

## Applying Standard JPEG 2000 Part One on Image Compression

Maha Abdul Rahman Hasso

Sahlah Abed Ali

sahlah80@uomosul.edu.iq

College of Computer Sciences and Mathematics

University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 18/03/2013

Accepted on: 24/06/2013

### ABSTRACT

In this paper, has been proposed Algorithm for standard JPEG2000 part one for image compression. The proposed Algorithm was executed by using MATLAB7.11 environment, applied these algorithm on the gray and color images for type of the images natural, medical, Graphics images and remote sensing. Dependence on the Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) for comparing the result of the proposed Algorithm by using the Daubechies filters 5/3 tap filter and 9/7 tap filter Biothogonal , Another comparison is held concerning the obtained results of the algorithm of ModJPEG and Color-SPECK. Proved the processing results Efficiency performance of proposed Algorithm.

**Keywords:** JPEG2000 part one, convention, Field Programmingable Gate Array.

تطبيق معيار JPEG2000 الجزء الأول في كبس الصور

سهلة عبد علي

مهى عبد الرحمن حسو

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ قبول البحث: 2013/03/18

تاريخ استلام البحث: 2013/06/24

### المخلص

تم في هذا العمل اقتراح خوارزمية لمعيار JPEG2000 الجزء الأول لكبس الصور. خوارزمية الكبس المقترحة تم تنفيذها باستخدام بيئة MATLAB7.11، طبقت هذه الخوارزمية على الصور الرمادية والملونة لأنواع من الصور الطبيعية والطبية والصور الرسومية وصور الاستشعار عن بعد. وتم اعتماد مقياس نسبة قمة الإشارة الى الضوضاء (PSNR) Peak Signal-to-Noise Ratio لمقارنة نتائج الخوارزمية المقترحة باستخدام مرشحي دجبي ثنائي التعامد 5/3 و 9/7 ومقارنتها مع نتائج خوارزمية ModJPEG و Color-SPECK المستحصلة. اثبتت النتائج العملية كفاية اداء الخوارزمية المقترحة مقارنة بالخوارزميات. **الكلمات المفتاحية:** JPEG2000 part one ، الالتفاف الرياضي، مصفوفة رقاقة البرمجة الحقلية.

### 1. مقدمة

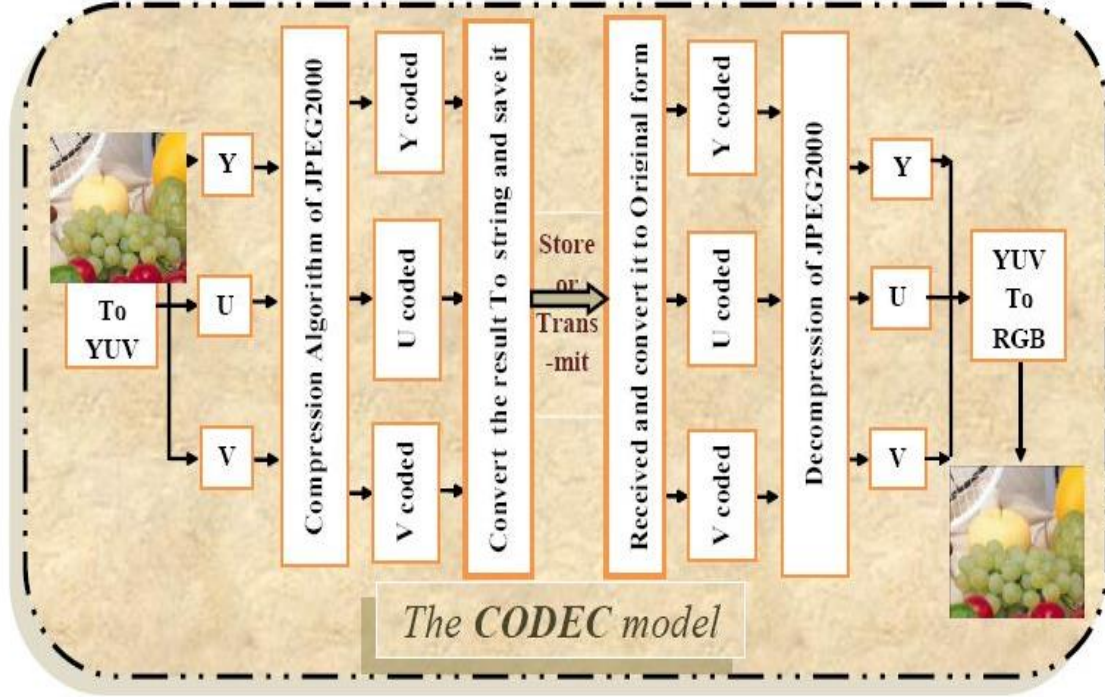
يعد كبس الصور موضوعا مهما في العالم الرقمي وفي التطبيقات الاكاديمية والصناعية والتجارية سواء أكان في التصوير الفوتوغرافي التجاري والصناعي أو الفيديو. يمكن أن تشمل معلومات نقطة الشاشة الرقمية (pixel) كميات كبيرة من البيانات إلى حد كبير، ادارة مثل هذه البيانات يتطلب حملا زائداً للعمليات الحسابية

المعقدة والخزن ومعالجة البيانات، ان سرعة الوصول المثالية لأوساط الخزن يتناسب عكسيا مع السعة، لذا فإن كبس البيانات من المهام التي تحسن السعة [1] وتساعد في تقليل مساحة الخزن المطلوبة وهو ما يكافئ زيادة سعة أوساط الخزن وتحسين سعة الإرسال، لذا فان تطوير تقانات الكبس الكفوءة مازال مستمرا من أجل تحدي تصميم أنظمة الاتصال المستقبلية والتطبيقات المتعددة الأوساط المتقدمة [2]. تتمثل البيانات بمجموعة من المعلومات التي هي في كثير من الأحيان تكون متكررة. المعلومات وهي جزء البيانات الذي يجب أن يبقى بشكل دائم في شكله الاصيلي لكي يمكننا من استعادة البيانات بشكلها الصحيح. أما المعلومات المتكررة فهي جزء البيانات الذي يمكن ازالته عندما لا نحتاجه واستعادته عند الحاجة لتمثيل البيانات. أي تقانة تقليل المعلومات المتكررة تعرف بكبس البيانات (Data Compression)، المعلومات المتكررة في تمثيل البيانات تقلل بطريقة بحيث يمكن بعد ذلك اعادة ادخالها لاستعادة البيانات الأصلية، والتي تعرف بفك كبس البيانات (Data Decompression) [2].

احد انواع خوارزميات الكبس هو JPEG2000 وهو معيار جديد لكبس الصور طور تحت رعاية (Photographic Experts Group) (Joint JPEG) (المعروف باسم لجنة ISO/IEC JTC1/SC29/wG1) [3]. هذا المعيار ينحدر بشكل جذري من سلفه المعروف أكثر JPEG، ففي JPEG يتم استخدام تحويل جيب التمام المنقطع (Discrete Cosine Transform DCT) في حين يكون استخدام الترميز الحسابي والتقريب المتتالي اختياريا فيها، أما في JPEG2000 فاستخدم تحويل الموجة المنقطع (Discrete Wavelet Transform DWT) والترميز الحسابي والتقريب المتتالي يكون اساسيا. خوارزمية JPEG2000 تدعم ايضا الكبس دون فقدان [4]. نظرا لكون معيار JPEG فيه عدة عيوب في بعض من التطبيقات الجديدة مثل الانترنت والاتصالات اللاسلكية النقالة أو التصوير الطبي لذلك بدأت لجنة JPEG في 1996 بتحري امكانيات تكوين معيار كبس جديد وهو JPEG2000، أن تكوين هذا المعيار ليس فقط لتحقيق أعلى نسبة كبس بكفاءة مقارنة مع JPEG، لكن ايضا لحل مشاكل محددات JPEG. معيار JPEG2000 منظم في أحد عشر جزءا والذي صمم لتطبيقات مختلفة [5]، حيث زود بمجموعة من الميزات ذات الأهمية الحيوية لعدد من التطبيقات [2].

## 2. نموذج لنظام JPEG2000 CODEC

يتكون نموذج CODEC المقترح الخوارزمية معيار JPEG2000 الجزء الأول من نظام الترميز ونظام فك الترميز. الصورة المراد كبسها قد تكون ملونة أو رمادية، الصورة الرمادية تتكون من مكون لوني واحد بينما الصورة الملونة تتكون من ثلاثة مكونات لونية اساسية وهي الأحمر والأخضر والأزرق (RGB)، لذا عند التعامل مع الصورة الملونة فإن كل مكون لوني فيها يمكن التعامل معه واعتباره صورة رمادية لكن بعد تحويل الصورة الملونة إلى فضاء YUV ومن ثم تجزئته الى ثلاثة مكونات وهي Y، U و V، حيث يتم كبس كل مكون بصورة مستقلة، ومن ثم تحويله الى صيغة نصية وخنه لإمكانية نقله واستلامه من نظام فك الترميز الذي يمكنه من استرجاعها إلى صيغتها الأصلية والشكل (1) يوضح النموذج المقترح.



الشكل(1): نموذج CODEC المقترح لخوارزمية JPEG2000.

