الصناعات الخشبية

د. تاج الدين حسين نحضرون

يهدف التوجه في الصناعات الخشبية إلى تنويع الانتاج ، وتلافي بعض أوجه القصور في الأخشاب المنشورة، والمتمثلة في محدودية طول وعرض وحجم المكونات الخشبية المتحصلة من الأخشاب المنشورة. بالإضافة إلى تناقص نسبة الأشجار كبيرة الحجم التي تنتج أحجاماً مناسبة من الأخشاب المنشورة.

تعد صناعة الأخشاب صناعة مستقرة وتلعب دوراً بارزاً في تنشيط الاقتصاد الوطني وفي تقدم الأمم وذلك لعدة أسباب منها:

- أن الخشب من منتجات الغابات وهي موارد طبيعية متجددة يمكن إعادة إنمائها وتجديد واستدامة إنتاجها أو زيادة الإنتاج متى ماكان ذلك ضرورياً.

- أن تشعب خصائص الأخشاب كمادة طبيعية يجعلها صالحة لاستعمالات وصناعات عديدة، يمكن أن تتسبب في ازدهار صناعات أخرى ، مما يوسع من القاعدة الاقتصادية وأنشطتها.

- تكامل هذه الصناعات من حيث استعمالها للمواد الخام والمواد المصنعة ، إذ يمكن إستعمال مخلفات صناعات نشر الأخشاب والأبلكاج مثلاً لصناعات الورق وألواح الخشب الحبيبي وألواح الخشب الليفي.

- إمكان استعمال الأخشاب المنشورة والألواح معاً في صناعة الأثاث والمباني وغيرها.

متطلبات الصناعات الخشبية

من أهم متطلبات الصناعات الخشبية ما يلي:-

● المواد الخام

تمثل الأخشاب ومخلفاتها المواد الخام الأساسية لهذه الصناعات. ومن أبرز سمات صناعات الأخشاب دورها في تحسين كفاءة استخدامها للمواد الخام حيث تتكامل هذه الصناعات بصورة إقتصادية بعضها مع بعض في إستهلاك المواد الخام، ولذلك ينبغي إقامة هذه الصناعات بطريقة يتيسر معها هذا التكامل، كما يجب مراعاة تكامل هذه الصناعات مع الغابات في المقام الأول لضمان إنسياب متطلبات هذه الصناعات من المواد الخام دون انقطاع، وذلك بتطبيق نظم الإدارة الفنية المكثفة على الغابات ، وتطوير وسائل قطع الأخشاب ونقلها، علماً بأن هذه الصناعات –في هيئتها المتكاملة – تستخدم أخشاب الجذوع والفروع ، ومخلفات قطع الأخشاب ، ومخلفات النشر والصناعات الخشبية الأخرى.

عند وصول الأخشاب لمواقع التصنيع يتم التعامل معها بطرق مختلفة حسب المنتجات المراد تصنيعها. وقد يزال عنها اللحاء أو تنشر أو تقطع إلى شظايا أو حبيبات، أو تشكل، أو تقشر إلى رقائق أو تحّول إلى ألياف في شكل عجينة للورق، أو ألواح ألورق، أو ألواح الخشب الليفي، وجميعها تهدف إلى إعداد المادة الخشبية الخام لإنتاج الأخشاب المنشورة، والورق، والواح الورق، والواح الخشب المعاكس، والخشب الحبيبي، والخشب الليفي.

● المواد اللاصقة

بالإضافة للمواد الخشبية الخام تتطلب معظم هذه الصناعات الخشبية عنصراً آخراً يتمثل في المواد اللاصقة التي تستعمل لربط أجزاء الأخشاب مع بعضها لتكوين المنتجات الخشبية المركبة، وهي إما مواد لاصقة طبيعية من أصل نباتي أو حيواني أو مواد لاصقة اصطناعية منتجة من الراتنجات. وهناك أنواع عديدة من هذه المواد تتمتع بخصائص مختلفة، وقد ساعد اكتشافها في إزدهار الصناعات السليولوزية بشكل عام. ومن أهم هذه المواد: اليوريا فورمالدهيد، والفينول فورمالدهيد، والريسورسينول فورمالدهيد.

وتشمل الخصائص الهامة المطلوبة في هذه المواد اللاصقة ما يلي:

- ضرورة أن تكون لزوجة المادة اللاصقة في الحدود المعقولة حتى يتم توزيعها وانتشارها على المادة الخام وبالتالي زيادة قوة الربط.

- يجب أن تكون نسبة المادة الصلبة في الخليط (التركيز) بالمستوى الذي يقلل من نسبة الماء في المادة الخام، ولكن ليس بالدرجة التي تتسبب في رفع اللزوجة أكثر مما يجب.

- يجب أن تكون قوة الترابط بين الأجزاء الخشبية المختلفة عالية، وتعد هذه الخاصية من المتطلبات الأساسية للمواد اللاصقة.

- استخدام المادة اللاصقة قبل فترة من عمرها التخزيني، إذ أن لكل مادة لاصقة عمر تخزيني محدد تفسد بعده وتكون غير صالحة للإستعمال.

- ضرورة أن تكون المدة المطلوبة لتصلب المواد اللاصقة المختلفة وتماسك الأجزاء تحت الضغط قصيرة بقدر الإمكان ، حتى لاتؤثر سلباً على الإنتاجية .

