أثر الاحبار الطباعيه على كل من الصلادة والسمك للاسطح الفلكسوجرافية المنتجة رقمياً فى مقابل الاسطح الفلكسوجرافية المنتجة بتقنية الطباعه ثلاثية الابعاد "تطبيق بتقنية الترسيب النمذجى المنصهر "

The effect of printing inks on both hardness and thickness of flexographic plates produced digitally versus flexographic plates produced by 3D printing technology "applied by Fused deposing modeling technology "

أ.د/ جورج نوبار سيمونيان

استاذ نظم الطباعة الرقمية والارسال عن بعد -قسم الطباعة والنشر والتغليف – كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان

Prof. George Nubar Semonian

Faculty of applied arts-Printing, publishing and packaging department -Helwan University-Egypt.

george.nubar@acu.edu.eg

م.م/ سوزان محمد فرحات حسن

مدرس مساعد بقسم الطباعة والنشر والتغليف - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Assist. Lect. Suzan Mohamed Farahat Hassan

Faculty of applied arts-Printing, publishing and packaging department -Helwan University-Egypt

suzanfarahat2030.SW@gmail.com

ملخص البحث:

تعتبر من أهم التحديات التى تواجه مصنعو الالواح الفلكسوجرافية وبالتبعية القائمين فى مجال تجهيزات الاسطح الفلكسوجرافية هو مدى ثباتية معدل التغير فى الخصائص الفيزيائية والكيميائية للسطح الطباعى الفلكسوجرافى سواء أثناء عملية الحفر الضوئى ومايتبعها من عمليات الاظهار والتجفيف ،والتعريض النهائى ثم عملية الطباعة وماتواجهه من تحديات أخرى وهى قوى الاحتكاك الناتج من التماس المستمر بين اسطوانة الانيلوكس وبين السطح الطباعى الفلكسوجرافى ، ثم نقل الصورة المحبرة الى سطح الخامة بشكل متواصل أثناء المشوار الطباعى فى وجود أسطوانة الضغط الطباعى .

تعد خصائص الحبر الطباعى من أهم العوامل المؤثرة على تغير الصلادة والسمك للسطح الطباعى الفلكسوجرافى سواء أكان نوع الحبر ذو قاعدة مذيبية او مائية او حتى من نوعية الاحبار ذات الجفاف بالاشعه فوق البنفسجية لكل من تلك الانواع تأثيره المباشر على السلوك الفيزيائى لسمك وصلادة السطح الطباعى الفلكسوجرافى أثناء مشوار الانتاج الطباعى .

ويهدف البحث الى وضع دليل استرشادى لمعدل تغير السمك والصلادة لسطح الفلكسوجراف المطبوع بتقنية الطباعه ثلاثية "بالتطبيق بتقنية الترسيب النمذجى المنصهر "عن طريق مقارنتها بنظائرها من الاسطح الفلكسوجراف المنتجة بالطرق الرقمية

، واتبعت الدارسة المنهج الوصفى التحليلي والتجريبى وتوصلت الى وجود تقارب فى معدل التغير لكل من خاصيتى الصلادة والسمك للاسطح الفلكسوجرافية المنتجة رقمياً والسطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد "المنتج بتقنية الترسيب النمذجى المنصهر " على مدار اثنا عشر ساعه فى حالة الاحبار مائية القاعدة والاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية بينما فى حالة الاحبار مذيبية القاعدة من نوعية احبار النيتروسيليوز كان معدل التغير اعلى فى كلا نوعى الاسطح الفلكسوجرافية سواء الرقمية او المنتجة بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد بالاضافة الى انفصال طبقة البوليمر في السطح الفلكسوجرافى المنتج بالطباعة ثلاثية الابعاد عن دعامة البولى استر بعد مرور ثمان ساعات من البدء بالتجربة .

الكلمات المفتاحية:
السطح الطباعى الفلكسوجرافى – الصلادة – الثخانة المعيارية"السمك " – الاحبار مذيبية القاعدة – الاحبار مائية القاعدة – الاحبار المعالجة بالاشعه فوق النبفسجية .

Abstract:
One of the most important challenges facing the flexographic plate manufacturers and by extension in the field of flexographic surface prepress is the stability of the rate of change in the physical and chemical properties of the flexographic surface, whether during the photo-engraving process and the subsequent processes of developing drying, and, final exposure, then the printing process and what it faces from other challenges, which are The friction power resulting from the continuous contact between the anilox cylinder and the flexographic surface, and then transferring the inked image to the surface of the material continuously during the printing run in the presence of impression cylinder.
The characteristics of the printing ink constitute is considered one of the most important factors affecting on the hardness and thickness of the flexographic surface, whether the type of ink has a solvent based or water based, or even of the type of inks with ultraviolet dryness. Each of these types has a direct effect on the physical behavior of the thickness and hardness of the flexographic surface during Print production.
The research aims to develop a guideline for the rate of change of thickness and hardness of the printing flexographic plate with 3d-printing techniques "by applying the fused deposition modeling technique" by comparing it with the flexographic plates produced by digital methods.
The study followed the descriptive, analytical and experimental method and found a convergence in the rate of change for both the hardness and thickness of the flexographic plates produced digitally and the flexographic plates produced by the technique of 3D printing "by applying the fused deposition modeling technique" Over the course of twelve hours, in the case of water-based inks and UV-treated inks, while in the case of solvent-based inks of the type of nitrocellulose inks, the rate of change was higher in both types of flexographic surfaces, whether digital or produced by 3D printing technology, in addition to the splitting of the polymer layer in the flexographic plate produced by 3D printing from the polyester backing film after eight hours of testing.

Key words:
The printing flexographic plate -Hardness-thickness- solvent based ink- water base ink – uv ink

مقدمة البحث :
تعد من أهم التحديات التى تواجه العاملين فى تصنيع لاالواح الفلكسوجرافية والعاملين فى مجال تجهيزات الاسطح الفلكسوجرافية هو مدى ثباتية معدل التغير فى الخصائص الفيزيائية والكيميائية للسطح الطباعى الفلكسوجرافى سواء أثناء عملية الحفر الضوئى ومايتبعها من عمليات الاظهار والتجفيف ،والتعريض النهائى ثم عملية الطباعة وماتواجهه من تحديات أخرى وهى قوى الاحتكاك الناتج من التماس المستمر بين اسطوانة الانيلوكس وبين السطح الطباعى الفلكسوجرافى ، ثم نقل الصورة المحبرة الى سطح الخامة بشكل متواصل أثناء المشوار الطباعى فى وجود اسطانة الضغط الطباعى .

من أهم الخصائص الفيزيائية محل الاهتمام من قبل المطابع المعتمدة على الاسطح الفلكسوجرافية هو مدى قدرة السطح الطباعى على الاحتفاظ بأقل معدل للتغير فى السمك والصلادة أثناء عمليات الطبع بما يحقق العناصر الرئيسية لأى عملية انتاج ألا وهى تحقيق أكبر قدر من الانتاج مع الحفاظ على مستوى الجودة المطلوب بأقل تكلفة اقتصادية ممكنة .

تعتبر خصائص الحبر الطباعى من أهم العوامل المؤثرة على تغير الصلادة والسمك للسطح الطباعى الفلكسوجرافى سواء أكان نوع الحبر ذو قاعدة مذيبية او مائية او حتى من نوعية الاحبار ذات الجفاف بالاشعه فوق النبفسجية لكل من تلك الانواع تأثيره المباشر على السلوك الفيزيائى لسمك وصلادة السطح الطباعى الفلكسوجرافى أثناء مشوار الانتاج الطباعى .

