

## فاعلية الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) على الأسطح المعدنية لإثراء مظهر الحلي

هالة مهدي علي<sup>١\*</sup> أسماء محمد سلطان<sup>٢</sup>

١- مدرس بقسم المنتجات المعدنية والحلي، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر.  
٢- مدرس بقسم الطباعة والنشر والتغليف، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر.

Submit Date: 2023-07-10 00:35:22 | Revise Date: 2024-05-12 02:42:39 | Accept Date: 2024-05-14 07:32:20

DOI: 10.21608/jdsaa.2024.222057.1332

### ملخص البحث:-

أدى التطور التكنولوجي المتلاحق إلى ربط العديد من التقنيات بالتصميم كما ارتبط مظهر الحلي بالتجديد والتطوير كلما اتاحت التقنيات ذلك. كما أن الطباعة لا تقتصر على طباعة المنسوجات والكتب فقط؛ لذلك يهدف البحث إلى الربط بين تصميم حلي مبتكرة ذات مظهر سطحي مميز باستخدام تقنية الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) على الأسطح المعدنية. وتلخص مشكلة البحث في التساؤل: إلى أي مدى يمكن الاستفادة من تقنية الطباعة بالنقل الحراري في إثراء مظهر الحلي؟ وتأتي أهمية البحث في الوصول إلى علاقات مبتكرة تربط بين تقنية الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) ومظهر الحلي وتوظيف تقنية الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) على الأسطح المعدنية في تصميم حلي ذات طابع مميز. ويتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التجريبي. وجاءت فرضية البحث أن استخدام تقنية الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية يدعم المصمم في إثراء مظهر الحلي. كما أن إدراك المصمم لمشاكل الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) على الأسطح المعدنية يدعمه في توظيف تلك التقنية للحصول على أفضل النتائج. وتتمثل حدود البحث في استخدام تقنية من الطباعة بالنقل الحراري وهي السبلميشن على الأسطح المعدنية وتوظيفها في مجال الحلي. وقد تناول البحث تقنية الطباعة بالنقل الحراري (السبلميشن) وخطوات تنفيذها والأدوات والخامات المستخدمة في الطباعة على سطح المعدن والمعالجات اللازمة لتجهيز سطح المعدن للطباعة مع ذكر الأسطح التي يتم الطباعة عليها بوجه عام. كما يعرض البحث مميزات الطباعة على الأسطح المعدنية في تصميم الحلي وما لها من دور فعال في توفير مستوي عالي من الدقة والجودة وإمكانية التكرار مع التطابق مما يفيد في الإنتاج الكمي مع سرعة عملية الطباعة بالنقل الحراري التي توفر الوقت والجهد كما تم عرض العيوب التي تواجه المصمم عند الطباعة بالنقل الحراري على أسطح الحلي المعدنية. واثت نتائج التجارب باقتراح بعض الحلول لتفادي مشاكل الطباعة على الأسطح المعدنية للحلي ليتحقق مظهر جديد ومتميز يثري من مظهر الحلي.

### الكلمات المفتاحية:-

طباعة بالنقل الحراري، سبلميشن، حلي، أسطح معدنية.

## الأجهزة المستخدمة في طباعة النقل الحراري السيلميشن.

نحتاج بداية لجهاز حاسوب عليه برنامج معالجة صور مثل photoshop ويمكن بالإضافة لذلك استخدام برنامج رسوم خطية مثل برنامج Illustrator - وطباعة تعمل بحبر السيلميشن من أي شركة مصنعة للطابعات مثل إيبسون، توشيبا أو إتش بي وغيرها - ومكيس حراري يعمل بضبط الضغط ودرجة الحرارة مع تحديد الزمن المناسب.

وهناك بعض المواصفات التي يمكن من خلالها توصيف الطابعات كما يلي:

نوع رأس الطباعة التي تحتوي فتحات نزول الحبر للورق.	Dx5-Dx7-5113-53471	Print Head
عدد رؤوس الحبر وكلما زاد عددها زادت سرعة الإنتاج.	2-4-6-8.....32	Print Head Number
تشير لدفقة الصورة المطبوعة وتعني عدد البكسل في البوصة المربعة وكلما زادت الدقة زادت جودة ووضوح الصورة ويرمز لها ب Dpi	1440-2400-3200.... dpi.	Print Resolutio n
وهي تشير لعرض المطبوع الممكن طابعته وتحدد تبعاً لعرض الورق أو الخامة المطلوب طابعها.	1830-2200-3220...mm.	Print Width
تشير إلى المساحة المطبوعة في الساعة	42-60-90-150-300....m2/h	Productio n speed
Sublimation ink	Ink Type	ink
تشير إلى الاحبار الأربعة الأساسية المستخدمة في الطابعات الملونة: الأزرق السماوي والارنجاني والاصفر والاسود	Four colors (c/m/y/k)	color
حجم تانك الحبر لكل لون طباعي.	300-1500 MI for each color	Ink Tank volume
نوع الامداد بالحبر	As positive pressure CISS	Supply Type
الخامة التي يتم الطبع عليها (مثل ورق السيلميشن).	As Sublimation paper	Print media
ارتفاع الرأس عن ورق الطباعة.	2-3 mm adjustable between print head and media.	Print head Height
البرنامج المسؤول على تشغيل الماكينة.	Maintop5.3/phot oprint/Wasatch.	software
لغة لوحة تحكم الطباعة وتكون باللغة الإنجليزية ولغات أخرى ويمكن اضافة اللغة العربية.	English/Arabic/C hinese	language
برامج الويندوز التي تعمل عليها الطباعة	Win Xp/Win7/win10 .....	Operatio n system
الطاقة المناسبة، ويجب معرفة التردد والتيار المناسب للبلد التي تعمل بها الطباعة وفي مصر تعمل الطابعات عند ٢٢٠ فولت والتردد ٦٠/٥٠ هرتز.	Ac:220 v, ٦٠/٥٠ HZ.	Power

