توظيف التكنولوجيا العالية في أعادة استخدام المخلفات الناتجة عن عمليات تصنيع الاخشاب بناء على أسس الاستدامة

Applying High Technology in Reusing Wood Industrial Process Waste Based on Sustainability Principles

أ. م. د/ أحمد محمد صفى الدين

أستاذ مساعد كلية الفنون التطبيقية جامعة بني سويف

Assist. Prof. Dr. Ahmed Mohamed Safi El-Din

Assistant Professor, Faculty of Applied Arts, Beni Suef University

ahsafy@yahoo.com

الملخص:

ان المراحل المتعددة في تشغيل الاخشاب وصناعة الأثاث من : القطع والتشكيل إلى النهو والتلميع ، ينتج عنها الكثير من المخلفات الخشبية ذات درجات متفاوتة من حيث الحجم والشكل والنوع ، والتعامل مع هذه المخالفات في الدول الافريقية النامية وعلى راسها مصر ، يتم بطرق عشوائية تفتقر الى التخطيط سواء من حيث التخزين او النقل او إعادة الاستخدام ، وذلك بسبب عدم وجود آلية واضحة لدى المنشآت الصناعية تعتمد مبدأ الاستدامة للتعامل مع تلك المخلفات ، فتظل تلك المخلفات مصدر قلق متزايد ، وغالبا ما تشكل تحديات بيئية ، وقد تناول هذا البحث طرح نموذج مستدام لإدارة تلك المخلفات ، يتمثل في انشاء وحدة انتاجية تعمل على تشغيل تلك المخلفات الخشبية التي تخرج من الصناعة بشكل دوري ، وتحويلها الى نشارة خشب دقيقة منتجة وفق معايير مدروسة من خلال التجارب لتحديد المواصفات الخاصة بها ، ثم قولبتها بعد ذلك مع البلاستيك المعاد استخدامه، لإنتاج منتجات قابلة للاستخدام مرة اخرى ، مما يمثل بعدا اقتصاديا جديدا لتلك المخلفات وبطريقة مستدامة .

و يتم ذلك استنادا إلى تقنيات التشكيل الحديثة للتعامل مع المخلفات بطريقة مستدامة واقتصادية ، و بذلك تتحول المخلفات الى مصدر دخل الى الشركة وتمثل قيمة مضافة الى المنتج الفعلي ، ويتحول التخلص من المخلفات الى مشروع يدر دخلا بعد تغطية تكاليف انشائه.

الكلمات المفتاحية:

اعادة استخدام الاخشاب – التصنيع المستدام – ادارة المخلفات الخشبية – المواد المركبة –القيمة الاقتصادية المضافة .

Abstract :

The sevral stages in the operation of wood and furniture manufacture, from cutting and shaping to finishing and polishing, result in a lot of wood waste of varying degrees in size, shape and type, and dealing with these violations in developing African countries, especially Egypt, is done in random ways that lack planning, whether from In terms of storage, transportation or reuse, due to the lack of a clear mechanism for industrial establishments that adopt the principle of sustainability to deal with these wastes, these wastes remain a source of increasing concern, and often constitute environmental challenges, and this research has addressed the presentation of a sustainable model for managing this waste , Is to create a production unit that works to run those wood waste that comes out of the industry periodically, and turn it into precise sawdust produced according to studied standards through experiments to determine special specifications such as, for molding it afterwards with reused

plastic, to produce artistic products that can be used once Other, which represents a new economic dimension for these waste and in a sustainable way, based on modern molding techniques to deal with waste in a sustainable and economic way, and thus the waste turns into a source of income to the company and represents an added value to the actual product, and the disposal of waste to project generates income after covering the costs of its establishment.

Research problem :

The majority of the woodworking and wood industries operating units in Egypt and Africa lack an effective scientific method for managing industrial waste that achieves the principle of sustainability.

Keywords:

Wood reuse - sustainable manufacturing - wood waste management - compound materials - economic value added.

مقدمة:

تمر عملية تجهيز الأخشاب وصناعة الأثاث بمراحل مختلفة من تقطيع الكتل السميكة من الأخشاب إلى الأحجام القياسية والقابلة للنقل ، وقطع للأجزاء المطلوبة من الالواح ، تشكيل ، نقر ، ومسح ، وأخيرا صنفرة وتلميع المنتج ، وفي كل مرحلة من هذه المراحل ، تنتج كمية كبيرة من المخلفات ، تختلف في الدرجات من القطع الكبيرة الى الرقائق إلى النشارة الدقيقة جدا .

و مما لا شك فيه ان استخدام الماكينات التقليدية والأساليب اليدوية لمعالجة الأخشاب وتصنيع الأثاث (وهى مع الاسف ما زالت الاكثر استخداما في مصر)، ينتج عنها كمية هالك أعلى بكثير من مثيلتها في وحدات الانتاج التي تستخدم الآلات الدقيقة والأساليب الحديثة في التصنيع (4).

وقد سعت العديد من الشركات المصنعة للأثاث لإدارة تلك المخلفات والاستفادة منها بطريقة او باخري ، و لكن افتقرت معظم هذه الحلول الى الاستدامة ، فعملية ادارة تلك المخلفات تتطلب طرق سريعة مبنية على اسس علمية لجمع المخلفات والتخلص منها مع الحد الأدنى من التأثير السلبي على البيئة والعاملين ، مع ضمان بيئة عمل آمنة خالية من المخاطر الصحية ، ومن امثلة تلك الاساليب : استخدمها كوقود للتدفئة وغيرها من أغراض الطاقة ، تصنيع ألواح الخشب المصنع ، خلطها مع السماد العضوي لتخصيب نباتات الحدائق (9) ، وغيرها من الاساليب التي تتطلب المزيد من المعالجة والعمليات المكلفة وهو ما يضطر الشركات ببساطة الى الاتجاه الى التخلص من المخلفات بطريقة غير صحية.

وحيث ان إدارة تلك المخلفات يشكل تحديًا كبيرًا خاصةً بالنظر إلى حقيقة أن معظم الشركات التي قدمت تلك الحلول تركز في الاساس على التخلص من المخلفات فحسب ، بأساليب تقليدية تستخدم الكثير من العمالة والماكينات وكذلك لا تتسم بالاستدامة (5)

و عليه فان عملية ادارة تلك المخلفات تحتاج الى طرق مبتكرة ، ذات تكلفة معقولة وتحقق مبدأ الاستدامة .

