التطورات التقنية لإنتاج الفوتوغرافيا المولدة بالحاسوب والبرامج المنتجة لها ودورها في الفنون المرقمنة المعاصرة

محمد علاء الدين اسماعيل [١] عاطف المطيعى [٢] احمد محمد السعدنى [٣]

١ الوظيفة، الدارس بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، الجيزة، مصر
٢ الوظيفة، أستاذ الفوتوغرافيا بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، الجيزة، مصر
٣ الوظيفة، مدرس الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، الجيزة، مصر

Submit Date: 2024-04-25 00: 24:29 | Revise Date: 2024-08-29 11:01:29 | Accept Date: 2024-08-30 15:07:15

DOI:10.21608/jdsaa.2024.284928.1413

ملخص البحث:-

يواجه عالم التصوير الفوتوغرافى الرقمي اليوم منافساً قوياً في إنتاج الصورة وهو ما يسمى بالصور المُولدة بالحاسوب او "CGI"، وعادة ما يستخدم للإشارة لرسومات الحاسب ثلاثية الأبعاد والمستخدمة في صنع الصور الفوتوغرافية بشكل كامل. في بداية استخدام تقنيات (CGI) لم تكن تلك التقنية قادرة على تقديم الواقعية البصرية القادرة على إقناع المشاهد بكون محتوى الصورة حقيقياً أو واقعياً, ومع مرور العقود تطورت التكنولوجيا ثلاثية الأبعاد إلى حد إنشاء واقعية فوتوغرافية بصرية فى الصورة المُنتجة، ظهر الاتجاه لاستخدام تقنية (CGI) في انتاج الصورة الإعلانية التجارية، دون الاعتماد على التصوير الفوتوغرافى فى عملية الإنتاج, نظراً لتحقيقها قدر ممتاز من المحاكاة والواقعية . وتتحدد المشكلة البحثية في ان بداية رقمنة الفوتوغرافيا كانت بإلغاء الفيلم الحساس، فقضت على المعالجات الكيميائية للخامات الفوتوغرافية، وقد استبدل الفيلم الحساس بالمستشعر الضوئي، كما صارت المعالجات الجرافيكية تتم بالشكل الرقمي، حتى صار الحاسوب أداة لإنتاج الصورة بدون كاميرا ، وكان لهذا التطور التكنولوجي أثره الكبير على تصميم الصور الفوتوغرافية، فظهر ما يطلق عليه اسم الفنون المرقمنة. ومن هنا يأتي السؤال الرئيس لمشكلة البحث: ما هي طريقة إنتاج الصور المولدة بالحاسوب؟ وما هي البرامج المستخدمة لذلك؟ وما هو أثرها على الفوتوغرافيا المعاصرة؟ وبعد الانتهاء من الدراسة النظرية لأساسيات مراحل إنتاج الصور المولدة بالحاسوب، ، وهي إجابة الشق الأول من السؤال الرئيس لمشكلة البحث، فيكون لزاما على المصور الفنان الالتزام الصارم بالمراحل المذكورة بالبحث أما عن الشق الثاني فإن هناك عدة برامج يمكن استخدامها، سواء للتصميم ثلاثي الأبعاد المدمج بها برنامج للتصيير النهائي للصورة، وهناك برامج خاصة بعملية التصيير يمكن إتمام المرحلة النهائية من خلالها، وهذ البرامج يكون اختيارها وفق كفاءة المصور ومهاراته الفردية

الكلمات المفتاحية:-

الصور المولدة بالحاسوب (CGI) – الدمج الرقمي (Digital Compositing) - الفوتوغرافيا التشكيلية (Fine photography) - المدرسة السريالية الجديدة (Neo-surrealism)

المقدمة:

لقد خلق الله الإنسان ليعمر الأرض، ويكون خليفة لله سبحانه وتعالى عليها، وظنت الملائكة أن خليفة الله على الأرض سيكون أقوى الكائنات من حيث البنية الجسدية، والقوة العضلية، وأطول الكائنات على الأرض أنيابا، وأكثرها فتكا، وبهذا يفسدون فيها ويسفكون الدماء، ولكن الله خلق آدم من طين وعلمه الأسماء كلها، وعجزت الملائكة أن تكون لها علم هذا الكائن الضعيف بنيانا، إلا أن علمه وما وهبه الله من عقل جعله دائم التطور، فصار ينقل خبراته وعلومه من جيل إلى جيل، وظلت تتنامى وتتزايد عبر العصور، من عصر العجلات إلى عصر البخار إلى عصر الحاسوب والثورة الرقمية، التي صارت بديلا عن جميع التقنيات السائدة قبلها، وصارت الرقمنة تسري كسريان النار في الهشيم، حتى تحول عالمنا الذي نحياه اليوم هو عالم رقمي، فما من مجال إلا وقد ترقمن، ولم يكن الفن التصوير الفوتوغرافي وتقنياته بمنأى عن هذا التغيير، فقد تطورت تكنولوجيا الفوتوغرافيا تقدما مذهلا، فترقمنت الفوتوغرافيا، وصار الحاسوب أداة لا غنى عنها لإنتاج الصورة الفوتوغرافية بالشكل الذي يقبله الفنان المصور المبدع، وظهر فنانون فوتوغرافيون يتعاملون من خلال الحاسوب وبرامج إنتاج الصورة بدلا من الكاميرا نفسها، وغزت هذه النوعية من الصور مجال الإعلان والدعاية، فضلا عن المجال الفني، ويعتبر جورج جري من أوضح الأمثلة على ذلك، ومن خلال كل ما سبق ظهرت مشكلة هذه الورقة البحثية.

وتتحدد المشكلة البحثية في ان بداية رقمنة الفوتوغرافيا كانت بإلغاء الفيلم الحساس، فقضت التقنية الرقمية على جميع المعالجات الكيميائية للخامات الفوتوغرافية المنتجة للصورة من أفلام وأوراق حساسة للضوء، وقد استبدل الفيلم الحساس بالمستشعر الضوئي، كما صارت المعالجات الجرافيكية جميعها تتم بالشكل الرقمي ببرامج الحاسوب، حتى صار الحاسوب أداة لإنتاج الصورة بدون كاميرا التصوير نفسها، وكان لهذا التطور التكنولوجي أثره الكبير على تصميم الصور الفوتوغرافية، وعلى الفن عموما، فظهر ما يطلق عليه اسم الفنون الرقمية (المرقمنة). ومن هنا يأتي السؤال الرئيس المركب لمشكلة البحث:

ما هي طريقة إنتاج الصور المولدة بالحاسوب؟ وما هي البرامج المستخدمة لذلك؟ وما هو أثرها على الفوتوغرافيا المعاصرة؟

يفرض البحث أن هناك فرضان لابد من تحقيقهما للحصول على صورة ذات جودة عالية تماثل التصوير الحي للمنظر أو المشهد

الفرض الأول: يقوم إنتاج الصورة المولدة بالحاسوب على قدرة المصور على تجسيد ما يتخيله باستخدام البرامج ثلاثية الأبعاد التي تبني الأشكال المتخيلة افتراضيا، ولا يكتمل إنتاج الصورة إلا إذا اتبع المصور خطوات الإنتاج بتسلسلها والالتزام باعتبارات كل مرحلة من مراحل الإنتاج للصورة الافتراضية.

