

التقنيات الحديثة المستخدمة في تصميم مناظر العروض الاستعراضية المعاصرة**The modern Techniques in Contemporary Performing Art Shows**

أ.د/ أحمد شحاتة أبو المجد

أستاذ متفرغ و رئيس قسم الزخرفة سابقاً- كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Prof. Dr. Ahmed Shehata Abo Al Magd**Professor Emeritus and Head of Department of decoration previously - Faculty of Applied Arts, Helwan University**

أ.م.د / أكمل حامد عبد الرحمن

أستاذ مدرس دكتور بقسم الزخرفة كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Assist. Prof. Dr. Akmal Hamed Abdel Rahman**Professor of the Department of Decoration, Faculty of Applied Arts, Helwan University**

م/ منى عمر عبد العزيز حسن

معيدة بكلية الفنون التطبيقية بجامعة بدر- قسم الزخرفة - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Lect. Mona Omar Abdel Aziz Hassan**Lecturer, Faculty of Applied Arts, Badr University, Department of Decoration, Faculty of Applied Arts, Helwan University****ملخص البحث:**

لقد أحدثت التقنيات الحديثة الشاملة التقنيات السمعية والبصرية مع التطورات التي شهدتها القرن العشرين وتدخل التكنولوجيا في تصميم المنظر المسرحي تطوراً في تصميم مناظر العروض الاستعراضية حيث استحدثت أساليب وتيارات ومذاهب ونظريات في فن المسرح أثرت بشكل كبير في تطوير أساليب العروض الاستعراضية، فكان من ضمن التقنيات تقنية السواتر حيث كانت تستخدم في الكثير من الأحيان للإضاءة بالمنظور و البعد الثالث، حيث كانت تستخدم المناظر المرسومة و خاصة في الخلف و على الجوانب لتكون مكملة للمنظر المسرحي بعناصره من أثاث و اكسسوارات و عمارة. و لقد تعدد استخدام الكمبيوتر في العديد من المجالات المختصة بفن المسرح فقد تدخل في التحكم في الخلفيات و الإضاءة، أيضاً في الأزياء و حركة خشبة المسرح، حيث من أهم التقنيات الحديثة في مناظر العروض الاستعراضية و التي انتشرت أخيراً تقنية الليزر حيث تعددت استخداماته في المسرح خاصة في الاحتفالات و المهرجانات و عروض الأوبرا، كما يستخد في الفضاءات الخارجية مما يعطي تأثيرات مختلفة، أيضاً تقنية الهولوجرام التي تعمل على خلق بيئة افتراضية من خلال الصورة ثلاثية الأبعاد أي أنه يمكن خلق مسرح افتراضي بخلفية و ممثلين افتراضيين بعيداً عن الواقع، و من ضمن التقنيات الحديثة تقنية الشاشات وهي من التقنيات المشهورة و الدارجة حيث المصمم المسرحي يرى أنه من خلال الشاشة يمكن تحقيق خلفية مسرحية تخدم العرض المسرحي الذي يُقدم فمن الممكن معايشة المكان و الزمان في العرض المسرحي من خلال الشاشة التي خلفه، و بالنسبة لتقنية الواقع الافتراضي (VR) فهو نظام يعتمد على خلق بيئات ثلاثية الأبعاد باستخدام رسومات الحاسب الآلي و أجهزة خاصة بحيث تهيئ للفرد القدرة على إستشعارها بحواسه المختلفة و التفاعل معها و تغيير معطياتها مما يعزز إحساسه بالاندماج في تلك البيئة، و تنطرق الدراسة إلى الفرق بين المسرح التفاعلي و المسرح العادي حيث أن المؤديين و الراقصين في المسرح التفاعلي يتفاعلوا مع مكونات المسرح من أرضية و خلفية و ليست مجرد ديكور ثابت يتحرك حوله الراقصين كما في المسرح العادي، أيضاً تطرقت الدراسة إلى تقنية الاسقاط الضوئي التي انتشرت مؤخراً بشكل واسع بالخارج ثم تناولت المسارح ذات الخشبة المتحركة، و أخيراً تختتم البحث ببعض النتائج و التوصيات و التي من أهم النتائج هي أن التقنيات الحديثة أكدت و أثرت بالإيجاب على نجاح

العرض الاستعراضي بل علت أكثر من قيمته و بالتالي أضافت عنصر الابهار و المتعة و التفاعل لدى الجمهور، كما أن التقنيات الحديثة التي سبق و أن تم الإشارة إليها لا شك ان بعضاً منها قد دخلت مصر ولكن ليس بالنطاق الواسع كما بالخارج و ذلك لتكلفتها العالية واحتياج المسارح أن تكون مجهزة بالمعدات التكنولوجية، و توصي الدارسة بامداد المسارح الاستعراضية في مصر و خاصة المسارح الحكومية بالتقنيات الحديثة المختلفة و المعدات التكنولوجية، أيضاً الاهتمام بثقافة التفاعل بين الجمهور و العارضين على المسرح كي يتم خلق مسرح تفاعلي استعراضي حديث.

الكلمات المفتاحية: مناظر العروض الاستعراضية - السينوغرافيا - الهولوجرام - الإسقاط الضوئي **Projection mapping art - الواقع الافتراضي - المسرح التفاعلي.**

Abstract:

The comprehensive modern technologies have created the audio-visual technology with the developments of the twentieth century and the intervention of technology in the design of theater theatrical development in the design of the scenes of the performances, where the developed methods and trends and doctrines and theories in the art of theater has greatly influenced the development of methods of presentations, Where it was used in many times to reflect the perspective and the third dimension, where used the scenes drawn, especially in the background and on the sides to be complementary to theatrical scene with its elements of furniture and accessories and architecture. The use of the computer in many areas of the art of theater has been involved in the control of the backgrounds and lighting, also in the fashion and the movement of the stage, where one of the most important modern technologies in the views of the presentations and the spread of laser technology has been widely used in the theater especially In the celebrations, festivals and operas, as used in the outer spaces, which gives different effects, also the technology of Hologram, which creates a virtual environment through the three-dimensional image that can create a virtual theater with a background and virtual representatives away from reality, Theatrical designer sees that through the screen can achieve the background of the play serves theatrical presentation, it is possible to experience the place and time in the theatrical performance through the screen behind him, and for the virtual reality (VR) It is a system based on the creation of three-dimensional environments using computer graphics and special devices so as to provide the individual with the ability to sense the different senses and interact with them and change their data, which enhances the sense of integration in that environment, and the study deals with the difference between interactive theater and normal theater where The performers and the dancers in the interactive theater interact with the elements of the theater from the floor and background and not just a static decor around which the dancers move as in the normal theater. The study also touched on the technique of projection, which recently spread widely abroad and then dealt with theaters with mobile beams. The research concludes with some of the results and recommendations. One of the most important results is that the new technologies have confirmed and influenced the success of the review, but more than its value and thus added the element of dazzling, fun and interaction among the public. The new technologies that have been mentioned To her no doubt Some of them have entered Egypt, but not in the wide range as well as abroad, because of their high cost and the need for theaters to be equipped with technological equipment. The study recommends the supply of theaters in Egypt, especially government theaters with various modern technologies and

technological equipment, also attention to the culture of interaction between the public and Exhibitors on the stage in order to create a modern theater interactive shows.

key words: view of the shows- Scenography - Hologram - Projecting mapping art - Virtual Reality - Interactive Theater.

