الطاقة المتجددة وتوظيفها في المعدات والأدوات المستخدمة في عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني

زهرة جلال حلمي*، سماح جمال محمد
قسم التصوير السينمائي والتلفزيون - كلية الفنون التطبيقية - جامعة بدر بالقاهرة – مصر

Received: 2nd May 2024
Revised: 6th February 2025
Accepted: 7th February 2025

الملخص
تناقش هذه الورقة البحثية بشكل أساسي كيفية مساعدة التطور التكنولوجي في مجال صناعة الأفلام والإنتاج السينمائي والتلفزيوني بجعله مصاحبا للبيئة والعمل على الاستدامة، مما يترتب عليه توفير بعض الحلول لمشاكل الاستهلاك الهائل لمصادر الطاقة غير متجددة كالتيار الكهربائي وأيضا الاثار الكربونية التي يتركها الإنتاج السينمائي والتلفزيوني ويؤثر على البيئة .كما أيضا مع ازدهار الصناعة والتكنولوجيا أصبح تكلفة المعدات المستخدمة في التصوير باهظة الثمن مما يزيد من التكلفة الإنتاجية للأعمال الفنية، لذا لابد من استغلال جميع مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية في إيجاد الحلول التي يمكن توظيفها في مجال الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، ذلك بالعمل على تطوير المعدات والأدوات المستخدمة مثل: مصادر الضوء، وعربات البث الإذاعي، وطرق شحن البطاريات، وأيضا أنواعها التي تؤثر على البيئة بشكل مباشر.

الكلمات الرئيسية
الطاقة المتجددة، الإنتاج التلفزيوني، الإنتاج السينمائي.

١. المقدمة

يواجه العالم اليوم تحديات بيئية كبيرة ناجمة عن التغير المناخي، والاحتباس الحراري، والتلوث الناتج عن الاعتماد المفرط على مصادر الطاقة التقليدية مثل الوقود الأحفوري. في هذا السياق، أصبحت الطاقة المتجددة خيارًا استراتيجيًا للحد من التأثيرات البيئية السلبية في مختلف القطاعات، ومنها قطاع الإنتاج السينمائي والتلفزيوني. تُعد عمليات إنتاج الأفلام والمسلسلات من أكثر الأنشطة استهلاكًا للطاقة، لذا تتطلب صناعة السينما والتلفزيون استهلاكًا للطاقة في عمليات التصوير والإضاءة وتحرير الأفلام استخدام معدات عالية الأداء تحتاج إلى كميات كبيرة من الكهرباء، ففي ظل التغيرات المناخية العالمية والجهود إلى تقليل الانبعاثات الضارة الناتجة من الإنتاج السينمائي والتلفزيون، أصبح العمل على إيجاد حلول باستخدام الطاقة المتجددة ضرورة ملحّة في مختلف المجالات، بما في ذلك قطاع الإعلام والترفيه .تعتمد معظم عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني التقليدية على مصادر الطاقة الأحفورية مثل الديزل والبنزين لتشغيل المولدات والمعدات، مما يؤدي إلى زيادة البصمة الكربونية وتأثيرات بيئية سلبية، خاصة في مواقع التصوير الخارجية التي تحتاج إلى مصادر طاقة متنقلة ومستدامة. من هنا تبرز أهمية استخدام الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الحيوية، التي يمكن أن تساهم بشكل كبير في تقليل التأثير البيئي وتخفيض التكاليف التشغيلية مع ضمان كفاءة الإنتاج .لذا لابد ان العديد من الشركات الكبرى في قطاع السينما والتلفزيون تتبني استراتيجيات الطاقة النظيفة، حيث يتم استخدام الألواح الشمسية لتشغيل معدات الإضاءة والكاميرات، كما يتم تطوير بطاريات قابلة لإعادة الشحن تعتمد على مصادر متجددة. ومن الأمثلة الرائدة في هذا المجال استخدام مولدات كهربائية تعمل بالطاقة الشمسية في مواقع التصوير البعيدة، مما يقلل الحاجة إلى الوقود التقليدي. إضافة إلى ذلك، هناك توجه نحو استخدام تقنيات الإضاءة الموفرة للطاقة، مثل مصابيحLED ، التي تستهلك طاقة أقل مقارنة بالإضاءة التقليدية، مما يساهم في تحقيق إنتاج أكثر استدامة.

*email: zahragalal44@gmail.com
https://doi.org/ 10.21608/auber.2025.286931.1081
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

يهدف هذا البحث إلى دراسة مدى إمكانية توظيف الطاقة المتجددة في المعدات والأدوات المستخدمة في عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، ومعرفة التأثيرات المحتملة لهذا التحول على كفاءة العمل وتكاليف الإنتاج والاستدامة البيئية. كما يناقش البحث التحديات التقنية والمالية التي قد تواجه هذه العملية، والفرص التي يمكن أن تنشأ من دمج تقنيات الطاقة المتجددة في قطاع الاعلام والترفيه.

في ظل تزايد الاهتمام العالمي بالاستدامة، أصبح من الضروري على الشركات الإنتاجية تبني أساليب أكثر صداقة للبيئة، ليس فقط للامتثال للمعايير البيئية المتشددة، ولكن أيضًا لتعزيز سمعتها في السوق وجذب جمهور أكثر وعيًا بالقضايا البيئية. لذلك، فإن الاستثمار في الطاقة المتجددة داخل صناعة السينما والتلفزيون لا يُعد مجرد خيار، بل هو ضرورة استراتيجية تضمن استمرارية هذه الصناعة مع تقليل أثرها البيئي.

٢. المنهجية والأدوات

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي، في وصف الأدوات والمعدات المستخدمة في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، وكذلك يتبع البحث المنهج التصميمي التجريبي في عمل تصميم مصادر اضاءة (LED) صديقة للبيئة باستخدام الواح الطاقة الشمسية لتقليل انبعاث حرارة من كثرة استهلاك الطاقة غير متجددة وهي الكهرباء، ومدى إمكانية تطبيقها في القطاع الإعلامي والحث على الاستدامة البيئية.

