الخصائص الفنية للتصوير السينمائي بتقنية الشاشة المحيطية والإنتاج الافتراضي

The Artistic Properties of Cinematography with Volumetric Screen Technology and Virtual Production

م.د/ ممدوح صلاح محمد

مدرس بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – مصر
MamdouhSalah@a-arts.helwan.edu.eg

ملخص البحث: Abstract

يعد استخدام تقنيات فصل المقدمة عن الخلفية جزءاً من التاريخ التقني السينمائي منذ اختراع فن السينما، حيث تعددت أساليب العرض والفصل المستخدمة لتحقق الجانب الفني والإبداعي المطلوب من هذه التقنية، حتى تم استحداث تقنية جديدة مؤخراً وهي الشاشة المحيطية (Volumetric Screen) التي تمكننا من خلال الإنتاج الافتراضي من عرض التصميمات الجرافيكية النهائية أو شبه النهائية على شاشة عريضة خلف الممثلين أثناء عملية تصوير الفيلم، وتلغي الحاجة إلى معظم عمليات الفصل اللوني وتعديل الخلفية في مراحل ما بعد الإنتاج. تأتي أهمية البحث من ضرورة دراسة خصائص الصورة المنتجة بواسطة تلك التقنيات وتأثيرها على الجانب الفني والإبداعي لمساعدة مدير التصوير في اختيار الأسلوب الأنسب لتحقيق الأغراض الفنية والدرامية، وتتبع الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لدراسة خصائص الصورة المنتجة باستخدام تقنية الشاشة المحيطية، والفوارق بينها وبين التقنيات الأخرى للفصل اللوني، فتتطرق إلى أهم سمات الصورة السينمائية المصورة باستخدام الشاشة المحيطية وكيفية إنتاجها وكيفية دمج الصورة الناتجة عن محركات صناعة الألعاب الجرافيكية والصورة السينمائية المتحركة، والمميزات التي تقدمها هذه التقنية مثل ديناميكية الصورة وتغير زوايا المشهد المعرض بحسب حركة الكاميرا، ودقة الانعكاسات اللونية والضوئية على الأجسام والتحكم الكبير في ظروف التصوير، وأيضاً تتطرق الدراسة إلى العيوب والحدود التي تنتج عن استخدام هذه التقنية مثل الحاجة إلى إنهاء معظم أعمال التصميم الجرافيكية في مرحلة ما قبل الإنتاج، وعيوب تساوي شدة الإضاءة وصعوبة التمثيل اللوني الدقيق في الصورة، كما يحاول البحث إلقاء الضوء على التطورات المستقبلية المحتملة لهذه التقنية وأهميتها وتأثيرها على تطور صناعة السينما، وتهدف هذه الدراسة إلى وضع تلك التقنيات المستحدثة قيد التحليل لمعرفة امكانياتها الإبداعية المتاحة والاتجاهات التي يمكن تطويرها من خلالها.

كلمات دالة: Keywords

تكنولوجيا الصورة السينمائية- السينما الرقمية- الشاشة المحيطية- الفصل اللوني- سينما- مؤثرات خاصة

Paper received March 11, 2023, Accepted June 22, 2023, Published on line September 1, 2023

المقدمة: Introduction

يرجع تاريخ محاولات الفصل بين مقدمة الكادر السينمائي والخلفية إلى بدايات نشأة السينما، حيث يعتمد فن السينما بالأساس على حيلة تقنية وهي حيلة استدامة الرؤية Persistence of vision التي تنص باختصار على أن العين تحتفظ على الشبكية بالصورة الثابتة بعد أن تزول من أمامها لمدة 10/1 من الثانية، فإذا ما تلاحقت مجموعة من الصور الثابتة التي تختلف عن بعضها البعض اختلافاً طفيفا فأن الصورة تبدو وكأنها متحركة.

وأدرك الفنان فور اختراع فن السينما أن بإمكانه استخدام نفس التقنية لإجراء ما يعرف حالياً باسم المؤثرات أو الحيل البصرية، فمثلاً عن طريق إيقاف الكاميرا أثناء اللقطة وإعادة تشغيلها بعد إبعاد الجسم المصور عن الكادر سيبدو للمتفرج عن الجسم قد اختفى فجأة، أو استخدام نفس الحيلة بالعكس ليبدو وكأن الجسم المصور قد ظهر فجأة من العدم، وأيضاً إذا ما تمكن الفنان من التحكم والفصل بين الجسم المصور في مقدمة الكادر وبين الخلفية، فسوف يتمكن من تكرار الجسم المصور أكثر من مرة، أو تبديل الخلفية لتصبح مكاناً خيالياً مثلاً. ويمكننا أن نرى في هذه الأساليب والتقنيات الوليدة الاحتمالات اللانهائية التي رآها فنان ومصمم الصورة، والقدرة الفنية والإبداعية التي أتاحتها تلك الأساليب ليحكي قصصاً خيالية متنوعة ويقدم ثراءً بصرياً غير مقيد أو محدود بالواقع. ينسب الفضل في استخدام هذه التقنيات في بدايات السينما إلى جورج ميليه George Méliès الذي يعتبر الأب الروحي لفن المؤثرات الخاصة، والذي قدم ما بين عام 1896 و1912 أكثر من خمسمائة فيلم قصير تجمع ما بين الخدع البصرية والمؤثرات الخاصة، وتضم أعماله السينمائية العديد من نماذج واستخدامات تلك التقنيات. (Gress, 2015, p. 23)

مشكلة البحث: Statement of the Problem

في الأعوام الأخيرة تم ابتكار تقنية جديدة للتصوير السينمائي باستخدام شاشات محيطية بديلة عن خلفيات الفصل اللوني Chroma keying الخضراء أو الزرقاء، بحيث تعرض هذه الشاشات صورة جرافيكية ثلاثية الأبعاد تُنتج عادة بواسطة محرك لصناعة ألعاب الفيديو، وبهذا تندمج تقنيات المؤثرات الخاصة الرقمية مع تقنيات الإضاءة والتصوير لتنتج داخل الكاميرا صورة لها خصائص مشابهة للصورة الناتجة عن الفصل اللوني بدون الحاجة للمرور بتلك المرحلة.

ويمكن حصر مشكلة البحث في ضرورة دراسة وتحليل خصائص الصورة السينمائية التي يمكن إنتاجها باستخدام تلك التقنية وتأثيرها على الجانب الفني لتحقيق أكبر فاعلية في إبداع الصورة، وأيضاً ضرورة الوقوف على المشكلات والعقبات والحدود التي تتعرض لها هذه التقنية ليتمكن المتخصصين في مجال التصميم من العمل على تطويرها وتفادي مشكلاتها أثناء عملهم الإبداعي.

تساؤلات البحث:

تتلخص تساؤلات البحث في النقاط التالية:

1- ما هي خصائص الصورة المنتجة بواسطة تقنية الشاشة المحيطية والإنتاج الافتراضي؟ وما هي أهم تطوراتها؟ وكيف يمكن الاستفادة فنياً منها؟
2- ما هي المميزات التي توفرها هذه التقنية وتجعلها خياراً إبداعياً أفضل من التقنية التقليدية لفصل الخلفيات وإضافة المؤثرات الخاصة في مراحل ما بعد الإنتاج؟
3- ما هي حدود تلك التقنية؟ وكيف يمكن تطويرها مستقبلا؟

هدف البحث: Research Objectives

يهدف البحث إلى مساعدة مدير التصوير السينمائي في الاختيار بين التقنيات المختلفة المستخدمة لفصل الخلفيات وإضافة المؤثرات

الخاصة من بداية مراحل التحضير ومرحلة ما قبل الإنتاج، مروراً بمرحلة التصوير وحتى مرحلة ما بعد الإنتاج، ومعرفة الخصائص الفنية للصورة المنتجة بالأنظمة الحديثة ليتمكن من الوصول إلى أنسب الحلول التقنية والفنية للفيلم المصور.

أهمية البحث: Research Significance

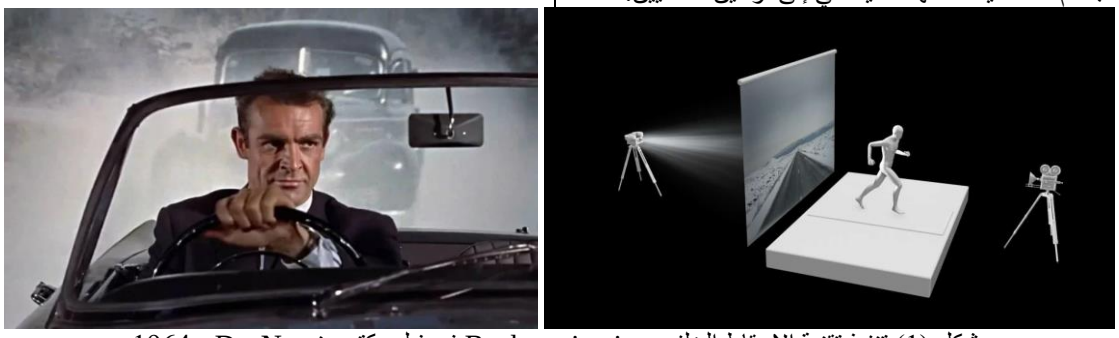
تكمن أهمية هذه الدراسة في إلقاء الضوء على الإمكانيات الفنية والإبداعية التي توفرها التقنيات الحديثة للتصوير بالشاشة المحيطية والإنتاج الافتراضي للصورة السينمائية، وتوفير الإطار النظري للمتخصصين لكيفية الاستفادة المثلى من هذه التقنية، والحدود والمشكلات التي تواجه المصممين في هذا المجال.

منهج البحث: Research Methodology

تتبع الدراسة المنهج الوصفي لدراسة خصائص الصورة السينمائية المنتجة باستخدام تقنية الشاشة المحيطية والإنتاج الافتراضي، والمنهج التحليلي لتفكيك تلك الخصائص والوقوف على أهم المميزات التي تقدمها هذه التقنية وتتفوق بها على الطرق السابقة، وأيضاً العيوب والعقبات والإمكانيات المحتملة للتطور المستقبلي لهذه التقنية لتحقيق الاستفادة المثلى في الجانب الإبداعي للصورة السينمائية.

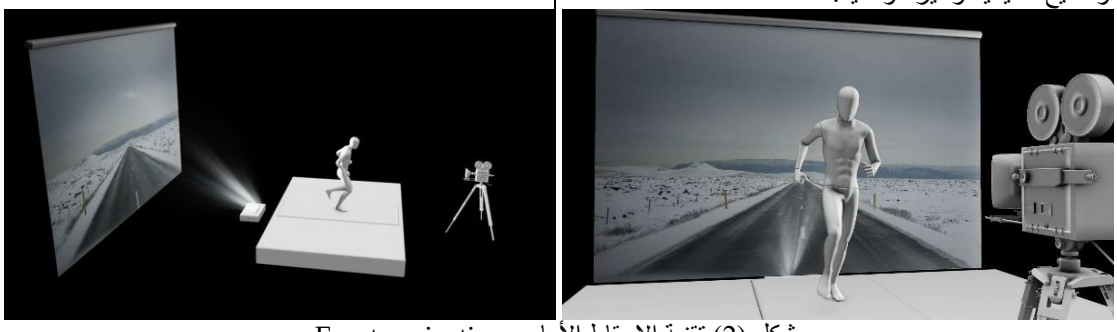
الإطار النظري: Theoretical Framework

مع التطور السردي والتقني للسينما في السنوات التالية خرج من عباءة تلك الفكرة العامة تقنيات وأساليب أكثر تطوراً وتحديداً، ويمكن أن تنقسم تقنيات فصل الصورة المعروضة في الخلفية عن صورة الأجسام الأساسية للمشهد السينمائي إلى نوعين أساسيين:



شكل (1) تنفيذ تقنية الإسقاط الخلفي Back projection في فيلم دكتور نو Dr. No - 1964

كان استخدام الإسقاط الخلفي له عيوب متعددة، أهمها هو ضعف حدة صورة الخلفية عن مقدمة اللقطة، حيث تضعف الجودة وحدة الصورة بسبب المراحل المتعددة من تصوير الخلفية وتحميضها ومونتاجها وطبعها ثم عرضها على شاشة وإعادة تصويرها بالكاميرا الأساسية للفيلم، فمع تعدد المراحل تفقد الصورة الفيلمية بعضاً من الحدة البصرية والتشبع والتباين وتصبح باهتة نسبياً. أيضاً ترجع محدودية هذه التقنية إلى ضرورة أن تكون الخلفية المصورة هي خلفية واقعية تم تصويرها سينمائياً، فلا تقدم هذه التقنية حلاً يناسب المواضيع الخيالية وغير الواقعية.



