Journal of
Design Sciences and Applied Arts

أثر تكنولوجيا الفلكسوجراف عالي الدقة في إنتاج الأسطح الطباعية الفلكسوجرافية الرقمية لتحسين جودة مطبوعات التغليف المرن

سارة محمد أبو الدهب [١] محمد عطية الفرحاتى [٢] تامر على عبد المجيد [٣]

١- مدرس مساعد بقسم الطباعة والنشر والتغليف - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
٢-٣ أستاذ بقسم الطباعة والنشر والتغليف - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Submit Date: 2022-07-20 16:24:14 | Revise Date: 2022-10-09 20:25:15 | Accept Date: 2022-10-18 15:41:49

DOI: 10.21608/jdsaa.2022.151470.1204

ملخص البحث:-

التكنولوجيا والحلول الرقمية هي مفتاح السوق للطباعة الفلكسوجرافية والتي تهدف إلى الحصول على أفضل تسلسل للعمليات وأقصي فعالية للإنتاج مع خفض التكلفة والتحسين المتزامن لمستوي الجودة. تكنولوجيا الفلكسوجراف عالية الدقة HD - Flexo أدت الى تحقيق جودة طباعية مرتفعة من خلال الجمع بين عنصرين وهما دقة عالية في التسجيل (4000 نقطة في البوصة) وخوارزمية خاصة لإنتاج النقاط الشبكية الذي من شأنه أن يجعل الانتقال السلس إلى الصفر في التدرجات الظلية وتسجيل أكثر وضوحا للنصوص والخطوط ونقاط شبكية محددة أكثر وضوحًا بالإضافة لكثافة اللون في المساحات المصمتة الامر الذي ينعكس إيجابيا على الترجمة الصحيحة للعمل الفني التصميمي. في هذا البحث سوف يتناول الباحثين الفروق بين تقنية تجهيز الاسطح الطباعية الرقمية بالتقنية التقليدية وتقنية HD Flexo وتأثيره على زيادة نطاق الدرجات اللونية التي يمكن ترجمتها طباعيًا. يهدف البحث الي تحليل ومقارنة فروق الجودة الطباعية بين تقنيات تجهيز الأسطح الطباعية الرقمية العادية وعالية الدقة HD FLEXO. ترجع أهمية البحث الى توظيف تقنية تجهيز الاسطح الطباعية الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO بما يحقق جودة طباعية في ترجمة عناصر التصميم الطباعى. استخدم الباحثين المنهج الوصفى التحليلي والمنهج التجريبي وذلك من خلال تجهيز وطباعة نماذج من خامات التغليف المرنة بطريقة طباعة الفلكسوجراف عالى الدقة ومحاكاة انتاج التصميم على وحدة الريب من خلال VPS (Virtual Proofing System) للطباعة بطريقة الفلكسوجراف الرقمى التقليدي لدراسة وتحليل أوجه الاختلاف في ترجمة عناصر التصميم الطباعى واستخلاص النتائج. توصل الباحثين الى أنه لابد من مراعاة التوظيف الصحيح لتقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة HD Flexo مع أمكانيات الإنتاج والانيلوكس الخاص بالمطابع وفق ظروف التصميم الامر الذى يفتح أفاق جديدة لحرية الابداع في العمل الفني التصميمي والتي يتم ترجمة عناصرها بطريقة صحيحة تضاهى طباعة الأوفست والجرافيور. بناءً على التجارب التجريبية المطبوعة وتقييم نتيجة الطباعة تم تحقيق نتائج طباعية ذات جودة مرتفعة في ترجمة عناصر الملف التصميمي على العديد من خامات التغليف المرن (بولى بروبلين موجه – بولى أستر – بولى ايثلين منخفض الكثافة) من خلال توظيف تقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة.

الكلمات المفتاحية:-

(الفلكسوجراف عالي الدقة HD Flexo – الأفلام البلاستيكية المرنة Flexible Plastic Film – التغليف الغذائي Food Packaging).

مقدمة

الطباعة الفلكسوجرافية هي تقنية مستخدمة على نطاق واسع في صناعة التعبئة والتغليف للملصقات وتغليف المواد الغذائية ولعدة تطبيقات أخرى، تعد الطباعة الفلكسوجرافية مناسبة للطباعة على مجموعة كبيرة ومتنوعة من الخامات الطباعية مثل الأفلام البلاستيكية والورق والكرتون، مع تطور احتياجات ومتطلبات السوق الامر الذى يتطلب الحصول على جودة طباعية مرتفعة ، خاصة وأن كان هذا مرتبط بطباعة الملصقات والتغليف المرن، طورت شركة Esko نهجًا جديدًا تمامًا تجاه الطباعة الفلكسوجرافية ، أطلق عليه اسم HD Flexo والهدف من ذلك هو تحقيق جودة طباعية عالية الدقة من خلال الجمع بين عنصرين وهما دقة عالية في التسجيل (٤٠٠٠ نقطة في البوصة) وخوارزمية خاصة لإنتاج النقاط الشبكية الذي من شأنه أن يجعل الانتقال السلس إلى الصفر في التدرجات الظلية وتسجيل أكثر وضوحا للنصوص والخطوط ونقاط شبكية محددة وأكثر وضوحًا بالإضافة لكثافة اللون في المساحات المصمتة الامر الذى ينعكس إيجابا على الترجمة الصحيحة للعمل الفني.

في هذا البحث سوف يتناول الباحثين الفرق بين تقنية تجهيز الاسطح الطباعية الرقمية بالتقنية التقليدية وتقنية HD Flexo وتأثيره على زيادة نطاق الدرجات اللونية التي يمكن تمثيلها طباعيًا.

الكلمات المفتاحية Keywords

(الفلكسوجراف عالي الدقة HD Flexo – الأفلام البلاستيكية المرنة Flexible Plastic Film – التغليف الغذائي Food Packaging).

تقع مشكلة البحث في علاج المشاكل الإنتاجية للفلكسوجراف الرقمى التقليدي وتوضيح أثر تكنولوجيا الفلكسوجراف عالي الدقة في ترجمة عناصر التصميم الطباعى.

يهدف البحث الي تحليل ومقارنة فروق الجودة الطباعية بين تقنيات تجهيز الأسطح الطباعية الرقمية العادية وعالية الدقة HD FLEXO.

ترجع أهمية البحث في توظيف تقنية تجهيز الاسطح الطباعية الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO بما يحقق جودة طباعية مرتفعة.

استخدم الباحثين **المنهج الوصفى التحليلى** و**المنهج التجريبى** وذلك من خلال تنفيذ ومقارنة بين العديد من النماذج المنتجة بتقنية HD FLEXO والمنتجة بطريقة التجهيز الرقمي التقليدى وتحليل ودراسة الفروق بينهما في ترجمة عناصر التصميم الفنى.

تقع حدود البحث الموضوعية فى طباعة نماذج من خامات التغليف المرنة بطريقة طباعة الفلكسوجراف عالى الدقة ومحاكاة التصميم على وحدة الريب من خلال VPS (Virtual Proofing System) للطباعة بطريقة الفلكسوجراف الرقمى التقليدي لدراسة وتحليل أوجه الاختلاف واستخلاص النتائج.

