أهم المشاكل الطباعية الموجودة في طباعة الإلكتروفوتوجراف الملونة

The Most Important Printing Problems in Color Electrophotographic Printing.

أ.د./ منى عبد الحميد العجوز
أستاذ التحكم وضبط الجودة المتفرغ بقسم الطباعة والنشر والتغليف، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان
Prof. Mona Abd El Hamed EL Agoz
Professor of Quality Control, Department of Printing and Publishing, Faculty of Applied Arts - Helwan University
dr_monaelagoz@yahoo.com
أ.م. د. / حنان عبد الرؤوف
أستاذ مساعد بتجهيزات ما قبل الطبع، بقسم الطباعة والنشر والتغليف، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.
Assoc. Prof. Hanan Abdel Raouf
Assistant Professor of Pre-Printing Department of Printing and Publishing, Faculty of Applied Arts - Helwan University
الباحث / بيتر ناجي إسرائيل ميخائيل
مصمم طباعة ونشر وتغليف
Researcher/ Peter Nagy Israel Michael
Printing, Publishing and Packaging Designer
petooonagy@gmail.com

الملخص

مع زيادة الاعتماد على طباعة الإلكتروفوتوجراف وانتشارها والاعتماد عليها في الإنتاج المحلي والعالمي، هناك العديد من التحديات اللونية التي تقف أمامها، مثل طباعة المساحات الكبيرة المصمتة أو طباعة بعض التدريجات وذلك لطبيعة الحبر والتقنيات المستخدمة في الطباعة، ولكن تسعى جهات التصنيع لإيجاد حلول تقنية لتلك التحديات بطريقة أو أخرى، عن طريق تطوير الماكينات وإضافة المزيد من التقنيات المتطورة للطابعات. لكن هذه الحلول مُكلفة وغير جذرية في بعض الأحيان، لذلك إلى أن يتم الوصول لحلول عملية يجب أن يراعى عند التصميم تجنب استخدام العناصر التي تُظهر تلك المشاكل، أو توظيف تلك العناصر قدر الإمكان من قِبَل المصمم للوصول إلى أفضل نتائج طباعية تتناسب مع تحديات طباعة الإلكتروفوتوجراف. ومصطلح الإلكتروفوتوجراف Electrophotography متعلق بإمكانية إعادة إنتاج الصور باستخدام الكهرباء والضوء أو شعاع الليزر، وبهذا التوظيف المتميز لكل منهما، أصبحت تلك الطباعة طريقة طباعية مستقلة بذاتها ويطلق عليها تجاريًا اسم الطباعة الرقمية، لها خصائصها التي تميزها عن الطرق الطباعية الاخرى. وتستخدم هذه الطريقة التونر toner (وهو مصطلح يعبر عن حبيبات صغيرة جدًا من جزيئات تمثل الحبر الجاف) في عملية التصوير الضوئي، عوضًا عن الحبر السائل أو الحبر العجائني. وبذلك تعتمد تقنية العمل لطباعة الملف رقميًا على استخدام مستقبلات ضوئية ومصدر ضوئي وأجزاء كهروستاتيكية والحبر (التونر) لإنتاج المطبوعات.

الكلمات المفتاحية

طباعة الإلكتروفوتوجراف - المساحات المصمتة - الظلال - حدة الصور - التدرجات اللونية - الجاما اللونية.

Abstract

With the increasing reliance on electrophotographic printing and its spread and reliance on it in local and global production, there are many color challenges that face it, such as printing large solid areas or printing some gradient areas, due to the nature of the ink and the technologies used in printing, but manufacturers seek to find technical solutions to these challenges in one way or another, by developing machines and adding more advanced technologies to printers. However, these solutions are expensive and sometimes not radical, so until practical solutions are reached, the design must take into account avoiding the use of elements that show these problems, or employing these elements as much as possible by the designer to achieve the best printing results that are compatible with the challenges of electrophotographic printing.

The term electrophotography is related to the possibility of reproducing images using electricity, light or a laser beam, and with this distinct use of each of them, this printing has become an independent printing method in itself and is commercially called digital printing, with its characteristics that distinguish it from other printing methods. This method uses toner (a term that refers to very small granules of particles that represent dry ink) in the photocopying process, instead of liquid ink or paste ink. Thus, the technology of working to print the file digitally depends on the use of photoreceptors, a light source, electrostatic parts and ink (toner) to produce prints.

Keywords

Electrophotography - Solid Coverage- Ghosting - Sharpness - Tints - Color Gamut - Spot Colors

مشكلة البحث

تَكمُنْ مشكلة الورقة البحثية في ظهور بعض المشاكل والتحديات في طباعة الإلكتروفوتوجراف مثل المشاكل التي تظهر عند طباعة مساحات لونية مصمتة كبيرة أو تدريجات لونية معينة وغيرها.

أهمية البحث

١- إنتاج مطبوعات بطريقة الإلكتروفوتوجراف تتمتع بجودة عالية.

٢- الوصول لحلول طباعية وتصميمية تتناسب مع مشاكل طباعة الإلكتروفوتوجراف وتحدياتها.

أهداف البحث

١- تناول أهم المشاكل الطباعية واللونية المُتعلقة بمطبوعات الإلكتروفوتوجراف.

٢- عرض لبعض الطرق العملية لتجنب حدوث تلك المشاكل.

فرض البحث

توظيف التقنيات المختلفة والحلول العملية والتحويلات اللونية لأجل الحصول على مطبوعات الإلكتروفوتوجراف بجودة عالية وتتفادى أهم التحديات المتعلقة بتلك الطريقة الطباعية.

منهج البحث

ينتهج البحث المنهج الوصفي (التحليلي) في وصف وتحليل أهم المشاكل الطباعية واللونية للمطبوعات المطبوعة بطريقة الإلكتروفوتوجراف.