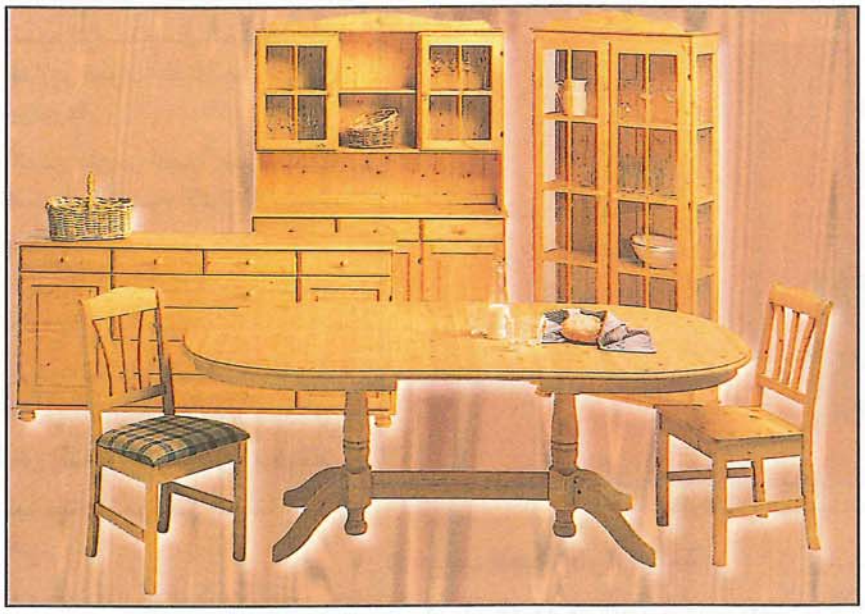
ـ مقاومة المادة اللاصقة للماء ولدرجات الحرارة العالية والمنخفضة وللاحياء الدقيقة، مما يطيل من عمر الأخشاب الموصلة بها في الاستخدام.

الأخشاب المنشورة

عندما تقطع الأشجار تقسم جذوعها إلى كتل حسب مقاسات الأخشاب المطلوبة كخطوة رئيسة من خطوات إعدادها للنشر. وتنشر الكتل عادة إلى ألواح إما في الإتجاه المماسي أو القطري للجذع. ومن أبسط طرق النشر وأقلها تكلفة البدء من خارج الجذع ونشر لوح تلو الآخر في خطوط متوازية حتى ينتهي النشر في الجانب المقابل من الجذع، وتنتج هذه الطريقة عدداً من الألواح المماسية، أي أن اتجاه النشر يكون متوازياً للخطوط المماسية لحلقات النمو، بالإضافة إلى لوح واحد في الاتجاه القطري يمر بمركز الجذع. وتعرف هذه الطريقة بالنشر البسيط أو المماسي (Plain-sawing).

وتنشر الجذوع أحياناً بطريقة أخرى تعرف بالنشر الربعي (Quarter-sawing) حيث تقطع كل الألواح في إتجاه قطري. غير أن هذه الطريقة تعد مكلفة مقارنة بطريقة النشر البسيط بسبب كثرة تحريك الجذوع وكثرة أعداد الألواح الرقيقة الناتجة عنها، والنسبة العالية من المخلفات، الشيء الذي يخفض من نسبة عائد الأخشاب المنشورة من الجذع. وبإستعمال هذه الطريقة يمكن إزالة نخاع الجذع عن الأخشاب المنشورة لما يتصف به خشب النخاع من ضعف وتشقق وعدم نضج، بينما يصعب التخلص من هذا الجزء بطريقة النشر البسيط مما يؤثر على نوعية الألواح المنتجة منها. ولذلك فإن الأخشاب المنشورة بطريقة النشر البسيط أقل قيمة من الأخشاب المنشورة ربعياً، ويعزى ذلك أيضاً لقابليتها للالتواء والتشقق. في حين أن الأخشاب المنشورة ربعياً لاتتصف بهذه العيوب.

وتعتمد عملية النشر في الأساس على مدى مهارة الناشر، وبالأخص الناشر الذي يتحكم في المنشار الرئيسي في بداية خط الإنتاج. ويقوم الناشر الرئيسي بتربيع الجذع الأسطواني بإزالة الأجزاء الخارجية منه. وقد يقسم الجذع الذي تم تربيعه إلى ألواح كبيرة قبل أن يتم تحويلها إلى المرحلة



● إستخدام الأخشاب ومنتجاتها في صناعة الأثاث.

التالية، أي إلى مناشير إعادة النشر التي يتم فيها إعادة نشر الألواح الكبيرة إلى المقاسات المطلوبة. وأثناء عملية النشر قد يغير الناشر في وضع الجذوع وطريقة القطع وزوايا القطع للحصول على أكبر عائد ممكن من القياسات المرغوبة لدى المستهلك بأقل تكلفة ممكنة. وتتم عملية إعادة النشر للمقياسات المطلوبة بثلاث مراحل: النشر للسماكة والعرض المطلوبين، تليها عملية تسوية وتربيع الأطراف، وأخيراً عملية قطع عرضي للأطوال المطلوبة.

تحول كل مخلفات النشر والأجزاء الصغيرة المقطوعة من أطراف الجذوع إلى ماكينة تقطيع خاصة لتحويل هذه المخلفات إلى حبيبات يستفاد منها في صناعة الورق أو الألواح المركبة. ويتطلب ذلك إزالة اللحاء عن الجذوع قبل بداية النشر. وفي بعض الحالات يكون اللحاء ضمن المخلفات التي يتم تقطيعها إلى حبيبات.

