# نظم صناعة المؤثرات الصورية في السينما

**أ. م. د. محمد عبد الجبار كاظم**
جامعة بغداد/ كلية الفنون الجميلة

**مشكلة البحث :**

الفيلم السينمائي قدر فني جاء الى الوجود بعالم خاص قائم بذاته بمساحة فسيحة من السحر والخيال وحيز من الإبهار والإثارة . أنها السينما أتت لتحقق الدهشة على من يستغرقة التأمل في حدود الشاشة ومن جرائها ، فكانت فعلا تقنيا حينها مغموسا بإبداع فني ومازالت ، فتطورت بعد اذ أخذت نفسها إلى غايات شاهقة ارتكزت على تقديم كل ما هو مثير وجميل يبهر المتلقي مستقطبا إياه مقاعدها .

أنها السينما حقيقة وخيال تاريخا ومعاصرة ملاحم وأساطير ، وهي جميعا تتطلب شيئا من تقنية المؤثرات الصورية التي تنسجم مع عناصر التعبير الأخرى لتعالج موضوعا وتتبنى أفكارا ، فكانت رحلة المؤثرات الصورية الخاصة والخدع الفنية مع السينما أصيلة وقديمة وحتى الان بل انها تتطور وتنمو الى ما هو قيم ومفيد ، تجددان تارة وتبدعان تارة أخرى لتخلع أطرا ونظما في الفيلم يجب التوقف عندها وتمحيصها بالبحث لتمكيننا من الوقوف على بعض مفاصل هذه التقنية وكيفية استثمارها في مناخ التعبير الفيلمي اخذين بنظر الاعتبار دراسة أهم ملامح تلك التقنيات وتفاصيلها بشكل يتيح لنا الخوض في إطناب هذه الوسائل التقنية المتطورة على مدى عمر السينما ومسيرة حياة الفيلم الروائي . لذا يوجب على البحث ان يجيب عن التساؤل الاتي ( كيف تبدو نظم انتاج المؤثرات الصورية في الفيلم السينمائي ، وما هي الأروقة المستحدثة في حرفيتها ؟).

**اهداف البحث :**

يهدف البحث الى الكشف عن :

1- الجوانب التقنية للمؤثرات الصورية التي تستنفر في صناعة الأفلام ومنها القديمة والجديدة.

2 – تسليط الضوء على كيفية عمل المؤثرات ومجالات التخصص بها .

**أهمية البحث :**

بالنظر لما نشهده من نقص في المعلومات وندرتها حول موضوع صناعة المؤثرات الصورية ومدى تأثيرها في العمل الدرامي التلفزيوني وانعكاسه على المتلقي بفعل عناصره الفنية والتقنية ، بشكل يتناسب مع عوامل الجودة والإثارة والتشويق والإبهار.

لذا أتت هذه الدراسة لتشخص قدر المستطاع هذه الظاهرة التي كانت بمثابة أسلوب تتشح به الأفلام السينمائية للتعبير عن المضامين الروائية والفكرية .

وهذا يدعونا إلى تأشير الأهمية التي شكلها هذا البحث على وفق المحاور التالية :

1 – تكمن أهمية البحث في دراسة ظاهرة استيعاب التقنيات الحديثة الرقمية في صناعة الفيلم السينمائي بالمقارنة مع ما كان سائدا من أساليب تقليدية في الإنتاج الافلام السينمائية .لهذا تعد هذه الدراسة جديدة تنطلق من هذه القاعدة أي قاعدة استعراض كيفية تطور التقنية في خلق المؤثرات الصورية .

2 – إن يساعد هذا البحث على التوصل إلى مؤشرات علمية جديدة ومفيدة وهادفة حول ظاهرة إنتاج الأفلام على وفق توظيف تقنية المؤثرات الصورية ، وعلى وفق أسس علمية وفنية تستوعب التقنيات الرقمية الحديثة والحواسيب بعد ان تشخص بشكل دقيق العمليات في تلك الصناعة .

**حدود البحث:**

يتناول هذا البحث اهم الأنظمة والطرق التي تعمل عليها المؤثرات البصرية في الفيلم السينمائي ، ومن بينها الأنظمة الرقمية الحديثة وتسليط الضوء على أهم ملامحها ، وكيفية عملها ، وبالأخص عندما يكون الحاسوب هو وعاءها التقليدي ، وإمكانية عمل هذه الأنظمة قياسا بما كان دارجا من توظيف تقليدي للمؤثرات الذي شاع تحت اسم الخداع البصري في البواكير التي سبقت التقنية الرقمية او ما يعرف بالطرق التقليدية القديمة .

**منهجية البحث :**

سوف يعتمد الباحث دراسة موضوعية على وفق المنهج الوصفي (المسحي) ، لكون الدراسة تأخذ على عاتقها كيفية عمل المؤثرات الصورية الرقمية في السينما بشكل يكشف النقاب عن إمكانيتها واليتها في العمل الدرامي ومتابعة مراحل تطورها بما يخدم القصة الفيلمية.

**قراءة في القواعد :**

هنالك من يتحدث عن تقنيات السينما وتكنولوجيا الفيلم بشكل يهمل فيه ما هو أساسي مثل المؤثرات الصورية الخاصة Special effects والخدع السينمائية التي تشكل المحور الأساسي في صناعة السينما .

لقد أصبحت هذه المؤثرات ، وكذلك الخدع السينمائية محاور يستشرفها منتجو الأفلام ويضعونها نصب أعينهم معتمديها كوسائل تعبيرية نادرة ومميزة تعكس عوالم حية تقتصر على ذاتها من مفردات وإشكال وبيئة وتضاريس وملامح لتحقق عوالم غارقة فيما لا يمكن ان نراها الا في الأحلام ولا يتحقق الا في التمنيات .

وهذا هو سحر المؤثرات اذ (( تستخدم المؤثرات البصرية للإيهام بان ما تراه هو الوقع وهو الشيء الفعلي او الحقيقي وذلك عندما نعجز عن تصوير الشيء كما هو في الواقع فعلا او لاستحالة ذلك لسبب او لأخر))[1] وهذا ما يقدر استخدامها عندما يكون التجسيد ضربا من المستحيل فتاتي هنا المؤثرات لتفعل ما هو مطلوب لبناء المشهد .

فمنذ ولوج الفن السابع حيز الوجود بوصفه فنا ذا قيمة اعتبارية وتعبيرية وهو يعرض نفسه كتقنية علمية وتكنولوجية في تجسيد مضامين فكرية وروائية ودرامية على وفق قصص صورية تنهال بسيل من العلاقات الحركية او هكذا ندركها بصريا (( لان السينما هي فن الوهم بالواقع والإيهام بالحقيقة ))[2] ، هذا من جانب ، ومن جانب أخر هي أيضا نظم تكنولوجية في حد ذاتها ، وهذا ما يوكد ان (( السينما قد ولدت من رحم التكنولوجيا وانعكست على روحها كفن تطورات التكنولوجيا في ارتباط لا فكاك لها منه ))[3]، ليستمر التدفق التقني من اجل خلق صورة اكثر اقناعا وتاثيرا في سياق الفيلم السينمائي .

وهنا ياتي دور اخر من ادوار التكنولوجيه في السينما وهي التكنولوجية الرقمية التي اتخذتها السينما أداة مهمة في حقل التعبير دون المرور بحقل التجريب كما هو سائد من عرف في السينما بل كانت التكنولوجية الرقمية تقنية واعية وواعدة أدخلت الفن السابع في مرحلة المستقبل على وفق صناعة بالغة الكمال والإتقان والإقناع .

وعند دخول هذه التقنية حيز الإنتاج السينمائي جعلتنا نتعايش مع مصطلحات جديدة في فن السينما لان ((الكثير من المصطلحات والمفاهيم المتعلقة بالكاميرا او بعمليات صنع الفيلم تغيرت، فالفيلم السينمائي لن يعود مجموعة من الصور المتتابعة المطبوعة على شريط من مقاس معين ، بل سيصبح مجموعة أرقام ثنائية Digital))[4]، لا بل ان الكثير من المهن والامور الفنية الاخرى سوف تدخل حيز الانتاج السينمائي الرقمي والتي لم تكن موجودة في السينما التقليدية ، مضاف الى ان هذه التقنية الرقمية ساهمت في ((خلق مؤثرات سيكولوجية بالغة الدلالة ))[5] عكس ما كان عليه الدارج في إنتاج الأفلام القديمة فالاحترافية والدقة في التجسيد هي ما يجعل المؤثرات الصورية عالية التأثير السايكولوجي على المتلقي .

وبفعل ما يتقدم من علم في تطوير تقنية التكنولوجيا الرقمية أخذت السينما تنتهز هذه الخصال لتصبح حقلا مهما من حقول انزياح تلك التقنيات نحوها وتبنيها ، ومنها التقنية الرقمية Digital technology وكذلك الحواسيب (( والحقيقة ان أجهزة الكمبيوتر ( الحاسبات الإلية ) أصبحت تقوم بالعديد من هذه المؤثرات الخاصة المعقدة والأشد منها تعقيدا بوسائل اسرع واسهل وأكثر إبهارا ويمكن نقل نتائجها النهائية على شريط الفيلم السينمائي ))[6] وهذه التقنيات هي التي قلبت موازين العرض والصناعة وأثرت في مسارات حقول الإنتاج والميزانيات الكبيرة والإجراءات المعقدة والصعبة عند حدود الإنتاج ((ما يتعلق بالمؤثرات الخاصة ظلت تتطور بشكل متسارع وبقفزات طويلة يوما اثر يوم ، وتحققت خاصة بفضل الثورة الرقمية ... وهذه المسيرة المتجددة للتقنيات في السينما ... تلعب دورا بالغ الأهمية في اقتصاديات صناعة السينما))[7] .

وكانت النتائج مذهلة التي خلفتها تلك التقنيات على المتلقي ((فمن منا لم يبهر بالتقنية العالية في أفلام ماتريكس و هاري بوتر و ملك الخواتم ، والمئات من الأفلام التي كان من غير الممكن أن تقوم لها قائمة دون التكنولوجيا الرقمية ))[8].

وهذا كله من اجل ان يكون الفيلم السينمائي بحلية تثير المتلقي وتستبقيه طريد غريزة الشد والانبهار ، وهذا لم يقتصر فقط على ما أتت بها التقنية الرقمية او الحواسيب الى السينما وما واكبها من تقدم علمي وتكنولوجي رفد الفيلم بقيمة تعبيرية وجمالية وانما حتم هذا الامر من التقدم ان يقفز مستوى التعبير والمعالجة الى مستويات واعدة وناضجة متجاوزة ما كان سائدا من تقليد في حقل الانتاج في بنية الفيلم السينمائي واقصد هنا هو تطور الوسيط من جانب فاعليته البصرية وقيمتها التعبيرية وهذا الواقع الجديد الذي افرز (( سينما جديدة ما انفكت تتخلق خلال عقود من الزمن قبل اليوم ويزداد رسوخها وتقوى المقومات الانتاجية والتسويقية التي تسندها ، ومن هنا صرنا امام هذه السينما المدهشة ونحن اكثر تسليما بوجودها وتاثيرها اولا وبجمهورها العريض ثانيا ))[9].

وامر المؤثرات في الحقيقة يكون دائما في حقل الانتاج الفيلمي مستوفى ومطلوبا من حيث انه مصدر اثارة للمتلقي والمنتجين في ان واحد ، ففي تاريخ الفن السابع ومنذ البدايات كانت المؤثرات مثار إعجاب وشغف لدى المشاهدين وملاذ للمنتجين في تبني وتيرة العمل الصعب خلال المؤثرات الصورية والخداع البصري ، وهذا الآمر جعل من المؤثرات البصرية

تتحول الى مفردة من مفردات تقييمات الأوسكار بشكل قوي منذ عام 1936 في عناصر التقييم الإبداعي التي تقدمها أكاديمية فنون وعلوم الصور المتحركة في الولايات المتحدة الأمريكية .

**الخدع :**

على الرغم من ان أصل الخدع قديم في الفنون والسحر والأساطير الا أنها في السينما اكتملت فأصبحت تدور في فضاء التجسيد المتقن بعد ان جردت العين من خاصية كشف الحقائق فلقد ((بدأ التسجيل الأول برفقة المؤثرات السينمائية الخاصة في فيلم (إعدام ماري ملكة اسكتلندا) الذي انتج في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1895م إذ صوّرت الملكة وهي تضع رأسها تحت مقصلة الجلاد وفي الواقع نفسة فإن من كان يقوم بدور الملكة هو ممثل بديل (دوبلير) ثم أوقفت آلة التصوير واستبدل الممثل بدُمية، وعندما عادت آلة التصوير للعمل، قام الجلاد بقطع رأس الدمية بفأس لكن المشاهدين رأوا ملكة أسكتلندا (ماري) مقطوعة الرأس ))[10] فالعين هنا لم تر الواقع المحض بل شاهدت الواقع المفروض عليها بما يجعلها تنخدع ، فكانت هذه الخدعة أثارت ان المتلقي حينها في بدايات نشوء السينما ولم تتوقف بل اخذت التجارب والأبحاث تتوالي من اجل ان يقدم المزيد الى حقل الفيلم .

اما فلسفة الخدع فهي ببساطة عملية خلق الإحساس عند المتلقي من ان ما يراه واقعي ومنطقي ومعقول ومستساغ ،لأنه يتواشج مع معطيات البناء النسيجي المعروض عليه بعد تبريره بما هو كائن مع العلم (( إن لفظ خدع سينمائية انتهي اليوم من العالم، وما يستخدم حاليا هو مصطلح (المؤثرات البصرية) وهي كما يعرفها المتخصصون (كل شيء لا تصوره الكاميرا، ونراه على الشاشة)))[11].

