

# ضغظ الصور الملونة باستخدام التحويل المويجي

رسالة مقدمة

إلى مجلس كلية العلوم-جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل  
درجة  
الماجستير /علوم الحاسبات  
من قبل الطالبة  
سهاد احمد علي القررةغولي

كانون الثاني/٢٠٠٢ م

صفر/١٤٢٢ هـ



هو الذي يصوركم في الأرحام كيف يشاء لا  
آلة إلا هو العزيز الحكيم



(ال عمران ٥-٦)

## شكر وتقدير

---

الحمد لله واحمده وحده كما يستحقه حمدا كثيرا . وبعد ...  
لا يسعني وأنا اكمل هذه الرسالة إلا أن أتقدم بالشكر الجزيل لكل من

رئاسة جامعة بابل وعلى رأسها الأستاذ الدكتور خليل إبراهيم الطيف  
لتعاونه في تطوير الدراسات العليا في أقسام الجامعة.

عماده كلية العلوم – جامعة بابل وعلى رأسها الأستاذ الدكتور فلاح حسن  
حسين ، لملاحظاته السديدة في دعم الدراسات العليا في كلية العلوم.

أستاذي الدكتور نبيل هاشم كاغد لتعاونه في الإشراف على رسالتي وعلى  
كافة الإرشادات خلال فترة الدراسة .

## إقرار المشرف على الرسالة

نشهد أن أعداد هذه الرسالة قد جرى بأشرافنا في كلية العلوم – جامعة بابل وإنها قد استوفت خطتها استيفاء تاما .

### التوقيع

اسم المشرف: د.نبيل هاشم كاغد

المرتبة العلمية: أستاذ

التاريخ : / / ٢٠٠٢

### توصية رئيس القسم

بناء على التوصيات المتوفرة , ارشح هذه الرسالة للمناقشة

### التوقيع

الاسم : د.نبيل هاشم كاغد

المرتبة العلمية: أستاذ

التاريخ / / ٢٠٠٢

## قرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعين أدناه , نشهد أننا قد اطلعنا على الرسالة الموسومة (ضغط الصور الملونة باستخدام تحويل الموجة). وقد ناقشنا الطالبة (( سهاد احمد علي القرعة غولي )) في محتوياتها وفيما له علاقة بها وذلك بتاريخ ٢٠٠٢/٤/١١ ونعتقد أنها جديرة بالقبول بدرجة ( جيد جيدا) لنيل درجة الماجستير في علوم الحاسبات .

التوقيع	التوقيع
عضو اللجنة: د. مزهر شعبان العاني	رئيس اللجنة: د. صلاح صليبي مصطفى
المرتبة العلمية:	المرتبة العلمية:
العنوان: الجامعة التكنولوجية/ علوم الحاسبات	العنوان: جامعة الانبار/ كلية الحاسبات
التاريخ / / ٢٠٠٢	التاريخ / / ٢٠٠٢

التوقيع	التوقيع
عضو اللجنة (مشرفا): د. نبيل هاشم كاغد	عضو اللجنة: أ. توفيق عبد الخالق
المرتبة العلمية: أستاذ	المرتبة العلمية: أستاذ مساعد
العنوان: جامعة بابل/ كلية العلوم	العنوان: جامعة بابل/ كلية العلوم
التاريخ / / ٢٠٠٢	التاريخ / / ٢٠٠٢

مصادقة عماده كلية العلوم  
أصادق على ما جاء في قرار اللجنة أعلاه

التوقيع  
الاسم: د. فلاح حسن حسين  
المرتبة العلمية: أستاذ  
العنوان: جامعة بابل/ كلية العلوم  
التاريخ: / / ٢٠٠٢

## الخلاصة

إن هذا العمل المنجز في هذه الرسالة قد تم في جامعة بابل للفترة من تشرين الأول ٢٠٠١ إلى كانون الثاني ٢٠٠٢ وبإشراف الدكتور نبيل هاشم كاغد وباستثناء ما مشار إليه بمصدر معين فإن المعلومات الموجودة هي من نتاج الباحث وإنها لم تقدم لنيل درجة علمية أخرى سابقا .

يهدف البحث إلى استخدام عوائل التحويل المويجي المتقطع متمثلة

بـ ( *dabuchies* ١, ٢, ٣, *symlets* ٤, ٥, *biorthogonal* ٢. ٢, ٣. ٣, ٢. ٤, *cofilets* ١ ) في

ضغط عدة أنواع من الصور، لغرض المقارنة بين النتائج المختلفة لهذه المويجات.

نقد النظام في ضغط ثلاث أنواع من الصور هي:

الصور ذات التدرجات الرمادية بتعقيدها المختلفة (البسيطة، متوسطة التعقيد، والمعقدة) وكانت

النتائج ٨٥% للصور البسيطة، ٨١% للصور متوسطة التعقيد و ٧٢% للصور المعقدة .

الصور الملونة ذات ٢٥٦ لون التي أخذت معالجتها جانبين، يشمل الجانب الأول معالجتها بدون

عملية فصل للألوان والجانب الثاني بعد عملية الفصل لملف الصورة الأصلية إلى ثلاث ملفات

(الأحمر، الأزرق، الأخضر)، حيث تمت المقارنة بين الجانبين من حيث نسب الضغط ونوعية

الصور المسترجعة وكافة المويجات المستخدمة في البحث وكانت النتائج تتراوح بين ٨٣% للصور

البسيطة و ٧١% للصور المعقد قبل الفصل و ٨٨% للصور البسيطة و ٧٥% للصور المعقدة بعد

الفصل .

الصور الطبيعية (RGB) بعد الفصل لملف الصورة الأصلية إلى ثلاث ملفات وكانت النتائج

تتراوح بين ٨٩% للصور البسيطة و ٧٧% للصور المعقدة.

لقد تم استخدام المكمم الفردي (Scalar Quantizer) على مجموعة الحزم الفرعية

الناجمة من تطبيق التحويل المويجي على الصور ومن ثم تطبيق طول التنفيذ

(Run length) على الحزم الناتجة حيث يسمح النظام بالحصول على نسب ضغط مختلفة

وذلك حسب قيم (Rate) التي تمثل معدل البتات و تمت المقارنة بين قيم (Rates)

المختلفة لأنواع المويجات وكانت مويجة (db١) المتفوقة في كافة أنواع الصور من حيث

نسب الضغط أما من حيث نوعية الصورة المسترجعة فقد اختلفت النتائج لأنواع الموجات، تم تصميم وتنفيذ برمجيات النظام باستخدام لغة (Delphi version).

## المحتويات

رقم الصفحة

العنوان

١	المحتويات	
٣	قائمة المصطلحات	
٥	قائمة المختصرات	
٦	قائمة الأشكال	
٨	قائمة الجداول	
	الفصل الأول	
	تحويل الموجة وضغط الصور	
١١	مقدمة عامة	١.١
١٣	البحوث السابقة	٢.١
١٥	تحويل الموجة	١.٣.١
١٧	الإشارات غير الثابتة	٢.٣.١
٢١	نظام الموجة	
٢٢	التحليل متعدد التفاصيل	٣.٣.١
٢٤	تحويل الموجة المتقطع	٤.٣.١
٢٥	الترشيح وعملية التنقيص	١.٤.٣.١
٢٦	الترشيح والاستكمال	٢.٤.٣.١
٢٩	كفاءة نظام الموجة	٥.٣.١
٣٠	ضغط الصور	٤.١
٣١	نموذج ضغط الصور	١.٤.١
٣١	الضاغط	١.١.٤.١
٣٢	فك الضغط	٢.١.٤.١
٣٤	طرق ضغط الصور	٢.٤.١
٣٤	طرق الضغط الخالية من فقدان البيانات	١.٢.٤.١
٣٦	طرق الضغط الحاوية على فقدان البيانات	٢.٢.٤.١
٣٩	مقاييس الموثوقية	٣.٤.١
٣٩	مقياس الموثوقية الهدف	١.٣.٤.١
٤١	مقياس الموثوقية الشخصي	٢.٣.٤.١
٤١	نسبة الضغط	٤.٤.١
	الفصل الثاني	
	تصميم نظام ضغط الصور باستخدام التحويل المويجي	
٤٢	تصميم النظام	١.٢
٤٤	قراءة ملف الصورة	١.١.٢
٤٥	مرحلة فصل الألوان	٢.١.٢
٤٦	مرحلة التحويل المويجي المتقطع	٣.١.٢
٥٣	مرشحات الموجة والتقييس	١.٣.١.٢
٥٧	مرحلة التكميم	١.٢.٤
٥٨	تخصيص البتات	١.٤.١.٢

٦٠	تكميم الحزم الفرعية	٢.٤.١.٢
٦١	مرحلة الترميز	٥.١.٢
٦٢	مرحلة تحويل الموجة المتقطع العكسي	٦.١.٢
٦٤	مرحلة تجميع الألوان	٧.١.٢
٦٦	حساب الفرق بين الصورتين (الأصلية و المسترجعة)	٨.١.٢
	<b>الفصل الثالث</b>	
	<b>تنفيذ النظام المقترح</b>	
٦٧	التجربة الأولى	
٧٤	التجربة الثانية	
٨٤	التجربة الثالثة	
٩٥	التجربة الرابعة	
١٠١	المناقشة والاستنتاجات	
١٠٣	العمل المستقبلي	
١٠٤	المصادر	

## قائمة المصطلحات

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنكليزية
استعادة الصور	Image restoration
تحسين الصور	Image Enhancement
ضغط الصور	Image Compression
نظرية التحويل	Transform Theory
مستوى التردد-الزمن	Time-Frequency plan
التحليل متعدد التفاصيل	Multi resolution Analysis
إزالة الضوضاء من الصور	Image Denoising
تحويل الموجة	Wavelet Transform
الإشارات غير الثابتة	Non-Stationary Signals
النقل	Translation
التقيس	Scaling
الموجة الأم	Mother Wavelet

<b>Basis Functions</b>	الدوال الأساس
<b>Compactly Supported Function</b>	الدوال المحددة في حيز الزمن
<b>Orthogonal Wavelet</b>	الموجات المتعامدة
<b>Orthnormal Wavelets</b>	الموجات ذات التنسيب المتعامد
<b>Perfectly Reconstruction</b>	الاسترجاع التام
<b>Analysis Stage</b>	مرحلة التحليل
<b>Synthesis Stage</b>	مرحلة الاسترجاع
<b>Biorthogonal Wavelets</b>	الموجات ثنائية التعامد
<b>Signal Space</b>	فضاء الدالة
<b>Subspaces</b>	الفضاءات الجزئية
<b>Approximations</b>	التقريبات
<b>Details</b>	التفاصيل
<b>Discrete Wavelet Transform</b>	تحويل الموجة المتقطع
<b>Filter Bank Algorithm</b>	خوارزمية بنك المرشحات
<b>Low pass Filter</b>	مرشح الامرار الواطى
<b>High pass Filter</b>	مرشح الامرار العالى
<b>Finite Impulse Response Filters</b>	مرشحات الاستجابة النبضية المحددة
<b>Down Sampling</b>	التنقيص
<b>Convolution</b>	اللافوف
<b>Interpolation</b>	الاستكمال
<b>Compressed File</b>	الملف المضغوط
<b>Uncompressed file</b>	الملف غير المضغوط
<b>Compressor</b>	الضاغط
<b>Decompressor</b>	عملية فك الضغط
<b>Error free Compression Methods</b>	طرق الضغط الخالية من الأخطاء
<b>Lossy Compression Methods</b>	طرق الضغط الحاوية على فقدان البيانات
<b>Quantization</b>	التكميم
<b>Fidelity Criteria</b>	مقاييس الموثوقية
<b>Object Fidelity Criteria</b>	مقياس الموثوقية الهدف
<b>Root Mean Square Error</b>	الجذر التربيعي لمربعات الخطأ
<b>Signal to Noise Ratio</b>	نسبة الإشارة إلى الضوضاء
<b>Subjective Fidelity Criteria</b>	مقياس الموثوقية الشخصي
<b>Human Visual System</b>	نظام الأبصار البشري

## قائمة المختصرات

المصطلح باللغة الإنكليزية	المختصر باللغة الإنكليزية
Multi Resolution Analysis	MRA
Discrete Wavelet Transform	DWT
Finite Impulse Response	FIR
Human Visual System	HVS
Root Mean Square Error	RMSE
Signal to Noise Ratio	SNR
Peak Signal to Noise Ratio	PSNR
Compression Ratio	CR

## قائمة الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
١٧	تأثير عامل التقيس على الموجة الأم	(١-١)
١٨	موجة Harr	(٢-١)
٢٠	مستوى التردد-الزمن لتحويل فورير	(٣-١)
٢١	مستوى التردد-الزمن لتحويل الموجة	(٤-١)
٢٥	عملية التنقيص	(٥-١)
٢٧	تحويل الموجة لمرحلتين تحليل	(٦-١)
٢٨	تحويل الموجة لمرحلتين استرجاع	(٧-١)
٣١	الضاغط	(٨-١)
٣٣	فك الترميز	(٩-١)
٣٥	المخطط الكتلي لرمز التنبؤ الخالي من فقدان البيانات	(١٠-١)
٣٧	المخطط الكتلي لرمز التنبؤ التفاضلي	(١١-١)
٤٣	المخطط الكتلي للنظام	(١-٢)
٤٩	صورة (city.bmp)	(٢-٢)
٥١	التقسيم الموجي للصورة	(٣-٢)
٥٢	صورة (city.bmp) عند مستوى تحليل	(٤-٢)
٥٢	صورة (city.bmp) عند مستويين تحليل	(٥-٢)
٥٥	نماذج لموجة dabuchies	(٦-٢)
٥٦	نماذج لموجة symlets	(٧-٢)
٥٦	نماذج لموجة coiflets	(٨-٢)
٥٧	نماذج لموجة biorthogonal	(٩-٢)
٦٣	مرحلة الاسترجاع للصورة	(١٠-٢)
٦٨	صورة (frog.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١-٣)

٧٠	صورة (ci٩٩-g.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(٢-٣)
٧٢	صورة (city.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(٣-٣)
٧٤	صورة (city٢٥٦.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(٤-٣)
٧٦	صورة (crane.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(٥-٣)
٧٨	صورة (windmil.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(٦-٣)
٨٠	صورة (eiffel٢٥٦.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(٧-٣)
٨٢	صورة (fish٢٥٦.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(٨-٣)
٨٤	صورة (city٢٥٦.bmp) بعد الفصل إلى ثلاثة ملفات	(٩-٣)
٨٥	صورة (city٢٥٦.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١٠-٣)
٨٧	صورة (eiffel٢٥٦.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١١-٣)
٨٩	صورة (windmill.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١٢-٣)
٩١	صورة (crane.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١٣-٣)
٩٣	صورة (fish٢٥٦.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١٤-٣)
٩٥	صورة (city٢٤.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١٥-٣)
٩٧	صورة (eiffel٢٤.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١٦-٣)
٩٩	صورة (fish٢٤.bmp) عند نسب ضغط مختلفة	(١٧-٣)

## قائمة الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
٤٦	مداخل لوحة الألوان	(١-٢)
٤٩	طاقات الحزم الفرعية لصورة (city.bmp) باستخدام موجة db١	(٢-٢)
٦٩	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (frog.bmp)	(١-٣)
٧١	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (ci٩٩-g.bmp)	(٢-٣)
٧٣	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (city.bmp)	(٣-٣)
٧٥	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (city٢٥٦.bmp)	(٤-٣)
٧٧	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (crane.bmp)	(٥-٣)
٧٩	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (windmil.bmp)	(٦-٣)
٨١	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (eiffel٢٥٦.bmp)	(٧-٣)
٨٣	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (fish٢٥٦.bmp)	(٨-٣)
٨٥	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (city٢٥٦.bmp)	(٩-٣)
٨٦	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (eiffel٢٥٦.bmp)	(١٠-٣)
٨٨	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (windmill.bmp)	(١١-٣)
٩٠	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (crane.bmp)	(١٢-٣)

٩٢	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (fish٢٥٦.bmp)	(1٣-٣)
٩٤	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (city٢٤.bmp)	(1٤-٣)
٩٦	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (eiffel٢٤.bmp)	(1٥-٣)
٩٨	نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (fish٢٤.bmp)	(1٦-٣)

### قائمة الرموز

الرمز	معناه
$\psi(t)$	الموجة إلام
j	معامل التوسيع أو التقيس
b	معامل النقل

الإشارة الداخلة	$f(t)$
دالة التقيس	$\varphi(t)$
فضاء التقريب	$W_j$
معاملات التقريب	$C_j$
فضاء التفاصيل	$V_j$
معاملات التفاصيل	$D_j$
مرشح الامرار الواطئ	$h_0$
مرشح الامرار العالي	$h_1$
الصورة الداخلة	$I(n_1, n_2)$
الصورة المسترجعة	$\tilde{I}(n_1, n_2)$
صورة الفرق بين الصورة الأصلية والمسترجعة	$E(n_1, n_2)$
عدد المستويات اللونية في الصورة	$L$
معدل البتات	$B$
التباين للحزمة الفرعية $k$	$\sigma_k$
عدد البتات المخصص للحزمة الفرعية $k$	$L(k)$
الأعداد الصحيحة	$Z$
الفضاء التربيعي لكل الدوال ذات الطاقة المحددة	$L^2(R)$

## الفصل الأول

### تحويل المويجة وضغط الصور

#### (١-١) مقدمة عامة

أخذت معالجة الصور الرقمية اهتماما كبيرا وذلك للتطور السريع في تقنيات وسائل الاتصال والذي قاد الى التركيز بصورة كبيرة على إرسال واستلام المعلومات، تعد عملية إرسال المعلومات المرئية (*Visual Information*) متمثلة بالصور من اكثر طرق الاتصال الشائعة في الوقت الحالي.

تعرف معالجة الصور حاسوبيا : عملية تحصيل ومعالجة المعلومات المرئية بوساطة الحاسوب، حيث تمثل الصورة بمصفوفة ثنائية الأبعاد، وتشمل عملية معالجة الصورة عددا من الحقول منها استعادة الصور (*Image Restoration*)، تجزئ الصور (*Image Segmentation*) وضغط الصور (*Image Compression*) [١].

يأتي حقل ضغط بيانات الصورة (*Image Data Compression*) في مقدمة حقول معالجة الصور الرقمية، وذلك لأهميته في عمليات الخزن *Storage* والإرسال *Transmission*. تخزن بيانات الصورة عادة في ملفات كبيرة الحجم ولكن تكون هذه العملية مكلفة من ناحية الخزن والإرسال لذلك تستخدم عملية ضغط البيانات لتقليل حجم تلك الملفات [٢][٣]. توجد العديد من الخوارزميات في عمليات ضغط بيانات الصور ومنها الخوارزميات التي تعتمد على التحويلات. لعبت نظرية التحويل (*Transform theory*) دورا مهما في معالجة الصور لعدة سنوات وذلك لكونها نقطة الاهتمام في الأعمال النظرية بالإضافة إلى التطبيقات العملية في هذا المجال واستخدمت التحويلات في العديد من المجالات مثل تحسين الصور *Image Enhancement* وضغط الصور (*Image Compression*) [٤].

ومن ابرز التحويلات المستخدمة هو تحويل فورير (*Fourier transform*) وتحويل الجيب تمام (*Cosine Transform*) إلا انه ظهرت في السنوات القليلة الماضية أداة جديدة وتقنية فعالة وقوية في عمليات ضغط الصور وهي تحويل المويجة (*Wavelet Transform*). أحد الفوائد الرئيسية لتحويل المويجة هو إمكانية تمثيل الإشارات في مستوى التردد-الزمن (*Time-frequency plan*) وهذا يعني أن معظم طاقة الإشارة سوف تتركز في عدد قليل من المعاملات [٥]. يعمل التحويل المويجي على تجميع تلك المعاملات من خلال تقنية التحليل متعدد التفاصيل (*Multi resolution*)، حيث يوفر التحويل المويجي طريقة لتمثيل الإشارات عند درجات متنوعة من التفاصيل، فالمويجات هي وسائل ملائمة لتحليل واسترجاع الإشارات [٦]. إضافة إلى ذلك يعطي التحويل المويجي المعلومات الضرورية عن الإشارة كما انه يعطي قيم للمعاملات صغيرة أو قريبة من الصفر، هذه الخاصية مفيدة في الكثير من تطبيقات الصور مثل إزالة الضوضاء من الصور (*Image Denoising*)، ضغط الصور (*Image Compression*)، تحسين الصور (*Image Enhancement*) وتحديد الحواف (*Edge Detection*) [٧][٨].

يهدف البحث إلى دراسة تطبيقات تحويل المويجة المتقطع في ضغط بيانات الصور، حيث تمت دراسة لعوائل التحويل المويجي (*Dabucies, Biorthogonal, Symlets, Coiflets*) واستخدام عدد من المويجات التي تنتمي الى هذه العوائل وهذه المويجات هي

( $db^1, db^2, db^3, bior^2.4, bio^2.2, bior^3.3, sym^4, sym^5, coif^1$ )، لغرض المقارنة بين تلك العوائل وبيان أفضليتها في عملية الضغط، كما تضمن البحث مقارنة بين أنواع الصور حيث استخدم في البحث ثلاثة أنواع من الصور هي: الصور ذات التدرجات الرمادية (Gray Image) بدرجات تعقيد مختلفة، الصور الطبيعية (R, G, B) والصور الملونة ذات (٢٥٦ لون) التي أخذت معالجتها جانبيين، تمثل الجانب الأول معالجة الصورة بدون عملية فصل للألوان وتمثل الجانب الثاني بفصل ملف الصورة الأصلية الى ثلاثة ملفات تمثل الألوان الأساسية (الأحمر، الأزرق، الأخضر) وتمت المقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها في كلا الجانبين. تضمنت الرسالة ثلاثة فصول، تناول الفصل الأول مقدمة عامة عن موضوع الرسالة ودراسة مركزة عن التحويل المويجي وكذلك دراسة لأنواع تقنيات ضغط الصور المعروفة، يضم الفصل الثاني النظام المقترح والخوارزميات المستخدمة في محاكاة النظام ويشمل الفصل الثالث على أهم النتائج التي تم التوصل إليها بالإضافة الى المناقشة والاستنتاجات .

## ٢.١ البحوث السابقة

يرتبط تطبيق تحويل المويجة في ضغط الصور بمشفر الحزم الفرعية (*Subbands coding*) الذي استخدم لأول مرة في معالجة الكلام. أن أول عمل في معالجة الصور باستخدام تقنية مشفر الحزم الفرعية كان في عام ١٩٨٦ من قبل الباحث [J.Wood] حيث طبق في هذا البحث مشفر الحزم الفرعية ثم طبق مرمز التنبؤ التفاضلي DPC (Differential Predictive Coding) على الحزم الناتجة [٩]. وفي عام ١٩٨٨ استخدم الباحث [Hammed] في هذا البحث مرمز الحزم الفرعية في تقسيم الصور ذات التدرجات الرمادية، حيث تتم تقسيم الصورة الأصلية إلى ٧ حزم فرعية (مستويين من التقسيم) ثم يطبق مرمز التنبؤ التفاضلي DPC على الحزم الناتجة [١٠].

استخدم الباحث (*Wen-chuang*) عام (١٩٩٦) خوارزمية الضغط التي تعتمد على التنبؤ بمواقع الحواف في الحزم الفرعية، حيث يتم تطبيق تحويل المويجة على الصورة ذات التدرجات الرمادية باستخدام مويجة ( $db^2$ ) ثم يتم تحديد المعاملات فيما إذا كانت تمثل حافة أم لا فإذا كانت تمثل حافة يتم الاحتفاظ بها وعكس ذلك يتم إهمالها ثم تتم عملية تكميم للمعاملات باستخدام المكمم من نوع (Lloyd-Max Quantizer) [١١].

اقترح الباحثون [A. B.Watson, G.Y.Yang, J.A.Solomon and J.Villasenor] عام ١٩٩٧ خوارزمية لضغط الصور التي تمثل بتطبيق تحويل المويجة على الصور ذات التدرجات الرمادية وذلك باستخدام مويجة (bior٩/٧)، ثم يتم تطبيق المكمم المنتظم (Uniform Quantizer) على الحزم الناتجة [١٢].

استخدم الباحث (Z.Ahmed) عام (١٩٩٨) خوارزمية ضغط الصور التي تعتمد على تطبيق التحويل المويجي على الصورة ذات التدرجات الرمادية ثم استخدام تقنية الشجرة الصفرية (Zero Trees) وذلك لتحديد أهمية المعاملات، حيث تتم مقارنة معاملات التحويل المويجي مع قيمة عتبة معينة فالمعاملات التي تتجاوز تلك العتبة يتم الاحتفاظ بها والمعاملات التي تكون اقل من قيمة العتبة يتم إهمالها واعتمد الباحث للحصول على نسبة ضغط عالية بإهمال الحزم ذات الترددات العالية في المستوى الأول [١٣].

وفي عام ١٩٩٨ استخدم الباحث [عدنان اسماعيل] طريقة لضغط الصور باستخدام تحويل المويجة، تعتمد الطريقة على استخدام تقنية الشجرة الصفرية (Zero tree) على الصور ذات التدرجات الرمادية وذلك لتحديد أهمية المعاملات ثم تكميم المعاملات باستخدام تقنية تكميم المتجه (Vector Quantization) [١٤].