مشكلة البحث:

افتقار غالبية وحدات تشغيل الاخشاب والصناعات الخشبية في مصر الى اسلوب علمي فعال لإدارة المخلفات الصناعية يحقق مبدأ الاستدامة .

هدف البحث:

- الوصول الى منظومة متكاملة لإدارة مخلفات عمليات تشغيل الاخشاب وتصنيع المنتجات الخشبية في مصر ، تراعى مبدأ الاستدامة.

- لفت الانتباه الى خطورة ترك المنظومة العشوائية الحالية للتخلص من مخلفات عمليات تشغيل الاخشاب على البيئة والعالمين بتلك الصناعة .

- تحقيق بعد اقتصادي من عملية ادارة مخلفات مصانع تشغيل الاخشاب .

فرض البحث:

– يفترض البحث إمكانية الوصول الى منظومة ناجحة لإدارة مخلفات مصانع تشغيل الاخشاب في مصر تحقق مبدا الاستدامة و تشكل اضافة للبعد الاقتصادي للعملية.

منهجية البحث :

المنهج الوصفي التحليلي.

حدود البحث :

يتحدد البحث في دراسة ادارة مخلفات الصناعات الخشبية في مصر وكيفية الوصول الى منظومة بيئية اقتصادية مستدامة لإدارة تلك المخلفات .

الوضع الحالي في مصر:

تتنوع المخلفات الناتجة عن معالجة الأخشاب من حيث الحجم والشكل ، بدءًا من القطع الخشبية ، غلائق ، شرائح رفيعة ، ونشارة الخشب الدقيقة ، و قد كشفت الأبحاث ان مصنع متوسط الحجم ينتج ما معدله 367 كلج من المخلفات الخشبية شهريًا (11) ، ومن الطبيعي ان تجد المصانع صعوبة كبيرة في التخلص من هذه المخلفات في ظل غياب منظومة ناجحة للتخلص منها ، فنصف هذه الكمية فقط هو ما يمكن تحويله الى الواح من الخشب المصنع او يعاد استخدامه بطريقة بيئية امنة ، اما النصف الاخر بيتم التخلص منه اما بالحرق او من خلال منظومة القمامة التقليدية وهو ما يشكل ضررا كبيرا على البيئة ، حتى لو عرضت المصانع الى التجار شراء تلك المخلفات بسعر زهيد او تقديمه مجانا فستظل تكلفة النقل عائقا امام التاجر الى يعلم ان ربحه في النهاية لن يجزى مشقة عمليات اعادة الاستخدام و تكاليف النقل ، فيكون الحل الوحيد امام الشركات هو نقل تلك المخلفات الى مقالب القمامة العمومية (لتصبح تحديا كبيرا امام منظومة التخلص من النفايات التابعة للدولة) وهو ما يعد اهدارا كبير لقيمة اقتصادية يمكن استثمارها .

مبدأ كبس المخلفات الخشبية:

تم تطبيق مبدا كبس النفايات مثل مسحوق الفحم أو نشارة الخشب منذ وقت مبكر عام 1960 حيث تم تطبيق أساليب مختلفة للكبس (7)، تختلف من دولة لأخرى وفقا للموارد المتاحة ، وشكل القوالب المستخدمة ، وانا كانت القوالب في الأشكال العادية مثل كتل مستطيلة أو سداسية أو مربعة.

وكانت المادة الرابطة عادة هي نشا أو دقيق ، و اقتصر استخدام قوالب نشارة الخشب البدائية كوقود منزلي آنذاك حيث ان تقنية تصنيعها بسيطة ورخيصة كما لم تستخدم بها مواد كيميائية مضافة لربط جزيئاتها وبالتالي فهي خالية من أي روائح عند الاحتراق ، مما يجعلها أكثر قبولا للاستخدام المنزلي في التدفئة و الطهى (10) ، و ما زالت تلك الطريقة مستخدمه

بشكل او باخر (مع الاسف) في بعض قرى مصر وبعض الدول الاخرى و بعض المناطق التي لا تمتلك منظومة فعالة للحصول على الطاقة وان كانت قد اندثرت تماما في الدول المتقدمة لما لها من اثر سلبى على البيئة .

كما يتم استخدام نشارة الخشب لأغراض متعددة سواء في شكلها الخام مثل الاختلاط بالسماد العضوي لتخصيب النباتات أو معالجتها في قوالب للحصول على الوقود ، وقد ظهرت هذه التجربة لأول ومرة في شكل ممنهج كتكنولوجيا صناعية على يد هنري فورد ، الذى بدأ في انتاج قوالب الفحم من النفايات الخشبية في مصنع السيارات الخاص به (3) .

طريقة تعامل بعض الدول الاوروبية مع مخلفات الاخشاب :

من خلال دراسة اساليب تعامل بعض الدول الاتحاد الاوربي مع المخلفات الناتجة عن صناعة الاخشاب و مصانع الاثاث تبين الآتي (6):

الدولة	التشريعات	طريقة التعامل مع المخلفات الناتجة عن الصناعات الخشبية	اعادة التدوير
السويد	دفن المخلفات غير مسموح به	توليد الطاقة	صناعة الورق
المانيا	الدفن غير مسموح قانون يلزم الحكومة بإنشاء محطات طاقة حيوية	توليد طاقة حيوية من خلال محطات مخصصة لذلك	إنتاج رقائق الخشب لتوفير الطاقة للأنشطة الصناعية
ايطاليا	يحظر دفن النفايات القابلة للاحتراق مع السعرات الحرارية قيمة أكبر من 13 MJ / كجم	المعالجة الميكانيكية تمهيدا لإعادة الاستخدام لجميع النفايات الخشبية التي تم جمعها ، و الجزء الذى لا يصلح معالجته تستخدم لتوليد الطاقة	إعادة التدوير من خلال دمجها في صناعة الألواح ، حيث يستخدم 100٪ اخشاب معاد تدويرها • إعادة تدوير العبوات الخشبية ، نفايات الخشب المنزلية إلى الأثاث معاد التصنيع
انجلترا	يحظر دفن النفايات	توليد طاقة حيوية من خلال محطات مخصصة لذلك	أكبر وأقدم مصانع إعادة تدوير الأخشاب في العالم وتتم إعادة التدوير من خلال الفراش الحيواني ، السماد العضوي ، أغطية مسارات ركوب الخيل والساحات ، منتجات الحدائق .
النمسا	حظر النفايات ذات المحتوى الكربوني العضوي 5٪	تستخدم في محطات مجمعة لتدفئة والتبريد والطاقة	• إعادة التدوير من خلال إرسالها إلى خارج البلاد لصناعة الألواح

من خلال الجدول يظهر جميع الدول تحظر دفن النفايات الخشبية ، ويتم استخدمها في الاغلب في محطات انتاج الوقود اما الحيوية او العادية ، و اغلب الدول تعتمد مبدا اعادة التدوير ، بينما تعتبر بريطانيا الاقدم والاكثر تخصص في هذا المجال من خلال منظومة صناعية متكاملة لإنتاج منتجات نافعة من بقايا مصانع الاثاث .