وهذا يعني ان أي خداع للعين باي وسيلة من وسائل السينما التي تتم بفعل التقنيات ومن جرائها هي عملية مؤثرات بصرية (وفي بحثنا سوف نطلق على مصطلح مؤثرات بصرية مصطلح مؤثرات صورية لأنه مصطلح أكثر تخصص مع ما يجسده الفيلم كون الجانب البصري ليس في الفيلم حسب بل من الممكن ان يكون المسرح والسحر وغيرها من الفنون الأخرى التي تتعامل مع خلق الخدع عبر المؤثرات البصرية ) .

ان بفعل المؤثرات الصورية في السينما يجري على العين ويجعلها مخدوعة من ان ما تراه هو شيء قائم بذاته ، ومتجسد من جراء نفسه ، وهذا الأمر قد حصل في فن الفيلم منذ البداية وعند الباكورة الاولى ، اذ تمخض الخداع او دعنا نقول : المؤثرات الصورية وهو الاصلح اصطلاحا وتعبيرا عن المؤثرات في حينها باشكال بسيطة ((وبالاعتماد على الخداع

البصري للكاميرا فقط ولا يوجد حينها برامج للجرافيك وما شابه))[12] لكن الامر كان مناطا بالكاميرا فقد تلاحقت بعدها تقنيات اخرى .

كان عند الشروع الاول لفن السينما ان تنافس السينمائيون في تجسيد ما هو مثير وغريب ، تشوق المتلقي على الرغم من التقنيات البسيطة حينها وصعوبه تنفيذها كما يشير عدنان مدانات عن محدودية انتاج المؤثرات (( ان اول فيلم استوعب الخدع البصرية والمؤثرات بشكل واعي هو فيلم ( رحلة الى القمر ) 1907 من اخراج الفرنسي جورج ميليه ، المقتبس عن رواية خيال العلمي للفرنسي جول فيرن 1862 بنفس العنوان ، واستغرق عرض الفيلم عشر دقائق ،لكنه كان مفعما بالتقنيات التي كانت في وقتها تعد معجزة في فن السينما والتي اعتبرت التقنيات المتاحة في ذلك الوقت المبكر من عمر السينما لا تسمح له بأكثر من ذلك))[13].

شكلت هذه الانعطافة باكورة للخداع والخيال العلمي ، بعد ان نعتت سينما ميلية بالانطباعية كون (( فيلم رحلة الى القمر كان اول فيلم عن السفر بين الكواكب وكان مزيجا من السرد القريب والتصوير بالحيل لذلك سمي جورج ميلية بمخرج الافلام الانطباعية التي تعتمد على الخدع في التصوير ))[14]، وبقيت السينما تشق طريقها نحو تبني افكار وطرق مبدعة تزيد من قيمة الفن السابع من حيث الشكل والمضمون وصناعة الخدع السينمائية واحده من هذه الافكار التي تمحورت من كونها مؤثرات خاصة الى نمطين من حيث تركيباتها التكنيكية .

فالنمط الاول من الخداع كان ذا جانب ميكانيكي ، فهي توظف بالفعل عند حدوث التصوير وإثنائه وتكون بشكل مادي ملموس ومتجسد ضمن بيئة التصوير الفعلية اذ (( تتضمن المؤثرات الخاصة الميكانيكية خداعا مثل .. اكياس الدم ، المفرقعات ، المطر ، الثلج والعواصف الرملية ))[15]يضاف الى ذلك تأثيرات المكياج ((Makeup Effects ويطلق عليها أيضاً المؤثرات الفيزيائية ))[16] ، ويعد المكياج احد العناصر المهمة في لغة التعبير السينمائي لانها تعبر عن مضامين فكرية ودرامية .

فالمكياج إجمالا يدخل هنا ضمن تصنيفنا من كونه احد اهم الخدع الميكانيكية (( ان جلوس الممثل من اجل وضع شرائح لاصقة على وجهه هو تجربة رهيبة ، في البداية يدهن وجه الممثل بالفازلين ثم توضع عليه شرائح مما يستخدمه اطباء الاسنان ، او ماده مشابهة ))[17]، او حتى لدائن او مواد معدنية اخرى .

وقد تطور المكياح الى حدود وضع الاقنعة او ما شاكل ذلك الا انه يبقى ضمن حدود المؤثرات الخاصة والخداع البصري ((Special makeup effects أو مؤثرات المكياج

الخاصة... فهذا هو النوع فى الحقيقة الوحيد من ضمن فنون المكياج الذى يدخل ضمن فروع المؤثرات الخاصة ، وفيه يتم إستخدام أقنعة، وأجزاء ميكانيكية))[18] كما في شكل رقم ( 1 ) .

**شكل رقم ( ١ )**
**المكياج البسيط والمعقد من دون التقنية الرقمية**

اما النمط الثاني من الخدع فهو الاسلوب التقني الرقمي الذي ينساب الى حيز الفيلم بعد التصوير وهذا يعني انه لا يكون بشكل مادي وملموس وانما فقط نجده متجسد على الشاشة بشكل محسوس متمظهر بشكل واقعي يلفت الانتباه بذاته .

وهذه التقنية في كل اروقة الانتاج السينمائي ، لم تتوقف وانما اخذت بالتطور والاتساع ،ففي كل يوم نرى طرقا جديدة في المعالجة ، والشاشة السينمائية دليل على ذلك أذاما افضينا بالحديث عن التطور المنطقي الذي مرت به السينما منذ الافلام الصامتة ثم الاسود والابيض والملون وشاشة السكوب وتقنيات الصوت المتميزة من حيث الدقة والجودة وصولا الى تقنية الابعاد الثلاثية الـ 3D العالية الجودة الـ HD والايام القادمة حبلى بالجديد حتما .

وبالعودة الى ما كانت عليه السينما عند حالها الاول من استخدام تقنيات المؤثرات الصورية يمكن ان نمر على اهم الحلقات التي تعد الاكثر اهمية في تنفيذ وتوظيف المؤثرات في السينما التقليدية غير الرقمية والتي هي :

1 – Frame by frame :

أي تصوير الحركة جزءا جزءا من خلال تقنية Single frame عبر الكاميرا السينمائية ، ثم تجمع اللقطات وتعرض مرة واحدة ، وهذه التقنية استخدمت بشكل كبير في فن الرسوم المتحركة أو (أفلام الكرتون) ،وهي تعد من أصعب الفنون على الإطلاق من حيث التنفيذ ، وصعوبتها تكمن في الإمكانيات البشرية والمعدات ، لذلك فأنه يتم رصد ميزانيات ضخمه لأنتاج فليم كرتون يستغرق وقت طويل نظرا لصعوبة التنفيذ ، لأنه يعتمد في تقنية إنجازه على فنانين

مدربين (رسامين ) وطاقات وكوادر فنيه مدربة تدريبا عاليا ، وهذا النوع من الفن يحتم على الفنيين ان يرسموا الفيلم صورة صورة بكل تفاصيل الصورة حتى يكتمل الفيلم ويتم تصويره بأسلوب الـ ( Single frame ) لتمكننا هذه التقنية ان نصور صورة واحدة في كل ضغطة على الكاميرا ، ولم تقتصر هذه التقنية فقط على أفلام الكرتون وإنما انحز بهذه التقنية تحريك الموكيتات والحيوانات والكائنات الأخرى ، بشكل يؤمن ظهورها متحركة رغم جمودها وفيلم ( King Kong) المنتج عام 1933اخراج ماريان كالدويل شاهد على استخدام هذه التقنية اذا وجدنا بفعلها الحياة تدب في الدمية كينغ كونغ وهي تتسلق الأبراج وتمسك الأشياء وتقاتل وهي مجرد دمية مصنوعة من المعدن والقماش.

2 – الموكيتات الصغيرة المتحركة والثابتة :

لصعوبة الحصول على الأشياء نفسها من الواقع ومن اجل الا تتعرض للعبث المقصود ، ولغرض الحصول على اجواء خلق التاثير ، سعت السينما الى استثمار النماذج المصغرة التي تشبه الشيء الأصلي ليسهل تكييفها من ودون خسائر مادية تذكر ، لتعطينا الاحساس من ان تلك النماذج هي نفس الشيء الاصلي ، لهذا نرى ان فن الفيلم قد اعتمد على ((عمل خدع النماذج المصغرة (الماكيتات) والمجسمات وخدع الرسم ))[19] ، من اجل ان تجسد ما هو غير ممكن على ارض الواقع سعت السينما الى اعتماد البدائل في تنفيذ قصص الأفلام ((ومن أبرز الأمثلة على استخدام النماذج غير الحقيقية في التصوير السينمائي هي تلك الأفلام التي أنتجت عن الحرب العالمية الثانية خلال أربعينيات وخمسينيات القرن العشرين، والتي كانت تظهر فيها السفن الحربية عائمة لم تكن إلا نماذج عائمة مصغره))[20].

ومن الإشكال الصغيرة والموكيتات جاءت الاشكال الكبيرة فكانت صناعة الدمى مناط اهتمام كبير من اجل خلق التأثير والخداع البصري (( فمثلاً في الفيلم الألماني الملحمي Siegfried's Death إخراج فريتز لانج ظهرت أول دمية بالحجم الطبيعى على الشاشة وكانت تنيناً بطول 60 قدم صنع بالكامل، شارك التنين في معركة ضارية مع البطل الأسطورى (سيجفيرد) والتى إستطاع فيها البطل أن يذبحه))[21]. ان هذه التقنية جعلت الفيلم يتمكن من معالجات بعض القصص التي كان من المستحيل تنفيذها في الاماكن الحقيقية والمواقع الحقيقة والاشياء الاخرى الحقيقية بل بفعل الموكيتات اصبحت الاساطير والمعجزات مشاهدة على الشاشة الفضية .

**3 – العرض الخلفي Back projection :**

وهي تقنية العرض الخلفي ، وهي تعتمد على عرض ما يراد من صور خلف الموقع على شاشة منفصلة تكون خلف الممثل ، وتعرض على هذه الشاشة صورة متحركة لموضوع معين ، وتكون تلك العروض هي بمثابة البيئة المكانية للقطة التي تحتوي الاحداث والممثلين . وبعد ها يتم تصوير المعروض على الشاشة من كاميرا اخرى ليكون بذلك ((projection Back أثناء تصوير بعض مشاهد الفيلم يحتاج المخرج ومدير التصوير إلى استعمال آلات عرض خاصة يطلق عليها العرض الخلفي Back projection . ويشتمل هذا العرض الخلفي على استعمال صورة مسقطة على شاشة نصف شفافة كخلفية يجرى التمثيل أمامها ))[22]، وهذه التقنية استخدمت اول مره 1913 ومن جراء هذا الاستخدام أعطى احساسا من ان الإحداث تدور في الأماكن الحقيقية التي يتعذر التصوير فيها ، والحقيقة صورت الاماكن الحقيقية بمفردها وتم عرضها على الشاشة الخلفية وقام الممثل بمحاكاة هذا الواقع المعروض ليعطي الإحساس من ان التصوير كان في الأماكن الحقيقية بعينها وهذا الأمر قد تكرر توظيفة كثيرا في الأفلام السينمائية ويعود هذا التوظيف الى ان من الصعب إنتاجيا او فنيا تصوير احداث الفيلم في الاماكن الحقيقة لهذا يمكن القول ان ((تنفيذها او تسجيلها بسبب الخطورة او اقتصاديات الانتقال – وإجمالا تتم هذه التقنية حين يتعذر وصول – الممثلين لتلك الأماكن الخارجية وعمل التصوير داخل الاستوديو والاستعانة بالطريقة المعروفة باسم العرض الخلفي ))[23]. ومن جراء هذه التقنية أصبحنا نرى تنوعا كبيرا في مشاهد العرض الفيلمي بميزانيات اقل من التي تستدعي خروج الكادر الى موقع التصوير الأصلي .

**4 – التصوير Shooting :**

لعب التصوير دورا كبيرا في خلق نوع مثير من الخدع السينمائية وقد يكون اكتشافها مبكرا من عمر السينما عندما ((اكتشف جورج ميليس طريق الخدع مصادفةً حين توقفت الكاميرا عن الدوران وهو يصور ميدان الأوبرا في باريس ، وقد استغرق إصلاح الكاميرا حوالي دقيقة لتدور من جديد ، وعندما استعرض ميليس شريط الفيلم حصل علي مفاجأة إذ تغيرت أوضاع المارة في الميدان ، فرأي سيارة الركاب تتحول إلي عربة موتى والرجال يتحولون إلي نساء ، وكانت هذه الحيلة التي اكتشفها ميليس هي حيلة الاستبدال التي استخدمت فيما بعد في العديد من الأفلام ))[24]وسميت هذه الحيلة حينها بعد ان سجل براءة اختراع باسمه

(خداع التوقف ) ومن جراء ذلك التوقف للكاميرا ((علم انه على أعتاب اكتشاف رائع جديد سمى وقتها بحيلة التوقف Stop Trick ))[25] .

ومن هذا الحدث تغيرت النظرة الى الكاميرا وازداد الاهتمام بها لما لها من إمكانات كبيرة في حقل التأثيرات الصورية ،لياتي بعد ذلك دور المرشحات والتي تعد من اهم أجزاء الكاميرا التي توضع امام العدسات لتخلق تأثيرا معينا على الصورة المسجلة وامكانية اللعب بمقدرات التصوير اذ ((تعتبر المرشحات المحايدة المتدرجة ذات اثر فعال عند استخدامها مع الافلام للحصول على تاثير الليلي في ضوء النهار ))[26] وكذلك العدسات المختلفة وغيرها من تقنيات هي الأساس في خلق الخدع السينمائية عبر الكاميرا .

