

## Embedding and Extracting the Watermark in Video Files using Intelligent Techniques

Shahba I. Khaleel

College of Computer Science and Mathematics  
University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 08/08/2010

Accepted on: 21/12/2010

### ABSTRACT

This research, design a watermarking system for embedding and extracting the watermark in video files. This research presented four-efficient and powerful ways to embed and extract the watermark, the extract which in turn characterized as blind since it does not need the original cover in the process of extracting the watermark. The first method established the mean and SVD, which relied on the conversion of Singular values decomposition SVD and calculate the average of the unique values which are resulting from the application of the SVD on each data frame of the video file that required for embedding by, and then this method has been improved by hybrid intelligence by using a genetic algorithm for embedding the watermark, which is a second method. And other two methods has been implemented in this research. The third and fourth methods use artificial neural networks to embed the watermark. Depending on the characteristics of the data frame we use elman and Jordan neural networks and we use genetic algorithm to generate the secret key. The four methods of watermark were efficient and robust against various attacks which was found by measuring the efficiency of the methods by calculating the values of the Peak Signal-to-Noise Ratio PSNR and the correlation coefficient Normalized Correlation Coefficient NCC.

**Keywords:** watermarking, genetic algorithm, artificial neural networks.

تضمين واستخلاص العلامة المائية في الملفات الفيديوية باستخدام التقنيات الذكائية

شهبا إبراهيم خليل

كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: 2010 / 12 / 21

تاريخ استلام البحث: 2010 / 8 / 8

### المخلص

تم في هذا البحث تصميم نظام للعلامة المائية لتضمين واستخلاص العلامة المائية في الملفات الفيديوية حيث قدم هذا البحث أربع طرائق كفوءة وقوية لتضمين العلامة المائية واستخلاصها والذي بدوره اتصف بالأعمى لعدم الحاجة إلى الغطاء الأصلي أثناء عملية استرجاع العلامة. وقد أنشئت الطريقة الأولى الـ mean and SVD التي اعتمدت على تحويل Singular values decomposition SVD وحساب المعدل للقيم الفريدة (للاستفادة منه بالتضمين) الناتجة من تطبيق الـ SVD على بيانات كل إطار من إطارات الملف الفيديوي المطلوب التضمين فيه. ومن ثم تم تحسين هذه الطريقة وذلك بتهجينها ذكائياً وتم هذا باستخدام الخوارزمية الجينية في تضمين العلامة المائية وهي الطريقة الثانية. وفيما يخص الطريقتين الثالثة والرابعة فقد تم استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في تضمين العلامة المائية وذلك بالاعتماد على خصائص بيانات الإطار باستخدام شبكتي (Elman و Jordan) العصبية واستخدام الخوارزمية الجينية في توليد المفتاح السري. طرائق العلامة المائية الأربعة كانت كفوءة وقوية ضد الهجمات المتنوعة و تبين هذا من خلال قياس كفاءة الطرائق بحساب قيم Peak Signal –to-Noise Ratio PSNR ومعامل الارتباط Normalized Correlation Coefficient NCC.

الكلمات المفتاحية: العلامة المائية، الخوارزمية الجينية، الشبكة العصبية الاصطناعية.

## 1. المقدمة

ظهرت العلامات المائية الورقية في فن الصناعة اليدوية قبل 700 سنة تقريباً، حيث وجدت أقدم ورقة بالعلامة المائية في الأرشيف في سنة 1292 وكان أصلها في مدينة ايطالية اسمها فابريانا Fabriano والتي لعبت دوراً رئيسياً في تطور الصناعة الورقية، حيث كانت العلامة المائية هي الطريقة المثالية للقضاء على أي احتمالية للتشويش في تمييز إنتاج المصانع. ومنذ عام 1995 حصلت العلامة المائية على الكثير من الاهتمام وتطورت بسرعة كبيرة، حيث توجد العديد من المواضيع المفتوحة لبحوث أكثر تطوراً.

إن الحاجة للعلامة المائية كبيرة لإثبات حقوق الملكية، وقد كانت العلامة المائية في القرون الماضية محسوسة على شكل طابع، توافيق ونحو ذلك. ومع التطور الذي حصل في جانب الحاسوب ومعالجة الصور فإن الحاجة أصبحت أن تكون العلامات المائية غير محسوسة (مخفية) في معظم التطبيقات، يعني هذا انه يجب أن يكون من الصعب استخلاص أو إزالة العلامة المائية من المادة المؤشرة مائياً.

بما إن العلامة المائية يمكن استخدامها على أنواع مختلفة من البيانات، فإن شرط "عدم التحسس" سوف يأخذ أشكالاً مختلفة، اعتماداً على خصائص المستلم ( حواس الإنسان في معظم الحالات العملية). وهناك العديد من المصطلحات المستخدمة في العلامات المائية الرقمية والتي لا بد من إيضاح مفهومها:

- فالعلامة المائية هي شيء غير منظور يضاف إلى إشارة الغطاء من أجل إخفاء البيانات المخبأة وتكون العلامة المائية بعدة أشكال كأن تكون رقماً، نصاً أو صورة. [1]

- التأشير المائي هي عملية تضمين معلومات في مادة إشارة أخرى. ويكون إدخال هذا النظام (نظام التأشير المائي) العلامة المائية، عن طريق الغطاء Cover والمفتاح Key الذي يكون وجوده اختياريًا وهو إما أن يكون سرياً Secret أو عاماً Public. وفي معظم الأحيان يتم في عملية تضمين العلامة المائية استخدام مفتاح، الهدف من استخدامه جعل العلامة المائية صعبة الاختراق وتقاوم عمليات الحذف والإحلال بحيث لا يمكن قراءتها أو تغييرها بدون استخدام المفتاح نفسه. أما الإخراج فيكون بيانات الغطاء بعد تضمين العلامة المائية فيه [2].

يهدف هذا البحث إلى تصميم نظام لتضمين واستخلاص العلامة المائية بالملفات الفيديوية باستخدام تحويل الـ Singular Values Decomposition (SVD) وحساب المعدل للقيم الفريدة الناتجة من تطبيق الـ SVD على بيانات كل إطار من إطارات الملف الفيديوي المطلوب التضمين فيه ومن ثم تحسين هذه الطريقة وذلك بتجهينها ذكائياً وهذا تم باستخدام الخوارزمية الجينية في تضمين العلامة المائية وذلك بتوليد عدة مفاتيح والتضمين بها ومن ثم تعريض الغطاء المتضمن للعلامة للعديد من الهجمات ومن ثم حساب دالة اللياقة المعتمدة على معامل الارتباط ومقياس جودة الغطاء Peak Signal-to-Noise Ratio PSNR وبالاعتماد على قيمة دالة اللياقة يتم تحديد المواقع المثلى التي يجب التضمين بها وأيضاً تم في هذا البحث استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في تضمين العلامة المائية وذلك بالاعتماد على خصائص بيانات الإطار باستخدام شبكتي Elman و Jordan واستخدام الخوارزمية الجينية في توليد المفتاح السري.

## 2. البحوث السابقة

قدم الباحثون R. A. Ghazy و N. A. El-fishawy وآخرون طريقة كفوءة لتضمين العلامة المائية بالصور الرقمية باستخدام التقنية الرياضية SVD وذلك باعتماد تقطيع الصورة إلى مقاطع غير متداخلة والتضمين ضمن هذه المقاطع الصورية لتقويتها ضد الهجمات وكان التضمين بجمع قيمة العلامة المائية مع بيانات المقطع

المعين [7]. قدم كل من Maher EL'ARBI ، CHOKRI BEN AMAR و Henri NICOLAS طريقة لتضمين العلامة المائية في الفيديو باستخدام تحويل الموجة المتقطع وتخمين الحركة متعدد الأبعاد MRME بالإضافة لذلك تم استخدام شبكة عصبية في تضمين العلامة [5, 6] وتم التطوير والتحسين في هذا البحث. في البحث الموسوم " Image Watermarking Based on Genetic Algorithm " تم اقتراح طريقة جديدة لتحسين عمل تضمين العلامة المائية وذلك باعتماد الخوارزمية الجينية وتحويل الجيب تمام المتقطع Discrete Cosine Transform DCT حيث استخدم الخوارزمية الجينية لاختيار معاملات Ac لتحويل الجيب تمام المتقطع لتضمين العلامة المائية بطريقة الطيف المبعثر فيها وطبق ذلك على الصور وتم الحصول على نتائج جيدة [16]. اقترح الباحثون Lee S. و Jang D. و Yoo C. ببحثهم الموسوم " An Svd Based Watermarking Method for Image Content Authentication with Improved Security " طريقة لتضمين العلامة المائية باستخدام متجه التكميم الذي يضمن بأعلى قيمة من قيم الصورة بعد تحويلها إلى Singular Values Decomposition (SVD) وطبقت على صورة ذات تدرج رمادي وأحرزت نتائج جيدة [11]. اقترح الباحثون Shieh C., Huang H., Wang F. and Pan J. طريقة جديدة في تضمين العلامة المائية باستخدام تحويل الجيب تمام المتقطع DCT مع الخوارزمية الجينية وذلك بتقسيم الصورة إلى مقاطع حجمها 8\*8 وعمل DCT عليها وتكون هذه المقاطع غير متداخلة وتضمين العلامة المائية في هذه المقاطع وتعريضها للهجمات ومن ثم حساب قيمة معامل الارتباط ونسبة تشوه الإشارة واتخاذها كدالة لياقة حيث أن معامل ارتباط كل قيمة منه تعامل مع معامل الصلادة ونتاج الخوارزمية الجينية يكون الحل المطلوب الذي يستخدم بالتضمين [15].

