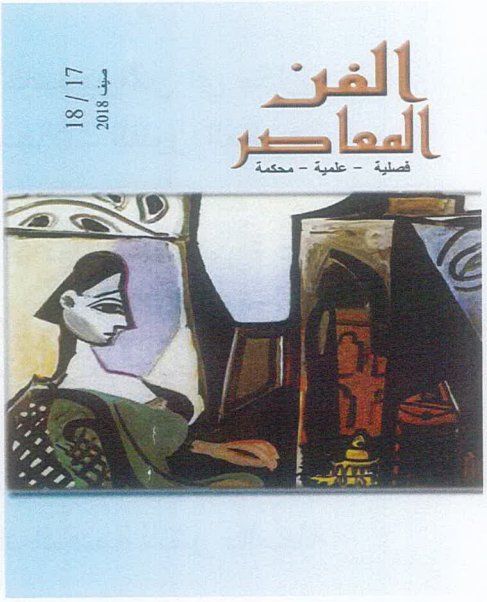
# الفن المعاصر

فصلية - علمية - محكمة

18 / 17
صيف 2018

أكاديمية الفنون
ACADEMY OF ARTS

# الفن المعاصر




غلاف العدد 18/17
صيف 2018

لوحة الغلاف
**Jacqueline in studio**
للفنان العالمي بابلو بيكاسو 1956

مجلة الفن المعاصر
إصدار وحدة الإصدارات
أكاديمية الفنون - مصر

المسؤول الإداري
**صفاء عباس**

المراجع اللغوي
**إيناس أحمد**

متابعة النشر
**محمد درويش**
**محمد عرابي**

كتابة إلكترونية
**مرفت عباس**
**وفاء محمد**

المخرج الفني
**الشريف منجود**

## هيئة التحرير

رئيس مجلس الإدارة
رئيس التحرير
**أ.د. أشرف زكي**

مدير التحرير
**أ.د. حسن عطية**

**مستشارو التحرير**
**حسب الترتيب الأبجدي**

**أ.د. جابر عصفور**
**أ.د. عصمت يحيى**
**أ.د. عليه عبد الرازق**
**أ.د. سمير سيف**
**أ.د. فوزي فهمي**
**أ.د. حسن شرارة**
**أ.د. رضا رجب**

# شروط وأحكام النشر في المجلة

ترحب مجلة الفن المعاصر بمشاركة الباحثين والأكاديميين من أي مكان، وتقبل الدراسات وامقالات العلمية المعمقة في شتى مجالات الفنون المتنوعة وفقا للشروط التالية:

المادة المنشورة في المجلة تعبر عن رأي كاتبها، ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلة.

ترحب مجلة الفن المعاصر بأية مداخلات أو تعقيبات أو تصويبات على ما ينشر بها من مواد.

تعتذر المجلة بصفة قطعية عن نشر أية مادة سبق نشرها أو معروضة للنشر لدى منابر ثقافية أخرى فالمقالات والدراسات والمواد المقدمة للنشر بالمجلة تكتب خصيصًا لها.

تراعى القواعد العلمية المعمول بها في كتابة المصادر والمراجع كما تراعى قوانين حماية الملكية الفكرية.

ترسل المواد إلى افن المعاصر مطبوعة الكترونيا مرفقا معها CD وتسلم أصول الصور والأشكال والرسوم والنوت الموسيقية مع الموضوعات.

المادة المقدمة للنشر لا تعاد لأصحابها سواء نشرت أو لم تنشر.

ترتي المواد والأسماء في المجلة يخضع لاعتبارات فنية وليست له أية صلة بمكانة الكاتب أو درجته العلمية.

للمجلة مراجعة أصحاب المقالات والدراسات لإجراء تعديلات تراها المجلة ضرورية.

الدراسات المقدمة من أعضاء هيئة التدريس تمهيدًا لتقديمها للجان الترقيات تراجع في شأنها القواعد المنظمة للتحكيم المعمول بها في الأكاديمية.

## محتويات العدد

فنون الأكاديمية الراقية
أ.د. أشرف زكي 4

تأثير المهرجان التجريبي على المسرح المصرى
أ.د .حسن عطية ٦

المسرح

عناصر مبتكرة لتدريب الممثل وفق رؤى "كريج" للممثل الدمية [السوبر ماريونيت] دراسة تحليلية تطبيقية
أ.م.د. مدحت محمدي الكاشف 10

التقنيات الحديثة لإسقاط الصورة على خشبة المسرح
د. رامي بنيامين بشرى 30

تجليات التراث بين الحلم والأسطورة في مسرح بهيج إسماعيل.
د. لبلة فتحي خليفة السيد ٥٦

جمالية البنية المسرحية في المسرح الكويتي المعاصر (الكاتبات نموذجا)
أ.م.د سكينة مراد 86

استخدام (الوسائط المتعددة) في العرض المسرحي
د. سعداء الدعاس 104

سينما

تصميم القصور الملكية الفرعونية في أفلام هوليود أفلام قصة النبي موسى مع فرعون مصر
أ.م.د دعاء فتحي الديب 134

شروط عمل فيلم الواقع الافتراضي VIRTUAL REALITY وتغير أسلوب و دور المونتير به
أ.م.د صفاء زهير 166

الإضاءة من عصر ما قبل الصمامات إلى أشباه الموصلات
أ.م.د. عمرو صلاح أمين 184

بحث أهمية تدخل الدولة لمواجهة التحديات التي تعانى منها صناعة السينما في مصر
أ.م.د محمد خضر 216

باليه

ثقافة الهيب هوب وتأثيرها على تطور وطريقة عرض أساليب الرقص على المسرح
أ.د. عاطف عوض 236

موسيقى

تنمية التوافق العضلي العصبي لعازف الكمان في الموسيقى العربي
أ.م.د. مصطفى السيد عبدالله 252

الأغنية الجهادية عند التنظيمات الإرهابية دارسة نقدية
أ.م.د ياسمين سمير فراج 280

تدريبات تكنيكية لتذليل صعوبات أداء الخانة الرابعة لقالب السماعى عند كل من توفيق الصباغ وعبده صالح والاستفادة منها فى العزف على آلة العود
أ.م.د. منيرة سمير محمد علي 298

الاستفادة من مهارات الفنية للونجا
د. عصام جمعة 330

الفنون الشعبية

الأشكال الشعبية بين الفرجة ومسرح الأسواق (حفلات الذكر عند الطريقة الرفاعية)
د. علي الرفاعي 352

# فنون الأكاديمية الراقية

أ.د أشرف زكي

عندما تقلب صفحات هذا العدد، والأعداد السابقة، من هذه المجلة، سوف تدرك بسهولة أن ثمة وعيا بقيمة البحث العلمى كامن فى عقول كتاب هذه الأعداد، من أعضاء هيئات التدريس وغيرهم، وسوف تتلمس هذا الحوار الخلاق بين الشقاء العرب على صفحات مجلتهم / مجلتنا العريقة، التى تفتح نوافذها على كل البلدان والتيارات والنظريات، لا تصد نفسها عن تيار دون آخر، ولا تنحاز لنظرية على حساب نظرية أخرى، بل تتيح لكل البحوث أن تثمر أفكارها الجادة على صفحاتها .

هى بالفعل مجلة (الفن المعاصر) التى تساير فنون المسرح والسينما والباليه والموسيقى العربية والأجنبية والفنون الشعبية وفنون النقد الأدبي ، وتطل بعيونها على كل منجز عالمى كى تحاوره وتتعرف على الجديد فيه ، وتفتش فى العلاقات البنائية بين الفنون المختلفة، التى تضمها الأكاديمية، بحثا عن المشترك فيما بينها، فقد انفتحت اليوم حقول الإبداع بعضها على بعض، وتحطمت الأسوار بين الفنون المختلفة من جهة، وبينها وبين الجمهور المتلقي من جهة أخرى، واندمجت منصة العرض بصالة المشاهدة، وتعددت أساليب الإبداع والإنجاز الفنى .

هذه مجلة الجميع .. رصينة ومحكمة .. يكتبها صناع الإبداع ويقرأها عشاق الفنون، وتفتح مع كل عدد نوافذها على هواء متجدد، وأشعة شموس تتعلق بالفهم والمعرفة وحب الوطن.

# الفن المعاصر

## السينما

234: 134

تصميم القصور الملكية الفرعونية في أفلام هوليود أفلام قصة النبي موسى مع فرعون مصر

أ.م.د دعاء فتحي الديب

شروط عمل فيلم الواقع الافتراضي VIRTUAL REALITY وتغير أسلوب و دور المونتير به

أ.م.د صفاء زهير

الإضاءة من عصر ما قبل الصمامات إلى أشباه الموصلات

أ.م.د. عمرو صلاح أمين

بحث أهمية تدخل الدولة لمواجهة التحديات التي تعانى منها صناعة السينما في مصر

أ.م.د محمد خضر

# الإضاءة من عصر ما قبل الصمامات إلى أشباه الموصلات

أ.م.د. عمرو صلاح أمين

تعتبر الصورة من أهم وسائل الاتصال والتواصل ما بين البشر فنجدها قد ساهمت فى المعرفة عبر التعبير ونقل الأفكار والأحاسيس ومن ثم اكتساب المعارف والخبرات، ومع انتشار وتغلغل الصورة فى شتى مناحى الحياة الإنسانية على كوكبنا من تعليم وإعلام وتجارة وصناعة وصحة وأمن... إلخ عبر الصحف والمجلات والإعلانات وشاشات السينما والتلفاز وشبكة المعلومات، حيث أطلق البعض على هذا العصر "عصر الصورة"[1] حيث نجد أن الضوء والإحساس به وما ينشأ عنه من ظل وتأثيرات حسية هو أحد المكونات الأساسية فى تشكيل وتكوين أغلب الصور سواء المرسومة باليد أو حتى التى يتم تصميمها عبر الحواسيب، فضلا عن كونه العامل الأساسي الذى لا غنى عنه فى التصوير الضوئي الذى بُني عليه فن السينما وما تلاه من فنون التليفزيون الاعتيادية ثم الرقمى، وصولا إلى الصور عالية التمييز High Definition، وفائقة التميز Ultra High Definition، أو ما بات يعرف بالسينما الرقمية Digital cinematography، وكذلك ما قد ينبنى عليها من فنون مستقبلية.

ويعتمد التصوير الضوئى فى تكوينه على عناصر ثلاث؛ أولها وجود الضوء وثانيها وجود سطح حساس يتأثر بالضوء، أما الركيزة الثالثة فهى وجود آلية ما لتعريض السطح الحساس للضوء بالكيفية التى تسمح بتسجيل صورة صحيحة التعريض واضحة التفاصيل.

وبالنظر إلى الضوء كأحد تلك العناصر نجده شكلا من أشكال الطاقة، لا يفنى ولا يستحدث من العدم، وهو موجات كهرومغناطيسية لاحظها وتعرف عليها الإنسان عبر رحلة وجوده على كوكب الأرض منبعثة من الشمس المصدر الأساسي والرئيسي للطاقة والدفء على كوكبنا، وكذلك لاحظ ضوء النجوم ونور القمر فقدسها البعض وعبدها آخرون، ثم ما لبث مع تطور فكره وعلمه أن طور مصادره الخاصة للإضاءة، والتى يستطيع أن يتحكم فى توقيت توافرها فلا تغيب مع غياب أشعة الشمس، ويتحكم كذلك فى خواصها ومكانها بقدر أكبر بحيث يستطيع أن يتحرك ويضيء بها ما يريد حيثما شاء وقتما شاء وكيفما شاء.

وبنظرة أكثر عمقا فى فنون التصوير الضوئي بمختلف أشكاله سواء الثابت أو المتحرك، نجد أنه عند التعامل مع الضوء يكون الأمر أكثر تحديدا ودقة، بحيث يتوجب التعامل مع الضوء بقدر كبير من التحكم مع السيطرة على مواصفاته كمًّا ونوعا ليتناسب –أولا– بدقة مع متطلبات الوظيفة التقنية للضوء فى العمل الفني من حيث التوافق مع ما يتطلبه السطح الحساس لتسجيل صورة صحيحة التعريض والألوان، ثم ما يلبث الأمر أن يتخطى ذلك وصولا إلى تحقيق الدور الفني والإبداعي الملائم للتواصل البصرى الفعال والملازم للتشكيل الفني المعبر للصورة بما يلائم طبيعة عملية السرد الدرامي، وبما قد يشتمل عليه من تشكيل للجماليات المختلفة للصورة مع الإيحاء بالمكان والزمان المراد إعلام أو إيهام المشاهد بهما لتحقيق السرد بالشكل المستهدف.

أما عن آلة التصوير والتى تمثل الضلع الثالث لعملية التصوير الضوئي فنجد الأمر فى العمل الاحترافي وقد تعدى الحاجة لآلية تسجيل صورة صحيحة التعريض إلى آلة تحقق ذلك مع إتاحة الإمكانات المختلفة التى تساعد المصور على تسجيل الصورة بالكيفية والشكل والتأثير الذى يطمح إلى تحقيقه عبر التحكم فى تعريض السطح الحساس للضوء ليس فقط كمًّا وزمنًا وفى معدل الكدرات فى الثانية الواحدة بل تتحكم أيضا فى الألوان وفى دقة التمييز Resolution وجودة الصورة أيضا، عبر اختيار أسلوب التشفير ونمط الضغط Compression لتسجيل معلومات الصورة فى آلات التصوير الرقمية الحديثة؛ وكل ذلك مع توافقها لأقصى مدى ممكن مع المتطلبات المختلفة والظروف التى قد تتوافر أو تطرأ فى وقت وبيئة التصوير كالتغير فى كم أو لون الضوء نتيجة مرور الزمن فى يوم ووقت التصوير، وكذلك التغير فى الظروف المناخية.

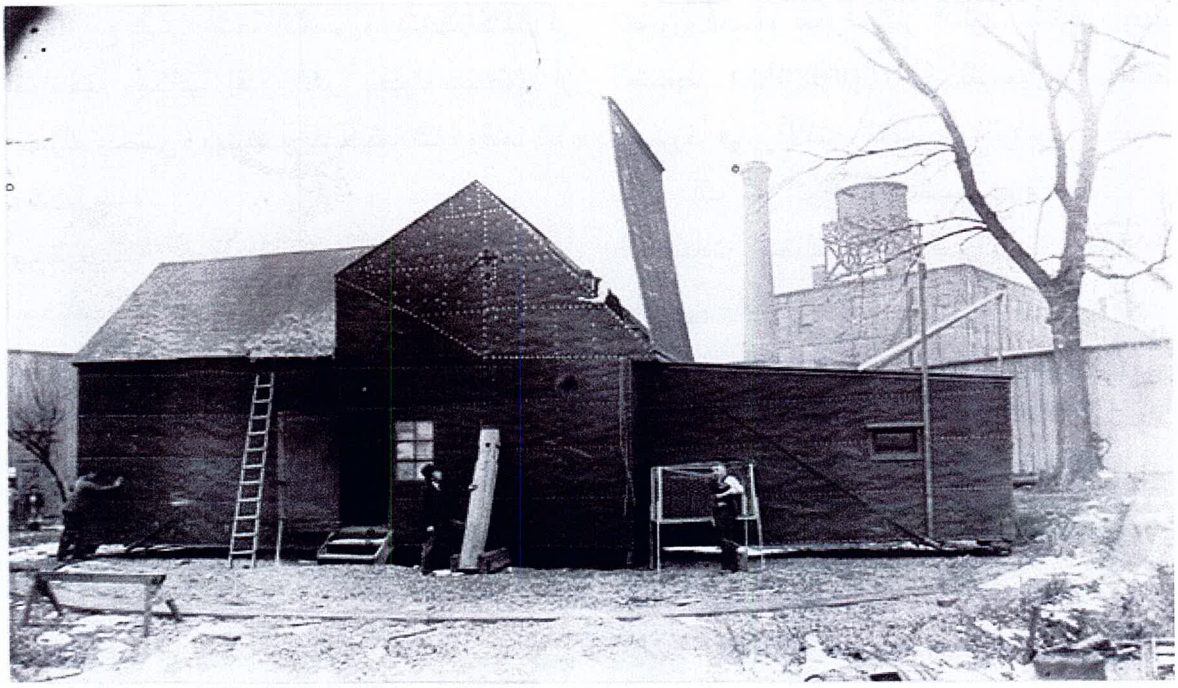
ومنذ البدايات الأولى للسينما، تتلاحق التطورات بشكل سريع فى آلات التصوير والأفلام الحساسة والعدسات، ويواكب ذلك التطور فى معدات الإضاءة وإن كان بدرجة أقل بعض الشيء فى أكثر الأحيان، حيث جاءت التطورات أسرع فى مجال الأفلام الحساسة وآلات التصوير، أما

الإضاءة فتتطور بشكل لاحق نسبيا للتوافق معها أو لملائمة طبيعة عملية تصوير الفيلم من توافق بدرجة أكبر مع أماكن وظروف التصوير، وبالتالى لإضافة المزيد من الإمكانات التقنية والتعبيرية لمدير التصوير.

