

# استخدام مخلفات النخيل السليلوزية لإنتاج الورق

المهندس أمجد قاسم  
engamjad@gmail.com

كما استعمل لاحقاً القطن وعشب الحلفا والقنب وقصب السكر والقمح وغيرها من المواد التي تعتبر مصدراً للسليلوز، وقد انتبه عدد من الباحثين إلى المخلفات السليلوزية الناتجة عن أشجار نخيل التمر، وأجريت عدد من الدراسات لمعرفة إمكانية استخدامها لإنتاج بعض أنواع الورق، سواء من سعف النخيل أو السويقات أو غيرها من الأجزاء، وقد بينت تلك الدراسات إمكانية استعمال سعف النخلة لإنتاج عجينة ملائمة لتصنيع بعض أنواع الورق، مع إدخال بعض التعديلات على طريقة إنتاج الورق التقليدية من المواد السليلوزية للنباتات مثل الصنوبر وغيره.

## تاريخ صناعة الورق

لجأ الإنسان منذ فجر التاريخ إلى استخدام عدد من المواد للكتابة عليها، كالحجارة والعظام وجلود الحيوانات، ثم ابتكر السومريون الألواح الطينية، حيث كان يتم النقش عليها وتداولها بين الناس، وفي حوالي عام 2700 قبل الميلاد اخترع المصريون القدماء مادة ثمينة للكتابة عليها، هي ورق البردي والتي حلت مكان المخطوطات الحجرية والطينية، وكان صنع هذه الأوراق يتم من سيقان نبات البردي، إذ كان يتم تقطيع لب تلك النباتات على شكل شرائح طولية، ثم يتم وضعها فوق بعضها بشكل متعارض لتكوين صفيين أو ثلاثة، ثم تبلل بالماء وتضغط لتشكيل صفحات ذات أحجام مختلفة، وقد استمرت صناعة أوراق البردي في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط حتى القرن الحادي عشر للميلاد.

وفي سنة 105 ميلادية، تمكن الصيني تسي أي لون من صناعة أول ورق من لحاء الأشجار والأعشاب، وتطورت هذه الصناعة وأنتجت عجائن من لب الأشجار وتمت إضافة مواد غروية وجيلاتينية إلى العجينة لتقوية الألياف والحد من انتشار الحبر فيها، وبحلول القرن الثامن للميلاد، كانت صناعة



ينتج عن الأشجار كميات كبيرة من المخلفات السليلوزية، وهذه المخلفات تشكل مادة أولية هامة لعدد من الصناعات، منها صناعة الورق، والتي تعد واحدة من أهم الصناعات في العالم، نظراً للطلب المتزايد والمتعاظم على الورق مع التقدم المعرفي والتقني الذي حققه الإنسان حديثاً، كما أن زيادة الطلب على الورق ناتج عن استخدام جانب كبير منه في عمليات التغليف والتعبئة.

وتتم صناعة الورق من الألياف السليلوزية الموجودة في جدران الخلايا النباتية، وهذه الألياف السليلوزية تتكون من وحدات جزيئات الجلوكوز المرتبطة مع بعضها البعض لتكوين سلسلة طويلة مستقيمة نسبياً قد تصل إلى عشرة آلاف وحدة.

وقد صنع الإنسان الورق منذ القرن الأول للميلاد من سيقان نبات الخيزران،



مخلفات نباتية ناتجة عن تقليم وتشذيب اشجار النخيل



مخلفات سليلوزية جاهزة لتصنيع الورق

وعدة ذوي الأبواب) وفيه يذكر أن القنب ينقع ويسرح حتى يلين، ثم ينقع بماء الجير، ويفرك باليد ويجفف وتكرر هذه العملية ثلاثة أيام ويبدل الماء، حتى يصبح أبيض اللون، ثم يقطع ويدق بالهاون ويصب في قوالب وتتم معالجته مجدداً بالماء والتسخين والتحرك ثم يجفف.