### الخامات المستخدمة في طباعة النقل الحراري (السيلميشن)(رقية، ٢٠٢١)

طباعة السيلميشن تحتاج إلى خامات طباعية وهي (الورق الناقل يسمى ورق سيلميشن- حبر مخصص لطباعة السيلميشن- الخامة أو السطح المراد الطباعة عليه - لاصق حراري لتثبيت الورق على سطح المعدن) مع ظروف معينة مثل ضغط ودرجة حرارة لإتمام الطباعة بنجاح.

"يتكون ورق السيلميشن من ورق علي أحد أوجهه طلاء بوليستر خاص وهذا الطلاء هو المسؤول عن بقاء الحبر

## المقدمة

تختلف مظاهر المعالجات السطحية للحلي ما بين الطلاءات المعدنية والتي تقتصر علي الألوان المعدنية والملاصق بينما إضافة القيم اللونية المختلفة لسطح الحلي تظهر في إضافة الأحجار أو المينا بمختلف تطبيقاتها مما يرفع من القيمة المادية للحلي ويجعل مقتنيها شريحة معينة ولكن عند استخدام الطباعة بالنقل الحراري (السيلميشن) علي اسطح الحلي يمكن من توفير انتاج كمي كبير وقليل التكلفة ومظهر مختلف لمعالجة سطح الحلي مختلف عما سبق وذات قيمة نقدية قليلة تجعل مقتني الحلي بمعالجة الطباعة بالنقل الحراري (السيلميشن) فئة كبيرة من مقتنيات الحلي بسيطة التكلفة. ويوجد العديد من الممارسات الطباعية المختلفة على الأسطح المعدنية ومنها الطباعة بالديكوال وطباعة المينا بالإستنسل وطباعة المينا بالشبونات الحرارية، ولكن البحث يقتصر على الطباعة بالنقل الحراري (السيلميشن) على أسطح المعادن.

تتلخص مشكلة البحث في التساؤل إلى أي مدى يمكن الاستفادة من تقنية الطباعة بالنقل الحراري في إثراء مظهر الحلي وإضافة قيم لونية له؟ كما تمثل أهمية البحث في الوصول إلى علاقات مبتكرة تربط بين تقنية الطباعة بالنقل الحراري وتصميم الحلي. والاستفادة من تقنية الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية وتوظيفها في حلي ذات طابع مميز. يهدف البحث إلى الربط بين تصميم حلي مبتكرة ذات مظهر سطحي مميز وتقنية الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية. يفترض في البحث أن استخدام تقنية الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية يدعم المصمم في إثراء مظهر الحلي. وإدراك المصمم لمشاكل ومميزات الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية يدعمه في توظيف تلك التقنية للحصول على أفضل النتائج. ويحدد في البحث استخدام تقنية الطباعة بالنقل الحراري (السيلميشن) وتوظيفها على الأسطح المعدنية في مجال الحلي رخيصة الثمن. أما عن المعادن المستخدمة النحاس والنحاس المطلي بالفضة لإنتاج حلي مميزة في القيمة المظهرية ورخيصة الثمن.

مفهوم الطباعة بالنقل الحراري يشمل العديد من التطبيقات، السيلميشن إحداها. ولكن يقتصر البحث على ممارسة وتجارب طباعة السيلميشن على الأسطح المعدنية.