### ٣.١ تحويل المويجة Wavelet Transform

يرتبط تاريخ التحويل المويجي في مجالات عديدة تشمل الرياضيات التطبيقية، الفيزياء، علم الحاسوب والهندسة. يمكن تتبع تاريخ المويجة بأنه يعود الى مويجة (Harr) عام ١٩١٠ (على الرغم من إنها لم تكن تسمى بالمويجات في ذلك الوقت) [١٥]. أن موضوع المويجات قديم جدا وحديث جدا يرتبط تاريخه بتحويل فورير، ففي عام ١٨٠٧ قدم Fourier نظريته والتي تعرف اليوم بتحويل فورير (Fourier Transform) واصبح استخدام هذه النظرية شائعا في معظم التطبيقات، من خلال هذه التطبيقات وجد الباحثون إن تمثيل الإشارات بوساطة تحويل فورير لا يعد الأفضل لأنه لا يعطي معلومات حول كيفية تغيير الترددات مع الزمن [١٦].

في عام ١٩٤٥ قام Gabor بتطوير تحويل فورير وذلك بإضافة نافذة امرار (Windows Pass) الغرض منها التعامل مع الترددات المختلفة إلا إن الحجم الثابت لهذه النافذة لم يؤد الغرض المطلوب [٥]، وفي عام ١٩٧٠ في فرنسا كانت البدايات الحقيقية للمويجات عندما لاحظ الباحث في علم الأرض (Morlet) أن تحويل فورير لا ينجح في تحليل الإشارة (الزلازل) التي كان يرغب بمعالجتها وتميزت هذه الإشارات بأنها تتغير مع الزمن لذلك فكر بطريقة يتم من

خلالها التعامل مع الترددات المختلفة وذلك بتغير حجم النافذة التي تتعامل مع تلك الترددات فاطلق (Morlet) على دوال التحويل الجديدة اسم (الموجات) [١٧][١٨].

بعد ذلك تضافرت جهود الباحثين (Morlet, Grossman, Meyer) لوضع التعريفات الرياضية لتحويل الموجة، و في عام ١٩٨٥ قامت Daubechies بالتعاون مع Mallat بإعطاء التحويل الموجي بداية انطلاقاً جديدة من خلال عملهما في حقل معالجة الإشارة الرقمية. وفي عام ١٩٨٩ وجد Mallat العلاقة بين المرشحات الرقمية والتحويل الموجي فاصبح تمثيل الموجات بواسطة المرشحات تمثيلاً شائعاً في معظم التطبيقات [١٩][٥].

تعرف الموجات بأنها دوال مركزة الطاقة في حيز الزمن وتستخدم كوسائل لتحليل الإشارات غير الثابتة (Non Stationary Signals) والإشارات التي تتغير مع الزمن [٧].  
تنتج الموجات من عمليتين أساسيتين هما النقل (Translation) والتقييس (Scaling) للموجة الأم (Mother Wavelet) وتسمى مجموعة الموجات الناتجة من هذه العملية بالموجات الأساس (Basis Wavelets)، والتي تعرف بالمعادلة الآتية [٥][٧]:

$$\psi_{j,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{j}} \psi\left(\frac{t-b}{j}\right) \dots \dots \dots (1.1)$$

حيث أن

$\psi(t)$  : الموجة الأم

$j$  : معامل التوسيع أو التقييس

$b$  : معامل النقل.

يشير معامل النقل الى موقع الموجة بينما يشير معامل التوسيع الى التردد في ذلك الموقع، فكلما كانت قيمة ( $j \gg 1$ ) كلما أصبحت سعة الموجة أكثر ضيقاً وعندها يتم تمثيل الترددات العالية، ولكن عندما تكون قيمة ( $j \ll 1$ ) أي أن قيمة معامل التوسيع كبيرة ازدادت سعة الموجة وعندها يتم تمثيل الترددات الواطئة. يوضح الشكل (١-١) عملية تغيير معامل التقييس وتأثيره على سعة الموجة [٢٠][٢١].

**b**



**a**



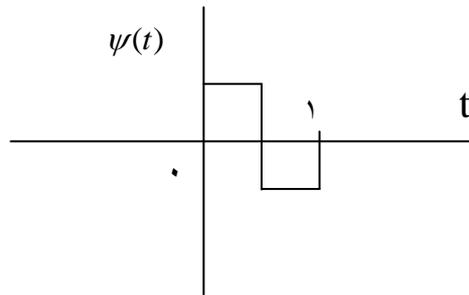
**c**



تتميز هذه المويجات بكونها دوال محددة في حيز الزمن (*Compactly Supported*)، أي أنها تملك قيم خلال فترة معينة وتكون قيمتها مساوية للصفر خارج هذه الفترة، مثلا من ابسط أنواع المويجات وأقدمها هي موجة (*Harr*) التي تعرف بالمعادلة الآتية [١٦][٢١]:

$$\psi(t) = \begin{cases} 1 & \text{for } 0 \leq t < \frac{1}{2} \\ -1 & \text{for } \frac{1}{2} \leq t < 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.1)$$

ومن خلال المعادلة (٢.١) تبين أن موجة (*Harr*) معرفة خلال الفترة  $[0, 1]$  وتكون قيمتها مساوية للصفر خارج هذه الفترة كما موضح في الشكل (٢-١).



شكل (٢-١)

حيث توجد مجموعتين من الدوال الأساس، تستخدم المجموعة الأولى في عملية التحليل وتستخدم المجموعة الثانية في عملية الاسترجاع، وتكون المويجات الأساس متعامدة (*Orthogonal Wavelets*) إذا تحقق الشرط الآتي:

$$\begin{cases} 1 & \text{for } j = j_1, b = b_1 \\ 0 & \text{for } j \neq j_1, b \neq b_1 \end{cases} \dots\dots\dots (3.1) \quad \langle \psi_{j,b}, \psi_{j_1,b_1} \rangle = \int \psi_{j,b} \psi_{j_1,b_1} =$$

حيث أن

$\psi_{j,b}$ : تمثل موجة التحليل.

$j, z$ : معاملات التقييس.

$b, b_1$ : معاملات النقل.

أي أن مجموعة الدوال المستخدمة في عملية التحليل هي نفسها المستخدمة في عملية الاسترجاع، وتكون الموجات ذات تنسيب متعامد (*Orthonormal*) إذا تحققت المعادلة رقم (٣.١) بالإضافة إلى الشرط الآتي وهو أن تكون دالة الموجة مناسبة حسب المعادلة الآتية [٧]:

$$\int |\psi(t)|^2 dt = 1 \dots \dots (4.1)$$

ويعني التنسيب المتعامد انه لا يوجد أي فائض في المعلومات عند تمثيل الإشارة، أي أن أية إشارة ذات طول محدد يمكن تمثيلها كحاصل جمع للدوال الأساس، وتتم عملية الاسترجاع للإشارة بصورة تامة (*perfectly reconstruction*) من مجموع تلك الدوال [٢١].

أما إذا كانت دوال الموجة مختلفة في عملية التحليل والاسترجاع فان الموجات تكون

ثنائية التعامد (*Biorthogonal wavelets*)، فإذا رمزنا لدوال التحليل بالرمز  $\psi_{j,b}(t)$

و لدوال الاسترجاع بالرمز  $\bar{\psi}_{j,k}(t)$  فان معادلة الموجات ثنائية التعامد تكتب كالاتي [٧]:

$$\begin{cases} 1 & \text{for } j = j_1, b = b_1 \\ 0 & \text{for } j \neq j_1, b \neq b_1 \end{cases} \dots \dots (5.1) \quad \langle \psi_{j,b}, \bar{\psi}_{j_1,b_1} \rangle = \int \psi_{j,b} \bar{\psi}_{j_1,b_1} =$$

حيث أن:

$\psi_{j,b}$ : موجة التحليل.

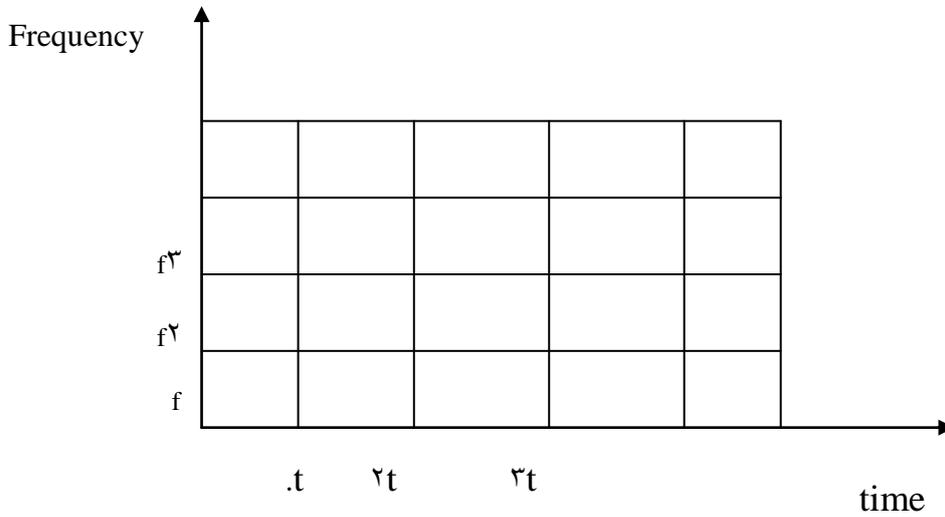
$\bar{\psi}_{j_1,b_1}$ : موجة الاسترجاع.

### ١.٣.١ الإشارات غير الثابتة Non-Stationary Signals

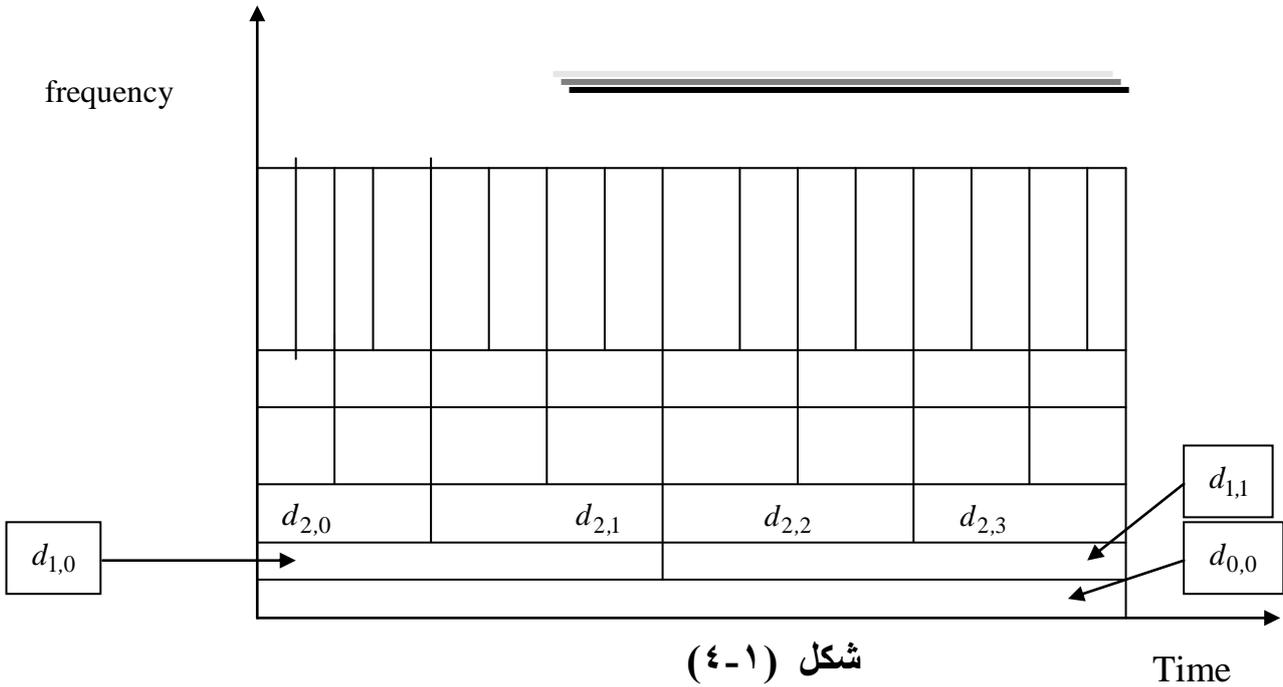
تعرف الإشارات غير الثابتة بأنها الإشارات التي تتغير تردداتها مع الزمن مثل (الموسيقى، الصور، الكلام،.... الخ) [٧]. لا ينجح تحويل فوريير في معالجة مثل هذه الإشارات وذلك لانه يتعامل مع الأحداث التي تستمر على طول محور الزمن ويهمل الأحداث العرضية

والحل التقليدي لهذه المشكلة هو استخدام تحويل كابور (*Gabor Transform*)، حيث يملك تحويل كابور نوعين من الدوال هما دالة الجيب (*Sine Function*) ودالة الجيب تمام (*Cosine Function*)، و يستخدم تحويل كابور نافذة مربعة بسيطة ذات حجم ثابت وتقوم هذه النافذة بتشذيب دوال الجيبية والجيب تمام لتطابق عرض النافذة، ولأنها ذات حجم ثابت فهي تستخدم لجميع الترددات لذلك فإن مستوى التردد-الزمن يكون ذو شكل واحد لجميع الترددات كما موضح في الشكل (٣-١). أما الموجات فتعد وسائل فعالة في تحليل الإشارات غير الثابتة وذلك لأنها تستخدم عددا غير محدد من الدوال الأساس، و تستخدم نافذة متغيرة حيث تختلف هذه النافذة في الترددات العالية والواطئة، فتستخدم نافذة ضيقة في الترددات العالية و نافذة كبيرة في الترددات الواطئة ولأن النافذة ذات حجم متغير فإن مستوى التردد- الزمن يكون ذو شكل متغير وكما موضح في الشكل (٤-١)، حيث أن مجموعة المعاملات  $d_{j,b}$  تمثل معاملات الموجة التي تعرف على إنها حاصل الضرب الداخلي للإشارة  $f(n)$  مع الموجات الأساس، حسب المعادلة الآتية [١٤][١٦].

$$d_{j,b} = \langle f(n), \psi_{j,b} \rangle \dots \dots \dots (6.1)$$



شكل (٣-١)  
مستوى التردد-الزمن لتحويل فورير



شكل (٤-١)  
مستوى التردد-الزمن لتحويل الموجة

### ٢.٣.١ نظام الموجة Wavelet System

يعد التحويل الموجي عائلة من التحويلات التي تملك مجموعة من الدوال الأساس حيث يوجد نوعين من التحويل الموجي:-

◆ تحويل الموجة المتصل Continuous Wavelet Transform

◆ تحويل الموجة المتقطع Discrete Wavelet Transform

سوف يتم التركيز على التحويل الموجة المتقطع لانه المعتمد في هذا البحث.

### ٣.٣.١ التحليل متعدد التفاصيل (MRA) Multi Resolution Analysis :-

قدم Mallat و Meyer مفهوم التحليل متعدد التفاصيل للدوال الذي يعد الإطار الأساسي لمفهوم للتحويل الموجي [١٩].

حيث تبنى آلية عمل التحويل الموجي على مبدأ التفاصيل (*Resolution*) ولتحقيق هذا المبدأ يتم تعريف دالة أخرى تسمى بدالة التقيس (*Scaling function*) والتي يرمز لها بالرمز

وتحسب دالة التقييس الأساسية (*Basic scaling function*) بالمعادلة التالية [٧]

$$\varphi(t) = \varphi(t-b) \quad b \in \mathbb{Z}, \varphi \in L^2 \dots\dots\dots(7.1)$$

يعمل التحليل متعدد التفاصيل على تجزئة فضاء الدالة (*Function Space*) إلى مجموعة من الفضاءات الجزئية (*Subspaces*) المغلقة ويرمز لها بالرمز  $V_j$  بحيث [١٥][٢٢][٢٣]

$$0 = V_{-\infty} \subset \dots\dots\dots V_{-2} \subset V_{-1} \subset V_0 \subset V_1 \subset V_2 \subset \dots\dots\dots \subset V_{\infty} = L^2(\mathbb{R}) \quad \dots\dots\dots(8.1)$$

تحتوي هذه الفضاءات الجزئية على تقريبات (*Approximations*) للدالة الأصلية وتبنى بواسطة وسائل التقييس (*Scaling*) والإزاحة (*Shift*) لدالة التقييس الأساسية كما في المعادلة الآتية

$$\varphi_{j,b}(t) = 2^{-j/2} \varphi(2^{-j}t - b) \quad \dots\dots\dots(9.1)$$

حيث أن

z:معامل التقييس

b:معامل النقل

ويجب أن تحقق هذه الفضاءات الجزئية شرط التقييس (*Scaling condition*) إذا كانت

$$f(t) \in V_j \quad \dots\dots\dots(101)$$

فإن

$$f(2t) \in V_{j+1} \quad \dots\dots\dots(11.1)$$

أي إن الفضاءات التي تحتوي التقريبات ذات التفاصيل العالية (*High Resolutions*) فإنها تحوي أيضا التقريبات ذات التفاصيل الأقل (*Lower Resolutions*) [١٦].

في كل مرحلة (j) يتم إسقاط الدالة f(t) على الفضاءات الجزئية  $V_j$  ويعرف هذا الإسقاط بمجموعة المعاملات  $C_{j,b}(t)$  (معاملات التقريبات) والتي تحسب من الضرب الداخلي للدالة

f(t) مع دالة التقييس المذكورة في أعلاه

$$C_{j,b}(t) = \langle f(t), \varphi(2^{-j}x-b) \rangle \dots\dots\dots(١٢.١)$$

تتم عملية الانتقال من فضاء إلى آخر بإضافة معاملات التفاصيل (*Details*) التي يرمز لها بالرمز  $D_{j,b}(t)$  إلى مجموعة معاملات التقريبات و تحسب معاملات التفاصيل من حاصل الضرب الداخلي للدالة  $f(t)$  مع دالة الموجة (*Wavelet Function*) حسب المعادلة الآتية:-

$$D_{j,b}(t) = \langle f(t), \psi(2^{-j}x-b) \rangle \dots\dots\dots(١٣.١)$$

ويسمى الفضاء الذي يحتوي التفاصيل بفضاء التفاصيل (*Details space*) ويرمز له بالرمز  $W_j$  [٢٤]. مثلاً عند الانتقال من الفضاء  $V_j$  إلى الفضاء  $V_{j+1}$  يتم بإضافة الفضاء  $W_j$  إلى الفضاء  $V_j$  حسب المعادلة التالية

$$V_{j+1} = V_j + W_j \dots\dots\dots(١٤.١)$$

تمثل فضاء التفاصيل الفضاء المتمم لفضاءات التقريبات وعليه يمكن تمثيل الفضاء  $L^2(R)$  بواسطة مجموعة الفضاءات الجزئية وكما يأتي:

$$L^2(R) = \dots + W_{-1} + W_0 + W_1 + \dots \dots\dots(١٥.١)$$

### ٤.٣.١ تحويل الموجة المتقطع (DWT) Discrete Wavelet Transform

في معظم التطبيقات العملية يتم التعامل مع الإشارات بعد اخذ عينات (*Samples*) من تلك الإشارات ثم تطبيق التحويل المويجي عليها ويطلق على التحويل المويجي بالتحويل المويجي المتقطع الذي يكون اكثر ملائمة للتطبيق الحاسوبي، ويطبق تحويل الموجة المتقطع باستخدام خوارزمية بنك المرشحات التي تجمع بين التحويل المويجي والمرشحات الرقمية.

حيث استخدمت المرشحات الرقمية في تحويل الموجة لأول مرة من قبل *Mallat* سنة ١٩٨٦ لذلك يشار إليها في بعض البحوث بخوارزمية مالت *Mallat algorithm* [٧] تستخدم خوارزمية بنك المرشحات نوعين من المرشحات هي

مرشحات الامرار الواطئ (*Low Pass Filters*) التي تقوم مقام دالة التقييس ومرشحات الامرار العالي (*High Pass Filters*) التي تقوم مقام دالة الموجة ، وهذه المرشحات من نوع مرشحات الاستجابة النبضية المحددة (*FIR*) (*Finite Impulse Response*)، أي أن عدد معاملات المرشح محددة [١٥] وتنفذ خوارزمية بنك المرشحات بعمليتين رئيسيتين:-

### ١.٤.٣.١ الترشيح وعملية التنقيص Filtering and Downsampling

تتم عملية الترشيح لاشارة معينة باستخدام عملية اللافوف (*Convolution*) للإشارة الداخلة مع سلسلة أخرى تسمى بمعاملات الترشيح (*Filter Coefficients*) حسب المعادلة الآتية [٧][٢٥][٢٦]:-

$$y(n) = \sum_{b=0}^{N-1} h(n) f(n-b) \quad \dots\dots\dots(16.1)$$

حيث أن:-

$f(n-b)$ : تمثل الإشارة الداخلة.

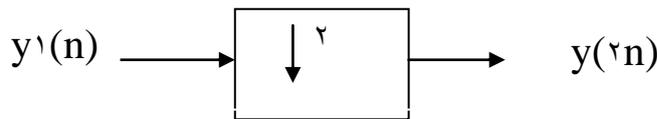
$N$ : طول الاشارة.

إما عملية التنقيص (*down sampling*) فتعرف على إنها عملية الاحتفاظ بالقيم المرشحة في

ذات المواقع الزوجية أو القيم ذات المواقع الفردية ويرمز لها بالرمز  $\downarrow 2$  حسب العلاقة الآتية:-

$$\left. \begin{array}{l} y1(n) = y(2n) \quad \text{Even Location} \\ \text{or} \\ y1(n) = y(2n + 1) \quad \text{Odd Location} \end{array} \right\} \dots\dots\dots(171)$$

يوضح الشكل (٥-١) عملية التنقيص



شكل (٥-١)  
عملية التنقيص

أما بالنسبة للتحويل المويجي فان عملية الترشيح تتم بين الإشارة الداخلة ونوعين من المرشحات حسب الخطوات الآتية:-

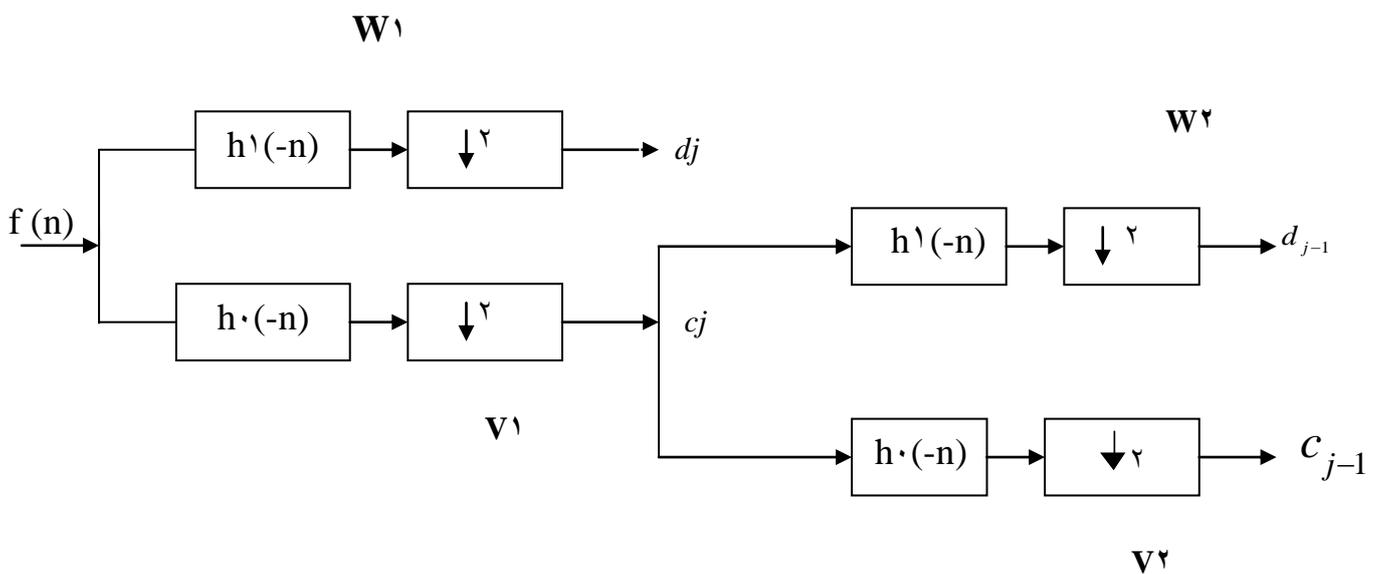
١-تطبيق عملية اللافوف (*Convolution*) بين الإشارة ومعاملات مرشح الامرار الواطئ (معاملات التقييس) التي يرمز لها بالرمز  $h_0$  وتسمى المعاملات الناتجة بمعاملات التقريب (*Approximation Coefficients*) حسب العلاقة الآتية:-

$$C_j = h_0(2n - b)f(n).....(18.1)$$

٢-تطبيق عملية اللافوف (*Convolution*) بين الإشارة ومعاملات مرشح الامرار العالي(معاملات المويجة)  $h_1$  وتسمى المعاملات الناتجة بمعاملات التفاصيل (*Details Subbands*)، حسب العلاقة الآتية:-

$$d_j = h_1(2n - b)f(n).....(19.1)$$

ويستمر بتطبيق الخطوات المذكورة أعلاه على حزمة التقريب إلى عدد من المستويات، حيث إن أقصى عدد من المستويات التي يمكن أن تقسم الإشارة هو ( $N = 2^n$ ) وتمثل  $N$  طول الإشارة و ( $n+1$ ) تمثل عدد المستويات فإذا كان طول الإشارة يساوي (١٢٨) فان أقصى عدد للمستويات هو ٨ ( $2^7 = 128$ ) [٢٧]. يوضح الشكل (٦-١) عملية التحليل لمستويين تحليل تمثل  $d_j, c_j$  معاملات المويجة والتقييس على التوالي .