مشكلة البحث

يواجه المصورون وطاقم الإنتاج عدة مشاكل اثناء التصوير منها سرعة تفريغ بطاريات مصادر الضوء وبطاريات الكاميرات أثناء التصوير، كما يوجد صعوبة أيضا في توفير تيار كهربائي أثناء التصوير الخارجي لإعادة شحن البطاريات. يعد الجهد العالي للتيار الكهربائي فجأة، قد يتلف الأجهزة والمعدات اثناء التصوير، كما أيضا انقطاع التيار الكهربائي أو مولد أثناء التصوير الفوتوغرافي او السينمائي او التليفزيوني يؤدي الى تعطيل العملية الإنتاجية.

وتكمن المشكلة من خلال السؤال التالي :

هل من الممكن استبدال مصادر الاضاءة غير المتجددة التي تعتمد على الكهرباء بمصادر متجددة اثناء انتاج الاعمال الفنية وذلك باستخدام مصادر ضوء مزوده بالطاقة الشمسية وعربات بث مباشر مزودة بأسطح خلايا للطاقة الشمسية وأيضا بطاريات شحن تعمل بالطاقة الشمسية.

اهمية البحث

تكمن اهمية البحث في استخدام مصادر ضوئية تعتمد على الطاقة المتجددة في عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني لذا يعتبر أحد أكبر مصادر انبعاثات الكربون هي الطاقة اللازمة لتشغيل الأضواء والكاميرات وغيرها من المعدات اثناء الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، كما أيضا انبعاث حرارة من كثرة استهلاك الطاقة غير متجددة وهي الكهرباء فلابد من استغلال مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، لكي يساعدوا في تقليل من انبعاثات الكربون بشكل كبير.

هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية توظيف مصادر الطاقة المتجددة في المعدات والأدوات المستخدمة في عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، ومعرفة تأثير هذا التحول على الكفاءة الإنتاجية والتكاليف والاستدامة البيئية، للتغلب على صعوبات عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني وذلك باستخدام مصادر ضوء مزوده بالطاقة الشمسية وعربات بث مباشر مزودة بأسطح خلايا للطاقة الشمسية وأيضا بطاريات شحن تعمل بالطاقة الشمسية والعمل على التنمية المستدامة والحد من

التأثيرات البيئية السلبية التقليدية التي تنتج من مصادر الطاقة الأحفورية مثل الديزل والبنزين لتشغيل المولدات والمعدات اثناء التصوير، مما يؤدي إلى زيادة البصمة الكربونية

تساؤلات البحث

- ماهي الاحتياجات التي لابد من أخذها في الاعتبار لحل مشاكل الطاقة الكهربائية في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني .
- كيف يمكن أن تساعد مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية) في مرحلة في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني.
- هل يمكن توظيف الطاقة المتجددة في المعدات والأدوات المستخدمة في عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، وما مدى تأثير ذلك على الاستدامة البيئية؟

٣. محاور البحث

أولا مرحلة الإنتاج

- مصادر الإضاءة المستخدمة في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني
- التصميم التجريبي لمصدر اضاءة صديق للبيئة
- المعدات والأدوات التكميلية في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني
- عربات البث الخارجي المستخدمة في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني
- وسائل النقل داخل مواقع الإنتاج السنيمائي والتلفزيوني

ثانيا مرحلة ما بعد الإنتاج

- التحول الرقمي لتخزين البيانات في مرحلة ما بعد الإنتاج سواء السنيمائي او التلفزيوني

أولا مرحلة الإنتاج

تُعد عمليات إنتاج الأفلام والمسلسلات من أكثر الأنشطة استهلاكًا للطاقة، حيث تعتمد بشكل كبير على مولدات الكهرباء، والإضاءة القوية، والمعدات الإلكترونية المتطورة، مما يؤدي إلى انبعاث كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري. علاوة على ذلك، فإن مواقع التصوير الخارجية غالبًا ما تتطلب مصادر طاقة متنقلة، مما يزيد من استهلاك الوقود الأحفوري .لذلك، يجب استخدام مصادر الطاقة المتجددة في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، حيث يعتبر أحد أكبر مصادر انبعاثات الكربون هي الطاقة اللازمة لتشغيل الأضواء والكاميرات وغيرها من المعدات اثناء الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، كما أيضا انبعاث حرارة من كثرة استهلاك الطاقة غير متجددة وهي الكهرباء لذا فلابد من استغلال مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، لكي يساعدوا في تقليل من انبعاثات الكربون بشكل كبير. (١)

يمكن لطاقم الإنتاج استبدال بعض المعدات الضارة على البيئة بمعدات يمكننا توافقها حاليا مع الظروف البيئة ومصادر التشغيل مثل:

- مصادر الإضاءة
- البطاريات وأجهزة الشحن
- استغلال التطور الرقمي في الإنتاج السنيمائي والتلفزيوني
- استخدام عربة البث الخارجية المصاحبة للبيئة المستدامة
- تحسين وسائل النقل في الإنتاج السنيمائي والتلفزيوني

٣. ١. مصادر الإضاءة المستخدمة في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني

شهدت مصادر الإضاءة في التصوير التلفزيوني تطورات كبيرة على مر العقود، بدءاً من مصادر الإضاءة البدائية وصولاً إلى أحدث التقنيات المدعومة بالطاقة المتجددة وأيضا ظهور الاضاءات المدعومة بالذكاء الاصطناعي التي توفر مرونة وكفاءة أكبر، ويعد من مراحل تطور مصادر الإضاءة:

- **البدايات: الإضاءة التقليدية الساخنة (الخمسينيات والستينيات)**

اعتمدت الإضاءة في التصوير التلفزيوني في بداياتها على مصابيح التنجستن والكربون، التي كانت تولد حرارة عالية وتستهلك الكثير من الطاقة، حيث كان يتم استخدام مصابيح كبيرة الحجم ومكلفة تتطلب تبريداً مستمراً بسبب الحرارة العالية، ما جعل عملية التصوير تتطلب احتياطات أمان إضافية، لم تكن هذه الإضاءة متغيرة الشدة بسهولة، ما صعب عملية ضبط إضاءة المشاهد حسب متطلبات التصوير.