### 3. تحويل (SVD) Singular Values Decomposition

SVD هي طريقة عددية تستخدم لتحليل المصفوفات. إن تحويل SVD هي عملية فصل المصفوفة إلى ثلاثة مصفوفات أخرى في نفس حجم المصفوفة الأصلية. في الجبر الخطي تعتبر الصورة عبارة عن صفوف ذات قيم عددية موجبة يمكن اعتبارها كمصفوفات. بشكل عام إذا كانت  $A$  هي مصفوفة مربعة  $A \in R^{n \times n}$ ، حيث أن  $R$  هي مجموعة الأعداد الحقيقية، فإن تحويل SVD للمصفوفة  $A$  يكون بالشكل التالي: [4]

$$A=USV^T$$

$U \in R^{n \times n}$  و  $V \in R^{n \times n}$  مصفوفة متعامدة، و  $S \in R^{n \times n}$  تمثل مصفوفة قطرية.

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_1 & & & \\ & \sigma_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \sigma_n \end{bmatrix}$$

العناصر القطرية في الـ  $S$  تسمى القيم المفردة Singular Values للمصفوفة  $A$  ومرتبته ترتيباً تنازلياً.  $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 \geq \dots \geq \sigma_r \geq \sigma_{r+1} \geq \dots \geq \sigma_n$  تسمى أعمدة المصفوفة  $U$  بالمتجهات المفردة اليسرى بينما تسمى أعمدة المصفوفة  $V$  بالمتجهات المفردة اليمنى للمصفوفة  $A$ . العناصر القطرية تمثل الإضاءة Luminance للصورة بينما تحدد المتجهات التركيب الهندسي للصورة. [4]

بصورة عامة المصفوفة  $A$  لها عدة قيم فريدة والبعض منها صغير جداً وعدد القيم الفريدة غير الصفري يساوي رتبة المصفوفة  $A$ . SVD لها عدة خصائص. وحيث أن استخدامها في معالجة الصور الرقمية لها بعض

الفوائد: أولها حجم المصفوفات الناتجة من عملية تحويل SVD غير ثابت ويمكن أن تكون مربعة أو مستطيلة. القيم الفريدة singular values تكون ذات استقرار وتوازن عالي جداً، حيث أن إضافة القليل من التشويش إلى الصورة فإن قيمها لا تتأثر بصورة سريعة. القيم الفريدة تمثل الخصائص الجبرية للصورة والتي تكون جوهرية وغير مرئية. والنقاط التالية تبين مدى تأثير التغيرات الهندسية المألوفة على القيم الفريدة للصورة. [14]

- Transpose: المصفوفة الحقيقية A والمصفوفة المحورة  $A^T$  لها نفس القيم الفريدة.
- Flip: قلب الصفوف  $A_{rf}$  والأعمدة  $A_{cf}$  لها نفس القيم الفريدة للمصفوفة الأصلية A.
- Rotation: المصفوفة الأصلية A والمصفوفة المدورة لها نفس القيم الفريدة.
- Scaling: تكبير المصفوفة A بواسطة تكرار عدد الصفوف أو عدد الأعمدة الأصلية للمصفوفة n من المرات فإن القيم الفريدة للمصفوفة الأصلية تساوي  $\sqrt[3]{n * n * S}$ . حيث S هي القيم الفريدة للمصفوفة الأصلية.
- Translation: ترحيف المصفوفة A بإضافة أعمدة أو صفوف صفرية إليها، فإن المصفوفة الناتجة لها نفس القيم الفريدة غير الصفرية للمصفوفة الأصلية. [14]

استناداً إلى هذه الخصائص فقد تم استخدام تحويلات SVD في طرق تضمين العلامة المائية. والفكرة الرئيسية تكمن في إيجاد القيم الفريدة Singular Values للغطاء المتمثلة بقطر المصفوفة S ومن ثم تعديل تلك القيم لتضمين العلامة فيها. [14]

في هذا البحث تم استخدام تحويل SVD في تضمين العلامة المائية وذلك بحساب المعدل للقيم الفريدة لكل مقطع من مقاطع إطار الفيديو المختارة بالاعتماد على المفتاح السري المولد باستخدام البذرة Seed التي تمثل المفتاح السري لدالة توليد الأرقام العشوائية والتي تقوم بتوليد مواقع عشوائية تختلف باختلاف قيمة المفتاح. ومن ثم حساب الفرق بينه وبين قيمة المركز للمقطع المختار ومقارنته مع قيمة معامل الصلابة فإذا كانت قيمة الفرق أكبر من قيمة المعامل فسوف تأخذ قيمة المعدل للقيم الفريدة في عملية التضمين وإذا لا فيتم الاعتماد على قيمة مركز المقطع في التضمين حيث تم الحصول على نتائج مناسبة. أيضاً تم استخدام طريقة SVD والمعدل مع الخوارزمية الجينية لتحسين الأداء والحصول على نتائج أفضل.

#### 4. الخوارزمية الجينية

تتميز تقنية الخوارزميات الجينية عن التقنيات التقليدية السائدة بأن قوة هذه التقنية لا تكمن في قدرتها على التركيز لإيجاد الحلول الأمثلية الموضعية بل في اتساع نطاق المنطقة المدروسة المراد تمثيلها، وتعيين قيمة أمثلية تقارب القيمة الأمثلية الشمولية. وتعتمد الهيئات الأكاديمية حالياً طريقة الخوارزميات الجينية كتقنية واعدة لتحقيق الأمثلية، حيث بدأت دراسة طريقة الخوارزميات الجينية Genetic Algorithms GAs في منتصف عقد السبعينات ومن ثم تطورت إلى طريقة فعالة لتحديد النمذجة المثلى optimization. [3]

#### 1.4 الخوارزمية الجينية في نظام العلامة المائية

تم توظيف الخوارزمية الجينية في نظام العلامة المائية، حيث يتم توليد مفاتيح عدة وباستخدام الخوارزمية الجينية يتم الحصول على الحل الأمثل أي بعد تنفيذ الخوارزمية الجينية على الجيل الابتدائي المكون من المفاتيح المولدة عشوائياً يتم الحصول على المفتاح المثالي الذي يستخدم في عملية تضمين العلامة المائية واسترجاعها وذلك بعد اختيار وحساب دالة اللياقة المعتمدة على معامل الارتباط ومقياس الـ Peak Signal –to-Noise Ratio PSNR ومقياس Bit Correct Ratio BCR [10].

#### 2.4 خطوات الخوارزمية

الخطوة الأولى: توليد  $d$  من المفاتيح بصورة عشوائية تمثل أفراد الجيل الابتدائي.  
الخطوة الثانية: تضمين العلامة المائية في الصورة باستخدام المفاتيح واحد بعد الآخر حيث ينتج  $d$  من الصور المضمنة بها العلامة المائية.  
الخطوة الثالثة: حساب قيمة PSNR لكل صورة متضمنة للعلامة المائية.  
الخطوة الرابعة: تنفيذ الهجمات على كل الصور المتضمنة للعلامة المائية.  
الخطوة الخامسة: استخدام الناتج للخطوة السابقة كإدخال لعملية الاستخلاص لاسترجاع العلامة المائية منها ( $d$ ) من العلامات المائية).  
الخطوة السادسة: حساب قيمة BCR لكل فرد.  
الخطوة السابعة: حساب دالة اللياقة لكل فرد.  
الخطوة الثامنة: اختيار الفرد الذي يمتلك أعلى قيمة لياقة.  
الخطوة التاسعة: توقف إذا كان عداد الخوارزمية الجينية يساوي العداد النهائي  $t=t_{final}$ .  
الخطوة العاشرة: تنفيذ عملية العبور لتوليد أفراد جدد للجيل القادم.  
الخطوة الحادية عشر: تطبيق الطفرة الوراثية على كل فرد.  
الخطوة الثانية عشر: اجعل  $t=t+1$  والعودة إلى الخطوة الثانية. [10]

