تحسين الصور الملونة الملتقطة تحت الماء باستخدام تقنية تمديد التباين بالإعتماد على توازن اللون الابيض وتحويل YIQ

فراس صباح عبد الأمير

كلية العلوم –الجامعة المستنصرية

firasalaraji@yahoo.com

الخلاصة

في هذه الدراسة تم اقتراح خوارزمية جديدة لتحسين الصور الملتقطة تحت الماء باعتماد تقنية تمديد التباين بوساطة تحويل YIQحيث تم تطبيق توازن اللون الأبيض لمركبات RGB، ثم حسنت الاضاءة باستخدام دالة السكمويد, وتمت معالجة مركبة الاضاءة Y على حده والمركبة اللونية IQ على حده. بعد تطبيق تقنية تمديد التباين لمركبات RGB وتوازن اللون الأبيض ولمعرفة كفاءة هذه الطريقة تم حساب الجودة لتلك الصور باعتماد على مقياس (σ،μ) وبعد قياسها بطريقة تمديد التباين لمركبات RGB وطريقة تمديد التباين على تلك المركبات بعد اجراء توازن اللون الأبيض وكذلك قورنت نفس الطريقة بدون عمل توازن اللون الأبيض. أظهرت النتائج أن خوارزمية المقترحة تعطي نتائج جيدة في تحسين الاضاءة والتباين عند أخذ توازن اللون الأبيض بوجود التحويل YIQ وبدونه.

الكلمات المفتاحية: تمديد التباين,توازن للون الابيض,الفضاء اللوني YIQ،دالة السكمويد, مقياس الجودة (σ،μ).

Abstract

In this study a new algorithm has been suggested to enhance images capture underwater by using Contrast Stretching technique and YIQ transform. White balance has been applier on the RGB Components, Then enhanced lighting using function sigmoid, the lightness componential and the chromatic component have been processing alone after white balance (w) is applied and Contrast Stretching (CS) for RGB Components, and to know the efficiency this method it account of the quality of those images by using the scale (μ ,σ), and after comparing them with method Contrast Stretching for Components RGB, and the method Contrast Stretching on those Components after a white balance as well as compared to the same method without work for white color balance. Results showed that the suggested algorithm gives good results in light enhancement and contrast at taked the white balance if we transform to YIQ or not.

Keywords:Contrast Stretching,White balance,Color space YIQ,Function Sigmoid,the quality scale (μ,σ).

١ – المقدمة

إن الرؤيـة تحـت الـماء هـي واحـدة مـن المجـالات العلميـة التـي حققهـا الباحثون (Raimondoi & Silvia,2010) حيث تتصف الصور الملتقطة تحت الماء بالرؤية الضعيفة بسبب الضوءَ الخافت عند انتقاله في الماءِ، فانه يحد من رؤية حوالي عشرين متر في المياه الصافية وخمسة امتار او اقل في المياه غير الصافية, وبسبب عملية تخفيف الضوء بوساطة الامتصاص والتشتت التي تؤثر في الأداء العام لنظام التصوير تحت الماء، وبالتالي يؤدي عموما الى ضعف في ملامح الصورة. حيث يعد الامتصاص والتشتت أثارهـا ليسـت فـقط بسبـب الميـاه ذاتهـا وإنـمـا نـتيـجـة للـمكونات مـثـل المـواد العضـوية الـذائـب (Raimondoi&Silvia,2010). هناك بعض المشاكل المتعلقة في دراسة الصور الملتقطة تحت الماء وعدم وضوحيتها منها امتصاص الضوء،البنية المتأصلة في المياه, الرؤية المحدودةٍ النطاق، التباين الضعيف،الإضاءة غير المنتظمة، ضعف الألوان والضوضاء. كل هذه الاشياء لها تاثيرسلبي في وضوحية الصورة الملتقطة تحت الماء(Raimondoi&Silvia,2010).على مدى السنوات القليلة الماضية، بدأت حركة ناجحة نحو تحسين

تقنيات معالجة الصور تحت الماء, وأجريت بعض البحوث في معالجة الصور تحت الماء وتحسينها وهناك دراسات سابقة في هذا المجال كما يلي:

١. الباحثون Kashif Iqbal, Rosalina Abdul salam, عام ٢٠٠٧ قاموا بدراسة وتحسين الصور الملتقطة تحت الماء باستخدام خورازمية التمديد (stretching algorithm) على موديلات اللونية RGB وHSI. و بتطوير هذه التقنية والاستفادة منها في تحسين الصورة. ظهرت نتائج جيدة في تقيم جودة الصور (Kashif et.al.2007).