شكل (٦-١)  
تحويل المويجة لمرحلتين  
تحليل

ترتبط معاملات الموجة والتقريب عند مستويات التحليل المختلفة مثلا ترتبط معاملات الموجة والتقريب عند المستوى (j) مع معاملات التقريب عند المستوى (j-1) حسب العلاقات الآتية:-

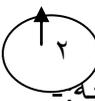
$$c_{j-1} = h_0(2n-b)c_j \quad \dots\dots\dots(20.1)$$

$$d_{j-1} = h_1(2n-b)c_j \quad \dots\dots\dots(21.1)$$

### ٢.٤.٣.١ الترشيح والاستكمال Filtering and Up-sampling

لغرض استرجاع الدالة من معاملات الموجة التي تم الحصول عليها في مرحلة التحليل يتم تطبيق عملية الاستكمال *Up-sampling* على المعاملات الناتجة وذلك بإضافة أصفار بين كل عينتين متتاليتين حسب المعادلة الآتية:-

$$y(2n)=y^1(n) \quad \text{and} \quad y(2n+1)=0 \quad \dots\dots\dots(22.1)$$

ويرمز لهذه العملية بالرمز  من ثم يتم تنفيذ عملية اللافوف بين القيم الناتجة ومعاملان المرشح حسب المعادلة الآتية:-

١-تطبيق عملية اللافوف بين المعاملات الناتجة ومعاملات مرشحات الامرار الواطئ والعالي

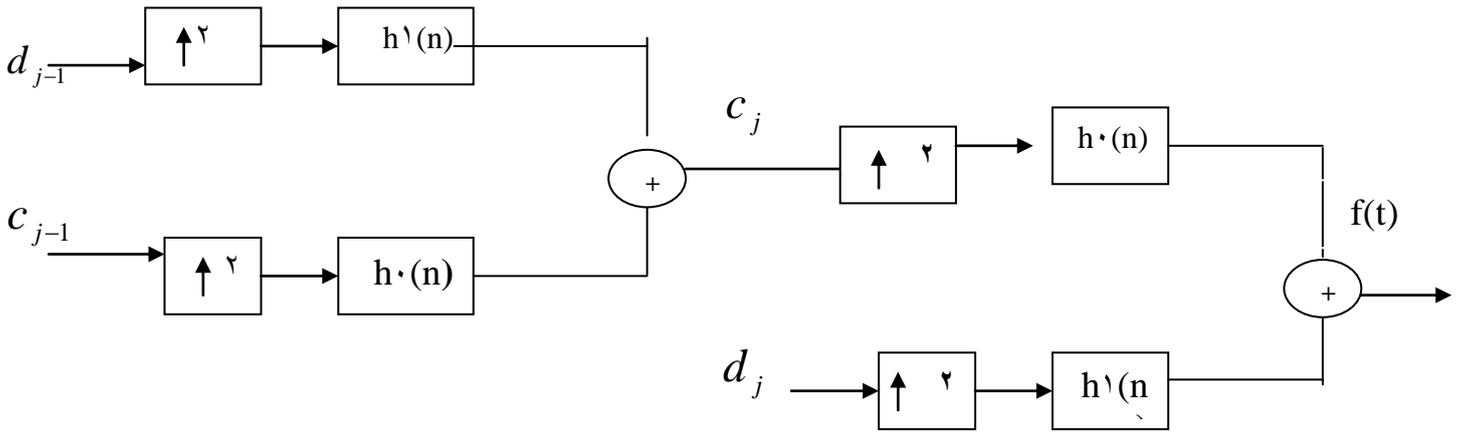
$$c_j = h_0(2n-b)c_{j-1} \quad \dots\dots\dots(23.1)$$

$$d_j = h_1(2n-b)c_{j-1} \quad \dots\dots\dots(24.1)$$

٢-تطبيق عملية الجمع بين معاملات ترشيح الامرار الواطئ ومعاملات ترشيح الامرار العالي وعلية تكون معادلة استرجاع الدالة f(t) بعد مرحلة تحليل واحدة

$$f(t) = h_0(2n-b)c_j + h_1(2n-b)d_j \quad \dots\dots\dots(25.1)$$

ويوضح الشكل (٧-١) عملية الاسترجاع لمرحلتين.



شكل (٧-١)

### ٥.٣.١ كفاءة نظام الموجة $1cy$ مرحلة الاسترجاع لمرحلتين

اثبت التحويل المويجي كفاءة عالية في معالجة الكثير من الإشارات ويعود ذلك الى جملة من الخصائص أهمها :-

١. يقل حجم معاملات الموجة  $c_{j,b}$  و  $d_{j,b}$  بزيادة قيم  $j,b$ ، هذه الخاصية جعلت تحويل الموجة مناسباً لكثير من التطبيقات مثل إزالة الضوضاء من الصور (Image Denoising)، ضغط الصور (Image Compression).

٢. يكون تحويل الموجة قابل للتتنظيم (adjustable) لوجود أكثر من نوع واحد من الموجات التي تناسب التطبيق الواحد.

٣. إن أهم ما يميز التحويل المويجي المتقطع هو ملائمة للتطبيق الحاسوبي وذلك لعدم احتوائه على عمليات تكامل أو اشتقاق بل يحوي عمليات الجمع والضرب [١٤].

### ٤.١ ضغط الصور Image Compression

يعرف ضغط بيانات الصور بكونها العملية التي تقوم بتقليص حجم ملف بيانات الصورة مع الاحتفاظ بالمعلومات الضرورية التي تمثل الصورة، يسمى الملف الذي يتم تقليص حجمه بالملف المضغوط (Compressed File) ويستخدم لاسترجاع الصورة ويسمى ملف الصورة الأصلية قبل الضغط بالملف غير المضغوط (Uncompressed File) [١].

أطلقت العديد من المصطلحات لوصف عملية تقليص البيانات مثل ضغط الصور (*Image compression*)، تقليص عرض الحزمه (*Bandwidth reduction*) وتقليص الفائض (*Redundancy reduction*) وتشير هذه المصطلحات جميعا إلى الهدف الأساسي وهو تقليص كمية البيانات (*Data Reduction*) [٣].

يشير مصطلح تقليص البيانات إلى إزالة الفائض من البيانات المطلوبة لتمثيل المعلومات يتمثل الفائض في البيانات في ثلاثة مصادر أساسيه هي:-

**فائض الترميز (*Coding redundancy*):** يحدث الفائض في الترميز عندما لا يتم تمثيل بيانات الصورة بشكل مثالي، مثلا إذا كانت بيانات الصورة ممثلة بـ (٨ بت) لكل عنصر من عناصر الصورة في حين أن القيم الأصلية للبيانات لا تتعدى الـ (١٦ مستوى) أي (٤ بت لكل عنصر).

**فائض تداخل عناصر الصورة (*Interpixel redundancy*):** يحدث الفائض التداخلي بين عناصر الصورة بسبب ارتباط العناصر المتجاورة في الصورة حيث أن الانتقال في المستويات اللونية يتم بصورة تدريجية لذلك فإن العناصر المتجاورة تميل لأن تأخذ قيم متقاربة.

**فائض المرتبط بالرؤيا (*Psychovisual redundancy*):** يحدث هذا الفائض بسبب أن بعض بيانات الصورة تكون أكثر أهميه لنظام الرؤيا البشري (*Human Visual System*) (*HVS*) [٤].

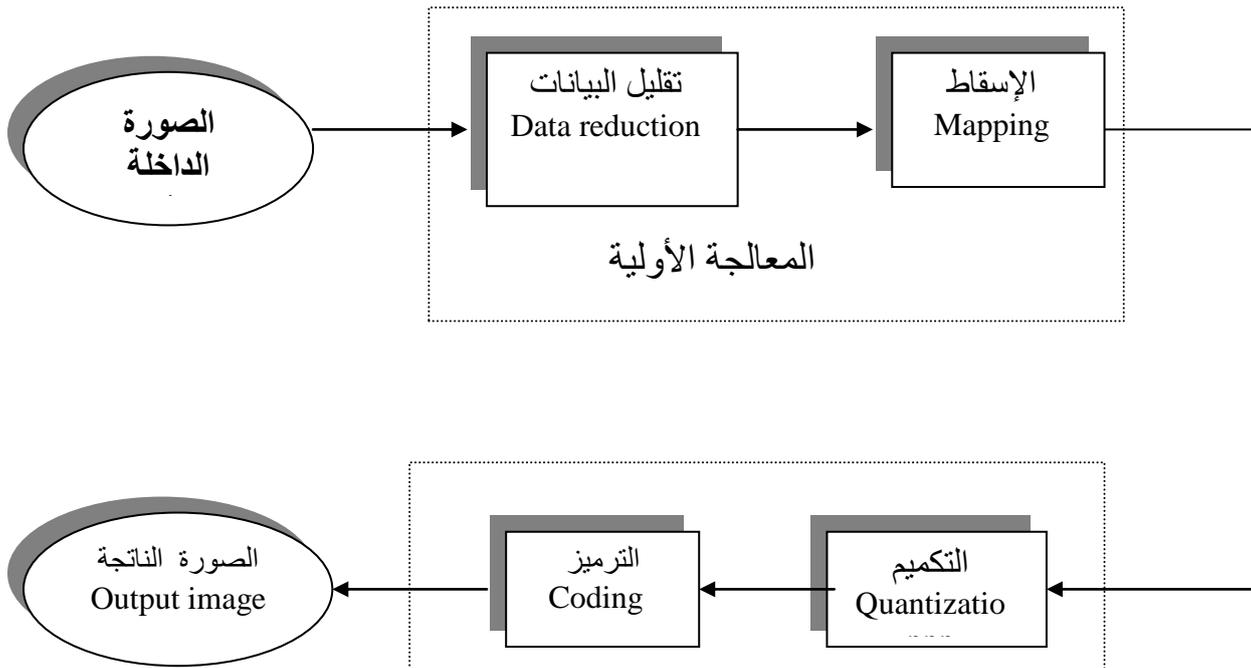
## ١.٤.١ نموذج ضغط الصور *Image Compression Model*

يتكون النموذج الأساسي لضغط الصور من جزئين أساسيين :-

### ١.١.٤.١ الضاغط *Compressor*

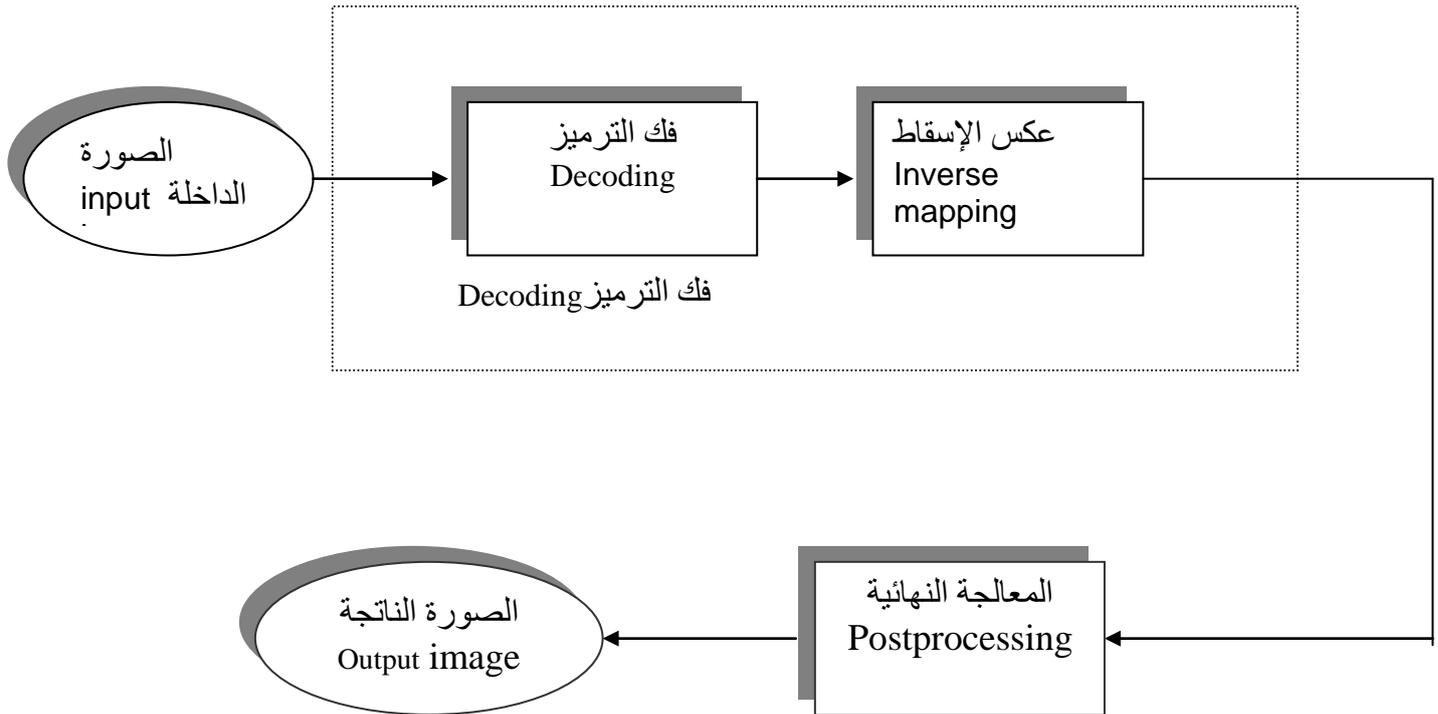
يتكون الضاغط من مرحلتين أساسيتين هما المعالجة الأولية (*preprocessing*) ومرحلة

الترميز (*Encoding*) وكما موضح في الشكل الآتي [١][٤]



تتعامل المراحل السابقة بكيفية تقليل الفائض في البيانات الناتج من المصادر الثلاثة المذكورة سابقاً، حيث تدخل الصورة إلى مرحلته المعالجة الأولية التي تتكون من خطوتين. تمثل الخطوة الأولى تقليل البيانات (**Data Reduction**) والتي تشمل أي معالجه تتم على بيانات الصورة الأصلية مثل إزالة الضوضاء (**Noise removal**). وتمثل الخطوة الثانية الإسقاط (**mapping**) التي تسقط بيانات الصورة الأصلية إلى فضاء رياضي أسهل في عملية الضغط. وتعمل هذه الخطوة على تقليل الفائض الناتج من ترابط عناصر الصورة. وتتكون مرحله الترميز (**Encoding**) من خطوتين تتمثل الخطوة الأولى بالتكميم (**Quantization**) التي تعمل على تقليل الفائض المرتبط بالرؤيا حيث يعمل على تحديد سلسله البيانات المستمرة الناتجة من المقابلة إلى عدد محدد من القيم. تتمثل الخطوة الثانية في مرحله الترميز بالمرمز (**Coding**) الذي يعمل على تقليل الفائض الناتج من عملية الترميز وذلك بتخصيص عدد أقل من البتات للعناصر الأكثر تكراراً وعدد أكثر للعناصر الأقل تكراراً [٤]، ربما تحتوي خوارزميات الضغط على كل تلك المراحل وربما يتضمن واحدة أو اثنين من تلك المراحل

يتكون فك الضغط (*Decompressor*) من مرحلتين هما مرحلة فك الترميز (*Decoding*) ومرحلة المعالجة النهائية (*Postprocessing*) كما موضح في الشكل الآتي [١][٢٨]:-



تتكون عملية فك الترميز (*Decoding*) من مرحلتين أساسيتين: الأولى عملية فك الترميز التي يدخل إليها الملف المضغوط إلى قيمها الحقيقية بعد ذلك تتم مع (*Inverse mapping*). إما مرحلة المعالجة النهائية تشمل بعض عمليات المعالجة النهائية مثل تطبيق عمليات تحسين الصور.

تقسم طرق ضغط الصور إلى قسمين أساسيين:-

## ١.٢.٤.١ طرق الضغط الخالية من فقدان البيانات

### Lossless Compression

يشير هذا النوع إلى ضرورة عدم فقدان البيانات خلال عملية الضغط وتكون هذه الطرق مطلوبة في بعض التطبيقات مثلا ضغط الصور الطبية ولا بد من الإشارة إلى أن هذه الطرق لا تحقق نسبة ضغط عالية وقد تستعمل كمراحل معالجة أولية أو لاحقة في بعض خوارزميات الضغط وفيما يلي نذكر بعض من هذه الطرق [٤].

### الترميز ذات الطول المتغير Variable Length Coding

إن أبسط طرق الضغط الخالية من الأخطاء هي تقليل فائض الترميز وتهدف هذه الطرق إلى تقليل عدد البتات التي ترمز بها قيم عناصر الصورة حيث يحسب معدل طول سلسلة البتات لعنصر الصورة حسب المعادلة الآتية [٤][١٣]

$$L_{avg} = \sum_{k=0}^{l-1} I(r_k) P(r_k) \dots \dots \dots (٢٦.١)$$

حيث ان

$(r_k)$ : قيمة عنصر الصورة

$p(r_k)$ : احتمالية تلك القيمة .

$I(r_k)$ : عدد البتات المستخدم لتمثيل كل قيمة  $r_k$ .

$L$ : عدد التدرجات الرمادية.

ومن ابرز هذه الطرق هي :-

### ترميز هو فمان Huffman Coding

طور هذا النوع من المرمزات من قبل *Huffman* في عام ١٩٥٢. يهدف هذا النوع إلى إيجاد اقصر طول ممكن للبتات ويعتمد على حساب التوزيع التكراري للمستويات الرمادية (*Histogram of Gray Levels*) ويمكن إيجاد خوارزمية هوفمان حسب الخطوات الآتية [١]:-

١- إيجاد احتمالات المستويات الرمادية للصورة بإيجاد التوزيع التكراري لها.

٢-ترتيب الاحتمالات تصاعديا.

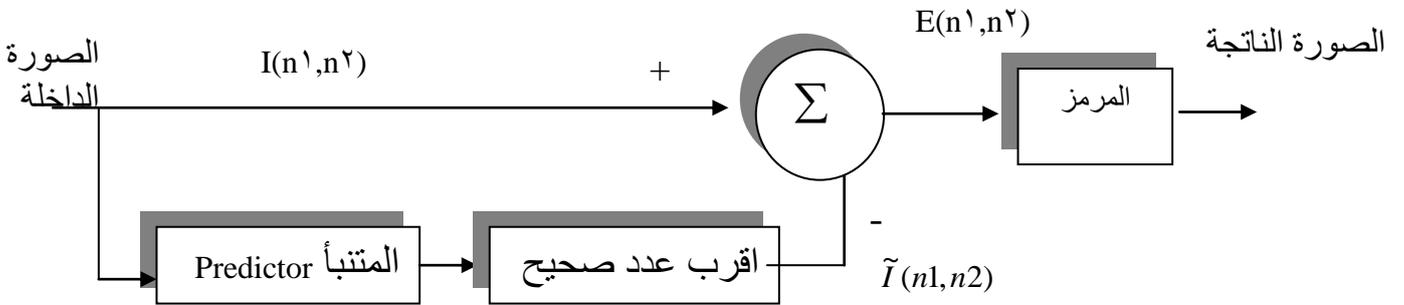
٣-جمع اصغر احتماليتين.

٤-تكرار الخطوة ٢ حتى يبقى احتماليتين فقط.

٥-بناء شجرة تمثل الرمز Code للمستويات الرمادية.

## الترميز التنبؤي الخالي من فقدان البيانات Lossless Predictive Coding

تمثل أحد طرق الضغط الخالية من فقدان البيانات التي تهدف إلى إزالة فائض الارتباط و تعتمد على حساب الفرق بين عناصر الصورة والقيم التي تم التنبؤ بها المتجاورة ثم تطبيق عملية الترميز على الفرق ويوضح الشكل التالي المخطط الكتلي لهذه الطريقة [٤]:-



حيث أن:-

$I(n1, n2)$ : عناصر الصورة المدخلة بشكل (١-١٠)  
المخطط الكتلي لرمز التنبؤ الخالي من فقدان البيانات  
 $\tilde{I}(n1, n2)$ : القيم المتنبأ لعناصر الصورة.

$E(n1, n2)$ : الخطأ بين الصورتين.

يحسب الخطأ بين عناصر الصورة والقيم التي تم التنبؤ بها حسب المعادلة الآتية:-

$$E(x, y) = \tilde{I}(n1, n2) - I(n1, n2) \dots \dots \dots (27.1)$$

## ٢.٢.٤.١ طرق الضغط الحاوية على فقدان البيانات Lossy Compression

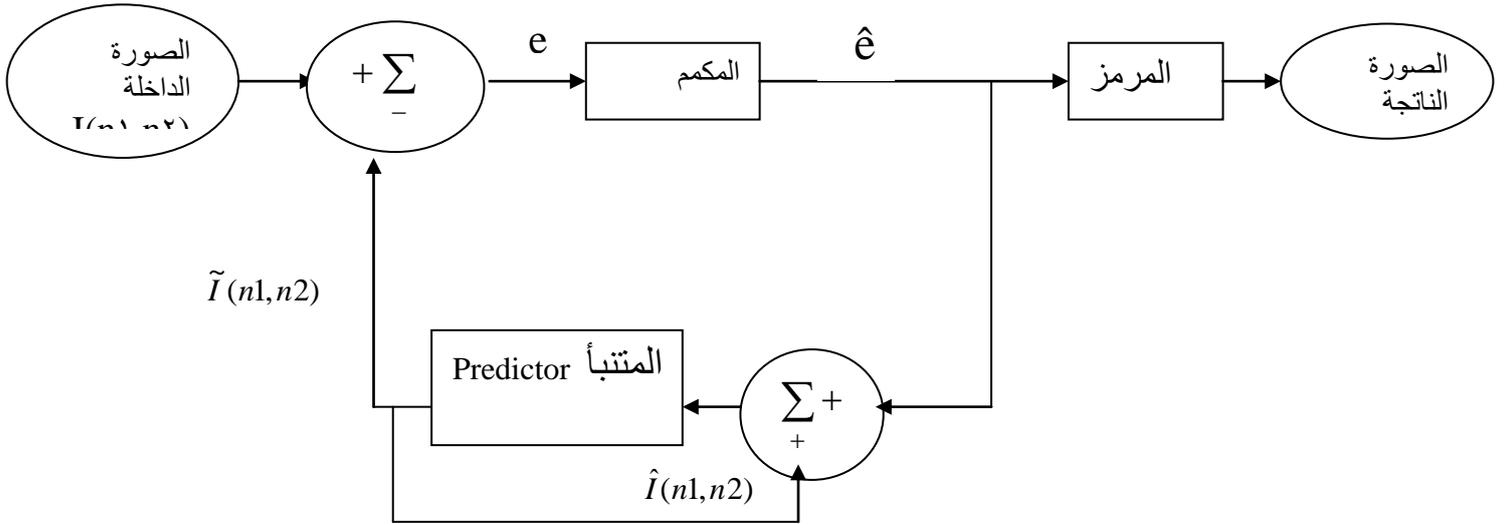
للحصول على نسبة ضغط عالية يتم استخدام هذا النوع من طرق الضغط والتي تتطلب

موازنة بين نوعية الصورة ونسبة الضغط (*Compression ratio*).

تستخدم هذه الطرق غالبا لضغط الصور المعقدة (*Complex Image*) وان نسبة الأخطاء أو فقدان لبعض بيانات الصورة ناتج من مرحلة التكميم (*Quantization*) حيث يتم استبعاد عناصر الصورة التي لا تؤثر إزالتها على الصورة [٤]: وفيما يلي نذكر بعض من هذه الطرق .

## ترميز التنبؤي التفاضلي Differential Predictive Coding

تعمل هذه الطريقة على التنبؤ بقيمة عنصر الصورة التالي بالاعتماد على القيم المجاورة له ثم يتم ترميز الفرق بين القيمة التي تم تنبؤها وبين القيمة الأصلية. من فوائد هذه الطريقة إن العناصر المتجاورة تكون ذات ارتباط عالي لذلك إن الفرق بين هذه العناصر يكون قليل ويتم ترميزه بعدد قليل من البتات. ويوضح الشكل (١-١١) المخطط الكتلي لهذه الطريقة حيث  $[1][4][13]$



حيث أن:-  
 $\tilde{I}$ : القيمة المتنبأ لا المخطط الكتلي لرمز التنبؤ التفاضلي  
 $\hat{I}$ : القيمة المسترجع  
 $E = (I - \hat{I})$ : الخطأ  
 $\hat{E} = (\hat{I} - \tilde{I})$ : تمثل الخطأ المكتم.