في هذا البحث تم تطبيق الخوارزمية الجينية في تضمين العلامة المائية باستخدام Mean and SVD حيث تم توليد  $d$  من المفاتيح عشوائياً كمفاتيح ابتدائية والتي تمثل أفراد الجيل الابتدائي. ومن ثم تضمين العلامة المائية  $W_i$  في كل إطار من إطارات الملف الفيديوي VI باستخدام المفاتيح واحد بعد الآخر وبهذا يتكون لكل إطار مجموعة من الصور المضمنة بها العلامة المائية وعددها  $d$  مساوياً لعدد أفراد الجيل الحالي للخوارزمية الجينية. ومن ثم إعادة بناء إطارات الملف الفيديوي المتضمن للعلامة المائية VI. بحسب قيمة PSNR لكل إطار متضمن للعلامة المائية وتنفيذ الهجمات على كل إطار متضمن للعلامة المائية ومن ثم استخلاص العلامة المائية منه فلكل إطار أصلي ينتج  $d$  من العلامات المائية بعدد المفاتيح المستخدمة بعملية التضمين ثم حساب قيمة معامل الارتباط لكل علامة مائية مسترجعة. وبعدها تحسب دالة اللياقة لكل فرد بالاعتماد على قيمة PSNR وقيمة معامل الارتباط، وأخيراً يتم اختيار الفرد الذي يمتلك أعلى قيمة لياقة على مستوى الجيل الحالي الذي يمثل المواقع الأنسب لعملية التضمين.

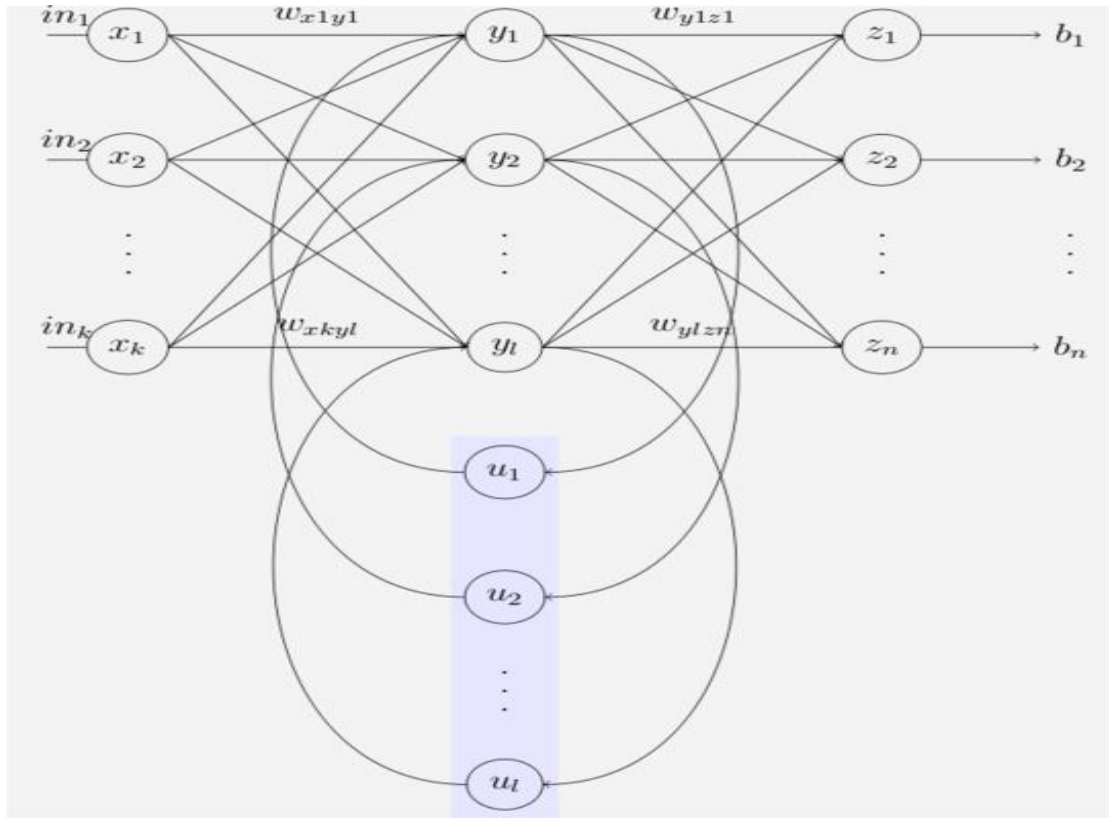
## 5. نظام العلامة المائية باستخدام الشبكات العصبية

ظهرت في السنوات الأخيرة العديد من البحوث التي استخدمت الشبكات العصبية لتصميم نظام تأشير مائي يمتاز بالقوة والمتانة ضد العديد من الهجمات التي تتعرض لها البيانات. إن فائدة الشبكات العصبية هي تحليل خصائص الصورة التي يتم تضمين العلامة المائية فيها حيث يتم التضمين فيها بالاعتماد على خصائص الصورة والعلامة المائية. [10]

في هذا البحث تم استخدام شبكتين لعمل نظام ذكائي للعلامة المائية هما شبكتي Elman و Jordan، حيث تبدأ عملية تضمين العلامة المائية باختيار مقاطع من إطار الملف الفيديوي عددها يساوي عدد قيم العلامة المائية، وعملية الاختيار هذه يمكن أن تتم باعتماد المفتاح السري المولد باستخدام الخوارزمية الجينية. هذه العناصر التي تم اختيارها تمثل بيانات الإدخال لتدريب الشبكة العصبية حيث يتم تدريب الشبكة العصبية على قيم هذا المقطع وان الإخراج المطلوب للشبكة العصبية هو النقطة المراد تضمين العلامة المائية فيها والتي تمثل نقطة المركز للمقطع الحالي. بعد تدريب الشبكة العصبية فان الإخراج هو قيمة قريبة جدا من القيمة المتوقعة. عملية تضمين العلامة المائية Wi تتم باستبدال القيمة الأصلية للمركز بالقيمة الناتجة من معادلة التضمين المذكورة لاحقاً في خوارزمية التضمين بالشبكة العصبية. وإن عملية تضمين العلامة المائية تتكون من إدخال العلامة المائية والملف الفيديوي ويكون الإخراج لها هو الملف الفيديوي بعد تضمين العلامة المائية فيه وناتج الشبكة العصبية حيث يتم الاحتفاظ بناتج الشبكة لاستخدامه في عملية الاسترجاع. بينما يكون الإدخال لعملية الاسترجاع هو الملف الفيديوي المضمن للعلامة المائية وناتج الشبكة العصبية من عملية التضمين. في هذه الطريقة فقط المالك الأصلي للبيانات يمكنه استخدام ناتج الشبكة لاسترجاع العلامة المائية. فهذه الطريقة تضمن أن مواقع العلامة المائية تكون غير معروفة إلى أي جهة أخرى وبالتالي فقط الجهة الشرعية يمكنها استرجاع العلامة المائية من هذه البيانات.

### 1.5 معمارية شبكة Elman

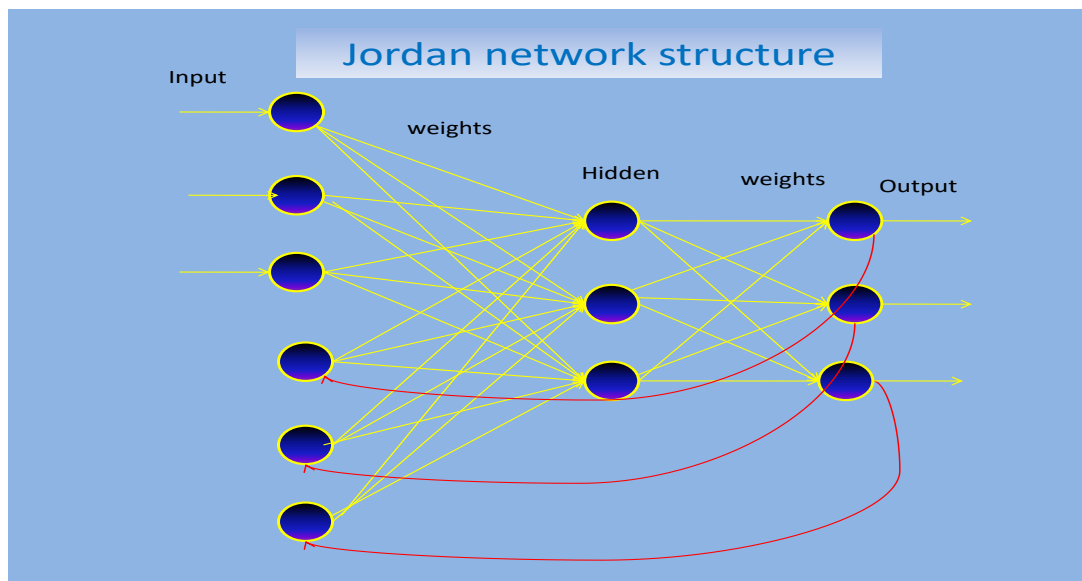
تتألف شبكة Elman في الأقل من ثلاث طبقات من الخلايا: طبقة الإدخال، والطبقة الوسطى وتسمى الطبقة المخبئة، وطبقة الإخراج. وترتبط كل طبقة في الشبكة بالطبقة التي تليها مع ارتباط خلايا الطبقة الوسطى أيضا مع طبقة الإدخال بالـ Context Layer وهذا يعني أن أية خلية في طبقة الإدخال ترسل إخراجها إلى كل الخلايا في الطبقة الوسطى، وترسل خلايا الطبقة الوسطى إخراجها إلى كل خلية في طبقة الإخراج وإلى طبقة الإدخال بالـ Context Layer. ويعتمد عدد الخلايا في الطبقة الوسطى على درجة تعقيد المسألة وحجم معلومات الإدخال. [9] ويوضح الشكل (1) الشبكة العصبية Elman المتكونة من ثلاث طبقات وهي طبقة الإدخال والطبقة الوسطى وطبقة الإخراج على الترتيب.



