# Dual Hiding in Digital Image Files

**Farah Tareq Mohammed**
*farahtarik@uomosul.edu.iq*
*College of Computer Science and Mathematics*
*University of Mosul, Mosul, Iraq*

**Received on: 11 / 1 / 2011** **Accepted on: 16 / 5 /2011**

**ABSTRACT**

The technique of information hiding is one of information security techniques, which works on embedding information on media in such a way that avoid bringing suspicion of discovering transmission between two ends.

In this paper, a modified algorithm is suggested depending on two principles: double information hiding and multiple watermarking. The first principle is represented by cryptography and steganography in a way that each method work separately from the other to ensure a secure content that embedded in the message. While the second principle depends on multiple watermarking represented by images with secret key in a gray image to achieve authentication and accuracy of sending data. Cryptography is used to protect binary image (original watermarking) by using a secret key and embedding more than watermarking (binary and gray images) inside cover file (color image) by using signature (data) that have been taken from the cover file and adopted in the spatial domain for hiding data.

**Key word:** LSB, Watermarking, PSNR, NC

# الإخفاء المزدوج في ملفات الصورة الرقمية

**فرح طارق محمد**

*كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل*

**تاريخ استلام البحث: 11 / 1 / 2011** **تاريخ قبول البحث: 16 / 5 / 2011**

**الملخص**

إن تقنية الإخفاء هي إحدى تقنيات أمنية البيانات حيث تعمل على تضمين المعلومات في وسط معين بطريقة لا تجلب الشك بوجود تراسل بين طرفين. في هذا البحث تم اقتراح خوارزمية تعتمد على مبدأين هما: الإخفاء المزدوج والعلامات المائية المتعددة يتمثل المبدأ الأول بالتشفير وإخفاء المعلومات حيث تعمل كل منها على حدة لتوفير أمنية لمحتويات رسالة معينة، أما المبدأ الثاني فيتمثل باستخدام العلامات المائية المتعددة (المتمثلة بالصور) مع مفتاح سري داخل ملف الصورة الرمادية لتحقيق الوثوقية ودقة البيانات المرسلة. لقد استخدمت عملية التشفير في الحفاظ على بيانات الصورة الثنائية (العلامة المائية الأولى) باستخدام مفتاح سري، واعتماد أكثر من علامة مائية (الصورة الثنائية والصورة الرمادية) داخل ملف الغطاء (الصورة الملونة) مع استخدام توقيع (signature) تم أخذها من بيانات ملف الغطاء، وقد تم اعتماد المجال المكاني في إخفاء البيانات.

**الكلمات المفتاحية:** العلامة المائية.

## 1. المقدمة Introduction

أدى النمو في تقنية الحاسوب والاتصالات إلى زيادة الحاجة لتوفير حماية وأمنية للملفات والمعلومات المخزونة فيه من العبث بها أو تغييرها من قبل سراق ومتطفلين (Unauthorized) ومن هنا ظهرت الحاجة لتوفير وسائل أمنية البيانات ومنها علم التشفير Cryptography الذي يعمل على توفير حماية لخزن البيانات عن طريق تغيير شكل أو محتوى المعلومات بطريقة غير واضحة باستخدام مفتاح سري.

ونظرا للاستخدام المتزايد لشبكة المعلومات العالمية Internet أصبح من الصعب حماية هذه المعلومات خاصة وانه في صيغة تبعث للشك لدى المتطفل ونتيجة لفرض العديد من القيود لمنع استخدام التشفير عبر الشبكة أدى ذلك لظهور وسيلة أخرى في مجال تطوير أمنية البيانات وهي علم إخفاء المعلومات Information Hiding والغاية منه ليس فقط منع المتطفلين من معرفة المعلومات المخفية بل لإزالة الشك أصلا بوجود هذه المعلومات والشيء المميز في تقنية الإخفاء أنها تواكب التقنيات الحديثة ويمكن استخدامها في جميع الوسائط الحاسوبية من صور ونصوص صوت وفيديو وحزم الشبكة. [3] [4]

إن علمي التشفير وإخفاء البيانات المتمثل بالكتابة المخفية والعلامة المائية عبارة عن وسيلتين لتوفير أمنية وسرية للبيانات المنقولة حيث يعملان معا على ترميز الرسالة المنقولة وإخفاء وجود اتصال بين طرفين.

