إمكانية إستخدام البنكنوت المصنع من البوليمر في إنتاج العملة المصرية

Possibility of using polymer banknotes for Egyptian currency production

أ.د/ نصر مصطفي محمد

أستاذ نظم الطباعة - قسم الطباعة والنشر والتغليف - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Prof. Dr. Nasr Mostafa Mohamed

Professor of Printing Systems - Department of Printing, Publishing and Packaging - Faculty of Applied Arts - Helwan University

أ.م.د/ مجدي عزت عبد القادر

أستاذ مساعد - قسم الطباعة والنشر والتغليف - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Assist. Prof. Dr. Magdy Ezzat Abdel Qader

Assistant Professor - Department of Printing, Publishing and Packaging - Faculty of Applied Arts - Helwan University

م/ مصطفي السيد شحاتة جادالله

مصمم طباعة - دار طباعة النقد – البنك المركزي المصري

Designer. Mostafa El Said Shehata Gadallah

Print Designer - Cash Printing House - Central Bank of Egypt

ملخص البحث:

تعتبر عملات النقد البوليمرية بديلا في الإستخدام عن العملات الورقية ،حيث أن هناك العديد من الدول التى تصدر فئاتها باستخدام تلك العملات لما لها من مزايا تفوق العملات الورقية.

وتكمن أهمية البحث في إمكانية إستخدام العملات البوليمرية بدلآ من العملات الورقية في جمهورية مصر العربية ،وذلك ببحث مدى الملائمة الفنية من تطبيق ذلك بإمكانيات دار طباعة النقد المصرية.

ومن أهم نتائج هذا البحث عند المقارنة بين خواص التحمل للعملات الورقية المتمثلة في عملة ورقية فئة عشرون جنيه مصري وأخري بوليمرية لفئة خمسة دولارات كندية (عينة البحث) ،وجد أن العملة البوليمرية ذات خواص تحمل أكبر من العملات الورقية بشكل كبير .

وأيضا فإن مسارية الإنتاج الخاصة بطباعة العملات البوليمرية هي نفس الخطوات الإنتاجية للعملات الورقية .

ويوصي البحث بإمكانية طباعة عملات النقد البوليمرية بجمهورية مصر العربية ،نظرا لملائمة خواصها التشغيلية والإستخدام النهائي.

الكلمات المفتاحية : العملات الورقية – العملات البوليمرية – مقاومة الإنفجار – مقاومة الشد – مقاومة القلويات والأحماض – مقاومة الإحتكاك – العلامات التأمينية – طبقة مانعة للإتساخ.

Abstract:

Nowdays the polymer notes became a strong substitute for paper notes, as many countries issued their currency using polymer because of their advantages over paper .

The importance of this research is to explain the possibility of using polymer instead of paper in Egyptian currency, by examining the technical appropriateness with the same equipments of the banknote printing plant in central bank of Egypt.

One of the most important results of this research is that the polymeric currency represented in five Canadian dollars (first sample) had significant endurance properties than the paper currency represented in Egyptian twenty pounds (Second sample), this results were achieved by comparing the endurance properties of the two materials after laboratory tests done.

Also, the production process of polymer note printing is the same as the production process of paper note printing.

The research recommends to print polymer currency in Egypt, due to the suitability of its operational properties and end-use, in addition the circulation life of polymer note is more than two and half times the circulation life of paper note.
key words: Paper currency - Polymeric currency –Polymer note - Bursting resistance - Tensile resistance – acidic and Alkaline resistance – Color fastness to rubbing – security features – Anti soiling layer- circulation life.

1- مقدمة :

صدرت أول عملة نقدية في العالم مطبوعة على فيلم بوليمر شفاف مع استخدام وسائل متغيرة بصريا في أستراليا [7] في عام 1988 ، بإستخدام خامة البولي بروبالين ثنائي المحور[10] ،وسجل تحليل السوق في بداية التجربة تأييد (48٪) من السكان واعتراض (26٪) [6] ، ومنذ ذلك الحين وعدد الدول التي تستخدم البوليمر لصناعة النقد في إزدياد حيث وصل عددها أربعة وعشرون دولة [12] عام 2014 وزادت عليها في الوقت الحاضر المملكة المتحدة وعند رصد طبيعة هذه الدول نجد أنه لم تكن هناك علاقة بين استخدام خامة البوليمر وبين الظروف المناخية أو الأقتصادية لهذه الدول حيث تم استخدامه في دول باردة جداً وأخري حارة جداً – ودول ذات مناخ جاف وأخري ذات رطوبة مرتفعة علاوة علي عدم وجود علاقة بتقدم الدولة أو تخلفها حضارياً [4].