و من خلال تحليل سياسة تلك الدول في التعامل مع المخلفات الخشبية تبين الآتي :

1- يجب تصنيف تلك المخلفات و فرزها فرزا جيدا استناد الى الحجم من قطع كبيرة و صغيرة الى رقائق و نشارة ناعمة ، وبناء على التصنيف يتم تحديد الاستخدام الأمثل لكل فئة من تلك الفئات .

2- تكون الافضلية لإعادة التدوير والاستخدام ما امكن و يكون اختيار توليد الطاقة هو الاختيار الاخير للتقليل من انبعاث الكربون .

3- نشر الوعى بخطورة الحرق العشوائي النفايات الخشبية او دفنها مع السعي لإقرار قوانين تشريعية صارمة تجرم هذه الافعال .

4- استخدام التكنولوجيا المستحدثة سواء في تصنيع الاخشاب او في فرز المخلفات او اعادة تدويرها او حرقها لتوليد الطاقة يساعد على تعظيم الفائدة منها و تقليل اضرارها على البيئة .

5- تطبيق نظم جودة صناعية لضمان جودة المنتج المعاد تصنيعه كذلك جودة المدخلات الصناعية الداخلة في صناعة تدوير المخلفات الخشبية .

قولبة المخلفات الخشبية :

يعد مبدا قولبة المخلفات الخشبية بالكبس هو الارخص بين وسائل اعادة استخدام الاخشاب ، فبمقارنته بعملية تصنيع الواح الخشب المصنع ، فانه لا يحتاج الى عمليات صناعية مركبة ولا مدخلات صناعية عالية الثمن مثل الواح الكونتر ابلاكاج او الكونتر المسدب مثلا ، فكل ما يحتاجه تحويل المخلفات الخشبية الى نشارة خشبية شديدة النعومة وخلطها بعد ذلك بمادة بوليمارية بنسب معينة ، ثم الحصول على عجينة متجانسة ، يتم بعد ذلك ضخها في القوالب وفقا للأشكال المطلوبة ،و بعد ذلك للحصول على المنتج شبه النهائي ، الى قد يحتاج فقط بعد ذلك الى تغطية سطحه بخامة نهو مناسبة او استخدامه على حالته .

المواد المركبة Composite Materials:

بدأت المواد المركبة في مجال هندسة الطيران والفضاء بسبب خفة وزنها، وتتركب هذه المواد من ألياف fibers طبيعية مثل نشارة الخشب او صناعية مثل ألياف الزجاج ، مغمورة في مادة لدنة plastic خفيفة الوزن، مثل البوليستر polyesterوالإيبوكسي epoxy (تؤلف القالب أو المادة الرابطة بين الألياف) .

المواد المركبة الخضراء materials composite green (1):

هي مواد مركبة تتمتع بميزتين رئيسيتين ، الاولى انها قابلة لإعادة التدوير والاستخدام والتشغيل والثانية انها قابلة للتحلل بيئيا ووقد اصبح الاتجاه الى استخدام مثل هذه المواد اساسيا لسببين الاول المحافظة على المصادر الطبيعية للخامات بحيث تبقى لأجيال ، والثاني هو حماية البيئة بالحد من الأضرار الناتجة عن دفن أو حرق تلك المواد ، وان كان تحقيق الميزة الثانية ما يزال يقابل تحدى كبير وهو ارتفاع تكاليف الانتاج لضرورة ايجاد مادة مبلمرة حيوية قابلة للتحلل.

الخشب البلاستيكي المرن Plastic wood (2) :

في بداية التطور في مجال اللدائن المقواة بالألياف الطبيعية استخدمت نشارة الخشب أو الألياف الخشبية الناتجة من المنتجات الخشبية المستعملة مثل الأثاث القديم أو صناديق التعبئة الخشبية أو بقايا الأخشاب المستخدم في الإنشاءات، وذلك

كحشوة لمادة البولي بروبيلين PP او مادة البولي فينايل كلورايد PVC , و هو ما عرف بالخشب البلاستيكي ، وتكون نسبة الخشب في هذه المادة بين 30-70%، ويمكن أن تستخدم في حلوق الأبواب والنوافذ ، وبعض قطع الأثاث، حيث لا تتعرض هذه المنتجات إلى إجهادات عالية أثناء الاستخدام، مما يسهل استخدام مواد لدنة معاد تصنيعها ، هي مادة سهلة التصنيع. وقد نما سوق هذه المادة المركبة بشدة في الون الخيرة خصوصا لما لها من ميزة مقاومة المياه و عوامل الجو بدرجة كبيرة فاستخدمت كأرضيات لحمامات السباحة والحشوات الخارجية للمباني التي تتعرض لعوامل الجو .

متوسط خواص الألياف الطبيعية مقارنة بألياف المواد المركبة المتقدمة.