مقدمة

مع التطورات التي شهدتها القرن العشرين وتدخل التكنولوجيا في تصميم المنظر المسرحي، أحدثت التقنيات الحديثة الشاملة التقنيات السمعية والبصرية تطوراً في تصميم مناظر العروض الاستعراضية حيث استحدثت أساليب وتيارات ومذاهب ونظريات في فن المسرح أثرت بشكل كبير في تطوير أساليب العروض الاستعراضية. ولقد ظهرت العديد من الاكتشافات و الاختراعات التي أثرت على استخدام الآلية و تطوير البناء المسرحي ذاته و خاصة تطوير خشبة المسرح بكل ما عليها من مناظر و أجهزة و مؤثرات و خدع بصرية. تنوعت العروض الجديدة مع نهاية القرن العشرين و كان من أهم مبادئها التفاعل بين الجمهور و العرض، و تداخل مجالات شتى من الفنون. فكان من ضمنها العروض التفاعلية التي دمجت الأداء و التقنيات الرقمية و الأجهزة الحساسة الدقيقة لنقل كل حركة و ارتباطها مادياً بأجهزة معينة فترسل إشارات عن طريق مجسات مرتبطة بأجهزة الحاسب الآلي، و تتشابه في ذلك مع بعض أجزاء الأجهزة المستخدمة في عملية الواقع الافتراضي. لذلك ستتطرق الدراسة في هذا البحث إلى التقنيات المختلفة التي أثرت حديثاً في المناظر و الفضاءات المسرحية، و خصوصاً مناظر العروض الاستعراضية، و ما اذا كانت هذه التقنيات قد أضافت جديداً و أثرت على اخراج العرض الاستعراضي بالوجه اللائق.

مشكلة البحث :

تتخصر مشكلة البحث في سؤالين

أولاً: هل أكدت التقنيات الحديثة على منظر العرض الاستعراضي أم شغلت الجمهور عن مشاهدة العرض؟
ثانياً: يتضح في الآونة الأخيرة ظهور العديد من التقنيات الحديثة في جميع أنحاء العالم، لماذا لا تستخدم هذه التقنيات الحديثة على نطاق واسع داخل مصر كما هو الحال في العديد من دول العالم.

أهمية البحث:

- القاء الضوء على أهمية مناظر العروض الاستعراضية.
- القاء الضوء على التجارب المتقدمة في مناظر العروض الاستعراضية للاستفادة منها في ايجاد حلول للمسرح الاستعراضي في مصر.
- تناول العلاقة بين مناظر العروض الاستعراضية و التقنيات الحديثة المستخدمة.

أهداف البحث:

- التعريف بالتقنيات الحديثة المستخدمة في مناظر العروض الاستعراضية.
- الاستفادة من التقنيات الحديثة و كيفية توظيفها في مناظر العروض الاستعراضية.
- ايجاد حلول لتطوير المسرح الاستعراضي في مصر.

فلسفة تصميم العروض الإستعراضية:

"تختلف العروض الاستعراضية عن العروض الأخرى في اهتمامها بتفضيل العاطفة على العقل، و الخيال على الواقع."¹ و في كتاب فلسفة الفن الحديث يقول هيربرت ريد " قد اختلفت الرؤية عند مصممي المناظر المسرحية، و بلغت الثورة على الواقعية الخادعة مداها بزعامة الفنان السويسري "أدولف أيبا" " Appia" و الفنان الانجليزي "جوردون كريج" "G. Craig" و الفنان الروسي "ميرهولد".²

حيث كان لمصمم المناظر أدولف أيبا رأي في تصميم العروض الاستعراضية الناجحة " إذ قادت قناعاته الى استبعاد المناظر المسرحية المصورة و المرسومة باعتبارها لا تتسق مع الفن المسرحي الحقيقي لإنعدام الانسجام الجمالي بين الممثل المتحرك ثلاثي الأبعاد و البيئة المحيطة المرسومة ذات البعدين".³

التقنيات و الأساليب المستخدمة في السينوغرافيا في مسرح القرن العشرين

لقد ظهرت العديد من التقنيات المختلفة و التي أثرت بشكل كبير على المسرح في القرن العشرين و من أهم تلك التقنيات:

الخلفيات و السواتر

إن أبرز الأساليب المعروفة في إبداع المناظر المسرحية يكون بتصويرها على الخلفية في نهاية المشهد المسرحي على المنصة. و هو ما يتم من خلال تنفيذ رسوم تحاكي مشهداً واقعياً، أو تعبيرياً، أو رمزياً، و حتى تجريدياً، للمكان و الزمان اللذين يعرضهما النص، أو لما يرثيه مصمم المناظر بالتوازي مع ما يطرحه مخرج العمل من تصور لما ستكون عليه الصورة المسرحية للعرض في النهاية.

و أما تقنيات تنفيذ المناظر المرسومة فتكون من خلال تصويرها على لوحات بقياسات كبيرة بحسب مساحة الرؤية التي تسمح بها فتحة البروسينيوم. و هذه اللوحات يُمكن أن تُجمع في الخلف لتُشكل الخلفية المسرحية، أو تُكوّن السواتر المُتحركة في الأعلى، أو على الجوانب، و التي يتم ترتيبها على المنصة بحسب التصميم المُراد تحقيقه وفقاً لاعتبارات المنظور التي تحدد من خلال عمارة المسرح الذي يتم تنفيذ الديكور على منصته.⁴

و قد تحققت الدراسة من خلال العديد من الزيارات الميدانية و متابعة العديد من الفيديوهات التحضيرية أن تلك الخلفيات إما أن تكون مرسومة أو مطبوعة على بانر بالمقاسات المطلوبة و اما أن تكون مسطحات غائر و بارز و قد تكون الخلفيات مستويات بالأمام و الخلف.

و بالنسبة للخامات يجب أن تكون الخامات المستخدمة غير قابلة للاشتعال و من الألوان التي تستخدم ألوان البلاستيك و قد ترسم على القماش بمساحات كبيرة و تستخدم خامات مختلفة لعمل مجسمات .

و يوضح الشكل (1، 2، 3) بعض الخلفيات و السواتر التي استخدمت في مناظر العروض الاستعراضية المعاصرة في مصر.