### الطباعة بالنقل الحراري (السيلميشن) على الأسطح المعدنية.

"(السيلميشن) يعرف بالتسامي وتتضمن عملية الطباعة بالنقل الحراري (السيلميشن) نقل الصبغة المشتتة من الورق الناقل إلى السطح المراد الطباعة عليه" (M . A El-Kashouti ، 2000) من خلال "تحول الصبغة المشتتة من الحالة الصلبة إلي الحالة الغازية ليستقبلها السطح الطباعي دون المرور بالحالة السائلة" (Anon، ٢٠٢٣)

"عملية الطباعة بالنقل الحراري (سيلميشن) على سطح المعدن عملية يتم خلالها غرس الأصباغ في لوح معدني معالج مسبقاً عن طريق نقل الحرارة" (Fab Lab, 2023)

ألومنيوم - استانليس) فقط، ولكن يمكن الطباعة على أسطح أخرى مثل الخشب - الورق - المناديل - البلاستيك - السيراميك - الزجاج المخصص للنقل الحراري - الأقمشة" (Sliditiles, 2020)

### الاستخدامات التقليدية للطباعة بالنقل الحراري على أسطح المعادن في مجال الحلي:

منذ سنوات عديدة اقتصر استخدام الطباعة بالنقل الحراري على أسطح المعادن في مجال الحلي علي طباعة صور الأشخاص على قطع من الذهب أو الفضة. حيث يقوم البائع في محلات الصياغة بتلقي طلبات خاصة لطباعة صورة شخصية على الشرائح السابق ذكرها. وأقصى تطور توصلوا إليه هو استخدام شكل شريحة على شكل قلب بدلا من مستطيل أو مربع وعمل نقش على إطار الصورة أو ترميل على الإطار المحيط بالصورة، ثم استخدام برنامج فوتوشوب في تجميع صور لأكثر من شخص على شريحة واحده كما مبين بالأشكال التالية.



استخدام الطباعة بالنقل الحراري في الحلي لإظهار صور الأشخاص الأشكال من ٤ إلى ٦ (PEARDEDESIGN, 2022)

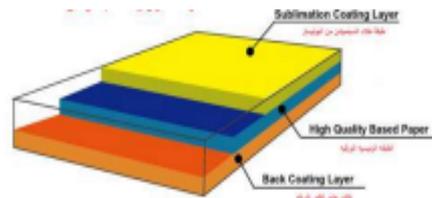
كما يوجد حفر صور بالليزر علي الذهب والفضة، ولكن استخدام الليزر كان مفضل أكثر في حفر صور الأشخاص على شرائح الفضة أكثر من الذهب، كما أن حفر الصور بالليزر له طابع مختلف تماما عن الطباعة "يستخدم الليزر كثيراً في الكتابات ووضع العلامات التجارية والنقش والحفر على الدبل والأساور بطريقة أكثر دقة باستخدام ماكينات الليزر للكتابة والحفر على الذهب كما يمكن حفر الحروف ونقشها على الدبل أو الخواتم المميزة بأفكار مميزة وتصميمات مبتكرة" (العوامي، ٢٠٢٠) وعلى الدلائل كبدل لعملية الترميل والنقش بالفريزة.

ثم تطور الأمر مع الوقت وتم استخدام الطباعة بالنقل الحراري على أسطح المعادن من الألومنيوم، أو النحاس، أو النحاس المطلي بالفضة، أو الألومنيوم المطلي بالنحاس، أو الفضة لعمل الدروع المستخدمة للتكريم كبدل للحفر على المعدن والتلوين بالمينا الباردة. ومن مميزات استخدام هذا الأسلوب لطباعة الدروع:

- الطباعة على المعدن لا تحتاج إلي سمك كبير في المعدن ٠,٥ أو أقل بينما الحفر يحتاج الي سمك من ٠,٨ إلى ١م.
- توفير الوقت والجهد والتكلفة لخطوات الحفر، والتلوين بالمينا، مع إمكانية رسم أشكال وصور معقدة بوقت أقل من الطرق التقليدية للإنتاج.

كما موضح بالشكل التالي نماذج لدروع التقدير باستخدام الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) على سطح معدني من النحاس.

على الورقة، ويستخدم في طباعة السبلميشن حبرا خاصا بالطباعة، ولا يمكن استخدام أي حبر فعند التسخين يتحول حبر السبلميشن مؤقتا إلى غاز في الوقت نفسه تنتسج في طلاء البوليمر للسماح لهذا الحبر الغازي للهروب من الورق والتموضع على " (رقية، ٢٠٢١) السطح المراد الطباعة عليه. "وعند استخدام هذه الأوراق يعكس التصميم المراد طباعته، ثم يوضع الوجه المطبوع للورقة " (عبد الحميد، ٢٠١٥) على سطح المعدن ويثبت باللصق الحراري لكي تتم عملية الكبس.

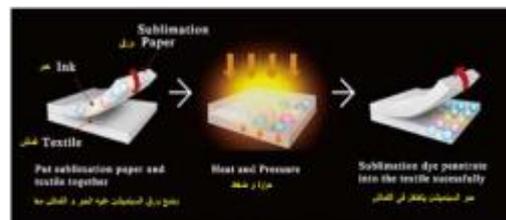


شكل رقم ١ يوضح طبقات ورق السبلميشن. (رقية، ٢٠٢١)

ويتراوح وزن ورق السبلميشن بالأسواق بين ٤٥ الى ١٢٠ جرام في المتر المربع وكلما زاد وزن الورق زادت جودة الطباعة وتحتاج الألوان الغامقة بشكل خاص الى أوزان من ٩٠ جرام وأكثر.

