٦- أشعة الليزر ذات انبعاث مُستحث[١]:

م	الانبعاث التلقائي	الانبعاث المُستحث
١	تكون الذرة فى حالتها العادية قبل سقوط الفوتون عليها.	تكون الذرة مثارة قبل سقوط الفوتون عليها.
٢	يمتص الإلكترون طاقة الفوتون وتثار الذرة	لا يمتص الإلكترون طاقة الفوتون.
٣	عندما تعود الذرة إلى حالتها العادية تشع فوتونا واحداً.	عندما تعود الذرة إلى حالتها العادية تشع فوتونين.
٤	الفوتون المنبعث له نفس تردد الفوتون الأصلى، أما الاتجاه والطور فغير محددين.	الفوتونان المنطلقان متساويان فى التردد ومتفقان فى الاتجاه والطور.
٥	الأشعة التلقائية تكون غير مترابطة، وتقل طاقتها بزيادة المسافة.	الأشعة المستحثة مترابطة ، فينشأ منها ضوء قوى طاقته هائلة وتحتفظ بشدتها لمسافات بعيده.

جدول رقم (٢) يوضح الانبعاث التلقائي والانبعاث المُستحث

(٧) الفرق بين الضوء العادى وشعاع الليزر[٢]:

م	شعاع ضوء المصباح (العادي)	شعاع ضوء الليزر
١	يتكون من فوتونات مختلفة الطاقة والتردد وغير متحدة فى الطور.	يتكون من فوتونات متماثلة فى الطاقة والتردد ومتحدة فى الطور.
٢	موجات غير متجانسة وغير مترابطة.	موجات متجانسة ومترابطة.
٣	طاقة محدودة.	طاقته عالية جداً.
٤	يفقد قدراً من طاقته كلما زادت المسافة التي يقطعها.	يسير لمسافات شاسعة محتفظاً بطاقته وتركيزه.
٥	يخضع لقانون التربيع العكسي، بمعني أنه إذا زادت المسافة بين مصدر الضوء وسطح ما إلى الضعف قلت كمية الضوء الساقطة على وحدة المساحات إلى الربع.	لا يخضع لقانون التربيع العكسي.

جدول رقم (٣) يوضح الفرق بين الضوء العادي وإشعاع ضوء الليزر.

(١) أسامة طه صالح، محمد عبد المنعم طحيمر: الفيزياء ، مكتبة مصر ، ١٩٩٩.

(٢) المرجع السابق.

أنواع الليزر:

يأتي الليزر بأنواع مختلفة حسب الاستخدامات، وتنوع الليزر يأتي من تنوع المادة المستخدمةلإنتاجه فهناك الليزر من المواد الصلبة والسائلة والغازية، ويعتبر نوع المادة الأساس الأكثر استخداماً للتمييز بين الأنواع المختلفة. ويسمى الليزر من خلال نوع المادة المستخدمة، فمثلاً ليزرالهيليوم نيون He-Ne يعني أن المادة المستخدمة ،هي خليط من الهيليوم والنيون، وليزرالياقوت يعني أن المادة المنتجة لليزر هي الياقوت وهكذا لباقي الأنواع الأخرى. ولنأخذبعض الأمثلة لأنواع مختلفة لليزر:

أولاً: من حيث التكوين "المصدر"[1]:

١. الليزر الغازى (ليزر الهليوم – نيون).

٢. الليزر البللورى (ليزر الياقوت).

٣. ليزر أشباه الموصلات.

٤. ليزر السوائل (الليزر الناتج من تحلل ثلاثي فلورويويد الميثيل).

ثانياً: من حيث طبيعة الانبعاث:

١. شعاع مستمر.

٢. ومضات (عدة نبضات).

ثالثاً: من حيث الطول الموجي:

١. أشعة ليزر تقع في منطقة الضوء المنظور.

٢. أشعة ليزر تقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء.

٣. أشعة ليزر تقع في منطقة الأشعة فوق البنفسجية.

٤. أشعة ليزر تقع في منطقة الموجات الميكرومترية وتسمى "أشعة الميزر".

٥. أشعة ليزر من الأشعة السينية وهي بالغة الخطورة والأثر.

وسوف تقوم الباحثة بسرد تفصيلي لأنواع مصادر الليزر:

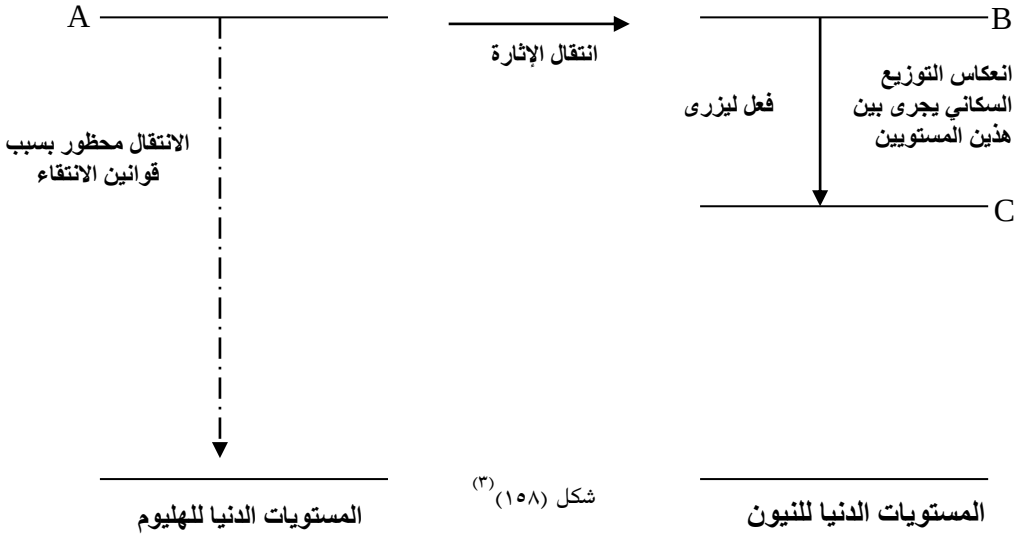
١- الليزرات الغازية:

إن الفعل الليزرى ممكن فى الغاز أو فى مزيج غازى. ويتميز التوزيع السكاني المعكوس فى الغاز بمزايا لا يتصف بها الجسم الصلب، فطريقة الضخ الضوئية فى الياقوت تعتمد على وجود مستويات طاقة

(١) جيمس ريتشارد، فرانسيس وستون سيزر وآخرون: مرجع سابق.

ذات نطاق عريض بحيث يتيح وجود هذا النطاق فرصة لامتصاص أضواء بأطوال موجية متباينة. أما فى الغازات فلا وجود لنطاق امتصاص كهذا. فالغاز لا يمتص الا أطوالاً موجية متميزة بعضها عن بعض، ومن الممكن ضخ غاز ضوئي باستخدام ضوء وحيد اللون. إلا أن هناك طريقة أبسط لتحقيق ذلك. وهي رفع ذرة غاز مستوى مثار بإحداث تفريغ كهربائي فيه. ومن الممكن أن تؤدي هذه الآلية إلى أن يكون عدد الذرات فى المستويات العليا أكبر من عددها فى المستويات الأدني التي قد يحدث الانتقال اليها وهكذا يتحقق التوزيع السكاني المعكوس[1].

ويعتبر ليزر الهليوم (نيون الغازي) هو أول ليزر غازى ظهر فى حيز الوجود؛ حيث كان يستخدم فيه مزيج الهليوم والنيون ،ويقوم النيون فى هذا المزيج بدور المادة الليزرية[2] ويتضح كما بالشكل رقم (١٥٨).



شكل (١٥٨)[3]

مستويات الطاقة فى الهليوم والنيون

يتكون قلب الليزر من أنبوبة زجاجية تحوى غازى الهليوم والنيون عند ضغط منخفض نسبياً ويثبت عند طرفي الأنبوبة لوحان زجاجيان على أقصى درجة من التسطح وهما متوازيان مع بعضهما البعض بدقة شديدة. وقد غطي كل لوح ليصبح بمثابة مرآة، إلا أن أحد اللوحين قد خففت تغطيته بحيث يسمح بمرور ١٪ من الضوء الساقط عليه من الداخل لكي يتسرب من خلاله ويغادر الأنبوبة[4].

وليس أى غازين يمكنهما تكوين ليزر غازى. فالغازان اللذان اختيرا فى هذه الحالة بينهما علاقات خاصة جداً، وكل منهما يؤدي وظيفة داخل الأنبوبة، فأحد الأنواع وهو ذرات الهليوم هي بمثابة مصدر للطاقة بالنسبة للنوع الآخر وهو النيون فى هذه الحالة. وعلى ذرات الهليوم بدورها أن تنال هي الأخر

(١) جيمس ريتشارد، فرانسيس وستون سيزر وآخرون: مرجع سابق.

(٢) المرجع السابق.

(٣) طارق احمد محمود عبد الله راشد: "استحداث اساليب تكنولوجية جديدة فى تحسين خواص الخيوط والأقمشة باستخدام الليزر، رسالة دكتوراه، غير منشورة، مجلة الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، القاهرة، ص ٥.

(٤) ف بوش: مرجع سابق.

قسطاً من الطاقة وهذا يتم بواسطة تفريغ كهربائي عالى التردد جداً داخل الأنبوبة. ويعمل الهليوم بداخل الأنبوبة أساساً كأى غاز فى أية أنبوبة تفريغٍ غازيةٍ ،كمصباح بخار الزئبق مثلاً.

ينتج فرق الجهد المرتفع على الأنبوبة تفريغاً غازياً مما يجعل الكثير من الأيونات والإلكترونات النشطة تتقاذف هناك داخل الأنبوبة، ثم تصدر ذرات الهليوم المستثارة عندئذ الطيف العادى للهيلوم، وذلك عندما تهبط الإلكترونات عائدة إلى المستوى$n = 1$، على أن الضوء الصادر عن هذا التأثير يشكل كسراً صغيراً جداً من كمية الضوء المنبعثة من الأنبوبة. لقد استثيرت ذرات الهليوم فى التفريغ الغازى ،وقد ألغت بعض الذرات أنفسها فى حالة" مؤقتة الاستقرار؛ وأخذت تتجول هنا وهنك حتي تم التصادم بينهما وبين ذرة نيون فأخذت ذرة النيون أثناء التصادم الطاقة من ذرة الهليوم وأصبحت فى حالة مستثارة. وهذه الحالة اتضح أنها أكثر استقراراً فى ذرة النيون، ولذا لا يهبط الإلكترون فيها إلى حالة أدنيا دفعة واحدة.

وبمرور الوقت تقوم ذرات الهليوم باستثارة المزيد من ذرات النيون التي تصبح فى وضع الانتظار حتي تشع طاقتها وحين تفعل ذلك فإنها تهبط إلى مستوى يقل بمقدار $ev = 1.96$ وتطلق فى هذه العملية إشعاعاً كهرومغناطيسياً طوله الموجي$A^o = 6328$ ويقع فى المدى الأحمر. وهذا ليس مقيداً فى حد ذاته لأننا سنكون قد استعدنا ما كان يمكن لذرات الهليوم نفسها أن تشعه ببساطة. وتتأتي الفائدة من أننا نستطيع الآن أن نتحكم فى ذرات النيون ونجعلها تنبعث موجاتها وهي متطاورة.

على الرغم من حقيقة أن ذرات النيون تمانع فى الهبوط إلى مستوى أدني للطاقة إلا أن بعضها يفعل ذلك فى النهاية مما يؤدي إلى اطلاق من الإشعاع ك.م بطول موجي $\lambda=6328A^o$ فى الأنبوبة. وعند مرور هذه النبضة داخل الأنبوبة فإنها تصادف ذرات نيون مستثارة فتعرضها لمجال ك.م متذبذب بتردد مطابق لتردد الضوء الذى يجب على الذرة المستثارة ان تنبعثه[1].

وهذا المجال المتذبذب فعال للغاية فى جعل ذرة النيون المستثارة تهبط إلى حالة أدني وهي تفعل هذا بطريقة يكون فيها الفوتون الذى تطلقه ذو موجة متطاورة تماماً مع الإشعاع الذى استثار الذرة حتي تبعث الفوتون.

عندما تنعكس هذه الموجات ذهاباً وإياباً طرفي الأنبوبة فإنها تتراكم بشكل كبير نتيجة للموجات المطابقة التي تبعثها ذرات النيون الأخرى نتيجة استثارة هذه الموجات لها. وتبعا لذلك تتواجد بالأنبوبة مجموعة قوية جدا من النبضات الموجية المتماسكة ذات الطول الموجي$\lambda=6328A^o$ ويغادر جانب صغير من هذا الإشعاع الأنبوبة خلال المرآة التي بها تسرب طفيف عند أحد أطراف الأنبوبة، ويكون هذا هو شعاع الليزر[2].

---

(١) ف بوش: مرجع سابق.

(٢) طارق أحمد محمود عبد الله راشد: مرجع سابق، ص ٦.

وعلى عكس ما يحدث فى مصدر ضوئي عادي فإن ذرات النيون كلها قد جمعت إشعاعها معا بحيث صارت كل الموجات متعاونة، أى أن النبضات الموجية كلها يقوى بعضها البعض ويكون الشعاع الناتج شديداً جداً. وقد تم استخدام أجهزة ليزر قوية فى كثير من التطبيقات فى السنوات الأخيرة.

٢- الليزر الياقوتي: The Ruby Laser:

الياقوت عبارة عن أكسيد الومنيوم Al_2O_3 تم استبدال بعض ذرات الألومنيوم ببعض ذرات الكروم. والأخير هو المسئول عن لون الياقوت الوردي. ويلاحظ انAl_2O_3 هو المادة الخاملة بينما أيونات الكروم هي المادة الفعالة[١].

تأخذ بلورة الياقوت فى هذا النوع شكل اسطوانة طولها بضعة سنتيمترات، وتصقل نهايتها بحيث تكونان متوازيتين ومستويتين، ثم تصقلا وتصقل إحدى النهايتين صقلا كاملا فى حين تصقل النهاية الأخرى صقلا جزئيا على كامل سطحها بحيث ينعكس بعض الضوء وينفذ بعضه الآخر. ويحيط قضيب الياقوت مصباح وميض ذو استضاءة عالية.

فإذا اشتعل المصباح سببت إضاءته الشديدة توزيعاً سكانياً معكوساً فى ذرات قضيب الياقوت وتؤدي الآليات هذه إلى توليد نبضة شديدة من الضوء المترابط. إن الانعكاس المتتالى للضوء المترابط بين نهايتي قضيب الياقوت يجعل عدداً كبيراً من القطارات الموجية تتراكب بعضها فوق بعض. وقد يحدث من جراء ذلك تداخل هدام Destructive Interference بينها. ما لم تكن المسافة بين نهايتي قضيب الياقوت مساوية عدداً صحيحاً من نصف طول الموجه[٢].

وتنمو شدة هذا الضوء بفعل الإصدار المحثوث. ولذا فإن الخط الطيفي لضوء الليزر أضيق بكثير من الخط الطيفي الصادر العادى الذى يصدر تلقائياً. وقد يوجد أكثر من خطر وحيد حاد بين حدى المنطقة التي يغطيها الخط إذا كان صدوره تلقائياً[٣].

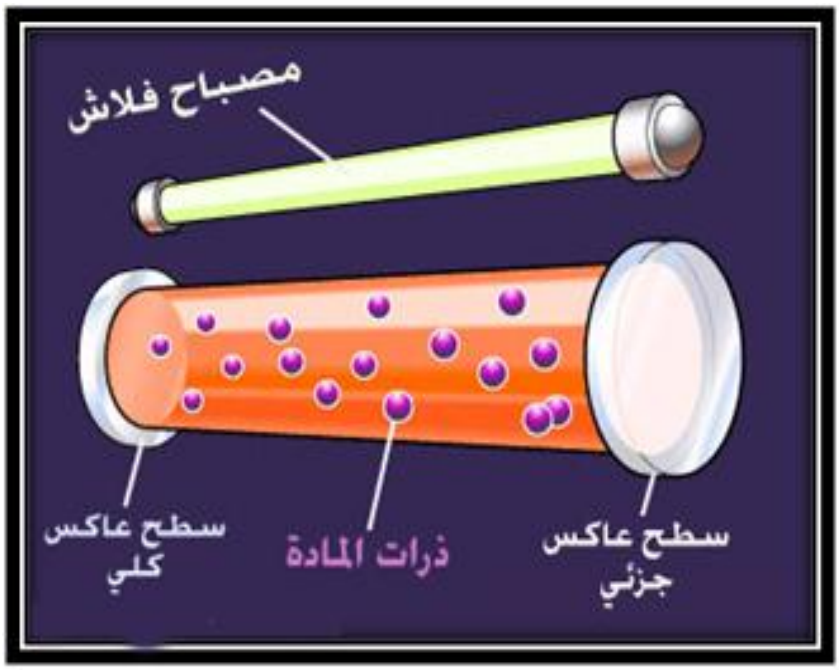
وهو أيضاً عبارة عن مصدر ضوء فلاش وساق من الياقوت ومرآتين مثبتتين على طرفي الساق، إحدى هاتين المرآتين لها مقدار انعكاس ٩٠٪ كما هو موضح بالشكل رقم (١٥٩) لمعرفة مكونات ليزر الياقوت. يعتبر المصدر الضوئي مسئولاً عن عملية الضخ وساق الياقوت هو مادة إنتاج الليزر، كما يتضح فى شكل (١٦٠) فرق جهد عالي يعمل على تزويد الفلاش بالطاقة الكافية لتوليد ضوء ذى شدة عالية ولفترة زمنية قصيرة، هذا الضوء يعمل على إثارة الذرات في بلورة الياقوت إلى مستويات الطاقة الأعلى، كما يبين شكل (١٦١) انطلاق بعض ذرات فوتونات، ويتضح فى شكل (١٦٢) إنطلاق الفوتونات بموازاة محور ساق الياقوت لتصطدم بالمرآة وتنعكس إلى داخل الياقوت عدة مرات لتستحث إلكترونات أخرى لتطلق فوتونات، كما يوضح شكل (١٦٣) الفوتونات بطول موجي واحد في حزمة تعبر من المرآة لتعطي ضوء الليزر.

---

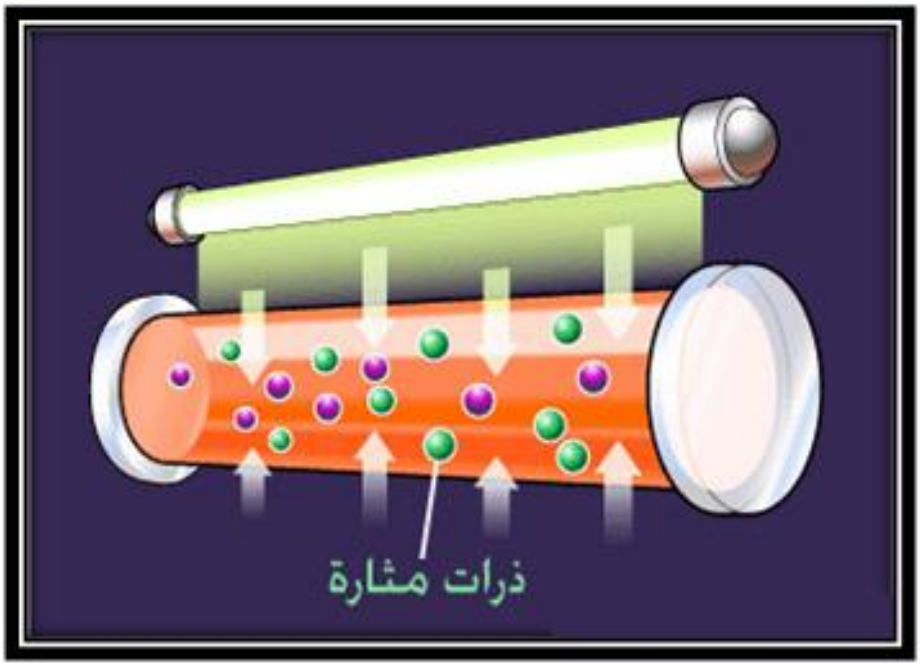
(١) أسامة طه صالح، محمد عبد المنعم طحمير: مرجع سابق.

(٢) جيمس ريتشارد، فرانسيس وستون سيرز وآخرون: مرجع سابق.

(٣) المرجع السابق.



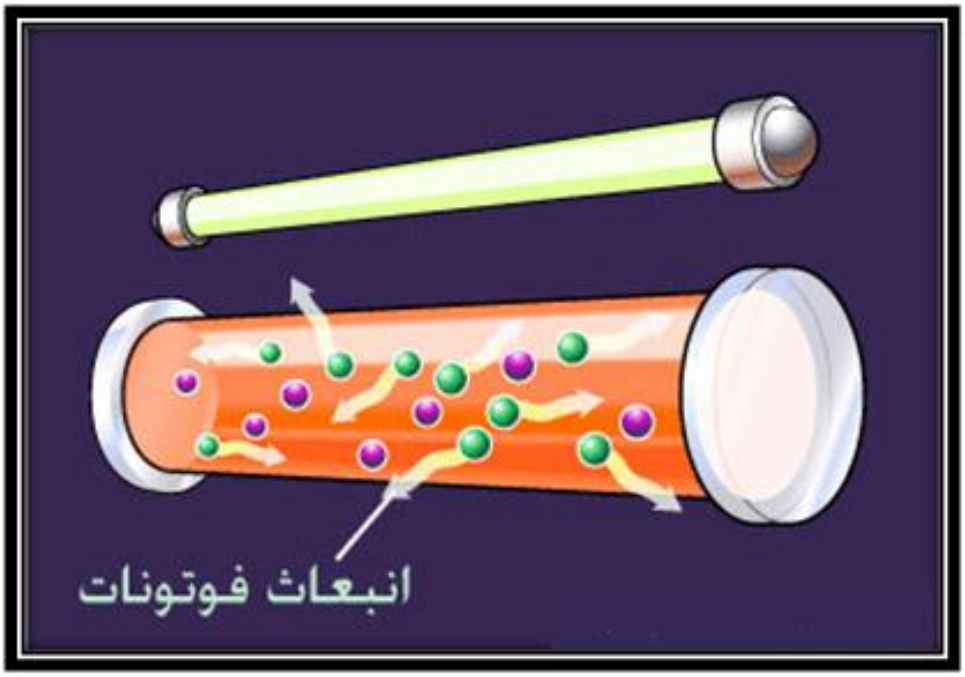
شكل (١٥٩) [1]يبين مكونات ليزر الياقوت



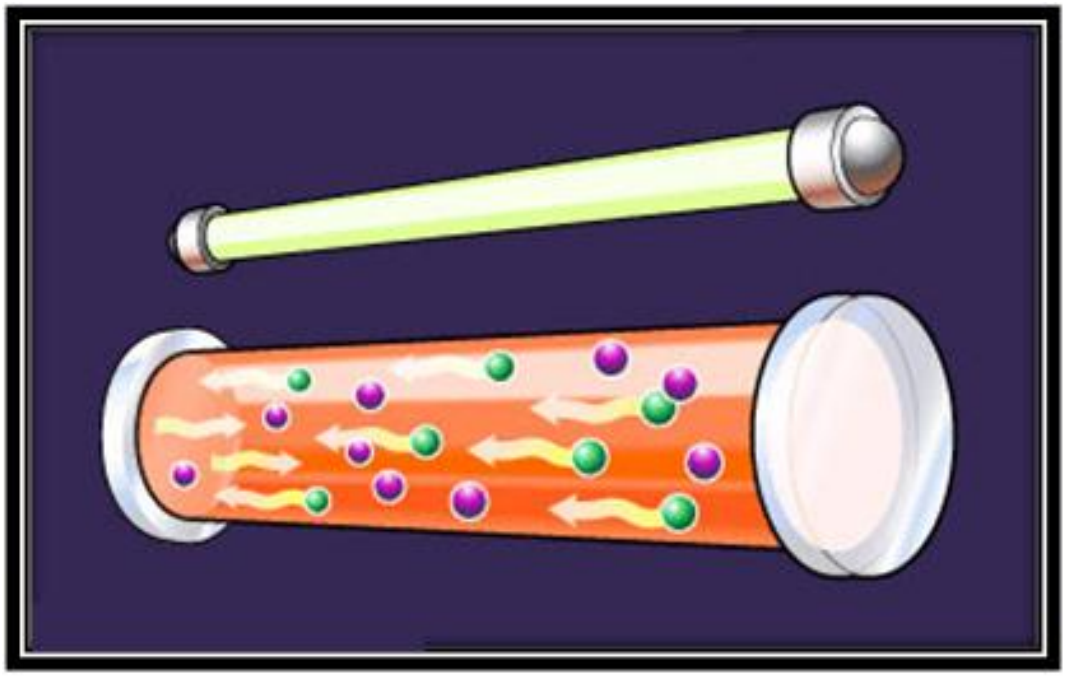
شكل (١٦٠) [2] يوضح فرق جهد عالي يعمل على تزويد الفلاش بالطاقة الكافية لتوليد ضوء ذى شدة عالية ولفترة زمنية قصيرة. هذا الضوء يعمل على إثارة الذرات في بلورة الياقوت إلى مستويات الطاقة الأعلى.