الألياف	الوزن النوعي w kN/m^3	الانفعال عند الانكسار %	مقاومة الانكسار σ_u MPa	المقاومة النوعية σ_u/w km	معامل المرونة E GPa	الجسوءة النوعية E/w Mm
القطن Cotton	14.7	7.5	442	30.1	8	0.54
الجوت Jute	12.7	1.6	583	45.7	26	2.04
الكتان Flax	14.7	2.9	690	46.9	40	2.72
القنب Hemp		1.6	690			
السيزال Sisal	14.7	2.2	573	38.9	15	1.02
ليف جوز الهند Coir	11.8	30	175	14.9	5	0.42
الخيزران Bamboo	7.8		695	88.6	68	8.66
الخشب المرن Soft wood	14.7		1000	67.9	40	2.72
الأناناس Pineapple		1.6	1020		58	
قنب سيام Ramie	14.7	3.7	669	45.5	95	6.46
لب شجر الصنوبر Spruce pulp	5.9		1350	229.4	45	7.65
ألياف الزجاج E-glass	25.5		3000	117.6	72	2.82
ألياف الكفلار Kevlar 49	14.1		3900	276.1	131	9.27
ألياف الكربون Carbon	17.2		3000	174.8	235	13.69
ألياف بولي بروبيلين Polypropylene, PP	9		650	72.2	18	2

يتضح من الجدول بعض المواصفات الميكانيكية للخشب البلاستيكي مما يؤكد صلاحيته للاستخدام لاغراض متعددة (1)

التطبيق:

تعتمد فكرة التطبيق على انتاج خامة مركبة (خشب بلاستيكي) رخيصة الثمن تمتاز بخواص تشغيلية جيدة ويمكن اعادة تصنيعها عدة مرات دون فقد المواصفات التشغيلية لها بنسبة كبيرة ، على ان يتم توظيف مخلفات مصانع الاثاث وحاويات البلاستيك المستهلكة في التصنيع .

حيث نستخدم:

1- مخلفات الاخشاب الناتجة من عمليات تصنيع الاثاث بعد تحويلها الى نشارة دقيقيه .

2- بقايا البلاستيك المعاد استخدمها بعد فرمها (الحاويات البلاستيكية الفارغة).

تعد كل من المادتين تحديا بيئيا يصعب التخلص منهما ، ولكن بمزج كلا المادتين معا بنسب محسوبة تنتج مادة مركبة رخيصة الثمن ذات مواصفات ميكانيكية عالية يمكن اعادة تشكلها في قوالب لتشكيل منتجات نافعة .

يطلق على المادة المخلقة اسم الاخشاب البلاستيكية (WPCs) وهى مادة مركبة تحتوي على نشارة الخشب والمواد البلاستيكية الحرارية. حيث يتم خلط النشارة باللدائن الحرارية مثل البولي إيثيلين (PE) والبولي بروبيلين (PP) ،بولي (كلوريد الفينيل) (PVC) ، بنسب تتراوح من 30-70 % و ينتج عن عملية الخلط خامة تتميز :

1- المرونة و سهولة التشكيل .

2- خفة الوزن و مقاومة الصدمات

3- عزلها الجيد للحرارة والصوت و الكهرباء.

4- مقاومتها للمياه والعوامل الجو.

5- رخص الثمن و سهولة الانتاج

6- قابليتها لإعادة التدوير والاستخدام

طريقة التحضير Preparation method (9):

يتم استخدام نشارة الخشب بحجم جزيئات 50 ميكرون في المتوسط ، ثم يجفف في عند 105 درجة مئوية ، و البولي بروبيلين المعاد تدويره1 (RPP) مع مؤشر تدفق ذوبان من 65 جم / 10 دقيقة (190 درجة مئوية) ، ثم خلط البلاستيك ونشارة الخشب في Brabender Plasticorder عند 30 دورة في الدقيقة ودرجات حرارة 170 و 190 درجة مئوية ، أولا يتم إضافة البوليمر إلى الخلاط ثم إضافة نشارة الخشب بعد وصول البوليمر إلى درجة حرارة انصهاره و تستغرق عملية الخلط 11 دقيقة في المتوسط ، بعد ذلك تمر الخامة بمرحة التحبيب والتكوير لتحويله الى خامة اوليه تمهيدا لتصنيع المنتج ، بعد ذلك تكون المادة جاهزة لعمليات تصنيع المنتج (الصهر والتشكيل) ، و يستغرق تصلدها الكامل ما بين30 ثانية الى دقيقة .

طرق تشكيل البلاستيك :

وهناك العديد من اساليب تشكيل البلاستيك منها على سبيل المثال:

القولبة: تتم هذه العملية من خلال ضغط البلاستيك المنصهر داخل قوالب معدنية حيث يتشكل بشكله النهائي ويتم تبريد المنتج فوريا عن طريق تيار من المياه حول القالب وعند فتح القالب يخرج المنتج بشكله النهائي ولا يحتاج الى اي تعديلات غالبا , وتستخدم هذه الطريقة في صناعة الكراسي البلاستيكية و قطع الاثاث الخارجي , و يجب ان تكون القوالب مصنوعة بدقة عالية لضمان جودة المنتج منتج .

البثق : يتم من خلال الدفع المستمر للبلاستيك المنصهر عبر مقطع معين ليأخذ شكله تستخدم هذه العملية لإنتاج القطاعات والانابيب والالواح بكافة احجامها .

الكبس : تستخدم هذه الطريقة لإنتاج بعض قطع غيار السيارات البلاستيكية وكذلك القلب البلاستيكي للثلاجات و تعتمد فكرتها على تسخين القالب بشكل بسيط لتسهل عمليه التشكيل و من ثم كبس الخامة البلاستيكية عليه .

النفخ : تستعمل هذه الطريقة لإنتاج الزجاجات البلاستيكية وغيرها ولها طرق و تقنيات متعددة.

وسوف يتم في هذه الدراسة التركيز على طريقتي : القولبة والبثق ، لتشكيل الخشب البلاستيكي على ان تتم عملية الانتاج كلها بطريقة الية عن طريق التحكم الرقمي ، وقد تم اختيار هاتين الطريقتين لمناسبتهما لمنتجات الأخشاب البلاستيكية :

1- القولبة : لإنتاج التشكيلات المختلفة وفقا لقالب معد مسبقا .

2- البثق: لإنتاج الالواح والقطاعات البلاستيكية المختلفة بأطوال مختلفة .

وفيما يلي عرضا مفصلا بالصور والاشكال لمراحل عمليتي تشكيل بالبلاستيك بطريقة القولبة و طريقة البثق.

(1-1)يظهر الى اليمين المطحنة الخاصة بتنعيم الجزيئات الخشبية الى المقاس المطلوب و الى اليسار المجفف الى يصل بالنشارة الى درجة الجفاف القياسية التي تناسب عملية التصنيع .