مشكلة البحث :

تغيّر معدل الصلادة والسمك للاسطح الفلكسوجرافية عند تعرضها المستمر للاحبار الطباعية سواء مذيبية القاعدة او مائية القاعدة او الاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية لفترات طويلة مما يؤثر بالتبعية على جودة الانتاج الطباعى .

أهمية البحث :

قياس معدل تغيّر الصلادة والسمك فى كل من الاسطح الفلكسوجرافية الرقمية فى مقابل الاسطح الفلكسوجرافية المنتجة بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد "بالتطبيق بتقنية الترسيب النمذجى المنصهر " فى وجود الاحبار الطباعية الأكثر استخداماً فى مجال الطباعة والتغليف.

هدف البحث :

- وضع دليل استرشادى لمعدل تغير السمك والصلادة لاسطح الفلكسوجراف المطبوعه بتقنية الطباعه ثلاثية الابعاد "بالتطبيق بتقنية الترسيب النمذجى المنصهر " عن طريق مقارنتها بنظائرها من الاسطح الفلكسوجراف المنتجة بالطرق الرقمية .

فروض البحث :

- تغير الصلادة والسمك للاسطح الفلكسوجرافية سواء المنتجة بطريقة رقمية او المنتجة بتقنية الطباعه ثلاثية الابعاد فى وجود الاحبار مائية القاعدة
- تغير الصلادة والسمك للاسطح الفلكسوجرافية سواء المنتجة بطريقة رقمية او المنتجة بتقنية الطباعه ثلاثية الابعاد فى وجود الاحبار مذيبية القاعدة
- تغير الصلادة والسمك للاسطح الفلكسوجرافية سواء المنتجة بطريقة رقمية او المنتجة بتقنية الطباعه ثلاثية الابعاد فى وجود الاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية.

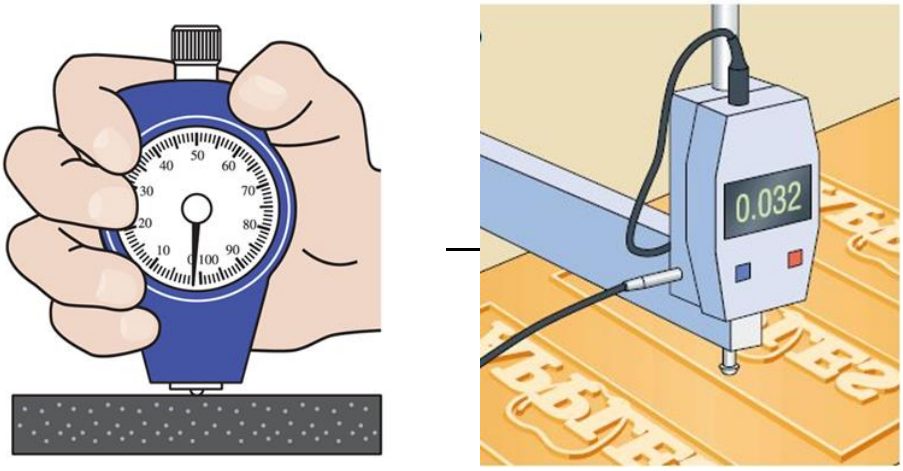
منهج البحث :

يتبع هذا البحث المنهج الوصفى التحليلي والتجريبى .

اولا: الاطار النظرى :

البند الاول : صلادة السطح الطباعى plate hardness :

توجد بعض الاعتبارات الفنية والاختبارات لضمان جودة ودقة الأسطح الطباعية المستخدمة والتى تعتبر أهمها قياس الصلابة ومدى مقاومتها للمذيبات والأحبار وغيرها من الاختبارات القياسية.



شكل (١) يوضح الاشكال المختلفة من جهاز الdurometer المستخدم لقياس الصلادة للخامات المرنة

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQMqsBQc84dN3V2tjUiZYz1H4lzbvAXnUk03g&usqp=CAU

تقاس الصلادة بمعدل قوة تحمل السطح المرن لضغط المكبس يتراوح ما بين صفر (الأكثر مرونة) إلى ١٠٠ (الأكثر صلادة) تقاس الصلادة بوحدة (Shore) وتحتل الخامات الأكثر مرونة الشريحة (Shore A) بينما قياس الخامات الأكثر صلادة (Shore D).

على سبيل المثال في حالة الأسطح الفلكوجرافية إذا كانت صلادة السطح A٤٥ لسمك يتراوح ما بين (٠,٠٤٥-٠,١٠٠) بوصة

يعتبر عامل الحرارة من العوامل المؤثرة على القياس الصلادة للأسطح المرنة خاصة ألوان الفوتوبوليمر، فكلما ارتفعت درجة حرارة الخامة كلما كانت القراءة تشير إلى مرونة السطح الطباعى.

البند الثانى : سمك السطح الطباعى plate thickness :

يعتبر سمك السطح الطباعي من أهم المعايير التى يجب التحكم بها وقياسها نظرًا لتأثيرها فى معدل الضغط الطباعى أثناء الطبع، ويصل معدل التقارب المسموح به إلى ١٢ ميكرون فى الأسطح الطباعية عالية الجودة، ولقياس سمك السطح الطباعى يتم قياسها باستخدام جهاز ميكروميتر خاص بالخامات المرنة وليس كما هو المستخدم في حالة قياس الأجسام المعينة. وفى حالة الأسطح الطباعية الفلكسوجرافية يمكن قياسها بأجهزة عالية الدقة لرصد أى تغير مهما كان بسيطًا في سمك السطح الطباعى.

تتعدد أشكال الميكروميتر المستخدم في قياس سمك الخامات وتنقسم الى : مؤشرات تناظرية و مؤشرات رقمية

مؤشرات تناظرية Analog Indicators

تعتمد عملية القياس على وجود مؤشر ساعة يدور حول مجموعة من الخطوط كل خط يمثل أقل قياس يمكن الوصول إليه بينما عندما تكمل دورة مؤشر الساعة كاملة فإنها تسجل حركة تقدر مثلاً ٠,١ بوصة، وقد يتراوح معدل التفاوت من ٠,١-

١ بوصة، ويرجع استخدام مصطلح Analog أو تناظرى إلى احتمالية تغير عملية القياس ولو بشكل طفيف وقد يمكن إهماله في حالة القياسات العادية وتفادى نسب الخطأ.

وتعتمد دقة القياس بتلك الأجهزة على مهارة القائم بعملية القياس فقد يحدث خطأ أثناء القراءة مما يعطى بيانًا خاطئًا على القياس السليم بجانب إلى صيانة تلك الأجهزة إلى المعايرة والمراجعة باستمرار صلاحيتها للقياس.

صورة(١) توضح الاشكال المختلفة للميكروميتر

https://www.msi-viking.com/assets/images/510-141_2019.jpg

https://5.imimg.com/data5/FL/KY/SJ/SELLER-24599016/40734-8620906-500x500.jpg

المؤشرات الرقمية Digital Indicators:

ميزة استخدام أجهزة الميكروميتر الرقمية هو عدم حدوث الأخطاء أثناء القراءة وعدم الاعتماد على مهارة القائمة بعملية القياس وإنما يظهر قيمة القياس عبر شاشة رقمية بقيمة سمك السطح الطباعي، يصل معدل التفاوت بالقياس الرقمي إلى ٠,٠٠٠٢ أو ٥ ميكرون.