### 3. نظام ترميز JPEG2000 Part1

يقسم نظام الكبس المتكامل ببساطة إلى ثلاث مراحل، (1) المعالجة الابتدائية للصورة، (2) الكبس و (3) صيغة سيل البت المكبوس. تم اعتماد المرحلتين الأولى والثانية في نظام ترميز JPEG2000 الجزء الاول والشكل (2)(a) يوضح الرسم التخطيطي لوظائف نظام ترميز المعيار والشكل (b) يوضح مسار البيانات النظام الكبس.

### 4. تطبيق الخوارزمية المقترحة

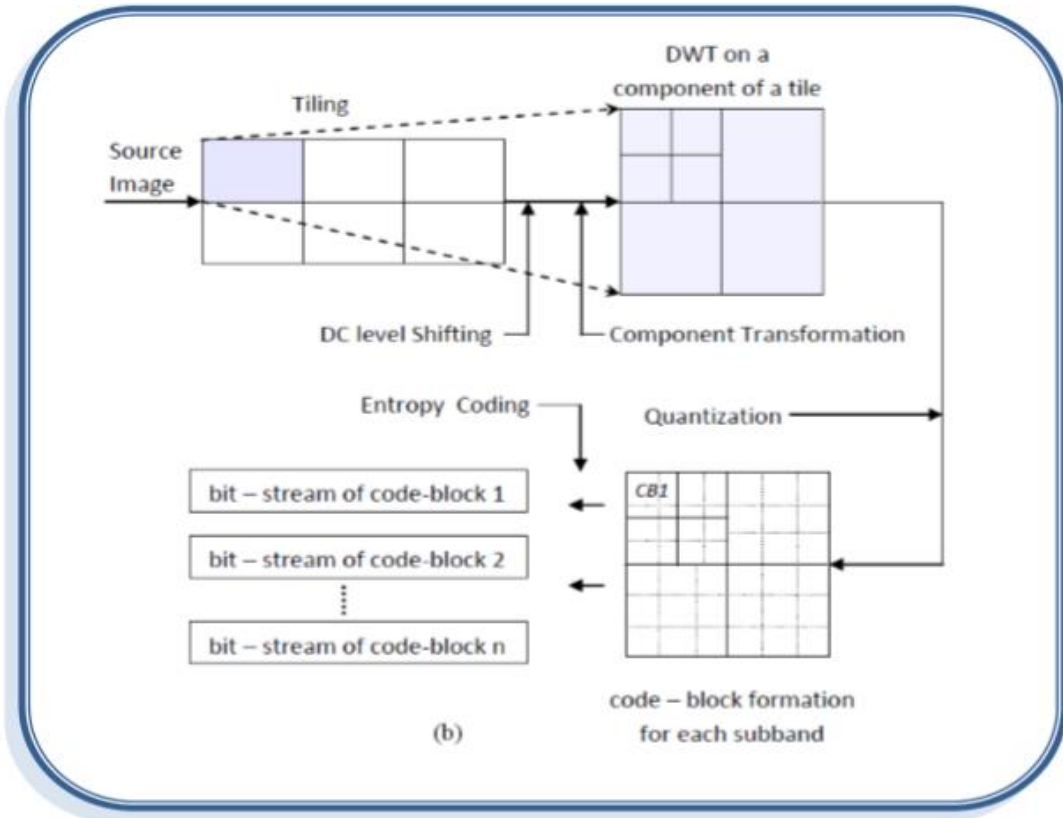
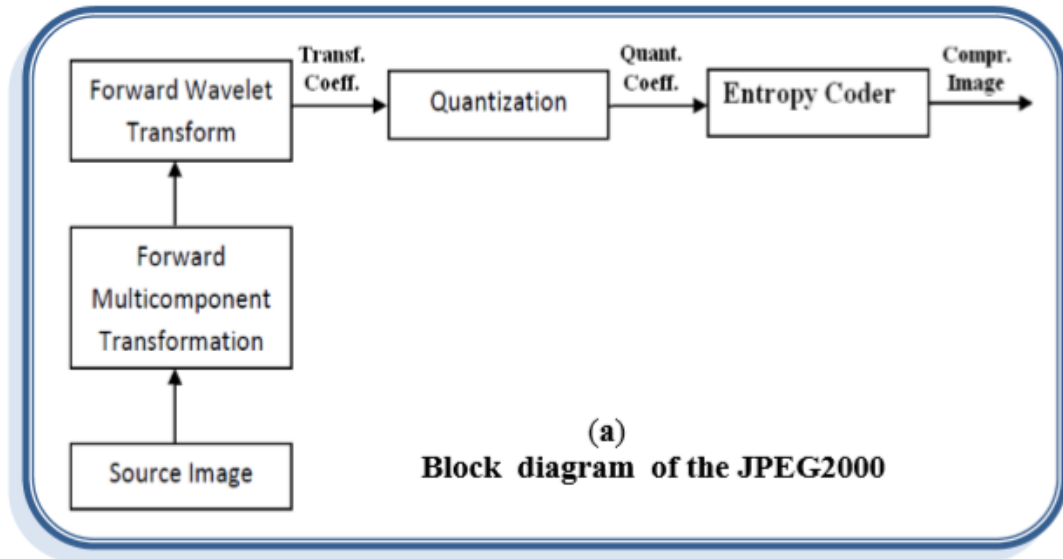
يوضح الشكل (3) الخطوات الرئيسية الخوارزمية الكبس المقترحة لمعيار JPEG2000 الكبس الصور التي طبقت في بيئة Matlab. كما هو موضح من الشكل أن الخوارزمية المقترحة تتكون من نظام الترميز وفك الترميز.

**1.4 في جهة المرمر Encoder Side:** في البداية يتم اولا قراءة الصورة، يتم بعدها اجراء عملية التحويل اللوني (RCT) اذا كانت الصورة المراد كبسها ملونة حيث يتم تحويلها من فضاء RGB إلى فضاء YUV باستخدام المعادلات الموضحة أدناه، بعد عملية تحويل الصورة الملونة نحصل على ثلاثة مكونات لونية أو مصفوفات وهي Y، U و V.