¹ أسامة متولي محمد الحلي، المؤثرات الضوئية كعنصر تشكيلي في المسرح الاستعراضي، رسالة ماجستير، قسم ديكور، كلية الفنون الجميلة، جامعة الاسكندرية، 2003

² هيربرت ريد: فلسفة الفن الحديث، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1998.

³ أسامة متولي محمد الحلي، المرجع السابق.

⁴ عبدالرازق معاد، السينوغرافيا في مسرح القرن العشرين و ارتباطها بفنون التصوير و اتجاهاتها، مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية، سلسلة العلوم الهندسية المجلد (31) العدد (1) 2009.



(الشكل 1)⁵ عرض استعراضى لفرقة رضا، مهرجان دمنهور الدولي للفلكلور، مسرح اوبرا دمنهور، مصر، ابريل 2013. يوضح (الشكل 1) الخلفية عبارة عن مستويات من أقمشة الخيامية و بالخلف اقمشة و أمامها لوحة مطبوع عليها اعلان المهرجان.



(الشكل 2)⁶ ديكور لعرض استعراضى بمناسبة احتفالات دار الاوبرا المصرية بالعاشر من رمضان، تصميم ديكور محمد عبد الرازق، 2016. يوضح (الشكل 2) وحدات مجسمة في الخلفية مع وجود صور مفرغة بالأعلى لها علاقة بالعرض الاستعراضى.



(الشكل 3)⁷ ديكور مهرجان دمنهور الرابع للفلكلور، دار أوبرا دمنهور، مصر، تصميم الديكور مهندس بشير محمد علي، 2016. يتضح في الخلفية في (الشكل 3) أنها عبارة عن رسومات مطبوعة على بانوهات على عدة مستويات.

⁵ <http://www.dostor.org/1778332018> 2 يناير

⁶ <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10154088844480973&set=a.10154086304655973.1073741832.646715972&type=3&theater> 2018 يناير

⁷ <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10153914637820973&set=pb.646715972.-2207520000.1517442445.&type=3&theater> 2018 يناير

المنظور بالنسبة للمسرح

إن فكرة خلق إيهام أو تخيل الأمكنة، إنما هي ثمرة طبيعية لإهتمام القرن الخامس عشر الميلادي بخطوط المنظور و قواعده، هذه القواعد التي فتحت آفاقاً جديدة أمام رسامي عصر النهضة، و في الحقيقة كان بعض رسامي ذلك العصر من أوائل الذين رسموا المناظر (رفائيل 1520-1483 Rafael م)، (مايكل أنجلو 1564-1475 Michel Anglo م)، هكذا كان إتجاه قوي لنقل فن التصوير و تطبيقات علم و قواعد المنظور الذي استقرت قواعده على اللوحات المسطحة و المسرح.⁸

و بالنسبة للمناظر الملونة فلم يبدأ استخدامها على نطاق واسع إلا في أواخر عصر النهضة، مع إزدهار الفن التشكيلي بصفة عامة و فن التصوير بصفة خاصة، و التطور الذي طرأ على منصة المسرح، مما ترتب عليه إستخدام القماش الذي تصور عليه مناظر ذات أبعاد معينة لتخلق البعد الثالث أو العمق الوهمي.⁹ و للإيحاء بالمنظور و البعد الثالث، يتم ترتيب الرسوم المنفذة على السواتر و اللوحات المختلفة على منصة المسرح ترتيب يتوافق مع قواعد المنظور.

و يتم في كثير من الأحيان التعويض عن العناصر المجسمة من خلال تصويرها حقيقية، كأن يتم رسم العمود بأبعاده الثلاثة على اللوحة أو الساتر الذي يمثله.

و يُستفاد كثيراً من تقنيات المنظور في المناظر المرسومة في أجزاء من المشهد المسرحي، بحيث يتم تنفيذ جزء من المنظر بعناصره، من أثاث و إكسسوار و عمارة، و يتم إكمال الأجزاء المكتملة لهذا المنظر، و بخاصة في الخلف، و على الجوانب، من خلال الرسوم التي تتبع في تشكيلاتها و وضعها المنظور الخطي العام لهذا المنظر. كما في (الشكل 4)



(الشكل 4) مشهد من مسرحية ليلة من ألف ليلة، المسرح القومي، القاهرة، تصميم ديكور، محمد الغرباوي، تصميم أزياء نعيمة العجمي،

2016.

يتضح من (الشكل 4) الخلفية مرسومة من خلال المباني بطريقتي منظورية للإحساس بالعمق.

كل هذه التقنيات لا تقتصر على موضوع محاكاة الزمان و المكان الذي يعرضه النص، و يجسد رؤيته التشكيلية و السينمائية مخرج العمل المسرحي و مُعده، كما أنها لا تقتصر على ما تؤديه من دور في الإيحاء بوهم المنظور، و إظهار

⁸ <http://www.ahewar.org/debat/show.art.asp?aid=20012>

⁹ سامية أسعد، عالم الفكر، المجلد الخامس عشر، العدد السابع، يناير و فبراير و مارس 1985، ص 89.

¹⁰ <http://gulfnnews.com/culture/arts/an-egyptian-theatre-with-a-dramatic-history-1.15707542018> يناير

البعد الثالث في تشكيل المشهد ...، بل إن هذه التقنيات ترتبط في الوقت عينه بتقانات التصوير الحديثة و المتجددة، سواء من ناحية الشكل أم المضمون، و بذلك تفتح المدارس الفنية الحديثة في الفنون البصرية عامةً، و فنون التصوير خاصةً، الباب عريضاً أمام عملية الابداع التشكيلي في بيئة العرض المسرحي، و ذلك بما تعرضه الفنون التركيبية Installation Arts في مجال التشكيل، و بما آل إليه مصطلح السينوغرافيا حديثاً، في نظرتة الموحدة لأدوات التشكيل الفنية و التعبيرية التي تسهم في عملية صياغة صورة العرض المسرحي في النهاية.¹¹

توظيف الكمبيوتر في تصميم المناظر المسرحية

"في العصر الحديث أصبحت المناظر المسرحية أكثر عناصر العرض المسرحي استفادة من انجازات التكنولوجيا المعاصرة بداية من استخدام الكهرباء حتى الأجهزة الإلكترونية و أشعة الليزر، و غير ذلك من التقنيات الحديثة التي أوشتت أن تحيل منصة المسرح إلى شاشة للسينما، و لكن بأجسام حية و أشياء ملموسة، و ليس مجرد صور متحركة على الشاشة".¹²

تعدد استخدام الكمبيوتر في العديد من المجالات المختصة بفن المسرح فقد تدخل في التحكم في الخلفيات و الإضاءة، أيضاً في الأزياء و حركة خشبة المسرح.