بعد الفراغ من عملية النشر تنقل الأخشاب المنشورة إلى مظلة يتم فيها فرز وتصنيف الأخشاب حسب معايير محددة لضبط الجودة تختلف باختلاف مجال استخدام هذه الأخشاب. بعد ذلك تعد الأخشاب لعملية التجفيف، إما عن طريق التجفيف الطبيعي أو التجفيف في أفران التجفيف. وقد تباع الأخشاب أو تستعمل بحالتها هذه، أو يتم مسحها وتسوية سطوحها بماكينات خاصة موجودة بالمناشر الكبيرة أو في مواقع التصنيع.

وفي حالة مسح الأخشاب تتم عملية الفرز بعد المسح. وتستخدم مخلفات الأخشاب التي يتم مسحها ـ نشارة الخشب ـ في صناعة الورق، وألواح الخشب الحبيبي، وألواح الخشب الليفي.

العوارض الخشبية المطبقة

العوارض الخشبية المطبقة (Glue-laminated wood) عوارض كبيرة الحجم ناتجة من تلصيق عدد من الألواح الخشبية المنشورة بعضها مع بعض بحيث يكون إتجاه الألياف متوازياً في الطبقات المتتالية. وتبدأ العملية بتوصيل ألواح الأخشاب المنشورة رأساً برأس لزيادة الطول ثم توصل هذه المركبات الطويلة بعضها فوق بعض لزيادة سمك العوارض.

وللحصول على توصيلات قوية ذات كفاءة عالية يستحسن استعمال بعض الأخشاب الرخوة ذات الكثافة المتوسطة أو أقل لتمكين المواد اللاصقة من التغلغل داخل الخشب وزيادة قوة الترابط بين الألواح الموصولة. وحيث أن هذه العوارض تستعمل للأغراض الإنشائية فإنه ينبغي إستعمال الأنواع الجيدة من المواد اللاصقة الإصطناعية الحديثة. وقد شاع إستعمال اليوريافورمالدهيد في العوارض المستعملة داخلياً والتي لاتتعرض للظروف الخارجية من أمطار وحرارة وبرودة شديدتين، بينما شاع استخدام الريسورسينول

فورمالدهيد للإستعمال الخارجي لأنه مقاوم لتأثير العوامل الخارجية من ماء وحرارة وغيرها.

وهناك نوعان من العوارض المطبقة يختلفان في اتجاه الألواح الأولية، والنوعان هما:

١ـ العوارض المطبقة أفقياً: وفيها يمتد عرض الألواح الأولية أفقياً.

٢ـ العوارض المطبقة رأسياً: وفيها يمتد عرض الألواح الأولية في الاتجاه العمودي.

● مراحل إنتاج العوارض المطبقة

تمر عملية إنتاج العوارض المطبقة بأربع مراحل هي:

ـ استلام وخزن الألواح الخشبية المنشورة (الأولية) ومن ثم تجفيفها وفرزها حسب نوعيتها ومتانتها.

ـ الإعداد للمسح بالمواد اللاصقة، ويشمل مسح الألواح للحصول على أسطح نظيفة، وإجراء عملية التوصيل الرأسي للألواح، وأخيراً الجمع التجريبي.

ـ المسح بالمواد اللاصقة والتوصيل، وتبدأ بمسح الألواح بالمادة اللاصقة وتوصيلها وربطها بملازم أو ضغطها حتى تتصلب المادة اللاصقة وتتماسك الألواح وتترابط جيداً.

ـ التشطيب، ويشمل مسح الحواف بغرض إزالة أية بقايا من المواد اللاصقة في أطراف العوارض وتسوية الأطراف.

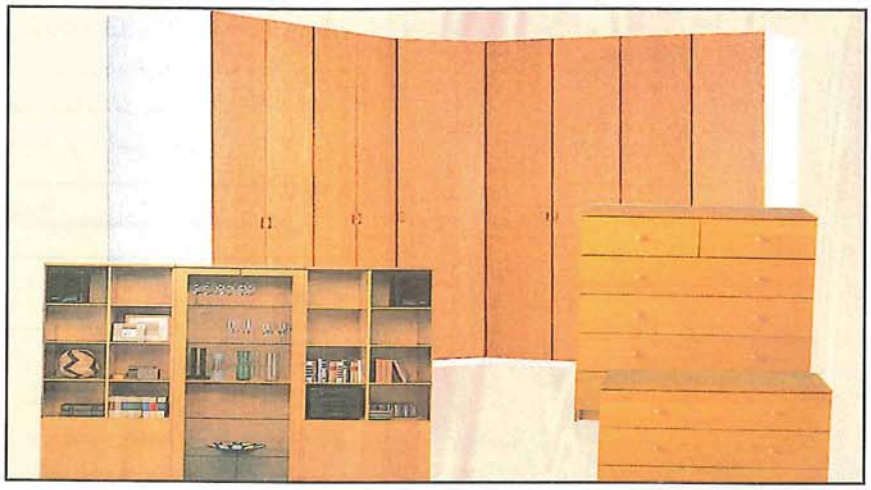
● مزايا العوارض المطبقة

للعوارض المطبقة مزايا عديدة أهمها :

١ـ يمكن عن طريقها إنتاج عوارض أكبر وأطول سمكاً بأكثر مما يمكن الحصول عليه من الأخشاب المنشورة، وذلك للاستخدام في المنشآت الكبيرة وبناء الجسور.