الشكل (1). التركيب العام لشبكة Elman

## 2.5 معمارية شبكة Jordan

تشبه شبكة Jordan شبكة Elman من حيث التركيب ما عدا أن الإرجاع يكون من طبقة الإخراج Output Layer إلى طبقة الإدخال Context Layer وليس من الطبقة الوسطى Hidden Layer [9]. والشكل (2) يوضح التركيب العام للشبكة العصبية Jordan المتكونة من ثلاث طبقات وهي طبقة الإدخال والطبقة الوسطى وطبقة الإخراج على الترتيب.



الشكل (2). التركيب العام لشبكة Jordan

## 6. مقاييس الكفاءة

يتم حساب نسبة الخطأ بين الغطاء الأصلي والغطاء المتضمن العلامة المائبة عن طريق حساب قيمة Peak Signal –to-Noise Ratio PSNR باستخدام القانون التالي: [12, 8]

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{255^2}{MSE} \right) dB \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{n \cdot n} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} (I(i, j) - Iw(i, j))^2 \quad (2)$$

حيث إن  $I(i, j)$  يمثل الغطاء الأصلي و  $Iw(i, j)$  يمثل الغطاء المتضمن العلامة المائبة. يجب أن تكون العلامة المائبة المسترجعة مشابهة للعلامة المائبة الأصلية ويتم حساب نسبة التطابق من خلال حساب معامل الارتباط Normalized Correlation Coefficient وحسب المعادلة التالية: [12, 13]

$$NCC = \frac{\sum_{i=1}^{M1} \sum_{j=1}^{M2} w(i, j) w^*(i, j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{M1} \sum_{j=1}^{M2} w(i, j)^2 \sum_{i=1}^{M1} \sum_{j=1}^{M2} w^*(i, j)^2}} \quad (3)$$

حيث إن  $w(i, j)$  تمثل العلامة المائبة الأصلية و  $w^*(i, j)$  تمثل العلامة المائبة المسترجعة.

## 7. أولاً عملية التضمين باستخدام Mean and SVD

تبدأ عملية تضمين العلامة المائبة في الملف الفيديوي بإدخال الملف الفيديوي والعلامة المائبة ثم يتم فصل إطارات الملف الفيديوي ليتم تضمين العلامة المائبة في كل إطار من إطارات الملف الفيديوي على حدة. يتم ذلك بقراءة الملف الفيديوي ذي الامتداد avi. ومن ثم أخذ كل إطار من إطارات الملف الفيديوي والتعامل معه على حدة حسب المقطع البرمجي التالي.

```
% ----- read avi file and its information -----
[filename pathname]=uigetfile({'*.avi','*.*'},'open vedio file');
info=aviinfo([pathname filename])
avi=aviread([pathname filename]);
aviobj=avifile('a1.avi');
for index=1:size(avi,2)
    frame=avi(index); %-- read ith-frame from avi vedio
    [imagframe,map]=frame2im(frame);%convert frame to rgb imageframe
    ybcr=rgb2ybcr(imagframe);%covert imageframe to ybcr color space
    orginal_frame=double(ybcr(:,:,1));%select y matrix for embedding
    watermarked_frame =double(orginal_frame);
    lengt=32;
    for i=1:lengt
        for j=1:lengt
            r=keyr(i,j); c=keyc(i,j);
            block_input=orginal_frame(r-1:r+1,c-1:c+1);
            [u s v] = svd(block_input);
            meanofsvd(i,j)=mean(diag(s));
            sub = abs(meanofsvd(i,j) - orginal_frame(r,c));
            if (sub >= strength)
                value1 = meanofsvd(i,j);
```

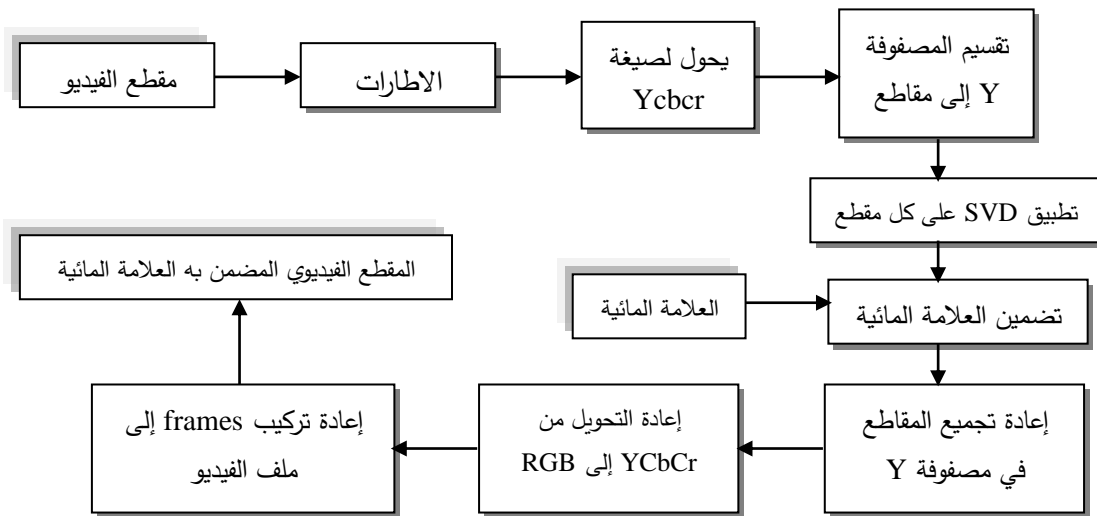


```

else
    value1 = original_frame(keyr(i,j),keyc(i,j));
end
if original_water(i,j) == 1
    x=max(value1,original_frame(r,c)+strength);
else
    x= min(value1,original_frame(r,c)-strength);
end
watermarked_frame(r,c)=x;
end
end
ycbcr(:,:,1)=watermarked_frame;
rgb=ycbcr2rgb(ycbcr);
Framepsnr(index)=mean(psnr(double(rgb),double(imagframe)));
frame=im2frame(rgb,map);
aviobj=addframe(aviobj,frame);
av(index)=frame;
meansvd(index,1:1024)=meanofsvd(:);
end
save('meansvd_key.mat','meansvd','keyr','keyc');
aviobj=close(aviobj);
avi1=aviread('a1.avi');
save avi3.mat av;
% -----

```

يتم تحويل كل إطار من صيغة الـ RGB إلى صيغة الـ Ycbcr للألوان (هذه الصيغة ستحول الإطارات الملونة إلى ثلاث طبقات هي Y وهي تمثل شدة إضاءة الصورة، Cb التي تمثل التلوينة الزرقاء و Cr التي تمثل التلوينة الحمراء) ثم تغيير نقاط الإطار في طبقة Y حيث أن التغيير لا يؤثر كثيرا كما في Cr و Cb. يتم اختيار مقاطع بصورة عشوائية بعدد بتات العلامة المائية ويتم حساب قيم SVD لكل مقطع وتضمين العلامة المائية فيها ثم إعادة بناء المقاطع في مصفوفة Y ثم إعادة التحويل من YCbCr إلى RGB وبعده إعادة بناء الإطارات في الملف الفيديوي ليتم الحصول على الفيديو المضمن للعلامة المائية كما موضح ذلك بالمقطع البرمجي السابق.