**5 – المونتاج Editing :**

من الممكن ان يلعب المونتاج دورا كبيرا في خلق شيء من الخدع السينمائية واخداع العين يكون المونتاج فنا تركيبيا بنائيا يمكنه ان يلملم الأجزاء المتناثرة ليخلق منها شيئا مكتملا او إحساسا معيننا مع تأثير مقبول فيمكن بواسطة المونتاج (( ربط اللقطات وتوضيح الاختلاف بينها مما ساعد على زيادة تأثير الحركة ))[27] ومن جانب اخر يمكن ((استخدام المونتاج في اجراء قطع متبادل بين اجزاء صغيرة تمثل جوانب المنظر او الحدث تعطي إيحاء بالواقعية عند تركيبها معا ))[28] على الرغم من انها في الواقع بعيدة عن الواقع لكنها توحي بذلك بفعل المونتاج .

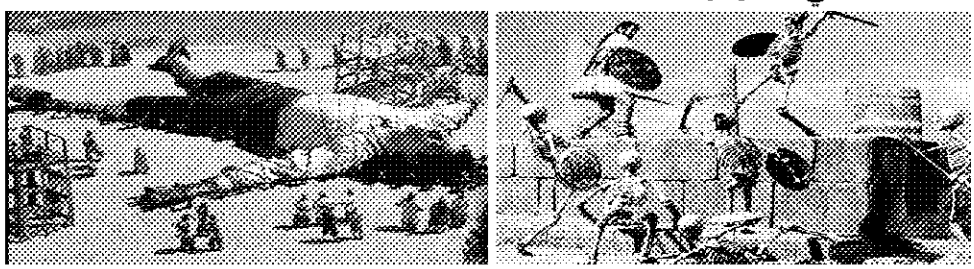
وقد يكون الخداع في اصله عبر المونتاج على الرغم من عدم اكتشافه مبكرا لكنه كان يعمل به من دون ان يلتفت له كفن قائم بذاته له نظرياته وإمكانياته ليكون بفعله توليد معنى واكتمال مشهد (( فمن تقابل صورتين يتولد معنى ))[29] وهذا يعني مهما كان فان الرصف عبر المونتاج هو توليد لمعان وخلق لترابط ما بين شذرات الواقع .

ولكن كيف تكون الخدعة من جراء المونتاج في عملية الربط ؟ ان الاجابة عن هذا السؤال يتجسد في حقل التصوير نفسه اذ (( ان الممثلين الذين ينظرون خارج نوافذ الديكورات ، هم في الواقع قد لا يرون سوى أسلاك ومصابيح ولكن اذا ظهر فيما بعد في الفيلم النهائي منظر لأفق نيويورك ، فان المشاهد سيفترض بان هذا ما يراه الممثل بالفعل ))[30] وقس على ذلك من انماط مقتربة بفعل المونتاج التي تركب اللقطات في بناء مقبول يبدو ساحرا .

**6 – التركيب Composing :**

ان مبدأ تقنية التركيب قائم على إمكانية دمج عدة شرائح فلمية في شريحة واحدة وكل شريحة تحتوي على موضوع معين يعد ليكون متطابقا ومتناظرا مع بعضه بعضا استعدادا ليتجسد في المحصلة النهائية تكوين واحد في شريحة فلميه مركبة يمكن ان تعرض على الشاشة مبنية بالأساس من حاصل جمع عدة شرائح فلميه في شريحة واحدة . وهذا الامر من التكنيك كان مبكرا في الاستخدام من عمر السينما العالمية ((ففي عام 1895 قام أوسكار ريغلاندر بصناعة أول صورة خادعة وذلك عن طريق دمج أجزاء من 32 نيجاتيف في صورة واحدة))[31].

وبنفس الأسلوب قام البريطانيون بالخداع البصري عن طريق التركيب من جراء ألصوره المزدوجة فكان المخرج البريطاني (( جي إيه سيمث أول من استخدم خدعة العرض المزدوج عام 1898 بالمملكة المتحدة في فيلم the Corsican Brothers والذي يحكي قصة توأم يعود أحدهما لمنزله بعد رحلة صيد ليظهر له شبح أخيه الذي حرص في التصوير على ظهوره في صورة شبه شفافة والذي قتل بطعنة سيف ويحثه على الثأر له ))[32]، واستمر هذا النمط من الخداع البصري طويلا، وهو مازال يحل الكثير من المشاكل في حقل التجسيد فمن خلال هذه التقنية راينا أفلاما كثيرة توظفه من اجل الحصول على التأثير المطلوب . ومن أهم تلك الأفلام هي ما تجعلنا نرى الفرسان يسبحون في عالم الخيال بشكل منطقي فنجدهم يصارعون الوحوش الخرافية والحوانات المنقرضة بل حتى الهياكل العظمية التي يتقاتلون معها في كادر واحد ، ويتجلى هذا الأمر في الفيلم الأسطوري (Jason and the Argonauts اخراج Don Chaffey ) المنتج 1963 وبنفس الطريقة في فيلم (The 3 Worlds of Gulliver اخراج Jack Sher) عام 1960 كما في الشكل رقم ( 2) اذ استخدموا نفس التقنية في دمج عدة شرائح فلمية والتحكم بحجمها في التكبير والتصير، أي من الممكن ان نرى العمالقة والاقزام بفعل هذه التقنية في كادر واحد .




شكل رقم ( ٢ )
من خلال دمج عدة شرائح فيلمية تمكنوا المخرجين من اعطاء الاحساس المطلوب من ان الكل متواجدين في اللقطة

: Rotoscoping

واحد من التقنيات المهمة التي ذاع صيتها ،وشاع استخدامها في بداية القرن الماضي وهي تقنية (متابعة تطور الحركة ) التي تخصصت بعملة تحريك الرسومات الكارتونية من جراء متابعة الحركة ورسمها صورة صورة أي ( frame by frame ) لتستخدم في افلام الصور المتحركة Animation او ما يطلق عليها احيانا ( الافلام الحية) او الكارتون لهذا يمكن ان تحدد وظيفة الـ Rotoscope انها (( أداة تستعمل لعرض كوادر الفيلم كل كادر على حدة، وخصوصاً من أجل مشاهد اللقطات المحجوبة جزئياً – في خلق – الرسوم المتحركة))[33] أي يتم عن طريقها رسم اجزاء الحركة جزءا جزءا حتى يتشكل المجموع او الكل لتكتمل الصورة ومعها الحركة المطلوبة .

فتقنية الـ Rotoscope قائمة في الأصل على استخدام لوحة زجاج بلورية شفافة ونقية ترسم عليها الإشكال المطلوبة وضبط حركاتها وتحريكها جزءا جزءا حتى تكتمل الحركة ألعامه المنطقية للموقف المطلوب ، لتبدو حين تعرض القطات ان الإشكال تتدفق على الشاشة بحركة انسيابية وكان الروح تدب فيها .

هذه العملية تسمى Rotoscoping تتم على جهاز الـ Rotoscope وهذا الجهاز الذي دخل حيز الانتاج السينمائي ((في عام 1914 اذ تم اكتشاف لتكنيك جديد يعرف باسم (Rotoscoping) و الذي يسمح يتحول لقطات سينمائيا إلى لوحات رسوم متحركة و التدخل في حركتها وهو ما فتح الباب أمام بداية الخدع الفيلمية على نطاق كبير على يد (الأخوين ديف و ماكس فيتشر)))[34]، وهذا يؤكد ان ((اختراع Rotoscope بواسطة ماكس فلايشر نحو عام 1914 كان تأسيسا تقنيا عاليا ))[35]اذ اقتبست الفكره منه لتكون فن التتابع الرقمي الذي نعيش تجربته هذه الايام على الرغم من ان هذا الجهاز ظل يعمل فتره طويلة نسبيا بنمط تقليدي .كما اسس له اول مرة الا انه تم استبدال هذا الجهاز القديم بجهاز الكمبيوتر في السنوات الأخيرة ، الا ان مصطلح الـ Rotoscoping بقى ثابتا لان التقنية بقيت هي نفسها من حيث متابعة الصورة وتغيرها جزءا جزءا ولكن بسرعه اكبر ودقه اعلى بشكل الكتروني اوتماتيكي ، وهو ما يعرف Digital Rotoscope عكس ما كان سائدا في السينما التقليدية التي تدار التقنية حينها بشكل يدوي .

ان تغيرات كبيرة طرأت بالفعل على هذه التقنية اذا أصبحت تقنية الـ Rotoscope فيما بعد رقمية ((لتعتمد في بنائها على مشاهد حقيقية تم تسجيلها من قبل، ليُعاد بعد ذلك

صياغتها بالاعتماد على تحويل كادرات الفيلم الرئيسية إلى رسوم متحركة))[36]بسبب تصوير المشاهد بشكل واقعي من أماكن وشخصيات واقعية . وحين نريد ان نجسد تلك الافلام ما علينا الا ان نقلب الواقع المصور بذاته الى واقع كارتوني بفعل تقنية Rotoscope Digital وببساطة .

وهذا الامر سهل عملية الانتاج السينمائي لافلام الكارتون عبر منظومات الحواسيب وبفعل التقنية الرقمية (( وهكذا اصبح التعامل مع الاشارة الرقمية هو اكثر الطرق استعمالا لخلق مؤثرات ))[37]، ولكن أضيف الى هذه التقنية تقنية الـ ((Morphing وهي مصطلح جديد – ظهر في الثمانينيات – ويستخدم في توليد الصور عن طريق الكومبيوتر من أجل تحويل شكل الصورة أو تغيير مظهرها تغييراً صارخاً إلى صورة أخرى، ولعل أفضل استثمار لهذا المؤثر الخاص ظهر في فيلم (المبيد 2: يوم البعث Terminal 2: Judgement Day) المنتج في 1991 للمخرج (جيمس كاميرون) حيث يظهر فيه رجل نصفه آلي ونصفه الآخر بشري قادم من المستقبل لارتكاب أعمال إجرامية فيعمل على تبديل أعضائه أو كامل جسده إلى سيوف ومطارق وبرك سائلة وغير ذلك ))[38].

وبفعل هذه التقنيات والقفزات على المستوى الفيلمي والخداع البصري أصبح على المخرجين مهمات كثيرة إضافتها التقنيات ،وهي جذب المتلقي الى مقاعد الصالة ((فإن عليهم – أي المخرجين – توظيف عدد من المؤثرات والخدع والأساليب التكنيكية والجمالية التي تخلق حالة من الإهتمام لإثارة فضولنا وتحركنا نحو المتابعة المتجاوبة مع مجريات وأحداث الصورة المعروضة أمامنا ))[39].

يضاف الى ذلك ان الوسيط الفيلمي بدأ يستوعب ما كان مستحيلا وغير ممكن ،مما فتح أفاقا كبيرة أمام المنتجين ، والمخرجين من لغه التعبير، تشاطرت بنزق نحو تحرير ذاتها من الجمود ، والمحدودية ، لقد فتحت هذه التقنية الافاق الكبيرة من حيث التجسيد والتمثل ، وبهذا كانت فنون السينما تتفوق على ما هو اسطوري من عمل السحر .

**تقنية الكروما (Chroma):**

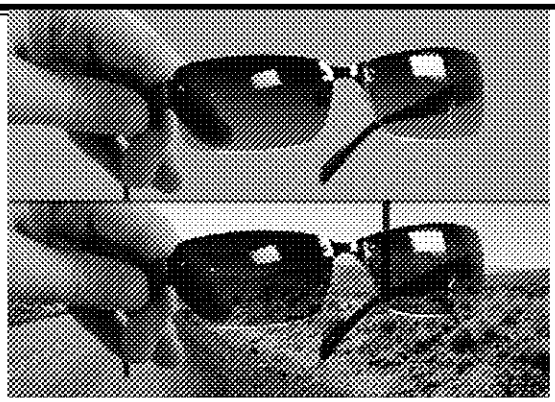
كانت للسينما وقفة مهمة مع دخول تقنية الكروما الفذة التي خلقت من السينما عالما مرحا يمكن ان يجسد اكثر مما كان متوقعا فكانت الابرز في مراحل الانتاج الفيلم كتقنية وتعبير فني وجمالي وهي تسمى احيانا بتقنية الشاشة الزرقاء والخضراء او ما تعرف بالكروما (Chroma)

كانت التقنية حكرا على الأفلام الملونة حصرا وما زالت تعمل في نطاق اللون وهذا ما زخرت فيه ملامح قصة فيلم ( لص بغداد ) الملون الذي شكل انعطافه كبيرة في استخدام تقنية الكروما بشكل واع اذ عد هذا الفيلم الاول كتجربة واعدة وراقية في تبني هذه التقنية بشكل فذ ، لذلك سجل حضورا في التقييم الكبير بمنحه جائزة الاوسكار عام (( 1940 للمؤثرات البصرية ذلك العام ، اذا ان المخرج لاري بتلر استخدم تقنية الشاشة الزرقاء بشكل لخلق التأثيرات الخاصة ))[40]وهذا ما جعل الفيلم تحسب له من انه صاحب التجربة الأولى في تقنية الشاشة الخضراء .

والكروما من حيث كونها تقنية مهمة في صنع المؤثرات الصورية المطلوبة يمكن القول عنها من انها هي خلفية ذات لون واحد ومميز يكون منسجما لونيا من دون تفاوت يقيمه ومقدار اللون المستخدم فيها مع ضوء موزع بشكل متساو.