فـ(كما هو معلوم) مع البدايات الأولى للسينما، كان الفيلم الحساس للضوء المتاح آنذاك بطيء الحساسية؛ لذلك حين دعت الحاجة للتصوير الداخلى كان يتم التصوير على ضوء الشمس لإتاحة أكبر كم ممكن من الضوء المطلوب لتعريض الفيلم فى بلاتوهات ذات حوائط وأسقف زجاجية مبنية خصيصا بحيث تتيح نفاذ ضوء الشمس ونور النهار إلى الداخل عبر حوائط وأسقف زجاجية أشبه ما تكون بمنشور مستطيل القاعدة Rectangular prism يعلوه منشور مثلث الشكل Triangular prism كما فى حالة ستوديو Black Maria أول هذه الاستديوهات الذى بناه "توماس أديسون" فى معامله فى نيوجرسى سنة 1893 بتكلفة بلغت آنذاك 637, 67 دولار أمريكى (انظر الشكلان1و2).

وكما يظهر فى (الشكلين 3أ و3ب) نلاحظ "آنابيل ويتفورد" Annabelle Whitford سنة 1894 تؤدى رقصة الفراشة فى ستوديو Black Maria، بينما الإضاءة الساقطة عليها هى إضاءة قبيبة نتيجة سقوط ضوء الشمس الحاد عليها من أعلى بشكل مباشر، وهو الأمر الذى تم معالجته فيما بعد من خلال شد إطارات من قماش الموسلين للتحكم فى الضوء الذى يصل لموضوعات التصوير، وهو ما مثل تطورا نوعيا فى شكل الضوء.

االشكلان 3أ، 3ب يظهران آنابيل ويتفورد" –An nabelle Whitford سنة 1894 تؤدى رقصة



(شكل رقم 1) ستوديو بلاك ماريا

شكل رقم 2 صورة من فيلم هوجو [2] تمثل الاستوديو الزجاجى لجورج ميليه

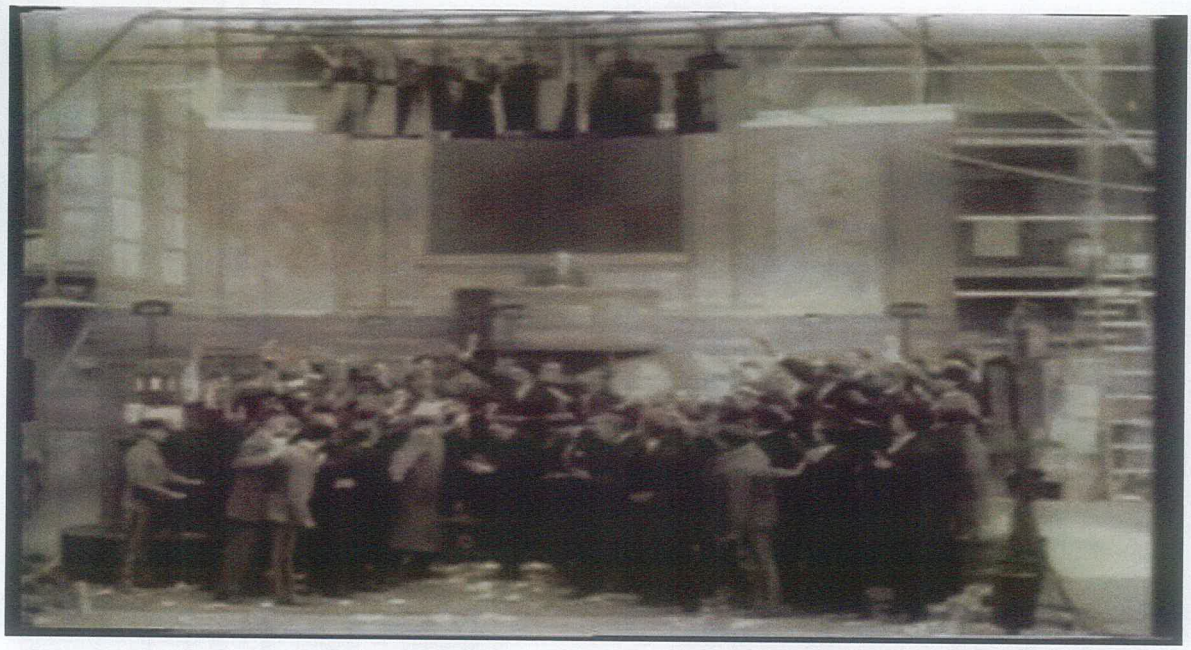
(شكل رقم 3أ)

(شكل رقم 3ب)

الفراشة فى ستوديو Black Maria)
ثم مع التطور فى حساسية الفيلم للضوء والحاجة لقدر أكبر من التحكم وتوفير الضوء اللازم للتصوير صناعيا فى مختلف الأوقات وللحد (بعض الشيء) من الآثار غير المرغوب فيها للضوء الطبيعى، والذى لا يمكن التحكم فيه وتوفيره طوال الوقت بالكم والشكل المطلوب؛ فتم استخدام ضوء لمبات بخار الزئبق[3] (Mercury Vapour) التى اخترعها "كوبر هويت" Cooper Hewitt سنة 1901، والتى كانت تبعث إضاءة زرقاء تميل للاخضرار تتراوح شدتها مابين 500 إلى 300000 ليومن بحسب التيار المار عبرها، إلا أنها لم تستمر طويلا كمصدر لإضاءة الأفلام. دخول أقواس الكربون الكهربية إلى عالم الإضاءة السينمائية:

تلقفت سريعا الصناعة الناشئة مصدرا جديدا للإضاءة، وإن لم يكن جديدا تماما فتم استخدام إضاءة أقواس الكربون الكهربية Arc Lamps والتى تميزت بكثافة الضوء المنبعث منها؛ فاستخدِمت فى البداية لإضاءة الطرق[4] والمبانى ذات المساحات الكبيرة للأغراض الصناعية (شكل رقم4)[5]، ثم من بعد ذلك استخدمت فى المسرح؛ فأخذتها السينما عنه كما أخذت منه الكثير من تقاليده وحبكاته، فكانت تلك الكشافات ملائمة بدرجة كبيرة للصناعة الفنية الوليدة نظرا للكم الكبير من الضوء الذى ينبعث منها والذى يتلائم من حيث الأطوال الموجية مع الحساسية الطيفية للأفلام المتاحة آنذاك (الأفلام

(شكل رقم4)[5] يظهر فيه استخدام أقواس الكربون لإضاءة المبانى ذات المساحات الكبيرة للأغراض الصناعية

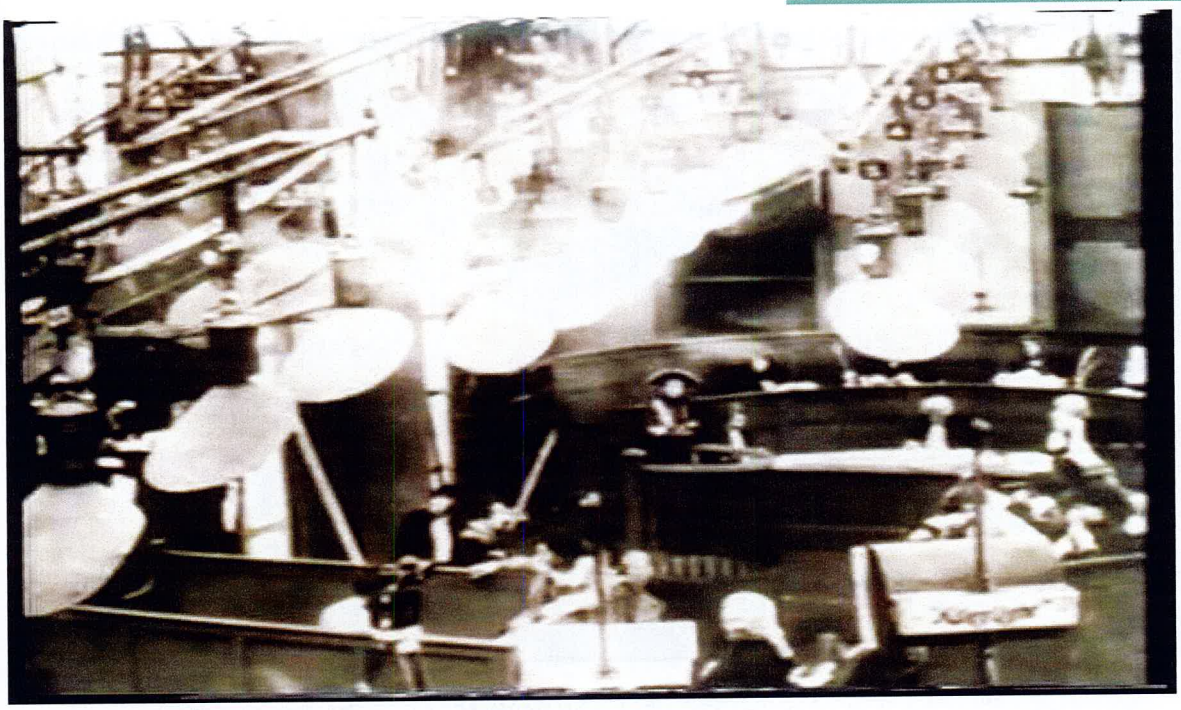


(شكل رقم 5) تظهر فيه كشافات الإضاءة مثبتة عموديا ودون نواشر للضوء

الأورثوكروماتيك Orthochromatic) الحساسة للأزرق والأخضر.

وجاء توظيف الإضاءة الصناعية فى البدايات تحقيقا للغرض الكمى للإضاءة، فكان يتم تثبيت اللمبات فى شبكة أعلى الديكور بحيث يسقط ضوؤها بشكل عمودى على موضوعات التصوير (Top Light) للحصول على الكم اللازم من الضوء لإحداث التعريض الصحيح على الفيلم بغض النظر عن الدراما وجماليات الرسم بالضوء، (شكل رقم5) حتى مع إضافة مشتتات للضوء لإضفاء بعض النعومة على الصورة (شكل رقم6) إلا أن زاوية سقوط الضوء بشكلٍ عام كانت هى الزاوية نفسها فظلت الإضاءة قببية على الأجسام المُصورة والموضوعات فيما يشبه إضاءة الشمس وقت تعامدها على الأجسام المختلفة، كما يظهر فى (شكل رقم 7) فنجد الأجزاء الأفقية من الأجسام المصورة تظهر عالية النصوع مقارنة بالأجزاء الرأسية من الأجسام نفسها كنتيجة لزاوية سقوط الإضاءة عليها.

ومع أخذ السينما للكثير من تقاليد المسرح ودخول العديد من أصحاب الخلفية المسرحية إلى عالم الفن السينمائى، أخذت كذلك الشكل المميز للتعبير الدرامى بالضوء وتأثيرات المصادر المختلفة الذى ابتدعه بعض المسرحيين أخذا عمن سبقهم من التشكيلين مضيفين رؤاهم الخاصة وهو مما أثر إيجابا بدرجة كبيرة على السرد المسرحى، فتأثرت السينما بالتعبير الدرامى للإضاءة والظلال والأضواء الملونة التى صممها السويسرى "آدولف آبيا" (Adolphe Appia 1862 – 1928) وبخاصة ما قدمه لعروض أوبرات "فاجنر"، والتى وظف وتعامل فيها مع الظل كعنصر مؤثر فى التعبير والإيهام بواقع المنظر المسرحى لإضفاء



(شكل رقم 6)

(شكل رقم 7)

البعد الثالث والتناغم مع حركة الممثلين والحدث على المسرح، وكذلك أيضا تأثرت السينما بمسرح ديفيد بيلاسكو «David Belasco » (1853 – 1931) فكان ذلك بدايات لتبلور الدور الفني للإضاءة فى مساندة الدراما وللتعبير عنها، وخاصة مع التطور الذى دخل على معدات الإضاءة بنهايات العقد الأول من القرن العشرين فى الولايات المتحدة، وظهر أثر ذلك فى أعمال جريفيث ذى الخلفية المسرحية، وسيسل دى ميل الذى تلقى فترة تدريبه الأولى وعمل أيضا مع «بلاسكو» قبل عمله بالسينما، فاقتبس الإضاءة الدرامية لمسرح بلاسكو ودمجها مع تكنولوجيا السينما الناشئة آنذاك، فتطور شيئا فشيئا توظيف الإضاءة جماليا ودراميا، وقد تحقق ذلك على أيدى مصورين متميزين من أمثال «بيلى بيتزر» Billy Bitzer الذى تمكن من تحويل أفكار ورؤى جريفث إلى صور ملموسة على السلسلويد، ومن ثم إلى الشاشة والتى اختلفت صورتها كثيرا عما سبقها من أعمال، وكذلك و"جون سايتز" John F. Seitz بأسلوبه المميز الذى يحاكى فيه لوحات ريمبرانت من حيث توزيع مساحات الإضاءة والظلال وطبقة الإضاءة المنخفضة فى كثير من الأحيان.

ويعد فيلم "The Cheat" من إخراج سيسل دى ميل وتصوير "ألفين وايكوف"[6] Alvin Wyckoff من أوائل الأفلام التى تم إضاءتها كاملا اعتمادا على الإضاءة الصناعية، حيث استعان فيه دى ميل بـ "ويلفريد بكلاند" Wilfred Buck–land مصمم مناظر "ديفيد بلاسكو"، حيث أصر (بكلاند) على استخدام الإضاءة الصناعية بشكل كامل، وهو ما حققه مع المصور "ألفين وايكوف"[6]، وساد استخدام كشافات أقواس الكربون الكهربية "Klieg light"[7] والتى كانت تبعث كمًّا كبيرا مبهرا من الضوء وكانت آنذاك دون سطح واقٍ من الأشعة فوق البنفسجية مما كان يتسبب فى حروق جلدية وآلام بالغة فى أعين الممثلين عند النظر إليها.

أما عن إضاءة كشافات أقواس الكربون الكهربى Carbon Arc فكانت إضاءتها تتميز –فضلا عن كم الضوء الكبير المنبعث منها– بحدة الظلال الناتجة عنها، ""تتميز بالتباين المرتفع Hard Light دون تدرج فى شدة الإضاءة بين المناطق المضاءة ومناطق الظلال، أى تكون أشعتها محددة تماما Sharply Defined"[8] فكانت بذلك عند دخولها عالم الإضاءة السينمائية هى الأفضل للاستخدام مع الكشافات التى تحتوى على نظام بصري لتجميع الضوء والتحكم فيه نظرا لدقة حجم الجزء الباعث للضوء، وهو ما ناسب الحاجة الإبداعية لعملية الرسم بالضوء على الشاشة. يقول مدير التصوير "جون آلتون Jhon Alton" "فى الأفلام الأسود والأبيض عندما كنا نريد تأثير ضوء الشمس والقمر أو أى ضوء حاد ومركّز، فإننا نستخدم إضاءة الأقواس الكربونية" [9] .

خصائص إضاءة أقواس الكربون الكهربية:

– 90 % من الضوء ينبعث من منطقة صغيرة نسبيا فينتج عنها ظلال محددة وحادة، وهى منطقة الفوهة (Crater) من القضيب الموجب فى الأنواع القديمة منه أو من الكرة الملتهبة ما بين القضيبين نتيجة احتراق الشوائب المُضافة

فى مركز القضيبين الكربونيين.

– ينبعث منها كم ضوئي كبير ناصع مركز وحاد، نظرا لدقة مصدر الضوء (القوس الكهربى الناشئ ما بين القطبين)، فيكون الضوء براقا أشبه ما يكون بضوء الشمس.