وبعد ذلك وطوال عدة قرون، لم يتم إدخال تغييرات كبيرة على طريقة إنتاج الورق، ففي أوروبا تم استخدام آلات بسيطة لسحق المادة الخام وتكوين العجينة، وقد افتتح أول مصنع للورق في إسبانيا حوالي عام 1150، وأعقبها

افتتاح أول مصنع للورق في مدينة فيريانو الإيطالية في عام 1276، وتلى ذلك افتتاح عدد

الورق مزدهرة في الصين، ومنها انتقلت إلى كوريا واليابان وبعض المناطق المحيطة.

وقد عرف العرب أسرار صناعة الورق الصيني في سنة 712 ميلادية بعد فتح سمرقند، وتأسس أول مصنع للورق في بغداد سنة 794 ميلادية، حيث أسسه الفضل بن يحيى في عصر هارون الرشيد، ومنها انتقلت صناعة الورق وبسرعة كبيرة في شتى أنحاء الدولة الإسلامية، حيث تم بناء مصانع للورق في سوريا ومصر وشمال إفريقيا وإسبانيا، كما ادخل المسلمون تحسينات على صناعة الورق، وأنتجت المصانع الإسلامية أنواعاً ممتازة منه، وقد وصف الأمير المعز بن باديس صناعة الورق في كتابه (عمدة الكتاب

آخر من المصانع في فلورنسا وبولونيا وبارما وميلانو والبندقية، أما في ألمانيا فقد أفتتح أول مصنع في مدينة ماينز وذلك في عام 1320، وفي عام 1495 تم تدشين أول مصنع للورق في إنجلترا، وبنهاية القرن الخامس عشر كانت صناعة الورق منتشرة في كافة أنحاء القارة الأوروبية وكان يتم إضافة مواد جيلاتينية للورق لتحسين قوامه ومنع انتشار الحبر فيه، وقد حل الورق مكان الرقائط الجلدية، كما برزت الحاجة إلى إدخال تحسينات على صناعة الورق مع اختراع الطباعة في منتصف القرن الخامس عشر على يد الألماني يوهانز جوتنبرج.

ومع اكتشاف العالم الجديد، انتقلت صناعة الورق إلى أمريكا، وقد تأسس أول مصنع هناك في عام 1690، وقد زاد الطلب العالمي على لحاء الخشب - الذي يصنع منه الورق - بشكل كبير كما برزت الحاجة إلى اختراع ماكينات خاصة للصب تحل مكان الطريقة اليدوية، وقد استطاع المخترع الفرنسي نيكولاس لويس روبرت في عام 1789 من تطوير أول ماكينة لصب الورق، وقد أدخلت عليها تعديلات من قبل الأخوين هنري فوردينير ووسيلي فوردينير وذلك في عام 1803، كما تم استخدام مواد خام رخيصة لصناعة الورق، حيث استعمل سليلوز الخشب ولب الخشب وتم ابتكار طريقة المعالجة الكيميائية لكل من اللب والألياف.

## الخامات الأولية لصناعة الورق

الألياف السليلوزية هي المادة الأساسية في صناعة الورق، وهي تتكون بشكل رئيس من الكربون والهيدروجين والأكسجين، وتعد الألياف القطنية من أرقى المواد التي يوجد فيها سليلوز في الطبيعة.

وهذه الألياف هي إحدى المكونات الرئيسية للخشب، إذ أن المواد العضوية الأساسية للخشب هي السليلوز والهيمي سليلوز واللكتين وهي جزيئات كبيرة ومعقدة.

## ويبين الجدول التالي تحليلاً للتركيب الكيميائي للسعفة

الجزء الخارجي للسعفة Lamina	وسط السعفة Petiole	المادة والخصائص
28.40	34.85	الالفا سليولوز محسوباً بالنسبة لوزن النموذج
8.52	2.77	الأملاح
36.80	45.75	السليولوز باستعمال طريقة الكلور
26.90	12.20	اللجنين
14.97	20.11	السكريات الخماسية
16.96	14.98	قابلية الذوبان في مزيج الكحول والبنزين
3.12	1.16	قابلية الذوبان في الأثير
47.53	36.43	قابلية الذوبان في 1% هيدروكسيد الصوديوم
21.85	19.84	قابلية الذوبان في الماء

