى غرفة الطباعة، حيث تتشرب الحبر، ثم تلامس الورق، فينتقل الحبر إلى سطح الورق) .



شكل 9ـ الطباعة البارزة

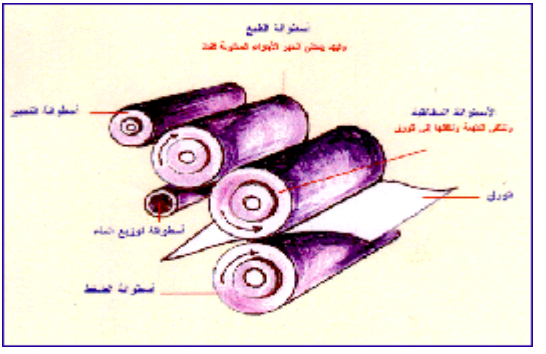
ثانيًا: الطباعة الغائرة: وهي على عكس الطباعة البارزة؛ فتتم باستخدام أسطوانة نحاسية محفور عليها الكلام، أو الصور، أو الأشكال المراد طباعتها بحفار ميكانيكي أو بأشعة الليزر. وتُملأ التجاويف الممثلة للكلام أو الأشكال بحبر الطباعة، ثم يضغط بهذه الأسطوانة على الورق فتطبع الحروف والأشكال. وتستخدم هذه الطريقة في طباعة الصور، والمجلات، والكتالوجات، ومطبوعات التعبئة، والتغليف، وطوابع البريد، وورق الحائط. وقد يستخدم التصوير الضوئي في هذا النوع من الطباعة، حيث تُعَرَّض رقائق الجيلاتين الحساس للضوء للرسوم أو الأشكال المراد طباعتها من خلال شرائح تم تصويرها ضوئياً، فيتصلب الجيلاتين تبعاً لكمية الضوء المار ممثلاً الرسوم التي صُورِّت. ثم تستخدم تلك الرقائق بعد ذلك بمثابة قوالب في عملية الطباعة.



شكل 10ـ **الطباعة الغائرة**

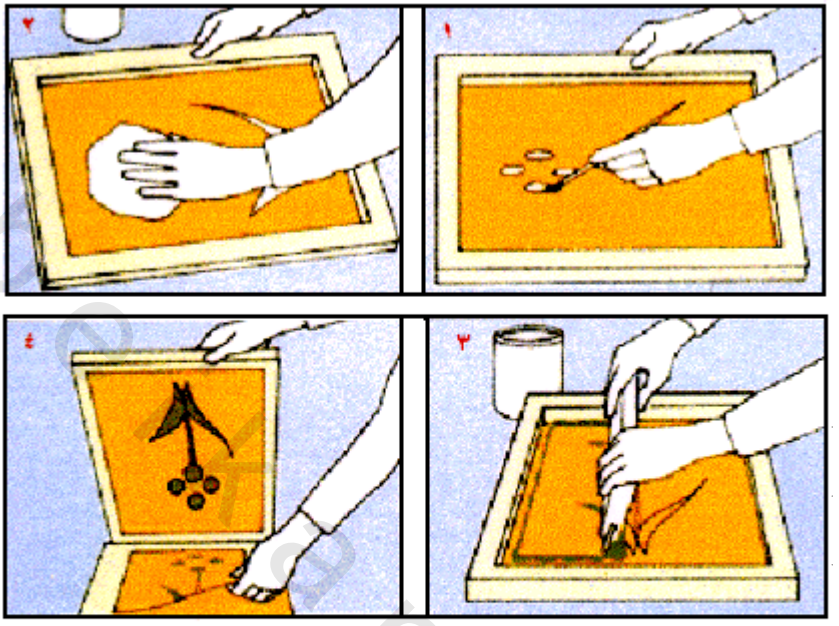
ثالثا: الطباعة المستوية: تعتمد تلك الطريقة على نظرية الفصل الدهني للماء. وأول من اكتشف هذه الطريقة هو الألماني ألويز سنفلدر **(Aloys Senfelder)** عام**1796** ، وكان ذلك بطريق المصادفة البحتة، عندما كتب على حجر جيري بقلم رصاص، فسقط بعض من محلول حامضي على هذا الحجر، فلاحظ أن الحامض قد غطى سطح الحجر الجيري، ما عدا الأماكن التي كتب عليها بالقلم الرصاص، وحينما أضاف حبر الطباعة على سطح هذا الحجر، لاحظ سنفلدر أن الحبر قد استقر على الأجزاء المكتوبة، ولم يتجاوزها إلى الأجزاء الأخرى التي تخللها الحامض. وعندما ضغط هذا الحجر على ورقة، وجد أن ما كتبه على الحجر قد طُبع معكوساً على الورقة وكانت تلك هي بداية اكتشاف طريقة الطباعة المستوية.