(1) http://www.hazemsakeek.com.9-8-2011-4.A.M

(٢) المرجع السابق



شكل (١٦١) [١] يوضح انطلاق بعض ذرات فوتونات

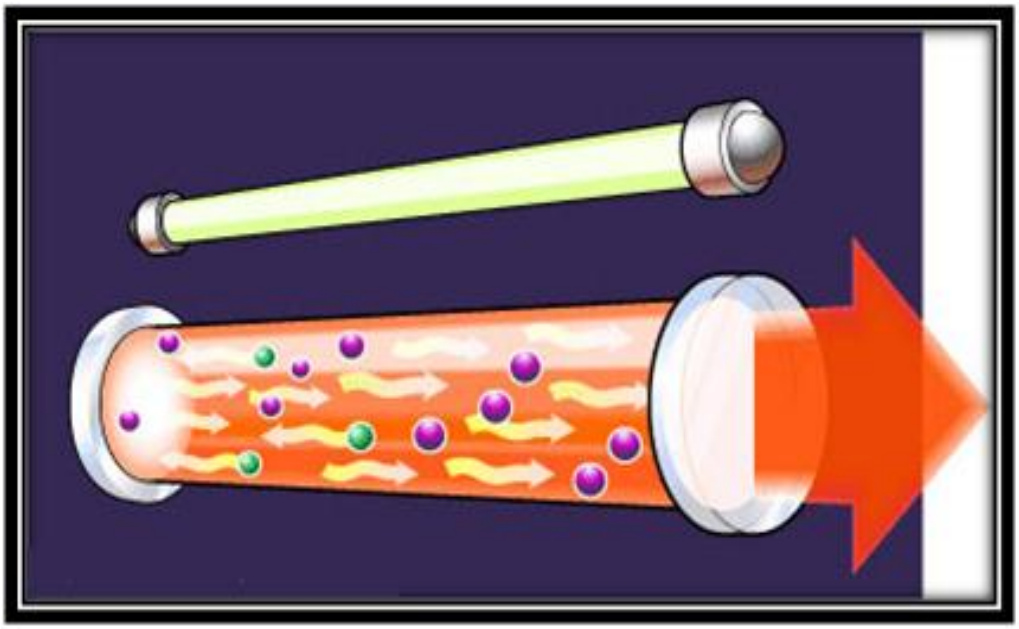


شكل (١٦٢)[٢] تنطلق الفوتونات بموازاة محور ساق الياقوت

لتصطدم بالمرآة وتنعكس إلى داخل الياقوت عدة مرات لتستحث إلكترونات أخرى لتطلق فوتونات.

(١) المرجع السابق.

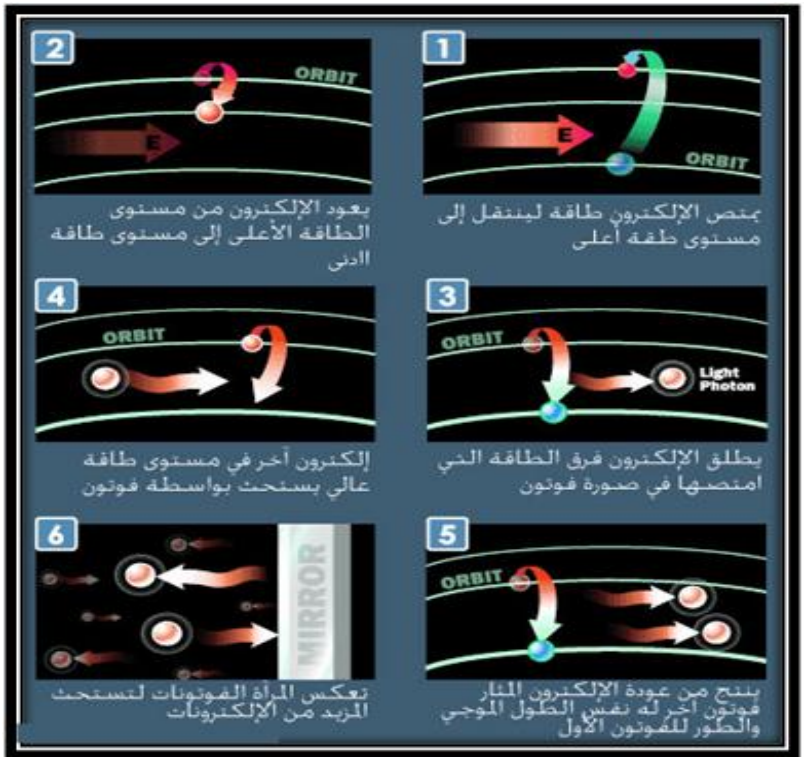
(٢) المرجع السابق.



شكل (١٦٣) [١] يوضح فوتونات بطول موجي واحد في حزمة تعبر من المرآة لتعطي ضوء الليزر.

٣ـ نظام ليزر ثلاثي المستويات:

و يوضح شكل رقم (١٦٤) تفاصيل عملية إنتاج الليزر من خلال نظام ذى عددة مستويات للطاقة كما هو موضح .



شكل (١٦٤) [٢] "تسلسل مراحل إنتاج شعاع ليزر"

---

(١) المرجع السابق.

(٢) المرجع السابق.

ـ استخدامات وتطبيقات الليزر:

أولاً: استخدامات الليزر:

يستخدم الليزر حاليا في مجالات متعددة كاستعمالها في الأقراص المدمجة، وفي صناعة الإلكترونيات وقياس المسافات بدقة – خاصة أبعاد الأجسام الفضائية – وفي الاتصالات. كما تستخدم أشعة الليزر في معالجة بعض أمراض العيون؛ حيث يتم تسليط أشعة ليزر عالية الطاقة على شكل ومضات في نقطة معينة في العين لزمن قصير، أقل من ثانية، ومن أمراض العيون التي يستخدم فيها الليزر[1]:

- اعتلال الشبكية السكري.
- ثقوب الشبكية.
- انسداد أو تخثر الوريد الشبكي.
- الزرق (ارتفاع ضغط العين).
- عيوب الانكسار الضوئي في العين(طولأ وقصر النظر واللابؤرية).
- انسداد القنوات الدمعية.
- بعض الأورام داخل العين.
- عمليات التجميل حول العين.
- حالات اندثار البقعة الصفراء.

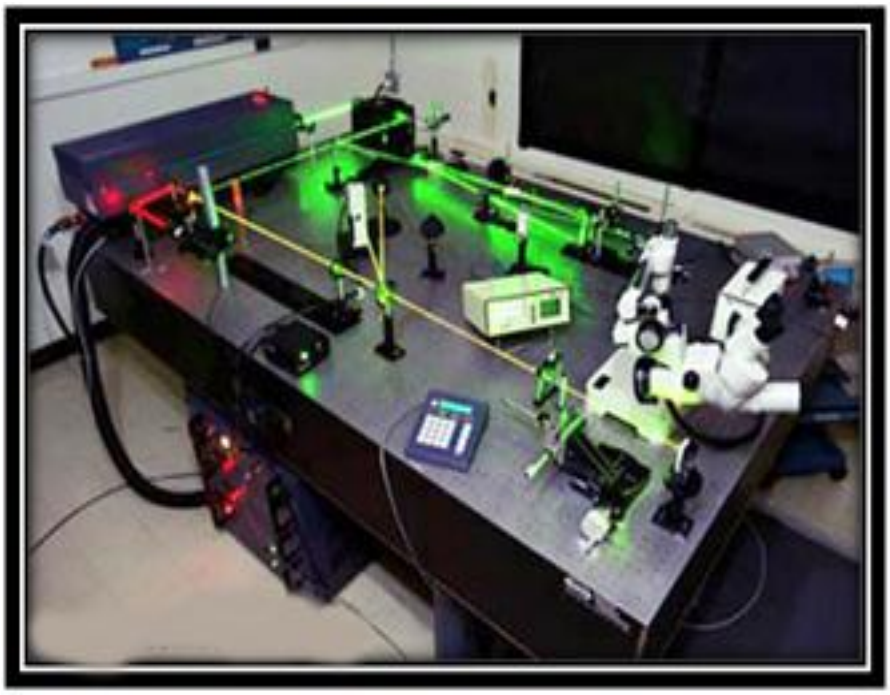
كما يستخدم الليزر في العمليات الجراحية مثل جراحة المخ والقلب والأوعية الدموية والجراحة العامة واخترع جهاز الليزر الذي يطلق الأشعة وحيدة اللون والاتجاه، ويمكن أن تتركز بدرجة عالية بوساطة عدسة محدبة. كما أن هناك الكثير منالمواد القادرة على إطلاق أشعة الليزر منها المتجمدة (الياقوت الأحمر وزجاج النيوديميوم)، والغازية (الهيليوم والنيون والزينون)، مواد شبه موصلة (زرنيخ والجاليوم وانتيمون الإنديوم).

ثانياً: تطبيقات استخدامات الليزر في حياتنا:

دخلت أشعة الليزر في العديد من المنتجات التكنولوجية فتجدها عنصراً أساسياً في أجهزة تشغيل الأقراص المدمجة، أو في آلات طبيب الأسنان، أو في معدات قطع ولحام الحديد، أو في أدوات القياس، وغيرها من المجالات، ويوضح شكل (١٦٥) مختبر أبحاث يستخدم في شعاع الليزر الذى يقوم بتطبيق ذاك جميع العمليات التطبيقية لها .

---

(1) http://www.hazemsakeek.com. 9-8-2011-4.A.M



شكل (١٦٥)[١]

مختبر أبحاث يستخدم في شعاع الليزر

فأستخدام في مجالات عديدة أيضاً نذكر منها على سبيل المثال:

١. الاتصالات السلكية واللاسلكية وخاصة اتصالات الفضاء Communi Space
٢. الأبحاث العلمية عن المواد المختلفة Materials Research
٣. دراسة علوم الطبيعة الذرية Atomic Physics
٤. دراسة الظواهر الضوئية الأساسية Basic Optics Phenomena
٥. إجراء العمليات الجراحية الطبية Medical Surgery
٦. لحام وقطع وتثقيب المعادن Welding, Drilling and Cutting
٧. أعمـال السجلات المدنية والتعرف على البصمات وتحقيق الشخصية[٢].

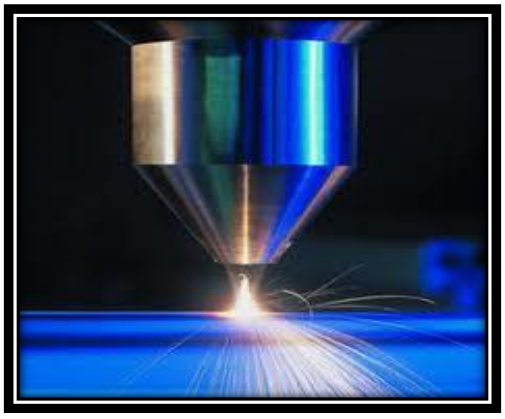
- كما توضح الباحثة شكل ماكينات الليزر الحديثة المستخدمة فى تطبيقات الليزر الحديث، كما يتضح فى شكل رقم (١٦٦)، كما يتضح فى شكل رقم (١٦٧) ماكينات الليزر الحديثة فى تطبيقاتها بالليزر الحديث .

(1) http://www.hazemsakeek.com. 9-8-2011-4.A.M
(2) http://www.hazemsakeek.info/vb/showthread.php?2563-%CA%DA%D1%ED%DD-%C7%E1%E1%ED%D2%D1 7-8-2011-12.A.M

شكل(١٦٦) [١] يوضح ماكينات الليزر الحديثة المستخدمة فى تطبيقات الليزر الحديث.

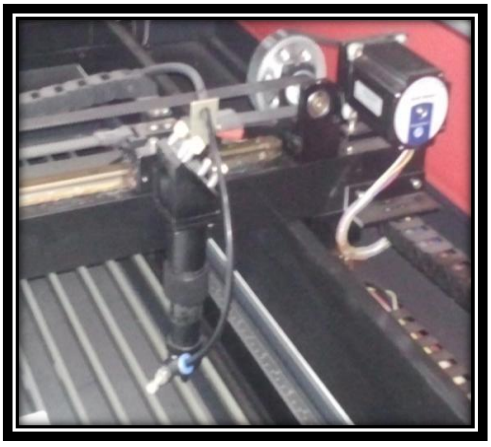
شكل(١٦٧) [٢] يوضح ماكينات الليزر الحديثة فى تطبيقاتها بالليزر الحديث.

- كما توضح الباحثة بعض الأجزاء التفصيلة لماكينات الليزر الحديثة كما تتضح بالأشكال أرقام[٣] ١٦٨ : ١٧١



شكل(١٦٨)

شكل(١٦٩)



شكل(١٧٠)

شكل(١٧١)

(1) http://www.hazemsakeek.com. 9-8-2011-4.A.M

(2- 3) المرجع السابق

ملخص الفصل الرابع

لقد قامت الباحثة في هذا الفصل بدراسة موضوع تاريخ الليزر العلمى، حيث تناولت التطور العلمي والتكنولوجي لإمكانات الليزر فى العصر الحديث، حيث استخدم الكثير من العلماء أشعة ضوء الليزر فى العديد من التطبيقات العلمية والفيزيقية (نظريات علمية) .

وقد كان استخدام خامات مستحدثة بتقنيات ذات درجة من الصعوبة مجالاً لإتاحة تغير المفاهيم خاصةً فى الأعمال الطباعية التكنولوجة، والقدرة على إثارة المواقف المتعددة؛ فتأثر البعض من الفنانين باستخدامات ضوء الليزر كوسيط تشكيلى فى إنتاج صيغ لتعبيرات جديدة فى مجال الفنون التشكيلية؛ فالليزر لا يزال سبباً فى تغير الكثير من المفاهيم الفنية، والتي أدت إلى تغيير فى الصياغات التشكيلية التي اعتاد الفنان أن يستخدمها فى الماضى، فأثار اكتشاف الليزر اهتمام مجالات علمية وتكنولوجية مختلفة، ومن بينها مجال النحت، والحفر على الزجاج وغيرها ....، فيتناول هذا الفصل شرحاً تفصيلياً لإيضاح معني الليزر، وتاريخ اكتشافه، كما يتناول الفصل العناصر الأساسية فى تكوين أشعة الليزر من حيث الأجهزة، وأشكالها وأحجامها وطاقاتها المختلفة، إلا أن أساسيات تصميمها واحد والتى تتوافر فيها ثلاثة عناصر رئيسية هى الوسط المادي، مصدر الطاقة،المرنن .

ثم يقوم هذا الفصل بعرض فكرة عمل الليزر، وطريقة انبعاثه، وأهم الخصائص المميزة لأشعة الليزر، وأنواع الليزر من حيث تكوين المصدر، وطبيعة الانبعاث، والطول الموجي، ثم تحدث الفصل عن علاقة الذرة بالليزر، ومالفرق بين الضوء العادي وضوء الليزر، ثم أهم استخداماته، ومكونات الليزر من خلال شرح انبعاث الليزر الياقوتى و ليزر الهليوم – نيون الغازى، وليزر ثلاثي المستويات.

وقد رأت الباحثة أنه من المهم الحديث عن الذرات ومستويات طاقاتها وسلوكها؛ وذلك لأنه لم يكن من اليُسير تصور أو إدراك هذا المصدر الضوئى الهام بدون التحُديث عن المعلومات الأساسية عن الذرة وما يتعلق بها، كما تناول هذا الفصل استخدامات وتطبيقات الليزر فى حياتنا اليومية.

* **تمهيد:**

يمكن استخدام ماكينات الليزر فى تشكيلات متعددة وثراء فنى متنوع كما أنها ترتبط بالخامة فى تنوعها وتراكيبها النسجية وتثرى الأعمال الفنية، كما أن تنوع طرق تطبيق حساسية ضوء الليزر على المنسوجات المختلفة يتيح إمكانات متعددة تتلائم مع المراحل الفنية المختلفة وتبرز قيم فنية وجمالية عديدة، وكذلك تفتح أفاقا جديدة لعمليات الإبداع فى زخرفة المنسوجات من خلال المعالجات الفنية لعناصر وأسس التصميم وكيفية تطبيقها باستخدام حساسية ضوء الليزر.

"إن عناصر التصميم هي مفردات لغة الشكل التي يستخدمها الفنان وهي تعتبر العناصر الأولية لأشكال الطبيعة، وهي النقطة، والخط، والشكل والأرضية، والفراغ، والملمس، واللون، وهي في جوهرها مثيرات فيزيائية لحاسة الإبصار، تنشأ عن تفاعل الضوء مع مادة الشكل لتعكس قيماً مختلفة من النور والظل واللون تمر خلال العين لتحدث الرؤية"[1].

تلك العناصر التصميمية عندما تتفاعل تظهر بدرجة أكبر عند توظيف تلك الإمكانيات والفعاليات تظهر بدرجة أكبر عند توظيف العناصر في علاقات تكنولوجية حديثة، فالعلاقات بين عنصر وآخر تعنى إحداثاً وتغيرات، تفصح عن صور جديدة وكيفيات تحولها وفاعلياتها الجمالية في الإدراك مما يطلق عليه الأسس الجمالية للتصميم.

وكما تركزت الأسس الجمالية للتصميم حول مفهوم القيم الجمالية نجد الأسس الإنشائية قد تركزت حول الكيفيات الإجرائية لتحقيقها، وهي كيفيات ترتبط بضرورة الوعي بعمليات الإدراك البصري من جانب وبالممارسة العملية في إنشاء العلاقات من جانب آخر وهما جانبان يكمل كل منهما الآخر[2].

وفيما يلي سوف يتم التعرض لكيفية تطبيق عناصر وأسس التصميم من خلال إمكانات تكنولوجية حديثة وكيفية تطبيقاتها بماكينات الليزر مؤثراً في التصميم الطباعي، وهي: (النقطة — الخط — الشكل والأرضية — الفراغ — ملامس السطوح) وقد قامت الدارسة ببعض الأعمال التجريبية التي توضح بطريقة عملية من خلال الحفر بالليزر لكل منها.

---

(1) إيهاب بسمارك الصيفي: "الاسس الجمالية والإنشائية للتصميم، فاعليات العناصر التشكيلية "، الكاتب المصرى للطباعة والنشر، بدون سنة نشر، ص١١٦.

(2) إيهاب بسمارك الصيفي: المرجع السابق، ص ١٥١–١٥٧ .

▪ أولاً: الأبعاد التقنية على القالب الطباعى بالليزر:

حدثت تطورات فنية عظيمة فى العصر الحديث، ولأول مرة فى تاريخ الفنون نجد أن المفهوم التشكيلى للفن يخضع لتأثير العلم والاكتشافات الحديثة، كما كان لاختراع الكاميرا أو آلة التصوير الضوئى وتقارب إنتاجها للتصوير الطبيعى رد فعل عنيف للأوضاع الاكاديمية. ولحدوث حركة التقدم العلمى والفلسفى، والبحث فى جذور الحضارات الأولى[١].

فقد سعى فنانو الحفر والطباعة فى محاولات متعددة لتطوير وتحديث هذا الفن، وذلك عن طريق البحث بوسائل حديثة متقدمة لملاءمة هذا التقدم وهذا التطور، ودون الاعتماد على نقل الملامح فقط، فلابد للعمل الفنى أن يمتزج بشخصية وروح الفنان الإبداعية.

وبالرغم من بساطة الأشكال فى ذلك العصر، إلا أنها تتسم بعمق الفكرة، ومحاولة الفنان الغوص فى أعماق النفس البشرية فلقد كانت الحركات الفنية التشكيلية بمثابة حركات تمرد متوالية على المثالية البرجوازية ذات الذوق الهابط والمتمثل فى الفن الأكاديمى. فلقد كانت مثالية الطبقة الحاكمة هى السائدة فى المجتمعات، فاتخذ هذا التمرد صوراً فردية أو جماعات صغيرة، وتلك هى بداية الاتجاهات الفنية الحديثة فظهرت الكلاسيكية الجديدة ومن بعدها الرومانتكية إلخ. كما أن تعدد المدارس الفنية كالرومانتكية ثم الواقعية والانطباعية ثم الوحشية والتعبيرية والتكعيبية فى القرن العشرين، فكانت هذه أسماء أطلقها عليهم النقاد ثم صارت بعد ذلك ألقاباً للفنانين[٢].

ولو تأملنا فى تعاقب التغيرات فى طراز الأزياء الرسمية من بلاط لويس الرابع عشر حتى الوقت الحاضر، فنجدها تتجة للبساطة الشديدة؛ فقد مضى استعمال الملابس المزخرفة والفضفاضة والمتعددة النسيج وبما تحتويه من تطوير وتفاصيل كثيرة، وأصبحت الأزياء التى يلبسها الرجال خالية من الزخارف والألوان إلى حد كبير، كما أصبحت أزياء المرأة بسيطة وأقل فى زخرفتها بكثير من عصر الباروك[٣].

ولتنفيذ اللوحة المحفورة هناك خطوتان أساسيتان[٤]:

١- الخطوة الأولى:

وهى رسم أو تصميم اللوحة المراد تنفيذها.

---

(١) نعمت إسماعيل علام، ١٩٧٨م: فنون الغرب فى العصور الحديثة، دار المعارف، ص ١١.

(٢) رمسيس يونان: محيط الفنون،مكتبة مصر، صـ٤٠٤.

(٣) توماس مونرو، ترجمة محمد على أبو درة: التطور فى الفنون، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ١٩٧٢م، ص ٢٣٢.

(٤) فتحي أحمد محمود: فن الحفر المصري، مرجع سابق، صـ٨.

٢- الخطوه الثانية:

وهى اجراء عملية الحفر لطباعة واختيار نوعيتها وطرقها حتى الحصول على النسخة المطبوعة.

ولنبدأ بالخطوة الأولى: وهى الرسم أو التصميم design، وهذا ملك الفنان وحده، ومن خلاله يصب أفكاره وما يتخيله من أشكال له، وفيه يحدد الفنان الأسلوب والشكل الذى اختاره واهتدى إليه ملاحظاً قوانين اللوحة التشكيلية.

أما الخطوة الثانية: وهى الخاصة بتنفيذ العمل الفنى حفرا وطباعة ليحصل الفنان على أكبر عدد من المستنسخات المطلوبة لهذا العمل ونحن نعرف الآن أن الطباعة هى من الأمور الحيوية والجوهرية فى حياة فنوننا الثقافية وكذلك فى النواحى التجارية والاقتصادية بل والحياة الانسانية، وهى لهذا تخدم التقدم العام وإذا فكرنا فى معطيات الطباعة لنا فى كل لحظة، وإذا نظرنا لكل المتطلبات المطبوعة نجد أن هذا الفن يعطينا الكثير سواء فى مجال الصحافة أو المجلات أو المطبوعات أو النقود أو الكتب أو الطوابع أو الملصقات او حتى المطبوعات.

- أثر التطور التكنولوجي في فنون الحفر والطباعة:

إن الخامة هى المادة الأولية التى لم تجُر عليها عمليات التشكيل والتشغيل[١]، والخامات طبيعية كانت أو صناعية هى المادة الخام أو الوسيط التشكيلى الذى يستخدمه الفنان كوسيط للتعبير عن أفكاره، كما يمكن أن تكون مصدر الهامه، فبالرغم من جمود الخامة أحياناً إلا أنها ربما تنطلق بقيم جمالية وتشكيلية، يستشعرها الفنان ويؤكد عليها، فهى تعكس رؤيته وأفكاره من خلال مقومات وأدوات وتقنيات عصره الحضارية، وفى هذا العصر _ عصر التكنولوجيا _ قد احتلت الخامات المستخدمة مكاناً بارزاً فيه إلا أن الخامات الطبيعية كانت ومازالت ذات قيم جمالية لا يمكن الاستغناء عنها مطلقاً ولكن يمكن تطويعها باستخدام التقنيات الحديثة.

الخامة والشكل والتقنية هى طاقات تعبيرية فى حد ذاتها، دون وجود موضوع مباشر، وتوظيف التقنية جمالياً وتعبيرياً دون وجود موضوع مباشر، لا يعنى عدم وجود موضوع للعمل الفنى على الإطلاق، بل هناك رؤية ما تستلهم وتتخذ من خلال نظام التقنية المرتبطة بطبيعة الخامة كوسيط تشكيلى أو محاولة عكس الفكر السائد فى استخدام تقنية تصلح لخامة بعينها، فى حين نجد خامة أخرى لا تعتبر هذه التقنية من ضمن مقوماتها المتعارف عليها تشكيلياً. ويوضح هذا المدى الكبير فى العلاقة الإيجابية بين الخامات والتقنيات[٢].

ويتم ذلك من خلال استخدام الآلات التكنولوجية الحديثة مثل أجهزة الحفر باستخدام الليزر الحديث.

---

(١) معجم ألفاظ الحضارة الحديثة ١٩٨٠ م : مجمع اللغة العربية، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية _ مصر ، صـ ٥٧ .

(2) -WWW.KAU.EDU.SA\Files\0009179\Researches\49282_20085.doc2009\5\12.

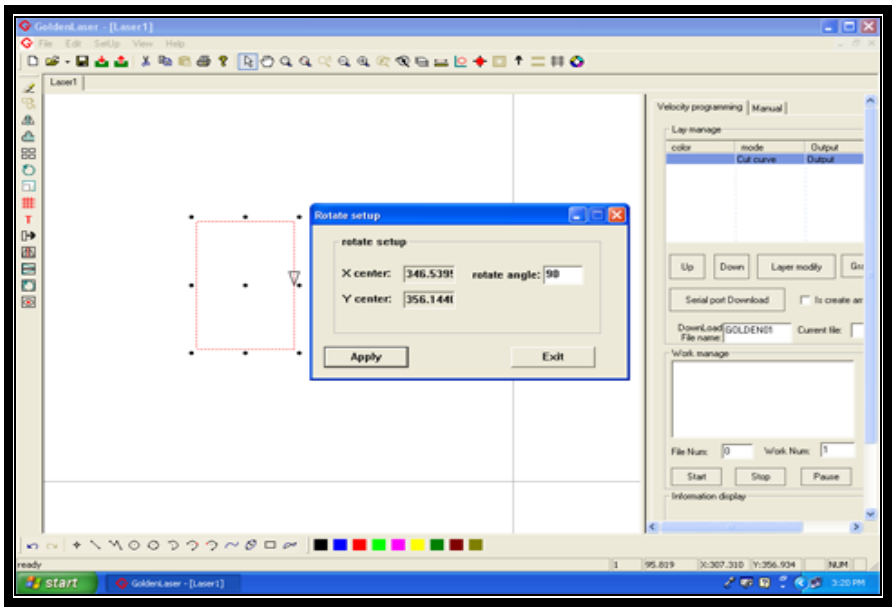
- **رؤية تشكيلية حديثة لتقيات فن الحفر باستخدام الطرق التكنولوجية الحديثة:**

إن آله الحفر باستخدام الليزر هى أحد أنواع وحدات الإخراج المتصلة بالحاسوب، وتشبه طابعة الورق الحبرية printer ink jet، وهى متوافقة للعمل مع أنظمة التشغيل المختلفة، ولتشغيلها يجب تنصيب البرنامج الخاص بها أولاً على الحاسوب، والذى يشبه كذلك خطوات تثبيت طابعات الحبر المعتادة، ويتم نقل المعلومات من ذاكرة الحاسوب إلى ذاكرة آلة الحفر من خلال كابل usp.