– تعمل بتيار مستمر فتحتاج مولدا كهربيا خاصا أو ستوديوهات مجهزة بمصدر للتيار المستمر (DC) .

– لا تُحدث ارتعاشا ظاهريا للإضاءة على الشاشة (التأثير الستروبوسكوبى)[10] مهما زاد معد الكدرات فى الثانية نتيجة اعتمادها على التيار المستمر.

– تستهلك قدرا كبيرا من الطاقة الكهربية، (هناك كشافات تعمل ب35 أمبير وأخرى تتطلب تيارا يتراوح ما بين 150، 225 أو 350 أمبير مما يستدعى وجود موازن كهربى (Ballast) يحافظ على ثبات فرق الجهد المستمر.

– تستهلك الكثير من وقت التصوير لتبديل الأقطاب الكربونية التى تتآكل تدريجيا مع الاستخدام.

– تحتاج عمالة مدربة للتعامل مع تلك الكشافات، فالأنواع الأولى منها كانت تحتاج عامل يقوم بضبط المسافة بين الأقطاب الكربونية بشكل مستمر للحفاظ على استمرارية القوس الكهربى، أما الأنواع الأحداث فزودت بمحرك يضبط ذلك آلياً.

– الكشاف الواحد يمكن أن نحصل منه على إضاءة بلون ضوء النهار أو بلون الإضاءة الصناعية من خلال تغير الأقطاب الكربونية المستخدمة (White Flame Carbon– Yel–low Flame).

ينبعث الضوء كطيف مستمر من الفوهة –cra ter فضلا عن الطيف الخطي الناتج من تأين الغازات من القوس الكهربي من بين القطبين من الكربونيين (The flame of the arc stream) عند مرور تيار كهربي مستمر D.C.

بداية نهاية الأقواس الكربونية الكهربية:

استمرت إضاءة أقواس الكربون الكهربية كأساس للإضاءة الصناعية فى التصوير السينمائى إلى أن حدث تغيرا مهما فى العجائن الفوتوغرافية المخصصة للتصوير السينمائي، فجاءت لمبات التنجستن شيئا فشيئا لتحل محلها بعد أن ازدادت الحساسية الطيفية للأفلام، وكذلك حساسية الفيلم العامة للضوء. فمع التوسع فى استخدام الأفلام "بانكروماتيك" Panchromatic التى تستطيع تسجيل اللون الأحمر كدرجات رمادية بعدما كان يظهر كمساحة سوداء على الشاشة، بدأ البعض بتصوير بعض لقطات أفلامهم بخام "بانكروماتيك"[11]، والبعض قام بتصوير بعض مشاهد الفيلم بخام بانكروماتيك وباقى المشاهد الأخرى بخام أورثوكروماتيك كما فى فيلم "ملكة البحر" Queen of the Sea سنة 1918، والذى يعد أول فيلم يتم تصوير المشاهد الخارجية منه بالكامل بخام بان كروماتيك.

ثم بحلول سنة 1922، وبدعم من شركة كوداك، تم تصوير أول الأفلام السينمائية على خام بانكروماتيك من إنتاجها[12] وهو فيلم The Headless Horseman[13] وبذلك أصبح الطريق ممهدا لإمكانية استخدام لمبات التنجستن التى ينبعث منها ضوء أقل كثيرا من الأقواس الكربونية، فضلا عن طبية ذلك الطيف الضوئي

الذى يحتوي على وفرة فى الموجات الحمراء والصفراء مع شح ظاهر فى اللونيات الزرقاء التى كانت تحتاجها وتتأثر بها وتسجلها العجائن الفوتوغرافية "الأورثوكروماتيك".

وقد استغرق هذا التحول بعض الوقت[14]، إلا أنه فتح آفاقا أكثر رحابة لتوظيف أفضل للإضاءة نظرا لخفة وزن الكشافات وصغر حجمها نسبيا عن سابقتها حتى من قبل أن تدخل عليها التحديثات المتتالية التى أدت إلى المزيد من ضغط حجمها وطورت أداءها وكفاءتها، فكان التعامل معها منذ بداياتها الأولى وتوظيفها لضبط الإضاءة أكثر يسرا وسرعة.

بزوغ نجم إضاءة التنجستن فى عالم الإضاءة السينمائية:

تلقفت الاستوديوهات والشركات الكبرى المنتجة للأفلام فى الولايات المتحدة نوعية الإضاءة الجديدة على عالم السينما (التنجستن) سريعا وأيدته، نظرا لانخفاض تكلفة تشغيلها حسبما أظهر تقرير أكاديمية فنون وعلوم السينما التقني الأول الذى أصدرته سنة 1928[15]، حيث أظهر أحد عناصر الدراسة التى أجرتها عبر ستوديوهات الإنتاج أن تكلفة تشغيل تلك اللمبات تكاد تصل إلى نصف تكلفة تشغيل كشافات أقواس الكربون من حيث العمالة اللازمة واستهلاك التيار الكهربي وسرعة التشغيل وإنجاز العمل، وكذلك نفقات التشغيل واستبدال اللمبات والزمن اللازم لتبديل اللمبات التالفة مقارنة بما تحتاجه أقواس الكربون الكهربية[16].

وبعد أن أصبحت الأفلام "بانكروماتيك" فى المتناول ماديا بدرجة أكبر[17] بدأ حينئذ الاتجاه بشكل أكثر وضوحا إلى استخدام لمبات التنجستن، والتى وإن كان كم الضوء المنبعث منها منخفضا مقارنة بأقواس الكربون إلا أنها كانت أسهل فى التشغيل والنفقات الإنتاجية -كما أسلفت الذكر- نظرا لحاجة كشافات الأقواس لعامل لكل كشاف للحفاظ على ضبط المسافة بين القطبين.

ومنذ ذلك الحين، بدأت كشافات أقواس الكربون الكهربية تتوارى إلى الخلف إلا من بعض الاستخدامات الخاصة مثل الحاجة إلى ضوء شديد التركيز أو الحاجة لضوء بكثافة عالية، وهو ما كان عندما تم التصوير بنظام التكني- كولور بالألوان الذى يتم فيه التصوير على ثلاثة أفلام (Technicolor three-strip process) فعادت الحاجة إلى الأقواس الكربونية مرة أخرى نظرا لمشابهة ألوانها لضوء النهار وللكم الكبير من الضوء الذى ينبعث من كشافاتها، وهو ما توافق مع ذلك النظام للتصوير، وكانت أيضا هى الاختيار الوحيد للتصوير بالألوان فى ضوء النهار إلى أن أنتجت شركة "أوسرام" Osram الألمانية سنة 1967[18] كشافات ضوء النهار بنظام HMI، فكان ذلك النهاية لكشافات أقواس الكربون الكهربية.

**إضاءة المصابيح المتوهجة:**

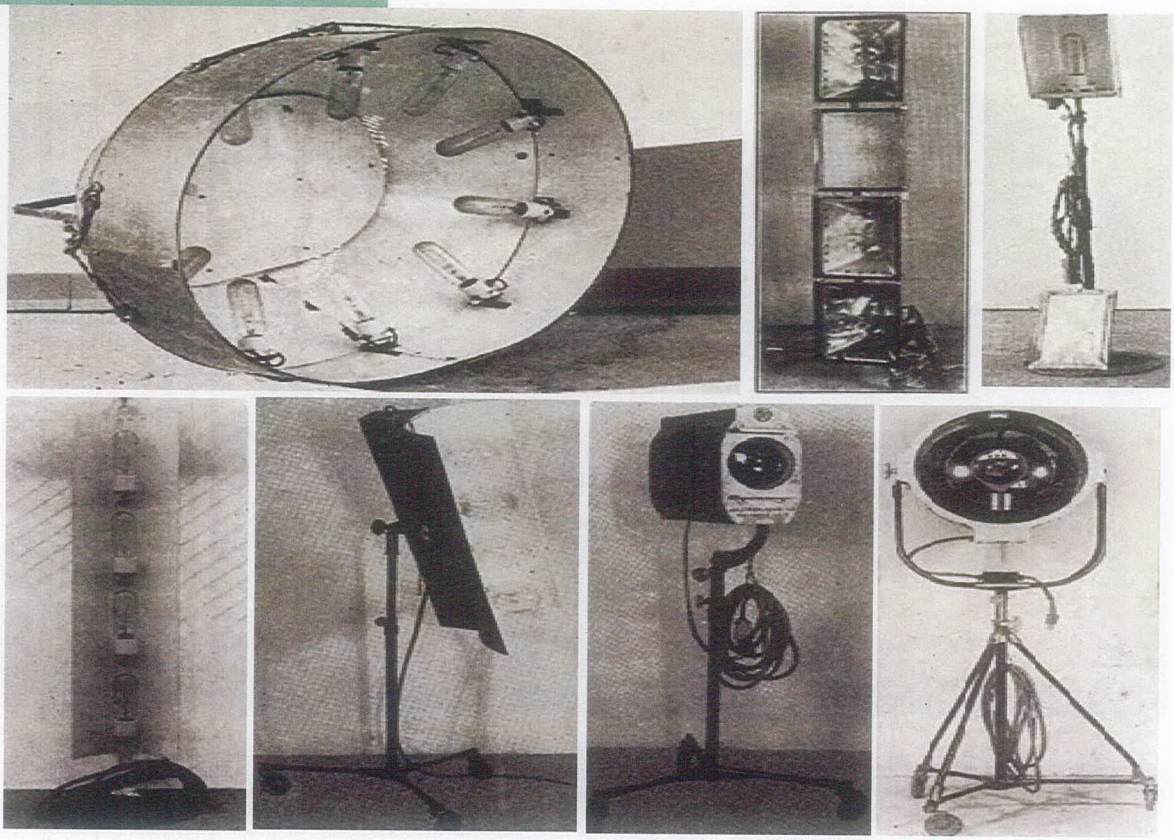
يرجع اختراع المصابيح المعتمدة على الفتيلة المتوهجة إلى كل من الإنجليزى "جوزيف سوان" Sir Joseph Swan و"توماس أديسون" فى الولايات المتحدة سنة 1879، حيث اعتمدوا فى البدايات على فتيلة من الكربون، إلا أن آخرين فى أنحاء مختلفة من العالم[19] قد أدخلوا عليها العديد من التعديلات فتطورت الفتيلة الكربونية

إلى فتيلة من التنجستن على يد المجري "ساندور جست Sándor Just" والكرواتى "فرانجو هنامان Franjo Hanaman" سنة 1904، وتم تسويقها من قبل شركة "تنجسرام Tungsram" المجرية، ثم توالت التحديثات على الفتيلة مما زاد من شدة إضاءتها وليزداد عمر المصباح من 40 ساعة إلى 600 ساعة فيما بعد، إلى أن وصلت اللمبات فى شكلها الحالى إلى ما يزيد على 1000 ساعة عمل.

أما عن فكرة المصابيح المتوهجة من التنجستن فقد اعتمدت فى عملها (كسابقتها الكربونية) على مرور التيار الكهربى عبر فتيلة من مادة التنجستن العالية المقاومة لمرور التيار الكهربي، والتى تعتبر أعلى العناصر فى درجة الانصهار بعد الكربون، حيث ينصهر التنجستن عند 3422 مئوية، ويغلي عند 5930 مئوية ونظرا لمقاومته العالية لمرور التيار الكهربي عبره، فإن الفتيلة مع مرور التيار تسخن وتتوهج بل وتزداد مقاومتها أكثر لمرور التيار الكهربي عبرها بارتفاع درجة حرارتها. وكما أسلفت الذكر، كان وصول لمبات التنجستن والتى اشتهرت فى البدايات باسم "إضاءة مازدا" Mazda Lights لإضاءة الأفلام مُرحبا به بعدما توافقت الحساسية الطيفية للأفلام الخام مع درجة الحرارة اللونية لضوئها لعدة أسباب منها:

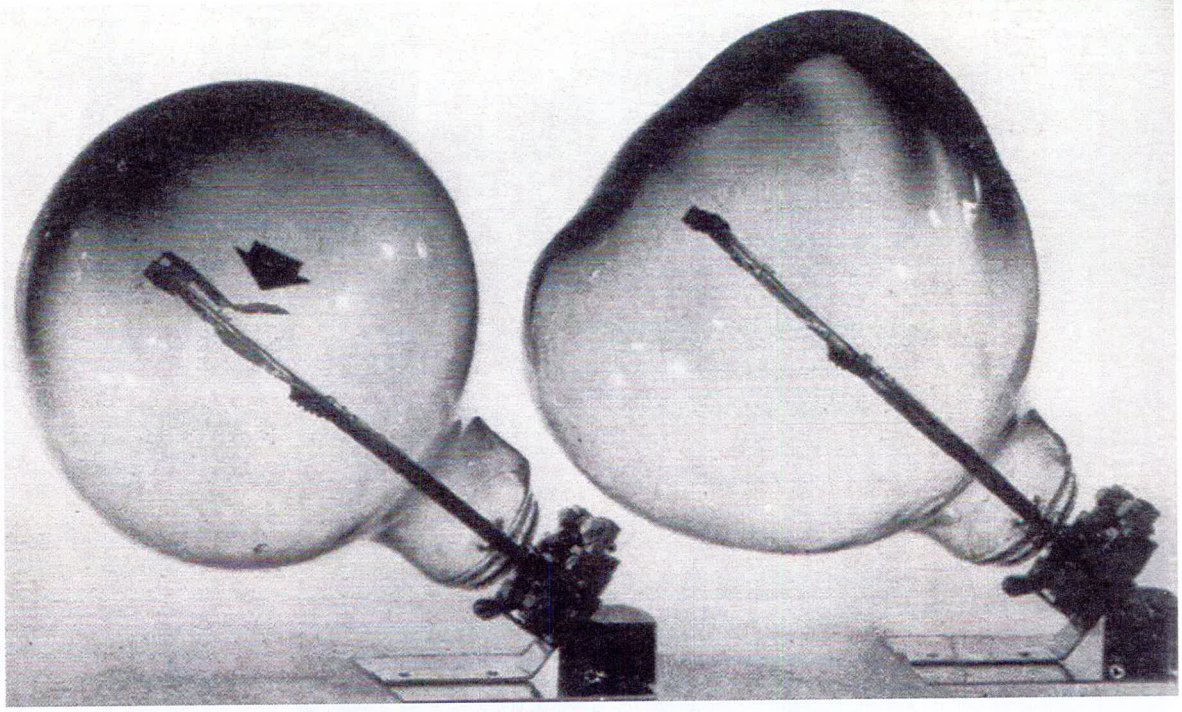
- سهولة وسرعة التعامل والضبط، وقابلية تلك النوعية من الكشافات للعمل بمجرد توصيل التيار للكشاف وضغط زر التشغيل.
- تنوع أشكال وصغر حجم كشافاته نسبيا (شكل رقم 8) مقارنة بالكشافات المستعملة آنذاك (أقواس الكربون الكهربية) بحيث صار من الممكن توظيفها لإضاءة الموضوعات المختلفة فى أماكن كان من المستحيل إضاءتها بالكشافات المتاحة من قبل.
- انخفاض نفقات التشغيل وهو الأمر الذى حفز شركات الإنتاج للتوصية بها، حتى إن بعض شركات الإنتاج لم تعد تسمح باستخدام كشافات أقواس الكربون الكهربية داخل ستوديوهاتها إلا بإذن خاص.

