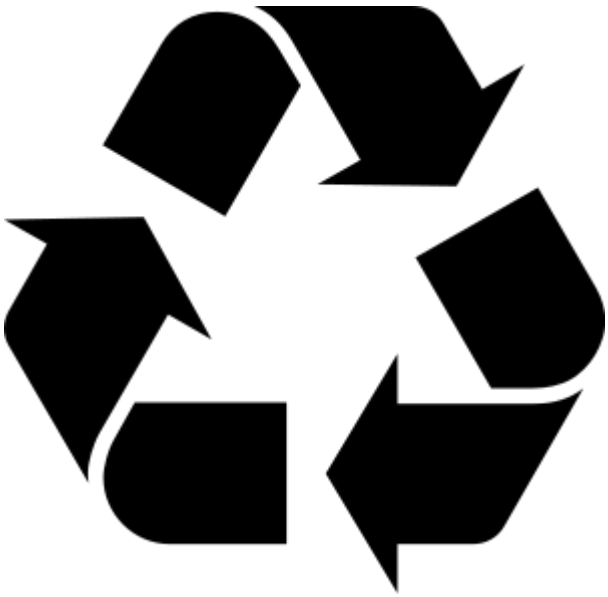


مخلفات البيئة أو **النفايات** أو **الفضلات** : من الصعب تعريف ماهية المخلفات. فما هو من المخلفات لبعض الناس يعتبر ذا قيمة لغيرهم ، لكن ممكن يقال هي أي مواد زائدة وغير مرغوبة ، ويمكن ان تعني القمامة أو المهملات .وفي علم الأحياء، يقصد بالمخلفات المواد الزائدة أو السموم (التي تخرج من الكائنات الحية).

و **إدارة المخلفات** يقصد به التحكم بالجمع والمعالجة والتخلص من المخلفات. والهدف منه هو تقليص التأثير السلبي للمخلفات على البيئة والمجتمع.

تطور الصناعة وتقدمها إلى الأمام أدى إلى المزيد من النواتج الثانوية سواء كانت في شكل غازات أو نفايات صلبة أو سوائل أو نصف صلبة تلقى في الماء أو الهواء أو على الأرض.

وكما هو معروف في الصناعة فهي تعمل على تحويل المواد الخام إلى منتجات صناعية كاملة أو نصف كاملة وحينما لا تجد النواتج الثانوية عن عملية الصناعة قدرا من النفع على المستوى الاقتصادي فإنها تلقى بها على الأرض أو تدفن في باطنها أو تلقى في الماء أو تترك تتسرب الى الهواء.

من أهم النفايات التي تلوث الإنسان أو بيئته هي النفايات الصناعية خاصة إذا لم تكن عولجت قبل إلقاءها خارج المصانع فعند إلقاء النفايات بجوار المصنع بلا حراك تقوم الرياح بحمل الغازات الخارجة منها وربما أجزاء منها إلى أماكن بعيدة ومن هذه الغازات ما هو سام ويمكن أن تؤثر على الصحة الإنسانية لهذا برزت الحاجة الى كيفية الأستفادة من المخلفات الثانوية بعملية تدعى **Recycling**

إعادة تدوير النفايات أو الرسكلة وهي موجود منذ القدم في الطبيعة حيث كانت ممارسة شائعة في معظم التاريخ البشري ، فقد مارس الإنسان عملية استرجاع النفايات منذ العصر البرونزي، حيث كان يذيب مواد معدنية لتحويلها إلى أدوات جديدة، كما أن البعض يعودون الأمر إلى أفلاطون في القرن الرابع قبل الميلاد في العهد البيزنطي. خلال الفترات التي كانت فيها الموارد شحيحة ويصعب الحصول عليها ،أذ أظهرت الدراسات الأثرية لمخلفات النفايات القديمة نفايات منزلية أقل (مثل الرماد ، والأدوات المكسورة ، والفخار) ، حيث تم إعادة تدوير المزيد من النفايات في حالة عدم وجود مواد جديدة.