الإطار النظري **Theoretical framework**

مقدمة

تعتبر طريقة الإلكتروفوتوجراف الآن أحد أهم الطرق الطباعية انتشارًا في السوق المصرية والعالمية، ويرجع هذا بسبب تميزها في إنتاج مطبوعات ذات جودة عالية من أول نسخة، وبذلك لها التميز في الإنتاج الطباعي الصغير الكمية نسبيًا بتكلفة قليلة نسبيًا، وبهذا أيضًا تتيح الطباعة المُتغيرة والطباعة عند الطلب. ومع ارتفاع أسعار الورق عالميًا ومحليًا، وإرتفاع التكلفة الثابتة لطباعة الليثوأوفست اتجه الكثير من مكاتب الدعاية والإعلان لطباعة الإلكتروفوتوجراف للحصول على مطبوعات بكميات كان من الممكن أن تتم طباعتها سابقًا على ماكينات الليث أوفست وذلك ، تجنبًا لإهدار كميات الورق المستخدمة في عمليات التحضير الطباعي وضبط اللون المستخدمة في تلك الطريقة.

وترجع المشاكل والتحديات الطباعية في هذه الطريقة الطباعية لعدة أسباب تتعلق بكل من الآتي:

- التصميم
- طبيعة التونر
- الورق
- التقنيات المستخدمة في الطباعة

فبسبب طبيعة التونر والحرارة المستخدمة في صهره وتثبيته على الخامة الطباعية، بالإضافة إلى التقنيات المختلفة الأخرى المستخدمة في الطباعة يظهر بعض التحديات والمشاكل الطباعية، ومن أهم تلك المشاكل:

أولاً: طباعة مساحات لونية مصمتة كبيرة[i]

تمثل طباعة مساحات مصمتة كبيرة Solid area من الألوان تحديًا في الطباعة الرقمية، فيمكن أن تظهر التغطية متفاوتة ومتقطعة، ويعتبر هذا التحدي كبير لعجز مسحوق الحبر (التونر) على طباعة كتل مصمتة كبيرة من الألوان،

وعلى الرغم من إنفاق الشركات التجارية القائمة على تصنيع الطابعات الرقمية الكثير من المال والوقت على مشكلات تغطية الحبر، إلا أن لكل علامة تجارية للطابعات الرقمية لديها حد فني لحجم المنطقة ذات اللون المصمت التي يمكنها طباعتها باستمرار [i] . ولذلك غالبًا ما تتم طباعة مساحات كبيرة من الألوان مع خطوط وتقطيع ومناطق تختلف فيها درجات اللون بسبب طباعة شريط لوني مختلف في التغطية (للحبر) مما ينبغي. ويمكن أن تتضخم المشكلة بسبب متطلبات السرعة لأجهزة الطباعة الجديدة.

أسباب المشكلة

يعتبر التطويق Banding عبارة عن "أشرطة" مرئية على الورقة المطبوعة [i]. بها حبر أكثر أو أقل (يطلق عليها اسم ريجا بين العاملين في المجال) في المناطق الطباعية المصمتة الكبيرة، ويرجع ظهورها إلى العديد من الأسباب المختلفة في العملية الطباعية التي تتعلق بالآتي:

١- تقنيات التعريض

من أهم الأسباب لظهور تلك المشكلة ووجود مشاكل في أسطوانات التعريض Drums التي يتم تكوين الصور عليها، وعلى الرغم من أن التكنولوجيا المستخدمة، شهدت العديد من الإضافات والتحسينات على مَّر السنين، لكن عملية التصوير الضوئي في جوهرها ظلت دون تغيير في الأساس نسبيًا في الطابعات الرقمية. وجوهر ميكانيكية عمل طريقة طباعة الاكتروفوتوجراف يكمن في التعريض الضوئي لمواد حساسة للضوء وتأثير ذلك على الشحنات الكهربية التي سبق وتكونت على سطح ما مُجهز لذلك، والمُستقبلات الضوئية في ماكينة طباعة الألكتروفوتوجراف عادةً ما تكون في هيئة أسطوانة (Drum) وهي عبارة عن أسطوانة جوفاء مطلية بمادة تصبح موصلة للضوء بشدة، فيكون للضوء تأثير على الشحنات الموجودة على سطح هذه الاسطوانة ورسم صورة كامنة عليها، وتظهر تلك الصورة عندما تجذب التونر ذو الشحنة المختلفة إليها، ومن ثم تتم الطباعة بعد نقل التونر إلى سطح الورق وتثبيته بالصهر على سطحه.

والمُستقبل الضوئي عبارة عن مادة عضوية رقيقة مُغلفة على دعامة موصلة كهربيًا، ويتكون في أبسط صورة، من ثلاث طبقات: مستوى أرضي معدني، وطبقة توليد شحنة، وطبقة نقل شحنة.

ومن أمثلة بعض أشباه الموصلات البلورية المُستخدمة في التغطية، السيليكون والجرمانيوم وكبريتيد الرصاص وكبريتيد الكادميوم والسيلينيوم شبه المعدني، وتتمتع كل منها بمقاومة عالية مما يسمح لهذه المواد بحمل الشحنة الكهروستاتيكية اللازمة لعملية الاظهار[٧] واشتهر استخدام الفثالوسيانين Phthalocyanines على نطاق واسع كمواد موصلة ضوئيًا ، حيث يمكن تصنيعها لتكون قابلة للامتصاص مع المناطق الطيفية التي تتوافق مع مُخرجات الليزر الثنائي الصمام، وهي تُظهر استقرارًا حراريًا وكيميائيًا وضوئيًا ممتازًا[٧].