## ترميز التحويل Transform Coding

تعمل جميع طرق الضغط السابقة في المجال الحيزي (*Spatial Domain*) أي على عناصر الصورة الأصلية بينما تعمل تقنية ترميز التحويل بإسقاط عناصر الصورة الأصلية إلى مجال آخر يسمى بمجال التحويل (*Transform Domain*). إن الهدف الأساسي من التحويلات هو تقليل

الارتباط بين عناصر الصورة وتجميع المعلومات في عدد قليل من معاملات التحويل. يتكون رمز التحويل من ثلاث مراحل هي:

**التحويل:** يعمل التحويل على إسقاط عناصر الصورة في المجال الحيزي الى مجال التحويل، الذي يكون اكثر كفاءة لعمليات الضغط وتوجد العديد من التحويلات المستخدمة في ضغط الصور مثل تحويل جيب التمام (*Cosine transform*) الذي يستخدم في معظم خوارزميات الضغط.

**التكميم:** تشمل عملية التكميم على عملية تخصيص البتات (*Bits Allocation*) والتي تعني تحديد عدد البتات اللازمة لترميز المعاملات حيث تعطى عدد بتات اكثر للمعاملات ذات الترددات الواطئة، وعملية التكميم وهي عملية توليد عدد محدد من الرموز التي يمكن أن تستخدم لتمثيل الصور المضغوطة، تتم عملية التكميم بطريقتين إما التكميم المفرد (*Scalar Quantizer*) أو تكميم المتجه (*Vector Quantization*)، حيث تتم في عملية التكميم المفرد التعامل مع كل عنصر في الصورة وتقليل عدد البتات المستخدمة لتمثيل قيمة العنصر ويتم الحصول عليه عادة باستخدام عمليات القطع (*Truncation*) أو التدوير (*Rounding*)، أما النوع الثاني وهو تكميم المتجه يتعامل مع متجه من عناصر الصورة حيث تتم عادة عملية تقسيم الصورة الى مجموعة من البلوكات ثم تقليل العدد الكلي للبتات المطلوب لتمثيل البلوك.

**الترميز:** وتتضمن المرحلة الأخيرة في ترميز التحويل هي ترميز للمعاملات الناتجة من عملية التكميم وذلك باستخدام أحد طرق الترميز [٢٩].

### ٣.٤.١ مقاييس الموثوقية Fidelity Criteria

تتطلب خوارزميات ضغط الصور تحديد اقل كمية من البيانات لتمثيل المعلومات الضرورية للصورة وكما ذكرنا سابقا إن تقليل البيانات يتطلب إزالة الفائض في الصورة والتي تؤثر على نوعية الصورة المسترجعة لذلك وجب استخدام مقاييس التي تحفظ التوازن بين نوعية الصورة المسترجعة و كمية الفائض المزال [٤]. وتقسم هذه المقاييس إلى فئتين أساسيتين:-

### ١.٣.٤.١ مقاييس الموثوقية الهدف Object Fidelity Criteria's يستخدم

هذا المقياس معادلات لقياس نسبة الخطأ بين الصورة الأصلية (*Original Image*) و الصورة المسترجعة (*Decompress image*) ومن هذه المقاييس

## الجذر التربيعي لمعدل مربعات الخطأ (RMSE) Root Mean Square Error :-

يمكن أن نعرف الفرق الكلي بين قيم عناصر الصورة الأصلية

(*Uncompressed Image*) وقيم عناصر الصورة المسترجعة

(*Decompressed Image*) حسب المعادلة الآتية

$$\text{Total error} = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [\tilde{I}(x, y) - I(x, y)] \quad \dots\dots\dots(28.1)$$

حيث  $I(x, y)$  تمثل الصورة المدخلة ذات أبعاد  $(N, M)$  و  $\tilde{I}(x, y)$  تمثل الصورة الناتجة

ويحسب الجذر التربيعي لمعدل مربعات الخطأ (RMSE) وفقا للمعادلة التالية

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [\tilde{I}(x, y) - I(x, y)]^2}{(N \times M)}} \quad \dots\dots\dots(29.1)$$

وكلما قلت قيمة (RMSE) كلما كانت الصورة المسترجعة ذات نوعية جيدة.

## نسبة الضوضاء إلى الإشارة (SNR) Signal to Noise Ratio

يعد نسبة الضوضاء إلى الإشارة المقياس الأكثر استخداما الذي يقيس نسبة مربعات الخطأ

إلى كمية الضوضاء في الصور الأصلية-المسترجعة حيث يعتبر إن الصورة المسترجعة تمثل

(الإشارة) ويعتبر الفرق بين الصورتين الأصلية والمسترجعة (الضوضاء) وحسب المعادلة التالية

[1] [4] [30]

$$\text{SNR} = \sqrt{\frac{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [\tilde{I}(x, y)]^2}{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [\tilde{I}(x, y) - I(x, y)]^2}} \quad \dots\dots\dots(30.1)$$

ومن المقاييس الشائعة الاستخدام هو نسبة قمة الإشارة إلى الضوضاء

(*Peak Signal to Noise Ratio*) (PSNR) ويعرف حسب المعادلة الآتية:-

$$\text{PSNR} = 10 \cdot \log_{10} \frac{(L-1)^2}{\frac{1}{(N \times M)} \times \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [I^{\wedge}(x,y) - I(x,y)]^2} \dots\dots\dots(31.1)$$

حيث تمثل L عدد المستويات levels في الصورة ، فإذا كانت عدد البتات يساوي ٨ فان (L=٢٥٦)

### ٢.٣.٤.١-مقياس الموثوقية الشخصي Subjective Fidelity Criteria

تعد مقاييس الموثوقية الشخصي وسائل بسيطة لتقييم كمية المعلومات المفقودة في الصورة حيث ان الصورة المسترجعة تقيم عادة من قبل النظام البصري لدى الانسان (*Human Visual System*) ومن المعروف ان نظام الابصار البشري له خواص مميزة مثلا ان الاخطاء في المناطق المعتمة (*dark*) في الصورة تكون ملحوظة اكثر من الاخطاء في المناطق الفاتحة (*light*) كما انه يتأثر بالاخطاء في الحواف اكثر من خلفية الصورة لذلك فان تقييم نوعية الصورة باستخدام مقياس الموثوقية الشخصي يكون اكثر ملائمة حيث تعرض الصورة على مجموعة من الناظرين ثم يأخذ معدل التقييم.

### ٤.٤.١ نسبة الضغط (Compression Ratio)

تعرف نسبة الضغط هي النسبة بين حجم ملف البيانات الاصلية (*Orginal data files*) الى ملف البيانات المضغوطة (*Compressed Data Files*) ، أي يمكن تمثيلها بالمعادلة الآتية:-

$$\text{Compression Ratio} = \frac{(\text{Orginal} - \text{data} - \text{file})}{(\text{Compressed} - \text{data} - \text{file})} \dots\dots\dots(32.1)$$

وتوجد عددا من الصيغ التي تعرف نسبة الضغط ، كذلك يمكن تعريفها بدلالة عدد البتات لكل عنصر في الصورة (Bit per pixel) حسب الصيغة الآتية:-

$$\text{Bit per pixel} = \frac{(\text{Number} - \text{of} - \text{bits})}{(\text{Number} - \text{of} - \text{pixel})} = \frac{8(\text{Number} - \text{of} - \text{bytes})}{(N \times M)} \dots\dots\dots(33.1)$$

كما يمكن ان تكتب حسب الصيغة الآتية:-

$$\text{Compression Ratio} = (1 - (\text{Compressed} - \text{size} / \text{Orginal} - \text{size})) \times 100\% \dots\dots(34.1)$$



## ١.١.٢ قراءة ملف الصورة Reading image file

تمثل أول مرحلة في أي معالجة على الصورة قراءة ملف الصورة، تعتمد عملية القراءة على هيئة ملف الصورة المستخدم ( *Image file format* ) والملف المستخدم من نوع *Bit Map* (*BMP*) (*Format*) الذي يعد من أكثر الملفات استخداماً، يتكون ملف BMP من ثلاثة أجزاء هي جزء الصديرة (*header*) الذي يحتل (٥٤ byte) ويحتوي على المعلومات الضرورية ذات العلاقة بالأجزاء الأخرى لملف الصورة والتي تشمل عرض وطول خارطة عناصر الصورة، عدد البتات لكل عنصر في الصورة ومؤشر بداية لمنطقة البيانات، يمثل الجزء الثاني في ملف الصورة لوحة الألوان (*Color Pallet*) المتمثل بالشدة اللونية للأحمر Red، الأزرق Blue والأخضر Green، يعتمد حجم لوحة الألوان على عدد البتات لكل عنصر (bit per pixel) فإذا كانت عدد البتات يساوي ٨ فان حجم لوحة الألوان يكون من (٢٥٥...٠) وكل عنصر في الصورة يمثل فهرس يشير الى أحد مداخل لوحة الألوان، يمثل الجزء الأخير بيانات الصورة [٢٨][٣١] وفيما يلي الإجراء الخاص بعملية القراءة للصور التي يكون فيها عدد البتات لكل عنصر في الصورة مساوياً الى ١،٤،٨،٢٤

### Algorithm ١.٢ {Read BMP file}

#### Step ١: {READ File Header}

Step ١.١: get BMP file header.

Step ١.٢: check the signature file.

Step ٢: get global color map ,put in variable structure "palette"

Step ٣: Calculate bitper pixel and block data for each row

Case bitno of

١:  $(\text{bmp.wid} + ٧ / ٨)$ .

٤:  $(\text{bmp.wid} + ٧ / ٨) \text{ shl } ٢$ .

٨:  $((\text{bmp.wid} + ٣) \text{ div } ٤) \times ٤$ .

٢ ٤:  $(\text{bmp.wid} \times ٣)$ .

Step ٤: Gets the offset to reach the start of bitmap data.

٢.١.٢ مرحب

Step ٥: Get block data size according to step ٣

تعد

الحصول على صورة ذات نوعية جيدة ونسبة ضغط معقولة ويتناول البحث الصور الملونة ذات )

٢٥٦ لون) والصور الطبيعية (R,G,B).

**فصل ألوان الصورة ذات ٢٥٦ لون**

تتم عملية فصل الألوان للصورة ذات (٢٥٦ لون) إلى ثلاثة ملفات تمثل الألوان الأساسية

الثلاثة (R,G,B) ثم يتم التعامل مع كل ملف على أساس انه صورة مفردة تتم عملية الفصل من

خلال التعامل مع لوحة الألوان (*pallet*) التي تحتوي على ٢٥٦ مدخل يتضمن كل مدخل ثلاثة

بايتات تمثل الألوان والجدول (١-٢) يوضح المداخل للوحة الألوان [١].

جدول (١-٢)  
مداخل لوحة الألوان

تعتمد عملية الفصل بتخصيص القيمة (صفر) إلى بايتين من بايتات الألوان والاحتفاظ بقيمة البايث الثالث وتخزن هذه القيم في ثلاثة ملفات (الأزرق،الأحمر،الأخضر) وتخزن بايتات لوحة الألوان لملف الصورة الأصلية في ثلاثة مصفوفات وتتم بعد ذلك عملية ترشيح البيانات على أساس هذه المصفوفات ، وتوضح الخوارزمية الآتية عملية فصل الألوان

### Algorithm ٢.٢ {Splitting BMP file header}

Step ١: Read file header

Step ١.١: Get BMP file header.

Step ١.٢: Check the signature file.

Step ٢: Select the chosen color by assigning it and reset the others to zero.

Step ٣: Get global color map ,put it in three vectors represent three color bytes

Step ٤: Caluclate bitper pixel and block data for each row

$$\text{Buf} := ((\text{bmph.wid} + ٣) \text{div } ٤) \times ٤$$

Step ٥: Get the offset to reach the bit map data.

Step ٦: Get block data size according to step ٤.

Step ٧: Filter the data according to the chosen color in step ٢.

Step ٨: Load three image files to display on the screen.

### فصل ألوان الصور الطبيعية (R,G,B)

يتكون ملف الصورة الملونة (R,G,B) من جزأين هما جزء الصديرة وجزء منطقة البيانات، حيث يتمثل كل عنصر في الصورة بثلاثة بايتات تمثل الألوان (الأزرق، الأحمر، الأخضر) وتتم عملية الفصل بقراءة كل عنصر في الصورة ثم خزن بايتات الألوان الثلاثة لكل عنصر في ثلاثة ملفات.

## Discrete Wavelet Transform Stage

يعد التحويل المويجي من اكثر التحويلات المستخدمة في معالجة الصور الرقمية وذلك لما يتميز به من خصائص عن التحويلات المستخدمة سابقا مثل تحويل فوريير ومن هذه الخصائص : لا يحتاج التحويل المويجي إلى عملية تقسيم الصورة إلى بلوكات حيث تتم عملية التقسيم تلقائيا أثناء عملية اللافوف وهذا عكس ما تتطلبه التحويلات الأخرى [٣][٣٢]، كما أن التحويل المويجي من افضل الطرق المستخدمة في عمليات الضغط وذلك بسبب استخدام مفهوم التحليل متعدد التفاصيل الذي يقوم بعزل الترددات المختلفة عن بعضها بالإضافة إلى إن الصور هي إشارات غير الثابتة (*Non-Stationary Signals*) وذلك لاحتوائها على الانتقالات من المناطق الناعمة (*Smooth*) إلى المناطق الحادة (*Sharpen*) حيث تعرف المناطق الناعمة على إنها ذات ترددات واطئة أما المناطق الحادة والتغيرات فتعرف على إنها ذات ترددات عالية [٥]. كذلك يعمل التحويل المويجي على توزيع الطاقة بين المعاملات بين الحزم الفرعية حيث تكون لحزمة التقريب طاقات أعلى من حزم التفاصيل مثلا لنأخذ صورة معينة وتطبيق تحويل المويجة عليها لثلاثة مستويات ثم حساب قيم الطاقة للحزم الناتجة والتي يكون عددها (١٠) حزم وتكون لهذه الحزم طاقات مختلفة ويوضح الجدول (٢-٢) قيم الطاقة للحزم الفرعية التي تحسب من خلال المعادلة الآتية [٣٣]:-

$$Energy(f) = \sqrt{\frac{1}{N \times N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f^2(n1,n2)} \quad \dots\dots\dots(1.2)$$

حيث ان

$f^2(n1,n2)$  تمثل الحزمة الفرعية التي يحسب الطاقة لها.



شكل (٢-٢)

صورة (city.bmp)  
جدول (٢-٢)

طاقات الحزم الفرعية لصورة (city.bmp) باستخدام مويجة (db١)

المستوى	الحزم الفرعية	الطاقات
١	HH	٣٠.٩٢٣٧
١	HL	٣١.٠١٩٥
١	LH	٣٢.٥٣٤
٢	HH	٣٨.٠٠٩٠
٢	HL	٤٤.٥٢٥٦٥
٢	LH	٦٠.٨٠٠
٣	HH	٦٥.٦٠٣٧
٣	HL	٩٤.٩١٦٨
٣	LH	١٠٥.٢٦١٥
٣	LL	٩٤٩.٣٧٥٨

يلاحظ من الجدول أعلاه أن قيم الطاقة لحزمة التقريب (LL) في المستوى الثالث أعلى من قيم الطاقة للحزم الأخرى في المستويات المختلفة وذلك لان كمية المعلومات التي تحملها هذه الحزمة عالية، كما أن قيمة الطاقة لحزم التفاصيل (HH) في المستوى الأول اقل قيمة وذلك لان كمية المعلومات التي تحملها هذه الحزمة قليلة.

يستخدم النظام المقترح لضغط الصور خوارزمية بنك المرشحات

(*Filter Bank Algorithm*)، حيث تعتمد الخوارزمية على عمليتين أساسيتين هما اللافوف

(*Convolution*) لصفوف واعدة الصورة مع مرشحات الموجة (مرشحات الامرار الواطئ)

ومرشحات التقيس (مرشحات الامرار العالي) حسب المعادلة الآتية:-

$$y(n) = \sum_{b=0}^{N-1} h(b) f(n-b) \dots\dots\dots(2.2)$$

حيث  $h(n)$  يمثل المرشح  $f(n-b)$  تمثل صفوف أو أعمدة الصورة، و  $N$  تمثل طول الصف أو العمود، تتطلب عملية اللافوف إلى إضافة حزمة من الأصفار (*zero padding*) إلى طول المرشح

ليصبح طوله بطول عدد الصفوف أو عدد الأعمدة للصورة أو الحزمة الفرعية، مثلاً إذا كان أبعاد الحزمة (٤,٤) وباستخدام مرشح (*harr*) حيث أن عدد المعاملات لهذا المرشح هو ٢ وبعد تطبيق عملية إضافة الأصفار يصبح طول المرشح يساوي ٤ [١].

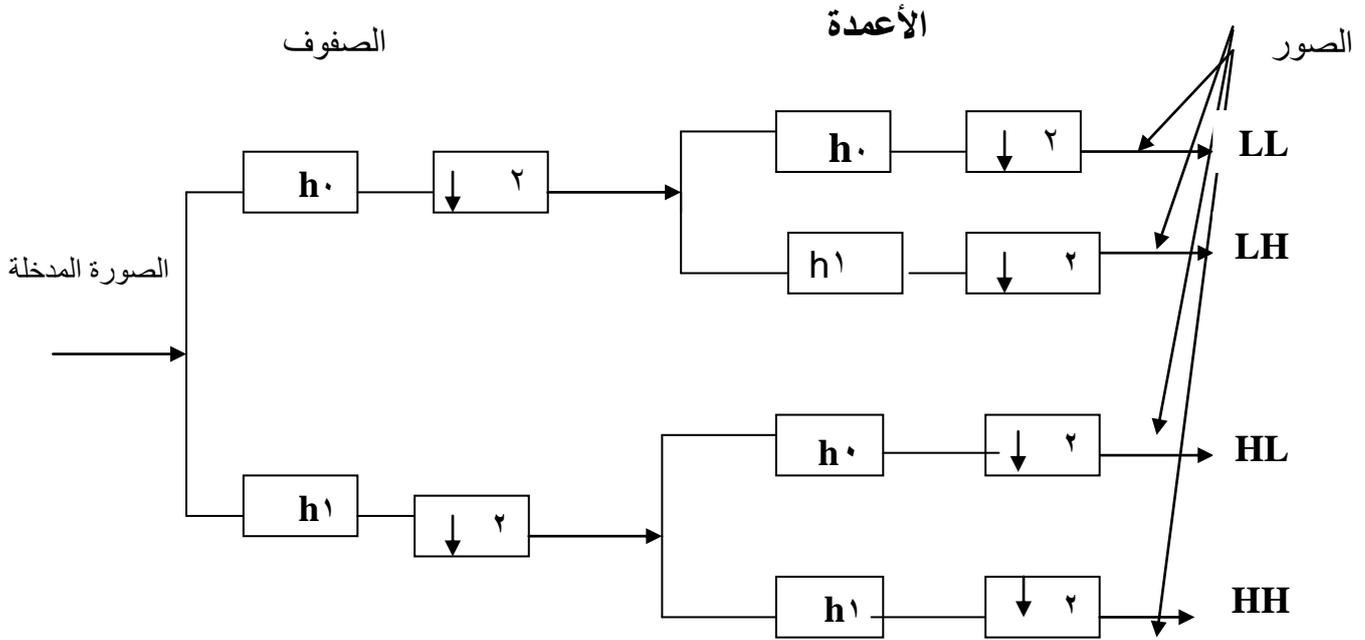
$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}, 0, 0 \right\}$$

وتمثل العملية الثانية التنقيص (*down sampler*) حيث يتم اخذ المواقع الزوجية لقيم الإشارة الناتجة بعد تطبيق اللافوف وتحسب بالمعادلة التالية

$$y^1(n) = y(2n) \dots \dots \dots (3.2)$$

وباستخدام عمليتي اللافوف والتنقيص للأعمدة والأعمدة فإن التحويل المويجي يقسم الصور الأصلية إلى أربع صور فرعية (*Subimages*) ذات ترددات مختلفة وكما مبين في الشكل (٢-٣)

(٣) [٣٤][٣٥]



شكل (٢-٣)

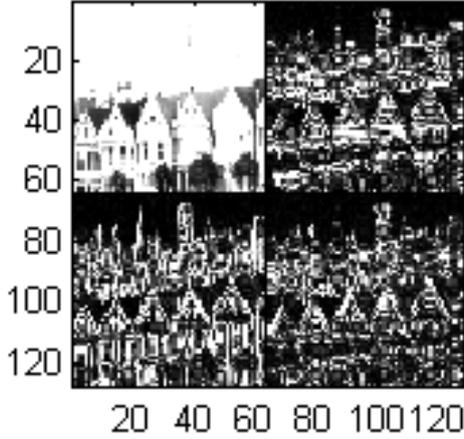
التقسيم المويجي للصورة

حيث أن

$h_0$  : مرشح الامرار الواطئ

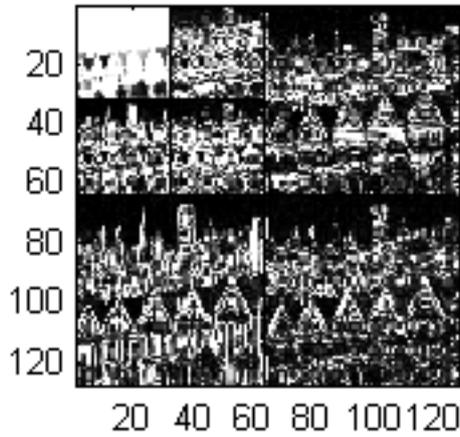
$h_1$  : مرشح الامرار العالي

تمثل الحزمة (LL) حزمة التقريب والتي تصف الترددات الواطئة بينما تمثل الحزم (LH,HL,HH) حزم التفاصيل والتي تصف الترددات العالية ويوضح الشكل (٤-٢) والشكل (٥-٢) تطبيق التحويل المويجي على صورة (city.bmp)



LL	LH
HL	HH

شكل (٤-٢)  
صورة (city.bmp) عند مستوى تحليل



LLL	LLH	LH
LHL	LHH	
HL		HH

وتصف الخوارزمية التالية التحويل المويجي للصو

شكل (٥-٢)

صورة (city.bmp) عند مستويين تحليل

### Algorithm ٣.٢ {DWT}

Step ١: -Convolve the lowpass filters with rows and save the results.

Step ٢: -Convolve the lowpass filters with the columns (of the result from step ١) and subsumable this result by taking every other values; this gives us the Lowpass-Lowpass(LL) subimage.

## ١.٣.١.٢ مرشحات الموجة والتقييس Wavelets and Scaling Filters

يعد التحويل المويجي عائلة من التحويلات ،حيث توجد أربع عوائل قياسية من المرشحات الرقمية المستخدمة في تحويل الموجة ،تحقق هذه المرشحات الشروط الآتية [٧]:-

$$\sum_{n=0}^{N1-1} h(n) = \sqrt{2} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\sum_{n=0}^{N1-1} h^2(n) = 1 \dots\dots\dots(5.2)$$

حيث أن:

$h(n)$  : مرشحات الموجة

$N1$  : عدد معاملات المرشح.

وتشمل هذه العوائل على:-

### عائلة (Dabuchies):-

سميت بهذا الاسم نسبة الى الباحثة **دوييجز** ويرمز لها بالرمز  $(dbN1)$  حيث تمثل  $N1$  طول المرشح وان عدد المعاملات يساوي  $(L=2 \times N1)$  فإذا كانت قيمة  $(N1=1)$  فان عدد المعاملات يساوي ٢ والتي تمثل معاملات موجة (**Harr**) التي تعد اقدم أنواع الموجات كما إنها تعد الأساس لنظام الموجة ،عدد معاملات التقييس و الموجة يساوي  $(N1= ٢)$  والتي تعطى بالمعادلة الآتية

$$h(n) = \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}} \right\}$$

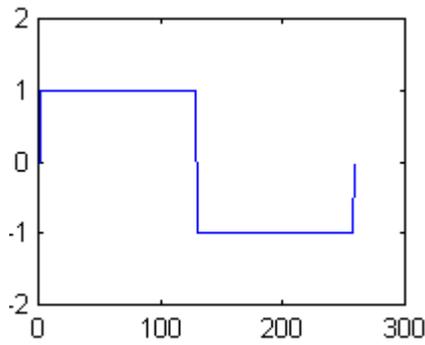
وبتطبيق المعادلات (٤.٢) ، (٥.٢) على معاملات الموجة ينتج

$$h(0) + h(1) = \sqrt{2}$$

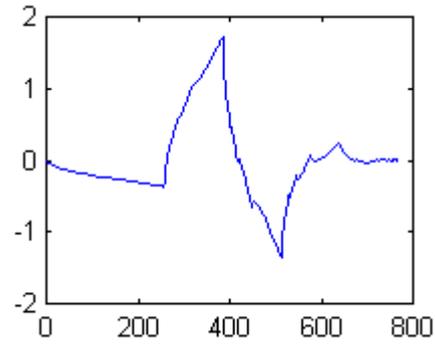
$$h^2(0) + h^2(1) = 1$$

وهكذا بالنسبة لبقية قيم  $N$  الأخرى مثلا إذا كانت  $(N=2)$  فان عدد المعاملات

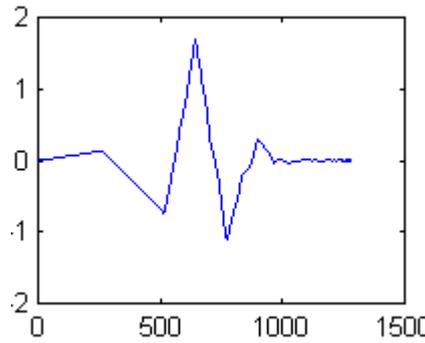
يساوي  $(L=4)$  والتي يشار لها بالرمز  $(db2)$  [٥] [٧]، يوضح الشكل (٦-٣) بعض النماذج لهذا النوع من الموجات.