بعض الأنواع من الأجهزة الرقمية تكون متصلة بمعالج صغير ليقوم برصد معدل التفاوتات أثناء القراءة لينتج فى النهاية جدول إحصائي بجميع القراءات التى تمت في شكل قيم بيانية لتحديد أعلى القيم وأدائها، وقياس المعدل الانحرافي لها.

صورة (٢) لاحد الاجهزة المعملية لقياس سمك الخامات

https://www.testingmachines.com/apps/admin/www/images/products/49-56-digital-micrometer.jpg

الاحبار الطباعية Printing Inks:

يعتبر الحبر الفلكسوجرافى من العناصر الرئيسية داخل عملية الطباعة فهو بمثابة المترجم اللونى للتفاصيل المكونة على السطح الطباعى والمسؤول عن نقلها على سطح الخامة، وينبغى أن يحقق الحبر المستخدم متطلبات التشغيل النهائى سواء

من ناحية الخصائص الفيزيائية والتى تمكن فى تكوين الحبر حجم حبيبات الحبر وسلوكها أثناء الطباعة. بجانب تحقيق العناصر الأساسية لكفاءة الحبر الطباعي سواء من حيث الصلادة والحدة وقوة اللون والثباتية على الخامة المطبوع عليها، ولا يمكن أن نغفل علاقة وطبيعة الحبر الفلكسوجرافي بطبيعة خامة السطح الطباعي.

تصنيف أحبار الفلكسوجراف وفقًا للنظم القديمة هو أحبار مائية القاعدة أحبار مذيبة القاعدة وأحبار المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية. وعلى الجانب الآخر من الممكن أن يتم تصنيف الأحبار وفقًا لمكوناتها والتي تبدأ بالراتنج وهو المسؤول عن تحديد القابلية للطباعة والخواص الريوجولية Rheology واللزوجة وقوة الالتصاق، أما المكون الثانى وهو المذيب والمسؤول عن تحديد مدى قدرة الحبر على الانسياب والنقل من أسطوانة مستودع الحبر إلى أسطوانة الأنيلوكس ومنها إلى سطح الخامة. أما المكون الثالث وهو الإضافات Additives وهو المسؤول عن تحسين معدل اللماعية أوزيادة الإعتامية بجانب تحسين خصائص مقاومة الحرارة والرطوبة والبلى.

الأحبار مائية القاعدة Water-Based inks:

مكونات الأحبار مائية القاعدة:

المادة الملونة Colorants:

قد تكون فى صورة صبغات او بيجمنت وهدفها هو اعطاء لون للحبر الطباعى تختلف باختلاف طبيعة الخامة التى سيتم الطباعة عليها سواء اكانت ملونات للاحبار الاساسية او ملونات احبار خاصة .

المادة الحاملة Vehicle:

المادة الحاملة الأساسية للحبر مائي القاعدة يمكن تصنيفه كمحاليل مكونة في شكل مستحلب أو مواد حاملة غروية ويكمن المتطلب الأساسى من وظيفة المادة الحاملة هو تحويل الخليط الموجود داخل الوسيط الحامل القابل للذوبان في الماء إلى خليط غير قابل للذوبان بعد الطباعة في الماء بعد الطباعة والتجفيف ولإنجاح ذلك يجب أن يحتوى الخليط على مجموعة من أوكسالات الكربون Carboxylate بجانب مركبات الأمونيا والأمينات العضوية التي تحافظ على ذوبانية مكونات الحبر حتى يتم طباعتها وتجفيفها لتصبح بعدها مقاومة للماء.

يجب تحقيق التوازن المطلوب من نسبة المذيب داخل الحبر للحفاظ على أداء الحبر ويعتمد وجود المذيب داخل الحبر مائي القاعدة على نسبة الحامضية المطلوب تحقيقها فيه أو بمعنى آخر التحكم في معيار PH والذي يتراوح في حالة الأحبار مائية القاعدة من (pH 9.4-8.6). نسبة المذيب الموجودة داخل الحبر تساهم في ثباتية أداء الحبر بكفاءة عالية طول المشاوير الإنتاجية طويلة المدى وذلك لظهور مشكلة قلة تغطية الحبر على طول التصميم في حالة ارتفاع درجات الحرارة.

مذيبات مساعدة Auxiliary Solvents:

يستخدم مزيج من الكحولات واسترات الجليكول للتحكم في سرعة جفاف الحبر وتحسين عملية الإذابة وضبط مكونات الحبر ككل ويجب ضبط نسب تلك المكونات حتى لا تؤثر سلبًا على صحة العاملين فيها.

الإضافات Additives:

يتم وضع بعض الإضافات لتحسين الخصائص العامة للحبر كالمواد الشمعية ومواد مساعدة على مرونة أداء الحبر بالإضافة إلى موانع الرغاوى.

الأحبار مذيبية القاعدة solvent-Based inks:

مكونات الأحبار مذيبية القاعدة :

المادة الملونة Colorants:

بنسبة كبيرة جدًا معظم المواد الملونة المستخدمة في الأحبار مذيبة القاعدة هي نفسها المستخدمة في الأحبار مائية القاعدة، ويوجد بعض الأنواع منها تخضع لعملية معالجة خاصة حتى تكون ملائمة لنظام الأحبار مائية القاعدة.

الراتنج: Resins:

هو بمثابة العمود الفقرى للحبر الطباعى وتكمن وظيفته فى ربط المادة الملونة بالخامة التى سيتم الطباعة عليها ويوجد عدد كبير من الراتنجات المستخدمة في تكوين الأحبار وسنذكر الأنواع الأكثر استخداماً:

النيتروسليلوز Nitrocellulose:

يعتبر الراتنج الأكثر استخداماً في تصنيع أحبار الفلكسو لما يتمتع به من خصائص جيدة لتبلل الحبر، إمكانية جيدة للتخلص من المذيب، قلة الغازات المتطايرة، بالإضافة إلى مقاومة أكبر للحرارة بالإضافة إلى تكلفته الاقتصادية وتنوع تطبيقات استخدامه مع معظم الخامات. يوجد العديد من أنواع عديدة من مستويات اللزوجة وفقًا لمعدل التترات وعوامل الهدرجة أثناء التصنيع والتي تؤثر بشكل كبير على معدل السيولة والخصائص الفيزيائية للحبر مثل: اللزوجة ومقاومة الحرارة.

راتنجات البولي أميد Polyamide Resin:

تلك الراتنجات يمكن تصنيفها بشكل عام إلى ثلاث أنواع: محاليل كحولية محاليل ذو مذيبات متعددة وراتنجات مذابة حراريًا: Alcohol soluble, Co-Solvent Souled , Hot melt إذا كانت حجم الجزئيات أقل من (٤٠٠٠ µ) فهي أنسب أن تكون مذابة داخل الكحول والنيتروسيليلوز وعند استخدامها في أحبار الفلكسو فإنها تعطي قوة التصاق ممتاز على مختلف الخامات المعالجة بشحن الكرونا والمغطاة بالبولي أولفين. كما أنها تعطي قدرة طباعة ونقل للحبر أفضل بالإضافة إلى التخلص من المذيب بصورة ممتازة.