٢. الباحثون Dr.G.Padmavathi، Dr.P.Subashini، Mr.M.Muthu عام ٢٠١٠ قاموا بقياس المرشحات المستخدمة في معالجة الصور الملتقطة تحت الماء حيث تم تحديد المرشحات المناسبة في معالجة الصورة مع الحفاظ على جودة الصورة (Dr.Padmavathi&Dr.Subashini, *2010*).

٣. الباحثون PRABHAKAR C.J.,PRAVEEN KUMAR P.U. عام ٢٠١١ اقترحوا تقنية لمعالجة وتحسين الجودة للصورة الرديئة الملتقطة تحت الماء وتتضمن هذه التقنية مرشحات مثل مرشح المتماثل (homomorphic)،ازالة الضوضاء والموجيات (wavelet denoising)، مرشح الثنائية (bilateral filtering)، مساواة التباين (contrast equalization), وتم تطبيقها بالتتابع(Prabhakar&Praveen,2011).

٢- تصحيح التوازن اللون الأبيض

التوازن اللون الأبيض(W)(White balance) هو واحد من التحولات المهمة في المعالجة الصورية لتحقيق جودة عالية للصورة، يمكن تصحيح الصورة ذات الظل المزرق بوساطة تغيير التوازن اللون الأبيض (درجة الحرارة اللونية) للصورة. تطبق تقنية المستوى الرمادي(gray world) لتصحيح التوازن تلقائيا،في هذه التقنية يفترض أن معدل(متوسط) قيم الشدات لقنوات اللون الأحمر والأخضر والأزرق R,G،B في الصورة تكون متساوية(Zapryanov et.al.2012). ويمكن أن يتحقق التصحيح بوساطة حساب معدل الشدات للقنوات B، R , G ومعايرة الشدات لتحقيق التوازن للمعدلات،بما أننا افترضنا معدل(متوسط) الشدات للألوان الأساسية تكون متساوية، والمستوى الرمادي (gray world) لا يشغل كل الصورة. على سبيل المثال،عند التقاط الصور من السماء، فمن الواضح أن معدل شدة اللون الأزرق تختلف عن معدلات الشدات للون الأحمر والأخضر، لكن معظم الصور تمتلك أكثر أو أقل معدل شدات مساوٍ لـ R,G،B,هذا يحقق الافتراض (Zapryanov *et al.* ,2012). إن عينه من اللون الأبيض تكون مرتبطة باعظم استجابه للنظام البصري البشري،ويجب ان يدفعنا إلى أعظم اشارة في الكاميرا لجميع القنوات اللونية الثلاث, أحمر, أخضر, أزرق R,G،B على التوالي في الصورة، فإن توازن اللون الأبيض يمكن ان نحصل عليه من $\frac{G}{Gmax}$,$\frac{B}{Bmax}$,$\frac{R}{Rmax}$ لكل عنصر في الصورة, حيث إن R_{max}،G_{max},B_{max} دلالة على موقع العنصر الذي يستند كنقطة مضيئة بيضاء (لامعة) في الصورة، يمكن تحديد معاملات التصحيح التي تحسب من معادلة (١) (Zapryanov *et al.*, 2012):

$$corrR = \frac{G_{max}}{R_{max}}, corrB = \frac{G_{max}}{B_{max}}, corrG = 1 \qquad (1)$$

عندما قناة اللون الاخضر (G) تبقى لاتتغير.

٣- الفضاء اللوني YIQ

في هذا الفضاء يتم الحفاظ على التدرج اللوني والإشباع بوساطة المركبتين Q،I وبما أن التحويل الأمامي والعكسي لهذا الفضاء هو من التحويلات الخطية لذلك يمكن تطبيق أسلوب في فضاء YIQ حيث يتم الحفاظ على التدرج اللوني والإشباع بوساطة المركبتين Q،I وبما أن التحويل الأمامي والعكسي لهذا الفضاء هو من التحويلات الخطية لذلك يمكن تطبيق أسلوب الزحف اللوني للقيم R,G,B. تبين المعادلة (2) أنه بالإمكان إجراء التحويل مباشرة بإضافة المعامل (α) إلى كل مركبة من المركبات R,G,B (Christopher et.al,1997). تحول الصورة الملونة متن الفضاء اللوني الأساسي RGB إلى الفضاء اللونيYIQ كما يلي(Marc,2007):

$$M_{RGB\ to\ YIQ} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.270 & -0.322 \\ 0.211 & -0.253 & 0.312 \end{bmatrix} \qquad (2)$$

في حين التحول العكسي يعطي من قبل:

$$M_{YIQ\ to\ RGB} = \begin{bmatrix} 1 & 0.956 & 0.621 \\ 1 & -0.272 & -0.647 \\ 1 & -1.060 & 1.703 \end{bmatrix} \qquad (3)$$