وبمرور الوقت تطورت أساليب صناعة البنكنوت المصنع من البوليمر ورغم أن خامة البوليمر لايمكن أن تتضمن علامة مائية أو سلك خيط ضمان إلا أن هناك العديد من البدائل ووسائل التأمين ما يضاهي وسائل تأمين العملات الورقية فضلاً علي أن عمر البنكنوت المصنع من البوليمر يفوق عمر البنكنوت المصنع من الورق مرتان ونصف تقريباً [5].

وعلي الرغم مما سبق لازال هناك تخوف لدي الكثير من الدول تجاه خامة البوليمر ويرجع البعض أسباب هذا التخوف إلي عدم دراية الكثيرين بخواص البنكنوت المصنع من البوليمر مثل مدي مقاومة الأحبار للإحتكاك أو مدي ملائمته لظروف التداول العنيفة في دول مثل مصر حيث يكثر العرق وهل ستتحمل هذه الخامة البوليمرية ذلك العرق أم لا؟ كما أن هناك عوامل أخري مثل خواص المتانة والتحمل للبوليمر وهل يتحمل البوليمر الشد أو الإنفجار مثل الخامة الورقية [1]؟

1-1- مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في أن دورة حياة العملات الورقية أقل من العملات البوليمرية وبالتالي فإن دار طباعة النقد المصرية تعمل بشكل مستمر في طباعة العملات الورقية لتغطية معدلات الإستهلاك ،مما يوجه الأنظار إلى دراسة مدى الجدوى الفنية من استخدام الخامات البوليمرية ومعرفة مدي ملائمتها كبديل للورق كخواص استخدام نهائي ،وأيضا إمكانية تنفيذها فنيا؟

1-2- هدف البحث

معرفة مدى إمكانية إستخدام العملات البوليمرية بدلا من العملات الورقية في مصر.

1-3- منهج البحث

تم وصف وإختبار الخواص الحاكمة لإمكانية المقارنة بين العملات الورقية والبوليمرية ،وذلك بإتباع المنهج الوصفي و التجريبي، ثم تحليل النتائج معتمدة على المنهج التحليلي لإستخلاص النتائج .

2- الأجهزة والخامات المستخدمة

هناك العديد من الأجهزة والخامات التي تم إستخدامها لتنفيذ هذا البحث ،ويوضح الجدول (1) قائمة بالأجهزة والخامات المستخدمة في إنجاز هذا البحث .

جدول (1) : قائمة الأجهزة والخامات

الخامات	الأجهزة
عملات ورق نقد مصرية فئة العشرون جنيها	جهاز إختبار الإحتكاك (TST auto color fasting to crocking وذلك طبقاً للمواصفة القياسية **ISO 105-X12:2016**).
عملات بوليمرية كندية فئة الخمسة دولار	جهاز مقاومة الشد (تم استخدام جهاز Tinius Olsen N H5KT/130-500 وذلك طبقاً للمواصفة القياسية EN ISO 13934–1. 1999)
القماش القطني	
ماء مقطر	جهاز مقاومة الإنفجار (Tinius Olsen H5KT/130-10 N ، طبقاً للمواصفة القياسية ASTM D3787:2001)
محلول قاعدي عياري	
محلول حامضي عياري	فرن مجفف من نوع SDL ATLAS
	كاميرا رقمية

3- الإختبارات والنتائج

في هذا الجزء من البحث ،تم تصنيف الإختبارات التي تم تنفيذها إلى نوعين اساسيين ، اختبارات الإستخدام النهائي ، فلقد تم إختيار خواص ثبات اللون للإحتكاك سواءا الجاف أو الرطب وأيضا ثبات اللون للعرق الحامضي أو القاعدي نظرا لظروف طبيعة التداول للعملات بمصر ، أما اختبارات ظروف التشغيل وتشمل إختباري الشد والإنفجار ،وهي من أهم المواصفات التي من الواجب مراعاتها أثناء تنفيذ عمليات الطباعة ، وفيما يلي سوف نستعرض الإختبارت التي تمت على عينتي البحث ،وتحليل النتائج ،وهي كما يلي:

3-1 ثبات اللون للإحتكاك

ترجع أهمية ثبات اللون للإحتكاك كخاصية للإستخدام النهائي للعملة ،حيث أن العملات النقدية تتعرض لعمليات إحتكاك متنوعة ،والتي يمكن تلخيصها في نوعين أساسيين وهما الإحتكاك الجاف والإحتكاك الرطب ، وبالتالي فإنه من الأهمية تحديد مدي مقاومة الأحبار للإحتكاك.