يفترض البحث أن توظيف تقنيات الطباعة الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO يجعل الانتقال السلس إلى الصفر في التدرجات الظلية وتسجيل أكثر وضوحا لعناصر التصميم الطباعى بالإضافة لكثافة اللون في المساحات المصمتة الامر الذي ينعكس إيجابا على الترجمة الصحيحة للعمل الفنى.

محاور البحث Research Themes

سعيًا لتحقيق أهداف البحث قسمت الدراسة الى المحاور التالية:

المحور الأول: الإطار النظرى التحليلى &The Theoretical Analytical Frameworkويتضمن

١. تقنية التجهيز الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية.
٢. تقنية التجهير الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO.

المحور الثاني: الإطار العملى التطبيقى The Practical Framework ويتضمن

١. تجهيز وطباعة مجموعة عينات طباعية منتجة بطريقة الطباعة الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO على أفلام التغليف البلاستيكية.
٢. محاكاة باستخدام VPS (Virtual Proofing System) على وحدة الريب للمقارنة بين نتائج تجهيز التصميم الطباعي للإنتاج الرقمي العادي والإنتاج عالي الدقة للأسطح الفلكسوجرافية.
٣. استخلاص النتائج والتوصيات.

المحور الأول: الإطار النظرى التحليلى &The Theoretical Analytical Framework

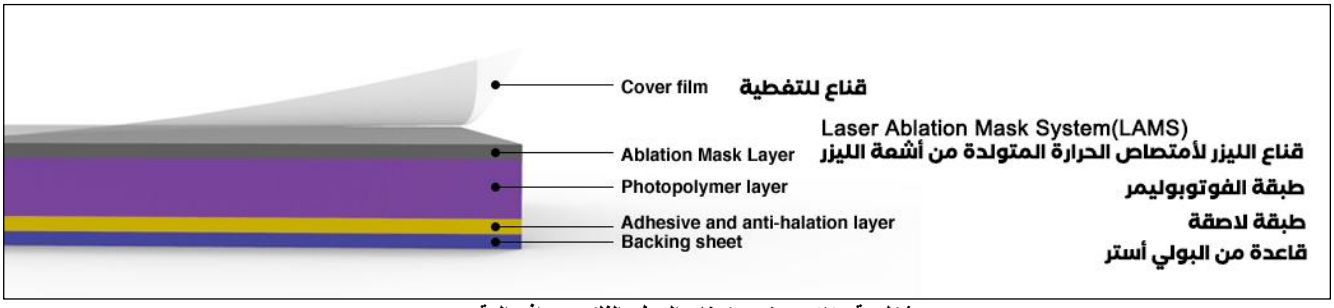
أولا: تقنية التعريض الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية

مقدمة

تعتمد تقنية التعريض الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية CTP Computer to Plate عن نقل معلومات التصميم الطباعي الرقمي مباشرة من الحاسب الالي الي السطح الطباعي وتتم ترجمة المعلومات التصميمية من خلال تعريض أشعة الليزر مباشرة على القناع الكربونى أعلى السطح الطباعي مما يعطى دقة تسجيل أعلي وتقليل زمن تجهيز الأسطح الطباعية الفلكسوجرافية مقارنة بنظم التجهيز التقليدية.

أ- مكونات السطح الطباعي الفلكسوجرافي الرقمي

يتمثل الاختلاف الأساسي بين الأسطح الرقمية والتقليدية في أن الأسطح الرقمية بها طبقة قناع كربوني LAMS يغطي السطح الطباعي من ٣ الي ٥ ميكرون (بدلاً من الفيلم) يتم استئصالها بواسطة جهاز التصوير الرقمي قبل تعريض السطح الطباعي لضوء الأشعة فوق البنفسجية لتنتج الأسطح الرقمية نقطة أكثر حدة من خلال عملية تسمى تثبيط الأكسجين، كما هو موضح في الشكل رقم (١). (٣: ص ١٤٣)

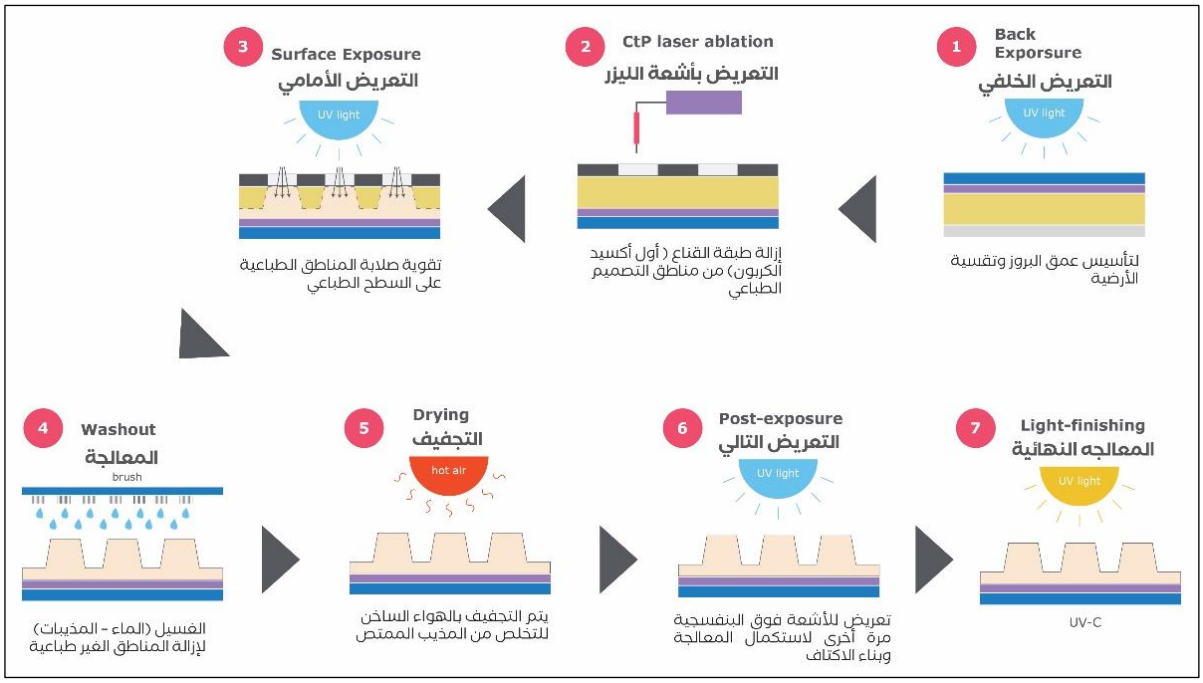


شكل رقم (١): يوضح مكونات السطح الفلكسوجرافي الرقمي

ب - مراحل التجهيز الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية (٢: ص ١١٤)

تمثل المراحل الموضحة في الشكل رقم (٢) مراحل التجهيز الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية الرقمية.