(المصدر: نخلة التمر.. شجرة الحياة، الدكتور فتحي حسين احمد علي)



معدات لصناعة الورق

الكتل الخشبية وينزع لحاؤها ويتحول الخشب بعد تفتيته إلى عقد صغيرة جداً من الألياف والتي تنقل إلى أقراص صلبة دوارة لتحضير العجينة، والتي تتكون من الألياف والماء بنسبة جزء واحد من الألياف إلى 1000 جزء من الماء، ويعقب ذلك اختزال لنسبة الماء بواسطة أجهزة خاصة على شكل صفائح، حيث تتكون المادة الأولية المناسبة لصنع الورق.

واللب الذي يتم تحضيره بالطريقة الميكانيكية، لا يتكون من السليولوز فقط، بل يكون متحداً به نسبة من الخشبين (اللجنين) وبعض الشوائب

تستخدم في العادة لطباعة الصحف وبعض المجلات، إذ أن الورق المحضر بهذه الطريقة يتأثر بسرعة بالعوامل الجوية ويتحول لونه من الأبيض إلى الأصفر، ومع تقادم الورق يصبح لونه بنيًا.

ويتم تحضير عجينة الورق في هذه الطريقة، عن طريق تعريض الخشب لمجموعة من العمليات الميكانيكية، حيث تتم إزالة القشرة الخارجية عن الخشب، ثم تقطيعه إلى قطع صغيرة مناسبة بواسطة معدات خاصة، ثم يغطس الخشب في الماء ويوضع في مكائن سحق، وتقلب

الأشجار الإبرية عن غيره من الورق الذي يصنع من أشجار ونباتات الأرز والقصب والقطن، كما تلعب المعالجة الكيميائية والميكانيكية دوراً هاماً في تحديد نوع الورق وجودته.

وأول خطوة في عملية صناعة الورق بعد الحصول على المواد السليولوزية، هي صنع عجينة الورق، والتي هي عبارة عن المادة الخشبية التي تتكون من السليولوز ومواد أخرى، وتحضير العجينة يكون إما بطريقة ميكانيكية أو كيميائية حيث تعامل المادة الأولية كيميائياً لفصل السليولوز وإزالة الشوائب والحصول على عجينة تستعمل لصناعة الورق الجيد للكتابة والطباعة والتغليف، وذي النوعية الممتازة، أما في الطريقة الميكانيكية، فيتم الحصول على عجينة مناسبة لإنتاج الأنواع الرخيصة والرديئة من الورق.

وفي كلا الطريقتين، يتم تقطيع الأخشاب وإزالة القشرة الخارجية من الخشب ونزع لحاء الخشب بطريقة ميكانيكية وبواسطة ضغط مرتفع من الماء أو بخار الماء.

### الطريقة الميكانيكية لتحضير عجينة الورق

تستعمل الطريقة الميكانيكية لإنتاج عجينة الورق، لتصنيع أوراق رخيصة الثمن والتي

ينتج نحو 80 بالمائة من الورق من أخشاب الغابات، وتتصدر الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والسويد والنرويج وفنلندا الإنتاج العالمي للخشب المستخدم لصناعة الورق.

كذلك تستغل المخلفات الزراعية، كالقش والحطب والبوص والحشائش لصناعة الورق الذي يستخدم بعضه لصناعة الكرتون، كما يتم إنتاج بعض أنواع الورق الفاخر من المواد القطنية والكتانية حيث يكون الورق أكثر تماسكاً وخالياً من الشوائب ويقاوم العوامل الجوية.

أيضاً فإن المواد المتخلفة عن صناعة الورق والطباعة والأوراق التالفة والمترجمة والأوراق المستعملة في الكتب والمجلات والصحف وغيرها تشكل مادة أولية لإنتاج الورق، إذ يتم فرزها وتصنيفها وتطهيرها وإجراء معالجات كيميائية لها قبل إعادة تصنيعها من جديد.