موجة db١



موجة db٢



موجة wavelet

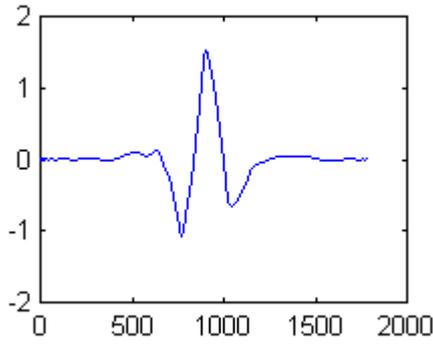
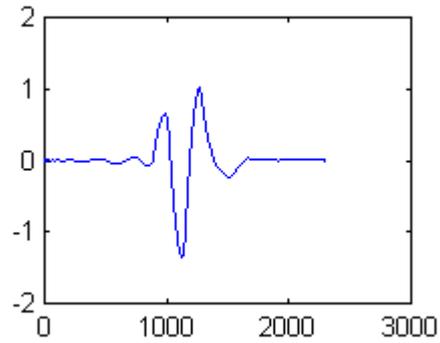
سميت بهذا الاسم نسبة إلى الباحث **(Symlet)** لذلك يرمز لها بـ **(Sym N١)** اختصارا لهذه

العائلة ويكون دالة **(٦-٢) شكل** ن أمثلة الموجات على هذه

ن أنواع هذه الموجات

نماذج لموجة Dabuchies

العائلة هي  $n^٨$

موجة Sym<sup>٤</sup>موجة Sym<sup>٥</sup>

مرشحات

حات

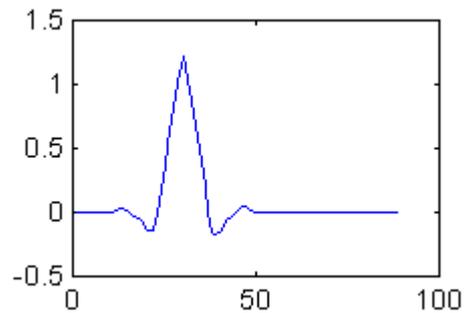
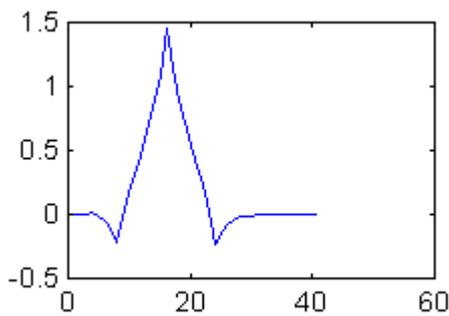
شكل (٧-٢)  
نماذج لعائلة Symlets

### كوفليتس Coiflets filters

سميت هذه المرشحات نسبة للباحث (Coifman)، وتسمى هذه المرشحات اختصاراً كما يأتي (coif N) حيث coif هي اختصار لـ (Coifman) في حين أن N مرتبة المرشح، وعلاقة مرتبة المرشح مع الطول تحسب بالمعادلة الآتية

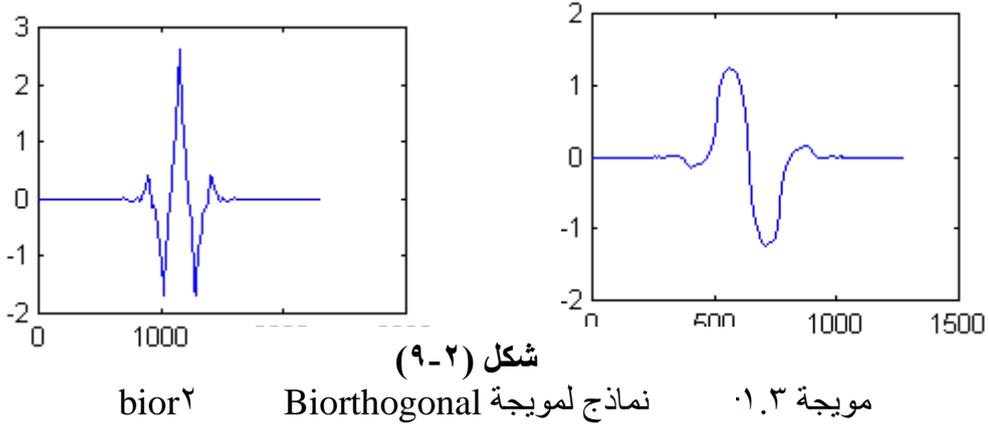
$$\text{Filter length} = 6N$$

ومن أمثلة موجات هذه العائلة هي  $\text{coif}^1, \text{coif}^2, \text{coif}^5, \dots$ ، ويوضح الشكل (٨-٢) بعض من موجات هذه العائلة



مرشحات المويجه سايبه السعامد (Biorthogonal filters) موجة Coif<sup>١</sup>  
موجة Coif<sup>٢</sup>

سميت هذا النوع من الموجات ثنائي التعامد لان مرشحات التحليل متعامدة على مرشحات التركيب، وتكتب اختصاراً بالصيغة التالية (bior d/r) حيث bior اختصار لكلمة نماذج لمويجه Coif Biorthogonal و (d)، هو طول مرشحات الامرار الواطئ لمرحلة التحليل و (r) مرشح الامرار الواطئ لعملية التركيب [٥]، ويوضح الشكل (٩-٢) نماذج لهذا النوع من الموجات



#### ٤.١.٢ مرحلة التكميم Quantization Stage

تأخذ عملية التكميم بنظر الاعتبار معدلات الطاقة غير المتساوية في المعاملات وحيث أن المعلومات المحتواة في كل معامل تتناسب مع طاقته لذلك تعطى مستويات تكميم أعلى للمعاملات ذات الطاقات العالية ومستويات أقل للمعاملات ذات الترددات العالية، تتضمن مرحلة التكميم على خطوتين هما تخصيص البتات (*Bits allocation*) وتكميم الحزم الفرعية (*Subbands Quantization*). [٣٦][٣٧].

#### ١.٤.١.٢ تخصيص البتات Bits Allocation :-

يقصد بعملية تخصيص البتات هي تحديد عدد البتات اللازمة لترميز كل معامل حيث تخصص بتات أكثر للمعاملات ذات الترددات الواطنة، تعتمد عملية التخصيص على طاقة المعاملات ومن المعروف إن معظم طاقة المعاملات تتركز في المعاملات ذات الترددات الواطنة لذلك فإن أهمية التحويل المويجي هي كونه عملية تفصل المعاملات ذات الترددات المختلفة إلى حزم مختلفة الترددات وذات طاقات مختلفة [٣٨].

تتم عملية التخصيص وذلك بإعطاء ميزانية البتات (*bit budgets*) أو تسمى بمعدل البتات (*Bits Rate*) والتي يرمز لها بالرمز (B) وتعرف على إنها معدل البتات اللازمة لتكميم الحزم الفرعية، فالمشكلة الأساسية هو في كيفية توزيع ميزانية البتات بين مجموعة الحزم الفرعية، فإذا كان لدينا عدد الحزم يساوي M١ وان  $B_k$  يمثل عدد البتات المخصصة للحزمة الفرعية K فان معدل البتات (Bits Rate) يحسب من المعادلة الآتية [٩][٣٨][٣٩]

$$B = \frac{1}{M1} \sum_{k=1}^{M1} B_k \quad \dots\dots\dots(6.2)$$

تعتمد عملية التخصيص على حساب التباين (*Variance*) لكل حزمة فرعية حيث يحسب من المعادلة الآتية [١][٣٩]

$$\sigma_k^2 = \frac{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} (f(x,y) - \text{mean})^2}{(M \times N)} \quad 1 \leq k \leq M1 \dots\dots\dots(7.2)$$

حيث أن

$\sigma_k^2$  يمثل التباين للحزمة الفرعية k

f(x,y) يمثل الحزمة الفرعية.

Mean يمثل معدل الحزمة الفرعية.

أن مجموع معدل البتات الذي يحدد للحزم الفرعية يجب أن لا يتجاوز قيمة معدل البتات الكلي (B)

حسب الشرط الآتي [٩]

$$\sum_{k=1}^{M1} B_k \leq B \dots\dots\dots(8.2)$$

وفيما يلي نصف الخوارزمية التي تؤدي عملية تخصيص البتات:-

### Algorithm ٤.٢ {Bits Allocation}

Step ١: - Calculate the sub bands variances according to equation

Step ٢: -Compute the bit assignment from: -

$$b(k) = B + \frac{1}{2} (\log_2(\sigma_k) - \log_2(\prod_{k=1}^{M1-1} \sigma_k))$$

Where (B) is the number of bits per pixel.

Step ٣: -Round off each b(k) to its nearest integer value .

Step ٤: -Modify the result bit assignment until the following equation is satisfied .

$$B = \sum_{k=1}^{M1} b(k)$$

## ٢.٤.١.٢ تكميم الحزم الفرعية Subbands Quantization :-

تشمل مرحلة التكميم على استخدام قيمة عتبة (*threshold*) وهي معدل (*mean*) الحزم الفرعية حيث طبقت على الحزم الفرعية في المستوى الأول وذلك لأنها ذات طاقات واطنة أي إن كمية المعلومات التي تحملها هذه الحزم قليلة مقارنة مع الحزم في المستويات الأخرى. بعد أن تتم عملية تخصيص البتات بين الحزم الفرعية تتم في هذه المرحلة عملية التكميم للحزم الفرعية، تعد مرحلة التكميم من المراحل الأساسية في نظام الضغط والتي تحقق أعلى نسبة ضغط بين بقية المراحل كما أن فقدان البيانات ينتج من هذه المرحلة. أن المكمم المستخدم في الخوارزمية من نوع المكمم المفرد المنتظم (*scalar quantizer*) يتم تحديد عدد مستويات المكمم (*Quantization level*) بالاعتماد على معدل البتات المخصص لكل حزمة حسب العلاقة الآتية [٢٤]

$$L(k) = \frac{b(k)}{2^{-1}} \quad 1 \leq k \leq M \quad \dots\dots\dots(9.2)$$

حيث أن

M : عدد الحزم الفرعية

L(k) : عدد مستويات المكمم للحزمة (k)

b(k) : عدد يمثل عدد معدل البتات المخصصة للحزمة k

أن عملية اختيار مستوى المكمم يجب أن تقلل جذر مربعات الأخطاء بين الصورة الأصلية والصورة الناتجة RMS وتستخرج معاملات التكميم بالاعتماد على حساب أكبر وأقل قيمة بين معاملات كل حزمة فرعية و تحسب من خلال الخطوات الآتية:-

$$Y(i,j) = \text{Subband}_k(i,j) - \min(\text{Subband}_k)$$

$$Y^1(i,j) = \max(\text{Subband}_k) - \min(\text{Subband}_k)$$

$$Q(i,j) = \frac{Y(i,j)}{Y^1(i,j)} \times L \quad \dots\dots\dots(١٠.٢)$$

حيث أن

Q(i,j) تمثل معاملا التكميم.

## ٥.١.٢ مرحلة الترميز Coding Stage :-

إن نوع طريقة الترميز المستخدمة في الخوارزمية اعلاة من نوع ترميز طول التنفيذ  
(Run-Length Coding) (RLC). يعيد ترميز طول العدد من طرق الضغط التي لا تسمح  
بفقدان البيانات (Lossless) وتستخدم عادة مع خوارزميات الضغط التي تسمح بحدوث الأخطاء  
(Lossy) لزيادة نسبة الضغط [٤].

تعتمد الطريقة على عد عناصر الصورة المتجاورة التي لها نفس القيمة اللونية ويطلق على هذا  
العدد بـ (Run Length) حيث يتم تعريف الزوج (G,L) تمثل G القيمة اللونية لعنصر الصورة  
و تمثل L مقدار التكرار وهناك عدة طرق للقراءة فقد تكون على مستوى الصفوف أو الأعمدة .  
لنأخذ المثال التالي على الطريقة المستخدمة

إذا كانت لدينا مصفوفة ذات أبعاد (٨×٨) وعدد المستويات اللونية لها يساوي ١٦

(٤ bit) معرفة كآلاتي [١][٤٠]

□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□

وبذلك سوف يحتوي الملف المضغوط Compressed File على القيم التالية

١٠,٨,١٠,٥,١٢,٣,١٠,٥,١٢,٣,٠,٣,١٠,٣,٠,٣,٥,٣,٠,٥,٣,١٠,٢,٩,٢,١٠,١,٥,٣,٤,٣,٠,٢

٠,٨

وتكون نسبة الضغط بين الملفين (الأصلي والمضغوط) كآلاتي

$$CR = \frac{\text{origin file size}}{\text{compressed file size}} = \frac{64}{36} = 2:1$$

تكون هذه الطريقة كفوة إذا كانت الصورة بسيطة وعدد المستويات اللونية قليل، أما إذا كانت  
الصورة معقدة فإن هذه الطريقة قد لا تحقق نجاحا حيث تميل عناصر الصورة المتجاورة لان تأخذ  
قيما مختلفة، بذلك يكون التكرار قليل وقد ينتج عن ذلك إن حجم الملف المضغوط اكبر من حجم  
الملف الأصلي.

## ٦.١.٢ مرحلة التحويل المويجي المقطع العكسي

### Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT)

يتم في هذه المرحلة استعادة الصورة حيث تبدأ عملية الاسترجاع من المستوى الذي انتهى عنده التحليل. تتضمن عملية الاسترجاع عمليتين رئيسيتين هما اللافوف للصفوف والأعمدة مع مرشحات الموجة والتقييس حسب المعادلة (٢-٢)، تمثل العملية الثانية الاستكمال (*Interpolation*) ويرمز لها بالرمز  $\uparrow 2$  والتي تتضمن بإضافة أصفار بين كل عينتين متتاليتين والمعادلة التالية توضح ذلك

$$y^1(2n) = y^1(n), y^1(2n+1) = 0 \dots\dots\dots (١١.٢)$$

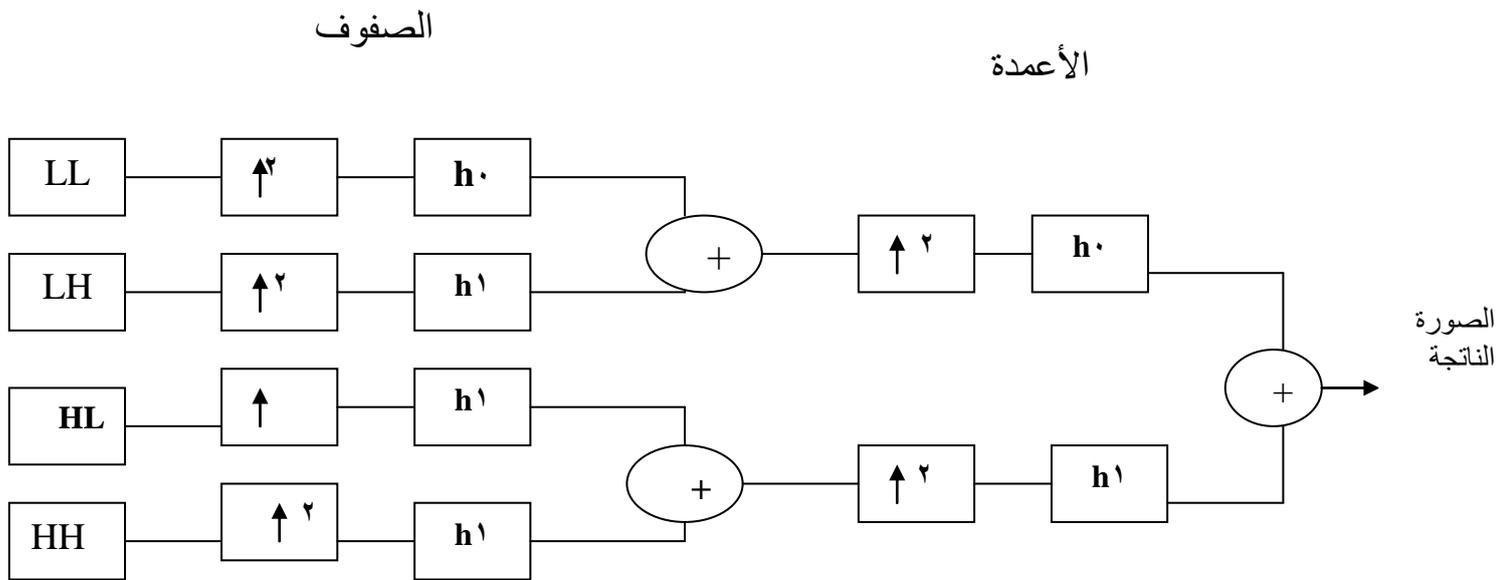
حيث أن

$y^1(n)$  : الإشارة بعد عملية التحويل المويجي .

$y(n)$  : الإشارة الناتجة بعد عملية الاستكمال.

ثم تتم عملية الانتقال إلى المستوى الذي يليه في التحليل وهكذا إلى أن يتم استرجاع الصورة

[١٣][١٤] والمخطط الآتي يوضح هذه المرحلة



شكل (١٠-٢) مرحلة الاسترجاع للصورة والخوارزمية التالية تصف العمل

### Algorithm ٥.٢ {Inverse Discrete Wavelet Transform}

Step ١:-Upsample the rows for each Subbands(**LL,LH,HL,HH**)by inserting zero between every tow sample

Step ٢:-Convolve the rows result from step ١ with low and high pass filter, where the Subbands (**LL,LH**) with low pass filter and (**HL,HH**) with the high pass filter

Step ٣:-Upsample the columns for the result from step ٢ by inserting zero between every tow samples

Step ٤:-Convolve the result from step ٣ with low pass and high pass filters ,where the subbands(**LL,HL**) with the low pass filter and (**LH,HH**) with high pass filters.

Step ٥:- Add the results from step ٣ with the result from step ٤ and save the result

حيث  $M$  تمثل عدد الصفوف و  $٣$  تمثل عدد الأعمدة والتي تمثل الألوان الثلاثة، تتم بعد ذلك الوصول إلى منطقة البيانات للملفات الثلاثة وقراءة بيانات كل ملف وخزنة في مصفوفة، ثم عملية تجميع الألوان حسب المقياس الأقل مسافة (**Minimum Distance**)، حيث تتم عملية استخراج القيمة المطلقة لحاصل جمع الفروق بين مصفوفات البيانات الثلاثة ومصفوفات الألوان تبعاً للمتغير  $I$  وخزن الناتج في المتغير  $D$ ، ثم تحسب القيمة المطلقة لحاصل جمع الفروق بين مصفوفات البيانات ومصفوفات الألوان تبعاً للمتغير  $J$  وخزن الناتج في المتغير  $DD$  ثم تتم عملية المقارنة بين المتغيرين ( $D,DD$ ) والاحتفاظ بالمتغير الذي يمثل القيمة الأقل [٤١] والخوارزمية الآتية توضح ذلك

### ALGORITHM ٦.٢ {Combing the single color}

Step ١: Get the RGB palette of the original image.

Step ٢: Store the RGB palette entries in an array.

Step ٣: Get the palette single colored image.

Step ٤: { Calculate bit per pixel and block data for each row }

$$\text{Buf} := (((\text{bmph.wid} + ٣) \text{div } ٤) \times ٤)$$

## ٨.١.٢ حساب الفرق بين الصورتين (الأصلية والمسترجعة):-

أن الصورة المدخلة الى هذه المرحلة هي الصورة الأصلية والمسترجعة، حيث يحسب النظام الفرق بين الصورتين لمعرفة كمية المعلومات المفقودة في الصورة المسترجعة فإذا كانت  $I(n1,n2)$  تمثل الصورة الأصلية و  $\tilde{I}(n1,n2)$  تمثل الصورة المسترجعة فان  $E(n1,n2)$  تمثل صورة الفرق، حيث يحسب كل عنصر في صورة الفرق بقراءة عنصر في ملف الصورة المسترجعة والعنصر الذي يقابله في الصورة الأصلية وحساب الفرق بين العنصرين، حسب المعادلة الآتية [١][٧]:-

$$E(n1,n2) = \tilde{I}(n1,n2) - I(n1,n2) \dots \dots \dots (١٢.٢)$$

**Algorithm ٧.٢ {difference image}**

Step ١: Get BMP files header for Original and Reconstruction image

Step ٢: Get color map for both files.

Step ٣: Calculate bitsper pixel according to the following formula

$$\text{Buf} := (((\text{bmph.wid} + ٣) \text{ div } ٤) \times ٤)$$

Step ٤: Get the offset to reach the bmp data for both files

Step ٥: While not end of files do

Begin

Get pixel<sup>١</sup> from (Original file)

Get pixel<sup>٢</sup> from (Reconstruction file)

Dif: =pixel<sup>٢</sup>-pixel<sup>١</sup>

Put Dif in difference file

End;

Step ٦: Load difference file to display on the screen.

**الفصل الثالث****تنفيذ النظام المقترح****النتائج – الاستنتاجات والعمل المستقبلي**

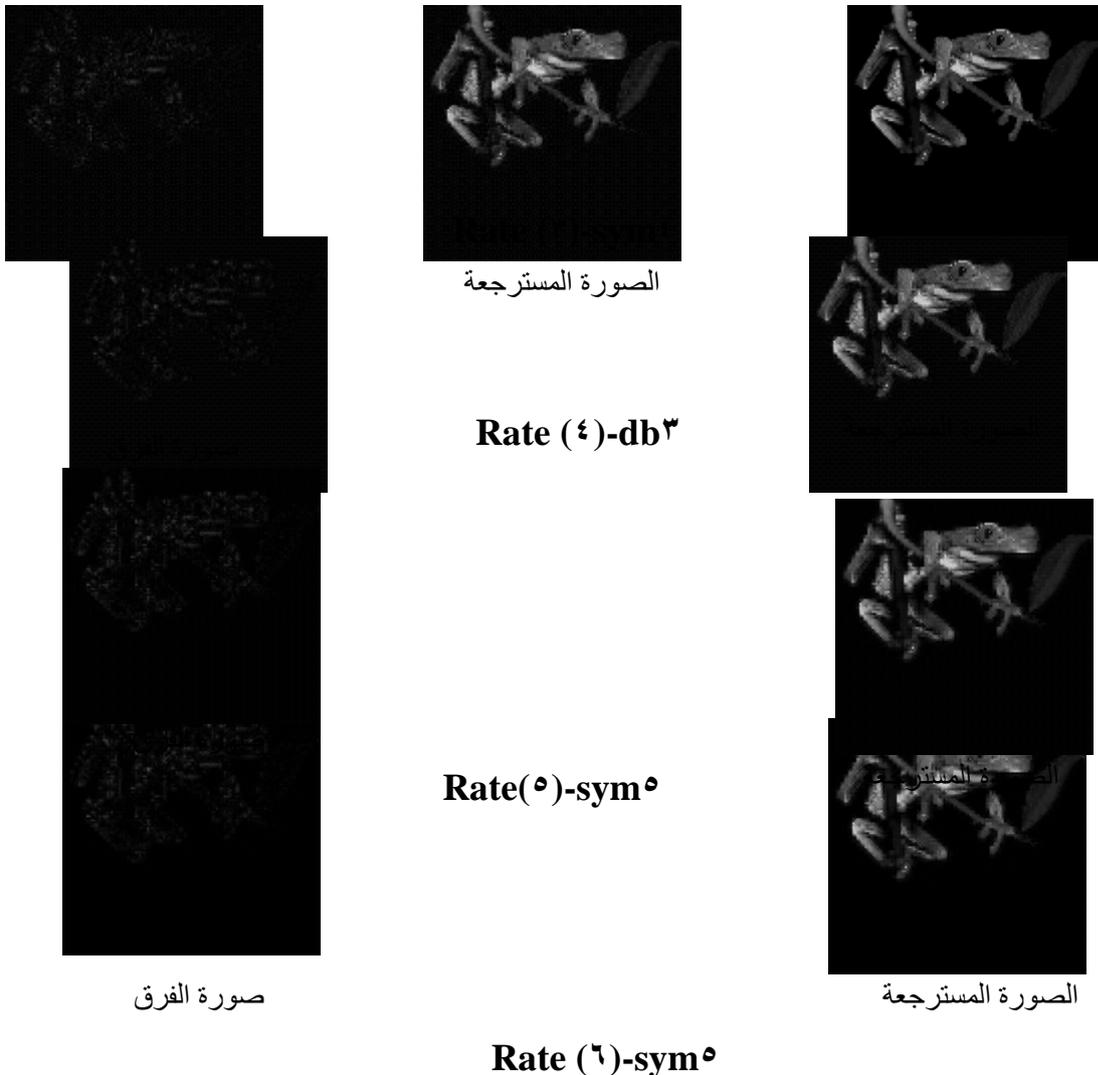
يتضمن الفصل الحالي تنفيذ النظام المقترح على ثلاث مجاميع من الصور المختلفة التعقيد وهي (ثلاث صور ذات تدرجات الرمادية Gray Images، خمسة من الصور الملونة ذات ٢٥٦ لون، وثلاث من الصور الطبيعية (RGB)). وقد استخدمت تسعة أنواع من التحويلات الموجية متمثلة بـ (db<sup>١</sup>, db<sup>٢</sup>, db<sup>٣</sup>, bior<sup>٣.٣</sup>, bior<sup>٢.٤</sup>, bior<sup>٢.٢</sup>, sym<sup>٤</sup>, sym<sup>٥</sup>, coif<sup>١</sup>) ولثلاث مراحل. المقارنة تمت على أساس كفاءة استخدام التحويلات الموجية المذكورة اعتماداً على المقاييس الآتية:-

- حساب نسبة الإشارة الى الضوضاء (*Peak Signal To Noise Ratio*) بين الصورة الأصلية والصورة الناتجة.
- حساب الفرق بين الصورة الأصلية والمسترجعة وعرضه على شكل صورة.
- إعطاء معدل البتات *Bits Rate* وبالاعتماد على هذه القيمة تحدد نسبة الضغط المرغوبة.