الفرض الثاني: يتوقف توظيف الصورة في الفوتوغرافيا الفنية على حداثة الفكرة، وجودة التنفيذ لإصابة المتلقي بالهش في قبول الصورة خاصة تلك المنتمية للمدرسة السريالية الجديدة Neo-surrealism.

١- الصورة المولدة بالحاسوب Computer Generated Imagery:

كان لابد من دراسة تقنية إنتاج هذه الصور التي تولد بالحاسوب بدون استخدام كاميرا بداية من مرحلة الرسم التخطيطي الأولى مروراً بمرحلة النمذجة أي تشكيل المجسمات موضوع العناصر المرئية التي ستظهر في الصورة، فإكساء هذه المجسمات بالخامات ذات الملامس والطبائع الفيزيقية المختلفة، ومن خلالها تحدد درجة انعكاسية هذه الأسطح التي تم إكسائها، ثم مرحلة توزيع الإضاءة الافتراضية، ثم إعداد الكاميرات الافتراضية وصولاً إلى المرحلة الأخيرة وهي مرحلة تصيير المشهد(Rendering) . لتصير صورة نهائية تماثل الصورة الحية الملتقطة بالكاميرا.

١-١ تعريف الصور المولدة بالحاسوب Computer Generated Imagery Definition:

قد تم وضع تعريف للصورة المولدة بالحاسوب من قبل الموسوعة العربية لعلوم الحاسوب والتقنية بأنها: إحدى التطبيقات في مجال رسومات الحاسوب ثلاثية الأبعاد، وهذه الصور تُستخدم في الأفلام، والبرامج التليفزيونية، والإعلانات التجارية، وفي وسائل الإعلام المطبوعة.

وفي تعريف آخر كان إجرائيا في رسالة الماجستير المقدمة من الباحث وليد دسوقي يقول فيه أن:

"الصورة المولدة بالحاسوب هى "صورة ثنائية الأبعاد تُنتج بواسطة برامج التصميم ثلاثي الأبعاد".

وتعتمد هذه الصورة المولدة بالحاسوب على وحدة بنائية ثلاثية الأبعاد يطلق عليها اسم (Voxel) فى بناء المجسمات ومن ثم إكسائها بالخامات الافتراضية، وتعين طبيعة الإضاءة وتوزيعها، ونشر الكاميرات حول المجسم فى الفراغ ثلاثي الأبعاد، وإجراء عملية التصيير(Rendering) لإخراج صور تقاس درجة وضوحها بالعنصورة (Pixel) وهي الوحدة البنائية لتكوين الصورة ثنائية الأبعاد، وهذه الصور تكون على درجة عالية من الواقعية كبديل للصور الفوتوغرافية الملتقطة بالكاميرا.

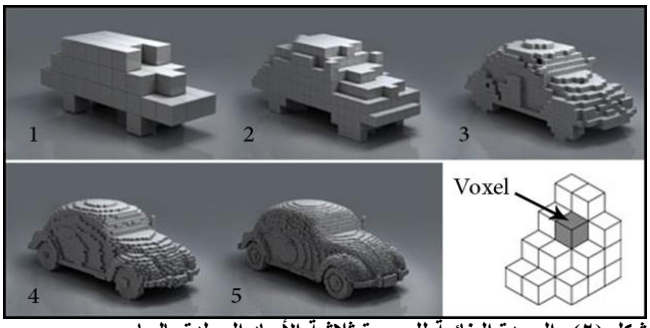
١-٢- رسوم الحاسوب ثلاثية الأبعاد Three-dimensional models:

هي تمثيل يمكن إنتاجه والتعامل معه باستخدام الحاسوب، وهذا النموذج يمكن رؤيته من كل جوانبه ومن كل زواياه، وخير مثال على النموذج ثلاثي الأبعاد هو "نموذج المانيكان" والذي يتم تفصيل الإكساء عليه، وهناك مثال آخر على هذا هو تصميم نماذج السيارات، والتى يتم تصميمها بواسطة الحاسوب

١-٣- الفرق بين العنصورة Pixel، والفوكسل Voxelوتأثير كل منهما على درجة وضوح تفاصيل الصورة:

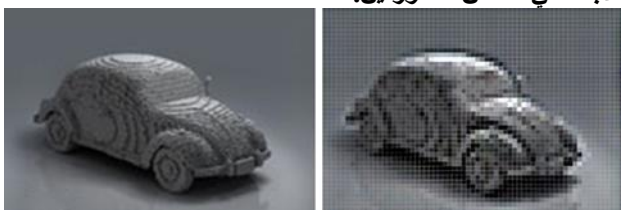
العنصورة Pixel أو الوحدة البنائية للصورة الرقمية ثنائية الأبعاد Pixel العنصورة هو أصغر عنصر من العناصر المكونة للصورة المسطحة وكل وحدة بنائية تمثل لوناً واحداً مركباً من الألوان الأساسية وبمجموع هذه الوحدات تتكون الصورة، وكلما زاد عدد الوحدات البنائية في الصورة كلما زادت دقة الوضوح في الصورة. أما الـ Voxelهي كلمة مأخوذ من الكلمتين Volumetric و Pixel وهو عنصر بنائي في المجسم ثلاثي الأبعاد وكلما زاد عدد الوحدات البنائية فى المجسم كلما زادت دقة التصميم فى المجسم كما يتضح بالشكل (١) والذى يعرض الوحدة البنائية للصورة الرقمية ثنائية الأبعاد والشكل (٢) والذى يعرض الوحدة البنائية للصورة الرقمية ثلاثية الأبعاد المولدة بالحاسوب (٦) (James, Jamie,2024)

شكل (١): الوحدة البنائية للصورة الرقمية ثنائية الأبعاد
www.chaosgroup.com



شكل (٢): الوحدة البنائية للصورة ثلاثية الأبعاد المولدة بالحاسوب
www.chaosgroup.com

مما سبق نستنتج أن زيادة عدد الوحدات البنائية Voxel للمجسم ثلاثى الأبعاد ليس بالضرورة شرط للحصول على صورة واضحة التفاصيل إن لم يراعى أيضاً زيادة عدد الوحدات البنائية Pixel للصورة الرقمية ثنائية الأبعاد نظراً لأن الإخراج النهائى للمجسم سيكون فى شكل صورة رقمية ثنائية الأبعاد، والشكل رقم (٣) يوضح تأثير إنخفاض عدد الوحدات البنائية Pixel للصورة الرقمية ثنائية الأبعاد بالرغم من ثبات عدد الوحدات البنائية Voxel للمجسم ثلاثي الأبعاد في كلاً من الصورتين.(١) (احمد الشامى, ٢٠٠١)



شكل (٣): عدد الوحدات البنائية Pixel للصورة اليمنى أقل من عدد الوحدات البنائية Pixel للصورة اليسرى
www.chaosgroup.com

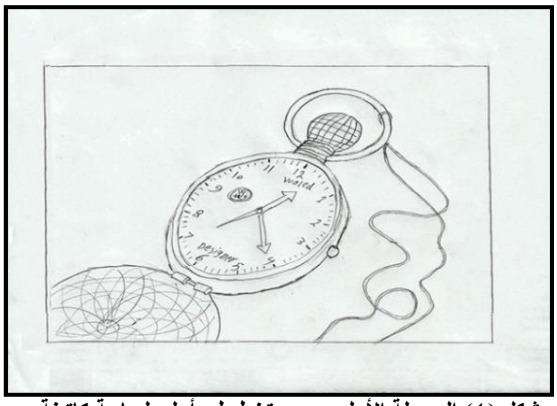
٢- مراحل إنتاج الصور المولدة بالحاسوب Stages of producing computer-generated images:

تتم عملية إنتاج الصور المولدة بالحاسوب على ست مراحل متعاقبة، وتتطلب كل مرحلة من هذه المراحل مهارات لابد لمصمم الصور المولدة بالحاسوب أن يكون قد اكتسبها، ونتناول في هذه الفقرة دراسة هذه المراحل بهدف الوصول إلى المهارات التي ستعني الدراسة بالبحث بها عند تصميم الصور الفنية المولدة بالحاسوب لتطلب هذه النوعية من الصور العديد من المهارات التي على المصمم اكتسابها

٢-١- المرحلة الأولى: مرحلة الرسم التخطيطي الأولي Sketch:

كلمة Sketch تعنى رسم أولي أو تخطيط أولي، وهو المرحلة الأولى التي تتم عند الشروع في إنتاج الصور المولدة بالحاسوب، ويُنفذ عادة باستخدام القلم الرصاص باليد الحرة، ويضع فيها مصمم الصورة الخطوط الأساسية للأشكال التي يريد إنتاجها، كشكل الساعة الموجودة في شكل (٤)، ولذلك تشترط كلية الفنون التطبيقية على المتقدمين للالتحاق بها اجتياز اختبار القدرات الفنية، فلا يوجد مصمم يفتقد القدرة والمهارة اليدويتين لإنجاز صورته حتى لو أنتجها بواسطة الحاسوب.

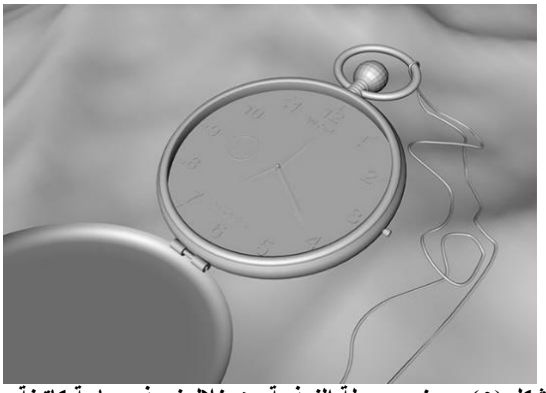
نظرا لوجود فروق كبيرة بين طبيعة الدراسة بمجال تكنولوجيا التعليم عن طبيعة الدراسة التي يتلقاها طلاب التخصصات الفنية من دراسة المنظور الحر والطبيعة الصامتة والطبيعة الحية وجميعها يكتسب الطالب من خلالها مهارات رسم التخطيط الأولي الذي يضع فيه أساسيات الشكل المنمذج. (٢) (وليد دسوقي: ٢٠٠٦)



شكل (٤) المرحلة الأولى: رسم تخطيطي أولى لساعة كاتينة
www.chaosgroup.com

٢-٢- المرحلة الثانية: مرحلة النمذجة Modeling:

وهذه المرحلة هي بداية التعامل الرقمي للمخطط الذي تم رسمه باليد، وهي برامج تصميم ثلاثي الأبعاد وتُستخدم أدوات النحت والنمذجة ببرنامج الحاسوب، والشكل (٥) يبين النمذجة الرقمية للمخطط الذي تم رسمه سابقا (Modeling). وناتج عملية النمذجة يطلق عليه اسم نموذج (Model). وتلك الخطوة الرقمية الأولى لتعامل المصمم مع برامج الحاسوب. (٢) (وليد دسوقي: ٢٠٠٦)

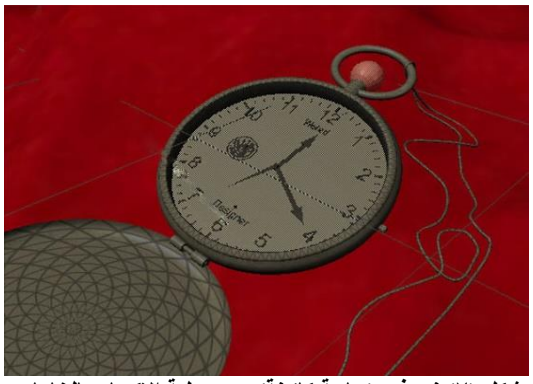


شكل (٥): يوضح مرحلة النمذجة من خلال نموذج ساعة كاتينة
www.chaosgroup.com

٢-٣- المرحلة الثالثة: مرحلة إكساء المجسمات بالخامات Textures:

بعد الانتهاء من مرحلة النمذجة تأتى الخطوة التالية وهي إكساء أسطح المجسمات بالخامات الافتراضية، حيث يتم فيها تغطية المجسم بخامات تحاكى واقعه، وهناك خامات جاهزة مدرجه بالمكتبات المدمجة ببرامج النمذجة أو التصميم الرقمي ثلاثي الأبعاد. مهما كانت الخامة المطلوبة من الخشب أو الجلد أو المعدن أو الزجاج وتحديد درجة انعكاسيته ودرجة شفافيته والشكل التالي رقم (٦) يبين شكل مكتبة الخامات ببرنامج Cinema 4D. وهناك العديد من المكتبات متاح التعامل معها من خلال شبكة الإنترنت كما يتضح شكل هذه المكتبات ببرامج التصميم في حين يوضح شكل (٧) نموذج (ساعة كاتينة) بعد عملية الإكساء بالخامات (٢) (وليد دسوقي: ٢٠٠٦)

شكل (٦): أشكال المكتبات الجاهزة التي يختار منها المصور المصمم خامات الإكساء.
www.chaosgroup.com



شكل (٧) نموذج (ساعة كاتينة) بعد عملية الإكساء بالخامات
www.chaosgroup.com

٢-٤- المرحلة الرابعة: مرحلة تعيين إضاءة المشهد Lighting

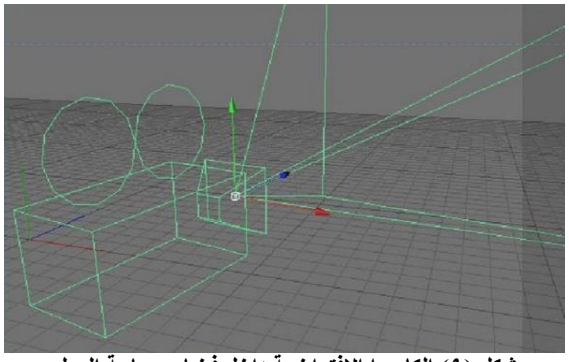
الضوء الساقط على الأجسام هو الذي يجعلها مرئية لنا عندما ينعكس من أسطحها بملامسها المختلفة، ومصادر الضوء التي تحيط بنا سواء كانت طبيعية كالشمس أو صناعية كمصابيح التنجستين أو الفلورسنت هي التي تخلق في شدتها مستوى النصوع وحدة الظلال في الصورة الفوتوغرافية سواء كانت تقليدية أو مولدة بالحاسوب والشكل رقم (٨) يبين أثر الإضاءة على الأجسام المصورة في التحكم بدرجات تباين الظلال بالصورة. (٢) (وليد دسوقي: ٢٠٠٦)

شكل (٨) التحكم في قوة تباين الظلال

www.cgsociety.org

٢-٥- المرحلة الخامسة: مرحلة إعداد الكاميرا وتجهيزها Preparing the camera:

تساعد هذه الأدوات على محاكاة أسلوب عمل الكاميرات الحقيقية والتي اعتاد المصور على استخدامها في الطبيعة، حيث يمكن التحكم فى ضبط الإعدادات الخاصة بهذه الكاميرات مثل ضبط درجة الوضوح أو التركيز البؤري Focus lens، وتحديد البُعد البؤري المناسب للعدسة Focal length كما هو موضح بالشكل رقم (٩)، وبالتالي نحصل على نتائج تحاكى ما يمكن الحصول عليه عند التصوير بالكاميرات الحقيقية، كما يمكن تحريك هذه الكاميرات في فضاء مساحة العمل كما هو موضح بالشكل رقم (٩) أيضا ووضعها بزاوية مناسبة بحيث نحصل على التكوين المطلوب أمام عدسة الكاميرا(٢). (وليد دسوقي: ٢٠٠٦)



شكل (٩) الكاميرا الافتراضية داخل فضاء مساحة العمل
www.cgsociety.org

٢-٦- المرحلة السادسة والأخيرة: مرحلة تصيير المشهد Rendering:

تُعد مرحلة تصيير المشهد هي آخر مرحلة لإنتاج الصورة في شكلها النهائي، وفيها يتم ضبط إعدادات المشهد الذي سيتم إنتاجه عليها مثل اختيار صيغة حفظ الصورة، وهناك العديد من الصيغ الخاصة بحفظ الصورة الرقمية الثابتة المولدة بالحاسوب مثل صيغة(BMP) وصيغة JPEG وصيغة PICT وصيغة PNG وصيغة TIFF. وتقل المدة الزمنية المستغرقة في التصيير كلما كانت إمكانيات جهاز الحاسوب المُستخدَم فائقة، وفى النهاية نحصل على صورة تحاكى الواقع كما يتضح بالشكل رقم (١٠) (٢) (وليد دسوقي: ٢٠٠٦)

شكل (١٠): الشكل النهائي للصورة (CGI) بعد إجراء عملية التصيير
www.cgsociety.org

٣- البرامج المستخدمة في كل مرحلة من مراحل إنتاج الصور المولدة بالحاسوب:

٣-١- برامج إنتاج المجسمات الافتراضية بالصور المولدة بالحاسوب

٣-١-١- برنامج (3D Studio Max):

يعد برنامج 3D Studio Max من أشهر برامج التصميم ثلاثي الأبعاد وأكثرها شيوعاً، وهو من إنتاج شركة "Discreet" التي تُعتبر جزء من شركة "Autodesk"، ولهذا البرنامج استخدامات متعددة فى مجالات مختلفة خاصة في مرحلتي النمذجة والإكساء ، وذلك لرسم الأجسام وإكسائها بمواد وخامات افتراضية، وتحريك هذه الأجسام وإضافة مؤثرات عليها لتصبح أقرب ما يمكن من الواقع أو الخيال المراد تصويره، حيث يُستخدم هذا البرنامج فى تصميم برمجيات الواقع الافتراضي والألعاب ثلاثية الأبعاد وأفلام الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد، وهو يحتوى على أدوات تمكن المصممين والفنانين من إخراج طاقتهم الإبداعية من نماذج ومؤثرات بصرية، كذلك يساعد المصممين والمهندسين المعماريين في تجسيد أفكارهم

وتصوراتهم بشكل مرئي يراه الآخرين، والشكل (١١) يبين نماذج مما تم إنتاجه بواسطة هذا البرنامج.(٣) (Autodesk 2020)

شكل (١١): صور تم إنتاجها ببرنامج 3D Studio Max
www.cgsociety.org

٣-١-٢- برنامج (Maya):

أُطلق على البرنامج هذا الاسم نسبةً إلى حضارة المايا العريقة التي يرجع تاريخها لأكثر من ٢٠٠٠ عام قبل الميلاد في المكسيك، وقد تميزت هذه الحضارة بالاهتمام بالعمارة ويعتبرون بناة أهرامات قريبة لحد كبير بأهرامات الحضارة المصرية القديمة. تم إنتاج برنامج Maya عام ١٩٩٨م بواسطة شركة "Alias Systems"، وفى عام ٢٠٠٣م حصل برنامج Maya على جائزة الأوسكار للإنجاز العلمي والتقني، وفى عام ٢٠٠٥م أصبح برنامج Maya ملك شركة "Autodesk" بعد شرائها لشركة "Alias Systems"، ويُستخدم برنامج Maya في صناعة السينما والتليفزيون ووسائل الدعاية والإعلان، بالإضافة إلى صناعة ألعاب الفيديو وعمل التصميمات المعمارية الداخلية والخارجية كما يتضح من شكل (١٢)(٥) (Jeroen Bakker:2014)

شكل (١٢): نماذج من صور تم إنتاجها ببرنامج (Maya)
www.cgsociety.org

٣-١-٣- برنامج (Cinema 4D):

ظهر برنامج Cinema 4D عام ١٩٩٣م وهو من إنتاج شركة "Maxon"التي تأسست عام ١٩٨٦م على يد "Harald Egel" و"Harald Schneider" و"Uwe Baertels" ويقع مقرها الرئيسي في ألمانيا، ولها أفرع في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة واليابان وفرنسا وسنغافورة، ولها أكثر من ١٥٠ موزع وبائع في أكثر من ٨٠ دولة في جميع أنحاء العالم، وشركة "Maxon" هى شركة رائدة فى إنتاج تطبيقات برمجيات الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد، وأصبح اليوم هناك الآلاف المستخدمين فى جميع أنحاء العالم يعتمدوا على برنامج سينما فوردى فى تصميم أحدث الرسوم المتحركة، وتجسيد النماذج المعمارية، وتصميم النماذج والشخصيات الخاصة بألعاب الفيديو، وعمل رسوم ونماذج توضيحية. والشكل رقم (١٣) يبين قدرات البرنامج على إنتاج هذه الصور.(٤)(Goodfellow:2014)

شكل (١٣): يوضح إمكانيات برنامج Cinema 4D
www.cgsociety.org

٣-١-٤- برنامج (Vue extreme):

هو برنامج من إنتاج شركة "e-on software" التي تأسست عام ١٩٩٧م على يد "Nicholas Phelps"، وهى من أهم الشركات التي تدعم إنتاج برمجيات الرسومات ثلاثية الأبعاد التي تجسد العالم الطبيعي، ويعتبر برنامج Vue extreme هو البرنامج الأفضل علي مستوي العالم لتصميم المناظر الطبيعية "Landscaping" ، والبانوراميات المستعرضة التي تتضمن تضاريس الأرض من بحار وأنهار وجبال وطرق وأشجار ونباتات و سُحب، كما يمكن تحديد شكل اليابسة سواء كانت أرض صحراوية أو جليدية أو زراعية، بالإضافة إلى إمكانية توزيع الأشجار والنباتات ونثر الحجارة على الأرض بشكل واقعي تماماً، كما يمكن تصميم طرق البلدة أو المدينة وتوزيع السيارات عليها، كما أن هناك إمكانية إضافة الأشخاص والحيوانات عن طريق الأمر Alpha Plane بشكل واقعي تماماً، كذلك يقدم هذا البرنامج خيارات عديدة للطقس من رياح وأمطار وضباب وشمس ونجوم، كما يوفر البرنامج مكتبة ضخمة جداً من نباتات وسماوات وأجسام مختلفة جاهزة يمكن إضافتها لاختصار الوقت والجهد، وبعد الانتهاء من تصميم المنظور بما يتضمنه من بيئة واقعية. يتم تصدير العمل إلى أي من البرامج الأخرى لعمل أي إضافات أخرى، وكذلك لإجراء عمليات التصيير لنخرج في النهاية بصورة تعبر عن أحد المناظر الطبيعية، والشكل (١٤) يبين قدرات برنامج Vue extreme في انتاج المناظر الطبيعية.(٥) (Jeroen Bakker:2014)