$$Y = \text{round}((R + 2 * G + B) / 4) \quad \dots(1)$$

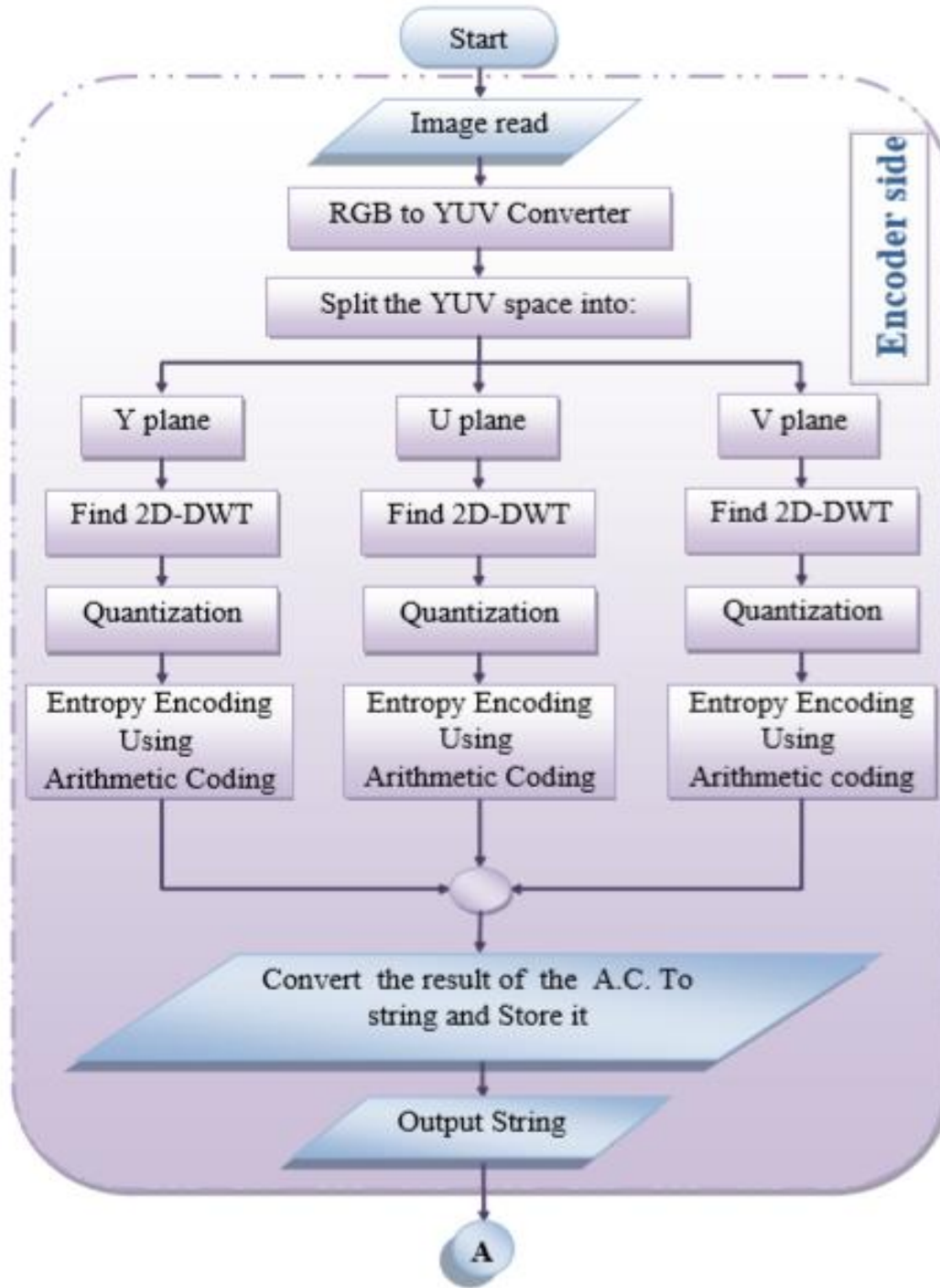
$$U = R - G \quad \dots(2)$$

$$V = B - G \quad \dots(3)$$

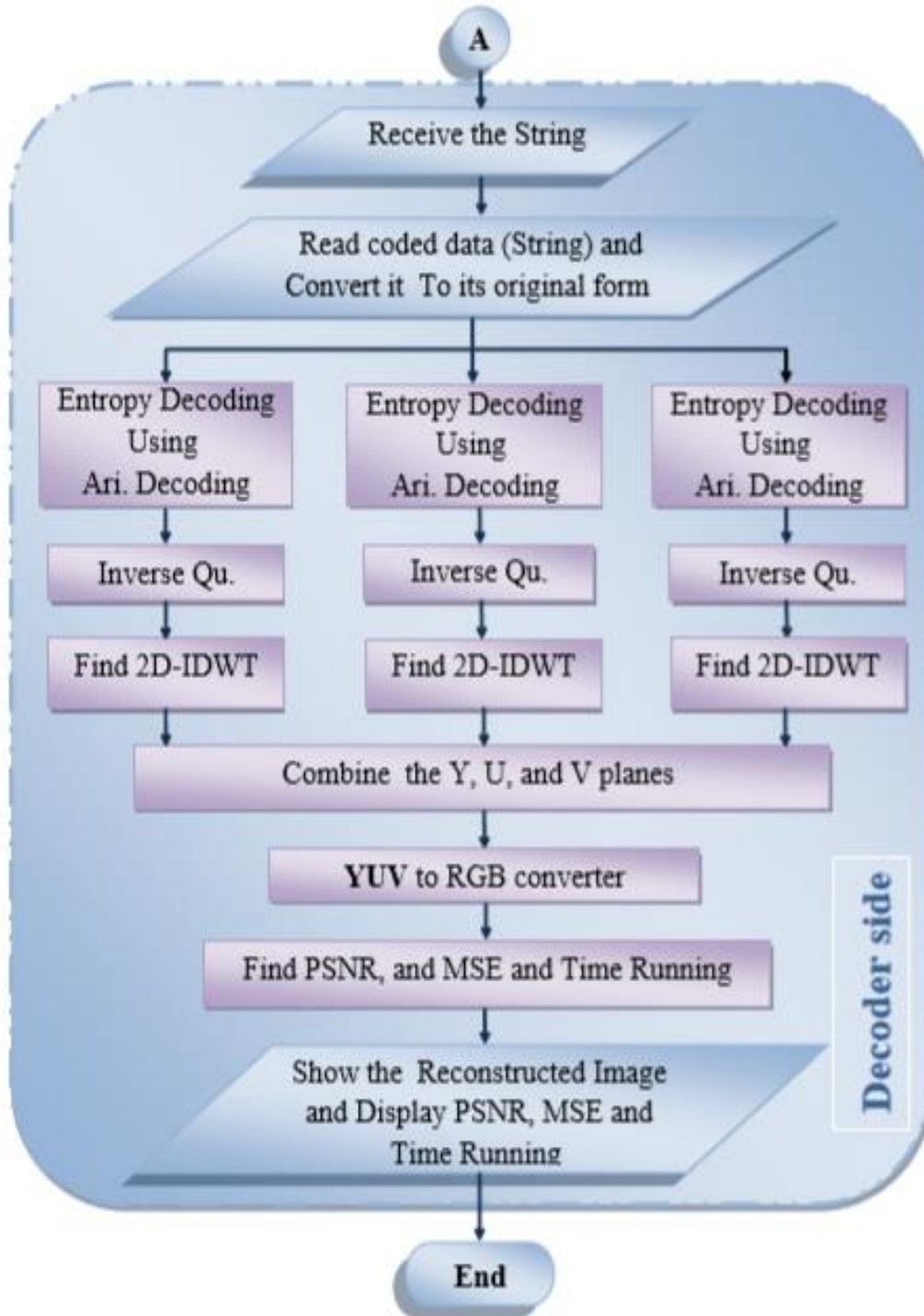


الشكل (2): (a) رسم تخطيطي لمعيار JPEG2000.

(b) مسار تدفق البيانات.



(a)



(b)

الشكل (3) (a) و (b) المخطط الانسيابي للبرنامج الرئيس لخوارزمية الكبس المقترحة لـ JPEG2000.

بعد اجراء التحويل اللوني في حالة الصور الملونة، يتم بعدها تطبيق خطوات خوارزمية الكبس المقترحة لـ JPEG2000.

1.1.4 الخطوة الأولى لخوارزمية الكبس: تطبيق التحويل المويجي المتقطع ذات بعدين (2D-DWT)، حيث يطبق على الصورة (بالنسبة الى الصور الرمادية) او على كل مكون لوني



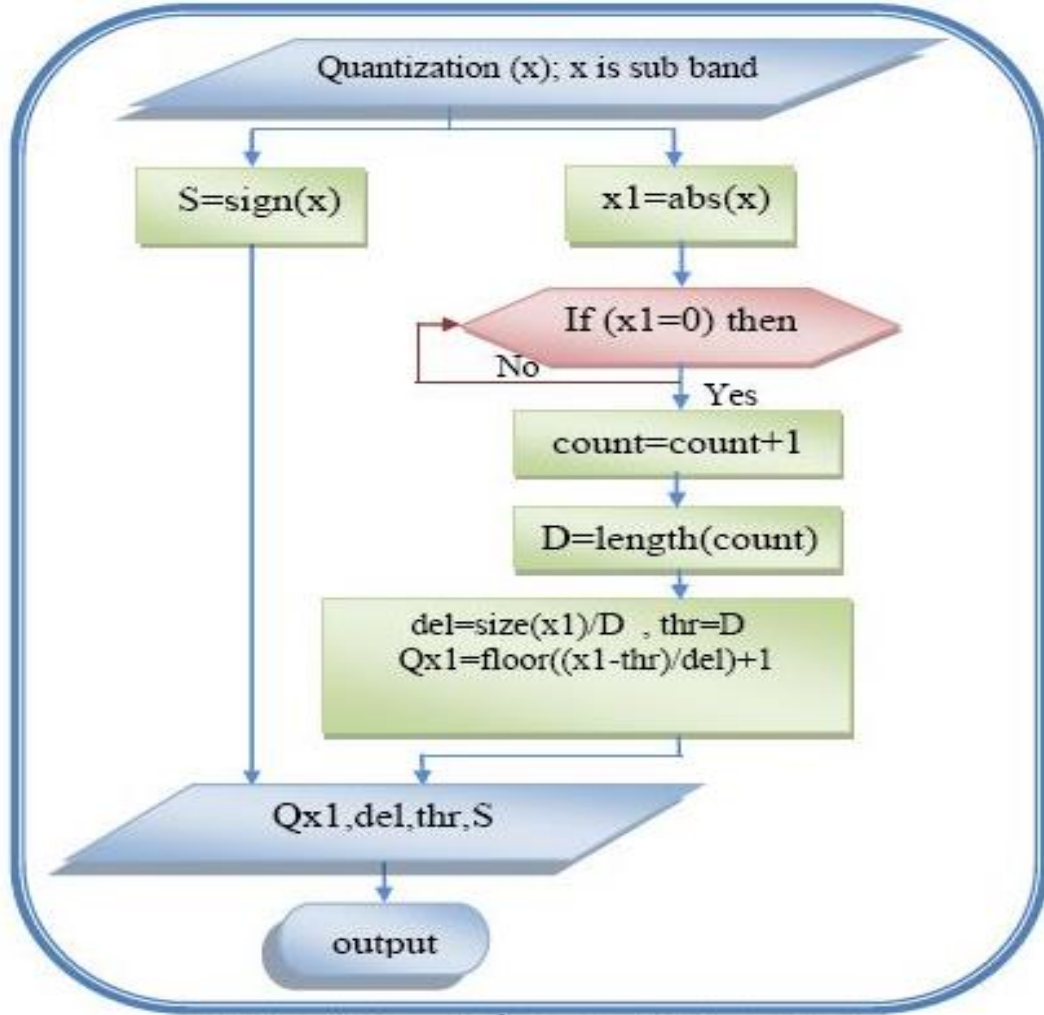
بالنسبة إلى الصور الملونة (YUV) بصورة مستقلة، حيث يُحلل الصورة أو المكونات اللونية في الصورة إلى حزم فرعية (sub bands)، باستخدام مرشحات التمرير العالي والواطيء. ان تحويل الموجة ذات بعدين والذي ينجز بخطوتين:

**في الخطوة الأولى** يطبق تحويل الموجة ذات بعد واحد (1D-DWT) مرتين على صفوف مكون الصورة، مرة باستخدام مرشح التمرير الواطيء **واخرى** باستخدام مرشح التمرير العالي وهذا ما يسمى بطريقة الصفوف (Wise - Row)، وبسبب هذه العملية التي تؤدي الى تضاعف عدد العينات، يتم تطبيق عملية الـ 2 Down Sampled على ناتج كل من مرشحي التمرير الواطيء والعالي. Down Sampled هي عملية التتقيص الثنائي على اعمدة الصورتين الناتجتين من تمرير المرشحين على المكون حيث يتم فيها حذف عمود ما بين كل عمودين، نحصل عندها على حزمتين من الصور بوصفها نتائج وسطية كل منها يحوي على نصف عدد الاعمدة للصورة الأصلية وهاتان الحزمتان تمثلان التقريب والتفاصيل لمكون الصورة. وفي **الخطوة الثانية** يطبق أيضاً تحويل الموجة ذات بعد واحد اربع مرات على اعمدة الحزمتين الناتجتين من الخطوة الأولى وهذا ما يسمى بطريقة الاعمدة (Column-Wise)، حيث نحصل في هذه الخطوة على اربع حزم فرعية، يتم بعدها تطبيق عملية التتقيص الثنائي على الصفوف للحزم الأربعة الناتجة من امرار مرشحات التمرير الواطيء والعالي، حيث يتم فيها حذف صف ما بين كل صفين. ان عدد الصفوف لهذه الحزم هو نصف عدد صفوف الصورة الأصلية، وبذلك يكون حجم الحزم الأربعة التي تم الحصول عليها من الخطوتين السابقتين هو ربع حجم الصورة الأصلية. ان الحزم الناتجة تمثل حزمة التقريب (Approximation sub band) وهي تحوي المعلومات للصورة وتمثل بـ ALL، اما حزم التفاصيل (Details sub bands) وتمثل بـ DHH , VHL , HLH (Horizontal, Vertical, Diagonal على التوالي) وهذه الحزم ليس فيها معلومات متكررة أي أن المعلومات الموجودة في HLH غير موجودة في كل من VHL , DHH وهذا ينطبق على جميع الحزم. اي انه يتم الحصول على اربع حزم فرعية في كل مرحلة تحليل، للاستمرار في التحليل الى المستوى الثاني يتم بأخذ الحزمة الفرعية ALL حيث يطبق عليها تحويل الموجة وبنفس الخطوات السابقة.

تم استخدام مرشحات ديجي ثنائي التعامد  $9/7$  و  $5/3$  في تحويل الموجة، وهي مرشحات الموجة الافتراضية المستخدمة في معيار JPEG2000، أن مرشح التحليل  $9/7$  يتكون من 9 معاملات لمرشح التمرير الواطيء و 7 معاملات لمرشح التمرير العالي ومعاملاته عبارة عن قيم حقيقية ومتماثلة وهذا المرشح يستخدم للكبس بفقدان، بينما مرشح التحليل  $5/3$  يستخدم للكبس دون فقدان وهو يتكون من 5 معاملات لمرشح التمرير الواطيء و 3 معاملات لمرشح التمرير العالي. أي أن مرشح الإمرار الواطيء ومرشح الإمرار العالي لا يمتلكان الطول نفسه، كما أن مرشح الإمرار الواطيء يكون دائماً متماثل Symmetrical بينما مرشح الإمرار العالي يكون أما متماثلاً في حالة إن طول المرشح هو عدد فردي أو غير متماثل في حالة أن طول المرشح هو عدد زوجي، كما أن قيم معاملات المرشح هي أما قيم حقيقية أو قيم صحيحة.

**2.1.4 الخطوة الثانية لخوارزمية الكبس التكميم:** هذه الخطوة مهمة لتساعد في تحقيق الكبس لأنها تساهم في فقدان المعلومات وتقليل دقة الحزم الفرعية. كل الحزم الناتجة من مرحلة التحويل الموجي يتم حساب قيمة التكميم لها عن طريق حساب قيمتي الدلتا (del) وحد العتبة (thr)، حيث أن الدلتا تمثل الحجم على العرض للحزمة ماعدا

الخلايا الصفيرية، بينما قيمة حد العتبة تمثل العرض للخلايا الصفيرية، أي أن كل حزمة يكون لها قيمة دلّتا وقيمة حد عتبة خاصة. الشكل (4) يوضح خطوات تطبيق عملية التكميم على الحزم الفرعية.



الشكل(4): المخطط الانسيابي لدالة التكميم (Quantization).

**3.1.4 الخطوة الثالثة الترميز:** وهي المرحلة الاخيرة في جهة المرمز، حيث يتم ترميز معاملات الموجبة الناتجة من عملية التكميم، الشكل (5) يبين خطوات تطبيق عملية الترميز الحسابي. ان الترميز الحسابي لا يمكنه ترميز مصفوفة ذات حجم كبير، إذ ان اقصى حد يمكنه التعامل معه وترميزه بصورة صحيحة هو مصفوفة ذات حجم 24 عنصر بحيث يمكنه من استرجاع عناصر المصفوفة دون أي فقدان لعنصر المصفوفة في مرحلة الاسترجاع (فك الترميز). بما إننا نتعامل مع الصور ذات احجام كبيرة ومختلفة لذا تم تجزئة الصورة قبل تطبيق عملية الترميز الحسابي. تتلخص خطوات تطبيق الترميز الحسابي كالآتي:

**الخطوة الأولى** هي تحويل المصفوفة  $Q \times l$  ذات بعدين  $N \times M$  الناتجة من عملية التكميم الى مصفوف ذات بعد واحد وهي  $idx$  بحجم  $[1, N \times M]$ . وللحصول على نتائج ترميز كفوة وبدون أية أخطاء وكذلك لتجاوز مشكلة التكرارات للعناصر ايضاً، يتم تجزئة المصفوفة  $idx$  الى كتل بحجم 8 عناصر، وبذلك سيكون عدد الكتل الناتجة من التجزئة  $N \times M / 8$  ، وتمثل Blocks في المخطط عدد الكتل. **الخطوة الثانية** هي الترميز، إذ أن دالة