وتعد الكروما هنا من حيث اللفظة (( كمصطلح معروف في عالم صناعة الأفلام، والمقصود بها تلك التقنية التي تسمح للأشخاص أو الأشياء بالظهور في مواقف وأماكن وخلفيات تخيلية، وكثيرا ما تستخدم في صناعة السينما وتستخدم هذه التقنية خلفية ذات لون أحادي زرقاء أو خضراء مع إضاءة متساوية ))[41] . ان هذا اللون الموجود في الخلفية يجب أن لا يكون متواجدا في الموديل أو الشخصية التي تقف امام الخلفية لان المرحلة اللاحقة سوف تستبدل كل الالوان التي تمثل لون الخلفية بطريقة استبدال أو رفع الخلفية من جراء عملية الامتصاص اللوني بعد ان يتم تعيين اللون الموجود ودرجته ليمكننا من بعد ذلك ((تشغيل مفتاح الكروما لتبدو الصورة في الكادر بدون الأجزاء الزرقاء او الخضراء ، فمثلاً يمكن أن يقف الممثل على أرض الأستوديو ، ويتم دهان الأرضية باللون الأزرق ، وكذلك الخلفية ، وعند تشغيل الكروما نجد الممثل وكأنه معلق في الهواء ))[42] .

وهذه التقنية تتطلب فقط خلفية خضراء او زرقاء حسب إمكانية بناء المشهد . تحيط هذه الخلفية بجزء، او بكل موقع التصوير وحسب ما يراد منها ثم يقام باحلال الخلفية بصورة وا فيلم او أي مصدر اخر لتكون تلك الصورة المستبدلة بمثابة بيئة تحيط الاحداث التي تدور فيها القصة او الموضوع كما مبين في الشكل رقم ( 3 ) .



**شكل رقم ( ٣ )**
**نلاحظ هنا كيف ان الخلفية الخضراء يتم استبدالها بصورة ما وحسب موضوع اللقطة**

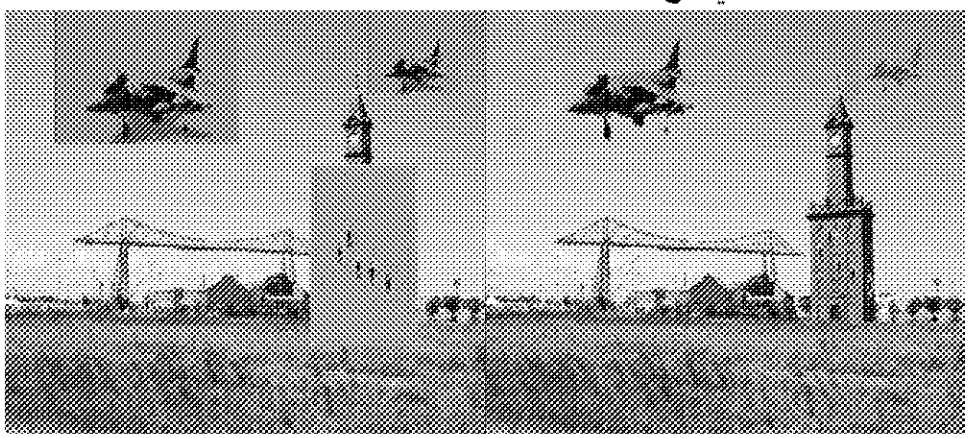
ويرى الباحث إمكانية تقسيم إلية الكروما الى قسمين من حيث طبيعة الاستخدام والوظيفة :

1 – الكروما التقليدية :

وهي التي تحيط بالبيئة المكانية وتكون على وفق خلفية خضراء او زرقاء ثم يتم استبدالها بصورة معينة من خلال الحواسيب او ألأجهزة المصممة لذلك .

2 – الكروما المضافة :

وهي ان الصورة الأساسية تكون في واقعها من دون أي خلفية خضراء او زرقاء و بواسطة الحواسيب يضاف شيء معين كصورة مثلا او فيلما وتكوينا لها بحيث تبدو من نفس نسيج البيئة ( صحيح ان الصورة المضافة الى الصورة الأساسية في اصلها تاتي مع خلفيتها الخضراء او الزرقاء ليتسنى لنا دمجهما معا ) كما في شكل رقم ( 4 ) ولكن يمكن السيطرة عليها من حيث وضعها في المكان المناسب وحجمها المسيطر عليه وتكبيره وتصغيره وخلق العمق المناسب لها الذي يتوافق بشكل انسيابي مع اللقطة الأساس .



**شكل رقم ( ٤ ) الكروما المضافة**
**نلاحظ كيف اضفنا الطائرات الى الصورة والتلاعب بإحجامها وكيف ان اثار القص اضيفت الى برج الساعة ..أي ان الكروما اضيفت الى الصورة الاساسية ويمكننا ان نضيف اشياء اخرى**

**: (( VFX ))Visual Effects**

مرحلة اخرى تدخل حيز الإنتاج السينمائي وتعد من المراحل الحديثة التي استوعبها الفن السابع الذي جرت العادة على ان يستقبل كل التقنيات العلمية التي تؤثر في عملية الإنتاج من الجانب الجمالي والفني والتعبيري وتعزيز مكامن الصورة الفيلمية على وجه العموم فكانت الحواسيب وبرامجها هي من تدخل هذه التقنيات في مناخ الفيلم السينمائي لتغير من طباعه المعتاد عليها .

حين دخلت الحواسيب بما لها من إمكانيات حيز السينما تغيرت الوتيرة وأصبح لزاما على المخرجين من تغير معتقداتهم بما كان سائدا من عقيدة فلميه نمطية ((فمنذ مطلع التسعينات ومن خلال التطور المتزامن بين تقنيات الكمبيوتر وبالذات الجرافيك وبرامج الصور وتطور كاميرات الهاي دافينشن، أطلقت التكنولوجيا وثورة المؤثرات العنان لخيال المؤلف وأحلام المخرج لتتجسد في السينما كحقيقة واقعة، وأهمية هذا المجال وتأثيره علي نوعية وجودة الأفلام))[43] فكان مصطلح جديد يدخل حيز الاخراج الا وهو Visual Effects ( المؤثرات المرئية )، وهو مصطلح يشير إلى كل أنواع المؤثرات المختصة بالجانب الصوري ليطلق عليها اختصارا (VFX) وهي التي تضاف عادة بالكامل بعد الإنتهاء من التصوير أي أنها فعل مؤجل يتم الحساب له اثناء التصوير ولكنه ينساب الى اللقطات عند دخولها حيز الحواسيب .

وتتبلور الأشياء المطلوبة بفعل الـــ VFX عند حدود الكمبيوتر وما له من إمكانيات في الإضافات من فن الجرافيك وقدرة على تحريك ثلاثي الأبعاد والرسوم المتحركة التقليدية ذات البعدين ،وهنا يمكن ان تضاف المتطلبات الصورية بشكل خلاق الى حيز الصورة لتكون الإضافات عادتا من دون استخدام تقنية الكروما أي من دون خلفية خضراء او زرقاء بل ان الصورة تضاف بشكل مباشر بعد نهاية التصوير وفي حيز الكومبيوتر.

كل هذه التقنيات مهما كان شكلها او نوعها المضافة الى الصورة بشكل مباشر يطلق عليها المؤثرات المرئية Visual Effects وهى عادةً ما تستخدم من أجل إظهار الأشياء التى يستحيل أن يتم تصويرها فعلياً أثناء إنتاج الفيلم لكون هذه التقنية تقوم بصناعة وخلق ما هو حقيقي وما هو ليس حقيقياً وما ليس له وجود فعلى على ارض الواقع وإظهاره على إنه شيء حقيقي وموجود كالإشكال الغريبة والأماكن الخيالية والأسطورية الغريبة كما هو في فيلم ( The Golden Compass & Green Lantern & Lost Colony & Lord of the ring & Avatar & Harry Porter وهذا هو ما تبتغيه أفلام الخيال العلمي والأساطير وأفلام الملاحم .

ان عملية الإضافة إلى اللقطة المصورة تكون دائما مؤثرة في شكل معيين او تكوين يتوافق ومحتوى اللقطة ويتم هذا بعد الانتهاء من التصوير، وهذا الإضافة تتمحور في حيز الصورة على شكل (Background و foreground ) أي هذه الإضافات يمكن هذه الاضافات ان توضع في مقدمة الصورة وخلفها ، و لا تتقاطع مع أي تكوين ضمن حدود الرؤية بل انها تبدو وكأنما هي موجودة في الصورة اثناء التصوير .

والـ VFX يؤدي مهات كبيرة في فن الفيلم وبكل سهولة مع إمكانية فتح باب الاختيار واسع من حيث نوع المؤثرات المستخدمة (( كانفجار محطة وقود ، انفجار طائرة ، إضافة إمطار على مشهد عادي ، إضافة فيضانات و أعاصير وزلازل انهيار أبنية ، إيقاف الزمن لعناصر معينة مع استمرار الزمن لباقي العناصر، تبديل المكان او ما يعرب بـ Set Extension انفجار راس ، قطع يد ، حادث سير ، إضافة عنصر خارجي على بيئة معينة ، طيران شخص ، و غيرها الكثير من المؤثرات التي نراها باستمرار في أفلام هوليود ))[44].

وقد يكون المؤثر المضاف الى الصورة حيوانا او كائنا حي او حتى جبالا وقلاعا وجميعها تتم بفعل تقنية مؤثرات الـ VFX ،والمقصود هنا بمصطلح المؤثرات (Effects) هو (( كل شيء يضاف الى حيز الصورة ويكون تأثيره واضح في المقدرات البصرية والدلالات المتواجدة في حيز الكادر الفيلمي وقد يكون المؤثر في التصوير ابتدءا او في المرحلة التي تليها وقد تكون مرحلة المونتاج او غيرها))[45] .

تتجسد المؤثرات المرئية في السينما من جراء تقنية الـ VFX في كل الإشكال الغريبة وغيرها مثل إيجاد الدينصورات المنقرضة ، ونعرف أن الإنسان أيضاً لا يستطيع الطيران أو تسلق الجدران بيديه العاريتين، وإن المريخ لم تطاه قدم إنسان حتى الأن، وأن الكائنات الفضائية ليس لها وجود (أو لم نقابلها بعد) . وعلى الرغم من هذا نشاهد كل هذه الخيالات الجامحة بل أكثر فى عشرات من الأفلام التى نشاهدها كل يوم و بفعل الـ VFX .

ومن اجل اتمام انتاج أي مشهد معد لفيلم سينمائي على وفق الـ VFX لابد من ان تمر هذه العملية بمراحل معقدة من التقنيات الرقمية حتى يكتمل المشهد المطلوب ويتجسد من اجل ذلك وقبل كل المراحل هنالك مرحله مهمة وهي مرحلة تصميم الـ Modeling التي يتم فيها تصميم المناظر والإشكال والأشياء والتكوينات بحيث تتناسب مع معطيات القصة الفيلمية وتكون قادرة على ان تحاكي مجريات الإحداث من حيث بناء فكرة عن التحريك وتصميم المناظر المحيطة بالعمل عبر التركيب (( ان مرحلة ما قبل الانتاج للرسوم الكمبيوترية المتحركة تعني

تجميع جميع المواد المرجعية واختيار الحركة واعداد الرسومات وتصميم المخططات الأولية وتجميع كل ذلك للحصول على رسومات كمبيوترية حقيقة قدر الإمكان ))[46]وقد يتم ذلك عن طريق احد البرامج المخصصة لذلك مثل Illustrator و Photoshop (( ويعد برنامج الفوتوشوب الذي قامت باصداره شركة Adobe من أكثر برامج تحرير الصور شهرة ، كما يمكن استخدامه على اجهزة الكمبيوتر ))[47] لتوفر خيارات مناسبة للمنتجين .

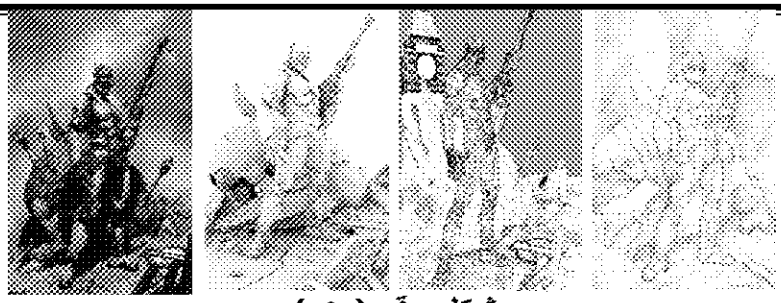
والجدير بالذكر ان من أهم الإعمال التي تنتج عبر الـــ VFX هي أفلام Animations بما لهذه التقنية من إمكانية على تحرير مثل هذا النوع من (( الأفلام بالإحيائية Animation. وفي خطوة تالية، خطت فنون الكومبيوتر خطوة أخرى إلى الإمام. اذ سعى صُنَّاع الفن الرقمي الى صنع أفلام شخصياتها مصنوعة كلياً الكومبيوتر، لكنها تستطيع تقليد الممثلين البشر في تعابير الوجه والحركة ، في لغة التكنولوجيا، تُسمى عملية تقليد الحياة الحقيقية على الكومبيوتر بالمحاكاة Simulation ))[48]والتي سوف نتناولها في موضوع الـــ Motion capture .