وفي بداية القرن العشرين تم استبدال لوحات الزنك بالحجارة الجيرية المستوية، ثم تطورت بعد ذلك هذه الطريقة من طباعة مباشرة من اللوح المعدني إلى طباعة غير مباشرة باستخدام وسيط مطاطي، وهو ما يطلق عليه طباعة الأوفست، حيث سهلت هذه الطريقة الطبع على مختلف الوسائط التي لا يمكن الطباعة عليها مباشرة مثل اللدائن والمعادن .



شكل 11ـ الطباعة المستوية

رابعًا: الطباعة المسامية: ويستخدم في هذه الطريقة شبكة حريرية مثبتة على إطار من الخشب أو المعدن. وتُطْلَى هذه الشبكة بطلاء خاص، وذلك لغلق مسامها، وبعد جفاف الطلاء تغطى بمادة حساسة للضوء، ثم يوضع الشكل المرسوم المراد طباعته على سطح شفاف منفذ للضوء، ثم تُعرَّض الشبكة الحريرية للضوء عبر السطح الشفاف، فينفذ الضوء من المناطق غير المرسومة، فتتصلب نظيراتها على الشبكة الحريرية. وباستخدام بعض المذيبات العضوية في إزالة المناطق التي لم تتصلب، تعود الشبكة إلى سابق حالتها. ويوضع اللون المراد طباعته على هيئة سائل غليظ القوام، ثم يوزع اللون بواسطة ضاغط مطاطي يساعد على نفاذ اللون من خلال الشبكة الحريرية؛ حيث يقوم بتلوين المناطق المطلوب طبعها على مختلف الأسطح. وقد تطورت هذه الطريقة حالياً، حيث تتم الطباعة بهذه الطريقة في وقت قياسي، وبدقة متناهية، وعن طريق التحكم الإلكتروني في كل الخطوات.



1. طلاء الشبكة الحريرية، ووضع الشكل المرسوم المراد طباعته.
2. استخدام المذيبات العضوية في إزالة المناطق التي لم تتصلب.
3. وضع اللون وتوزيعه على الشبكة الحريرية.
4. ظهور الشكل المرسوم على مادة الطباعة بشكله النهائي.

شكل12 الطباعة المسامية

خامسًا: الطباعة الإلكتروستاتيكية: في هذه الطريقة، يُعالج ورق الطباعة بشحنة كهربائية في المناطق المراد الطباعة عليها، ويعالج كذلك مسحوق الحبر بشحنة مغايرة، ثم يُعرَّض كلٌّ منهما إلى جهد كهربائي معاكس لجهد الآخر؛ فيتم الاتحاد بين جزيئات الحبر وجزيئات الورق.

سادسًا: الطباعة النافرة: وهي ليست نوعاً من أنواع الطباعة بقدر ما هي نوع للمادة المطبوعة، فالمادة المطبوعة تكون ذات سطح بارز، ويتم ذلك بعدة طرق؛ منها: استخدام مواد

ملونة صمغية حرارية، أو استخدام الضغط الشديد على السطح المراد الطبع عليه باستخدام قوالب خاصة بهذا الغرض لإنتاج أشكال مجسمة .

سابعًا: طباعة نفث الحبر: تعتمد هذه الطريقة على استخدام الحاسوب .وتتم عن طريق نفث الحبر من صمام دقيق لتظهر بالشكل المطلوب، وتستخدم هذه الطريقة لكتابة تاريخ الصلاحية على المنتجات الغذائية، والعبوات الدوائية، كما تستخدم لوضع العلامات الشفرية والأرقام في تسعير المنتجات المختلفة .