شكل (2) تقنية الإسقاط الأمامي Front projection

قدمت تقنية الإسقاط الأمامي تحسناً كبيراً بالمقارنة مع الإسقاط الخلفي، حيث تم استخدام مادة متخصصة في تصنيع الشاشة لتسمح بعرض المادة المصورة من مقدمة الشاشة، فأنتجت هذه التقنية صورة ذا وضوح وتشبع لوني أكبر بدرجة ملحوظة. وعلى الرغم من تجربة هذه التقنية لبعض الوقت، إلا أنه لم يتم تحقيق النسخة النهائية منها إلا في تصوير فيلم أوديسا الفضاء: 2001 Space

أولاً: تقنيات الإسقاط الخلفي الإسقاط الأمامي

تم تطوير تقنية العرض أو الإسقاط الخلفي Rear projection في الثلاثينيات من القرن الماضي، وهو أسلوب يتضمن عرض لقطات مسجلة مسبقًا على شاشة موضوعة في خلفية اللقطة، بينما يتم تصوير الحركة الأساسية في المشهد في المقدمة، التي عادة ما تضمن الشخصية الرئيسية تقوم بقيادة السيارة أو الجري. تعود مميزات استخدام هذه التقنية إلى تجنب التكلفة العالية للتصوير في المكان الحقيقي، أو التنسيق المعقد لتنفيذ اللقطات، فتمكن الفنان السينمائي باستخدام هذه التقنية من دمج عناصر المقدمة مثل الممثلين مع عناصر أخرى في الخلفية تم تصويرها في مكان آخر وزمن آخر.

بدأت إمكانية استخدام هذه التقنية بشكل تجاري في 1928 عندما قدمت شركة إيستمان كوداك الخام السينمائي Panchromatic الحساس لجميع أطياف الضوء المرئي والذي يتفوق في حساسيته عن الخام السينمائي Orthochromatic الذي كان يستخدم من قبل. (Ragone, 2007, p. 27)

تم توظيف هذه التقنية كثيراً في أفلام تلك الحقبة في مشاهد قيادة السيارات على سبيل المثال، لأنه إلى جانب ما توفره هذه اللقطات من تكلفة في التنفيذ، فهي كذلك تسهل عملية تسجيل الحوار الذي يدور داخل السيارة بين أبطال الفيلم، حيث يمكن أن يتم التصوير في بيئة الستوديو المعزولة صوتياً ويمكن تسجيل الحوار فيها بوضوح، مع عرض لقطات صامتة للشارع في خلفية المشهد. ويوضح شكل (1) أسلوب تنفيذ الإسقاط الخلفي.

في السنوات التالية ومنذ 1949 بدأت التجارب على تقنية أخرى للعرض وهي تقنية العرض أو الإسقاط الأمامي Front projection حيث يتم عرض اللقطات المصورة مسبقاً للخلفية من مقدمة الشاشة بحيث يمكن أن تعرض الخلفية المصورة على الجسم المصور في مقدمة المشهد فتقدم تأثير لوني وضوئي عليه، أو يمكن عرضها على شاشة الخلفية مباشرة وتنعكس الصورة من الخلفية على مقدمة الكادر فتقدم درجة أكبر من الوضوح والواقعية للصورة، شكل (2).

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

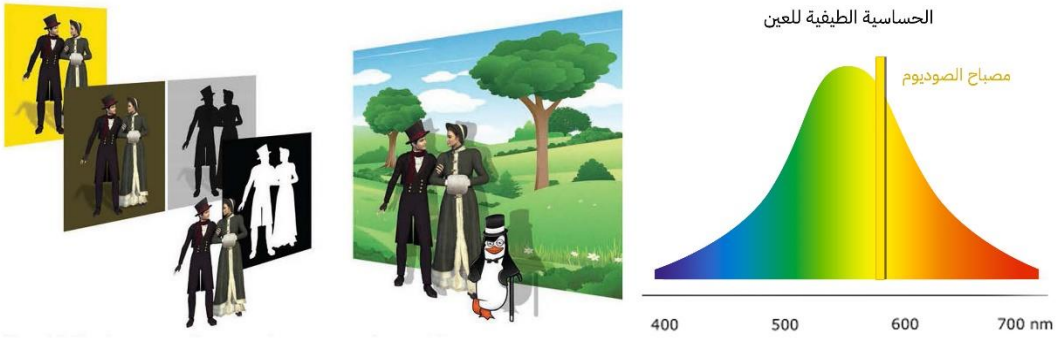
Odyseey:2001 في عام 1968. فتم استخدام تلك التنقية لتقليل نفقات تصوير عدة مشاهد في صحراء أفريقيا في التتابع الافتتاحي للفيلم، واستخدم هذا التأثير أيضاً في لقطات متعددة لإظهار نوافذ مركبة الفضاء وكأن خلفيتها الفضاء الحقيقي، وأيضاً في تنفيذ مشاهد إضاءة شاشات الكومبيوتر على أبطال الفيلم. (Sawicki, 2007, p. 244)

يتم استخدام تقنيات الإسقاط الخلفي والأمامي حتى الآن في بعض الأفلام المعاصرة، وعادة ما يتم استخدام تقنية الإسقاط الخلفي في الأفلام حالياً كنوع من الإشارة أو التحية إلى صناعة السينما في العقود السابقة، حيث أنها تمنح مظهراً غير واقعياً يدرك المشاهد بسهولة أنه ليس حقيقياً، لكنه مناسب لأفلام النيو نوار Neo-Noir وأفلام الغموض والإثارة التي تدور في حقبة الخمسينيات والستينيات، بينما يتم استخدام تقنية الإسقاط الأمامي في بعض الأحيان باستخدام أجهزة عرض ذات حدة (4K) فتقدم صورة ذات حدة واقعية، كما تم في فيلم بين النجوم Interstellar في عام 2014 من إخراج المخرج البريطاني كريستوفر نولان وتحت إدارة مدير التصوير هويت فان هويتما لمحاكاة تأثير انعكاس النجوم والأقمار من نوافذ المركبة الفضائية واستخدام المادة المصورة في الخلفية لإضاءة الممثلين في داخل المركبة تأثراً بفيلم أوديسا الفضاء. (Stasukevich, 2014, p. 38) .

ثانياً: تقنيات الفصل اللوني والدمج

بدأت تقنيات الفصل أو العزل اللوني في السينما بتقنية تعرف باسم تقنية الشاشة السوداء The travelling black matte وسجل براءة اختراعها فرانك ويليامز في عام 1918، وفي هذه التقنية يتم تصوير الأجسام أو الأشخاص الموجودين في مقدمة الكادر أولاً على خلفية سوداء تماماً، ثم يحمض الفيلم ويطبع على خام سينمائي شديد التباين بتعريض عالي بحيث تصبح الصورة بدرجات الأسود والأبيض فقط فنحصل على صورة ظلية Silhouette، تستخدم هذه الصورة الظلية بعد ذلك كحاجب أو قناع Matte ليتم تصوير الخلفية وراء ذلك الحاجب، ثم بعد ذلك يتم جمع الصورتين على خام سينمائي واحد، صورة الأجسام المعروضة في المقدمة وخلفيتها سوداء تماماً، وصورة الخلفية ومقدمة الكادر سوداء تماماً بفعل الحاجب، وبذلك نحصل على دمج بصري Compositing بوسائل بسيطة تقنياً وداخل الكاميرا بفعل التعريض المزدوج Double exposure. تم استخدام هذه التقنية في أفلام مثل الرجل الخفي The Invisible man في عام 1933، وفي شكل (3) رسم توضيحي لكيفية عمل التقنية.

كانت عيوب هذه التقنية كثيرة ومن أهمها أن الظلال المحيطة بالأجسام المصورة في مقدمة الكادر تختفي أثناء الحصول على صورة ظلية، فتم تطوير تقنية أخرى عرفت في وقتها بعملية دانينج Dunning process وتعرف الآن باسم الشاشة الزرقاء Blue screen، وفي هذه العملية يتم تصوير الخلفية مسلط عليها ضوء أزرق قوي وتصوير مقدمة الكادر بإضاءات ذات لون أصفر قوي، وبسبب طبيعة الأفلام المصورة في ذلك الوقت بالأبيض والأسود كان يمكن فصل الألوان من خلال المرشحات اللونية والحصول على صورة معزولة للأجسام في المقدمة، واستخدمت هذه التقنية لأول مرة تجارياً في فيلم كينج كونج King Kong في عام 1933. (Morton, 2005)



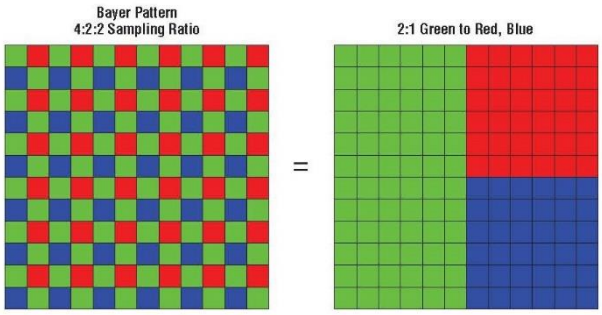
شكل (4) تقنية الفصل عن طريق لمبات الصوديوم وتركيب رسومات يدوية في خلفية المشهد

تعتبر هذه التقنية غير مناسبة للأفلام الملونة، لذلك تم ابتكار تقنيات جديدة لاحقاً تناسب كل مرحلة في تاريخ السينما، ففي فيلم لص بغداد The thief of Bagdad في عام 1940 تم تصوير مشاهد المؤثرات الخاصة بخام سينمائي تكنيكولور 3 strip technicolor ثم بالتحكم في المرشح الأزرق تم عزل الخلفية عن مقدمة الكادر، ولكن التقنية الأشهر والتي ظلت تستخدم لوقت طويل هي التقنية التي طورتها استوديوهات ديزني لتصوير فيلم ماري بوبنز Mary Poppins في عام 1964 وفي هذه التقنية تستخدم لإضاءة الخلفية لمبات بخار الصوديوم Sodium vapor lamp وهي إضاءة صفراء قوية ذات طول موجي محدد بين 500 إلى 600 نانومتر، لتظهر الخلفية باللون الأصفر وفي مقدمة الكادر يتم إضاءة الأجسام والممثلون بإضاءات أخرى ذات درجة حرارة لونية مختلفة، ثم ومن خلال مرشحات الخام السينمائي التكنيكولور ومنشور زجاجي مخصص يتم عزل هذا الطول الموجي عن باقي الصورة، وبعد عملية العزل يمكن تركيب خلفيات أخرى مصورة مسبقاً أو حتى مرسومة يدوياً Matte painting لتصبح خلفية المشهد السينمائي النهائي.(Baker, 2022) كما يتضح في شكل (4).

ظل استخدام تقنيات الفصل اللوني المعتمدة على البصريات والتعريض المتعدد للخام السينمائي حتى وصول التصوير التليفزيوني والسينمائي الرقمي إلى مرحلة من النضج التقني تسمح باستخدام التقنيات الرقمية الحديثة لتصوير مشاهد المؤثرات الخاصة في السينما (Foster, 2010, p. 14)، وانتشرت الخلفيات الخضراء Green screen بديلاً عن الزرقاء في معظم الحالات التي اعتمدت على الكاميرات والمحسسات الرقمية في التصوير السينمائي، فتقدم الخلفيات الخضراء عدة مزايا تجعلها مناسبة للتصوير الرقمي من أهمها:

- تتطلب قدر أقل من الإضاءة بسبب استخدام معظم المحسسات الرقمية تقنية نمط باير Bayer pattern التي تحتوي عدد محسسات خضراء أكبر من الحمراء أو الزرقاء بما يجعلها أكثر حساسية للطيف الأخضر، كما في شكل (5).
- تعمل الخلفيات الخضراء بشكل أفضل في بيئات التصوير الخارجي التي تحتوي عادة على عناصر ذات لون أخضر مثل الأشجار والطبيعة، بينما يندر وجود اللون الأزرق بشكل طبيعي وبالتالي فوجود أي درجات من اللون الأزرق بعد الفصل سيكون أوضح لعين المشاهد.
- يبتعد اللون الأخضر الساطع عن لون بشرة الممثلين، وأيضاً عن معظم اختيارات الملابس والديكور.

ولكن في بعض الأحيان، مثل التصوير في بيئات تصوير خارجية تقترب من الزرقة، مثل المشاهد التي تحدث بالقرب من البحار مثلاً، أو عند وجود الكثير من الألوان الخضراء في الملابس والديكور يكون استخدام الخلفية الزرقاء هو الاختيار الأنسب.



شكل (5) Bayer pattern ويظهر به أن محسسات اللون الأخضر في السطح الحساس للكاميرا ضعف اللون الأحمر واللون الأزرق بنسبة 1:2

وفي الوقت الحالي، لا يكاد فيلماً سينمائياً يخلو من استخدام المؤثرات الخاصة القائمة على دمج عناصر في الخلفية بعناصر في مقدمة الكادر بطريقة أو بأخرى، ومع الانتشار والسهولة النسبية لصناعة خلفيات جرافيكية بواسطة الكومبيوتر ذات جودة وحدة عالية وقدرة كبيرة على الاقتراب من الواقعية، أصبحت التقنيات المختلفة للفصل اللوني والدمج عنصراً أساسياً في الإنتاجات السينمائية التي تدور موضوعاتها حول الحركة والخيال العلمي والفانتازيا والدراما التاريخية وغيرها، وأيضاً في بعض الأعمال السينمائية والتليفزيونية التي تدور حول موضوعات واقعية بحيث لا تضيف تقنيات الفصل والدمج هنا عنصراً خيالياً، وإنما تضيف رؤية فنية وإبداعية محددة يرغب في إظهارها مدير التصوير السينمائي باستخدام التقنيات والأساليب الفنية المختلفة، ونرى في شكل (6) أهمية الفصل اللوني في الأفلام السينمائية الحديثة.