٢ـ يمكن إنتاج عوارض مقوسة تستعمل في أنشاء القبب وأنواع الأسقف المقوسة الأخرى.

٣ـ يمكن وضع الألواح ذات المتانة العالية والنوعية الجيدة في الطبقات الخارجية حيث الضغوط العالية، والألواح الأقل جودة في الطبقات الوسطى حيث تقل أو تنعدم الضغوط.



● إستخدام القشرة الخشبية لتجميل قطع الأثاث .

● عيوب العوارض المطبقة

لاتخلو العوارض المطبقة من بعض العيوب منها مايلي:

١ـ لابد من تركيبها في مصنع تحت ضوابط محكمة لضبط الجودة.

٢ـ يعد انتاجها باهظ التكاليف مما يجعل أسعارها تعادل ٣-٥ أضعاف أسعار الأخشاب المنشورة.

٣ـ وجود بعض المشاكل في النقل بسبب كبر الحجم والوزن الثقيل لهذه العوارض.

الأخشاب المقواة

تم استحداث ثلاثة أنواع من المنتجات الخشبية المقواة والمنتجة في الغالب من نوعيات متدنية من الخشب الخام. وتنتج ثلاثة من هذه المنتجات من الرقائق الخشبية بسمك ٢-٣ مم، يتم تجفيفها ومسحها بمادة فورمالدهيد الفينول اللاصقة ومن ثم ضغطها بعد رص طبقات منها فوق بعضها فوق بعض بحيث يكون اتجاه الألياف متوازياً في الطبقات المتتالية.

أما المنتج الرابع فيستخدم فيه جزء من جذع الشجرة المقطوعة، ويضغط بين بكرات ثقيلة الوزن للحصول على تركيب ليفي شبكي يتم مسحه بفورمالدهيد الفينول (المادة اللاصقة) ثم ضغطه للحصول على لوح خشبي بكثافة عالية.

تتمتع كل هذه المنتجات بكثافة وخصائص ميكانيكية عالية مقارنة بالاخشاب الإنشائية الأخرى، ولذلك يمكن استخدامها بأحجام أصغر من أحجام الأخشاب الإنشائية الأخرى مما يقلل من تكاليفها العالية.

القشرة

القشرة الخشبية عبارة عن رقائق خشبية رفيعة ذات سمك منتظم يبلغ ٠,٦ سم أو أقل، يحصل عليها من عملية تقشير الجذوع أو الكتل الخشبية أو تقطيعها إلى شرائح.

تبدأ عملية تصنيع القشرة بتقطيع جذوع الأشجار إلى كتل خشبية تناسب ماكينة التقشير أو التقطيع. ثم يتم تعريض الكتل إلى بخار ماء ساخن أو وضعها في حمام ماء ساخن لتليينها وتسهيل إزالة اللحاء والتقشير. بعد إزالة اللحاء تُحمل الكتل على ماكينة التقشير أو التقطيع. ويتم تقشير الكتل أو تقطيعها إلى شرائح بإحدى طريقتين: طريقة التقشير الدائري الناتجة عن دوران الكتلة الخشبية على آلة قاطعة حادة مثبتة في مسار محيط الكتلة. وينتج عن هذه الطريقة شريحة واحدة متصلة من كل كتلة. أما الطريقة الثانية فهي عبارة عن عملية تقطيع الكتلة إلى عدة شرائح نتيجة لتحريك الكتلة عمودياً من أسفل إلى أعلى وبالعكس، أو افقياً من اليمين إلى اليسار وفي كل حالة تمر الكتل بآلة قاطعة حادة في أحد الإتجاهين ـ الحركة إلى أسفل في الحركة العمودية والحركة إلى اليمين مثلاً في حالة الحركة الافقية ـ وتقطع شريحة واحدة في كل من هذه التحركات.

بعد الحصول على الرقائق لابد من تجفيفها لأن الكتل أثناء تقشيرها تكون مشبعة بالرطوبة بعد تعريضها للبخار أو الماء الساخن لتليين أليافها. وتتم عملية التجفيف داخل أفران تبلغ درجة الحرارة فيها بين ١٠٠-١٨٠م. بعد التجفيف تكون القشرة جاهزة للإستعمال إما كقشرة لتجميل قطع الأثاث والأبواب والجدران الداخلية في المنازل أو أن يصنع منها الأبلكاج (الخشب المعاكس).

الأبلكـــــاج

تتطلب صناعة القشرة والأبلكاج جذوعاً من نوعية جيدة بحيث تكون أسطوانية ومستقيمة وكبيرة الحجم بقدر المستطاع، ويبلغ سمك الرقائق المطلوبة لصناعة الأبلكاج من ١,٥ إلى ٢مم.

بعد التجفيف يتم تقطيع الرقائق إلى المقاسات المطلوبة للألواح وتزال العقد (العيون) وأي عيوب أخرى من الرقائق وتستبدل بقطع جيدة من بقايا الرقائق. تلصق الاجزاء القصيرة من الرقائق من حوافها حسب المقاسات المطلوبة. بعد ذلك تمسح الرقائق بالمادة اللاصقة، ويرص العدد المطلوب منها بعضها فوق بعض بطريقة متعاكسة ، أي أن إتجاه الألياف في أي طبقة يكون متعامداً مع اتجاه الألياف في الطبقة التي تليها ثم تضغط الرقائق إلى ألواح لفترة تتفاوت من ٢ إلى ١٠ دقائق حسب سمك الألواح والمادة اللاصقة المستعملة ودرجة حرارة الصفائح الحديدية التي تضغط بينها الألواح.