بالنسبة للراتنجات البولي أميد المذابة داخل المذيبات فهي تحتاج إلى وجود نسبة من الكحول بجانب مركبات هيدروكربون داخل الخليط الحبر وتتنوع تلك النوعية من الراتنجات في درجات الالتصاق والثباتية على الخامة وتعتبر التطبيق الأنسب لها هو في قطاع التغليف المعتمد على اللحام على البارد Cold-Seal.

النوع الثالث: المذاب حراريًا Hot melt وتعتبر حجم جزئياتها هى الأكبر والأصعب فى الإذابة مما يؤثر على إمكانية طباعتها بالإضافة إلى التأثير السلبي على قوة اللون والجودة الطباعية المستخدمة.

المذيب Solvent:

يستخدم بهدف تخفيف لزوجة الحبر والمساعدة فى اذابة والحفاظ على التوازن بين مكونات الحبر اثناء نقل الحبر من اسطوانة الانيلوكس والسطح الطباعى ومنه الى سطح الخامة ويتم التخلص منه عن طريق تبخيره فى وجود مجففات حرارية خاصة فى الخامات غير المسامية مثل : الافلام البلاستيكية والخامات متعددة الطبقات تاركاً بقية مكونات الحبر مثبته على سطح الخامة.

من الامثلة المشهورة للمذيبات المستخدمة : ايثيل استيد – الايزوبروبانول

مواد تحسين التوتر السطحى :

تضاف بعض المواد الى الحبر الطباعى بهدف تحسين خصائص التبلل والمساعدة فى انتظام توزيع فيلم الحبر وضبط معدل التوتر السطحى.

الاضافات Additives:

اى مكونات اخرى تساهم لتدعيم خصائص معينة كاللماعية – سرعة الجفاف وغيرها من الوظائف النهائية للحبر المطبوع.

الأحبار المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية والأشعة الإلكترونية Cured Inks – UV- and Electron Beam:

يكمن الفرق بين عملية التجفيف وعملية المعالجة هو أن عملية التجفيف تعتمد على تجفيف المادة الحاملة للحبر سواء كانت (المذيب – الماء) عن طريق عملية التبخير أو التشرب تاركة فقط (المادة الملونة – الراتنج – الإضافات) على شكل فيلم متصلد على سطح الخامة المطبوع عليها. أما عملية المعالجة بالإشعاع فإن جميع مكونات الحبر تبقى كما هى على سطح الخامة بعد طباعتها ولكن يتم معالجتها كيميائيًا ليتحول فيلم الحبر من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة عن طريق تعريضه للإشعاع سواء من الأشعة فوق البنفسجية أو أشعة ذات طاقة عالية مثل (الشعاع الإلكتروني) فالفرق الوحيد بين وحدة الطبع بين أحبار المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية والأحبار مائية القاعدة ومذيبة القاعدة هو وجود وحدة توليد الطاقة اللازمة لإتمام عملية المعالجة.

تشترك كل من الأحبار المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية والشعاع الإلكتروني في العديد من المكونات سنذكر أشهر المكونات والوظيفة التى تقوم بها:

المونمرات (عنصر التخفيف التفاعلي) monomer (reactive diluent):

تكمن وظيفة المونمرات داخل الأحبار المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية والشعاع الإلكتروني كمادة مخففة مثل المذيبات المستخدمة في الأحبار مذيبة القاعدة، كما تساعد المونمرات على تحديد بعض خصائص الحبر كالمائية والصلادة والمرونة. يجب توخي الحذر في التعامل مع المونمرات منخفضة اللزوجة لأنها تؤدى إلى حدوث بعض المخاطر الصحية على العاملين كالتهاب وأمراض الجلد عند التعرض لها لفترة طويلة ووفقًا لمعايير Draize يتراوح معدل الحساسية للمونمرات المستخدمة في أحبار الفلكسوجراف من ٢ لما هو أقل حيث تتراوح معايير Draize من (٤-١) ويمثل القيمة (٤) هو الرقم الأخطر والأكثر تأثيرًا سلبًا في المواد عالية الحساسية.

الراتنج (الاوليمر) Resin (Oligomer):

الراتنج المستخدمة في الأحبار المعالجة بالإشعاع يسمى بالاوليمر وتكمن وظيفته كوظيفة الراتنجات في الأحبار التقليدية فهو العمود الفقرى والعنصر الرئيسي داخل تكوين الحبر والمسؤول عن خصائص قابلية الطباعة والتماسك وبقية الخصائص الوظيفية للحبر.

البادئات الضوئية Photo initiators:

فى أحبار المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية يوجد داخل تكوين الحبر مجموعة من البادئات الضوئية وهي وظيفتها التفاعل مع الضوء الساقط عليها (الأشعة فوق البنفسجية) ونقل تلك الطاقة إلى بقية مكونات الحبر لإتمام عملية المعالجة بينما الأحبار المعالجة بالأشعة الإلكترونية لا تحتاج إلى وجود بادئات ضوئية نظرًا لقوة الطاقة المنبعثة من الشعاع الإلكتروني والتي تكفي لإتمام عملية البلمرة.

المادة الملونة Pigments:

يعتمد كفاءة الحبر على جزئيات المادة الملونة ونسبة تركيزها داخل مكونات الحبر لأنها تؤثر على مدى كفاءة معالجتها بالإشعاع. تؤثر المادة الملونة في تحديد اللون وقابلية الطباعة ومعدل امتصاص الزيوت بجانب سرعة التفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية. فمثلاً: المادة الملونة لأحبار الماجنتا والأصفر وأسهل في المعالجة الضوئية من أحبار السيان والأسود ويعزو هذا الأمر إلى أن تلك الأحبار خاصة الأسود تقوم بامتصاص طاقة أكبر من الأشعة فوق البنفسجية أثناء المعالجة أكثر مما هو مطلوب.

الإضافات Additives:

تضاف بعض المكونات الإضافية إلى تكوين الحبر بما يشمل المواد الشمعية وعوامل زيادة البلل ومحسنات الخصائص الريوجرلية Rheology وقد يتم إضافة مكونات أخرى وفقًا لطبيعة الخامة التي سيتم الطباعة عليها.

الاطار العملى :

تجربة ١: اختبار مقاومة السطح الطباعى الفلكسوجرافى المستحدث للاحبار الطباعية المختلفة :

اولاً: فى حالة الاحبار المائية :

وصف التجربة :

وضع اربع عينات من الاسطح الفلكسوجرافية :ثلاثة منها تم انتاجها بتقنيات التجهيز الرقمى التقليدي للاسطح الفلكسوجرافية لشركات منتجة بالفعل للاسطح الفلكسوجرافية وهم " lucky - flint- Assahi " والعينة الرابعه تم انتاجها بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد تحديداً تقنية الترسيب النمذجى المنصهر "FDM "fused deposing modeling داخل اوعية زجاجية محكمة الغلق وبداخلها وزن ١٠ جم من الحبر مائى القاعدة مع الحفاظ على وجود تماس مباشر مابين طبقة الفوتوبوليمر للسطح الفلكسوجرافى وبين فيلم الحبر ويتم قياس معدل التغير للسمك والصلادة لكل عينة منهم على مدار اثنا عشرة ساعة وتسجيل القراءات كما هو موضح فى جدول رقم (١) وجدول رقم (٢).