١. **التعريض الخلفي Back Exposure** لتأسيس عمق البروز وتقسية الأرضية.
٢. **التصوير بأشعة الليزر Laser Imagingالتصوير** بالليزر الأشعة تحت الحمراء IR Laser ويتم من خلاله رسم تفاصيل التصميم الطباعي مباشرة من وحدة الريب على السطح الطباعي وإزالة طبقة القناع (أول أكسيد الكربون) من مناطق التصميم الطباعي.
٣. **التعريض الأمامي Main Exposure** هو التعريض الأساسي ويتم بالأشعة فوق البنفسجية UV ويعمل على تقوية صلابة المناطق الطباعية على السطح الطباعي.
٤. **المعالجة Development** تتم من خلال الغسيل (الماء – المذيبات) لإزالة المناطق الغير طباعية.
٥. **التجفيف Draying** يتم التجفيف بالهواء الساخن للتخلص من المذيب الممتص.
٦. **التعريض التالي Post Exposure** يتم للمعالجة النهائية للسطح الطباعي وبناء الأكتاف.
٧. **المعالجة النهائية Light Finishing**



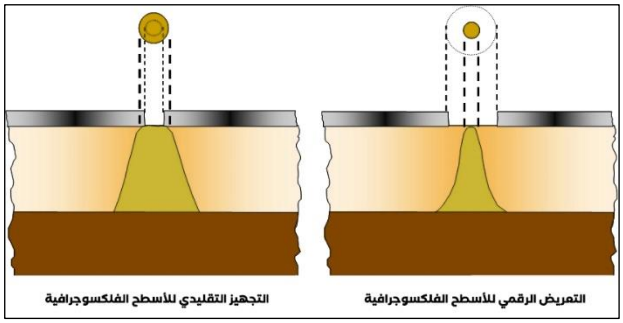
شكل رقم (٢): يوضح مراحل تجهيز السطح الفلكسوجرافي الرقمي

ج- مميزات التجهيز الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية

تتميز الأنظمة الرقمية لتجهيز الأسطح الطباعية CTP كما هو موضح في الشكل رقم (٣) بما يلي.

يتمثل الاختلاف الأساسي بين الأنظمة الرقمية والتقليدية في أن الأسطح الرقمية بها طبقة قناع كربوني تغطي السطح الطباعي (بدلاً من الفيلم) يتم استئصالها بواسطة جهاز التعريض الرقمي قبل تعرض السطح الطباعي لضوء الأشعة فوق البنفسجية، تنتج الأسطح الرقمية نقطة أكثر حدة على السطح الطباعي لأن التعرض الرقمي للأشعة فوق البنفسجية (٤٪ -٥٪ ينتج عنه ١٪ على السطح الطباعي) من خلال عملية تسمى تثبيط الأكسجين، بينما التعريض التقليدي للأشعة فوق البنفسجية ينتج عنه نقطة أكبر، التعريض التقليدي للأشعة فوق البنفسجية (التعريض بنسبة ١٪ ينتج عنه تسجيل ٢٪ أو ٣٪ على السطح الطباعي) لأن ضوء الأشعة فوق البنفسجية ينكسر عند قاعدة الفيلم، **الأمر الذي يؤدي للعديد من المميزات للتجهيز الرقمى للأسطح الفلكسوجرافية وهي:** (١: ص ١٦٧)

١. تحسين التدرجات الظلية الناعمة والحصول على مدى لونى أعلى لمناطق الإضاءة المرتفعة ومناطق الظلال تتراوح من ٢٪ الى ٩٨ % في مقابل من ١٠٪ الى ٨٥ % للأنظمة التقليدية.
٢. تضاؤل مشكلة النمو النقطي.
٣. تقليل زوايا الاكتاف للنقط الشبكية.
٤. خفض زمن التجهيز.
٥. عدم استخدام سلبية فيلمية.
٦. الحد من التلوث البيئي الناتج عن كيماويات معالجة الأفلام.
٧. القدرة على استخدام احجام خطوط أقل.



شكل رقم (٣): يوضح شكل نمو النقاط المتكونة بين السطح الفلكسوجرافي التقليدي يسارا وشحذ النقاط المتكونة في السطح الرقمى يمينا

عملية تثبيط الأكسجين oxygen inhibitionالمقصود بها فعلياً حدوث تثبيط للتفاعل الكيميائي أى تخفيض معدل التفاعل الكيميائي أو منعه والتفاعل الكيميائى هنا هو تأثر الفوتوبوليمر بالأشعة فوق البنفسجية، حيث ينتج عن التعرض للأشعة فوق البنفسجية تكون سلاسل الروابط المتقاطعة، ووجود الأكسجين هنا يعيق من اكتمال تكون هذه الروابط بشكل مثالى مما ينتج عنه عدم اتمام عملية البلمرة بالكامل، فيؤدى ذلك إلى تنحيف النقاط الشبكية الناتجة وهو ما يعرف بشحذ النقطة.

ثانيا: تقنية التعريض الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO

في أبريل ٢٠٠٩ طورت شركة Esko نهجًا جديدًا للطباعة الفلكسوجرافية، أطلقت عليهHD Flexo ، والهدف من ذلك هو تحقيق طباعة عالية الوضوح من خلال الجمع بين عنصرين هما:

١. الدقة العالية في التصوير High Resolution Imaging (4000 ppi).
٢. طريقة خاصة في معالجة النقط الشبكية تؤدى لجعل التدرجات الظلية ناعمة.

ثانيا: عناصر تقنية التعريض الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO

يؤدي التصوير عالي الدقة على ماكينات التعريض الرقمية للسيريل Cyrel Digital Imager "CDI" إلى إنشاء سطح طباعي محكم، مما يؤدي إلى تحسين وضع الحبر وزيادة كثافة الحبر في الطباعة النهائية والنتيجة هي تحسين ثراء الصورة والتباين، هذا مفيد بشكل خاص لألوان البانتون والطباعة السفلية البيضاء على الأفلام البلاستيكية الشفافة وتحسين التدرجات الظلية. (٥: ص ٨٦)

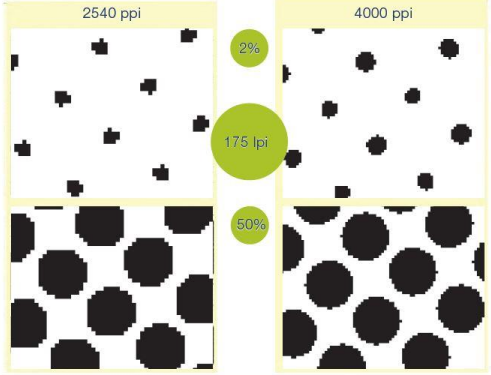
أ- استخدام الدقة العالية في التصوير High Resolution Imaging (4000 ppi)

يتم تحديد الدرجات الظلية للصورة الطباعية الناتجة باستخدام معادلة تربط بين:

- جودة أو دقة الصورة عدد بكسلات الصورة PPI (Pixel Per Inch)
- التسطير الشبكي عدد الخطوط في البوصة **LPI** (Lines Per Inch)

وتوضح المعادلة كالتالي: **عدد الدرجات الظلية =**
(جودة الصورة PPI/ التسطير الشبكيLPI)٢

بالتالي كلما زاد عدد الـــ Pixels في الصورة كلما زادت امكانية استخدام تسطير شبكي أكبر وكلما زادت الدرجات الظلية الناتجة وبالتالي تزداد الجودة، فعند استخدام الدقة العالية ٤٠٠٠ PPI يمكن استخدام ٢٥٠ خط / البوصة دون الإخلال بالدرجات الظلية الناتجة، ولذلك لا يمكن استخدام الـ ٢٥٠ LPI إلا مع الـ ٤٠٠٠PPI لتحقيق الدرجات الظلية التي يسمح بها كاملة وهي ٢٥٦ درجة ظليه حيث يمكن تسجيل نقطة بحجم ٦ ميكرون.