### احبار السبلميشن.

وهو نوع الحبر الذي يتحول من الحالة الغازية الى صلبة دون المرور بالحالة السائلة ويبدأ التحويل في هذه الحالة بالحرارة ويتم التحكم فيه بالوقت والضغط قبل أن تبدأ في نقل الحرارة، من الضروري معرفة الحبر المناسب للمنتج الذي تتم طباعته للتأكد من دوام الصورة المطبوعة طويلاً، وبعض المواد الصلبة مثل الواح الاليف والسيراميك والمعادن وغيرها يحتاج إلى طلاء خاص ليتمكنهم قبول حبر السبلميشن. وتعد احبار السبلميشن صبغة مشتتة منخفضة التوتر السطحي، وتتطلب عملية الطبع بالنقل الحراري في هذه الحالة استخدام مكبس أسطواني او مسطح لتوصيل الحرارة والضغط، وبمجرد تسخين الحبر والناقل إلى درجة حرارة عالية يتبخر الناقل وتتحول الصبغة إلى غاز، وتنتفخ مسام مادة الطلاء المعالج في حالة الطبع على المعدن لاستقبال الغاز وبعد أن تبرد تغلق وتغلف المادة الملونة والتي تعود بعد ذلك إلى مادة صلبة. وتوضح الصورة التالية انتقال حبر السبلميشن للخامة المطبوعة بالضغط والحرارة.



شكل رقم ٢ يوضح انتقال حبر السبلميشن الى الخامة المطبوعة بالضغط والحرارة (رقية، ٢٠٢١)

### الأسطح التي يمكن الطباعة عليها

لا تقتصر الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) على الأسطح المعدنية المعالجة من (نحاس - فضة - ذهب -

"اختلاف ظروف طباعة النقل والوقت له تأثير ملحوظ على قوة اللون" (El hawlagy, 2013) لأن الطباعة تحت درجة حرارة أقل من اللازم أو ضغط أقل تنتج الطباعة باهتة وغير واضحة. إذا زادت درجة الحرارة عن اللازم تحترق الألوان وتكون أغمق من طبيعتها نتيجة إرتفاع درجة الحرارة.

يجب أن يكون سطح المعدن معالج بالترميل أي عليه ملمس خشن حتى تتماسك عليه طبقة المعالجة مما ينتج عنه ميزه إذا كان الملمس خشن إلى حد كبير تظهر نقاط بريق معدني في الصورة المطبوعة وقد يكون عيب عندما يقلل من جوده وضوح الصورة.

يجب مراعاة أن يكون سطح المكبس ساخنا قبل البدء في طباعة السبلميشن على سطح المعدن حتى لا تنتشت الحرارة وليسهل إكتساب المعدن للحرارة الداخلية التي يحتاجها لإتمام جودة الطباعة.

الطباعة على سطح المعدن هي آخر عملية بعد تشطيب المعدن وأجراء كافة اللحامات والتلميع والطلاء والتشطيب عليه حيث لا نحتاج لتسخين المعدن بعد الطباعة.

إذا تمت طباعة على المعدن بدون طبقة معالجة ينتج بهتان في الألوان المطبوعة بصورة ملحوظه لعدم الإمتصاص للحبر بشكل كامل كما أن طبقة الطباعة تكون ضعيفة الاتصال وتزال بالمياه. ولكن من الممكن تغطية سطح المعدن بطبقة عازلة لحماية الطباعة إذا تمت الطباعة بدون معالجة مسبقة لسطح المعدن وإذا كانت نتيجة الطباعة مرضية ومناسبة لمتطلبات التصميم الطباعي.

السطح المعدني المطبوع عليه يمكن ثقبه أو برد الإطار الخارجي للقطعة باتجاه عمودي على السطح لأن السطح يسهل خدشة.

لا يمكن لحام بدرجة حرارة على سطح المعدن المطبوع لأن حرارة اللحام تتلف السطح وتحرق طبقة المعالجة والأحبار لأن الأحبار لا تحتمل حرارة أكثر من المستخدمة في عملية الكبس بينما اللحام المعدني يحتاج درجات حرارة أعلى.

يجب أن يكون الجزء المراد الطباعة عليه في قطعة الحلي أعلى سطح ويكون مستوي لكي تتم عملية الكبس على السطح بالتساوي لضمان جودة الطباعة.

مراعاة نظافة الورق وسطح المعدن لإن وجود غبار على سطح المعدن قبل الطباعة ولم يتم تنظيفه يعزل الحبر فتظهر نقاط لم يصل لها حبر الطباعة (فقاعات هوائية) تنتج على سطح المعدن.

الحفاظ على الأسطح من الرطوبة لأن وجود رطوبة علي ورق النقل أو على سطح المعدن ينتج عنه تسييل في الحبر أو تلتطيش كما موضح بالشكل رقم (١٣).



