

حل مشكلات وميض الصورة عند التصوير فائق السرعة باستخدام الإضاءة الصناعية الحديثة Solving image flicker problems in using modern artificial light for high-speed shooting in cinematography and television

د/ وائل محمد احمد عناني

أستاذ مساعد بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتلفزيون، ب:كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

كلمات دالة: Keywords

وميض الصورة

Image Flicker

الإضاءة الصناعية

Artificial Light

التصوير فائق السرعة

High-Speed Shooting

ملخص البحث Abstract

يدرس هذا البحث تأثيرية من الأفضة

تهتم صناعة السينما والتلفزيون بالتصوير عالي السرعة في مختلف المجالات، وقد واجهت الصورة السينمائية والتلفزيونية المتحركة فائقة السرعة عيوباً ومشاكل مختلفة أثناء هذه النوعية من الصور، خاصة عندما يصل معدل تصوير إلى 1000 إطار في الثانية الواحدة، ومن هذه العيوب أن تظهر الصورة مرتعشة وذات وميض سريع (Flicker image) إذ تبدو الصورة للمشاهد مختلفة تلقائياً حيث ترى الصورة بكامل كثافتها الضوئية ثم تختفي فجأة وتري مساحة سوداء في الصورة ثم تعود الصورة مرة أخرى. يهدف البحث إلى دراسة المشكلات التي تظهر بالصورة المتحركة فائقة السرعة ودراسة العوامل المؤثرة عليها للوصول إلى حلول عملية لمشكلة وميض الصورة (Flicker). من خلال مصادر الإضاءة الصناعية الحديثة والتي تتوافق مع التصوير السينمائي والتلفزيوني الرقمي. يسلك الباحث المنهج الوصفي التحليلي لبعض العناصر الخاصة بإنتاج الصورة المتحركة فائقة السرعة من خلال مصادر الإضاءة، وآلات التصوير، التي يتم بها إنتاج هذا النوع من التصوير والتي ترى من خلالها هذه المشكلة. وتوصلت الدراسة إلى ضرورة دراسة تكنولوجيا الإضاءة بأنواعها المختلفة في المؤسسات التعليمية المهتمة بصناعة السينما والتلفزيون. وإلى أنه من الضروري عمل التجارب العملية لمصادر الإضاءة المختلفة مع التصوير عالي السرعة في المؤسسات التعليمية المهتمة بصناعة السينما والتلفزيون لتدريب الطلاب على تلافي وميض الصورة. كما أن متابعة التطور التكنولوجي لمصادر الإضاءة والآلات التصوير السينمائية الرقمية والتلفزيونية عالية الحدة لمعرفة كافة مشاكل التصوير والإضاءة وكيفية حلها.

Paper received 14th August 2016, accepted 15th September 2016, published 15th of January 2017

المتحركة فائقة السرعة عيوباً ومشاكل مختلفة أثناء هذه النوعية من الصور، خاصة عندما يصل معدل تصوير إلى 1000 إطار في الثانية الواحدة، ومن هذه العيوب أن تظهر الصورة مرتعشة وذات وميض سريع (Flicker image) إذ تبدو الصورة للمشاهد مختلفة تلقائياً حيث ترى الصورة بكامل كثافتها الضوئية ثم تختفي فجأة وتري مساحة سوداء في الصورة ثم تعود الصورة مرة أخرى.

هدف البحث Objectives

يهدف البحث إلى دراسة المشكلات التي تظهر بالصورة المتحركة فائقة السرعة ودراسة العوامل المؤثرة عليها للوصول إلى حلول عملية لمشكلة وميض الصورة (Flicker). من خلال مصادر الإضاءة الصناعية الحديثة والتي تتوافق مع التصوير السينمائي والتلفزيوني الرقمي.

منهج البحث Methodology

يسلك الباحث المنهج الوصفي التحليلي لبعض العناصر الخاصة بإنتاج الصورة المتحركة فائقة السرعة من خلال مصادر الإضاءة، وآلات التصوير، التي يتم بها إنتاج هذا النوع من التصوير والتي ترى من خلالها هذه المشكلة.

فروض البحث:

1. إذا تم استخدام مصادر الإضاءة ذات مصابيح الميتال هاليد (HMI) الحديثة عند التصوير فائق السرعة سوف يقل تأثير الوميض بالصورة أو يخفيه تماماً.
2. إذا تم استخدام مصادر الإضاءة لانبيعات الدايودي (LED) عند التصوير فائق السرعة سوف يقل تأثير الوميض بالصورة أو يخفيه تماماً.
3. إذا تم استخدام مصادر الإضاءة ذات مصابيح الفلوريسنت الباردة Kinoflo (Cool Light) الحديثة عند التصوير

مقدمة Introduction

عندما استطاع الإنسان تسجيل الحركة بواسطة التصوير السينمائي، فتح آفاقاً رحبة لتوظيف الصورة المتحركة، ليس فقط في مجال السينما الروائية، التي سرعان ما صار لها جمهورها، وتطورت صناعتها بشكل سريع، وكذلك سرعان ما كان لها وظائف أخرى غير درامية، لخدمة مجالات الصناعة، والطب، والعلوم، وغيرها، فصار من الممكن تسجيل حركة الأجسام أثناء حركتها، بالسرعة المعتادة 24 إطار/ثانية، ثم أمكن زيادة عدد الإطارات حتى 64 إطار/ثانية، وتثبيت الصورة على أحد الإطارات، أو مشاهدة إطار بإطار صار من الممكن تحليل الحركة، ولم يكن هذا الأسلوب كافياً لتحليل حركات الأجسام فائقة السرعة كحركة المحركات، أو تحليل حركة مقذوف ناري لقياس معدل دورانه أثناء الحركة كأحد عناصر اختبارات الجودة، وغير ذلك من الاستخدامات العلمية وتطبيقاتها الصناعية، وهذا ما دعا إلى اختراع آلات التصوير فائقة السرعة لخدمة هذه الأغراض.

مع ظهور التقنيات الرقمية للصور المتحركة، وانحسار الفروق الجوهرية بين الصورة السينمائية، والصورة التلفزيونية، وتنامي الحاجة إلى توظيفها في إنتاج وسائل مرئية بالتصوير فائق السرعة في كثير من المجالات، اهتم مصنعو آلات التصوير الرقمي بإنتاج الكاميرات التي تنتج هذا النوع من الصور، كما اهتم المصورون الذين يستخدمون هذه الكاميرات، بدراسة تقنيات إنتاج صورهم وفق المنظومة الرقمية، وهذه الدراسة هي إحدى هذه الجهود العلمية لدراسة مشكلات الإضاءة الصناعية، لحل المشكلات التي تظهر بالصورة المتحركة عند التصوير الرقمي فائق السرعة.