شكل (١٤): صور مناظر طبيعية منتجة ببرنامج Vue extreme
www.cgsociety.org

٣-١-٥- برنامج (Light wave):

هو برنامج من إنتاج شركة "Newtek"، وهو من أكثر البرامج استخداماً فى تصميم الشخصيات والخدع البصرية بالأفلام السينمائية بجانب برنامج Maya، وقد قامت شركة "Newtek" المطورة لبرنامج Light wave بعقد مؤتمر في منتصف عام ٢٠١٠م قامت فيه بكشف الستار عن التكنولوجيا المستخدمة في عمل الفيلم الشهير "Avatar"، حيث قامت الشركة بصنع معدات مهيئة للعمل مع تكنولوجيا برنامجLight wave كمصباح إلكتروني يضيء داخل البرنامج و تتحرك إضاءته داخل البرنامج بتحريك الجهاز في الواقع، بالإضافة إلى الكاميرا وغير ذلك من المعدات والتي وصل مجمل قيمتها إلى ٦٦ ألف دولار وقت إنتاج البرنامج، وقد قام الموقع الشهير " CG Society" بعمل استبيان حول تجارب بعض الشركات والمصممين المحترفين للنسخة الأولية من البرنامج الذي لاقى استحسانا كبيرا من قبل مستخدميه كما يعرض شكل (١٥) (٩) (www.artec3d.com:2024)

شكل (١٥): صور منتجة ببرنامج Light wave
www.cgsociety.org

٣-١-٦- برنامج (Z-brush):

برنامج Z-brush من إنتاج شركة "pixologic"، ويصنف هذا البرنامج ضمن أفضل برامج النحت الرقمي Digital Sculpture حسب تصريح الشركة المنتجة للبرنامج، وتعتبر خاصية النحت الرقمى هي أهم ميزة ينفرد بها البرنامج, لأنه يوفر أدوات عالية الكفاءة لصناعة الوجوه والأجسام وحتى الأشكال التي لا يمكن أن يتخيلها إلا المصمم المبدع وتسمي النحت العضوي الرقمي Digital Organic sculpting، وهذا البرنامج يعتبر ورشة فنية متكاملة ترضي كل المستخدمين لكونه يحاول محاكاة المادة العضوية الطبيعية بمهارة فائقة الجمال والإبداع، ويعطى مساحة إخراجية تفوق قدرة اليد الإنسانية في الرسم والتصوير، وقد صُمم هذا البرنامج بواسطة نُخبة من محترفي المؤثرات الخاصة ومصممي برامج الألعاب الشهيرة ومصممي المؤثرات البصرية في الأفلام العالمية، ويعتبر هذا البرنامج من أفضل البرامج التي تُستخدم لإنتاج صور لوجوه الأشخاص "portrait" نظراً لما يتمتع به البرنامج من أدوات نحت تساعد على إبراز تفاصيل المجسمات مثل تجاعيد البشرة والخدوش، وكذلك إبراز تعبيرات الوجه بشكل دقيق، والشكل (١٦) يوضح إمكانيات برنامج Z-brush في ابراز دقة صور الأشخاص (٩) (www.artec3d.com:2024)

شكل (١٦): يوضح إمكانيات برنامج (Z-brush) في ابراز دقة صور الأشخاص
www.cgsociety.org

٣-١-٧- برنامج (Mud box):

برنامج Mud box من إنتاج شـركة "Luxology"، وبعد ذلك قامت شركة "Autodesk" بشراء البرنامج وأصبحت هي المسئولة عن تطوير البرنـامج، ويعتبر برنـامج Mud box هو أحـد برامج التصميم ثلاثي الأبعاد الحديثة نسبياً وهو المنافس لبرنامج Z-brush حيث يمتاز هذا البرنامج بقوة أدوات النمذجة عن باقي برامج التصميم ثلاثي الأبعاد الأخرى لما يتمتع به البرنامج من واجهة مسـتخدم تضـم مجموعة من الأدوات التي تساعد المصممين في عملية النحت الرقمي للأجسام للوصول إلى أقرب درجة من الواقعية، لكن قوة الإخراج بهذا البرنامج لم تصـل لمسـتوى الإخراج الخاص ببرامج التصـميم ثلاثي الأبعاد المشـهورة السـالف ذكرها والشكل (١٧) يوضح صوراً منتجة بهذا البرنامج (٨)(NVIDIA:2024)

شكل (١٧): صور توضح إمكانيات برنامج Mud box
www.cgsociety.org

٣-١-٨- برنامج (Blender):

بدأ ظهور هذا البرنـامج عنـدمـا احتـاجت إحدى الشـــركـات الأجنبية لبرنامج لصناعة الرسوم ثلاثية الأبعاد الخاصة بتلك الشركة، لذلك بدأ أحد المبرمجين العاملين بتلك الشـركة بكتابة أولى السـطور البرمجية لتحقيق هذا الهدف ومع الوقت ظهر البرنامج بالفعل وأصـبح في فترة من الفترات متاحاً للمستخدم العادي بسعر بسيط مقارنةً بأسعار برامج التصـــميم ثلاثية الأبعاد الأخرى، ولكن لم ينتشـــر البرنـامج كما كان متوقعاً وأصـــبح البرنـامج مهدداً بالدخول إلى ذاكرة التاريخ، وهذا ما دفع الشـركة المُنتجة للبرنامج بتحويل البرنامج من برنامج خاص إلى برنامج عام مُتاح للجميع وذلك لضمان استمرارية البرنامج كما أتاحت للمبرمجين فى جميع انحـاء العـالم إمكـانيـة الاشـــتراك في تطوير البرنامج، وبالفعل تم شـراء حـــــقوق استخدام البرنامج من الشـركة الأصـــــلية عن طريق جمع التبرعات من جميع محبى البرنامج على مستوى العالم لجمع السعر المطلوب لشراء حقوق استخدامه وأصبح هذا البرنامج هو أفضل برنامج مجانى لصناعة الرسوم ثلاثية الأبعاد، وأصبح المسئول عن هذا البرنامج مجموعة من المطورين، وبرنامج بلايندا لا يتميز بكونه يضـــم مجموعة من الأدوات التي تســـاعد في عمليات النمذجة والإكساء وتوزيع الإضاءة فحسب، بل أصبح البرنامج يضـم محرك للنحت الرقمي الذى يتيح اسـتخدام مجموعة مختلفة من الأدوات لنحت المجسم كما لو كان قطعة من العجين أو الصلصال، ولا شك أن هذه الإضافة من الإضافات الفريدة التي يعرفها جيداً مستخدمي برامج النحت الرقمي مثل Z-brush و Mud box والذي سـبق تناولهما في هذه الورقة البحثية، وهى البرامج التي كانت تنفرد بأداء تلك العملية، كما يحتوى برنـامج Blender على محرك خـاص بـه لصـــناعة الألعاب بطريقة بســـيطة باســـتخدام الواجهة الرســـومية للبرنامج، كذلك يمكن صـــناعة الألعاب الكبيرة وهذا يلزم المعرفة بلغة Python، أيضا يمكن إضافة تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وغير ذلك من العمليات المتطورة لنتمكن من الاستفادة منه بشكل كامل، والشكل رقم (١٨) يوضـــح إمكانيات برنامج Blender في إنتاج الصـــور المولدة بالحاسوب (٩) (www.artec3d.com:2024)