تجهيز مواد الطباعة:

وهي عملية تتم في أربع مراحل : تنضيد الحروف، وتصحيح النماذج، وإعداد الأشكال والرسوم، وأخيراً تنسيق الصفحات وترتيبها .

وتنضيد الحروف هي أولى المراحل، وتتم إما باستخدام القطع المعدنية المسخنة-Hot) (Metal Typesetting؛ إذ يتم تنضيد حروف سطر كامل (الطريقة السطرية)، وإما بتنضيد كل حرف بشكل مستقل بذاته (الطريقة الحرفية).

وقد تُصفُّ الحروف بالطريقة الضوئية التي تعتمد على إمرار حزم ضوئية خلال شرائح مفرغة بأشكال الحروف، ثم استقبال تلك الحزم الضوئية على شرائح حساسة للضوء (الأفلام).

أما عملية تصحيح النماذج أو ما يعرف بالبروفات، فتتم فيها طباعة نُسخ تجريبية، وتصحيح ما بها من أخطاء، يتعين على المصحح أن يقوم بمراجعة جميع تلك النسخ التجريبية عدة مرات للتأكد من خلوها من الأخطاء، ثم تعاد للتصحيح .

يقوم قسم خاص بعد ذلك بتجهيز الرسوم والأشكال، ويوجد نوعان من الرسوم، يحتاج كل منهما إلى تجهيز خاص، فالرسوم والأشكال الخطية- مثل الرسوم اليدوية والخرائط والأشكال التوضيحية- يتم تصويرها بكاميرا خاصة، ثم طباعتها على فيلم له عامل تباين عال (High Contrast Film)، حيث تنتج صور سلبية بالمقاس المطلوب. أما الصور الضوئيةً والملونة، فيتم تجهيزها باستخدام شاشة التلوين النصفي(Halftone Screen) ، حيث يتم التعامل معها كآلاف من النقاط الدقيقة المصمتة .

تدخل عملية التجهيز بعد ذلك مرحلتها الأخيرة، وتتمثل في تنسيق الصفحات؛ حيث يتم تجميع الرسوم والأشكال مع القطع المكتوبة، وتنسيقها لتكوين صفحة أو وجه طباعي واحد، ويتم ذلك بإحدى طريقتين: إما بلصق الصور الموجبة لمختلف الأشكال والرسوم والقطع وجمعها وتنسيقها، ثم تصوير كل ذلك في صورة سلبية واحدة، وإما بعمل صورة سلبية لكل شكل أو رسم أو قطعة مكتوبة على حدة، ثم تقص، وتنسق، وتلصق في صفحة واحدة. وبعد ذلك تستخدم الصفحة التي تم تنسيقها لإنتاج قوالب الطباعة على حسب الطريقة المستخدمة. وهكذا تصبح المواد جاهزة لأن تدخل في عملية الطباعة وإنتاج مواد مقروءة.

رابعًا: الأحبار:

يُعتقد أن المصريين القدماء هم أول من عرف الأحبار وصنعوها، فقد وجدت بعض المومياوات ملفوفة في أثواب من الكتان، وقد دَوّنَ عليها أسماء أصحابها بأحبار صنعت من أكسيد الحديد. كما صنع المصريون الحبر من غراء، وصمغ الخضراوات، المخلوط بالماء، واستخدموه في الكتابة على ورق البردي.

أما الصينيون، فصنعوا الأحبار من زيت الحبوب ولحاء الأشجار مع الصمغ العربي. وقد تميز هذا الحبر بمقاومته للماء، والظروف البيئية المختلفة، وطول مدة بقائه. كما ابتكر الصينيون أنواعاً عديدة من الأحبار، وتفوقوا في صناعتها منذ ألفي عام، واستمر هذا التفوق حتى الآن، حيث يصدر الحبر الصيني إلى جميع بلدان العالم، وهو معروف باسم "الحبر الشيني".

أما الرومان، فقد استخدموا الأحبار التي تفرزها بعض أنواع الحيوانات المائية، كما قاموا بصناعة الأحبار المختلفة من الزيت، ولحاء الأشجار، والسناج. وفي العصور الوسطى صنع الرهبان في أوروبا أحباراً من كبريتات الحديد مضافاً إليها مسحوق العلقم.