مشكلة البحث Problem

تهتم صناعة السينما والتلفزيون بالتصوير عالي السرعة في مختلف المجالات، وقد واجهت الصورة السينمائية والتلفزيونية

تم ابتكار تقنية التصوير بالتعريض على الفيلم المتحرك باستمرار دونما تثبيته أمام فتحة التعريض، ويتم ذلك باستخدام منشور زجاجي دوار أمام الفيلم، لإحداث ما يطلق عليه الموازنة البصرية، والشكل رقم (1) يبين آلية عمل التعريض بالموازنة البصرية، حيث أن الوضع (أ) بالشكل يوضح إحداث الفواصل بين الإطارات حيث يثبت بحواف المنشور ساتر أو حاجب مستدير يعمل عمل الغالق فيحب وصول الضوء إلى الفيلم، وباستمرار الدوران كما في الوضع (ب) يبدأ تعريض الفيلم المستمر في الحركة، ويسقط الضوء على الفيلم بعد أن يقوم المنشور بعملية انكسار لضوء التعريض، وكل من الوضع (ج)، (ز) يوضحان التعريض مع حركة كل من الفيلم والمنشور، حتى يصل المنشور للوضع (و) فيتوقف التعريض لإحداث الفاصل بين الإطارين

والجدير بالذكر أن آلات التصوير التي كانت تعمل بهذه التقنية مثل كاميرا (فاساكس) (Fastax) التي أنتجتها شركة البصريات الأمريكية (وولينسك) قد أتاحت العمل بسرعات تصل إلى 6000 إطار . ثانية لمقاس الفيلم 35 ملم . ساعات تصل إلى 9000 إطار . ثانية لمقاس أفلام 16 ملم. في حين تصل الإفلام 8ملم إلى ساعات تبلغ 18000 إطار. ثانية

ورغم وجود هذه السرعات الفائقة لكاميرات التصوير إلا أن المشاكل التي كانت تظهر في الصورة كان سببها الرئيسي هو الإضاءة، حيث أن مصابيح التنجستين لم تكن إضاءتها كافية لإحداث التعريض الضوئي المناسب، ولهذا كان من الضروري استخدام مصابيح التفريغ الأستريوسكوبية (Stereoscopic discharge lamps) وهي مصابيح تعطي شرارة ذات شدة إضاءة عالية ومتقطعة على هيئة وميض .

2- آلات التصوير الرقمية عالية الحدة في التصوير عالي السرعة:

تتمتع آلات التصوير الرقمية عالية الحدة الحديثة بمزايا متعددة وإمكانات مختلفة، و يتعامل مديرو التصوير مع آلات التصوير لتلافي عيوب الوميض الناتج من الإضاءة بعدة إجراءات للضبط من خلال أدوات التحكم بآلة التصوير، وذلك عند القيام بمهام التصوير عالي السرعة، أو التصوير العادي أو النمطي، ومن هذه الأدوات:

- ضبط معدل تصوير الإطارات Frame rate :
- ضبط معدل سرعة الإطارات من 1 إطار في الثانية إلى 10000 إطار في الثانية.
- ضبط زاوية الغالق :
- ضبط زاوية الغالق لتكون 180 درجة، وكلما زادت زاوية الغالق، كلما زاد الوميض في الصورة، وذلك طبقاً لقانون التعريض، فإن سرعة الغالق ستصبح أبطأ.
- معرفة الترددات المختلفة لأنواع الإضاءة :
- لابد لمدير التصوير من أن يتحقق من التردد الكهربائي للمصدر الذي يغذيه بالطاقة، ففي أوروبا يستخدم التردد 50 هرتز للكاميرات، وللإضاءة 100 هرتز، أما في الولايات المتحدة الأمريكية يستخدم التردد 60 هرتز للكاميرات، وللإضاءة 120 هرتز، وإضاءة مصادر الانبعاث الدايودي (LED) من 30 إلى 200 هرتز، و في مصباحها من 60 إلى 400 هرتز، ويوضح ذلك بالجدول رقم (10).

هذه الأمور تعتبر ضوابط عامة للآلات التصوير السينمائية الرقمية للتصوير عالي السرعة، وسوف تستعرض الدراسة بعض أنواع آلات التصوير السينمائية الرقمية عالية الحدة للتصوير فائق السرعة، وطرزها المختلفة، وأهم مواصفاتها، وأفضل مميزاتاها:

1-2 آلة التصوير ماركة (Phantom Flex):

تعد آلة التصوير (Phantom Flex) والموضحة بالشكل رقم (2) من آلات التصوير عالية الحدة ذات معدلات سرعة التصوير العالية والفائقة، حيث أن بها معدل سرعات التصوير من

فائق السرعة سوف يقل تأثير الوميض بالصورة أو يخفيه تماماً.

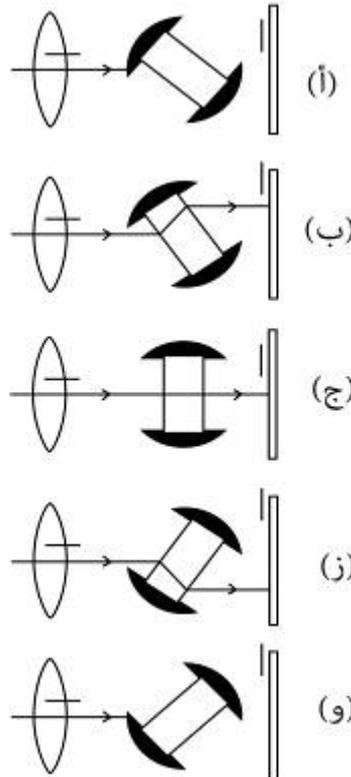
تساؤلات البحث :

- إلى أي مدى يكون لسرعة غالق آلة التصوير عند التصوير فائق السرعة أثره الملحوظ على تأثير الوميض بالصورة؟
- ما هي أنسب آلات التصوير الرقمية الحديثة التي باستخدامها في التصوير فائق السرعة يقل هذا التأثير أو يكاد يختفي تماماً؟
- إلى أي مدى يؤثر تردد التيار الكهربائي لمصادر الإضاءة المستخدمة بالتصوير فائق السرعة في حدوث عيب الوميض بالصورة؟