شكل رقم ٨



شكل رقم ٧

الاشكال ٧, ٨ نماذج لدروع تقدير منقذة باستخدام الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) على سطح معدني من النحاس. (تصوير الباحثين من الواقع)

### الاختلافات في درجات ألوان الطباعة بالنقل الحراري (سبلميشن) بين الحاسوب والورق والمعادن المختلفة

عند إجراء تجربة النقل الحراري على سطح كلا من النحاس الأصفر والنحاس الأصفر المطلي بطبقة من الفضة مع ثبات باقي العوامل، حيث إن كلا منهما معالج بنفس طبقة المعالجة وتحت تأثير نفس الضغط ودرجة الحرارة ونفس وقت الطباعة كانت النتيجة عند التغطية الكاملة بالأحبار تكاد تكون متشابهة، ولكن شكل رقم ٩ يوضح الألوان على شاشة الحاسوب والشكل رقم ١٠ يوضح الألوان بعد الطباعة علي ورق السبلميشن وقبل نقلها لسطح لمعدن تبدو باهتة نتيجة امتصاص مادة المعالجة لنسبة من الحبر. فعند الطباعة على النحاس المطلي بطبقة من الفضة كانت الألوان مائلة للزرقة شكل رقم ١١، وعند طباعتها على النحاس كانت مائلة للأصفر كما مبين بالأشكال رقم ١٢. ولكن مع التدقيق في الملاحظة نجد أن الأحبار المطبوعة على المعدن بها نسبة من الشفافية ويظهر تأثير لون السطح المستخدم في الطباعة على الشكل النهائي.



شكل رقم ٩ إلى ١٢ من تجارب الباحثين (الاشكال من ٩ إلى ١٢ من تجارب الباحثين)

### مميزات الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية:

- "انخفاض الوقت اللازم للطباعة وزيادة الإنتاج نتيجة استمرار الطباعة وعدم توقف التشغيل.

- السرعة والمرونة في التشكيل الفني

- المساحة التي تشغلها ماكينة الطباعة بالنقل الحراري والمكبس صغيرة جدا." (الشريف، ٢٠٢٠)

- وجود ترابط بين ارضية المعدن والصورة المطبوعة من خلال "الشفافية المطبوعة بهذا الأسلوب تسمح برؤية الأشكال والخطوط والهيئات والملامس بالتفاصيل الداخلية، وتنتج هذه الميزة فرصة معالجة العمل الفني بتفاصيله الدقيقة" (المراعي، ٢٠٢٠)

### العوامل التي يجب مراعاتها عند طباعة السبلميشن على أسطح المعادن

- يجب تغطية المعدن بمادة معالجة مسامية لكي تمتص الحبر من ورق السبلميشن.

### الممارسات الطباعية على أسطح معدنية

تم عمل عدة ممارسات طباعية على بعض الأسطح المعدنية لطلاب كلية الفنون التطبيقية بمادة تصميم الحلي بالفرقة الرابعة تنقسم إلى مجموعتين. المجموعة الأولى طباعة على سطح النحاس المعالج، المجموعة الثانية طباعة على سطح الألومنيوم المعالج.

المجموعة الأولى التجارب مبينة في الأشكال التالية (٢٠، ٢١، ٢٢)، قد تمت عملية الطباعة على سطح قطع حلي من النحاس لإنتاج حلي مميزه تحمل سمة الفن النوبي. وبعد إجراء كافة عمليات التشغيل على سطح المعدن من تفرغ وحفر ولحامات وتلميع وترميل للجزء الذي سوف تتم عليه الطباعة ثم المعالجة والطباعة أخر مرحلة ثم تركيب السلاسل.



شكل رقم ٢٢

شكل رقم ٢١

شكل رقم ٢٠

يوضح مجموعة من الحلي (دلايات صدر) معالج سطحها بطباعة النقل الحراري (سبلميشن)

(الأشكال من ٢٠ إلى ٢٢ من تجارب مع طلاب)

المجموعة الثانية التجارب مبينة في الأشكال التالية (٢٣، ٢٤، ٢٥) تمت عملية الطباعة على سطح شرائح من الألومنيوم لإنتاج حلي مميزه تحمل سمة الفن الشعبي من حيث تصميم الحلي ومعالجة الأسطح بالطباعة. تم تجهيز قطعة الحلي من النحاس وإجراء كافة عمليات التشغيل من تفرغ وحفر ولحامات وتلميع وعمل إطار معدني يثبت فيه الجزء المطبوع بطرق التثبيت البارد بدون استخدام حرارة. وهذه الطريقة كانت أعلى في جودة الطباعة وأقل في التكلفة؛ لتجميع كل التصميمات في شريحة واحدة وطباعتها مرة واحدة بدلا من عدة مرات.