وقد عاب الأحبار القديمة شدة سيولتها، إذ كانت تصنع من مساحيق تذوب في الماء، فكانت لا تثبت على القوالب. وفي عام 1438، أضاف الألماني جوتنبرج زيت بذرة الكتان المغلي إلى الأحبار ليزيد من لزوجتها. وفي أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، بدأ استخدام المنتجات البترولية والمواد الكيماوية بديلاً لزيت الكتان.

صناعة الأحبار:

يوجد نوعان من الألوان الحبرية؛ (أولية، وثانوية). فالألوان الأولية هي: الأصفر، والأحمر، والأزرق. أما الألوان الثانوية، فتتكون بخلط لونين من الألوان الأساسية بنسب مختلفة، فعلى سبيل المثال، عند مزج اللونين: الأصفر، والأحمر، ينتج اللون البرتقالي، وعند مزج اللونين: الأصفر، والأزرق، ينتج اللون الأخضر.

وفي الوقت الحالي تصنع أحبار الطباعة من عديد من الأصباغ الملونة التي غالباً ما تكون مواد غير عضوية مختلفة الألوان لا تذوب في الماء. ويكون ذلك بطحن هذه الأصباغ، ثم خلطها بالزيوت .

وتختلف مكونات الأحبار باختلاف أنواع الطباعة، فالأحبار المستخدمة في طباعة الأوفست تكون أحباراً ذات لزوجة عالية، ومقاومة شديدة للأحماض تجف بالحرارة . أما الأحبار المستخدمة في الطباعة الغائرة، فهي قليلة اللزوجة حتى تنساب داخل المناطق الغائرة للسطح الحامل للأحبار، ويراعى ألا تكون ذات حبيبات خشنة تمنع انسيابها داخل المناطق الغائرة. والأحبار المستخدمة في مطبوعات التغليف تصنع بطريقة تحافظ على لمعانها، كما يجب أن تكون شديدة التحمل للتأثيرات الجوية والاحتكاك. أما الأحبار المستخدمة في الكتب والمجلات العلمية، فيجب أن يراعى فيها القدرة على فقد لمعانها مع جفافها . أما أحبار المطبوعات المستخدمة في عبوات الدهانات والكيماويات، فيجب أن يراعى فيها عدم قابليتها للتفاعل مع تلك المواد.

حبر بصمات الأختام وأهميته الخاصة :

لا يختلف الحبر المستخدم في إثبات بصمات الأختام ـ الرسمية أو العرفية ـ عن سائر الأحبار في الفكرة العامة ، فهو في النهاية ليس إلا مجموعة أصباغ ملونة مذابة في سائل مذيب ومضاف إليها مجموعة من الإضافات بغرض تحسين الخواص بما يناسب الاستخدام المطلوب . ويتكون حبر الختامات عادة من أصباغ (الميثيلين الأزرق أو الأخضر و النيجروسين وغيرها) فيما يكون السائل المذيب عادة هو الإيثيلين جليكول.

أما الإضافات الخاصة فهي تعمل على تحسين خواص الحبر بحسب طبيعة استخدامه. مثل درجة الثبات اللوني ، مقاومة المحو بنوعيه ـ الآلي و الكيميائي ـ، سرعة الجفاف ، درجة النفاذية أو المهاجرة الصبغية . كما يمكن استخدام مواد إضافية سرية لتأمين بصمات الأختام

الرسمية على أن تعطى هذه المواد السرية للبصمة تألقًا ووميضًا ضوئيًا مميزًا عند التفاعل الضوئي مع ضوء ذي طول موجي معين ويكون ذلك مميزا للجهة وربما لتاريخ الاستخدام أيضًا . . وهذا الأسلوب يعد من أنجح أساليب التأمين لبصمات الأختام الرسمية حيث يفضح تزوير تلك البصمات استخدام حبر لا تتوافر له المواصفات التأمينية .