الاطار النظري Theoretical Framework

1- التقنية التقليدية للتصوير السينمائي فائق السرعة قبل ظهور التقنية الرقمية:

قبل ظهور التقنية الرقمية كانت التقنية الفيلمية لكاميرات التصوير فائقة السرعة هي التقنية المستخدمة، وهي كاميرات مصممة لتعمل على سرعات تزيد كثيراً عن 64 إطار. ثانية، فمن المفترض أن تعطي سرعات تتراوح ما بين 100 : 1800 إطار. ثانية. وكانت الآلية التي تعمل بها الكاميرات السينمائية فائقة السرعة في بدايتها هي آلية الخطاف لإحداث الحركة المتقطعة، وعندما تكون السرعات تصل إلى 300 إطار. ثانية، وهي أنسب سرعة لتسجيل الحركة في هذه الكاميرات، ينبغي أن تكون كل من الخطافات المستخدمة، ودبابيس التثبيت بالإضافة إلى شبك الفيلم والآلية المرافقة مصممة بحيث تتم موازنتها بأقصى درجة ممكنة، ولكن إذا زادت السرعة عن ذلك، فإن الحمل الواقع على كل من ثقب الفيلم ودبابيس الخطاف سوف يصبح كبيراً جداً بحيث لا يمكن تحاشي الأسباب المؤدية إلى عدم ثبات الصورة، بالإضافة إلى زيادة احتمال إتلاف الفيلم الحساس نفسه.



شكل (1) آلية التصوير فائق السرعة بتقنية المنشور الدوار حيث يتم التعريض أثناء الحركة للحصول على سرعات تتراوح ما بين 300 إلى 1800 إطار. ثانية



الشكل رقم (2) آلة التصوير (Phantom Flex)

10 إطارات حتى 2570 إطار في الثانية الواحدة، وبحدده مقدارها 1920 X 1080 بكسل .
و لها حساسية للسطح الحساس تصل إلى (ASA1200) وتقوم بإنتاج صورة عالية الحدة بأسلوب (Sampling4:2:2) عند أي معدل سرعة تصوير، وأسلوب (Sampling4:4:4) عند أقصى معدل سرعة 60 إطار في الثانية فقط، ويوضح الجدول رقم (3) اختلاف حدة الصور التي تنتجها باختلاف معدل سرعة التصوير. وتنتج صورها بوميض ضعيف جداً للإضاءة عند تردد 300 هرتز للملف الإلكتروني لمصدر الضوء، ويوضح ذلك الجدول رقم (4) .

	STANDARD	HQ
Benefit	Standard Phantom camera use model, shoot at resolutions up to 2560 x 1600 with highest frames rates at any resolution.	Proprietary multi-sampling technology provides unprecedented image stability under changing shooting conditions.
Min Resolution	256 x 8	256 x 8
Max Resolution	2560 x 1600	2560 x 1600
Min FPS	10 fps	10 fps
Max FPS @ max resolution	1455	725
Max FPS @ 1920 x 1080	2570	1275
Max FPS @ 1280 x 720	5385	2660
Max FPS @ 640 x 480	10,900	5345
Max FPS @ 128 x 8	280,000	90,300

الجدول رقم (1)

PHANTOM FLEX									
Power Source	Scene	Take	Frame Rate	Volts/Amps			Freq.	Ballast Freq.	Flicker
HOUSE	SCENE 5	TAKE 1	1200 FPS	RED LEG 118.0/97.5	BLUE LEG 119.1/96.0	BLACK LEG 117.7/166.0	60	300Hz	Minimal

جدول رقم (2)



Camera pictured with optional accessories available from Vision Research & Abel-Cine Tech

الشكل رقم (3) آلة التصوير (Phantom HD Gold)

2-2 آلة التصوير ماركة (Phantom HD Gold):

آلة التصوير (Phantom HD Gold) والموضحة بالشكل رقم (5)، هي من آلات التصوير عالية الحدة عالية السرعة، وعندما تكون سرعة التصوير بها بمقدار 1000 إطار في الثانية، فتكون حدة الصورة مقدارها 1080 X 1920 بكسل، أما عند سرعة مقدارها 1500 إطار في الثانية فيكون مقدار حدة الصورة 1280 X 720 بكسل، وبها إمكانية تغيير زاوية الغالق بها من 1 درجة إلى 360 درجة، وتنتج صورها بوميض قليل جداً عند استخدام مصادر إضاءة بتردد 300 هرتز ويوضح ذلك الجدول رقم (6).

PHANTOM GOLD									
Power Source	Scene	Take	Frame Rate	Volts/Amps			Freq.	Ballast Freq.	Flicker
HOUSE	SCENE 7	TAKE 1	1000 FPS	RED LEG 117.5/97.8	BLUE LEG 118.8/96.0	BLACK LEG 117.6/166.5	60	300Hz	Minimal
		TAKE 2	600 FPS						

الجدول رقم (6)

أي وحدة مقدارها 2880 X 2160 بكسل، ومعدل سرعة تصوير تصل إلى 1000 إطار في الثانية، ويمكن التحكم في زاوية الغالق بها من 5 درجات إلى 358 درجة، وقادرة على إنتاج صور تصل في حداثتها بأسلوب 4:4:4 Sampling

3-2 آلة التصوير السينمائية الرقمية ماركة (ARRI Alexa Plus):

آلة التصوير السينمائية الرقمية (ARRI Alexa Plus) الموضحة شكل رقم (7) هي من أفضل أنواع آلات التصوير السينمائية الرقمية التي تقدم صورها بوحدة عالية جداً تصل إلى 4 K



شكل رقم (7) آلة التصوير السينمائية الرقمية (ARRI Alexa Plus)

1620 بكسل أي (3.2K)، ومعدل سرعة تصوير تصل إلى 120 إطار في الثانية، وتنتج صوراً تصل في حداثتها بأسلوب (Sampling 4:4:4)، وتنتج صوراً بدون أي وميض نظراً لسطحها الحساس، وطبيعته عند استخدام إضاءة ذات تردد 300 هرتز، ويوضح ذلك الجدول رقم (9).