وبالنظر إلى لمبات التنجستن بعين ناقدة نجد الكثير من العيوب قد رافقتها فى بداياتها، وهو ما عمل المصنعون على تلافيه لتطوير أدائها ونوعية إضاءتها. فكان من أبرز العيوب تبخر مادة التنجستن ومن ثم تسربها على السطح الداخلى لزجاج للمصباح فتعمل على اعتمام ذلك السطح تدريجيا مع الاستخدام. فينخفض بالتالى كمّ الضوء المنبعث من المصباح مع الوقت وينتهى عمرها سريعا لسرعة تبخر ذرات التنجستن، وبالتالى لم تكن لمبات التنجستن تعطى كمًّا أو لونا ثابتا طوال عمرها التشغيلي. وللحد من البخر والتغلب على تلك العيوب قام الأمريكى "إرفن لانجمير Irving Langmuir" سنة1913 [20]بوضع غاز خامل (النيتروجين مع قدر ضئيل من الآرجون) داخل الغلاف الزجاجى كغاز خامل لا يتفاعل مع الفتيلة المتوهجة، وكان الغرض من ذلك زيادة الضغط الداخلى مع ارتفاع حرارة المصباح نتيجة التشغيل حتى يقلل من تبخر ذرات التنجستن، حيث ينخفض البخر كلما زاد الضوء داخل المصباح، وبالفعل انخفض البخر والترسبات غير المرغوب فيها على السطح الداخلي للمصباح، إلا أنها لم يُقضَ عليها تماما. "ومع ظهور نظام "الشاشة العريضة Wide-



(شكل رقم 8) أشكال متنوعة من كشافات التنجستن التى كانت متاحة للمصورين سنة 1928

Screen" والأفلام بالألوان تطورت حاجة السينما لمصابيح ذات قدرة أكبر وهو ما مثل تحديا لمصنعي تلك المصابيح....، فالتصوير يتطلب مصابيح بقدرات كهربية أكبر للحصول على كم ضوئي كبير، وكذلك فتيلة مركزة الحجم لتكون المصابيح صغيرة نسبيا ومركزة الإضاءة لسيطرة وحدة أكبر للإضاءة والظلال مع النظام البصرى للكشافات، وكذلك بارتفاع درجة حرارة الفتيلة يتم الحصول على ألوان جيدة"[21] ، فمع القدرات الأكبر والتى تصل إلى 10 كيلو وات وتَرَكُز الفتيلة فى مساحة صغيرة ترتفع درجات الحرارة كثيرا مما ينتج عنه زيادة فى البخر من الفتيلة، فتحمل تيارات الحمل الحرارى ذرات التنجستن لتترسب على السطح الزجاجى للمصباح ومع ميل الكشاف لإضاءة موضوعات التصوير تتركز تلك الأبخرة فى خلفية المصباح بدرجة أكبر لتحد من الضوء الذى تعكسه المرآة الخلفية فينخفض كم الضوء وترتفع درجة حرارة الزجاج أكثر فأكثر فتبدأ بعض أبخرة المياه فى الظهور داخل المصباح انبعاثا من الزجاج نفسه فيما يُعرف بـ "دورة المياه[22] "Water Cycle مما ينتج عنه تسارع فى ترسبات التنجستن على الزجاج ثم تكون ما يشبه البثور فى سطح زجاج المصباح، ولعلاج ذلك جرت محاولات عديدة مثل عمل تيار هوائي لتبريد المصابيح أثناء التشغيل، وكذلك وضع شريحة من التنجستن خلف الفتيلة لتجميع أبخرة التنجستن عليها للحد من الترسب على الزجاج، وهو ما يظهر



(شكل رقم 9)

فى (شكل رقم9) والذى نلاحظ فيه مصباح به شريحة خلف الفتيلة (يشير إليها السهم الأسود) بعد 75 ساعة تشغيل، وهو العمر الكلي لتشغيل المصباح آنذاك وإلى يمينه مصباح آخر بعد 40 ساعة تشغيل. ويظهر الفرق فى كم الترسبات على الزجاج وتغير الشكل الكروى للمصباح نتيجة الحرارة الزائدة فى المصباح دون الشريحة. ظل الأمر كذلك إلى أن أنتجت شركة "جنرال إليكتريك General Electric" فى سنة 1959 بشكل تجاري مصابيح ذات فتيلة تنجستن متوهجة ولكنها تميزت عما سبقها بما عُرِف باسم دورة الهالوجين Halogen Cycle، لتنتهى بذلك مشكلة الترسبات التى تحدث على الجدار الداخلى للمصباح، وتتلخص فكرة دورة الهالوجين فى وجود أحد الهالوجينات (يود أو بروم) فى صورة غازية بكمية محسوبة داخل الغلاف الزجاجي للمصباح بالإضافة للغاز الخامل الموجود مسبقا حيث يتحد الهالوجين مع ذرات التنجستن بعد انفصالها من الفتيلة فى جو الغلاف الغازي للمصباح عندما تزيد درجة الحرارة عن 250مئوية قبل ترسبها على السطح الداخلي، ويظل بخار هاليد التنجستن عالقا فى جو المصباح، ثم مع حركة الحمل الحراري داخل المصباح يتحرك البخار ليقترب من الفتيلة مرة أخرى إلا أن حرارتها تفكك هاليد التنجستن فيترسب التنجستن مرة أخرى على الفتيلة بينما ينطلق الهاليد إلى الجو الغازي، ثم يتكرر هذا التفاعل بشكل مستمر طوال زمن تشغيل المصباح.

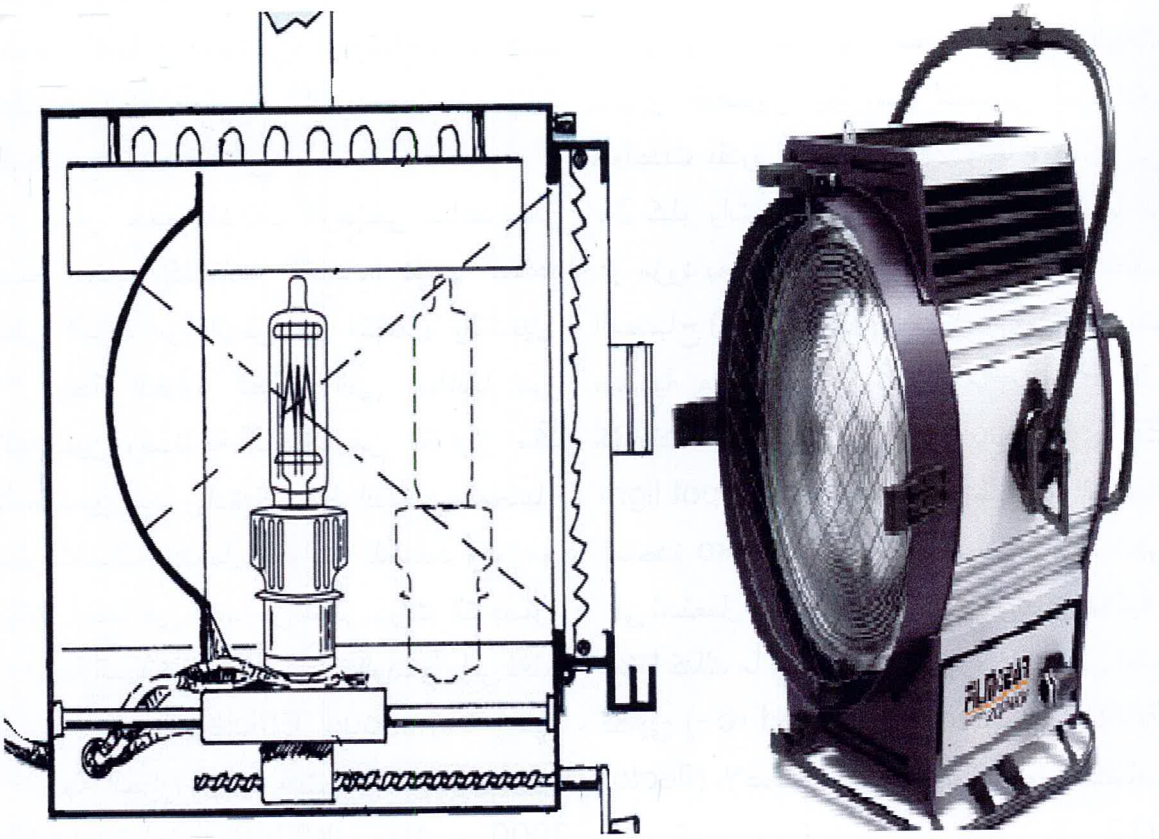
ومما سبق نلاحظ، أن هذه الدورة تتطلب درجة حرارة أعلى من تلك التي تتوافر فى لمبات التوهج الاعتيادية، وهو ما تطلب بالتالي صناعة ذلك الغلاف من الكوارتز[23] لكي يتحمل درجة الحرارة

العالية، وللمساعدة على ذلك أيضا تم تصغير حجم الغلاف الزجاجي للمصباح، فساهمت بذلك دورة التنجستن فى المزيد من التحسينات للمصباح، وهى كالتالى:

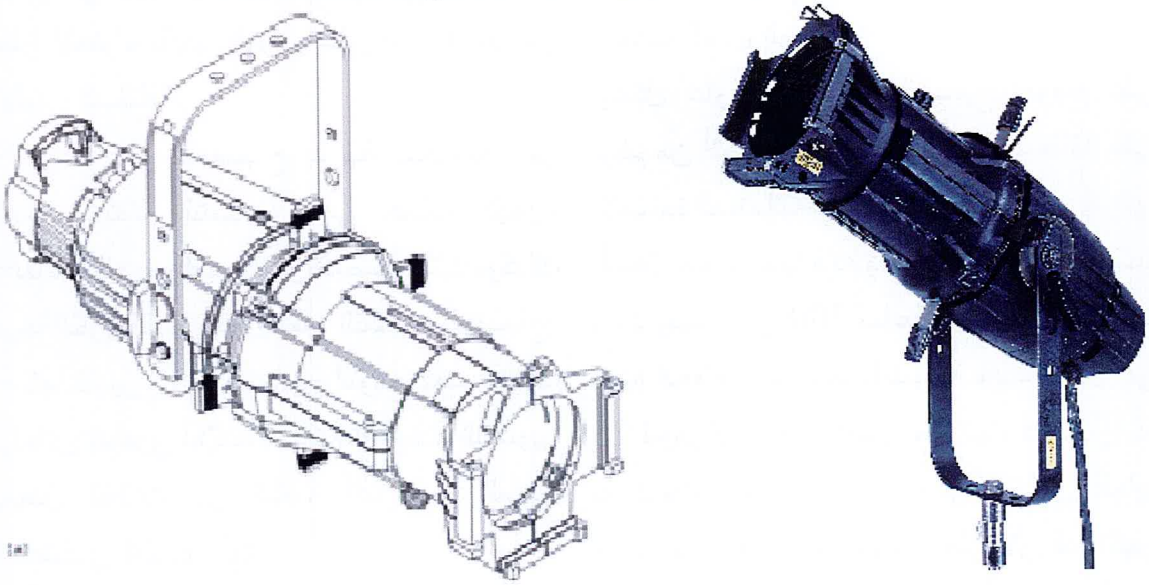
- صغر حجم الغلاف الزجاجى ساعد على صغر حجم كشافات الإضاءة نفسها فساعد على المزيد من اليسر فى التعامل والتشغيل.
- درجة الحرارة العالية التى تتطلبها دورة الهالوجين وصناعة الغلاف من الكوارتز مَكّنا المصنعين من زيادة الضغط الداخلي للمصباح نظرا لصلابة وتحمل الكوارتز للضغط وهو مما ساهم أيضا فى الحد من تبخر ذرات التنجستن.
- درجة الحرارة العالية أدت إلى الوصول إلى كفاءة ضوئية Luminous Efficiency [24] أعلى.
- درجة الحرارة العالية أدت إلى الوصول لدرجة حرارة لونية أعلى (3200كلفن بدلا من 2900 كلفن لمصابيح التوهج الاعتيادية) وهو ما ساهم فى رؤية وتسجيل الألوان بشكل أفضل نظرا لاحتواء طيفها المرئي على قدر أفضل من الألوان المختلفة.
- ازداد عمر المصباح بدرجة ملحوظة نظرا لعدم استنفاذ التنتجستن فى عملية البخر.
- بقاء كم الضوء المنبعث من المصباح ثابتا، وكذلك درجة الحرارة اللونية طوال العمر التشغيلي للمصباح.
- كما تتميز أيضا مصابيح التوهج بعدم حدوث ارتعاش ظاهري للإضاءة Flicker عند التصوير بمعدل لقطات فى الثانية أكبر من المعدل الاعتيادي 24 كدر/ث.

وبكل هذه المميزات صارت مصابيح التنجستن هالوجين هى حجر الزاوية فى الإضاءة السينمائية لفترات طويلة من عمر صناعة السينما، فتنوعت أشكال وقدرة كشافاتها المختلفة لتلائم حاجات مديري التصوير وظروف التصوير المختلفة. فتواجدت بقدرة تبدأ من 250 وات وتصل إلى 24 كيلو وات، أما عن تنوع الكشافات فمنها ما هو مزود بعدسات فرينل وعاكس كروى من خلف المصباح (شكل رقم 10)، ومنها ما يعمل بعدسات مستوية محدبة Plano-convex lens مثل كشافات العاكس البيضاوى ERS: Ellipsoidal reflector spot light والتى تسمى فى الولايات المتحدة Leko (شكل رقم11)، و كشافات ديدو التى تستعمل عدسة مستوية محدبة وأخرى هلالية، ومنها كذلك ما يعتمد على عاكس على شكل قطع ككافئ (PAR Parabolic aluminized re-flector) لإعطاء الضوء المنبعث من الكشاف دفعة كبيرة لمسافات بعيدة (شكل رقم 12). كما تنوعت أيضا الكشافات ما بين ما يعمل بالتيار المستمر وما يعمل بالتيار المتردد لتناسب حاجات العمل المختلفة.

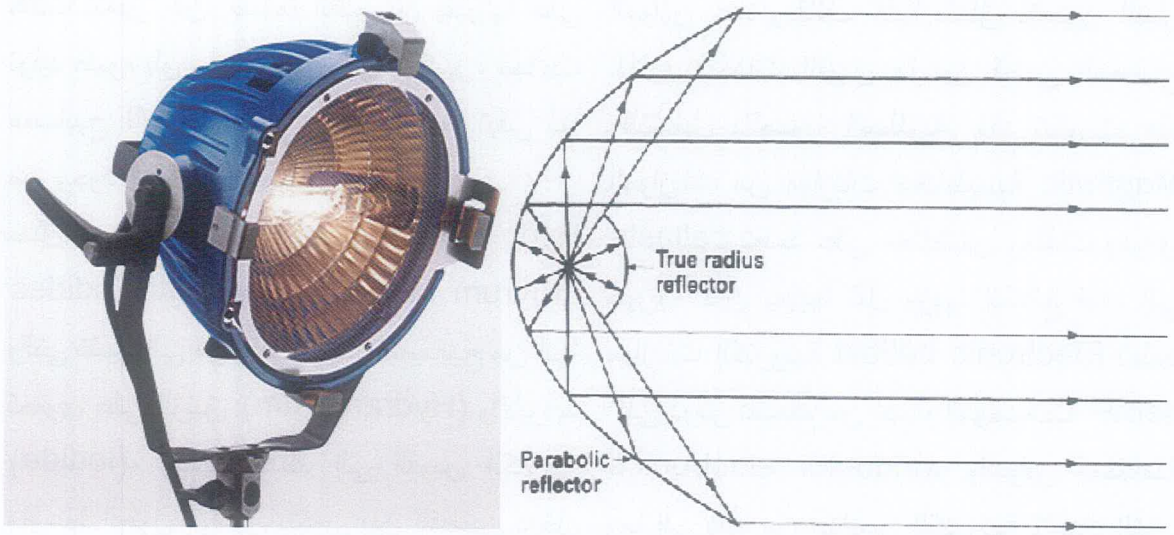
وبشكل عام بالنظر إلى مصابيح التوهج على الرغم من أنها فرضت سيطرتها شبه المطلقة على الإضاءة السينمائية لسنوات عديدة وتنوعت قدراتها وأشكال مصابيحها فإنه يعيبها قصر عمرها نسبيا حيث يصل إلى 200 ساعة تشغيل، كما يعيبها بشدة انخفاض كفاءتها الضوئية حيث تصل إلى 25 ليومن/وات فى أفضل حالاتها، فنجد أن كم ما ينبعث منها من ضوء مرئي منخفض للغاية مقارنة بكم الطاقة المستهلكة نظرا لأن قدرا كبيرا من الطاقة المستهلكة تتحول إلى حرارة وأشعة تحت الحمراء (شكل رقم13).



