تدويرالمخلفات الورقية
Recycling of paper waste

الورق عبارة عن مادة عضوية من أصل نباتي Vegetable origin ذات تركيب بنائي تكونت من جزيئات كبيرة أو بوليمرات، والتي تكونت بواسطة الروابط الكيميائية للعديد من الوحدات المشابهة الصغيرة التي تسمى مونيمرات وترتبط هذه الجزيئات معا في سلسلة وتناسق مع بعضها لتكوين الألياف الدقيقة Microfibers التي ترتبط معا لتكون الألياف، ومفرد الألياف الليفة وهي عبارة عن جسم متجانسة مجهريا مرنة لها نسبة عالية من الطول إلى العرض ومقطع عرضي صغير. وتعتمد صناعة الورق على الخواص المميزة للألياف السليلوزية الطبيعية. بشكل مبسط تتكون الأوراق والكارتون والورق المقسى من لحاء بعض الأشجار الحرجية كأشجار الصنوبر والسنديان أو من نبات الأرز وذلك بأخذ سيقانها وأستخراج لبها (اللحاء) وتشكيل الألياف بمختلف أنواعها ضمن بالات مكبوسة ومضغوطة وتورد للمصانع لتصنيع المنتجات الورقية .

أن الورق من الضرورات المهمَّة في حياتنا اليومية، وقد بلغ إنتاج الورق والكرتون (الورق المقوّى) في العالم عام 2014م نحو 407 ملايين طن. واستخدم نصف هذا الإنتاج في ورق الأكياس والتغليف، فيما استخدم نحو الثلث في ورق الكتابة والطباعة. وتعتبر الصين والولايات المتحدة واليابان الدول الأساسية في أنتاجه، أذ تنتج نصف إجمالي الإنتاج العالمي. أما البلدان التي تستورد وتصدّر الورق، وقد حددت أمريكا الشمالية الأكثر أستهلاك للورق تليها الصين ثم الولايات المتحدة. ويتميز الورق بقابليته العالية لعمليات تدويره والأستفادة منه عدة مرات.

إعادة تدوير الورق هي عملية تحويل النفايات الورقية إلى منتجات ورقية جديدة أذ تتسم العملية بفوائد عديدة إلى جانب إنقاذ الأشجار (وبعض النباتات والأعشاب التي يستفاد منها في صناعته) من القطع. أذ إنها أقل كثافة في استهلاك الطاقة والمياه من الورق المصنوع من لب الخشب كما يحفظ الورق من احتلال مكب النفايات وإنتاج الميثان أثناء تحلله. وتقدر نسبة مايسترد منه في الولايات المتحدة بحوالي ثلثي المنتجات الورقية ، على الرغم من عدم الحصول على منتج جديد من التدوير وذلك كون المعالجة المتكررة تتسبب بأنتاج ألياف قصيرة جدًا وبالتالي أنتاج ورق جديد مختلف عن النوعية الأصلية.

هناك ثلاث فئات من الورق يمكن استخدامها كمواد وسيطة لصنع *الورق المعاد تدويره* :

فتات ورقي: عبارة عن قصاصات ورقية متخلفة من صناعة الورق ، ويتم إعادة تدويرها في مطحنة الورق.

نفايات غيرمستهلكة : هي مادة تركت معمل الورق ولكن أهملت قبل أن تصبح جاهزة للاستخدام من قبل المستهلك

ونفايات مستهلكة: هي مواد يتم التخلص منها بعد استخدامها، كالعلب الكارتونية والأوراق المستعملة والمجلات والصحف وغيرها. وهي ماتسمى ب "ورق الخردة" .

أن صنع الورق الصناعي له تأثير على البيئة في كل من المصدر الأساس (مكان الحصول على المواد الخام منه) والمصب (مكان التخلص من مخلفاته).

في الوقت الحاضر في معظم الدول المصنعة للورق يمثل إنتاج الورق حوالي 35 ٪ من الأشجار المقطوعة ، ويمثل 1.2٪ من إجمالي الناتج الاقتصادي في العالم وأن إعادة تدوير طن واحد من ورق الصحف توفر حوالي 1 طن من الخشب وبحفظ أكثر من 2 طن من الخشب. وذلك لأن صناعة

عجينة اللب النقية تتطلب ضعف كمية الخشب لأنه يجب أولا أزالة اللجنين لإنتاج ألياف ذات جودة أعلى من عمليات اللب الميكانيكية. ويعتقد بعض الباحثين أن علاقة أطنان الورق المعاد تدويرها بعدد الأشجار غير المقطوعة لا معنى له ، لأن حجم الشجرة مختلف وغير ثابت الشكل والحجم وهو العامل الرئيسي في مقدار الورق الذي يمكن صنعه من عدد الأشجار. تمثل الأشجار التي تربى خصيصًا لإنتاج اللب 16٪ من إنتاج اللب العالمي ،لهذا يعمل معظم مشغلي مصانع اللب على إعادة عملية زراعتها لضمان استمرار إمدادات الأشجار كما يعمد الى أستعمال أنواع نباتية متعددة من الأشجار . تشير التقديرات إلى أن إعادة تدوير نصف ورق العالم سيجنب حصاد 20 مليون فدان (81000 كيلومتر مربع) من أراضي الغابات.