شكل (6) لقطة من فيلم Avengers: Endgame عام 2019 – إخراج: الأخوين روسو

عيوب استخدام الفصل اللوني:

تشترك جميع تقنيات الفصل اللوني Chroma keying وإعادة الدمج Compositing في عدد من العيوب الناتجة عنها، وبالرغم من القدرات الإبداعية الفائقة التي توفرها والتي كانت على مدار تاريخ السينما عنصراً أساسياً في فتح آفاق خيالية لفنان الصورة إلا أنها مثل أي تقنية أخرى لها جوانب من المحدودية قد تشكل عقبة أو مشكلة أمام مدير التصوير في الوصول إلى رؤيته. (Wright, 2007, pp. 86-87) ، من أهم هذه العيوب:

التسرب اللوني Color Spill

من أبرز العقبات التي تواجه مدير التصوير عند استخدام الخلفيات الخضراء أو الزرقاء، ويعني التسرب اللوني الألوان التي تنعكس من الخلفية على الأجسام أو الأشخاص الموجودين في مقدمة الكادر. وكلما زادت الانعكاسية Reflectivity للسطح المصور كلما زاد التسرب اللوني، فعلى سبيل المثال، عند تصوير شخص يرتدي ملابس جلدية أو يحمل سلاحاً معدنياً – مثلما يشيع في أفلام الخيال العلمي والأبطال الخارقين – فإن الملابس أو الإكسسوارات ذات الانعكاسية العالية تعكس الكثير من اللون الأخضر أو الأزرق المحيط بالممثلين في الخلفية، وعند إجراء عملية الفصل اللوني يكون من الصعب التخلص من ذلك التسرب اللوني الساقط على الأجسام المصورة. ومن دون أن يكون الجسم شديد الانعكاسية فإنه حتى الأجسام المشتتة للضوء مثل جلد الإنسان تظهر بعضاً من التسرب اللوني كذلك.

مطابقة الإضاءة Lighting Matching

تتطلب إضاءة الفصل اللوني تصميم خاص، ليتمكن مدير التصوير من فصل الأجسام المصورة بأفضل طريقة ممكنة عن طبقة الخلفية الملونة Chroma وأيضاً إضاءة الخلفية الملونة بحيث تكون متساوية في شدة الإضاءة، وإلى جانب هذه المتطلبات يحتاج مدير التصوير لأن يتخيل اللقطة بعد تركيبها على الخلفية الجرافيكية، ثم يقوم بتصميم الإضاءة بحيث تراعي كل هذه المتطلبات، ثم بعد أن ينتهي الفيلم من مرحلة التصوير ويمر بمراحل ما بعد الإنتاج يتم إجراء عملية الفصل والدمج مع الخلفيات والعناصر الأخرى بحيث تتطابق الإضاءة والألوان تماماً، إذا ما حدث أي اختلاف بسيط بين إضاءة المشهد المصور وإضاءة الخلفية سيتسبب ذلك الاختلاف في أن تبدو اللقطات غير واقعية وغير احترافية، ويصعب إعادتها بعد ذلك، لهذا من حدود عملية الفصل اللوني أنها تحتاج إلى قدر كبير من التخيل والتصورات المسبقة Pre-visualizations لتخرج الصورة على نحو لائق.

التشوش الناتج عن الحركة Motion Blur

وهو التأثير الذي يحدث عندما تتحرك الأجسام أمام الكاميرا بسرعة كبيرة فتظهر الأجسام في بعض الكادرات مهتزة وغير واضحة، وبينما يكون ذلك التأثير طبيعياً في حالات التصوير السينمائي العادية، فإنه في حالة التصوير على خلفية خضراء أو زرقاء فإن الجسم الضبابي يختلط مع اللون في الخلفية وبالتالي يصعب فصله ودمجه فيما بعد، وقد يتبقى في الفيلم النهائي في مشاهد الحركة السريعة بعضاً من هذه الضبابية المتحركة بلون الخلفية، مما قد يجعل المشاهد يدرك أنه أمام خدعة بصرية ويشتت انتباهه عن الفيلم ومصداقية الصورة السينمائية.

التكلفة العالية وعدد اللقطات:

العمليات الجرافيكية المصاحبة لعملية الفصل اللوني كتجهيز البيئات الخيالية ثلاثية الأبعاد هي عمليات مكلفة، تستهلك جزءاً كبيراً من الوقت والموارد المخصصة للفيلم السينمائي، ففي بعض الأفلام السينمائية مثل آفاتار: طريق المياه Avatar: the way of water من إنتاج 2022 يحتوي الفيلم على 3250 لقطة تم اجراء مؤثرات خاصة عليها، بينما يحتوي فيلم المنتقمون: نهاية اللعبة Avengers: Endgame من إنتاج 2019 على 2496 لقطة مؤثرات خاصة. (VFX Shots Race, 2023) هذه الأرقام آخذة في التزايد المطرد في العقد الماضي، وتلك الأعداد الكبيرة من اللقطات تتطلب تكلفة إنتاجية ضخمة، فتبلغ الميزانية التقديرية لفيلم آفاتار: طريق المياه

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

350 مليون دولار وميزانية فيلم المنتقمون: نهاية اللعبة 356 مليون دولار بحسب قاعدة بيانات الأفلام IMDB وقاعدة بيانات Box office Mojo.

وإذا ما كانت هذه التكلفة العالية محتملة في أفلام سينمائية تحقق إيرادات ضخمة في دور العرض، فإنها تكلفة لا يمكن توفيرها للأفلام الأصغر من حيث الميزانية والتي تتطلب مشاهد مؤثرات خاصة أيضاً، وهي أيضاً تكلفة غير ممكنة في حالة المسلسلات التليفزيونية، ففي حالة الفيلم السينمائي يتم إنفاق هذه التكلفة على مدة عرض ساعتان أو ثلاث ساعات ليخرج بأفضل نتيجة فنية وتقنية ممكنة، بينما تكون مدة عرض المسلسل أكبر بحسب عدد الحلقات وزمن كل حلقة، فيمكننا أن نتخيل أن تكلفة الإنتاج ستتضاعف عدة مرات لتوفير نفس القدر من الجودة في الصورة المنتجة للمسلسل التليفزيوني، وهو أمر غير ممكن من الناحية العملية لأن التليفزيون لا يحقق نفس الإيرادات ولا العائد المادي المباشر الذي يحققه الفيلم السينمائي، وبالتالي مع اقتحام شركات الإنتاج لعالم المنصات الرقمية Streaming services والحاجة إلى إنتاج العديد من الأفلام والمسلسلات المجهزة للعرض على المنصات، أصبحت تكلفة الفصل اللوني لعدد كبير من اللقطات تكلفة مرتفعة للغاية.

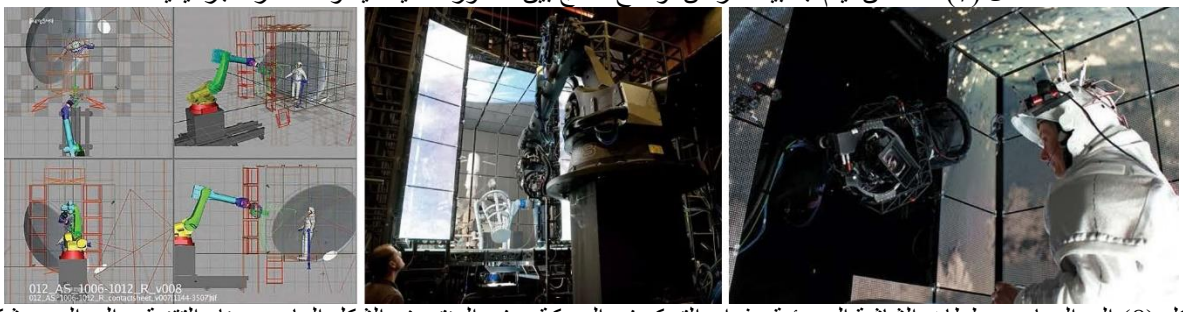
بسبب تلك الحدود والعقبات، ومع انتشار استخدام الخلفيات الجرافيكية في السينما والتليفزيون لتكون بديلاً عن الموضوعات التي يصعب تصويرها، أو لاستكمال الديكورات في الأعمال التاريخية أو لإضافة عناصر بصرية، ظهرت الحاجة لابتكار تقنية أخرى جديدة تتناسب مع التطور في مجالات الجرافيك والذكاء الاصطناعي وقدرات الكومبيوتر، لتحاول تفادي العيوب السابقة وتفتح مجالاً جديداً للمخرج السينمائي ومدير التصوير لتنفيذ الرؤية الفنية الإبداعية.

بدايات التصوير السينمائي باستخدام الشاشة المحيطية

ظهرت منذ بدايات العقد الجديد من الألفية ظهرت محاولات تحاول الدمج ما بين الفصل اللوني وما بين الإسقاط أثناء التصوير السينمائي، ويعتبر فيلم جاذبية الأرض Gravity الحائز على جائزة الأكاديمية (الأوسكار) للتصوير السينمائي والمؤثرات الخاصة في 2013 مؤسساً لنموذجاً جديداً لنظام عمل مدير التصوير السينمائي باستخدام شاشة محيطية Volumetric screen تحيط بالممثلين من جوانب عديدة وتستخدم في عرض خلفيات جرافيكية أو لقطات مصورة مسبقاً يتم استبدالها فيما بعد، كوسيلة للجمع ما بين مزايا الإسقاط الأمامي من إضاءة وجوه الممثلين وتحقيق المتطلبات الضوئية واللونية أثناء التصوير، وبين مزايا الفصل اللوني من استبدال الخلفيات المعروضة ذات الجودة المحدودة بخلفيات جرافيكية ذات حدة ودقة لونية أعلى بكثير. اعتمد الإخراج السينمائي للفيلم على لقطات طويلة جداً تمتد أحياناً لإثني عشرة دقيقة تسبح فيها الكاميرا في الفضاء بين الممثلين، ولتنفيذ ذلك تم تدريب الممثلين على أجهزة تحملهم وتعلقهم في فراغ الستوديو، بينما تتحرك الكاميرا معهم حركة مدروسة مسبقاً ومنظمة بعناية، ثم يتم تركيب مجموعة اللقطات المصورة للممثلين مع خلفيات وملابس وإكسسوارات جرافيكية تم تصميمها بواسطة الكومبيوتر، ويجب أن يتم هذا التركيب بدقة وعناية فائقة في مرحلة ما بعد التصوير بحيث يكون الناتج النهائي بالنسبة للمتفرج لقطة واحدة ممتدة في الشريط السينمائي متناسقة في حركتها وإضاءتها كما يظهر في شكل (7).

ويقول مدير تصوير الفيلم إيمانويل لوبيزكي Emmanuel Lubezki أن خلال العمل على تصوير الفيلم كان الناتج النهائي عن دمج جميع الصور يقع تحت مسئوليته مهما تباينت المصادر التي أنتجت هذه الصور، فكان مشرفاً كل مراحل صناعة الصورة الملتقطة بواسطة الكاميرا السينمائية، إلى جانب الصور الجرافيكية المصنعة بواسطة الكومبيوتر، فكان عليه أن يقوم بتصميم حركات الكاميرا الافتراضية وتصميم الإضاءة لعناصر الجرافيك بمساعدة فريق الخدع السينمائية، ويشرف كذلك على عملية تركيبها وتصحيحها لونياً. ويقول لوبيزكي حول الرؤية الإبداعية للفيلم: "لقد أردنا الاستسلام التام لبيئة الفضاء والحفاظ على قواعدها الفيزيائية الطبيعية لمشاركة المتفرج في رحلة الفضاء، ولكننا لم نستطع الذهاب إلى هناك، فكانت الطريقة الوحيدة لرواية القصة من خلال كل هذه الوسائل التقنية... في عالم خيالي آخر، كنا قد ذهنا إلى الفضاء وصورنا الفيلم كله هناك، ولو أننا نجحنا فيما نريد تحقيقه، فما كان الشكل البصري للفيلم سيختلف كثيراً لأننا كنا حريصين على الدقة". (Bergery, 2013, p. 39)

شكل (7) لقطة من فيلم جاذبية الأرض توضح الدمج بين الصورة السينمائية والعناصر الجرافيكية



شكل (8) إلى اليسار مخططات الشاشة الضوئية وذراع التحكم في الحركة، وفي المنتصف الشكل العام بعد بناء التقنية، وإلى اليمين شكل الممثل داخل الشاشة الضوئية وأمام الكاميرا

كان ذلك الدافع الفني هو ما جعل مدير التصوير يفكر في طريقة فريدة للإضاءة أثناء التصوير بديلاً عن خلفيات الفصل الخضراء أو الزرقاء الشائعة، فقام بتطوير النموذج الأول لما أسماه صندوق إضاءة لمبات الليد The LED box وهو عبارة عن صندوق من ألواح الـ LED الكبيرة، يقف الممثل بداخله وتعرض عليه مجموعة من الصور الجرافيكية المتحركة، وتستخدم الصور المعروضة عليه في إضاءة وجوه الممثلين، وفي نفس الوقت تمد الممثل بمرجعية بصرية لشكل الأجسام التي ستكون موجودة حوله في الفيلم النهائي

ليتمكن من التفاعل معها بأداءه بشكل أكبر. وقام بتنفيذ الصورة السينمائية بوضع الكاميرا على جهاز للتحكم في الحركة Motion control تم برمجته بحركة الكاميرا المستخرجة من برامج الكومبيوتر، بحيث يمكن للجهاز تنفيذ الحركة المطلوبة بدقة وإعادتها بأي عدد مطلوب من المرات بدون أي تغيير، شكل (8).