شكل رقم (٤): يوضح دقة التصوير القياسية (يسار) مقارنة بالتصوير عالي الدقة (يمين)

يمكن أن نرى بوضوح كما هو موضح في الشكل رقم (٤) كيف تولد الدقة العالية ٤٠٠٠ بكسل في البوصة نقاط أكثر استدارة عند مقارنتها بـ ٢٥٤٠ نقطة في البوصة مع الإنتاج الرقمى التقليدى، في ٤٠٠٠ نقطة في البوصة هناك عدد ٢,٥ مرة أكثر من البيانات المتاحة لتحديد نفس شكل النقطة.

نرى من الشكل السابق أنه عندما تكون النقاط الشبكية مكونة من عدد قليل من الـPixels ، تكون متكتلة ومتعرجة الشكل والتي تعد كنقطة ضعف للنقاط الشبكية حيث يمكن للحواف الخشنة أن تلتقط حبر فتصبح الطبعة ذات حواف خشنة على عكس استخدام تقنية التعريض عالية الدقة وذلك راجع لحجم شعاع الليزر، فعندما يكون قطر شعاع الليزر ١٢ ميكرون لإنتاج ٢٥٤٠ بكسل تكون حواف النقطة غير حادة، وعندما يكون قطر شعاع الليزر ٦ ميكرون لإنتاج ٤٠٠٠ بكسل تتكون حواف النقطة أكثر حدة. [٦]

ب- معالجة المناطق الخاصة للإضاءة العالية والتدرجات اللونية والظلال باستخدام أنماط وتأثيرات شبكية خاصة advanced Screening Effects:

تعمل التأثيرات الشبكية المتقدمة والأنماط المعدلة على تعديل أجزاء معينة من الشبكات، لتحسين كيفية تفاعل السطح الطباعى مع الحبر والخامة الطباعية، وتحقيق نتيجة طباعة أفضل في تلك المناطق وتختلف تلك التأثيرات والأنماط من شركة لأخرى، اهم تلك التأثيرات وأكثرها استخداما لشركة ESKO هى.

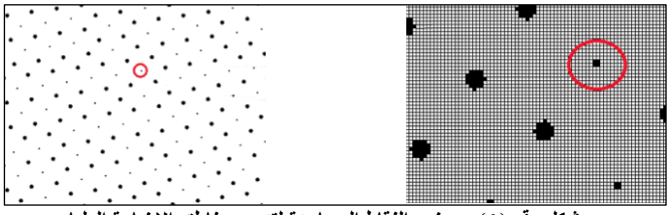
١- النقاط الداعمة Supporting Dots لمناطق الإضاءة المرتفعة Highlight [٦]

تستخدم تقنية الفلكسوجراف عالي الدقة مزيجًا متوازنًا من حجم النقاط الصغيرة والكبيرة في مناطق الإضاءة العليا.

ينتج عن مزيج الحجم النقطي فائدتين:

١,١. هناك عدد قليل من النقاط الأكبر هذه النقاط مستقرة لدرجة أنها تستطيع بسهولة تحمل قوى الانضغاط أثناء عملية الطباعة، تعمل هذه النقاط الكبيرة أيضًا على منع النقاط الصغيرة من الانغماس في خلايا أسطوانة Anilox مما يساعد في الحفاظ على أمكانية التسجيل الدقيق خلال المشوار الطباعى.

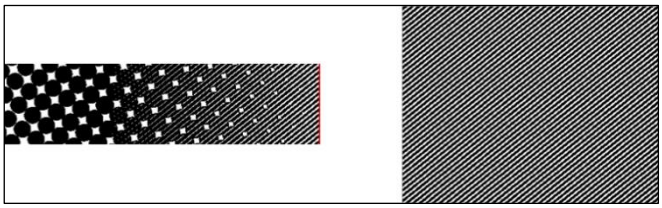
١,٢. استخدام نقاط الدعم الصغيرة والتي تعمل على تدعيم مناطق الإضاءة العالية حيث يتم دعم النقاط الأصغر بواسطة النقاط الأكبر وبالتالي، لا تختفي عند الطباعة، حتى تتمكن من الحفاظ على النقاط المطبوعة الصغيرة والاستقرار حتى أثناء المشاوير الطباعية الكبيرة.



شكل رقم (٥): يوضح النقاط المساعدة لتدعيم مناطق الإضاءة العليا

٢- أخاديد لدعم المساحات المصمتةGroovy Screens

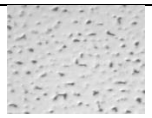
المساحات المصمتة تحتوي على أخاديد لتحسين وضع واستقرار الحبر والطباعة بشكل متساوٍ (ستمتلئ الأخاديد عند الطباعة) كما هو موضح في الشكل التالي رقم (٦).



شكل رقم (٦): يوضح الأخاديد المستخدمة لدعم المساحات المصمتة

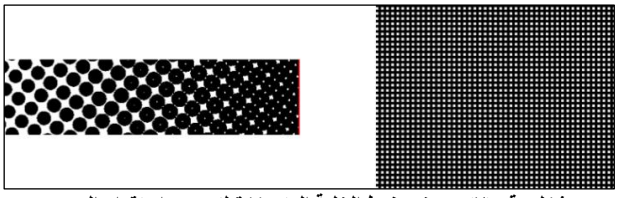
يساعد ذلك علي تحسين مشكلة الثقوب "Pinholes" الناتجة عن كثرة الحبر في المساحات المصمتة كما يتضح ذلك في الجدول رقم (١).

جدول رقم (١): يوضح استخدام الأخاديد لدعم مناطق المساحات المصمتة في طباعة اللون الأبيض

	المساحة المصمتة	المساحة المصمتة مع تأثير الأخاديد
الملف الرقمي		
النتيجة الطباعية بالحبر الأبيض		

٣- نمط الخلية المتمركزة Cell Centered

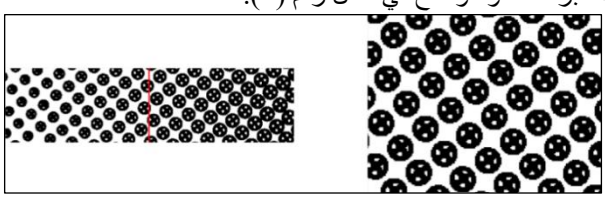
تحتوي مراكز الشبكات على ثقوب "تتمركز في الخلية" في النقاط الشبكية النصفية ذات معدل النمو النقطى كما هو موضح في شكل رقم (٧)، بينما تكون المساحات المصمتة مثقبة بنمط موحد (نمط "الخلية الصفيحية")، يؤدي هذا إلى تحسين وضع الحبر.