3-1-1- ثبات اللون للإحتكاك الجاف

هناك العديد من الخطوات التي تم إجراؤها لتحديد ثبات لون الحبر على العملات النقدية وهي كما يلي :

1) يتم تثبيت عينة فئة 20 جنيه مصري ورقية في الحامل المخصص ثم وضعه داخل جهاز مقاومة الإحتكاك.
2) لف قطعة من القماش القطني علي العمود الخاص بعملية الإحتكاك ووزنه 1 كجم.
3) تركيب عمود الإحتكاك بالجهاز والتشغيل.
4) يتم مرور العمود فوق العينة مع الإحتكاك بسطح العينة ذهاباً وإياباً.
5) تشغيل الجهاز 10 مشاوير ثم الملاحظة.
6) تشغيل الجهاز 20 مشوار ثم الملاحظة.
7) فك العينات وفحص قطعة القطن .
8) مقارنة ظلال اللون المتبقية علي قطعة القماش مع التدريج الرمادي وإعطاء درجة لمقاومة الإحتكاك.
9) تكرار نفس الخطوات السابقة للعملة البوليمرية فئة 5 دولار كندي.

3-1-2- ثبات اللون للإحتكاك الرطب

بإتباع نفس خطوات الإختبار الجاف مع وضع قطعة القماش في ماء مقطر قبل لفها علي العمود الضاغط.

3-1-3- النتائج

أ- يوضح الجدول (2) النتائج التي تم الحصول عليها من هذا الإختبار وهي كما يلي.

جدول (2) نتائج اختبار ثبات اللون ضد الإحتكاك

الإختبار	الخامة	متوسط ثبات الحبر للإحتكاك
الإحتكاك الجاف	فئة 20 جنيه مصري / ورق	3 (مقبول)
	فئة 5 دولار كندي / بوليمر	3 (مقبول)
الإحتكاك الرطب	فئة 20 جنيه مصري / ورق	2(ضعيف)
	فئة 5 دولار كندي / بوليمر	3 (مقبول)

من جدول (2) ،يمكن ملاحظة تساوي مقاومة العملتين في مقاومة الإحتكاك الجاف ،وعلى الجانب الأخر تفوق العملات البوليمرية على العملات الورقية في الإحتكاك الرطب ،وذلك يرجع إلى أن العملات الورقية المصرية مصنوعة من قاعدة ليفية من نسالة القطن Cotton linters المغطي من كلا الجانبين بطبقة معالجة لمنع الإتساخ (Anti soiling treatment) وغالباً ما تكون فيلم رقيق من البولي فينيل الكحول أو طبقة رقيقة من البولي إستر يتم دمجها في خامة الورق أثناء التصنيع في مرحلة تكوين الفرخ [3] ولولا وجود هذه الطبقة لتأثرت العملة بشكل كبير حيث تزيد من الحماية وتزيد من عمر البنكنوت. [11]

أما بالنسبة لمادة البوليمر (بولي بروبيلين) فهو من النوع (الفراغي المنتظم Isotactic) والذي تكون فيه الجزيئات في وضع نمطي يزيد الخامة صلابة وقوة وتحمل أكبر . علاوة علي أن طريقة تصنيع الخامة يتم بشد فيلم الخامة في الإتجاهين تحت درجة حرارة معينة مما يساعد في إعادة ترتيب الجزيئات ويجعل فيلم البولي بروبالين المعدل أكثر قوة وتحمل. [8]

ب- أيضا بإستخدام الكاميرا الرقمية في إلتقاط تأثير عملية الإحتكاك على العملات موضوع البحث ،فكانت النتائج كما هي موضحة في جدول (3)

جدول (3) : مقارنة بصرية لنتائج الإحتكاك

الإختبار	فئة 20 جنيه مصري / ورق	فئة 5 دولار كندي / بوليمر
الإحتكاك الجاف	انتقال كمية متوسطة من الحبر لقطعة القطن	انتقال كمية متوسطة من الحبر لقطعة القطن

الإحتكاك الرطب	انتقال كمية كبيرة من الحبر لقطعة القطن	انتقال كمية متوسطة من الحبر لقطعة القطن

حيث تؤكد نتائج جدول (3) النتائج التي تم التوصل لها في جدول (2) .