و من التقنيات الحديثة في تصميم المناظر المسرحية

أشعة الليزر Laser

و هي اختصار لكلمة

(Light amplification by Stimulated Emission Raition)¹³

كلمة الليزر تعني عملية تضخيم الضوء بتحفيز الانبعاث الإشعاعي، فمن خلال جهاز معبأ هو جهاز الليزر يمكن تحويل الأشعة الكهرومغناطيسية متعددة التردد إلى تردد واحد أكثر ضخامة يشكل في النهاية وحدة بصرية مسطحة¹⁴.
تتعدد استخدامات الليزر في المسرح خاصة في الاحتفالات والمهرجانات وعروض الأوبرا. كما يستخدم الليزر في العروض الخارجية وعروض الصوت والضوء والعروض الراقصة والحفلات الموسيقية والجاز. والعروض المسرحية الإستعراضية تقام في المسارح العادية والبروسونيوم وغيرها من الأشكال غير التقليدية مثل عروض الهواء الطلق وفي الميادين والملاعب الرياضية وتعتمد عروض الليزر المسرحية على الموسيقى والإضاءة كما يستخدم الليزر في العروض الإحتفالية لخلق أشكال لا نهائية سواء استاتيكية أو ديناميكية بالإضافة لإستخدام مؤثرات مثل الدخان وغيره من المؤثرات.¹⁵ كما في (الشكل 5)

¹¹ عبدالرازق معاد، المرجع السابق.

¹² <http://m.ahewar.org/s.asp?aid=550043&r=0&cid=0&u=&i=0&q>

¹³ <http://www.dictionary.com/browse/laser2017> يونيو

¹⁴ هبة ابراهيم سيد علي، الديكور و الأزياء في المسرح الاستعراضي الأمريكي المعاصر، رسالة ماجستير، قسم ديكور، شعبة فنون تعبيرية، فنون جميلة، القاهرة.

¹⁵ <http://the-best-decoration.blogspot.com/2015/04/3.html>



(الشكل 5) صورة من فعاليات الدورة الرابعة للمهرجان الدولي للطبول و الفنون التراثية، قلعة محمد علي، 2017.

يوضح (الشكل 5) استخدام الليزر في الاضاءة لعمل أشكال مختلفة تتحرك في الفراغ و تنعكس على الجدران الأثرية.

الهولوجرام Holography

الهولوجرافي عبارة عن صورة ثلاثية الأبعاد يتم انتاجها من خلال تسليط الضوء لكي تعطي الصورة عمق و منظور¹⁷ و الهولوجوم هو اللوح الحساس الذي يستقبل جزء الشعاع، و يطلق عليه جابور هولوجرام نسبة إلى العالم الذي أنتجه¹⁸Dennis Gabor

ترجع كلمة هولوجرام إلى العالم دينيس جابور و الذي قام بأول صورة ثلاثية الأبعاد عام 1948 باستخدام مصدر الضوء و هو واحد من أفضل مصادر الضوء المتناسكة قبل الليزر.¹⁹

و تتلخص طريقة جابور في استخدام شعاع من الليزر لما لها من درجة تماسك عالية و تجزئته إلى جزأين باستخدام مجري الشعاع Boam splires و إسقاط أحد الجزأين على الجسم المراد تسجيله و الجزء الآخر كمرجع، فإذا استقبلنا الشعاعين معاً على لوح فوتوغرافي له خواص معينة أمكن الحصول على الصورة الهولوجرامية.²⁰

لذلك فتنقية الهولوجرافي تعمل على خلق بيئة افتراضية من خلال الصورة ثلاثية الأبعاد أي أنه يمكن خلق مسرح افتراضي بخلفية و ممثلين افتراضيين بعيداً عن الواقع.

حيث يقول آدم دونين²¹ و هو أحد مخرجي المسرح "أننا لا نحتاج إلى الناس الحقيقيين، لأننا خلقنا عالماً حيث يبدو الجميع هناك ولكن لا أحد"²².

فتقنية الهولوجرافي كبيرة في اثناء العروض الاستعراضية حيث يمكن تحقيق الصورة المجسمة التي لا يمكن أن تكون في الحياة الحقيقية.

¹⁶ <http://www.dostor.org/1354634>

¹⁷ <https://thewonderfulworldofsound.wordpress.com/2013/06/12/3d-holograms-in-live-performances-no-glasses-required/>

¹⁸ فهرس الأعلام (1).

¹⁹ <https://www.bbvaopenmind.com/en/dennis-gabor-father-of-holography/2017> يوليو

²⁰ <https://www.bbvaopenmind.com/en/dennis-gabor-father-of-holography/2017> يوليو

²¹ فهرس الأعلام (2).

²² https://motherboard.vice.com/en_us/article/live-theatre-meet-holograms

إن الليزر هو في الواقع تقنية المستقبل لإنجاح العمل الفني، إلا أنه عن طريق الهولوجرام يمكنه أن يصنع بأشعته تجسماً و استدارة للمنظر المسرحي من خلال انعكاساً لصورته على مرآيا فتصل الصورة لعين المشاهد بأبعادها الثلاثة في الفراغ المسرحي كما في (الشكل 6) و لا ريب أن هذه الطريقة ستثري العمل الاستعراضي و تمده بالحيوية.²³



(الشكل 6) يوضح استخدام تقنية الهولوجرام في تجسيد المطربة الراحلة أم كلثوم داخل الفراغ المسرحي أمام قلعة محمد علي 2012.²⁴

الشاشات

ان فكرة الشاشات على المسرح ليست جديدة ولكنها لاقت اهتماماً كبيراً على يد «جوزيف زفوبدا Josef Svoboda*²⁵» صاحب فكرة دمج الشاشة في الخلفية مع العرض المسرحي حيث سعى إلى توظيف السينما واقامة علاقة بين ما يتم على الشاشة والحدث الحي على المسرح كما سعى الى توظيف الشاشة في الديكور المسرحي وداخل سينوغرافيا العرض بل المعمار المسرحي ككل.²⁶

إن فكرة وجود الشاشات على خشبة المسرح تعتبر فكرة بسيطة و أسهل من الديكورات و الأشكال المجسمة و التي تتطلب مجهود بدني عالي، فالمصمم المسرحي يرى أنه من خلال الشاشة يمكن تحقيق خلفية مسرحية تخدم العرض المسرحي الذي يُقدم فمن الممكن معايشة المكان و الزمان في العرض المسرحي من خلال الشاشة التي خلفه. كما في (الشكل 7).
"ان استخدام الشاشات في العرض المسرحي سيقدم لنا فضاءً مسرحياً جديداً يضاف الى الفضاء المسرحي الحقيقي الذي يتحرك فيه الممثلون، وعلى المخرج من البداية أن يضع الحدود الفاصلة بين الفراغين «الفضائين» بحيث يتم اقامة حوار أو حالة تكامل وانتقال طبيعي بينهما"²⁷.