وبذلك تعتمد فكرة العمل على أن الصورة الكامنة (غير ظاهرة) تستطيع جذب مسحوق التونر سالب الشحنة إلى شحناتها الإيجابية على الأسطوانة، وبعدها يمكن نقل التونر إلى الورق (الوسيط الطباعي) وهو أيضًا يكون مشحون بشكل إيجابي أكبر من الأسطوانة. وبعدها تكون المرحلة النهائية وهي الصهر باستخدام الحرارة والضغط لجعل الحبر يلتصق بالورق بشكل دائم. ولذلك أي تأثير في تغطية المادة الحساسة على سطح الأسطوانة يؤثر بالتبعية على كمية التونر المطلوب جذبها للأسطوانة ومن ثم شكل التغطية على الورق، وتظهر بوضوح في الأماكن الكبيرة المساحة المصمتة، ويتضمن تحديد الوقت المناسب لاستبدال أسطوانة الطابعة مراقبة جودة المطبوعات أو ممكن بمجرد الوصول للمعدلات المعيارية المُتفق عليها كعدد معين من الأفرخ تم طباعتها. وقد تحتاج الأسطوانات إلى الاستبدال إذا أظهرت أحد الأعراض التالية [٧]:

- **المطبوعات الباهتة أو الفاتحة**: إذا بدت المطبوعات باهتة أو أفتح من المعتاد، فقد يكون ذلك لأن الأسطوانة لم تعد تنقل الحبر بشكل فعال.
- **الخطوط أو البُقع**: غالبًا ما تشير الخطوط الأفقية أو الرأسية على المطبوعات، إلى وجود أسطوانة تالفة أو ضعيفة.
- **الظلال**: إذا وُجد صورًا باهتة ومتكررة للمطبوعات السابقة على المطبوعات الحالية، فهذه علامة واضحة على أن الأسطوانة لا تعمل بشكل صحيح.

٢- حركة الورق داخل مشوار الطباعة داخل الماكينة

يمكن أن تنشأ هذه المشكلة أيضًا بسبب حركة الورق بسرعات كبيرة عبر الماكينة، فبوجود أي خلل في محركات الماكينة المسؤولة عن نقل الورق داخل وحدات الماكينة المختلفة أو وجود أي انحراف في الوسائط المستخدمة في نقل الصورة إلى الورق.

فهناك العديد من الأجزاء والمكونات المتحركة داخل الطابعة الرقمية والتي تعمل معًا لإنتاج المطبوعات بشكلها النهائي، ولكل منها دورًا مهمًا في عملية الطباعة، ولتحرك الورق بين الوحدات المختلفة للماكينة لابد من وجود العديد من الأجزاء الميكانيكية مثل بكر النقل transfer roller أو الحزام belt[٧] وغيرها من الأجزاء الميكانيكية التي تحركها العديد من المحركات الكهربائية الدقيقة. ويرى الباحث أنه من الممكن النظر في الحركة داخل الماكينة في اتجاهين، حركة الورق داخل وحدات الماكينة المختلفة، والحركة المسئولة عن تكوين الصورة وظهورها قبل نقلها للورق، وأي نوع من الانحراف البسيط أو التفاوت في كل من الحركتين يتسبب في مشاكل كثيرة وواحد منها هو عدم انتظام التغطية في الأماكن المصمتة الكبيرة.

٣- وحدات الصهر والتثبيت

على عكس الطباعة النافثة للحبر، فإن جزيئات التونر الجاف لا تلتصق بشدة بالورق. وإذا تمت إزالة الورق من الطابعة بعد عملية النقل (الطباعة) مباشرة، يمكن مسح مسحوق الحبر من على الورق بتحريك أي شيء عليه. لذلك يجب دمج الصورة على الورق لتكون دائمة الثبات. ويتم ذلك عن طريق عملية الصهر، فيتم تسخين الحبر تحت ضغط حتى ينصهر ويلتحم ويخترق ألياف الورق. ويتم تحقيق ذلك عن طريق تمرير الورق عبر زوج من البكرات. تقوم أحدهم وهي الأسطوانة الساخنة بإذابة الحبر، فيتم دمجه على الورق بمساعدة الضغط من البكرة الثانية. وتتأثر لمعان الصورة ومظهرها من خلال ضبط درجة الحرارة والضغط وطول الفترة الزمنية التي يظل فيها الورق المطبوع في وحدة المصهر.

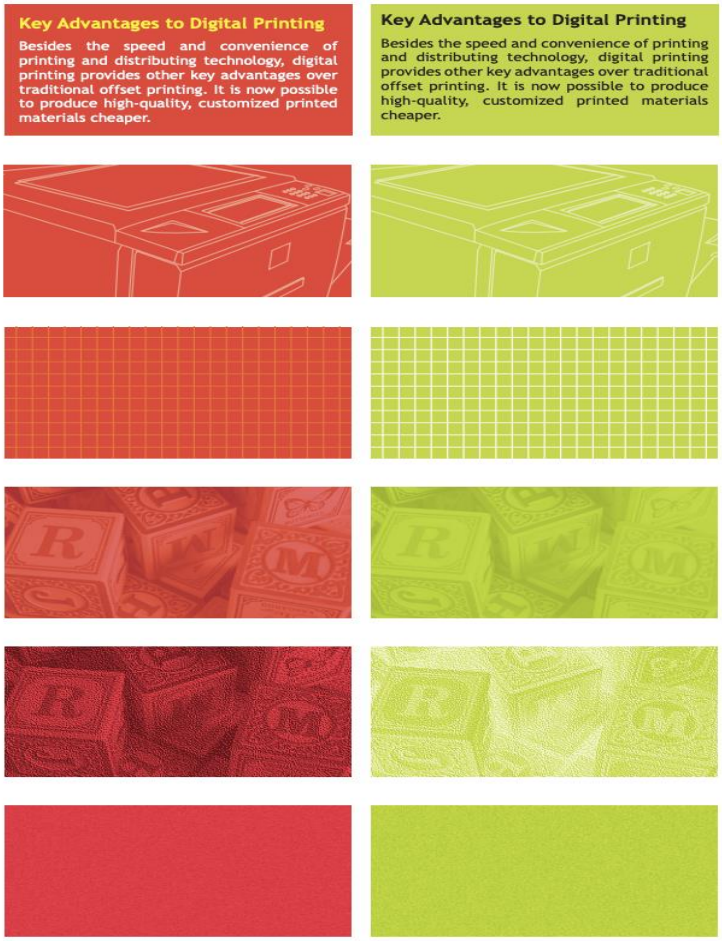
ولذلك أي خلل في الضبط لوحدة الصهر، من حيث درجة الحرارة أو زمن التعرض للحرارة أو حركة الشد والضغط بين البكرات قد يؤثر سلبًا في ظهور تلك المشكلة. وكذلك حالة بكر التسخين والعمر الافتراضي له.