شكل رقم (٧): يوضح نمط الخلية المتمركزة لتحسين استقرار الحبر

٤- استخدام الخلايا الميكرونية Microcell [٧]

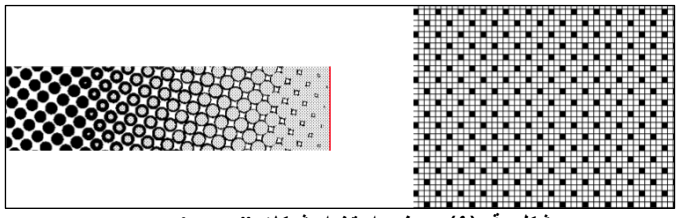
تحتوي شبكات Microcell على نمط محدد من الثقوب في النقاط الشبكية والمساحات المصمتة يؤدي هذا أيضًا إلى تحسين وضع الحبر كما هو موضح في شكل رقم (٨).



شكل رقم (٨): يوضح استخدام شبكات مايكروسيل لتحسين استقرار الحبر

٥- استخدام النمط مع شبكات المايكروسيل P+ Microcell

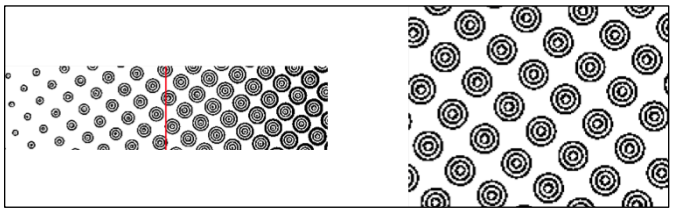
تستخدم شبكات P + Microcell نمطًا يتكون من وحدات بكسل مفردة لإنشاء ثقوب في النقاط الشبكية والمساحات المصمتة تُستخدم هذه التأثيرات الشبكية على بعض أجهزة CDI، على سبيل المثال Full HD Flexo كما هو موضح في شكل رقم (٩).



شكل رقم (٩): يوضح استخدام شبكات P+ Microcell

٦- الشبكات متحدة المركز Concentric screens [٦]

الشبكات متحدة المركز بها فتحات على شكل حلقة في النقاط الشبكية، للطباعة بطبقة حبر أرق وتحسين لون النتائج الطباعية النهائية كما هو موضح في شكل رقم (١٠).



شكل رقم (١٠): يوضح استخدام الشبكات متحدة المركز

ثانيا: مميزات التعريض الرقمي للأسطح الفلكسوجرافية عالية الدقة HD FLEXO [٧]

تقنية التصوير عالي الدقة للطباعة الفلكسوجرافية ساهمت في التغلب على العديد من مشاكل طباعة الفلكسوجراف وأدت الي ارتفاع مستوي الجودة الطباعية لتضاهي طريقة طباعة الأوفست والروتوجرافيور كما هو موضح في شكل رقم (١١) ومن أهم المميزات ما يلي.

١- الانتقال السلس في الدرجات الظلية.
٢- إمكانية طباعة نطاق واسع من الدرجات الظلية يتنافس مع طباعة الأوفست والروتوجرافيور.
٣- زيادة العمر التشغيلي للأسطح الطباعية بسبب التغيير في التسطير الشبكي مما أدى إلى استقرار النقاط الشبكية بشكل أفضل أثناء عملية الطباعة.
٤- زيادة التباين بين ألوان الصورة الطباعية.
٥- إعطاء صورة طباعية أكثر حدة ونعومة.
٦- تحسين جودة المناطق الطباعية المصمتة.

شكل رقم (١١): يوضح مميزات التعريض الرقمى للأسطح الفلكسوجرافية عالية الدقة

المحور الثـاني: الإطـار العملى التطبيقى The Practical Framework

في هذا المحور سوف يتم دراسة وتحليل نتائج تجهيز بعض العناصر الموجودة ببعض التصميمات المختلفة والتي تم طباعتها على خامات تغليف مرنة باســتخدام تقنية إنتاج الألواح الفلكســوجرافية الرقمية عـاليـة الـدقـة ومحـاكـاتهـا VPS إذا تم تجهيزهـا بتقنيـة الألواح الفلكسوجرافية الرقمية التقليدية.

وفيما يلي سـيتم تناول تجهيز كل تصـميم وظروف إنتاجه ومحاكاة تجهيزه بالألواح الرقمية التقليدية بنفس ظروف الإنتاج:

أولا: النموذج الطباعى الأول (ملصــق مقولب لمنتج الشــكولاتة البيضاء / بولى بروبلين)

تم إنتاجـه بـالتعـاون مع شــركـة يوني دوتس للتجهيزات الطبـاعيـة وشركة تيوليب لطباعة التغليف.

أ- توصــيف العنــاصــر التي تحتــاج إلى المعــالجــة بتقنيــة الفلكســوجراف عالي الدقة كما هو موضــح في الشــكل رقم (١٢):

١) صــورة اللبن المطبوعة بالحبر الأســود والتي تنتهي درجاته الظلية إلى صفر.
٢) الظل أســفل صــورة الخبز المطبوع بالحبر الأســود وتنتهي درجاته الظلية إلى صفر.
٣) الأرضية المصمتة ذات اللون الأحمر.

شكل رقم (١٢): ملصق مقولب لمنتج الشكولاتة البيضاء تم طباعته باستخدام تقنية إنتاج الألواح الفلكسوجرافية الرقمية عالية الدقة

ب- ظروف وخامات التشغيل

يوضح جدول رقم (٢) ظروف التشغيل والإنتاج الطباعي.

جدول رقم (٢): ظروف التشغيل والإنتاج الطباعي لملصق مقولب لمنتج الشكولاتة البيضاء

خامة التغليف المطبوعة	بولى بروبلين موجه Bopp
ماكينة الطباعة	Gallus ECS 340- Narrow Web
سرعة الماكينة	٢٠٠ متر / الدقيقة
الأحبار المستخدمة	UV Inks
الألواح الطباعية	Huaguang Lucky Digital DR114H Thickness 1.14 mm Hardness 77 shore A.
الانيلوكس	Black: 420 LCM _ 4 BCM Red: 360 LCM _ 5 BCM
عدد ألوان التصميم	6 COLORS (CMYK – Red – Black Text)

ج – تحليل نتائج الطباعة ومحاكاتها بالإنتاج الرقمى التقليدي

١- التنفيذ بتقنية الفلكســوجراف الرقمي عالي الدقة ومحاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي

تم شــرح ظروف المعالجة والإنتاج في الجدول رقم (٣) لبعض عناصر التصميم المنفذة بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة وتم محاكاة التنفيذ على وحدة الريب باســتخدام VPS (Virtual Proofing System) لتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي ومن ثم اظهار الفروق في التعبير عن عناصــر التصــميم الطباعى بكلا الطريقتين وتحليل النتائج.