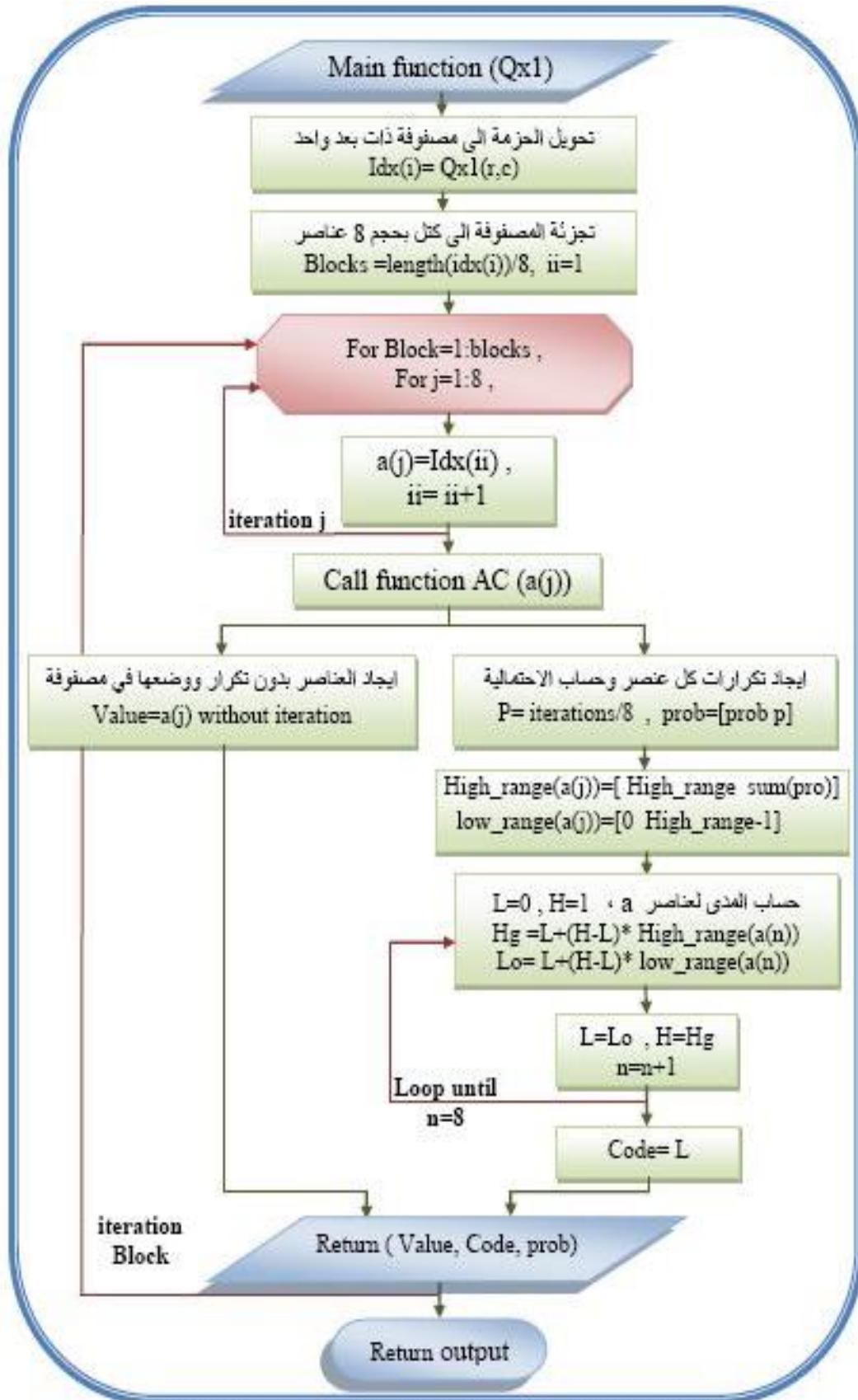


الترميز الحسابي ترمز كل كتلة بصورة مستقلة، للبدء بعملية الترميز يتم اولا ايجاد عناصر الكتلة وبدون تكرار وترتيبها تصاعديا ومن ثم وضعها في مصفوفة جديدة وهي Value، ثم ايجاد عدد مرات تكرار العناصر ومن ثم حساب الاحتمالية لهذه العناصر والاحتفاظ بها في مصفوفة prob، يتم بعد ذلك حساب المدى لكل عنصر في المصفوفة Value اعتمادا على الاحتمالية لهذا العنصر، باستخدام المعادلة ادناه، علما أن المدى محصور بين (0.0, 0.1) ك ادنى واعلى مدى:

$$\text{High\_range}(\text{value}(j)) = [\text{High\_range} \quad \text{sum}(\text{pro})] \quad \dots(4)$$

$$\text{low\_range}(\text{value}(j)) = [0 \quad \text{High\_range} - 1] \quad \dots(5)$$

اي ان low \_ range و high \_ range تمثل المدى الواطي و العالى للعنصر z في المصفوفة Value.



الشكل(5): المخطط الانسيابي لدالة الترميز الحسابي (Arithmetic coding).

بعد حساب المدى لعناصر المصفوفة يتم عندها معالجة عناصر الكتلة a وإيجاد المدى لهم باستخدام المعادلات الآتية:

$$L=0, H=1$$

$$H_g = L + (H-L) * \text{High\_range}(a(n)) \quad \dots(6)$$

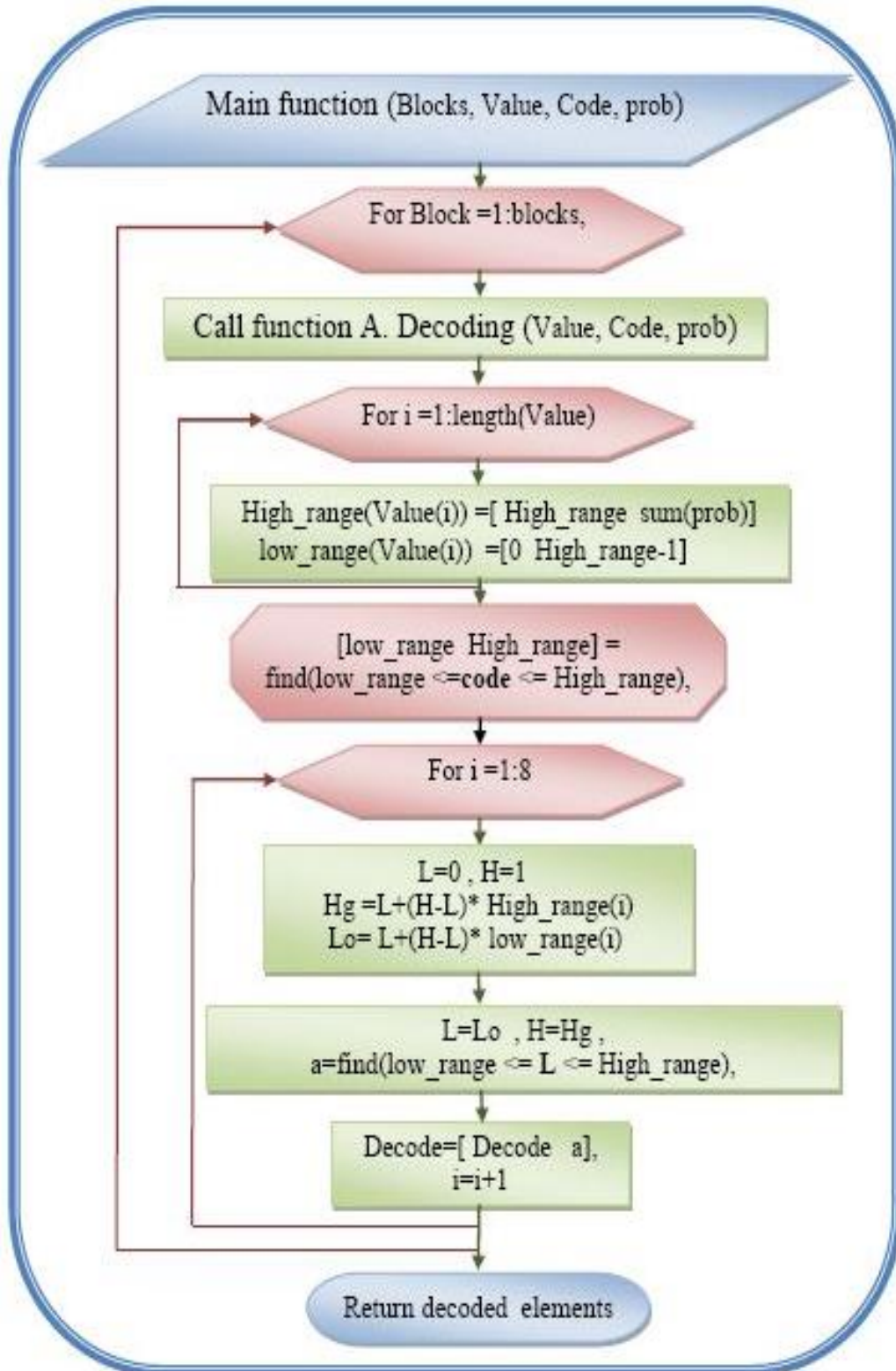
$$L_o = L + (H-L) * \text{low\_range}(a(n)) \quad \dots(7)$$

$$L = L_o, H = H_g$$

بعد معالجة كل عناصر الكتلة، فإن آخر عنصر فيها المدى الواطئ له يكون هو الترميز لهذه الكتلة (أي Code = L)، أن خطوات الترميز لهذه الكتلة تتكرر عدة مرات بعدد الكتل (Blocks) الناتجة من تجزئة المصفوفة، وبذلك نحصل على قيمة ترميز واحدة لكل كتلة. إن قيم الترميز التي حصلنا عليها من ترميز كل الكتل يتم الاحتفاظ بها في مصفوفة واحدة ومن ثم تحويلها إلى صيغة نصية و تخزينها أو إرسالها.

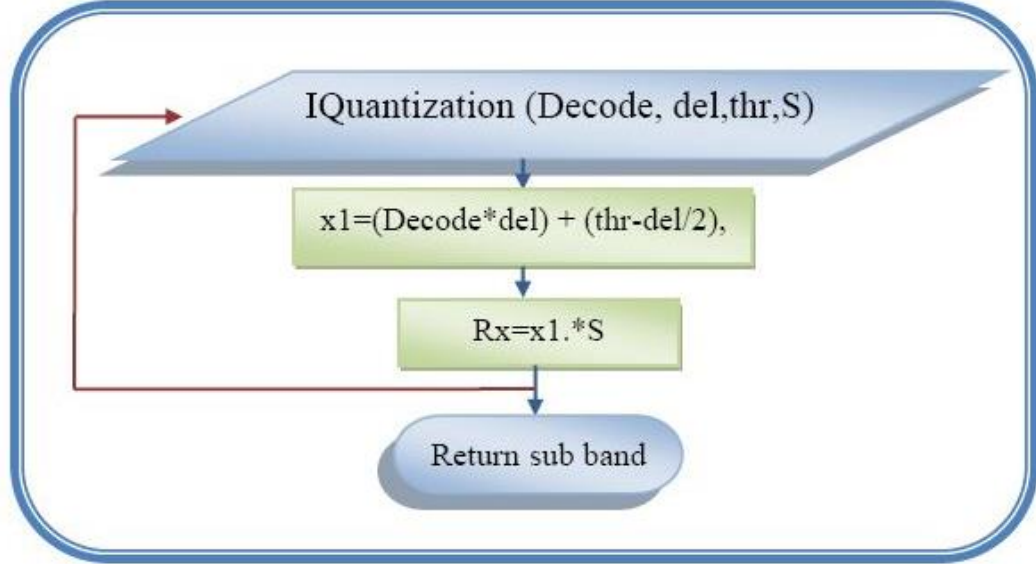
#### 2.4 في جهة فك الترميز Decoder Side:

**1.2.4 الخطوة الأولى لفك الترميز:** إن أول خطوة لفك الترميز بعد استلام الصيغة النصية هي تحويلها إلى صيغتها الأصلية، وهي المصفوفة التي تحتوي على قيم الترميز لكل الحزمة. إن جهة الترميز وفك الرمز لديهما نفس نموذج الاحتمالية لعناصر الحزمة، فحالما يبدأ جهاز فك الترميز بأول قيمة ترميز في المصفوفة فإنه يفك حالياً ترميز العنصر الأول عن طريق مقارنة قيمة الترميز هذه - والتي تقابل المدى الواطئ لآخر عنصر تابع لآخر كتلة في الحزمة - مع مصفوفة الاحتمالية prob لعناصر الكتلة لمعرفة هل تقع قيمة الترميز هذه ضمن مدى أي عنصر من عناصر الكتلة، بعد ذلك يتم الاعتماد على هذا المدى لتجزئته إلى فترات فرعية بنفس طريق الترميز المذكورة في جهة المرمز مع عملية مقارنة مع هذه الفترات الفرعية في كل عملية تجزئة لفك ترميز العنصر، وتتكرر هذه العملية (عملية التجزئة والمقارنة) عدة مرات بعدد عناصر الكتلة وهي 8 عناصر وبهذا نحصل على عناصر أول كتلة والتي يتم تخزينها في المصفوفة Decode. بعد الانتهاء من فك ترميز القيمة الأولى المصفوفة الترميز Code يتم عندها اكتمال فك ترميز باقي قيم الترميز للمصفوفة Code وبنفس الطريقة السابقة، وبذلك نتمكن من استرجاع كل عناصر الحزمة وبدون أي فقدان. الشكل (6) يبين خطوات تطبيق فك الترميز الحسابي الموجودة في جهة ال Decoder.



الشكل (6): المخطط الانسيابي لدالة فك الترميز (Arithmetic decoding).

**2.2.4 الخطوة الثانية فك الترميز معكوس التكميم:** بعد الانتهاء من فك ترميز الحزمة يتم تطبيق دالة معكوس التكميم لاكمال عملية الاسترجاع لحزم الصورة حيث يتم استلام هذه الحزمة، والشكل (7) يبين خطوات تطبيق دالة معكوس التكميم. لتطبيق عملية معكوس التكميم تضرب كل حزمة بقيمة الدلتا الخاصة بها اولا ثم تُقسم قيمة الدلتا هذه على 2 ومن ثم يطرح الناتج من قيمة حد العتبة ثانياً بعدها يتم جمع ناتج اولا وثانياً لاسترجاع الحزمة.



الشكل(7): المخطط الانسيابي لعملية عكس التكميم.

**3.2.4 الخطوة الثالثة معكوس تحويل الموجة:** تطبيق معكوس تحويل الموجة (2D-IDWT) ذات بعدين لإعادة تركيب الصورة من الحزم التي تم استرجاعها في الخطوات السابقة من خلال تطبيق مرشحي التمرير الواطئ والعالي اللذين مر ذكرهما سابقا. ان عملية إعادة تركيب الصورة هي عملية معاكسة لعملية التحليل حيث يتم البدء من آخر المعاملات للصورة أي أن التركيب يبدأ من الحزم الداخلية، وعلى فرض وجود مرحلة تحليل واحدة، فان معكوس تحويل الموجة ذات بعدين ينجز بخطوتين:

**في الخطوة الاولى** اجراء عملية الـ Up sampled by 2 على اعمدة كل حزمة من الحزم الاربعة الناتجة من عملية عكس التكميم (ALL, HLH, VHL, DHH) وذلك عن طريق ادراج عمود قيمته اصفار بين كل عموديين متتالين، وبعد ذلك يتم تطبيق تحويل الموجة (IDWT) وكما يأتي:

i. تطبيق تحويل الموجة المعكوس على صفوف الحزمة ALL باستخدام مرشح التمرير الواطئ بطريقة الالتفاف الرياضي، وتطبيقه ايضا على صفوف الحزمة HLH باستخدام مرشح التمرير العالي ثم يتم جمع ناتج الحزمتين للحصول على AL.

ii. تطبيق معكوس تحويل الموجة على صفوف الحزمة VHL باستخدام مرشح التمرير

الواطئ بطريقة الالتفاف الرياضي، وتطبيقه ايضا على صفوف الحزمة DHH باستخدام مرشح التمرير العالي ثم يتم جمع ناتج الحزمتين للحصول على AH.

**وفي الخطوة الثانية** اجراء عملية الـ Up sampled by 2 مرة اخرى ولكن على صفوف الحزمتين الناتجتين من الخطوة السابقة ( AH ، AL ) وذلك عن طريق ادراج صف قيمته اصفار بين كل صفين متتالين، وبعد ذلك يتم

تطبيق معكوس تحويل الموجة على أعمدة الحزمة AL باستخدام مرشح التميرير الواطئ بطريقة الالتفاف الرياضي، وتطبيقه ايضا على اعمدة الحزمة AH باستخدام مرشح التميرير العالي ثم يتم جمع ناتج الحزمتين للحصول على الصورة او احدى المكونات اللونية للصورة الملونة.

بعد اكمال عملية اعادة تركيب كل المكونات اللونية للصورة يتم عندها تطبيق المعادلات الآتية لإعادة هذه المكونات الى الفضاء RGB:

$$G=\text{round}((Y-(U+V)/4)) \quad \dots(8)$$

$$R=U+G \quad \dots(9)$$

$$B=V+G \quad \dots(10)$$

وفيما يأتي نتائج تطبيق الخوارزمية المقترحة لمعيار JPEG2000 باستخدام مرشحات ديجي ثنائي التعامد 9/7 و 5/3 في تحويل الموجة:

### 5. الاستنتاجات

ان الشكل (8) يبين نتائج تطبيق خوارزمية الكبس المقترحة باستخدام المرشحين على الصور الطبيعية Girl الرمادية والملونة. ان نتائج مقياس PSNR و MSE ووقت التنفيذ التي تم الحصول عليها من تطبيق خوارزمية الكبس المقترحة للمرشحين 9/7 و 5/3 مبينة في الجدولين (1) و (2) على التوالي، وباستخدام بعض النماذج من الصور الطبيعية و الرسومية والطبية وصور الاستشعار عن بعد.





الصورة الملونة

الاصلية



الصورة الرمادية

(a)



الصورة الملونة

المسترجعة



الصورة الرمادية

باستخدام المرشح 9/7

(b)



الصورة الملونة

المسترجعة



الصورة الرمادية

باستخدام المرشح 5/3

الشكل (8): تطبيق خوارزمية الكبس المقترحة على صورة Girl، (a) الصورة الاصلية، (b) الصورة المسترجعة

باستخدام المرشح 9/7، (c) الصورة المسترجعة باستخدام المرشح 5/3.

أظهرت النتائج المثبتة في الجدولين أن قيم مقياس PSNR للصور الملونة أعلى منها عند الصور الرمادية لجميع نماذج الصور المعتمدة في البحث، ووقت التنفيذ المستغرق في الصور الملونة أعلى منها في الصور الرمادية ولجميع النماذج أيضا وهذا ينطبق على المرشحين، والشكلين (9) و(10) يبينان نتائج المقارنة بين الصور الملونة والرمادية التي تم الحصول عليها عند اعتماد المرشحين 9/7 و 5/3 على التوالي.

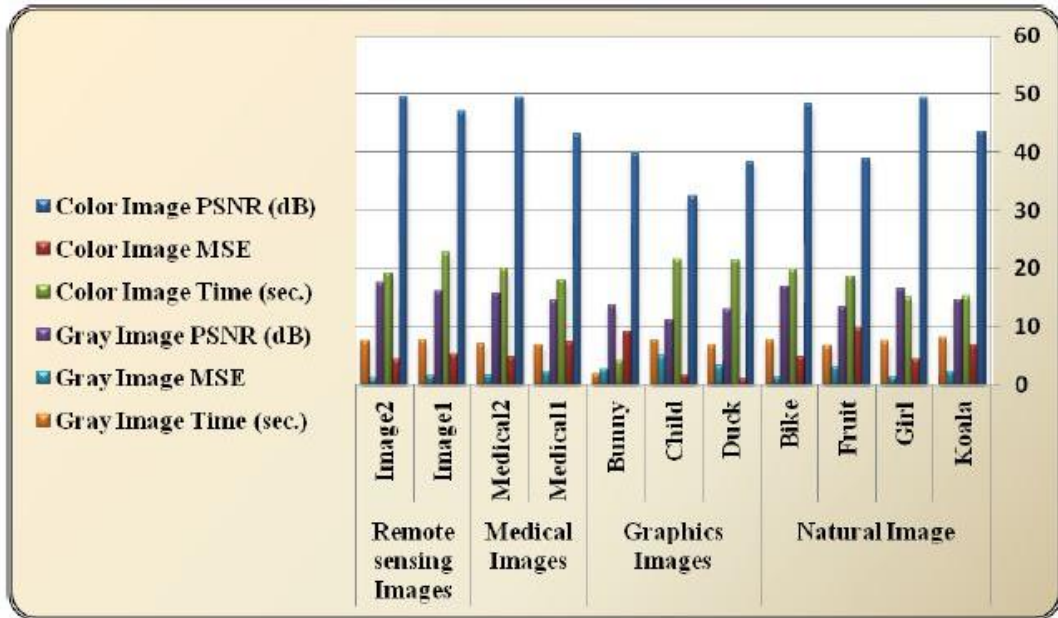
ان الخوارزمية المقترحة أكثر كفاءة عندما تتعامل مع الصور ذات الأحجام الكبير وذات لون عمقي كبير (زيادة الاشباع اللوني في الصورة)، وكما هو مبين في الجدولين، حيث ان اعلى قيمة ل PSNR تكون عند الصور الطبيعية واقل قيمة عند الصور الرسومية لأنها تمتلك عمق لوني اقل مقارنة مع باقي انواع الصور الأخرى المعتمدة في البحث.