4-2 آلة التصوير السينمائي الرقمية ماركة (ARRI Alexa XT):

آلة التصوير السينمائي الرقمية (ARRI Alexa XT) الموضحة بالشكل رقم (8)، يمكنها أن تنتج صورها بوحدة مقدارها 3168 X 2880 بكسل أي (2K)، أو بمقدار X 1778



الشكل رقم (8) آلة التصوير السينمائي الرقمية ماركة (ARRI Alexa XT)

ARRI ALEXA									
Power Source	Scene	Take	Frame Rate	Volts/Amps			Freq.	Ballast Freq.	Flicker
GENERATOR POWER	SCENE 21	TAKE 1	120 FPS	RED LEG 119.6/98.0	BLUE LEG 126.1/91.5	BLACK LEG 120.8/160.0	60	300Hz	No

الجدول رقم (9)



الشكل رقم (10) آلة التصوير السينمائي الرقمية (Red EPIC)

5-2 آلة التصوير السينمائي الرقمية ماركة (Red EPIC):

آلة التصوير السينمائي الرقمية (Red EPIC) الموضحة بالشكل رقم (10)، وهذه الآلة يصل معدل سرعة التصوير بها إلى 400 إطار في الثانية، وهي تنتج صوراً بوحدة عالية لصورها، ولكن عند التصوير بمعدل سرعة عالي 400 إطار في الثانية، إذ تصبح جودة صورها بوحدة مقدارها 1280X480 بكسل أي (1K)، أما عند إنتاج صورها بمعدل سرعة 96 إطار في الثانية فإن حداثتها تكون بمقدار 5120X 2700 بكسل أي (5K). ويوضح في الجدول رقم (11) مقادير الحدة المختلفة لصورها مع معدلات سرعة التصوير المختلفة، ويوضح الجدول رقم (12) أنه عند استخدامها بمعدل سرعة مقدارها 120 إطار في الثانية، ويتردد مقداره 300 هرتز فإنها تنتج صوراً خالية من عيب إحداهن الوميض بالصورة المنتجة.

format	Epic max fps	Scarlet max fps	resolution	aspect ratio
5K	96	12	5120x2700	1.9:1
5K 2:1	101	n/a	5120x2560	2:1
5K HD	96	n/a	4800x2700	1.78:1 (16x9)
5K ANA	96	n/a	3296x2700	1.22:1
5K WS	121	n/a	5120x2160	2.40:1
4K	121	30	4096x2160	1.9:1
4K HD	121	30	3840x2160	1.78:1 (16x9)
3K	160	48	3072x1620	1.9:1
3K HD	160	48	2880x1620	1.78:1 (16x9)
2K	240	60	2048x1080	1.9:1
2K HD	240	60	1920x1080	1.78:1 (16x9)
2K WS	303	60	2048x854	2.40:1
1K HD	359	89	1280x720	1.78:1 (16x9)
1K WS	400	120	1280x480	2.66:1

الجدول رقم (11)

RED EPIC									
Power Source	Scene	Take	Frame Rate	Volts/Amps			Freq.	Ballast Freq.	Flicker
GENERATOR POWER	SCENE 22	TAKE 1	120FPS	RED LEG 119.8/97.7	BLUE LEG 125.8/91.3	BLACK LEG 120.7/161.8	60	300Hz	No

الجدول رقم (12)

تكون منعقدة عند استخدام هذه المصادر، حيث أن مصدر الإضاءة يتم توصيلة بشكل مباشر مع التيار الكهربائي بدون وجود أي ملفات كهربية (Ballasts) بين التيار الكهربائي، والمصباح. ولكن هناك بعض العوائق تحول دون استخدام هذه المصادر بشكل أساسي عند التصوير فائق السرعة، منها درجة الحرارة اللونية للخروج الضوئي لهذه المصادر، وكذلك درجات الحرارة العالية المنبعثة من المصابيح تؤثر على حركة الأجسام فائقة السرعة، وكذلك مشكلات التصوير الخارجي التي تؤثر على تراجع استخدام هذه المصادر التي كانت أساسية، ولا غنى عنها في السابق،

2-3 الإضاءة بمصابيح التفريغ الكهربائي

هناك أنواع عديدة من مصادر الإضاءة الصناعية المزودة بمصابيح التفريغ الكهربائي، هذه الأنواع هي المصابيح الميتال هاليد (HMI)، ومصابيح الفلوريسنت الباردة (Fluorescent Cool Light)، ومصابيح إضاءة الانبعاث الدايبودي (LED).

تعمل هذه النوعيات من مصابيح الإضاءة من خلال وجود وحدة ملفات (Ballasts) بين التيار الكهربائي والمصباح الضوئي حيث أن هذه المصادر تعمل بنظرية التفريغ الكهربائي، والأقطاب السالبة والموجبة، حيث أنها تعتمد على وجود شبة موصل بالمصباح الكهربائي، متصل بجزيئين يمثلان قطبين، الأول عبارة عن (كاتود)، وهو القطب السالب، و القطب الآخر هو (أنود)، وهو القطب الموجب. وبالتالي يصبح لدينا وسطين أحدهما يحتوي على كهربية موجبة، والآخر يحتوي على إلكترونات سالبة، وعند ضغط الوسطين مع بعضهما يتولد بينهما وسطان موجب وسالب، وعند مرور التيار الكهربائي تقوم الإلكترونات السالبة بدفع الوسط الثالث ناحية الكهربية الموجبة، وبالتالي تتقابل الإلكترونات السالبة، والشحنات الموجبة، فتصدر الشدة الضوئية.

وعلى ذلك فإن ما استقر في الأدهان أن مصادر الإضاءة المعتمدة على التفريغ الكهربائي ووجود ملفات كهربية بين مصدر الإضاءة، ومصدر الطاقة يجعلها معرضة إلى حدوث وميض بالصورة المنتجة، والمضاء بهذه المصادر، ويظهر هذا الوميض واضحا عند التصوير فائق السرعة. إلا أن هذه الدراسة تقوم على تحليل أداء هذه المصادر على ضوء ما حدث بها من تطورات للوقوف

3- مشاكل الوميض بالصور المتحركة بالتصوير فائق السرعة الناتجة عن مصادر الإضاءة المستخدمة (Flicker Image Problem):

إن الشدة الضوئية لجميع مصادر الإضاءة الصناعية المستخدمة في التصوير السينمائي أو التلفزيوني (Intensity) بقدرة كهربية تقاس بوحدة الواط (Watt) من خلال التيار والجهد الكهربي الواصل لها والذي يستمد من التيار المتردد (Alternative Current).