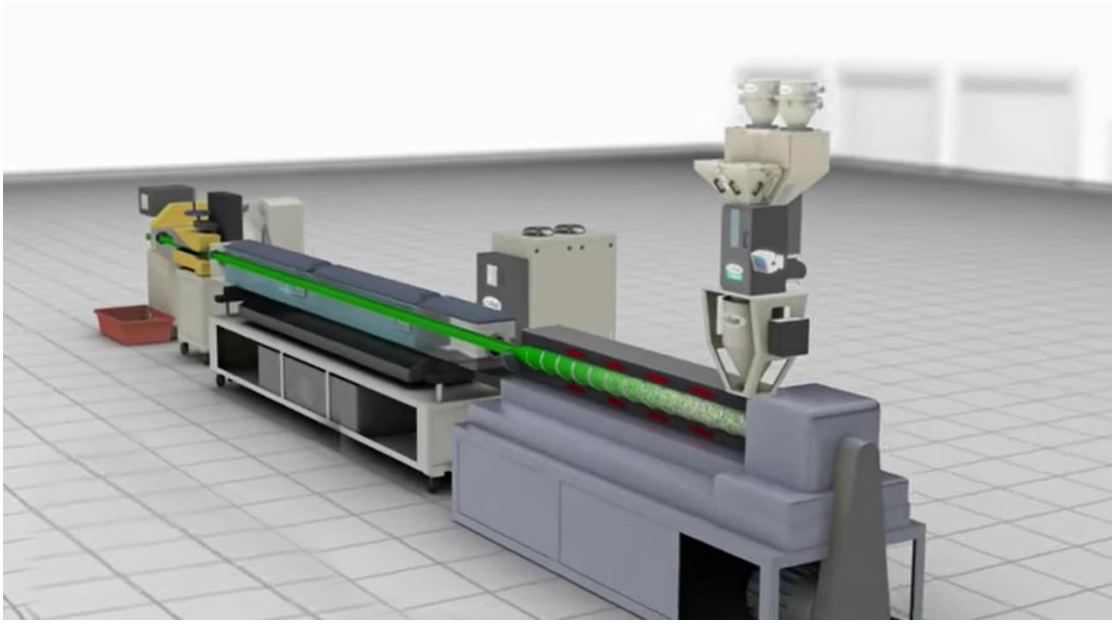
(2-1) كسارة البروبيلين التي تستخدم لطحن حاويات البلاستيك المعاد استخدامها الى جزيئات صغيرة قبل صهرها في الخلاطة حيث يظهر في الصورة الى اليمين الهيئة العامة لكسارة البلاستيك ، ويظهر في الصورة الى اليسار تكبير لمكان وضع المخلفات البلاستيكية حيث تقوم الاسنان المعدنية بسحبها و سحقها و دفعها الى داخل الماكينة لإكمال عملية الفرم

(3-1) في الصورة الى اليمين يظهر شكل الحاويات البلاستيكية المصنعة من البروبيلين المراد اعادة استخدامها قبل دخولها الى كسارة البروبيلين ، والصورة الى اليسار يظهر البروبيلين بعد فرمه و تحوله الى كتل صغيرة تمهيدا لوضعه في الخلاط.

(4-1) الخلاط المستخدم في خلاط النشارة مع البولي البروبيلين وتحوليهم الى مادة مركبة

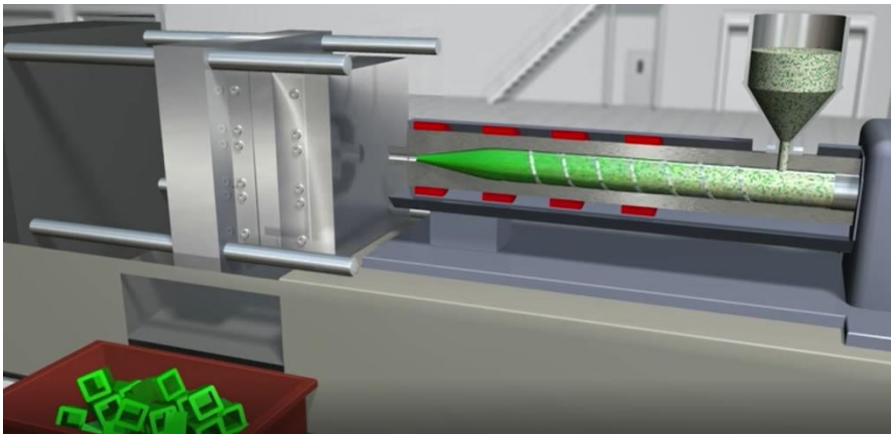
(5-1) ماكينة التحبيب تستخدم لتحويل المادة الناتجة من الخلاط الى حبيبات او كرات صغيره كمرحلة تحضيرية لمرحلة تصنيع المنتج

(6-1) صورة توضح خط الانتاج الذى يستخدم المادة الناتجة عن صهر الحبيبات ويحولها الى المنتج النهائي وفقا لأسلوب التشكيل المراد سواء القولبة او سحب الالواح البلاستيكية (يتم تفصيله في الاشكال اللاحقة)

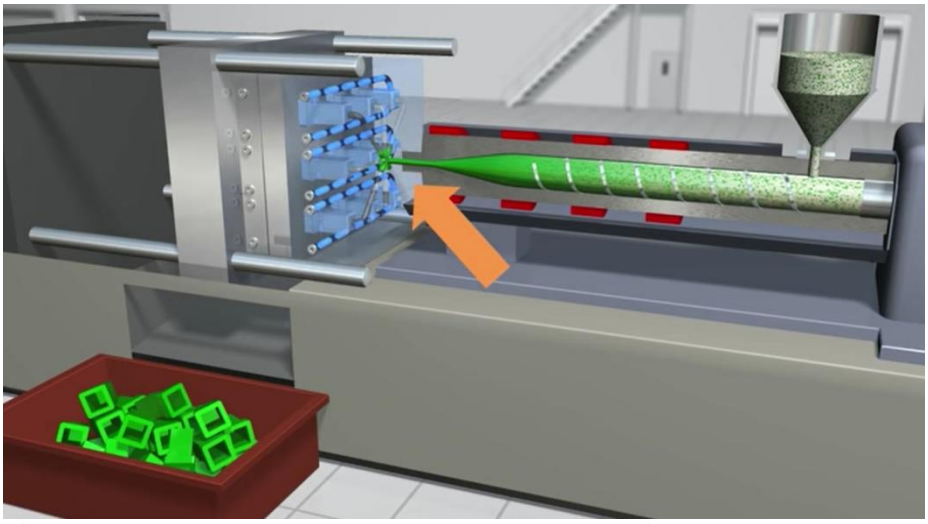


(7-1) نموذج توضيحي يبين تدفق حبيبات البلاستيك داخل خط الانتاج ويشار اليه في الصورة باللون الاخضر