الجدول (1): النتائج التجريبية لتطبيق الخوارزمية المقترحة باستخدام مرشح ديجي 9/7 لانواع من الصور.

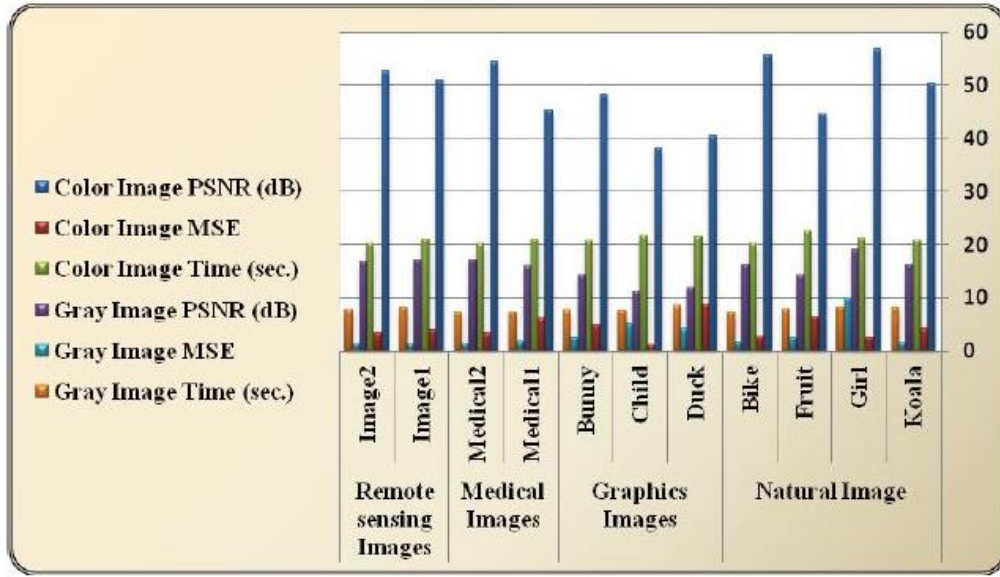
<i>Daubechies 9/7 biorthogonal filter</i>								
<i>Gray Image</i>			<i>Color Image</i>			Size	Images	Types
Time (sec.)	MSE	PSNR (dB)	Time (sec.)	MSE	PSNR (dB)			
82.67	925.31	18.4679	225.51	3.1931	53.519	512*512	Baby	Natural Image
8.203	2.2474	14.6141	15.219	6.8994	43.4412	256*256	Koala	
7.453	1.4480	16.5233	14.953	4.3704	49.3943	256*256	Girl	
6.703	3.0464	13.2929	18.563	9.7719	38.9829	256*256	Fruit	
7.625	1.3466	16.8385	19.875	4.7291	48.3809	256*256	Bike	
6.890	3.3280	12.9089	21.328	1.0305	38.2193	256*256	Duck	Graphics Images
7.766	4.9894	11.1504	21.531	1.6098	32.4173	256*256	Child	
1.844	2.7875	13.6786	4.0790	9.1710	39.7584	128*128	Bunny	
6.829	2.2954	14.5223	18.047	7.2508	43.1258	256*256	Medical 1	Medical Images
7.172	1.7370	15.7329	20.062	4.8457	49.4272	256*256	Medical 2	
7.703	1.6339	15.9985	22.687	5.2463	47.0593	256*256	Image1	Remote sensing Images
7.406	1.1679	17.4567	19.281	4.3393	49.5184	256*256	Image2	

الجدول (2): النتائج التجريبية لتطبيق الخوارزمية المقترحة باستخدام مرشح دي جي 5/3 لانواع من الصور.

<i>Daubechies 5/3 biorthogonal filter</i>								
Gray Image			Color Image			Size	Images	Types
Time (sec.)	MSE	PSNR (dB)	Time (sec.)	MSE	PSNR (dB)			
94.344	810.651	19.0425	280	2.570	56.3555	512*512	Baby	Natural Image
8.141	1.5899	16.1171	20.797	4.1258	50.1389	256*256	Koala	
8.016	809.8615	19.0467	21.266	2.4813	56.7712	256*256	Girl	
7.812	2.4518	14.2360	22.438	6.3849	44.5110	256*256	Fruit	
7.187	1.6059	16.0737	20.2040	2.7202	55.6082	256*256	Bike	
8.453	4.2063	11.8918	21.437	8.7569	40.3413	256*256	Duck	Graphics Images
7.532	4.9504	11.1844	21.563	1.0363	38.1417	256*256	Child	
7.579	2.4186	14.2952	20.750	4.7912	48.2156	256*256	Bunny	
7.125	1.6897	15.8527	20.953	6.1031	45.2053	256*256	Medical 1	Medical Images
7.141	1.3010	16.9880	20.093	3.2768	54.4125	256*256	Medical 2	
8.047	1.2785	17.0637	21.047	3.9402	50.7805	256*256	Image1	Remote sensing Images
7.687	1.3611	16.7918	20.188	3.360	52.6192	256*256	Image2	

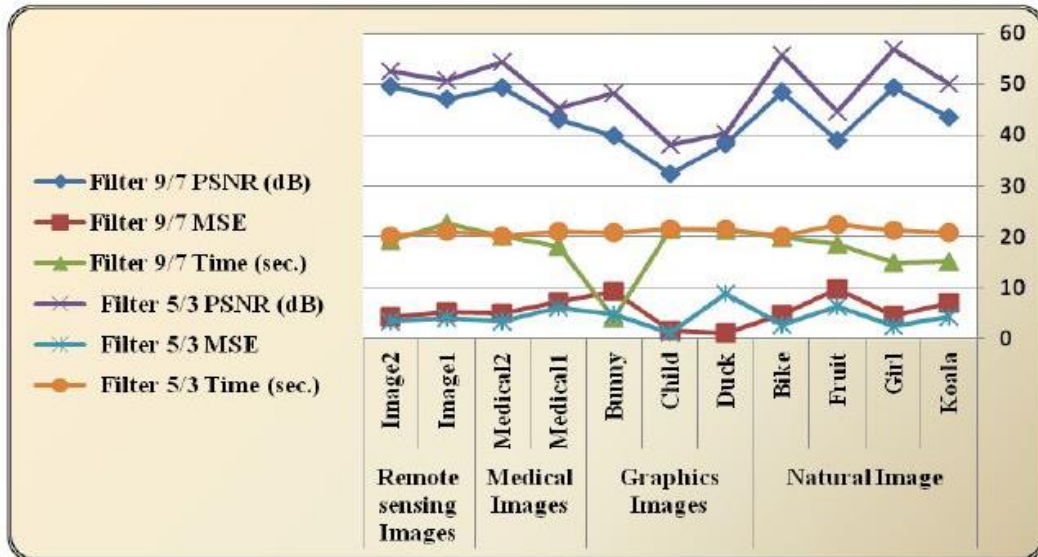


الشكل (9): مخطط مقارنة تطبيق خوارزمية الكبس المقترحة لمعيار JPEG2000 لمرشح 9/7 بين الصور الرمادية والملونة باستخدام مقياس PSNR و MSE مع الوقت التنفيذ.



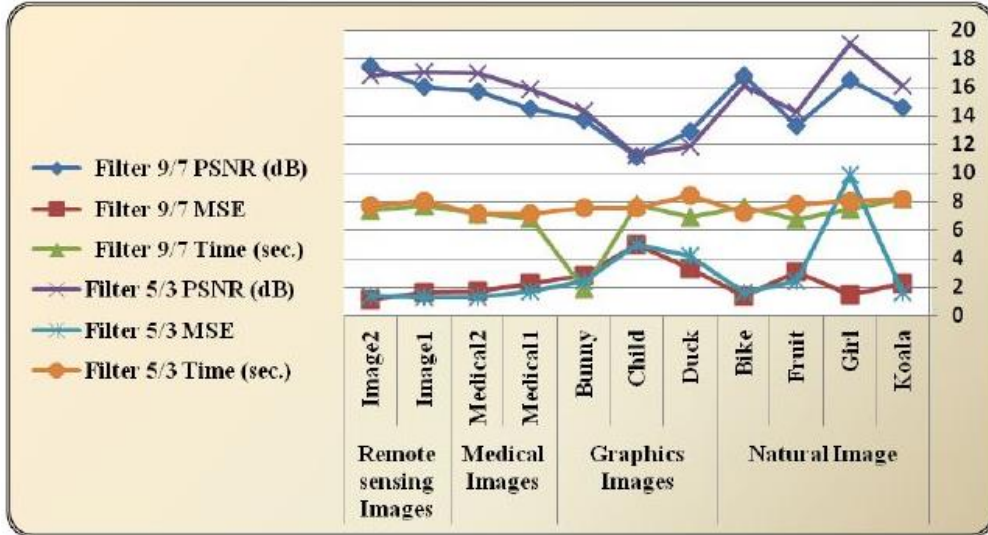
الشكل(10): مخطط مقارنة تطبيق خوارزمية الكبس المقترحة لمعيار JPEG2000 لمرشح 5/3 بين الصور الرمادية والملونة باستخدام مقياس PSNR و MSE مع الوقت التنفيذ.