ويقاس هذا التردد بوحدة هرتز، ويتراوح قيمة الهرتز للتيار المتردد من 50 إلى 60 هرتز، وطبقا لذلك فإن التيار المتردد يصل إلى مصدر الضوء بتردد 50 أو 60 هرتز في الثانية الواحدة، أي بمثابة 100 أو 120 مرة لمصدر الضوء، وبناءً على ذلك فإن المصدر الضوئي ينتج شدة ضوئية متقطعة، ولكن لا تزي بالعين المجردة، ولكن إذا تم تصوير موضوعات مضاءة بهذه المصادر فإن الصورة تزي مرتعشة أو بها وميض (Flicker Image). يتوقف ظهور هذا العيب، ودرجة وضوحه على عنصرين:

أولهما: مصادر الإضاءة ونوعياتها.

ثانيهما: نوعية آلة التصوير وضبط عدد الإطارات في الثانية، وسرعة الغالق، وزاويته.

يظهر هذا العيب في الصورة بشكل واضح جداً وجلي عند استخدام السرعات العالية للتصوير (Cinematography High Speed) حيث أن معدل سرعة تصوير الإطارات في الثانية يكون كبير جداً حوالي 1000 إطار في الثانية الواحدة، وبالتالي ستسجل ترددات النبضات الضوئية في الصورة، وعلى ذلك تتناول الدراسة فيما يلي سأتناول نوعيات مصادر الإضاءة والتي ينشأ عنها هذا التردد في الشدة الضوئية لها.

فهناك نوعان رئيسيان لمصادر الضوء من حيث طرق تغذيتها الكهربية وهي:

1-3 الإضاءة بمصابيح التنجستين (Incandescent Lamps)

استخدام مصابيح التنجستين تعطي إضاءة ذات درجة حرارة لونية 3200 كلفن، وهي مصابيح إضاءة يتم التحكم في شدة الضوء الصادر منها، حيث أن تغذيتها الكهربية تتم بشكل مباشر من خلال فرق الجهد، والتيار الكهربائي. وبالتالي فمشكلة وميض الصورة تكاد

كانت تعتمد علي ملفات مغناطيسية ينشأ عنها الوميض (Flicker). ثم تطورت هذه الملفات لتصبح معتمدة علي دوائر الكترونية مع ملفات ذلك لكي تمنع حدوث الوميض بشكل كبير وذلك في المصادر ذات القدرات الكهربائية العالية 18 كيلو وات. فالملفات القديمة (Choke Ballast) والتي يتضح تركيبها في شكل رقم (13) فتصل بالمصدر الضوئي، ومصدر الطاقة الكهربائية وهي تقوم بتوصيل الجهد الكهربائي للمصباح الضوئي ولكن بشكل متقطع. وبالتالي ينشأ الوميض في المصباح الضوئي وذلك من خلال هذا الملف ويتضح الشكل البياني للإضاءة من خلال شكل رقم (14) والذي يظهر التردد الموجي للإضاءة بتشغيلها لفترة زمنية ما ويرى مناطق الإضاءة العالية والمنخفضة للمنحنى والتي تعبر عن الوميض الضوئي الصادر منها.

اما بالنسبة الي التصميم الحديث في صناعة الملفات والتي أصبحت تحتوي علي دوائر الكترونية شكل رقم (15). فقد أصبحت لا تنتج وميضاً وذلك باستخدام ترددات عالية جدا من التيار المتردد وبالتالي تعطي ترددات عالية جدا لمصباح HMI وتصل هذه الترددات الي اكثر من 20 كيلو هرتز او 500 كيلو هرتز وذلك لخفض الوميض الضوئي من المصدر وقد تعددت الاختبارات لمعدلات التردد المناسبة للمصباح وقد حددت بمعدل مناسب يصل الي 200 كيلو هرتز والذي لا يوجد معه أي وميض من المصدر الضوئي، وفي هذه الحالة فان تكلفة هذا المصباح تكون عالية القيمة المالية.

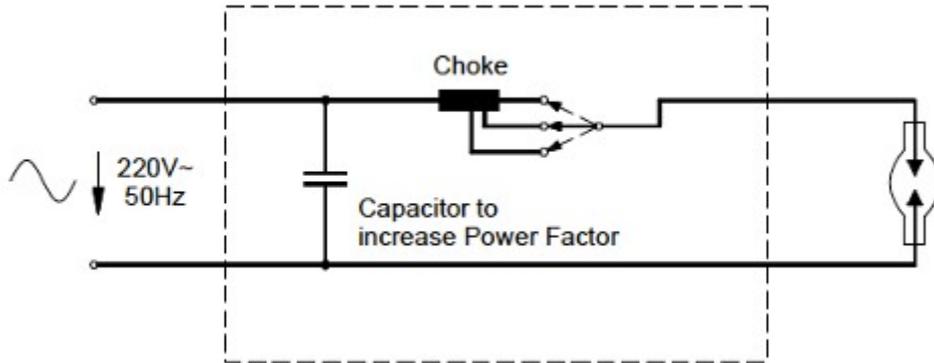
على أنسب هذه المصادر للاستخدام بالتصوير فائق السرعة مع تلافي حدوث عيب ظهور الوميض .

1-2-3 إضاءة مصابيح الميتال هاليد (HMI)