شكل ١: يوضح مصباح التنجستن (الكربون)

- **إضاءة الفلورسنت (السبعينيات والثمانينيات)**

ظهرت مصابيح الفلورسنت التي أصبحت شائعة في استوديوهات التصوير بسبب استهلاكها الأقل للطاقة وانخفاض الحرارة المنبعثة منها، وكانت هذه المصابيح أقل تكلفة وأخف وزنًا، مما أتاح مرونة أكبر للمصورين والمخرجين في تعديل مواقع الإضاءة، ومع ذلك، كانت الفلورسنت تعاني من مشكلات تتعلق بتوازن الألوان، إذ كانت تظهر الصور بوهج أخضر خفيف، ما تطلب ضبطًا إضافيًا للتصحيح اللوني.

شكل ٢: يوضح مصباح الفلوريسنت

- **الإضاءة الباردة إضاءة الهالوجين و HMIفي التسعينيات**

استُخدمت مصابيح الهالوجين ومصابيح HMI (Metal Halide) كأدوات إضاءة قوية تتميز بإضاءة عالية وطاقة منخفضة نسبيًا، حيث أتاح هذا النوع من الإضاءة قوة إضاءة كافية للتصوير الخارجي والداخلي مع توفير بعض المرونة

في التباين والتعديل، وتنتج مصابيح HMI إضاءة باردة أقرب للضوء الطبيعي، مما جعلها ملائمة للتصوير الخارجي والأماكن المفتوحة. (٣)

شكل ٣: يوضح مصباح هالوجين

شكل ٤: يوضح مصباح(Metal Halide) HMI

- **إضاءة LED الألفية الجديدة**

شكلت إضاءة LED نقلة نوعية في التصوير التلفزيوني، حيث كانت كفاءة الطاقة فيها عالية، والحرارة الناتجة عنها منخفضة، مما سهل استخدامها في المساحات الصغيرة، حيث أصبحت مصادر LED متعددة الألوان، مما أتاح للمصورين مرونة في اختيار درجات الألوان وشدتها. يمكن تعديل شدة الضوء ودرجة حرارة اللون بسهولة، ما جعلها مناسبة للبيئات المختلفة، وبفضل حجمها الصغير وإمكانية تحكمها عن بعد، أصبحت إضاءة LED مثالية للتصوير في الاستوديوهات الصغيرة ولتصوير المشاهد القريبة (١٢)

شكل ٥: يوضح مصدر إضاءة LED

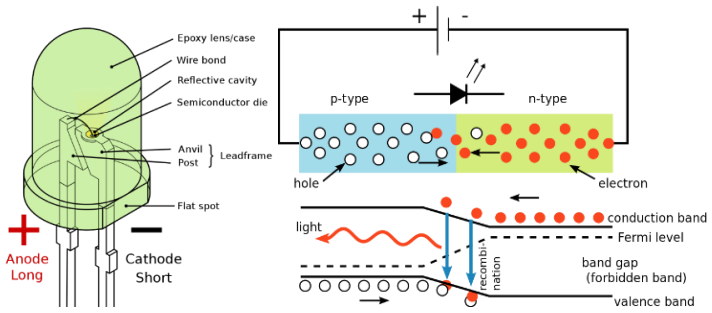
- **استخدام مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode)**

يمكن أن تكون تركيبات الإضاءة التقليدية كثيفة الاستهلاك للطاقة وتولد الكثير من الحرارة يمكن أن يؤدي التحول إلى إضاءة LED إلى تقليل استهلاك الطاقة وتكاليفها بشكل كبير، وتعد مصابيح LED أيضًا أكثر متانة ويمكن أن تدوم لمدة تصل إلى ٢٥ مرة أطول من المصابيح التقليدية (٢)

- **مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode)**

هو مصدر ضوء أشباه الموصلات ينبعث منه الضوء عندما يتدفق التيار من خلاله، وتتحد الإلكترونات في أشباه الموصلات مع فتحات الإلكترون، فتطلق الطاقة على شكل فوتونات، ويتم تحديد لون الضوء (الموافق لطاقة الفوتونات) بواسطة الطاقة اللازمة للإلكترونات لعبور فجوة شريط أشباه الموصلات ثم يتم الحصول على الضوء الأبيض باستخدام أشباه الموصلات المتعددة أو طبقة من الفوسفور الباعث للضوء على جهاز أشباه الموصلات

تتوفر مصابيح LED الحديثة عبر الأطوال الموجية المرئية والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء، مع ناتج ضوء عالي.



شكل ٦: الهيكل التركيبي لمصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode).

- **مصادر الطاقة لمصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode)**

يرتفع التيار في الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) أو الثنائيات الأخرى بشكل كبير مع الجهد المطبق، لذا فإن أي تغيير بسيط في الجهد يمكن أن يسبب تغيرًا كبيرًا في التيار. يجب تنظيم التيار من خلال LED بواسطة دائرة خارجية مثل مصدر تيار ثابت لمنع الضرر. نظرًا لأن معظم مصادر الطاقة الشائعة هي مصادر جهد ثابت، فيجب أن تشتمل تركيبات LEDعلى محول طاقة، أو على الأقل مقاوم يحد من التيار .

- **مميزات مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode)**

- **الكفاءة:** تنبعث مصابيح LED لومن لكل واط أكثر من المصابيح المتوهجة حيث لا تتأثر كفاءة تركيبات الإضاءة LEDبالشكل والحجم، على عكس مصابيح أو أنابيب الفلورسنت.
- **اللون:** يمكن لمصابيح LED أن تبعث ضوءًا باللون المقصود دون استخدام أي مرشحات ألوان كما تحتاج طرق الإضاءة التقليدية، وهذا أكثر كفاءة ويمكن أن يخفض التكاليف الأولية.
- **الحجم:** يمكن أن تكون مصابيح LED صغيرة جدًا (أصغر من ٢ مم٢) ويمكن ربطها بسهولة بلوحات الدوائر.
- **وقت الإحماء:** تضيء مصابيح LED بسرعة كبيرة، ويحقق مؤشر LED الأحمر النموذجي السطوع الكامل في أقل من ميكروثانية. يمكن أن تتمتع مصابيح LED المستخدمة في أجهزة الاتصالات بأوقات استجابة أسرع.
- **العمر الافتراضي:** يمكن أن تتمتع مصابيح LED بعمر طويل نسبيًا. ويقدر أحد التقارير أن العمر الإنتاجي يتراوح بين ٣٥,٠٠٠ إلى ٥٠,٠٠٠ ساعة، على الرغم من أن الوقت اللازم لاستكمال الفشل قد يكون أقصر أو أطول حيث يتم تصنيف أنابيب الفلورسنت عادةً بحوالي ١٠,٠٠٠ إلى ٢٥,٠٠٠ ساعة، اعتمادًا جزئيًا على ظروف الاستخدام، والمصابيح المتوهجة عند ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ ساعة (٢)