الشكل (3). المخطط العام لتضمين العلامة المائية بطريقة Mean and SVD

## 7. ثانياً خطوات الخوارزمية

الخطوة الأولى: قراءة الملف الفيديوي VI والعلامة المائية W ذات الحجم  $M*N$ .  
الخطوة الثانية: معالجة كل إطار من إطارات الملف الفيديوي باستخدام SVD الموضحة بالخطوات التالية.  
الخطوة الثالثة: تحويل كل إطار F من الملف الفيديوي من صيغة RGB إلى صيغة YCbCr وإختيار مصفوفة Y للتضمن داخلها.

الخطوة الرابعة: توليد مفتاح سري لتحديد المواقع ضمن الغطاء لتضمن العلامة المائية.  
الخطوة الخامسة: تحديد مقطع  $B_i$  بحجم  $3*3$  من المصفوفة Y الغطاء حسب المفتاح السري  $y_i$ ,  $x_i$  لتضمن العلامة المائية  $W_i$ .

الخطوة السادسة: تطبيق Singular Values Decompositions SVD على قيم كل مقطع مختار  $B_i$  حيث أن:

$$B_i = USVT \quad (4)$$

أي أنه يتم تنفيذ الإيعاز التالي على كل مقطع من مقاطع الإطار المختارة اعتماداً على المفتاح السري للحصول على ثلاث مصفوفات ممثلة بالمصفوفة U و S و V ومن ثم يتم أخذ المصفوفة S والتعامل معها لإجراء عملية التضمنين:

$$[U \ S \ V] = \text{svd}(\text{block\_input});$$

وإن Block\_Input يمثل المقطع المختار ضمن الإطار المعين من إطارات الملف الفيديوي المطلوب التضمن فيه.

الخطوة السابعة: حساب المعدل mean للقيم الفريدة الناتجة من الخطوة السابقة الممثلة بالمصفوفة S:

$$\text{Mean1} = \text{mean}(\text{diagonal}(S)) \quad (5)$$

الخطوة الثامنة: تضمين قيم العلامة المائية بالمراكز للمقاطع  $B_i$  المختارة حسب المفتاح السري كما يلي:

$$Y'(x_i, y_i) = \begin{cases} \max\{value, center(B_i) + \delta\} & w_i = 1 \\ \min\{value, center(B_i) - \delta\} & w_i = 0 \end{cases} \quad (6)$$

حيث أن:

$$value = \begin{cases} \text{mean1}, & |mean1 - center(B_i)| > \delta \\ center(B_i), & |mean1 - center(B_i)| \leq \delta \end{cases} \quad (7)$$

$w_i$  تمثل بت من بتات العلامة المائية،  $Y'$  تمثل الغطاء المتضمن العلامة المائية وتستمر عملية التضمنين إلى أن تنتهي قيم العلامة المائية. وإن قيمة المركز للقيم الفريدة عوملت مع معامل الصلادة بالزيادة والنقصان لتوازنها وملاءمتها لعملية التضمنين ويتم ذلك بالاعتماد على قيم العلامة المائية وقيمة المتغير Value اعتمدت على الفرق ما بين المعدل للقيم الفريدة والمركز.

الخطوة التاسعة: تحويل إطار الملف الفيديوي  $F'$  المتضمن للعلامة المائية من صيغة YCbCr إلى صيغة RGB. ثم إعادة بناء إطارات الملف الفيديوي المتضمن للعلامة المائية VI وعرضه.

الخطوة العاشرة: حساب قيمة PSNR لجميع الإطارات المتضمنة العلامة المائية.

## 7. ثالثاً عملية الاسترجاع باستخدام Mean and SVD

تبدأ هذه العملية بإدخال الملف الفيديوي المتضمن للعلامة المائية حيث يتم فصل إطارات الملف الفيديوي ليتم استخلاص العلامة المائية من كل إطار من إطارات الملف الفيديوي على حدة، بعد تحويل كل إطار من صيغة RGB إلى صيغة YCbCr للألوان كما مبين بالخوارزمية التالية:

الخطوة الأولى: قراءة الملف الفيديوي المتضمن للعلامة المائية 'VI'.

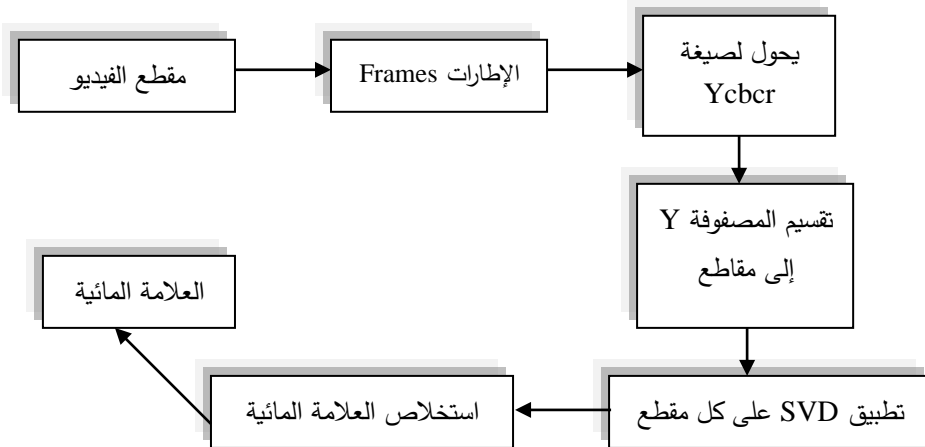
الخطوة الثانية: معالجة كل إطار F' من الملف الفيديوي المتضمن للعلامة باستخدام SVD وتحويل صيغة الإطار من RGB إلى YCbCr واختيار Y' لاستخلاص العلامة المائية باعتماد المفتاح السري.

الخطوة الثالثة: يتم استخلاص قيم العلامة المائية من الإطار الفيديوي الممثلة بالمصفوفة Y' حسب المعادلة التالية:

$$W_i = \begin{cases} 1, & Y'(x_i, y_i) > \text{meansvd}(I) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

وتستمر هذه العملية إلى أن يتم استرجاع جميع قيم العلامة المائية.

الخطوة الرابعة: حساب قيمة معامل الارتباط NCC للعلامة المائية المسترجعة.



الشكل (4). المخطط العام لعملية استرجاع العلامة المائية بطريقة Mean and SVD

## 8. خوارزمية التضمين باستخدام Mean and SVD المهجنة ذكائياً

خطوات تطبيق الخوارزمية الجينية على نظام العلامة المائية في تحويل SVD والمعدل لكل إطار من إطارات الملف الفيديوي يمكن تلخيصها بالشكل التالي:

الخطوة الأولى: توليد d من المفاتيح عشوائياً بصورة مباشرة دون الحاجة إلى استخدام البذرة كمفاتيح ابتدائية والتي تمثل أفراد الجيل الابتدائي.

الخطوة الثانية: تضمين العلامة المائية  $W_i$  في كل إطار من إطارات الملف الفيديوي VI باستخدام المفاتيح واحد بعد الآخر (وذلك بعد تحديد مقطع  $B_i$  بحجم  $3 \times 3$  من المصفوفة Y الغطاء حسب احد المفاتيح السرية ثم تطبيق SVD على قيم كل مقطع مختار  $B_i$ ، ومن ثم حساب المعدل Mean للقيم الفريدة الممثلة بالمصفوفة S وبعدها يتم تضمين قيم العلامة المائية بالمراكز للمقاطع  $B_i$  المختارة وذلك حسب المعادلة التالية:

$$Y'(xi, yi) = \begin{cases} \max\{value, center(Bi) + \delta\} & wi = 1 \\ \min\{value, center(Bi) - \delta\} & wi = 0 \end{cases}$$

حيث  $Y'$  تمثل الغطاء المتضمن للعلامة المائية وتستمر عملية التضمين إلى أن تنتهي قيم العلامة المائية. تحويل إطار الملف الفيديوي  $F'$  المتضمن للعلامة المائية من صيغة Ycbcr إلى صيغة (RGB) وتوليد لكل إطار مجموعة من الصور المضمنة بها العلامة المائية وعددها  $d$  مساوياً لعدد أفراد الجيل الحالي للخوارزمية الجينية. ومن ثم إعادة بناء إطارات الملف الفيديوي المتضمن للعلامة المائية  $VI'$ .

الخطوة الثالثة: حساب قيمة PSNR لكل إطار متضمن للعلامة المائية لتقييم جودته.

الخطوة الرابعة: تنفيذ الهجمات على كل إطار متضمن للعلامة المائية ومن ثم استخلاص العلامة المائية منه فلكل إطار أصلي ينتج  $d$  من العلامات المائية بعدد المفاتيح المستخدمة بعملية التضمين ثم حساب قيمة معامل الارتباط لكل علامة مائية مسترجعة.