الحلول المقترحة لحل المشكلة

بتعدد تلك الأسباب، أصبحت تلك المشكلة شائعة الانتشار في مجال الطباعة الرقمية، ويجتهد العاملين في المجال وفرق الصيانة في البحث عن السبب الرئيسي لها، وصيانة الماكينة بشكل دوري مستمر لتلافي حدوثها، بتغيير قطع الغيار في معدلاتها الطبيعية أو قبل الوصول إليها للحفاظ على جودة الماكينة قدر الإمكان. كذلك متابعة الحركة الميكانيكية للورق داخل الماكينة عن طريق الصيانة الوقائية اللازمة للمحركات. مع التوصية على عدم استخدام أية أحبار (تونر) خارجه عن المواصفات المطلوبة، وأيضًا استخدام أنواع الورق الموصى بها فقط بحسب الجرامات المناسبة لنوع الماكينة،

وأحيانا يلجأ المصممين لحلول أخرى لتجنب طباعة مساحات كبيرة من الألوان المصمتة، فمن الممكن مقاطعتها بألوان وتصميمات أخرى. وإذا كان لا يمكن تجنبها، فيجب التفكير في البدائل التصميمية التالية:

- اضافة كتابات.
- اضافة رسوم خطية.
- إضافة ملمس خاص Texture.
- إضافة صور كعلامة مائية.
- إضافة صور ظلية transparent
- اضافة نقوش أو أنماط جرافيكية وفلاتر لتقليل مساحات الون.



شكل ١ يوضح بعد الحلول التصميمية لتجنب المساحات المصمتة الكبيرة

ثانيًا: طباعة مساحات لونية ذات تدرجات لونية كبيرة

التدرجات اللونية أو الشبكية، تحدث عندما يمتزج اللون مع لون آخر، أو عندما تتغير القيمة الشبكية للون من أفتح شبكة يمكن طباعتها إلى أغمق شبكة (افتراضيا من ٠٪ إلى ١٠٠٪) أو العكس. وتفرض استخدام مساحات تدريجات لونية ضيقة (صغيرة) استخدام نطاقات أو أشرطة أوسع من قيم الشبكات، مما ينتج عنه خط مرئي بين تدريجات الأشرطة. ولتجنب ذلك، يجب تعيين قيم الشبكات بنطاق عريض إلى حد ما (مثل من ١٥٪ إلى ٨٥٪) أو اجعل التدرج أصغر أ.

أسباب المشكلة

١- مُعالج الصور النقطية RIP= Raster Image Process

ترجع تلك المشكلة بسبب وجود قصور في برامج الـ RIP= Raster Image Process المُلحقة بالماكينات الطباعية وقدرتها على ترجمة بعض التدريجات اللونية بطرق لا يُحبذها المستخدم، وأحيانًا تكون المشكلة ليس في وحدة الـ RIP نفسها،

لكن في عدم دراية المستخدم على الخصائص والاختيارات التي يجب عليه اختيارها للحصول على أفضل ترجمة طباعية التدريجات اللونية.

شكل٢ يوضح التدرجات اللونية المختلفة

٢- طبيعة التونر المستخدم في الطباعة

مسحوق الحبر (التونر) عبارة عن مسحوق جاف ناعم جدًا، ويتكون بشكل أساسي من الراتنج (بوليمرات شفافة) والبيجمنت (الملون) والشمع والإضافات المعززة للعملية الطباعية وخصائص الشحن المطلوبة للتونر.

وتصبح جزيئات الحبر مشحونة كهربائيًا عند تقليبها أو تحريكها من خلال تأثير الاحتكاكات الكهربائية. كما يساهم الشكل التكويني للتونر ليس في خصائص التصوير الخاصة به فقط ولكن في قدرته على الحفاظ على خصائص الشحن والتحكم فيها، لذلك يعتبر شكل التونر أيضًا عاملاً هامًا في قدرته على قبول الشحن. وهذا الشحن الكهربائي للتونر هو ما يسمح بمعالجة مسحوق الحبر بدقة طوال عملية الطباعة.

وجزيئات التونر يجب أن تكون صغيرة بما يكفي بحيث لا يمكن رؤية الجسيمات الفردية في الصورة، لكنها كبيرة بما يكفي بحيث يمكن التحكم فيها للانتقال من سطح إلى سطح باستخدام المجالات الكهربائية.

يتم اختيار البوليمر النقي الداخل في تصنيع التونر بحيث بما لا يتعارض مع شحن التونر كهربيًا إلى القطبية المرغوبة، وذلك عند مُلامسته للأسطح التي يواجهها. يتم أيضًا اعتبار أن البوليمر لابد أن ينصهر عند درجة الحرارة المرغوبة أثناء عملية التثبيت على الورق.

ويتكون التونر في العادة من راتنج ، وملون وأكسيد مغناطيسي، وعوامل التحكم في الشحن، وبعض الإضافات الأخرى لتحسين الإداء الطباعي ونقل التونر وتثبيته على الورق.