كما هو معروف أن إعادة التدوير له فوائد ومنها:

1- يعمل على توفير الطاقة ،وعلى الرغم من وجود جدل حول توفير الطاقة الفعلي المحقق ، لكن إدارة معلومات الطاقة تزعم انخفاضًا بنسبة 40٪ في الطاقة عند إعادة تدوير الورق مقابل الورق المصنوع من لب جديد ، بينما يدعي مكتب إعادة التدوير الدولي (BIR) بتخفيض بنسبة 64٪ وبصورة عامة تظهر بعض الحسابات أن إعادة تدوير طن واحد من الصحف يوفر حوالي 4000 كيلو واط ساعة (14 جيجا واط) من الكهرباء ، وهو ما يكفي من الكهرباء لتشغيل منزل أوروبي مكون من 3 غرف نوم لمدة عام كامل ، أو ما يكفي من الطاقة لتدفئة وتكييف المنزل المتوسط في أمريكا الشمالية لمدة ستة أشهر تقريبًا. أيضا .

2- إعادة تدوير الورق تحفظ المادة الخام أي التقليل من أستخدام الأشجار، وما يترتب عليه من تكلفة زراعة وعناية وأستغلال أراضي وتقليل الغطاء النباتي وما يترتب عنه من تقليل التنوع الحيوي ودوره في تنقية الغلاف الجوي.

3- تجمعها وتركها مع النفايات الأخرى تسبب مشاكل مضرة للبيئة وللأنسان على السواء.

4- توفير فرص عمل.

5- زيادة الوعي للفرد وبيان مدى أهمية الحفاظ على البيئة وديمومتها والأستغلال الأمثل لمواردها

حقائق وأرقام إعادة التدوير

في منتصف القرن التاسع عشر زاد الطلب على الكتب والمواد الكتابية، وقد استخدم مصنعو نفايات الكتان المهمل لتصنيع الورق ، لكن هذا لم يتمكن من مواكبة الطلب المتزايد. ففي المملكة المتحدة أشتريت الكتب في المزادات بغرض إعادة تدويرها . وأن حوالي نصف الأوراق المستردة هي من تحويل النفايات غير المستهلكة كالمجلات والكتب غير المباعة ؛ وتقريبا الثلث يأتي من النفايات المنزلية أو ما بعد المستهلك.

بعض الإحصاءات عن استهلاك الورق:

- في عام 1996 ، قدر أن 95٪ من معلومات الأعمال لا تزال مخزنة على الورق.
- إعادة التدوير (0.91 طن) من الورق يوفر 17 شجرة ناضجة ، آلاف من غالونات الماء وكذلك تقليل من مساحة المكب ، 2 برميل من النفط ، (15 جيجا) من الكهرباء - ما يكفي من الطاقة لتشغيل المنزل الأمريكي العادي لمدة ستة أشهر.
- يتم استخدام 115 مليار ورقة سنويًا لأجهزة الكمبيوتر الشخصية.
- معظم صناديق الألواح الليفية المموجة بها أكثر من 25 ٪ من الألياف المعاد تدويرها

- في عام 1997 ، تم إنتاج 299 طنًا متريًا من الورق (بما في ذلك الورق المقوى).
- كما أنه في الولايات المتحدة ، كان متوسط استهلاك الورق للشخص الواحد في عام 1999 حوالي 354 كلغم وهو مايعادل أستهلاك ستة أفراد في آسيا أو 30 شخصًا في إفريقيا.
- في الفترة 2006-2007 ، استخدمت أستراليا 5.5 مليون طن من الورق والكرتون مع 2.5 مليون طن من هذه المعاد تدويرها.
- تحتوي الصحف المصنعة في أستراليا على 40٪ من المحتوى المعاد تدويره.

تاريخ إعادة تدوير الورق له عدة تواريخ مهمة:

- في عام 1690: أنشيء أول مصنع للورق وقد أستخدم الكتان المعاد تدويره بواسطة عائلة Rittenhouse.

- في عام 1896: بني أول مركز رئيسي لإعادة التدوير من قبل عائلة بنديتو في مدينة نيويورك ، حيث قاموا بجمع المخلفات والصحف والقمامة باستخدام عربة أطفال.

- في عام 1993: كانت السنة الأولى التي تم فيها إعادة تدوير الورق أكثر مما دفنت في مدافن النفايات.

هناك خمس فئات أساسية لتصنيف الورق ، وفقًا لوكالة حماية البيئة وهي:-

- الحاويات المموجة القديمة - قد تعرف ذلك باسم "الورق المقوى المموج". وغالبًا ما توجد في الصناديق وعلب المنتوجات.

- خليط الورق - وهي فئة واسعة من الورق ويتضمن أشياء مثل البريد والكتالوجات ودفاتر الهاتف والمجلات والكتب القديمة .

- الصحف القديمة - تستخدم المصانع الصحف وورقًا أقل جودة لصنع المزيد من ورق الصحف والأنسجة وغيرها من المنتجات.