خامسًا: أدوات الكتابة:

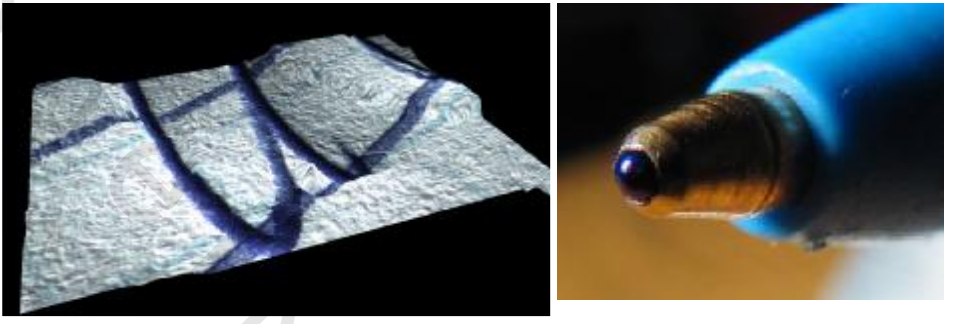
تنوعت الأدوات التي استخدمها الإنسان عبر التاريخ بداية من أدوات النقش والحفر في الكتابات المسمارية والكتابات الهيروغلوفية القديمة إلى عصرنا الحاضر . لكن استعراضنا لنماذج من أدوات الكتابة ليس استعراضًا تاريخيًا ، وإنما هو استعراض عملي للأدوات المستخدمة فعليًا في واقعنا المعاصر لذا سنكتفي بذكر الأنواع التالية بوصفها الأكثر شيوعًا وانتشارًا .

أولاً: القلم ذو السن المعدني المشقوق: وهو ما يسمى أيضًا القلم ذا الفلقتين نسبة إلى هاتين الشريحتين المعدنيتين بالسن المعدني المشقوق . وكان المداد المستخدم فيه هو المداد السائل أو المداد الكربوني الصيني . ويحتاج هذا النوع من الأقلام إلى الدربة والخبرة باستخدامه بسبب المعاوقة الناشئة عن احتكاك السن المعدني المشقوق بورقة الكتابة والحاجة إلى توجيهه توجيهاً خاصاً .

شكل 13 –القلم ذو السن المشقوق

ثانيًا: القلم ذو السن الكروي: وهو القلم شائع الانتشار حاليًا ويتكون سنه من كرة معدنية صغيرة تتحرك في طرف خزان المداد المركب على أنبوبة تحتوى على المداد وقد تكون أو لا تكون قابلة للاستبدال . ويتميز بسهولة الاستخدام وقلة المعاوقة الحركية ، . والكتابة به تحدث تجويفًا يبلغ 0.01 من المليمتر في الورقة وعند زيادة الضغط يحدث إزاحة للحبر في الجانبين ويظهر

الوسط خاليًا تقريبًا من الحبر مبيضّاً وعند الانحناء فإن دوران الكرة حول نفسها يتغير وينتج تفاوتًا في درجات غزارة المداد يظهر على الورقة وكأنه وقفات قلم غير طبعية



شكل 14ـ القلم ذو السن الكروى

ثالثا: القلم ذو السن الليفي: هو قلم يتكون سنه من نسيج ليفي يتصل بأنبوب داخلي أو لفافة ليفية أيضًا مشربة بالمداد السائل الذي يصل إلى السن عن طريق التشرب . وهو وسط في سهولة الاستخدام بين القلم ذي السن المعدني المشقوق والقلم ذي السن الكروي .

تأثير مواصفات القلم على المخرج الكتابي وخواص الجرات :

- من المتوقع أن تؤدى خواص السن المعدني المشقوق إلى ظهور أخدود فارغ بين مساحتين داكنتين . علاوة على تعدد مواضع التوقف لتغيير اتجاه حركة سن القلم . وظهور خدوش في نسيج الورقة على حواف الجرات الخارجية .
- ومن المتوقع في القلم ذي السن الكروي والمداد اللزج انسياب حركة القلم ومرونة الاتصالات بين الجرات وخلوها الطبيعي من الوقفات والعثرات وتجانس توزيع الكثافات المدادية مع ظهور أخاديد قليلة الكثافة نسبيا عند موضع تماس الكرة .
- ومن المتوقع في القلم ذي السن الليفي أن تكون المعاوقة الناشئة عن طبيعة السن واحتكاكه بالورقة سببًا في حدوث خشونة نسبية في الحدود الخارجية للجرات وحدوث انتشاعات أو تشربات مدادية زائدة في مواضع بطء الحركة أو تغيير اتجاهها .