٤- تمديد التباين

في الصورة الرقمية،زيادة الملامح تؤدي الى زيادة الوضوحية, يمكن استخدام المعالجة الكلية (global method) لتحسين التباين في الصورة ذات التباين القليل، هذه التقنية تدعى بتمديد التباين (CS) (Contrast Stretching) (Fisher *et al.*, 2003). كمثال: اذا كان I_2,I_1 هي مدى شدة الصورة الداخلة,يمكن تحول شدة الصورة I الى شدة الصورة g ضمن مدى I_{min} إلى I_{max} كما يلي:

$$g = \frac{(I - I_1)}{I_2 - I_1}(I_{\max} - I_{\min}) + I_{\min} \qquad (4)$$

حيثI_{min} الشدة المقابلة لاقل تكرار,I_{max} الشدة المقابلة لاعظم تكرار، يمكن كتابة معادلة (٤) الى معادلة عامة تعطى كما يلي (Fisher *et al.*, 2003, Agard *et al.*, 1989):

$$g = \left(\frac{I - I_1}{I_2 - I_1}\right)^{\alpha}(I_{\max} - I_{\min}) + I_{\min} \qquad 0 < \alpha < \infty \qquad (5)$$

حيث α هو معامل التعديل (التحسين) عندما تكون $\alpha = 1$ فان معادلة (٥) تصبح خطية وبخلاف ذلك يكون التحويل غير خطي. في هذا البحث تم اعتبار $\alpha = 1$ وهو يقابل تصحيح كاما.

٥- الخوارزمية المقترحة

تم اقتراح خوارزميات لتحسين الصورة الملتقطة تحت الماء كما يلي:-

١- خورازمية تمديد التباين مع توازن اللون الأبيض (CSW) (Stretching with White balance) (Contrast

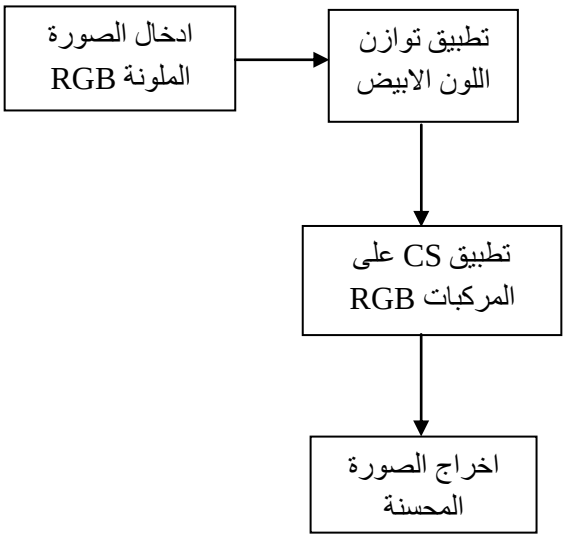
تضمن هذه الخورازمية تحسين الصورة الملونة بعد اجراء توازن اللون الأبيض للمركبات(RGB) التي تعطى بالعلاقة (١) من دون اجراء أي تحويل لوني،وهذه الخوارزمية كما يلي:

١. ادخال الصورة الملونة (R،G ،B) C (x,y,i), i=1,2,3.

٢. تطبيق توازن اللو ن الأبيض لصورة C للحصول على C_W.

٣. حساب تمديد التباين للمركبات RGB للحصول على C_{CSW}, للحصول على الصورة المحسنة.

مخطط هذه خوارزمية مبينة في الشكل (1).

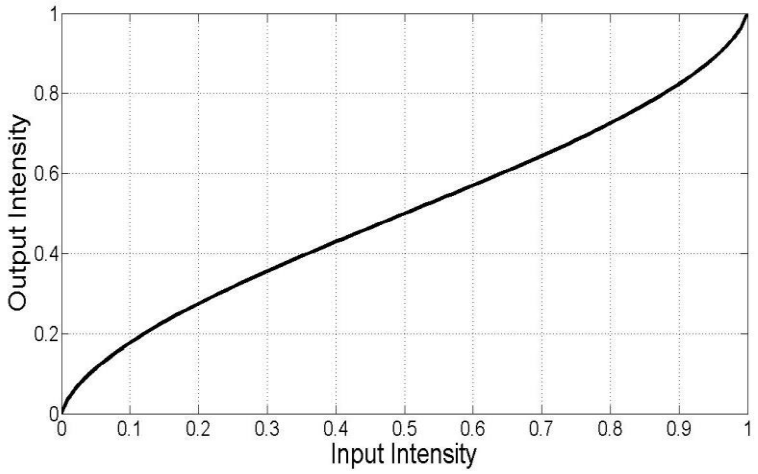


الشكل(١) يمثل مخطط الخوارزمية CSW

٢- خورازمية تمديد التباين لفضاء اللوني YIQمع توازن اللون الأبيض (CSYIQW) (White balance Contrast Stretching YIQ with)