²³ هبة ابراهيم سيد علي، المرجع السابق.

²⁴ <http://www.khorh.net/vb/t93786.html>

²⁵ فهرس الأعلام (3)

²⁶ <http://www.almustaqbal.com/v4/Article.aspx?Type=np&Articleid=509318>

²⁷ <http://www.almustaqbal.com/v4/Article.aspx?Type=np&Articleid=509318>



(الشكل 7)²⁸ عرض استعراضي لفرقة رضا، المسرح الوطني الكبير، بكين، الصين، 2016.

يوضح (الشكل 7) استخدام الشاشة في الخلفية و كيفية معايشة العرض الاستعراضي من خلال خلفية ملائمة له فالخلفية هنا تبين أن هناك بيئة ساحلية.

في ظل هذه التقنيات المستحدثة أصبحت مهمة المصمم المسرحي أكثر تعقيداً فيجب عليه أن يراعي الألوان في الخلفية و كيف تتناسب مع الأزياء لدى الراقصين في العروض الاستعراضية، كما أن الإضاءة أيضاً لها دور كبير في العمل على الربط بين الخلفية و العرض المسرحي بحيث يظهر في النهاية سينوغرافيا متكاملة البناء المسرحي. كما في (الشكل 8)



(الشكل 8)²⁹ عرض أمور بروجو Amor brujo النرويجي عام 2015.

يوضح (الشكل 8) هنا استخدام شاشة كبيرة في الخلفية تخدم العرض الاستعراضي. ترى الدارسة أن فكرة تقنية الشاشات في الخلفية تعتبر من الأفكار السهلة العملية لأنه من السهل تغيير ما يُقدم على الشاشة في حالة إذا كانت العروض المقدمة تتغير أو تتبدل خلال فترة معينة محددة.

²⁸ <http://www.youm7.com/story/2016/2/26> فبراير 2018

²⁹ <http://pedrochamizo.es/project/el-amor-brujo-falla/>

كما نرى أيضا الشاشات يتم استخدامها في الأماكن المتواجد فيه الجمهور بشكل كبير كالاستاد أو الأماكن العامة، حيث يتم بث ما يقدم على خشبة المسرح من عرض على الشاشة.. استخدام الشاشات في تلك الحالة يُسهل رؤية المتفرج للعرض الذي يُقدم. كما في (الشكل 9).



(الشكل 9) ختام مهرجان هاى سول الدولي بكوريا الجنوبية والذي أقيم في الفترة من 6 حتى 10 مايو 2016 يستخدم هنا الشاشة خلف العرض الاستعراضي.

و لقد ظهر نوع متقدم من الشاشات يسمى شاشات العرض التفاعلية، مثل شاشات الهولودسك التفاعلية Holodesk (الذي يعد من أحدث إنتاجات التكنولوجيا التفاعلية و يشيع استخدامه في العروض الموسيقية و الملاهي الليلية في جميع أنحاء العالم.³⁰

حيث يتفاعل الراقصين في العرض الاستعراضي مع الخلفية و بالتالي تعتبر الخلفية جزء أساسي في تصميم العرض، و قد ظهرت تلك النوعية من الشاشات بشكل كبير حتى في الوطن العربي من خلال بعض البرامج التليفزيونية

الواقع الافتراضي Virtual Reality

يقول ديلا هونتا سكوت "DelaHunta Scott"³¹ تكنولوجيا الواقع الافتراضي تدعو للجمهور، و المستخدم للمشاركة و التفاعل مع العمل الفني الذي ينطوي على القدرة على التنقل بحرية في بيئة ثلاثية الأبعاد أنشأتها برامج الكمبيوتر.³² فالواقع الافتراضي هو تكنولوجيا تتيح إنشاء بيئة مشابهة للحقيقة بواسطة الحاسوب و ذلك بواسطة شاشة الحاسب أو السماعات المجسمة للصوت أو النظارات كما أنها تعتمد على تقديم صورة مشابهة للواقع في أماكن لا يمكن للإنسان الوصول إليها أو إنشاؤها.

“كما أن التقنيات الافتراضية الجديدة يمكن أن تحل محل التصميم المسرحي التقليدي بواسطة مناظر مرنة منتجة رقمياً حيث أن تلك المناظر الرقمية تعكس التطور المسرحي بما تتميز به من مرونة و القدرة على تحقيق مناظر فريدة في كل عرض منطري.³³”

يقول دان زيلني³⁴ Dan Zellner ولدت التقنيات الرقمية الجديدة نوعين مبتكرين من الفضاء المسرحي:

(1) المسرح المعزز Enhanced Theatre

(2) المسرح الافتراضي Virtual Theatre

³⁰دينا نبيل أحمد بدوي، السينوجرافيا الرقمية، رسالة ماجستير، قسم ديكور، شعبة فنون تعبيرية، كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية، 2012.

³¹ فهرس الأعلام (4).

³²دينا نبيل أحمد بدوي، المرجع السابق.

³³دينا نبيل أحمد بدوي، المرجع السابق.

³⁴فهرس الأعلام (5).

1- المسرح المعزز Enhanced Theatre

يقع في بيئة مادية مع مشاهد افتراضية يتفاعل بها ممثلين افتراضيين أو أحياء.

2- المسرح الافتراضي Virtual Theatre

أما المسرح الافتراضي من ناحية أخرى يقدم أداء افتراضي يمكن أن يختبره أحد أعضاء الجمهور أثناء ارتدائه HMD head mounted display³⁵.

نظام الواقع الافتراضي (VR) يعتمد على خلق بيئات ثلاثية الأبعاد باستخدام رسومات الحاسب الآلي و أجهزة خاصة بحيث تهيئ للفرد القدرة على إستشعارها بحواسه المختلفة و التفاعل معها و تغيير معطياتها مما يعزز إحساسه بالاندماج في تلك البيئة.

و تختلف درجات الإنغماس في الواقع المفترض.

1-واقع افتراضي يخلق حالة من التواجد المكتمل: و فيه، يتم إيهام المستخدم بأنه لوجود للحاسوب و العالم الحقيقي، فلا يرى أو يشعر بأي شيء سوى هذا العالم المصنوع، الذي يوجد الحاسوب، و يتصرف داخله بحرية تامة، كما تتم (رؤية) هذا العالم المصنوع بواسطة خوذة خاصة، أو نظارة إلكترونية تتصل بالحاسوب، فيرتدي المستخدم، في يديه قفازات إلكترونية، كوسيلة إضافية لتجسيد الواقع الافتراضي، تتيح له ملامسة الأشياء التي يظن أنها موجودة.