سادسًا: الأختام والأكلاشيهات:

طريقة صناعة الأختام عمومًا: قوالب الأختام هى ببساطة أجسام صلبة معدنية أو بلاستيكية أو حتى خشبية بها نقوش وزخارف وكتابات تمثل بروزًا أو غورًا في سطح الخاتم. وتتعدد أشكال قوالب الأختام بحسب أهميتها وهل تنتمى لجهات رسمية أم أشخاص طبيعية أو اعتبارية خاصة .

الحفر اليدوى: يتم حفر تلك النقوش عادة بالحفر اليدوي وهى مهارة خاصة للمتخصصين فى الزنكوغراف تستخدم فيها عادة أدوات حادة أشبه بالأزميل من معدن أكثر صلابة من معدن جسم القالب نفسه حيث تنقش الصورة المطلوبة منعكسة كصورة مرآة بحيث تعطى البصمة المدادية للقالب عبارات مقروءة .

الحفر الآلي: وهو أشبه بالحفر اليدوي فى كونه ينشأ عن أثر إعمال سن السلاح الحاد فى جسم القالب الخام لإنتاج النقش المطلوب . وغاية الفرق بينهما هو أن الحركة الآلية هنا تنشأ عن ماكينة حفر كهربائية أشبه بماكينة نسخ المفاتيح ، ولها القدرة على نسخ النقوش والزخارف . ومن ثم يمكن عمل عدة نسخ من ذات القالب مما يقلل من فرديته .

الحفر الكيميائي: يعتمد الحفر الكيميائى على التفاعل الضوئى بين مادة القالب وهى من نوعية تسمى فوتو بلاستيك أو من معدن معين يتم معالجته كيميائا ثم وضع شريحة فيلم مصور (أبيض وأسود) ثم التعريض للضوء لفترة زمنية محسوبة بدقة يتفاعل خلالها الضوء مع مادة جسم القالب فى مواضع النفاذ ، وبعدها يتم غسل السطح بأحماض خاصة فيحدث التفاعل المطلوب لإحداث الفرق فى بروز سطح الخاتم أى نتوء النقش المطلوب (أو غوره) .

شكل 15ـ بعض نماذج بصمات أختام معدة بحفر كيميائى

§ **مواصفات الخاتم الصحيح**: نظرًا لدقة صناعة أختام الجهات الرسمية فإنها غالبًا ما تتميز بدقة النقوش والزخارف وتماثلها . . بعكس الأختام المقلدة التي يظهر بها تشوهات وعدم تماثل النقوش والزخارف وربما تدخل الخط اليدوى لاستكمال نقوش البصمة .

§ **مظاهر التزوير في بصمات الأختام**: (تدخل الكتابة اليدوية ـ عدم تماثل النقوش والزخارف ـ عدم تماثل المسافات بين الإطارين ـ ظهور الآثار الشبكية ـ ظهور النقط المدادية الملونة المميزة لطابعات نفث الحبر ـ تشوه الأبعاد والنقوش ـ ظهور الآثار الكربونية) .

وسائل تأمين المستندات:

كلما زادت قيمة المستند وأهميته تزايد احتمال تعرضه لعملية التزوير ، وإذا كان الدور الرئيسي للمستندات هو قيامها بحفظ الحقوق الاتفاقية أو القانونية بحسبان أن هذه الحقوق تتحول في لحظة ما إلى شيء قابل للتقييم بالمال ، فإن النقود التي هي منتهى صور التقييم المالي هي الأكثر تعرضًا ولا شك لعملية التزوير التي تسمى في هذا الشأن تزييفًا أو تقليدًا وكلا المصطلحين بقع تحت مظلة مصطلح التزوير كمعنى شامل وعام لكل تغيير في الحقيقة المستندية . ولما كان ذلك ، فإن التعرض بالشرح لتأمين المستندات ضد التزوير يجد النموذج الأفضل في العملات الورقية (أوراق البنكنوت) .