في أوقات ما قبل الثورة الصناعية ، هناك أدلة على وجود برونز خردة وغيرها من المعادن التي تم جمعها في أوروبا وصهرها لإعادة استخدامها الدائم، وتم تسجيل إعادة تدوير الورق لأول مرة في عام **1031م** عندما باعت المتاجر اليابانية الورق المعاد تدويره ، وفي بريطانيا تم جمع الغبار والرماد من حرائق الخشب والفحم من قبل " عمال المناجم " وتم تدويرها كمواد أساسية تستخدم في صناعة الطابوق، وكان الدافع الرئيسي لهذه الأنواع من إعادة التدوير هو الحالة الاقتصادية للحصول على المواد الأولية المعاد تدويرها بدلاً من الحصول على المواد الخام ، وكذلك الافتقار إلى إزالة النفايات العامة في مناطق ذات كثافة سكانية عالية . وفي عام **1813م طور بنجامين لو** عملية تحويل الملابس القديمة إلى صوف " رديء " في مدينة يوركشاير وخلط هذه المواد مجتمعة الألياف المعاد تدويرها مع الصوف الخام أو البكر وانتشرت الصناعة الى غرب يوركشاير في مدن مثل باتلي ودوسبري وأستمرت إلى عام 1914م على الأقل مما أدى التصنيع هذا إلى زيادة الطلب عليها كونها ذات أسعار مقبولة ، أيضا كانت المعادن الخردة لها أهمية في أعادة التدوير بعد خلطها بالمعدن الخام البكر حيث اشترت السكك الحديدية وبيعت الخردة المعدنية في القرن التاسع عشر ، واشترت صناعات الصلب والسيارات المتنامية الخردة في أوائل القرن العشرين اذ جمع العديد من السلع الثانوية ومعالجتها وبيعها والتي كانت تشترى من قبل الباعة المتجولين الذين قاموا بتجميع مقالب النفايات والآلات المتروكة والأواني المعدنية وغيرها من مصادر المعادن. بحلول الحرب العالمية الأولى ، جاب الآلاف من هؤلاء الباعة المتجولين في شوارع المدن الأمريكية ، مستفيدين من قوى السوق لإعادة تدوير مواد ما بعد الاستهلاك مرة أخرى والأستفادة منها في الإنتاج الصناعي.

نلاحظ كانت عمليات إعادة التدوير (أو "الإنقاذ" ، كما كانت معروفة آنذاك) قضية رئيسية للحكومات طوال الحرب العالمية الثانية وقد أدت القيود المالية والنقص الكبير في المواد بسبب جهود الحرب إلى ضرورة قيام الدول بإعادة استخدام السلع وإعادة تدوير المواد وهذا النقص في الموارد الناجم عن الحروب العالمية وغيرها من حالات تغير العالم شجع بشكل كبير لإعادة التدوير وأصبح من الضروري بالنسبة لمعظم المنازل إعادة تدوير نفاياتها كونه يوفر مصدرًا إضافيًا للمواد مما يسمح للناس بالاستفادة إلى أقصى حد من المتاح لهم. أعتبرت إعادة تدوير المواد المنزلية من الموارد المساعدة للجهود الحربية

وتوفير فرص أفضل للنصر. وقد نُفذت حملات ترويجية حكومية ضخمة ، مثل حملة الإنقاذ الوطني في بريطانيا وحملة الإنقاذ في الولايات المتحدة ، على الجبهة الداخلية في كل دولة محاربة ، وحثت المواطنين على التبرع بالمعدن والورق والملابس القديمة وكل مايمكن الأستفادة منه.

نستنتج من ذلك أن المقصود بإعادة التدوير **Recycling** هو إعادة استخدام المخلفات أو كل ماهو فائض عن الحاجة لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي، أي عملية تحويل النفايات إلى مواد وأشياء جديدة. وهو بديل للتخلص من النفايات "التقليدية" التي يمكن أن تنقذ المواد وتساعد على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة. يمكن بإعادة التدوير منع إهدار المواد التي يحتمل أن تكون مفيدة وتقليل استهلاك المواد الخام الجديدة وبالتالي تقليل استخدام الطاقة ، وقلة تلوث الهواء (من الحرق) ، وأيضا قلة تلوث المياه (من دفن النفايات) بالمعنى الحرفي لهذا فإن إعادة تدوير المواد ينتج عنه إمدادات جديدة من نفس المادة.