ويتراوح حجم جزيئات التونر ما بين ٥ ل ٣٠ ميكرون^{x}، وحجم التونر الكبير نسبيًا يؤثر سلبًا على تمثيل النقاط الشبكية بدقة، ويتم ملاحظة ذلك بوضوح عند مقارنة المطبوعات الليزرية مع مطبوعات النفث الحبري.

الحلول المقترحة لحل المشكلة

١ - الاستخدام الصحيح للـ RIP ورفع دقة التسجيل الطباعي resolution

من أهم الحلول لهذه المشكلة والتي تم تقديمها في ماكينات الطباعة الرقمية الحديثة، القدرة على إنتاج تدريجات أكثر نعومة وسلاسة، وذلك بالقدرة على رفع دقة التسجيل الطباعيresolution المستخدمة في الطباعة لتصل إلى

4800 x 2400 dpi or 6000 x 2400 dpi

وإن كان الأكثر شيوعًا هو

2,400 x 4,800 dpi

وسيعطي مظهر صور جذابة ذات ألوان زاهية تبدو للعين مثل الصور الفوتوغرافية[x].

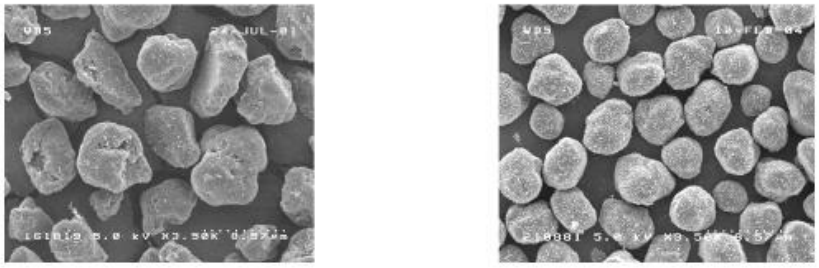
وقطعت برامج إدارة الألوان ، مثل EFI's ColorWise® ، شوطًا طويلاً في إنشاء مزيج أكثر سلاسة ونعومة بين مجموعات مختلفة من الألوان مثل PANTONE[x] و TOYO[x] و DIC[x]. ومع ذلك، لا يزال ظهور النطاقات أو شرائط الألوان غير المرغوب فيها واضح في طباعة الإلكتروفوتوجراف في بعض الحالات.

ويجب أن يكون القائمين على أعمال الطباعة لهم دراية بكيفية استخدام برامج الـ RIP أفضل استخدام ممكن، ويتم ذلك عن طريق التوعية الصحيحة بإمكانيات الـ RIP والخيارات المُتاحة التي تتناسب مع نوع المطبوعات المطلوبة، فهناك العديد من تنظيمات الأداء اللوني Color Rendering intent[x] للتحويلات اللونية المُتبعة للتناسب مع الطبيعة اللونية للمطبوع مثل [x]:

- **تنظيم الأداء اللوني الإدراكي Perceptual Rendering Intent وهو الخيار المستخدم مع الصور الفوتوغرافية، وفيه يتم التحويل لجميع الألوان التي يمكنه الحصول عليها بدقة من الصورة أو الرسم المدخل إلى مجموعة الألوان التي سيتم إنتاجها من جديد.**
- **تنظيم الأداء اللوني التشبعيSaturation Rendering Intent وهو مناسب في حالة الرغبة في الحصول على أقصى درجات التشبع اللوني.**
- **تنظيم الأداء اللوني النسبي Relative Colorimetric Rendering Intent وهو الخيار الأكثر دقة في تحويلات الألوان، والذي يراعي تعويض النقطة السوداء Black Point Compensation في المناطق الداكنة. وهو مناسب في حالة الرغبة على الحفاظ على درجات لونية محددة ومعروفة مثل ألوان اللوجوهات.**
- **تنظيم الأداء اللوني المطلق Absolute Colorimetric Rendering Intent وهو مناسب في حالة الرغبة في محاكاة لون مُعين للورق المستخدم في الطباعة.**

٢- استخدام نوع التونر المناسب

وجدَّ أن أنواع التونر الكيميائية التي يتم استخدامها للتغلب على محدوديات التوتر المسحوق، أكثر فاعلية في رفع الجودة وإنتاج الشبكات الطباعية، وهي شائعة الاستخدام في هذه الأيام. ولكل جهة تصنيع عمليتها الخاصة بها لإنشاء هذا النوع من التونر والأسماء الفريدة أيضًا. ومن أمثلتها تونر EA من Xerox ، وتونر PxP من Ricoh ، وتونر Simitri من Konica Minolta ، كلها ضمن أنواع التونر المُصنعة بطرق كيميائية.



شكل ٣ يوضح الفرق بين حبيبات التونر الميكانيكية والكيميائية

وحجم جزيئات التونر الكيميائي (تصل لأقل من ٥ ميكرون في بعض الحالات)، مما يعطي الفرصة للحصول على دقة التسجيل الطباعي وتحديد أعلى في الطباعة وقدرات إنتاج عالية تصل إلى ١٢٠٠ نقطة في البوصة و٢٤٠٠ نقطة في البوصة. كما تشمل مزايا أخرى مثل استهلاك أقل للطاقة، سواء في عملية التصنيع أو عملية الطباعة نفسها، بالإضافة إلى نتائج توزيع أفضل للشحن.

٣- الحلول التصميمية

وتتمثل في تجنب (إن أمكن) التدرجات الشبكية التي يصعب إنتاجها في الطابعات الرقمية مثل:

- إذا كانت ألوان المزج (درجات اللون مع اللون الآخر) لا تمتلك لون أساسي من الألوان الأربعة مشترك بينهما.
- إذا كان المزج Blend دقيقًا جدًا على مسافة أو مساحات طويلة في الورق المطبوع، لأنه ببساطة لا يوجد تباين كافٍ في التدريجات اللونية لخداع العين.
- عندما يكون المزج بين الأبيض أو صفر بالمائة مع لون موضعي ما. ويعتبر جعل نقطة نهاية المزيج لا تقل عن ١٥٪ من اللون أمر محبذ للحصول على مظهر لوني جيد للتدرج.