ج- ويمكن التأكيد على نتائج الإحتكاك ،والموضحة في الشكلين (1، 2)

شكل (1) تأثير إختبار ثبات اللون للإحتكاك الرطب في خامة الورق

شكل (2) تأثير إختبار ثبات اللون للإحتكاك الرطب في خامة البوليمر

حيث يوضح الشكلان السابقان ،تأثير الإحتكاك الواضح في العملات الورقية بالمقارنة بالعملات البوليمرية.

3-2- ثبات اللون ضد العرق Color fastness to perspiration

من الخواص التي من الواجب مراعاتها هو معرفة تأثير العرق علي خامة البنكنوت حيث من المعروف أن السبب الرئيسي لتدهور وإتساخ خامة البنكنوت هو أصابع اليد والتي تسبب مايعرف بالزهم sebum وهو عبارة عن إفرازات زيتية للغدد الدهنية oily secretion of the sebaceous glands تنتقل من اليد إلي خامة البنكنوت لتسبب تلاشي الألياف في (الخامة القطنية) خاصة في المناطق المرتفعة والتي لها بروز في البنكنوت. [1]

3-2-1- إجراءات الإختبار :

1) تجهيز شريحتين فئة 20 جنيه مصري ورقية مقاس (10 * 2 سم)
2) تجهيز شريحتين فئة 5 دولار كندي بوليمرية مقاس (10 * 2 سم)
3) وضع العينات الأربعة بين شرائح القطن ، ثم حياكة القماش علي العينة
4) غمر عينتان بالقماش في المحلول الحامضي
5) غمر عينتان بالقماش في المحلول القاعدي

6) ترك العينات لمدة دقائق للتأكد من التشرب التام للمحلول.

7) رفع العينات من وإزاحة الزائد من المحلول بأي سلاح كاشط

8) وضع كل عينة بين لوحي الجهاز الضاغط ووضع ثقل مقداره (5 كجم) فوقها.

9) وضع العينات في فرن درجة حرارته "37 درجة مئوية " لمدة "5 ساعات"

10) رفع العينات من فرن التجفيف ومضاهاة الدرجة اللونية بإستخدام حاجب به خمس درجات ظلية من (1 : 5) وتكون أفضل درجة هي " رقم 5"

3-2-2- النتائج :

1) نتائج الإختبار الحامضي

يوضح جدول (4) نتائج إختبار اللون ضد العرق الحامضي.

جدول (4) :نتائج إختبار اللون ضد العرق الحامضي

العينة	متوسط مقاومة اللون للعرق/ الحامضي
فئة 20 جنيه مصري / ورق	**5**
فئة 5 دولار كندي / بوليمر	**5**

من جدول (4) ، يمكن إثبات أن مقاومة العملتين للعرق الحامضي تعتبر مرتفعة ،وأيضا متساوية .

2) نتائج الإختبار القاعدي

يوضح جدول (5) نتائج إختبار اللون ضد العرق القاعدي.

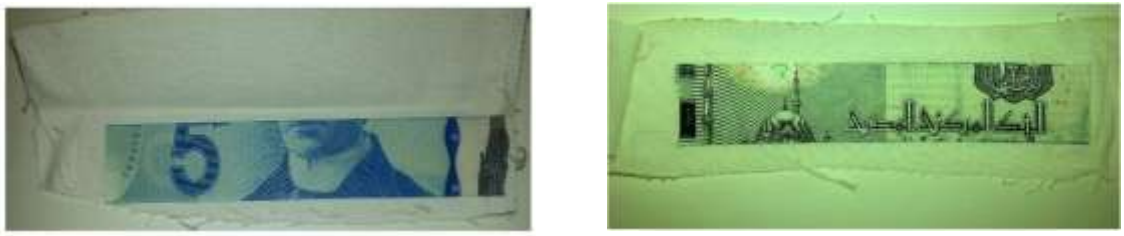
جدول (5) :نتائج إختبار ثبات اللون ضد العرق القاعدي

العينة	متوسط مقاومة اللون للعرق/ القاعدي
فئة 20 جنيه مصري / ورق	**5**
فئة 5 دولار كندي / بوليمر	**5**

من جدول (5) ، يمكن إثبات أن مقاومة العملتين للعرق الحامضي تعتبر مرتفعة ،وأيضا متساوية .