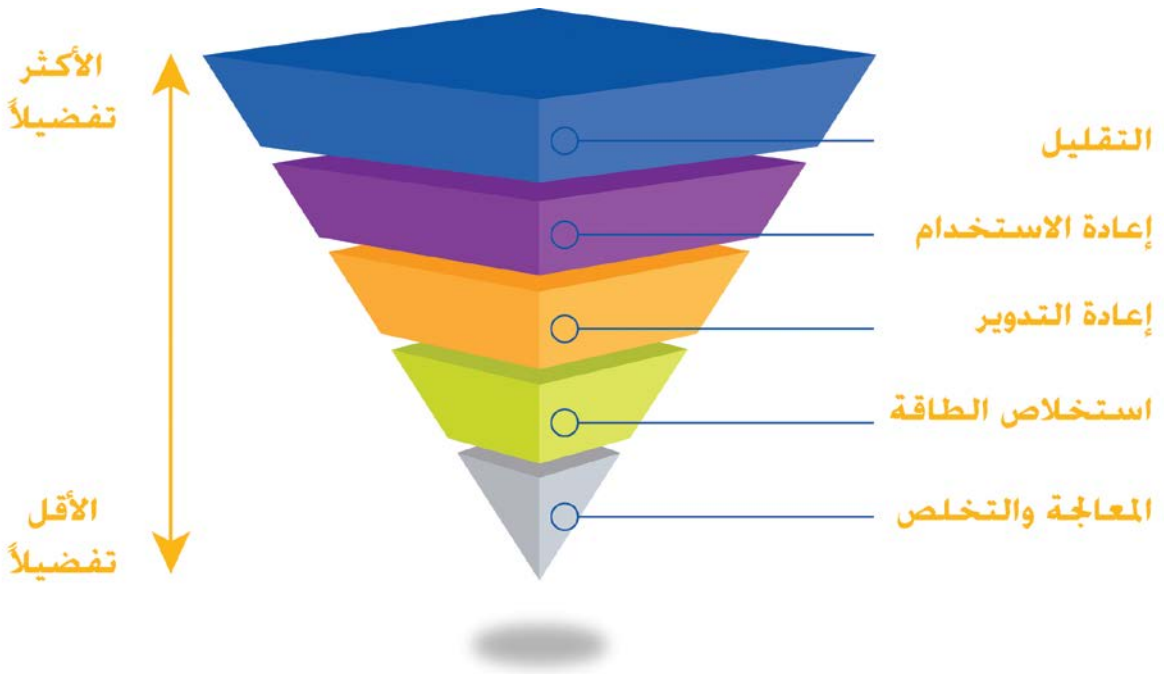
كان أول من استخدم مصطلح إعادة التدوير للأفضل هو **رينيه بيلز صاحب شركة "بليز"** في مقال حرره ثورنتون سالفو في عام 1994.

كان مفهوم **إعادة التدوير للأفضل** عنوان كتاب ألماني ألفه **جونتر بولي في عام 1997**، وقد نشرت الترجمة المجانية بعنوان "زيادة الحجم" لأول مرة في عام 1996، وتم تعديل الإصدار الأول باللغة الألمانية بواسطة جوهانيس إف هارتكيمير ثم مدير كلية المجتمع المحلي في أوسنابروك. بعد ذلك، أدرج هذا المفهوم **ويليام ماكدونو ومايكل برونجارت في كتابهما الصادر في عام 2000**

من المهد إلى المهد: إعادة تشكيل طريقة تصنيع الأشياء

(Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things)

إعادة التدوير هو أحد المكونات الرئيسية للحد من النفايات الحديثة وهو يعتبر المكون الثالث من التسلسل الهرمي للنفايات " خفض وتدويروإعادة استخدام النفايات " التسلسل الهرمي للنفايات يشير له Rs3



ومن المفترض أن تكون على رأس التسلسل الهرمي، في الترتيب من حيث الأهمية.