الخطوة الخامسة: حساب دالة اللياقة لكل فرد بالاعتماد على قيمة مقياس الجودة PSNR ومجموع معاملات الارتباط لجميع العلامات المائية المسترجعة من تأثير الهجمات لنفس الإطار ومعاملة هذا المجموع بمعامل الصلادة لموازنة العملية وذلك حسب المعادلة التالية:

$$fitness(j) = PSNR + \delta * \sum_{i=1}^n NCC(W, W_i') \quad (9)$$

حيث  $j$  تمثل رقم الإطار المتضمن للعلامة المائية حسب المفتاح الأول من  $d$  من المفاتيح المولدة عشوائياً و  $n$  تمثل عدد الهجمات التي تمت على هذا الإطار. وأخيراً يتم اختيار الفرد الذي يمتلك أعلى قيمة لياقة على مستوى الجيل الحالي الذي يمثل المواقع الأنسب لعملية التضمين.

الخطوة السادسة: يتم التوقف إذا كان عداد الخوارزمية الجينية مساوياً للعداد النهائي  $t=final$ .

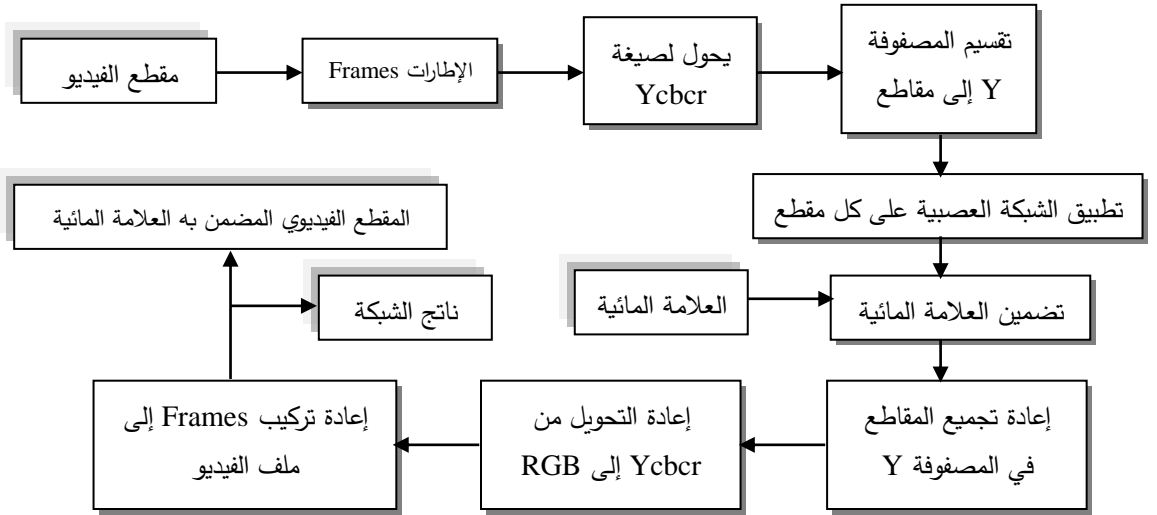
الخطوة السابعة: تنفيذ عملية العبور لتوليد أفراد جدد للجيل القادم، ومن ثم تطبيق الطفرة الوراثية.

الخطوة الثامنة: زيادة عداد الخوارزمية الجينية  $t=t+1$  والعودة إلى الخطوة الثانية.

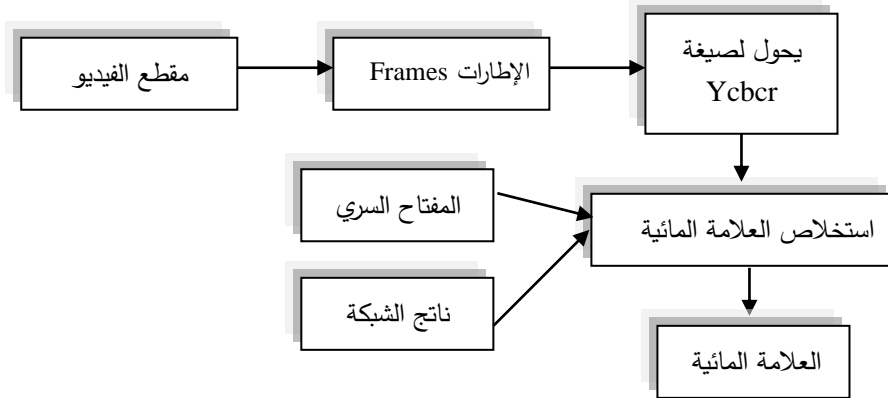
وأخيراً المفتاح الأفضل هو الذي يستخدم في عملية تضمين واسترجاع العلامة المائية.

## 9. عملية التضمين باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية

تشبه عملية تضمين العلامة المائية في الملف الفيديوي باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية خوارزمية Mean and SVD من حيث الهيكل العام لكن الاختلاف الأساسي هو أنه يتم تطبيق الشبكة العصبية الاصطناعية على المقاطع بدل تطبيق حساب القيم الفريدة SVD وبمفتاح سري مولد بالخوارزمية الجينية مهياً مباشرة لعمل الشبكة وتوضح الأشكال (5, 6) المخطط العام لعملية تضمين واستخلاص العلامة المائية باستخدام الشبكات العصبية.



الشكل (5). المخطط العام لتضمين العلامة المائية باستخدام الشبكات العصبية



الشكل (6). المخطط العام لاسترجاع العلامة المائية باستخدام الشبكات العصبية

تضمين العلامة المائية  $W_i$  في كل إطار من إطارات الملف الفيديوي VI باستخدام المفتاح السري (المولد باستخدام الخوارزمية الجينية حيث تم توليد المفتاح أي المواقع التي يتم التضمين بها في كل مقطع من مقاطع الإطار باعتماد الخوارزمية الجينية وتم الحصول على مصفوفة تحوي المواقع التي يتم التضمين بها بدلاً من المفتاح المولد عشوائياً) وذلك بعد تحديد مقطع  $B_i$  بحجم  $3 \times 3$  من المصفوفة Y الغطاء حسب المفتاح السري ثم إدخال بيانات هذا المقطع إلى الشبكة العصبية الاصطناعية Elman أو شبكة Jordan الموضح تدريبها بالمقطع البرمجي التالي:

```
net.hidout=0;
for i=1:3
    for j=1:9
        net.hidnet(j)=dot(net.input,net.wet(j,1:len))+net.wet(j,11);
    end %net.input represent the value of block that selected
    net.hidout=logsig(net.hidnet);
    net.outnet=dot(net.hidout,net.outwet);
    net.out=logsig(net.outnet);
    dlt=(targ-net.out)*(1-net.out)*net.out;
    net.outwet=net.outwet+dlt.*net.hidout*beta;
    for j=1:9
        s=net.outwet(j)*dlt*net.hidout(j)*(1-net.hidout(j));
    end
end
```

```

net.wet(j,1:len)=net.wet(j,1:len)+beta*s.*net.input;
end
len=10;
net.input(10)=net.outnet;
mse=(targ-net.outnet)^2/2;
if abs(mse)<0.0001
    break;
end
end
end
y=net.outnet;

```

وبعدها يتم تضمين قيم العلامة المائبة بالمراكز للمقاطع Bi المختارة وذلك حسب المعادلة التالية:

$$Y'(xi, yi) = \begin{cases} \max\{value, center(Bi) + \delta\} & wi = 1 \\ \min\{value, center(Bi) - \delta\} & wi = 0 \end{cases}$$

حيث أن:

$$(10) value = \begin{cases} netresult, & |netresult - center(Bi)| > \delta \\ center(Bi), & |netresult - center(Bi)| \leq \delta \end{cases}$$

حيث  $Y'$  تمثل الغطاء المتضمن للعلامة المائبة وتستمر عملية التضمين إلى أن تنتهي قيم العلامة المائبة. ومن ثم إعادة بناء إطارات الملف الفيديوي المتضمن للعلامة المائبة VI. أما عملية استخلاص العلامة المائبة بهذه الطريقة فيتم بالاعتماد على ناتج الشبكة المستخدمة Elman أو شبكة Jordan بدلاً من معدل القيم الفريدة.