- **عيوب مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode)**

- **حساسية الجهد:** يجب تزويد مصابيح LED بجهد أعلى من جهدها وتيار أقل من تصنيفها حيث يتغير التيار والعمر بشكل كبير مع تغيير بسيط في الجهد المطبق، وبالتالي فهي تتطلب مصدرًا منظمًا حاليًا) عادةً ما يكون مجرد مقاومة متسلسلة لمؤشرات (LED).
- **تسليم اللون:** تحتوي معظم مصابيح LED ذات اللون الأبيض البارد على أطياف تختلف بشكل كبير عن شعاع الجسم الأسود مثل الشمس أو الضوء المتوهج، ويمكن أن يؤدي الارتفاع عند ٤٦٠ نانومتر والانخفاض عند ٥٠٠ نانومتر إلى ظهور لون الأشياء بشكل مختلف تحت إضاءة LED ذات اللون الأبيض البارد مقارنة بأشعة الشمس أو المصادر المتوهجة، وذلك بسببmetamerism ، حيث يتم عرض الأسطح الحمراء بشكل سيئ وخاصة بواسطة مصابيح LED ذات اللون الأبيض البارد النموذجية المعتمدة على الفوسفور كما ينطبق الشيء نفسه على الأسطح الخضراء.
- **التلوث الضوئي:** نظرًا لأن مصابيح LED البيضاء تنبعث من الضوء ذو الطول الموجي القصير أكثر من مصادر أخرى مثل مصابيح بخار الصوديوم عالية الضغط، فإن زيادة الحساسية الزرقاء والخضراء للرؤية السكوبية (scotopic vision) تعني أن مصابيح LED البيضاء المستخدمة في الإضاءة الخارجية تسبب المزيد من وهج السماء بشكل كبير.
- **الاستخدام في ظروف الشتاء:** نظرًا لأنها لا تنتج الكثير من الحرارة مقارنة بالمصابيح المتوهجة، فإن مصابيح LEDممكن ان تنتج ضباب بسيط مع طول مدة الاستخدام. (٢)

شكل ٧: يوضح مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode) الذي يعمل بالتيار الكهربائي.

- **مشاكل مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode) في سوق العمل**

تعد مشاكل مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode) الذي يعمل بالتيار الكهربائي عديدة وهي:

١ -إمكانية تفريغ البطاريات أثناء التصوير

٢ -صعوبة توفير تيار كهربائي أثناء التصوير الخارجي لإعادة شحن البطاريات

٣ -ارتفاع التيار الكهربائي بشكل مفاجئ قد يؤدي إلى تلف الجهاز

٤ -انقطاع التيار الكهربائي أو المولد أثناء التصوير

مقارنة بين مصادر الإضاءة الساخنة (التنغستين والهالوجين) و مصادر الإضاءة الليد(LED)		
العنصر	**مصادر الإضاءة الساخنة (التنغستين والهالوجين)**	**مصادر الإضاءة الليد(LED)**
درجة الحرارة والحرارة المنبعثة	تنتج حرارة عالية جدًا بسبب استهلاك الطاقة الكبير، مما قد يؤثر على المعدات والممثلين.	تنتج حرارة منخفضة جدًا، مما يجعلها أكثر أمانًا وراحة أثناء التصوير.

استهلاك الطاقة	تستهلك كميات كبيرة من الكهرباء، مما يزيد من تكاليف التشغيل.	موفرة للطاقة وتستهلك أقل بكثير من الإضاءة الساخنة.
العمر الافتراضي	عمرها قصير (بين ٧٥٠ إلى ٢,٠٠٠ ساعة).	عمر طويل جدًا (بين ٢٥,٠٠٠ إلى ٥٠,٠٠٠ ساعة).
التكلفة الأولية	أرخص سعرًا عند الشراء، لكن مكلفة على المدى الطويل بسبب الاستهلاك العالي للطاقة واستبدال المصابيح المتكرر.	أعلى تكلفة عند الشراء، لكن أقل تكلفة على المدى الطويل بسبب كفاءتها وعمرها الطويل.
التأثير البيئي	غير صديقة للبيئة بسبب استهلاكها العالي للطاقة وانبعاث الحرارة.	صديقة للبيئة، تقلل من استهلاك الكهرباء وانبعاثات الكربون.
جودة الضوء وإمكانية التحكم	تقدم ضوءًا دافئًا وطبيعيًا جدًا، لكنها أقل مرونة من حيث التحكم في الألوان.	تقدم مجموعة واسعة من درجات حرارة اللون، مع إمكانية التحكم الرقمي في شدة الإضاءة ودرجة حرارة اللون.
التنقل والاستخدام في المواقع الخارجية	تحتاج إلى مولدات كهربائية قوية بسبب استهلاكها العالي للطاقة.	مثالية للتصوير الخارجي، ويمكن تشغيلها بواسطة بطاريات أو مصادر طاقة منخفضة.
الاستجابة الفورية	تحتاج إلى وقت لتسخن قبل أن تصل إلى الإضاءة القصوى.	تعمل بشكل فوري دون الحاجة إلى وقت تسخين.
السلامة	يمكن أن تسبب حروقًا إذا تم لمسها أثناء التشغيل بسبب الحرارة العالية.	آمنة للمس، حتى بعد ساعات من التشغيل.