### التجربة رقم (١)

تم استخدام الصور ذات التدرجات الرمادية في هذه التجربة وذلك لغرض الوقوف على كفاءة النظام في ضغط هذا النوع من الصور، تم التنفيذ على ثلاثة أنواع من الصور مختلفة في درجة تعقيدها والنتائج التي تم الحصول عليها لقيم (rate=٣,٤,٥,٦) والتي تمثل عدد البتات التي تكتم بها الحزم الفرعية، وكما موضح في الجداول (١-٣)، (٢-٣) و (٣-٣) وكذلك من خلال عرض الصور الأصلية، المسترجعة وصورة الفرق.

النوع الأول من الصور ذات التدرجات الرمادية التي نفذت في النظام هي الصور البسيطة. يوضح الشكل (١-٣) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (frog.bmp).



والجدول (١-٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع الموجات لصورة (frog.bmp).

جدول (١-٣)  
نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة الى الضوضاء للصورة (frog.bmp)

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	٢١.٠٥	٨٥	٢٣.٠٤	٨٣	٢٨.٨٩	٧٩	٣٠.٨٩	٧١
db <sup>٢</sup>	٢٣.٠٦	٨٠	٢٧.٥٤	٧٨	٢٩.٧٢	٧٥	٣١.١١	٦٤
bior <sup>٢.٢</sup>	٢٣.٥٦	٨٢	٢٦.٩٥	٧٩	٢٧.٣٠	٦٧	٣١.٢٣	٦٢
bior <sup>٢.٤</sup>	٢٣.٥٢	٧٨	٢٧.١١	٧٧	٢٨.٠٩	٦٩	٣١.١٥	٥٨
bior <sup>٣.٣</sup>	٢٠.٦٢	٨٠	٢٣.٥٠	٧٦	٢٨.٨٦	٧٥	٣٠.٥١	٦٣
sym <sup>٤</sup>	٢٤.٤٩	٨١	٢٥.٤٧	٧٨	٢٨.٦٢	٦٢	٣٠.٢٥	٦٠
coif <sup>١</sup>	٢٣.٠٥	٨٠	٢٥.٣٥	٧٢	٢٩.٥٥	٦٤	٣٠.٤٠	٥٩
sym <sup>٥</sup>	٢٣.١٥	٨٣	٢٧.١٦	٧٥	٣٠.٢١	٦٢	٣١.٥٧	٥٧
db <sup>٣</sup>	٢١.١٦	٨١	٢٧.٩٢	٧٤	٢٩.٧٠	٦٥	٣٠.٥٧	٦٠

نلاحظ من خلال الجدول (١-٣) الخاص بصورة (frog.bmp) انه عند (Rate=٣) فان الموجات (db<sup>١</sup>, sym<sup>٥</sup>) تعطي نسب ضغط متقاربة، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (sym<sup>٤</sup>) تعطي افضل النتائج، وعند (Rate=٤) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db<sup>٣</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (sym<sup>٥</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند نفس (Rate) فان موجة (bior<sup>٣.٣</sup>) تعطي نتائج جيدة من حيث نسبة الضغط ونوعية الصورة. وعند (Rate=٦) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، بينما تعطي موجة (sym<sup>٥</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء.

يوضح الشكل (٢-٣) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (ci<sup>٩٩</sup>-g.bmp).



صورة الفرق



الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٤)-coif<sup>١</sup>

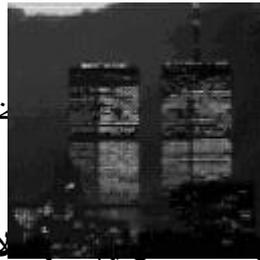


صورة الفرق



الصورة المسترجعة

Rate(٥)-db<sup>١</sup>



موجيات لصورة

وذلك قيم (PSNR)

والجدول (٢-٣)

جدول (٢-٣)

(g.bmp)

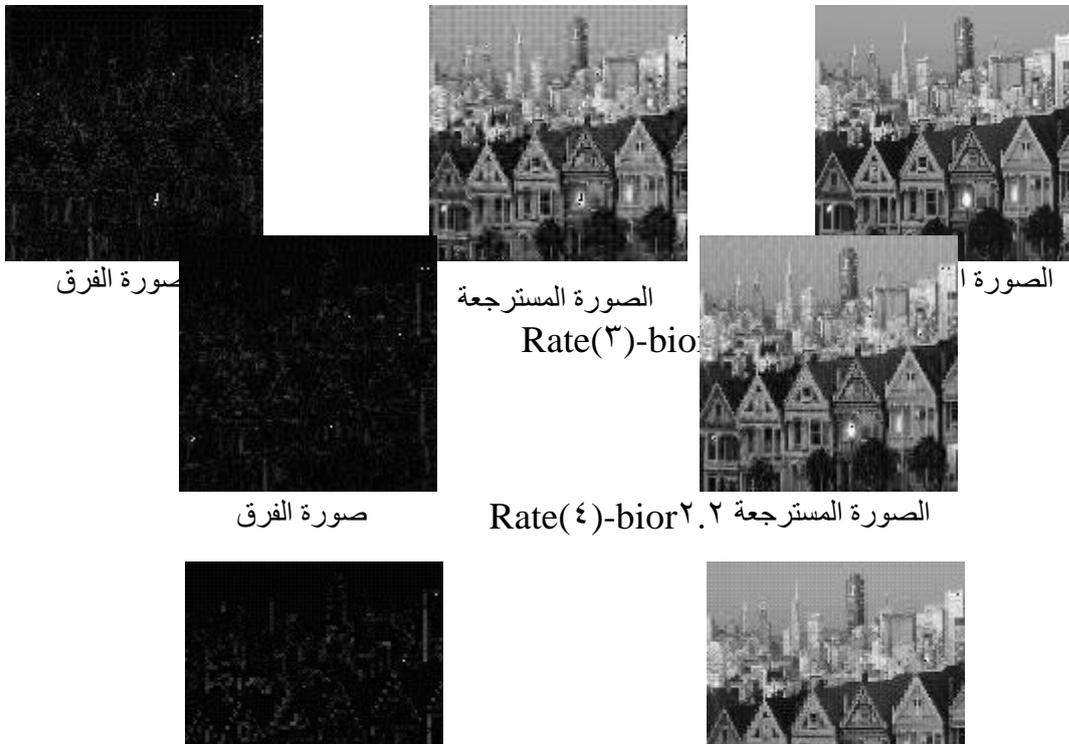
نسبة الإشارة الى الضوضاء للصورة (٢-٣) الصورة المسترجعة

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate(٤)-db <sup>١</sup>		Rate=٥		Rate=٦	
	أنواع الموجيات		مختلفة وباستخدام		عند نسب ضغط (ci		صورة (٢-٣) (g.bmp)	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	٢٥.١ ٥	٨١	٢٧.٣ ٧	٧٢	٣٠.٨ ١	٥١	٣١.٠ ٥	٣٣
db <sup>٢</sup>	٢٢.٨ ٧	٧٥	٢٦.٨ ٧	٦٨	٢٨.٦ ١	٤٢	٣٠.٩ ٨	٣٦
bior <sup>٢.٢</sup>	١٨.٩ ٧	٦٤	٢٦.٤ ٥	٥٩	٢٨.٦ ٨	٥٥	٢٩.٧ ٣	٣٤
Bior <sup>٢.٤</sup>	٢٥.٤ ٦	٦٨	٢٧.٧ ٥	٦٣	٢٨.٤ ١	٦١	٢٩.٨ ٤	٤٧
bior <sup>٣.٣</sup>	٢٠.٨ ٢	٧٢	٢٧.٥ ٥	٥٩	٢٩.٤ ٠	٣٣	٢٩.٥ ٩	٣٢

شكل (٢-٣)

Sym <sup>٤</sup>	٢٧.٣ ٢	٧٣	٢٨.٤ ٠	٥٩	٢٨.٤ ٨	٤٦	٢٩.١ ٢	١٨
Coif <sup>١</sup>	٢٤.٢ ٥	٦٨	٢٨.٤ ٥	٥١	٢٩.٩ ٤	٤٢	٣٠.١ ٦	٢٠
Sym <sup>٥</sup>	٢٥.١ ٦	٦٢	٢٧.٦ ٦	٥٥	٢٩.٦ ٣	٣٨	٢٩.٩ ٧	١٦
db <sup>٣</sup>	٢٤.٥ ٦	٧٦	٢٨.٥ ١	٦٣	٢٩.٥ ١	٤٣	٣٠.١ ١	١٢

نلاحظ من خلال الجدول (٢-٣) الخاص بصورة (ci99-g.bmp) انه عند (Rate=٣) فان الموجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل نسب ضغط وتعطي الموجات (bior<sup>٣.٣</sup>,sym<sup>٤</sup>,db<sup>٢</sup>) تعطي نسب ضغط متقاربة، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (sym<sup>٤</sup>) تعطي افضل النتائج، وعند (Rate=٤) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط وكذلك يمكن ملاحظة زيادة نسبة الإشارة إلى الضوضاء بين (Rate=٣) و (Rate=٤)، وتعطي موجة (db<sup>٣</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان موجة (bior<sup>٢.٤</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db<sup>١</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء ونلاحظ تقارب نسب الإشارة إلى الضوضاء لجميع الموجات عند (Rate=٥). وعند (Rate=٦) فان موجة (bior<sup>٢.٤</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، بينما تعطي موجة (db<sup>١</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. النوع الثالث من الصور ذات التدرجات الرمادية التي نفذت في النظام هي الصور المعقدة. يوضح الشكل (٣-٣) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (city.bmp).



والجدول (٣-٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم نسبة الضوضاء الى الاشارة (PSNR) بتطبيق أنواع المويجات لصورة (city.bmp).

جدول (٣-٣)  
نسب الضغط وقيم نسبة الاشارة الى الضوضاء للصورة (city.bmp)

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	٢٢.٠ ٣	٧٢	٢٢.٨٦	٦٤	٢٤.٩ ١	٣٩	٢٤.٩٩	٢٤
db <sup>٢</sup>	١٧.٥ ٣	٧١	٢١.٧٩	٦٠	٢٢.٥١	٤٤	٢٥.٠٠	٢٣
bior <sup>٢.٢</sup>	٢٢.٤ ٠	٦٦	٢٤.١٧	٥٣	٢٤.٧٩	٣٨	٢٥.١ ٥	١٩
bior <sup>٢.٤</sup>	٢١.٩ ٨	٧٠	٢٣.٣٢	٥٨	٢٣.٧٧	٣٨	٢٤.٣٩	١٥
bior <sup>٣.٣</sup>	١٧.٠ ٧	٦٤	٢١.٨١	٤٩	٢٣.٦٤	٣٣	٢٤.٦٩	٢١
sym <sup>٤</sup>	١٩.٣ ٢	٦٦	٢٠.٠٥	٥٣	٢١.٠٥	٤٠	٢١.٢٣	١٥
coif <sup>١</sup>	٢١.٥ ٢	٦٥	٢٣.٤٨	٥٥	٢٤.٣٥	٣٦	٢٤.٩٢	١٩
sym <sup>٥</sup>	١٩.٠ ٦	٦٧	٢٣.٧٢	٤٦	٢٤.٦٥	٢٨	٢٤.٨٢	١١
db <sup>٣</sup>	١٧.٩ ٧	٦٦	٢٣.٢٥	٥٤	٢٣.٨٥	٣٥	٢٤.٦٣	٧

نلاحظ من خلال الجدول (٣-٣) الخاص بصورة (city.bmp) انه عند (Rate=٣) فان الموجة (db١) تعطي افضل نسب ضغط ،أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (bior٢.٢) تعطي افضل النتائج كما موضح في الشكل (٣-٣)، وعند (Rate=٤) فان الموجات (db١,db٢) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط ،وتعطي موجة (bior٢.٢) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان موجة (db٢) تعطي افضل النتائج من حيث نسب الضغط وتعطي موجة (db١) افضل النتائج من حيث نسب الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٦) تعطي الموجات (db١,db٢) افضل النتائج حيث نسبة الضغط،بينما تعطي موجة (bior٢.٤) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء.

### التجربة رقم (٢)

في هذه التجربة تم تنفيذ النظام على خمس أنواع من الصور الملونة ذات (٢٥٦) لون، ولمعدل بيانات (rate=٣,٤,٥,٦) موضحة في الجداول (٤-٣)، (٥-٣)، (٦-٣)، (٧-٣)، (٨-٣)، و(٩-٣) وكذلك من خلال عرض الصور الأصلية، المسترجعة وصورة الفرق. يوضح الشكل (٤-٣) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (city ٢٥٦.bmp).



صورة الفرق



الصورة المسترجعة

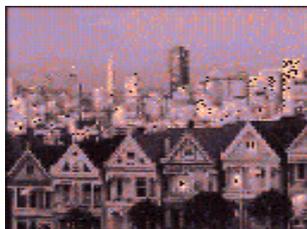


الصورة الأصلية

### Rate(٣)-db٢



صورة الفرق



الصورة المسترجعة



صوره الفرق



الصورة المسترجعة

والجدول (٣-٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم نسب الإشارة إلى الضوضاء (PSNR) بتطبيق

Rate(٥)-db١

أنواع الموجات للصورة المبينة في اعلاة.



city

صورة الفرق



جدول (٤-٣)

نسب الضوضاء (PSNR)

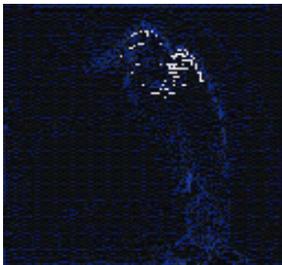
الصورة المسترجعة

نسب الضغط

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	١٥.٨٠	٧١	١٦.٦٢	٥٦	١٧.٦٣	٣٥	١٨.٩٦	٨
db٢	١٧.٠٢	٦٥	١٧.٩٢	٤٨	١٨.٣٣	٢٨	١٩.٧٩	٥
bior٢.٢	١٥.٧٦	٥٦	١٦.٣٣	٤٤	١٨.٧٨	٢٤	١٨.٩٥	-
Bior٢.٤	١٥.٥٣	٥٠	١٥.٩٨	٤٠	١٨.٤٠	١٥	١٨.٦٣	-
bior٣.٣	١٤.٩٥	٥٨	١٦.٣٥	٤٠	١٦.٩٤	١٥	١٨.٧٦	-
Sym٤	١٢.١٨	٥٤	١٢.٥٩	٣٠	١٣.٦٨	١٢	١٣.٩٠	-
Coif١	١٥.٩٣	٥٥	١٦.٧٣	٣٢	١٧.١٩	٧	١٨.١٤	-
Sym٥	١٦.١١	٥٣	١٦.٦٦	٣٤	١٨.٨٣	٧	١٨.٨٧	-
db٣	١٦.٠٧	٦٠	١٨.٤١	٣٧	١٩.١٠	٢٠	٢٠.٢٤	-

نلاحظ من خلال الجدول (٣-٤) الخاص بصورة (city٢٥٦.bmp) انه عند (Rate=٣) فان (db١) تعطي افضل انسب الضغط، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (db٢) تعطي افضل النتائج كما موضح في الشكل (٣-٤)، وعند (Rate=٤) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db٣) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db٣) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. وعند (Rate=٦) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، بينما تعطي موجة (db٣) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء.

يوضح الشكل (٣-٥) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (crane.bmp).



صورة الفرق



الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٣)-db٢



يوضح الجدول (٥-٣) نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع الموجات لصورة (crane.bmp).

جدول (٥-٣)  
نسب الضغط وقيم نسبة الضوضاء إلى الإشارة (PSNR) لصورة crane.bmp

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	١٨.٣٤	٨٣	١٨.٩٨	٧٣	٢٢.٧١	٦٣	٢٧.٤٤	٤٢
db <sup>٢</sup>	٢٠.٠٣	٧٢	٢٠.٨٤	٦٠	٢٤.٤٠	٤٣	٢٤.٤٣	٢٢
bior <sup>٢.٢</sup>	١٥.٧٧	٨٠	١٨.٠٨	٧٠	٢٤.٨٥	٥٥	٢٤.٩٦	٣٨
Bior <sup>٢.٤</sup>	١٥.٨٣	٧٥	٢٢.٤١	٦٤	٢٤.٣٠	٤٩	٢٥.٠١	٣١
bior <sup>٣.٣</sup>	١٧.٤٨	٧٧	١٩.٠٨	٦٥	٢٣.٢٥	٥٣	٢٤.٦٠	٣٠
Sym <sup>٤</sup>	١٥.٢٦	٨٠	١٥.٢٨	٦٩	١٥.٤٧	٥١	١٥.٥١	٣٢
Coif <sup>١</sup>	١٩.٠٦	٧٨	٢١.٢٦	٦٥	٢٣.٨٦	٥١	٢٥.٩٢	٣٤
Sym <sup>٥</sup>	١٧.٧٧	٧٨	٢٢.٩٤	٧٣	٢٣.٦٠	٦٣	٢٤.٥٧	٣٧
db <sup>٣</sup>	١٧.٠١	٧٥	٢٣.٤٢	٦٦	٢٤.٣٠	٥٧	٢٤.٦٦	٣٢

نلاحظ من خلال الجدول (٥-٣) الخاص بصورة (crane.bmp) انه عند (Rate=٣)

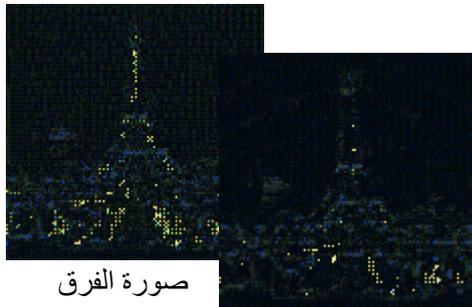
فان الموجات (db<sup>١</sup>, bior<sup>٢.٢</sup>) تعطي افضل نسب ضغط ،أما من حيث نسبة الإشارة إلى



مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	١٦.٥٧	٧٢	١٧.٨٢	٥٥	١٩.٦٨	٣٨	٢٠.٢٩	١٥
db٢	١٦.٣١	٦٦	١٦.٩٧	٥٢	١٨.٧١	٢٣	١٩.٦٦	١٢
bior٢.٢	١٥.٤٥	٦٤	١٦.٥٩	٤٥	١٩.٤٨	٣٦	١٩.٧٣	١٣
Bior٢.٤	١٥.٧٤	٥٨	١٧.٠٠	٤٩	١٩.٣٥	١٩	١٩.٥٥	٧
bior٣.٣	١٥.٩٣	٦٤	١٦.٦٢	٤٥	١٨.٢٩	٣٣	١٩.٢٤	٦
Sym٤	١٢.٤٥	٦٠	١٣.٠٢	٥٢	١٣.٢٠	٣٠	١٣.٢٣	٥
Coif١	١٥.٢٥	٦٣	١٦.٣٥	٤٢	١٩.٤٠	٣٠	١٩.٧٩	٨
Sym٥	١٥.٣٤	٦٠	١٦.٦٨	٤٥	١٨.٠١	١٥	١٩.٨١	-
db٣	١٧.٢١	٦٤	١٨.٢٧	٥٢	١٨.٨٥	٣٠	١٩.٨٥	٦

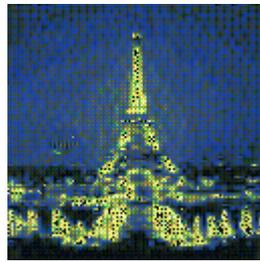
نلاحظ من خلال الجدول (٦-٣) الخاص بصورة (windmill.bmp) انه عند (Rate=٣) فان موجة (db١) تعطي افضل نسب ضغط، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (db٣) تعطي افضل النتائج، وعند (Rate=٤) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db٣) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان الموجات (db١, bior٢.٢) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db١) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. وعند (Rate=٦) فان الموجات (db١, bior٢.٢) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وافضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء.

يوضح الشكل (٧-٣) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (eiffel٢٥٦.bmp).

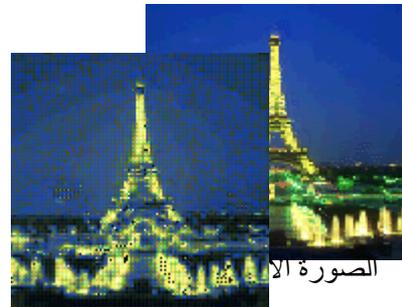


صورة الفرق

صورة الفرق

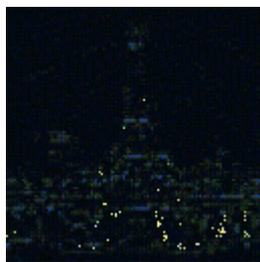


الصورة المسترجعة

Rate(٣)-coif١  
Rate(٤)-db٣

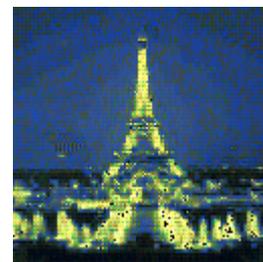
الصورة الا

الصورة المسترجعة

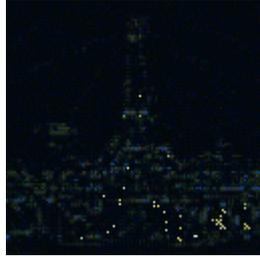


صورة الفرق

Rtae(٥)-db٣



الصورة المسترجعة



صورة الفرق



الصورة المسترجعة

Rate(٦)-bior٢.٢

شكل (٧-٣) صورة (eiffel٢٥٦.bmp) عند نسب ضغط مختلفة وباستخدام أنواع المويجات والجدول (٧-٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع المويجات لصورة

(eiffel٢٥٦.bmp).

جدول (٧-٣)

نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR) لصورة (eiffel٢٥٦.bmp)

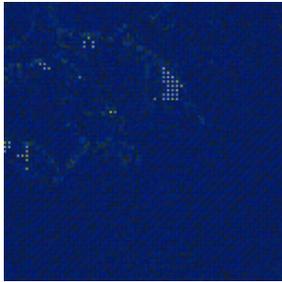
مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	١٧.٥٦	٨٠	١٨.٧٩	٦٩	٢٠.١٤	٦٣	٢٢.٥٠	٤٢
db٢	١٨.٧٥	٧٢	٢٠.٠٧	٦٠	٢٠.٩١	٤٣	٢٢.٠٨	٢٢
bior٢.٢	١٨.٨٦	٧٠	١٩.٧٤	٥٥	٢٠.٣٩	٣٨	٢٣.٠٣	١٩
Bior٢.٤	١٨.٨٨	٦٨	١٩.٩٣	٤٩	٢٠.٩٧	٣١	٢٢.٧٨	١٧
bior٣.٣	١٦.٩٤	٦٩	١٨.٧٧	٦٢	١٩.٧٠	٤٣	٢٢.٠٠	٢٠
Sym٤	١٣.٧٠	٧٠	١٤.٠٠	٥٥	١٤.١٢	٣٢	١٤.١٦	١٥
Coif١	١٨.٩٧	٦٧	٢٠.٩٥	٥٨	٢١.٧٠	٣٥	٢١.٧٤	٢٠
Sym٥	١٦.٥٨	٦٦	١٨.٤٥	٥٠	٢٠.٣٢	٣٠	٢٢.٠٣	١٠
db٣	١٣.٨٨	٦٠	٢٠.٩٨	٥٤	٢١.٨٨	٣٦	٢٢.٦٩	٢١

نلاحظ من خلال الجدول (٧-٣) الخاص بصورة (eiffel٢٥٦.bmp) انه عند (Rate=٣)

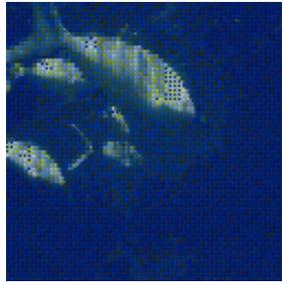
فان موجة (db١) تعطي افضل نسب الضغط، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان

موجة (coif<sup>1</sup>) تعطي افضل النتائج، وعند (Rate=٤) فان موجة (db<sup>1</sup>) تعطي افضل نسب الضغط، وتعطي موجة (db<sup>3</sup>,coif<sup>1</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء ويمكن أن نلاحظ التحسن الواضح في هذه النسبة لموجة (db<sup>3</sup>) بين (Rate=٣,٤)، وعند (Rate=٥) فان موجة (db<sup>1</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وتعطي موجة (db<sup>3</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. وعند (Rate=٦) فان موجة (db<sup>1</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، بينما تعطي موجة (bior٢.٢) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء.