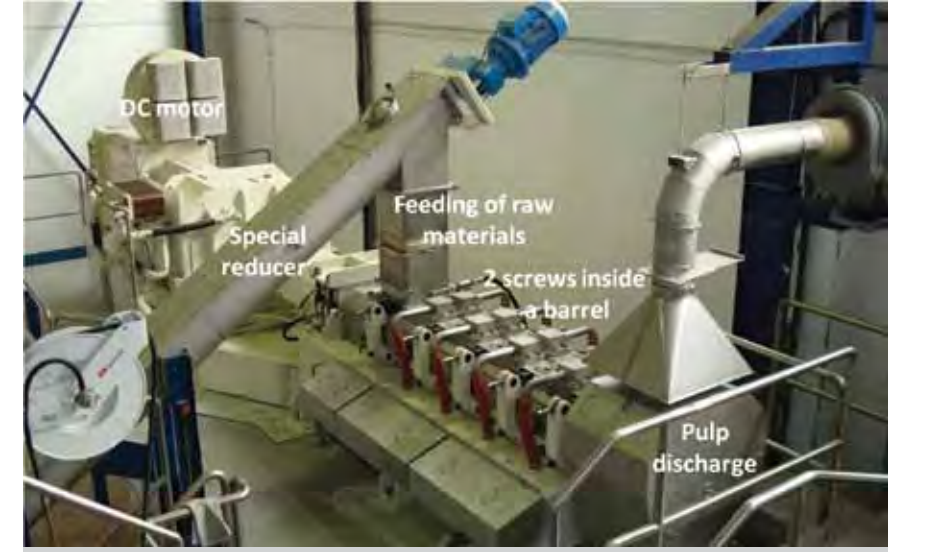
هذا وتتطلب صناعة الورق، مواد كيميائية مكملة، كالمواد المانعة كمشقوق التلك والكاولين وسيليكات الصوديوم ومسحوق التيتانيوم والمواد المغلفة كسلفات الألمنيوم ونشا الأرز، وكذلك المواد التي تغطي السطح مثل حامض الخليك والبرافين وكذلك الألوان.

ويستلزم صناعة الورق استخدام مواد للتبييض، مثل هيبوكلوريت الكالسيوم، ومواد أخرى لإنتاج عجينة الورق، كحامض الكبريتيك و كربونات الصوديوم والصودا الكاوية وكبريتيت الصوديوم وأكسيد الكالسيوم.

### طرق إنتاج الورق

من الناحية النظرية، يمكن استعمال جميع المواد السليولوزية النباتية لصناعة الورق، إلا أن بعض تلك المواد تكون ملائمة أكثر من غيرها لهذه الصناعة، إذ أن بعضها يكون أسهل في فصل المواد الغربية والشوائب عن ألياف الخشب.

ويتفاوت نوع الورق تبعاً للمادة الأولية المستخدمة في إنتاجه، فالألياف القطنية والكتان تنتج الورق الأبيض، أما الألياف الخشبية والقش فتنتج الورق الأسمر، كما يختلف الورق المأخوذ أساساً من



جهاز خاص لإنتاج العجينة والورق



أوراق مصنعة

والألياف السليولوزية يتم تشكيلها في رقائق مستوية لإنتاج الورق، وإضافة بعض المواد عليها كالطفل الأبيض ومسحوق الحجر الجيري وبعض الراتنجات من أجل سد مسام الورق وجعله قابلاً للصقل وصالحاً للكتابة والطباعة عليه.

ومن المصادر الهامة للسليولوز المستخدم لصناعة الورق، القنب، والكتان، وقش الأرز، والبوص، وسيقان الشعير والقمح، وأوراق الحلفاء، والقصب، وقوالب الذرة، والعالم حالياً

### وتقسم الأخشاب المستخدمة في صناعة الورق إلى قسمين رئيسيين هما:

1- أخشاب لينة تمتاز بأليافها الطويلة، كأخشاب شجر صنوبر وهي تستخدم في صناعة معظم أنواع الورق.

2- أخشاب صلبة، وتمتاز بأليافها القصيرة كأخشاب شجر الصمغ والهور ويستخدم لب هذه الأخشاب في صناعة أوراق الطباعة والتغليف.