شكل رقم ٢٥ دلاية من النحاس مثبت فيه شريحة من الألومنيوم معالج سطحها بطباعة السبلميشن

شكل رقم ٢٤ قرط من النحاس مثبت فيه شريحة من الألومنيوم معالج سطحها بطباعة السبلميشن

شكل رقم ٢٣ سوار من النحاس مثبت فيه شريحة من الألومنيوم معالج سطحها بطباعة السبلميشن

(الأشكال من ٢٣ إلى ٢٥ من تجارب مع طلاب)



شكل رقم ١٣ يوضح عيوب الطباعة نتيجة الرطوبة (من تجارب الباحثين)

### عيوب الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية:

- لا يمكن استخدام ورق السبلميشن أكثر من مره واحدة فقط.
- ظهور لسعات ضوئية عند التصوير على سطح المعدن وتبدو مصفرة اللون ناتجة عن مادة المعالجة لسطح المعدن.
- لا يلتصق الحبر على سطح المعدن التصاق تام ويمكن مسحه بسهولة ومستوي جودة الطباعة ضعيف جدا في الدرجات اللونية بدون طبقة المعالجة لأن سطح المعدن لا يمتص حبر الطباعة بصورة جيدة.
- لا يوجد لون ابيض في طباعة السبلميشن بسبب عدم وجود لون ابيض ضمن احبار الطباعة فيكون اللون الأبيض عباره عن فراغ اي يظهر المعدن وهنا يمكن استخدام هذا العيب كميزه تربط الخلفية المعدنية بالتصميم. ويطلق عليها الشفافية وهي "خاصية جمالية وتشكيلية في الطباعة بالنقل الحراري، هناك منطقات مختلفة لتعريف الشفافية من حيث طبيعة الخصائص السطحية للمادة وشفافيتها ومدى إثارة هذه الأسطح لمشاعر ومدركات الرائي". (الشريف، ٢٠٢٠) كما موضح بالشكل رقم (١٤) اللون الأبيض في التصميم الأساسي وشكل رقم (١٥) مطبوع على النحاس، وشكل رقم (١٦) مطبوع على الفضة.



شكل رقم ١٦

شكل رقم ١٥

شكل رقم ١٤

يوضح اللون الأبيض على شاشة الحاسوب ومطبوع على النحاس وعلى الفضة (الأشكال من ١٤ إلى ١٦ من تجارب الباحثين)

- اللون الرمادي يبدو عليه نسبة من الاحمرار تظهر قوية على سطح النحاس أكثر من الفضة كما موضح بالأشكال التالية. الشكل رقم (١٧) اللون الرمادي في التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب، والشكل رقم (١٨) اللون الرمادي على النحاس، الشكل رقم (١٩) اللون الرمادي على الفضة.



شكل رقم ١٩

شكل رقم ١٨

شكل رقم ١٧

يوضح اللون الرمادي على شاشة الحاسوب، مطبوع على النحاس، مطبوع على الفضة (الأشكال من ١٧ إلى ١٩ من تجارب الباحثين)

٢- يتم تسخين المكبس الحراري أولاً ثم لصق ورق النقل الحراري من ناحية التصميم على سطح المعدن في تماس تام ثم وضعهم بالمكبس عند ضغط ودرجة حرارة تتراوح من ١٧٥ الى ١٨٥ درجة مئوية ولزمن حوالي ٤٥ ثانية، وتختلف هذه النسب مع اختلاف سمك المعدن ونوعه.

٣- تنتقل التصميمات المطبوعة من الورق الى المعدن بالتسامي Sublimation.

وتتلخص عملية انتقال الحبر او الصبغة من الورق الحامل للتصميم الى المعدن عند تعرض المعدن والورق للضغط والحرارة المناسبين لعملية النقل (فإن جزء من الصبغة المتجمعة على الورق الحامل للتصميم سوف يتسامى ويتحول للحالة الغازية لينتقل لسطح المعدن ليتم طباعة التصميم على المعدن.

**بعض الاختبارات على سطح المعدن المطبوع لمعرفة مدى ثبات الطباعة عند تعرضها لعوامل مختلفة:**

لا تتأثر الأسطح المطبوعة بالكحول والبرفانات والنتنر والأسيتون.

لا تتأثر الأسطح المطبوعة بالمياه الساخنة ولا المغلية.

لا تتأثر الأسطح المطبوعة بالطرق البسيط (التقيب).

#### تطبيقات البحث

تم عمل التطبيقات التالية بعد اجراء التجارب الطباعية على خامة من النحاس والنحاس المطلي بالفضة ومرفق معها الشكل الأساسي قبل الطباعة. كما في الأشكال التالية من شكل (٣٠ الى ٦٩). جميع الصور والمنتجات في تطبيقات البحث من تصميم الباحثين.



شكل رقم ٣٠ يوضح دلالية من النحاس المعالج جزء من سطحها بط (March)، ٢٠١٧ (باعة السيلميشن



شكل رقم ٣٠ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٣١ يوضح دلالية من النحاس المعالج سطحها بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٣٢ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب

يتم عمل تجارب وتطبيقات البحث باستخدام الطباعة بالنقل الحراري على شريحة من النحاس المغطى بالفضة وشريحة من النحاس المعالج.

#### هدف التجربة:

توظيف جماليات ومميزات تقنية الطباعة بالنقل الحراري (السيلميشن) على المعدن في انتاج حلي ذات مظهر جمالي.