تتكون أبسط أنواع ألواح الأبلكاج من ثلاث طبقات ـ طبقة وسطية (قلب) وطبقتين سطحيتين وقد يزاد عدد الطبقات حسب الإستعمال.

تتصف ألواح الأبلكاج بصفات جيدة قد لاتتوفر في الأخشاب المنشورة أو منتجاتها المصنعة الأخرى. حيث تتمتع بقوة ومتانة عالية بسبب تعامد اتجاه الألياف في الطبقات المتعاقبة، ولنفس السبب تتمتع هذه الألواح باستقرار شديد مع تغيرات الرطوبة فلا تنكمش مع التجفيف، وبالتالي لاتتعرض للتشقق والالتواء مثل الأخشاب المنشورة. ولذلك تفضّل ألواح الأبلكاج في إستعمالات كثيرة حساسة خاصة في الأغراض الإنشائية. كذلك تستعمل الواح الأبلكاج في تركيب عوارض كبيرة الحجم وأطول مما قد يُتحصل عليها من الأخشاب المنشورة. وتستعمل أيضاً في توصيل المكونات الخشبية اللازمة لعمل مقصات أسقف المباني والجمالونات. ويمكن لألواح الأبلكاج أن تتعارض في إتجاهين عموديين نسبة لتساوي القوة والمتانة في الاتجاهين، على النقيض من الأخشاب المنشورة حيث تكون القوة والمتانة أقل في الاتجاه العمودي على الألياف عنها في الاتجاه الموازي للألياف. وتتصف ألواح الأبلكاج أيضاً بالمرونة بالإضافة إلى القوة ولذلك يمكن ثنيها لعمل أسقف مقوسة.

ألواح الخشب الحبيبي

تعد ألواح الخشب الحبيبي أحدث أنواع الألواح الخشبية المركبة التي تطورت صناعتها تطوراً سريعاً في النصف الأخير من هذا القرن ، و تستعمل هذه الصناعة أنواعاً عديدة من المواد الخام أهمها الأخشاب ومخلفاتها ، كما يمكن استعمال مخلفات قصب السكر والقصب وسيقان القطن وقشرة الفول السوداني والكناف وغيرها. وتؤثر كثافة الأخشاب المستعملة على خصائص الألواح المنتجة منها ، وأنسب كثافة هي دون المتوسطة بقليل، وتنتج عنها نوعية جيدة من الألواح.

لإعداد المادة الخام يتم تفتيت الخشب أو المواد اللجنوسليلوزية (مواد نباتية الاصل مركبة من لجنين وسليلوز) الأخرى إلى حبيبات بما فيها اللحاء في أغلب الأحيان، وفي بعض الأحيان يزال اللحاء قبل عملية تفتيت الأخشاب. ويعاد تفتيت الأحجام الكبيرة من الحبيبات بواسطة مطحنة. بعد ذلك تجفف الحبيبات ثم تنخل على مرحلتين: الأولى لإزالة الذرات الصغيرة، والمرحلة الثانية لإزالة الحبيبات الكبيرة لإعادة تفتيتها للحجم المناسب،حيث أن خلط الذرات الصغيرة مع الحبيبات الكبيرة يضعف من قوة ومتانة الألواح ويزيد من استهلاك المواد اللاصقة.

بعد ذلك تبدأ عملية خلط المواد اللاصقة مع بعض المواد المضافة مثل الشموع والمواد المصلبة لإضافة بعض الخصائص المرغوبة للألواح مثل خفض قابلية الألواح لامتصاص الماء، أو زيادة مقاومتها للآفات وغيرها. يلي ذلك إضافة كمية محددة من هذا الخليط مع وزن محدد من الحبيبات المجففة وتخلط جيداً، وتعد هذه الخطوة من المراحل الهامة لتحديد نوعية وتكاليف الإنتاج.

تتم بعد ذلك عملية بسط الحبيبات المخلوطة مع المواد اللاصقة والمواد المضافة بسمك متساو على أن تكون الحبيبات مفككة بقدر الإمكان. ويبسط الخليط على صفائح حديدية بطريقتين: إما في شكل طبقة واحدة متجانسة من حيث حجم الحبيبات. وإما بسطه مع في ثلاث طبقات ـ يختلف حجم الحبيبات في الطبقات المختلفة ـ تتكون الطبقتان السطحيتان من حبيبات صغيرة بينهما طبقة وسطية من حبيبات كبيرة الحجم. ويهدف وضع الحبيبات الصغيرة في سطحي الألواح إلى إكسابها قوة ومتانة مع نعومة السطحين. أما وضع الحبيبات الكبيرة في الطبقة الوسطى من الألواح فإن الهدف منه وضع مادة عازلة.

يلي ذلك ضغط الألواح على مرحلتين: الأولى بين صفائح حديدية باردة وداخل قالب لتثبيت أطراف الألواح، ثم يُبْعد القالب ويضغط اللوح بين صفائح ساخنة لمدة ١٠دقائق أو أقل حسب سمك الألواح ودرجة الحرارة المستعملة.