مراحل انتاج الـــ VFX :

**1 – Texturing التغليف .**

لكل شيء شكل معين وغلاف يحيطة حتى يكتسب هذا الشكل وصفا خارجيا بعد ان يتجسد بكل ملامحة في فن الفيلم . وهذا التغليف او الطلاء تعد مرحلة مهمة من مراحل الـــ VFX والتي تكون بفعل تقنية الـــ Texturing ((وهى المرحلة التى تلى المرحلة السابقة حيث أننا أصبح عندنا الآن مجسم ويجب أن يأخذ الخامات المناسبة له حتى تظن عندما تراه أنه حقيقي مثلا الأجزاء الخشبية تأخذ صورة خشبية وانعكاس وخصائص الخشب والكاراكتر اذا كان انسان يأخذ شكل ولون الجلد وهكذا ))[49].

وتسمى هذه المرحلة بمرحلة الاكساء وهي تعد مكلفة لانها تتطلب اعطاء الاشياء شكل الملمس واللون للملابس والأثاث والأشياء التكميلية الاخرى وبشرة الانسان والحيوان من حيث الأصواف والجلود وكل هذا يتم عن طريق الـــ Texturing ((اذ يتم أكساء جلد الشخصيات مثلا بمادة لها نفس لون وخصائص انعكاس وانكسار الضوء عليها بحيث تماثل مادة جلد الإنسان الحقيقي، وبنفس الطريقة مع الخشب والحديد والزجاج والفراء وهكذا))[50]، لهذا تتجسد كل الاشكال المراد تقديمها من حيث الملمس والتغليف والأطر التي تحيط بالشكل بما يشبه الواقع الفعلي للأشياء ومن أهمها صناعة السطوح والبشرة والأدمة (Dermis) والأدمة هي ما ظهر من الجلد كلها تتجسد عبر منظومة الاكساء الـــ Texturing كما في الشكل ( 5).



شكل رقم ( ٥ )
هذه المراحل التي يمر بها الهيكل حتى يصل
الى وضع الملمس لة من خلال اكسائه بالجلد

**2- Rigging and Skinning**

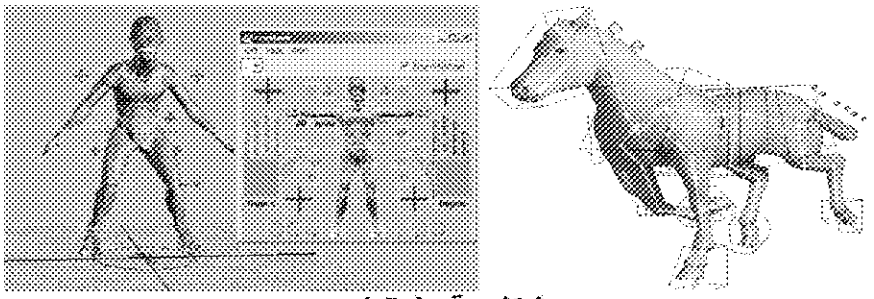
وهي مرحلة عمل هيكل الشخصيات التي تعد من المراحل المهمة في إنتاج المؤثرات الصورية الـ VFX ، فمن جرائها يوضع الأساس لعملية فن التحريك ومن خلالها يمكن ان نضع وصفا دقيقا للمفاصل التي تتوافق مع منطق الحركة للهياكل العظمية وغيرها من الإشكال والأشياء لتكون منطقية ومتمثلة لتقسيمات الأجسام على وفق روابط حركية تتيح للجسم ان يتحرك فيما بعد بفعل تقنية الـ Animation فالـ Rigging and Skinning هي عملية ((تحديد حركة الجسم الميكانيكية ..ومحاكاة القماش))[51]كون القماش يجب ان يتحرك والملابس بصورة عامة أضف إلى ذلك حركة النباتات والحيوانات وكل شيء يراد له ان يبدو متحركا في فن الفيلم .

وفي تعبير اخر يمكن ان نطلق على الـ Rigging فن رسم الهيكل العظمي الثلاثي الابعاد اما الـ Skinning هو فن رسم مفاصل متوقعة لتدفق انسيابه حركة الأشياء غير الكائنات مثل القماش والبشرة والجلد وكذلك بشكل ثلاثي الإبعاد .

وهذه المرحلة تتم قبل أن يتمكن من تحرك الأجسام وإعطائها الإمكانيات على المشي والكلام وحركة تقاسيم الوجه والعين والشعر عبر خلق التمفصل فيما يعد هذا الأمر هو النظام الأساسي الذي يرفد بالحركة كل الأشياء القابلة لذلك ويجعلها مستعدة للتحريك من اجل ان توحي بالحياة بعد ان يأتي دور الجلد او أي أكساء أخر والذي كذلك يمنح جانبا من التمفصلات لجعل الحياة والحركة والحيوية تدب فيها والتي تعرف بالـ Skinning كما اسلفنا .

اما القواعد الأساسية لحركة الأشخاص بفعل الـ Rigging فيتطلب ((عمل هيكل يشبه هيكل جسم الإنسان من عمود فقري وأرجل وأيدي ورأس بحيث يتم التحكم بتلك الأشياء ليتحرك الهيكل ثم ربط ذلك الهيكل بالمجسم الذي تم تصميمه في مرحلة الـ Modeling

وبذلك إذا تحرك الهيكل يتحرك معه المجسم فيظهر المجسم على أنه شخص له مفاصل يتحرك حولها أعضاؤه طبعا يتم مراعاة هذه العملية في مرحلة التجسيم))[52] كما في الشكل رقم (6 ).



شكل رقم ( ٦ )
وضع نقاط مفصلية تكون بمثابة مفاصل الحركة عند الانسان ومثله في الحيوان حتى يمكن التحريك

**3 – Animation التحريك الحيوي .**

فن خلق الرسوم المتحركة عبر التحريك ومن خلال الـــ keyframe وهذا المصطلح يعني قيادة ضبط الحركة بكل انواعها على وفق خريطة مسبقة تحدد بنقاط بشكل منتظم وكل نقطة تعد هي keyframe فعلى سبيل المثال بعد رسم الكائنات ووضع المفاصل الحركية لها ياتي دور الحركة بشكل ثلاثي الابعاد .

اذ يعد الـــ (Key frame) من العناصر المهمة في عمليات تحريك الأشياء والسيطرة على المقدرات من حيث التدفق والزخم فهو يشبه الى حد بعيد عملية قيادة السيارة على وفق خارطة للطرق والمسالك التي يجب ان يمر بها السائق ، وهذه العملية تشبه من حيث السيطرة على مقومات المسيرة الحركية .

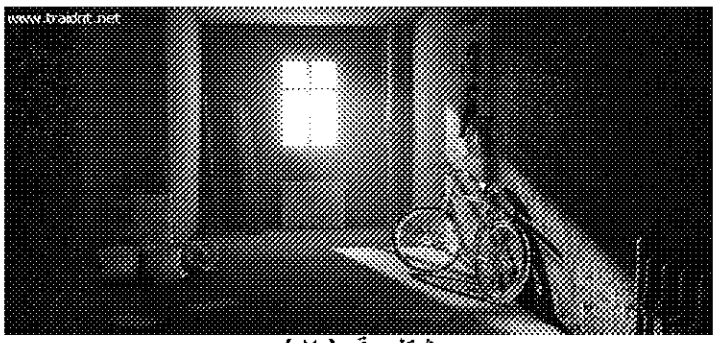
والـــ (Keyframes) هو بمثابة نقاط تحدد معلومات حجم التلاعب بمقدرات الصورة من حيث التحريك بشكل مسيطر عليه ومبرمج على وفق إحداثيات على شكل نقاط واضحة نراها في حيزها أي بما يعرف بالـــ (Track) وهو الحيز المحصور فيما بين تلك النقاط بحيث يكون مطواعا ومرنا وقابلا للتحكم بشكل يسير بمجرد لمسه بالمؤشر الخاص بالحاسوب وبعدها يتم ايجاد وخلق التأثير المعين على المقدرات وهذه العملية تسمى Animation أي فن التحريك.

وتعد هذه المرحلة من اهم المراحل ((في الفيلم كله حيث تقوم جودة الفيلم بشكل كبير على تلك المرحلة .. في هذه المرحلة يقوم الـــ animators بتحريك كل جزء في الهيكل))[53]المعد مسبقا والقادم من حقل الـــ Rigging and Skinning . ثم يأتي بعد ذلك ((استكمال أجزاء من الحركة مثل العينين واليدين ))[54] لتنجز الحركات بشك شامل .

**4 – Lighting الإضاءة .**

وهي فن صناعة الإضاءة الرقمية التي تعد بعد اكتمال المتطلبات التأثيرية من الحلقات السابقة وملء الكادر بكل متطلباته التعبيرية ، بحيث تشترك الاضاءة مع الإحساس بزاوية الكاميرا الافتراضية وحركتها لتكون مقنعه ((ويتم فيها إضاءة جميع مشاهد الفيلم طبقا لوقتها (ليل أو نهار) وطبقا لأوضاع المصابيح في تلك المشاهد لتضفي عليها واقعية شديدة ، وتتفاعل تلك الإضاءة مع الخامات textures لتظهر فعلا هذه الخامات كأنها حقيقية (طبقا للانعكاسات والانكسارات التي تختلف من مادة لأخرى))[55].

واكثر الاستخدامات في بناء الإضاءة هي الطريقة الخوارزمية في حساب البكسلات في برامج وأجهزة الجرافكس ((وغالباً ما تستخدم أجهزه الجرافيك طريقة Gouraud Shading وهى تعمل على حساب كمية الإضاءة فى كل نقطة على حدة ودمج بعضها ببعض ، وخلط الألوان للحصول على سطح مظلل بدرجة معينة بشكل يبدو واقعيا لحد كبير))[56] كما في الشكل رقم ( 7 ).



شكل رقم ( ٧ )
كيف ان الاضاءة الرقمية اخذت مكانها وكيف هي الانعكاسات من جرائها مع المحافظة على المصدر مع التلاعب بالظل

**5 – Rendering التصيير .**

وهذه العملية تسمى بعملية ( التصيير ) وتعد واحده من الحقول المهمة التي تقدم العمل بشكل معد ومفعول اذا ان الـ Rendering هو العرض التكميلي الأولي لما تقدم من خطوات في حقل الإنتاج ونحصل من جراءه على تناظر الرسومات في حقل التصنيع في حيز الـ Timeline او أي حيز اخر يهتم بتصميم او إعداد الإشكال المعدة للعمل الفيلمي ومن ثم تصديرها الى خارج البرامج المونتاجية والى رواق اخر بعد عملية التصيير تلك ، على الرغم من انها ليست في الشكل النهائي ، بما في ذلك الاهتمام بموضع تناظر الكاميرا وتوافق حركتها مع الموجودات وكذلك الإضاءة والظلال والانعكاسات والشفافية التي تتيح المجال الى استخدام

المؤثرات الخاصة في الصورة ، مثل السوائل أو الغازات وغيرها((فهي آخر مرحلة في التصميم ثلاثي الأبعاد وما يتبعها يكون لإضافة المؤثرات للفيلم نفسه . في هذه المرحلة يتم إخراج الفيلم من برنامج التصميم ثلاثي الأبعاد على هيئة فيلم تدور به الأحداث وتظهر فيه المشاهد بصورة تقترب من النسخة النهائية للفيلم حيث تندمج الإضاءة وتظهر الأشياء بخاماتها الي تم وضعها عليها وتتحرك الكاميرا حسب ما قام به المصممين وتحدث الانعكاسات والمؤثرات الخاصة من حركة السوائل وغيرها))[57]. فبفعل هذه الخطوة يمكن ان نجعل كل الإضافات المطلوبة الى حقل الكادر الفيلمي تبدو بحالة تصاهر وتفاعل منطقي مع تمثال في حركة الكاميرا ايضا .

**6 – Compositing التركيب .**

وهنا يتم جمع كل الشرائح ودمجها في شريحة واحده حتى تظهر كل الاجزاء المتناثرة في كادر واحد ومجموع . وقد يتم ذلك من خلال اتخاذ لقطات حية ومزجها بتكوينات أخرى مع لقطات الحاسوب لتوليد صوره فنية واحده مركبة .

((حيث يتم إضافة بعض التعديلات في بعض المشاهد فقط من انفجارات أو أي مؤثرات بصرية يمكن أن تضيف شيئا للفيلم ))[58] تكون كل تلك الأشياء المطلوبة على شكل طبقات تندمج كلها في حيز واحد All at once لتبدو كأنها تأتي بشكل واحد موحده ضمن كادر واحد ((وهكذا يحصل المخرج على مؤثر مركب Composite Effects من عدة طبقات))[59] تعطي الإحساس من أنها بيئة واحده على الرغم من تشكيلها ألفسيفسائي ((فقسم التركيب يجمع كل العناصر.. لخلق الصورة النهائية المقدمة جاهزة للفيلم ))[60] وبهذا تتحقق أهم عملية في خلق المؤثرات البصرية المطلوبة كما في شكل رقم (8).

**شكل رقم ( ٨ )**

الاضافات تدمج هنا بفعل الـ Compositing وفي كل مرحلة هنالك اضافات مثل :

١ ـ تكوينات البيئة الكائية .
٢ ـ الاشجار .
٣ ـ الاضاءة .
٤ ـ اللون .
٥ ـ الغيوم والشهب .

