دراسة وضوحية الصورة الثنائية الملتقطة بواسطة الويب كاميرا enet لشدات اضاءة مصباح التنكستن المختلفة [+]

STUDY BINARY IMAGE RESOLUTION CAPTURED BY ENET WEB CAMERA FOR DIFFERENT TUNGUSTIN LIGHTNESS

Seham Ahmed Al-Musewy [*] Farah J.K.Al-Neaimy [**] Mahasin F. Hadi[***]

المستخلص:

يهدف البحث الى دراسة عملية التصوير لصورة اختبارية ثنائية (اسود وابيض) تحت شدات اضاءة مختلفة لمصباح التنكستن . حيث تم دراسة تأثير تغير شدة اضاءة مصباح التنكستن على قابلية الويب كاميرا نوع enet web camera في التحسس والتسجيل للصور لورقة نصفها ابيض ونصفها الاخر اسود والموضوعة في داخل صندوق مغلق يحتوي على منظومة اضاءة التنكستن. حيث لوحظ ان التباين يزداد مع زيادة الاضاءة ثم يأخذ بالاستقرار عند الاضاءات العالية جدا"،وتم دراسة العلاقة بين فولتية منظومة الاضاءة مع الشدة الضوئية المسجلة حيث لوحظ بأنها تمثل علاقة قطع مكافيء اي معادلة من الدرجة الثانية . وكذلك تم دراسة العلاقة بين الانحراف المعياريSTD للخط المستقطع من منتصف ارتفاع الصور مع شدة الاضاءة لمصباح التنكستن ، لوحظ حصول ارتفاع تدريجي في قيم الانحراف المعياري لجميع الحزم اللونية RGB والمركبة L ويلاحظ بأن افضل اضاءة هي التي تعطي اعلى تغاير هي عند الشدة (10Lux) وبعدها يبدأ الانحراف المعياري بالهبوط قليلا" والاستقرار لاغلب الحزم اللونية RGB والمركبة L .

Abstract:

The aim of this research, study image capturing using enet web camera for the binary test image (black and white image) under different tungustin lightness .where we study the binary image sensing and capturing using this camera, where the binary image put in closed box contain tungustin lump. We show that the increases image contrast in increasing lightness, but at high lightness the contrast reach stationary state. Also we note that the relation between light intensity and the voltage of lightness system can be approximated as afunction of second degree (parabola function). Also we study the relation between STD of the extracted line from the half hight of the image with the intensity of the tungustin light, where we show that the STD gradually increase for the RGB bands L-component, white at very high lightness show slow decreases of STD, so can be concluded that the best lightness that give high STD, this shown at (10 Lux)

المقدمة:

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٩/٤/٩ ،تاريخ قبول النشر ٢٠١١/٥/٣٠ .

[*] مدرس /معهد اعداد المدربين التقنيين .

[**] مدرس مساعد /كلية العلوم /الجامعة المستنصرية .

[***] مدرس / كلية العلوم /الجامعة المستنصرية

الصورة هي وصف لكيفية تغير معامل التحسس البصري على سطح معين ، وعادة ما تنتج من تغير الشدة الضوئية عبر مستوي ثنائي البعد ، اذ ان أي منظومة تصوير تعطي تحسساً صورياً قد يكون مألوفاً لعين الإنسان مثل المناظر والمشاهد أو قد تعطي صوراً يتم تحسسها بتحويل الشدة المتحسسة الى شدة ضوئية بحيث يمكن أن تتحسسها عين الإنسان مثل الصور الراديوية Radio Images وصور الأشعة السينية X – Ray Images . ونظرا" للكم الهائل من المعلومات التي تحويها الصورة برزت الحاجة الماسة الى تمثيل الصور حاسوبيا" وذلك بتحويلها من الصيغة التماثلية Analogue Form الى الصيغة الرقمية Digital Form لغرض تسهيل عملية تداولها واستنساخها واستخلاص المعلومات الحاسوبية منها . ترسم الصورة على شاشة الحاسوب بواسطة أشارة كهربائية تقوم بعملية مسح خط افقي واحد عبر الشاشة في لحظة زمنية معينة ثم يتكرر هذا المسح للخطوط التي تليها حتى يشمل كل اجزاء الصورة . ان اصغر فرق في الشدة الضوئية ممكن تحسسه بين عنصرين متجاورين في الصورة يدعى وضوحية التباين Contrast resolution لذا يمكن قياس هذا التباين بأخذ الفروق في الشدة الضوئية لعناصر الصورة المتجاورة وهذا يعتبر مقياسا" لقياس جودة الصورة كميا" [1]. يمكن أن تعرف جودة الصورة بأنها مقدار الحدة والتباين في تفاصيل الصوره ، وهنالك عدة عوامل تؤثر على جودة الصوره وأهم هذه العوامل هي[2] :