ظروف التشغيل

درجة الحرارة: ٢٢˚ – مستوى الرطوبه : ٣٠%

نوع الحبر : حبر مائى القاعدة من شركة IKATE - نسبة التخفيف: ١٠%

لزوجة الحبر: ٣٦ ثانية باستخدام Zhan cup 2

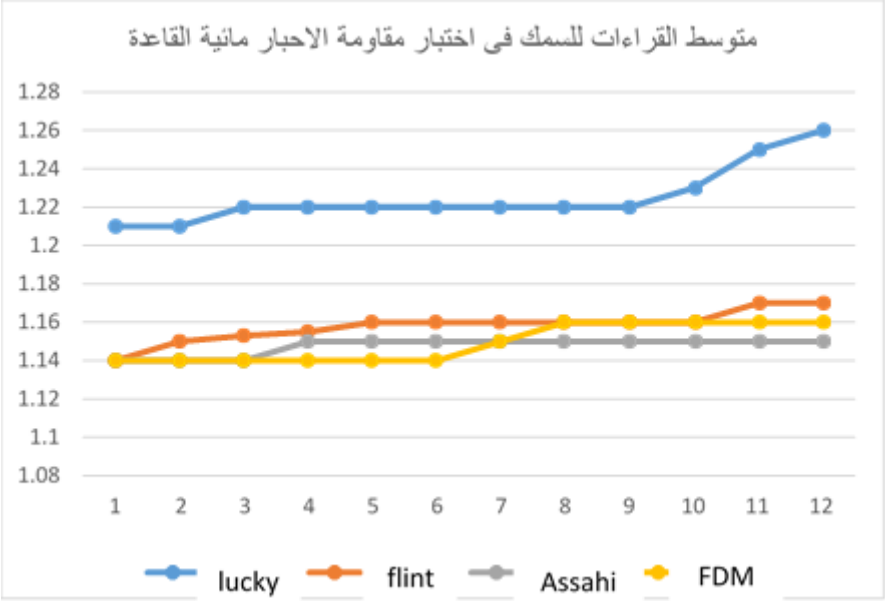
الاجهزة والادوات المستخدمة :

- اوعية زجاجية محكمة الاغلاق
- حبر مائى القاعدة بنسبة تخفيف ١٠%
- جهاز لقياس الصلادة durometer
- جهاز لقياس سمك سطح الطباعى micrometer
- ميزان رقمى digital balance
- اداة لقياس لزوجة الحبر Zhan cup 2

النتائج :

- متوسط قراءات معدل التغير فى سمك الاسطح الفلكسوجرافية الرقمية بوحدة"المللى متر" في مقابل السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد فى الجدول رقم (١) كالتالى :

الساعة	العينة الاولى lucky	العينة الثانية flint	العينة الثالثة Assahi	العينة الرابعه FDM
.1	١,٢١	١,١٤	١,١٤	١,١٤
.2	١,٢١	١,١٥	١,١٤	١,١٤
.3	١,٢٢	١,١٥٣	١,١٤	١,١٤
.4	١,٢٢	١,١٥٥	١,١٥	١,١٤
.5	١,٢٢	١,١٦	١,١٥	١,١٤
.6	١,٢٢	١,١٦	١,١٥	١,١٤
.7	١,٢٢	١,١٦	١,١٥	١,١٥
.8	١,٢٢	١,١٦	١,١٥	١,١٦
.9	١,٢٢	١,١٦	١,١٥	١,١٦
.10	١,٢٣	١,١٦	١,١٥	١,١٦
.11	١,٢٥	١,١٧	١,١٥	١,١٦
.12	١,٢٦	١,١٧	١,١٥	١,١٦

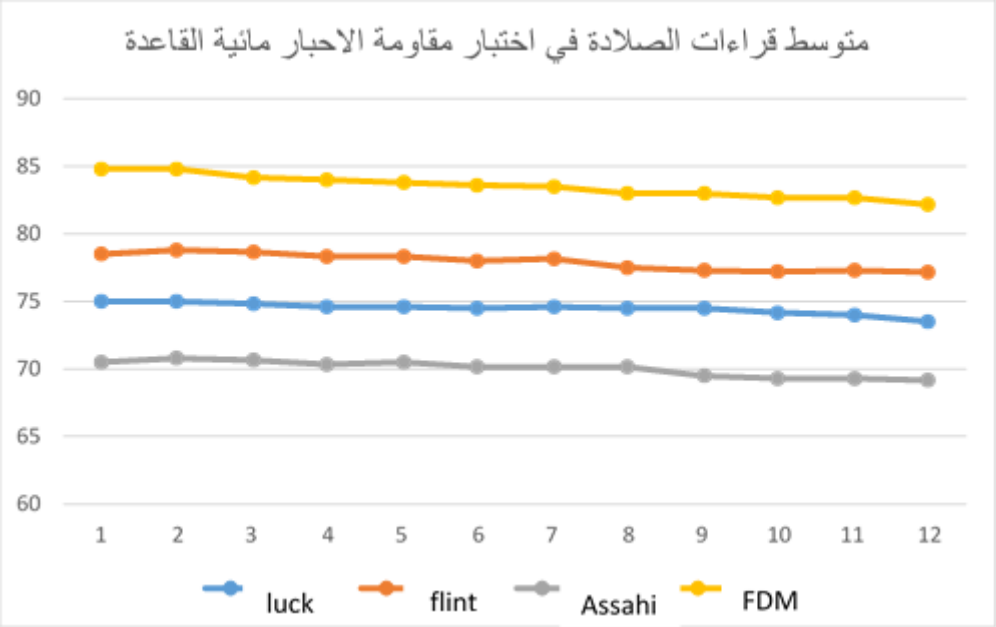


شكل (٢) يوضح التمثيل البيانى لمتوسط القراءات للسمك فى اختبار مقاومة الاحبار مائية القاعده

من الرسم الموضح فى شكل(٢) يتضح وجود تغير طفيف في حالة العينة

- متوسط قراءات معدل التغير فى صلادة الاسطح الفلكسوجرافية الرقمية بوحدة "Shore A" في مقابل السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد موضح فى الجدول رقم (٢) التالى :

الساعة	العينة الاولى lucky	العينة الثانية flint	العينة الثالثة Assahi	العينة الرابعه FDM
.1	٧٥	٧٨,٥	٧٠,٥	٨٤,٨
.2	٧٥	٧٨,٨	٧٠,٨	٨٤,٨
.3	٧٤,٨٣	٧٨,٦٦	٧٠,٦٦	٨٤,١٦
.4	٧٤,٦	٧٨,٣٣	٧٠,٣٣	٨٤
.5	٧٤,٦	٧٨,٣٣	٧٠,٥	٨٣,٨
.6	٧٤,٥	٧٨	٧٠,١٦	٨٣,٦
.7	٧٤,٦	٧٨,١٦	٧٠,١٦	٨٣,٥
.8	٧٤,٥	٧٧,٥	٧٠,١٦	٨٣
.9	٧٤,٥	٧٧,٣	٦٩,٥	٨٣
.10	٧٤,١٧	٧٧,٢	٦٩,٣	٨٢,٦٧
.11	٧٤	٧٧,٣	٦٩,٣	٨٢,٦٧
.12	٧٣,٥	٧٧,١٧	٦٩,١٦	٨٢,١٧



شكل (٣) يوضح التمثيل البيانى لمتوسط القراءات الصلادة فى اختبار مقاومة الاحبار مائية القاعده

ثانياً: فى حالة الاحبار مذيبية القاعدة "احبار النيتروسيليوز" :

وصف التجربة :

وضع اربع عينات من الاسطح الفلكسوجرافية :ثلاثة منها تم انتاجها بتقنيات التجهيز الرقمى التقليدي للاسطح الفلكسوجرافية والعينة الرابعه تم انتاجها بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد تحديداً تقنية الترسيب النمذجى المنصهر FDM "filament deposing modeling" داخل اوعية زجاجية محكمة الغلق وبداخلها وزن ١٠ جم من الحبر مذيب القاعدة مع الحفاظ على وجود تماس مباشر مابين طبقة الفوتوبوليمر للسطح الفلكسوجرافى وبين فيلم الحبر ويتم قياس معدل التغير للسمك والصلادة لكل عينة منهم على مدار اثنا عشرة ساعة وتسجيل القراءات كما هو موضح فى جدول رقم(٥) وجدول رقم(٦).