الإطار العملي للدراسة :**Practical framework**

مشكلة ١ : عدم القدرة على طباعة مساحات لونية مصمتة كبيرة بجودة عالية

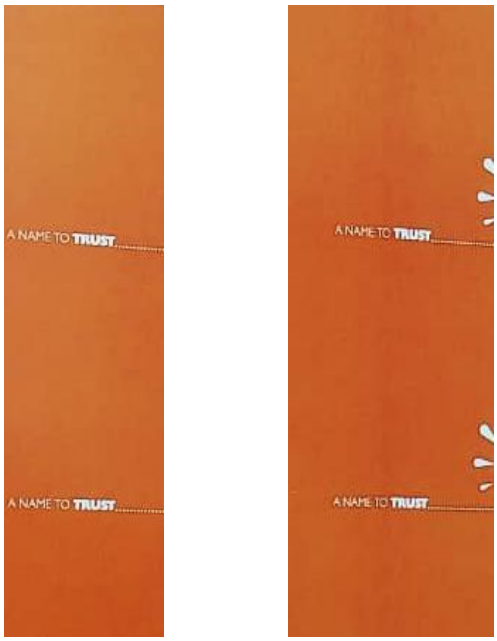
الوصف: عند طباعة مساحات طباعية مصمتة كبيرة تظهر بقع لونية (مساحات داخلها مختلفة في الدرجة اللونية) على شكل خطوط عريضة مثل التي تظهر في الصور التالية ممتدة بطول أو عرض الطباعة. وقد تظهر مع درجات لونية محددة وليس مع كل الألوان. وقد تسبب في رفض المطبوعات وقد يلجأ بعض العملاء للذهاب إلى طباعة الليثو أوفست حتى أن كانت كميات الطباعة قليلة لتلافي ظهور هذه المشكلة.

السبب: هناك العديد من الأسباب المختلفة التي تؤدي إلى ظهور تلك البقع مثل المشاكل التي تحدث في تقنيات التعريض وأشهرها:

1. وجود مشاكل في أسطوانات التعريض Exposure Drum التي يتم تكوين الصور عليها.
2. وجود مشاكل في أسطوانات الشحن المعروفة باسم الكورونا.
3. يمكن أن تنشأ هذه المشكلة أيضًا بسبب تحرك الورق بسرعات كبيرة عبر الطابعة، فأي خلل في محركات الماكينة المسؤولة عن نقل الورق
4. وجود انحراف ميكانيكي في الوسائط المستخدمة في نقل الصورة إلى الورق، أو كذلك ضبط وحدة الصهر

العلاج: هناك نوعين من الطرق المتبعة في العلاج.

1. وهو الحل الأكثر شيوعًا وعمليًا، وهو عمل الصيانة المطلوبة في الماكينة من تغير الوحدات والاسطوانات التي المفروض تغيرها حتى وإن لم تصل لمعدلات استهلاكها الطبيعي، أو تعديل سرعات الماكينة وعمل الصيانة الميكانيكية اللازمة للوصول الى عمليات الحركة المثالية التي لا تتيح ظهور مثل هذه المشاكل. وهذه الحلول المتعلقة بالصيانة هي الأكثر تكلفة والأكثر انتشارًا.
2. يتمثل في تعديل التصميمات لتجنب ترك مساحات لونية كبيرة، والأخذ في الاعتبار لهذه المشكلة حتى قبل البدء في عمليات التصميم.



شكل ٤ يوضح **ظهور الأشرطة في المساحات الطباعية الكبيرة وكيف تم التغلب عليها جزئيًا بعد عمليات الصيانة اللازمة**

شكل ٥ يوضح بعض النماذج وظهور الأشرطة بها وبعض الحلول التصميمية للتغلب عليها

مشكلة٢ : عدم القدرة على تمثيل التدريجات اللونية بنفس مظهرها على الشاشات

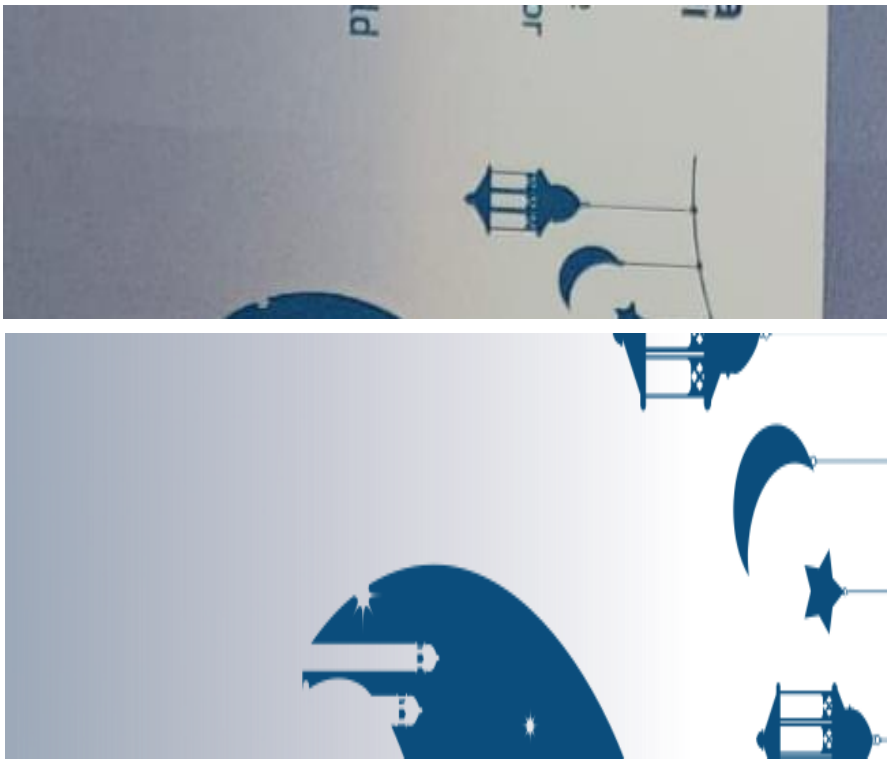
الوصف: عند طباعة التدريجات اللونية على ماكينات الطباعة الرقمية تصبح أكثر خشونة من واقعها في الملفات الرقمية أو من مظهرها على الشاشات، وقد يحدث نوع من القطع في الانتقال عبر التدريجات المختلفة (أي ظهور واضح للعين الانتقال من درجة إلى أخرى وليس بنعومة التدرج المطلوبة). وأيضًا عدم القدرة على تمثيل بعض الدرجات اللونية مثل التي تقع في أكثر المناطق العالية الإضاءة (تظهر مناطق بيضاء) آو أكثر المناطق الغامقة (تظهر كأنها مناطق مصمتة).