من أجل زيادة كفاءة التحسين تم التحويله إلى فضاء YIQ وعزل مركبة الاضاءة Y عن المركبات للونية IQ وتحويل المركبة Y باستخدام دالة السكمويد (sigmoid) كما في الشكل (2) التي تعطى بالعلاقة التالية:

$$y_s = \frac{1}{\left[\frac{1+(0\cdot5)(1-y)}{y}\right]^{0.7}} \qquad (5)$$



الشكل (2) دالة السكمويد(sigmoid)

تم تطبيق خوارزمية تمديد التباين (CS) على تلك المركبة. من أجل تحسين المركبات اللونية بصورة غير مباشرة تحت معالجة تلك مركبات ايضا باستخدام فضاء YIQ بعد تطبيق خوارزمية CS على مركبات الاصلية RGB, تم دمج مركبات المعالجة (اللونية وغير للونية) وتطبيق التحويل العكسي للحصول على الصورة المحسنة. هذه خوارزمية كما يلي:

١. ادخال الصورة الملونة (R،G ،B) ,C(x,y,i), i=1,2,3.

٢. تطبيق توازن اللو ن الابيض لصورة C للحصول على C_W.

٣. تحويل الصورة C_W من فضاء RGB الى فضاء YIQ وعزل المركبة Y.

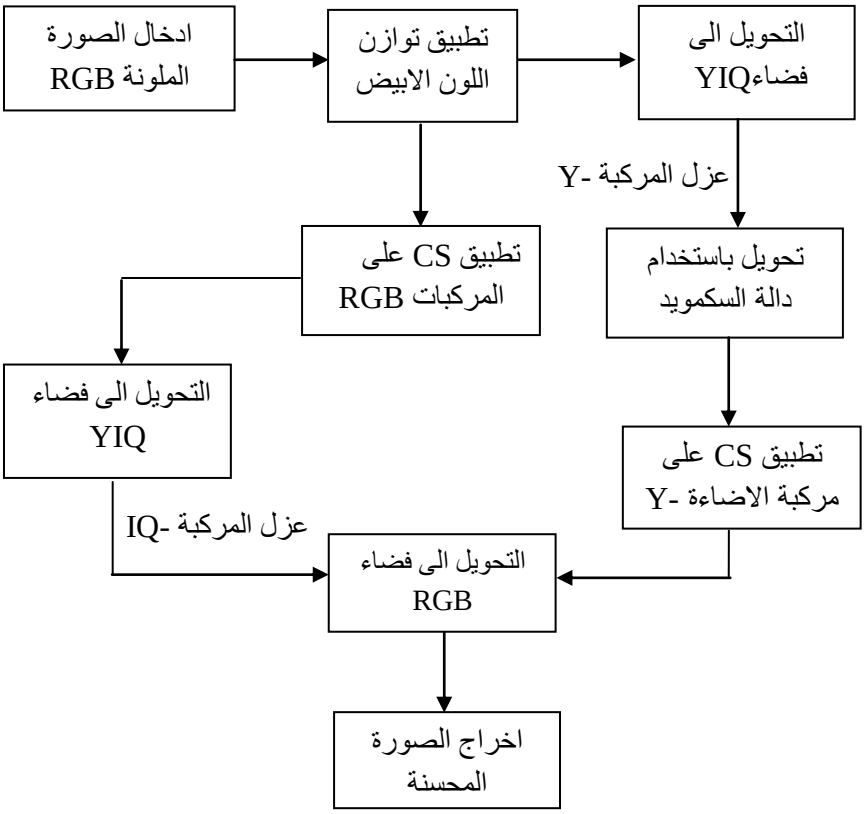
٤. تطبيق تحويل السكمويد للمركبة Y لنحصل على Y_t.

٥. حساب تمديد التباين(CS) للمركبة Y_t والحصول على Y_{tcs}.

٦. الذهاب للخطوة ٢ وحساب تمديد التباين للحصول على C_{CS}.

٧.تحويل الصورة C_{CS} من فضاء RGB الى فضاء YIQ وعزل المركبة اللونية $(IQ)_{cs}$.

مخطط هذه خوارزمية مبينة في الشكل (3).



الشكل(٣) مخطط الخوارزمية CSYIQW

٣- خورازمية تمديد التباين لفضاء اللوني YIQ (CSYIQ) (Stretching YIQ without White Contrast balance)

هي نفس الخورازمية السابقة ولكن من دون التوازن اللون الأبيض (W).