صمم صندوق الشاشات بارتفاع أكثر من 20 قدم (6 متر) وعرض 10 أقدام (3 متر) واحتوت الجدران الداخلية على 196 لوحة LED مقاس كل منها نصف متر مربع وتحمل كل منها 4069 مصباح ليد صغير. (Seymour, 2013)

تم استخدام لقطات جرافيكية مستخرجة من برامج الكومبيوتر الرسومية ثلاثية الأبعاد لعرضها على شاشات صندوق الإضاءة، وتمثل هذه اللقطات زاوية نظر الممثل كما ظهرت في مراحل التخيل البصري للفيلم، لضمان أن تتطابق الإضاءة الواقعة على وجه الممثل أثناء التصوير مع الإضاءة التي ستستخدم في الصور الجرافيكية النهائية التي سيتم تركيبها في خلفية ومقدمة الكادر. فأصبحت الإضاءة القادمة من ذلك الصندوق وكأنها تحاكي الانعكاسات الناعمة للضوء القادم من الأرض أو القمر بتعقيداته ودرجاته اللونية المتعددة وتأثيرها على وجوه الممثلين، وكان فريق الإضاءة أثناء تنفيذ تلك الخدعة يقوم بحل المشاكل التقنية المتعلقة بارتعاش إضاءة الـ LED وثباتها اللوني، وقام مدير التصوير باستخدام كاميرا سينمائية رقمية Arri Alexa على حساسية تصوير عالية ما بين ISO 800 – 1200 ليتاح له استخدام مصادر الشاشات الليد الضعيفة نسبياً كمصدر أساسي للإضاءة، شكل (9). (Bergery, 2013, p. 43)

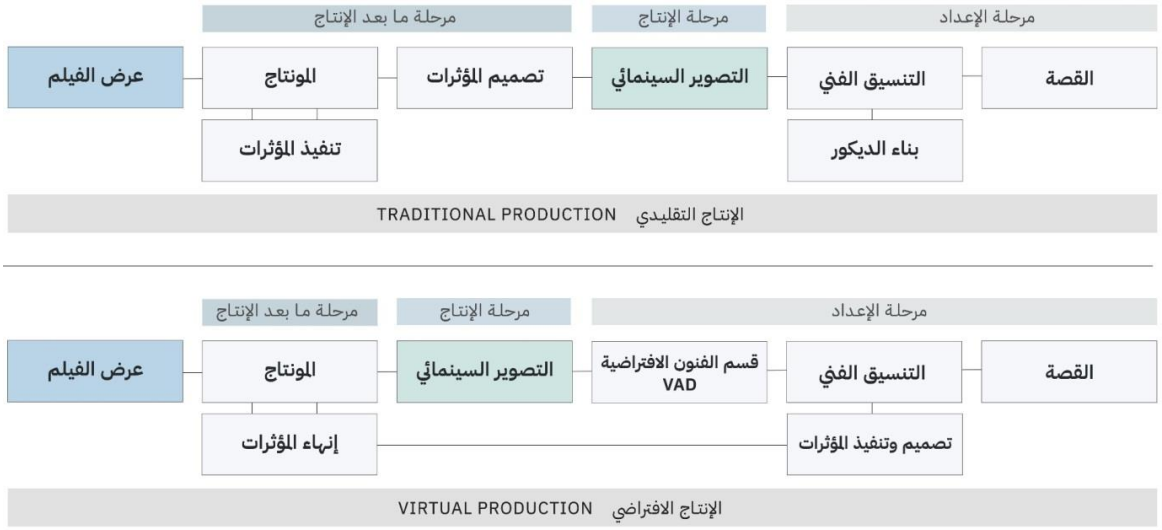
شكل (9) إلى اليسار لقطة من فيلم جاذبية الأرض 2013 أثناء التصوير، إلى اليمين نفس اللقطة بعد تركيب العناصر الجرافيكية وإنهاء التعديلات اللونية

مثلت النتيجة النهائية في هذا الفيلم إنجازاً كبيراً للصورة السينمائية وفقا لهذا النموذج التقني الجديد، لأن الصورة الناتجة كانت دقيقة للغاية وقابلة للتصديق، وتخلصت من معظم مشكلات التقنيات السابقة، وأصبح من المتعذر حتى على المشاهد الخبير تخمين أين وكيف تم صنع كل صورة عرضت على الشاشة أو كيف تم تركيب هذه اللقطات معاً، ولهذا حاز الفيلم على العديد من الجوائز الفنية والتقنية. ولكن يظل المكون الرئيسي لصورة أي فيلم سينمائي هو الاستخدام البارع للظل والنور، وهو ما يخلق نسيج بصري متجانس يبدو وكأنه ذو أصل واحد، لذلك فحتى مع التطور التكنولوجي السريع وتغير المفاهيم، يظل إتقان فن التكوين والضوء والظل والألوان وتوظيفهم لخلق الحالة السينمائية التشكيلية هو التعريف الأشمل لعمل مدير التصوير السينمائي.

وقد تطرقت الدراسة في النقاط السابقة إلى دراسة تقنيات الإسقاط الأمامي والخلفي وتقنيات الفصل اللوني وعيوب كل منها، حتى نتمكن من تحليل أسباب ظهور الشاشة المحيطية في المجال الإنتاجي الحديث، والمميزات والخصائص التي توفرها الصورة الناتجة عن هذه التقنية وتختلف عن التقنيات السابقة وتعالج عيوبها.

الإنتاج الافتراضي والشاشة المحيطية :

تشكلت في عام 2009 لجنة من أعضاء ASC (رابطة المصورين السينمائيين الأمريكية) وPGA (رابطة المنتجين في أمريكا) وICG (رابطة المصورين السينمائيين الدولية) وغيرها لتضع تعريفاً لعمليات الإنتاج الافتراضي، وتشاركت هذه اللجنة دراسات حالة لعدد من الأفلام التي استخدمت هذه التقنية في صيغها المبكرة لتصل إلى تحديد أكبر لها، وعرفتها على النحو التالي: الإنتاج الافتراضي Virtual Production هو مصطلح واسع يصف عمليات التصوير السينمائي والتخيل البصري المتزامنين، والذي يحدث بمساعدة الكومبيوتر. طبقاً لفريق عمل ويتا ديجيتال Weta Digital (أحد كبرى الشركات الابتكارية في مجال المؤثرات البصرية) فإن "الإنتاج الافتراضي هو حيث يتقابل العالم المادي مع العالم الرقمي" ويقوم الإنتاج الرقمي بالدمج ما بين الواقع المعزز Augmented reality والصور المصنعة بالكومبيوتر CGI (Computer Generated Imagery) وبين محركات الألعاب Game-engine technology ليسمح ذلك الدمج لفريق العمل بأن يرى المشاهد تتكشف أمامهم أثناء التصوير في البلاتوه السينمائي وليس في مرحلة ما بعد الإنتاج كما كان سابقاً في الإنتاج التقليدي. (Kadner, 2019, pp. 3-4) ويوضح شكل (10) مقارنة بين بيئتي العمل.



شكل (10) مقارنة بين مسار العمل في الإنتاج التقليدي وبيئة العمل في الإنتاج الافتراضي

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ويظهر الفارق الأكبر بين الإنتاج الافتراضي والإنتاج التقليدي في تقسيم مراحل الإنتاج، فحيث تمتد مرحلة ما بعد الإنتاج في الإنتاج التقليدي لتشمل تصميم المؤثرات الخاصة ثلاثية الأبعاد بناء على تصورات التنسيق الفني ثم تنفيذ ودمج وتركيب المؤثرات إلى جانب المونتاج، فإنه في الإنتاج الافتراضي تطول فترة الإعداد لتشمل تصميم وتنفيذ المؤثرات معاً، إضافة إلى الاستعانة بقسم الفنون الافتراضية VAD (Virtual Assets Department) المسئول عن إعداد وتجهيز كل المجسمات الافتراضية ومراجعتها لعرضها أثناء التصوير، وتستغرق فترة ما بعد الإنتاج في هذا النظام وقتاً أقل حيث تشمل المونتاج وإنهاء المؤثرات الخاصة المنجزة بالفعل، وكما يوضح الشكل فإن العلاقة المستمرة ما بين تصميم وتنفيذ المؤثرات وبين إنهائها تظل مستمرة طوال مرحلة الإنتاج، مما يعني إنجازها في وقت أقل وإمكانية رؤية نتائجها النهائية في بعض الأحيان أثناء التصوير السينمائي.

وتسعى عمليات الإنتاج الافتراضي لأن تكون بيئة مساقة بصناع الأفلام Filmmakers-driven workflow، بمعنى أنها تحاول تطويع التكنولوجيا الرقمية الحديثة في خدمة العملية الإبداعية والفنية، بحيث يصبح من الأسهل على صناع الأفلام رؤية الناتج النهائي في مراحل مبكرة، والتركيز على الإبداع الفني بدلاً من محاولات التخمين والتصوير ثم الاستسلام فيما بعد لمراحل ما بعد الإنتاج حتى الوصول إلى المنتج السينمائي في صورته المكتملة. فيحاول الإنتاج الرقمي إزالة الحاجز الذي بقي طويلاً بين مرحلة التصوير السينما ومرحلة صناعة المؤثرات الخاصة حتى يمكن أن تحدث العمليتان في نفس الوقت وتؤثر إحداها على الأخرى. (Priadko & Sirenko, 2021)

تطورت تقنيات الإنتاج الافتراضي في السنوات الأخيرة لتقدم الشاشة المحيطية Volumetric screen بمساحات كبيرة وأصبح يطلق عليها اسم The volume اختصاراً، ويشير المصطلح إلى شاشة كبيرة أو عدة شاشات تكون جميعها شاشة واسعة تحيط بالممثلين داخل المشهد السينمائي، ويعرض على هذه الشاشة لقطات جرافيكية أو لقطات مصورة مسبقاً أثناء تصوير المشهد بشكل يشبه ما تم استخدامه في أفلام مثل جاذبية الأرض 2013، ولكن في نسختها الجديدة تكون اللقطات المعروضة على الشاشة هي لقطات جرافيكية نهائية أو شبه نهائية لتخرج الصورة المصورة بالكاميرا السينمائية وهي تحتوي بالفعل على الصورة النهائية المدمجة التي تجمع ما بين عناصر مقدمة الكادر المادية وما بين عناصر خلفية الكادر ثلاثية الأبعاد، بدون الحاجة إلى مرحلة دمج Compositing لاحقة (أو اللجوء إليها في أضيق الحدود) ومن دون الحاجة لمماثلة اللون والإضاءة بين عناصر اللقطة المصورة، حيث تم تصويرها جميعاً في فضاء واحد يسمح للعناصر أن تتأثر ضوئياً ولونياً ببعضها البعض.

تم اجراء العديد من التجارب والمحاولات سابقاً على هذه التقنية، ولكن جاءت الخطوة الرئيسية التي جعلت هذه التقنية قابلة للاستخدام التجاري بشكلها النهائي في عام 2019 أثناء تصوير المسلسل المعد للعرض على منصة ديزني بعنوان الماندلوري The Mandalorian وهو جزء من سلسلة حرب النجوم Star Wars الشهيرة من أفلام الخيال العلمي والفضاء. تم بناء شاشة محيطية داخل الاستوديو بارتفاع 6 أمتار ودرجة إحاطة 270 درجة، لتصبح أكبر شاشة يتم استخدامها في التصوير، وكانت من تصميم شركة ILM (Industrial Light and Magic) الرائدة في مجال المؤثرات الخاصة.

يقول مدير تصوير السلسلة جريج فريزر Greig Fraser أن الهدف الفني من التصوير السينمائي بذلك الأسلوب هو تحقيق "الدمج البصري كلياً بداخل الكاميرا" ويوضح أن رغبتهم الأساسية كانت في خلق البيئة التفاعلية بشكل تام حلو الممثلين، بحيث يمكنهم التقاط صورة سينمائية واقعية ذات إضاءة وألوان دقيقة للمشهد السينمائي. (Holben, 2020) ويطلق على هذا الاتجاه الفني المستحدث ICVFX أو المؤثرات الخاصة المنفذة داخل الكاميرا (In Camera Visual Effects).