السبب: ترجع هذه المشكلة لعدة أسباب، أهمها:

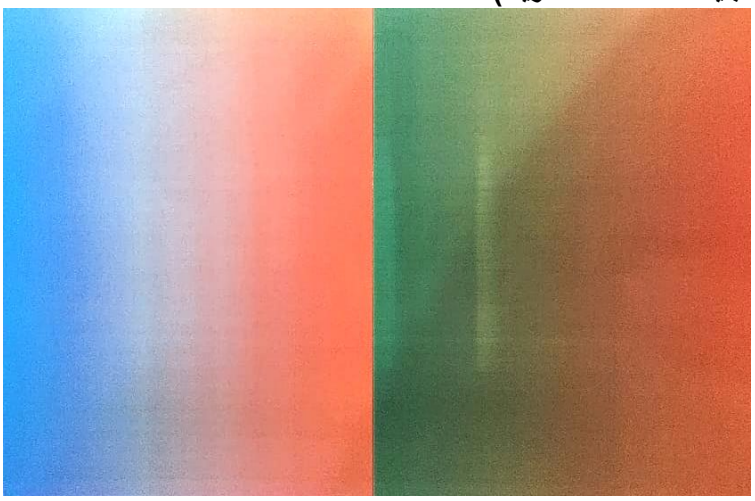
1. ضعف برامج ال RIP الملحقة بالماكينات الطباعية وقدرتها على ترجمة بعض التدريجات اللونية
2. عدم دراية المستخدم بالاختيارات التي يجب عليه اختيارها للحصول على أفضل ترجمة طباعية للتدريجات اللونية.
3. تقنيات التعريض الضوئي بها خلل.
4. طبيعة التونر المستخدم، فالتونر المستخدم في طباعة الإلكتروفوتوجراف لايعطي التدرج والنعومة التي تحققها الأحبار السائلة والأحبار العجائنية لما لها من قدرة أعلى على المزج والتصيد.

العلاج

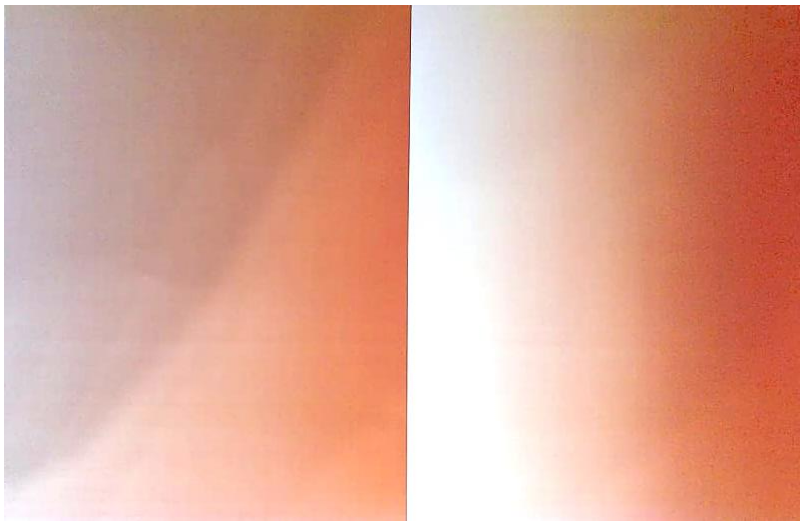
1. يجب ضبط أعدادات الـ RIP لتعطي أفضل النتائج التي يمكن تحقيقها، ويجب معرفة أفضل أنواع تنظيمات الأداء اللوني Color Rendering intent المناسبة لطبيعة التصميم لإعطاء أفضل مظهر يمكن قبوله.
2. يمكن إعادة تعيين درجات التدرج اللوني في التصميم بما يتناسب مع طبيعة الشبكات التي يمكن تمثيلها بكفاءة في طباعة الإلكتروفوتوجراف. مثل توسيع نطاق التدرج اللوني، أو أيضًا حذف الدرجات التي يمكن تمثيلها.