2-واقع افتراضي محدود الوظيفة و المكان: و يستخدم هذا النظام في أجهزة المحاكاة (Simulators)، و ينصب اهتمام المصمم، في هذا النوع على محاكاة خواص أو جزئيات بعينها في الواقع الحي الحقيقي، مثل تأثير الجاذبية، أو السرعة الشديدة، مع اهتمام أقل بالتفاصيل.

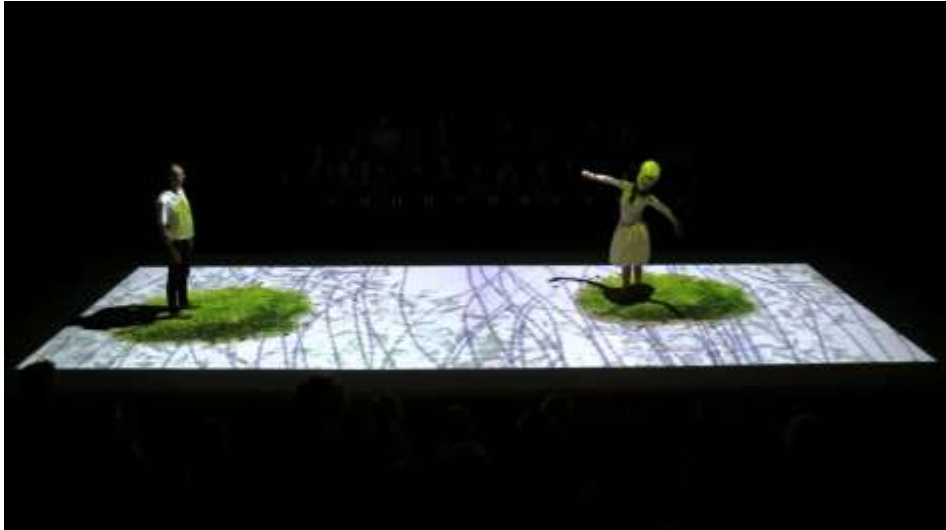
3-واقع افتراضي طرفي: و هنا تكون رؤية العالم الافتراضي، و يتم التعامل معه عن طريق شاشة الحاسب الآلي، دون الشعور بالتواجد الواقعي داخل العالم المصنوع.³⁶

التفاعلية على المسرح Interactivity On Stage

التكنولوجيا الرقمية التفاعلية Interactive Digital Technology و الواقع الافتراضي Virtual Reality هي تقنيات جديدة نسبياً في تكنولوجيا المسرح الرقمية و التي تشمل بدورها مجموعة واسعة من التطبيقات. و الفرق بين المسرح التفاعلي و المسرح العادي أن المؤديين و الراقصين في المسرح التفاعلي يتفاعلوا مع مكونات المسرح من أرضية و خلفية و ليست مجرد ديكور ثابت يتحرك حوله الراقصين كما في المسرح العادي. كما في (الشكل 10).

³⁵ Nadja Iinnine Masura, Digital theatre: a “live” and mediated art form expanding perceptions of body, place and community Thesis/dissertation,2007,

³⁶دينا نبيل أحمد بدوي، المرجع السابق.



(الشكل 10)³⁷ لقطة من العرض الاستعراضي "Pop Up Garden"، المسرح الوطني في شايلو Theatre National de chaillot، باريس، 2015.

يوضح (الشكل 10) أرضية رقمية يتفاعل معها المؤدي من خلال خطواته. و يعرف "دايفيد سالتز"³⁸ David Saltz الوسائط التفاعلية بكونها " الأصوات و الصور المخزنة، التي في كثير من الأحيان يتم إنشاؤها على جهاز الكمبيوتر، و ينتجها كإستجابة لإجراءات الأداء الحي Live Performer's Actions بواسطة مجسات مثبتة داخل الحيز و أحياناً على المؤدي نفسه"³⁹.

الفن التفاعلي Interactive Art هو شكل من أشكال التركيب أو التعقيد القائم على أن الفن التفاعلي يسمح للمشاهد بالتجاوب و المشاركة معه بشكل يحقق الغرض منه (التفاعل مع العمل لغرض ما أو لتحقيق رؤية أو فكر خاص بالفنان)، و استعان فنانون الفن التفاعلي Interactive Art بالعديد من الأجهزة مثل : أجهزة المراقبة (كاميرات و أجهزة دقيقة حساسة)، و المجسات و أجهزة الاستشعار عن بعد و مراقبة التغييرات الجوية، و الشاشات متعددة الاستخدامات بحسب الغرض المرجو من استخدامها و التصميم الذي يناسب العمل الفني كذلك استخدموا البرمجة و استعانوا بالمبرمجين لتحقيق درجة عالية من التفاعل باستخدام الحاسب الآلي، مما أتاح للجمهور التنقل من بيئة أخرى افتراضية و التمتع بالتجديد و الإثارة أيضاً⁴⁰.

و يرجع أقدم نماذج الفن التفاعلي إلى عام 1920، إلا أنه ظهر بالشكل الواضح في الأعمال المنتمية لعام 1990 و تطور على نحو سريع ليشمل العديد من المجالات، و حالياً يعتبر الفن التفاعلي من الفنون الهامة التي تقوم على ربط المشاهد مع العمل بطريقة مباشرة و ظهر من خلاله مصطلحان هاما هما: (الواقع الافتراضي Virtual Reality)، و (المزج بين الواقع و الخيال Mixed Reality) اللذان أتاحا دمج البيئة الحقيقية الواقعية بنماذج غير حقيقية مجسمة أو مسطحة منفذة ببرامج الجرافيك الثلاثية الأبعاد 3D Graphic Programs بحسابات دقيقة تضمن وجود البيئة التفاعلية على نحو أمثل⁴¹.

³⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=Wv2P6vA0i4Q> أبريل 2018

³⁸ فهرس الأعلام (6).

³⁹ دينا نبيل أحمد بدوي، المرجع السابق.

⁴⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Interactive_art

⁴¹ <http://www.welt.de/english-news/article2590217/Interactive-art-exhibit-opens-in-Milwaukee>

الاسقاط الضوئي Projection mapping

يعتبر تقنية رقمية حديثة انتشرت مؤخراً و لها تأثير كبير على المسرح..انتشرت في جميع أنحاء العالم بشكل كبير و ظهرت في مصر مؤخراً و لكن بشكل أقل من الخارج.
غلب استخدام تقنية الإسقاط الضوئي على المباني في الاحتفالات و المناسبات كما في (الشكل 11).



(الشكل 11)⁴² عرض اسقاط ضوئي على احدى المباني خلال مهرجان الأضواء، ليون، فرنسا، 2010.

يوضح (الشكل 11) تقنية الاسقاط الضوئي على مبنى في احدى الاحتفالات حيث التصميم على المبنى يتغير.
و عرض Sunya - Sinha Danse & Constantinople - 2013 (excerpts)-SD⁴³ يعتبر من العروض الاستعراضية بالخارج و التي تناولت الاسقاط الضوئي من خلال اسقاط الرسومات على الأرضية و الخلفية و على أجسام الراقصين. كما بالشكل (12، 13).