ويرجع سبب اختيار هذه الاتجاه الفني وتطوير التقنية في تلك السلسلة لتحقيقه إلى أسباب إنتاجية بالأساس، حيث رأى المخرج جون فافرو John Favreau أن الشخصية الرئيسية تلبس دروعاً معدنية تغطي الجسم والوجه طوال الوقت، وهو كما أسلفنا في هذه الدراسة يعد تكلفة إنتاجية ضخمة إذا ما تم تصويره وفصله على خلفية خضراء أو زرقاء ثم إزالة الانعكاسات، بينما تقدم الشاشة المحيطية – كما يظهر في خصائصها – حلاً يجعل الإضاءة والألوان في الخلفية تنعكس على الدروع مباشرة، ولا يصبح هناك حاجة لفصلها عن الخلفية فيما بعد. ويظهر تصميم الشاشة المحيطية في شكل (11).

شكل (11) الشاشة المحيطية The volume من ستوديو تصوير The Mandalorian في 2019

ما يميز تقنيات العرض على الشاشة المحيطية في الإنتاج الافتراضي عن عملية الإسقاط الأمامي Front projection التقليدية، هو أن الصورة المعروضة على الشاشة في الخلفية هي صور يمكن وصفها بأنها ديناميكية متحركة ذات صفات ذكية (Coldewey, 2020) ، وتظهر صفات الديناميكية والذكاء في نقطتين أساسيتين:

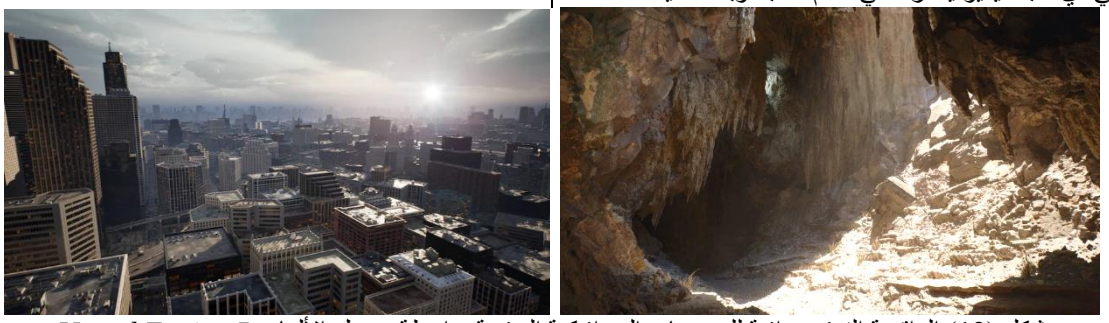
- الصورة ديناميكية لأنها مصنعة بواسطة محرك ألعاب ثلاثي الأبعاد، ويمكن التحكم فيها أثناء التصوير وإجراء تعديلات سريعة على الإضاءة والألوان أو تغيير الزاوية لتناسب اللقطة المراد تصويرها.
- الصورة ذكية لأنها تعتمد على تقنيات خاصة لمتابعة حركة الكاميرا Camera tracking وتعديل زاوية الخلفية المعروضة باستمرار لتتناسب مع حركة الكاميرا وتحاكي بالنسبة لعين الرائي مبدأ اختلاف المنظور Parallax الذي ينتج في الحياة الحقيقية من حركة الأجسام في المقدمة والخلفية.

ولم يكن من الممكن– على الإطلاق– أن تتم هذه التعديلات السريعة Real time على الرسومات الجرافيكية ثلاثية الأبعاد منذ سنوات قليلة، إلا أنها أصبحت ممكنة فقط باستبدال ببرامج الإخراج التقليدية الخاصة بالرسومات الجرافيكية Render Software ببرامج الإخراج المعتمدة على محركات الألعاب Game engines. وفي السطور التالية تتطرق الدراسة لمحركة الألعاب الأشهر أنريل Unreal للوقوف دوره في عملية إنتاج الصورة السينمائية.

محرك الألعاب أنريل Unreal Engine

ينتمي محرك الألعاب أنريل Unreal engine إلى نوعية من برامج الكومبيوتر التي تقوم بصناعة وإخراج الرسوميات ثلاثية الأبعاد الخاصة بألعاب الفيديو، تطوره شركة إبيك جيمز Epic Games منذ نهاية التسعينيات، وظلت تحديثات محرك الألعاب أنريل تتوالى وتقدم أدوات لصناع الألعاب، حتى دخل في 2014 موسوعة جينيس باعتباره أنجح محركات الألعاب وأكثرها استخداماً.

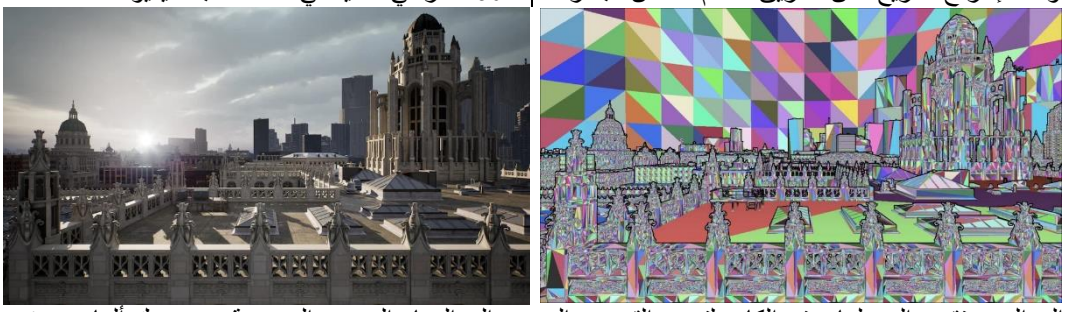
تختلف محركات الألعاب الخاصة بتصميم وإخراج الرسوم الجرافيكية اختلافاً جذرياً عن برامج الكومبيوتر الخاصة بتصميم الرسوم الجرافيكية للسينما والمؤثرات الخاصة، حيث أن محركات الألعاب تهتم بالأساس وبالدرجة الأولى بأن تتم عملية الإخراج البصري للرسومات Rendering فورياً In real-time بمعنى أن اللاعب في أي لعبة فيديو يتحرك في عالم اللعبة وبناء عليه تتكشف أمامه الأماكن المختلفة وتظهر الرسومات ثلاثية الأبعاد باستمرار، فلابد من أن تتم عملية إخراجها فورياً وبمعدل 30 كادر في الثانية، وفي بعض الأحيان 60 كادر/ثانية أو 120 كادر/ثانية بحسب نوع اللعبة وإمكانات جهاز الألعاب. بينما ترتكز برامج تصميم الرسوم الجرافيكية للسينما على الجودة بدلاً عن السرعة، فهي تقدم جودة بصرية عالية تتناسب مع العرض في قاعات العرض السينمائي الكبيرة والتدقيق والفحص المتأني، حيث يمكن للمتفرج أن يشاهد الفيلم عدداً لا نهائياً من المرات وفي كل مرة قد يرى تفاصيل جديدة، فلابد للصورة أن تكون غنية بالتفاصيل والألوان ودقة الإضاءة والظلال، وهذا يعني أن زمن الإخراج البصري Render لكل كادر قد يتجاوز بضع ساعات أو بضعة أيام، ولا تعد مشكلة في عالم السينما حيث أن تنفيذ المؤثرات الخاصة في الإنتاج التقليدي يتم بعد عملية التصوير، ويستغرق عدة شهور.



شكل (12) الواقعية الفوتوغرافية للرسومات الجرافيكية المنتجة بواسطة محرك الألعاب Unreal Engine 5

يمكن في ضوء هذه المعطيات فهم كيفية تغيير محرك الألعاب أنريل لطبيعة عمل المؤثرات البصرية وكيفية الإنتاج السينمائي، حيث قدمت الشركة تحديثات متعددة على محرك الألعاب أنريل، ثم قدمت النسخة الأحدث Unreal Engine 5 التي تمكننا من صناعة رسوم جرافيكية عالية الجودة والدقة والتفاصيل، وأيضاً بسرعة زمن إخراج بصري فوري. وبالتالي تم تبني هذه التقنية كمحرك أساسي للصورة الجرافيكية المعروضة على الشاشات المحيطية في الإنتاج الافتراضي، ويوضح شكل (12) مدى واقعية الرسومات المنتجة بواسطة محرك الألعاب Unreal Engine 5.

استطاع محرك الألعاب أنريل أن يقدم تلك الرسومات بدقة عالية وأيضاً في وقت إخراج سريع عن طريق نظام خاص ابتكره البرنامج لتحديد الحجم النسبي لكل مضلع على الشاشة بالنسبة لعين الرائي، فبدلاً من الإخراج البصري لكل المضلعات ثلاثية الأبعاد الموجودة في النموذج المرسوم، يقوم البرنامج بإدراك الحجم النسبي لكل مضلع على الشاشة، ويقرر أي من هذه المضلعات بعيد أو صغير للغاية بحيث لا تدركه عين الإنسان جيداً ويقوم بإخراجه بصرياً بشكل سريع وبدون تفاصيل، ويقرر أي من هذه المضلعات قريب من عين المتفرج فيوليه اهتماماً كبيراً من ناحية التفاصيل والجودة والحدة. وبتوظيف هذا النظام يستطيع البرنامج إخراج مجسمات تحتوي على ملايين المضلعات مثل المشهد الموجود في شكل (13)، وفي نفس الوقت ينجزه في وقت قياسي يصلح لإخراج 60 كادر في الثانية في حالة ألعاب الفيديو.



شكل (13) إلى اليمين تقسيم المضلعات في الكادر لتحديد القريب والبعيد، وإلى اليسار الصورة المخرجة من محرك ألعاب Unreal Engine

خصائص الصورة المنتجة بتقنية الشاشة المحيطية:

توسع مفهوم الإنتاج الافتراضي بسرعة خلال الأعوام الماضية، حيث كان من المتوقع أن ينتشر تدريجياً في عام 2020، ولكن أزمة COVID التي قيدت السفر وجعلت التصوير في المواقع أكثر صعوبة كانت سبباً محفزاً في تبني الكثير من شركات الإنتاج والاستوديوهات تقنية الإنتاج الافتراضي في وقت قياسي، فأصبحت القيمة السوقية للإنتاج الافتراضي في 2021 تساوي 1,6 مليار دولار ومن المتوقع أن تنمو بسرعة كبيرة في الأعوام الماضية وأن تحول استوديوهات هوليوود الكبرى 70% من مواقع الإنتاج إلى مواقع تتعامل بتقنية الإنتاج الافتراضي بحلول عام 2030. (Lejeue, 2022, p. 3)

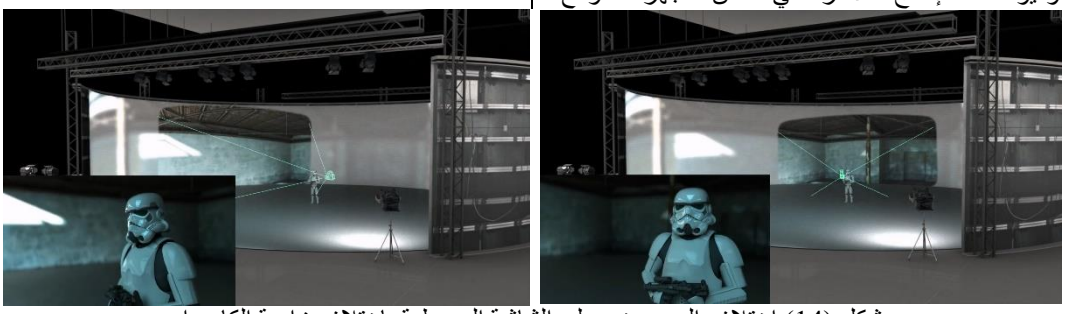
يوجد حول العالم في عام 2023 حوالي 150 ستوديو مجهز بتقنية الشاشات المحيطية والإنتاج الافتراضي، معظمها في الولايات المتحدة وشمال أمريكا مع توسعات سريعة في آسيا وفي أوروبا. ويتم استخدام هذه التقنية الآن في عدد كبير من الأفلام السينمائية والمسلسلات المعدة للمنصات والإعلانات، ويدل هذا التبني السريع للتقنية وانتشارها إلى أن لها مجموعة معينة من المميزات التي تؤهلها لذلك الانتشار، نقوم بتحليلها للوصول إلى الخصائص الفريدة والمختلفة التي توفرها تقنيات الشاشة المحيطية وتفيد الصورة السينمائية للفيلم من الناحية الفنية والإبداعية.