## 10. النتائج والمناقشة

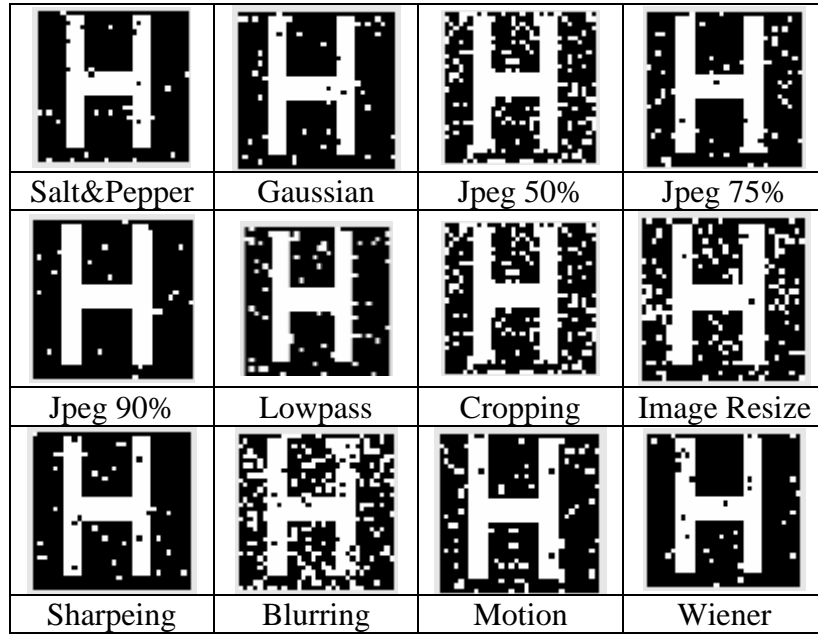
تم تطبيق جميع طرائق البحث على الملف الفيديوي من نوعية (.avi) ذي الأبعاد 640\*480 الذي يمثل الغطاء للعلامة المائبة، وعدد الإطارات المكون منها الفيديو 101 إطار. أما بالنسبة للعلامة المائبة فقد تم استخدام علامة مائبة ثنائية Binary Image بأبعاد 32\*32. وأثناء تنفيذ طرائق البحث على هذا الفيديو تم توجيه العديد من الهجمات للفيديو لاختبار قوة ومتانة طرائق البحث في تضمين العلامة المائبة وكذلك في اختيار المفتاح الأمثل لعملية التضمين ومن هذه الهجمات تم إضافة شيء من الضوضاء للإطار المتضمن للعلامة المائبة وعمل تكبير وتصغير لحجم الإطار كذلك كبس الإطار وتعريضه أيضاً لأنواع من المرشحات ... وغيرها من الهجمات الموضحة نتائجها بالجدول والأشكال التالية.



الشكل (7). يوضح الإطار الأصلي الأول والإطار المتضمن للعلامة المائبة من الملف الفيديوي المستخدم بالبحث والعلامة المائبة الأصلية المستخدمة

جدول (1). يوضح قيم معامل الارتباط بين العلامة المائية الأصلية والعلامة المائية المسترجعة بطريقة Mean and SVD

Attacks	NCC
Salt&pepper	0.929
Gaussian	0.910
Jpeg 50%	0.699
Jpeg 75%	0.873
Jpeg 90%	0.954
Lowpass	0.870
Cropping	0.699
Image resize	0.732
sharpening	0.922
blurring	0.617
motion	0.835
wiener	0.923

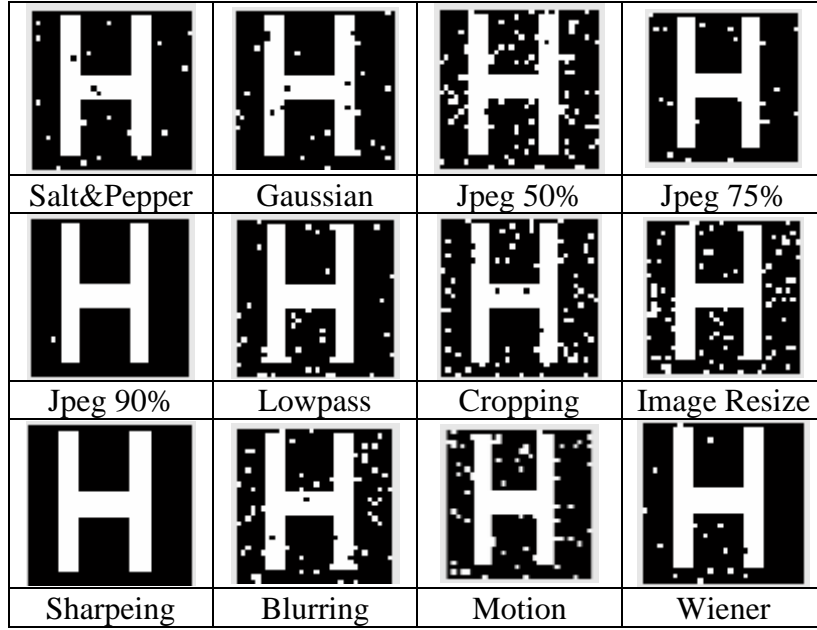


الشكل (8). يوضح العلامة المائية المسترجعة من الإطار المتضمن للعلامة المائية بطريقة Mean and SVD بعد تعريضه للهجمات

نلاحظ من الجدول والشكل السابقين أن طريقة mean and SVD التي طبقت على الفيديو أن نتائجها جيدة بعد توجيه العديد من الهجمات حيث كانت قيم معامل الارتباط قريبة من الواحد وهذا يعني أن العلامة المائية المستخلصة من الفيديو المتضمن للعلامة المائية كانت شبيهة أو مطابقة للعلامة المائية الأصلية. ولقياس جودة الطريقة المستخدمة تم كذلك قياس جودة الإطار المتضمن للعلامة المائية بمقياس PSNR حيث كانت قيمته 50.2946dB

الجدول (2). يوضح قيم معامل الارتباط بين العلامة المائبة الأصلية والعلامة المائبة المسترجعة بطريقة mean and SVD باستخدام الخوارزمية الجينية

Attacks	NCC
Salt&Pepper	0.951
Gaussian	0.933
Jpeg 50%	0.811
Jpeg 75%	0.952
Jpeg 90%	0.997
Lowpass	0.919
Cropping	0.849
Image Resize	0.829
Sharpening	1
Blurring	0.873
Motion	0.870
Wiener	0.963



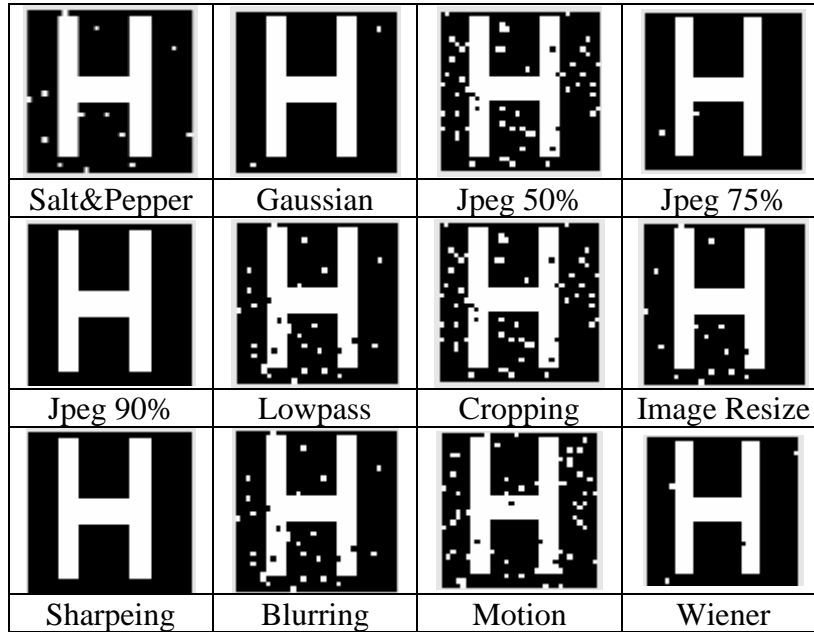
الشكل (9). يوضح العلامة المائبة المسترجعة من الإطار المتضمن للعلامة المائبة بطريقة Mean and SVD باستخدام الخوارزمية الجينية بعد تعريضه للهجمات

بعد تطبيق طريقة mean and SVD المهجنة ذكائياً بالخوارزمية الجينية على الملف الفيديوي تم الحصول على نتائج أفضل من طريقة mean and SVD وهذا واضح من الجدول والشكل أعلاه حيث تم الحصول على علامة مائبة مطابقة للأصلية. إن نتائج الاختبارات أظهرت أن الخوارزمية المستخدمة في عملية التضمين والاسترجاع قوية ضد عملية الكبس باستخدام JPEG compression حتى في حالة استخدام معامل كبس واطئ. وإن قيمة PSNR هنا هي 53.6942 dB



**الجدول (3).** يوضح قيم معامل الارتباط بين العلامة المائية الأصلية والعلامة المائية المسترجعة بطريقة الشبكة العصبية Elman مع المفتاح السري المولد بالخوارزمية الجينية