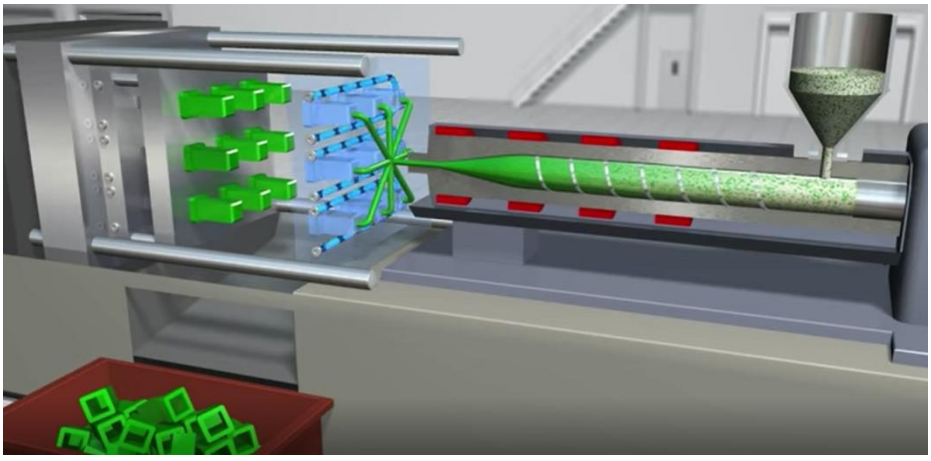
(8-1) في حالة التشكيل بالقولبة توضع الخامة في الوعاء المخروطي (الى اليمين) حيث تتدفق منه الى الأسطوانة الافقية التي توجد تحته و تحوى داخلها على مصهر حراري



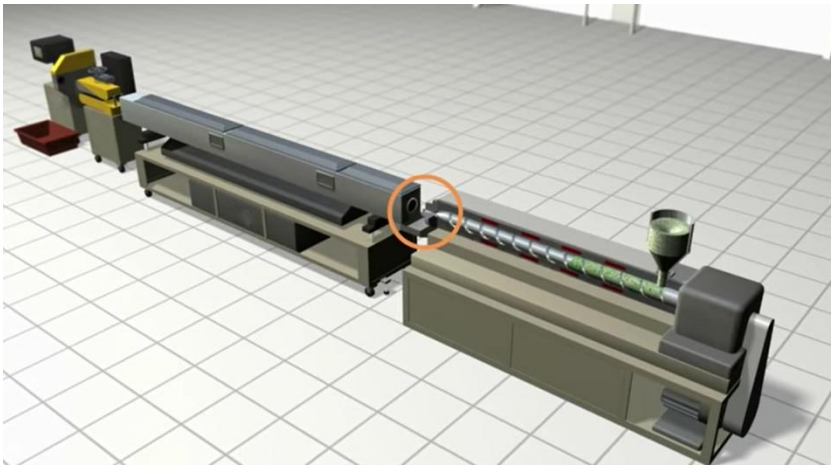
(9-1) يعمل المصهر الحرارى في صهر الخامة و تحويله الى معجون يندفع بقوة الضغط الى مقدمة الاسطوانة المدبب حيث يخرج منها الى القوالب المعدنية لتحوله الى الشكل المطلوب



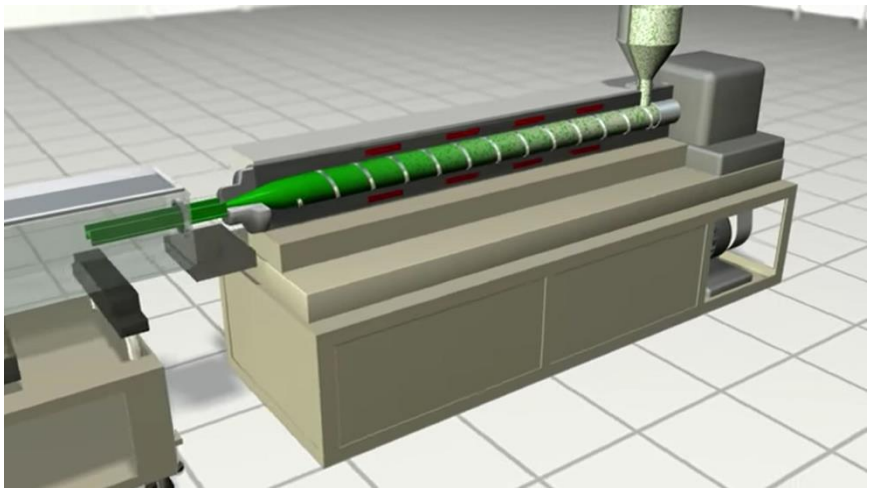
(10-1) يتم ضغط المعجون الى القوالب المعدنية التي يحوطها مبرد (يظهر باللون الازرق) يعمل على تقليل حرارة الخامة لتعود الى حالتها من الصلابة أخذة شكل القالب التي ضغطت فيه .