وتقل مدة الضغط كلما ارتفعت درجة الحرارة. وأخيراً تتم تسوية أطراف الألواح وتمسح الأوجه بماكينة سنفرة لتنعيمها ، وتخزن الألواح إلى أن يتم نقلها إلى الأسواق أو أماكن الإستخدام.

ألـــواح الخشب الليفي

تعد ألواح الخشب الليفي منتجات متجانسة ذات سطح أملس وأطراف متماسكة وأكثر مقاومة لتأثيرات الرطوبة مقارنة بالواح الخشب الحبيبي. ويمكن تغطيتها بالرقائق الخشبية (القشرة الخشبية) أو الفورمايكا بسهولة. وتستعمل في مجالات عديدة أهمها صناعة الأثاث والمباني.

● تصنيع ألواح الخشب الليفي

تصنع ألواح الخشب الليفي من الأخشاب ومخلفاتها وبعض المواد

اللجنوسيلولوزية الأخرى بعد تحويلها إلى ألياف في شكل عجينة خشنة. وتعد عملية إعداد الألياف أو العجينة من أهم مراحل التصنيع، وتستعمل فيها طرق ميكانيكية أو حرارية/ميكانيكية لتحويل المواد الخام إلى الياف، وتشمل هذه الطرق ما يلي:

* **عجينة الخشب المطحون:** وفيها تضغط الكتل الخشبية على أحجار مستديرة مسننة وخشنة تدور بسرعة عالية، وتغسل الألياف المنزوعة من الكتل بكميات كبيرة من الماء وتجمع في حاويات.

* **الأقراص الطاحنة:** وتتألف من قرصين حديديين مسننين من الداخل يدور أحدهما بينما يكون الثاني ثابتاً أو يدور القرصان في إتجاهين متعاكسين. وفي هذه الطريقة يمكن استعمال حبيبات باردة لعملية الطحن أو حبيبات سبق تسخينها بتعريضها لبخار ماء أو ماء ساخن لتليين الألياف. وفي الحالة الثانية يطلق على العملية "**طريقة أسبلند**" لإعداد العجينة.

* **طريقة الماسونايت:** ويتم فيها وضع الحبيبات في حاوية محكمة القفل تتحمل الضغط العالي، وتعرض لبخار تحت ضغط عالي يبلغ ٢٥٠ باسكال. ثم يتبع ذلك بخار تحت ضغط أعلى يبلغ ٦٥٠٠ باسكال للتأكد من تشبع وتليين الحبيبات. وفجأة وبسرعة يرفع الضغط عن الحاوية ومحتوياتها من الحبيبات ونتيجة لذلك تنفجر الحبيبات، وتتحول إلى ألياف فردية.

بعد اكتمال إعداد الألياف يتم تجفيفها إلى حوالي ٥٪ محتوى رطوبي، ثم تخلط مع المواد اللاصقة والمواد المضافة، وتكون المادة الليفية عادة منتفخة بدرجة عالية ويصعب التعامل معها، وقد تتكون منها كرات أو كتل ليفية أثناء عملية خلطها بالمواد اللاصقة مما يصعب معه بسط الخليط بسمك متساو. ويبسط الخليط بإحدى طريقتين: الأولى بسط هوائي والثانية بسط العجينة المبتلة في كميات كبيرة من الماء. يلي ذلك ضغط أولي لخفض السمك وتسهيل العمليات اللاحقة. ثم يتم الضغط النهائي بين الواح حديدية ساخنة لمدة ٦ الي ١٠ دقائق حسب سمك الألواح ودرجة الحرارة. وتنتج بعض أنواع الألواح بدون ضغط. بعد ذلك تنقل الألواح المضغوطة إلى المناشير لنشر وتسوية الحواف، ثم ترص الألواح لتبريدها ومن ثم سنفرتها وخزنها. ولايتم ضغط الألواح العازلة بهذه الطريقة ولذلك تكون لها كثافات منخفضة.

● أنواع ألواح الخشب الليفي

يمكن تصنيف ألواح الخشب الليفي حسب طريقة التصنيع وكثافة الألواح الناتجة عنها إلى قسمين رئيسيين هما: الألواح المضغوطة والألواح غير المضغوطة، ويشمل كل قسم منهما على أنواع مختلفة من الألواح كما يظهر من التقسيم التالي:

* **الألواح المضغوطة:** وهي الألواح التي تم تصنيعها تحت الضغط كما سبق ذكره. وتنقسم هذه الألواح بدورها إلى أنواع الألواح التالية حسب درجة الضغط المستعملة وكثافة الألواح الناتجة عنها:

- **ألواح متوسطة الكثافة:** وهي ألواح مضغوطة بكثافة تتراوح ما بين ٠,٤ الي ٠,٨ جرام/سم٣ وتستعمل غالباً في المباني وصناعة الأثاث.

- **ألواح صلبة:** وهي ألواح مضغوطة لكثافة تتراوح ما بين ٠,٨ الي ١,٢ جرام/سم٣.

- **ألواح مقواة:** وهي ألواح مضغوطة لكثافة تتراوح ما بين ١,٢ الي ١,٤٥ جرام سم٣، تصنع لاستعمالات خاصة مثل حفظ المعدات الكهربائية وغيرها.

* **ألواح غير مضغوطة:** وتتراوح كثافتها من ٠,٤ جرام/سم٣ فأقل، وهي إما أن تكون مصنعة خصيصاً كمادة عازلة، وهذا النوع تتفاوت كثافته بين ٠,٠٢ - ٠,١٥ جرام/سم٣، أو تصنع لاستعمالات متعددة، وفي هذه الحالة تكون الكثافة أعلى من سابقتها، وتتراوح ما بين ٠,١٥ الي ٠,٤ جرام/سم٣.