**Editing – 7**

ثم تأتي مرحلة المونتاج والتي تعد المرحلة الأخيرة ويمكن اعتبارها خاتمة مراحل إنتاج الـــ VFX لكي يأخذ المنجز طريقه الى الشاشة ، والمونتاج هنا يعد الوعاء الذي يحتوي كل شذرات الفيلم وهو يتوسط مراحل العمل الإبداعي ويعد المرحلة الأخيرة التي تسبق العرض . ويأتي المونتاج بعد المراحل التي تناولناها والتي يمكن ان نسميها المراحل الأولية التي يكون فيها الفيلم عبارة عن أشلاء متناثرة مبعثره غير قابله للإدراك كمنجز فني فينظمهـــا المونتـــاج ويجعلها فيلما و((تحرير الفيلم سواء بالحذف من بعض المشاهد أو ضبط تناسق الموسيقى مـــع انقلاب المشاهد ثم إخراج الفيلم على هيئة الصيغة النهائية التي سيتم عرضها))[61]ومن اجل ذلك علينا ان لا ننسى الموسيقى والمؤثرات الصوتية والحوار فكلها تأخذ اماكنهـــا المناســـبة مـــع الصورة بفعل المونتاج .

ان عملية المونتاج ،او التحرير الصوري ،تكون بمثابة ((عملية التلاعب وإعادة ترتيب لقطات لخلق منتج النهائي سلس))[62]، اذان حلقة المونتاج تأتي هنا بشكل مكمل لعمليات ليـــست هي التقليد السائد لكون المونتاج يأتي بعد التصور وإنما هنا يكون المونتاج بعد عدة مراحل من مراحل تقنية الـــ VFX الرقمية التي تهتم با خراج اللقطة عبر حيز الحاسوب ليكتمل المنجز .

**أنظمة التقاط الحركة (Motion Capture Systems) :**

وهي رصد الحركة او تتبع الحركة وغيرها من جميع مصطلحات توصف بانهاعمليـــة التقاط الحركة ( MC) . وهي من اكثر الاشياء في الفن السابع اهتماما في الوقت الحاضـــر ، وهذه التقنية لعبت دورا واضحا في فن الفيلم مثلما لعبت دورا كبيرا في ميدان الجيش والرياضة والتطبيقات الطبية ، فهي تتجسد من خلال ربط الحواسيب بالروبوتات وكذلك الالعاب التفاعلية.

والتقاط الحركة هي عملية ابدال التصرفات الآدمية بشخصيات افتراضية وكائنات أخرى مقترحة ويمكن ان نعتبرها ببساطة عملية ترجمة أفعال الإنسان وتصرفاته الأدائية وتحويل تلك الحركات الى إشكال او رسوم او تكوينات وكائنات مبتدعة لتحاكي بالضبط نفس تلك الحركات بشكل ايعازات رقمية قد تكون ثلاثية الابعاد او ثنائية الابعـــاد 3D or 2D وتتـــضمن تلـــك الحركات تعابير وتفاصيل الوجه والأصابع وأقصى التفاصيل الدقيقة وهذا مـــا يطلـــق عليـــه (Performances capture ) ومن ثم يقوم الكومبيوتر بإضافة الملابس وحركتهـــا والـــشعر والاكسسوارات المهمة وانسيابيتها .

وهنا يأتي دور الكاميرا وعلاقتها بالتكوينات التي تحيط بالشخصية الافتراضية فالكاميرا حرة ومطلقة فهي تقود كل التكوينات على وفق خلق منظور انسيابي ومنطقي يتناسب ووقع المشهد المصور اذ ان الحواسيب هي من تعالج البيانات ما في ثلاثة محاور :

1 – محور التقاط الحركة .

2 – محور الكاميرا التي تدور في الفلك الافتراضي والواقعي معا .

3 – محور بناء التكوينات التي تحيط بالشخصية .

ان عملية التقاط الحركة للممثلين على سبيل المثال وادخالها الى الحواسيب اختلفت على مدى عمر التقنية وهذا ما سوف نتناوله في متن بحثنا وعموما فان عملية ادخال المعلومات الى الحواسيب والمحملة بالحركات تكون عن طريق متحسسة تسمى Props او دعامة تسجل الحركات الاكثر دقة على الاطلاق من المؤدين او الممثلين .

وتعد هذه التقنية من الأمور الحديثة من عمر مسيرة السينما فهي تعتمد في عملها على تسجيل اداءات وحركات الممثل ونقلها الى الحواسيب ومن ثم حفظها بكل تفاصيلها بحسب المطلوب ثم يتم نقل تلك الحركات وتطبيقها على الشخصيات الافتراضية مما يجعل حركة الشخصية الافتراضية تتصرف بشكل مطابق لما تتصرف وتتحرك عليه شخصية الممثل الملتقط منه الحركة ، وفي الغالب تتجسد هذه الحركات بشكل 3D (( فمثلاً لتحريك شخصية ضمن أحد المشاهد تقوم ببعض الحركات القتالية المعقدة يمكنك استخدام مثل هذه الأنظمة لالتقاط الحركة من ممثل بشري يجيد فنون القتال وتسجيلها واستخدامها فيما بعد لتحريك أي شخصية ضمن مشاهدك ))[63]، ولا تختصر عملية اقتناص الحركة على الممثلين الآدميين فقط بل تشمل العملية كل شيء قادر على الحركة كالخيول وغيرها من الحيوانات (( فالتقاط الحركة في خلق المؤثرات الخاصة ينقسم الى :

1 – التقاط حركة الوجه وتفاصيله والأيدي .

2 – التقاط انسيابية القماش وحركته وكل أنواع الملابس .

3 – التقاط تفاصيل جلد الجسم وتشويهاته ))[64]

وهذا ما يفتح المجال الواسع في تبني إشكال وأشياء وتكوينات متنوعة في الفيلم على مستوى (Feature film and animations ) وهذه التقنية أي الـ Motion Capture Systems قد اختلفت إشكالها والياتها في عملية الالتقاط عبر مراحل تطور السينما فكانت على الشكل التالي :

**1 – الأنظمة الميكانيكية Mechanical Systems :**

وهي من الطرق القديمة في عملية MC والتي تتجسد الحركة من جرائها على وفق فعل ميكانيكي يتم من خلال تماثل الحركة المطلوبة من الشخص او الممثل بعد ان يوضع على جسمه لوالب معدنية وبلاستيكية تتوافق وتتفاعل مع معطيات حركة الجسم لتكون بشكل مرنة ومطواعة هذه اللوالب تكون مرتبطة بالحاسوب عبر كيبل لينقل نفس الحركة الى الأجسام المفتعلة والمراد تجسيدها بنفس حركات وافعال الممثل الا ان هذه الأنظمة الميكانيكية أصبحت قديمة وغير دقيقة اذ (( تعتبر هذه الأنظمة الأكثر بدائية ومحدودية لدرجة أنه لا يتم ذكرها في معظم المراجع الحديثة وذلك بسبب المساوئ والمحدوديات الكثيرة مقارنة بميزات الأنظمة الأخرى. الأمر الذي أدى فيما بعد الى توقف انتاجها بشكل تجاري))[65] غير ان الاشارة اليها مسائلة تاريخية لا غير .

**2 – الأنظمة المغناطيسية Magnetic Systems :**

تتجسد هذه الإلية من خلال بدله او ملابس مخصصه لاستشعار الحركة تكون حساسة جدا تسجل الحركة وتنقلها خلال موصلات الى الحاسوب . وعادة تكون تلك ((الملابس خاصة ترتبط بمجموعة من الأسلاك يرتديها الممثلون ويقومون بتأدية المشاهد التمثيلية فتلتقط هذه الأجهزة الحركة وتقوم بتحويلها إلى Key frames أي مفاتيح حركة على برامج الجرافيك ))[66] ثم تترجم تلك الحركة وتخلع على الشخصية المفترض عرضها .

**3 – الأنظمة الضوئية Optical Systems :**

وهذا النمط يعتمد بالأساس على ((المجسات الضوئية هي ملتقطات الكترونية تستخدم ثلاثة منها في زوايا مختلفة لالتقاط حركة شخص أو شي يحمل مشعات ضوئية تتحسسها هذه المجسات أي بمعنى أبسط تقوم المجسات بتحويل الحركة الواقعية إلى بيانات تدخل إلى الكومبيوتر لتظهر كما هي في الواقع لكن على الاشكال ثلاثية الإبعاد ))[67] وتعد هذه الأنظمة الأحدث والأكثر استخداما في عملية MC انظر الشكل رقم (9) .

شكل رقم ( ٩ )

**طبيعة الـ MC بطرقها الثلاث**

**: Matte painting**

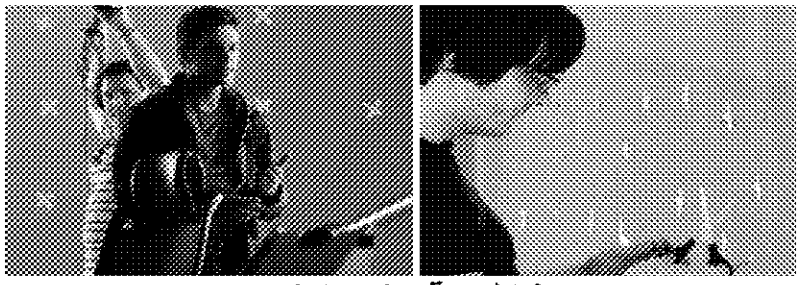
تعد عملية الـــ Matte painting واحده من اهم العمليات الحديثة في حقل الاخراج السينمائي فبوجودها تتغير التكوينات المعروضة بتقنية الـ Chroma أي بنية المكان بيئته من حيث العرض المستبدل للشاشة الخضراء المحيطة بموقع الإحداث حتى وان تغيرت وتعدد الخلفيات للقطة الواحدة وحتى ولو تحركت الكاميرا في حيز المكان فان الحفاظ على الخلفيات وإبعادها الثلاثية تبقى ضمن حدود الواقع الافتراضي .

جرت العادة عندما نريد ان نقول تصوير (كرومكي) اننا نعني ان الكاميرا ستكون ثابتة ، فاعتدنا في عمل الكروما بالخلفية الخضراء او الزرقاء ان تكون الكاميرا ثابتة حتما واذا تحركت الكاميرا افتراضا لتبعثرت الخلفيات وتطايرت وساد طابع عدم الانسجام على ما هو معروض ومسجل .

ولهذا الأمر اكتشفت تقنية الـــ Matte painting التي نرمز لها اختصارا بالـــ MP والتي تعد من أهم التقنيات في تنظيم العرض الخلفي عبر شاشة الكروما لتعطيها عمقا وبعدا على وفق مبدأ الـــ 3D مع أتاحة مطلق الحرية للكاميرا بالحركة في ميدان التصوير مقابل تلك الشاشة الخضراء من دون العبث بمقدرات بناء البيئة المكانية وهذا يعني ان تقنية الـــ MP ((تتيح للكاميرا أن تكون أكثر حرية في الحركة ضمن مكان التصوير وهذا العملية تعتمد على تصوير لقطات مسبقا والتي يتم مسحها ضوئيا وإدخالها إلى الكمبيوتر، مما يسمح تتبع دقيق لحركات الكاميرا في المشهد.والموجودة في البيئة D3 ويقوم الكمبيوتر بتنظيمها ))[68].

يطلق على هذه العملية ( مطابقة التحريك Matchmoving ) ، وذلك بان ترسم علامات على شكل اشارة (+) او كما يطلق علية علامة (الكروس او علامة الزائد ) كما في شكل رقم (10 ) حتى تكون هذه العلامة فعاله في المحافظة على العمل الذي يطابق مابين حركة الكاميرا والشكل

المجسم الافتراضي الذي سوف تستعرضة بكل الأنماط التصويرية من حيث الاقتراب والابتعاد والدخول والخروج .



**شكل رقم ( ١٠ )**
توضح علامات على شاشة الكروما حتى تضمن للكاميرا حركة بشكل توافقي وتناظري تكون حرة التنقل في البيئة بشكل مجسم 3D

ان عملية MP في الأساس خلق صورة تكون هي البيئة المكانية للعمل من حيث التكوينات والاشكال والدلالات والتضاريس وغيرها وهي تجتمع كلها بشكل تكون بمثابة الوعاء الذي تدور فيه الاحداث .

ومن جانب اخر قد تعمل تقنية الـ MP مع وجود الخلفية الخضراء والزرقاء وأحيانا من دونها لان هناك صورة منسابة متواشجة مع الصوره الملتقطة ومظافه لها من دون الحاجة الى الكروما ، فقد نجد الكاميرا تسبح في فضاء خال من كل شيء ليمكننا من بعد ذلك ان نغذه بصور واماكن وبيئة معينة بحسب ما هو مطلوب بشكل دقيق ومنتظم .

وهذا ما يؤكد اثنا ((نستطيع عمل Matte Painting متحرك بدون الكروما (الخلفية الزرقاء أو الخضراء) وذلك عن طريق عمل Track Motion وتعني تتبع الحركة ،أي انه يتم تصوير العمل بالخارج ومن ثم يتم تركيب خلفية او أي إضافات تساهم في بناء المشهد المراد الوصول اليه عن طريق برامج تحرير الفيديو التي تدعم هذه الخاصيه))[69].