شكل (١٨): يبين النتائج التي يصل إليها برنامج بلندر Blender
www.cgsociety.org

٣-١-٩- برنامج (Soft Image):

تأسست شركة Soft Image في عام ١٩٨٦م عن طريق المجلس الوطني للسينما في مونتريـــال بكندا، وهى شركة مسئولة عن إنتاج الرسـوم ثلاثية الأبعاد، وفى عام ١٩٩٢م أصـبحت شـركة مسـاهمة عامة، وفي عام ١٩٩٤م قامت شركة "Microsoft" بشرائها، وفى عام ١٩٩٨م تم بيعها الى شـــركة "AVID" التي كانت تبحث دائماً عن كيفية توسيع قدرات المؤثرات البصرية، وفى عام ٢٠٠٨م قامت شركة "Autodesk" بشراء البرنامج واصبحت هي المسئولة عن تطويره، ويعتبر برنامج Soft Image من البرامج التي سـاهمت في صناعة المؤثرات البصرية والخدع في الأفلام السينمائية العالمية مثل أفلام (Jurassic Park, Titanic, The Fifth Element) كذلك يسـتخدم البرنامج فى صـناعة الألعاب ثلاثية الأبعاد، والشـكل (١٩) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج.(٩) (www.artec3d.com:2024)

شكل (١٩): إمكانيات برنامج Soft Image فى صناعة الألعاب والخدع السينمائية
www.cgsociety.org

٣-١-١٠- برنامج (Rhino):

برنامج Rhino من إنتاج شـركة "McNeel"، وهو برنامج للنمذجة وتصـميم المجسـمات عن طريق أدوات NURBS وهى الخاصـة بإنشـاء المجسـمات عن طريق الخطوط والأشـكال ومن ثم تحويلها الى أسطح ومجسمات، ولكن في الإكساء والتصيير مستواه عادي لا يوجد ما يميزه عن بافي البرامج التي ذكرتها ورقتنا البحثية ، وحديثاً تمت إضـافة مقبس V-Ray للبرنامج وذلك لإخراج الصـور بحيث تكون أقرب للواقعية, ولكن مشـكلته أن واجهة المسـتخدم ما زالت معقدة نوعاً ما، ويشـيع اسـتخدام برنامج Rhino في التصـميم الصناعي والهندسة المعمارية وتصميم المجوهرات وتصميم السيارات والسـفن وتصـميم المنتجات، وكذلك الوسـائط المتعددة والرسـوم البيانية، والشـكل (٢٠) يوضـح صـوراً منتجة بهذا البرنامج (٩) (www.artec3d.com:2024)

شكل (٢٠): صور منتجة باستخدام برنامج Rhino
www.cgsociety.org

٣-١-١١- برنامج (SketchUp):

تم إنتاج هذا البرنامج من قبل شـركة "Startup" عام ١٩٩٩م، وهذا البرنامج متخصص فى التصميم الهندسي المعماري، ويستخدمه مهندسـي الديكور للتصـميمات المعمارية الداخلية، وهو متوفر مجاناً بالإنترنت، ويتميز بسـهولة اسـتخدامه عن غيره من برامج التصـميم ثلاثى الأبعـاد، وهو يوفر مجموعـة كبيرة من النمـاذج الجـاهزة من أبواب ونوافذ ومرافق وسـيارات ... الخ، مما تجعله مفضـلا عند الكثيرين لتوفيره الجهد الجهيد في التصميم الداخلي والأثاث. وفي عام ٢٠٠٦م أعلنـت شـركـة "Google" عن برنـامـج Google SketchUp، وهو نسـخة مجانية، كما يمكن من خلال هذه النسـخة وضع نماذج على موقع Google Earth والشكل رقم (٢١) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج (١٠) (www.maxon.net:2024)

شكل (٢١): إمكانيات برنامج (SketchUp)
www.cgsociety.org

٣-١-١٢- برنامج (Revit Architecture):

برنامج Revit Architecture هو برنامج جديد من إنتاج شركة "Autodesk" ومن المتوقع أن ينـافس برنـامج AutoCAD في الدرجة الأولى، وكلاً من 3D Studio Max وPhotoshop في الدرجة الثانية من حيث التصـميمات المعمارية فقط ، وليس له دور حتى الآن فى مجال صـناعة السـينما أو الألعاب، ويقوم هذا البرنامج برسـم المخططات عن طريق العناصـر الجاهزة أو التي يتم تجهيزها عن طريق المستخدم، ويمكن من خلاله الحصول على صورة قد تنافس دقة الصـورة المنتجة ببرنامج 3D Studio Max حيث يدعُم نفس

محرك التصيير وهو Mental ray الموجود في 3D Studio Max كذلك يدعُم محرك التصيير V-ray. والشكل (٢٢) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج (١٠) (www.maxon.net:2024)

شكل (٢٢) إمكانيات برنامج Revit Architecture
www.cgsociety.org

٣-١-١٣- برنامج (CATIA):

برنامج هو أحد برامج التصميم الميكانيكي ثلاثي الأبعاد، وظهر هذا البرنامج في السبعينيات بواسطة شركة "Marcel Dassault Avion" للطائرات وتم طرحة للسوق عام ١٩٨١م بواسطة "IBM"، ويعتبر برنامج CATIA هو أحد برامج "PLM" التي تطورها الشركة الفرنسية "Dassault Systèmes " وهو اختصار لـ Management أي إدارة دورة حياة المنتج، وتم تطوير البرنامج بالتعاون مع شركة "WACOM" لمساعدة المصممين المبدعين على تنفيذ أفكارهم التي يعتزمون تصميمها Product Lifecycle وتحويلها من مجرد تخطيط ثنائي الأبعاد إلى تصميمات ثلاثية الأبعاد، واستكشاف تفاصيل التصميم، وفى نتيجة الاستفتاء السنوي لبرامج CAD أتضح أن برنامج CATIA هو من أقوى برامج الرسم المُستخدم، كما يُستخدم البرنامج في الرسم الميكانيكي، وهذا البرنامج لم ينال الشهرة في الوطن العربي، ولكنه يُستخدم في المصانع الكبيرة مثل (BMW، Airbus ، Toyota)، وهذا البرنامج يمتاز بالقوى المطلقة والسهولة وجمال واجهة المُستخدم، كما يُستخدم البرنامج في الرسم الميكانيكي ورسم الأسطح وألواح الصاج المُشكّلة ودراسة آليات حركة المجسمات وحساب السرعات والعجلات والفك والتركيب للتجميعات الميكانيكية، ودراسة الإجهادات بكل أنواعها سواء كانت أستاتيكية أو ديناميكية أو عمل محاكاة التصادم ودراسة الأحمال الناتجة عن حركات الآليات المتحركة، وقوة البرنامج ليس فقط في استنتاج الرسم الهندسي من التجميعات ولكن بربط الرسم الهندسي ببعضه في الماكينات الكبيرة وعمل محاكاة التشغيل للأجزاء التي سوف يتم تصنيعها فى المستقبل، والشكل رقم (٢٣) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج (١٠) (www.maxon.net:2024)