A – الوضوحية B – نسبة التباين C– الأشراقية

ويتضمن البحث دراسة تأثير الإضاءة في تحديد وضوحية الصور الاختبارية التي تستخدم لتحديد كفاءة أجهزة العرض وأجهزة التصوير وأيضا دراسة الحزم اللونية RGB ومركبة الإضاءة L وكيفية تأثرها بالإضاءة المختلفة في الصورة الاختبارية. وهناك العديد من الدراسات السابقة التي اهتمت بدراسة تأثير الإضائية على جودة الصورة وهي كما يأتي :

- في عام ٢٠٠٣اقتراح العالم William B. Thompos خوارزمية لتحسين الصور للمناظر الليلية وذلك من خلال تقنية جعل الصورة المأخوذة في النهار وكأنها صور ليلية من خلال تقليل التباين والسطوع لكل الصورة وإضافة تشوه للصورة وإعطاء الصورة الليلية التي تكون ذات غشاوة عالية Blur ، وخسارة في الحدة البصرية ومقدار التشوه الحاصل فيها [3] .
- في عام ٢٠٠٤ قام الباحث Mukul V-Shirvaikar وضع مقياساً إحصائياً مثالياً لتقيم جودة الصورة في المنظومات البصرية المستخدمة في الفحص الصناعي والتصوير الفوتوغرافي والمجهر الالكتروني وهذا المقياس الإحصائي يعتمد على الانحراف المعياري Standard Deviation والمعدل Mean ، والانتروبي Entropy ، والنسبة المئوية لعنصر الصورة في مدى المستويات الرمادية Percentage of Pixels in the Gray Level ، والقيمة المطلقة للعزم المركزي Absolute Central Moment (ACM) ان جودة الصورة تقاس من خلال عاملين هما الوضوحية المكانية والتباين ويمكن ترجمة ذلك مباشرة الى متغيرات السيطرة في منظومة آلة التصوير وهما التبئير وزمن التعرض ان هذا المقياس الإحصائي يسمح بتحقيق الحالة المثالية لكل من التبئير وزمن التعرض إثناء معاييرة او تشغيل المنظومة يظهر أداء هذا المقياس من خلال استعمال سلسلة من انماط الاختبار ومقارنتها بالمقاييس الشائعة [4].
- في عام ٢٠٠٤ أجريا الباحثان Martin Cadik , Pavel Slavik دراسة لتقييم جودة الصورة بالاعتماد على الخواص البصرية للتحسس البشري حيث استخدما في هذه الدراسة صور مضغوطة بشكل منتظم وصور مضغوطة بشكل غير منتظم ثم تمت مناقشة أداء النموذجين بالاعتماد على أوجه التشابه والاختلاف [5] .

- في عام 2005 درست الباحثه أيتن نوري البياتي جودة الصوره الأختباريه بتحديد الحافات بالأعتماد على حساب التباين Contrast لمناطق الحافات في الصوره بالأضافه الى الخصائص الأحصائيه (المعدل Mean والأنحراف المعياري STD) لتلك المناطق [6] .

الكاميرا:

بصورة عامة تعرف الكاميرا بانها منظومة بصرية لغرض تحويل الصورة من منظر ثلاثي الابعاد وتحويلـــه الى صور ثنائية الابعاد . مبدأ عمل الكاميرا مشابه تماما" لعمل عين الانسان في الرؤية [7].
تعد الكاميرا الرقمية (digital cameras) والماسحات الضوئية (light scanner) من أهم أجهزة الادخال الشائعة لتسجيل الصور الرقمية في الوقت الحاضر . أذ تقوم هذه الاجهزة بوظيفة رئيسة هي عملية الرقمنة Digitiztion والتي تقوم بتحويل الصورة الاصلية الى تمثيل رقمي ملائم للخزن والمعالجة بأستخدام الحاسوب [8,9] . اهم العيوب التي تصيب الصور الرقمية هي الضوضاء التي قد تؤثر على جودة الصورة ووضوحيتها، وتجعل عملية تحليلها واستخلاص المعلومات منها عملية معقدة وصعبة .

الضوء:

الضوء هو شكل من اشكال الطاقة المرئية التي تكون صادرة من مصدر مثل الشمس أو اللهب أو الشمعة والمصباح الكهربائي ، والضوء بالنسبة للفيزياوي هو نوع خاص من الطاقة يعرف بالطـــاقة الكهرومغنـــاطيسية وبالنسبة للأنسان فأنه يمثل الأدراك الحسي البصري [10]. وتمثل هذه الطاقة الأشعاعية الكهرومغناطيسية بحزم من الأطوال الموجية المرئيه للعـــــين ومداها المرئي يقع ما بين nm(350 – 700). ومصادر الاضاءة نوعين : **مصادر الأضاءة الطبيعية ، مصادر الأضاءة الصناعية[11]** .