النسبة	المادة
82.1	الفا سليولوز
3.3	أملاح
92.9	سليولوز باستعمال طريقة الكلور
1.1	لجنين
16.2	سكريات خماسية
1.4	قابلية الذوبان في مزيج الكحول والبنزين

(المصدر: نخلة التمر.. علم وتقنية، الدكتور حسن خالد حسن العكيدي)

الخاصية	ورق من عجينة غير مقصور (غير مبيضة)	ورق من عجينة مقصور (مبيضة)
الانفجار	1.02	1.07
التمزق	1.38	1.57
الطي	478	587
الشد	5110	5731

(المصدر: نخلة التمر، علم وتقنية، د. حسن خالد العكيدي ونخلة التمر. شجرة الحياة، د. فتحي علي)



معدات متطورة لتصنيع الورق



من أجهزة تصنيع الورق

ويشير العكيدي في كتابه نخلة التمر علم وتقنية إلى دراسات (شيت نعمان) والتي تم استعمال الصودا الكاوية وكبريتيد الصوديوم معا (17-20%) وبنسبة 2 إلى 1، أما الحرارة التي استعملت ولدة ساعة ونصف فكانت بين 160 و 170 درجة سلسيوس.

وقد أجريت عملية قصر العجينة بطريقتين، الأولى استعمل مسحوق للقصر على درجة 40 درجة سلسيوس، أما في الطريقة الثانية فقد أجريت عملية القصر على ثلاث مراحل، حيث تم إجراء عملية المعاملة بالكلور الذائب بالماء ثم بمحلول هيبوكلورات الكالسيوم ثم بتركيز محدد من الكلور الذائب بالماء، وتم غسل العجينة بالماء لتكوين صفائح الورق منها، وبين الجدول التالي نموذجاً لتحليل عجينة من سعف النخيل:

لقد بينت الدراسات كما يذكر العكيدي، إمكانية استخدام سعف النخيل لإنتاج عجينة ملائمة لإنتاج الورق جيد النوعية، وقد أجريت على هذا الورق حسابات لتحديد قوة ذلك الورق ومطاطيته وقابليته للطي ومقاومته للتمزق، ويظهر الجدول التالي بعض صفات الورق المنتج من عجينة سعف النخيل:

وتظهر البيانات السابقة، انخفاض نوعية الورق وانه أقل جودة في الصفات من الورق المنتج من أخشاب الصنوبر وخصوصاً معامل التمزق.

ونظراً لقلّة نسبة العجينة المنتجة والتي هي من 32 - 40% من وزن المادة الأولية، فإنه يلزم استهلاك كميات كبيرة من المواد الكيميائية لمعالجة الورق أكثر من المواد التي يتم استهلاكها لمعالجة الأنواع الأخرى من المواد النباتية كالصنوبر وغيرها.

كذلك يلزم إجراء تعديلات على أجهزة إنتاج شرائح الخشب ذات حجم محدد، فالماكينات التي يتم إنتاج شرائح خشب النخيل بواسطتها، مصممة للتعامل مع أخشاب الصنوبر، وبالتالي لا بد من إدخال بعض التعديلات عليها.

الشبكات المعدنية لتهيئة الألياف، إذ يصفى الماء وترسب الألياف ويصبح الغشاء على هيئة لوح سميك، ثم تعامل الألواح السليولوزية لتحويلها إلى ألياف قصيرة ويستخدم لهذه الغاية عدد من الأجهزة والمعدات.

### مخلفات النخيل كمادة أولية لصناعة الورق

تدل الدراسات التي أجريت على النخيل، احتواء ساق النخلة على حوالي 45% سليولوز و 23% هيمي سليولوز، كما أن سعف النخلة يتكون من 1%، 47% سليولوز و 8%، 11% ماء و 4%، 7% رماد، أما وريقات السعف فهي تحتوي على 41% سليولوز و 10% رماد و 8%، 9% ماء، وفي الوريقات الخالية من الرطوبة فإن نسبة السليولوز تبلغ 5%، 45%.