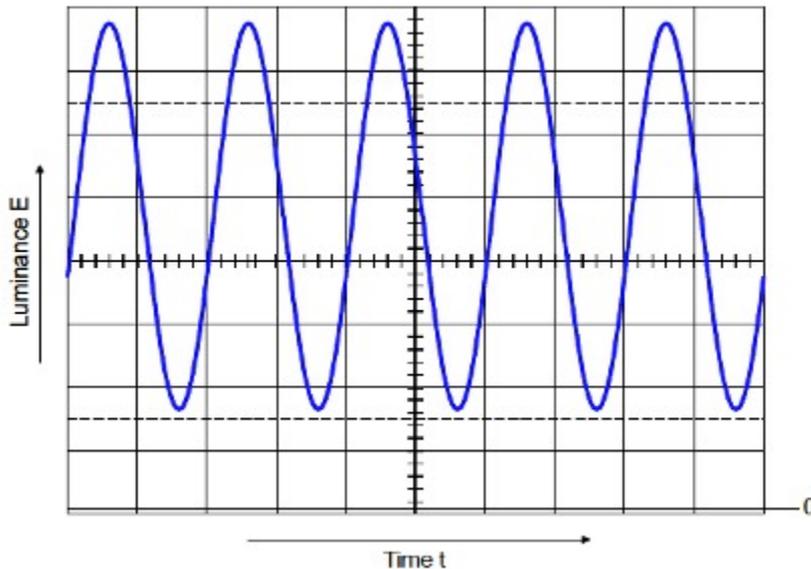
إضاءة مصابيح الميتال هاليد (HMI) هي إضاءة لها نفس درجة الحرارة اللونية لضوء النهار 5600 كلفن، وتعتمد في إضاءتها، وتشغيلها على توصيلها بملفات كهربية بينها وبين مصدر الطاقة الكهربائي وتعطي وميضاً بنسبة تتراوح ما بين 40 % إلى 70 % . كانت الملفات التي تقوم بتشغيل هذا المصدر في السابق ملفات مغناطيسية، وأصبحت الآن ملفات كهربية، حيث أنها تقوم بعمل ازدواج موجي كهربائي حتى لا يحدث أي وميض في إضاءتها، ولكن هناك وقتا تحدث فيه وميضاً للإضاءة من خلال تعديل موجاتها الكهربائية. وهي تعمل حالياً علي خلق ترددات كهربية عالية لمصدر الإضاءة تصل الي 65 أو 85 هرتز، وهي خاصة بالتصوير بمعدلات السرعة العادية وليست عالية السرعة.

1-1-2-3 تحليل أداء مصابيح الميتال هاليد (HMI) لعلاج عيوب الوميض بالتصوير فائق السرعة على ضوء المستحدث منها :

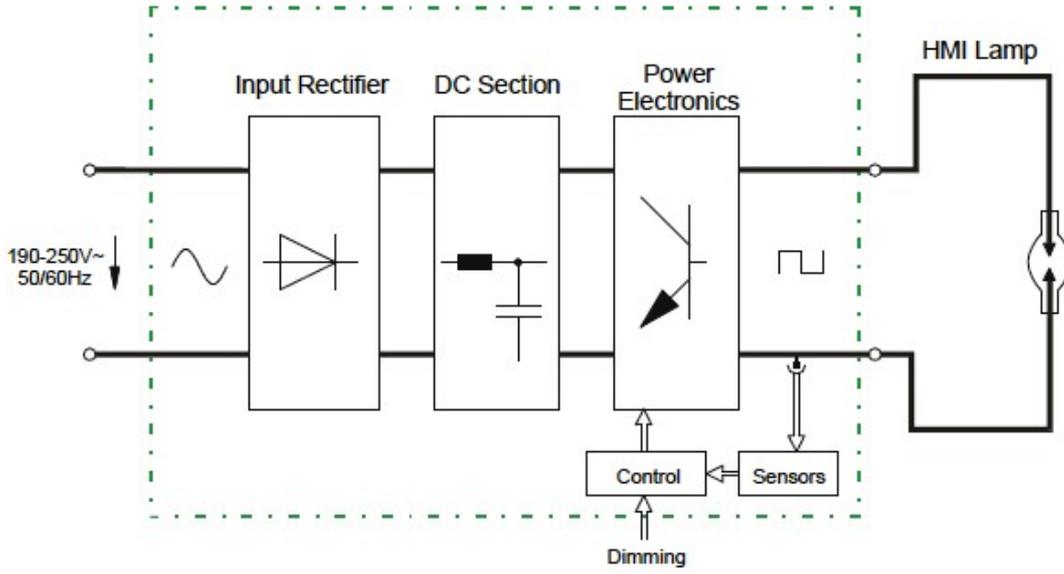
بعد دراسة تقنية عمل هذه المصابيح التي تقوم على إحداث ومضات سرعة ومتقطعة، وكيف تم تعديل ملفاتنا لتلافي حدوث ظهور هذا العيب أثناء التصوير، يمكن القول بأن هذا التحديث كان ناجحاً مع السرعات العالية إلا أن هذا العيب ظل قائماً عند التصوير فائق السرعة، حيث يوجد منها مصادر ذات مصابيح بقدرات كهربية مختلفة تتراوح مات بين 20 وات إلى 18 كيلو وات، وتعتمد علي ملفات كهربية بين المصدر الضوئي ومصدر الطاقة الكهربائية، وقد



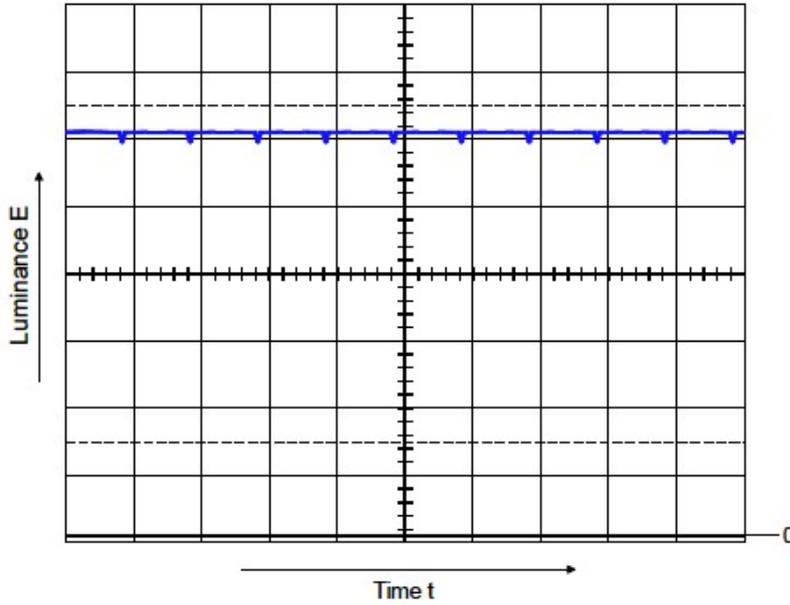
شكل رقم (13) تركيب الملفات القديمة (Choke Ballast)



شكل رقم (14) الرسم البياني للإضاءة لملفات (Choke Ballast)