(شكل رقم 10) يظهر فيه إلى اليسار رسم تخطيطى لكشاف بعدسة فرينل وعاكس كروى وإلى اليمين كشاف: Film Gear Tungsten Frenel 24 KW \ 20 KW



(شكل رقم 11) يظهر فيه كشافات ERS

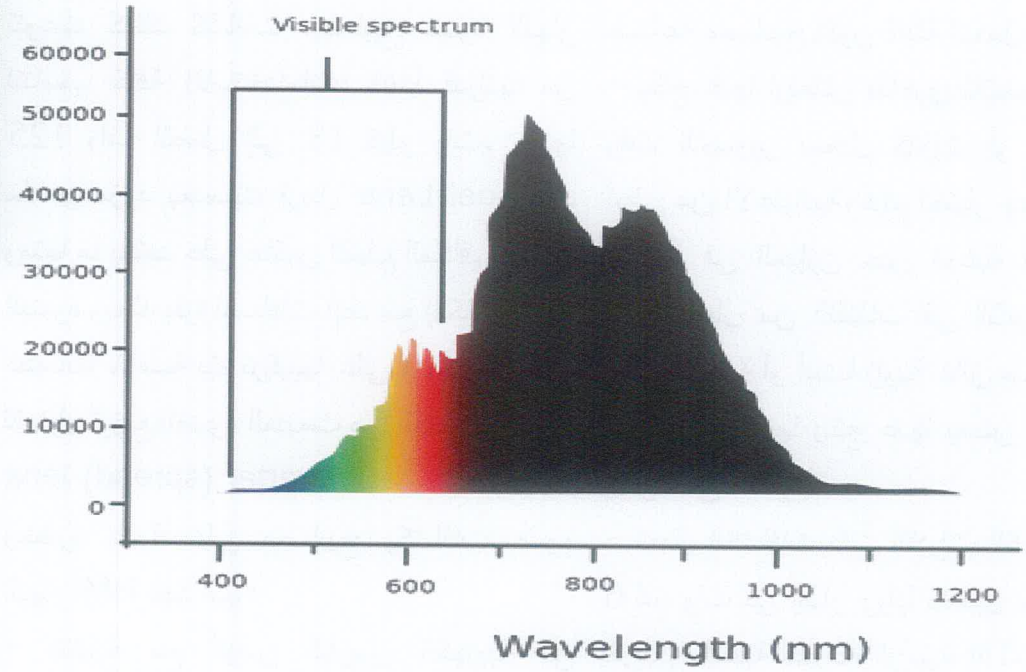



(شكل رقم 12) فيه إلى اليسار كشاف ARRILITE 2000 Plus وإلى اليمين شكل تخطيطى للعاكس على شكل قطع مكافئ

كشافات ضوء النهار بتقنية التفريغ الكهربي (HMI):
يعد ظهور كشافات ضوء النهار التى تعمل بتقنية للتفريغ الكهربي والتى قدمتها شركة أوسرام Os– ram الألمانية سنة 1967 هو التطور الأكثر تأثيرا فى الإضاءة الصناعية المخصصة للتصوير منذ ظهور مصابيح التنجستن فى العقد الثانى من القرن العشرين ومصابيح التنجستن هالوجين سنة 1959، حيث مثل ظهور هذا النوع من المصابيح النهاية لمصابيح أقواس الكربون الكهربية، والتى كانت تتميز عن إضاءة التنجستن بقدرتها على توليد ضوء بلون ضوء النهار وبكم كبير، فجاءت مصابيح HMI لتنافسها وتزيحها عما تبقى لها من وجود فى عالم التصوير.

ممثل الحروف الاتينية اختصارا للكلمات Hydr– argyrum Medium arc length Iodides والتى تشير إلى مواصفات تلك المصابيح من أنها تحتوى على الزئبق (Hydrargyrum) والأيوديد (Iodide)، وتشير كذلك إلى القوس الكهربي متوسط الطول، والذى يتكون بين القطبين داخل غرفة التفريغ الكهربي بالمصباح المصنوع من الكوارتز ليتحمل الحرارة والضغط الداخلي المرتفع، أما عن نظرية عمل تلك المصابيح فنجدها تعتمد على إحداث تفريغ كهربي بين القطبين المعدنيين ليمر التيار التيار الكهربي فى الوسط الغازي داخل الغلاف الزجاجي، فتتأين الأبخرة المعدنية الغازات الموجودة فتشع طيفا خطيا line spec– trum، يتكون من قدر مرئي وآخر غير مرئي يحتوى بوفرة على الأشعة فوق البنفسجية، وتنتج شركة أوسرام Osram مصابيح باسم HMI وبأنواع وأشكال مختلفة مثل HMI، HMI SE كما توجد أنواع من مصابيح ضوء النهار UVS تعمل بالتفريغ الكهربي من إنتاج شركات أخرى مثل MSR من إنتاج شركة "فيلبس" و CID من إنتاج "جنرال إليكتريك". هذه الأنواع جميعا من المصابيح وإن كان مما يميزها عن أقواس الكربون الكهربية أنها تعمل بالتيار المتردد المتوفر من خلال شبكة الكهرباء العمومية أو مولدات الكهرباء الاعتيادية، إلا أنها تتطلب وجود موازن خاص "Ballast" كجزء مكمل للكشاف ولهذا الموازن عدة وظائف كلها تتعلق بتجهيز التيار اللازم لإحداث القوس ما بين قطبي المصباح وللتشغيل بالصورة المطلوبة. وقد تطورت هذه الموازنات من موازنات مغناطيسية Magnetic ballasts تعتمد على مغناطيس وملفات ودوائر كهربية كان يعيبها ثقل وزنها المُبالغ فيه، إلى موازنات إلكترونية Electronic ballast تعتمد للى دوائر للتحكم من أشباه الموصلات semi– conductor electronics والدوائر المتكاملة وما إلى ذلك من عناصر إلكترونية لإعداد التيار وللتحكم فيه. بناء على ذلك، فالموازن على الرغم من انفصاله عن الكشاف إلا أنه جزء لا يتجزء منه فالقوس الكهربي توجد به دائرة لتجهيز التيار للبدء Igniter Circuit حيث يتراوح فرق الجهد المطلوب فى المعتاد ما بين 2 ك إلى 10 ك فولت، ويزيد فرق الجهد على ذلك تبعا لدرجة حرارة اللمبة والتى بزيادتها يزداد الضغط الداخلى فيتطلب فرق جهد يصل إلى ما بين 20 : 70 ك فولت لبدء القوس الكهربي.

توجد دائرة أخرى تسمى Choke وهي ملف خانق للتيار للحد من مرور التيار فى المصباح




(شكل رقم 13) يمثل الانبعاث الضوئى من مصابيح الكوارتز هالوجين [25]

بعد بدء القوس ما بين القطبين لكى لا يستمر سريان التيار بشدة للحد الذى تنفجر معه الوحدة، ومن الدوائر المهمة أيضا دائرة لتحويل موجة التيار الكهربي من موجة جيبية Sine Wave إلى موجة مربعة square wave للتخلص من الارتعاش الظاهري للإضاءة Flicker الذى يظهر بوضوح عند العمل بسرعة غالق عالية أو بمعدل كدرات مرتفع فى الثانية، إلا أن ذلك يُحدث بعض الطنين الذى قد يؤثر بعض الشيء فى جودة تسجيل الصوت، كما توجد دائرة فى بعض الموازنات الخاصة، والتى تسمى "الموازنات عالية السرعة High Speed Ballasts" ترفع تردد التيار بدرجة كبيرة ليصل إلى 1200 هرتز بدلا من 50 أو 60 هرتز للتيار الاعتيادى، وذلك لإتاحة الفرصة للتصوير بمعدل كدرات مرتفع للغاية تصل إلى 1000 صورة فى الثانية الواحدة لإطلاق العنان للرغبات الإبداعية لتنفيذ لقطات المؤثرات الخاصة والخدع وحتى للتصوير للأغراض البحثية والصناعية دون ارتعاش ظاهري للإضاءة. كما توجد دائرة لخفض الإضاءة حتى 50% أى يخفض الإضاءة بمقدار فتحة عدسة كاملة. من الجدير بالذكر أن هذه النوعية من المصابيح تختلف عن التنجستن هالوجين فى ارتفاع درجة الحرارة اللونية لضوئها ما بين 75 إلى 200 درجة كلفن عند خفض التيار 50%، وبشكل عام تتميز تلك النوعية من المصابيح بكفاءتها الضوئية المرتفعة للغاية، حيث تنبعث منها إضاءة بمعدل 95 إلى 100 ليومن/وات أي ثلاثة أو أربعة أضعاف كم الإضاءة المنبعث مما يماثلها فى القدرة الكهربية من مصابيح التنجستن هالوجين، وبالتالى فهى تستهلك طاقة كهربية أقل بحوالى 75% مما تستهلكه كشافات التنجستن هالوجين التى تنتج كم طاقتها الضوئية نفسها.

وكما تنوعت كشافات وقدرات مصابيح التنجستن؛

تنوعت كذلك كشافات مصابيح ضوء النهار لتناسب كافة الاستخدامات، فتبدأ قدراتها من 125 وات لتصل إلى 18 كيلو وات، ومنها ما هو مزود بعدسات فرينل Fresnel Lens، ومنها ما يعتمد على عاكس القطع المكافئ لتركيز الضوء وبعثه بقوة لمسافات أبعد مع إمكانية وجود عدسات خاصة يتم تركيبها على واجهة الكشاف تتعديل توزيع الضوء المنبعث من الكشاف –con verter (spread) lens.

وبنظرة عامة على مصابيح وكشافات ضوء النهار HMI نجد أنها:

– تتشابه مع أقواس الكربون الكهربية فى اعتمادها على التفريغ الكهربي، وفى إنتاج ضوء بلون ضوء النهار (Day Light).

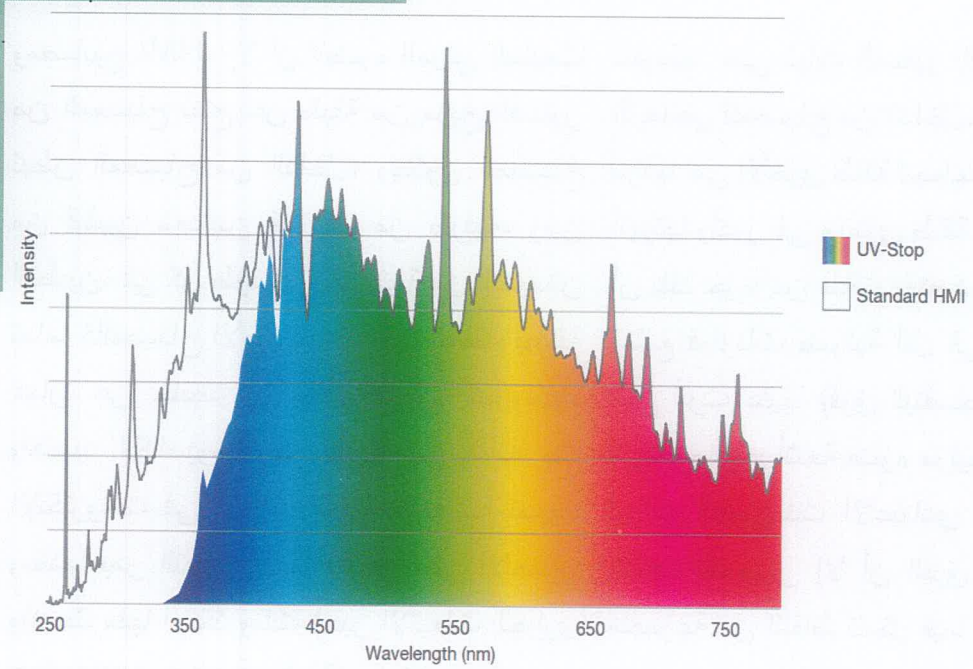
– تتميز عن إضاءة التنجستن بكفاءتها الضوئية العالية حيث تصل إلى حوالي أربعة أضعافها.

– كانت تعاني من بعض العيوب التى كانت تؤثر أو تعيق العمل بعض الشيء، وتم تخطيها مثل: ثقل الموازن الملحق بالكشاف والمختص بتهيئة التيار الكهربي لبدء الإشعال والتشغيل، وتم تجاوز ذلك من خلال الموازن الإلكتروني الأخف وزنا.

– كانت تحتاج لبعض الوقت ما بين الإطفاء والتشغيل حتى يبرد المصباح وينخفض الضغط للداخلي للمصباح حتى تستطيع دائرة البدء –Ig niter Circuit إشعال القوس الكهربى ما بين القطبين وتم علاج ذلك من خلال توفير تيار لإعادة التشغيل Hot restriking[26] يصل فرق جهده إلى 70 ك.فولت حتى يستطيع تمرير التيار (إشعال القوس الكهربي) بين قطبي المصباح بغض النظر عن الضغط الداخلي المرتفع وكذلك صناعة مصابيح تكون قابلة لتحمل ذلك.

– ينتج عنها ارتعاش ظاهري للإضاءة Flicker وقت التصوير بمعدل كدرات أو سرعة غالق أعلى من الاعتيادية، فيتم اختيار وضعية تشغيل خاصة فى الموازن حين الرغبة فى التصوير بمعدل عالٍ من اللقطات فى الثانية، أو سرعة غالق مرتفعة أو أيضا زاوية غالق ضيقة للتخلص من ذلك إلا أنها ينتج عنها بعض الطنين الذى يؤثر على الصوت.

– تعمل الكشافات ذات القدرات الكبيرة بداية من 6 ك. وات فى إطار زوايا تشغيل محددة (135 تقريبا) بالنسبة للحركة الرأسية Tilt، وهى أضيق كثيرا من المتاحة لكشافات التنجستن هالوجين، وذلك للحفاظ على تهوية الكشاف بشكل جيد حتى لا ترتفع درجة الحرارة التى قد تؤدي إلى انفجار المصباح، وقد تم علاج ذلك من خلال التصميم الذى يسمح بمرور تيارات هوائية لتبريد المصباح والحفاظ على درجة الحرارة فضلا عن تصميم المكونات الداخلية للكشاف، فنجد شركة K5600 تعرض كشافات بقدرة 18 ك وات، وهى تعمل بينما الكشاف موجها عموديا لأسفل، وهو الوضع الذى يعتبر الأسوأ لتشغيل مصابيح HMI نظرا لتجمع الحرارة فى المرآة وارتدادها مرة أخرى للمصباح، إلا أن الشركة صنعت المرآة الخلفية من الكوارتز لتتحمل المزيد من الحرارة وليقترب منها المصباح بدرجة أكبر مما سمح بصغر حجمها وأتاح المزيد من التهوية وأيضا صغر عمق الكشاف وحجمه. يذكر كبير مشرفي الإضاءة فى فيلم "جاذبية Gravity" أن "وقع اختيار مدير التصوير على كشاف : K5600




(شكل رقم 14) يظهر التتويج الطيفي للضوء المنبعث من كشاف HMI UVS 800 وات وآخر HMI 800 وات اعتيادي.

Alpha 4K HMI لإضاءة الكبسولة الفضائية من الخارج بينما تندفع إلى الأرض لأنه الوحيد الذى يعمل وهو عمودى موجها للأسفل" [27] .

– تبعث مصابيح ضوء النهار قدرا كبيرا من الأشعة فوق البنفسجية. والتى تؤذى من تسقط عليهم فتسبب آلاما بالعين وحروقا بالجلد، لذا لابد من وجود عدسة فرينل

أو غطاء زجاجى على واجهة الكشاف لمنع نفاذها إلى الخارج. ولعلاج ذلك قدمت شركة "أوسرام" Osram سنة 2014 مصابيح HMI UVS بها طبقة كوارتز مطعمة بمادة مانعة لنفاذ الأشعة فوق البنفسجية إلى خارج المصباح (شكل رقم 14).

مصابيح التفريغ الفلوريسنتية:

ظهرت هذه المصابيح للاستخدام بشكل احترافي فى عالم التصوير فى سنة 1990 بضوء مطابق تماما فى لونه للضوء المستخدم للتصوير على يد كل من Frieder Hochheim كبير فنيي الإضاءة و Gary Swink فني الإضاءة الأول اللذين نالا عنها جائزة الإنجاز التقني من أكاديمية علوم وفنون السينما سنة 1995. وكانت البدايات حين دعت الحاجة فى أحد مواقع تصوير فيلم "بارفلى" Barfly سنة 1987 إلى استخدام مصادر إضاءة أصغر كثيرا من المتاحة آنذاك حتى لا تظهر فى لقطات العدسة الواسعة لضيق المكان، فقام كبير الفنيين وفني الإضاءة الأول فى العمل بتجهيز وحدات إضاءة فلوريسنت بضوء النهار اعتيادية من المتاحة فى الأسواق وزودوها بموازن مرتفع التردد، وكان الابتكار الجديد هو أنهم فصلوا الموازن وجعلوه بعيدا بعض الشيء عن الكشافات أثناء عملها ليسهل تعليقها وتثبيتها [28].