ظروف التشغيل

درجة الحرارة: ٢٢ ˚ – مستوى الرطوبه : ٣٠%

نوع الحبر : حبر مذيب القاعدة من شركة IKATE - نسبة التخفيف: ٢٠%

نوع المذيب : كحول الايثانول تركيز ١٥% - كحول ايثيل استيد ٥%

لزوجة الحبر : ٣٠ ثانية باستخدام Zhan cup 2

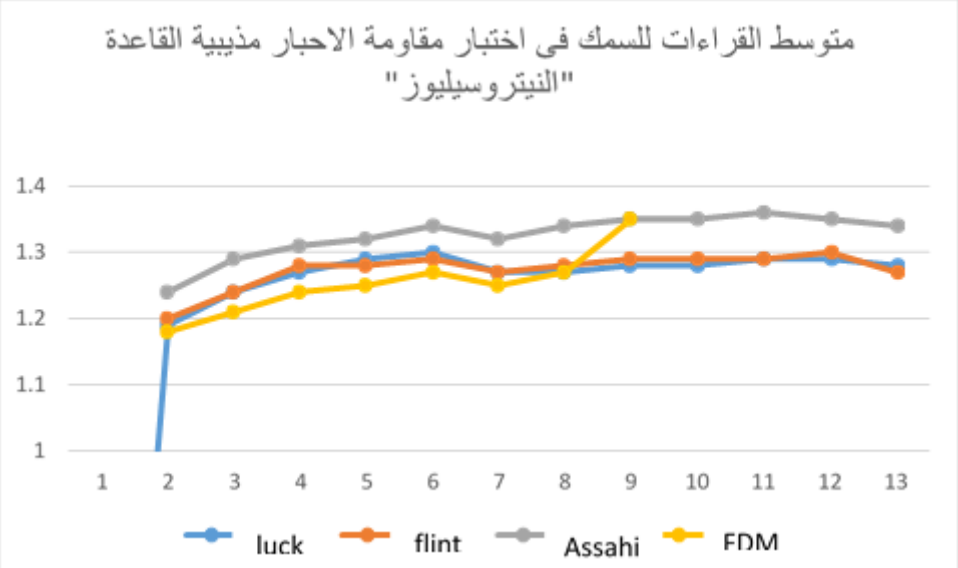
ادوات البحث :

- اوعية زجاجية محكمة الاغلاق
- حبر مذيب القاعدة بنسبة تخفيف ٢٠%
- جهاز لقياس الصلادة durometer
- جهاز لقياس سمك سطح الطباعى micrometer
- ميزان رقمى digital balance
- اداة لقياس لزوجة الحبر Zhan cup 2

النتائج :

متوسط قراءات معدل التغير فى سمك الاسطح الفلكسوجرافية الرقمية بوحدة "الملى متر"في مقابل السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد موضح فى الجدول رقم (٣) كالتالى :

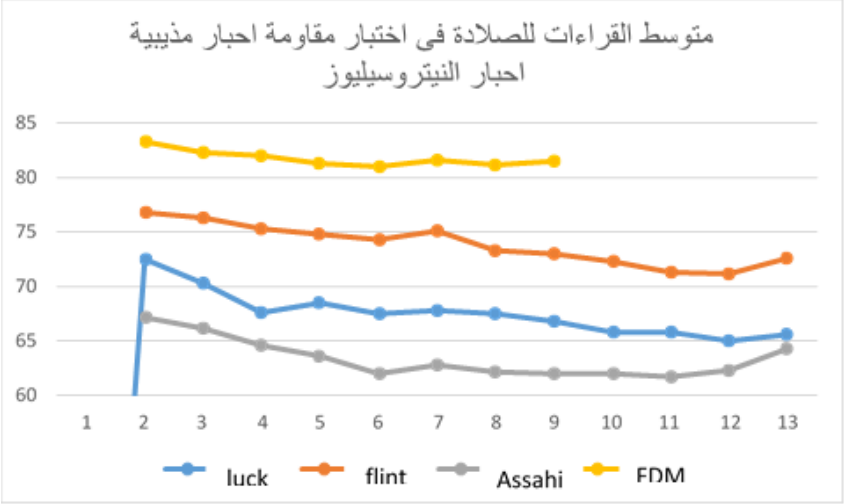
الساعة	العينة الاولى lucky	العينة الثانية flint	العينة الثالثة Assahi	العينة الرابعه FDM
.1	١,١٩	١,٢	١,٢٤	١,١٨
.2	١,٢٤	١,٢٤	١,٢٩	١,٢١
.3	١,٢٧	١,٢٨	١,٣١	١,٢٤
.4	١,٢٩	١,٢٨	١,٣٢	١,٢٥
.5	١,٣	١,٢٩	١,٣٤	١,٢٧
.6	١,٢٧	١,٢٧	١,٣٢	١,٢٥
.7	١,٢٧	١,٢٨	١,٣٤	١,٢٧
.8	١,٢٨	١,٢٩	١,٣٥	١,٣٠
.9	١,٢٨	١,٢٩	١,٣٥	-
.10	١,٢٩	١,٢٩	١,٣٦	-
.11	١,٢٩	١,٣	١,٣٩	-
.12	١,٢٨	١,٢٧	١,٣٤	-



شكل (٤) يوضح التمثيل البيانى لمتوسط القراءات السمك فى اختبار مقاومة الاحبار مذيبية القاعدة "احبار النيتروسيليوز"

متوسط قراءات معدل التغير فى صلادة الاسطح الفلكسوجرافية الرقمية بوحدة "Shore A" فى مقابل السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد موضح فى الجدول رقم (٤) كالتالى :

الساعة	العينة الاولى lucky	العينة الثانية flint	العينة الثالثة Assahi	العينة الرابعه FDM
.1	٧٢,٥	٧٦,٨	٦٧,١٦	٨٣,٣
.2	٧٠,٣	٧٦,٣	٦٦,١٦	٨٢,٣
.3	٦٧,٦	٧٥,٣	٦٤,٦	٨٢
.4	٦٨,٥	٧٤,٨	٦٣,٦	٨١,٨
.5	٦٧,٥	٧٤,٣	٦٢	٨١
.6	٦٧,٨	٧٥,١	٦١,٨	٨١,٦
.7	٦٧,٥	٧٣,٣	٦٢,١٦	٨١,١٦
.8	٦٦,٨	٧٣	٦٢	٨٠,٥
.9	٦٥,٨	٧٢,٣	٦٢	-
.10	٦٥,٨	٧١,٣	٦١,٧	-
.11	٦٥	٧١,١٦	٦٢,٣	-
.12	٦٥,٦	٧٢,٦	٦٤,٣	-



شكل (٥) يوضح التمثيل البيانى لمتوسط القراءات الصلادة فى اختبار مقاومة الاحبار مذيبية القاعدة "احبار النيتروسيليوز"

ثالثاً : فى حالة الاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية :

وصف التجربة :

وضع اربع عينات من الاسطح الفلكسوجرافية :ثلاثة منها تم انتاجها بتقنيات التجهيز الرقمى التقليدي للاسطح الفلكسوجرافية والعينة الرابعه تم انتاجها بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد تحديداً تقنية الترسيب النمذجى المنصهر FDM "filament deposing modeling" داخل اوعية زجاجية محكمة الغلق وبداخلها وزن ١٠ جم من الحبر المعالج بالاشعة فوق

البنفسجية مع الحفاظ على وجود تماس مباشر مابين طبقة الفوتوبوليمر للسطح الفلكسوجرافى وبين فيلم الحبر ويتم قياس معدل التغير للسمك والصلادة لكل عينة منهم على مدار اثنا عشرة ساعة وتسجيل القراءات كما هو موضح فى جدول رقم(٧) وجدول رقم(٨).