ويفتح ملف التصميم المراد طباعته من خلال البرنامج الملحق بجهاز الحفر، والذى يقوم بعمل مسح ضوئى للتصميم من خلاله (بالرغم من وجود ملف التصميم فى ذاكرة الحاسوب)، لضبط بعض الإعدادات المطلوبة للحفر.

حيث نبدأ بتحديد اسم أخر للتصميم الذى نريد تنفيذه، فقيم التصميم الرقمية سوف تتغير عن التصميم الأصلى وكذا أبعاد العمل، وبالضغط على الأيقونات التى فى القائمة المحددة فى الإعدادات، وتظهر لنا عدة اختيارات كما يلى:

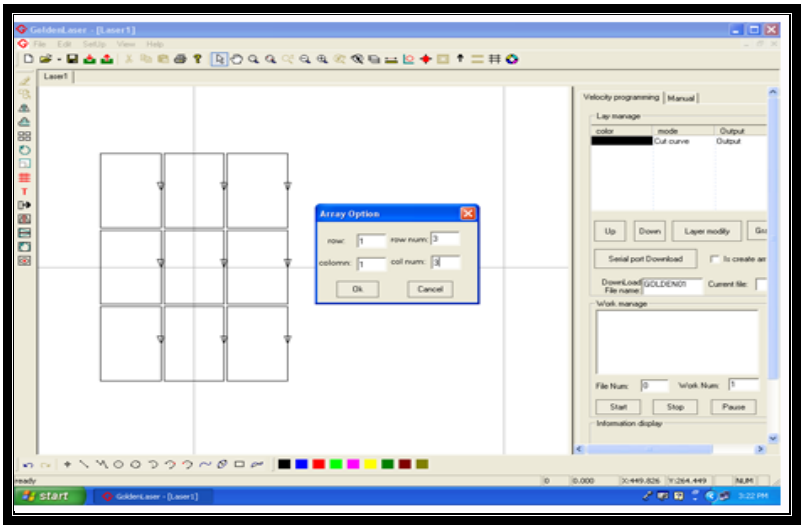
١- **أيقونة اتجاه التصميم ومقاسه**: تظهر لنا عدة اختيارات من خلال هذه الأيقونة لتحديد مقاسات التصميم الطولى والعرضى واتجاه النصوص المكتوبة والرسم المحفور من كونها معكوسة أو مقلوبة. الخ، وهذا الاختيار ضرورى جداً مع التصميمات التى تحتوى على كتابات نصية مقروءة فحفرها باتجاه معاكس يجعلها تبدو وكأنها معكوسة على سطح مرأة كما هو مبين بالشكل رقم (١٧٢).



شكل رقم (١٧٢) يبين إعداد مقاس التصميم الطولى (١)
والعرضى واتجاه التصميم

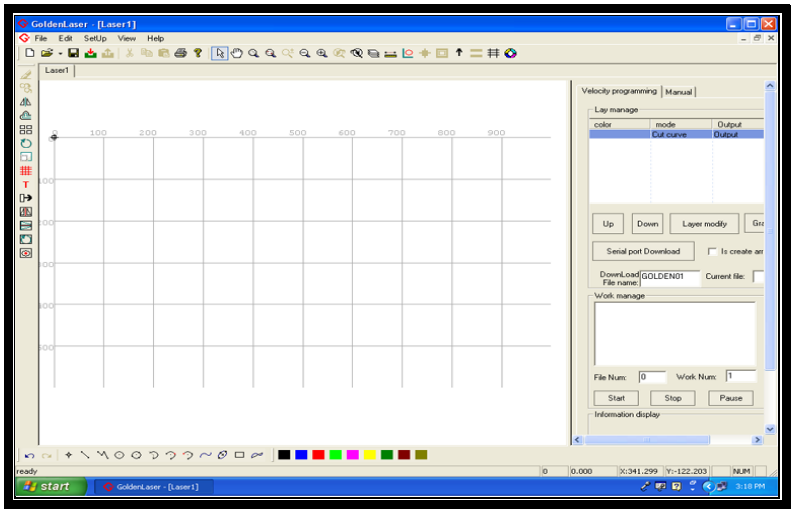
(١) corel DRAWX7(64-Bit): Windows 98 ،xp ،2000 ،2007 ،2010

٢ـ أيقونة تهيئة التصميم: بالضغط على الأيقونة السابقة تظهر لنا النافذة مرتبطة بها، تحوى عدة اختيارات لكيفية قراءة البرنامج للتصميم (التعرف عليه)، فآلة الليزر تتعامل مع الصور والتصميمات كطابعة باللونين الأبيض والأسود، حيث تقوم ذاكرتها بتحويل الصور إلى صور نقطية بدرجات الرماديات أو متعددة الألوان فهى تستنسخ الصور من خلال تحويلها إلى قصاصات Cliparts للمساحات اللونية والنصوص، ومن خلال الشدة اللونية لكل جزء، تحديد كمية الطاقة اللازمة لحفره على أساس درجة عمق الحفر، فبالضغط على الأيقونة السابقة تظهرعدة اختيارات لكيفية قراءة البرنامج للتصميم كما هو مبين بالشكل رقم (١٧٣).



شكل رقم (١٧٣) [1] يبين إعداد استنساخ الصور من خلال تحويلها إلى قصاصات للمساحات اللونية والنصوص.

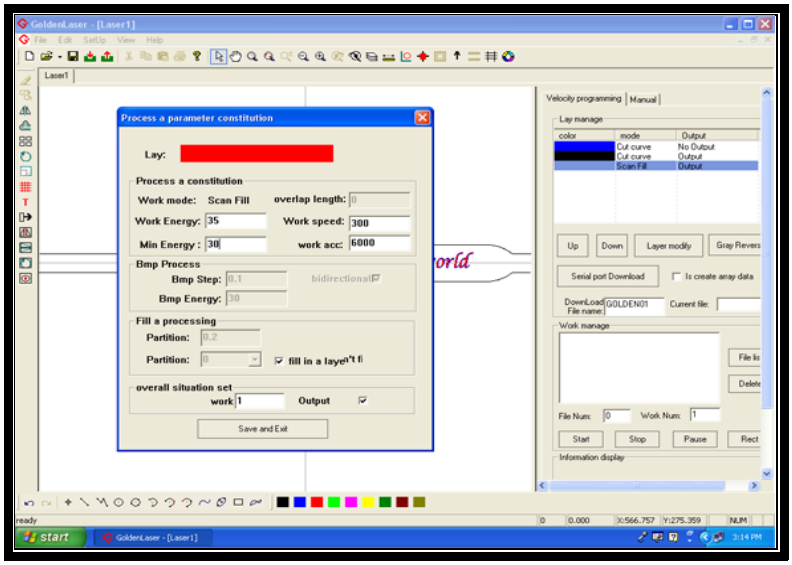
٣ـ طرق الإعدادات:



شكل رقم (١٧٤) [1] يبين إعداد شكل الصفحة التى من خلالها نقوم بالضغط على القوائم المراد تنفيذها

([1]) corel DRAWX7(64-Bit): Windows 98 ،xp ،2000 ،2007 ،2010 .

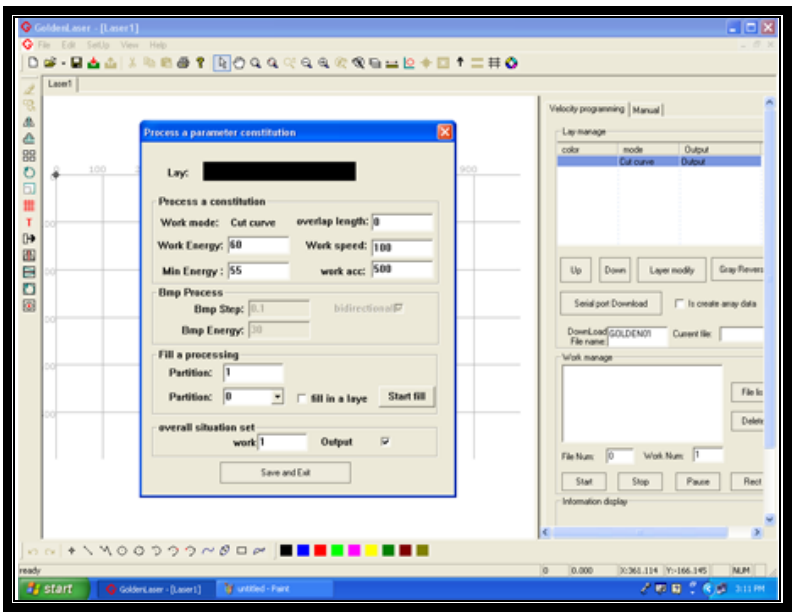
١- من خلال التحكم فى **إعدادات العمل الفنى يمكن تحديد عمق الحفر للتصميمات** التى توضح باللون الاحمر وكذا التأثيرات الملمسية لهذه الخامات، وذلك من خلال النوافذ التالية والتى تظهر بها الأيقونات، وكذا أماكن التحكم فى درجاتها، كما يوجد عدة اختيارات لدرجات الحفر، ولكن أفضلها وأكثرها عمقاً تستغرق وقتاً أطول والعكس صحيح، واختيار الإعدادات التلقائية تؤدى إلى سرعة نقل الملفات وهذا يقلل من الوقت مع قلة الجودة والذى يوضحه الشكل رقم (١٧٥).



شكل رقم (١٧٥) [(١)] يبين إعداد شكل كيفية تحديد درجات الحفر المراد تنفيذها

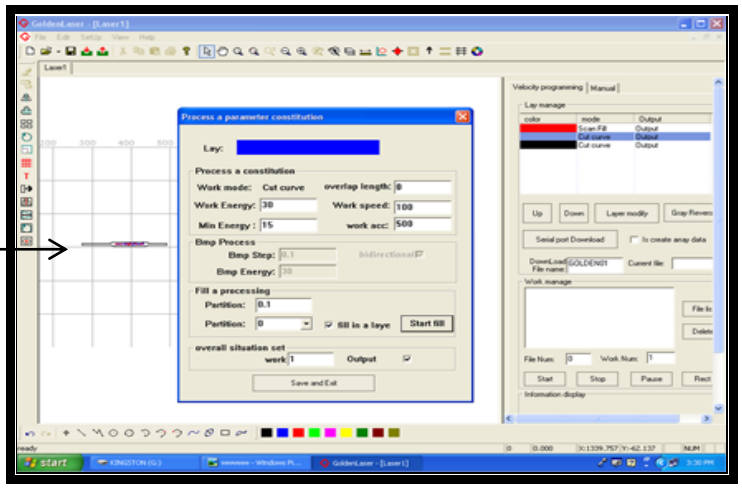
٢- من خلال التحكم فى إعدادات شكل العمل الفنى الذى يمكن تحديد **درجة القطع فى الخامة للتصميم التى توضح باللون الأسود** وكذا التأثيرات الملمسية لهذه الخامات، وذلك من خلال النوافذ التالية والتى تظهر بها الأيقونات وكذا أماكن التحكم فى درجاتها والذى يوضحه الشكل رقم (١٧٦).

(1) corel DRAWX7(64-Bit): Windows 98 ،xp ،2000 ،2007 ،2010 .



شكل رقم (١٧٦) [١] يبين إعداد شكل كيفية تحديد درجات القطع المراد تنفيذها

٣- من خلال التحكم فى إعدادات شكل العمل الفنى الذى يمكن تحديد **درجة رسم التصميم التى توضح باللون الأزرق** وكذا التأثيرات الملمسية لهذه الخامات، وكذا أماكن التحكم فى درجاتها والذى يوضحه الشكل رقم (١٧٧):



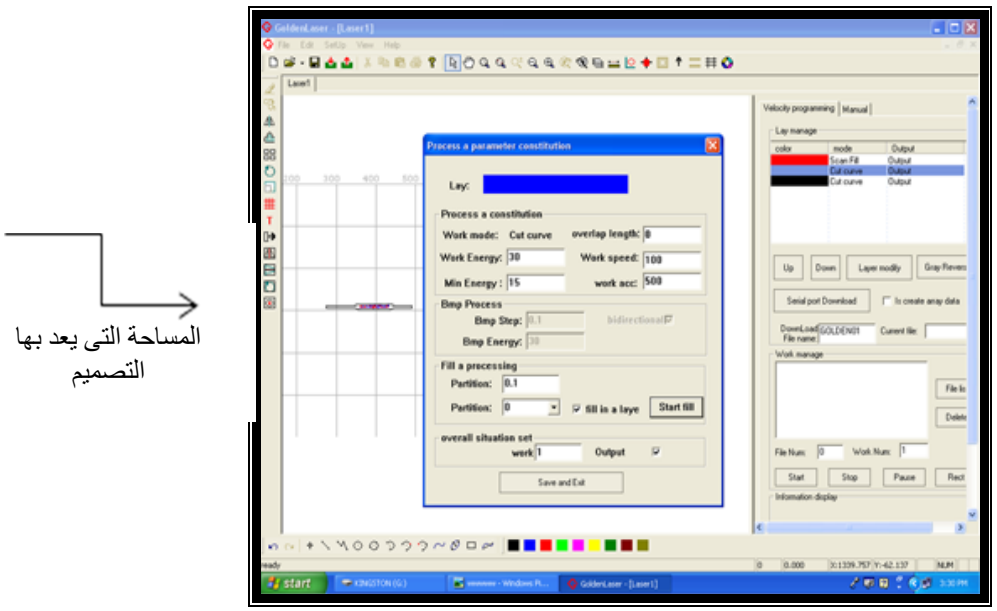
شكل رقم (١٧٧) [٢] يبين إعداد شكل كيفية تحديد درجات الرسم المراد تنفيذها

٤- **أيقونة الطاقة** Power Setting: والتى تحدد قوة طاقة الليزر من صفر: ١٠٠٪ بالنسبة لكل لون فى التصميم فشعاع الليزر عبارة عن نبضات نسبية، وهذه النسبة تمثل مدة بقاء الليزر على

([1]) corel DRAWX7(64-Bit): Windows 98 ،xp ،2000 ،2007 ،2010 .

([2]) المرجع السابق .

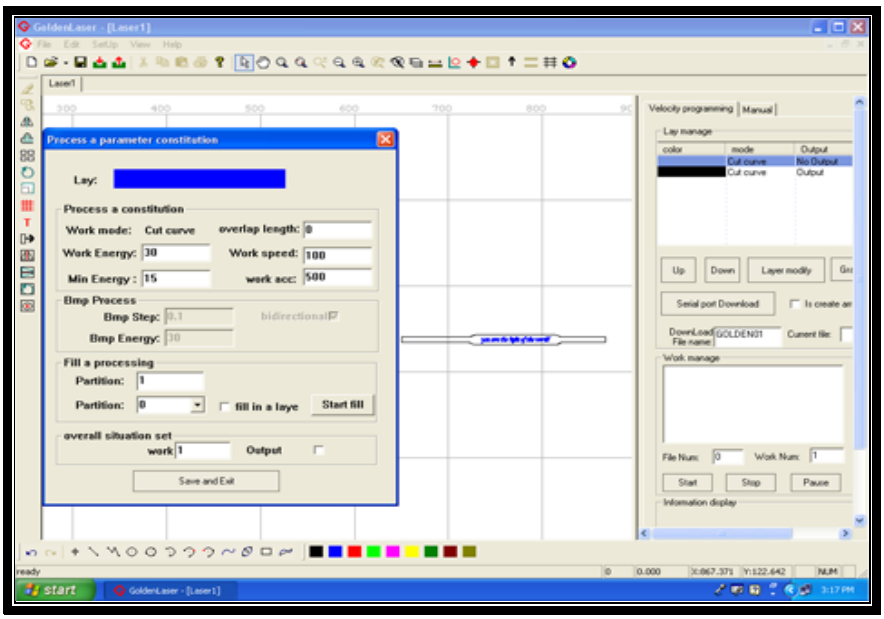
المساحة المحددة، ودرجة الحرق والتى يعزى إليها درجة عمق الحفر كما هو محدد فى المكان المخصص لتحديد درجة الطاقة التى توضح فيها على القماش ٣٠ درجة كما هو موضح بالشكل رقم (١٧٨).



شكل رقم (١٧٨) [١] يبين إعداد شكل تحدد قوة طاقة الليزر المراد تنفيذها

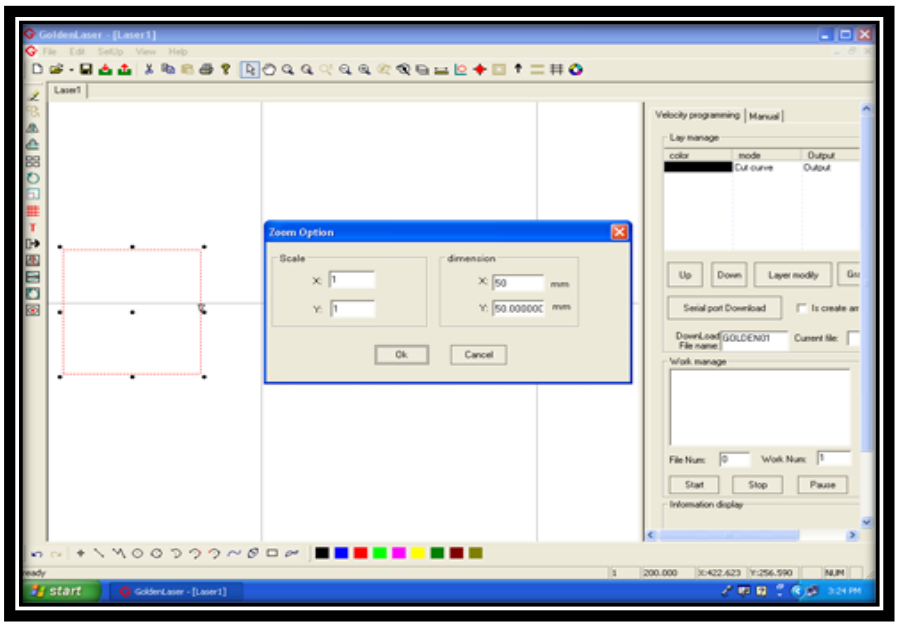
٥- **أيقونة ضبط السرعة** Speed Setting: تحدد مدى سرعة ونظام الحركة فى شكل نسبة مئوية من ١ : ١٠٠٪ من الحد الأقصى لسرعة الليزر، والوقت الفعلى الذى يستغرقه الحفر أو القطع يعتمد على حجم التصميم وتحديد مدى عمق الحفر فالطاقة الأعلى والسرعة الأبطأ تستخدم لإنتاج حفر أعمق أو قطع تام، فحفر أو قطع الأجزاء ذات المساحات الصغيرة والعمق الأقل تتم بسرعة أكبر بالمقارنة مع الأجزاء ذات المساحات الكبيرة أو أكثر عمقاً حيث تكون السرعة أقل، وإذا قمنا بضبط الإعدادات بدرجة سرعة معينة لتصميم محدد وكانت هذه السرعة لا تلائم مساحة الحفر المحددة، فإنه سوف يتم تلقائياً ضبط السرعة إلى السرعة القصوى التى يمكن تحقيقها كما هو موضح بالشكل رقم (١٧٩)، فعلى سبيل المثال عند قطع دوائر أو منحنيات فإن حركة الليزر تبطئ تلقائياً.

([1]) corel DRAWX7(64-Bit): Windows 98 ،xp ،2000 ،2007 ،2010 .



شكل رقم (١٧٩) [١] يبين إعداد شكل تحديد سرعة الليزر المراد تنفيذها

٦- **أيقونة ضبط العمق** Refocussing: تحدد العمق فى كل مرور أو طول المسافة بين مرورين لشعاع الليزر والتى تحدد ارتفاع أجزاء القالب أو قطع حفر عليه ليكون ضمن تركيز الليزر خلال التمرير التالى، فمثلاً تحديد القيمة تعنى أنه سيحدث عمق ١٠ بعد كل مرور لشعاع الليزر كما هو موضح بالشكل رقم (١٨٠).



شكل رقم (١٨٠) [٢] يبين إعداد شكل ضبط العمق الليزر المراد تنفيذها

([1]) corel DRAWX7(64-Bit): Windows 98 ،xp ،2000 ،2007 ،2010 .

([2]) المرجع السابق .

٧- **أيقونة نباتية محفورة** Engraved objects: تستخدم لتحديد بعض الأجزاء التى تم حفرها مسبقاً وتحتاج إلى حفر مرة أخرى باتجاه مختلف مثل حذف الحواف، حيث إن الحفر المبدئى يكون فى العمق[١] لتقوم بحفر الحدود الخارجية للتصميم، وآخر يمثل أجزاء التصميم الداخلية، وحفر ثالث يمثل الأرضية كما هو موضح بالشكلى أرقام (١٨١، ١٨٢)، وقد حفرت جميعها باستخدام أسلوب الحفر بالليزر بعد الانتهاء من عملية تصميم القالب يدوياً يتم إدخاله إلى الحاسوب باستخدام أحد أدوات الإدخال المختلفة[٢] أو تصميم القالب باستخدام أحد برامج التصميم الرقمية، ثم يتم تحديد الحدود الخارجية لتصميم القالب (الجزء القابل للتكرار)، وجدير بالإشارة أنه عند طباعة تصميم يحتوى على أكثر من لون، فإنه سوف يتم تنفيذه بأكثر من قالب. عن طريق الفصل اللونى لكل لون على حدة باستخدام الحاسوب[٣]، وكل قالب سوف يطبع لوناً واحداً، والموضح بالشكلى أرقام (١٨٣، ١٨٤)، كما يوضح شكلى (١٨٥، ١٨٦، ١٨٧) بعض النماذج المفرغة من قوالب الاستنسل باستخدام أشعة ضوء الليزر الذى تتميز بدقة الإداء والسرعة التنفيذ، كما يبين شكل (١٨٨) نماذج من القوالب المحفورة على القالب الطباعى.

شكل رقم (١٨١) [٤] أيقونات نباتية محفورة (الشكل)

شكل رقم (١٨٢) (٤) أيقونات نباتية محفورة (الأرضية)

---

(1) http://support.colop.com/index.php?id=300&L=3 IN 23\10\2010.

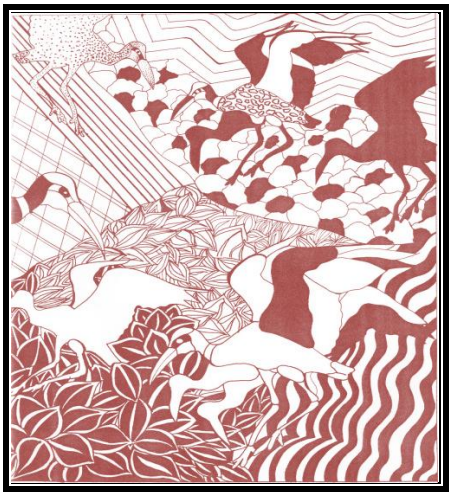
(٢) مثل الماسح الضوئي أو الكاميرا الرقيمة أو أحد اشكال الذاكرة الرقمية.. إلخ.

(٣) جيهان الجمل: "الفصل اللوني للتصميمات الطباعية باستخدام الحاسوب"، بحث منشور، مؤتمر الفنون التطبيقية والتوقعات المستقبلية، في الفترة من ٢٤- ٢٦ /١١/ ٢٠١٠.

(٤) سميرة عبد الفتاح الشريف: المجلة العلمية لكلية التربية النوعية بالدقي، العدد الخامس والعشرون، ٢٠١٤م.

شكل رقم (١٨٣) أيقونات نباتية محفورة

من (إعداد الباحثة)



شكل رقم (١٨٤) [١] أيقونات نباتية محفورة

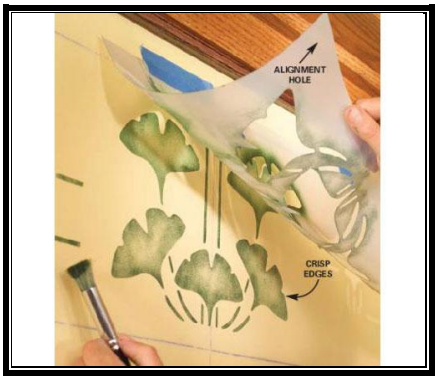
سميرة عبد الفتاح الشريف تم المجلة العلمية

شكل (١٨٥)(٢)

عناصر نباتية مفرغة بالليزر

شكل (١٨٦)(٢)

عناصر نباتية متنوعة مفرغة بالليزر



شكل (١٨٧)(٢)

عناصر نباتية مفرغة بالليزر

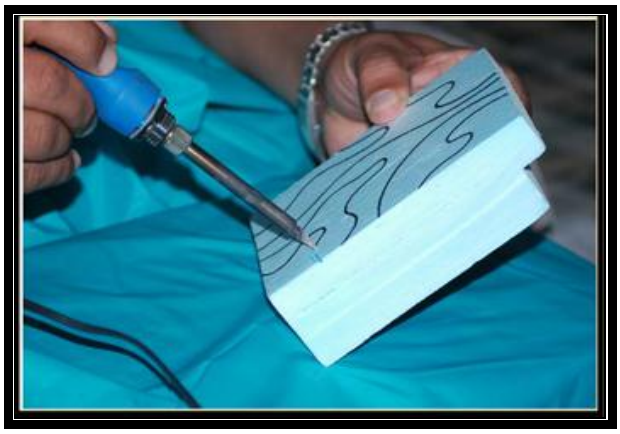
شكل (١٨٨)(٢)

عناصر نباتية محفورة بالليزر

[١] سميرة عبد الفتاح الشريف: المجلة العلمية لكلية التربية النوعية بالدقي، العدد الخامس والعشرون، ٢٠١٤م.