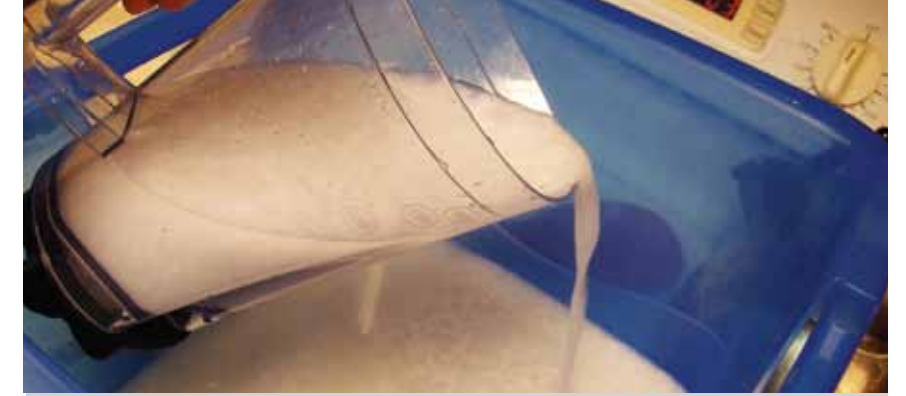
وعند مقارنة هذه النسب وخصوصاً نسبة السليولوز الموجودة في أشجار النخيل مع نسبة السليولوز الموجودة في نباتات أخرى، نجد مثلاً أن الألياف القطنية تتكون من نسبة مرتفعة من السليولوز تبلغ 90%، وهي من النوع النقي، كما أن الأشجار الإبرية تحتوي على 50% سليولوز، كذلك تتفاوت نسبة السليولوز في أجزاء النخلة المختلفة، فهي في الكرب 6%، 42% وفي عضد السعفة 3%، 46% وفي أوراق السعف 6%، 32% وفي العثوق 5%، 47%.

هذا التفاوت في نسب السليولوز، يجعل بعض النباتات أكثر مواءمة من غيرها لأن يتم تصنيع الورق منها وخصوصاً تصنيع الأوراق ذات الجودة العالية.

### صناعة الورق من سعف النخيل

تتفاوت نسبة السليولوز بين وسط السعفة (السويق) وسعفها الخارجي (الوريقات)، وهذا التفاوت ينعكس أيضاً على صفاتها الكيميائية والفيزيائية، وعلى إمكانية الحصول على الورق منها.

تم إجراء عدد من التجارب لتصنيع الورق، سواء من الوريقات أو من السويقات، وقد استعملت معالجات كيميائية مختلفة لكل منها،



عجينة الورق



طريقة يدوية بسيطة لتصنيع الورق

ومعظم مكونات الخشب التي لا تذوب في الماء.

### الطريقة الكيميائية لتحضير عجينة الورق

يتم تقطيع الخشب المنزوع منه القشرة إلى قطع مناسبة، كما يمكن استعمال قش الأرز والبوص، حيث يتم إعداد الخشب ومعالجته كيميائياً لتطرية الألياف وإذابة الأجزاء غير الليلية من الخشب أو النباتات الأخرى، وتتقى الألياف السليولوزية من الشوائب، وبالتالي تنتج عجينة ورق ذات صفات مناسبة لإنتاج الورق الجيد.

### ولتحضير عجينة الورق بطريقة كيميائية، توجد عدة طرق من أهمها:

1- المعاملة بالكبريت.

2- المعاملة بالكبريتات.



5- صناعة الورق والطباعة، هبة عبيد، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، 2007، عمان، الأردن.

6- قصة الورق، الدكتور أنور محمود عبد الواحد، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، مصر.