Attacks	NCC
Salt&Pepper	0.968
Gaussian	0.995
Jpeg 50%	0.869
Jpeg 75%	0.995
Jpeg 90%	1
Lowpass	0.930
Cropping	0.869
Image Resize	0.963
Sharpening	1
Blurring	0.928
Motion	0.873
Wiener	0.990



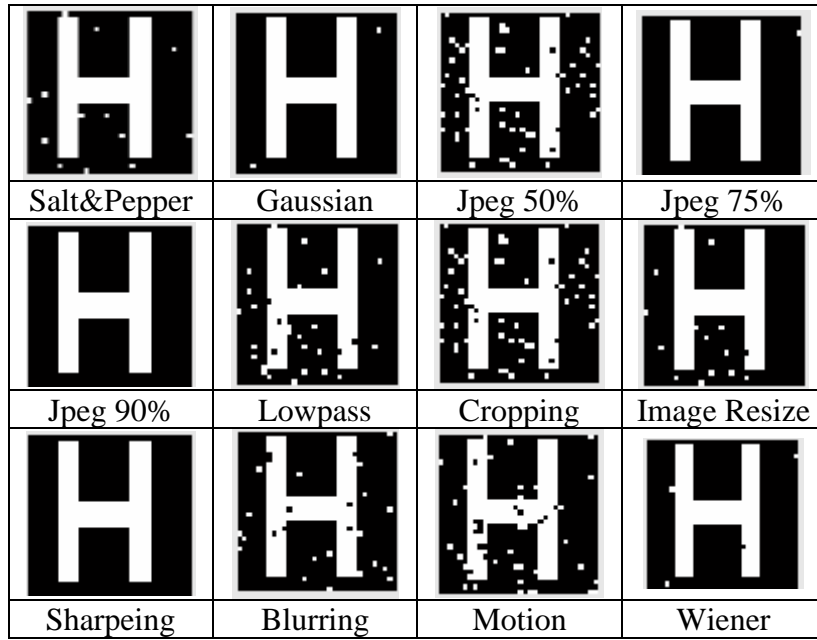
**الشكل (10).** يوضح العلامة المائية المسترجعة من الإطار المتضمن للعلامة المائية بطريقة الشبكة العصبية Elman مع المفتاح السري المولد بالخوارزمية الجينية بعد تعريضه للهجمات

وعند استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في عملية التضمين والاسترجاع للعلامة المائية تم الحصول على نتائج أفضل حيث تم الاعتماد على خصائص الغطاء والعلامة المائية في عملية التضمين بالشبكات العصبية واستخدمت شبكتي elman و Jordan في تضمين العلامة المائية بالملف الفيديوي واستخدمت الخوارزمية الجينية هنا في توليد المفتاح السري فقط وتجهيزه لعملية التضمين وتم الحصول على نتائج ممتازة كما موضح بالجدول والأشكال الخاصة بالشبكات العصبية الاصطناعية حيث العلامة المسترجعة كانت مطابقة للعلامة الأصلية وقيم معامل الارتباط قريباً جداً من الواحد وهذا يؤكد كفاءة الطرائق المستخدمة بالبحث على الملف الفيديوي. إن النتائج

أظهرت أن هذه الخوارزمية قوية ضد عملية الكبس باستخدام JPEG compression حتى في حالة استخدام معامل كبس واطئ وكذلك قوية ضد باقي الهجمات. وقيمة PSNR كانت 54.4213dB

**الجدول (4).** يوضح قيم معامل الارتباط بين العلامة المئوية الأصلية والعلامة المئوية المسترجعة بطريقة الشبكة العصبية Jordan مع المفتاح السري المولد بالخوارزمية الجينية

Attacks	NCC
Salt&Pepper	0.968
Gaussian	0.995
Jpeg 50%	0.869
Jpeg 75%	0.997
Jpeg 90%	1
Lowpass	0.930
Cropping	0.869
Image Resize	0.963
Sharpening	1
Blurring	0.933
Motion	0.883
Wiener	0.990



**الشكل (11).** يوضح العلامة المئوية المسترجعة من الإطار المتضمن للعلامة المئوية بطريقة الشبكة العصبية Jordan مع المفتاح السري المولد بالخوارزمية الجينية بعد تعريضه للهجمات

#### 11. الاستنتاجات

- تعتبر الطرائق المستخدمة بالبحث لتضمين العلامة المئوية من الطرائق القوية حيث:
- تميزت الخوارزميات المستخدمة بالقوة والمتانة تجاه العديد من الهجمات التي تتعرض لها العلامة المئوية بقصد تغييرها أو إزالتها.

- كما تميزت العلامة المائية المضمنة بالملف الفيديوي بكونها غير مدركة في الإطار المضمن وتضمينها لا يسبب تغير أو تشوه في الغطاء الحامل أي الملف الفيديوي لها.
- تتميز هذه الخوارزميات بكونها ذكائية لاستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية والخوارزمية الجينية في تضمين العلامة المائية.
- إن قوة العلامة المائية تتناسب طرديا مع قيمة معامل صلادة العلامة المائية في معادلة التضمين أما جودة الإطار المضمن للعلامة تتناسب عكسيا مع هذا المعامل.
- تم الحصول على قيم ممتازة لمعامل الارتباط NCC التي أثبتت جودة وكفاءة الطرائق المستخدمة بالبحث. وكذلك قيم PSNR للإطار المضمن للعلامة المائية لجميع الطرائق المستخدمة.

**REFERENCES**

- [1] الحمامي، علاء حسن والحمامي، محمد علاء، "إخفاء المعلومات: الكتابة المخفية والعلامة المائية"، مكتبة جامعة الشارقة، إثراء للنشر والتوزيع، 2008.
- [2] حامد، فرقد، "توثيق النصوص باستخدام العلامة المائية"، رسالة ماجستير / كلية علوم الحاسبات والرياضيات / جامعة الموصل، 2004.
- [3] عادل، ندى وقسطنطين، مايا، "الخوارزميات الجينية"، جامعة تشرين / كلية هندسة المعلوماتية، 2009.
- [4] Bedi S.S., Kumar A., and Kapoor P., "Robust Secure SVD Based DCT – DWT Oriented Watermarking Technique for Image Authentication". International Conference on IT to Celebrate S. Charmonman's 72nd Birthday, March, Thailand, pp. 46.1:46.7, 2009.
- [5] El'arbi M., Amar C.R. and Nicolas H., "Video Watermarking Based On Neural Network", Ieee, Pp. 1577-1580, 2006.
- [6] El'arbi M. , Amar C.R. and Nicolas H., "Avideo Watermarking Scheme Resistant To Geometric Transformations", Ieee, Pp. V-481: V-484, 2007.
- [7] Ghazy R.A., El-fishawy N.A., Hadhoud M.M., Dessouky M.I. and Abd El-samie F.E., "An Efficient Block By Block Svd Based Image Watermarking Scheme", Ubiquitous Computing and Communication Journal, 2007.
- [8] H. Seddik, M. Sayadi, F. Fnaiech, and M. Cheriet, "New Multi-Domains Image Watermarking Method Based On Multi-Watermarks Embedding And Neural Network Segmentation, Applied mathematical sciences, vol. 1, no. 39, pp. 1927-1939, 2007.
- [9] Online: [http://en.wikipedia.org/wiki/Recurrent\\_neural\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Recurrent_neural_network)
- [10] Jeng-Shyang Pan, Hsiang-Cheh Huang and Lakhmi C. Jain, " Intelligent Watermarking Techniques", World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.,2004.
- [11] Lee S., Jang D. and Yoo C., "An Svd Based Watermarking Method For Image Content Authentication With Improved Security", IEEE, pp. II-525: II-528, 2005.
- [12] M. Ketcham, and S. Vongpradhip, "Intelligent Audio Watermarking Using Genetic Algorithm In DWT Domain", International Journal of Intelligent technology, vol. 2, no. 2, pp. 135-140, 2007.
- [13] M. Shen, X. Zhang, L. Sun, P. Beadle and F. Chan, "A Method For Digital Image Watermarking Using ICA", 4th International Symposium On Independent Component Analysis And Blind Signal Separation(ICA2003), 2003, Nara, Japan.
- [14] S.M. Rafizul Haque, "Singular Value Decomposition And Discrete Cosine Transform Based Image Watermarking". Master Thesis, January 2008.
- [15] Shieh C., Huang H., Wang F., and Pan J., "Genetic Watermarking Based On Transform Domain Techniques", Journal Of The Pattern Recognition Society, pp. 555-565, 2004.
- [16] Wei Z., Li H., Dai J. and Wang S., "Image Watermarking Based On Genetic Algorithm", IEEE, pp. 1117-1120, 2006.