شكل رقم (15) التصميم الحديث في صناعة الملفات
و يوضح الشكل رقم (16) الرسم البياني لشدة الإضاءة بالطول
الملفات القديمة في شكل رقم (14).
الموجي الثابت بدون زيادة للإشارة أو نقصانها كما كان يحدث في



الشكل رقم (16) الرسم البياني لشدة الإضاءة للملفات الحديثة

مصدر إضاءة ضوء النهار ARRI High Speed Ballast EB
2.5/4HS Auto Scan الموضحة بالشكل رقم (17) وهي ملفات
كهربية إلكترونية Electronic Ballast تستخدم مع مصادر
القدرة الكهربائية لمصابيحها 2500 وات، أو 4000 وات، ويتردد من
900 إلى 1200 هرتز في السرعات العالية، و 75 هرتز في
التصوير بالسرعات العادية، ويعمل بدون وميض ضوئي مع
التصوير بالسرعات الفائقة التي تصل إلى 1000 إطار في الثانية.
ويتم التحكم من خلاله في السرعات العالية للتصوير بعدة نظم منها:

- نظام (Auto Scan) . وهو نظام عمل أوتوماتيكي كامل بدون أي تدخل يدوي.
- نظام (Man) , وهو نظام ضبط التردد يدويا.
- نظام (Auto Man) ، وهو نظام يجمع بين الطريقتين الأوتوماتيكية واليدوية.

و من المميزات الهامة للمصادر الحديثة وملفاتها الإلكترونية:
أ- الحفاظ علي درجة الحرارة اللونية لضوئها طوال فترة عمرها
المحددة من قبل المصنّع، وذلك للتحكم في الطاقة الكهربائية التي
تغذيها.
ب- التحكم في شدة إضاءة المصدر بالزيادة أو النقصان
Dimming ليصبح الخرج الضوئي يعادل 100 % من
القدرة الكهربائية، أو أقل من ذلك تبعاً لما يريد مدير التصوير
تحقيقه في العمل، وذلك التغيير في شدة الإضاءة لا يغير من
جودة الإضاءة، أو درجة الحرارة اللونية.
ت- عدم وجود وميض ضوئي حتى سرعة تصوير 1000 إطار
في الثانية.

وفيما يلي توضيحاً لبعض الأمثلة التطبيقية لمصادر إضاءة HMI
، وخواصها المختلفة، وهي التي تستخدم في التصوير فائق السرعة:

2-1- 2-3 مصدر ARRI High Speed Ballast EB
2.5/4HS Auto Scan

ARRI High speed ballast EB 12/18 مصدر 4-1-2-3 :HS

ARRI High speed ballast EB 12/18 HS مصدر الموضح بالشكل رقم (19)، حيث توجد ملفات كهربية للتصوير بالسرعات الفائقة بدون وميض ضوئي بها، و مصابيحها تعطي قدرة كهربية 12000 وات، أو 18000 وات، ويتردد كهربى من 900 هرتز إلى 1200 هرتز في التصوير بالسرعات الفائقة، و75 هرتز للسرعات العادية.



الشكل رقم (19) ARRI High speed ballast EB 12/18 HS

2-2-3 إضاءة مصابيح الفلوريسنت الباردة (Cool Light) Kinoflo

إضاءة مصابيح الفلوريسنت الباردة Kinoflo (Cool Light) هي إضاءة تعطي درجة حرارة لونية 3200 كلفن مشابهة للضوء الصناعي داخل الاستوديو، أو درجة حرارة لونية 5600 كلفن مشابهة لضوء النهار. وقد تم عمل الملفات الكهربائية الإلكترونية مثل (HMI) لعدم التعرض لأي وميض في إضاءتها، وتعمل بترددات عالية تصل إلى 60 هرتز.

وعند مقارنه إضاءة الفلوريسنت القديمة بالحديثة منها (Kinoflo) فإننا نرى أن القديمة تحدث وميضاً بنسبة تتراوح ما بين 30 % إلى 60 %، أما الحديثة الباردة (Kinoflo) فإنها تعطي وميضاً من صفر إلى 12 % . في حين أن إضاءة التنجستين وهي أقل مصادر إضاءة تحدث وميضاً في شدتها الضوئية فهي لا تتعدى 10 % . ويوضح ذلك الجدول رقم (20).

Flicker Factor	Lamp type
99 %	LED dimmed at 50%:
40 - 70 %	HMI magnetic ballast:
50 - 70 %	Street lights magnetic ballast:
30 - 60 %	Fluorescent magnetic ballast:
0 - 12 %	Fluorescent electronic ballast:
10 - 15 %	Household bulbs:
0 - 10 %	Tungsten lights
1 - 3 %	HMI electronic ballast:
0 %	Sunlight:

الجدول رقم (20)



الشكل رقم (17) ARRI High Speed Ballast EB 2.5/4HS Auto Scan

ARRI High speed ballast EB 6/9 مصدر 3-1-2-3 :HS Auto Scan

ARRI High speed ballast EB 6/9 HS Auto Scan مصدر الموضح بالشكل رقم (18)، حيث توجد ملفات كهربية الكترونية Electronic ballast تعمل مع مصابيح قدرتها الكهربائية 6000 وات، أو 9000 وات، ويتردد كهربى من 900 إلى 1200 هرتز مع السرعات العالية والفائقة، و75 هرتز مع السرعات العادية، ويعمل بدون وميض مع سرعات تصوير فائقة تصل إلى 100 إطار في الثانية الواحدة، ويتم التحكم من خلاله عند التصوير بالسرعات الفائقة بالنظم السابقة الذكر (Auto Man – Man – Auto Scan)



الشكل رقم (18) ARRI High speed ballast EB 6/9 HS Auto Scan

- 2- عمل التجارب العملية لمصادر الإضاءة المختلفة مع التصوير عالي السرعة في المؤسسات التعليمية المهتمة بصناعة السينما والتلفزيون لتدريب الطلاب علي تلافى وميض الصورة.
- 3- متابعة التطور التكنولوجي لمصادر الإضاءة والآت التصوير السينمائية الرقمية والتلفزيونية عالية الحدة لمعرفة كافة مشاكل التصوير والاضاءة وكيفية حلها.