تتماثل هذا النوعية من المصابيح مع لمبات الفلوريسنت المنزلية العادية إلا من بعض الاختلافات التى تجعلها تتوافق مع متطلبات التصوير والتعريض الصحيح للسطح الحساس للضوء، وتعتمد تلك النوعية من المصابيح فى عملها على التفريغ الكهربي مثل أقواس الكربون

ومصابيح HMI، إلا أن الضوء المرئي المنبعث من المصباح ينتج عن طبقة من مزيج الفسفور تبطن المصباح من الداخل؛ ويتكون المصباح من قطبين معدنيين فى كل من طرفيه، وبين القطبين، فى كل طرف، توجد فتيلة من التنجستن تماما كالمصباح الاعتيادى إلا أنها مغطاه بطبقة عبارة عن خليط من مادة الباريوم سترونتيوم وأكاسيد الكالسيوم؛ وهو خليط من شأنه بث الإلكترونات فى درجات حرارة منخفضة نسبيا، وعندما يمر التيار بالفتيلة تتوهج حتى الاحمرار وتنبعث منها الإلكترونات (عبر الانبعاث الحرارى Thermionic emission) وترفع درجة حرارة غاز الأرجون الموجود بالأنبوب الزجاجي لتهيئة البيئة الملائمة لإحداث قوس كهربي وتمرير لإلإلكترونات ما بين قطبي المصباح (Cath-odes) حيث يتبخر الزئبق الموجود بالمصباح ويختلط بالأرجون الموجود تحت ضغط 0,3 ضغط جوي، والذى يتأين سريعا تحت تأثير الضغط المنخفض وفرق جهد الكهربة الواقع عليه وتتكون البلازما [29] التى تسمح بمرور التيار الكهربي عبر ذلك الجو الغازي داخل المصباح، فتمر الإلكترونات ما بين طرفي المصباح وتصطدم بذرات بخار الزئبق العالقة فى ذلك الجو فتُكسب إلكترونات ذرات الزئبق طاقة تمكنها من الانفلات من جاذبية النواة والانتقال للدوران فى مستوى طاقة أعلى حول النواة، ثم لا تلبث أن تفقد تلك الإلكترونات قدرا من طاقتها فتعود لمستوى طاقتها الأساسي وتشع ما تبقى لديها من طاقة زائدة فى صورة أشعة فوق بنفسجية لا تُرى بالعين، إلا أن هذه الأشعة عالية الطاقة عند سقوطها على ذرات الفسفور التى تبطن الغلاف الزجاجى للمصباح من الداخل، تكسب إلكترونات ذراتها هى الأخرى طاقة تجعلها تتفلت من جاذبية أنويتها وتدور فى مستوى طاقة أعلى، ثم ما تلبث أن تفقد جزءا من طاقتها فتعود لمداراتها الأصلية وتشع فوتونات ضوئية أقل فى طاقتها من تلك التى أثرت عليها (فوق البنفسجية) فينبعث حينئذ من المصباح أشعة ضوء مرئية. إلى هنا تتشابه لمبات الفلوريسنت الاعتيادي كثيرا مع مثيلاها المعدة للتصوير إلا أن الفرق بينهما يكمن فى مجموعة من النقاط تتمثل فيما يلى:

- اختيار خليط الفسفور المُبطن لزجاج المصباح بدقة بالغة بحيث يبعث ضوءا يماثل درجة الحرارة اللونية المطلوبة والمدونة على المصباح بدقة سواء 2900كيلفن، 3200 كيلفن، 5500كيلفن، أو غيرهم من الأطول الموجية المحددة كالأزرق أو الأخضر لإضاءة الخلفيات Green / Blue Screen)) والتى تنتجها الشركات المصنعة لتلك المصابيح بحيث يتناسب مع الحساسية الطيفية للسطح الحساس فى آلة التصوير وليناسب متطلبات التصوير كما يساهم كذلك فى النقل اللوني الأمين للعناصر المرئية فى الصورة.
- الموازن الكهربي Ballast المستخدم معها لا ينتج أى ضوضاء تؤثر على تسجيل الصوت، كما أنه قد يكون منفصلا أو مدمجا فى الكشاف ليناسب الأوضاع المختلفة للتشغل والتثبيت.
- تعمل المصابيح على تردد مرتفع للغاية قد يزيد على 25 كيلو هرتز للتغلب على ظاهرة وميض وخبو الإضاءة على الشاشة (Flicker)، وكذلك لكي يكون بعيدا عن حيز الصوت المسموع فلا

يحدث أى طنين يؤثر على تسجيل الصوت.

– التيار الذى تعمل به حوالى 800 مللى أمبير، مما يساعد على الحصول على انبعاث ضوئي أعلى كثيرا من مصابيح الفلوريسنت الاعتيادية، فبينما تعمل المصابيح الاعتيادية (1,2 متر) بتيار يتراوح ما بين145 : 400 مللى أمبير تعمل المصابيح من مثيلاتها المعدة للتصوير بتيار يتراوح ما بين 0,8: 1,5 أمبير.

إذا ما قارنا ما بين اللمبات الفلوريسنت المعدة للتصوير ولمبات التنجستن أو HMI سنجدها في البداية تتشابه مع مصابيح HMI فى كون كل منها يعتمد فى توليد الضوء على التفريغ الكهربي، وهو من أفضل الطرق كفاءة فى توليد الضوء، وبالتالي فهي تتفوق كثيرا على مصابيح التنجستن فى الكفاءة.

– الكشاف الواحد يستخدم مع إضاءة النهار أو الإضاءة الصناعية مع تبديل المصابيح الزجاجية، مثله مثل أقواس الكربون الكهربية التى كان يستبدل لها أقطاب الكربون لتنتج ضوءا بلون ضوء النهار أو بلون الإضاءة الصناعية.

– تتميز بنعومة الضوء المنبعث منها نظرا لطول المصباح نفسه، وبالتالى كبر السطح الباعث للضوء وتَشَتُّت الضوء المنبعث من سطحه؛ أما المصادر الأخرى فتحتاج إعدادات ومكملات أخرى (أكسسوارات إضاءة) للوصول بضوئها لدرجة النعومة نفسها. الجدير بالملاحظة أنه إذا تم استخدام الكشاف بشكل رأسي تكون الإضاءة الناتجة منه أكثر حدة من لو تم استخدام الكشاف أفقيا.

– أما أكثر ما تتفوق به على ما سبقها من مصابيح فهو صغر حجمها وخفة وزنها وانخفاض الانبعاث الحرارى منها بحيث لا يكاد يُقارن معها. تنتج الشركات المصنعة لكشافات الفلوريسنت المصابيح والكشافات بأحجام عديدة لتناسب كافة أحوال وأماكن التصوير، فتنتج بعض الشركات مصباح طوله 10سم فقط ويعرف باسم Micro flo ويصلح لوضعه فى أماكن بالغة الصغر، كما أن بعض أنواعها يمكن إدخاله على خافض للإضاءة Dimmer.

بنظرة عامة إلى مصابيح الفلوريسنت المعدة للتصوير، نجدها قد قدمت إضافة مميزة للإضاءة السينمائية والتليفزيونية مما جعلها تفرض وجودها فى أغلب مواقع التصوير؛ فعلى مستوى نوعية الإضاءة سنجدها قد تميزت بإضاءتها المنتشرة الناعمة التى لا ينتج عنها ظلال حادة حتى مع توظيفها فى تنفيذ مشاهد التباين المرتفع لما لها من شكل مميز فى تدرج مساحات الضوء إلى مناطق الظلال، أما على مستوى التصميم والحجم وشدة الانبعاث الضوئى منها؛ فهى توفي بالكثير من متطلبات أماكن وظروف التصوير المختلفة فضلا عن كفاءتها العالية فى تحويل الطاقة الكهربية إلى ضوئية دون قدر كبير من الفقد فى صورة حرارة غير مرغوب فيها، إلا أنه مما تفتقده والذى جعلها لا تحل كليا محل ما سبقها من مصابيح افتقادها لإنتاج الضوء المركز، لذلك ظلت الحاجة إلى مصابيح التنجستن ومصابيح التفريغ الكهربي بضوء النهار (HMI) لما تتيحه من إنتاج إضاءة حادة كثيرا ما يحتاجها مديرو التصوير لتشكيل صورهم وللتعبير الدرامى، أما العيب الحقيقى فى مصابيح الفلورسنت فهو احتواؤها على الزئبق الذى يمثل أحد ملوثات البيئة

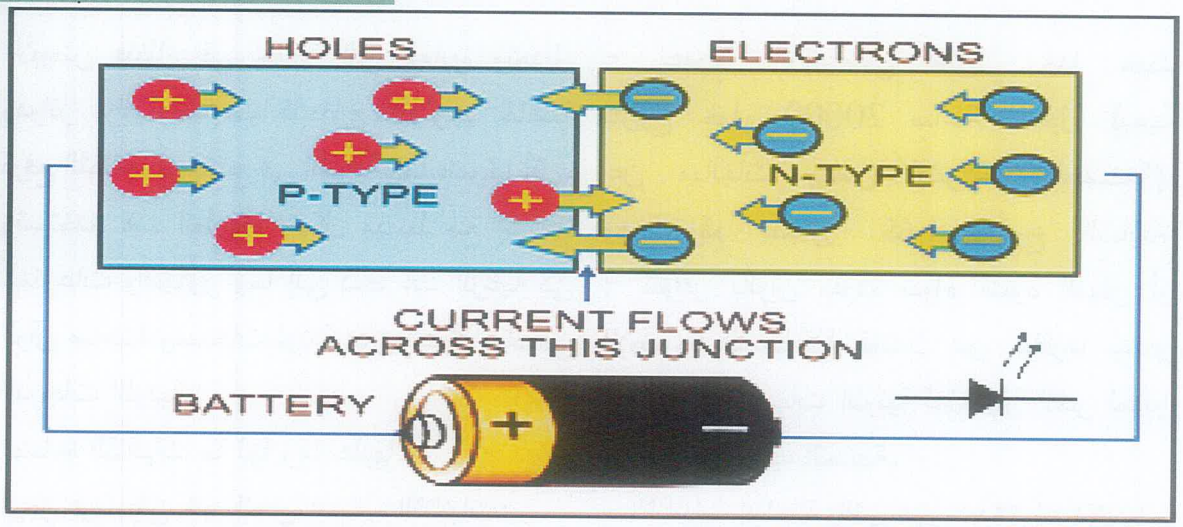
ويمثل خطرا على صحة الأشخاص، إذا لم يتم التخلص من المصابيح المستخدمة بشكل آمن.

مصابيح الثنائيات الباعثة للضوء ((LED LIGHT Emitting Diodes:

وهى أحدث المصادر الضوئية المستخدمة لدواعي التصوير المتحرك والثابت وعلى الرغم من حداثتها النسبية فهي تُبشر بطفرة ظهرت، ولا تزال تتوالى بشائرها يوما بعد يوم فى عالم معدات الإضاءة، ومن المتوقع أن تسود إضاءتها العالم كبديل لمصادر الإضاءة الصناعية المستخدمة حاليا فى كافة الاستخدامات كإضاءة الطرق، والسيارات ووسائل النقل المختلفة، وإضاءة المنازل، وأيضا الإضاءة المخصصة للتصوير، وتسمى أيضا "إضاءة الحالة الصلبة : SSL Solid state lighting" لاعتمادها على التألق الكهربي Electroluminescence من مكونات إلكترونية صلبة، وعدم اعتمادها على فتيلة أو بلازما كالتنجستن والتفريغ الكهربي.

والثنائيات الباعثة للضوء هى شكل من أشكال الثنائيات Diodes إلا أنها تبعث أشعة الضوء المرئي أو أشعة غير مرئية كفوق البنفسجية وتحت الحمراء بمرور التيار عبرها، فهي مكونة عن بلورتين من مادة شبه موصلة للتيار [30] يتم عمل تطعيم (Dopping) لتلك البلورات عند صناعتها بشوائب بنسب محددة بغرض إضفاء بعض الصفات عليها، والغرض الأساسي للثنائيات بشكل عام هو تمرير التيار الكهربي عبرها فى اتجاه محدد، وتكون إحدى بلورتي الثنائي سالبة (N) أى بها إلكترونات زائدة، والبلورة الثانية موجبة (P) أى أنها تحتوي على فجوات موجبة الشحنة ترحب باستقبال الإلكترونات، وعند ارتباط البلورتين يتكون الثنائي Diode ويسمى PN Junction"" الذى تقترن فيه بلورتان؛ إحداهما سالبة والأخرى موجبة وتنتقل الإلكترونات من البلورة السالبة لتملأ الفجوات فى منطقة التماس بين البلورتين فتصير بذلك منطقة عازلة ليست بها إلكترونات حرة ولا فجوات وتسمى Deple-tion layer، والتى تعمل كمفتاح Switch ينغلق ليمرر التيار عند توصيله بمصدر مناسب وطريقة مناسبة تسمى "انحياز أمامي" Forward Bias أى توصيل البلورة الموجبة بالطرف الموجب من مصدر التيار والبلورة السالبة بالطرف السالب للمصدر، وفى هذه الحالة تتنافر إلكترونات التيار مع إلكترونات البلورة، فتنتقل الإلكترونات عبر المنطقة العازلة لتملأ الفجوات التالية لها ويجذب الطرف الموجب لمصدر التيار الإلكترونات فتستمر فى سيرها لتكتمل الدائرة الكهربية، ثم ما تلبث أن تأتى إلكترونات أخرى بفعل فرق الجهد الواصل للبلورة لتزيح تلك الإلكترونات المستقرة فى فجوات نظرا لتنافر شحناتهم وفرق الجهد المسلط عليهم من المصدر فتحل محلها فى الفجوات وهكذا(انظر شكل 15)، وتستمر حركة الإلكترونات فى الدائرة مع سريان التيار.

أما بالنسبة للثنائي المُشع فإنه يتم اختيار المواد المستخدمة والشوائب بحيث يكون الإلكترون الحر طاقته أعلى من الطاقة المطلوبة للفجوة التى سينتقل لها وبالتالي عند انتقال الإلكترون للفجوة تنبعث طاقته الزائدة عن حاجة الفجوة لكى يستطيع الاستقرار فيها محملا فقط بالقدر الذى يناسبها من طاقة؛ فيخرج فرق الطاقة على شكل




(شكل 15) يظهر فيه تركيب الثنائي المُشع والذى يظهر تماثله فى التصميم مع الثنائيات الاعتيادية إلا أنه يشع ضوءا بطول موجي محدد عند التقاء الإلكترون بالفجوة

فوتونات تتوقف طاقتها ولونها وترددها على فرق الطاقة الذى يبعثه الإلكترون، وبالتالي للحصول على ضوء ذي لون معين يتم تحديد الأمر بدايةً فى مرحلة التصنيع بحساب الفرق فى طاقة الإلكترون والطاقة المناسبة للفجوة، فكل ثنائي يبعث ضوءا ذا طول موجى محدد، يتحدد منذ لحظة التصنيع، بحسب فرق الطاقة ما بين طاقة الإلكترون وحاجة الفجوة التى ينزل بها.

نجد مما سبق، أن إضاءة الثنائيات هى طيف خطي وليس مستمرا، فهي أطوال موجية محددة بدقة. وللحصول على ضوء بلون معين (يناظر درجة حرارة لونية معينة) كضوء النهار أو الإضاءة الصناعية، فإن ذلك يتم بواحدة من طريقتين:

– إما خلط مجموعة من الثنائيات بالألوان الأحمر وأخضر وأزرق والعنبرى Amber والأبيض، يبعث كل منها لونا محددًا، ويتم تغذيتها بتيار محدد القوة ليكون محصلة اختلاط الضوء الذى يشعه كل ثنائي مع الآخرين هو اللون المطلوب.