أولاً: ديناميكية الصورة وزوايا اللقطات:

ذكرت الدراسة عندما تطرقت لتعريف الإنتاج الافتراضي والشاشة المحيطية الخصائص الديناميكية للصورة المعروضة في خلفية المشهد المصور، والتي تجعل الإنتاج الافتراضي يختلف كثيراً عن

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

الإسقاط الأمامي التقليدي، ومن أهم النقاط التي تميز الشاشات المحيطية هو إمكانية تلك التقنية من تتبع حركة الكاميرا وتعديل زاوية الخلفية المعروضة باستمرار لتناسب الحركة، وتعمل تلك الآلية بوجود مستشعرات حركة في موقع التصوير تتصل بأجهزة تحكم موجودة بأعلى الكاميرا، وبالتالي تقوم مستشعرات الحركة بتتبع حركة الكاميرا بدقة وتقوم بتمرير المعلومات لأجهزة الكومبيوتر ليقوم بتعديل صورة العالم الافتراضي لحظياً من خلال قدرات محرك الألعاب أنريل في إخراج صورة جديدة بشكل فوري. تستخدم استوديوهات الإنتاج الافتراضي نفس أجهزة الواقع الافتراضي Virtual reality التي تستخدم في ألعاب الفيديو مثل نظارات ومستشعرات HTC Vive وأجهزة OptiTrack التي تتميز بدقة كبيرة في تتبع موقع الكاميرا، ويقوم الكومبيوتر على الفور بتجديد الصورة المعروضة على الشاشة بسرعة عرض الكادرات المصورة 24 كادر/ثانية إلى 30 كادر/ثانية، ليحافظ على زاوية الخلفية المعروضة بالنسبة للجسم المصور ويحقق لعين الرائي مبدأ اختلاف المنظور Parallax، كما يظهر في شكل (14). (ILM, 2020)



شكل (14) اختلاف المعروض على الشاشة المحيطية باختلاف زاوية الكاميرا

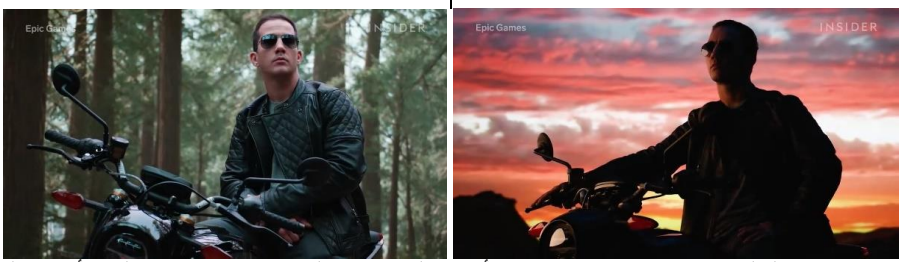
ثانياً: دقة الانعكاسات اللونية وانعكاس الإضاءة:

يعتبر التسرب اللوني Color spill أو ظهور اللون الأخضر المنعكس من الخلفية الخضراء أو الزرقاء من أبرز عيوب استخدام خلفيات الفصل، والتي تظهر بوضوح أكبر كلما زادت انعكاسية السطح المصور (كالمعادن مثلاً)، إلى جانب ذلك فمن عيوب استخدام خلفيات الفصل هو ظهور بعض التسرب اللوني الأخضر عند حركة الجسم بسرعة عالية تسبب تشوشاً Motion blur. هذه العيوب تنجح الصورة الناتجة عن التصوير على الشاشات المحيطية في تلافيها تماماً، بل بالعكس، فإنها من أبرز مميزات تلك التقنية. حيث تكون الإضاءات والألوان المنعكسة على الجسم المصور مطابقة تماماً للخلفية التي ستستخدم في الصورة النهائية للفيلم، وكما يتضح في شكل (15) مقارنة ما بين اللون المنعكس على سطح معدني مصور على خلفية خضراء، والألوان المنعكسة على سطح معدني مصور على شاشة محيطية.

شكل (15) إلى اليمين التسرب اللوني الأخضر على الدرع المعدني أثناء التصوير، وإلى اليسار الانعكاسات اللونية والضوئية الدقيقة على الدروع المعدنية باستخدام الشاشة المحيطية

ثالثاً: تسهيل مرحلة التصوير السينمائي والتحكم في مخرجاتها:

من أهم الخصائص الإبداعية للصورة المنتجة باستخدام الشاشات المحيطية القدرة الكبيرة لمدير التصوير على التحكم في شدة وطبيعة الإضاءة والتحكم في اللون والتكوين من خلال القدرة على التحكم في الخلفيات المعروضة على الشاشة، فبدلاً من استخدام الإضاءات الإضافية أو عمليات التلوين Color grading بعد المونتاج أو تقيد التكوين بزاوية تصوير معينة، يمكن لمدير التصوير أن يطلب من فريق المؤثرات الخاصة الموجود في الاستوديو تعديل الخلفية وتحريكها أو إزالة أو إضافة بعض المكونات إليها (كالتحكم في التكوينات الجبلية والصخرية مثلاً، أو التحكم في مجموعات السحاب)، وأيضاً يمكنه تعديل الإضاءة والألوان عن طريق تغيير الوقت المفترض من اليوم للمشهد المعروض على الشاشة (نهار أو غروب أو بداية الليل)، وكل هذه التعديلات يمكن اجرائها في خلال وقت قصير من فريق المتخصصين وإضافتها بعد ذلك للعرض على الشاشة. ويمكن كذلك التبديل بين عدد كبير من مواقع التصوير الافتراضية بسرعة، بحيث يمكن أن تستبدل موقع التصوير في برمجية unreal engine بشكل سلس وعرض النتيجة على الشاشة، مما يوفر في وقت التصوير ويمنح اختيارات متعددة لمدير التصوير لتحقيق الجانب الإبداعي والفني من الصورة. ويمكن ملاحظة أن اجراء أية تعديلات مشابهة في حالة التصوير على خلفية فصل لونية سيتطلب الكثير من أعمال التخيل المسبق Previsualization قبل يوم التصوير، وتعديل مصادر الإضاءة وعددها وتوزيعها لتحقيق كل مظهر ضوئي ولوني مختلف، لضمان مطابقة الصورة التي يتم تصويرها على خلفية الفصل اللوني بالصورة الجرافيكية المنتجة. لكن باستخدام تقنية الإنتاج الافتراضي فإن مطابقة الإضاءة أمر يحدث تلقائياً بعرض الخلفية على الشاشات واستخدامها كمصدر إضاءة رئيسي للممثلين، شكل (16).



شكل (16) تغيير الخلفية في الإنتاج الافتراضي وتأثيره على إضاءة الجسم والانعكاسات على الأجسام اللامعة

يتحكم صانع الفيلم أيضاً في الموقع الافتراضي في الطقس، والوقت من اليوم، ويمكن الانتقال بين هذه الظروف المختلفة بسهولة فجميعها متاحة على الفور، وهذا يوفر قدراً كبيراً من الوقت، وقدرت شركة نيتفلكس في مؤتمر للمعلنين انخفاض وقت التصوير بنسبة 20-25% من أيام العمل، لكن هذه النسبة تختلف اعتماداً على طبيعة المشروع وبحاجة لمزيد من الدراسات المتخصصة مستقبلاً. (Lejeue, 2022, p. 10)

ثالثاً: تسهيل عمليات ما بعد الإنتاج:

يتطلب المحتوى المنتج باستخدام تقنيات الفصل اللوني السابقة الكثير من العمل في مرحلة ما بعد الإنتاج ليصل إلى الشكل النهائي، فيتطلب فصل اللون الأخضر أو الأزرق Chroma keying ثم إزالة الانعكاسات المتبقية من اللون على الأجسام، ثم إزالة التسرب اللوني Color spill وبعد ذلك تركيب الخلفيات والعناصر المجهزة ومحاولة تقريب الإضاءة واللون لتتماشى عناصر الصورة مع بعضها البعض، في حين أن الصور السينمائية المنتجة في البيئة الافتراضية تخرج بشكل شبه منتهي ولا تتطلب هذه المراحل.

الوقت المستغرق في إعداد وتصميم الخلفيات والأجسام ثلاثية الأبعاد وإخراجها بصورة نهائية لن يتأثر كثيراً في الحالتين، فعمليات الجرافيك تحتاج وقتاً كبيراً وتصميمات متعددة واختيار من بينها، ولكن بنقل كل هذه المرحلة من مرحلة ما بعد التصوير إلى مرحلة ما قبل التصوير فإن هناك ميزة، وهي أن القائمين على العمل السينمائي، وبالتحديد مدير التصوير ومشرف المؤثرات الخاصة، سيتمكنون من التواصل مباشرة ورؤية النتيجة بشكل سريع وحي في موقع التصوير أثناء مرحلة الإعداد، مما يسهل عملية الإنتاج ويمكن أيضاً أن يفيد العملية الإبداعية حيث يتمكن الفنان من رؤية نتيجة شبه نهائية أثناء التصوير، وهو ما يسهل إجراء أي تعديلات على الصورة والعناصر والإضاءة لتخرج في الصورة المطلوبة.

رابعاً: سهولة التصوير على الخام السينمائي :

ازدهرت في السنوات العشرين الأخيرة الإمكانات التقنية للتصوير السينمائي باستخدام الكاميرات الرقمية، وانتشر استخدامها في معظم الانتاجات السينمائية والتليفزيونية، وبالذات التي تعتمد على المؤثرات الخاصة، حيث توفر الصورة الرقمية جودة صورة عالية ودقة أكبر في الفصل اللوني، فعندما يتم التصوير بتمثيل لوني Chroma sampling 4:4:4 فإن الصورة الناتجة تستفيد من كل إمكانات السطح الحساس الرقمي وتمنح لمصممي المؤثرات الخاصة قدرة كبيرة على فصل الأجسام المصورة على خلفية خضراء وتركيبها على بيئات ثلاثية الأبعاد في مرحلة ما بعد التصوير، بينما تكون الكاميرات الفيلمية غير مناسبة عادة لعملية الفصل اللوني بسبب حبيبات الصورة Grains التي تصعب من عمليات الفصل تقنياً.

ولكن شهدت السنوات الأخيرة رجوعاً كبيراً للتصوير السينمائي باستخدام كاميرات الخام السينمائي 35 ملم و65 ملم وكاميرات IMAX الفيلمية، لما يقدمه الخام السينمائي من إحساس بصري مختلف وحدة عالية في تفاصيل الصورة، إلى جانب أن الحبيبات Grains الناتجة من الفيلم السينمائي هي حبيبات متحركة ومتفاوتة في حجمها فلا تشوش على تركيز المشاهد وتمنح المتفرج شعوراً "سينمائياً" اعتاد مشاهدته في الأفلام السينمائية على مدار تاريخها، بينما تكون الشوشرة الرقمية Digital noise عادة استاتيكية وغير متحركة فتكون عبئاً على الصورة وتقلل من جودتها، فتحتاج معظم الأفلام المصورة رقمياً إلى عملية إزالة شوشرة Denoising وإضافة حبيبات صورة مصنعة ببرامج الكومبيوتر. لذلك تمنح بيئة الإنتاج الافتراضي والشاشات المحيطية حرية لمدير التصوير في اختيار الكاميرا الأفضل للفيلم المصور، فيمكنه التصوير بكاميرات الخام السينمائي الفيلمية إذا كان هذا هو الشكل الذي يرغب فيه للصورة، حيث يمكن أن تخرج الصورة السينمائية المصورة في البيئة الافتراضية بشكلها النهائي ولا تحتاج لعمليات الفصل وإضافة المؤثرات.

خامساً: الجوانب المادية والبيئية

توفر بيئة الإنتاج الافتراضي باستخدام الشاشة المحيطية في الميزانية من عدة نواحي، من أبرزها التوفير في تكلفة بناء الديكورات الضخمة المكونة من واجهات المباني الكبيرة والشوارع العملاقة، بحيث يمكن تصنيع هذه الخلفيات على الكومبيوتر لتبدو حقيقية وموجودة أثناء التصوير، وأيضاً تكلفة الانتقال والمعيشة لطاقم العمل بجوار تلك الديكورات التي تبنى عادة في أماكن نائية تستوعب أحجامها الكبيرة. وبتوفير أوقات الانتقالات والتحركات والتقلبات الجوية والظروف المختلفة يمكن للتصوير داخل الاستوديو أمام الشاشة أن يقلل من عدد الأيام الكلية للتصوير، ويفسح المجال للمبدعين في التقاط كل المشاهد المطلوبة على النحو المستهدف وإعادة التصوير بقدر المطلوب حتى نصل إلى الرؤية الإبداعية المرغوب بها.

وأيضاً إلى جانب توفير الإنتاج الافتراضي في ميزانيات التصوير، فإنه يعتبر له تأثير إيجابي على البيئة، بتقليل الانبعاث الحراري والوقود المستخدم من قبل الاستوديوهات الضخمة خلال أوقات التصوير، حيث إن انتقال طاقم عمل كامل إلى موقع التصوير واستمرار إقامتهم في ذلك المكان أسابيع أو شهور من الممكن أن يكون له تأثيراً سلبياً على البيئات المحلية.