الإضـــــاءة:

الإضائية تشير الى الإضاءة العالية Lightness او العتمة Darkness في كل الصورة ، يمتلك اللون الاسود كثافة واطئة و المصطلح الصحيح يسمى النصوع Luminance ويمتلك اللون الأبيض كثافة عالية او نصوعاً عالياً . [12,13]

يستعمل المتحسس لقياس شدة الضوء ، فلابد من التعرف على بعض المصطلحات التي تخص شدة الإضاءة . ان النصوع Luminance هو عكس الإضاءة illuminance حيث يعبر المصطلح الأول عن شدة الضوء المنبعث او المنعكس من الجسم او الضوء الواصل الى متحسس منظومة التصوير ، بينما يعبر المصطلح الثاني عن شدة الضوء الساقط على الجسم . بالنسبة للضوء المنعكس من الجسم فان النصوع يعادل الإضاءة مضروبا بقيمة الانعكاسية للجسم . ان وحدة اللومين (Lumens(Lum هي وحدة أجمالية لخروج الضوء من المصدر الضوئي ، أي انها تشير الى معدل تدفق الطاقة ولهذا لها وحدة قدرة ، كالواط حيث ان شدة الضوء للمصابيح الداخلية المثالية تتراوح من – 50) Lum (10000 . اما وحدة اللوكس تشير الى شدة الضوء الساقط على سطح ما وهذا ما تقيسه مقاييس الإضاءة ، فان الإضاءة الداخلية العادية تتراوح من Lux (1000 – 100) ونور الشمس حوالي Lux (50000) . ان اللوكس

وحدة مترية تعادل لومين واحد لكل متر مربع ($1\ Lux = 1\ Lum/m^2$) ، كما ان العلاقة بين قدم شمعة Foot candle واللوكس هي :-

$$1 \text{ foot candle} = 10.7 \text{ Lux}$$

مقاييس التباين :

أن قياس التباين في الصورة يمكن أعتبارة معياراً مهماً جداً في عملية تقييم معلومات الصورة وتحديد مقدار التشوة الحاصل فيها [14]. حيث أن التباين يحدد مقدار الفصل الموقعي للعناصر في الصورة أي النسبة بين أضاءة الجسم (Object) وأضاءة الخلفية Back ground التي يقع فيها الجسم . وبما أن التباين يظهر بقوة في مناطق الحافات (بين عناصر الصورة) . لذا فقد تم أعتماد النموذج الرياضي لحساب التباين بالأعتماد على معادلة مايكلسن Michelson Equation الذي يطبق على الصور ذات الأنماط الدورية مثل (Texture) [15] .

$$C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \qquad (1)$$

حيث أن C : التباين ، I_{max} : يمثل أعلى شدة ضمن منطقة حساب التباين .

I_{min} : يمثل أوطأ شدة ضمن منطقة حساب التباين .

أحصائيات الصورة الرقمية:

أن أحصائيات الصورة الرقمية Digital Image Statistics تكون أساسية في أغلب عمليات معالجة الصورة الرقمية. تعتبر في كثير من الأحيان هذة الأحصائيات واصفة لطبيعة الصور وكيفية توزيع المعلومات فيها .والأحصائيات تكون مرتبطة بمبدأ أحتمالية توزيع المعلومات للصورة حيث يمكن أن تعرف دالة أحتمالية توزيع الأضائيةBrightness Probability Density Function بأنها دالة كثافة الأحتمالية للأضاءة وهذه الخواص للصورة $g(x ,y)$ هي[16] :

a) دالة أحتمالية التوزيع PDF

يعبر عن دالة أحتمالية التوزيع بالصيغة P(I) وهي تمثل أحتمالية توزيع الأضاءة (I) في الصورة حيث أن[16]

$$0 < I(x,y) < L-1 \qquad (2)$$

حيث أن L تمثل عدد مستويات الشده في الصوره I (x,y) .

وأن الأحتمالية لظهور الشدات I(x,y) في الصوره تكون محدده بالأحتمالية:

$$0 \le P(I) \le 1 \qquad (3)$$

حيث مجموع الأحتماليات الكلي مساوي للواحد ويدعى رسم توزيع الأحتمالية عادة بالمخطط التكراري لعناصر الشدة في الصوره وعادة ما تكون قيم الشدات محددة ضمن المدى [0-255] .

b) المعـــدل (μ)

معدل الشدات في الصورة ويعرف بأنه ُمعدل الشدة في الصورة ويحسب المعدل μ من العلاقة الأتية.

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{X=1}^{M} \sum_{Y=1}^{N} I(x, y) \qquad (4)$$

حيث أن

M : طول الصورة ، N : عرض الصورة وحاصل ضربها يمثل عددعناصر الصوره .

c) الأنحـــــراف المعــياري (σ)

يعرف الأنحراف المعياري بأنهُ جذر معدل مربع الفروق بين الاشارة ومعدلها ويرمز له به بالرمزσ ويحسب كما يلي : [16]

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{X=1}^{M}\sum_{Y=1}^{N}(I(x,y)-\mu)^2} \qquad (5)$$

d) نسبة الأشارة الى الضوضاء (SNR)

تعرف الضوضاء على أنها المعلومات غير المرغوب فيها والتي تؤدي الى أفساد الصورة بحيث تعطي قيماً زائفة لمستويات التدرج في الشده لعناصر الصورة . حيث أن الفرق بين الصورة الأصلية والصور المشوهه أو المعالجة يمكن أن نعتبره ضوضاء .