7- <http://jinnuopaper.en.ecplaza.net/7.asp>

8- <http://www.cutes-europe.com/vacuum/vacuum-application.htm>

9- <http://www.metso.com>

10- <http://en.augi.es/news/paper-industry/>

11- <http://www.ecojoes.com/homemade-paper-ultimate-paper-recycling/>

12- <http://www.consumerenergyreport.com/research/renewables/biomass-energy/>

13- <http://www.clextral.com/blog/?p=757>

14- <http://art326mollyandkara.wordpress.com/paper-making-lesson-one/>

15- <http://www.datepalmiraq.org/Arabic.htm>

16- [http://www.arborpest.com/wp-content/uploads/2011/04/DSC\\_0020.jpg](http://www.arborpest.com/wp-content/uploads/2011/04/DSC_0020.jpg)

17- <http://3creativepeople.blogspot.com/2012/02/week-632-wiod-working.html>

★ متخصص في تكنولوجيا الصناعات الكيميائية  
عضو الرابطة العربية للإعلاميين العلميين

كذلك من التجارب الهامة التي أجريت، كانت تجربة إنتاج الورق المقوى من السعف، وقد تم تطبيق معاملتين، الأولى كانت بواسطة هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 15 % لمدة 4 ساعات، والثانية كانت بـكربونات الصوديوم بنسبة 25% لمدة 6 ساعات، وفي الحالتين تم إنتاج ورق مقوى، أسمر اللون، متراس، ومتماسك الأجزاء، وقابل للالتواء في المعاملة الأولى، وفي المعاملة الثانية كان للورق متانة جيدة ومتراس الأجزاء وخشن ولونه أصفر، وتدل التجربة على إمكانية الاستفادة من مخلفات النخيل لإنتاج الورق المقوى أو ورق التغليف.

هذه التجارب وغيرها تبين إمكانية أن تكون مخلفات النخيل، كالسعف والأوراق وغيرها، مادة أولية لصناعة الورق بعد إجراء تعديلات على آلية التصنيع والماكنات وطرق المعالجة الكيميائية مع مراعاة الجدوى الاقتصادية وجودة الأوراق المصنعة وملاءمتها لبعض الاستخدامات وحاجات السوق إليها.

#### المراجع والمصادر

1- نخلة التمر.. علم وتقنية، الزراعة والتصنيع، الأستاذ الدكتور حسن خالد حسن العكيدي، دار زهران، عمان، الأردن.

2- نخلة التمر.. شجرة الحياة بين الماضي والحاضر والمستقبل، الأستاذ الدكتور فتحي حسين احمد على، الدار العربية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 2005، القاهرة، مصر.

3- نخلة التمر.. ماضيها وحاضرها والجديد في زراعتها وصناعتها وتجارتها، عبد الجبار البكر، الدار العربية للموسوعات، الطبعة الثانية، 2002، بيروت، لبنان.

4- نخلة التمر.. زراعتها، رعايتها وإنتاجها في الوطن العربي، الدكتور عاطف محمد إبراهيم والدكتور محمد نظيف حجاج خليف، منشأة للمعارف، الإسكندرية، مصر.



ينتج عن اشجار النخيل كميات كبيرة من المخلفات السليولوزية

تجارب متعددة لإنتاج الورق من سعف النخيل أجريت عدة دراسات على إنتاج الورق من سعف النخيل، ويذكر العكيدي انه تم إجراء دراسة (شيت نعمان)، إذ استعملت الأضلاع والوريقات معاً، وكان طول الألياف التي استخرجت من الأضلاع يبلغ 1,74 ملم، وأقطارها كانت بمعدل 0,0165 ملم، أما طول الألياف التي استخرجت من وريقات السعف فكانت بمعدل 2,1 ملم وقطرها بمعدل 0,0127 ملم، وقد أجريت على الأضلاع الوسطى المقطعة معالجة بالصودا الكاوية بنسبة 20 % ولدة خمس ساعات على درجة حرارة 150 درجة سلسيوس، وهي نفس المعالجة التي يتم إجراؤها بشكل تقليدي على لب الأشجار الأخرى، وقد أسفرت التجربة عن إنتاج ورق رخو سميك وغير شفاف ولونه أسمر رمادي وبه ألياف كثيرة، كما يذكر العكيدي أن الورق الذي أنتج من اللب المقصور كان سميكاً غير شفاف وأكثر خشونة من الورق المنتج من اللب غير المقصور، والمعالجة السابقة أجريت على وريقات السعف، وقد أنتج ورقاً مشابهاً في خصائصه إلا انه أقل رخاوة.