٦- نتائج ومناقشة

في هذا البحث تم تحسين الصور الملونة الملتقطة تحت الماء , وذلك بوساطة استخدام خمس صور(a،b،f،g،h) بحجم (٥٤٠*٧٢٠) ذات نوع JPG كما موضحة في الشكل (٤)(www.scubaboard.com) حيث تم اعتماد برنامج الماتلاب Ra2013 في معالجة تلك الصور باعتماد مقياس (σ،μ) لحساب جودة الصورة (Jabson *et al.*, 2002). الشكل (٥) يوضح الصور المحسنة (a،b،f،g،h) باستخدام خوارزمياتCSYIQ،CSYIQW،CS،CSW. لاحظنا الصور المحسنة بان هناك حفاظا على ملامح (التفاصيل) الصورة بشكل جيد ويعطي نوعا من الجودة لها. الشكل (٦) يمثل نتائج وتقيم جودة تلك الصور المحسنة، حيث أظهرت تحسيناً عالياً بالتباين طريقة CSWالمؤشرة بخط الازرق,وكذلك أظهرت تحسيناً عالياً في الاضاءة في لطريقة CSYIQW ثم تليها طريقة CS,CSYIQ المؤشرة بخط الأحمر. كما نلاحظ أيضا من مقياس الجودة بان خوارزمية CSW تعطي جودة عالية في وضوحية الصور المحسنة بسبب حفاظها على التباين في مناطق الحافة،ثم بعده خوارزمية CSYIQW التي تحسن الاضاءة في المناطق المتجانسة.

(a)

(b)

(f)

(g)

(h)

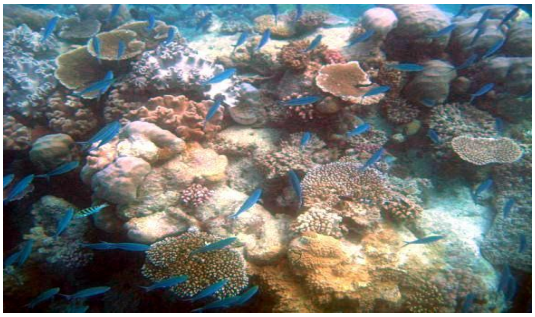
الشكل (4) الصور الملونة الملتقطة تحت الماء الأصلية (a،b،f،g،h)(www.scubaboard.com).

الصورة الأصلية (a)

الصورة الأصلية (b)

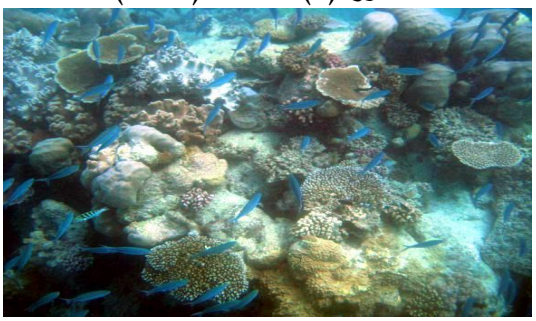
الصورة (a) المحسنة (CS)

الصورة (b) المحسنة (CS)



الصورة (a) المحسنة (CSW)

الصورة (b) المحسنة (CSW)



الصورة (a) المحسنة (CSYIQ)

الصورة (b) المحسنة (CSYIQ)

الصورة (a) المحسنة (CSYIQW)

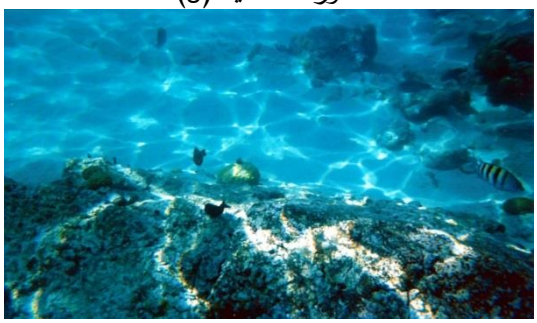
الصورة (b) المحسنة (CSYIQW)

الشكل (١-٥) **الصور الأصلية والمحسنة** (b،a)

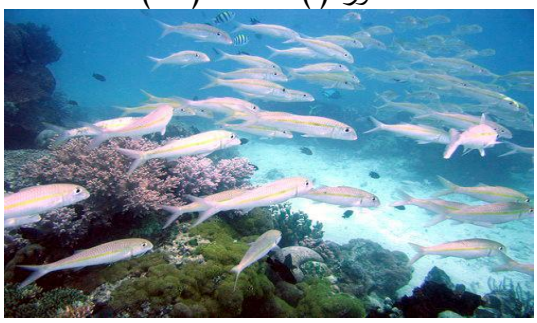
الصورة الأصلية (f)