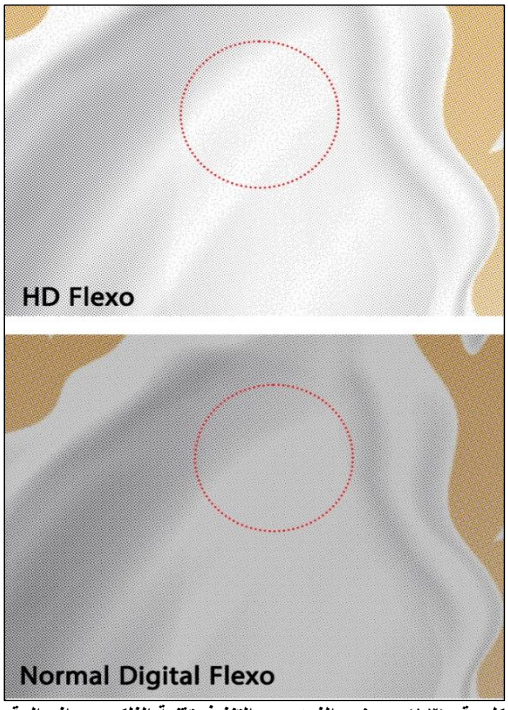
جدول رقم (٣): مقارنة ظروف التشغيل والإنتاج الطباعي لملصق مقولب لمنتج الشكولاتة البيضاء بين التنفيذ الرقمى التقليدي وعالي الدقة.

	التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة	**محاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي**
معالجة صــورة اللبن المطبوعة بالحبر الأبيض والأســود والتي تنتهي درجاته الظلية إلى صفر. **معالجة الظل أســفل صــورة الخبز المطبوع بالحبر الأســود وتنتهي درجاته الظلية إلى صفر.**	تم التنفيذ باســتخدام شــبكات AM Screen لــلألــوان CMY بتسطير شبكى 175 LPI بدقة التصوير ٤٠٠٠ PPI وأقل نقطة تم تسجيلها 2%. تم استخدام الشبكات المهجنة Hybrid screen للون الأسود بتسطير شبكى 175 LPI بدقة التصــوير ٤٠٠٠ PPI وأقل نقطة بحجم ٣٥ ميكرون.	**الحل الأول** تم التنفيذ باســتخدام شــبكات AM Screen لــلألــوان CMYK بتســطير شبكى 175 LPI بدقة التصــوير ٢٥٤٠ PPI وأقل نقطة تم تسجيلها ٣% مع استخدام منحنى الدفع التعويضــى لتعديل أعاقة البلمرة بســبب الاكســجين للحفاظ على النقاط الشــبكية ولكن من عيوبه عدم التســجيل الدقيق للدرجات الظلية

		لمناطق الإضاءة العالية رغم الحفاظ على حجم النقطة. **الحل الثاني** تم التنفيذ باستخدام شبكات AM Screen للألوان CMY بتسطير شبكى 175 LPI بدقة التصوير ٢٥٤٠ PPI وأقل نقطة تم تسجيلها ٣% مع استخدام منحنى الدفع التعويضى لتعديل أعاقة البلمرة بسبب الاكسجين أما بالنسبة للون الأسود أقل نقطة تم تسجيلها ٦ % وترك التدرج الظلى يصل الى صفر % ولكن يؤدى ذلك لوجود تجميعات في مناطق الظلال.
الأرضية المصمتة ذات اللون الأحمر	تم استخدام خلايا ميكرونية Microcell بالمساحات المصمتة بقيمة 3x4بكسل لكسر التوتر السطحي للحبر والحصول على كثافة منتظمة.	لم يتم أي إجراء

٢- تحليل نتائج الطباعة ومحاكاتها بالإنتاج الرقمى التقليدي

تقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة تم التعبير فيها عن الدرجات الظلية بطريقة صحيحة صورة اللبن المطبوعة بالحبر الأسود والتي تنتهي درجاته الظلية إلى صفر كذلك معالجة الظل أسفل صورة الخبز المطبوع بالحبر الأسود وتنتهي درجاته الظلية إلى صفر كما يتضح في الأشكال رقم ١٣ – ١٤ على عكس محاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي في الحل الأول عند استخدام المنحنى التعويضى للألوان CMYK نلاحظ عدم التسجيل الدقيق للدرجات الظلية لمناطق الإضاءة العالية رغم الحفاظ على حجم النقطة وفى الحل الثانى عند عدم استخدام المنحنى التعويضى مع اللون الأسود واستخدامه مع الألوان CMY نجد حدوث تجميعات في الظلال أثناء الطباعة لوجود انغماس داخل خلايا الانيلوكس لتجمع الحبر على أكتاف النقط الشبكية مما يسبب أتساخات خلال المشوار الطباعى.



شكل رقم (١٣): يوضح الفرق بين التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة ومحاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي لمناطق الإضاءة العليا.

شكل رقم (١٤): يوضح الفرق بين التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة ومحاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي مع استخدام طريقتين للحل لمناطق الإضاءة الظلال

ثانيا: النموذج الطباعى الثانى (شنطة من البولى ايثلين محل حلويات)

تم إنتاجه بالتعاون مع شركة يوني دوتس للتجهيزات الطباعية.

أ- توصيف العناصر التي تحتاج إلى المعالجة بتقنية الفلكسوجراف عالي الدقة كما هو موضح في الشكل رقم (١٥):

١. الصورة الرئيسية للتصميم والتي تنتهي جميع ظلال ألوانها الأربع الطباعية إلي صفر.
٢. العناصر المصمتة ذات الألوان الخاصة.

شكل رقم (١٥): شنطة بلاستيكية LDPE تم طباعتها باستخدام تقنية إنتاج الألواح الفلكسوجرافية الرقمية عالية الدقة

ب- ظروف وخامات التشغيل

يوضح جدول رقم (4) ظروف التشغيل والإنتاج الطباعي.

جدول رقم (4): ظروف التشغيل والإنتاج لشنطة محل حلويات

خامة التغليف المطبوعة	LDPE _ 80 microns Thickness بولى ايثلين منخفض الكثافة
ماكينة الطباعة	Bobset
سرعة الماكينة	350 m/min
الأحبار المستخدمة	Solvent base nitrocellulose inks
الألواح الطباعية	Flint _ Nyloflex ACE Digital Thickness 1.14 mm Hardness 78 shore A.
الانيلوكس	CMK: 400 LCM _ 4 bcm Y: 340 LCM _ 5 bcm
عدد ألوان التصميم	8 Colors CMYK+ 4 Spot

ج – تحليل نتائج الطباعة ومحاكاتها بالإنتاج الرقمى التقليدي

١- التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة ومحاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي

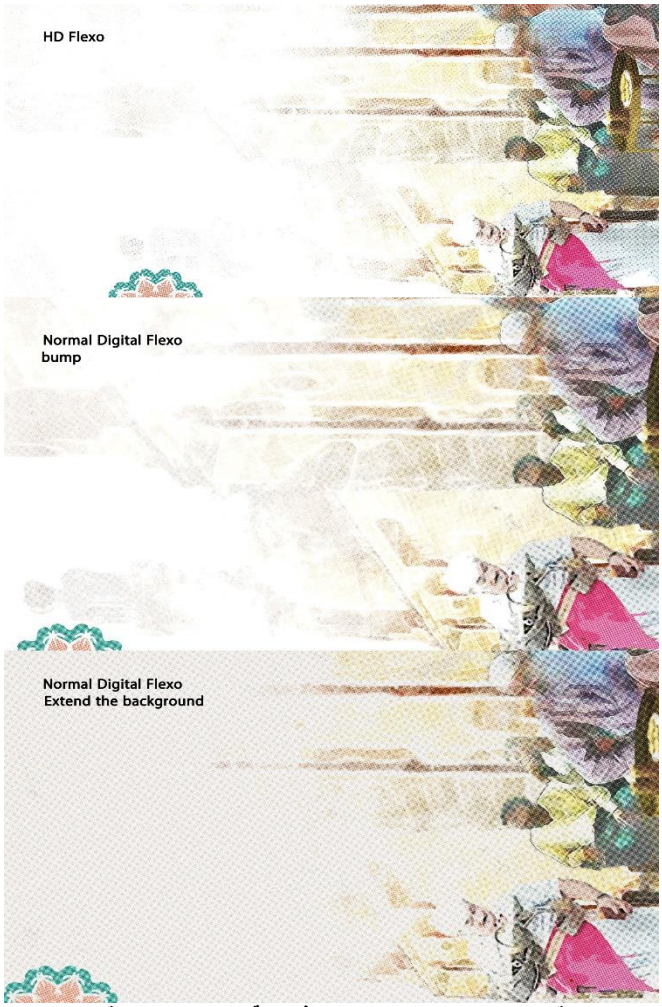
تم شرح ظروف المعالجة والإنتاج في الجدول رقم (٥) لبعض عناصر التصميم المنفذة بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة وتم محاكاة التنفيذ على وحدة الريب باستخدام VPS (Virtual Proofing System) لتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي ومن ثم اظهار الفروق في التعبير عن عناصر التصميم الطباعى بكلا الطريقتين وتحليل النتائج.

جدول رقم (٥): مقارنة ظروف التشغيل والإنتاج الطباعي لكيس بلاستيك من البولى ايثلين منخفض الكثافة بين التنفيذ الرقمى التقليدي وعالى الدقة

	التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة	**محاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي**
الصورة الرئيسية للتصميم والتي تنتهي جميع ظلال ألوانها الأربع الطباعية إلي صفر	تم التنفيذ باستخدام شبكات AM Screen للألوان CMYK بتسطير شبكى 120 LPI بدقة التصوير ٤٠٠٠ PPI تم استخدام الشبكات المهجنة Hybrid screen لكل الألوان بأقل نقطة بحجم ٥٠ ميكرون.	**الحل الأول** تم التنفيذ باستخدام شبكات AM Screen للألوان CMYK بتسطير شبكى ١٢٠ LPI بدقة التصوير ٢٥٤٠ PPI مع استخدام منحنى الدفع التعويضى لتعديل أعاقة البلمرة بسبب الاكسجين للحفاظ على النقاط الشبكية. **الحل الثاني** تمديد خلفية الألوان CMY لتصل الى أقل نقطة ٣% مع استخدام شبكات AM Screen للألوان CMY بتسطير شبكى ١٢٠ LPI بدقة التصوير ٢٥٤٠ PPI وأقل نقطة تم تسجيلها ٣% مع استخدام منحنى الدفع التعويضى لتعديل أعاقة البلمرة بسبب الاكسجين.

٢- تحليل نتائج الطباعة ومحاكاتها بالإنتاج الرقمى التقليدي

في تقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة تم التعبير عن الدرجات الظلية بطريقة صحيحة في الصورة الرئيسية للتصميم والتي تنتهي جميع ظلال ألوانها الأربع الطباعية إلي صفر حيث تم استخدام الشبكات المهجنة Hybrid screen مما أدى للحفاظ على مناطق الإضاءة العليا بالقيم المطلوبة بدون أدنى مشاكل أثناء الطباعة وتم استخدام انيلوكس ٣٤٠ خط / سم على ماكينة WIDE WEB باستخدام احبار مذيبات وبسبب عامل جفاف الاحبار يتم استخدام تسطير شبكى ١٢٠ ميكرون بحجم نقطة ٥٠ ميكرون ، على عكس محاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي في الحل الأول عند استخدام المنحنى التعويضى للألوان CMYK نلاحظ عدم التسجيل الدقيق للدرجات الظلية لمناطق الإضاءة العالية رغم الحفاظ على حجم النقطة وفى الحل الثانى عند تمديد الأرضية واستخدام المنحنى التعويضى نجد عدم التعبير الصحيح عن مناطق الإضاءة العليا كما يتضح في الشكل رقم١٦ .



شكل رقم (١٦): يوضح الفرق بين التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة ومحاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي مع استخدام طريقتين للحل لمناطق الإضاءة العليا ويظهر الفرق بوضوح في الأرضية

ثالثا: النموذج الطباعى الثالث (شنطة من البولي أستر حفاضات أطفال)

تم إنتاجه بالتعاون مع شركة يوني دوتس للتجهيزات الطباعية ومصنع المدينة المنورة للطباعة.

أ- **توصيف العناصر التي تحتاج إلى المعالجة بتقنية الفلكسوجراف عالي الدقة** كما هو موضح في الشكل رقم (١٧):

١. الأرضيات المطبوعة بألوان خاصة – (Pantone 3272 C Pantone 375 C) والتي تنتهي كل منها إلي صفر.
٢. الظلال الموجودة بالشريط الماجنتا والأسود حيث تنتهي ظلال الأسود إلي صفر.

شكل رقم (١٧): شنطة بلاستيكية PET للأطفال تم طباعتها باستخدام تقنية إنتاج الألواح الفلكسوجرافية الرقمية عالية الدقة

ب- **ظروف وخامات التشغيل**
يوضح جدول رقم (٦) ظروف التشغيل والإنتاج الطباعي.

جدول رقم (٦): ظروف التشغيل والإنتاج لشنطة من البولى أستر

خامة التغليف المطبوعة	PET _ 12 microns Thickness بولى أستر to be laminated on LDPE 40 microns
ماكينة الطباعة	windmöller & hölscher
سرعة الماكينة	400 m/min
الأحبار المستخدمة	Solvent base nitrocellulose inks
الألواح الطباعية	Macdermid Digital Rave Thickness 1.14 mm Hardness 78 shore A.
الانيلوكس	Pantone 3272 C: 280 LCM _ 4 bcm Pantone 375 C: 340 LCM _ 4 bcm Black: 400 LCM _ 4 bcm
عدد ألوان التصميم	8 Colors CMYK+ 4 Spot

ج – تحليل نتائج الطباعة ومحاكاتها بالإنتاج الرقمى التقليدي

١- التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة ومحاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي

تم شرح ظروف المعالجة والإنتاج في الجدول رقم (٧) لبعض عناصر التصميم المنفذة بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة وتم محاكاة التنفيذ على وحدة الريب باستخدام VPS (Virtual Proofing System) لتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي ومن ثم اظهار الفروق في التعبير عن عناصر التصميم الطباعى بكلا الطريقتين وتحليل النتائج.