#### الخامات المستخدمة في التجربة:

- شريحة من النحاس المغطى بالفضة المعالج سطحها لتمتص حبر السيلميشن وشريحة من النحاس المعالج سطحها لتمتص حبر السيلميشن. كما مبين في شكل رقم (٢٦).
- ورق النقل الحراري. كما مبين في شكل رقم (٢٧).



شكل رقم ٢٧ يوضح ورق السيلميشن المستخدم للطباعة



شكل رقم ٢٦ يوضح شريحة النحاس المعالج وشريحة من النحاس المطلي بالفضة ومعالج (الأشكال ٢٦، ٢٧ تصوير الباحثين من الواقع خلال التجارب)

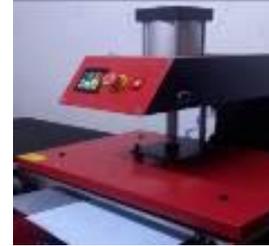
#### الأدوات المستخدمة في التجربة:

- طابعة EPSON موديل L382 لطباعة التصميم على ورق النقل الحراري. كما مبين في شكل رقم (٢٨).



شكل رقم ٢٨ يوضح طابعة إبسون المستخدمة في التجربة (تصوير الباحثين من الواقع)

- مكبس حراري يدوي لنقل التصميم من ورق النقل الحراري لسطح المعدن، كما مبين في شكل رقم (٢٩).



شكل رقم ٢٩ يوضح مكبس حراري المستخدم في التجربة (تصوير الباحثين من واقع التجربة)

#### مراحل تجربة الطباعة بالنقل الحراري على المعدن:

- ١- تتم طباعة التصميم على ورق النقل الحراري ومنه الى المعدن باستخدام احبار Sublimation.



شكل رقم ٣٥ يوضح دلالية من النحاس المعالج سطحها بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٣٤ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٣٥ يوضح دلالية من النحاس المعالج سطحها بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٣٤ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٣٦ يوضح دلالية من النحاس المطلي بالفضة ومثبت بها قطعة من النحاس المعالج سطحها بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٤٤ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٣٧ يوضح دلالية من النحاس بها أجزاء من النحاس عليه طباعة السبلميشن



شكل رقم ٣٦ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٣٨ يوضح قرط من النحاس المعالج سطحه بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٣٧ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٣٩ يوضح دلالية من النحاس المعالج سطحها بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٣٨ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٤٩ يوضح قرط من النحاس المعالج سطحه بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٤٨ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٣٣ يوضح دلالية من النحاس المعالج سطحها بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٣٢ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٥٩ يوضح دلالية من النحاس مطلية فضة ومعالج بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٥٨ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٤٠ يوضح قرط من النحاس المطلي بالفضة المعالج سطحه بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٣٩ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٦١ يوضح دلالية من النحاس مطلية فضة ومعالج دائرة من سطحها بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٦٠ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٥٣ يوضح دلالية من النحاس وبها دائرة من النحاس المطلي فضة ومعالج السطح الفضي بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٤١ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٦٣ يوضح دلالية من النحاس مطلية فضة ومعالج قطعة من سطحها بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٦٢ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٥٥ يوضح دلالية من النحاس مطلية فضة وبها دائرة معالج بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٤٢ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٦٥ يوضح دلالية من النحاس مطلية فضة ومعالج بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٦٤ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٤٤ يوضح دلالية من النحاس مطلية فضة ومعالج بطباعة السيلميشن



شكل رقم ٤٣ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب

المحتوي على لون ابيض على الفضة أفضل من النحاس.

- اللون الرمادي في طباعة السبلميشن يظهر به نسبة كبيرة من الاحمرار عند الطباعة على معدن النحاس أكثر منه عند الطباعة على الفضة.
- يجب مراعاة أن يكون سطح المكبس ساخناً قبل البدء في طباعة السبلميشن على سطح المعدن.
- يجب مراعاة نظافة سطح المعدن وسطح الورق وسطح المكبس قبل اتمام عملية الطباعة.
- سطح المعدن المطبوع بالسبلميشن لا يتأثر بالكحول ولا البرفان ولا الماء المغلي ولم يتم تجريب الأحماض عليه.

كما أظهرت نتائج الممارسات التطبيقية لطباعة النقل الحراري (السبلميشن) على أسطح النحاس والنحاس المطلي بالفضة أنها تدعم المصمم في إثراء مظهر الحلي.

لضمان جودة الطباعة يفضل أن يكون السطح الطباعي مستوي.

لا يمكن لحام بالحرارة بعد الطباعة لأن الحرارة تفسد الطباعة.

إضفاء قيمة مظهرية من تنوع لوني لم يكن متاح إلا بطرق مكلفة جدا مقارنة بالطباعة بالنقل الحراري (السبلميشن).

تظهر شفافية الطباعة مكان اللون الأبيض وتعمل على ربط سطح المعدن بالتصميم الطباعي مما يعمل على إثراء مظهر سطح الحلي.