أن نسبة الأشارة الى الضوضاء تمثل بمقدار الأنحراف المعياري حيث أن الأشارة تتمثل بعناصر مختلفة ويمكن أن تقع بين قيمتين محددتين كما في العلاقة الأتية [16] :

$$I_{MIN} \leq I \leq I_{MAX} \qquad (6)$$

لذا فأن نسبة الأشارة الى الضوضاء تعرف كالأتي [16] :

$$SNR = 20 \log_{10}\left[\frac{I_{MAX}-I_{MIN}}{\sigma_n}\right] dB \qquad (7)$$

حيث σ_n تمثل مقدار الأنحراف المعياري للضوضاء .

أما أذا كانت الأشارة لها توزيع أحصائي وغير محددة فأن نسبة الأشارة الى الضوضاء SNR يعطى كما يلي :

$$SNR = 20 \log_{10}\left(\frac{\mu}{\sigma_n}\right) dB \qquad (8)$$

حيث μ معدل الأشارة

وفي حالة كون الأشارة لاتعتمد على الضوضاء فأن نسبة الأشارة الى الضوضاء تعطى بالعلاقة التالية [16]

$$SNR = 20 \log_{10}\left(\frac{\sigma_I}{\sigma_n}\right) \qquad (9)$$

حيث أن σ_I :تمثل الأنحراف المعياري للأشارة

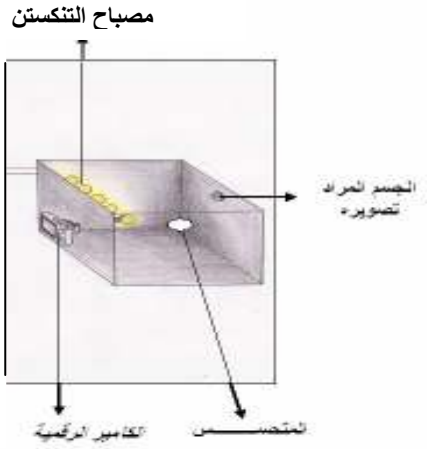
σ_n :تمثل الأنحراف المعياري للضوضاء

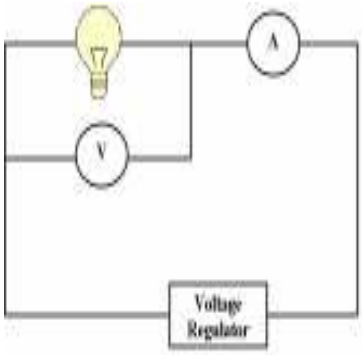
يفضل حساب *SNR* موقعياً في المناطق المتجانسة المختلفة من الصورة وذلك لأن حساب SNR لكل الصور قد لايعطي وصفاً دقيقاُ لمقدار *SNR* وذلك لأن التغاير العالي في مستويات الشده قد تؤثر على قيم σ ويعطي مقدار كبير لها وهذا لايعني بالضرورة ضوضاء او تفاصيل كبيرة .

<u>منظومة العمل:</u>

اجريت هذه الدراسة باستخدام المنظومة المبينة في الشكل (1)، ومكونات المنظومة البصرية هي كالاتي :

- **صندوق مظلم** ذا أبـــــعاد cm(120×74× 61) بحيث تكون المسافة بين الجسم ومصدر الإضاءة (مصباح التنكستن) 120cm ، وعلى نفس جانب مصدر الاضاءة توجد فتحة للتصوير توضع عليها الكاميرا الرقمية مرتبطة بالحاسوب لخزن الصور الملتقطة ، وتحت شروط أضاءة مختلفة حيث يتم التحكم بشدة الإضاءة باستخدام الدائرة الالكترونية الموضحة في الشكل (2) كما يوجد في الجانب المقابل للكاميرا متحسس لتسجيل شدة الضوء.