– أو قد يستخدم خليطا من الفوسفور بحيث تسقط عليه الأشعة التى يبثها الثنائى وغالبا ما يكون ضوء الثنائى أزرق اللون أو أشعة فوق البنفسجية مثل توليد الضوء فى مصابيح الفلورسينت (وهى التقنية المستعملة منذ الخمسينيات) فيشع خليط الفسفور الضوء باللون المطلوب، وهناك أبحاث تشير إلى أن استخدام أشعة بطول موجى 400[31] نانومتر يكون الضوء الأبيض الناتج ذا جودة عالية فى تمييز الألوان على مؤشر CRI تصل إلى 97.

تعتبر الطريقة الثانية هي الأكثر شيوعا لإنتاج الضوء الأبيض يشكل قياسيا من الثنائيات نظرا لما فى الطريقة الأولى من عيوب؛ منها أنها تنتج كمًّا ضوئيا أقل كثيرا مما تنتجه الثانية كما أنها مع التشغيل واستهلاك الثنائيات أو مع تغير درجات الحرارة أو التيار المغذى تحدث مسحات لونية غير مرغوب فيها حيث تتغير نسبة الانبعاث من كل ثنائي، وبالتالي تتغير نسبة المركبات الضوئية التى بمجموعها ينتج الإحساس باللون

الأبيض فتظل فى حاجة إلى معايرة وتعديل ودوائر مراقبة لضبطها فتحتاج تكنولوجيا خاصة ترفع التكلفة ثم ستنتج فى النهاية كمًّا ضوئيا أقل، وتستخدم هذه الطريقة بشكل مبسط مع إضاءة المنوعات والديكور وما إلى ذلك عند الرغبة فى ألوان متعددة ومسحات لونية دون تدقيق حاد فى الدرجات اللونية.

إضاءة الثنائيات ما لها وما عليها:

أوجز فيما يلى خصائص إضاءة الثنائيات:

– تولد الضوء كنتيجة لخاصية التألق الكهربي Electroluminescence من مكونات صلبة Solid State Light.

– تستهلك قدرا ضئيلا جدا من الطاقة الكهربية وتعمل بفرق جهد منخفض فيسهل تغذيتها بالبطاريات بالإضافة للتيار المتردد.

– أغلب التيار المستهلك يخرج فى صورة موجات كهرومغناطيسية سواء أطوال موجية محددة من الضوء المرئي أو أشعة غير منظورة بحسب نوع الثنائي المستخدم.

– لا تنبعث منها أشعة فوق البنفسجية أو تحت الحمراء مثل لمبات HMI أو لمبات التنجستن، حتى تنبعث الأشعة منها فى أطوال محددة بدقة من بداية التصنيع.

– لا ينتج عنها انبعاث حراري للأمام تجاه موضوعات التصوير، فيكاد ينعدم الإحساس بحرارتها وحرارة المكان نتيجة تشغيلها على عكس مصابيح التنجستن أو والتفريغ الكهربى HMI.

– لأنها مصادر صلبة للإضاءة ولا تعتمد على فتيلة فهي تتحمل الاهتزاز كما تتحمل الصدمات بدرجة أكبر مما سبقها من مصادر للإضاءة.

– عمرها الافتراضى طويل جدا حيث تتراوح حول 20000 ساعة تشغيل (بعيدا عن مبالغات بعض الشركات المصنعة)، وهو رقم يتجاوز كثيرا الأنوع السابقة.

– تتوافر بألوان مفردة سواء ضوء النهار أو الإضاءة الصناعية فضلا عن توافرها بمدى متسع من الدرجات اللونية للاختيار الحر لمدير التصوير بحسب الحاجة.

– الثنائيات الباعثة والتى هى وحدة توليد الإضاءة دقيقة جدا لذا يسهل تجميعها إلى جوار بعضها البعض بأى شكل يتطلبه تصميم الوحدة، لذا يسهل عمل وحدات إضاءة يمكن إخفاؤها عن عدسة آلة التصوير بسهولة.

– ينتج عنها قدر من الحرارة إلا أنها تصيب جسم بلورات الثنائي نفسه لذا تحتاج لتبريد مناسب للاستمرار فى العمل بشكل قياسي وللحفاظ عليها، لذا لم يُتَح حتى الآن عمل وحدات إضاءة منها بقدرة كبيرة مثل كشافات التنجستن و HMI.

– تقبل أغلب المصادر التحكم فى كم الإضاءة المنبعث منها إما بشكل مباشر من خلال خافض إضاءة Dimmer ملحق بوحدة التغذية بالطاقة أو مدخل لإشارات التحكم الرقمية من صفر إلى مائة دون تغير ملحوظ فى اللون.

– مما يعيب بعض الثنائيات المشعة للضوء LED وجود مسحة خضراء أو ماجنتا.

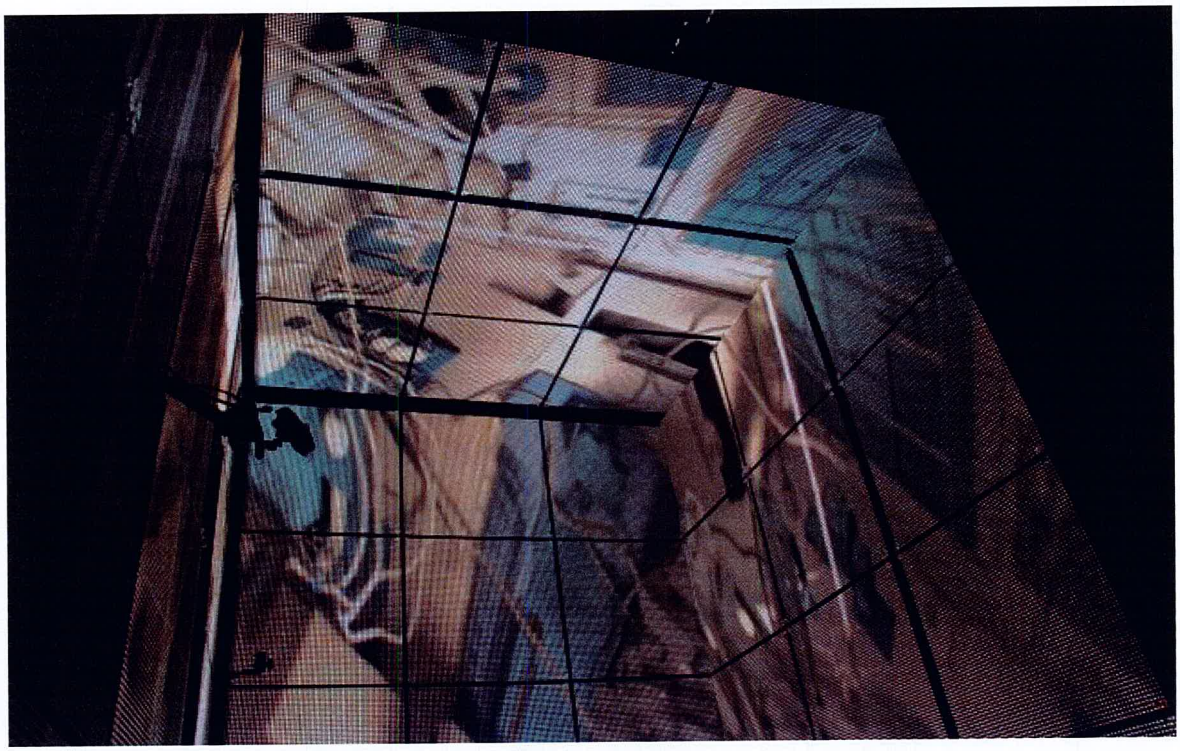
– مما يميزها بشكل كبير عن سواها من المصادر: التداخل الإيجابي ما بين تقنية الإلكترونات والتقنيات الرقمية والبرمجيات، وهو ما يفتح آفاقا واسعة لتنفيذ الرؤى الإبداعية حدودها فقط هى آخر ما يمكن أن يصل له فكر الإنسان.

الثنائيات ومصادر الإضاءة المعدة للتصوير:

مما سبق، لاحظنا أن الثنائى الباعث للضوء دقيق الحجم وعبارة عن وحدات منفصلة تتراص إلى جوار بعضها لتنتج كمًّا ضوئيا أو تركيبة لونية محددة، ونظرا لصغر حجم الثنائى المشع للضوء واستهلاكه المنخفض للطاقة فضلا عن انخفاض الانبعاث الحرارى منه مقارنة مع ما ينبعث من المصادر الأخرى (باستثناء مصابيح الفلوريسنت)، فقد أغرى ذلك الكثيرين لاستغلال خواصه المميزة لصنع وتشكيل مصادر إضاءة تتناسب مع الحاجات المتزايدة للتصوير والتى تتطور يوما بعد يوم حتى إننا نجد مدير التصوير إيمانويل لوبزكى E. Lubezki تعامل مع كل ثنائي كأنه مصدر مستقل للإضاءة له نصوعه ولونه الذى يمكن أن يحقق رؤيته ويضيف إلى صورة فيلمه، فخلق مصدرا للإضاءة لم يكن موجودا من قبل، وذلك بالتعاون مع طاقم المؤثرات البصرية "VFX"، فوظف ثنائيات شاشات العرض كمصادر للإضاءة لتنفيذ بعض مشاهد فيلم "جاذبية Gravity" الذى حصل عنه على أول جائزة أوسكار –بعد الكثير من الترشيحات من قبل–. فتم تنفيذ صندوق كبير من شاشات الثنائيات "الليد" (شكل رقم 16) لتعرض عليها صورة المكان المفترض تواجدهم فيه لتحيط الشاشات بالممثلين، وليعمل كل ثنائي من الملايين المكونة لذلك الصندوق كأنه مصدر إضاءة مستقل يضيء الممثل بلون ونصوع وتأثير محدد ويضفى عليه لمسة وإحساس مطابق للصورة الحقيقة[32].

وقد استغل مدير التصوير –فى ذلك– الحساسية المرتفعة لآلة التصوير المستخدمة فى الفيلم "ARRI ALEXA"، فمصادر إضاءة الثنائيات وإن كان الانبعاث الضوئي منها يقل كثيرا (حتى الوقت الحالي) عن سابقيها، إلا أن آلات التصوير الحديثة المتاحة حاليا فضلا عما سيظهر قريبا تتمتع بحساسية عالية جدا للضوء بحيث لم تعد فى حاجة فى كثير من الأحيان للمصادر الضوئية ذات القدرة الكبيرة المتعارف عليها.

نظرا للمميزات العديدة للثنائيات الباعثة للضوء، فقد توجه الكثيرون من صناع معدات الإضاء إلى الثنائيات منذ بدايات إنتاجها للضوء الأبيض كمصدر إضاءة واعد، من حيث قدرته على منافسة المصادر الموجودة سلفا فى تحقيق الرؤى الإبداعية لمديري التصوير. وقد كان المطلوب من تلك المصابيح أن تقدم جديدا يحفز مستخدميها للإقبال عليها، فضلا عن أن يكون لها القدرة على أن تُستخدم مع المصادر المتوافرة بالفعل بتوافق ضوئي كمًّا ولونا، فجاءت البدايات بمصادر تستطيع توفير ضوء منتشر بكم مناسب وأحجام صغيرة بحيث يمكن استخدامها فى الأماكن الضيقة، ولا تراها آلات التصوير كالتى قدمتها شركة "روسكو Rosco" و"لايت بانل LitePanels"، وجاءت فى شكل أجهزة إضاءة خفيفة الوزن تُثبت على الكاميرا المحمولة تصلح لإضاءة اللقطات المقربة أو اللقاءات للبرامج الإخبارية، ثم مع تطور الثنائيات اتجهت الكثير من الشركات العريقة فى صناعة مصادر الإضاءة السينمائية التلقليدية [34] إلى محاولة السبق فى إنتاج مصادر تعتمد على الثنائيات فظهرت الكشافات بكافة الأشكال مضافا إليها ما



(شكل رقم 16 [33]) صندوق الشاشات الذى أضاء الممثلون أثناء بعض المشاهد.

تتيحه تكنولوجيا الإلكترونات والتكنولوجيا الرقمية من حيث التحكم فى اللون والشدة وتغيير اللون دون الحاجة إلى تغيير الكشاف نفسه أو حتى المصباح ككشافات الفلوريسنت، لتنافس بذلك الإضاءات التقليدية، كما أتاحت مدى متسعا من الألوان يستطيع مدير التصوير الاختيار منها ليشكل ألوان صورته كيفما شاء بضغطة زر ودون الحاجة إلى توقف وتركيب أو تغيير مرشحات ملونة على واجهة الكشاف بل إنه فى بعض الأنظمة يمكن تغيير ألوان الإضاءة فى أثناء العمل ذاته للإيحاء بمرور الزمن أو الإيحاء بتأثير معين على الصورة. وقد جاء تسابق تلك الشركات فى صالح مدير التصوير لما قدمته المنافسة من المزيد من الأدوات الإبداعية ذات المرونة العالية فى الاستخدام والتى تناسب كافة أماكن وظروف التصوير، فجاءت إضاءة المحترفين على الشكل المسطح وتسمى Panel أو Tile ويتم توظيفه من أجل إضاءة ناعمة منتشرة، وجاءت كذلك الأشكال التقليدية لأغلب المصادر الصناعية، فتم صنع كشافات على شكل كشافات "ليكو Leko" وكشافات على شكل "بار Par" وتعرف باسم Led Par التى تستعمل لعمل بقع ضوئية وتستخدم لإضاءة الديكور والمنوعات. تميزت الثنائيات كثيرا فى هذه الأشكال بانخفاض الانبعاث الحرارى واستهلاك الكهرباء، وأيضا وفى أغلب الأحيان بإمكانية الحصول على ألوان متعددة من الكشاف نفسه دون الحاجة إلى وضع مرشحات ملونة على واجهة الكشاف وتغيرها من آن لآخر، فصار من الممكن أن تتبدل الألوان إما بشكل تلقائي أو عبر التحكم في ألوانها وشدتها

أو عن بعد بواسطة كابل DMX كما صُنع منها أيضا كشافات لإضاءة الدراما وأغراض التصوير الأخرى، فظهرت كشافات تنتجها شركة "نيلا Nila" والتى تصلح أن تكون مصدرا لإضاءة منتشرة عبر الإطارات الكبيرة المُشَتِتة للضوء، وكذلك يمكن تركيب عدسات هولوجرافية [35] شبه مرنة على واجهتها لتجميع الضوء وإسقاطه على الموضوعات بزوايا انتشار وتركيز ضوئي متعددين. كما قدمت شركة أرى Arri العديد من الكشافات التى تنافس بقوة الكشافات المتاحة فى سوق العمل، وحتى التى تصنعها الشركة نفسها، ومن أشهر ما قدمته كشافات (L-Series LED Fresnels) والتى جاءت بعدسات فرينل Fresnel Lens لتمثل الجيل الجديد من كشافات فرينل التى يستفاد معها من مميزات الثنائيات، كما يستطيع مدير التصوير التحكم فى اتساع مخروط الضوء المنبعث من الكشاف بالاتساع أو التضييق (Flood – Spot) لتنبعث منها إضاءة شديدة التجانس ككشافات آرى ذات عدسات فرينل التنجستن و HMI الاعتيادية، كما أنها تأتي بلون ضوء النهار، لون الإضاءة الصناعية أو تكون ذات مدى متسع من درجات الحرارة اللونية (2800 – 10000 كيلفن) لينتقى مدير التصوير بأسرع ما يمكن ما يناسب العمل والتأثير المراد إضفاؤه على الصورة.