(2) https://www.google.com.eg/search?q=%D 30-4-20114pm

وهذا الأسلوب فى الحفر يعد تقنية جديدة نحصل من خلالها على قالب طباعى محفور بدقة وسرعة، بالإضافة إلى أنه باستخدام الحاسوب يمكننا انتاج عدة تصميمات لا حصر لها لقوالب طباعية أخرى من نفس التصميم وذلك بتحديد حدود كل من الشكل والأرضية، والخط الخارجى للشكل، والخط الخارجى للأرضية، وكذا اضافة ملمس للشكل أو الأرضية أو لكليهما معا أو للحدود الخارجية لأحدهما، أو لكليهما معا كذلك.. الخ، بعيدا عن الطرق التقليدية لحفر القالب كما هو موضح بالشكل رقم (١٨٩)، فكل هذه متغيرات تعدد تصميمات القوالب الناتجة بإستخدام الخطوط البدائية فى تعديل تصميم القالب الطباعى بالحاسوب، وعند تكرار طباعة القالب الطباعى المحفور بالليزر أمكن التوصل إلى عدد من أشكال مختلفة من القوالب الطباعية اليدوية التى تجمع بين جميع تأثيرات القوالب المختلفة بدلاً من الطرق التقليدية.



شكل رقم (١٨٩)
عناصر نباتية محفورة بالطرق اليدوية

- **فهناك رؤية تشكيلية جديدة لطرق الحفر علي القالب الطباعي من خلال الطرق التكنولوجية الحديثة:**

خطوات تنفيذ طرق إعداد القالب الطباعى للحفر بأستخدام الليزر:

١- نعد قطعة القالب بحيث تلائم مساحة تصميم القالب السابق إعداده.

٢- تثبت قطعة القالب على طاولة الحفر فى آلة الحفر بالليزر.

٣- نقوم بتحديد الأماكن المراد حفرها بشكل بارز أو غائر ودرجة عمق الحفر.

٤- بعد الانتهاء من عملية الحفر ينظف القالب.

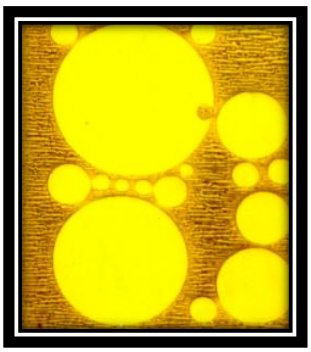
٥- ثم تطبق أحبار الطباعة على مسطح القالب ثم يطبق على مسطح القماش، كما يتضح بالاشكال أرقام (١٩٠ : ٢٠٧) الخطوات التى سبق ذكرها.

- **<u>وهناك نماذج محفورة باستخدام الحفر بالليزر من (إعداد الباحثة) تجمع بين مميزات أكثر من طريقة لأنواع الحفر التقليدية كما هو موضح بالأشكال الأتية:</u>**

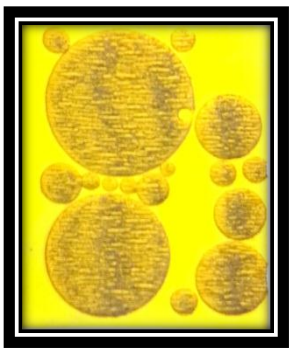
شكل رقم (١٩٠)

شكل رقم (١٩١)

شكل رقم (١٩٢)



شكل رقم (١٩٣)



شكل رقم (١٩٤)

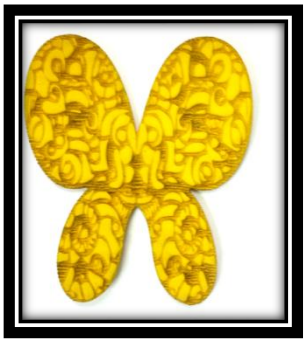
شكل رقم (١٩٥)

شكل رقم (١٩٦)

شكل رقم (١٩٧)

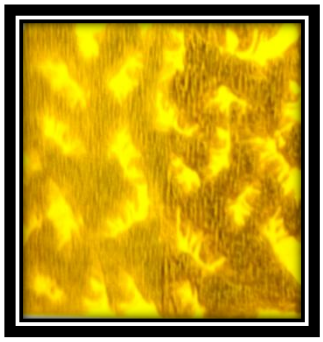
شكل رقم (١٩٨)

فهناك رؤية تشكيلية معاصرة لتقنية أسلوب الحفر على القالب الطباعى من خلال الدمج بين أشكال وتأثيرات الملامس المستخدمة بأساليب تكنولوجية حديثة (الليزر) ويوضح مستوى درجات الحفر للقالب.



شكل رقم (١٩٩)

شكل رقم (٢٠٠)



شكل رقم (٢٠١)

شكل رقم (٢٠٢)

شكل رقم (٢٠٣)

شكل رقم (٢٠٤)

شكل رقم (٢٠٥)

شكل رقم (٢٠٦)

شكل رقم (٢٠٧)

■ ثانياً: إمكانات الليزر التشكيلية وعلاقتها بأسس التصميم وعناصره:

١. الإمكانات التشكيلية في النقطة Point:

"النقطة أصغر عنصر تشكيلي، ومع ذلك فلها صور ديناميكية مختلفة وإمكانيات تشكيلية واسعة المدى"[١].

"والنقطة أينما كانت فهي تعبر عن تحديد مكاني وتثير في نفس الرائي الإحساس بالحركة ليس في المكان الذي حددته فقط، وإنما يمتد هذا الإحساس إلي ما حولها من فراغ"[٢].

كما أن النقطة هي أصغر كم من الطاقة يمكن إدراكه منفرداً كعنصر شكلي فالنقاط المبعثرة يمكن أن تثير في الرائي إدراكاً لاتجاهات ممتدة بينها، لأن وجود نقطتين في مجال الإدراك يكون بمثابة قوتين تجعلان الفراغ بينهما مشحوناً بتأثير كامن يجعله يبرز الاهتمام عن بقية الفراغ، كذلك أيضاً تسفر رؤيتها للنقاط المتجاورة كطاقات من إدراكنا لأسطح تتباين ضوئياً، وربما لأسطح متباينة

---

(١) محمد محمود الدسوقي: "حوار الطبيعة في الفن التشكيلي، المعرفة البصرية وأسس التصميم "، مطبعة نصر الإسلام، ١٩٩٠ م، ص ٥٧.

(٢) محمد سيد سليمان: "أسس تصميم التشكيل الزخرفي بالعمارة الداخلية الإسلامية في العصر المملوكي"، رسالة دكتوراه،غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ١٩٨٧م، ص ٧٧.

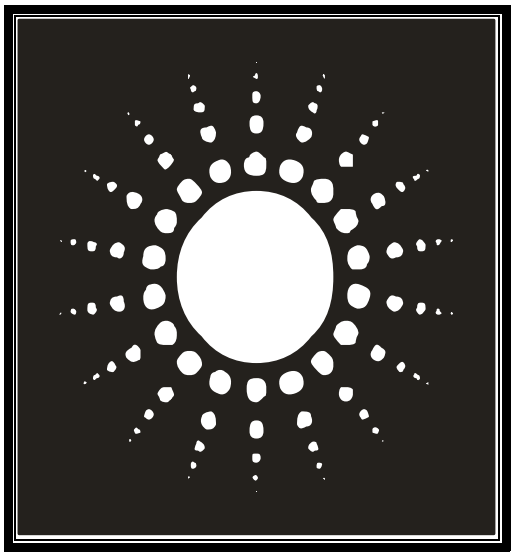
الارتفاعات والانخفاضات محنية أو منكسرة أو متموجة تبعاً لكثافة النقاط، ذلك أن الاختلاف في الفاعلية الطاقية للنقاط وطريقة تنظيمها تثير إدراكاً بوجود أسطح أو حجوم متحركة[1].

وهو ما يمكن استثماره فنياً في عمل تصميمات في المعلقات الطباعية يمكن تطبيقها باستخدام حساسية ضوء الليزر ومما سبق يتضح تأثير النقطة في التصميم الطباعى من حيث تقارب أو تباعد النقط وإمكانية تنوع السطوح التشكيلية ذات المظاهر المختلفة، كما يمكن التقارب والتباعد المنتظم بين النقط وهو إمكانية لصنع توزيعات من الفاتح والغامق، وكذلك تغير شكل النقطة بالتصغير المتدرج وهو إمكانية أخرى لخداع الرؤية بوجود أشكال كاملة بين النقط وبعضها على السطح من الداخل إلي الخارج[2].

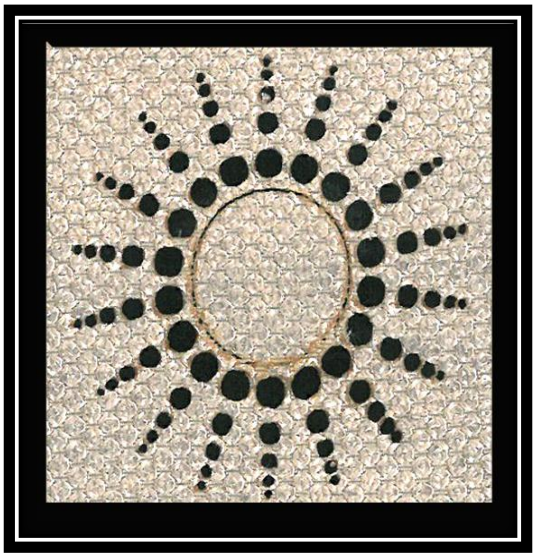
إن زيادة عدد النقاط داخل المسافة يعطي إحساساً بالتباين وتبدو كأن الكبير يلتهم الصغير، وتزداد تلك القوي وتقل حسب حجم النقطة وعددها واختلاف أبعادها وأحجامها داخل المساحة[3].

وفيما يلى عرض لبعض تأثيرات النقطة باستخدام حساسية ضوء الليزر حيث يمكن تباعد وتباين النقاط والتنوع في أحجامها والمسافات داخل النقاط لتوضح مدى القوة المحملة بالطاقة عند وجودها في الفراغ بمفردها أو ببعدها عن الأخرى من حيث استخدامها بالتصميم الطباعى، وحينئذٍ تنفيذها باستخدام تفريغها على القماش بماكينات الليزر حيث يمكن توضيح السطح الطباعي من خلاله.

وفيما يلي عرض لبعض التأثيرات المستخدمة للنقطة فى التصميم وتطبيقها باستخدام حساسية ضوء الليزر كما بالأشكال الآتية: من شكل (٢٠٨: ٢١٣).



شكل (٢٠٨)
يوضح التباين والتقارب في التصميم، وكذلك التكبير والتصغير بين النقاط في التصميم (من إجراء الباحثة)

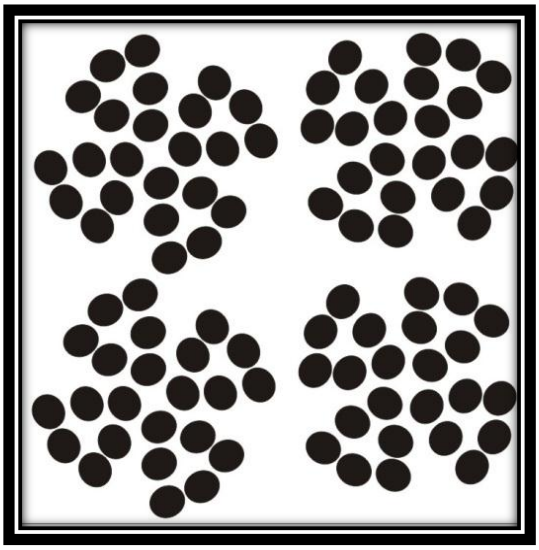


شكل (٢٠٩)
يوضح التباين والتقارب، وكذلك التكبير والتصغير بين النقاط باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

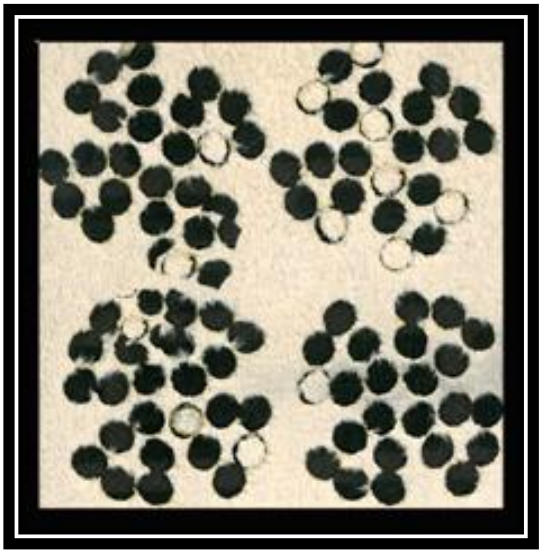
(١) إيهاب بسمارك الصيفي: مرجع سابق، ص ١١٨ .

(٢) محمد محمود الدسوقي، مرجع سابق، ص ٧٦. (بتصرف).

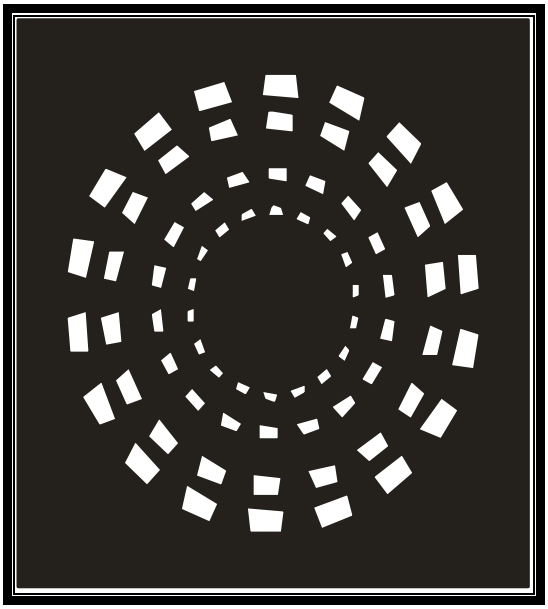
(٣) مني محمد أنور عبد الله، "أسس التصميم وخاصية الخداع البصري كفرع من فروعه وأثره في تطوير الحل التشكيلي لتصميمات أقمشة الستائر"، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية فنون تطبيقية، جامعة حلوان، ١٩٩٥م، ص ١١١.



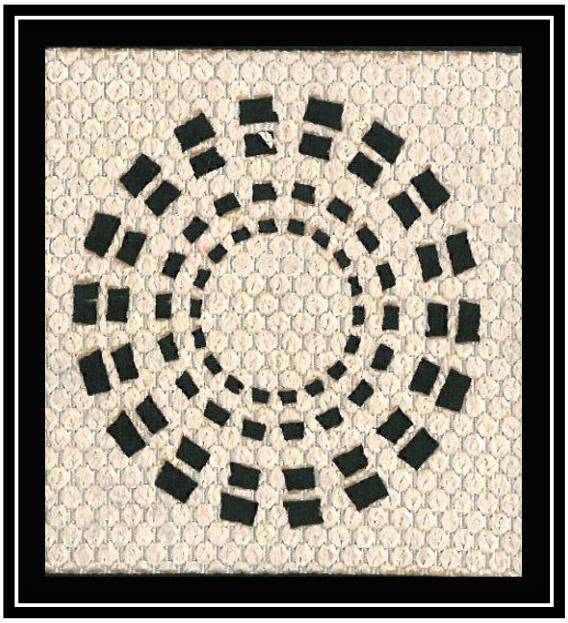
شكل (٢١٠) يوضح أثر التجاور بين النقاط بمسافات
مختلفة في التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢١١) يوضح أثر التجاور بين النقاط بمسافات
مختلفة في التصميم باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢١٢) يوضح أثر اختلاف حجم وشكل النقط
المتجاورة في التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢١٣) يوضح أثر اختلاف حجم وشكل النقط المتجاورة
باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث
(من أجراء الباحثة)

٢. الإمكانات التشكيلية في الخط Line:

الخط له إمكانات تختلف عن إمكانات النقطة وله فاعليات متميزة في الإدراك البصري.

والخط امتداد بكيفية يمكن تحديدها، وله مقدار يمكن تحديده، وله سمك يؤثر على درجة وضوحه في الإدراك، والكيفية تعني إمكان وجود مستقيماً أو منحنياً أو متموجاً أو منكسراً أو متعرجاً.. والمقدار

يعني طول الخط، أما السمك فيعني التغيرات بالنسبة في التخانة حتى أقصي درجة يظل فيها متواجداً كخط، ولاشك أن نسبته إلى نسبة المساحة التي يتواجد عليها، تسهم في كيفية وضع التصميم والخط المستقيم حينما يتكرر متجاوراً يؤدي إلى إنشاء مساحة، وهذه المساحة يتوقف تأثيرها الضوئي على سمك الخط وكثافة تكراره لها إذا ما قورنت بتلك التي تنشأ عن تجاور النقاط[1].

يعرف الخط في الفن التشكيلي على أنه: كل نقطة متحركة تحصر شكلاً، أو المحيط الخارجي لجسم معين، أو أقل تخطيط من ناحية السمك يصف كياناً خاصاً أو أشكالاً لها معان[2].

وإذا كان علم الإنسان يعترف بفائدة الخطوط العشوائية في التعرف على نفسية مخططها، فإن الخطوط الفنية التي بنيت بغرض بنائي هو أمر آخر يرتبط بسيطرة الفنان على أدواته، ودورها في إحداث التأثير الفني المطلوب.. لذلك يتحدد معناه في التعبير عن بعض الإيقاعات، فهو في ذاته رحلة إيقاعية تأخذ قيمتها من النظام الإيقاعي المتضمن في هذه المرحلة وهو نظام أساسه التنوع في اتجاه الخط يمتد أو ينثني أو يتقوس، أو يزداد بتخانة أو سماكة، ويمكن تطبيق ذلك من خلال إمكانات الليزر الحديثة في زخرفة المنسوجات.

وتتوقف التأثيرات الفنية للخط في إمكانات الليزر على التباين والتنوع في المعالجات التشكيلية للخط التى تتضح فى أنواع الخطوط وأبعادها القياسية وأوضاعها، ويمكن تحقيقها باستخدام تطبيق ماكينات الليزر، وتتحدد في الخط المستقيم بأنواعه والخط المنحني بكافة صوره واتجاهاته.

ولكل نوع من هذه الخطوط أبعاد قياسية تشير إلي سمك الخط وطوله، وأما مساراته فتتنوع تبعاً لنوع الخط المستقيم والمنحني، وبذلك تحدد له أوضاعه المختلفة يمكن تناولها فيما يلي:

وتنقسم الخطوط إلي نوعين:

- خطوط مستقيمة (كالخطوط الأفقية، والخطوط الرأسية والخطوط المائلة).
- خطوط أساسها الخط المستقيم (كالخط المنكسر، والمتوازي، والمتعامد).

---

(1) إيهاب بسمارك الصيفي، مرجع سابق، ص ١٢٢.

(٢) سميرة عبد الفتاح محمود الشريف: حلول مستخدثة للخط والملمس من خلال التأثيرات الفنية لطرق المناعة فى خلال صباغة المنسوجات، رسالة دكتوراه، غير منشوره، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ١٩٩١م، صـ٩٨ .

- خطوط غير مستقيمة أساسها الخط غير المستقيم (كالخط المنحني، والخط المقوس، والخط الحلزوني، والخط اللولبي)[1].

"ينشأ منها تنويعات كثيرة، بتنويع الأطوال وميل الانحناءات وزوايا الانكسار، كما أنه يعطي الكثير من المظاهر والإيحاءات، عندما تتشابك أو تتراكب أو تتكاثف مجموعات منه فوق بعضها البعض أو عندما تتقارب وتتباعد مجموعات منه بجوار بعضها البعض"[2].

وتري الباحثة أن كل نوع من الخطوط يعطي تأثيرات مختلفة في التصميم الطباعي، ويتوقف هذا التأثير على طريقة وضع هذه الخطوط في التصميم التي تعطي تأثيرات مختلفة عند النظر إليها، لذا سوف تتناول الدراسة استعراضاً لأنواع الخطوط المتنوعة بتنفيذها من خلال تصميمها بحساسية ضوء الليزر وفيما يلي يتم عرض:

- تطبيق رسم الخطوط المستقيمة بحساسية ضوء الليزر على المنسوج.
- تطبيق رسم الخطوط المستقيمة المركبة بحساسية ضوء الليزر على المنسوج.
- تطبيق الخطوط المنحنية بحساسية ضوء الليزر على المنسوج.
- تطبيق الخطوط الحلزونية بحساسية ضوء الليزر على المنسوج.
- تطبيق الخطوط المقوسة بحساسية ضوء الليزر على المنسوج.

- **<u>الإمكانات التشكيلية في الخطوط المستقيمة:</u>**

يمثلها مسار الخط المستقيم في الاتجاه الأفقي والرأسي والمائل والذي يتحدد معناه بأنه "عبارة عن نقطة تتحرك في اتجاه ثابت في حركة مستقيمة ثابتة".

- **<u>الخطوط في الأتجاه الأفقي</u>**: "ويمثلها الخط المستقيم الأفقي، وهو خط الأفق، وخط الأرض، وهو خط الحركة الإستاتيكية، ومن سماته الاستقرار والتعبير عن الامتداد "[3]،كما أن حركة الخطوط الأفقية يكمن في معاني السكون والتوازن والصرامة[4]،وفيما يلي عرض لبعض

---

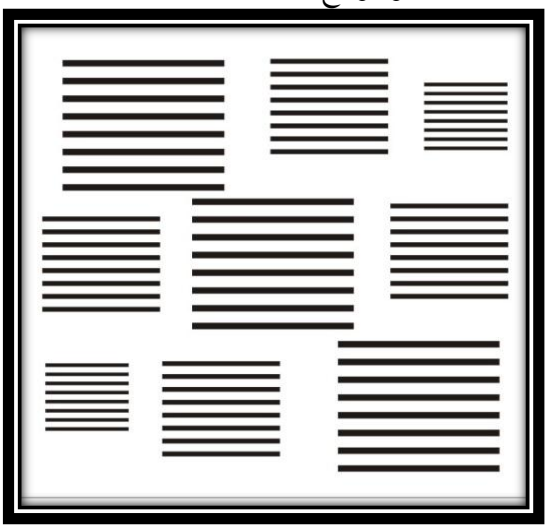
(1) إسماعيل شوقي إسماعيل، ٢٠٠٠م: "التصميم، عناصره وأسسه في الفن التشكيلي"، دار الكتب المصرية، القاهرة، ص ٧٤.

(2) محمد محمود الدسوقي: مرجع سابق، ص ٧٦.

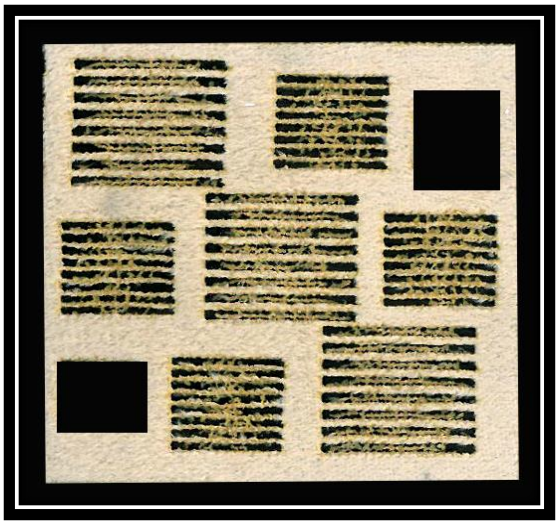
(3) سعد عبد المجيد أبو زيد، ١٩٩٣م: "ديناميكية المساحة اللونية والخط كمدخل تدريس طباعة المعلقات الحائطية بالشاشة الحريرية "، رسالة دكتوراه، غير منشوره، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، صـ٩١ : ٩٣.

(4) محمد محمودالدسوقي، مرجع سابق، ص ٧٧.

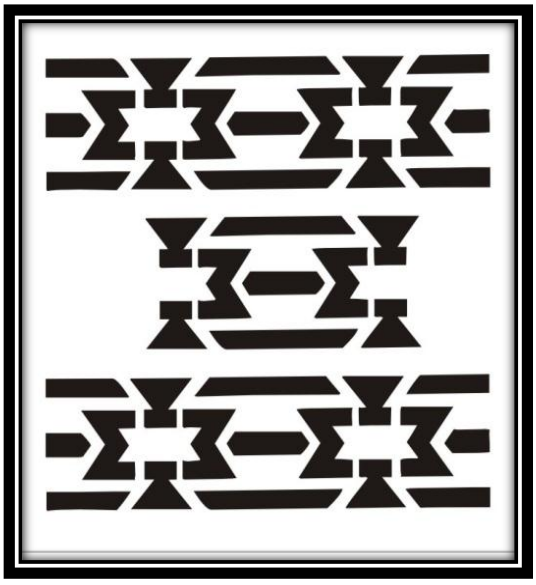
التأثيرات الخطية الأفقية المستخدمة فى التصميم وتطبيقها باستخدام حساسية ضوء الليزر كما هو موضح بالاشكال الاتية: (٢١٤: ٢١٧).