الشكل (2) يوضح الدائرة الالكترونية لمنظومة التصوير

الشكل (1) المنظومة البصرية باستخدام مصباح التنكستن

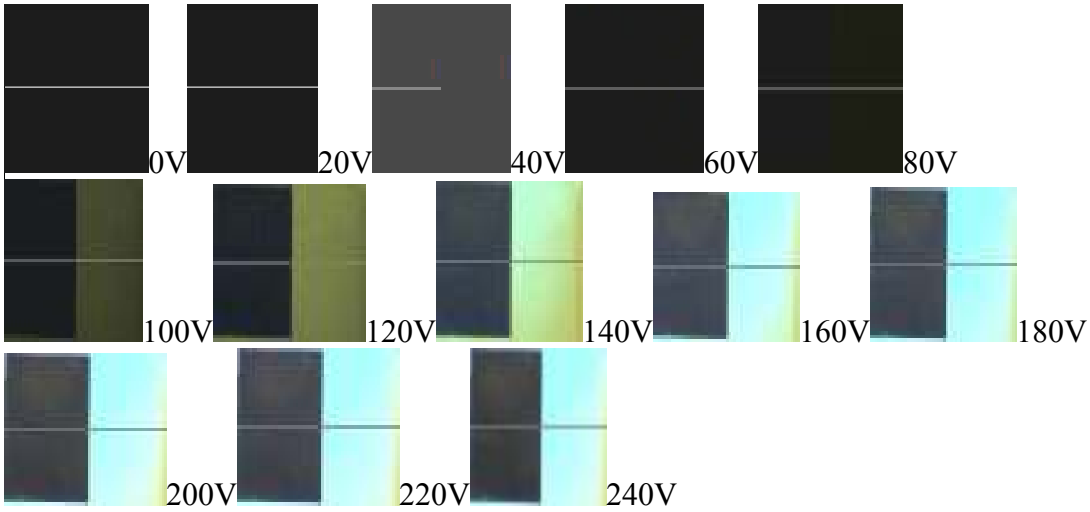
- **الترانزستور الضوئي الكاشف**[*(PP-103) – NPN]*

أن المتحسس المستخدم في منظومة العمل هو الترانستور الكاشف الضوئي Photo Transistor Detector وهو عبارة عن شريحة من مادة شبة موصلة من السيلكون نوع[*(PP-103) – NPN]* [17]

- **الويب كاميرا** أن نوع الكاميرا الرقمية المستخدمة في الدراسة هي (enet Web Camera , model E6-6.High quality CMOS sensor)
- **الحاسبة** وترتبط بها الكاميرا.
- **المصابيح** في هذه الدراسة تم أستخدام مصباح التنكستن ان الضوء المنبعث من مصباح خويط التنكستن ضوء مائل الى الصفرة وهو عبارة عن كل ألوان الطيف المرئي . أن مصباح التنكستن يعمل بقدرة W(100) وفولتية التشغيل له volt (250 – 0) ، ويبعث هذا المصباح طيف مستمر من الاطوال الموجية ضمن المنطقة المرئية(ليس بنفس النسب لضوء الشمس) .
- **جهاز الفولتميتر والاميتر** تم استخدام جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية المسلطة على المصابيح وجهاز الاميتر لقياس التيار المار بالمصابيح وذلك لغرض أيجاد القدرة الكهربائية المصروفة عند كل شدة إضاءة مستخدمة .
- **منظم قدرة الاضاءة** يستخدم منظم القدرة الذي سيتحكم بقدرة منظومة الاضاءة وبالتالي يمكن التحكم بشدة ضـــوء مصباح التنكستن داخل الصندوق.

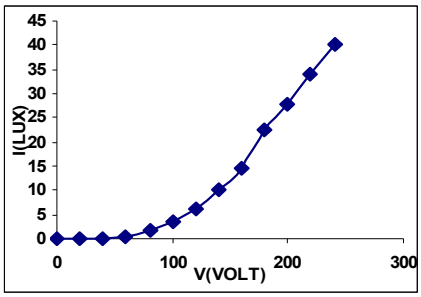
النتائج والمناقشة :

ان الصورة وخصائصها تعتمد على شدة الإضاءة وطبيعة الضوء المستخدم وان شدة الإضاءة تعتمد على القدرة الكهربائية المجهزة لمنظومة الاضاءة حيث تم استخدام مصباح التنكستن تم التحكم بشدة الاضاءة له بواسطة الفولتية المسلطة عليه . تم في هذه الدراسة تحليل نتائج تصوير صورة اختبارية نصفها ابيض والنصف الاخر اسود بواسطة الويب كاميرا نوع enet web camera ، حيث تم تصوير الورقة لشدات اضاءة تنكستن مختلفة وتم التقاط مجموعة من الصورعند شدات الاضاءة المختلفة (عند الفولتيات المختلفة) وحصلنا على الصور الموضحة بالشكل (3)



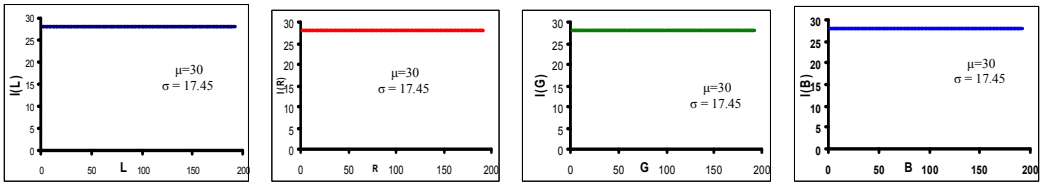
الشكل (3) يوضح الصورالثنائية (الاسود والابيض) الملتقطة عند شدات اضاءة تنكستن مختلفة ، كما يلاحظ وجود خط مستقطع من منتصف ارتفاع كل صورة.

العلاقة بين فولتية منظومة الاضاءة مع الشدة الضوئية المسجلة وهذه العلاقة موضحة بالشكل (4) ويلاحظ بأنها تمثل علاقة قطع مكافيء اي معادلة من الدرجة الثانية.