(الشكل 12)⁴⁴ لقطة من العرض الاستعراضي سونيا Sunya ، مسرح الفنون، مونتريال، كندا، 2013.

يوضح (الشكل 12) تقنية الاسقاط الضوئي على الخلفية من خلال رسومات من الحروف العربي.

⁴² <http://median.newmediacaucus.org/summer-2011-v-07-n-01-under-fire-3d-animation-pedagogy-3d-projection-mapping-and-its-impact-on-media-architecture-in-contemporary-and-future-urban-spaces/> ابريل 2018

⁴³ إنتاج مشترك بين سينها دانز و الفرقة الموسيقية القسطنطينية، سونيا (بمعنى "صفر" و "عدد" في اللغة السنسكريتية) مشيراً إلى المفارقة الأساسية لكونها، لغة الحركة ... حركة المنفى، وحركة الفن المهجن. أربعة راقصين، ثلاثة موسيقيين وفنان بصري.

⁴⁴ <http://www.sinhadanse.com/en/project/sunya/>



(الشكل 13) ⁴⁵لقطة من العرض الاستعراضي سونيا Sunya ، مسرح الفنون، مونتريال، كندا، 2013.

يوضح (الشكل 13) تقنية الإسقاط الضوئي على الأرضية و ملابس الراقصين من خلال رسومات من الحروف العربي. فالإسقاط الضوئي من وجهة نظر الدراسة بعد اطلاعها للعديد من العروض الحديثة هي عبارة عن تصميم جرافيك يخبزن داخل جهاز الإسقاط الضوئي ثم ينعكس بدوره على الفضاء المسرحي و بالتالي يتم خلق سينوجرافيا رقمية داخل الفضاء المسرحي.

الفرق بين مصمم الإضاءة و مصمم الإسقاط الضوئي:

مصمم الإضاءة يعمل على تصميم إضاءة العرض بشكل عام كما يعمل على تحديد أماكن كشافات الإضاءة و قوتها و و شكلها و لونها.

بينما مصمم الإسقاط الضوئي Projection designer، يعمل على تصميم الجرافيك الذي يسقط ضوئياً من خلال جهاز الإسقاط الضوئي.

ويتم التعاون بينهم تحت قيادة مصمم الإضاءة لتطبيق شدة الإضاءة في أماكن المسرح حيث تكون المناطق التي تمر من خلالها أشكال الإسقاط الضوئي ذات إضاءة خفيفة حتى تظهر رسومات البروجيكتشن أو الإسقاط الضوئي بشكل أوضح.⁴⁶

خشبة المسرح المتحركة:

لا يعتبر عروض فرقة "سيرك الشمس" "Cirque du Soleil" عروض استعراضية عادية فهي عروض تنتمي إلى فئة فنية جديدة حيث تخلق نوع من الانطباع الفني مع التطور و التكنولوجيا على أعلى مستوى.

تتناول الدراسة تقنية عروض "Cirque du Soleil" لأنه من أكثر العروض الاستعراضية تعقيداً في تاريخ الأداء المسرحي" حيث تأسس سيرك دو سوليل منذ عام 1984 و مقرها مونتريال، و تضم الفرقة الآن أكثر من 1300 فنان وفقاً لموقعها على الانترنت. كما يعتبر عرض "KA" من أكثر العروض المشهورة للفرقة و الذي يعرض في لاس فيجاس⁴⁷

حيث تعمل خشبة المسرح وتتحرك بواسطة نظام التحكم الآلي "Automotion control system" و يسمح ذلك النظام بأقصى قدر من المرونة أثناء الأداء.

⁴⁵ <http://www.sinhadanse.com/en/project/sunya/>

⁴⁶مقابلة، حازم شبل، مصمم ديكور مسرحي، فبراير 2016.

⁴⁷ <http://www.nydailynews.com/news/national/cirque-du-soleil-dancer-plummet-death-las-vegas-article-1.1386709>

كما يسمح نظام التحكم الآلي بحركة الشاشات و المنصات و انتقالها و تبديلها و تغييرها خلال المشاهد المسرحية المختلفة كما في (الشكل 14، 15)، حيث يتم برمجة تسلسل نظام التحكم الآلي عن طريق برامج متقدمة مثل Visual creator و eChameleon.⁴⁸



(الشكل 14)⁴⁹ صورة من العرض التجريبي لعرض Cirque du Soleil.

يوضح (الشكل 14) حركة خشبة المسرح بمنتهى الانسيابية عن طريق نظام التحكم الآلي.



(الشكل 15)⁵⁰ عرض "Ka" لفرقة Cirque du Solil، لاس فيجاس، 2006.

الصورة في (الشكل 15) توضح ضخامة الفضاء المسرحي و حركة خشبة المسرح.

و الشكل (16، 17) يوضح بعض العروض الاستعراضية الأخرى لفرقة "Cirque du Soleil"

⁴⁸ <https://www.forbes.com/sites/michaelvenables/2013/08/30/technology-behind-the-magical-universe-of-cirque-du-soleil-part-one/#8e3bdee3726d>

⁴⁹ <http://www.stufish.com/project/ka-las-vegas>

⁵⁰ <http://www.nydailynews.com/news/national/cirque-du-soleil-dancer-plummets-death-las-vegas-article-1.1386709>



(الشكل 16)⁵¹ العرض الاستعراضي "فيفا الفيس Viva Elvis" لفرقة سيرك الشمس، منتج و كازينو أريا، لاس فيجاس، 2012. يوضح (الشكل 16) التقدم الشديد في المنظر المسرحي الاستعراضي من خلال المستويات و الألوان و الإضاءة و الخلفية و التي هي عبارة عن شاشة كبيرة عليها صورة المطرب الراحل إلفيس بريسلي.



(الشكل 17)⁵² عرض للفرقة اسمه Zakana، لاس فيجاس، 2012.

⁵¹ <http://www.stageandcinema.com/2010/11/10/viva-elvis/>

⁵² <https://thatchurchproductionguy.wordpress.com/tag/cirque-du-soleil/>

نتائج البحث:

- التقنيات الحديثة أكدت و أثرت بالإيجاب على نجاح العرض الاستعراضي بل علت أكثر من قيمته و بالتالي أضافت عنصر الابهار و المتعة و التفاعل لدى الجمهور.
- التقنيات الحديثة التي سبق و أن تم الإشارة إليها لا شك ان بعضاً منها قد دخلت مصر ولكن ليس بالنطاق الواسع كما بالخارج و ذلك لتكلفتها العالية واحتياج المسارح أن تكون مجهزة بالمعدات التكنولوجية.
- غياب ثقافة التفاعل بين الجمهور و العارضين على المسرح و غياب ثقافة تفاعل العارضين مع وسائل التكنولوجيا المختلفة و بالتالي لم يتم خلق مسارح تفاعلية ضخمة في مصر.
- يوجد علاقة تكامل بين فضاء تقنية الشاشات و الفضاء المسرحي الذي يتحرك فيه العارضين.
- المنظر المسرحي الاستعراضي من المناظر التي تحتاج تقنيات حديثة متجددة مبتكرة لكي تعمل على ابهار الجمهور و خلق حالة تفاعل على المسرح.