(التسلسل الهرمي للنفايات اتخذ أشكالا عديدة على مدى العقد الماضي، ولكن المفهوم الأساسي بقي حجر الزاوية في معظم استراتيجيات الحد من النفايات. الهدف من التسلسل الهرمي للنفايات هو استخراج أقصى قدر من المنافع العملية من المنتجات وإنتاج الحد الأدنى من النفايات).

وهكذا ، تهدف إعادة التدوير إلى الاستدامة البيئية عن طريق استبدال مدخلات المواد الخام في مخرجات النفايات وإعادة توجيهها ضمن مفهوم النظام الاقتصادي،

هناك بعض معايير ISO(International Standard Organization المنظمة الدولية للتقييس) المتعلقة بإعادة التدوير مثل ISO 15270: 2008 لنفايات البلاستيك و ISO 14001 : 2015 للتحكم في الإدارة البيئية لممارسة إعادة التدوير.

منذ أن اعارت المجتمعات اهتماما للمشكلات البيئية، فإن العديد من البلدان اتخذت إجراءات لإعادة تدوير النفايات، وعلى الرغم من الفوائد لإعادة تدويرالنفايات كأن تحمي الموارد الطبيعية وتقلص النفايات وتُوجد فرص عمل جديد الا أنه لها سلبيات وهي :

- **تكلفة اليد العاملة :**حيث إن تحويل النفايات، يتطلب فرزها حسب نوعية التحويل (مواد سيلولوزية كالورق والورق المقوى (الكرتون)، مواد زجاجية كالعلب أو القناني الزجاجية....إلخ) وبالتالي إلى يد عاملة كثيرة، وحتى إذا كان هناك فرز أولي من قبل السكان) أي حاويات متخصصة لرمي كل نوع من أنواع النفايات)، فإن الفرز الثاني في مراكز التدقيق ضروري للحصول على فرز جيد لأنواع النفايات (بلاستيكية، زجاجية..إلخ).إن

الأعباء الإضافية لهذه العملية تكون عادة على عاتق البلديات والجماعات المحلية، وبالتالي ضرورة وضع رسوم على رمي بعض النفايات.

- **نوعية المواد المنتجة عن طريق استعمال مواد تحويل النفايات** :إن بعض أنواع المنتجات تكون فيها نوعية المادة الأولية رديئة، حيث تم تحليلها عن طريق عملية الاسترجاع، فمثلا تحويل الورق يعطي لنا موادا سيلولوزية ذات نوعية أردأ، وبالتالي ورق جديد ذو نوعية متوسطة (هذا النوع من العمليات لا يستحسن تكرارها أكثر من عشرة مرات متتالية)، تحول بعض المواد البلاستيكية الملوثة لا يمكن استعمالها في التغليف الغذائي مثلاً.
- **تفاقم كمية النفايات** : بالرغم من أن عملية استرجاع النفايات تقلل من عمليات الدفن والحرق، إلا أنها ليست وحدها كافية لتقليص من إنتاج النفايات. ففي كندا مثلا عملية تحويل النفايات ارتفعت من 8% - 42% ما بين عامي 1988 و2002، ولكن تناسبا مع إنتاج النفايات الذي ظل هو الآخر في ارتفاع ، حيث ارتفع من 640 كلغ/ سنة/ للفرد الواحد إلى 870 كلغ/ سنة/للفرد الواحد أي ارتفاع بنسبة 50%، وهو ما حصل تقريبا في فرنسا، حيث ارتفع بالضعف ما بين عامي1980 و2005 ليصل 360 كلغ/ سنة /للفرد الواحد.