ومن مصادر الإضاءة المميزة المعتمدة على الثنائيات أيضا كشافات ARRI SkyPanel والتى تنتجها شركة Arri ويظهر فيها بشكل بارع توظيف التكنولوجيا الرقمية لتفتح بابا واسعا أمام المزيد من التطبيقات المبدعة التى تساعد مدير التصوير فى عمله ، والتى تعتبر مصدرا للإضاءة الناعمة المنتشرة، ومنها موديلات تشع ضوءا بأطوال موجية محددة، وأخرى تشع مدى متسعا من الأطوال الموجية وعبر برامج التشغيل والتحكم الملحقة بذاكرتها (Firmware)، والتى تقوم الشركة بتحديثها تباعا يستطيع مدير التصور بشكل آلى تنفيذ الكثير من المهام، لذا تعدها شركة "آرى" هى ذروة عقد كامل من الأبحاث والتطوير. ما يميز هذا الكشاف هو أنه مزود عبر برنامج التشغيل الخاص به بإعدادات ثابتة تمكن مدير التصوير من التعديل فى مواصفات الضوء المنبعث ليس فقط كمًّا ولونا بشكل بسيط كالكثير مما سبقه من كشافات، ولكن مُسَجَّلا فى ذاكرة الجهاز مؤثرات ضوئية عديدة بما يناسبها من النصوع ومعدل التغير فيه، والإيهام بحركة الضوء والدرجات اللونية المناسبة وما قد تحتاجه من تعديل أثناء عمل المؤثر الضوئي، وهى مؤثرات كثيرا يحتاجها مدير التصوير تبعا لطبيعة وحاجة العمل كتأثير البرق، مرور سحاب، إضاءة النار، سيارة الشرطة، إضاءة مصابيح الضوء الخاطف، إضاءة التلفاز... إلخ، وكل تلك المؤثرات كانت تستهلك الكثير من الجهد ووقت التصوير لتنفيذها ومحاكاة التأثير المشابه لها.

كما يمكن أيضا بضغطة زر لمدير التصوير أن يجعل الكشاف يبعث ضوءا يحاكي لون مصادر الإضاءة المختلفة، فالكشاف مسجلا به لون 48 مصدر إضاءة مختلف كالشموع، مصابيح بخار الصوديوم، لمبات الفلوريسنت، وذلك إضافة إلى أنها مزودة بتأثير إضافة جميع أنواع المرشحات الجيلاتينية المختلفة لشركة Lee و Rosco بحيث

يختار مدير التصوير لون ورقم أو نوع المرشح الذى يريده لينبعث الضوء محملاً بتأثيراته، ويتم الضبط آليا عبر الاتصال مع الكشاف من خلال لوحة التحكم أو عبر DMX سلكيا أو لاسلكيا، وكذلك يمكن الاتصال بالكشاف عبر شبكة الإنترنت لتعديل بعض الاختيارات والمهام وبرامج التشغيل بواسطة الهاتف أو جهاز كمبيوتر ونضيف إلى ما سبق من إمكانات أيضا إمكانات تتعلق بالتصوير وإعدادات آلة التصوير، حيث يتوافق الكشاف مع متطلبات التصوير بزاوية غالق ضيقة جدا وبمعدل مرتفع من الصور فى الثانية الواحدة حيث تم اختباره حتى 25 ألف لقطة فى الثانية، وكذلك زاوية غالق مقدارها درجتان ولم يظهر أى ارتعاش ظاهري للإضاءة Flicker أو تأثير غير مرغوب فيه بالإضاءة. في النهاية، بالنظر إلى الإمكانات الهائلة للتى يمتلكها كشاف مثل ARRI Sky-Panel نستطيع أن نرى بوضوح ما يمكن أن يصير له مستقبل الإضاءة ومعداتها.

**خاتمة:**

وفى نهاية البحث أنظر إلى مصابيح الثنائيات الباعثة للضوء أحدث المصادر الضوئية المستخدمة لدواعى التصوير المتحرك والثابت على أنها ذلك الشاب الفتىّ الذى يبشر بطفرة ظهرت بعض بشائرها فى عالم معدات الإضاءة، وسيتوالى تحقيق إنجازاتها على أرض الواقع، ليس فقط فى عالم السينما والتليفزيون، ولكن فى شتى مناحي الحياة التى تحتاج للإضاءة. لتوضيح وجه مقارنتها وما تبشر به من تغير شامل لشكل معدات الإضاءة يمكن مقارنة ما كانت عليه الأجهزة الكهربية وقت استخدام الصمامات فى عمل الدوائر الكهربية وحال تلك الأجهزة بعد استخدام أشباه الموصلات من ترانزيستورات وقطع إلكترونية أخرى، فنجد أجهزة التلفاز والراديو كانت كبيرة الحجم ثقيلة الوزن تحتاج وقت أطول لبدء عملها بصورة شبه مُرضية للمستخدم فضلا عما كانت تبعثه من حرارة نتيجة اعتمادها على الصمامات –التى هى فى حقيقتها أشبه ما تكون بلمبات التنجستين– فنجدها بالكاد تكاد تفي بالحد الأدنى من وظيفتها بجودة مُرضية للمستخدم، أما ما جعلها يتم تقَبُلها فهو أنها كانت الإمكانية الوحيدة المتاحة آنذاك لتحقيق المطلوب منها سواء نقل الأخبار والبرامج والمباريات والأحداث المختلفة وقت حدوثها أو حتى الاستماع إلى الدراما الإذاعية ومشاهدة الأفلام. وكانت جودتها كافية لإبهار المستمع والمشاهد، تماما كحال السينما فى بدايتها حين كان مجرد تصوير خروج العمال من المصنع أو رجل يعطس كفيل بأن يُخرِج المشاهد من بيته ليذهب إلى دور العرض ليستمتع بالعرض منبهرا بالحركة، وبالمثل أيضا إذا ما نظرنا إلى آلات التصوير التليفزيوني حين كانت تعتمد على الصمامات لتحويل الصورة الضوئية إلى إشارات كهربية كيف كان حالها من جودة صورتها المحدودة وكبر فى الحجم يعيق استخدامها، ودرجة حرارة تشغيلها المرتفعة التى تتطلب المزيد من التبريد والكثير من العيوب الأخرى التى لا مجال لذكرها فى هذا المقام! بينما بدخول أشباه الموصلات إلى صناعة محسسات آلات التصوير (عناصر تحويل الصورة) تغير تماما حال آلات التصوير من حيث الشكل

والحجم والجودة النوعية فيما ينتج عنها من صور وهي الأهم، والتى استطاعت فى غضون سنوات معدودة أن تثبت مكانتها بل وتزيح الفيلم الخام السينمائي ذلك العملاق الذى ما كان أحد ليتصور أن يُزاح من عرشه ليكاد يختفي هكذا، ولتحل آلات التصوير فائقة التمييز Ultra High Definition محله فى تصوير الأفلام السينمائية، أما عن مصابيح الثنائيات الباعثة للضوء على مستوى الإضاءة المنزلية فقد تطورت وطورت مفهوم مصابيح الإضاءة بظهور الإضاءة الذكية Smart light، والتى يستطيع الشخص التحكم ليس فقط فى التشغيل والإطفاء بل يتحكم أيضا فى النصوع واللون، وذلك كله لاسلكيا عبر تطبيقات يتم تحميلها على الهاتف المحمول، فيتم التواصل ما بين المستخدم والمصباح بواسطة إما الـ Bluetooth أو شبكة WI FI.

وبالعودة إلى عالم الإضاءة السينمائية نجد أنه من خلال استقراء الواقع والتطور المتسارع فى اتجاه الوصول إلى مصادر صديقة للبيئة وكشافات أكثر ذكاء عبر زراعة برامج الحاسوب فى نسيجها لتتفاعل بيسر وتحقيق لمدير التصوير ما يريده من الإضاءة من حيث الكم واللون والنوعية، أرى أن المصابيح المتوهجة ستصير قريبا مجرد سطر آخر فى تاريخ مصادر الإضاءة كحال أقواس الكربون الكهربية التى أزاحتها من قبل ثم جاءت مصابيح HMI لتقضى عليها تماما. فمع الوقت ستقضى مصابيح الثنائيات الباعثة للضوء والكشافات الأكثر ذكاء بما تقدمه من حلول إبداعية لمدير التصوير وتوفير للوقت على الاثنين معا إلا أن مصابيح HMI ستبقى أكثر بعض الشيء نظرا لكفاءتها الضوئية العالية، وحاجة التصوير فى وجود ضوء النهار والشمس لنصوع مرتفع لمعادلتها، وهو ما لم تصل له الثنائيات بعد.

الهوامش:

1 أطلق د. شاكر عبد الحميد الأستاذ بالمعهد العالى للنقد الفنى ووزير الثقافة المصرى السابق على أحد مؤلفاته اسم (عصر الصورة «السلبيات والإيجابيات») لتداخلها الواضح فى شتى مناحى الحياة ولعظيم أثرها فى حياة البشر، .....انظر : شاكر عبد الحميد، عصر الصورة، الكويت، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، ٢٠٠٥.

2 **Hugo**, Dir. Martin Scorsese, Prod. Paramount Pictures, et al., D.OP. Robert Richardson, 2011.

3 V John Alton, Painting With Light, California, University of California Press ,1995, p. 19.

4إضاءة أقواس الكربون شوارع باريس لتكون أول مدينة تُضاء بالكهرباء.

5 الصورة مأخوذة من فيلم تسجيلى بعنوان "The Carbon arc lamp"، من إنتاج "The Edison Tech Center".

6V. Trick of the Light_ Cinematography in Silent Films (1896–1927), Dir & Prod. Kevin Brownlow & David Gill

7هى نوعية من الكشافات ذات إضاءة مكثفة لوجود عدسات وعاكس بها اعتمدت على أقواس الكربون الكهربية.

8عبد الفتاح رياض، الضوء والإضاءة فى التصوير الضوئي، القاهرة، جمعية معامل الألوان،

2002، ص130.

9 John Alton, Painting With Light, California, University of California Press ,1995, p. 21.

10 انظر عبد الفتاح رياض، الضوء والإضاءة فى التصوير الضوئي، القاهرة، جمعية معامل الألوان، ٢٠٠٢، ص١٤٤.

11أثر ذلك ظهر بوضوح فى التتابع ما بين اللقطات فى درجات الرماديات الممثلة للونية الملابس والموضوعات ما بين لقطة وأخرى.

12أنتجت شركة (أجفا) Agfa أول فيلم بانكروماتيك سنة ١٩٠٤ م، وبدأ تسويقه بشكل تجارى بداية من سنة ١٩٠٦، أما شركة كوداك فلم تنتجه حتى عشرينات القرن العشرين. انظر: JON A. KAPECKI: Focal Encyclopedia of Photography, MICHAEL R. PERES 4th .Edition,Subtractive color system P. 695

13 The Headless Horseman , 1922, Dir. Edward D. Venturini,Cinematography by Ned Van Buren Production Co: Sleepy Hollow Corporation.

14تم ذلك فى فيلم Broadway سنة 1929 إخراج Pál Fejös ، تصوير Hal Mohr ، إنتاج ستوديوهات يونيفرسال.انظر: Blain Brown, **MOTION PICTURE AND VIDEO: LIGHTING**, 2nd ed, p. 5.،

15 تعاملت أكاديمية فنون وعلوم السينما (Academy of Motion Picture Arts and Sciences) مع هذا النوع الجديد من الإضاءات (التنجستن) والتى كان يطلق عليها لمبات "مازدا Mazda" نسبة إلى التسمية التى أطلقتها شركة جنرال إليكتريك على لمباتها التنجستن أخذا عن اسم "آهورا مازدا" إله النور والخير فى العقيدة الزرادشتية) بجدية بالغة وصدر بشأنها أول تقرير علمى تصدره الأكاديمية وذلك سنة 1928، وكان بالتعاون مع جهات عدة منها جمعية المصورين الأمريكيةAmerican Society Of Cinematographers وجمعية منتجي الأفلام للسينما (The Association Of Motion Picture Producers)، والذى كان بحثا فى هذه الإضاءة الجديدة على عالم الفيلم، وفى أثرها على صورة الفيلم واستجابته، وبالتالى أثرها على الصورة ككل بما تشمله من ألوان الأوجه والمكياج وألوان الملابس والأكسوارات والمفروشات، وذلك مقارنة بإضاءة أقواس الكربون السائدة آنذاك لما لذلك من أثر فى تشكيل الصورة تعبيريا وجماليا، وذلك لأثر درجات الرمادي المختلفة التى تنتج لتمثل عناصر الصورة فى شكل التكوين النهائى، وفيه تم دراسة أثر تلك الإضاءة على الخام البانكروماتيك من حيث استجابة العجائن الفوتوغرافيه للونها، وأثر الإضاءة على المكياج، وهل هناك أثر على العدسات واستجابتها؟ كما قارنها بشكل علمى مدقق فيه بالإضاءة السائدة الاستخدام فى ذلك الوقت (أقواس الكربون الكهربية).

16 V. INCANDESCENT ILLUMINATION AS APPLIED TO MOTION PICTURE PRODUCTION, Conducted By the ACADEMY OF MOTION PICTURE ARTS AND SCIENCE, Academy Reports (No. 1),1928 P–P 9–13, USA.

17كان فى البدايات مرتفع الثمن بدرجة كبيرة عن الأفلام الأورثوكروماتيك نظرا لاحتكار أيستمان كوداك للإنتاج الأفلام البانكروماتيك السينمائية إلى أن أنتجتها شركة أجفا جيفرت Gevaert سنة ١٩٢٥ بشكل موسع لتحد المنافسة من ارتفاع السعر.

18 تذكر شركة أوسرام فى أحد إعلاناتها والمنشور فى عدد ديسمبر لسنة 2009 من مجلة

The focal Encyclopedia" ذلك التاريخ، بينما جاء فى American Cinematographer "Of Photography" المرجع المذكور، ص 769 أن ذلك ان فى سنة 1969.

19 V. JON TARRANT, **Focal Encyclopedia of photography**, Op.Cit, Lighting Chronology, P – P 767– 769.

20 Focal Encyclopedia of Photography , Op.Cit, P. 769)

21Design Improvement In High–Wattage Filament, Lamps respond to studio needs, George Howard, American Cinematographer Magazine,Vol.39, No.4, April, 1958, P. 228.

22 V. Ibid, P. 229

23 يتم إنتاج الكوارتز صناعيا من السليكا (ثانى أوكسيد السليكون $SiO_2$) التى يُصنع منها الزجاج إلا أنها تكون فى صورة نقية من دون الشوائب التى تُضاف للزجاج الاعتيادى لخفض درجة انصهاره.

24 هو نسبة الانبعاث الضوئى إلى الطاقة المستهلكة، ويقاس بـ ليومن/وات .

25الشكل إلى اليسار مأخوذا عن موسوعة ويكيبيديا على شبكة الإنترنت https://en.wikipedia. org/wiki/Halogen_lamp، نقلاً http://www.mtholyoke.edu/~mpeterso/classes/phys301/projects2001/awgachor/awgachor.htm، آخر تحديث له كان فى ٣٠ ديسمبر ٢٠٠١.

26هذا الأمر وإن كان يوفر فى وقت التصوير والطاقة المستهلكة إلا أنه يؤثر على العمر التشغيلي للمصباح سلبا.

27 Benjamin B, Facing the Facing the Void, ASC magazine, Nov 2013,Vol. 94, No. 11, P 47.

28 :John Jackman,Lighting for Digital Video and Television, Oxford, ELSEVIER Inc., 2010, 3rd ed, P 65

29البلازما هى إحدى الصور الأربعة للمادة (الحالة الصلبة، السائلة الغازية والبلازما)، إلا أنها لا تتواجد طبيعيا بل تتواجد صناعيا تحت تأثير التسخين أو مجال كهرومغناطيسى قوd، وفى حالة البلازما يصير الوسط الغازى المتأين ذو قابلية شديدة لتمرير الكهرباء عبره، للمزيد انظر: Louis A. Bloomfield, How Things Work The Physics of Everyday Life, New Jersy, John Wiley & Sons, Inc., 2013,P.439.

30 أى مادة ليس بها إلكترونات حرة أو فجوات موجبة تساعد على تمرير التيار الكهربي عبرها.

31 V. E. Fred Schubert, Light–Emitting Diodes,Cambridge, Cambridge university press, 2006, 2nd ed., P. 358.

32 V. Benjamin B, Facing the Facing the Void, Emmanuel Lubezki, ASC, AMC and his collaborators detail their work on Gravity, a technically ambitious drama set in outer space. ASC magazine, Op.Cit, P.P 36–49.

33 Loc. cit.

34تنتج حاليا أغلب الشركات كشافات تعمل بالثنائيات مثل : Arri, Mole, Kino Flo, Nila, DEDO,FilmGear.

35هى عدسات مسطحة يتم إنتاجها بتقنية التصوير الهولوجرافى (المجسم).