يوضح الشكل (٣-٨) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (fish٢٥٦.bmp) باستخدام موجات مختلفة.



صورة الفرق

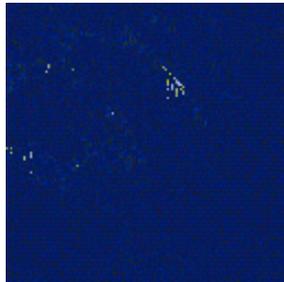


الصورة المسترجعة

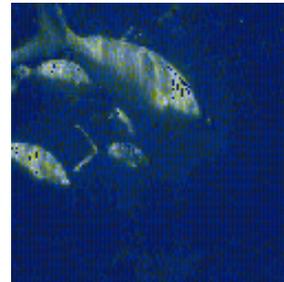


الصورة الأصلية

Rate(٣)-db<sup>1</sup>



صورة الفرق

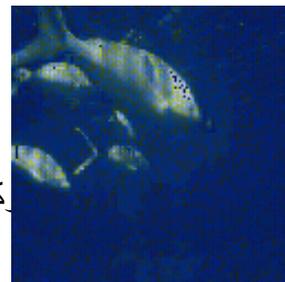


الصورة المسترجعة

Rate(٤)-bior٢.٤

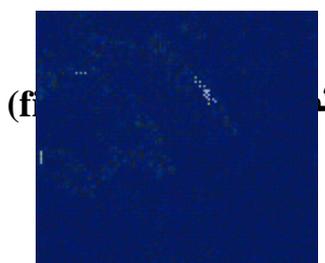


صورة الفرق



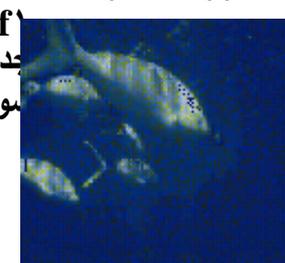
الصورة المسترجعة

والجدول (٣-٨) وكذلك قيم (PSNR) لصورة (fish٢٥٦.bmp)



(f

Rate(٥)-coif<sup>1</sup>  
جدول (٣-٨)  
نسب الضغوط و



نسب الضغوط و

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	٢١.٤١	٨٢	٢١.٨٩	٧٥	٢٤.٨٢	٦٠	٢٧.٠٩	٣٤
db٢	٢٠.٩٤	٧٣	٢٢.٥٠	٦٤	٢٤.٩١	٣٢	٢٥.٢١	٢٧
Bior٢.٢	١٧.٤١	٧١	٢٣.٢٦	٥٩	٢٤.٦٣	٥٠	٢٥.٦٧	٢٧
Bior٢.٤	١٧.١١	٧١	٢٤.٦٠	٥٥	٢٤.٦٦	٣٦	٢٦.٣٨	١٧
Bior٣.٣	٢٠.١١	٦٩	٢١.٠٣	٦٣	٢٣.٩٢	٤٧	٢٤.٩٢	٢٢
Sym٤	١٨.٧٤	٧٤	١٨.٩٨	٦٦	١٩.٣٠	٣٩	١٩.٥٩	٢٢
Coif١	٢٠.٠٣	٧٣	٢٠.٦٠	٦١	٢٥.٢٥	٤٦	٢٦.٢٣	٢٠
Sym٥	٢٠.٩٠	٧٣	٢١.٤٩	٥٣	٢٤.٥٧	٤٥	٢٤.٦٦	٢١
db٣	١٩.٥٢	٧٨	٢٠.٨٥	٦٣	٢٤.١٦	٤٢	٢٤.٣٢	٣٦

نلاحظ من خلال الجدول (٣-٨) الخاص بصورة (fish٢٥٦.bmp) انه عند (Rate=٣) فان الموجات (db١,db٣) تعطي نسب ضغط متقاربة، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج، وعند (Rate=٤) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط وتعطي موجة (bior٢.٤) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط وتعطي موجة (coif١) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة

إلى الضوضاء، وعند (Rate=٦) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج لنسبة الضغط ونسبة الإشارة إلى الضوضاء.

### التجربة رقم (٣):-

في هذه التجربة تم تنفيذ النظام في ضغط الصور الملونة ذات (٢٥٦) لون بعد عملية الفصل لملف الصورة الأصلية إلى ثلاثة ملفات (Red,Green,Blue) وكما موضح في الشكل (٣-١١)، واستخدمت سبع أنواع من هذه الصور مختلفة في درجة تعقيدها والنتائج التي تم الحصول عليها بإعطاء قيم (٣,٤,٥,٦,٧) Rate= (٣,٤,٥,٦,٧) موضحة في الجداول (٣-١١)، (٣-١٢)، (٣-١٣)

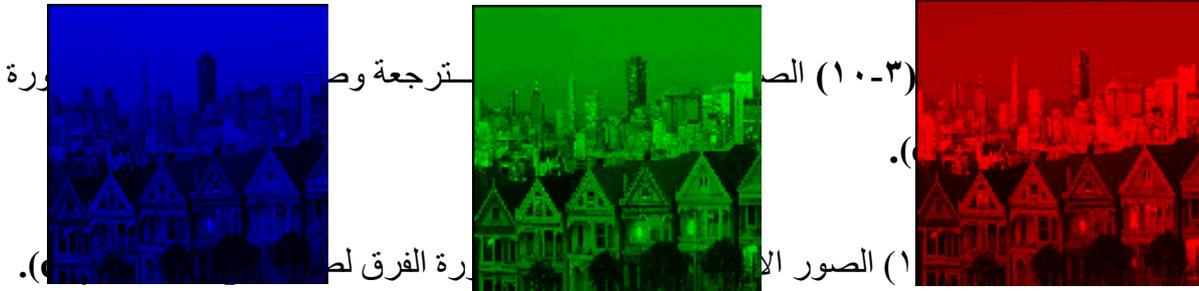
(١٤-٣) وكذلك من خلال عرض الصور الأصلية، المسترجعة وصورة الفرق. يوضح الشكل (٩-٣) الصورة الأصلية والمسترجعة بعد عملية فصل الألوان لملف صورة (city256.bmp) إلى ثلاث ملفات.



الصورة المسترجعة



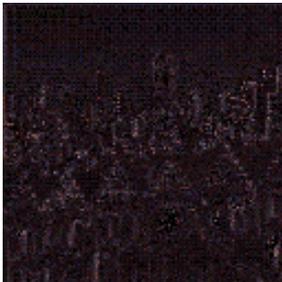
الصورة الاصلية



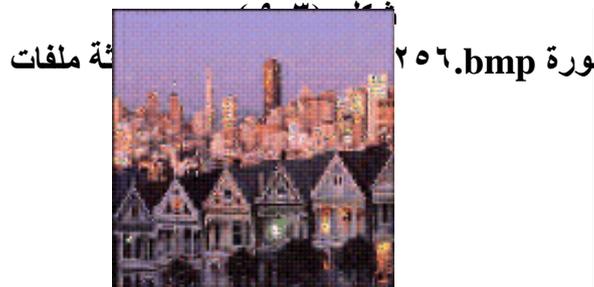
blue.bmp

green.bmp

red.bmp



صورة الفرق



الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٣)-db<sup>٣</sup>



صورة الفرق

Rate(٤)-db<sup>٣</sup>



الصورة المسترجعة



يوضح الجدول (٩-٣) نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع من الموجات لصورة (city ٢٥٦.bmp).

جدول (٩-٣)

نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة (city ٢٥٦.bmp)

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	١٥.٩٣	٧٥	١٧.٥٥	٥٧	١٨.٢٩	٤١	١٨.٤١	٢٤
db <sup>٢</sup>	١٨.٦٤	٦٦	١٨.٩٤	٥٠	١٩.٣٦	٣٠	١٩.٤٦	١٥
bior <sup>٢.٢</sup>	١٨.١٤	٥٨	١٨.٥٢	٥٣	١٩.١٦	٣٥	١٩.٢٢	٢٠
bior <sup>٢.٤</sup>	١٨.١٦	٥٥	١٨.٤٥	٤٥	١٩.١٨	٢٠	١٩.٢٦	١٤
bior <sup>٣.٣</sup>	١٦.٠٧	٦٥	١٧.٢٢	٤٣	١٧.٩٣	٣٥	١٨.٣٠	١٠
sym <sup>٤</sup>	١٧.١٣	٥٧	١٧.٣٣	٤٨	١٧.٤٥	١٧	١٧.٨٠	٥
coif <sup>١</sup>	١٧.٨٦	٦٠	١٨.١٠	٥٣	١٨.٧٤	١٤	١٨.٩١	٥
sym <sup>٥</sup>	١٨.٧٥	٥٥	١٨.٩٨	٤٥	١٩.٢٥	١٥	١٩.٤٠	٦
db <sup>٣</sup>	١٨.٧٦	٦٢	١٩.٥٥	٤٦	١٩.٩٠	٣٠	٢٠.٠٨	١٢

نلاحظ من خلال الجدول (٩-٣) الخاص بصورة (city ٢٥٦.bmp) انه عند (Rate=٣) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل نسب الضغط وتليها موجة (db<sup>٢</sup>)، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (db<sup>٣</sup>, sym<sup>٥</sup>) تعطي افضل النتائج، وعند (Rate=٤) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db<sup>٣</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db<sup>٣</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. وعند (Rate=٦) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط،

بينما تعطي موجة (db<sup>٣</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، يوضح الشكل (٣)-١ الصور الأصلية والمسترجعة لصورة (eiffel ٢٥٦.bmp) عند (Rates) مختلفة.



صورة الفرق

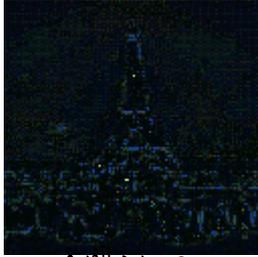


الصورة المسترجعة



الصورة الاصلية

Rate(٣)-db<sup>١</sup>



صورة الفرق



الصورة المسترجعة

Rate(٥)-sym<sup>٥</sup>

صورة الفرق



الصورة المسترجعة

Rate(٦)-

والجدول (١٠-٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع المويجات

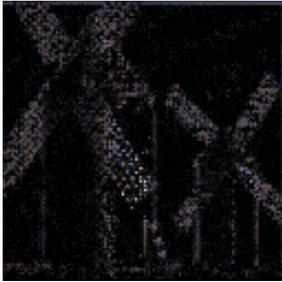
شكل (١٠-٤) صورة (eiffel.bmp) عند نسب ضغط مختلفة وباستخدام أنواع المويجات جدول (١٠-٣)

نسب الضغط وقيم نسبة الاشارة الى الضوضاء لصورة eiffel.bmp

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	١٨.١٩	٨٥	١٨.٥٣	٧٥	١٩.٣٥	٧١	٢١.٧٦	٦٠
db <sup>٢</sup>	١٣.٧٨	٨٢	١٦.٢٤	٦٧	١٩.٥٣	٦٣	١٩.٥٤	٤٨
bior <sup>٢.٢</sup>	١٤.٧١	٨٠	١٩.٦٣	٦٣	١٩.٤١	٦١	٢٠.٤٧	٣٣
<u>Bior<sup>٢.٤</sup></u>	١٤.٢٩	٧٤	١٩.١٨	٦٠	١٩.٤٢	٤٦	٢٠.٢٦	٢٧
bior <sup>٣.٣</sup>	١٦.٦٦	٧٨	١٧.٥٣	٦١	١٩.٨٥	٥٩	٢٠.٦٣	٥٠
Sym <sup>٤</sup>	١٥.٣٧	٧٥	١٥.٨٠	٦٤	١٦.٤٥	٤٦	١٦.٧٨	٢٩
Coif <sup>١</sup>	١٦.٦٤	٨٢	١٩.٣٢	٦٥	١٩.٤٠	٥٣	١٩.٩٠	٣٧
Sym <sup>٥</sup>	١٦.٥٠	٧٠	١٦.٦٩	٥٧	١٩.٨٨	٤٥	٢٠.٣٤	٢٠

db <sup>٣</sup>	١٥.٩٠	٧٦	١٦.٢١	٦٨	١٨.٥٨	٥٤	١٩.٨٠	٢٧
-----------------	-------	----	-------	----	-------	----	-------	----

من خلال الجدول (٣-١٠) نلاحظ أن عند (Rate=٣) فان الموجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسب الضغط و من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٤) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج لنسب الضغط وتعطي موجة (bior٢.٢) افضل النتائج لقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء كما يمكن أن نلاحظ أن قيمة نسب الإشارة إلى الضوضاء لموجة (db٢) تزداد خلال (Rate=٣,٤) مع الاحتفاظ بنسبة ضغط عالية، وعند (Rate=٥) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج لنسب الضغط وتعطي موجة (sym٥) افضل النتائج لقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٦) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج لنسبة الضغط وتعطي موجة (db١) افضل النتائج لنوعية الصورة المسترجعة، يوضح الشكل (٣-١٢) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لكافة نسب الضغط لصورة (windmil.bmp).



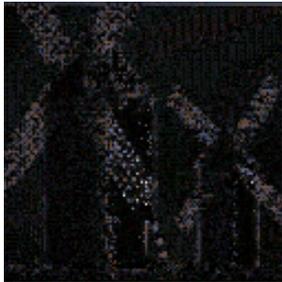
صورة الفرق



الصورة المسترجعة

Rate(٣)-db<sup>٣</sup>

الصورة الاصلية



صورة الفرق



الصورة المسترجعة

Rate(٤)-db<sup>٣</sup>

صورة الفرق



الصورة المسترجعة

Rate(٥)-db<sup>٢</sup>

الجدول (١١-٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع المويجات لصورة (windmil.bmp).

جدول (١١-٣)

مرشحات الموجة	Rate=١		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	١٧.١١	٧٧	١٧.٧٧	٦٤	٢١.١١	٤١	٢١.٣١	٣٩
db <sup>٢</sup>	١٨.٥٣	٧٠	١٩.٨٤	٤٤	٢١.٣٩	٣٠	٢١.٥٤	٢٠
Bior <sup>٢.٢</sup>	١٦.٠٨	٦٥	١٨.٥١	٥٥	١٩.٣٣	٣٦	١٩.٦٤	١٦
Bior <sup>٢.٤</sup>	١٧.٠١	٦٦	١٧.٦٤	٥٠	١٨.٨٦	٣٠	١٩.٦٣	١٠
bior <sup>٣.٣</sup>	١٥.٤٧	٦٥	١٩.٨٧	٥٠	٢٠.١٢	٣٠	٢٠.٦٢	١٤
Sym <sup>٤</sup>	١٤.٣٢	٦٦	١٥.٢١	٤٠	١٦.٠٣	٢٠	١٦.٥٠	١٠
Coif <sup>١</sup>	١٥.٧٨	٧٣	١٨.٩٤	٥٠	١٩.٠١	٣٠	١٩.٢٩	١٥
Sym <sup>٥</sup>	١٥.٣٦	٧٠	١٩.٦٥	٥٥	٢٠.٠٣	٢٠	٢٠.٠٥	١٠
db <sup>٣</sup>	١٩.١٧	٦٩	٢٠.١٦	٥٠	٢٠.٧٢	٣٣	٢١.٠١	١٥

يوضح الجدول (١١-٣) نتائج تنفيذ صورة (windmil.bmp)، حيث نلاحظ انه عند (Rate=٣) فان المويجات (db<sup>١</sup>,coif<sup>١</sup>) تعطي نتائج متقاربة من حيث نسب الضغط وتعطي موجة (db<sup>٣</sup>) افضل النتائج من حيث نوعية الصورة، وعند (Rate=٤) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج لنسبة الضغط، وتعطي موجة (db<sup>٣</sup>) افضل النتائج لنسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل النتائج لنسبة الضغط وتعطي موجة (db<sup>٢</sup>) افضل النتائج لقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٦) فان موجة (db<sup>١</sup>) افضل النتائج من حيث نسبة الضغط وتعطي موجة (db<sup>٢</sup>) افضل نوعية للصورة المسترجعة، يمكن ان نلاحظ انه عند قيم (Rates) مختلفة فان المويجات (bior<sup>٢.٢</sup>, bior<sup>٢.٤</sup>, bior<sup>٣.٣</sup>) تعطي نتائج متقاربة لنسب الضغط، يوضح الشكل (١٣-٣) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لكافة نسب الضغط



صورة الفرق

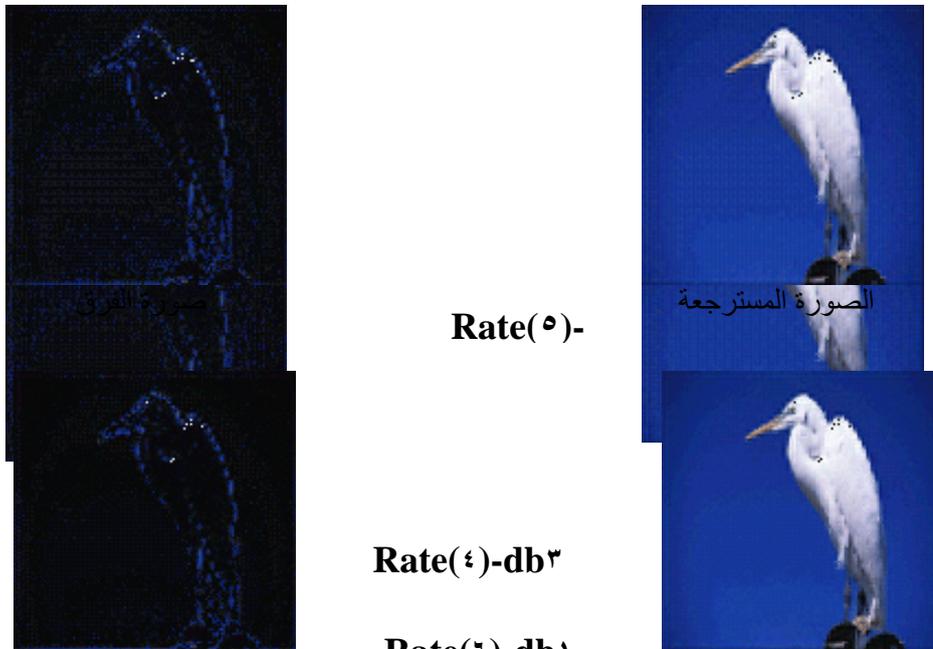


الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٣)-db<sup>٣</sup>



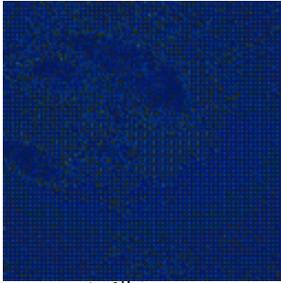
يوضح الجدول (٣-٤) نسبة الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع المويجات  
 شكل (٣-٤) الصورة (crane.bmp) عند نسب ضغط مختلفة وباستخدام أنواع المويجات

جدول (٣-١٢)

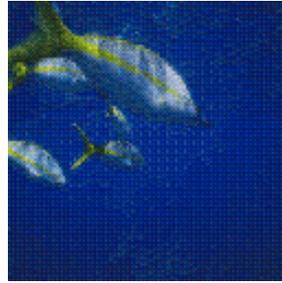
مرشحات الموجة	crane.bmp Rate=١		الصورة Rate=٤		نسبة الإشارة Rate=٥		نسبة الضغط Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	١٦.٣٨	٨٨	١٩.٠٣	٨٠	٢٤.٨٨	٧٧	٢٧.٤٨	٥٧
db٢	٢٠.٦٩	٨٠	٢٣.٩٣	٧٥	٢٥.٤٤	٦٦	٢٧.٣٨	٥٤
bior٢.٢	١٥.٧٨	٧٦	١٩.٤٤	٦٩	٢٥.٣١	٦٦	٢٦.١٧	٤٦
Bior٢.٤	١٥.٥٠	٨١	٢٠.٠٤	٧٢	٢٥.٣٢	٧٥	٢٦.٠٤	٤٢
bior٣.٣	١٦.٨٣	٧٩	١٩.٠٧	٧٠	٢٢.٩٥	٦٢	٢٦.٣٢	٥٢
Sym٤	١٤.٤٦	٨٥	١٥.٤١	٦٩	١٦.٤٥	٥٨	١٦.٤٩	٥١
Coif١	١٦.٧٨	٧٩	١٨.٨٩	٧٣	٢٥.٤٧	٦٥	٢٥.٨٥	٤٦
Sym٥	٢٠.٢٤	٧٧	٢٢.٤٩	٦٢	٢٥.٨٠	٥٩	٢٦.٣٩	٤١
db٣	٢١.٦٩	٧٨	٢٦.٠٢	٦٣	٢٦.٤٥	٦٠	٢٧.٣٠	٤٤

نلاحظ من خلال الجدول (٣-١٢) الخاص بصورة (crane.bmp) انه عند (Rate=٣) فان الموجات (db١, sym٤) تعطي نسب ضغط متقاربة المسترجعة، وتعطي موجة (db٣) افضل النتائج لنسبة الإشارة إلى الضوضاء ، وعند (Rate=٤) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db٣) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء ، يمكن ان نلاحظ عند (Rate=٣, ٤) فان موجة (bior٢.٤) تعطي تغيرا ملحوظا في نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان الموجات (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db٣) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. وعند (Rate=٦) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط ونوعية الصورة. يوضح الشكل (٣-١٤) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة

(fish٢٥٦.bmp)



صورة الفرق

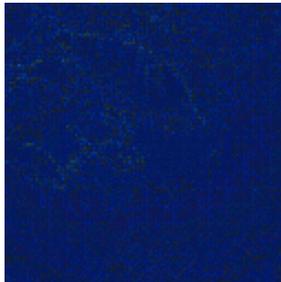


الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٣)-coif١

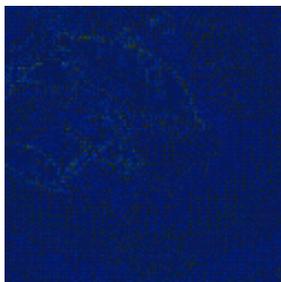


صورة الفرق

Rate(٤)-db٢



الصورة المسترجعة

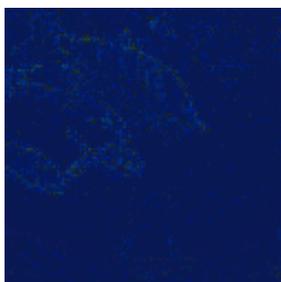


صورة الفرق

Rate(٥)-sym٥



الصورة المسترجعة



صورة الفرق



الصورة المسترجعة

الجدول (٣-١٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع الموجات لصورة (fish٢٥٦.bmp).

جدول (٣-١٣)

مرشحات الموجة	fish٢٥٦.bmp Rate=١		الصوضاء لصورة Rate=٤		قيم نسبة الإشارة Rate=٥		نسب الضغط Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	١٦.٩٠	٨٧	٢٠.٣٥	٧٢	٢٤.٦٣	٦٩	٢٦.٢٦	٥٧
db٢	٢٠.٧٩	٨٢	٢٤.٤٢	٦٥	٢٥.١٢	٦١	٢٧.٠٧	٤٧
bior٢.٢	١٦.٦٨	٧٨	٢٢.٥٧	٦٣	٢٣.١٥	٦١	٢٧.٠٦	٣٣
Bior٢.٤	١٩.٣٩	٧٠	٢٣.٥٣	٥٩	٢٤.٠١	٤٧	٢٧.٧٣	٣٠
bior٣.٣	١٧.٠١	٧٨	١٨.٠٦	٦١	٢٣.٦٧	٥٩	٢٤.٤٩	٤٦
Sym٤	٢٠.٠٢	٧٥	٢١.٩٤	٦٥	٢٢.٣١	٤٧	٢٢.٧١	٣٠
Coif١	٢٢.٩٤	٧٧	٢٣.٨٨	٦٦	٢٥.٤٩	٥٤	٢٧.٩١	٣٨
Sym٥	٢١.٩٨	٨٠	٢٣.٣٧	٥٧	٢٦.٧٨	٤٤	٢٨.١٢	٢٠
db٣	١٨.٤٩	٧٦	٢٤.٩٥	٦٩	٢٦.١١	٥٤	٢٨.٠١	٢٧

نلاحظ من خلال الجدول (٣-١٤) الخاص بصورة (fish٢٥٦.bmp) انه عند (Rate=٣) فان الموجات (db١, db٢) تعطي افضل نسب الضغط وتعطي الموجات الأخرى نسب ضغط متقاربة، أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (coif١) تعطي افضل النتائج، وعند (Rate=٤) فان الموجات (db١, db٣) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (db٣) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان الموجات (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (sym٥) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. وعند (Rate=٦) فان موجة (db١) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، بينما تعطي موجة (sym٥) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء.

التجربة رقم (٤)

استخدمت التجربة الثالثة للنظام المقترح في ضغط الصور الملونة الطبيعية (RGB) وتم ذلك بعد فصل الصورة الأصلية إلى الحزم الثلاثة الأساسية (Red, Grean, Blue)، تم التنفيذ على ثلاثة أنواع من الصور مختلفة في درجة تعقيدها والنتائج التي تم الحصول عليها

بإعطاء قيم (٣, ٤, ٥, ٦, ٧) Rate= موضحة في الجداول (٣-١٨)، (٣-١٩)، (٣-٢٠)، وكذلك من خلال عرض الصور الأصلية، المسترجعة وصورة الفرق. يوضح الشكل (٣-١٦) الصور الأصلية والمسترجعة لصورة (city ٢٤.bmp)، عند (Rates) مختلفة وباستخدام مجموعة من المويجات.



الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٣)-db١



الصورة المسترجعة

Rate(٦)-sym٥



الصورة المسترجعة

Rate(٤)-sym٥



الصورة المسترجعة

Rate(٥)-sym٥

والنسب المئوية (PSNR) ونسب التباين (CR) لتطبيق أنواع المويجات لصورة (city ٢٤.bmp).

شكل (٣-١٥) صورة (city ٢٤.bmp) عند جدول (٣-١٦) مقارنة باستخدام أنواع المويجات

مرشحات المويجة	city ٢٤.bmp		Rate=٦		Rate=٦		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	٢١.٥٧	٧٧	٢١.٥١	٦٧	٢١.٦٥	٦٠	٢٢.٠٦	٤٣
db٢	٢٠.٨٩	٧١	٢١.١٨	٦١	٢١.٢٧	٥١	٢١.٦٤	٣١
bior٢.٢	١٥.٠٧	٦٤	١٤.٩٦	٦١	٢١.٦٧	٤٩	١٤.٩١	٣٨
Bior٢.٤	٢٠.٢٦	٧٠	٢١.٣٧	٦٠	٢١.٦٨	٤٥	٢١.٨٣	٣٠
bior٣.٣	٢٠.٢٥	٧٠	٢٠.٩١	٥٨	٢١.٠٠	٤٧	٢١.٤٢	٢٨
Sym٤	١٨.٨٨	٧٠	١٩.١٦	٦٠	١٩.٦٤	٥١	١٩.٧٤	٤١
Coif١	٢٠.٠٣	٦٧	٢١.١٣	٥٦	٢١.٦٧	٦٠	٢١.٧٦	٣٤
Sym٥	٢٠.٨٢	٦٦	٢١.٧٣	٥٥	٢١.٧٧	٤٠	٢٢.٠٧	٢٦
db٣	١٥.٧٦	٧٣	١٥.٧٢	٦٢	٢١.٢٨	٤٩	١٥.٧٩	٣٤

نلاحظ من خلال الجدول (٣-١٤) الخاص بصورة (city٢٤.bmp) انه عند (Rate=٣) فان موجة (١ db) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، كما تعطي موجة (١ db) افضل النتائج لنسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٤) فان موجة (٥ sym) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط و من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، وعند (Rate=٥) فان الموجات (١ db,coif) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الضغط، وتعطي موجة (٥ sym) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء. وعند (Rate=٦) فان موجة (١ db) تعطي افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء، بينما تعطي الموجات (٥ sym, ١ db) افضل النتائج من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء.

يوضح الشكل (٣-١٦) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (eiffel٢٤.bmp) باستخدام موجات مختلفة.



الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٣)-db١



الصورة المسترجعة



الصورة المسترجعة

Rate(٤)-db١

Rate(٥)-db١



والجدول (٣-١٥) يوضح نسب الضغط ونسبة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR) بتطبيق أنواع الموجات

لصورة (eiffel٢٤.bmp). Rate(٦)-db١

شكل (٣-١٦) صورة eiffel٢٤.bmp عند نسب ضغط مختلفة وباستخدام أنواع الموجات  
نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة eiffel٢٤.bmp

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db <sup>١</sup>	٢٢.٢٠	٨٧	٢٢.٧٩	٧٦	٢٣.٢٢	٦٧	٢٣.٦١	٥٨
db <sup>٢</sup>	١٩.١٦	٧٧	٢١.٧٥	٦٩	٢١.٨٢	٦٣	٢٢.٨٠	٤٤
bior <sup>٢.٢</sup>	١٥.٠٥	٧٥	١٥.٣٤	٧٠	٢١.٧٧	٦١	١٥.٧٠	٤٦
Bior <sup>٢.٤</sup>	١٦.٨١	٧٣	١٧.٨٦	٦٧	٢١.٧٠	٥٦	١٨.١٦	٤٢
bior <sup>٣.٣</sup>	٢١.٣٧	٧٩	٢١.٨٣	٧٠	٢٢.٢٧	٦٠	٢٢.٢٥	٤٦
Sym <sup>٤</sup>	١٨.٣٤	٧٦	١٨.٩٨	٦٨	١٩.٧٨	٥٥	١٩.٨٩	٤٥
Coif <sup>١</sup>	١٩.٣٦	٧٩	١٩.٨٩	٧١	٢٢.٤٦	٦٠	٢٢.٥١	٤٨
Sym <sup>٥</sup>	٢١.٦٠	٧٣	٢٢.٠٨	٦٣	٢٣.١٠	٥١	٢٣.٢٨	٣٥
Db <sup>٣</sup>	٢٠.٨١	٧٧	٢٢.٣٣	٧٠	٢١.٨٧	٥٩	٢٢.٨٣	٣٦

نلاحظ من خلال الجدول (٣-١٥) الخاص بصورة (eiffel<sup>٢٤</sup>.bmp) انه عند (Rates=٣,٤,٥,٦) فان موجة (db<sup>١</sup>) تعطي افضل نسب الضغط وكذلك افضل نوعية للصورة، يمكن ان نلاحظ ان جميع الموجات عند (Rate=٣) تعطي نسب ضغط متقاربة بدرجات مختلفة لنوعية الصورة، كما يمكن أن نلاحظ تأثير الترابط اللوني بين حزم الألوان الثلاثة (الأحمر، الأزرق و الأخضر) مثلا موجة (bior<sup>٢.٢</sup>) عند (Rates=٤,٥) تعطي زيادة ملحوظة في نسب الإشارة إلى الضوضاء ولكن تعود هذه النسبة إلى الانخفاض عند (Rate=٦). يوضح الشكل (٣-١٧) الصور الأصلية والمسترجعة وصورة الفرق لصورة (fish<sup>٢٤</sup>.bmp)، باستخدام موجات مختلفة.



الصورة المسترجعة



الصورة الأصلية

Rate(٣)-sym<sup>٥</sup>



والجدول (١٦-٣) يوضح نسب الضغط وكذلك قيم (PSNR) بتطبيق أنواع الموجات لصورة (fish٢٤.bmp).

جدول (١٦-٣)  
نسب الضغط وقيم نسبة الإشارة إلى الضوضاء لصورة fish٢٤.bmp

مرشحات الموجة	Rate=٣		Rate=٤		Rate=٥		Rate=٦	
	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR
db١	١٩.٥٥	٨٩	١٩.٧٢	٧٨	٣٣.٤٣	٧٠	١٩.٤٨	٥٤
db٢	٢٨.٦٩	٨٢	٢٧.٠٠	٦٩	٣٤.٥٥	٥١	٢٧.٧٤١	٣٨
bior٢.٢	٢٠.٨٥	٨٢	٢٠.٨٧	٧٣	٣١.٤٤	٥٣	٢٠.٨٨	٣٧
Bior٢.٤	١٦.٣٢	٨١	١٧.٦٣	٦٨	٢٦.٢٣	٥٦	١٤.٤٢	٤٦
bior٣.٣	٢٨.٤٧	٨٢	٢٤.٢١	٦٨	٢٣.٧٣	٤٩	٢٣.٦٠	٣٨
Sym٤	٢٥.٥٨	٨١	٢٥.٣٠	٦٨	٢٨.٩٩	٥١	٢٧.٠٥	٣٢
Coif١	٢٥.٤٣	٨٢	٢٩.٨٣	٦٨	٣٢.٣٦	٤٩	٣٣.٩٥	٣٨
Sym٥	٣١.١٢	٨١	٣٣.١٨	٦١	٣٣.٨٧	٥٤	٣٥.٧٦	٢٧

db <sup>٣</sup>	٢٦.٥٨	٨١	٣٣.١٦	٦٧	٣٤.٤٥	٥٧	٣٥.٢٨	٤٣
-----------------	-------	----	-------	----	-------	----	-------	----

نلاحظ من خلال الجدول (٣-١٦) الخاص بصورة (fish<sup>٢٤</sup>.bmp) انه عند (Rates=٣,٤,٥,٦) فان موجة (١ db) تعطي افضل نسب الضغط ،أما من حيث نسبة الإشارة إلى الضوضاء فان موجة (٥ sym) تعطي افضل النتائج عند (Rates=٣,٤,٥,٦).

## والاستنتاجات

## المناقشة

نظرا للتطور السريع في وسائل الاتصال ،أصبحت الحاجة ضرورية إلى إرسال الملفات الصورية حيث تحتل هذه الملفات حجما كبيرا ،لذلك ظهرت العديد من التقنيات لضغط حجم الملفات الصورية ومن هذه التقنيات هي تحويل الموجة الذي يمتاز بالعديد من الخصائص التي تجعله وسيلة ملائمة لضغط الصور ومن هذه الخصائص:-

١. أن الترددات المختلفة في الإشارة الصورية لا تكون متساوية من حيث الأهمية لذلك يمكن تكميم كل حزمة بمعدل بتات يتلاءم مع أهميتها وتأثيرها على جودة الصورة المسترجعة.
٢. أن تحليل الصورة إلى حزم فرعية باستخدام تحويل الموجة يؤدي إلى تحليل الصورة إلى درجات متنوعة من التفاصيل ،حيث تتم عملية تقسيم الصورة إلى مجموعة من الحزم الفرعية خلال عملية التحويل وهذا عكس التحويلات الأخرى التي تتطلب عمليات تقسيم قبل عملية التحويل وبذلك يكون هنالك تأثير للتقسيم الكلي على نوعية الصورة.

تعتمد الطريقة المقترحة في ضغط الصور على أهمية الحزم الفرعية ،حيث يتم تحديد أهمية كل حزمة من خلال حساب التباين لتلك الحزم ،ومن خلال تنفيذ النظام على عدة أنواع من الصور يمكن أن نستنتج ما يأتي:-

١. يمكن اختيار نسبة الضغط حسب معدل البتات (Bits Rate) وبالاعتماد على هذا المعدل تحدد نسبة الضغط المطلوبة حيث تعطى قيم (٨,٤,٣,٢,١=Rate) وتمثل تلك القيم عدد

البتات التي تمثل بها عناصر الصورة ،ومن خلال التجارب التي تم تنفيذها على الصور ذات التدرجات الرمادية بتعقيدها المختلفة (البسيطة،متوسطة التعقيد،والمعقدة) ،الصور الملونة ذات ٢٥٦ لون قبل وبعد عملية الفصل والصور الطبيعية RGB أن افضل معل بتات يحفظ التوازن بين نوعية الصورة المسترجعة ونسبة الضغط هو (Rate=٣).

٢. من خلال تنفيذ النظام لضغط الصور ذات التدرجات الرمادية (البسيطة،متوسطة التعقيد،والمعقدة) يتبين ملائمة النظام لضغط كافة الأنواع ،حيث يعطي نسبة ضغط حوالي (٨٥%) للصور البسيطة ونسبة ضغط (٨١%) للصور متوسطة التعقيد و الصور المعقدة بنسبة ضغط (٧٢%).

٣. يتبين من خلال تنفيذ النظام لضغط الصور الملونة ذات ٢٥٦ لون قبل عملية الفصل وبعدها أن النتائج افضل بعد عملية الضغط من حيث نسبة الضغط ونوعية الصور المسترجعة ،على الرغم من أن نسبة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR) قد تكون اكبر قبل عملية الفصل إلا أن نوعية الصورة افضل بعد الفصل.

٤. من خلال تطبيق عملية الفصل والاسترجاع للصور الملونة (RGB) إلى ثلاثة ملفات ثم تطبيق عملية الضغط على الملفات الثلاث نلاحظ انه لا يزال يوجد تأثير للترابط اللوني الموجود بين الألوان الثلاث عند بعض قيم معدل البتات لبعض الصور ،في حين أن بعض الصور لا يوجد فيها تأثير للترابط اللوني.

٥. بتنفيذ عدد مرشحات المويجات (db١,db٢,db٣,bior٣.٣,bior٢.٢,bior٢.٤,sym٤,sym٥,coif٢) تبين من خلال النتائج إن افضل هذه الأنواع من حيث نسبة الضغط ولجميع أنواع الصور هو المرشح (db١) ،أما من حيث نوعية الصورة المسترجعة نلاحظ أن جميع المويجات أعطت قيما مختلفة في كافة أنواع الصور .

٦. نلاحظ إن المويجات التي تنتمي إلى نفس العائلة تكون نتائجها قريبة من حيث نسب الضغط وقيم نسب الإشارة إلى الضوضاء.

## العمل المستقبلي

للمزيد من المقترحات في استخدام ضغط الصور باستخدام التحويل المويجي، يمكن استخدام نوع من أنواع تحويل المويجة والذي يعرف بتحويل المويجة الحزمي (packet wavelet transform). كذلك يمكن معالجة الصور الطبيعية (R,G,B) بعمليات فصل تتضمن استخدام عدد من التحويلات الرياضية التي تسقط ملف الصورة الأصلية إلى فضاء بثلاث إبعاد ومن هذه الفضاءات XYZ, YUV.

## المصادر

- [١] S.E.Umbaugh, Computer vision and image processing, U.S.A, prentice hall,ptr,(١٩٩٨).
- [٢] S.N.Efstratiadis, D.Tzovaras and M.G.Strintzis, IEEE transaction on image processing, ٥,٧,١٤١١, (١٩٩٦).
- [٣] R.Forchheimer, T.Kronander, IEEE, ٣٧, ١٢, ٢٠٠٨, (١٩٨٩).
- [٤] R.C.Gonzalez, R.E.Wood and A.Wesley, Digital Image Processing, new York, United States of America, (١٩٩٢).

[٥]

،أطروحة ماجستير،جامعة الموصل، ١٩٩٩

[٦ ] A.K.Soman,P.P.Vaidvanthan,IEEE,٤١,٤,١١٧٠,١٩٩٢.

[٧ ] C.S.Burrus, R.A. Gopinath and H. Guo, *Introduction to Wavelets and Wavelet Transform*, Prentice-Hall, New York, ١٩٩٨.

[٨ ] J.S.Walker,٤٤,٦,AMS,٦٥٨,١٩٩٧.

[٩] J.W.Woods,S.D.O'neil,IEEE transaction on acoustics ,٣٤,٥, ٢٧٨, (١٩٨٦).

[١٠] H.Gharvi, A.Tabatabai, IEEE transaction on circuits and system,٣٥,٢,٢٠٧,(١٩٨٩)

[١١] W.Huang, L.Chang, Signal Processing,١٣,١٧١,(١٩٩٦).

[١٢] A.Bwatson, G.Y.Yang, J.A.Solomon and J.Villasenor, IEEE transaction on image processing,٦,٨, (١٩٩٧).

[١٣] Z. Ahmed,A new method for image compression,M.Sc.thesis, University of Baghdad, ١٩٩٨.

[١٤ ] حسين،عدنان إسماعيل،كبس الصور الرقمية باستخدام تحويل المويجة،أطروحة ماجستير،جامعة الموصل، ١٩٩٨ .

[١٥] J.Kovacevie,IEEE,٨٤,٤,٥٠٧,١٩٩٦.

- [١٦] A.Graps, *IEEE Computational science and Engineering*, ٢,٢,١, (١٩٩٥).
- [١٧] I.Daubechies, *Proceedings of the IEEE*, ٨٤,٤, ٥١٠, (١٩٩٦).
- [١٨] P.M.Bentley and j.T.McDonnell, *Electronics and Communications Engineering Journal*, ٦,٣, ١٧٥ (١٩٩٤).
- [١٩] O. Rioul and M.Vetterli, *IEEE Signal Processing*, ١٢,٦,١٤ (١٩٩١).
- [٢٠] جودة، نجاح رشيد، تمييز الكلام باستخدام التحويل المويجي، أطروحة ماجستير، جامعة بابل، ٢٠٠١.
- [٢١] S.G.Mallat, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, ١١,٧, ٦٧٤ (١٩٨٩).
- [٢٢] C.Herley and M.Vetteli, *IEEE Transactions on Signal Processing*, ٤١,٨, ٢٥٣٦ (١٩٩٣).
- [٢٣] S.Mallat, *IEEE transaction on pattern analysis and machine intelligence*, ٣٧, ١٢, ٢٠٩١, ١٩٨٩.
- [٢٤] J.Djamdji, A.Bijaoui, *IEEE transaction on Remote sensing*, ٣٣, ١, ٦٧, (١٩٩٥).
- [٢٥] M. J. Haidar, *Speech Compression and Recognition Using Wavelet Transform*, M.Sc.thesis, University of Baghdad, ١٩٩٩.

- [٢٤] V.Strela,P.N.Heller,G.Strang,P.Topiwala and C.Heil,IEEE transaction on image processing,٨,٤,٥٤٢,(١٩٩٩).
- [٢٥] J.L.Strack,F.Murtagh and A.Bijaoui,*Image Processing and Data Analysis The Multiscale Approach*, ١<sup>st</sup>,Cambridge University ,New York, ١٩٩٨.
- [٢٦] M.Vetterli and J. Kovacevic, *Wavelets and Subband Coding*, Prentice Hall, New Jersey, ١٩٩٥.
- [٢٧] D.E. Newland, *An introduction to Random Vibrations Spectral and Wavelet Analysis*, ٣rd edn , John Wiley and sons, NewYork, ١٩٩٤.
- [٢٨] E.H.Obead,parallel structure for image compression using neural network,M.s thesis,Babylon University,٢٠٠٠.
- [٢٩] J.M.Shapiro,IEEE transaction on image processing ,٤,٢,٣٤٤٥,(١٩٩٣).
- [٣٠] A.Spandya and R.B.Macy,*pattren recognition with neural network in c++,florida*,١٩٩٦.
- [٣١]S. J. Sangwine and R. E. Horne, *The Color Image Processing Hand Book*, Prentice Hall, ١٩٩٧.
- [٣٢] G.Strang, *American Scientist*, ٨٢, ٢٥٠ (١٩٩٤).
- [٣٣] D.Tzovaras,N.Grammalidis and M.G.Strintzis,Signal Processing:Image Communacation,١١,٢٠٣,(١٩٩٨).

[٣٤] C.Daib,R.Prost and R.Goutte,Signal Processing Image Communication,٢,٥٣,(١٩٩٠).

[٣٥] T.W.Ryan,L.D.Sanders,H.D.Fisher and A.E.Iverson,IEEE Transaction on Image Processing,٥,١,٢٠,(١٩٩٦).

[٣٦] Y.Shoham and A.Gersho,IEEE Transaction on Acoustics,٣٦,٩,١٤٤٥,(١٩٨٨).

[٣٧] K.Ramchandran and M.Vetterli,IEEE Transactions on Image Processing,٢,٢,١٦٠,(١٩٩٣).

[٣٨] A.Habibi and P.A.Wintz,IEEE Trans. Commun. tec,١٩,١,٢٢٣,(١٩٧١).

[٣٩] T.W.Ryan,L.D.Sanders,H.D.Fisher and A.Evan.Iverson,IEEE transaction on image processing,٥,١,٢٦,(١٩٩٦).

[٤٠] D.Salomon,Data Compression ,Springer-Verlag,New york,١٩٩٨.

[٤١] S.A.Kadhom,Colord Image Enhancement in Frequency Domain ,M.s thesis,Babylon University,١٩٩٩.

## ملحق رقم (١)

المرشحات		المعاملات
db <sup>١</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	٠.٧٠٧١ ٠.٧٠٧١ -٠.٧٠٧١ ٠.٧٠٧١
db <sup>٢</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	-٠.١٢٩٤ ٠.٢٢٤١ ٠.٨٣٦٥ ٠.٤٨٣٠ -٠.٤٨٣٠ ٠.٨٣٦٥ -٠.٢٢٤١ -٠.١٢٩٤
db <sup>٣</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	٠.٣٥٢ -٠.٠٨٥٤ -٠.١٣٥٠ ٠.٤٥٩٩ ٠.٨٠٦٩ ٠.٣٣٢٧ -٠.٣٣٢٧ ٠.٨٠٦٩ -٠.٤٥٩٩ -٠.١٣٥٠ ٠.٠٨٥٤ ٠.٣٥٢
bior <sup>٢.٢</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	٠ -٠.١٧٦٨ ٠.٣٥٣٦ ١.٠٦٠٧ ٠.٣٥٣٦ -٠.١٧٦٨ ٠ ٠.٣٥٣٦ -٠.٧٠٧١ ٠.٣٥٣٦ . .
bior <sup>٣.٣</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	٠.٠٦٦٣ -٠.١٩٨٩ -٠.١٥٤٧ ٠.٩٩٤٤ ٠.٩٩٤٤ -٠.١٥٤٧ -٠.١٩٨٩ ٠.٠٦٦٣ ٠ . -٠.١٧٦٨ ٠.٥٣٠٣ -٠.٥٣٠٣ ٠.١٧٦٨ . .
Bior <sup>٢.٤</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	٠ ٠.٠٣٣١ -٠.٠٦٦٣ -٠.١٧٦٨ ٠.٤١٩٨ ٠.٩٩٤٤ ٠.٤١٩٨ -٠.١٧٦٨ -٠.٠٦٦٣ ٠.٠٣٣١ ٠ . . ٠.٣٥٣٦ -٠.٧٠٧١ ٠.٣٥٣٦ . . .
Sym <sup>٤</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	-٠.٠٧٥٨ -٠.٠٢٩٦ ٠.٤٩٧٦ ٠.٨٠٣٧ ٠.٢٩٧٩ -٠.٠٩٩٢ -٠.٠١٢٦ ٠.٠٣٢٢ -٠.٠٣٢٢ -٠.٠١٢٦ ٠.٠٩٩٢ ٠.٢٩٧٩ -٠.٨٠٣٧ ٠.٤٩٧٦ ٠.٠٢٩٦ -٠.٠٧٥٨
Sym <sup>٥</sup>	h <sup>٠</sup> h <sup>١</sup>	٠.٠٢٧٣ ٠.٠٢٩٥ -٠.٠٣٩١ ٠.١٩٩٤ ٠.٧٢٣٤ ٠.٦٣٤٠ ٠.٠١٦٦-٠.١٧٥٣ -٠.٠٢١١ ٠.٠١٩٥ -٠.٠١٩٥ -٠.٠٢١١ ٠.١٧٥٣ ٠.٠١٦٦ -٠.٦٣٤٠ ٠.٧٢٣٤ -٠.١٩٩٤ -٠.٠٣٩١ -٠.٠٢٩٥ ٠.٠٢٧٣

Coif <sup>١</sup>	h <sup>٠</sup>	-٠.٠١٥٧	-٠.٠٧٢٧	٠.٣٨٤٩	٠.٨٥٢٦	٠.٣٣٧٩	-٠.٠٧٢٧
	h <sup>١</sup>	٠.٠٧٢٧	٠.٣٣٧٩	-٠.٨٥٢٦	٠.٣٨٤٩	٠.٠٧٢٧	-٠.٠١٥٧

## **Abstract**

This work describe in the thesis was undertaken at the University of Babylon between October ٢٠٠٠ and December ٢٠٠٢ under the supervision of Dr.Nabeel H.Kaghed. Except where indicated by reference, it is the original work of the author and has not submitted for any other degree.

The present study aims at using wavelet transformation families (*dabuchies* <sup>١,٢,٣</sup>, *symlets* <sup>٤,٥</sup>, *biorthogonal* <sup>٦,٧,٨,٩,١٠</sup>, *cofilets* <sup>١</sup>) in compressing various types of images, also comparisons among different results of these wavelets.

The system has been achieved by compressing three types of images:

١. Gray level images with its different complexities (simple, intermediate and complex) .The results were ٨٥% for simple images, ٨١% for intermediate and ٧٢ for the complex images.
٢. The colored images with ٢٥٦ color which its processing takes two sides; the first side makes the processing with color separation while the second side take place after the separation process for the original files in to three files (Red, Green, Blue) then, a comparison is held between these two sides in compression ratio and the images quality reconstructed for all wavelets being used in the research.the result were between ٨٣% for simple images and ٧١% for complex images before separation,and ٨٨%for simple image,٧٥% for complex image after separation.
٣. RGB color images after separation for the original image file in to three files .The result was between ٨٩% for simple images, ٧٧% for the complex images.

The scalar Quantizer has been used for the subband groups resulting when applying the wavelet transformation on images. then, using the run length coding for the resulted subbands; when it is allowable for the system to have different compression ratios according to rates values. these represent the bits rate, then, a compression is held for the different types of images. The db<sup>١</sup> wavelet was the best in various types of images for the compression ratio. while according to the quality of the images instructed, the results were different for the types of images. The design and the application of the systems have been done by using (Delphi version ٤) languages.

**COLOR IMAGE COMPRESSION  
USING WAVELET TRANSFORM**

**ATHESIS  
SUBMITTED TO THE COUNCIL OF THE  
SCIENCE COLLEGE OF BABYLON  
UNIVERSITY IN PARTIAL FULFILMENT  
OF THE REQUIREMENT OF THE DEGREE  
OF MASTER OF SCIENCE IN COMPUTER  
SCIENCE**

**BY  
SUHAD A.ALI**