شكل ٦ يوضح عدم قدرة الطابعات الرقمية في إنتاج التدريجات الشبكية بالنعومة المطلوبة



شكل ٧ يوضح تداخل تدريجات الألوان المختلفة، وكيف يكون التدرج أفضل عندما يكون هناك لون أساسي مشترك بين اللونين الذين بينهم التدرج (على اليمين)



شكل ٨ يوضح ضبط التدرج من ١٥ ٪ لـ ١٠٠٪ (علي اليسار) للحصول على تدرج أنعم

النتائج

- عند استخدام مساحات لونية مصمتة كبيرة يفضل أن يتم إدخال أحد الحلول التصميمية مثل الكتابات والرسومات الخطية والصور كعلامات مائية وغيرها من الحلول، وذلك لتجنب ظهور التطويق أو الأشرطة اللونية الغير مرغوب بها.
- عند طباعة تدرجات لونية يفضل أن يتم رفع دقة التسجيل الطباعي لأعلى مستوى يمكن للماكينة إنتاجه.
- يجب مراعاة أن يكون التدرج اللوني يتباين ما بين ١٥٪ إلى ١٠٠٪ وليس ٠٪ إلى ١٠٠٪ للحصول على أفضل تمثيل الدرجات الظلية.

التوصيات

- يوصى بالاهتمام بالصيانة الدورية والوقائية للحصول على أفضل النتائج الطباعية بحسب إمكانيات الطابعة الرقمية.
- يوصى بتخصيص ميزانية مالية محددة لتغير أجزاء الماكينة مثل اسطوانات التعريض والسيور والتروس وبكرات التسخين، بمجرد الوصول إلى معدلاتها التشغيلية أو بمجرد ظهور أي ضعف في أداءها.

- يوصي مراعاة إمكانيات طباعة الإلكتروفوتوجراف على الإنتاج الطباعي من مرحلة التصميم، مثل معرفة المدى اللوني الذي يمكن تحقيقه أو مقدار القيم الشبكية التي يمكن تحقيقها.
- يوصى في مرحلة التصميم أن تكون المساحات اللونية المصمتة صغيرة قدر الإمكان.
- يوصى في ألوان المزج (درجات اللون مع اللون الآخر) تمتلك لون أساسي من الألوان الأربعة مشترك بينهما.

المراجع:

أولا: المراجع العربية:

- الرسائل العلمية

-رفع جودة المطبوعات الرقمية الملونة باستخدام أنظمة إدارة الألوان عبر شبكة المعلومات/ بيتر ناجي إسرائيل ميخائيل/ ٢٠١٦/ رسالة ماجستير - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان.

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

- المقالات الاجنبية

1. J.D. Wright, "Phthalocyanines," Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001.
2. Drew Strickland, "What Is a Printer Drum?" tcsdigitalsolutions.com, 9/8/2024.
3. MacMillan Graphics, Park 50 TechneCenter, "Designing for Digital Printing: Tips and Tricks," February 2006, Milford, OH 45150.
4. Paul Sherfield, "ICC Colour Management: The Top 4 Rendering Intents," 19/01/2024.

- المواقع العلمية الإلكترونية الأجنبية:

1. www.britannica.com/science/photoconductivity
2. www.convertingcolors.com/list/toyo.html
3. www.dictionary.cambridge.org/dictionary/english/electrophotography
4. www.efi.com /ABC's of Design for Digital Printing /
5. www.microtrac.com/applications/toner-particles/
6. www.pantone.com/color-systems/pantone-color-systems-explained?
7. www.ricoh-usa.com
8. www.theprintauthority.com/digital-printing-problems-4-common-mistakes.
9. www.tonergiant.co.uk/blog/2016/12/how-laser-printers-work-ultimate-guide

[i] ABC's of Design for Digital Printing

[i] www.theprintauthority.com/digital-printing-problems-4-common-mistakes

[v] www.britannica.com/science/photoconductivity

[v] J.D. Wright, "Phthalocyanines," Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001.

[v] Drew Strickland, "What Is a Printer Drum?" tcsdigitalsolutions.com, 9/8/2024.

[v] www.tonergiant.co.uk/blog/2016/12/how-laser-printers-work-ultimate-guide/#:~:text=the%20intended%20print.-,Transfer%20belt,same%20way%20as%20a%20belt.

[i] MacMillan Graphics, Park 50 TechneCenter, "Designing for Digital Printing: Tips and Tricks," February 2006, Milford, OH 45150.

[x] www.microtrac.com/applications/toner-particles/#:~:text=Toner%20is%20a%20very%20fine,oxides%20and%20various%20auxiliary%20substances.

[x] www.ricoh-usa.com

[x] توفر Pantone لغة عالمية للألوان تمكن من اتخاذ قرارات حاسمة بشأن الألوان في كل مرحلة من مراحل سير العمل للعلامات التجارية والشركات المصنعة. يعتمد أكثر من ١٠ ملايين مصمم ومنتج حول العالم على منتجات وخدمات Pantone للمساعدة في تحديد الألوان والتواصل والتحكم فيها من الإلهام إلى التنفيذ - عبر مواد وتشطيبات مختلفة للرسومات والأزياء وتصميم المنتجات. لمعرفة المزيد عن تاريخنا، راجع نبذة عنا.
www.pantone.com/color-systems/pantone-color-systems-explained?srsltid=AfmBOopj9G-vvgyW6WEDbsDqbOkDX3z3GwsNSOxS-M_LDeKwXawiBrDV

[x] قائمة ألوان تحتوي على ١٠٥٠ لونًا وهي جزء من مشروع colornerd GitHub، وهي مكتبة كتب ألوان تستخدم للمبرمجين والمصممين.
www.convertingcolors.com/list/toyo.html

[x] دليل الألوان الرقمي DIC=Digital Color Guide تطبيق برمجي مجاني يسهل علي المصممين أختيار الألوان-https://www.dic-global.com/en/contents/scene/diccolorguide/

[x] هي طريقة التحكم في طريقة معالجة الألوان خارج النطاق، تلك التي لا يمكن إعادة إنتاجها بشكل صحيح، عند، على سبيل المثال، التحويل من صورة RGB ذات النطاق العريض إلى صورة CKYK للطباعة

[x] Paul Sherfield, "ICC Colour Management: The Top 4 Rendering Intents," 19/01/2024.