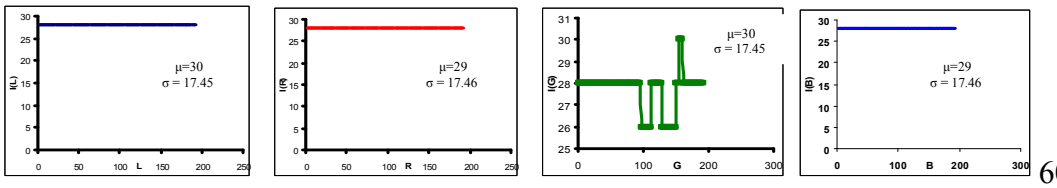


الشكل(4) يوضح العلاقة بين شدة الاضاءة وفولتية منظومة الاضاءة.

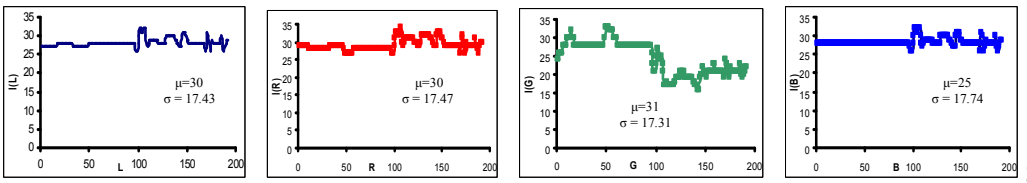
نلاحظ من الشكل (5) بأن القراءة الصفرية للويب كاميرا عند استخدام الصورة الثنائية هو (30) . ولقد حسب المعدل والانحراف المعياري لكل خط والقيم مثبتة على المنحنيات المرسومة في الشكل(6) كما يلاحظ بأن الانحراف المعياري في حالة عدم وجود اضاءة لايكون صفري وانما بحدود (17). ثم يبدأ كل من المعدل والانحراف المعياري يزداد مع زيادة شدة الاضاءة مع حصول تذبذب بسيط في توزيع الشدة في المنطقة البيضاء والسوداء . وهذا واضح للحزم اللونية الثلاثة RGB ومركبة الإضاءة L .وعند قيم الشدات العالية للاضاءة يبدأ الانحراف المعياري بالهبوط البسيط مما يدلل على ان افضل شدة اضاءة تعطي صورة ذات حدة في تفاصيلها هي ليس الاضاءات العالية جدا" لانها تضعف التباين بين مناطق الصورة المختلفة.