الصورة الأصلية (g)

الصورة (f) المحسنة (CS)



الصورة (g) المحسنة (CS)



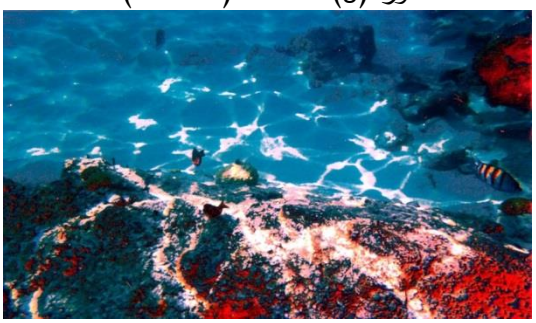
الصورة (f) المحسنة (CSW)

الصورة (g) المحسنة (CSW)

الصورة (f) المحسنة (CSYIQ)

الصورة (g) المحسنة (CSYIQ)

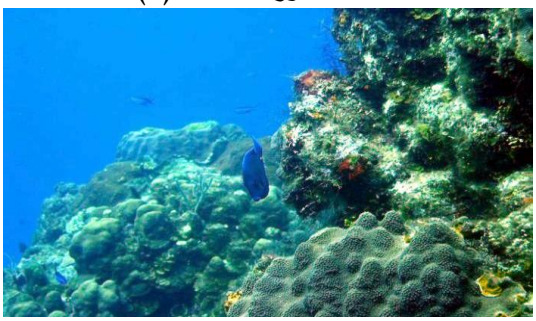
الصورة (f) المحسنة (CSYIQW)



الصورة (g) المحسنة (CSYIQW)

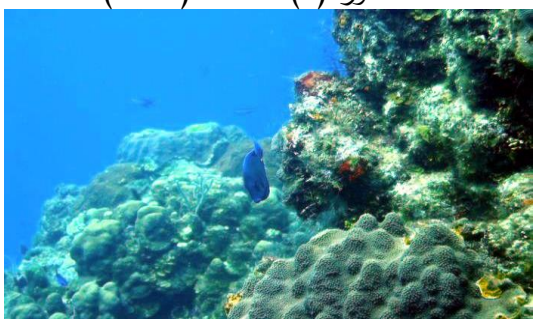
الشكل (٢-٥) الصورالأصلية والمحسنة (g،f)

الصورة الأصلية (h)



الصورة (h) المحسنة (CS)

الصورة (h) المحسنة (CSW)

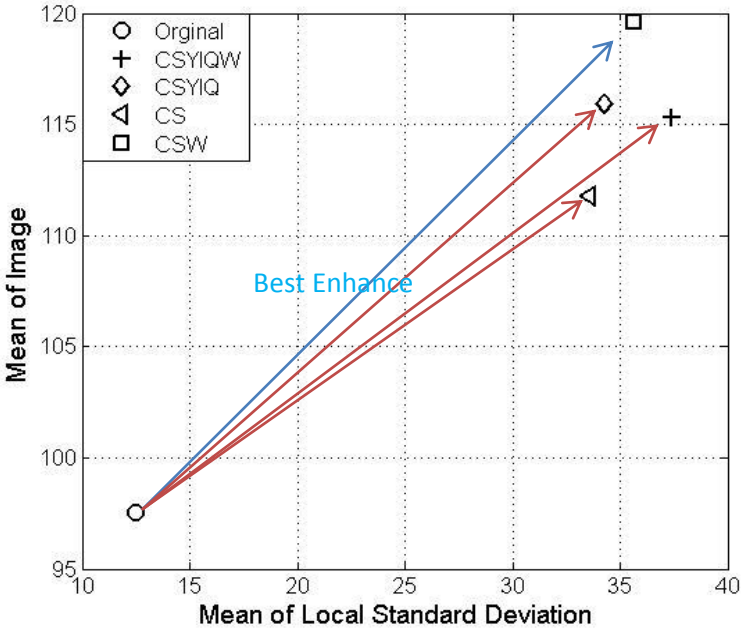


الصورة (h) المحسنة (CSYIQ)