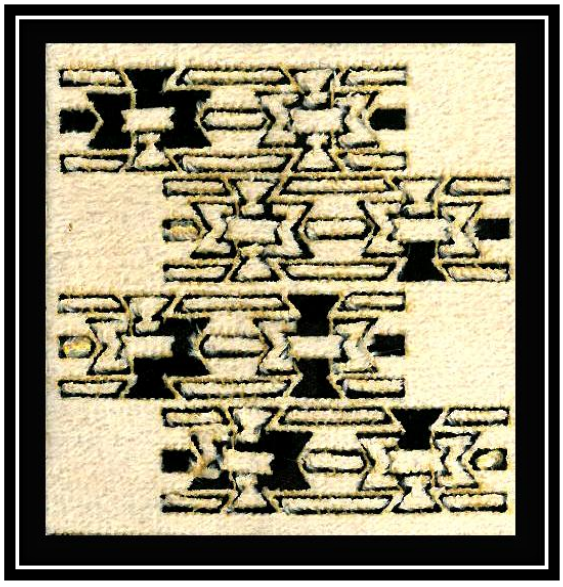
شكل (٢١٤) يوضح الخطوط الأفقية المعبرة عن ثبات الاتجاه في السمك والمسافات بين الخطوط في التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢١٥) يوضح الخطوط الأفقية المعبرة عن ثبات في السمك والمسافات بين الخطوط المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)



شكل (٢١٦) يوضح الخطوط الأفقية المتقطعة بين الخطوط في التصميم
(من إجراء الباحثة)



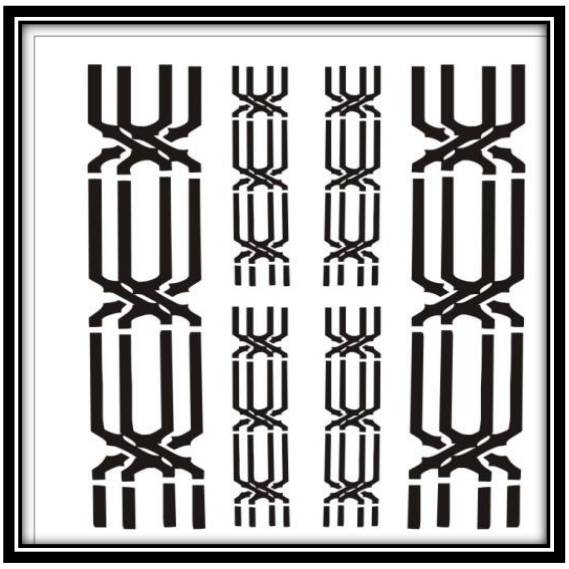
شكل (٢١٧) يوضح الخطوط الأفقية المتقطعة بين الخطوط باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)

- **<u>الخطوط في الاتجاه الرأسي</u>**:

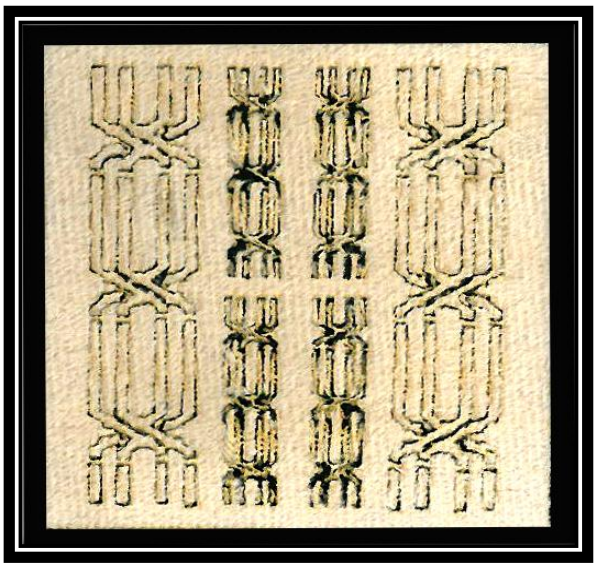
ويمثلها الخط المستقيم الرأسي وهو عبارة عن خط متعامد على الخط الأفقي وهو خط ديناميكي تؤثر فيه قوتان متضادتان إحداهما قوة الصعود إلى أعلي والأخرى قوة الجاذبية إلي أسفل[١].

(١) سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ٩٣.

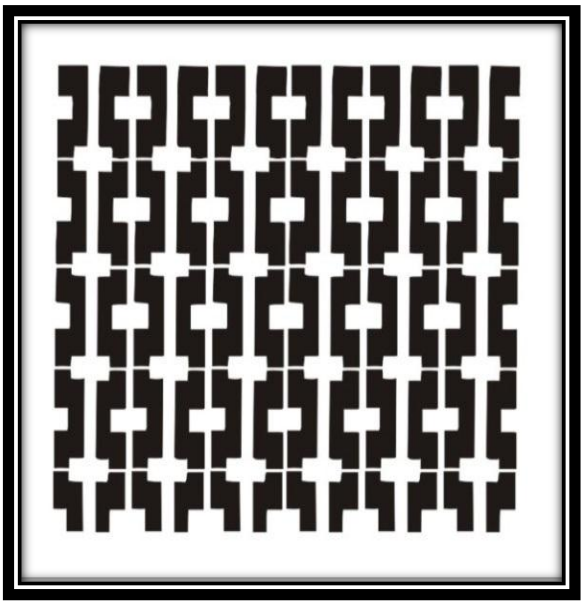
كما أن الخط الرأسي يرمز إلى القوة والشموخ والثقة والسمو والانطلاق ويشعرنا لخبراتنا السابقة بقوانين الجاذبية الأرضية[1]، كما هو موضح بالاشكال الآتية (٢١٨ : ٢٢١).



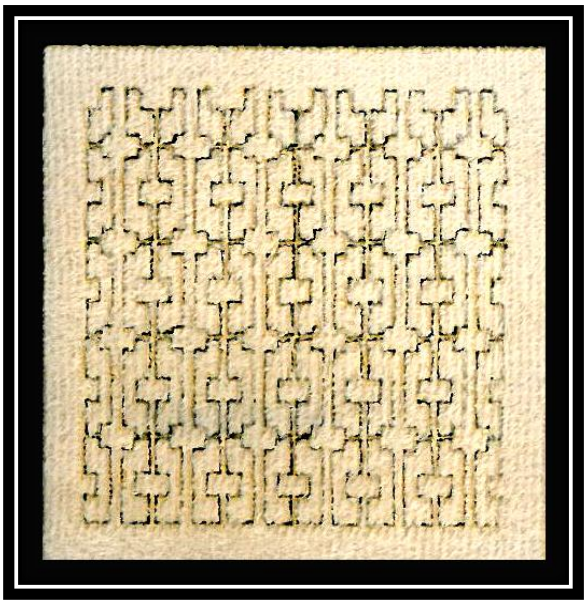
شكل (٢١٨) يوضح الخطوط الرأسية المعبرة عن التغير في سمك الخط والمسافات البينية بين الخطوط في التصميم (من إجراء الباحثة)



شكل (٢١٩) يوضح الخطوط الرأسية المعبرة عن التغير في سمك الخط والمسافات البينية بين الخطوط المنفذ باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٢٠) يوضح الخطوط الرأسية المتقطعة بين الخطوط بطريقة ثابتة في التصميم
(من إجراء الباحثة)



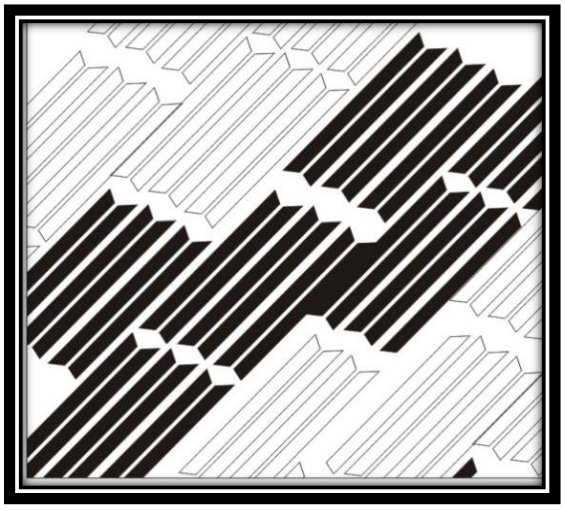
شكل (٢٢١) يوضح الخطوط الرأسية المتقطعة بين الخطوط بطريقة ثابتة والمنفذة باستخدام ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)

(1) عبد الفتاح رياض، ١٩٧٤م: "التكوين في الفنون التشكيلية "، دار النهضة العربية، القاهرة، الطبعة الرابعة، ص ١٢٦.

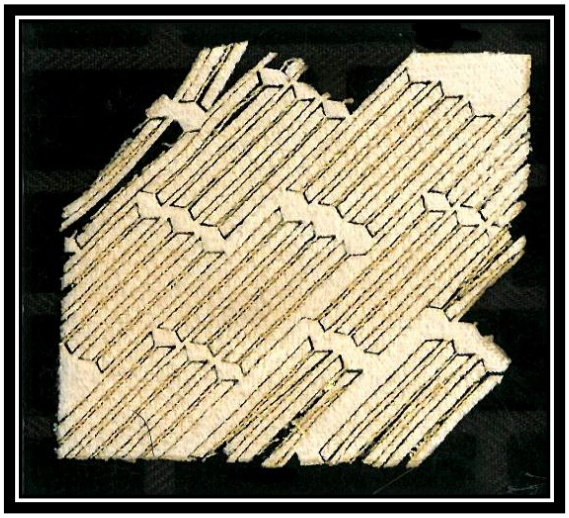
- **الخطوط في الاتجاه المائل**:

"ويمثلها الخطوط المستقيمة المائلة، حيث تعطي حركة موجهة مندفعة بقوة، وتوحي؛ بالديناميكية الناتجة عن تقاطعها مع قوى الجذب نحو الرأسي والأفقي فتعطي إحساساً بالحركة التصاعدية والتنازلية في وقت واحد[1].

كما تنبثق عن الخطوط المائلة في التكوين أحاسيس مركبة سواء كانت تصاعديه أو في حالة هبوط فطبيعة انحراف الخطوط المائلة عن الأوضاع المائلة عن الأوضاع المستقرة للخطوط الرأسية أو الأفقية تجعلها في وضع يثير في المشاهد إحساساً بالترقب والتوتر[2]، كما هو موضح بالشكلى أرقم (٢٢٢)، (٢٢٣).



شكل (٢٢٢) يوضح الخطوط المائلة المعبرة عن التغير في في سمك الخط والمسافات البينيية بين الخطوط في التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٢٣) يوضح الخطوط المائلة المعبرة عن التغيير في سمك الخط والمسافات البينية بين الخطوط والمنفذة باستخدام ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)

- **الإمكانات التشكيلية فى الخطوط المستقيمة المركبة**:

"وهي تلك الحركة التي تعتمد في تركيبها وإيقاعاتهاعلى تكرار الخطوط المستقيمة المركبة وتحدث من تقابل الخطوط المختلفة وتسمى خطوطاً متلاقية، أو من تكرار الخطوط المتوازية وتسمي الخطوط المتوازية وفيه لا تتقابل الخطوط مهما امتدت"[3].

(1) Maurice de Sausmarez: Basic design: The Dynamics of visual form, MacMillan Publishing Co., Inc., New York, p. 175, p. 22

(٢) إسماعيل محمد إسماعيل، مرجع سابق، ص ١٤٨.

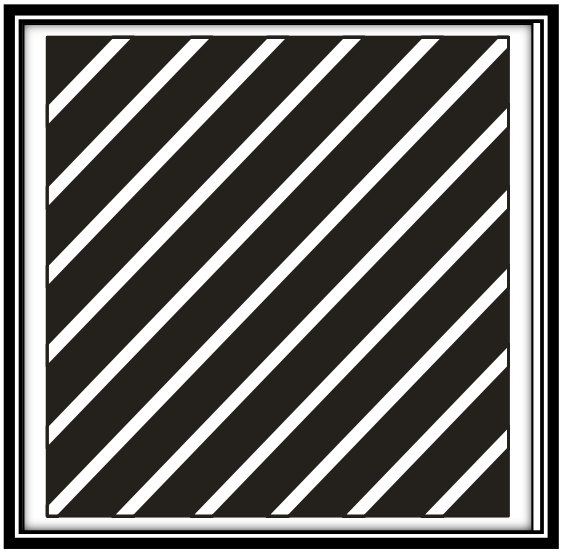
(٣) سعد الوتيري، سلوي الغريب: " أسس التصميم ودورها في تطوير قدرات التصميم الابتكارية "، مطابع حلوان، القاهرة، ١٩٨٨م، ص ١٤٧.

وفيما يلي عرض لبعض الخطوط المركبة:

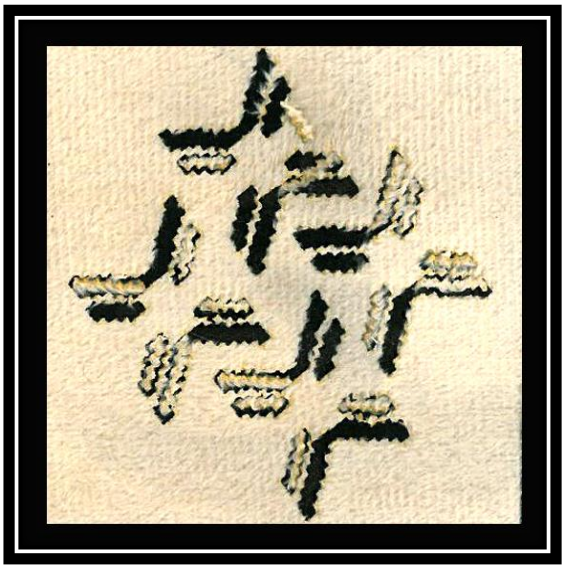
- **<u>الخطوط المتوازية</u>:**

"وهي خطوط مستقيمة في اتجاه واحد لا تتلاقي مهما امتدت، وحركتها عبارة عن مسار حركة لتكرار هذه الخطوط المتوازية، وكلها زادت تزيد قوتها الحركية وتصبح أكثر ديناميكية مع تغير إيقاعاتها، كالتغير في أطوال الخطوط وسمكها، والتغير في اتجاهات الحركة كالاتجاه الأفقي والرأسي والدائري، كذلك في إيقاعات ديناميكية متنوعة على مدى التقارب والتباعد بين الخطوط"[1].

وفيما يلى تصميم يعبر عن شكل الخطوط المتوازية وكيفية تطبيقها بأشعة ضوء الليزر على المنسوجات كما هو موضح بالشكلى رقمى (٢٢٤ – ٢٢٥):



شكل (٢٢٤) يوضح الخطوط المتوازية المعبرة عن ثبات الخط والسمك والمسافات بين الخطوط في التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٢٥) يوضح الخطوط المتوازية المعبرة عن ثبات الخط والسمك والمسافات بين الخطوط المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)

- **<u>الخطوط المنكسرة</u>:**

"الخط المنكسر عبارة عن نقطة تتحرك في اتجاهات متعددة ولكن بشكل هندسي وبزوايا معلومة"[2]، كما ينشأ من تلاقي عدة خطوط مستقيمة في اتجاه عكسي[3].

---

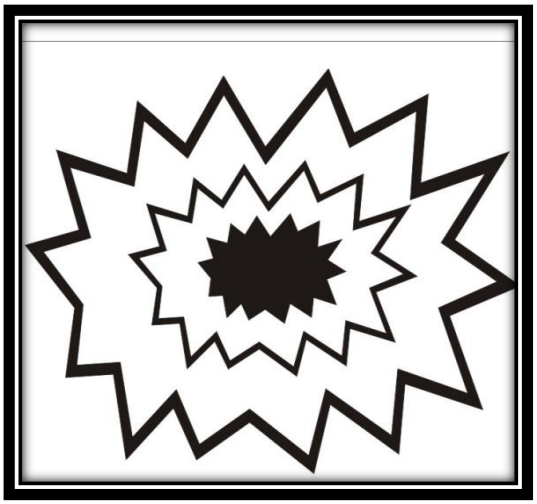
(1) نجلاء محمد فاروق السيد قنديل: "استحداث معلقات مطبوعة بالشاشة الحريرية قائمة على حركة الخط المستقيم والمنكسر"، رسالة ماجستير، غير منشورة ،كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ٢٠٠٨، ص ٤٨.

(2) مني محمد أنور، مرجع سابق، ص ١١٤.

(3) حسن على حموده، ١٩٧٠م: "فن الزخرفة"، ص ١٤.

"كما أنها حركة متعارضة مائلة أساسها خط مستقيم مثني في اتجاهين متعاكسين على امتداد طولي (مستقيم، منحني، دائري) في مسار الحركة وتزداد ديناميكيتها كلما تغيرت إيقاعات الخط، وهو شبيه بالخط الموج لكن تغير الاتجاه يكون مفاجئاً أي بزوايا ويعتمد على تكرار خطوط مستقيمة متلاقية صاعدة وهابطة"[1].

وفيما يلى تصميم يعبر عن الخطوط المنكسرة ثابتة المسافات والسمك فى الخط وكيفية تطبيقها بأشعة ضوء اليزر على المنسوجات كما هو موضح بالاشكال الاتية (٢٢٦-٢٢٧):

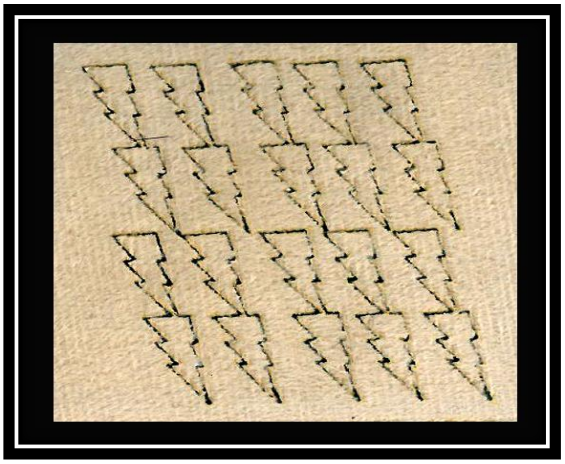


شكل (٢٢٦) يوضح الخطوط المنكسرة الثابتة في المسافات والسمك في التصميم (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٢٧) يوضح الخطوط المنكسرة الثابتة في المسافات والسمك في التصميم المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

وفيما يلى تصميم يعبر عن الخطوط المنكسرة المائلة المتفاوتة فى السمك والمسافات البينية وكيفية تطبيقها بأشعة ضوء اليزر على المنسوجات كما هو موضح بالشكل رقم (٢٢٨-٢٢٩):

شكل (٢٢٨) يوضح الخطوط المنكسرة المائلة المتفاوتة في السمك والمسافات البينية في التصميم (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٢٩) يوضح الخطوط المنكسرة المائلة المتفاوتة في السمك والمسافات البينية بين الخطوط المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

([1])سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ٩٨.

- **الخطوط المتقابلة**:

وهي خطوط تتحرك في اتجاهات مختلفة بحيث تتقابل مع بعضها في نقطة وسنتناول أنواع هذه الخطوط المتقابلة وخصائصها من خلال حركاتها وإيقاعاتها المتنوعة.

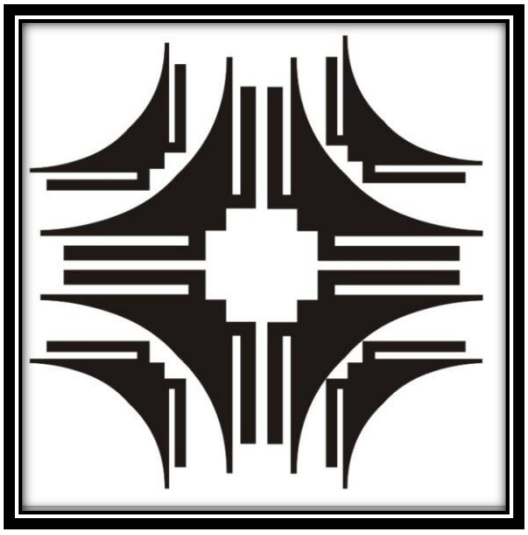
- **الخطوط المتلاقية:**

وهي خطوط متحركة تتقابل مع بعضها في نقطة تقع على إحداها فتتوقف الحركة كلما تغيرت إيقاعات الخطوط المتلاقية سواء التغير في أطوال الخطوط أو سمكها أو اتجاهاتها المتنوعة وأيضاً معدل الحركة في مسارات تكرارها[1].

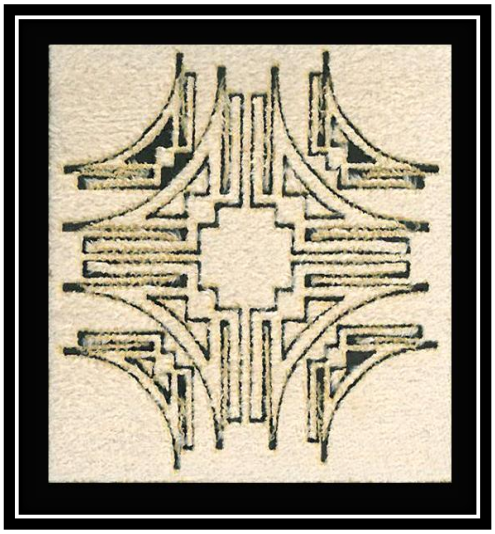
- **الخطوط المتلاقية المقفولة:**

وهي تلك الخطوط التي تتلاقي وتحصر شكلاً أي التي تشكل الحدود الخارجية أو المحيطة بالأشكال، حيث تستمد هذه الأشكال قيمتها من حدودها الخارجية أو محاورها الرأسية[2].

وفيما يلى تصميم يعبر عن الخطوط المتلاقية المقفولة وكيفية تطبيقها بأشعة ضوء اليزر على المنسوجات كما هو موضح بالشكلى أرقام (٢٣٠-٢٣١):



تصميم (٢٣٠) يوضح الخطوط المتلاقية المقفولة فى التصميم (من إجراء الباحثة)



تصميم (٢٣١) يوضح الخطوط المتلاقية المقفولة المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

- **الخطوط المتعامدة**: هي تلاقي أو تقاطع مستقيم ومستقيم آخر فى أي نقطة تقع على أحدهما بحيث تكون زاوية التقابل بينهما قائمة، ويعتبر الخط المستقيم الرأسي المتعامد على الخط المستقيم الأفقي أحد الأوضاع المتنوعة للخطوط المتعامدة، حيث إن ارتباط الخط الرأسي بالجاذبية الأرضية وارتباط الخط الأفقي بالاستقرار يخلق بينهما نوعاً من القوى المتعارضة في الاتجاه[3].

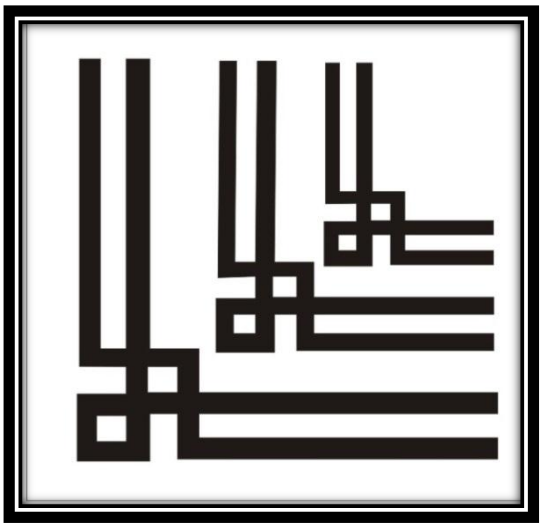
---

(1) سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ١٠٥ – ١١٦.

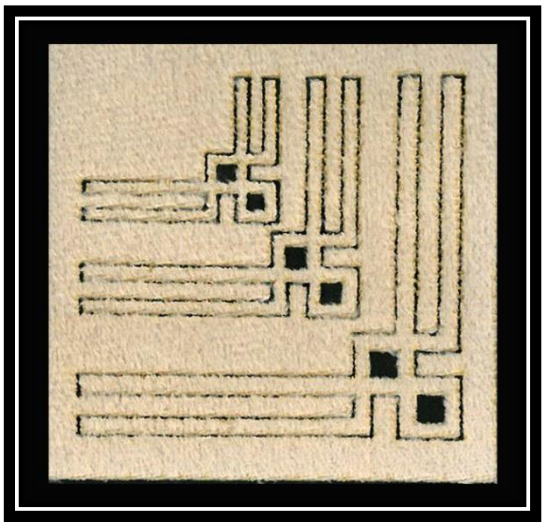
(2) سميرة عبد الفتاح الشريف، مرجع سابق، ص١١٠-١١٥.

(3) سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ١٠٨.

وفيما يلى تصميم يعبر عن الخطوط المتعامدة وكيفية تطبيقها بأشعة ضوء اليزر على المنسوجات كما هو موضح بالشكلى أرقام (٢٣٢-٢٣٣):



شكل (٢٣٢) يوضح الخطوط المتعامدة بتدرجها من الأكبر إلى الأصغر فى التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٣٣) يوضح الخطوط المتعامدة بتدرجها من الأكبر إلى الأصغر المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)

- **<u>الخطوط الإشعاعية</u>**: هي خطوط تتجمع عند مركز أو محور أو حول عنصر ما إلى الخارج؛ أيْ حركة إشعاعية من مركز التجمع، وهذا المركز يعتبر هو بؤرة القوة الديناميكية الذي يتركز فيه قوة الشد والجذب نحو المركز أو قوة الدفع، لذلك يعتبر هو نقطة تأثير قوي لحركة الخطوط الإشعاعية، وكثيراً ما يكون هو مركز السيادة للعمل الفني[١]. ويمكن تنوع اتجاهاتها والتغير فى سمكها وأطوالها بين خطوطها.

وهي خطوط تنبثق من نقطة أو مركز أو تتفرع من خط من جانب واحد أو من جانبين في مكان ما على سطح اللوحة في حركة منتشرة نحو الخارج لتتخذ لها مسارات مختلفة تزداد انتشاراً كلما بعدت عن مركز الانطلاق أو التحرك[٣].

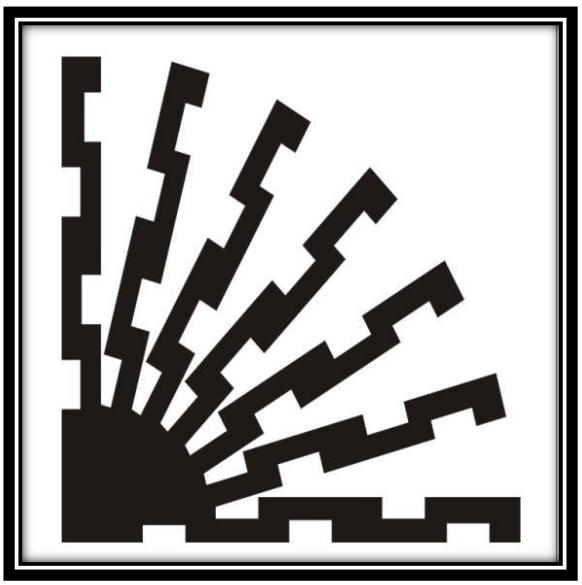
والخطوط الإشعاعية هي خطوط مركبة للخط المستقيم أو الخط المنحني، فقد تكون منكسرة أو متعامدة أو مقوسة أو متعرجة، أو ذات خطوط متقطعة، ويمكن لأدوات الطباعة إحداث التنوع في الخطوط الإشعاعية كتأثيرات فنية ذات قيم ابتكارية متعددة، ففي الشكل (٢٣٤) يظهر الخط من نقطة مركزها في منتصف الجزء الأيسر للتصميم مع تنوع سمك الخط الناتج من تطبيقها فى التصميم مع اختلاف أبعادها القياسية. وتتفرع الخطوط في شكل (٢٣٥) في منتصف التصميم وفي اتجاه مائل مع

---

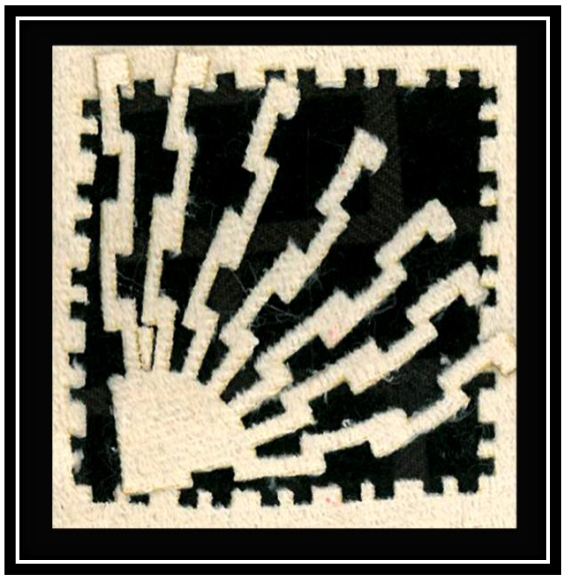
(١) عبد الفتاح رياض، ١٩٧٤: مرجع سابق، ص ٨٢.