لقد اقترحت الباحثة بيبو (2009) [3] نظاما امنيا لإخفاء المعلومات السرية وإرسالها عبر الشبكة، حيث تم اعتماد الكتابة المغطاة ودمجها بالشبكات العصبية لإخفاء معلومات سرية بعد تشفيرها في صورة ملونة من نوع BMP واستخدام القنوات المخفية لإخفاء بيانات نصية أو صورة مخفي فيها بيانات سرية في بروتوكولات طبقة النقل والانترنت، أما الباحث Ali Akbar Nikoukar (2010) [5] فقد قام بإخفاء نص داخل صورة ملونة من نوع BMP بالاعتماد على الخلية الأقل أهمية حيث تم الإخفاء في ثلث الصورة وبأقل كمية من التشويه على بيانات الصورة والباحث Saurabh Singh (2010) [8] قام باقتراح تقنية العلامة المائية التي تستخدم تمييز الحروف للتأكد من تكامل أمنية البيانات المخفية في الملفات.

يمكن إخفاء المعلومات بطرائق مختلفة في الصور الرقمية وقد تم في هذا البحث اعتماد المجال المكاني عن طريق استخدام البت الأقل أهمية LSB وقد تم استخدام ملفات الصور من نوع BMP و TIFF و JPEG كملف غطاء وصور تمثل العلامة المائية. مثلا لإخفاء بيانات في LSB لصورة ذات التدرج الرمادي التي تمثل كل قيمة لونية فيها بـ 8bit يتم تحويلها إلى سلسلة من الأرقام الثنائية لإخفاء حرف 'A' مثلا [1] [2] [7]

'A' = 1 0 0 0 0 0 1 1
151 = 1 0 0 1 0 1 1 1 => 1 0 0 1 0 1 1 1
39 = 0 0 1 0 0 1 1 1 => 0 0 1 0 0 1 1 0
51 = 0 0 1 1 0 0 1 1 => 0 0 1 1 0 0 1 0
235 = 1 1 1 0 1 0 1 1 => 1 1 1 0 1 0 1 0
49 = 0 0 1 1 0 0 0 1 => 0 0 1 1 0 0 0 0
233 = 1 1 1 0 1 0 0 1 => 1 1 1 0 1 0 0 0
255 = 1 1 1 1 1 1 1 1 => 1 1 1 1 1 1 1 1
224 = 1 1 1 0 0 0 0 0 => 1 1 1 0 0 0 0 1

أما في الصور الملونة فكل قيمة لونية فيها تتمثل ب 24bit

| R | G | B | | R | G | B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 151 | 39 | 51 | | 10010111 | 00100111 | 00110011 |
| 235 | 49 | 233 | => | 11101011 | 00110001 | 11101001 |
| 255 | 224 | 129 | | 11111111 | 11100000 | 10000001 |

فعند إخفاء الحرف 'A' تكون القيم

| R | G | B |
|---|---|---|
| 10010111 | 00100110 | 00110010 |
| 11101010 | 00110000 | 11101000 |
| 11111111 | 11100001 | 10000001 |

تضمن العمل طرح هيكلية الخوارزمية المقترحة في الفقرة الثانية والمتضمنة خوارزمية إخفاء العلامة المائية واسترجاعها أما الفقرة الثالثة فقد تم عرض النتائج المستحصلة من تطبيق الخوارزمية على عدة أنواع من الصور مختلفة الدقة وفي الفقرة الرابعة تم استعراض الاستنتاجات وأخيرا تم طرح بعض المقترحات للأعمال المستقبلية في الفقرة الخامسة.