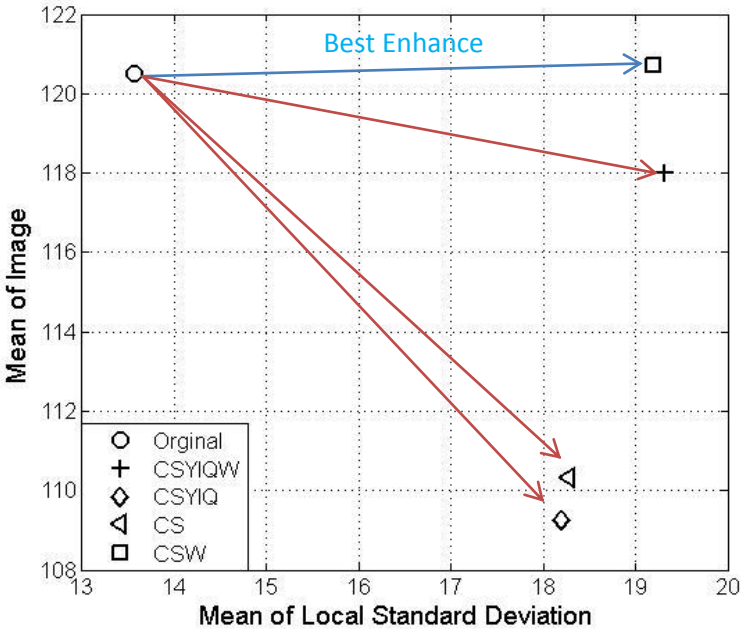
الصورة (h) المحسنة (CSYIQW)

الشكل (3-5) الصور الأصلية والمحسنة (h)

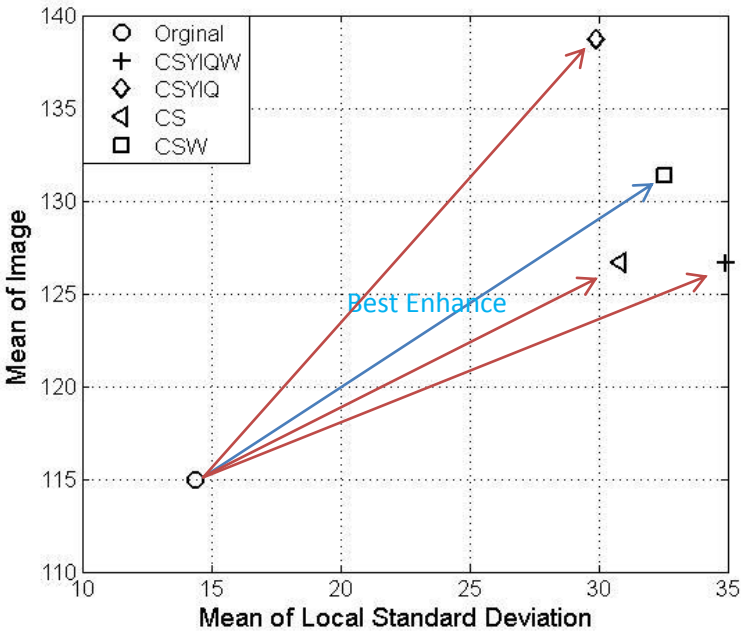
الشكل (٥) الصور المحسنة بطرائق (CSYIQW) (CSYIQ) (CSW) (CS)



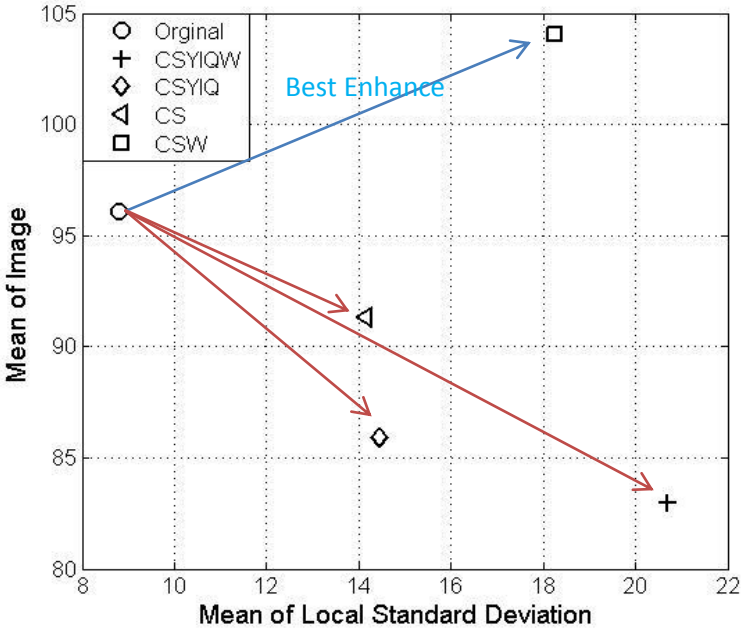
الشكل (1-6) نتائج تقيم جودة الصورة (a)