كما يوضح شكلا (3 و4) عدم تأثر العملتان بكلٍ من المحلول الحامضي والقلوي.

شكل (3) العملتان الورقية والبوليمرية بعد إختبار العرق الحامضي



شكل (4) العملتان الورقية والبوليمرية بعد إختبار العرق القاعدي

3-3- مقاومة الشد Tensile strength

ترجع أهمية خاصية مدي تحمل الخامة لقوة الشد لأهمية تلك الخاصية أثناء التشغيل في ماكينات الطبع ومعرفة أقصي قوة شد تتحملها الخامة وكذلك مقدار الإستطالة الناتجة عن الشد ،أيضا الاجهاد وطاقة امتصاص الشد ،وكذلك معامل المرونة.[9]

3-3-1- إجراءات الإختبار

1) تجهيز عينة فئة 20 جنيه مصري ورقية مقاسها (15.24 * 2 سم)
2) تجهيز عينة فئة 5 دولار كندي بوليمرية مقاسها (15.24 * 2 سم)
3) تركيب الشريحة في فكي الجهاز وغلقها بإحكام
4) يتم الشد عن طريق حركة الفك العلوي للجهاز بسرعة محددة (أقصي سرعة 10 ملليمتر في الدقيقة) حتي قطع العينة مع ملاحظة أن أقصي قوة شد تصل إلي 450 نيوتن.
5) أخذ القراءات والمتوسط الحسابي (ويحسب ذلك رقمياً) بواسطة الكمبيوتر الموصل بالجهاز حيث يتم تسجيل أقصي شد يمكن تحمله بالنيوتن.

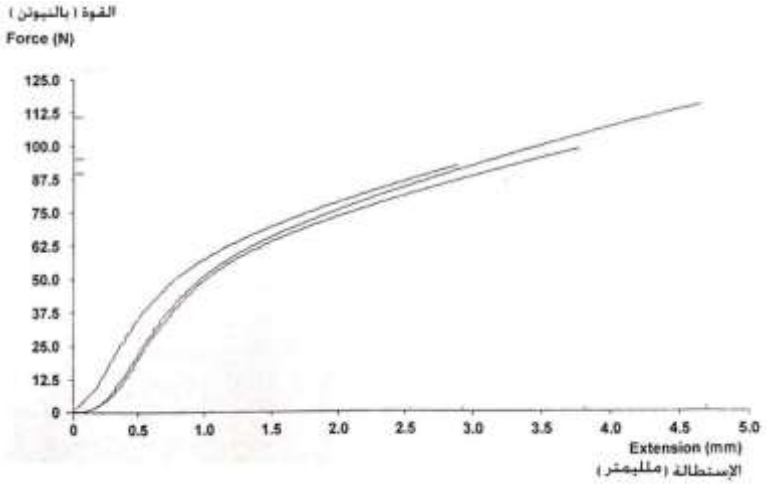
3-3-2- النتائج :

يوضح الجدول (6) نتائج إختبار مقاومة الشد لكلا العينتين.

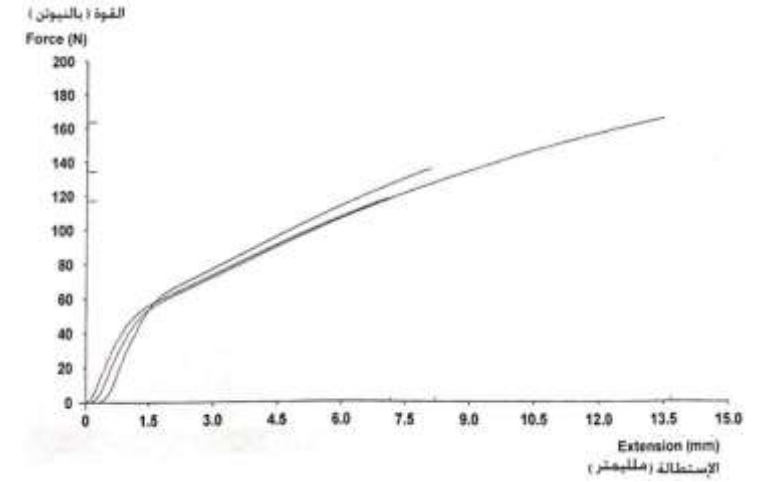
جدول (6) :نتائج اختبار مقاومة الشد

العينة	متوسط / مقاومة الشد (نيوتن)
فئة 20 جنيه مصري / ورق	98.5
فئة 5 دولار كندي / بوليمر	138.4