ومن هذا يمكن القول ان طريقة تعقب الخلفية المجسمة تكون على وفق أمرين الاول: (Matchmoving مطابقة التحريك ) اذا كانت الخلفية مصنوعة على وفق تقنية الكروما الخضراء او الزرقاء .. والامر الثاني (Track Motion تتبع الحركة ) اذا لم تكن هنالك خلفية من الكروما كما هو معتاد حين تبني صوره تحل محل ما موجود من لون اذا كان اخضر ام ازرق ، أي تكون البيئة المزعومة عبر صورة محددة تنساب بشكل مباشر الى فضاء الصورة . وهذا الأمر جعل من السينما تقفز نحو الاحترافية كما هو ديدنها منذ البواكير الاولى لانتاج الخدع السينمائية ،فجاء اتقان تشكيل الصورة بمناظر مناسب للموقف الدرامي وغايات السرد لذا يعد فن الـ MP من كونه (( فن دمج الصور ، وأصبح يستخدمه أغلب منتجي الأفلام

الخيالية لانها تتمشى مع المعطيات المطلوبة المستخدمة ، وتنتج الصور عبر الفوتوشوب والمايا والثري دي ماكس وسينما فور دي وتنتج صورة واقعيا من حيث الإضاءة والظلال والألـــوان وغيرها من الأمور التي تجعل من العمل واقعي ، وتنقسم هذه التقنية إلى قسمين :

**1 – MP في صورة ثابتة . 2 – MP في فديو متحرك ))[70].**

هذه التقنيات الرقمية التي بادرت الى خلق المؤثرات الصورية فتحت الأفاق واسعة امام تجليات التخيل والابداع والخروج من خندق التعبير الضيق الى ساحة التعبير الواسع ولا أبالغ اذا قلت غاب المستحيل في الفن السابع ، وهذا ما نلمسه في افلام الفنتازيا والخيـــال العلمـــي ((لذلك كان اعتماد فيلم الخيال العلم على المؤثرات البصرية كشكل من أشكال التعبير السينمائي و ليس فقط وسيله من وسائل الإبهار))[71]، وذهبنا من جراء ذلك الى انظمه من المحاكاة الرقمية لتحقق لنا ما نريد ان نرى من عوالم خيالية ولا وجود لها في ارض الواقع لنتعايش معها ونكون في خضمها (( أي امكانية اقامة او خلق عالم افتراضي متكامل ومتـــرابط بواســـطة بـــرامج المحاكة، بحيث لا يختلف عن العالم الواقعي ، بل يكون بديلا عنه ))[72].

وهذا كما قلنا يفتح باب الخيال على مصراعية في تحقيق البيئـــة المكانيـــة والاشـــياء الاخرى المرتبطة بها في المشهد السينمائي اذ (( ان التخيل في نهاية المطاف ليس سوى صورة مأخوذة حرفيا ومعالجته كحدث فعلي ))[73] فهي عملية صناعة وابتكار ، وهذا ما نتعرض له في حقل الـــــ MP ((مع تطور المؤثرات البصرية تطورت الموضوعات المطروحـــة و أصـــبح الفنان يطلق لخياله العنان بشكل اكبر و من ثم أصبح الاعتماد الأكبر في تصويره لهذا الخيال على النماذج المخلقة بالكمبيوتر و دمجها مع التصوير الحي لذلك كان التوافق في الإيقاع بـــين تلك اللقطات الحية و الأخرى المخلقة و النصف مخلقة له اكبر الأثر على إحداث المـــصداقية المطلوبة ))[74] . من جراء هذه التقنيات اصبحنا نتجاوز المستحيل من خلال تجليات كل ما يمكن ان نفكر فيه لتشاهد على الشاشة .

**نتائج البحث :**

1 – ان عمل المؤثرات الصورية الرقمية اكثر إتقان من المؤثرات الصورية النمطية في الفيلم التقليدي .

2 – التطور التقني المستمر في حقل المؤثرات الصورية جعل من عمليات الإنتاج الـــسينمائي اقل كلفة من الناحية المادية مقارنة فيما لو تعمل المؤثرات بالطريقة النمطية القديمة .

3 – التقنية الرقمية في صناعة المؤثرات جعلت حقل الانتاج يزخر بمصطلحات ووظائف لم تكن موجودة سابقا في اروقة الانتاج السينمائي .

4 – هنالك بعض الطرق المعتمده في صناعة المؤثرات الصورية القديمة قد اصبحت من التاريخ واهملت .

5 – ظهور انماط فاعلة جديدة في حقل المؤثرات الصورية ومنها :

أ – تقنية الـــ VFX ومراحل انتاجها .

ب – تقنية الكروما وما يرافقها من اتساعها في حقل العمل من جانب .

1 – الكروما التقليدية .

2 – الكروما المضافة .

ج – تقنية الـــ Digital Rotoscope

د – تقنية الـــ Motion Capture Systems

ه – تقنية الـــ Matte painting

6– السهولة في عملية صناعة الفيلم السينمائي .

7 – يمكن تصور مشاهد واقعية وقلبها الى افلام كارتون بعل تقنية الـــ Rotoscoping .

8 – يمكن الحصول على نفس حركة الادمين في افلام الكارتون وذلك بفعل تقنية الـــ Motion Capture وهي كتقنية يمكن ان توثق تلك الحركات من الممثلين وبعدة طرق .

ا – الأنظمة الميكانيكية Mechanical Systems

ب – الأنظمة المغناطيسية Magnetic Systems

ج – الأنظمة الضوئية Optical Systems وهي الاحدث والأكثر شيوعا .

**استنتاجات البحث :**

1 – الاساليب القديمة في صناعة المؤثرات البصرية والخدع تحولت الى صناعة رقمية مع الاحتفاظ بالقواعد العامة .

2 – ان اضافة الصوت بكل تفاصيله يكون دائما عند المراحل الاخيرة من عملية صناعة الـــ VFX .

3 – تحرير الكاميرا من الجمود وجعلها تتحرك في الفضاء الذي يحيط بالكروما من دون ان يحدث عبث وتبعثر بمفردات المكان بفضل تقنية الـــ Matchmoving والتي فقط

تحتاج فقط الى رسم (+) او أي اشارات اخرى واضحة ،على تلك الخلفية الخضراء من اجل ان يكون التجسيد ثلاثي الابعاد مع حركة الكاميرا المنضبطة .

4 – الاضاءة الرقمية تعتمد في تقنية الـــــ VFX على بكسلات الصورة ويتم ذلك بفعل الحاسوب .

5 – يمكن ان نظيف الى اللقطة المصورة مجموعة من الاضافات حتى يتغير ملامح المكان الاصلي ومنها المباني واللون والاضاءة والفياضانات والامطار والبراكين وغيرها الكثير ، بحيث يمكن لنا ان نخلق مكانا خياليا غير موجود على ارض الواقع ومن دون وجود الخلفية الخضراء بل عبر تقنية الـــ MP .

6 – المونتاج يكون مرحلة اخيره فقط تلملم شذرات العمل المتناثرة عكس ما هو دارج اذ كان ياتي بعد التصوير مباشرة وهنا اصبح الجرافك هو من يسبقة عبر تقنية الـــ VFX .

**التوصيات :**

ان الفن السينمائي اخذ يعتمد بشكل مطلق على التقنية الرقمية وعالم الحواسيب حتى صرنا نتحدث عن افلام فيها ابطال ومجاميع ومخلوقات كلها خيالية وليس لها علاقة بالواقع لا من قريب ولا من بعيد ، لذا اعتقد ان يكون هنالك بحث يختص بتسليط الضوء على الأدوات والبرامج والوسائل التي تتبنى عمل الـــ VFX و الـــ Motion Capture .

**الهوامش :**

[1] – كرم شلبي . الانتاج التلفزيوني وفنون الاخراج ، دار ومكتبة الهلال . بيروت . 2008، ص 369

[2] – عدنان مدانات . سينما تبحث عن ذاتها ، منشورات وزارة الثقافة المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2005 ، ص 51

[3] – عدنان مدانات . عدسات الخيال ، منشورات وزارة الثقافة المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2007 ، ص 84

[4] – حكمت البيضاني . جماليات وتقنيات الصوت ، أكاديمية الفنون وحدة الإصدارات ،دراسات سينمائية 14، القاهرة ، 2011، ص 153

[5] - د. حمدي محمد البنا . جماليات وتقنيات الصورة السينما تلفزيونية ، موقع جريدة الجمهورية http://www.algomhoriah.net/atach.php?id=21928 ، الأحد 12 إبريل-نيسان 2009 ،

[6] – ناجي فوزي . افاق الفن السينمائي ، دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع ، القاهرة ، 2003، ص 142

[7] – مصدر سابق . عدسات الخيال ، ص 95وص 96

[8] – أسامة عسل . الثورة الرقمية تقنيات متطورة تثري الفن السابع ، http://baretly.net/index.php?topic=13564.0 .

[9] – طاهر عبد مسلم . الخطاب السينمائي من الكلمة الى الصورة ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، 2005، ص 56

[10] – مصدر سابق . الخدع السينمائية تاريخ وأسرار من عالم الإبهار. موقع من النت .

[11] – فاطمة الرفاعي ، فن المؤثرات أطلق العنان لسينما الخيال العلمي والإبهار في هوليوود ، http://www.alkaheranews.com/details.php?pId=7&aId=1314

[12] – وليد عبد الكريم . رحلة إلى عالم الخدع السينمائية والمؤثرات البصرية ، موقع عالم الابداع ، http://www.ibda3world.com

[13] – عدنان مدانات . وعي السينما ، منشورات وزارة الثقافة المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2010 ، ص 77

[14] – يحيى اوهيبة . صناعة الصورة السينمائية ، http://www.youhiba.com/dth/?p=1230356

[15] – ماري الين اوبراين . التمثيل السينمائي ، ترجمة رياض عصمت ، منشورات وزارة الثقافة – المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2012، ص 151

[16] – نادر أسامة محمد . مقدمه ومدخل إلى المؤثرات الخاصة والخدع السينمائية ، http://dvd4arab.maktoob.com/f977/3625481.html

[17] – مصدر سابق . التمثيل السينمائي ، ص 152

[18] – مصدر سابق . مقدمه ومدخل إلى المؤثرات الخاصة والخدع السينمائية ، موقع من النت .

[19] – أحمد عادل القضابي . الخدع والمؤثرات الخاصة بين العلمية والتجربة الخاصة ، http://qudapy.maktoobblog.com

[20] – زينب علي البحراني . الخدع السينمائية تاريخ وأسرار من عالم الإبهار، http://www.khaleejesque.com

[21] – نادر اسامة محمد . المؤثرات البصرية تأريخ كامل منذ البدايات الأولى وحتى عام 1968. http://dvd4arab.maktoob.com/f977/1740352.html

[22] – ادمن . العلاقة بين لغة السينما والتليفزيون ، http://artccafee.cinebb.com/t134-topic

[23] – سيد علي . تكنيك الخدع السينمائية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ،1978، ص 155

[24] – مصدر سابق . الخدع والمؤثرات الخاصة بين العلمية والتجربة الخاصة ، موقع من النت .

[25] – مصدر سابق . المؤثرات البصرية مزيج من الإبداع والخيال السينمائي . موقع من النت .

[26] – مصدر سابق . تكنيك الخدع السينمائية ، ص 201

[27] – كاريل رايس . فن المونتاج السينمائي ، ترجمة احمد الحضري ، الدار المصرية للتاليف والترجمة ، القاهرة ، 1964، ص 99

[28] – مصدر سابق .الانتاج التلفزيوني وفنون الاخراج ، ص 323

[29] – البير يور جنسون و صوفي برونية .المونتاج السينمائي ، ترجمة مي التلمساني ، مطابع المجلس الاعلى للاثار ، القاهرة ، 1996، ص 12

[30] – كين دالي . الاساليب الفنية في الانتاج السينمائي ، ترجمة عصام الدين المصري ، مراجعة جعفر علي ، الدار العربية للموسوعات ، بيروت ، 1987، ص 159

[31] – موقع اكشنها . اهم عشرة افلام في تاريخ السينما ، 9 يونيو 2011 ، http://www.actionha.net/articles/7499-

[32] – موقع البلاد . اهم 10 افلام في تاريخ السينما ، في 3 ديسمبر 2011، http://209.235.200.201/~albiladp/news_inner.php?nid=122575&cat=4

[33] – كيفن جاكسون . السينما الناطقة إحياء لذكرى تشارلز كادن1928 – 1996، ترجمة علام خضر ، منشورات وزارة الثقافة – المؤسسة العامة للسينما ، في الجمهورية العربية السورية – دمشق 2007، ص 400

[34] – ياسر سلطان . الروتوسكوب: أساليب مختلفة في الصورة السينمائية ، نشر في الحياة يوم 10 – 04 – 2009 ، http://www.sauress.com/alhayat/6176

[35] – ريتشارد لينهارت . مقدمة لتحقيق الاستقرار وتتبع الحركة مع Adobe After Effects ، ترجم من قبل مترجم جوجل ، http://www.macprovideo.com/ar/hub/after-effects/introduction-motion-stabilization-tracking-adobe-effects

[36] – مصدر سابق . الروتوسكوب: أساليب مختلفة في الصورة السينمائية ، موقع من النت .

[37] – منى الصبان . فن المونتاج في الدراما التلفزيونية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ، 2001 ، ص 138

[38] – مصدر سابق . السينما الناطقة إحياء لذكرى تشارلز كادن1928 – 1996، ص 298

[39] – مصدر سابق . جماليات وتقنيات الصورة السينما تلفزيونية . موقع على النت .