(٢) سميرة عبد الفتاح محمودالشريف، ١٩٩٠م: مرجع سابق، ص ١١٦ .

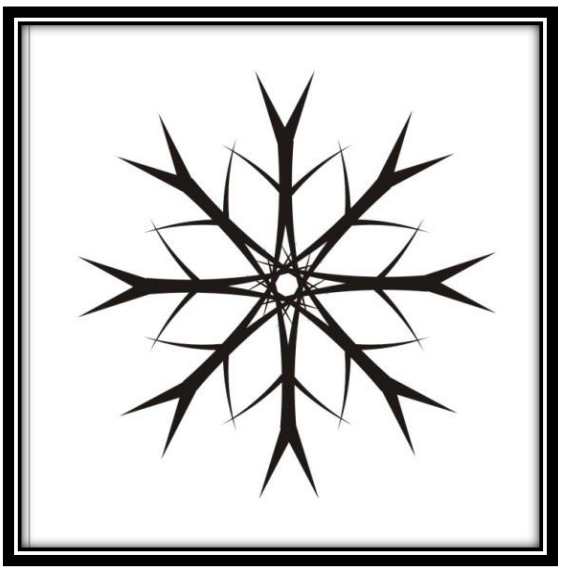
تعدد اتجاهاتها من هذا الخط، فهي صورة للخطوط الإشعاعية ويوضح أيضاً كما بالشكلين الأتيين (٢٣٦-٢٣٧)



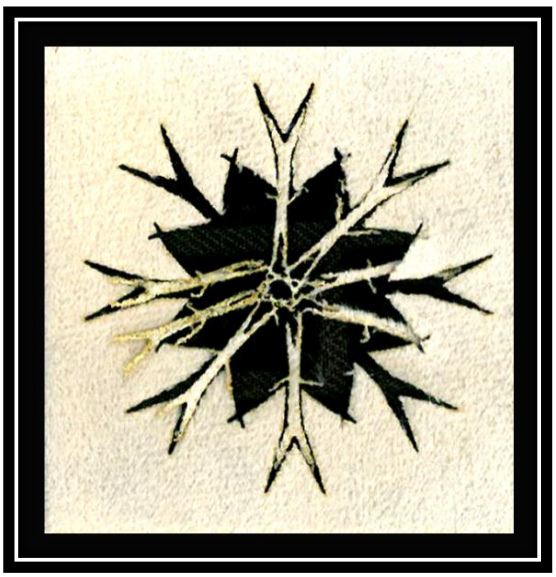
شكل (٢٣٤) يوضح صورة للخطوط الإشعاعية من نقطة مركزها في منتصف الجزء الأيسر بشكل مائل في التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٣٥) يوضح صورة للخطوط الإشعاعية المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)



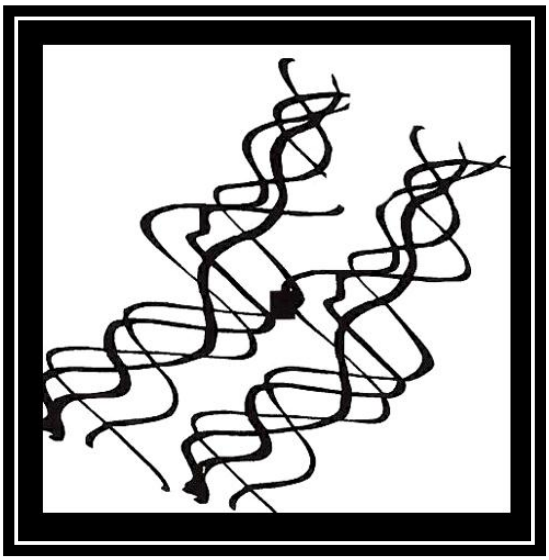
شكل (٢٣٦) يوضح صورة للخطوط الإشعاعية من نقطة مركزها في منتصف في التصميم
(من إجراء الباحثة)



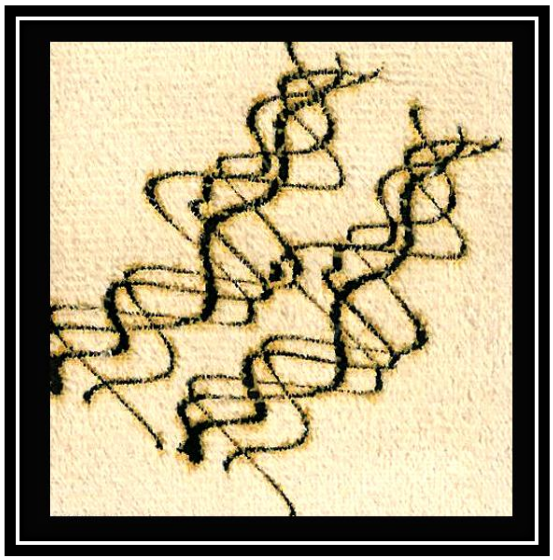
شكل (٢٣٧) يوضح صورة للخطوط الإشعاعية المنفذة بالمنتصف باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث
(من إجراء الباحثة)

- **الخطوط المضفرة:**

يمكن تكرار خطوط مستقيمة في اتجاهات مائلة بزوايا مختلفة، لتؤدي إلي انكسار الشكل أو تكرار خطوط متقاطعة مع بعضها في زوايا متعامدة مما يؤدي إلي تعامد الخطوط على بعضها البعض، كما يمكن تكرار الخطوط المنحية في عدة اتجاهات مع تمريرها فوق بعضها البعض مما ينتجع عنه خطوط منحنية مجدولة[1]، كما في شكلى أرقام (٢٣٨-٢٣٩).



شكل (٢٣٨) يوضح صورة للخطوط المضفرة في التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٣٩) يوضح صورة للخطوط المضفرة باستخدام إمكانات
ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

- **الخطوط المتقطعة:**

يمكن تحقيق الخطوط المتقطعة في تنويع وتباين، وهذا يتوقف على استخدام الأداة والغرض الفني للفنان. "إن الخط المتقطع عبارة عن مجموعة من الشرط المتجاورة على امتداد واحد، تفصلها مسافات معينة، بشكل يؤدي في مجموعه إلي تحديد اتجاه ما، وتختلف عن خط لآخر حسب أطوال هذه الشروط، وما يترك بينهما، من فواصل، على أن تظل هذه الفواصل مناسبة وكافية، لتحقيق الربط بين تلك الشرط وتجمعيها في صيغة كلية بحيث يسهل إدراكها كخط، وقد تكون هذه الخطوط مستقيمة أو غير مستقيمة، أو زادت شكلاً يجمع بين الاثنين"[2].

فيبين الشكل رقم (٢٤٠) خطوط منحنية وفي اتجاهات مختلفة متقطعة، أما شكل (٢٤١) فهي خطوط مستقيمة متقطعة متباينة السمك والاتجاه، كما يتضح بالشكليين الآتيين (٢٤٢-٢٤٣).

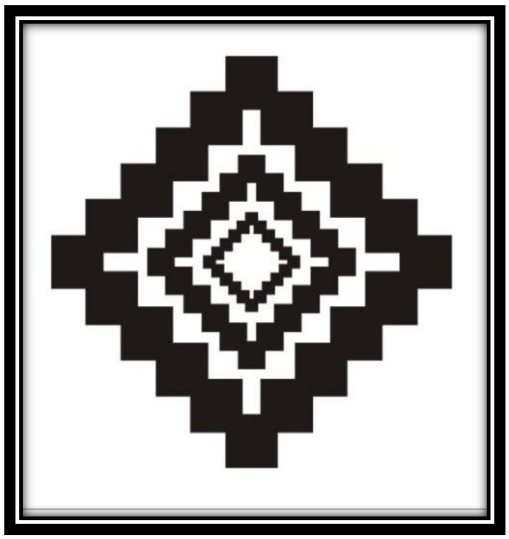
---

(1) سميرة عبد الفتاح الشريف، مرجع سابق، ص١١٩.

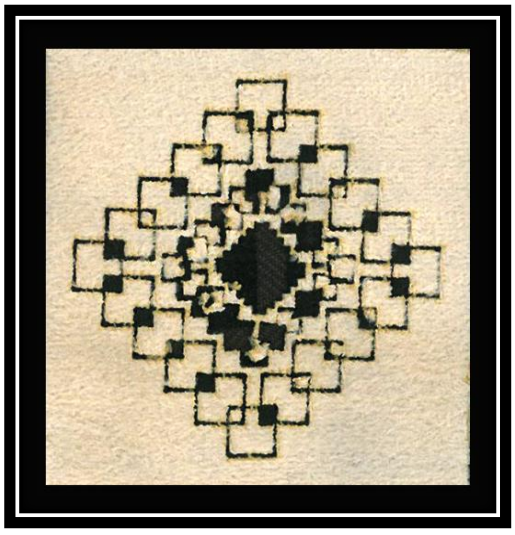
(2) المرجع السابق.

شكل (٢٤٠) يوضح صورة للخطوط المنحنية وفي اتجاهات مختلفة متقطعة في التصميم (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٤١) يوضح صورة للخطوط المنحنية وفي اتجاهات مختلفة متقطعة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٤٢) يوضح صورة للخطوط المستقيمة وفي اتجاهات مختلفة متقطعة في التصميم (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٤٣) يوضح صورة للخطوط المستقيمة وفي اتجاهات مختلفة متقطعة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

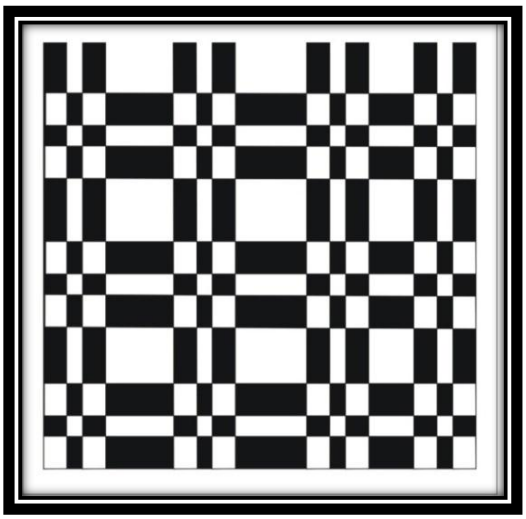
- **<u>الخطوط المتشابكة</u>**: "هي خطوط متحركة متكررة في اتجاهات محددة متعارضة بحيث تتقاطع مع بعضها بشكل مركب[١] "فمنها ما هو منتظم ومنها ما هو غير منتظم والتشابك ليس قاصراً على نوع معين من الخطوط بل يتم بينها جميعاً سواء نوع واحد مع بعض أو أكثر من نوع، وتتنوع الشبكيات المنتظمة وغير المنتظمة كلما زاد عدد الخطوط المتشابكة وتنوعت في سمكها واختلفت في اتجاهاتها، فالشبكية الناتجة تكون أكثر حركة وذات نسيج ديناميكي متماسك البنيان بحيث يؤدي هذا التشابك إلى الربط بينها في صيغة كلية مركزية مركبة ذات وحدة مترابطة"[٢].

---

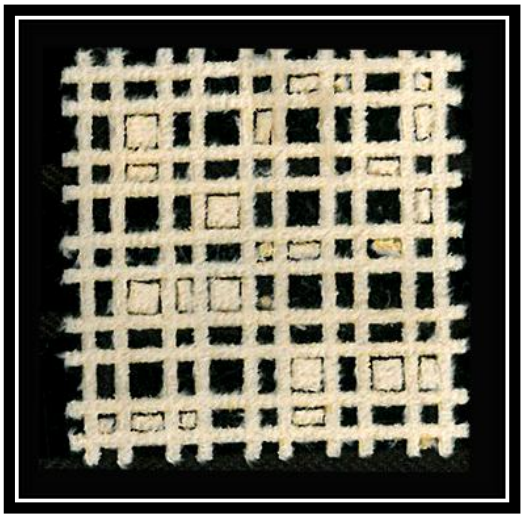
(١) نجلاء محمد فاروق السيد أحمد قنديل، مرجع سابق، ص ٥٢.

(٢) سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ١٢١.

كما هو مبين بالشكل رقم (٢٤٤) فهى خطوط متحركة متكررة في اتجاهات محددة متعارضة تتقاطع مع بعضها البعض فى خطوط مستقيمة ثابتة السمك والاتجاه، كما بالشكل رقم (٢٤٥).



شكل (٢٤٤) تصميم يوضح صورة خطوط متحركة متكررة في اتجاهات محددة متعارضة تتقاطع مع بعضها البعض (من إجراء الباحثة)

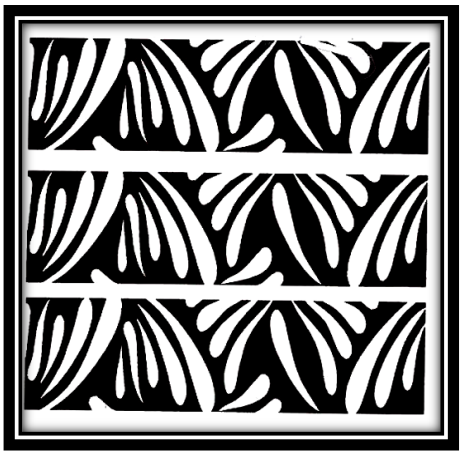


شكل (٢٤٥) يوضح صورة للخطوط المتحركة المتكررة في اتجاهات محددة متعارضة تتقاطع مع بعضها البعض باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)

- **<u>خطوط التظليل (التشهير):</u>**

تستخدم خطوط التظليل في الأعمال الفنية من أجل الحصول على تباين وتنوع وتوزيع للخطوط وخاصة في حالة عدم استخدام الألوان، ويمكن الاعتماد على توزيع اللون الأبيض والأسود من خلال الظل والنور لإحداث التنوع والتباين في الخطوط والمساحات الفراغية من أجل تحقيق قيم فنية، وتختلف الخطوط الظلية بتقارب الخطوط وتباعدها وكثافتها أو سمكها أو أطوالها، وتزداد الدرجات الظلية في العمق كلما زاد عدد الخطوط وزادت في السمك والكثافة، ويمكن الحصول على الخطوط الظلية من الخطوط المستقيمة في جميع اتجاهاتها وأيضاً من الخطوط المنحنية أو من كليهما معاً.

كما هو مبين بالشكل رقم (٢٤٦) الخطوط الظلية المستقيمة في جميع اتجاهاتها، وتختلف الخطوط الظلية بتقارب الخطوط وتباعدها وكثافتها أو سمكها أو أطولها، كما بالشكل رقم (٢٤٧).



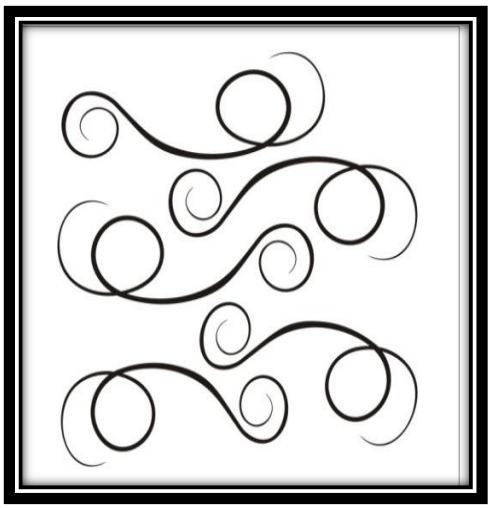
شكل (٢٤٦) تصميم يوضح صورة الخطوط الظلية في جميع اتجاهاتها (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٤٧) يوضح صورة للخطوط الظلية في جميع اتجاهاتها باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)

- **الخطوط المنحنية:**

الخط المنحني "هو خط ديناميكي لمسار نقطة تغير اتجاهها انحنائياً بما يتناسب مع قوة هذه النقطة، وهذه الخطوط المنحنية بعضها ذات منحنيات واسعة توحي بالحركة البطيئة والبعض ذات منحنيات ضيقة توحي بالسريعة، وهي في كلتا الحالتين تبدو أسرع من الخطوط المستقيمة وبتغير العلاقة الخطية يمكن الزيادة أو الإقلال من حركة الخط وذلك من خلال التغير فى سمك الخط، وطول الخط، وسعة الدوران"[1].

كما يندرج ضمن الخط المنحني الخط المتموج، "هو عبارة عن خط منحنيٍ له عدة مراكز وعدة أنصاف أقطار لرسمه، وباختلاف المراكز وأطوال أنصاف الأقطار ينشأ الخط المتموج الذي يعطي تنوعاً لا نهائياً[2]. كما هو مبين بالشكليين أرقام (٢٤٨– ٢٤٩) أنها الخطوط المنحنية بعضها ذات منحنيات ضيقة.



شكل (٢٤٨) تصميم يوضح صورة الخطوط المنحنية الضيقة في جميع اتجاهاتها (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٤٩) يوضح صورة الخطوط المنحنية الضيقة في جميع اتجاهاتها باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)

- **الخطوط الحلزونية:**

"يعد الشكل الحلزوني أحد الأشكال الهندسية التي اكتشفت منذ عصور بعيدة، وتضم الطبيعة العديد من العناصر التي تعكس هذا النظام[3]"، وهو مسار ينشأ من حركة نقطة ما بقوة طرد مركزي مبتعداً عن نقطة البداية، في اتجاه متغير إلي الخارج حول نقطة البداية، وربما تكون نقطة البداية

---

(١) سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ١٢١، ١٢٢.

(٢) مني محمد أنور، مرجع سابق، ص ١١٣.

(٣) نسرين نبيل فوزى: "دور الحركة الفعلية في تصميم الإعلان التعليمي"، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ٢٠٠٦، ص ١٩٣.

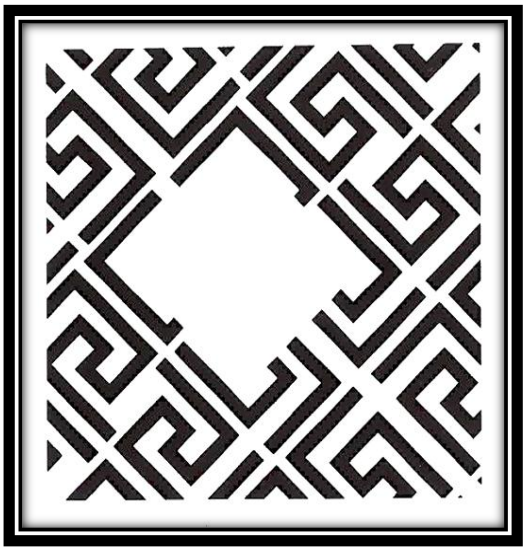
للحركة هي نفسها نقطة النهاية أو العكس ومن خلال تغير معدل الحركة للحلزون وتغير الأبعاد التشكيلية للخط فتزداد الايقاعات

و ينقسم أشكال المسار الحلزوني إلي نوعين:

- الحلزون المضلع (المضلع المنتظم، المضلع غير المنتظم).
- الحلزون الدائري (الدائري المركزي – الدائري المحوري) [1].

- **خط الحلزون المضلع (المضلع المنتظم، غير المنتظم):**

"هو خط ديناميكي ينشأ من حركة نقطة بقوة طرد مركزي مبتعداً عن نقطة البداية في خط مستقيم مع تغير اتجاهه إلى الخارج حول نقطة البداية في خطوط متلاقية، فإذا تساوت زاويا تغير الاتجاه وانتظم معدل أطوال أضلاعه المستقيمة أصبح الحلزون مقطعاً منتظماً ومن الحلزونيات المضلعة المنتظمة "المترابعات"، والحلزون المضلع "المثلثى" والمسدسي.. ومن خلال التغير في معدل أطوال أضلاعه المستقيمة أو سمكه أو زوايا تغير الاتجاه أصبح الحلزون مضلعاً غير منتظم تتعدد وتتنوع صوره كمفردات تشكيلية ذات إيقاع تبرز فيه قوة التعبير الحركي[2]، كما هو موضح في الشكليين الأتيين (٢٥٠-٢٥١) حيث يوضح شكل الخط الحلزوني المضلع.



شكل (٢٥٠) رسم توضيحي لصورة الخط الحلزوني المضلع ذو الشكل المربع في التصميم (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٥١) رسم توضيحي لصورة الخط الحلزوني المضلع ذو الشكل المربع باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

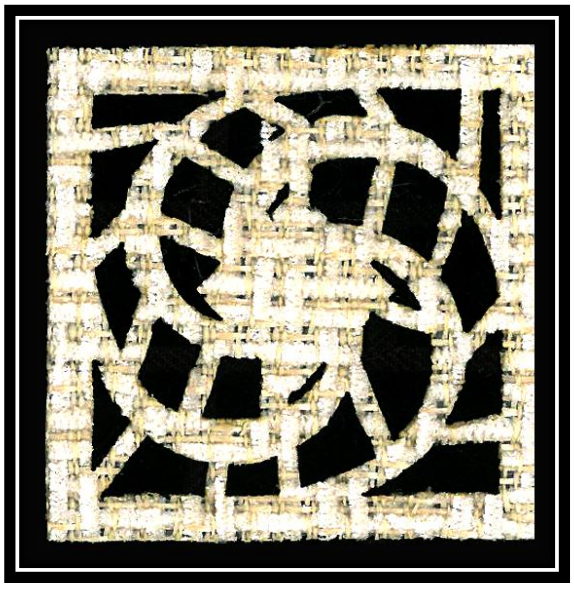
(1) سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ١٤٠.

(2) المرجع السابق.

- **<u>خط الحلزون الدائري</u>**:

يعتمد على الحركة الدائرية لنقطة تتحرك في اتجاه دائري بقوة طرد مركزية حول نقطة البداية، فينشأ إيقاع ديناميكي مميز ويزداد وضوحه كلما تغير سعة نصف قطر الدوران وسمك الخط الحلزوني، وتشير حركة الخط الحلزوني إلى التزايد أو التناقص في آن واحد لأنها حركة دائمة التنوع لكنها تتسم بالوحدة[1]. كما هو موضح في الشكليين (٢٥٢-٢٥٣) حيث يوضح شكل الخط الحلزوني الدائرى.

شكل (٢٥٢) رسم توضيحي لصورة الخط الحلزوني الدائري في التصميم (من إجراء الباحثة)



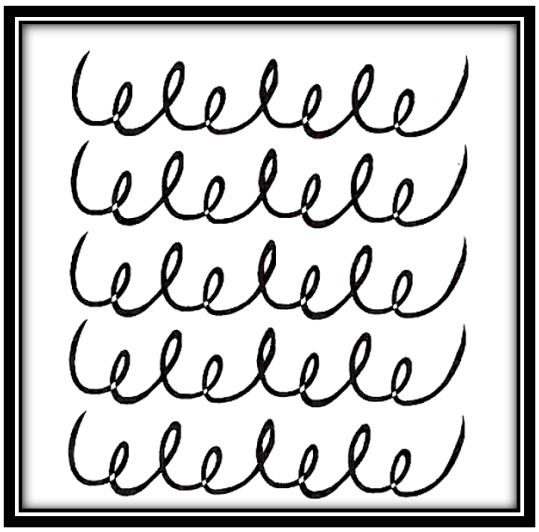
شكل (٢٥٣) رسم توضيحي لصورة الخط الحلزوني الدائري المنفذ باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

- **<u>الخط الحلزون الدائري المحوري</u>**:

"هو الخط اللولبي الأكثر ديناميكية من الحلزون الدائري المركزي حيث يعتمد على قوتين حركتين قوة حركية دائرية حول المركز، وقوة حركية رأسية، وفي علاقة مركبة تحد مسار نقطة ما في اتجاه دائري رأسي حول محور خطي يبدأ من الحركة الدائرية ويتسم بإيقاع ديناميكي متميز ويتنوع حسب قطر الدوائر اللولبية والمسافة بينهما إلى المحور الرأسي وتزداد ديناميكيته كلما تغير سمك الخط اللولبي الناشئ أو معدل حركة الدوران الرأسي أو تغير إيقاع سعة الدوران[2]. كما هو موضح في الشكليين (٢٥٤-٢٥٥) حيث توضيح تلك الأشكال الخطوط الدائرية المحورية وما ينتج عنها بتطبيقها بماكينات الليزر.

([1]) المرجع السابق، ص١٤٤.

([2]) سعد عبد المجيد أبو زيد، مرجع سابق، ص ١٤٦.