جدول ١: يوضح مقارنة من قبل الباحث بين مصادر الإضاءة الساخنة (التنغستين والهالوجين) و مصادر الإضاءة الليد(LED)

٣. ٢. التصميم التجريبي لمصدر اضاءة صديق للبيئة

تعتمد عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني على مصادر طاقة تقليدية مكلفة وملوثة للبيئة، مما يؤدي إلى ارتفاع البصمة الكربونية لهذه الصناعة. في ظل الاهتمام العالمي المتزايد بالاستدامة البيئية، لقد عمل الباحث على دراسة بعض الحلول التي تقوم على تقليل الاضرار الناتجة من معدات وأدوات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني منها تصميم تجريبي لمصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode) واستغلاله في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني كمصدر مصاحب للبيئة، وتعد بعض الحلول هي:

- استبدال التيار الكهربائي (الطاقة غير متجددة) بالطاقة الشمسية (الطاقة المتجددة) حيث يمكننا تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية
- يمكن أن نتخذ مصابيح (LED) المزودة بالخلايا الشمسية في الشوارع والحدائق كنموذج مصغر. (٥).

الوجه الخلفي **الوجه الامامي** **عاكسات أو أبواب (Barn doors)**

شكل ٨: رؤية الباحث في تصميم مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode) المصاحب للبيئة المستدامة.

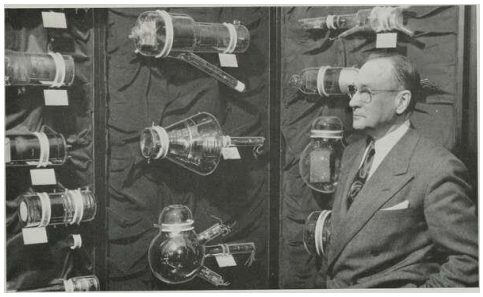
شكل ٩: يوضح نموذج محاكاة لمصابيح الليد (LED) المزودة بالخلايا الشمسية في الشوارع والحدائق

- صناعة و ابتكار جهاز (مصدر الضوء الليد (LED- Lighting Emitting Diode)) بتصميم ذكي مزدوج الوجه (Smart LED Light Source) : إحداهما الألواح الشمسية التي تحتوي على الخلايا (Solar cells) والآخر لمض الليد(LED)
- إذا أردنا تخفيف الضوء يمكننا إضافة عاكسات أو أبواب (Barn doors).

٣. ٣. المعدات والأدوات التكميلية في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني

- **أولا الكاميرات وتطويرها عبر الزمن**

استخدمت الكاميرات الأولى أنابيب مفرغة (أورثيكون وفيديكون والبلنبيكون) لتحويل الصور إلى إشارات كهربائية. كانت هذه الكاميرات كبيرة الحجم وثقيلة، كما كانت تحتاج إلى إضاءة قوية لالتقاط صور واضحة، واقتصرت التقنيات آنذاك على اللونين الأبيض والأسود، وكانت عملية ضبط الكاميرا معقدة نسبياً.



شكل ١٠: يوضح مجموعة متنوعة من أنابيب كاميرات الفيديو التجريبية المبكرة من عام ١٩٥٤

تعد الصمامات المستخدمة في كاميرات الأنابيب المفرغة، مثل أورثيكون (Orthicon) وفيديكون (Vidicon) والبلنبيكون (Plumbicon)، لديها حساسية طيفية محددة تعتمد على تصميم الصمام وطبيعة المواد المستخدمة في الكاثود الضوئي والطبقة الحساسة للضوء، وتطورت بشكل ملحوظ مع مرور الزمن نتيجة للتحسينات التقنية في المواد والتصميمات ثم تطورت تقنيات الصمامات المفرغة وأصبحت أقل استخدامًا مع ظهور الوسائط الحساسة أشباه الموصلات مثل CCD وCMOS، التي أصبحت أكثر حساسية للضوء وأقل استهلاكاً للطاقة وأتاح التصوير الرقمي سهولة تخزين الفيديو وإمكانية تحريره باستخدام الحواسيب، مما ساهم في تقليل التكاليف وزيادة سرعة عمليات الإنتاج، ثم دخلت كاميرات HD السوق، مما زاد من جودة الصورة، وجعلها أكثر وضوحاً بتفاصيل أعلى. تلاها الكاميرات فائقة الدقة ٤K و٨K التي سمحت بعرض تفاصيل دقيقة للغاية، مما منح المشاهد تجربة بصرية غنية، أُضيفت إلى الكاميرات ميزات مثل التصوير بالحركة البطيئة (Slow Motion) والتصوير السريع، ما أعطى المخرجين أدوات قوية لسرد قصص مرئية غنية، ثم ظهرت

الكاميرات المحمولة على الدرون في تصوير لقطات جوية مذهلة، مما أضاف بعداً جديداً للتصوير، إضافة إلى ذلك، انتشرت كاميرات الحركة الصغيرة مثل GoPro التي تتيح التصوير في زوايا صعبة، مما أضاف مرونة كبيرة للمصورين في التقاط مشاهد غير تقليدية و في العقد الحالي ظهرت أحدث الكاميرات المزودة بالذكاء الاصطناعي وكاميرات الروبوتات التي تُستخدم الروبوتات المتحركة لالتقاط زوايا دقيقة يصعب الوصول إليها ، ما يتيح لها التعرف على اللقطات المثالية تلقائيًا.(٤)

شكل ١١: يوضح كاميرا الروبوت

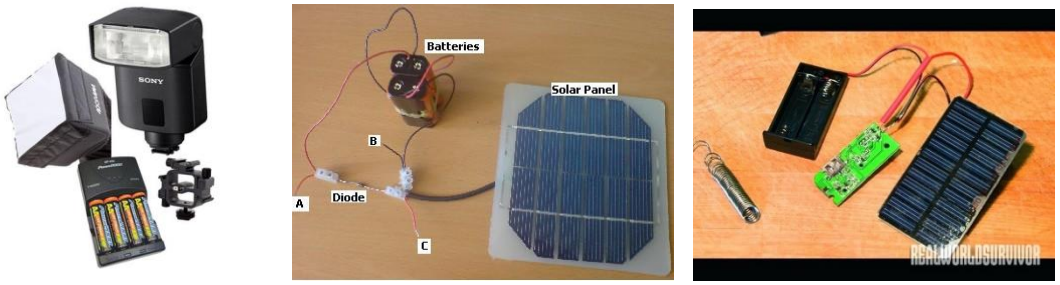
- **ثانيا البطاريات وأجهزة الشحن**

يوجد العديد من المشاكل مع بطاريات الكاميرا اثناء تصوير الفيديو حيث ان يتم تفريغ البطارية في خلال من ساعة ونصف الي ساعتين فلذلك نستهلك العديد من البطاريات اثناء التصوير وايضا نستهلك طاقة كهربائية عالية لشحن هذه البطاريات فلذلك من الممكن استبدال البطاريات العادية ببطاريات مصنوعة من الليثيوم لسهولة شحنها بالطاقة الشمسية او اتخاذ الطاقة من مصدر محول طاقة للشاحن. (٨)