صناعة الورق

تعد صناعة الورق وألواح الورق من أكثر الصناعات إزدهاراً وتطوراً في العالم. وبالرغم من أن حوالي ٨٠٪ من الورق المنتج في العالم يصنع من مواد خشبية إلا أن هناك مخلفات زراعية عديدة تستعمل لهذا الغرض مثل سيقان القطن والكناف ومخلفات صناعة قصب السكر وغيرها.

وتتلخص عملية صناعة الورق في مراحل تبدأ بتحويل المادة الخشبية أو المواد اللجنوسليولوزية المناسبة الأخرى إلى ألياف تخلط مع كميات كبيرة من الماء ثم يبسط الخليط على مساطب منخلية لتصريف الماء والحصول على عجينة الورق أو لب الورق. وتجري بعد ذلك عدة عمليات أخرى على هذه العجينة حتى تتحول إلى ورق.

وهناك طريقتان أساسيتان لإعداد عجينة الورق وهي: الطريقة الميكانيكية والطريقة الكيميائية بالإضافة إلى طرق أخرى كيمو/ميكانيكية.

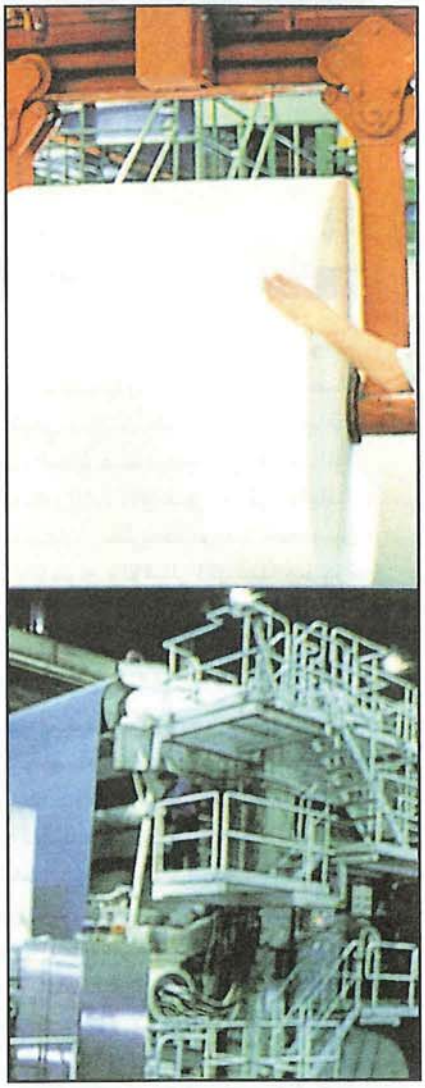
● الطريقة الميكانيكية

تتصف العجينة المنتجة ميكانيكيا بأنه لايحدث فيها تغيير كيميائي يذكر، وتستخدم لها نفس الطرق الميكانيكية التي سبق ذكرها في إعداد عجينة الخشب الليفي، والتي تشمل طريقة عجينة الخشب المطحون، وطريقة الأقراص الطاحنة، وطريقة الماسونايت.

● الطريقة الكيميائية

يتم إعداد العجينة بالطريقة الكيميائية باستعمال عدة مواد كيميائية مناسبة تحت درجات حرارة عالية لإذابة مادة اللجنين التي تربط الألياف بعضها مع بعض، وبالتالي تحررها عن بعض، وذلك بخلط هذه المواد الكيميائية مع المواد الخام بعد تفتيت هذه المواد إلى حبيبات أو شظايا باحجام معقولة للتأكد من تغلغل المواد الكيميائية إلى جميع أجزاء الحبيبات. وتشمل الطرق الكيميائية المستخدمة في إعداد عجينة الورق مايلي:

* **طريقة الصودا الكاوية (NaOH):** وكانت أكثر إستعمالا في الماضي ولكن قل استعمالها حالياً نسبة للمفعول القوي والسلبي للصودا الكاوية (هيدروكسيد الصوديوم) على الألياف عندما تكون بمفردها، إذ يتسبب تعرض الألياف لها عند درجات حرارة عالية ولمدة طويلة في تقطيعها وإضعافها، وبالتالي التأثير على قوة ونوعية الورق المنتج منها. وقد استعملت هذه الطريقة مع الأخشاب الصلدة نسبة لقصر أليافها. وفي هذه الطريقة توضع الحبيبات في الحاوية الهاضمة المخصصة، وتضاف إليها الصودا



● إحدى مكائن تصنيع الورق.

الكاوية بنسبة مناسبة لحجم الحبيبات وترفع درجة الحرارة إلى ١٧٥م وتستمر العملية على هذه الحالة لمدة أربع ساعات.

* **طريقة الكرافت (الكبريتات "Sulfate"):** وتعد تطويراً لطريقة الصودا الكاوية والتخلص من سلبياتها المتمثلة في التأثير السلبي للصودا الكاوية على الألياف عندما تكون بمفردها. ويتمثل التحسين في إضافة مادة كبرتيد الصوديوم (Na_2S) إلى الصودا الكاوية. حيث تعمل المادة الأولى (كبرتيد الصوديوم) كوسيط يساعد على الإسراع بعملية إزالة اللجنين والتحول إلى عجينة، وبالتالي تكون الألياف معرضة للصودا الكاوية الساخنة لفترة أقصر مما في الطريقة السابقة. وتتراوح درجات حرارة الخليط بما فيه الحبيبات الخشبية من ١٦٠-١٨٠م، وتستمر على هذه الحالة لمدة ساعتين.