من جدول (6) ، يلاحظ أن قيمة مقاومة الشد للعملة البوليمرية تزيد بمعدل 35% عن مقاومة الشد للعملات الورقية ،مما يؤدي إلى سهولة التحكم في شد الخامة البوليمرية على ماكينات الطبع وعدم حدوث مشاكل التمزق التي يمكن حدوثها للخامات الورقية ،والتي تعمل على توقف الإنتاج ،كما يوضح شكلان (5 ،6) سلوك الخامتين أثناء إختبار الشد.



شكل (5) منحني متانه الشد (شريحه) فنه 20 جنيه مصري / ورق



شكل (6) منحني متانة الشد (شريحة) فنة 5 دولار كندي / بوليمر

3-4- مقاومة الإنفجار

يهدف اختبار مقاومة الخامة للإنفجار لمعرفة مدى تماسك الألياف في الورق ومدي تماسك الخامة غير الليفية مثل البوليمر حيث يعطي ذلك مؤشراً لمدى تحمل الضغط الخارجي الناشيءعن ظروف التخزين والتداول وكذلك مدي ملائمة الخامة لظروف التصنيع حيث يتم إضافة علامات تأمينية متعددة منها مايتم بالقطع بالليزرلبعض مناطق الخامة وذلك لعمل النوافذ ومنها التخريم بشعاع الليزر Microperforation والذي يظهر فقط عند إمالة tilting الورقة ويلزم لتنفيذ هاتان العمليتان خامة ذات قوة تحمل فضلاً عن الحصول علي نوافذ أو ثقوب متماسكة وحادة الأطراف .

ومن ناحية أخري تتعرض الخامة لضغوط كبيرة أثناء الطباعة في طباعة الإنتاليو فضلاً عن درجة الحرارة التي تصل إلي أكثر من 80 درجة مئوية . [2]

3-4-1- خطوات التجربة :

1) تثبيت العينة داخل جهاز مقاومة الإنفجار
2) تركيب الجزء الضاغط (يصل إلي 10 نيوتن) .
3) تشغيل الجهاز
4) تسجيل القراءات وحساب المتوسط الحسابي ويتم ذلك رقمياً من خلال جهاز الكمبيوتر الملحق

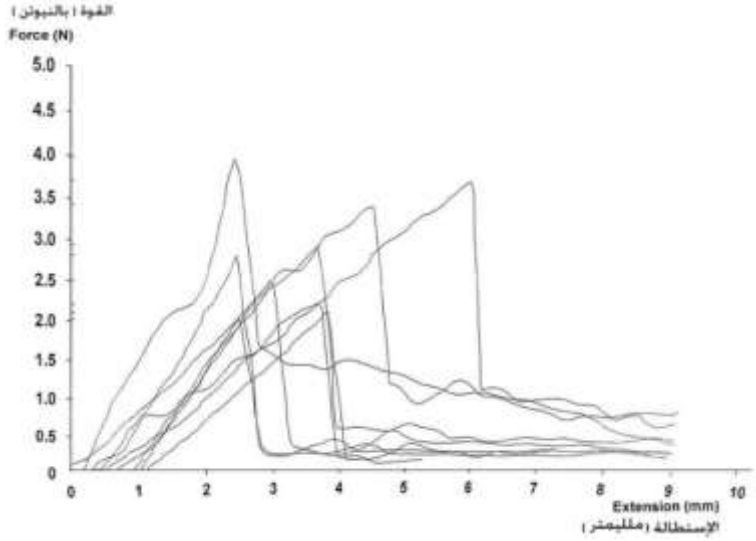
3-4-2- النتائج :