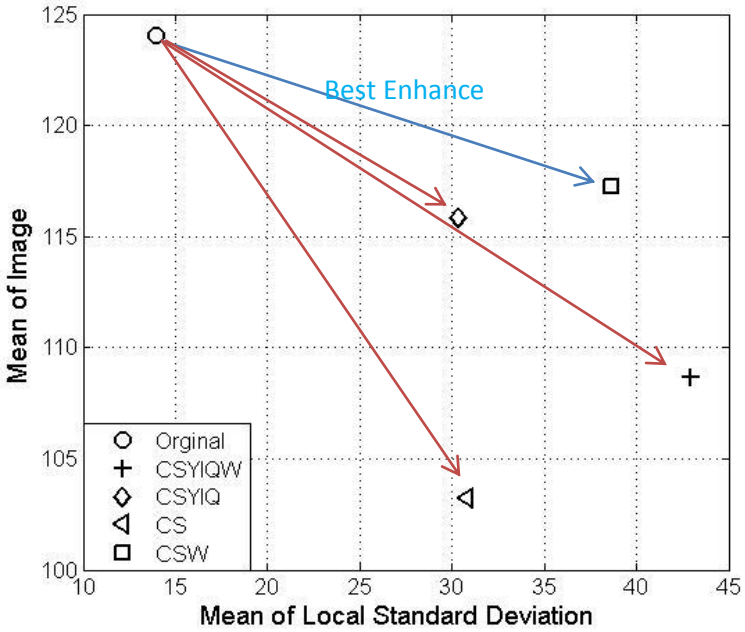
الشكل (2-6) نتائج تقيم جودة الصورة (b)



الشكل (3-6) نتائج تقيم جودة الصورة (f)



الشكل (4-6) نتائج تقيم جودة الصورة (g)



الشكل (5-6) نتائج تقيم جودة الصورة (h)

الشكل (6) يمثل تقيم جودة الصور المحسنة بطرائق (CSW،CS، CSYIQW،CSYIQ)

من العلاقة بين المعدل والانحراف المعياري (σ،μ)

٧- الاستنتاجات

من ملاحظة النتائج أظهرت الطرائق المقترحة CSYIQW,CSW نتائج جيدة في تحسين الاضاءة والتباين. حيث أظهرت الطريقة CSW درجة عالية في تحسين التباين في حين أظهرت الطريقة CSYIQW مستويات عالية في تحسين الاضاءة،هذا يعني ان طريقة CSW تعطي جودة عالية في وضوحية التفاصيل للصور الملتقطة تحت الماء. ثم بعد ذلك طريقةCSYIQW مِما يدل على أن توازن اللون الأبيض(W) له دورمهم في تحسين الصورالملتقطة تحت الماء.

المصادر

Raimondo Schettini and Silvia Corchs Hindawi(2010),"AN IMAGE BASED TECHNIQUE FOR ENHANCEMENT OF UNDERWATER IMAGES" Publishing Corporation, EURASIP Journal on Advances in Signal processing,

Kashif Iqbal, Rosalina Abdul salam, Azam Osman,(2007)," Underwater Image Enhancement Using an Integrated Colour Model ", School of Computer Sciences, Universiti Sains Malaysia, IAENG International Journal of computer science, 34:2, IJCS- 34- 2 -12.

Dr.G.Padmavathi,Dr.P.Subashini,(2010)," Comparison of Filters used for Underwater Image Pre-Processing", Department of Computer Science, Avinashilingam University for Women, Coimbatore, TN, India.

Prabhakar.C.J,Praveen Kumar P.U."An Image based technique for Enhancement of underwater Image ,(2011), " Department of P.G. Studies and Research in

Computer Science Kuvempu University, Shankaraghatta-577451, Karnataka, India. December 09.

Zapryanov, G.; D. Ivanova, I. Nikolova (2012," Automatic White Balance Algorithms for Digital Still Cameras–a Comparative Study **",**Technical University of Sofia, Bulgaria).

Christopher C. Yang and Jeffery J. Rodriguez, , (1997), "Efficient Luminance and Saturation processing techniques for Bypassing color coordinate transformations", Dept. of Electrical and Computer Engineering, the University of Arizona, Tucson, Arizon).

Marc Ebner, ,(2007) ," Color Constancy",John Wiley & Sons.

Fisher *et al.*, (2003), Hypermedia Image Processing Reference, http://homepages.inf.ed.ac.uk/ rbf/HIPR2,.

Agard *et al.*, (1989), ''Fluorescence Microscopy in Three Dimensions,'' Methods in Cell Biology, 30:353–377.

http://www.scubaboard.com/community/threads/cozumel-▌nderwater.222430/.

D. Jabson, Z. Rahman, G.A. Woodell, (2002), "Statistics of visual representation," Proc.SPIE 4736, pp25- 3.