جدول رقم (٧): مقارنة ظروف التشغيل والإنتاج الطباعي لكيس بلاستيك من البولى أستر منخفض الكثافة بين التنفيذ الرقمى التقليدي وعالى الدقة

	التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة	محاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي
الأرضيات المطبوعة بألوان خاصة (PANTONE 3272 C – PANTONE 375 C) والتي تنتهي كل منها إلي صفر.	تم استخدام الشبكات المهجنة Hybrid screen لكل الألوان بتسطير شبكى ١٠٠ LPI بدقة التصوير ٤٠٠٠ PPI بأقل نقطة بحجم ٧٠ ميكرون.	**الحل الأول** تم التنفيذ باستخدام شبكات AM Screen للألوان الطباعية والخاصة بتسطير شبكى 100 LPI بدقة التصوير ٢٥٤٠ PPI مع استخدام منحنى الدفع التعويضى لتعديل أعاقة البلمرة بسبب الأكسجين للحفاظ على النقاط الشبكية. **الحل الثاني** تم التنفيذ باستخدام شبكات AM Screen للألوان الطباعية والخاصة بتسطير شبكى 100 LPI بدقة التصوير ٢٥٤٠ PPI مع استخدام منحنى الدفع التعويضى لتعديل أعاقة البلمرة بسبب الأكسجين للحفاظ على النقاط الشبكية مع تمديد اللون الخاص 3272 C بالخلفية الى أقل نقطة ٣%.
الظلال الموجودة بالشريط الماجنتا والأسود حيث تنتهي ظلال الأسود إلي صفر.	تم استخدام الشبكات المهجنة Hybrid screen للون الأسود بتسطير شبكى ١٢٠ LPI بدقة التصوير ٤٠٠٠ PPI بأقل نقطة بحجم ٥٠ ميكرون.	تم التنفيذ باستخدام شبكات AM Screen للون الأسود بتسطير شبكى ١٢٠ LPI بدقة التصوير ٢٥٤٠ PPI مع استخدام منحنى الدفع التعويضى لتعديل أعاقة البلمرة مع تمديد اللون الأسود لمناطق الإضاءة العليا الى أقل نقطة ٣%.

٢- تحليل نتائج الطباعة ومحاكاتها بالإنتاج الرقمى التقليدي

في تقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة تم التعبير عن الدرجات الظلية بطريقة صحيحة في الصورة الرئيسية للتصميم حيث الأرضيات المطبوعة بألوان خاصة (PANTONE 3272 C – PANTONE 375 C) والتي تنتهي كل منها إلي صفر حيث تم استخدام الشبكات المهجنة Hybrid screen مما أدى للحفاظ على مناطق الإضاءة العليا بالقيم المطلوبة بدون أدنى مشاكل أثناء الطباعة وتم استخدام انيلوكس ٣٤٠ - ٢٨٠ خط / سم ، تم استخدام تسطير شبكى ١٠٠ ميكرون بحجم نقطة ٧٠ ميكرون، على عكس محاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي في الحل الأول عند استخدام المنحنى التعويضى للألوان الخاصة نلاحظ عدم التسجيل الدقيق للدرجات الظلية لمناطق الإضاءة العالية رغم الحفاظ على حجم النقطة وفى الحل الثانى عند تمديد اللون لنقطة ٣٪ كما يتضح في الشكل رقم١٧ .

شكل رقم (١٧): يوضح الفرق بين التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي عالي الدقة ومحاكاة التنفيذ بتقنية الفلكسوجراف الرقمي التقليدي ويظهر الفرق بوضوح في تدرجات الأرضية لأعلى وأسفل

النتائج

١. تقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة لها العديد من المميزات والتي أدت الى تحسين مستوى جودة الطباعة الفلكسوجرافية ومن خلال نتائج التجارب العملية يتضح.

- الحصول على دقة عالية تبلغ ٤٠٠٠ نقطة في البوصة بدلا من ٢٥٤٠ نقطة في البوصة للفلكسوجراف الرقمى التقليدي أدى الى ترجمة صحيحة للتدرجات الظلية والانتقال السلس الى صفر % وعناصر التصميم من صور ورسوم وألوان.
- تحقيق بصمة طباعية ثابتة خلال المشاوير الطباعية المختلفة.
- تفاصيل الصورة الدقيقة والتباين في جميع أنحاء النطاق اللوني بأكمله
- تجانس المساحات المصمتة والحصول على كثافات بصرية عالية.
- الحد الأدنى من النمو النقطي.

٢. تقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة HD Flexo تعتمد على أنشاء خوارزميات مختلفة للشبكات في مناطق الإضاءة العليا ومناطق الظلال والتدرجات النصفية بالعديد من الأساليب والأنماط المحددة لكل شركة وأشهرهم أنظمة شركة كوداك وأيسكو وزايكون ولابد من التوظيف الصحيح واختيار البديل المناسب للاستخدام وفق طبيعة التصميم وإمكانيات المؤسسة الطباعية.

٣. استخدام الشبكات الهجينة Hybrid screening مصحوبا بالنقاط الداعمة أدت الى زيادة الانتقال السلس للدرجات الظلية الفاتحة الى صفر% دون حدوث قطع بها وجعل مناطق الإضاءة العليا أكثر أضاءه دون حدوث انغماس للنقاط الصغيرة داخل الخلايا أثناء التشغيل.

٤. إحدى حلول التجهيز الرقمى التقليدي استخدام منحنى الدفع التعويضي لتجنب أعاقة البلمرة الناتج عن الاكسجين للحفاظ على النقاط الشبكية (النقطة ٣٪ أثناء التعريض الرقمى والحفر تصل الى ١٪) حسب حساسية السطح الطباعى ولكن من عيوبه عدم التسجيل الدقيق للدرجات الظلية لمناطق الإضاءة العالية Highlights رغم الحفاظ على حجم النقطة مما يتسبب في عدم جعل التدرجات الظلية ناعمه.

٥. بناءً على التجارب المطبوعة وتقييم نتيجة الطباعة تم تحقيق نتائج طباعية ذات جودة مرتفعة في ترجمة الملف التصميمي على العديد من خامات التغليف المرن (بولى بروبلين موجه – بولى أستر – بولى ايثلين منخفض الكثافة) من خلال توظيف تقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة.

التوصيات

مراعاة التوظيف الصحيح لتقنية الفلكسوجراف الرقمى عالية الدقة HD Flexo مع أمكانيات الإنتاج والانيلوكس الخاص بالمطابع وفق ظروف التصميم يفتح أفاق جديدة لحرية الابداع في العمل الفني التصميمي والتي يتم ترجمة عناصرها بطريقة صحيحة تضاهى طباعة الأوفست والجرافيور.

المراجعReferences

1- Barry A. Morris: " **The Science and Technology of Flexible Packaging"**, Elsevier Inc, USA, 2017.

2- Chiawei Wu: **"Cylinder Specifications, Packaging corporation of America"**, Waco, Texas,2010.

3- Joanna Izdebska, Sabu Thomas: "**Printing on Polymers Fundamentals and Applications**, USA, Elsevier Inc, 2016.

4- Tamer Ali, Haitham Mohamed Nagieb: **"The Criteria of Preparing the Digital File for Flexible Plastic Films used in Packaging Products and Their Impact on the Cost of Processing the Printing Plate (Flexography / Rotogravure) "** The 5th International Conference of Faculty of Applied Arts: Faculty to Factory, 2018.

5- Thomas Dunn, **"Manufacturing Flexible Packaging Materials, Machinery, and Techniques"**, Elsevier Inc, 2015.

6- www.esko.com(Accessed: 24-may-2022).

7- www.kodak.com(Accessed: 24 -may-2022).