مما يجدر ذكره أن هذه الطريقة تستخدم لإنتاج نسبة كبيرة من عجينة الورق في العالم، وتستعمل مع الأخشاب الرخوة في الغالب كما يمكن استعمالها مع بعض الأخشاب الصلدة.

* **طريقة الكبريتيت (Sulfite):** وتعد أهم طريقة لإنتاج أجود أنواع الورق. وتستعمل مع الأخشاب الرخوة التي لاتحتوي على نسبة عالية من الراتنجات.

وتتلخص الطريقة بخلط ماء الجير مع كمية كافية من غاز ثاني أكسيد الكبريت، بحيث يحتوي التفاعل الناتج على كمية إضافية من ثاني أكسيد الكبريت، وبذلك يصبح الخليط الفعال في عملية التحويل إلى عجينة وسط حمضي يتكون من ثاني كبريتيت الكالسيوم $Ca(HSO_3)_2$ وثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، وذلك وفقاً لمعادلة التفاعل التالية:

$$CaO+H_2O+3SO_2 \longrightarrow Ca(HSO_3)_2+SO_2$$

ونسبة لأن عملية إعداد عجينة الورق بواسطة المواد الكيميائية تتسبب في تآكل السيليلوز، وبالتالي خفض قوة ومتانة الورق، فإنه لابد من إيقافها بأسرع فرصة ممكنة حالما تتحرر الألياف عن بعضها رغم وجود نسبة كبيرة من اللجنين في الجدر الخلوية، ومن ثم البدء في عملية الضرب والتبييض بغرض إزالة بقايا اللجنين المسبب للون الداكن في العجينة.

● الضرب والتبييض

بعد إعداد العجينة ـ سواء بالطرق الميكانيكيه أو الكيميائية ـ يتم إخضاعها إلى عملية خلط وضرب مع كمية كبيرة من الماء لزيادة مرونة الألياف، وزيادة مساحة سطحها، وقدرتها على الإحتفاظ بكميات كافية من الماء مما يساعد على زيادة قوة الترابط بين الألياف عند ضغطها. يلي ذلك البدء في إزالة بقية اللجنين بواسطة عملية التبييض (bleaching) باستخدام مواد التبييض المناسبة مثل هيبوكلورات الصوديوم أو الكالسيوم والكلور وثاني أكسيد الكلور وغيرها.

تعتمد قوة ومتانة الورق على قوة الألياف المفردة وعلى قوة الترابط بينها. وعليه فإن الهدف الأول في عملية تصنيع الورق هو زيادة مرونة الألياف وزيادة مساحة سطحها وزيادة قابليتها للاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء لتقوية الترابط بينها. ويتحقق ذلك بعملية الضرب التي سبق ذكرها.

● إعداد الورق

بعد عمليتي الضرب والتبييض تضاف للعجينة بعض المواد المضافة المطلوبة لتحسين بعض خصائص الورق، يلي ذلك تحويل العجينة المخلوطة في كميات كبيرة من الماء إلى ماكينة الورق حيث ترش وتبسط على سطح منخلي ممتد ومتحرك. وهنا يتم تصريف الماء من العجينة عن طريق الضغط التدريجي بواسطة بكرات باردة أولاً لعصر بقية الماء، يليها الضغط ببكرات ساخنة لتجفيف الورق، ومن ثم يلف الورق على بكرات وتعد البكرات للنقل.

الخلاصة

يتزايد الطلب على منتجات الغابات عاماً بعد عام، ولمقابلة هذا التزايد في الطلب لابد من التوسع في صناعة الأخشاب، وهذا محكوم بتوفر المواد الخام وتكاليفها. وتشير الاحصاءات إلى أن الغابات قد أستغلت إلى أقصى حد ممكن في أوربا الشمالية، ولايتوقع فيها توسع كبير في الصناعات الخشبية، وكذا الحال في غرب أوروبا بسبب الملكيات الموزعة والإعتبارات البيئية. ولذلك سيزيد إعتماد أوربا على الواردات من المنتجات الخشبية المصنعة. بينما تملك الولايات المتحدة فرصة كبيرة للتوسع في هذه الصناعات لما تمتلكه من موارد خشبية وبنيات تحتية صناعية وإقتصاد قوي. ومن بين الدول النامية تمتلك البرازيل وإندونيسيا طاقات هائلة كامنة للتوسع إعتماداً على مزروعاتها الشجرية، ولكن ذلك يعتمد على الاستقرار السياسي وسياسة وأولويات التنمية في هذه البلاد. وطالما كان الطلب لهذه المنتجات متزايداً، ولمحدودية فرص التوسع في كثير من الدول الصناعية بسبب محدودية المواد الخام فسيقل عرض هذه المنتجات بالنسبة للطلب المتزايد، ولذلك تتحول مراكز الإنتاج الآن إلى بعض الدول النامية الغنية بالموارد الخشبية لمقابلة إحتياجاتها من هذه المنتجات، وإمداد الدول المجاورة من الفائض وتقليل الإعتماد على الدول الصناعية التي قد تستهلك كل إنتاجها يوماً ما.