لقد بلغ مستوى توليد نفايات ما بعد الاستهلاك في الولايات المتحدة الأمريكية إلى ١٦٠ مليون طن من النفايات الصلبة في العام أي ٤٣٩ ألف طن يومياً مما يمثل تحديات بيئية وهندسية خطيرة .وقد ازداد هذا المعدل إلى ما بين ١٨٠ و ٢٠٠ مليون طن سنوياً من عام ١٩٨٨ إلي عام ١٩٩٥ ؛ أي بمعدل ١٨١٤ إلى ١٩٠٥ غرام في اليوم للفرد الواحد وفي عام ٢٠٠٠ وصلت كميات النفايات إلى ٢١٦ مليون طن سنوياً أي بمعدل ١٩٩٦ غرام في اليوم للفرد الواحد؛ أو ما يعادل ٧٢١ كيلوغرام من القمامة سنوياً. تلي الولايات المتحدة الأمريكية أستراليا حيث ينتج الفرد الواحد ٦٩٠ كيلوغرام وبعدها نيوزيلندا حيث يتخلص الفرد سنوياً من ٦٦٢ كيلوغرام من النفايات .والمتوقع أن إنتاج الفرد في مدن المملكة العربية السعودية سنوياً من القمامة لن يقل عن ذلك المعدل بكثير؛ في المتوسط؛ فإنتاج القمامة في المملكة في ازدياد مطرد، والسبب ليس فقط ازدياد عدد سكان المملكة، ولكن لتغيير العادات الغذائية، فبدل من شراء أشياء طازجة، يشتري الناس المعلبات من كل صنف ولون، ويساعد على تفشي العادات الاستهلاكية وجود صناعات غذائية وصلت إلى مستوى أن عّلبت الكثير من الأطعمة، وانتهاء بالطبخات المحلية.وحجم النفايات والتلوث قد زاد في الفترة من عام ١٩٧٥ وحتى عام ٢٠٠٠ بنسبة ٢٨ % في كل من اليابان والولايات المتحدة وألمانيا والنمسا وهولندا. وفي الوقت نفسه، استهلكت هذه البلدان مزيدا من الموارد الطبيعية. ورغم أن التحول من الصناعات الثقيلة إلى اقتصاد الالكترونيات تطلب استخدام قدر أقل من الموارد الطبيعية، إلا أن الوفر الذي

تحقق تبدد بفعل الطفرة الاقتصادية واتجاه المستهلكين لنمط حياة يعتمد على استهلاك قدر أكبر من المواد والطاقة.

أما على مستوى الوطن العربي الوطن العربي فقد قدرت دراسة اقتصادية صادرة عن جامعة الدول العربية في القاهرة حجم خسائر الدول العربية الناجم عن تجاهلها إعادة تدوير المخلفات بنحو 5 مليارات دولار سنوياً. موضحة أن كمية المخلفات في الوطن العربي تبلغ نحو 89.6 مليون طن سنوياً وتكفي لاستخراج نحو 14.3 مليون طن ورق قيمتها ملياران و145 مليون دولار وانتاج 1.8 مليون طن حديد خردة بقيمة 135 مليون دولار بالإضافة لحوالي 75 ألف طن بلاستيك قيمتها 1.4 مليار دولار. فضلاً عن 202 مليون طن قماش بقيمة 110 ملايين دولار وكذا إنتاج كميات ضخمة من الأسمدة العضوية والمنتجات الأخرى بقيمة تتجاوز مليارا و225 مليون دولار.

وذكرت الدراسة التي أعدها الدكتور أحمد عبد الوهاب الحائز على جائزة مجلس الوزراء العرب المسئولين عن البيئة أن الخسائر العربية لإهمال تدوير المخلفات لا تقف عند حد قيمة المنتجات التي يمكن الحصول عليها من عمليات إعادة التدوير وإنما تمتد إلى تكلفة دفن هذه المخلفات ومقاومة الآفات والحشرات الناتجة عنها ، موضحة أن الدول العربية تنفق في هذا المجال نحو 2.5 مليار دولار سنوياً لمقاومة الأضرار الناتجة عن حوالي 1353 مليون طن من المخلفات الحيوانية و196.5 مليون طن من المخلفات الزراعية مقابل 18870 مليون متر مكعب من مياه الصرف الصحي كما أشارت إلى أن إجمالي ما يتم جمعه من هذه المخلفات لا يوازي سوى 50% من حجمها وأن تكلفة جمع ودفن هذه المخلفات تتجاوز 850 مليون دولار، فضلاً عن 1.7 مليار دولار أخرى لمقاومة الآثار البيولوجية والصحية والنفسية لتلك المخلفات.