شكل ١٢: يوضح البطاريات المصنوعة من الليثيوم المستخدمة في الكاميرات الرقمية الحديثة

- **بطاريات الفلاش الخارجي**

يوجد العديد من المشاكل أثناء التصوير من البطاريات حيث ان شحن البطارية ينتهي بعد ساعتين من التصوير لذلك نحن نستخدم الكثير من أعداد البطاريات من خلال يوم التصوير الواحد، فمن الممكن أيضا ان نقوم باستبدال البطاريات الحالية إلى بطاريات شمسية مصنوعة من الليثيوم أو استبدال مصدر التيار للشاحن بحيث يمكن شحنه بواسطة الطاقة الشمسية بدلا من التيار الكهربائي المباشر. (١١)



شكل ١٣: يوضح بطاريات الفلاش الخارجي

- **أنواع البطاريات المصاحبة للاستخدام بالشحن بالطاقة الشمسية**

يوجد أنواع عديدة من البطاريات المصاحبة للطاقة الشمسية مثل: بطارية الرصاص الحمضية، بطارية ليثيوم أيون الشمسية، بطارية النيكل والكادميوم، البطاريات الهجينة، بطارية (GEL-AGM).

تعد أكثر البطاريات الشمسية استخداما هي حمض الرصاص (هلام الرصاص) وبطارية ليثيوم أيون ولابد من تكييف البطارية الشمسية تمامًا مع سعة شحن الألواح الشمسية لذا يجب تكيف البطارية مع الألواح الشمسية لكي تعمل بشكل ممتاز.

٣. ٤. عربات البث الخارجي المستخدمة في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني

مع التطور السريع في صناعة الأفلام والبث التلفزيوني، أصبحت عربات البث الخارجية عنصرًا أساسيًا في تغطية الأحداث المباشرة، مثل الفعاليات الرياضية، والمؤتمرات، والعروض الحية. ومع تزايد الاهتمام العالمي بالاستدامة البيئية، بدأت الشركات الإعلامية في البحث عن حلول صديقة للبيئة للحد من الانبعاثات الكربونية وتقليل استهلاك الطاقة في عمليات البث الميداني.

تعتبر عربة البث الخارجية المصاحبة للبيئة المستدامة ابتكارًا مهمًا في هذا المجال، حيث تعتمد على تقنيات الطاقة المتجددة، مثل الألواح الشمسية، والبطاريات القابلة لإعادة الشحن، وأنظمة إدارة الطاقة الذكية، لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والمولدات التقليدية.

- **عربة البث الخارجية المصاحبة للبيئة المستدامة**

البث الخارجي (OB) هو الإنتاج الميداني الإلكتروني (EFP) للبرامج التلفزيونية أو الإذاعية (عادةً لتغطية أخبار التلفزيون والأحداث التلفزيونية الرياضية) من استوديو تلفزيون البث عن بعد حيث تأتي كاميرات الفيديو الاحترافية وإشارات الميكروفون في شاحنة الإنتاج للمعالجة والتسجيل وربما النقل، لذا يمكن استغلال الطاقة المتجددة في الإنتاج عن طريق استخدام الطاقة الشمسية في سيارة البث بدلا من المولد الكهربائي / الطاقة الكهربائية المباشرة. (٩)

شكل ١٤: يوضح عربة البث الخارجية المصاحبة للبيئة المستدامة باستخدام الخلايا الشمسية

- **فوائد عربة البث المستدامة**

- **تقليل البصمة الكربونية:** من خلال تقليل استخدام الوقود الأحفوري وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة.
- **خفض التكاليف التشغيلية:** استبدال الوقود بمصادر طاقة متجددة يقلل من تكاليف الطاقة على المدى الطويل.
- **زيادة الكفاءة التشغيلية:** توفر تقنيات الطاقة المتجددة طاقة نظيفة ومستدامة دون انقطاع، مما يعزز استمرارية عمليات البث.
- **الامتثال للمعايير البيئية:** العديد من الدول بدأت تفرض قوانين صارمة على الانبعاثات في قطاع الإعلام، مما يجعل هذا التحول ضرورة استراتيجية.

- **أمثلة على تطبيق عربة البث المستدامة عالميًا**

- **BBC & Sky Sports**

بدأت هذه الشركات باستخدام عربات بث تعمل بالطاقة الشمسية لتغطية الأحداث الرياضية الكبرى مع تقليل الانبعاثات الكربونية.

- **Netflix & Amazon Studios**

قامت بعض استوديوهات الإنتاج باستخدام عربات بث مستدامة في مواقع التصوير لتقليل استهلاك الوقود الأحفوري.

٣. ٥. وسائل النقل داخل مواقع الإنتاج السينمائي والتلفزيوني

- **تحسين وسائل النقل في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني**

تتطلب إنتاجات الأفلام والبرامج التلفزيونية الكثير من وسائل النقل، بدءًا من نقل المعدات وحتى نقل الممثلين وأفراد الطاقم، وذلك عن طريق استخدام المركبات الموفرة للوقود، واستخدام السيارات المشتركة، ووسائل النقل العام، يمكننا تقليل الانبعاثات الناجمة عن وسائل النقل، كما أيضا يمكن استخدم المركبات الكهربائية اثناء النقل لتقليل البصمة الكربونية، ويمكن استخدام السيارات الكهربائية أثناء التصوير حيث أصبحت الشاحنات الكهربائية والحافلات وعربات الجولف ذات شعبية متزايدة في صناعة الأفلام. (١٠)

شكل ١٥: يوضح وسائل النقل التي لابد من استخدامها في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني

ثانيا مرحلة ما بعد الإنتاج

- **التحول الرقمي لتخزين البيانات في مرحلة ما بعد الإنتاج سواء السينمائي او التلفزيوني**

تشهد صناعة الإنتاج السينمائي والتلفزيوني تحولًا رقميًا متسارعًا، خاصة في مرحلة ما بعد الإنتاج**(Post-Production)** التي تشمل عمليات المونتاج، والمؤثرات البصرية، وتصحيح الألوان، والصوتيات، وغيرها من العمليات التقنية التي تلي التصوير.