المراجع References:

- 1- Arnold & Richter Cine Technik, ARRI EB12/18 Kw Datasheet June 2016 © ARRI/2016
- 2- Arnold & Richter Cine Technik, EB 6/9 HS AUTOSCAN Datasheet May 2016 © ARRI/2016
- 3- Arnold & Richter Cine Technik, EB 2.5/4 HS AUTOSCAN Datasheet May 2016 © ARRI/2016
- 4- Flicker Parameters For Reducing Stroboscopic Effects From Solid-State Lighting Systems, Volume 11, Issue 1 --
[Www.lrc.rpi.edu/programs/solidstate/assist/pdf/ar-flicker.pdf](http://www.lrc.rpi.edu/programs/solidstate/assist/pdf/ar-flicker.pdf)
- 5- Harry Box, Set Lighting Technician's Handbook: Film Lighting Equipment, Practice, And Electrical Distribution, FOCAL PRESS, ISBN-10: 0240810759, ISBN-13: 978-0240810751, Edition: 4, 2010
- 6- [Http://www.cormusa.org/uploads/2012_2.1_0Bullough_CORM_2012_Stroboscopic_Effects.Pdf](http://www.cormusa.org/uploads/2012_2.1_0Bullough_CORM_2012_Stroboscopic_Effects.Pdf)
- 7- [Http://www.visionsearch.com](http://www.visionsearch.com)
- 8- Kirk Tuck, LED Lighting: Professional Techniques For Digital Photographers, Amherst Media, ISBN-10: 1608954471, ISBN-13: 978-1608954476, (January 23, 2012).
- 9- M. Nisa Khan, Understanding LED Illumination, ISBN-10: 1466507721, ISBN-13: 978-1466507722 0, August 20, 2013
- 10- U.S. Department Of Energy Building Technologies Office Solid State Lighting Technology Fact Sheet (March 2013)

و يقاس معامل وميض مصدر الضوء من خلال مقاييس تعتمد في عملها علي قياس التردد الناتج عن وميض الضوء، وبشكل عام عندما يكون معدل الوميض أقل من 3 % فإنه يعتبر خالي من أي وميض أو انقطاع في الضوء. وذلك في معدلات التصوير ذات السرعة العادية. أما في حالات التصوير فائق السرعة أو أكثر من 150 إطار في الثانية فإن ذلك الوميض الضوئي يظهر في الصورة.

2-3- إضاءة مصابيح الانبعاث الداودي (LED):

إضاءة مصابيح الانبعاث الداودي (LED) هي إضاءة تعطي درجة حرارة لونية من 2800 كلفن، وتصل إلي 900 كلفن حسب المطلوب منها. وتعتمد في إنتاج إضاءتها علي ألوان متعددة لا نهائية، أي أنها تعطي إضاءة لونية مشابهة للإضاءة الصناعية داخل الاستوديو، أو إضاءة مشابهة لضوء النهار، وهناك تصميم لأجهزتها الخاصة لإضاءة الديكور بألوان مختلفة، أو إضاءة الأشخاص داخل الاستوديو أو خارجه.

تعطي إضاءة مصابيح الانبعاث الداودي (LED) وميضاً عالياً جداً عند تقليل شدة إضاءة المصدر لتصل قدرته الكهربائية إلى 5 % من القدرة الكاملة، ولإصلاح ذلك، وتلافى هذا العيب قامت الشركات المصنعة بتصميم ملفات كهربية عالية القيمة لتقوم بزيادة التردد الكهربى في المصباح ليصل إلى 200 هرتز، بحيث يتم القضاء تماماً علي الوميض الضوئي في سرعات التصوير المختلفة، حيث أن هناك أنواع منها مختلفة تحدث وميضاً يتراوح من 40 % إلى 70 %، ونوع آخر يصل الوميض فيه إلى 15 %، أما الأنواع الحديثة منها فإنها تعطي أقل من 3 %، وبالتالي فإنها تحدث وميضاً أقل ما يمكن عند التصوير بسرعات عالية، وفي هذه الحالة فإن آله التصوير سيتم التحكم بها عن طريق إدارتها في معدل سرعة التصوير، وسرعة الغالق.

ومن خلال ما سبق ينتج لنا تعديل صانع المصادر الضوئية في تصميم أجهزة الإضاءة والملفات الكهربائية التي تستخدم للمصادر الضوئية حتى يتم القضاء نهائياً علي الوميض الضوئي منها وذلك في السرعات العادية للتصوير أما في السرعات العالية للتصوير فإنه يتضح ان هناك مصادر اضاءة لا تزال تحتاج إلى تعديل في تصميمها، وفي ملفاتنا، أو يتم تعديل الكاميرا، وضبطها لمعالجة هذه العيوب، أو القضاء عليها.

النتائج Results:

بعد الإنتهاء من البحث يمكن حصر نتائجه في تحقيق فروض البحث :-

- 1- ان استخدام مصادر الإضاءة ذات مصابيح الميتال هاليد (HMI) الحديثة High Speed Ballast عند التصوير فائق السرعة سوف يقلل تأثير الوميض بالصورة أو يخفيه تماماً.
- 2- تطورت صناعة مصابيح الانبعاث الداودي LED لتصبح صالحة للتصوير مع معدلات السرعة العالية ولكن يبقى منها جزء كبير ينتج عنه وميض في الصورة.
- 3- استخدام مصادر الإضاءة ذات مصابيح الفلوريسنت الباردة (Kinoflo (Cool Light) الحديثة عند التصوير فائق السرعة سوف يقلل تأثير الوميض بالصورة أو يخفيه تماماً.
- 4- أصبحت التصميمات الحديثة لمصادر الإضاءة المختلفة تتلشى عيوب وميض الصورة عند التصوير بمعدلات سرعة عالية.
- 5- زيادة التردد الكهربى هو الذي يتحكم في عدم وجود وميض للصورة عالية السرعة.
- 6- كلما زادت زاوية الغالق عن ١٨٠ درجة كلما زاد الوميض في الصورة وبالتالي تستخدم الزاوية الضيقة للغالق للتخلص من وميض الصورة.
- 7- أصبحت الآت التصوير السينمائية الرقمية وعالية الحدة معدة لإنتاج صوراً بمعدلات سرعة تصوير عالية بدون إنتاج وميض في صورها بسبب اسطحها الحساسة المتقدمة والحدة العالية.
- 8- مصادر الإضاءة التتجستن لا ينتج عنها وميض في التصوير بالسرعات العالية.

التوصيات:

- 1- دراسة تكنولوجيا الإضاءة بأنواعها المختلفة في المؤسسات التعليمية المهتمة بصناعة السينما والتلفزيون.