ووصفت الدراسة الاستثمارات العربية الموظفة في مجال تدوير المخلفات بصفة عامة والصلبة بصفة خاصة بأنها متواضعة ومحدودة ولا تتجاوز 200 مليون دولار وأن معظم هذه المشروعات لا تتجاوز كونها محاولات فردية وبإمكانات ضعيفة في الوقت الذي يجب فيه إنشاء صناعات متكاملة وقوية قادرة على إعادة تدوير المخلفات والاستفادة مما تنتجه من ورق وزجاج وأسمدة وبلاستيك ومواد أخرى يمكن إدخالها كمستلزمات إنتاج في صناعات عديدة.مشيرة إلى أن الصناعة الحديثة تمكنت أخيرا من إعادة تدوير كافة أنواع المخلفات الصلبة والعضوية وأن صناعة تدوير المخلفات باتت من أهم الصناعات الواعدة في العالم حيث تستحوذ على 28% من اجمالي الاستثمارات الصناعية في الولايات المتحدة الأميركية و23% في بريطانيا و35% في ألمانيا.

أهم أنواع إعادة التدوير

عندما يكون المنتج مركب من عدة مواد سهلة التفكيك والاستعمال، يمكننا جمعها على سبيل المثال:

- إعادة تدوير المواد الزجاجية والمعدنية لصناعات أخرى جديدة.

- إعادة تدوير الورق والكرتون من المجلات والجرائد وغيرها من المواد السليلوزية لصناعة ورق وكرتون آخر.
- إعادة تدوير المواد النسيجية والالبسة.
- إعادة تدوير إطارات السيارات غير القابلة للاستعمال لتحويلها إلى مواد مطاطية أخرى.
- إعادة تدوير مواد الألمنيوم إلى ورق ألمنيوم للتغليف، أو بعض قطع السيارات.
- إعادة تدوير الفولاذ إلى بعض مركبات السيارات، والأدوات، وكذلك تعليب المصبرات.
- إعادة تدوير المواد البلاستيكية إلى مواد تعليب، أكياس، بعض أنواع الملابس، ألعاب، مواد منزلية...إلخ.
- إعادة تدوير مياه الصرف الصحي إلى مياه صالحة بفضل محطات تطهير وتنقية المياه.

فوائد إعادة التدوير

جميع عمليات التدوير تقلل من الحاجة إلى ضرورة استنزاف المزيد من المصادر الطبيعية لاستخراج مواد أولية جديدة مثل:

1- قطع الأشجار لصناعة الورق....إلخ.
2- الفولاذ المسترجع يمكننا في الاقتصاد من استعمال الحديد واستنزاف المناجم من هذه المادة الحيوية.
3- كل طن من البلاستيك المسترجع يمكننا من اقتصاد 700 كلغ من البترول الخام.
4- استرجاع 1 كلغ من الألمنيوم يوفر لنا حوالي 8 كلغ من مادة البوكسيت و4 كلغ من المواد الكيماوية و14 كلووات / ساعة من الكهرباء.
5- كل طن من الكارتون المسترجع يمكننا من توفير 2.5 طن من خشب الغابات.
6- كل ورقة مسترجعة تقتصد لنا 1 ل من الماء، 2.5 وات/ ساعة من الكهرباء و15 غرام من الخشب.

نظريا كل المواد قابلة للتحويل، ولكن اقتصاديا بعض أنواع التحويل تعتبر ذات مردود أقل، لذا لا يمكننا تحويل أي شيء فمثلا تكاليف تحويل المواد الإلكترونية مكلف جدا. وفي حالة عدم إمكانية استرجاع مادة من المواد، من الممكن استعمالها لإنتاج الطاقة بحرقها واستعمالها كوقود للتدفئة مثلا، كما يوجد إمكانية استخراج مادة غاز الميثان بواسطة عملية تحويل بعض المواد الغذائية وبعض الفضلات الموجود في محطات تنقية المياه.