ظروف التشغيل

درجة الحرارة: ٢٢ ْ – مستوى الرطوبه : ٣٠%

نوع الحبر : حبر مذيب القاعدة من شركة - نسبة التخفيف: ٢٠%

نوع المذيب : كحول الطولوين

لزوجة الحبر : ٧٠ ثانية باستخدام Zhan cup 3

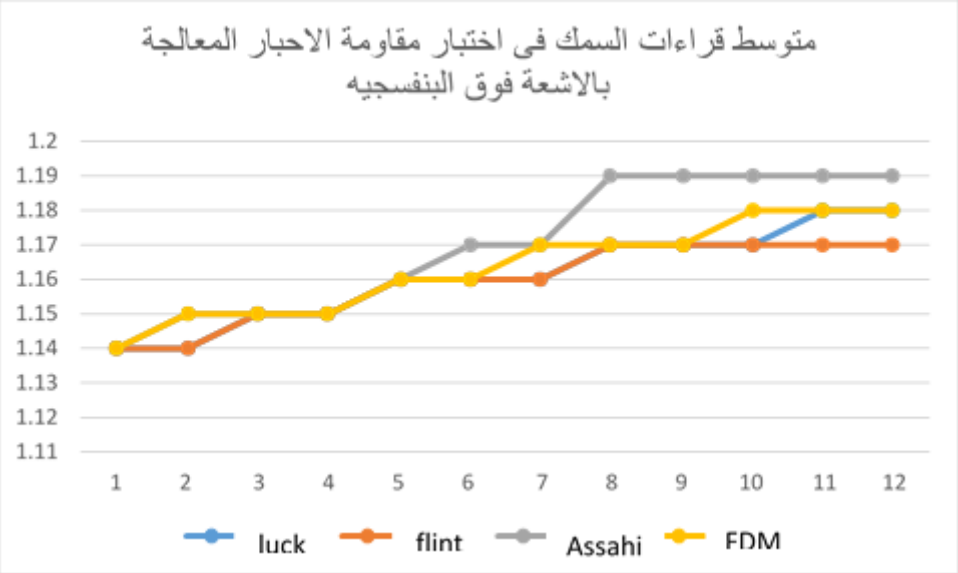
ادوات البحث :

- اوعية زجاجية محكمة الاغلاق
- حبر طباعى معالج بالاشعه فوق البنفسجية بنسبة تخفيف ٢٠%
- جهاز لقياس الصلادة durometer
- جهاز لقياس سمك سطح الطباعى micrometer
- ميزان رقمى digital balance

النتائج :

متوسط قراءات معدل التغير فى سمك الاسطح الفلكسوجرافية الرقمية بوحدة "المللى متر" فى مقابل السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد موضح فى الجدول رقم (٥) كالتالى :

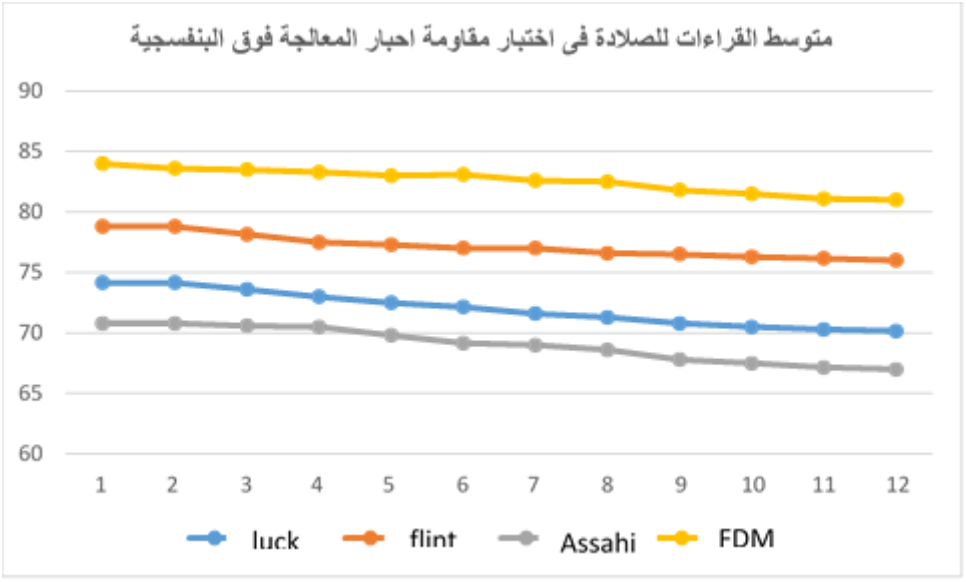
الساعة	العينة الاولى lucky	العينة الثانية flint	العينة الثالثة Assahi	العينة الرابعه FDM
.1	١,١٤	١,١٤	١,١٤	١,١٤
.2	١,١٤	١,١٤	١,١٥	١,١٥
.3	١,١٥	١,١٥	١,١٥	١,١٥
.4	١,١٥	١,١٥	١,١٥	١,١٥
.5	١,١٦	١,١٦	١,١٦	١,١٦
.6	١,١٦	١,١٦	١,١٧	١,١٦
.7	١,١٦	١,١٦	١,١٧	١,١٧
.8	١,١٧	١,١٧	١,١٩	١,١٧
.9	١,١٧	١,١٧	١,١٩	١,١٧
.10	١,١٧	١,١٧	١,١٩	١,١٨
.11	١,١٨	١,١٧	١,١٩	١,١٨
.12	١,١٨	١,١٧	١,١٩	١,١٨



شكل (٦) يوضح التمثيل البيانى لمتوسط القراءات السمك فى اختبار مقاومة الاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية

متوسط قراءات معدل التغير فى صلادة الاسطح الفلكسوجرافية الرقمية بوحدة "Shore A" فى مقابل السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد موضح فى الجدول رقم (٦) كالتالى :

الساعة	العينة الاولى lucky	العينة الثانية flint	العينة الثالثة Assahi	العينة الرابعه FDM
.1	٧٤,١٦	٧٨,٨	٧٠,٨	٨٤
.2	٧٤,١٦	٧٨,٨	٧٠,٨	٨٣,٦
.3	٧٣,٦	٧٨,١٦	٧٠,٦	٨٣,٥
.4	٧٣	٧٧,٥	٧٠,٥	٨٣,٣
.5	٧٢,٥	٧٧,٣	٦٩,٨	٨٣
.6	٧٢,١٦	٧٧	٦٩,١٦	٨٣,١
.7	٧١,٦	٧٧	٦٩	٨٢,٦
.8	٧١,٣	٧٦,٦	٦٨,٦	٨٢,٥
.9	٧٠,٨	٧٦,٥	٦٧,٨	٨١,٨
.10	٧٠,٥	٧٦,٣	٦٧,٥	٨١,٥
.11	٧٠,٣	٧٦,١٦	٦٧,١٦	٨١,١
.12	٧٠,١٦	٧٦	٦٧	٨١