التوصيات:

- توصي الدراسة بامداد المسارح الاستعراضية في مصر و خاصة المسارح الحكومية بالتقنيات الحديثة المختلفة و المعدات التكنولوجية.
- كما ترى الدراسة اقتصار الانتاج في مصر في الفترة الأخيرة على السينما و التلفزيون و لم يدخل بشكل واسع إلى المسرح و بالتالي لم يتوفر إلى الآن في مصر مسرح شامل للتقنيات الحديثة المختلفة.
- الاهتمام بثقافة التفاعل بين الجمهور و العارضين على المسرح كي يتم خلق مسرح تفاعلي.
- الاهتمام باقامة حوار بين الفضاء الذي تشغله التقنيات الحديثة و الفضاء الذي يشغله العارضين و الممثلين كي يتم عمل تكامل في الصورة المسرحية و بالتالي لا يتشتت الجمهور عن مشاهدة العرض.
- يجب على مصممين الديكور المسرحي أن يكونوا ملمين بالتقنيات الحديثة في الفراغ المسرحي حتى يتم عمل تكامل في العمل الفني المقدم بحيث لا يقتصر مصمم الديكور المسرحي على كونه يصمم المنظر المسرحي فقط.

أهم المراجع:**أولاً: المراجع العربية:**

- الحلبي، أسامة متولي محمد. *المؤثرات الضوئية كعنصر تشكيلي في المسرح الاستعراضي*، رسالة ماجستير، قسم ديكور، كلية الفنون الجميلة ، جامعة الاسكندرية، 2003.
- بدوي، دينا نبيل أحمد. *السينوجرافيا الرقمية*، رسالة ماجستير، قسم ديكور، شعبة فنون تعبيرية، كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية، 2012.
- أسعد، سامية. *عالم الفكر*، المجلد الخامس عشر، العدد السابع، يناير و فبراير و مارس 1985.
- معاد، عبدالرازق. *السينوجرافيا في مسرح القرن العشرين و ارتباطها بفنون التصوير و اتجاهاتها*، مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية، سلسلة العلوم الهندسية المجلد (31) العدد (1) 2009.
- علي، هبة ابراهيم سيد. *الديكور و الأزياء في المسرح الاستعراضي الأمريكي المعاصر*، رسالة ماجستير، قسم ديكور، شعبة فنون تعبيرية، فنون جميلة، القاهرة
- ريد، هيربرت. *فلسفة الفن الحديث*، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1998.

ثانياً: المراجع الاجنبية:

- Masura, Nadja Iinnine. *Digital theatre: a “live” and mediated art form expanding perceptions of body, place and community* Thesis/dissertation,2007.

ثالثاً: مواقع الانترنت والشبكات العالمية:

- http://en.wikipedia.org/wiki/Interactive_art
- <http://gulfnnews.com/culture/arts/an-egyptian-theatre-with-a-dramatic-history-1.1570754>
- <http://median.newmediacaucus.org/summer-2011-v-07-n-01-under-fire-3d-animation-pedagogy-3d-projection-mapping-and-its-impact-on-media-architecture-in-contemporary-and-future-urban-spaces/>
- <http://pedrochamizo.es/project/el-amor-brujo-falla/>
- <http://the-best-decoration.blogspot.com/2015/04/3.html>
- <http://www.ahewar.org/debat/show.art.asp?aid=20012>
- <http://www.almustaqbal.com/v4/Article.aspx?Type=np&Articleid=509318>
- <http://www.dictionary.com/browse/laser>
- <http://www.dostor.org/1354634>
- <http://www.dostor.org/177833>
- <http://www.khorh.net/vb/t93786.html>
- <http://www.nydailynews.com/news/national/cirque-du-soleil-dancer-plummets-death-las-vegas-article-1.1386709>
- <http://www.nydailynews.com/news/national/cirque-du-soleil-dancer-plummets-death-las-vegas-article-1.1386709>
- <http://www.sinhadanse.com/en/project/sunya/>
- <http://www.stufish.com/project/ka-las-vegas>
- <http://www.welt.de/english-news/article2590217/Interactive-art-exhibit-opens-in-Milwaukee>
- <http://www.youm7.com/story/2016/2/26>
- https://motherboard.vice.com/en_us/article/live-theatre-meet-holograms
- <https://thewonderfulworldofsound.wordpress.com/2013/06/12/3d-holograms-in-live-performances-no-glasses-required/>
- <https://www.bbvaopenmind.com/en/dennis-gabor-father-of-holography/>
- <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10154088844480973&set=a.10154086304655973.1073741832.646715972&type=3&theater>
- <https://www.forbes.com/sites/michaelvenables/2013/08/30/technology-behind-the-magical-universe-of-cirque-du-soleil-part-one/#8e3bdee3726d>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Wv2P6vA0i4Q>

فهرس الأعلام:

- 1) دينيس جابور (1979-1900) Dennis Gabor: مهندس فيزيائي بريطاني هنغاري، حصل على جائزة نوبل في الفيزياء و يسمى جابور أب الهيلوجرافيا Father of holography و يعتبر أول من قام بعمل صورة ثلاثية الأبعاد عام 1948 قبل اختراع الليزر.
- 2) آدم دونين Adam Donen: مؤلف و مخترع "الدراما ثلاثي الأبعاد".
- 3) جوزيف زفودوبا Josef Svoboda: (مايو 1920-ابريل 2002) فنان تشيكي و مصمم مناظر و يعتبر من الفنانين المسؤولين عن إدخال التقنيات والمواد الحديثة مثل البلاستيك والهيدروليكية والليزر في تصاميمه.
- 4) ديلا هونتتا سكوت DelaHunta Scott: بدأ كمصمم رقصات، و هو يعمل الآن كباحث و كاتب استشاري و منظم لمجموعة واسعة من الأعمال التي تجلب تافنون الأدوات إلى مختلف التخصصات و الممارسات.
- 5) دان زينلر Dan Zellner : متخصص في خدمة الوسائط المتعددة إلى جانب كونه فنان مسرحي درس بجامعة تولان Tulan.
- 6) دايفيد سالنتز: أستاذ مساعد في الدراما و مدير المختبر العالمي للأداء التفاعلي.