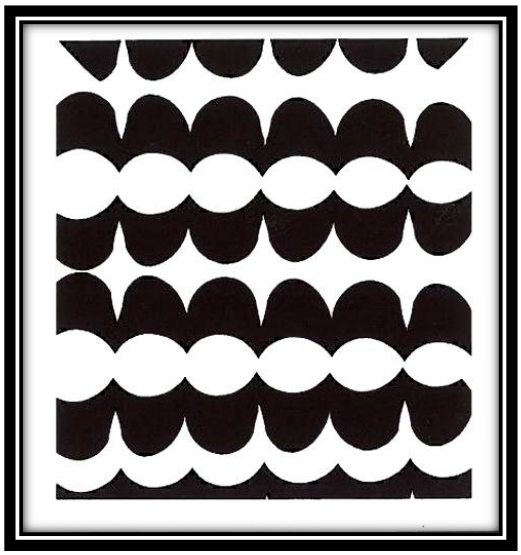


شكل (٢٥٤) رسم توضيحي لصورة الخطوط الدائرية المحورية في التصميم (من إجراء الباحثة)

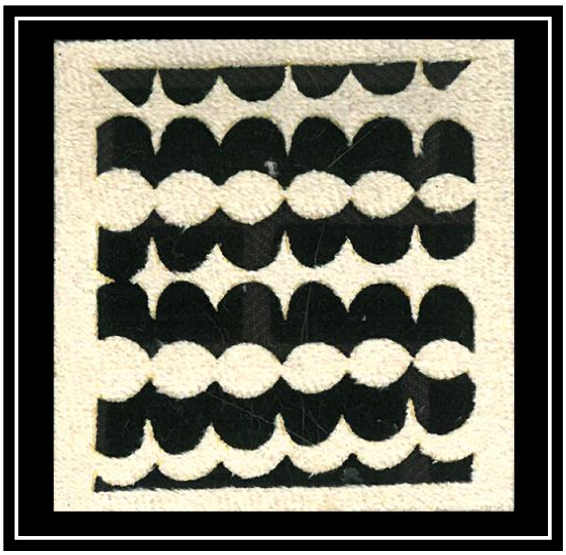
شكل (٢٥٥) رسم توضيحي لصورة الخطوط الدائرية المحورية المتزية المنفذ باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

- **<u>الخطوط المقوسة (المتعرجة)</u>**:

الخط المقوس (المتعرج) "ينشأن من تلاقي عدة أقواس متجاورة في اتجاه واحد، وقد تكون الأقواس متجهة إلي أعلى وإلى أسفل وتتنوع تكويناتها وفقاً لتنوع إيقاعاتها من خلال خصائصا التشكيلية وهي (طول القوس – سمك الخط المقوس – تكرار الأقواس) حيث يمكن الخطوط المقوسة المكررة والمتغايرة بين سميك ورفيع أن تعطي تأثيراً بصرياً حركياً يشد الانتباه ويستحوذ على العين"[1]. كما هو موضح في الشكليين (٢٥٦–٢٥٧) حيث توضيح تلك الأشكال الخطوط المقوسة وما ينتج عنها بتطبيقها بمكينات الليز .



شكل (٢٥٦) رسم توضيحي لصورة الخطوط المقوسة المتوازية في التصميم (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٥٧) رسم توضيحي لصورة الخطوط المقوسة المتوازية المنفذ باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

(1) Maurice de Sausmarez, Op. Cit., p. 20.

ومما سبق تتضح الوظائف للخطوط فيما يلي:

"تتحكم في أنواع الإيقاع الشكلي بين المساحات المشغولة والخالية بل أنها قادرة في حد ذاتها على صنع تركيبات خطية تتبع قيمتها الجمالية من سلاسة إيقاعاتها"[1].

ومن ثم يتضح أن الخطوط هى المصدر الاساسى للشكل والأرضية وما يطبق على المنسوج فهي تحدد الهيئات والأشكال، وهي تحدد الفراغ وتحصره، حيث تقوم الخطوط بوظيفتين في آن واحد، حركة موجبة في تحديد الشكل والأخرى سالبة في حصر الفراغ ويتيح تعدد وسائل التطبيق بالماكينات الليز المستحدثة امكانات تشكيلية متعددة، مما يفتح المجال لعمليات الممارسة والتاجريب للتوصل الى العديد من الاحتمالات والحلول الابتكارية لصياغات تشكيلية متباينة ومتنوعة لانواع الخط وسمكة وطوله وتباينه.

٣. الهيئة والشكل Shape and Form :

"يمكن وصف كثير من الهيئات بأنها منحنية أو أنها حادة ذات زوايا لها الهيئة المنحنية، في حين أن الهيئات ذات الزوايا تعطي انطباعا بالقوة كما تري العين الخطوط المنحنية باستمرارية وتتابعها بدون مقاطعة، وسلسلة من المنحنيات المتكررة تعطي تشكيلاً إيقاعياً، أما الهيئات الحادة ذات الزوايا تكون حدودها مستقيمة وتنحرف عن الوضع الرأسي، وهذا الانحراف يوحي بالحركة ويزيد من قوة الهيئات، فيزيد من الإحساس بالحركة ووجود الهيئات الإيجابية والسلبية معاً في النظر كوحدة بصرية وتعتبر الهيئات الإيجابية هي الأجزاء المعتمة المحسوسة في التكوين أما الهيئات السلبية فهي المساحات التي تحيط بالهيئات الإيجابية أو تقع بينها[2].

"كما أن الشكل يعتبر صفة للعنصر والتي تحدد ملامحه وتميزه عن باقي العناصر الأخرى، ويمكن للشكل أن يعرف بأنه مجموعة الخواص التي تجعل الشيء على ماعليه أو تتجمع الصفات الحسية وتعطيها كلها معا شكل الشيء"[3].

ومن العناصر التشكيلية البصرية: الهيئات وهي مساحات مغلقة مصمتة، وهي التي تدل على كينونة الشيء، ونحن نتعرف على الأشياء من خلال هيئتها[4].

---

(1) محمد محمود الدسوقي، مرجع سابق ص ٧٧.

(2) Jiatto, Joseph A.; Exploring Visual Design – Davis Publication, U.S.A., 1987, p. 72.

(3) محمد حازم طه حسين: "دراسة لتحقيق وحدة الشكل في الرسالة الإعلانية التجارية المطبوعة لمصر، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ١٩٩٠، ص ٤٩.

(4) Maurice de Sausmarez, Op. Cit., p. 28.

"كما أن كلمة شكل تعني عنصراً مسطحاً أولياً أكثر تركيباً من النقطة والخط في التعريف الهندسي فينشأ الشكل عن تتابع مجاورة ومتلاحقة من الخطوط، فيؤدي ذلك التتابع إلى تكوين مساحة متجانسة يختلف مظهر الحدود الخارجية لها باختلاف تكوين الخط الذي تنشأ عن تكراره وباختلاف اتجاه ونظام تحركه"[1]

وتتخذ الأشكال في الفن عدداً من التصنيفات فمنها:

- أشكال عضوية، أشكال غير عضوية.
- أشكال تمثيلية، وأشكال لا تمثيلية.
- أشكال طبيعية، وأشكال مجردة.
- أشكال موضوعية وأشكال لا موضوعية.

- **<u>الأشكال العضوية:</u>**

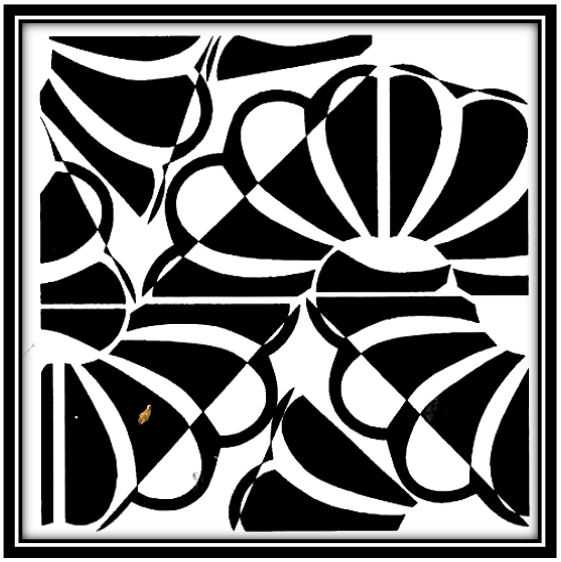
"تستخدم للدلالة على اتساق أو كيانات مسطحة تنتظم بطريقة تثير إدراكاً بوجود الصفات الحيوية التي تميز الكائنات الحية أو هي أشكال تحاكي أو تستخلص صفات الأشياء الطبيعية دون أن تحاكيها"[2]. كما هو موضح في الشكل (٢٥٨)، (٢٥٩) حيث يوضح فيهما تلك الأشكال العضوية وما يمكن من تطبيقها بماكينات الليزر، كما بالشكليين (٢٦٠-٢٦١).

شكل (٢٥٨) تصميم يوضح مجموعة من العنصار المسطحة العضوية التي تستخلص صفات العناصر الطبيعية (من إجراء الباحثة)

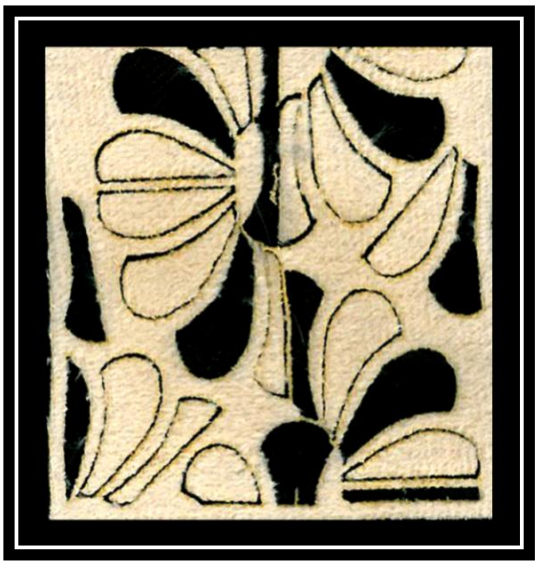
شكل (٢٥٩) تصميم يوضح مجموعة من العنصار المسطحة العضوية التي تستخلص صفات العناصر الطبيعية المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث

(١) إيهاب بسمارك الصيفي، مرجع سابق، ص ١٣١.

(٢) إسماعيل شوقي: "الفن والتصميم"، الطبعة الرابعة، دار الكتب المصرية، ٢٠٠٧، ص ١٦٦.



شكل (٢٦٠) تصميم يوضح مجموعة من العناصر المسطحة العضوية النباتية التي تستخلص صفات العناصر الطبيعية في التصميم (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٦١) يوضح مجموعة من العناصر المسطحة العضوية النباتية التي تستخلص صفات العناصر الطبيعية المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر

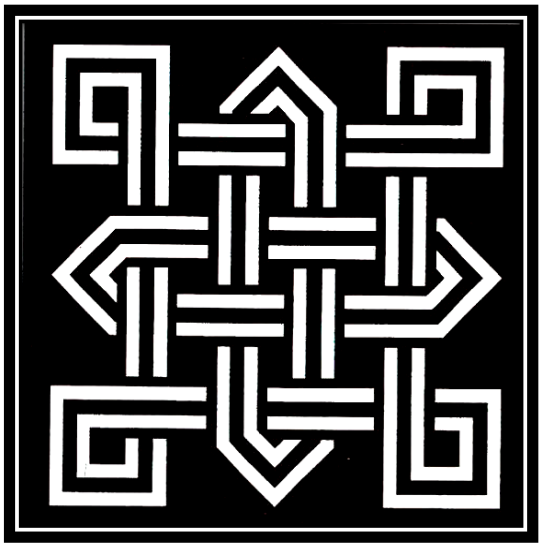
- **الأشكال الهندسية:**

"هي أشكال تعتمد في بناءها على عناصر أولية هندسية بسيطة هي النقطة والخط المستقيم والخط المنكسر والخط المنحني الذي يخضع انحناءه لضوابط رياضية ومن أمثلتها المثلثات المختلفة والمربع والمستطيل وشبه المنحرف والمضلعات المنتظمة والدوائر"[1]. كما هو موضح بالأشكال الآتية أرقام (٢٦٢ : ٢٦٥)

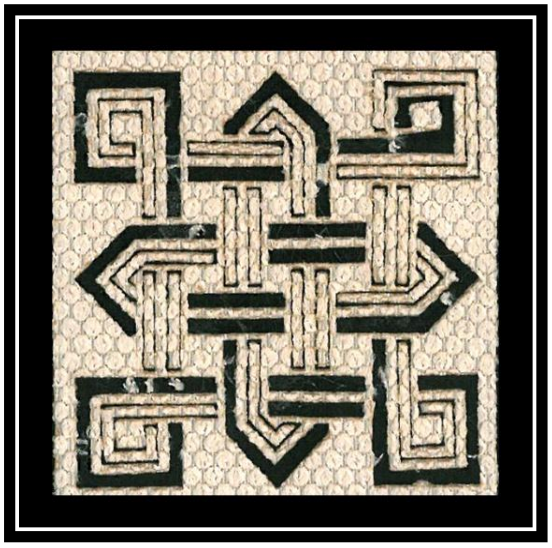
شكل (٢٦٢) تصميم يوضح أثر استخدام الأشكال الهندسية والتنوع بينها (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٦٣) تصميم يوضح أثر استخدام الأشكال الهندسية والتنوع بينها المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

(١) إيهاب بسمارك الصيفي، مرجع سابق، ص ١٣٢.



شكل (٢٦٤) تصميم يوضح أثر استخدام الأشكال الهندسية والتنوع بينها (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٦٥) تصميم يوضح أثر استخدام الأشكال الهندسية والتنوع بينها بينها المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)

***ويمكن أن نعرف الأشكال الأولية التي نعتبرها عنصراً من عناصر التصميم إلي:**

١. أشكال عضوية مسطحة، طبيعية الصفات، وتتسم بالتجريد، بمعني أنها لا تمثل أو تحاكي بشكل مباشر مظاهر الطبيعة.

٢. أشكال هندسية مسطحة، وهي أشكال مجردة لا تمثل أو تحاكي موضوعاً خارجياً في الطبيعة والأشكال الهندسية الأولية بوجه عام تنقسم إلي ثلاثة أنماط تبعاً لطريقة نظامها هندسياً:

٢ـ ١ الأشكال المنتظمة: كالمثلث المتساوي الأضلاع والمربع والمضلعات المنتظمة وهي – أي الدوائر أكثر العناصر تماثلاً وتناظراً حول مركز في وسطها، بحيث تصبح الدائرة أكثر انتظاماً وتماثلاً واتساقاً حول المركز.

٢ـ ٢ الأشكال شبه المنتظمة: كالمستطيل، والمعين والمثلث متساوي الساقين، وشبه المنحرف ومتوازي الأضلاع، وهي عناصر تتميز بالتناظر النسبي حول المحاور المارة بمركزها، حيث يقسمها كل محور إلى شكلين متطابقين من بعض الجهات دون الأخرى.

٢ـ ٣ الأشكال غير المنتظمة: فهي تلك الأشكال التي لا يخضع بناؤها إلى قانون هندسي محدد، ويمكن أن تتدخل في تركيبها العناصر المنتظمة، وشبه المنتظمة على نحو غير متناظر.

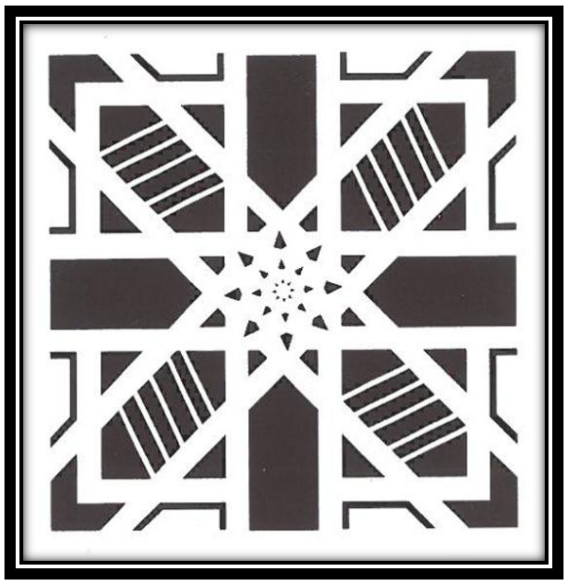
فالأشكال العضوية تثير إدراكاً للطاقة بطريقة تشبه طريقة إدراكها لكيفيات النمو والحركة والتغير في عناصر طبيعية.

والأشكال الهندسية المنتظمة تثير إحساساً بتناظر الطاقة وتعادلها، أما الأشكال غير المنتظمة، فتثير إحساساً بوجود الطاقة بكيفيات لا يتسم تأثيرها بالتعادل المطلق المحاور.

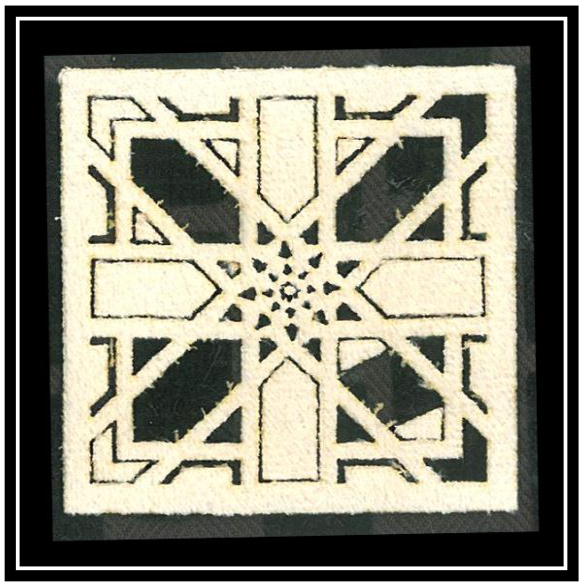
وتكون الأشكال غير المنتظمة هي أكثر إثارة لإدراك اختلافات الطاقة من نقطة لأخرى ومن محور لآخر[1].

- **التبادل بين الشكل والأرضية:**

"التبادل بين الشكل والأرضية هو أحد الحلول الحديثة في الفن التشكيلي والذي يقوم على اشتراك مساحتين أو حجمين في خط واحد بالتجاور، أن هذا الحل يعمل على إنهاء سيطرة تميز الشكل عن الأرضية أو سيادة عنصر على عنصر آخر، كما أن هناك – فى نفس الوقت – حلولاً مختلفة لإحداث الإيقاع والتنظيم بطريقة غير تقليدية، ومن ضمن هذه الحلول: التبادل المنتظم بين المساحات، التبادل غير المنتظم، التبادل القائم على الشكل الواحد الذى يصنع هيئة الشكل المجاور له وكأنها متوالية عددية ترتبط في مسلسل متتابع، ولكن تأتي كل وحدة على صورة مختلفة عن الوحدة الصانعة"[2] كما هو موضح بالأشكال الآتية (٢٦٦: ٢٦٩).



شكل (٢٦٦) تصميم يوضح أثر استخدام التبادل بين الشكل والأرضية (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٦٧) يوضح أثر استخدام التبادل بين الشكل والأرضية المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

(١) هبه الله حسن مازن: "الحركة الفعلية والإيهامية كمدخل لإثراء المعلقة الطباعية"، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية النوعية، جامعة القاهرة ٢٠١١، صـ ٢٤٢ .

(٢) محمد شوقي: مرجع سابق ، ص ٨٣.

شكل (٢٦٨) تصميم يوضح أثر استخدام التبادل بين الشكل والأرضية (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٦٩) يوضح أثر استخدام التبادل بين الشكل والأرضية المنفذه باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)

٤.الفــراغ Space:

"يعد عنصراً أساسياً من العناصر التي تدخل في بناء التصميم الطبـاعي ثنـائى وثلاثـي الأبعـاد، وصور الطاقة التي يتضمنها تؤثر في فاعليات العناصر الشكلية ويتأثر بها"[١].

ينقسم الفراغ في تصميم المعلقة الطباعية إلي عدة أنواع منها :

- **الفراغ المحيط: The Surrounding Space**

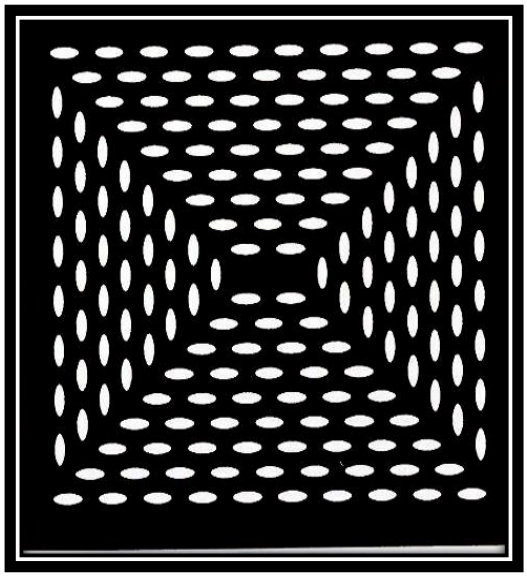
"هو الفراغ الذي يحيط بالهيئة الخارجية للمعلقة من جميع الجوانب. والفراغ الثابـت بالمعلقـة ليس مجرد جزء من الفراغ الكوني يحيط بها فقط بل أنه مادة في ذاته، كما أنه جزء تركيبي للشكل لـه القدرة على وصل أجزاء المعلقة بعضها ببعض"[٢]. كما هو موضح بالأشكال الآتية أرقام (٢٧٠ : ٢٧٣).

(١) إيهاب بسمارك الصيفي: مرجع سابق، ص ١٣٩.

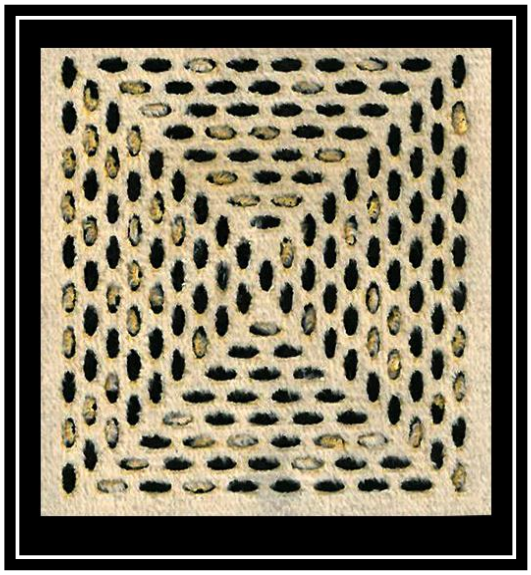
(٢) أسعد سعيد فرحات: الهيئة العامة لقصور الثقافة، القاهرة، ص ١٥، ١٦.

شكل (٢٧٠) تصميم يوضح الفراغ الذي يحيط بالهيئة الخارجية (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٧١) يوضح الفراغ الذي يحيط بالهيئة الخارجية المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٧٢) تصميم يوضح الفراغ الذي يحيط بالهيئة الخارجية (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٧٣) يوضح الفراغ الذي يحيط بالهيئة الخارجية المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)

- **<u>الفراغ النافذ</u> The Penetrating Space**:

"هو الفراغ الذي ينفذ في الملعقة ويمتد إلى ما وراءها فيظهر ما يوجد خلفها، وذلك النوع من الفراغ يسمي بالفراغ المطلق Endless Space، أو الفراغ الممتد اللانهائي الذي تستطيع العين تتبع نهايته، ويسمح بمرور الضوء خلاله ولا يصطدم بأجزاء المعلقة وهو يؤكد ويعمق من إدراك البعد الثالث ويزيد من تفاعل المعلقة بالأجواء المحيطة بها"[1].

(1) أسعد سعيد فرحات، المرجع السابق، ص ١٦، ١٥.

- **الفراغ السالب: The Negative Space**

"يمثل هذا النوع من الفراغ عمقاً ملموساً ولكن لا ينفذ من خلاله الضوء بل يصطدم أعمق منه، فهو ينحصر بين مستويين أو يشكل عمقاً له بداية ونهاية ويمكن للعين أن تراه[1]، فنري أثر تجسيم السطح الطباعي في إحداث نوعاً من الفراغ السالب الذي ينحصر بين مستويين أو أكثر من المنسوج".

- **الفراغ رباعي الأبعاد: The Four Dimensional Space**

"هو معالجة عالية التصور للأشكال تعطي الإحساس بعملية الزمن والحركة، حيث بدأ الاهتمام بتحقيق عامل السرعة والبعد الرابع مع المدرسة التأثيرية ولكنه أصبح أساساً ومبدأ من مبادئ المدرسة المستقبلية حيث استفادت من دراسات إسحق نيوتن E.Newton في الحركة أو ما يعرف بديناميكا الأجسام المتحركة، ويظهر أثر تشابك العلاقات في إحداث نوعاً من الفراغ رباعي الأبعاد[2].

٥- ملامس السطوح : Texture

"الملمس هو أحد المؤثرات البصرية التي تثير الحس البصري والحس اللمسي والذاكرة والخيال في وقت واحد وخلاله تثار أيضاً الانفعالات وبعض المعاني باختلاف نوعية الملمس[3].

"ويرجع الاختلاف البصري في إدراك ملامس الأسطح إلى مدى انعكاس الضوء وامتصاصه، أو إلى حدوث الظل والنور في الملمس الخشن، وغياب الظل في الأسطح الملساء، كما أن الإعتام والشفافية أو نصف الشفافية يؤثر في اختلاف الملمس بصرياً، كما يؤثر اللون كذلك في اختلاف الإحساس باللمس"[4].كما هو موضح بالأشكال الآتية أرقام (٢٧٤ : ٢٧٧)، الذى توضح الملامس المرتفعة، والمنخفضة والمتشققة من داخل التصميم والمندمجة فى المنسوج .

---

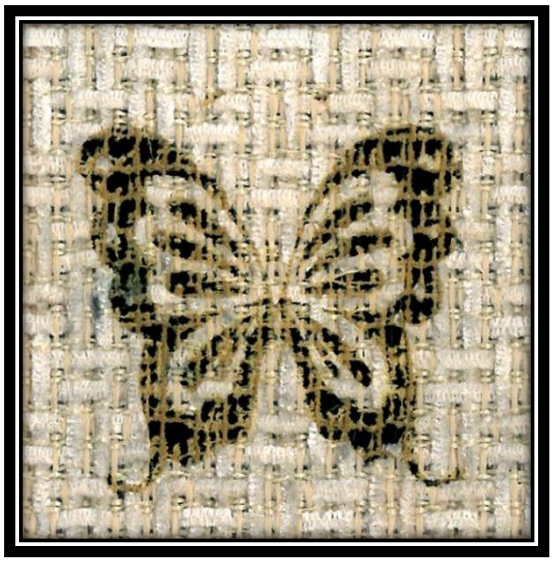
(1) أحمد حسن أحمد حامد: "توظيف القوى الفراغية للخطوط لتحقيق البعد الجمالى فى إنشائية التصميم"، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ٢٠٠٠م، ص ٣١ .