ويوضح جدول (1) مقارنة ما بين المميزات التي توفرها الشاشات المحيطية عند المقارنة بشاشات الفصل اللوني. (CG Spectrum)

جدول (1) مقارنة بين مميزات الشاشة المحيطية في الإنتاج الافتراضي وبين شاشات الفصل اللوني

	خلفيات الفصل الخضراء/ الزرقاء	**الشاشة المحيطية**
التجهيزات	تجهيز شاشات الفصل اللوني يستغرق وقت وموارد أقل من تجهيز الشاشة المحيطية، ولكنها تستغرق وقت أكبر في إعداد الإضاءة والإكسسوارات المصاحبة، ومطابقة النتيجة بالخلفيات ثلاثية الأبعاد بعد التصوير.	يحتاج إعداد الشاشة المحيطية إلى موارد كبيرة ومعرفة تقنية وتدريب، لكن بعد ذلك يصبح التجهيز اليومي لعملية التصوير أكثر سرعة وكفاءة إنتاجية.
الممثلون والإخراج	يحتاج الممثلون لتخيل البيئة المحيطة بهم، ويحتاج المخرج ومدير التصوير إلى الكثير من العمليات التخيلية والإعداد للتمكن من توجيه الممثلين وإعداد تكوين الكادرات وحركة الكاميرا المطلوبة.	يوضع الممثلون في بيئة افتراضية انغماسية تمكنهم من التفاعل مع البيئة بشكل أفضل، وتمنح المخرج ومدير التصوير حرية التكوين وتحريك الكاميرا داخل مساحة الاستوديو ورؤية النتيجة النهائية.
الإضاءة	تحتاج شاشة الفصل إلى الكثير من معدات الإضاءة وترتيبها بشكل يناسب النتيجة المتخيلة.	توفر شاشات الليد المحيطية إضاءة مناسبة للمشهد بشكل ديناميكي يتغير مع تغير الخلفية.
فنيات الصورة	بيئة العمل الخطية تحتاج الكثير من التجهيزات في مرحلة ما قبل التصوير والتخيل البصري، ويتم تصميم وتنفيذ عناصر المؤثرات الخاصة في مرحلة ما بعد الإنتاج.	يتم بناء العالم السينمائي الافتراضي بشكل شبه كامل قبل مرحلة التصوير، وتوفر بيئة العمل الافتراضية سرعة وسهولة إجراء تعديلات أثناء عملية التصوير السينمائي، وتوفر لمدير التصوير حرية أكبر في ضبط الصورة بشكل دقيق والتحكم في عناصر الإضاءة واللون والحركة.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

	خلفيات الفصل الخضراء/ الزرقاء	الشاشة المحيطية
التكلفة	تكلفة بناء ستوديو معد للفصل اللوني تعتبر قليلة نسبياً وسهلة التوافر بحيث يمكن بناء شاشة فصل لونية في أي مكان، لكن التكلفة تصبح أكبر عند الحاجة لمساحات فصل لوني كبيرة. وتكون معظم تكلفة الإنتاج في تنفيذ المؤثرات الخاصة بعد التصوير.	تحتاج استوديوهات الإنتاج الافتراضي إلى تكلفة كبيرة في التجهيز، وتدريب الفنيين، لكن تصبح مع الوقت أقل تكلفة لأنها توفر الكثير في مرحلة ما بعد الإنتاج، وتوفر تكلفة التجريب وإعادة التصوير. كما يمكن لمعظم الشاشات المحيطية أن تتحول لمشاهد خارجية توفر تكلفة التصوير الخارجي.

العيوب والصعوبات الفنية لتقنية الشاشة المحيطية:

كما يكون الحال في أي تقنية جديدة تضاف إلى عالم المستحدثات الفنية، فإنه بينما هنالك العديد من المميزات والسمات الخاصة للصورة المنتجة بواسطة الشاشة المحيطية والإنتاج الافتراضي، فإن هناك أيضاً عدد من الحدود التقنية والإبداعية والعيوب التي قد تصاحب استخدام هذه التقنية في الصورة السينمائية، ومن أهم هذه العيوب:

أولاً: تساوي شدة الإضاءة في المشهد

لا يعد الضوء القادم عن الشاشات المحيطية بديلاً مثالياً عن مواقع التصوير الحقيقية، فعلى مدير التصوير أن يأخذ في الحسبان انحسار الضوء Light falloff الراجع لقانون التربيع العكسي (تتناسب شدة الإضاءة طردياً مع مربع المسافة)، يشرح مدير التصوير البريطاني روجر ديكنز Roger Deakins الأمر قائلاً إن ضوء الغروب القادم من الشاشة ليس على مسافة ملايين الكيلومترات مثل ضوء الشمس الحقيقية، بل هو على مسافة أقرب كثيراً، فالشاشة قريبة من وجه الممثل وبالتالي يختلف تراجع وانحسار الضوء كثيراً.

(Deakins, 2023)

ويصعب أيضاً على شاشات الـ LED محاكاة ضوء الشمس المباشر والساطع، بسبب طبيعة إضاءات الليد التي تنتج ضوءاً ذو طبيعة ناعمة ومنتشرة ومتساوية، وقد يتحكم ذلك في المسار الإبداعي للعمل الفني، حيث تدور معظم المشاهد الخارجية المصورة بتقنية الإنتاج الافتراضي في مواقع ذات سماء غائمة وأجواء ممتلئة بالسحب، وهو ما قد يقيد رؤية فنان الصورة. وللتغلب على هذا الأمر يمكن لمدير التصوير إضافة بعض الإضاءات المباشرة إلى جانب إضاءة الشاشة المحيطية للحصول على ضوء أكثر حدة، شكل (17).

شكل (17) إضافة مصادر ضوئية لزيادة شدة الإضاءة أو تغيير طبيعة الإضاءة القادمة من الشاشة المحيطية

ثانياً: صعوبات التكوين السينمائي وحركة الكاميرا

بقدر ما توفر الشاشات المحيطية الكبيرة زاوية تغطية واسعة تصل إلى 270 درجة ومساحة تمتد لعدة أمتار، إلا أنها بالتأكيد لا تقدم نفس المساحة المتوافرة في حالة التصوير في موقع خارجي أو داخلي حقيقي، فتكون هنالك بعض العقبات في بعض التكوينات البصرية مثلما في حالة الزوايا شديدة الاتساع Extreme wide angle أو في زوايا الكاميرا المنخفضة Low angle التي تتخطى حدود الشاشة المتاحة، وفي هذه الحالة يلجأ الفنانون لأعمال الفصل والدمج Compositing في مراحل ما بعد الإنتاج، وهكذا لا تحدث الاستفادة المثلى من الإنتاج الافتراضي والشاشة المحيطية، لكن هذه اللقطات في المتعاد تكون قليلة ونادرة في المشهد.

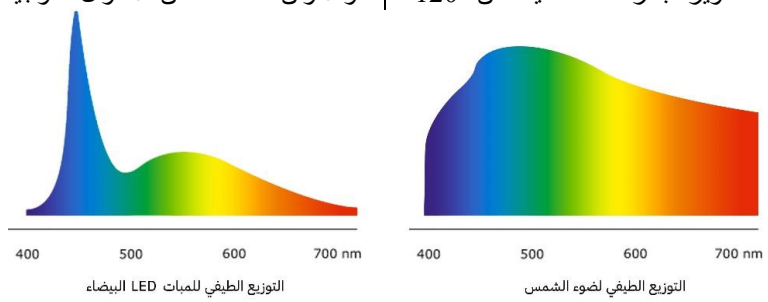
ما يعتبر مشكلة أكبر نوعاً ما هو حركة الكاميرا، التي تكون بطبيعة الحال محددة ومقيدة بالمساحة المتوافرة داخل الستوديو وأمام الشاشة المحيطية، ولا توجد طريقة معينة للتغلب على هذا العيب.

ثالثاً: صعوبة التصوير بسرعات عالية

يحتاج العمل السينمائي في بعض الأحيان إلى لقطات ذات حركة بطيئة Slow motion من أجل التأثيرات الدرامية المختلفة، وتحتاج هذه اللقطات إلى تصوير بسرعات عالية من 120 كادر/ثانية وتصل إلى عدة آلاف كادر في الثانية وتستخدم هذه اللقطات ذات السرعات العالية كاميرا مخصصة. وبالرغم من قدرة بعض شاشات الإضاءة الليد على تحقيق صورة متجددة بسرعة عالية Fast refresh rate إلا أن التوصيلات المختلفة بكروت الشاشة وتوصيلات HDMI بالإضافة إلى قدرات الكومبيوتر المحدودة، تمنع أن تتجدد الصورة على الشاشات المحيطية بسرعة أكبر من 30 كادر/ثانية، فيكون الإنتاج الافتراضي عادة غير مناسب للتصوير بسرعات عالية. وتجري حالياً عدة تجارب للحصول على شاشات ذات معدل تجدد صورة أعلى تناقشها الدراسة عند التعرض لمستقبل تقنية الإنتاج الافتراضي.

رابعاً: دقة الألوان والخرج الطيفي Color Representation

تختلف الطبيعة اللونية للمبات الليد LED المستخدمة في الشاشات عن الشمس، فمن ناحية التوزيع الطيفي Spectral power distribution تكون للمبات الليد ذات الضوء الأبيض (المماثلة في الحرارة اللونية لضوء الشمس) نقاط قمة ونقاط ضعف مثلما يظهر في شكل (18)، مما يعني أن تمثيل بعض الأطوال الموجية للون يكون أكبر من بعض الأطوال الأخرى، وتقع درجات لون البشرة والألوان الدافئة ضمن الأطوال الموجية الأقل تمثيلاً.



شكل (18) مقارنة بين التوزيع الطيفي SPD لضوء لمبات الليد LED وبين ضوء الشمس

يمكن عادة التغلب على غياب الدقة في التمثيل اللوني لدرجات البشرة باستخدام الماكياج أثناء التصوير، أو من خلال التصحيح اللوني في مرحلة ما بعد الإنتاج. وقد تعاني درجات البشرة والدقة اللونية عامة بشكل أكبر في حال استخدام شاشات LED أقل جودة وأقل تكلفة ولا تقدم الإمكانات الطيفية اللازمة لتمثيل الأطوال الموجية المختلفة بدقة. (Lejeue, 2022, p. 37)

في معظم الحالات يمكن لمدير التصوير وفني الصورة الرقمية Digital imaging technician (DIT) التعاون لضبط الإشارة اللونية وجعل الصورة تبدو مقبولة للعين ومناسبة فنياً للصورة السينمائية، ولكن في حالة إن كانت الدقة اللونية عاملاً مطلوباً لنوع معين من الإنتاج الفني (الإعلانات مثلاً في حالة ألوان منتج معين) قد يكون الاختلاف اللوني مشكلة.

خامساً: الحاجة إلى إنهاء معظم أعمال الجرافيك قبل التصوير

تعتبر من أهم مميزات استخدام الشاشات المحيطية سهولة الحصول على التأثير الضوئي واللوني النهائي عند عرض الخلفيات ثلاثية الأبعاد على الشاشة أثناء التصوير، وما يوفره ذلك من وقت وجهد في عمليات ما بعد الإنتاج بدلاً من عملية الفصل اللوني وإعادة الدمج، لكن هذا يعني بالضرورة أن تنتهي أعمال الجرافيك أو معظمها على الأقل في وقت سابق عن وقت التصوير، مما قد يضع عبئاً على فترة التحضير قبل التصوير.

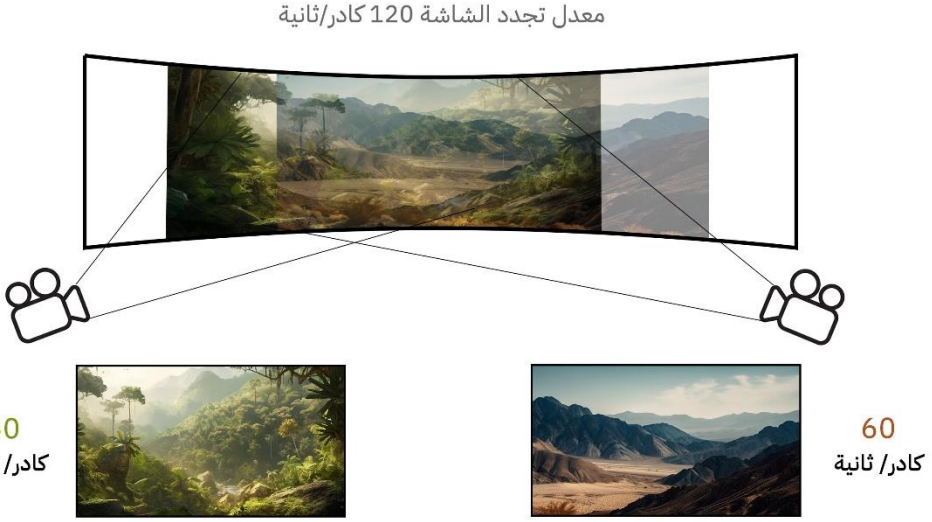
أيضاً يتطلب تصميم وتنفيذ أعمال الجرافيك ثلاثية الأبعاد قبل مرحلة التصوير تنسيقاً أكبر بين الأقسام المختلفة، وإنفاق أجزاء أكبر من الميزانية قبل مرحلة التصوير، وهو ما يتطلب تنظيماً أكبر من جانب الاستوديو من ناحية، ويحتاج من مدير التصوير أيضاً أن يكون على قدر أكبر من فهم العمليات التقنية الخاصة بإنتاج المؤثرات الخاصة، ليتمكن من التواصل والتنسيق بين قسمه والأقسام الأخرى، ومن أن يحدد جميع متطلباته التي تتيح له حرية الإبداع الفني أثناء التصوير.