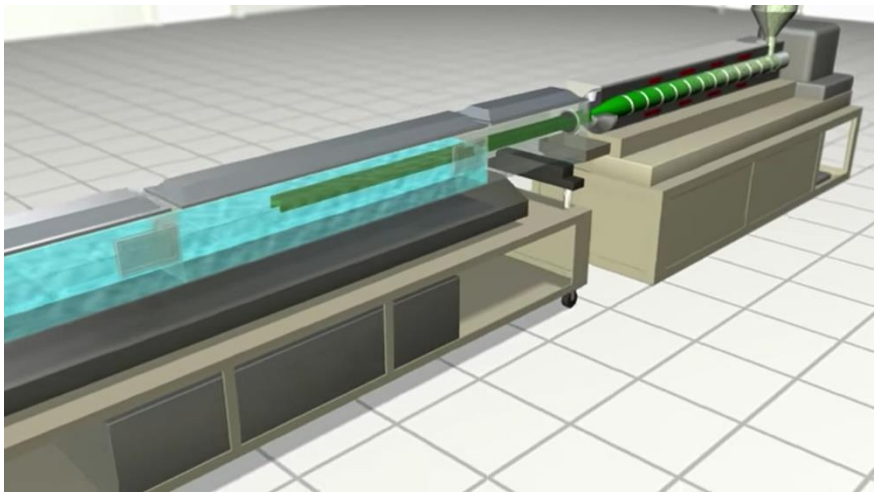
(11-1) تخرج الخامة من القالب وقد تصلبت واخذت شكل القالب تمام حيث يتم تجميعها في حاوية تمهيدا لمرحلة النهو والتشطيب



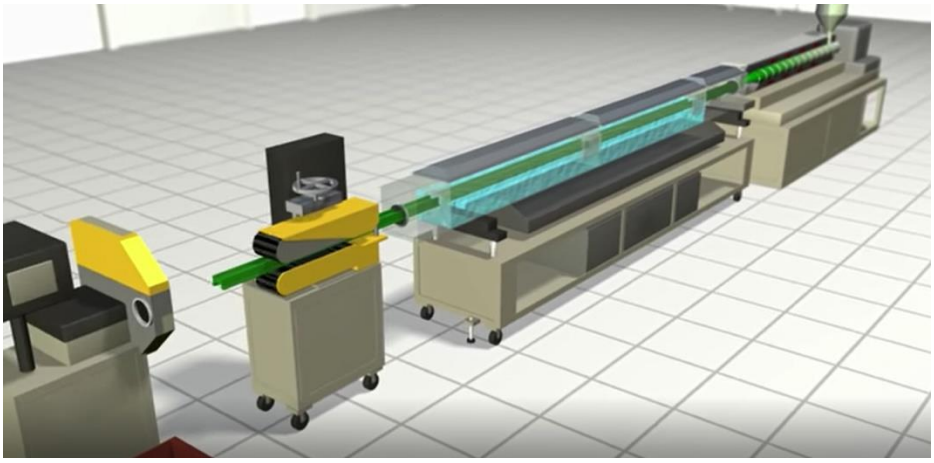
(12-1) في حالة التشكيل بسحب القطاع يتم استبدال ماكينة القولبة بماكينة سحب القطاعات وتتصل ماكينة الصهر بماكينة سحب القطاعات عند الدائرة البرتقالية



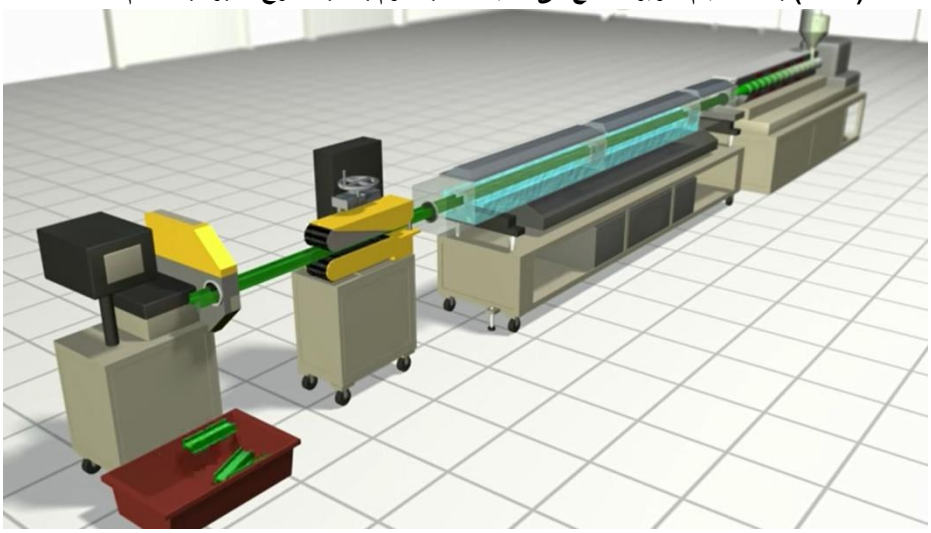
(13-1) حيث تتم عملية الصهر كما حدث في التشكيل بالقولبة ثم يتم ضغط المعجون اللدن من خلال القطاع المطلوب ليتشكل بشكل القطاع اثناء عملية الضغط



(14-1) يلي ذلك تمرير القطاع المسحوب خلال مبرد ماني يعمل على تخفيض درجة حرارته لتصل الى درجة التصلد للحفاظ على التشكل المطلوب



(15-1) بعد ذلك يتم تمرير القطاع الى ماكينة سحب تقوم بسحبه خارج المبرد بعد تمام تصلده



(16-1) وفى نهاية هذه المرحلة يتم تمرير القطاع الى ماكينة تقطيع حيث يتم تقطيع الالواح وفقا للمقاسات المطلوبة

(17-1) بعض النماذج لاستخدام الخامة في منتجات الحدائق و ذلك لما تتمتع به من مقاومة عالية للمياه وعوامل التعرية وسهولة التنظيف و القدرة التشغيلية العالية .

(1-18) نموذج لاستخدام الخامة كبديل للخشب الطبيعي لما تتميز به من صلابة الخشب و مواصفات تشغيل البلاستيك

(1-19) يظهر من الصور المرونة العالية للخامة وقابليتها للتشغيل والتشكيل عن طريق القولبة او سحب القطاعات وغيرها من اساليب التشكيل المختلفة .

من خلال الدراسة تبين للباحث ان الخامة الناتجة وان كان قد تم تركيبها من خامات معاد استخدامها الا انها تتميز بمواصفات تشغيليه عالية مقارنة بتكاليف انتاجها و تمتع بمرونة عالية في اساليب الاستخدام لما لها من موصفات تجمع بين مميزات الاخشاب وخامة البلاستيك في نفس الوقت ، و قدمت في نفس الوقت حل لنفايات مصانع الاخشاب ومستهلكات البلاستيك،كما تتميز بإمكانية اعادة تصنيعها مرات متعددة مما يمثل بعدا مستداما . الوحدة الانتاجية التي تعمل على تركيب تلك الخامة وان كانت مكلفة في البداية الا نها تغطى تكلفتها و تبدا في ادرار الربح في وقت قليل مع جودة المنتج المصنع و مهارة التصميم والتسويق ، في بعض الاحيان قد تحتاج الخامة الى فيلم من البولي فينايل كلورايد PVC لتغطية السطح النهائي و منحه شكلا طبيعيا مميزا كالخشب مثلا (في صناعة الابواب والدلف) ، كما يمكن منح الخامة هذا الشكل من خلال عمليات تصنيع اضافية بسيطة يمنح هذا الشكل ثباتا وتجانسا مع صلب الخامة لتشكيل اصابع الباركيه مثلا او ارضيات حمامات السباحة .