## 2. هيكلية الخوارزمية المقترحة:

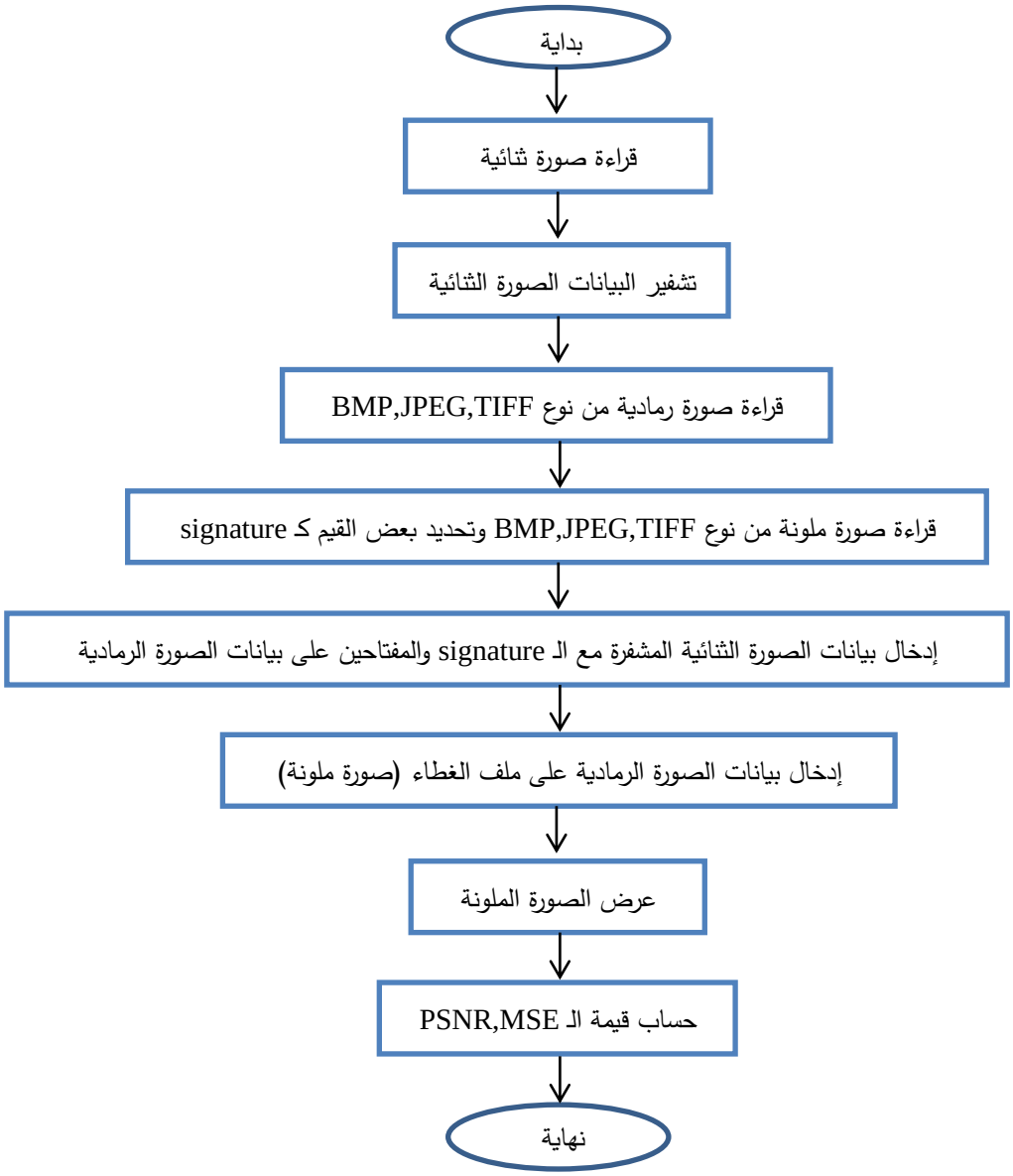
إن فكرة البحث تتمثل في خوارزميتين: الأولى خوارزمية الإخفاء والتي تكمن في إدخال علامة مائية (الصورة الثنائية) مشفرة بدالة معينة ومفتاح سري يتم تضمينها في علامة مائية أخرى (الصورة ذات التدرج الرمادي) يتم إخفائها في ملف الغطاء (الصورة الملونة) والذي تم اخذ بعض بياناته وإضافتها إلى العلامة المائية الثانية للاستفادة منها في اختبار صحة ملف الغطاء ووثوقية العلامة المائية.