- ورق Deinked عالي الجودة - وهو الورق التي مرت بعملية الطباعة وأزيل الحبر.

- بدائل اللب - عادة ما يتم التخلص من هذه الورقة من قصاصات المعمل .

وتعتبر أوراق الصحف أقل جودة لأنه إعيد تدويرها بالفعل عدة مرات ، في حين يعتبر ورق الطابعة نوعية عالية الجودة. وتحدد نوعية الورق حسب طول الألياف المكونة لها، والتي تقصر بعد عملية إعادة تدوير، أذ أنه بإعادة تدويرها من خمس إلى سبع مرات تصبح الألياف قصيرة جدًا لصنع ورق جديد وستحتاج إلى خلطها بالألياف البكر وذلك وفقًا لتشريعات وكالة حماية البيئة وقد نسمع أحيانا أن الورقة بها "سبعة أجيال"؟ تشير هذه العبارة إلى عدد مرات أمكانية تدوير الورق قبل أن تصبح أليافه قصيرة جدًا.

يحتوي الورق على مجموعة متنوعة من المكونات العضوية وغير العضوية ، ومنها العديد من المركبات الكيميائية والتي يمكن أن تلوث المنتجات الورقية المصنعة حديثًا، وكمثال مادة الفينفين أ (وهي مادة كيميائية شائعة في الورق الحراري) وهي تعتبر ملوثًا في مجموعة متنوعة من المنتجات الورقية الناتجة عن إعادة تدوير الورق ، أيضا حددت المواد الكيميائية النفثالات والفينولات والزيوت المعدنية وثنائي الفينيل متعدد الكلور وبعض المعادن السامة في المواد الورقية. على الرغم من أن العديد من التدابير قد تقلل من العبء الكيميائي في الناتج المدور إلا أن الإنهاء التام لاستخدام مادة كيميائية معينة يكون بالأنهاء التدريجي لأعادة تدوير الورق لعدة عقود.

كيف يتم إعادة تدوير الورق؟

1- بعد وضع الورق في صندوق إعادة التدوير الخاص به ، ينقل إلى مركز إعادة التدوير ويعمل على إزالة الملوثات الملموسة الكبيرة مثل البلاستيك أو الزجاج وبقية الفضلات المصاحبة معه ان وجدت.
2- بعد ذلك ، يتم فرز الورق في درجات مختلفة، أي تفرز الأجزاء القابلة للتدوير عن التي تكون غير ذي فائدة.
3- بمجرد فرز الورق ، يرزم في بالات وتخزن حتى يحتاج المصنع إلى ذلك ، ثم ينقل إلى المصنع للمعالجة.
4- معالجة الورق لتكوين مادة خام قابلة للاستخدام ،هذه هي المرحلة الرئيسية في عملية إعادة تدوير الورق ومنها تبدأ المراحل الأساسية لصناعة المنتج النهائي.
5- تعمل الآلات الكبيرةعلى تمزيق (اللباب) الورق إلى قطع صغيرة
6- وتنقل بعدها الى أحواض الغسيل للتخلص من الملونات أو الأصباغ.
7- بعدها يسخن المزيج بعد أضافة الماء والمواد الكيميائية ويتم تجزئته الى أجزاء صغيرة جدا متحولا الى عجينة طرية تعرف باللب وهي عبارة عن ألياف.
8- فحص وتنظيف اللب: لإزالة التلوث من اللب، يتم وضع اللب وضغطه من خلال الشاشات ذات الثقوب المختلفة الشكل والأحجام، لإزالة الملوثات مثل كرات الغراء والقطع البلاستيكية المواد اللاصقة وغيرها من الملوثات المتبقية.
9- إزالة الحبر: بعد الفحص والتنظيف يتم إزالة الأحبار، والتي تتضمن إزالة الحبر من ألياف الورق من اللب من خلال مجموعة من الإجراءات الميكانيكية، وتتم إزالة جسيمات الحبر الصغيرة والخفيفة باستخدام الماء، بينما تتم إزالة الجسيمات الأثقل والأكبر باستخدام فقاعات الهواء في عملية تسمى التعويم. أذ يعمل على إرسال اللب من خلال آلة وذلك برشها على حزام ناقل. ويعمل على تنقيته برشه بالماء عبر شاشة الحزام ، وعندها تبدأ ألياف الورق في الترابط معًا.

10-تجريد اللون والتبييض، في هذه المرحلة تضاف المواد الكيميائية لإزالة اللون للألياف للتخلص من الأصباغ من الورق، في هذه العملية يتم الحصول على الأوراق البني.

11--يكون لب الورق المنظف جاهزًا للاستخدام في إنتاج الورق الجديد، عادة يتم مزج اللب مع ألياف الخشب لتوفير ورقة جديدة مع مزيد من النعومة والقوة وتعمل الأسطوانات المعدنية المسخنة على تجفيف الورق ، وتوضع الورقة على لفات كبيرة وفيها تكتمل صناعة الورق الجديدة في عملية إعادة تدوير الورق.

12-وبالتالي تقطيعها إلى منتجات ورقية جديدة حسب المواصفات المطلوبة وتسوق للمستهلك.