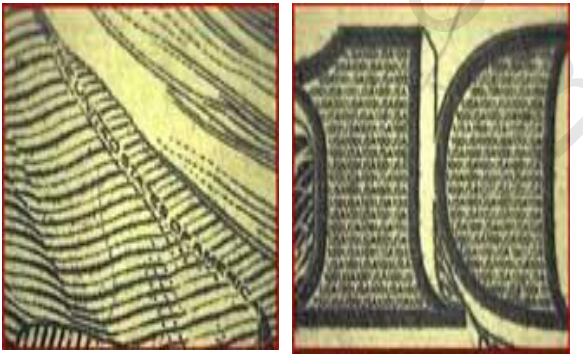
وسائل تأمين أوراق النقد في كل دول العالم :

1 . **استخدام نوعية خاصة جدًا من الورق**: فالعملات النقدية الورقية تستخدم في صناعتها نوعية خاصة جدا من الورق المصنوع من القطن بعكس الأوراق العادية التي تصنع من لب الخشب غالبًا . مما يمثل علامة فارقة في تكوين دعامة المستند الأساسية والتي هي الورق ، وهذا الاختلاف و إن كان السبب في وجوده يرتبط بالجودة النوعية أساسا باعتبار أن النوعية الجيدة من ورق العملة يضمن لها فترة استخدام وتداول طويلة ويقلل من تكلفة طباعة وإعادة إنتاج عملات جديدة لتعويض التالف ، فإنه كذلك – أعنى هذا الاختلاف – يكون وسيلة تأمين لها قيمتها عن المقارنة .

2 . **دقة الطباعة**: إن إمكانيات الدولة بوصفها السلطة السيادية والطرف الأوفر ملاءة مالية تمكنها من استخدام ماكينات طباعة أمنية متخصصة باهظة الثمن من جانب ودقيقة وجيدة المخرجات الطباعية من جانب آخر . ولا يمكن للأفراد والمؤسسات الصغيرة منافسة الدولة في تحقيق طباعة لها ذات خواص وجودة المخرجات الطباعية لماكينات طباعة البنكنوت ، وهو ما يفسر لجوء المزيفين عادة لاستخدام تقنيات بسيطة كالطابعات الحاسوبية أو الطباعة السطحية (الأوفست) المجردة مع استخدام أساليب مبتكرة لمحاكاة بعض عمليات التأمين الأخرى لمحاولة خداع الضحية عند ترويج العملات المزيفة .

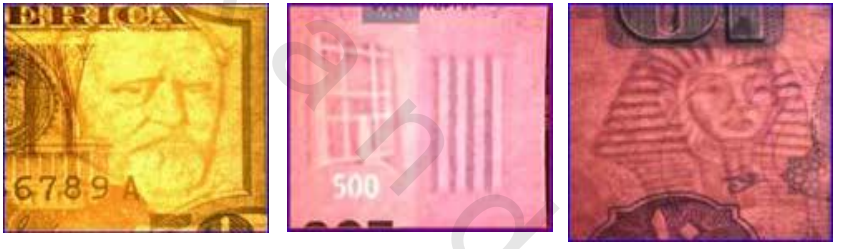
ويرتبط بدقة الطباعة أيضًا ما يسمى العلاقات الترابطية بين أنواع الطباعات المختلفة المستخدمة في تنفيذ النموذج الطباعى المنشود، حيث يوجد في العملات الورقية على مستوى العالم مبدأ تعدد أساليب الطباعة ، فهناك مساحات من التصميم الطباعى للنموذج تطبع بارزة بالطباعة من سطح طباعي غائر وهذه الخاصية مصممة كوسيلة تأمين لخدمة الشخص العادي حيث أن وجودها يعطى بعض الثقة في صحة العملة الورقية وغيابها يؤكد تزييفها ، وهناك بيانات أغلبها رقمية أو رمزية بسيطة تطبع غائرة من سطح طباعي بارز بينما يكون غالب التصميم مطبوعًا من أسطح طباعية مستوية .

3 . **الطباعة الدقيقة (المجهرية)** : ومن حيث حجم النقوش والزخارف لا بد أن يحتوى التصميم الطباعى على كتابات دقيقة لا تقرأ إلا بالتكبير المجهرى وتدخل ضمن تفاصيل التصميم كجزء من الرسم الرئيسي ، ولا يعرف عوام الناس بوجودها ، وتصل دقتها إلى حد يعجز معظم آلات التصوير وطابعات الحاسوب عن قراءتها ومن ثم تنفيذها في المخرج الخاص بها .