أما الخوارزمية الثانية تتمثل في استرجاع العلامة المائية الأولى والثانية والتأكد من قيم الـ Signature. لقد تم تطبيق الخوارزمية (كملف غطاء وعلامة مائية) على ملفات الصورة من نوع BMP,JPEG,TIFF وكانت أحجام الصور متساوية.

### 1.2 خوارزمية (1): (إخفاء العلامة المائية)

1. البداية
2. قراءة الصورة الثنائية (العلامة المائية الأولى) بشكل مصفوفة ثنائية وتحويلها إلى مصفوفة أحادية.
3. تشفير بيانات المصفوفة الناتجة من الخطوة السابقة باستخدام دالة XNOR مع بيانات المصفوفة نفسها وباستخدام مفتاح سري الأول المتمثل برقم ومضاعفاته والذي يحدد النقاط التي يتم إدخالها على دالة NOT.
4. قراءة الصورة ذات التدرج الرمادي (العلامة المائية الثانية) بشكل مصفوفة ثنائية الأبعاد.
5. توزيع قيم المصفوفة الأحادية الناتجة من الخطوة (3) على قيم المصفوفة الثنائية للصورة ذات التدرج الرمادي في الموقع الأول للخلية الأقل أهمية.
6. قراءة الصورة الملونة (ملف الغطاء) بشكل مصفوفة ثنائية الأبعاد.
7. يتم خزن قيمة المفتاح السري الأول والمفتاح السري الثاني الذي يمثل بداية مواقع القيم المأخوذة من ملف الغطاء التي يتم إخفائها في الصورة الرمادية كتوقيع في الخلية الأقل أهمية لـ bit الثاني والثالث للنقاط الأربعة الأولى في الصورة الرمادية.
8. يتم اخذ بعض بيانات الصورة الملونة عن طريق مفتاح سري الثاني وإخفائها في الموقع الثاني والثالث للخلية الأقل أهمية للصورة الرمادية كتوقيع للتأكد من وثوقية العلامة المائية وصحة ملف الغطاء وبذلك تم تغيير 3bit من كل قيمة لونية.
9. تحويل كل قيمة لونية من مصفوفة الصورة الرمادية (الناتجة من الخطوة السابقة) إلى سلسلة أحادية ممثلة بأرقام ثنائية.
10. إضافة القيم الناتجة من الخطوة السابقة إلى القيم اللونية في ملف الغطاء عن طريق إخفائها في الموقع الأول والثاني والثالث للخلية الأقل أهمية لكل القيم اللونية (R,G,B) وبذلك تم تغيير 9bit من كل قيمة لونية.

11. عرض صورة ملف الغطاء (الصورة الملونة).
12. النهاية.