يوضح جدول (7) نتائج إختبار مقاومة الإنفجار لكلا العملتين

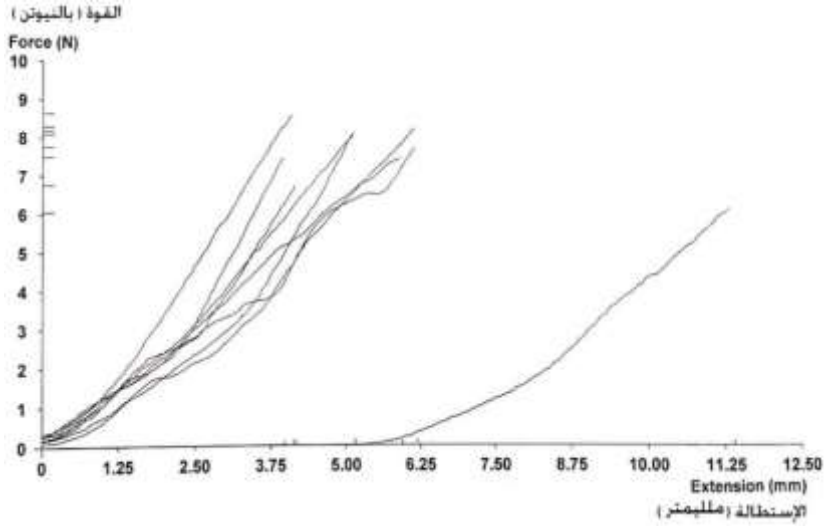
جدول (7) :نتائج اختبار مقاومة الإنفجار

العينة	مقاومة الإنفجار (بالنيوتن)	
	فئة 20 جنيه مصري / ورق	فئة 5 دولار كندي / بوليمر
متوسط مقاومة الإنفجار	2.860	7.64

تشيرنتيجة الإختبار لتفوق كبير في مقاومة الإنفجار للبوليمر عن الورق كما هو موضح بشكل (5،6) إلا أن نتيجة الإختبار للورق هي في الحدود المقبولة أي أن كلا الخامتين مناسب لتصنيع البنكنوت.



شكل (5) منحني مقاومة الإنفجار لفئة 20 جنيه مصري / ورق



شكل (6) منحني مقاومة الإنفجار لفئة 5 دولار كندي / بوليمر

4- المناقشة والإستنتاج :

وجد أن:

1. الثبات اللوني للأحبار في كلا الخامتين مقبول إلا أن الإحتكاك الرطب قد أثر علي خامة الورق وأحدث بها بعض التلف نتيجة لنزع بعض الألياف وتهتكها مما يعني أن مقاومة الخامة الورقية للإحتكاك أضعف من مقاومة خامة البوليمر لنفس المقدار من الإحتكاك .
2. لمقاومة العرق تبين أن كلا الخامتين ممتاز في مقاومة العرق القاعدي والحامضي.
3. متانة الشد للخامتين مقبولة مع العلم بإرتفاع قيمة مقاومة الشد للبوليمر عن الورق.
4. قوة مقاومة الإنفجار للبوليمر أعلي بكثير منها للورق وأزيد من الضعف وكلاهما مقبولاً لتصنيع البنكنوت.

5- التوصيات :

من خلال نتائج هذا البحث ،يمكن التوصية بإمكانية استخدام البنكنوت المصنع من البوليمر في إنتاج العملة المصرية ،نظرا لخواصه التشغيلية وخواص الإستخدام النهائي.

المراجع :

1. Balke, P. From Fit to Unfit: *How Banknotes become Soiled- Payments Division/ Cash Policy Department De Nederlandsche Bank*. (2008)
2. Banknote Horizon 2016, *INFOSECURA, Banknote printing*, 19 June 2016 issue 68.
3. Godard,V. *High-durability sheet for manufacturing banknotes*, US 9404219 B2. (2016)
4. LCA of paper and polymer bank notes, 06/09/2013, Final study report: PE international, bank of England.
5. *Life Cycle Assessment of Canada's Polymer Bank Notes and Cotton-Paper Bank Notes, Final report"* 2011.
6. Prime , E. L., Solomon, D. , Australia's plastic banknotes: *Fighting Counterfeit Currency,* Angew. Chem. Int. Ed. Volume 49, Issue 22, DOI: 10.1002/anie.200904538 p (3726–3736). (May 2010).
7. Solomon, D., Spurling, T., T*he plastic banknote from concept to reality* , CISIRO publishing, Australia, ISBN: 9781486300334. (2014)
8. Technology News, | Vol 7 | No 5 *Currency News* | Page 9. May 2009
9. *Tensile properties of paper and paperboard using constant rate of elongation apparatus, ,* TAPPI - WI 050808.09- T 494 om-01. November 15, 2005
10. *The Authentication Times*, October 2014,Volume 8 Inaugural Issue.
11. www.essentialchemicalindustry.org/polymers.html sept. 2016.
12. www.innoviaseurity.com