شكل (٧) يوضح التمثيل البيانى لمتوسط القراءات الصلادة فى اختبار مقاومة الاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية

النتائج :

- ينبغى الا يزيد معدل التغير الموصى به فى بالنسبة لسمك السطح الطباعى عن ٥% فى الظروف القياسية لاختبارات السطح الطباعى الفلكسوجرافى وان كانت تلك النسبة قد تزيد عن ذلك فى الاحبار مذيبية القاعدة عنها فى الاحبار مائية القاعدة واحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية كما هو موضح فى النقاط التالية :

اولا : الاحبار مائية القاعدة

1- معدل التغير فى سمك السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{1.21-1.26}{1.21}$ % = 4%

عينة flint = $\frac{1.14-1.17}{1.14}$ % = 2.63 %

عينة Assahi = $\frac{1.14-1.15}{1.14}$ % = 0.87 %

عينة FDM = $\frac{1.14-1.16}{1.14}$ % = 1.75 %

2- معدل التغير فى صلادة السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{73.5-75}{75}$ % = - 2%

عينة flint = $\frac{77.17-78.5}{78.5}$ % = - 1.6%

عينة Assahi = $\frac{69.16-70.5}{70.5}$ % = - 1.9%

عينة FDM = $\frac{82.17-84.8}{84.8}$ % = - 3.1%

ملحوظة: الاشارة السالبه المقصود بها معدل النقصان فى صلادة السطح الطباعى

ثانياً: الاحبار مذيبية القاعدة

سيتم حساب متوسط السمك على مرحلتين وذلك لانخفاض معدل المذيب وتطايره بعد مرور 6 ساعات من بدء التجربه

المرحله الاولى

1- معدل التغير فى سمك السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{1.3 - 1.19}{1.19}$ % = 9%

عينة flint = $\frac{1.29 - 1.2}{1.2}$ % = 7.5 %

عينة Assahi = $\frac{1.34 - 1.24}{1.24}$ % = 8 %

عينة FDM = $\frac{1.27 - 1.18}{1.18}$ % = 7.6 %

2- معدل التغير فى صلادة السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{67.5 - 72.5}{72.5}$ % = - 6.89%

عينة flint = $\frac{74.3 - 78.8}{78.8}$ % = - 3.25 %

عينة Assahi = $\frac{62 - 67.16}{67.16}$ % = - 7.68 %

عينة FDM = $\frac{81 - 83.3}{83.3}$ % = - 2.76 %

ملحوظة: الاشاره السالبه المقصود بها معدل النقصان فى صلادة السطح الطباعى

1- معدل التغير فى سمك السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{1.29 - 1.27}{1.27}$ % = 1.5%

عينة flint = $\frac{1.3 - 1.27}{1.27}$ % = 2.3 %

عينة Assahi = $\frac{1.39 - 1.32}{1.32}$ % = 5.3 %

عينة FDM = $\frac{1.3 - 1.25}{1.25}$ % = 4 %

2- معدل التغير فى صلادة السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{65 - 67.8}{67.8}$ % = - 4.12 %

عينة flint = $\frac{71.16 - 75.1}{75.1}$ % = - 5.2 %

عينة Assahi = $\frac{61.8 - 62.3}{61.8}$ % = - 0.8 %

عينة FDM = $\frac{80.5 - 81.6}{81.6}$ % = - 1.35 %

ملحوظة : فى حالة السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعه ثلاثية الابعاد "بالتطبيق بتقنية الترسيب النمذجى قد تم حساب التفاوت على مدار ثمان ساعات فقط نظراً لانفصال دعامة البولى استر عن طبقة البوليمر .

ثالثاً : الاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية

1- معدل التغير فى سمك السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{1.18 - 1.14}{1.14}$ % = 3.5%

عينة flint = $\frac{1.17 - 1.14}{1.14}$ % = 2.6%

عينة Assahi = $\frac{1.19-1.14}{1.14}$ % = 4.4 %

عينة FDM = $\frac{1.18-1.14}{1.14}$ % = 3.5%

2- معدل التغير فى صلادة السطح الطباعى

عينة lucky = $\frac{70.16 -74.16}{74.16}$ % = -5.39%

عينة flint = $\frac{76 -78.8}{78.8}$ % = - 3.55%

عينة Assahi = $\frac{76 -70.8}{70.8}$ % = - 5.36%

عينة FDM = $\frac{81 -84}{84}$ % = - 3.57%

ملحوظة: الاشارة السالبه المقصود بها معدل النقصان فى صلادة السطح الطباعى

التوصيات :

- يوصى باستخدام السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد "بالتطبيق بتقنية الترسيب النمذجى الحرارى" عند استخدام الاحبار مائية القاعدة حيث ان معدل التفاوت فى كل من الصلادة والسمك فى الحد المسموح به للاسطح الفلكسوجرافية المنتجة بالطريقة الرقمية .
- يوصى باستخدام السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد "بالتطبيق بتقنية الترسيب النمذجى الحرارى" عند استخدام الاحبار المعالجة بالاشعه فوق البنفسجية حيث ان معدل التفاوت فى كل من الصلادة والسمك فى الحد المسموح به للاسطح الفلكسوجرافية المنتجة بالطريقة الرقمية .
- يوصى بالبحث عن احبار مذيبية القاعدة يكون معدل تفاعلها اقل مع السطح الفلكسوجرافى المنتج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد "بالتطبيق "بتقنية الترسيب النمذجى الحرارى " للوصول الى الحد المسموح به فى تغير الصلادة والسمك وبالتالى الحفاظ على ثباتية الانتاج الطباعى .

المراجع :

الكتب الاجنبيه :

- R.H. Leach, R.J. Pierce ,E.P. Hickman, M.J. Mackenzie and H.G. Smith :the printing inks manual ,publisher: Springer,(2007)

الروابط الالكترونية :

- https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:5784/FULLTEXT01.pdf

RETRIVED : 21-5-2020 -5 PM

- https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQMqsBQc84dN3V2tjUiZYz1H4lzbvAXnUk03g&usqp=CAU RETRIVED : 13 -5-2019 -8 PM
- https://5.imimg.com/data5/FL/KY/SJ/SELLER-24599016/40734-8620906-500x500.jpg

RETRIVED : 2 -9-2019 -7 PM

- https://www.msi-viking.com/assets/images/510-141_2019.jpg
- https://www.researchgate.net/publication/339046660_Effect_of_the_Common_Solvents_on_UV-Modified_Photopolymer_and_EPDM_Flexographic_Printing_Plates_and_Printed_Ink_Films

-RETRIVED : 20-12-2020 -12 AM

- https://www.researchgate.net/publication/265084813_Deformation_of_Flexographic_Printing_Plates RETRIVED : 21-5-2020 -5 PM
- https://www.testingmachines.com/apps/admin/www/images/products/49-56-digital-micrometer.jpg

RETRIVED : 13 -5-2019 -1 PM