شكل (٢٣) يوضح صوراً منتجة ببرنامج كاتيا CATIA
www.cgsociety.org

٣-١-١٤- برنامج (Electric Image):

ظهر برنامج Electric Image بواسطة مجموعة شركات EI Technology Group (EITG)، ومنذ ظهور هذا البرنامج وهو يلاقى إعجاباً كبيراً من قبل المستخدمين نظراً لسرعتة العالية فى إخراج صور عالية الجودة، وفى عام ٢٠١٠م قامت شركة EI Technology Group (EITG) ببيع تطبيقات الرسوم المتحركة The Electric Image Animation System (EIAS) وأصبحت (EIAS) شركة منفصلة، وتعتبر تطبيقات الرسوم المتحركة (EIAS) ليس برنامجاً واحداً، بل هي عدة برامج مصممه للعمل معاً، وكل برنامج من البرامج الأساسية يعالج جزء معين من العمل والإنتاج، كما يدعم هذا البرنامج إمكانية استيراد النماذج Models من البرامج المختلفة مثل: (Lightwave, 3D Studio, AutoCAD, Maya, Electric Image).

وهذا البرنامج قدم خدمات كثيرة لوكالات الإعلام المتخصصة مثل وكالة "Rebel Unit"، وأيضاً استخدمته شركات الألعاب فى صناعة الألعاب الخاصة بها، كذلك تم استخدام هذا البرنامج فى إنتاج كثير من أعمال السينما والتليفزيون مثل: (Pirates of the Caribbean: The Curse of the Black Pearl, Gangs of New York, Austin Powers: Gold member, Men In Black II, The Bourne Identity, Behind Enemy Lines, Time Machine, Mission to Mars, Jungle Book 2, American Preside). والشكل (٢٤) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج (١١) (www.chaosgroup.com:2024)

شكل (٢٤): إمكانيات برنامج Electric Image في مجال صناعة السينما والإعلام
www.cgsociety.org

٤- برامج مِصيرات الصور المولدة بالحاسوب (Renderers):

يطلق على المِصيرات أيضاً محركات التصيير أو مقابس التصيير، وهي عبارة عن برامج صغيرة يتم دمجها مع برامج التصميم ثلاثي الأبعاد من أجل إجراء عملية التصيير Render، ولكي يضمن المصمم خروج عمله للنور لابد له من ضبط إعدادات هذه المِصيرات بإتقان، وهناك العديد من المصيرات مثل برامج: (Light Tracer, Radiosity, Final Render, Brazil, Arnold, V-Ray, Mental Ray, Maxwell) ولكن الباحث سيكتفى باستعراض أشهر هذه المِصيرات(١٣) (geekflare.com:2024)

٤-١- مِصير (Maxwell):

سُمي برنامج Maxwell بهذا الاسم نسبةً إلى عالِم الفيزياء الضوئية "James Clerk Maxwell" صاحب نظرية الجمع لإنتاج الألوان (RGB) ، وعلاقة مِصير ماكسويل بهذا العالِم تتمثل في أن هذا المِصير يعتمد اعتمادا كلياً على هذه النظرية وهو المِصير الأول من نوعه الذي يبرمج بهذه الطريقة وهذا هو السبب الأساسي لتفضيل المصممين استخدام هذا المِصير في التصيير لإنتاج صور تحاكى الواقع بدقة عالية، إلا أن البرنامج يعيبه البطء الشديد وهذا هو السبب الذي يجعل بعض المصممين لا يستخدمونه، ويُستعمل هذا المِصير مع العديد من البرامج مثل (3D Studio - Cinema 4D - MAX -Maya - Light Wave وغيرها .....) ، والشكل رقم (٢٥) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج.(١٣) (geekflare.com:2024

شكل (٢٥): إمكانيات مِصير Maxwell
www.cgsociety.org

٤-٢- مِصير (Mental Ray):

كان أول ظهور لمِصير Mental Ray عام ١٩٨٦م، وهو من إنتاج شركة "Mental Images"، وفى عام ٢٠٠٧م أصبح Mental Ray مملوك من قبل شركة "NVIDIA" ثم بعد ذلك أصبح اسم الشركة "NVIDIA-ARC"، مِصير Mental Ray ملحق بكثير من البرامج، كما أنه هو المِصير الافتراضي في برنامج Softimage ، وثبتت كفاءة المِصير في العديد من المجالات مثل الرسوم المتحركة، الأفلام السينمائية، المؤثرات البصرية، وكان له دور كبير في صناعة العديد من الأفلام العالمية مثل فيلم "Matrix"، وتعتبر مشكلة هذا المِصير هي كثرة الإعدادات الخاصة بالتصيير، والشكل رقم (٢٦) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج.[١٣]
(geekflare.com:2024

شكل (٢٦): صور توضح إمكانيات مِصير Mental Ray
www.cgsociety.org

٤-٣- مِصير (V-Ray):

مِصير V-Ray من إنتاج شركة " Chaos software Production" البلغارية التي تأسست عام ١٩٩٧م، وهى شركة رائدة في تقديم الحلول المبتكرة لوسائل الإعلام، ومجالات صناعة السينما والألعاب الترفيهية، مِصير V-Ray هو مقبس خارجي يعمل على كل برامج التصميم ثلاثي الأبعاد، وله مزايا كثيرة تتمثل فى جودته, سرعته, واقعيته، ويعتبر مقبس V-Ray من أكثر المِصيرات تقدماً التى تستطيع إخراج صور يصعب إيجاد فروق بينها وبين الصور الواقعية، وهذا ما جعل مقبس فيراى مفضلاً لدى الكثير من المصممين، والشكل رقم (٢٧) يوضح صوراً منتجة بالبرنامج[١٣].
(geekflare.com:2024

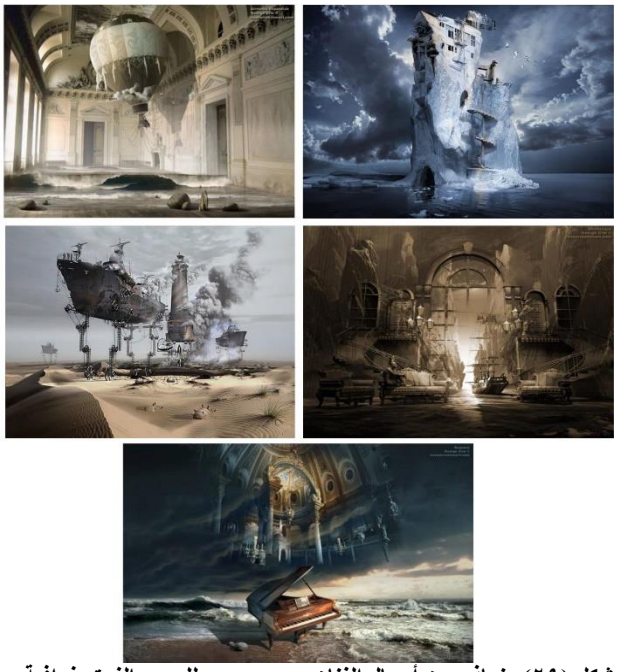
شكل (٢٧): صور توضح إمكانيات مِصير V-Ray
www.cgsociety.org