تم أيضاً اجراء مقارنة لنتائج خوارزمية الكبس المقترحة بين المرشحين 9/7 و 5/3 للصور الملونة والرمادية والشكل (11) يبين نتائج المقارنة بين المرشحين بالنسبة إلى الصور الملونة بينما الشكل (12) يبين نتائج المقارنة بين المرشحين بالنسبة إلى الصور الرمادية، أظهرت النتائج أن قيم PSNR لمرشح 5/3 للصور الملونة والرمادية اعلى مقارنة مع المرشح 9/7 لكنه يستغرق وقت اطول.



الشكل(11): مخطط مقارنة تطبيق الخوارزمية المقترحة باستخدام مرشح 9/7 و 5/3 لأنواع من الصور الملونة.





الشكل(12): مخطط مقارنة تطبيق الخوارزمية المقترحة باستخدام مرشح 9/7 و 5/3 لأنواع من الصور الرمادية.

تم ايضا تطبيق الخوارزمية المقترحة لمعيار JPEG2000 باستخدام المرشحين على نماذج من الصور الملونة المستخدمة في خوارزميتي SPECK-Color و ModJPEG واجراء مقارنة بين نتائج التطبيق التي حصلنا عليها مع نتائج الخوارزميتين باعتماد مقياس PSNR. ان نتائج قيم PSNR التي تم الحصول عليها من تطبيق الخوارزمية المقترحة للمرشحين 9/7 و 5/3 ونتائج الخوارزميتين Color - SPECK و ModJPEG مبينة في الجدولين (3) و(4) على التوالي. اظهرت النتائج أن قيم PSNR لخوارزمية الكبس المقترحة لمعيار JPEG2000 أعلى مقارنة مع الخوارزميتين وهذا دليل على كفاءة اداء الخوارزمية المقترحة، والشكلين (13) و(14) يبينان نتائج المقارنة بين الخوارزمية المقترحة للصور الملونة باعتماد المرشحين 9/7 و 5/3 وخوارزمية SPECK Color و ModJPEG على التوالي.

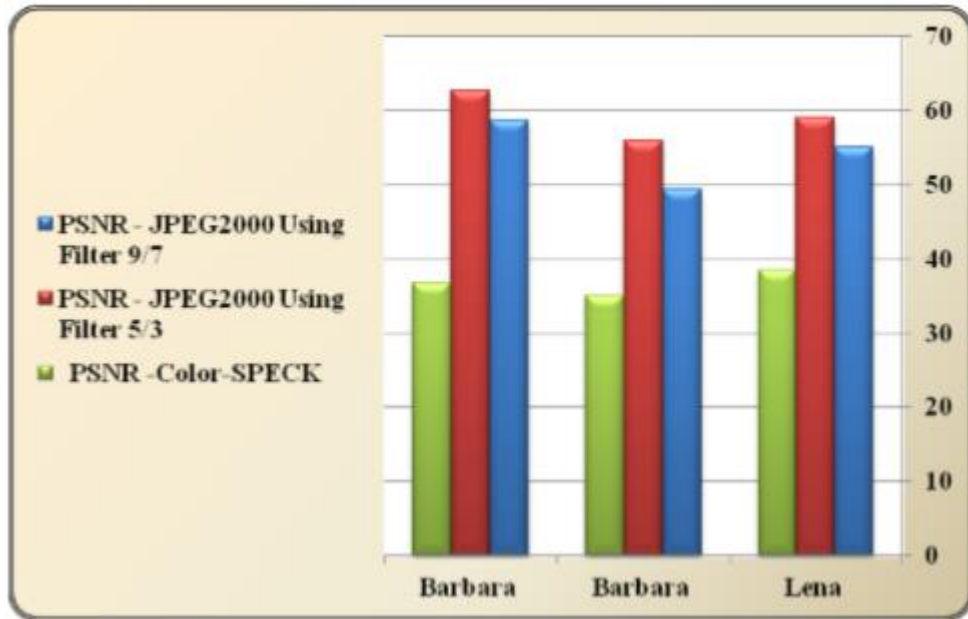
الجدول(3): نتائج التطبيق العملي للخوارزمية المقترحة لـ JPEG2000 باستخدام المرشحين ونتائج خوارزمية Color -SPECK.

Color-SPECK\ PSNR	PSNR\ 5/3	PSNR\ 9/7	Size	Images
38.45 dB	59.0030	55.0255 dB	512*512*3	Lena
34.98 dB	56.0376	49.4270 dB	512*512*3	Barbara
36.71 dB	62.6582	58.7442 dB	512*512*3	Goldhill

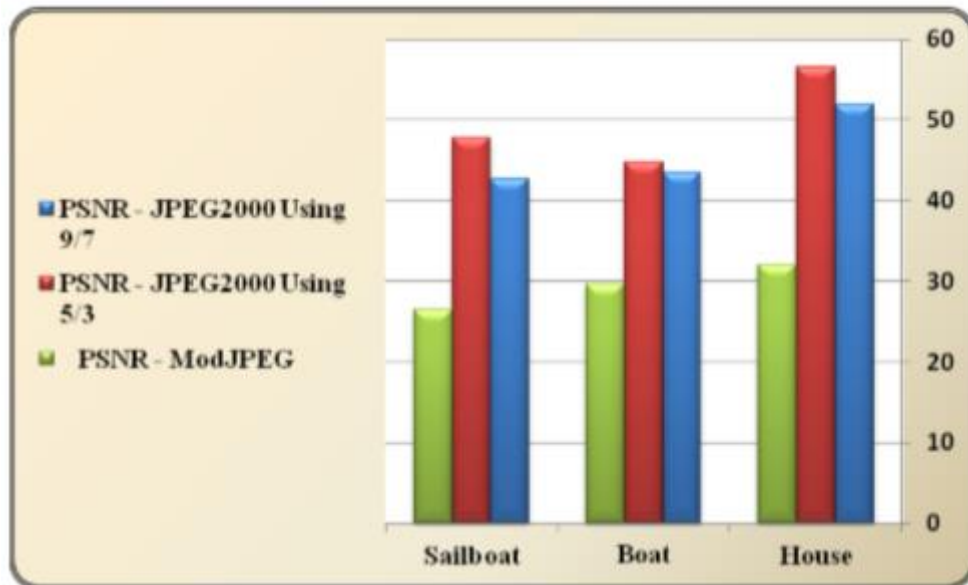
الجدول(4): نتائج التطبيق العملي للخوارزمية المقترحة لـ JPEG2000 باستخدام المرشحين ونتائج خوارزمية

#### ModJPEG

ModJPEG \ PSNR	PSNR\ 5/3	PSNR\ 9/7	Size	Images
32.027	56.4851	51.9197	256*256*3	House
29.6878	44.6991	43.4497	256*256*3	Boat
26.477	47.7402	42.6719	256*256*3	Sailboat



الشكل(13): مخطط مقارنة تطبيق الخوارزمية المقترحة لـ JPEG2000 باستخدام المرشحين مع خوارزمية Color-SPECK للصور الملونة باستخدام المقياس PSNR.



الشكل(14): مخطط مقارنة تطبيق الخوارزمية المقترحة لـ JPEG2000 باستخدام المرشحين مع خوارزمية ModJPEG للصور الملونة باستخدام المقياس PSNR.



المصادر

- [1] James Rosenthal, "JPEG Image Compression Using an FPGA", M.Sc Thesis, Electrical and Computer Engineering, University of California, Santa Barbara, December 2006.
- [2] Arun Kumar P S, "Implementation of Image Compression Algorithm using Verilog with Area, Power and Timing Constraints", M.Sc Thesis, Master of Technology in VLSI Design and Embedded System, Department of Electronics and Communication Engineering National Institute of Technology, Rourkela, 2009.
- [3] Athanassios N. Skodras and Touradj Ebrahimi, "JPEG2000 Image Coding System Theory and Applications", IEEE, 2010.
- [4] Tinku Acharya, Ping-Sing Tsai, "JPEG2000 Standard for Image Compression Concepts, Algorithms and VLSI Architectures", p.cm., A Wiley-Interscience publication, T. Acharya Department of Engineering Arizona State University Tempe, Arizona, P. Sing Department of Computer Science The University of Texas-Pan American Edin burg, Texas, 2005.
- [5] Krishna Raj, Vedvrat, "A Study of VLSI Architectures for 2-D Discrete Wavelet Transform", IEEE, 2010.