[40] – From Wikipedia, the free encyclopedia- Chroma key http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key#History

[41] – موضوع منشور في جريدة المدينة – جدة في الخميس 18-3-2010 بعنوان ((الكروما.. تقنية تركيب الصور السينمائية في واحة جدة )) http://www.al-madina.com/node/232641

[42] – صلاح القدومي . الإخراج للراديو والتلفزيون ،ocw.up.edu.ps/upinar/mod/resource/view.php?id=5110

[43] – مصدر سابق . فن المؤثرات أطلق العنان لسينما الخيال العلمي والإبهار في هوليوود.موقع من النت

[44] – خالد زكي .خدعة واقعية ومتقنة ،في تشرين الثاني 23- 2011، http://idealdesigner.net/forums/index.php?showtopic=8908

[45] – محمد عبد الجبار . محاضرات مادة المونتاج والمؤثرات للمرحلة الرابعة سينما الفصل الاول، كلية الفنون الجميلة ، قسم السينما والتلفزيون ، جامعة بغداد ، 2012

[46] – داريوش ديراخشاني . اساسيات مايا 7 ثري دي للمبتدئين ، الدار العربية للعلوم ناشرون ،بيروت ،2007، ص 5

[47] – نور الدين النادي واخرون . المطبعي الرقمي Photoshop & Illustrator ، مكتبة المجتمع العربي للنشر ، عمان ، 2005 ، ص 13

[48] – عبد اللطيف حمزة . الفن التشكيلي وتحديات التكنولوجيا ، بحث غير منشور في الجامعة اللبنانية معهد الفنون الجميلة الفرع الرابع ، منقول من موقع، ص 1111 ،www.aun.edu.eg/conferences/27_9_2009/ConferenceCD.../43.doc

[49] – تعرف على برنامج بليندر ( Blender ) : من موقع طرق الجرافك .http://forums.cgway.net/cg4246/

[50] – عن الأفلام ثلاثيـــة الأبعـــاد نتحـــدث . نـــشر فـــي الأحـــد، 15 مـــايو، 2011 ،http://www.wooohtech.com/2011/05/3d-animations.html

[51] – Pratik Gulati . http://cg.tutsplus.com/sessions. (Step-by-Step : How to Make an Animated Movie).

[52] – مصدر سابق .عن الأفلام ثلاثية الأبعاد نتحدث .موقع من النت .

[53] – مصدر سابق .عن الأفلام ثلاثية الأبعاد نتحدث .موقع من النت .

[54] – مصدر سابق . (Step-by-Step : How to Make an Animated Movie.) موقع من النت .

[55] – مصدر سابق .عن الأفلام ثلاثية الأبعاد نتحدث .موقع من النت .

[56] – المدخل ثلاثى الأبعاد لرسوم الحاسبComputer3Dapproach . www.ergo-eg.com/Data/3d-grfx-part2.doc

[57] – مصدر سابق .عن الأفلام ثلاثية الأبعاد نتحدث .موقع من النت .

[58] – المصدر سابق نفسه .عن الأفلام ثلاثية الأبعاد نتحدث .موقع من النت .

[59] – المؤثرات البصرية Visual Effects
http://www.alajyale.com/vb/showthread.php?t=22383

[60] – مصدر سابق . (Step-by-Step : How to Make an Animated Movie.) موقع من النت .

[61] – مصدر سابق .عن الأفلام ثلاثية الأبعاد نتحدث .موقع من النت .

[62] – مصدر سابق . (Step-by-Step : How to Make an Animated Movie.) موقع من النت .

[63] – همام البهنسي . مقدمة في أنظمة التقاط الحركة (Motion Capture) ،http://www.agdn-online.com/papers/mocapp1.htm

[64] - Rick Parent. Motion Capture . Youding Zhu CSE888X14 : www.cse.ohio-state.edu/~parent/.../MotionCapture.p.

[65] – مصدر سابق . مقدمة في أنظمة التقاط الحركة (Motion Capture) . موقع من النت

[66] – مصدر سابق . رحلة إلى عالم الخدع السينمائية والمؤثرات البصرية ، موقع عالم الابداع . موقع من النت

[67] - محاكـــاة للحركـــة الواقعيـــة مـــن دون مجـــسات ضـــوئية ،
http://www.maxforums.net/showthread.php?t=51052

[1] - Edward Sargeant ((Real-time tracking and compositing for use in on set 2½D pre-visualisation . BA Computer Visualisation and Animation: Year 3 : Innovations in Computer ..Animation .pp6: ncca.bournemouth.ac.uk/.../edward_sargeant_innov

[69] – سعد الغامدي . من موقع فور شباب ، http://www.4shbab.net/vb/showthread.php?t=20588. MattePainting

[70] – http://news.swalif.com/index.php?id=MTU5OTQ4NA
01/03/2012 منتديات سوالف ، فن الـ Matte Painting

[71] - صفاء زهير حنفى . :ملخص رسالة ماجستير( التقنيات الحديثة وأثرها على المونتاج فى أفلام الخيال العلمي) ، المعهد العالى للسينما . (نشرت فى 2 نوفمبر 2009 بواسطة egyptartsacademy ) .

[72] – يوحنا دانيال . الدخول الى عالم الماتركس ، مقالة في مجلة مسارات ،العدد الثاني ، الـسنة الثانيـة دار الكتـب والوثـائق . بغـداد ،2006،ص118

[73] – جيرار جونيت . الانتقال المجازي من الصورة الى المتخيل ، ترجمة زبيده بشار القاضي ،منشورات الهيئة العامة السورية للكتـاب ، دمشق 2009، ص 25

[74] – مصدر سابق . ملخص رسالة ماجستير( التقنيات الحديثة وأثرها على المونتاج فى أفلام الخيال العلمي) ،منشور على النت .

## المصادر من الكتب :

[1] – الين اوبراين، ماري. التمثيل السينمائي ، ترجمة رياض عصمت ، منشورات وزارة الثقافة – المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2012.

[2] – البيضاني ،حكمت . جماليات وتقنيات الصوت ، أكاديمية الفنون وحدة الإصدارات ،دراسات سينمائية 14، القاهرة ، 2011.

[3] – جاكسون، كيفن . السينما الناطقة إحياء لذكرى تشارلز كادن1928 – 1996، ترجمة علام خضر ، منشورات وزارة الثقافة – المؤسسة العامة للسينما ، في الجمهورية العربية السورية – دمشق 2007.

[4] – جنسون ،البير يور و صوفي برونية .المونتاج السينمائي ، ترجمة مي التلمساني ، مطابع المجلس الاعلى للاثار ، القاهرة ، 1996.

[5] – جونيت ،جيرار . الانتقال المجازي من الصورة الى المتخيل ، ترجمة زبيده بشار القاضي ،منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب ، دمشق 2009.

[6] – دالي ،كين . الاساليب الفنية في الانتاج السينمائي ، ترجمة عصام الدين المصري ، مراجعة جعفر علي ، الدار العربية للموسوعات ، بيروت ، 1987.

[7] – دانيال ،يوحنا . الدخول الى عالم الماتركس ، مقالة في مجلة مسارات ،العدد الثاني ، السنة الثانية دار الكتب والوثائق . بغداد ،2006.

[8] – ديراخشاني ،داريوش . اساسيات مايا 7 ثري دي للمبتدئين ، الدار العربية للعلوم ناشرون ،بيروت ،2007.

[9] – رايس، كاريل . فن المونتاج السينمائي ، ترجمة احمد الحضري ، الدار المصرية للتاليف والترجمة ، القاهرة ، 1964.

[10] – شلبي ،كرم . الانتاج التلفزيوني وفنون الاخراج ، دار ومكتبة الهلال . بيروت . 2008،

[11] – الصبان، منى . فن المونتاج في الدراما التلفزيونية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ، 2001 .

[12] – عبد مسلم ،طاهر. الخطاب السينمائي من الكلمة الى الصورة ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، 2005.

[13] – علي ،سيد . تكنيك الخدع السينمائية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ،1978.

[14] – فوزي ، ناجي . افاق الفن السينمائي ، دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع ، القاهرة ، 2003

[15] – مدانات ،عدنان . سينما تبحث عن ذاتها ، منشورات وزارة الثقافة المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2005 .

[16] – مدانات ،عدنان . عدسات الخيال ، منشورات وزارة الثقافة المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2007 .

[17] – مدانات ،عدنان . وعي السينما ، منشورات وزارة الثقافة المؤسسة العامة للسينما ، دمشق ، 2010 .

[18] – النادي ، نور الدين واخرون . المطبعي الرقمي Photoshop & Illustrator ، مكتبة المجتمع العربي للنشر ، عمان ، 2005 .

## المصادر الأخرى :

[74] – أحمد عادل القضابي . الخدع والمؤثرات الخاصة بين العلمية والتجربة الخاصة ، http://qudapy.maktoobblog.com3

[2] – ادمن . العلاقة بين لغة السينما والتليفزيون ، http://artccafee.cinebb.com/t134-topic

[3] – أسامة عسل . الثورة الرقمية تقنيات متطورة تثري الفن السابع ، http://baretly.net/index.php?topic=13564.0 .

[4] – المدخل ثلاثى الأبعاد لرسوم الحاسبComputer3Dapproach . www.ergo-eg.com/Data/3d-grfx-part2.doc

[5] – تعرف على برنامج بليندر ( Blender ) : من موقع طرق الجرافك .http://forums.cgway.net/cg4246 /

[6] – خالد زكي .خدعة واقعية ومتقنة ،في تشرين الثاني 23- 2011، http://idealdesigner.net/forums/index.php?showtopic=8908

[7] – د. حمدي محمد البنا . جماليات وتقنيات الصورة السينما تلفزيونية ، موقع جريدة الجمهورية http://www.algomhoriah.net/atach.php?id=21928 ، الأحد 12 إبريل-نيسان 2009 ،

[8] – ريتشارد لينهارت . مقدمة لتحقيق الاستقرار وتتبع الحركة مع Adobe After Effects ، ترجم من قبل مترجم جوجل ، http://www.macprovideo.com/ar/hub/after-effects/introduction-motion-stabilization-tracking-adobe-effects

[9] – زينب علي البحراني . الخدع السينمائية تاريخ وأسرار من عالم الإبهار، http://www.khaleejesque.com

[10] – سعد الغامدي . من موقع فور شباب ، MattePainting . http://www.4shbab.net/vb/showthread.php?t=20588

[11] – صفاء زهير حنفي . :ملخص رسالة ماجستير( التقنيات الحديثة وأثرها على المونتاج فى أفلام الخيال العلمي) ، المعهد العالى للسينما . (نشرت فى 2 نوفمبر 2009 بواسطة egyptartsacademy )

[12] – صلاح القدومي . الإخراج للراديو والتلفزيون ،ocw.up.edu.ps/upinar/mod/resource/view.php?id=5110

[13] – عبد اللطيف حمزة . الفن التشكيلي وتحديات التكنولوجيا ، بحث غير منشور في الجامعة اللبنانية معهد الفنون الجميلة الفرع الرابع ، منقول من موقع، ص 1111 www.aun.edu.eg/conferences/27_9_2009/ConferenceCD.../43.doc

[14] – عن الأفلام ثلاثية الأبعاد نتحدث . نشر في الأحد، 15 مايو، 2011 ، http://www.wooohtech.com/2011/05/3d-animations.html

[15] – فاطمة الرفاعي ، فن المؤثرات أطلق العنان لسينما الخيال العلمي والإبهار في هوليوود ، http://www.alkaheranews.com/details.php?pId=7&aId=1314

[16] – محمد عبد الجبار . محاضرات مادة المونتاج والمؤثرات للمرحلة الرابعة سينما الفصل الاول، كلية الفنون الجميلة ، قسم السينما والتلفزيون ، جامعة بغداد ، 2012.

[17] – موقع اكشنها . اهم عشرة افلام في تاريخ السينما ، 9 يونيو 2011 ، http://www.actionha.net/articles/7499-

[18] – موقع البلاد . اهم 10 افلام في تاريخ السينما ، في 3 ديسمبر 2011، http://209.235.200.201/~albiladp/news_inner.php?nid=122575&cat=4

[19] – موضوع منشور في جريدة المدينة – جدة في الخميس 18-3-2010 بعنوان ((الكروما.. تقنية تركيب الصور السينمائية في واحة جدة )) http://www.al-madina.com/node/232641

[20] – محاكاة للحركة الواقعية من دون مجسات ضوئية ، http://www.maxforums.net/showthread.php?t=51052

[21] – نادر أسامة محمد . مقدمه ومدخل إلى المؤثرات الخاصة والخدع السينمائية ، http://dvd4arab.maktoob.com/f977/3625481.html

[22] – همام البهنسي . مقدمة في أنظمة التقاط الحركة (Motion Capture) ، http://www.agdn-online.com/papers/mocapp1.htm

[23] – وليد عبد الكريم . رحلة إلى عالم الخدع السينمائية والمؤثرات البصرية ، موقع عالم الابداع ، http://www.ibda3world.com

[24] – ياسر سلطان . الروتوسكوب: أساليب مختلفة في الصورة السينمائية ، نشر في الحياة يوم 10 – 04 – 2009 ، http://www.sauress.com/alhayat/6176

[25] – يحيى اوهيبة . صناعة الصورة السينمائية ، http://www.youhiba.com/dth/?p=1230356

[26] – Pratik Gulati . (Step-by-Step : How to Make an Animated Movie) http://cg.tutsplus.com/sessions.

[27] – http://news.swalif.com/index.php?id=MTU5OTQ4NA 01/03/2012 منتديات سوالف ، فن الـ Matte Painting

[28] – Visual Effects المؤثرات البصرية http://www.alajyale.com/vb/showthread.php?t=22383

[29] – From Wikipedia, the free encyclopedia- Chroma key http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key#History

[30] - Rick Parent. Motion Capture . Youding Zhu CSE888X14 : www.cse.ohio-state.edu/~parent/.../MotionCapture.p.

[31] - Edward Sargeant ((Real-time tracking and compositing for use in on set 2½D pre-visualisation . BA Computer Visualisation and Animation: Year 3 : Innovations in Computer Animation .pp6: ncca.bournemouth.ac.uk/.../edward_sargeant_innov