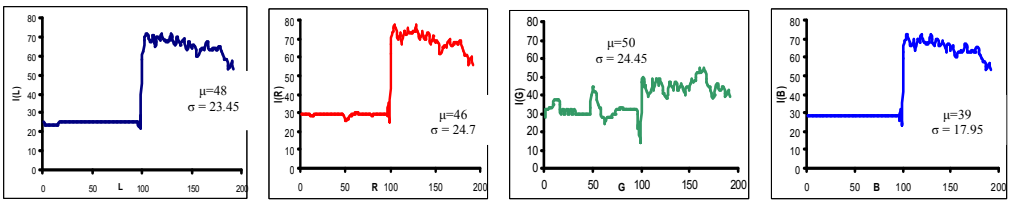
0V



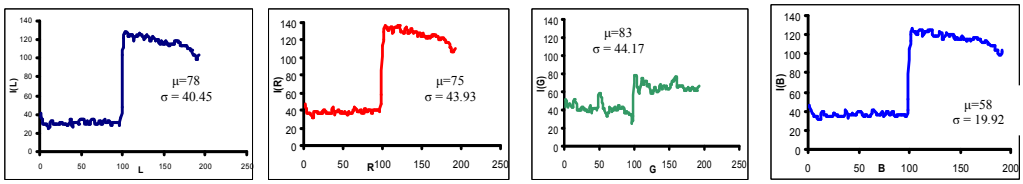
60V



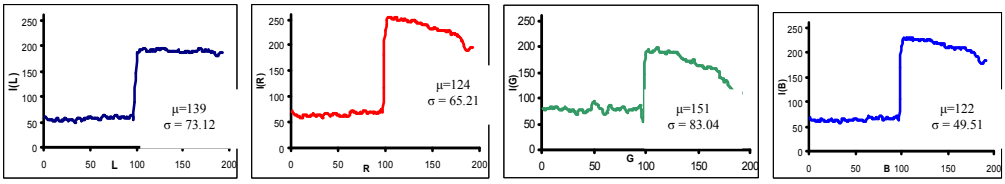
80V



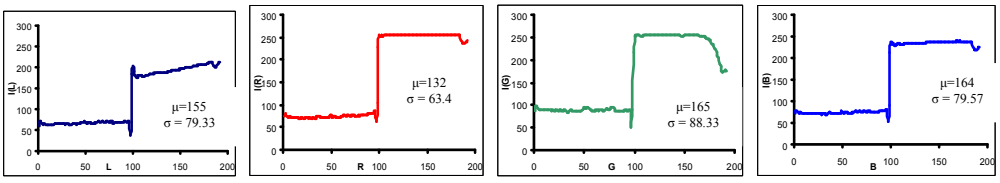
100V



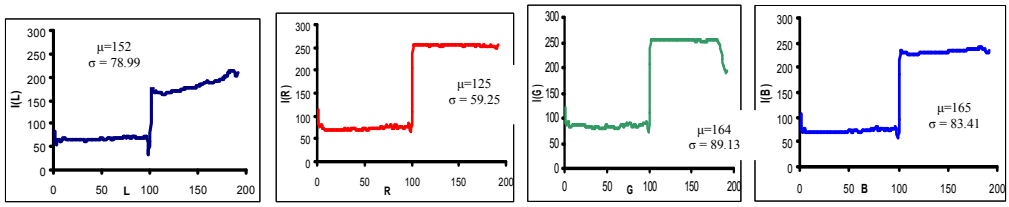
120V



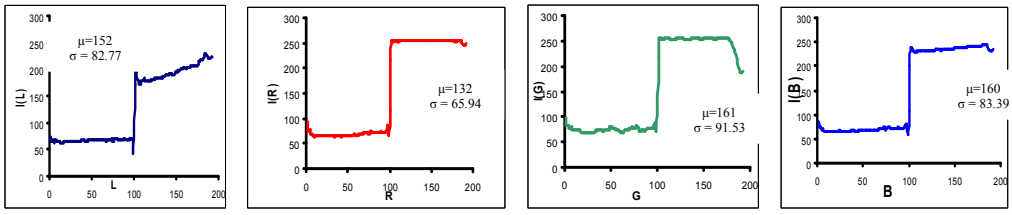
140V



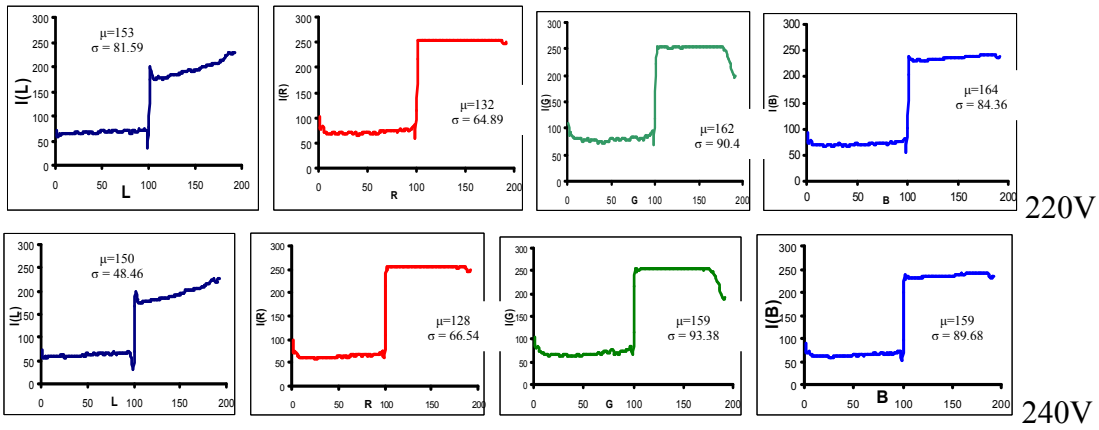
160V



180V

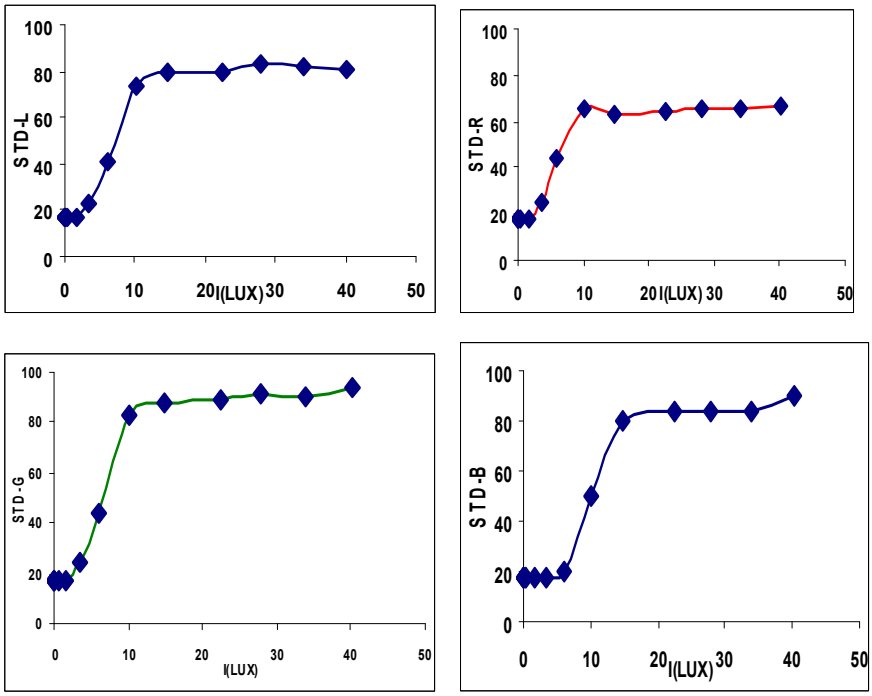


200V



الشكل (5) يوضح توزيع شدة الاضاءة لخط مستقطع من منتصف ارتفاع الصورة لشدات اضاءة مختلفة لمصباح التنكستن (فولتيات مختلفة).