الخلاصة ان هذا المشروع يتمتع بمرونة كاملة حيث يمكن للمستثمر ان يقدر بنفسه حجم الاستثمارات التي يرغب في ضخها تبعا لنوع المنتج المراد تصنيعه ووفقا لراس المال المقرر.

النتائج :

1- مخلفات الصناعات الخشبية و صناعة الاثاث يمكن ان تتحول الى مصدر دخل إضافي بدلا من ان تشكل عبئا على البيئة والمؤسسة.

2- استخدام الوسائل التصنيع البدائية في صناعة الاثاث يزيد من حجم مخلفات تلك الصناعة بينما استخدما الوسائل التكنولوجيا الحديثة يقللها .

3- إعادة التدوير والاستخدام لمخلفات الاخشاب اقل ضررا على البيئة من حرقها لإنتاج الطاقة .

4- يفتقر المجتمع المصري الى الوعي بخطورة الحرق العشوائي النفايات الخشبية ، كما تحتاج القوانين التشريعية المختصة بهذا الشأن الى التطبيق .

5- استخدام التكنولوجيا المستحدثة سواء في تصنيع الاخشاب او في فرز المخلفات او اعادة تدويرها او حرقها لتوليد الطاقة يساعد على تعظيم الفائدة منها و تقليل اضرارها على البيئة .

6- تطبيق نظم جودة صناعية لضمان جودة المنتج المعاد تصنيعه كذلك جودة المدخلات الصناعية الداخلة في صناعة تدوير المخلفات الخشبية .

7- يمكن اكساب الخامات المركبة صفة الاستدامة من خلال من خلال تحقيق احدى المعاملين ، اما امكانية اعادة الاستخدام او القدرة على التحلل بيئيا او هما معا .

8- استخدام البلاستيك المعاد استخدامه لا يقلل من جودة الخامة المركبة التي يدخل في تصنيعها عن الخامة المثيلة المصنعة من بلاستيك يستخدم لأول مرة .

9- تتميز خامة الخشب البلاستيكي المركب من نشارة الخشب والبولي بروبلين المعاد استخدمه بإمكانية اعادة استخدمها .

10- تتـ

متع خامة الخشب البلاستيكي بالعديد من المواصفات التشغيلية الجيدة مثل : المرونة و خفة الوزن و سهولة التشكيل ، والرخص الثمن، ومقامتها للمياه وعوامل التعرية ، و عزلها الجيد للصوت و الحرارة و الكهرباء .

11- تمـ

تاز الوحدة الانتاجية المقترحة في البحث بمرونتها في الانتاج حيث ان تكلفة الانشاء يمكن ان يتم التحكم بها وفقا لطبيعة المخرج النهائي المراد تصنيعه .

التوصيات :

– يوصى الباحث بتبني الجهات الحكومية المعنية لا سيما وزارة البيئة بهذا البحث لما له من بعد بيئي واقتصادي يحقق مبدا الاستدامة

– تقديم هذه البحث كورقة عمل للمؤسسات غير الحكومية العاملة في صناعة الاثاث مثل غرفة صناعة الاخشاب لنشر تلك الثقافة بين جموع صناع الاثاث في مصر

المراجع :

1- mahmud nadim nuhas - 'ahdath altatawurat fi majal almawadi almurakabat - almawadi alshshamilat alsadiqat walqabilat li'iieadat alaistikhdam - majalat jamieat almalik eabd alezyz: aleulum alhandasiatu, m 16, e 1, s 77-102 (2005 m / 1426 h)

2- A. N. Netravali and S. Chabba, Composites get greener, Materials Today, 6(4), (2003), 22-29.

3- H. Green, Wood: Craft, Culture, History, Penguin Books, New York, 2006.p84

4- I.N. Amanor, Design, Construction and Testing of a Briquetting Machine, Kwame Nkrumah University of Science and Technology Dissertation, Kumasi, 2014. p512-513

5- K. Joshi, V. Sharma, S. Mittal, Social entrepreneurship through forest bio-residue briquetting: An approach to mitigate forest fires in Pine areas of Western Himalaya, India, Renewable and Sustainable Energy Reviews 51(2015), 1338–1344.
6- PAUL ANTOINE ANA , LUISA FERNANDO , Wood waste management: The best practices – give waste wood a chance - project funded from the European Union's H2020 research and innovation programme under grant agreement n° 727958 , p 6-11
7- Process Integrator, The history of sawdust briquette charcoal, Available: http://www.process-integrator.com/Solution/Briquette/History.html, Accessed: 30 April 2020 p1.
8- Saeed Kazemi Najafi,1 Elham Hamidinia,1 Mehdi Tajvidi2 -Mechanical Properties of Composites from Sawdust and Recycled Plastics - Journal of Applied Polymer Science, Vol. 100, 3641–3645 (2006)
9- S. Gladstone, V. Tersigni, J. Kennedy, J.A. Haldeman, Targeting briquetting as an alternative fuel source in Tanzania, Procedia Engineering 78(2014), 287 – 291.
10- UNDESA, International decade for action: 'water for life' 2005-2015, United Nations , Available : https://www.un.org/waterforlifedecade/ Accessed: 30 April 2020 p1.
11- Wilson R. Nyembaa , Allen Hondob- Unlocking economic value and sustainable furniture manufacturing through recycling and reuse of sawdust - 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing- 2018- p511.

[1] حيث ثبت معمليا ان استخدام لدائن البلاستيك المعاد استخدامها لا يقلل كثير من الصفات الميكانيكية للخامة المركبة مقارنة بالخامة المصنعة من بلاستيك الذي يستخدم لأول مرة (المرجع رقم **8**)