(2) أسعد سعيد فرحات، مرجع سابق، ص ١٦.

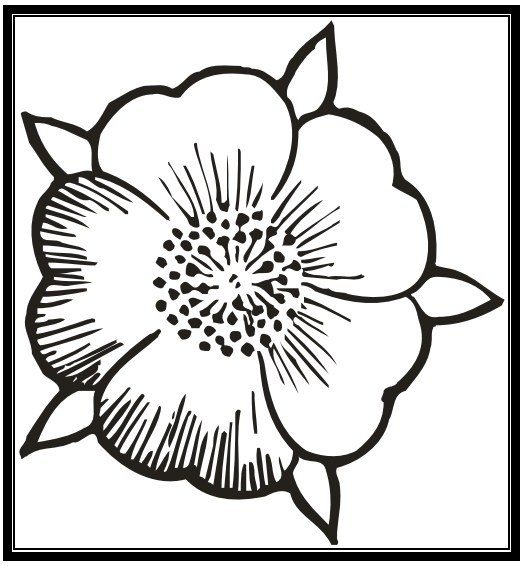
(3) محمد دسوقي، مرجع سابق، ص ٩١.

(4) محمد سيد سليمان: "أسس تصميم التشكيل الزخرفي بالعمارة الداخلية في العصر المملوكي"، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، ١٩٨٧م، ص ١٠٨.

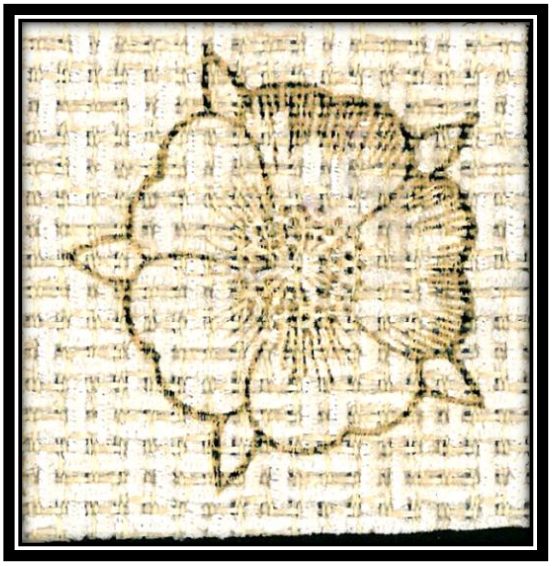
شكل (٢٧٤) تصميم يوضح ملامس المنسوج المرتفعة والمنخفضة والمشتقة من داخل التصميم
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٧٥) يوضح ملامس المنسوج المرتفعة والمنخفضة والمشتقة من داخل التصميم والمندمجة في المنسوج المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٧٦) يوضح ملامس الأسطح ومدى انعكاس الضوء وامتصاصه وحدوث الظل والنور في الملمس الخشن
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٧٧) يوضح ملامس الأسطح ومدى انعكاس الضوء وامتصاصه وحدوث الظل والنور في الملمس الخشن في المنسوج المنفذة باستخدام إمكانات ضوء الليزر الحديث (من إجراء الباحثة)

ملخص الفصل الخامس

لقد قامت الباحثة في هذا الفصل بدراسة الابعاد التقنية لأعمال فن الحفر والطباعة فى ضوء استخدام الأساليب الحديثة: ومنه تناولت الباحثة أثر التطور التكنولوجي في فنون الحفر والطباعة، حيث التطورات الفنية العظيمة فى العصر الحديث، ولأول مرة فى تاريخ الفنون نجد أن المفهوم التشكيلى للفن يخضع لتأثير العلم والاكتشافات الحديثة، كما كان لإختراع الكاميرا أو آلة التصوير الضوئى وتقارب إنتاجها للتصوير الطبيعى رد فعل عنيف للأوضاع الاكاديمية، ولحدوث حركة التقدم العلمى والفلسفى للفنون. ثم قدمت الباحثة رؤية تشكيلية حديثة لتقنيات فن الحفر باستخدام الطرق التكنولوجية الحديثة، مثل أجهزة الحفر باستخدام الليزر الحديث، فآلة الحفر باستخدام الليزر هى أحد أنواع وحدات الإخراج المتصلة بالحاسوب، وتشبه طابعة الورق الحبرية printer ink jet، وهى متوافقة للعمل مع أنظمة التشغيل المختلفة.

كما قامت الباحثة في هذا الفصل بدراسة الإمكانات التشكيلية في عناصر التصميم وتطبيقاتها بالليزر، حيث تناول هذا الموضوع استخدام ماكينات الليزر فى تشكيلات متعددة وثراء فنى متنوع كما أن هذه التشكيلات ترتبط بالخامة فى تنوعها وتراكيبها النسجية وتثرى الأعمال الفنية، ووجدت أن تنوع طرق تطبيق حساسية ضوء الليزر على المنسوجات المختلفة يتيح امكانات متعددة تتلائم مع المراحل الفنية المختلفة وتبرز قيماً فنية وجمالية عديدة، وكذلك تفتح آفاقاً جديدة لعمليات الإبداع فى زخرفة المنسوجات من خلال المعالجات الفنية لعناصر وأسس التصميم وكيفية تطبيقها باستخدام حساسية ضوء الليزر.

كما يسرد هذا الفصل أن العناصر التصميمية عندما تتفاعل تظهر بدرجة أكبر عند توظيف تلك الإمكانيات والفعاليات وتظهر بدرجة أكبر عند توظيف العناصر في علاقات تكنولوجية حديثة، فالعلاقات بين عنصر وآخر تعنى إحداثاً وتغيرات، تفصح عن صور جديدة وكيفيات تحولها، وفاعلياتها الجمالية في الإدراك، مما يطلق عليه الأسس الجمالية للتصميم.

وتم العرض في هذا الفصل تطبيق عناصر وأسس التصميم من خلال إمكانات تكنولوجية حديثة وتطبيقاتها بماكينات الليزر مؤثراً في التصميم الطباعي، مثل: (النقطة – الخط – الشكل والأرضية – الفراغ – ملامس السطوح).

* **تمهيد:**

في هذا الفصل تناولت الباحثة تجربة ذاتية والتي خلصت إليه الدراسة، حيث إنقسمت تلك التجربة إلى شقيين أولهما تجارب عرضت الحفر بضوء الليزر، وثانيهما إستخدام التشكيل على المنسوج بتقنية ضوء الليزر، وأنقسم كل شق من هذين الشقين إلى مجموعة من المحاولات والمداخل والتي هدفت إلى إيضاح إمكانيات العمل في كل من الشقين، وبالتالي فإن كل محاولة من هذه المحاولات إنما هي في الأصل تجربه فنية للباحثة بدأت كمحاولة وإنتهت كعمل فني، حيث استطاعت الباحثة من خلال تلك المحاولات أن قامت بعملية صياغة للعديد من الامكانات لإشعاع ضوء الليزر داخل العمل الفني، وفي نفس الوقت فهي بمثابة اختبار لتقنيات وأساليب التعامل مع إشعاع ضوء الليزر، لوقوف على مدى الاستفادة من تلك التقنيات التقليدية والحديثة في طباعة المنسوجات.

ومن جانب آخر فقد حاولت الباحثة عند تنفيذ تلك المحاولات العملية أن تحمل في تكويناتها مضامين متنوعة للتعبير عن مفاهيم فلسفية وعلمية ومعالجتها تقنياً، سعياً منها في التأكيد على إبراز الجوانب الهامة والإمكانيات التعبيرية والتشكيلية للتقنية محل الدراسة وإن كان ذلك على صعيد كلاً من الموضوع أو التكوين أو من حيث الإسلوب أو المنهج الفني الذي إتبعته الباحثة في تنفيذ هذه الأعمال.

لذا أعُتبر التجريب مدخلاً تربوياً إيجابياً في دراسة الخامات الطباعية وتقنياتها لتفعيل دورها كوسائط حسية وتركيبية وتشكيلية وتعبيرية في بنية منتج طباعى للوصول إلى أبعاد ودلالات ديناميكية غير مآلوفة تتسم بالحداثة والمرونة في التفكير التصميمي والمعالجة التشكيلية لإيجاد أبعاداً جمالية مختلفة ومتعددة للتصميم الواحد، "ولولا التجريب القائم على أسس فنية وعلمية لما ظهرت الاتجاهات والمطبوعات الفكرية وطرق الأداء والبحث عن حلول ابتكارية مستحدثة لمواجهة مختلف مشكلات المحيطة بمجالات الفنون التشكيلية عامة وفي مجال طباعة المنسوجات خاصة"[1].

ترى الباحثة أن التجريب في مجال طباعة المنسوجات يمنح كلاً من معلمي ،ودارسى الفن القدرة على ابتكار وخلق حلول تشكيلية جديدة ابتداء من التجريب في تنوع الأفكار التصميمية، كذلك الأساليب التشكيلية التي تسهم في إحداث ثورة جديدة في أسس وعناصر التصميم الطباعي، كذلك الأساليب التكنولوجية المستحدثة، مع الإلمام بكل ما هو جديد في أساليب فنية وتقنيات طباعية حيث

(١) علام محمود علام محمد، ٢٠٠٦م: "العلاقة التبادلية بين التشكيل المسطح والمجسم وأثرها في استحداث بنائيات معدنية مبتكرة، دراسة تجريبية"، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية النوعية، جامعة القاهرة، صـ٢٧٣.

يتطلب ذلك ممارسة عملية وتعامل مباشر مع الأدوات والخامات المستخدمة لكل تقنية كذلك التجريب من خلال الدمج بين أكثر من تقنية طباعية والتغيير في المعالجات التقنية والتشكيلية ومع التقنيات الحديثة الأخرى وما ينتج عنه من إحداث تغيرات للقيم الشكلية للمنتج الطباعى الواحدة.

ومن هذا المنطلق تناولت الجزء الأول من هذا الفصل إجراء الإطار التطبيقي للدراسة والذي يعتمد على الاستفادة من معطيات الدراسة النظرية والتحليلية التي تم تناولها في الفصول السابقة بهدف التأكد من صحة وصدق الفروض المرتبطة بها، وذلك من خلال إجراء مجموعة من التجارب الاستطلاعية والتي تناولت التجريب من خلال الاحتكاك المباشر بالخامات المستخدمة بين تقنيات أشعة ضوء الليزر الحديثة وتقنيات الطباعية اليدوية، وما يتعلق بها من أدوات وطرق أداء والمعالجات التقنية والتشكيلية على الأسطح الطباعية المختلفة لاكتشاف الأبعاد الجمالية والتشكيلية الخاصة بكل من الأسلوبين والاستفادة منها كمتغيرات تجريبية يمكن أن يتحقق من خلالها إمكانية التعلق على رتابة الأداء في تناول التقنيات والخامات بصورة محددة، بالإضافة إلى تحقيق التعددية في الأفكار والحلول التشكيلية والجمالية والاستجابات الفنية من خلال المحاولات التجريبية للدمج بين كلا من المتغيرات على الأسطح الطباعية المختلفة والقيم الفنية الناتجة عنه في المنتج الطباعي، ثم الاستفادة من معطيات ونتائج التجارب الاستطلاعية في إنتاج مجموعة من المنتجات الطباعية في شكل تجربة ذاتية للباحثة تعتمد حدودها التشكيلية على تحقيق أكبر قدر من العلاقات الجمالية بين متغيرات كل من التقنيات المستخدمة من خلال عمليات الدمج بينهما على سطح طباعي واحد، وذلك وفقاً لمداخل تجريبية تعتمد على استثمار الأبعاد الجمالية والتشكيلية لكل من الأساليب المستخدمة والتي يتاح من خلالها تحقيق درجات متفاوتة من الحرية والإتقان وتوظيفها في بنائيات تشكيلية غير تقليدية للمنتج الطباعي.

أولاً: الممارسات الاستطلاعية للدمج بين التقنيات الطباعية التقليدية وتقنية الليزر الحديثة:

كان لابد للباحثة من مُمارسة بعض التجارب الاستطلاعية للدمج بين التقنيات الطباعية اليدوية وتقنية أشعة ضوء الليزر الحديثة، وذلك لفتح أفاقها وتوسع مداركها وتمدها بعمليات الدمج الطباعي، والتى عنيتها على تطبيق التجربة.

وقد انقسمت التجارب الاستطلاعية إلى أربعة أقسام رئيسية صنفت التجارب من خلالها إلى:

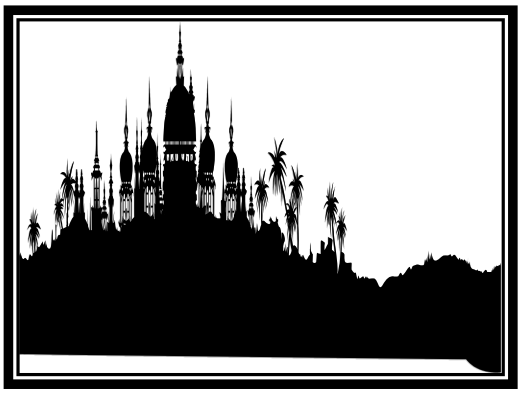
١- التجارب الاستطلاعية تناولت أساليب تقنيات استخدام أشعة ضوء الليزر على الأقمشة المختلفة.

٢- التجارب الاستطلاعية تناولت أساليب تقنيات الطباعة اليدوية المختلفة.

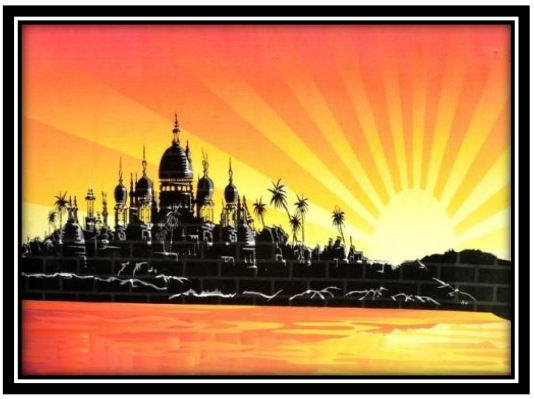
٣- أساليب الحفر على القوالب المستخدمة في الطباعة لخامة البولى فينيل كلوريد (p.v.c).

٤- التجارب الاستطلاعية تناولت الدمج بين التقنيات والخامات المختلفة.

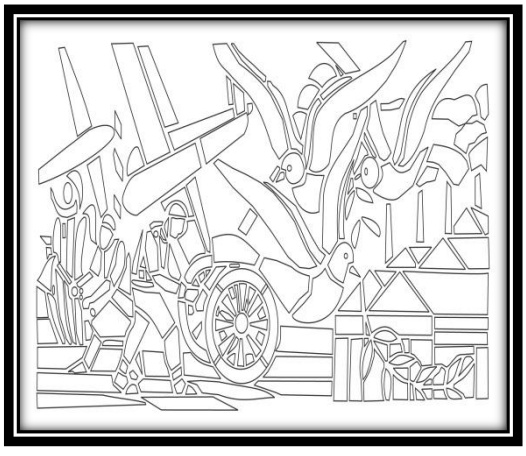
وفيما يلى عرض لبعض التجارب الاستطلاعية:



شكل (٢٧٨) يوضح التجربة الاستطلاعية لتصميم يصلح قطعه باستخدام أشعة ضوء الليزر الحديثة و بالتداخل مع الطباعة الرقمية و الشاشة الحرارية، لإثراء التجربة من خلال القيم الملمسية التي تحققها تقنية القطع بالليزر على قطع القماش الاسود والتي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)



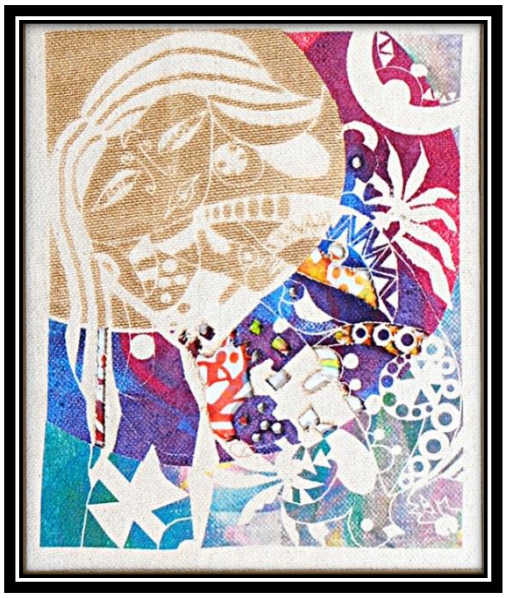
شكل (٢٧٩) يوضح التجربة الاستطلاعية للدمج بين تقنيتي أشعة ضوء الليزر الحديثة والطباعة الرقمية بالتداخل مع الشاشة الحرارية، لإثراء التجربة من خلال القيم الملمسية التي تحققها تقنية القطع بالليزر، والحفر بالليزر على القماش الاسود والتي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)



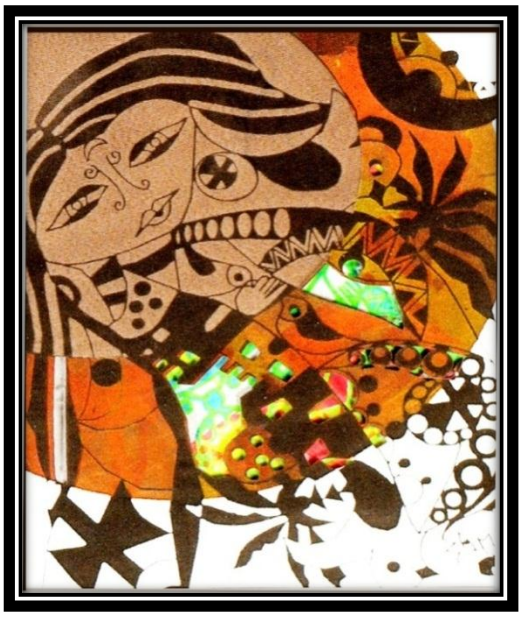
شكل (٢٨٠) يوضح التجربة الاستطلاعية لتصميم يصلح قطعه باستخدام أشعة ضوء الليزر الحديثة على الاقمشة القطيفة للدمج بين تقنيتي أشعة ضوء الليزر الحديثة والشاشة الحرارية من خلال التراكب لبعض الاقمشة لإثراء التجربة لتحقيق قيم لونية وملمسية من خلال التفريغ بالقماش عن طريق القطع بالليزر وحفره الذي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٨١) يوضح التجربة الاستطلاعية للدمج بين تقنيتي أشعة ضوء الليزر الحديثة والشاشة الحراريةمن خلال التراكب لقطع القماش لإثراء التجربة لتحقيق قيم لونية وملمسية من خلال التفريغ بالقماش عن طريق القطع باستخدام اشعة ضوء الليزر وحفره الذي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٨٢) يوضح تجربة استطلاعية للدمج بين تقنيتي الليزر الحديثة والطباعة بالشاشة الحرارية، لإثراء التجربة بقيمة التجسيم بعجائن الفوم والشبلونة التي تحققها الطباعة بالشاشة الحرارية، والقيم الملمسية التي تحققها تقنية الحفر بالليزر على القماش والتي يصعب تفنيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)

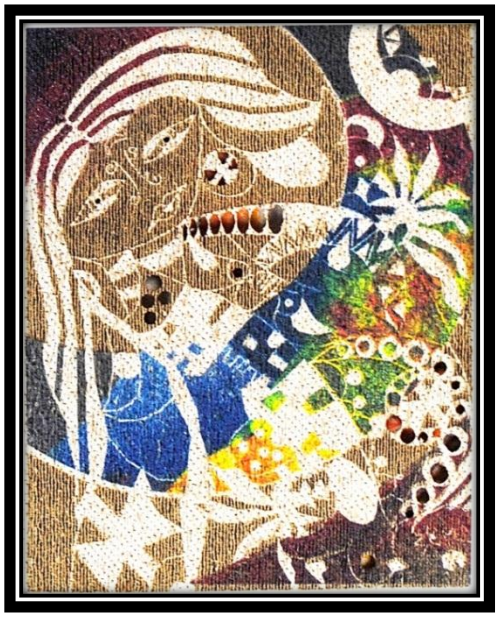


شكل (٢٨٣) يوضح تجربة استطلاعية للدمج بين تقنيتى الليزر الحديثة والطباعة بالشاشة الحرارية، لإثراء التجربة بقيمة التجسيم بعجائن الفوم والشبلونة بالتراكب والتفريغ، لإثراء التجربة بها قيم لونية من خلال قيم ملمسية من خلال التفريغ بالقماش عن طريق القطع بالليزر و الذى يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٨٤) يوضح التجربة الاستطلاعية للدمج بين تقنيتي أشعة ضوء الليزر الحديثة والطباعة بالشاشة الحرارية، التركب والتجاور لإثراء التجربة بقيمتي التكرار والملامس التي تحققها الشاشة الحرارية عن طريق التفريغ والحفر بالليزر التي يصعب تنفيذها بالطباعة اليدوية

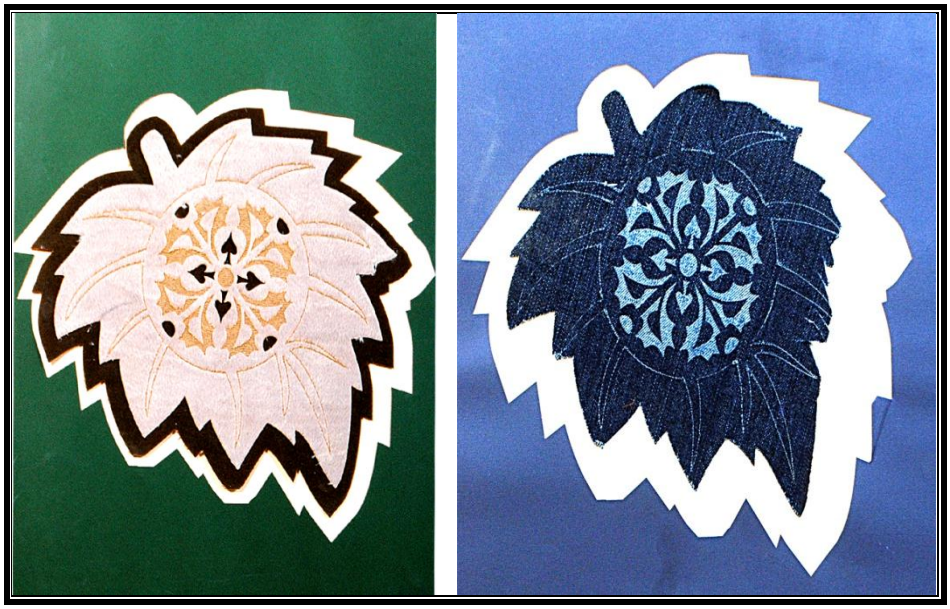
(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٨٥) يوضح التجربة الاستطلاعية للدمج بين تقنيتي أشعة ضوء الليزر الحديثة والشاشة الحرارية، لإثراء قيم لونية بالتراكب وتأثيرات ملمسية من خلال الحفر والتفريغ بالليزر والتي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة).

شكل رقم (٢٨٦) يوضح تجربة استطلاعية لمداخل الليزر الحديثة من حيث (الحفر ـ القطع ـ الرسم) لبعض أنواع من القماش المختلفة

(من إجراء الباحثة)



شكل (٢٨٧) يوضح تجربة استطلاعية بإستخدام تقنية اشعة ضوء الليزر الحديثة على الاقمشة الجينز

(من إجراء الباحثة).

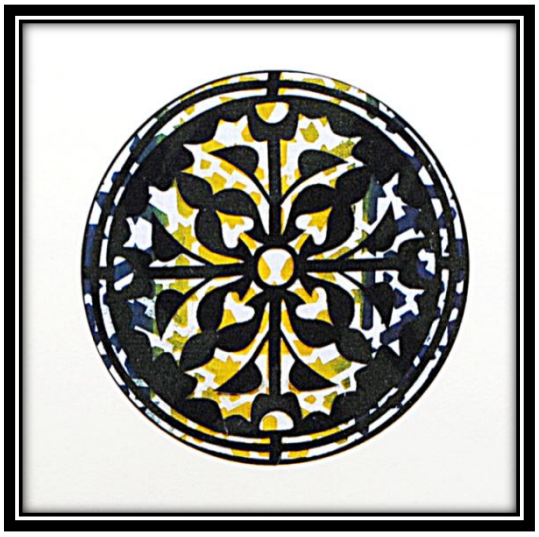
شكل (٢٨٨) يوضح تجربة استطلاعية بإستخدام تقنية اشعة ضوء الليزر الحديثة على الاقمشة القطيفة

(من إجراء الباحثة)

شكل (٢٨٩) يوضح تجربة استطلاعية لمداخل اشعة ضوء الليزر الحديثة من حيث (الحفر ـ القطع ـ الرسم) لبعض أنواع القماش المختلفة (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٩٠) يوضح تجربة استطلاعية للحفر بتقنية اشعة ضوء الليزر الحديثة، لإثراء التجربة بقيمة التجسيم الإيهامي للحفر بإشعة ضوء الليزر على القماش القطيفة والتي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)

شكل (٢٩١) يوضح تجربة استطلاعية للحفر بتقنية اشعة ضوء الليزر الحديثة، لإثراء التجربة بقيم ملمسية من خلال التفريغ بالقماش عن طريق القطع والحفر بإشعة ضوء الليزر والذي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية. (من إجراء الباحثة)



شكل (٢٩٢) يوضح تجربة استطلاعية للحفر بتقنية اشعة ضوء الليزر الحديثة للدمج بين تقنيتي الليزر الحديثة والتداخل مع الشاشة الحرارية، لإثراء التجربة بقيمة التراكب والقيم اللونية، التى تتحقق من خلال الطباعة بالشاشة الحرارية والقيم الخطية التي تتحقق من خلال تقنية القطع اشعة ضوء الليزر على القماش عن طريق التفريغ والتي يصعب تنفيذه بالطباعة اليدوية (من إجراء الباحثة)