في الماضي، كانت البيانات تُخزن على أشرطة مغناطيسية، وأقراص صلبة تقليدية، وأجهزة تخزين فيزيائية ضخمة، المعرضة للتلف او الفقد ولكن مع تطور التقنيات الرقمية، أصبح التحول إلى التخزين الرقمي السحابي، وحلول التخزين

المتصلة بالشبكات (NAS & SAN) ضرورة لضمان الكفاءة والمرونة وسرعة معالجة المحتوى، ومع دخول إنترنت الأشياء (IoT) في المجال، أصبحت الأجهزة والمعدات في مرحلة ما بعد الإنتاج قادرة على الاتصال ببعضها البعض، مما أدى إلى تحسين الكفاءة التشغيلية، وتقليل الأخطاء، وتسريع عمليات المونتاج والمعالجة البصرية والصوتية.

- **التخزين السحابي(Cloud Storage)**

يوفر إمكانية الوصول إلى الملفات من أي مكان دون الحاجة إلى أجهزة تخزين فيزيائية.

يتم استخدامه من قبل شركات كبرى مثل: Google Drive، وAmazon S3، وMicrosoft Azure، حيث يدعم التعاون بين فريق العمل عن بُعد، مما يسمح للمحررين وفناني المؤثرات بالعمل على نفس الملفات بشكل متزامن.

شكل ١٦: يوضح بعض التطبيقات السحابية الرقمية لتخزين مشاركة المعلومات والاعمال بين طاقم العمل

- **التخزين الشبكي(NAS – Network Attached Storage)**

هو نظام تخزين متصل بشبكة محلية يتيح مشاركة البيانات بين المستخدمين بسرعة وكفاءة عالية، وهو مناسب لفرق الإنتاج التي تحتاج إلى وصول سريع إلى كميات ضخمة من البيانات.

- **تقنيات الأرشفة الذكية والذكاء الاصطناعي(AI-Based Storage Management)**

تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتصنيف المحتوى وإدارة الملفات الكبيرة بطريقة أكثر كفاءة.

تساعد في تحديد اللقطات المتكررة، وتحليل البيانات، وتحسين سرعة عمليات البحث والاسترجاع.

- **التخزين المتصل بإنترنت الأشياء(IoT-Enabled Storage)**

يتيح ربط أنظمة التخزين بالأجهزة الذكية مثل الكاميرات، ومحطات المونتاج، وخوادم معالجة الفيديو لتحميل البيانات تلقائيًا بعد التصوير.

- **فوائد انترنت الأشياء(IoT-Enabled Storage) في مرحلة ما بعد الإنتاج**

- الاتصال الذكي بين الأجهزة وذلك بإرسال الملفات مباشرة إلى خوادم التخزين السحابي بمجرد انتهاء التصوير، مما يقلل الحاجة إلى النقل اليدوي للملفات.
- الصيانة التنبؤية للمعدات عن طريق جمع بيانات حول حالة أجهزة المونتاج والتخزين والتأكد من أنها تعمل بكفاءة.
- تحسين عمليات المونتاج والمؤثرات البصرية حيث يمكن للخوارزميات الذكية المدعومة بإنترنت الأشياء تحسين سرعة معالجة الفيديوهات من خلال توزيع عبء العمل بين عدة خوادم تلقائيًا، كما تساعد في أتمتة عمليات تعديل الألوان والتأثيرات البصرية بناءً على متطلبات الإنتاج.
- توفر أجهزة إنترنت الأشياء أنظمة مراقبة وحماية فورية تمنع الوصول غير المصرح به إلى ملفات الإنتاج، فهي تستخدم تقنية (Blockchain) لتشفير وتأمين البيانات الرقمية ومنع تسريب الأفلام أو الحلقات قبل عرضها. (١٣)

- **تطبيقات واقعية للتحول الرقمي وإنترنت الأشياء في الإنتاج السينمائي والتلفزيوني**

نتفليكس(Netflix)

- تعتمد على التخزين السحابي المدعوم بالذكاء الاصطناعي لإدارة مكتبة الأفلام والمسلسلات وتحليل سلوك المشاهدين.

بي بي سي & (BBC) سي إن إن(CNN)

- تستخدم إنترنت الأشياء لمزامنة عمليات التصوير المباشر مع أنظمة التخزين السحابية لضمان سرعة نقل البيانات من مواقع التصوير إلى غرف الأخبار والتحرير.

استوديوهات هوليوود الكبرى(Warner Bros, Disney, Universal)

- تعتمد على حلول التخزين الشبكي المتقدم**(SAN/NAS)** لضمان استيعاب البيانات الضخمة ومعالجتها بسرعة فائقة.
-

٤. نتائج البحث

تحقيق التجانس بين تكنولوجيا عمليات الإنتاج السنيمائي والتلفزيوني واستغلال مصادر الطاقة المتجددة وذلك من خلال:

- إمكانية تشغيل معدات التصوير والإضاءة بمصادر طاقة متجددة مثل ألواح الطاقة الشمسية أو البطاريات القابلة لإعادة الشحن المدعومة بمصادر الطاقة النظيفة.
- خفض البصمة الكربونية للإنتاج السينمائي والتلفزيوني عبر استخدام مصادر طاقة المتحددة بدلا من الكهرباء.
- تحقيق وفورات مالية في عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني على المدى الطويل من خلال تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.
- تحسين من عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني من قبل الشركات المنتجة لتصبح صديقة للبيئة، مما يزيد من جاذبيتها للجمهور والممولين.
- تحفيز تطوير تقنيات جديدة تدعم استخدام الطاقة المتجددة في مختلف مراحل الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، مما يجعل الصناعة أكثر استدامة وابتكارًا في المستقبل.