مستقبل تقنيات الشاشة المحيطية

انتشرت في العديد من استوديوهات التصوير السينمائي ما يعرف الآن بمسارح الواقع الممتد Extended reality stage (XR Stage) وهو مواقع واسعة ممتدة تشغلها شاشات محيطية بمساحة كبيرة وفي بعض الأحيان شاشات في السقف توفر الإضاءة العلوية والانعكاسات المناسبة للمشهد، ومع انتشار الشاشات المحيطية والإنتاج الافتراضي بأنواعه هنالك عدة تقنيات يتم تطويرها لتوفير المزيد من الإمكانات الإبداعية والفنية للمصور السينمائي.

تصمم شركة زيروسبيس Zerospace في نيويورك شاشة محيطية تتمكن من عرض منظر ثلاثي الأبعاد بمقاسات 8000×1800 بيكسل، وشاشة سقفية Ceiling screen بأبعاد 1152×1152، والمميز في تلك الشاشة هو قدرتها على تجدد الكادرات بسرعة من 120 كادر/ثانية إلى 180 كادر/ثانية، وهو ما يعني التغلب على بعض الحدود والعقبات السابقة حيث كان أكثر سرعة لتجدد العرض Refresh rate هي 60 كادر/ ثانية. هذه السرعة الجديدة تمكن مدير التصوير من التصوير على سرعات أعلى. ولكنها أيضاً تجعل من الممكن أن يتم استخدام الاستوديو للتصوير بكاميرتين سينمائيتين في نفس الوقت لنفس اللقطة. (XR Stage, 2023)

سابقاً، كان من الضروري استخدام كاميرا واحدة أثناء التصوير على الشاشة المحيطية، لأن الصورة المعروضة على الشاشة تتابع حركة الكاميرا من خلال جهاز التتبع وتعرض الزاوية المناسبة للكاميرا لتحقق تأثير اختلاف المنظر بين المقدمة والخلفية كما يحدث في الحياة الحقيقية بحيث تبدو الخلفية ثلاثية الأبعاد وليست مجرد صورة مسطحة. ما تتيحه هذه التقنية الجديدة هو أن تعرض الشاشة صورتين لا صورة واحدة، ولكن بشكل متبادل، كل صورة تتجدد بمعدل 60 كادر/ثانية وتتزامن مع كل كاميرا على حدة، فترى كل كاميرا صورة تختلف عن الصورة التي تراها الكاميرا الأخرى ومن زاوية مختلفة، كما يظهر في شكل (19).



شكل (19) تعرض الشاشة المحيطية الصورة بسرعة 120 كادر/ثانية بحيث ترى كل كاميرا صورة مختلفة بمعدل 60 كادر/ ثانية

ويمكن استخدام هذه التقنية بحد أقصى لعدد ستة كاميرات في وقت واحد، لأن السرعة القصوى لتجدد الكادرات في هذا النظام هي 180 كادر/ثانية، فإذا ما كانت كل كاميرا تصور بمعدل لقطات 30 كادر/ثانية فيمكن توجيه صورة مختلفة لعدد يصل إلى ستة كاميرا في نفس الوقت، كل منها ترى الصورة من زاوية تختلف عن الأخرى، وهو ما يتيح حرية إبداعية كبيرة لمدير التصوير في اختيار أحجام اللقطات والتكوينات وحركات الكاميرا، أو تنفيذ لقطات ومشاهد حركة معقدة أدائياً أو انفجارات والتقاطها من زوايا متعددة في نفس الوقت حيث يصعب تكرارها بنفس الكيفية.

أيضاً من التقنيات التي قد تتضافر مع الإنتاج الافتراضي بالشاشات المحيطية مستقبلاً تقنيات الذكاء الصناعي (AI)، يوفر الذكاء الصناعي قدرة كبيرة على تحويل العمليات المتكررة لعمليات آلية، ويسهل التركيز على الجانب الإبداعي، فمن الممكن توظيف برامج إنتاج رسوم متحركة تلقائية في مراحل الإعداد والتجهيز، وتتميز خوارزميات الذكاء الصناعي بقدرتها على التعلم من المكتبات الضخمة، وربط الكلمات والجمل المكتوبة وتحويلها إلى صور وفيديوهات جرافيكية، مما يمكنه في المستقبل أن يساعد في توليد تلقائي للمحتوى المعروض على الشاشات أو على الأقل في تخيله في مراحله الأولى. تستثمر شركات التقنية الكبرى مثل OpenAI وGoogle وNvidia في تقنيات الذكاء الصناعي المتصلة بالعملية بالإبداعية، وكل هذه البرمجيات تتطور بسرعة، فيمكننا أن نتوقع أن تخترق مجال الإنتاج الافتراضي وإنشاء المحتوى الرقمي، وتؤثر على عملياته في وقت قريب. (Ikmaranta, 2020)

يقول ثيو جونز Theo Jones مشرف المؤثرات الخاصة بشركة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Framestore التي تعمل على صناعة وتحريك الكائنات الخيالية أن الاستخدام الأمثل للذكاء الصناعي في المرحلة الحالية قد يكمن في قدرته على إظهار وتحريك الشخصيات بشكل آلي، فالشاشة المحيطية لا تعرض فقط صور ثابتة بل يمكنها عرض شخصيات متحركة في خلفية الكادر عادة ما تكون شخصيات ثانوية مثل الجنود في المعارك أو الكائنات المتوحشة، تحريك هذه الشخصيات يستغرق في الكادر الواحد من فنان التحريك من 20 إلى 30 ثانية، لكنه لا يستغرق من الذكاء الصناعي أي وقت ويمكنه أن يظهره فورياً وبطرق متعددة يختار مصمم الصورة من بينها، وبما إن هذه الشخصيات لا تظهر بوضوح في مقدمة الكادر فإن تحويل عملية تحريكها لعملية آلية هي فكرة تختصر الكثير من وقت ومجهود الفنانين وتجعلهم يتفرغون للشخصيات الأساسية وتمنحهم وقت أكبر للإبداع. (Lodderhose, 2023)

النتائج والتوصيات:

Results& Recommendation

بعد الانتهاء من هذا البحث يمكن تحديد نتائجه في النقاط التالية:

- تقدم تقنية التصوير السينمائي باستخدام الشاشة المحيطية والإنتاج الافتراضي عدد من المميزات والفرص الجديدة، حيث أن جوهر العمليات الافتراضية في إنتاج الفيلم هو السماح لتكنولوجيا العناصر ثلاثية الأبعاد التي ينتجها الكومبيوتر أن تكون متوافرة لدى الفنان منذ مرحلة ما قبل الإنتاج، ليتمكن من تطويعها وتوظيفها إبداعياً أثناء عملية تصوير الفيلم.
- يعتبر الإنتاج الافتراضي والشاشة المحيطية هي الخطوة المنطقية التالية في التطور المستمر في تقنيات الإسقاط الأمامي وعمليات الفصل اللوني، وهي تساعد على تطوير صناعة السينما اليوم من عدة جوانب فنية، أهمها القدرة على التحكم في نتيجة الدمج بين العناصر ثلاثية الأبعاد وبين العناصر المصورة في مرحلة التصوير السينمائي.
- تتيح الشاشة المحيطية فرصة أكبر للممثلين في التفاعل مع البيئات الحقيقية المصممة للفيلم السينمائي، مما يساهم في خروج الفيلم بأفضل صورة، ويساعد مدير التصوير في ضبط التكوينات والتحكم فيها بشكل دقيق، والتحكم في الإضاءة المنعكسة من الشاشة على الأجسام المصورة والانعكاسات اللونية.
- بالرغم من التفوق الواضح لتقنية الشاشة المحيطية على شاشات الفصل اللوني، إلا أن لهذه التقنية حدود حالية، من أهمها صعوبة التصوير بمعدل التقاط بسرعات عالية، ومحدودية القدرة على تحريك الكاميرا بحسب مساحة الاستوديو ومساحة الشاشة.
- من حدود تقنية الشاشة المحيطية تساوي الإضاءة في المشهد بسبب الضوء الساقط بنفس الشدة من جميع الاتجاهات، وضعف الدقة اللونية لشاشات الليد مقارنة بضوء الشمس الطبيعي، ويمكن التغلب على هذه العيوب بوضع إضاءات إضافية في المشهد وضبط الألوان في عمليات التعديل اللوني.

ويوصي الباحث بالآتي:

- أصبح من الضروري على المصور السينمائي دراسة استخدام أدوات الإنتاج الافتراضية وتقنياتها وتقنيات الشاشة المحيطية ليتمكن من تطويعها بشكل إبداعي في الصورة السينمائية.
- إعداد برامج ومقررات دراسية مخصصة لمديري التصوير عن المؤثرات الخاصة الرقمية وتقنياتها الحديثة.
- إجراء المزيد من الأبحاث على الدمج بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وتقنيات الإنتاج الافتراضي والشاشة المحيطية.
- إجراء أبحاث حول انتشار وتأثير الإنتاج الافتراضي على الأعمال السينمائية العربية والمصرية.

References :المراجع

1- Baker, L. (2022, April 12). Everything You Need to Know About Chroma Key and Green Screen Footage. Retrieved from The Beat: https://www.premiumbeat.com/blog/chroma-key-green-screen-guide/
2- Bergery, B. (2013, November). Facing the Void. American Cinematographer, pp. 36-49.
3- CG Spectrum. (2022, October 10). Virtual Production LED Wall vs. Green Screen. Retrieved from CgSpectrum: https://www.cgspectrum.com/blog/virtual-production-led-wall-vs.-green-screen
4- Coldewey, D. (2020, February). How 'The Mandalorian' and ILM invisibly reinvented film and TV production. Retrieved from Tech Crunch: https://techcrunch.com/2020/02/20/how-the-mandalorian-and-ilm-invisibly-reinvented-film-and-tv-production/
5- Deakins, R. (2023, March 10). Sir Roger Deakins Breaks Down His Most Iconic Films. (GQ, Interviewer) Retrieved from https://youtu.be/CZ76u0WHXXI
6- Foster, J. (2010). The Green Screen Handbook. New York: Wiley Publishing Inc.
7- Gress, J. (2015). Digital Visual Effects and Compositing. New York: New Riders.
8- Holben, J. (2020, Febuary 6). The Mandalorian: This Is the Way. Retrieved from American Cinematographer: https://theasc.com/articles/the-mandalorian
9- Ikmaranta, K. (2020). Cinematic Space in Virtual Production. In Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics - 7th International Conference. Springer.
10- ILM. (2020). The Virtual Production of The Mandalorian Season One. Retrieved from Youtube - Industrial Light and Magic: https://www.youtube.com/watch?v=gUnxzVOs3rk
11- Jalal, Amr M. (2016). The Impact of Technological Evolution on the Design of Cinematic Picture. International Design Journal, Vol.6 (No.1), 159-167.
12- Jobin, R. E. (2022). The Catalysts, Standards, and Diffusions of Virtual Production Technologies and Workflows. Baylor University.
13- Kadner, N. (2019). The Virtual Production Field Guide Volume1. North California: Epic Games.
14- Lejeue, C. (2022). Virtual Production: A Study on its Environmental Impact. Unicersity of South California.
15- Lodderhose, D. (2023, May 21). Technologies Like AI & Unreal Engine Are A Having Big

London: Focal Press.
22- Seymour, M. (2013, October 8). Gravity: Vfx that's anything but down to earth. Retrieved from FxGuide: https://www.fxguide.com/fxfeatured/gravity/
23- Stasukevich, I. (2014, December). Cosmic Odyssey, Create a Large-Format Canvas for the Science-Fiction Drama Interestellar. American Cinematohrapher, pp. 38-53.
24- Uneal Engine 5. (2023). Retrieved from Unreal Engine: https://www.unrealengine.com/en-US/unreal-engine-5
25- VFX Shots Race. (2023). Retrieved from VFXMovies: http://www.upcomingvfxmovies.com/svfx-shots-race/
26- Willams, F. (1918). USA Patent No. US1273435A .
27- Wright, S. (2007). Compositing Visual Effects: Essentials for the Aspiring Artists . London: Focal Press.
28- XR Stage. (2023, July). Retrieved from Zero Space official website: https://www.zerospace.co/studios/xr-stage

Impact On The Entertainment Business. Retrieved from Deadline: https://deadline.com/2023/05/ai-unreal-engine-technology-disruptors-1235364383/
16- Mahmoud, Ahmed M. (2019, April). Plasma light as one of the New lighting techniques in the Cinema and Television. International Design Journal, Vol.9 (No.2), 189-196.
17- Morton, R. (2005). King Kong: The History of a Movie Icon from Far Away to Peter Jackson. New York: Applause Theater & Cinema Books.
18- OptiTrack. (2023, July). OptiTrack for Virtual Production. Retrieved from OptiTrack Official Website: https://optitrack.com/applications/virtual-production/
19- Priadko, O., & Sirenko, M. (2021, April). Virtual production: a new approach to filmmaking. Bulletin of Kyiv National University of Culture and Arts, pp. 52-58.
20- Ragone, A. (2007). Eiji Tsuburaya: Master of Monsters. San Francisco: Chronicle Books.
21- Sawicki, M. (2007). Filming the Fantastic: A Guide to Visual Effects Cinematography .

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License