شكل 16ـ الطباعة المجهرية الدقيقة

4. **العلامة المائية**: العلامة المائية هي وسيلة تأمين لورق البنكنوت تدمج فيه أثناء صناعته وهى عبارة عن رسم معين قد يكون رئيس الدولة أو أحد أعلامها أو رموزها التاريخية أو أي صورة ذات دلالة مختارة. وتضغط هذه العلامة من سطح بارز عند درجة رطوبة مناسبة في مرحلة تصنيع الورق وقبل مرحلة الصقل والتشطيب النهائي السابقة لعملية الطباعة. ونظراً لانخفاض سمك طبقة السيليولوز في منطقة العلامة المائية فإن نفاذية الضوء خلالها تكون أكثر من غيرها ، لذلك تظهر هذه العلامة واضحة عند رفع الورقة أمام العين المجردة والنظر إليها من خلال الضوء النافذ . ولأن المزيفين لا يحصلون على الورق الأمني بما يحمله من علامات مائية فإنهم يحاولون تقليد مظهر هذه العلامات عن طريق طباعتها بأكليشيهات خاصة بين طبقتين من الورق .



شكل 17 ـ **العلامة المائية**

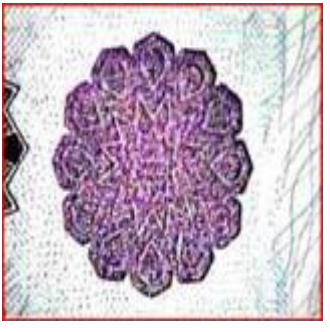
5. **شريط الضمان**: أما شريط الضمان فمنه ما هو مغروس كليًا في نسيج الورقة عند صناعتها، ومنه ما هو مغزلي ينغرس بعضه ويخرج بعضه على سطح الورقة ، وكلاهما يكون مطبوعًا عليه طباعة دقيقة بقيمة العملة واسم جهة الإصدار غالبًا .

شكل 18ـ **شريط الضمان**

6 . **الطباعة المتتامة**: يمكن اعتبار هذا المصطلح تعريبًا مقبولاً لعدد من المصطلحات الأجنبية مثل (see through) أو (perfect registration) وكلاهما هو مؤشر لمدى دقة الطباعة الأمنية . ومعنى المصطلح وجود شكل معين كجزء من التصميم الطباعى للوحتي الوجه والظهر في ورقة العملة بحيث تتكامل طباعة هذا الجزء المتطابق في اللوحتين لتعطى عند النظر من خلال الضوء النافذ شكلا معينا بتتام الجزأين المطبوعين . ومن أمثلة ذلك رمز (عين حورس) في العملات المصرية .

شكل 19 – **الأشكال المتتامة**

7 . **الأحبار المتغيرة بصريا** (optical variable inks) : هي أحبار تطبع بها مساحات معينة من التصميم الطباعى ، قد تكون القيمة الرقمية للعملة أو رمزًا أو شكلاً خاصًا ضمن التصميم . وتتسم هذه الأحبار بأنها تظهر للعين المجردة متغيرة اللون بحسب زاوية سقوط الضوء ومن ثم انعكاسه على العين ، و في العملات المصرية تتلون تلك الأحبار بين الأخضر والبنفسجي والبني .



شكل 20 – **الأحبار المتغيرة اللون بصريا**

8 . **الشعيرات المتفلورة** : هي ألياف مشبعة بأحبار وضاءة أي متوهجة ضوئيًا عندما يسقط عليها ضوء الأشعة فوق البنفسجية .

** وليس بالضرورة توافر كل علامات التأمين في كل المستندات المؤمنة إذ لا يقاس الأمر على العملات الورقية فهي حالة شديدة الخصوصية . أما ما عداها من المستندات فيكفي تأمينها بوسيلة أو اثنتين أو أكثر تناسبًا طرديًا مع أهميتها .

شكل 21 – **علامات التأمين فى العملة المصرية**