ومن الشكل (6) الذي يوضح العلاقة بين الانحراف المعياريSTD للخط المستقطع من منتصف ارتفاع الصور مع شدة الاضاءة لمصباح التنكستن ، يلاحظ حصول ارتفاع تدريجي في قيم الانحراف المعياري لجميع الحزم اللونية RGB والمركبة L ويلاحظ بأن افضل اضاءة التي تعطي اعلى تغايرهي عند الشدة (10Lux) وبعدها يبدأ الانحراف المعياري بالهبوط قليلا" والاستقرار لاغلب الحزم اللونية RGB والمركبة L .



الشكل(6) يوضح العلاقة بين شدة الاضاءة والانحراف المعياريSTD للخط المستقطع من منتصف ارتفاع الصور.

<u>الاستنتاجات:</u>

- التباين يزداد مع زيادة الاضاءة ثم يأخذ بالاستقرار عند الاضاءات العالية جدا"(الفروق بين النصف الابيض والاسود في الصورة).
- العلاقة بين شدة الاضاءة وفولتية منظومة الاضاءة تبدو وكأنها علاقة من الدرجة الثانية .

• عند الشدات العالية للاضاءة يبدأ الانحراف المعياري بالهبوط البسيط مما يدلل على ان افضل شدة اضاءة تعطي صورة ذات حدة في تفاصيلها هي ليس الاضاءات العالية جدا" لانها تضعف التباين بين مناطق الصورة المختلفة. اي افضل اضاءة هي التي تعطي اعلى تغاير وهي عند الشدة (10Lux)

المصادر :

1- Sangwine , S.J and Horne , R.E .N ., ***" The Color Image Processing Hand Book "*** , international Thomson , 1998 .
2- R. E. Fisher and B. Tadic Galeb , ***" Optical System Design "*** , MC – Graw – Hill , 2000 .
3- B.William Thompson and peter Shirley***" A spatial Post Processing algorithm for Images of Night Scenes "*** , Cornell and Utan University , 2003 .
4- Mukul V. Shirvaikar , ***" An Optimal Measure for Camera focus and Exposure "*** , electrical engineering Department , University of Texas at Tyler , Proceeding of IEEE 2004 .
5- W.F.Schreiber , ***" Fundamental of Electronic Imaging Systems "*** , Springer – Verlag , Berlin , 1998 .
6- ***أيتن نوري البياتي،*** " تقنيات محسنة لتخمين الحدة في الصورة بالاعتماد على كشف الحافات"، ***كلية العلوم ، قسم الفيزياء ، الجامعه المستنصريه ، 2005.***
7- Marshall R., "***Computer Graphic in Application***", Prentice Hall, (1987).
8- Garari, E.M. and Wechsler, H., "***On the Difficulties Involved in the Segmentation of pictur***e", IEEE Tran. Patt. Anal. Mach. Int, Vol. PAMI-4, No.3, p. 304-306, May, (1982).
9- Hussain Z."***Digital Image Processing Practical Applications of Parallel Processing Techniques***", ELL is Harwood,England,1991.
10- Ziemer R.E. & Tranter W.H "***principles of communication***" Houhton misslin (1985).
11- Christopher C. Yang and Jeffery J. Rodriguez, "***Efficient Luminance and Saturation Processing Techniques for Bypassing Color Coordinate Transformations***", Dept. of Electrical and Computer Engineering, the University of Arizona, Tucson, Arizona,(1997). ,**http://www. christopher c. yang - ResearchIndex document query.htm**
12- A.Cernasov , " ***New high – dynamic range Camera architecture*** " , Proceeding .SPIE 6246, 12 May , 2006 .
13- L.F.V. Scharff and A.J.Ahumada Jr , ***" Contrast Measure For Predicting text readability "*** , 2003
14- S . j . Sangwine and R.W. N. Novne , " ***The Colour Image Processing Hand Book , Chapman and Hall "*** , 1998 .
15- Travikova , " ***Efficiency of Visual Search p-3 Mashinostroyening*** " , 1985 .
16- I. T .Young .J.Gerbrands and L. J.Van Vliet , ***" Fundammental of Image Processing*** " , Printed in Netherlands at Delf Univ. of Technology , ISBN 90 - 75691 -10 -7 , NUGI 841, 1998.
17- Hopkinson,R.G,Kay,J.D,"The Lighting of Buildings",Faber and Faber, London,1972.