٥- أثر توظيف تقنية إنتاج الصور المولدة بالحاسوب في الفوتوغرافيا الفنية (التشكيلية):

إن هناك صلة وثيقة بين التقنيات المستخدمة لإنتاج الصورة الفوتوغرافية، وبين فكرها التصميمي، ومهما كانت نتيجة الإشكالية القائلة بأيهم يسوق الآخر ومن التابع، ومن المتبوع؟ فهل تقود التكنولوجيا الفكر التصميمي؟ أم أن الفكر التصميمي هو الداعي للتطور التكنولوجي ليتمكن الفنان من إنجاز أفكاره ورؤاه الفنية؟

والحقيقة أن كلا العنصرين يتضافران ليتمكن الفنان المبع من تحقيق وإنجاز لوحاته الإبداعية، فمتطلبات الفنانين تدفع بمطوري البرامج لتحريك عجلة التطوير في اتجاه متطلباتهم و رغباتهم، وبإحداث عملية التطوير نجد أن التقنية قد خطت خطوات أبعد من سقف طموحات الفنان، ويفتح للإبداع آفاقا جديدة لإطلاق عنان القدرة الإبداعية للفنان فتتطور الرؤية التصميمية لديه ، ويرتفع سقف طموحاته التي يتلقفها التقنيون لتقديم المزيد وتظل الجهود في عجلة مستمرة دائمة الحركة، ولنأخذ مثالا بسيطا نعده نموذجا لذلك، هذا النموذج هو التحول التقني للسريالية التي تجسد أحلام الفنان وخيالاته، بعيدا عن الواقع والمنطق والمألوف، فبعدما كان الفنان يصورها بفرشاته، قامت السريالية الجديدة بتوظيف تقنية إنتاج الصور المولدة بالحاسوب لإنتاج صورا سريالية تجسد رؤية الفنان، وأوضح مثال لذلك هو أعمال الفنان الكندي جورج جري (Gorge Grie).والذى تتضح صورته في شكل (٢٨) كما يعرض شكل (٢٩) نماذج إبداعية من اعمال هذا الفنان [١](احمد الشامى :٢٠٠١)

شكل (٢٨): جورج جري فنان السريالية الجديدة
www.cgsociety.org



شكل (٢٩): نماذج من أعمال الفنان جورج جري للصور الفوتوغرافية المنتمية للسريالية الجديدة والمنتجة بتقنية الفوتوغرافيا المولدة بالحاسوب
www.cgsociety.org

نتائج البحث:

بعد الانتهاء من الدراسة النظرية لأساسيات مراحل إنتاج الصور المولدة بالحاسوب، ودور كل منها في الوصول للشكل النهائي للصورة لتكون مطابقة للواقع، وهي إجابة الشق الأول من السؤال الرئيس المركب لمشكلة البحث، فيكون لزاما على المصور الفنان الالتزام الصارم بالمراحل الستة الآتية:

المرحلة الأولى: وضع الرسم التخطيطي لعناصر التكوين بالصورة المولدة بالحاسوب

المرحلة الثانية: مرحلة النمذجة، ويستخدم فيها أحد برامج التصميم ثلاثي الأبعاد 3D

المرحلة الثالثة: مرحلة الإكساء، وهي وضع الخامات المناسبة للمجسمات الافتراضية التي تم تصميمها.

المرحلة الرابعة: مرحلة توزيع الإضاءة التي تتناسب مع درجات انعكاسية الأسطح ومراعاة عائلة الزوايا.

المرحلة الخامسة: مرحلة إعداد الكاميرا واختيار زاوية التصوير المناسبة للأسطح والأجسام المصورة.

المرحلة السادسة: مرحلة التصيير، وهناك برامج خاصة للقيام بهذه المرحلة.

أما عن الشق الثاني من سؤال مشكلة البحث فإن هناك عدة برامج يمكن استخدامها، سواء للتصميم ثلاثي الأبعاد المدمج بها برنامج للتصيير النهائي للصورة، وهناك برامج خاصة بعملية التصيير يمكن إتمام المرحلة النهائية من خلالها، وهذ البرامج يكون اختيارها وفق كفاءة المصور ومهاراته الفردية لاستخدامها، فمن برامج التصميم ثلاثي الأبعاد : برنامج "ثرى دى أستوديو ماكس" (3D Studio Max)، وبرنامج "مايا" (Maya)،وبرنامج "سينما فوردى" (Cinema 4D)، برنامج "فيو أكستريم" (Vue xstream)، برنامج "لايت ويف" (Light wave)، برنامج "زى برش" (Z-brush)، برنامج "مود بوكس" (Mud box)، برنامج "بليندر" (Blender)، برنامج "سوفت ايمدج" (Soft Image)، برنامج "رينو" (Rhino)، برنامج "سكتش أب" (SketchUp)، برنامج " ريفيت أرشيتكتور" (Revit Architecture)، برنامج "كاتيا" (CATIA)، برنامج "إلكتريك إيمدج" (Electric Image).

أما عن الشق الأخير من مشكلة البحث، فإن التصوير المولد بالحاسوب قد مكن المصور الفنان أن يصور الخيال، فلم يعد التصوير نقلا أمينا للواقع، فالواقع صار افتراضيا يقوم المصور الفنان بتصميمه مما جعل الفنان السرياليون يحققون غاياتهم، وقد عرض البحث نماذج لأعمال أفضل فنان استخدم هذه التقنية وهو جورج جرى(Gorge Grie) .

مراجع البحث

أولا: المراجع العربية

١. أحمد الشامى،"الموسوعة العربية لعلوم الحاسوب وتقنية المعلومات (Prechtl science daily)"،الطبعة الخامسة المكتبة الاكاديمية، الجيزة، مصر، ٢٠٠١م.
٢. وليد دسوقي: " فعالية برنامج مقترح لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات إنتاج الصور المولدة بالحاسوب رسالة ماجستير غير منشورة، قسم تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس، ٢٠٠٦

ثانيا: المراجع الأجنبية:

3. Autodesk 3Dmax 2020: A Comprehensive Guide
4. Goodfellow, Ian, et al. “Generative adversarial nets.” Advances in neural information processing systems”. 2014
5. Jeroen Bakker, The mystery of the blend. The blender file-format explained” focal press. USA,2014

ثالثا: المقالات الاكاديمية:

6. James, Jamie. "Understanding Voxel Graphics: A Comparison with Pixels." Digital Arts Magazine, vol. 17, no. 4, UK,2024
7. Smith, John. "Maxwell Render: An Overview of Features and Capabilities." Digital Arts Magazine, vol. 18, no. 3, UK,2023
8. NVIDIA. "Mental Ray Official Website." (Note: As of my last update, NVIDIA has discontinued Mental Ray and integrated its features into NVIDIA's other products.). March 2020

رابعا: مواقع الانترنت

9. https://www.artec3d.com/3d-software/geomagic-control (Last Visited: Jan 2024)
10. https://www.maxon.net/en/requirements/zbrush-requirements (Last Visited: Jan 2024)
11. https://www.chaosgroup.com/vray
12. http://www.cgsociety.org ."Exploring Surrealism in CGI: (Last Visited: Jan 2024)
13. https://geekflare.com/best-3d-rendering-software. (Last Visited: Jan 2024)