٥. التوصيات

يوصي الباحث بأهمية استغلال الطاقة المتجددة ودورها في تحسين كفاءة واستدامة عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني، لذا لابد من:

- تعزيز الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في مواقع التصوير والاستوديوهات وذلك عن طريق تركيب ألواح شمسية في مواقع التصوير والاستوديوهات لتوليد الكهرباء وتقليل الاعتماد على الشبكات التقليدية.
- اعتماد أنظمة التخزين على الطاقة المتجددة (البطاريات الذكية) بدلا من البطاريات القابلة للشحن بالكهرباء (الطرق التقليدية) لضمان استمرار التشغيل وإمداد الكهرباء في جميع الأوقات.
- استبدال معدات الإضاءة التقليدية بإضاءة LED الموفرة للطاقة وذلك بتصميم مصادر اضاءة ليد مزودة بألواح الطاقة الشمسية بدلا من مصادر الإضاءة الساخنة التقليدية.
- دمج أنظمة التحكم الذكية في الإضاءة التي تسمح بتعديل شدة الإضاءة تلقائيًا وفقًا لاحتياجات التصوير، مما يقلل من استهلاك الطاقة.
- استخدام مولدات طاقة نظيفة في عمليات الإنتاج الخارجية وذلك باستبدال المولدات التي تعمل بالوقود الأحفوري بـ مولدات طاقة شمسية محمولة أو بطاريات ليثيوم قابلة لإعادة الشحن.
- التحول إلى أنظمة الإنتاج الافتراضي والتقنيات الرقمية لتقليل الحاجة إلى التصوير الميداني باستخدام الاستوديوهات الافتراضية وتقنيات الجرافيكس ثلاثية الأبعاد(VFX) ، مما يقلل استهلاك الطاقة والموارد.

- تعزيز استخدام التخزين السحابي بدلاً من الأقراص الصلبة التقليدية، مما يقلل من الحاجة إلى أنظمة التبريد عالية الاستهلاك للطاقة.
- تطوير عربات بث خارجية صديقة للبيئة وذلك بتصميم عربات بث تعمل بالطاقة الشمسية أو تعتمد على تقنيات الطاقة المتجددة لتقليل الانبعاثات الكربونية أثناء عمليات البث المباشر.
- دمج تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) لمراقبة وتحليل استهلاك الطاقة وتحسين الكفاءة التشغيلية في عمليات الإنتاج السينمائي والتلفزيوني
- تبني سياسات إنتاج صديقة للبيئة في صناعة السينما والتلفزيون وتشجيع الشركات المنتجة على استغلال الطاقة المتجددة واستخدام المعدات الصديقة للبيئة.
- التوعية والتدريب حول فوائد الطاقة المتجددة في المجال الإعلامي وذلك بتنظيم ورش عمل ودورات تدريبية لصناع الأفلام والمنتجين حول كيفية دمج تقنيات الطاقة المتجددة في عمليات الإنتاج.
- إدراج برامج أكاديمية متخصصة في كليات الفنون التطبيقية وكليات الإعلام والسينما حول الإنتاج المستدام باستخدام الطاقة المتجددة.

المراجع

أولا: المراجع العربية

(١) أمل جاسم، مولدات الطاقة وأثرها على البيئة، مجلة بيئتنا - الهيئة العامة للبيئة الكويت، ٢٠١١

(٢) وائل محمد احمد عناني، "دور مستحدثات الاضاءة التي تعمل بتقنية الانبعاث الداودي(ليد)في تصميم الصورة التلفزيونية"، مجلة علوم وفنون، (القاهرة: جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقية، ع٢ مجلد٢٧ ،٢٠١٥) ص٨٦

(٣) عبد الراضي، ماهر، الكاميرا التليفزيونية الملونة، مجلة أكاديمية الفنون قسم التصوير، ٢٠١٦

(٤) أحمد عبد العظيم، التطور التكنولوجي للصورة التليفزيونية ودوره الفني في الرسالة الإعلامية المقدمة، مجلة العمارة والفنون، العدد ٩، ص٥، ٢٠٢١

ثانياً: المراجع الأجنبية(References)

(5) S. Baburajan, "Solar Powered LED Street Lighting System," (no. I088967), IJSER, 2016

(6) John Jackman," Lighting for Digital Video and Television", Routledge, Jun 2020

(7) Enhancing Cinematic Lighting with AI: A Study on AI-Driven Lighting Techniques in Filmmaking" by Sarah Davis. This study investigates the impact of AI-assisted lighting on film production and aesthetics, 2023

ثالثاً: مواقع إنترنت(Websites)

(٨) Alternative Energy. "Solar Energy," www.altenergy.org. Available at: https://www.homeowner.com/solar (Accessed: 2014)

(9) Geopura. Available at: https://www.geopura.com/our-service/film-tv-production/ (Accessed: 2023)

(١٠) Edie. Available at: https://www.edie.net/green-screen-tv-and-film-productions-in-london-tap-into-renewable-energy/ (Accessed: 2023)

(١١) filmlondon.org. Available at: https://filmlondon.org.uk/latest/grid-project-launch (Accessed: 2023)

(12)ARRI.org. Available at: https://www.arri.com/en/lighting/led/skypanel (Accessed: 2024)

(13) Film, Animation, and VFX Studios Put the Spotlight on Data and AI by :Carey Wodehouse https://blog.purestorage.com/perspectives/visual-effects-studios-data-storage/(Accessed: 2024)

Renewable energy and its usage in equipment and tools that are used in film and television production processes

A.L. Zahra Galal Helmy and Samah Gamal Mohamed
Cinematography and Television Program – School of Applied Arts - Badr University, Cairo - Egypt

Received: 2nd May 2024
Revised: 6th February 2025
Accepted: 7th February 2025

Keywords
Renewable energy, Television production, Film production

Abstract
This research paper mainly discusses how technological development in the field of filmmaking and film and television production helps by making it environmentally friendly and working on sustainability, which results in providing some solutions to the problems of massive consumption of non-renewable energy sources such as electric current, as well as the carbon footprint that film and television production leaves behind and affects the environment. Also, with the boom in industry and technology, the equipment used in photography has become expensive, increasing the production cost of artistic works. Therefore, all renewable energy sources, such as solar energy, must be exploited to find solutions that can be employed in the field of film and television production by working on developing equipment and tools. These include light sources, radio broadcast vehicles, battery charging methods, and their types that directly affect the environment.