ويوصي من خلال البحث بالربط بين مجال الطباعة بالنقل الحراري (السبلميشن) والمجالات الأخرى. والاهتمام بدراسة أساليب المعالجة التي تتم على ورق السبلميشن وعلى المعدن. ودراسة التقنيات المختلفة التي تثرى من مظهر الحلي.

#### مراجع البحث:

#### أولاً: المراجع العربية

1. المراغي. دعاء محمد، ٢٠٢٠ "الإفادة من جماليات الطباعة بالنقل الحراري على الخشب في إثراء لوحات طباعية مستوحاة من فن الكاريكاتير المصري" منشور في عدد مصاحب لمؤتمر الكلية، تحت عنوان التربية والفنون جودة حياة المنعقد من ٦-٨ ابريل.
2. الشريف. سميرة عيد الفتح وآخرون ٢٠٢٠ "جماليات الطباعة بالنقل الحراري" مجلة التربية النوعية، العدد الحادي عشر، يناير.
3. العوامي. محمد ٢٠٢٠ "تحسين مظهر سطح الحلي الذهبية ذات العيارات المنخفضة بالمعالجات الكيميائية والكهروكيميائية" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد الخامس، العدد الحادي والعشرون.
4. رقية. وفاء السيد علي، مايو ٢٠٢١ "دراسة إمكانية الاستفادة من تقنية الطباعة الرقمية بالانتقال الحراري (سبلميشن) باستخدام رسومات الأطفال في إثراء القيم الجمالية



شكل رقم ٦٧ يوضح دلالية من النحاس مطلية فضة ومعالج بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٦٦ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب



شكل رقم ٦٩ يوضح كوابله مكون من أجزاء نحاس مطلية فضة ومعالج بطباعة السبلميشن



شكل رقم ٦٨ يوضح التصميم الأساسي على شاشة الحاسوب

#### نتائج البحث

بعد إجراء التجارب تحققت فرضية البحث أن إدراك المصمم لمشاكل الطباعة بالنقل الحراري على الأسطح المعدنية يدعمه في توظيف تلك التقنية للحصول على أفضل النتائج.

وفيما يلي نتائج التجارب من مميزات وعيوب يجب إدراكها لدى المصمم:

- الطباعة على ورق غير مخصص لطباعة السبلميشن يمتص الحبر ولا ينقل منه إلى سطح المعدن سوي نسبة بسيطة من الحبر تنتج مستوي رديء من الطباعة على سطح المعدن المعالج.
- الطباعة بورق السبلميشن المعالج على سطح معدن غير معالج ينتج عدم امتصاص من سطح المعدن للحبر ويكون الحبر عبارة عن طبقة رديئة الطباعة في الأشكال المحتوية على تدرجات لونية وقد تكون أفضل في طباعة لوني فقط ومساحات لونية غير متدرجة لكن طبقة الطباعة يمكن ازالها بالماء أو الاحتكاك باليد أو أي مادة تلامسها.
- لا يمكن استخدام ورق السبلميشن أكثر من مره واحدة فقط.
- طباعة الألوان الفاتحة تكون ذات شفافية ولا يظهر اللون بقوة مثل الألوان الصريحة.
- اللون البني يظهر في الطباعة مائل إلى البرتقالي.
- لا يوجد لون أبيض في طباعة السبلميشن ويحل محله لون المعدن لذلك يفضل طباعة التصميم

والوظيفية والاقتصادية لملابسهم" مجلة كلية  
التربية بالإسماعيلية العدد الخمسون.  
ثانياً: المراجع الأجنبية:

## References

- [1] M. A. El-Kashouti, A. El-Halwagy, M .M El- Molaa) June 2000): Sublimation Transfer Printing of Line and Polyester/ Line Fabrics, journal of fiber, textile Research, Indian ,147-151.
- [2] A. Salem<sup>1</sup>, F. Shahin<sup>1</sup>, H. S. El Sayad, A. El Halwagy, (2013): Transfer Printing of Polyester Fabrics with Natural Dyes, journal of fiber, textile Research, Indian.

ثالثاً: مواقع أنترنت:

### Web sites:

- [1] Slidetiles, S. (2020). What Are Metal Prints?. [Online]  
Available at:  
<https://slidetiles.com/blogs/tips-and-tricks/what-are-metal-prints>  
(Accessed 12 June 2023)
- [2] Fab Lab, J.H. (2023). how to sublimate on metal . [Online]  
Available at:  
<https://ignite.hamiltoneastpl.org/how-to-sublimate-on-metal/>  
(Accessed 6 Aug 2023)
- [3] Golden March, G. (2017). sublimation-printers . [Online]  
Available at:  
<https://goldenmarch.com/index.php/ar/products/textile-garment-ar/sublimation-printers>  
(Accessed 10 OCT 2022)
- [4] PEARDEDESIGN, P. (2022). Custom Heart Sublimation Pendant. [Online]  
Available at:  
<https://www.peardededesign.com/products/custom-jewelry-heart-sublimation-spin-picture-pendant-necklace-iced-out-custom-photo-pendant>  
(Accessed 17 May 2023)