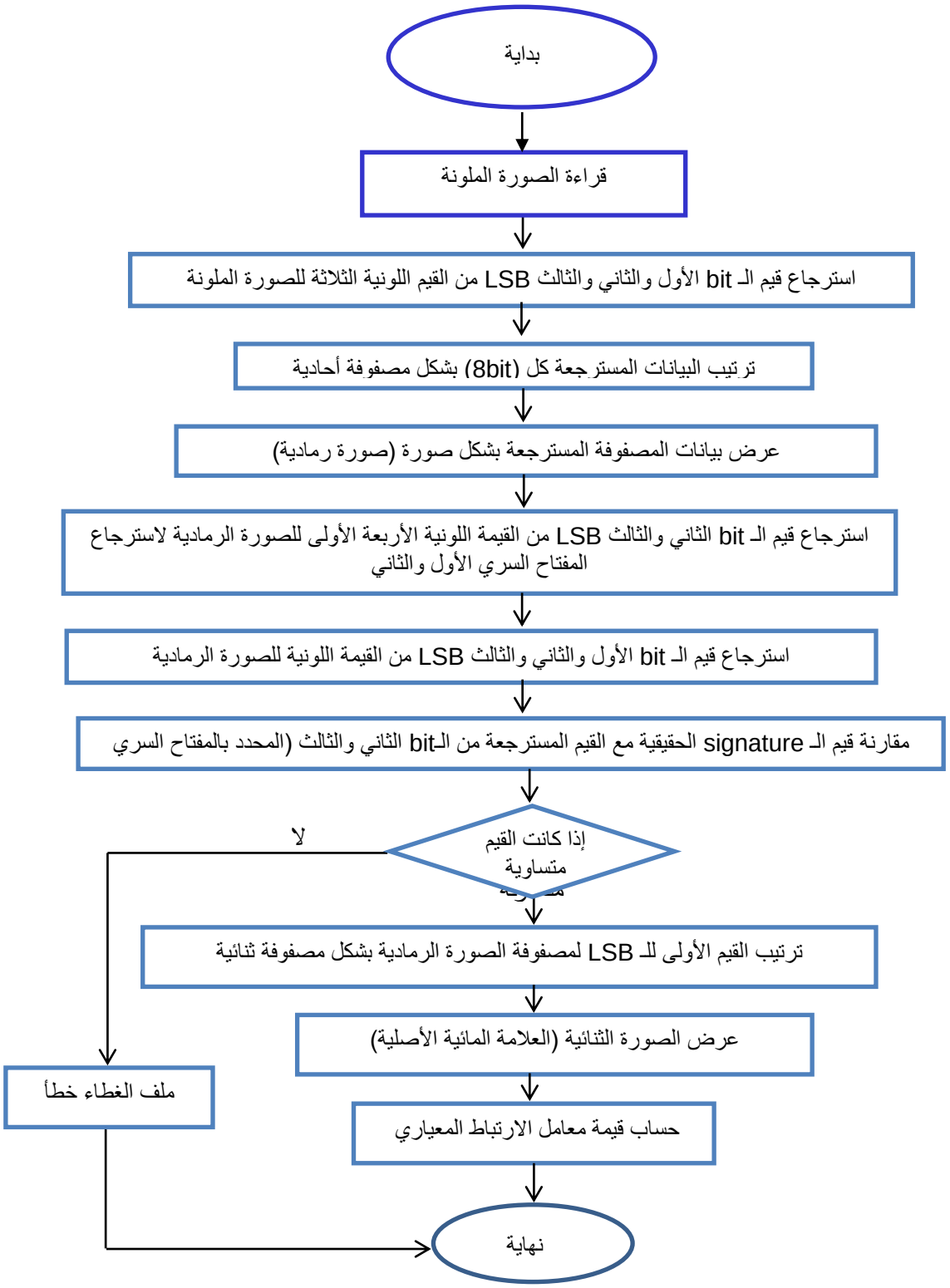



**مخطط انسيابي (1) عملية إخفاء العلامة المائية**

**2.2 خوارزمية (2):(استرجاع العلامة المائية)**

1. البداية.
2. قراءة الصورة الملونة (ملف الغطاء) بشكل مصفوفة ثنائية الأبعاد.
3. استرجاع القيمة الأولى والثانية والثالثة للخلية الأقل أهمية من القيم اللونية الثلاثة (R G B) وخزنتها بمصفوفة أحادية.
4. ترتيب سلسلة الأرقام الثنائية الناتجة من الخطوة السابقة بحيث كل 8bit تمثل قيمة لونية للعلامة المائية (الصورة الرمادية ) بشكل مصفوفة ثنائية.

5. استرجاع قيمة المفتاح السري الأول والثاني من الصورة الرمادية.
6. سحب بعض بيانات الصورة الملونة (ملف الغطاء) حسب مفتاح الثاني المتفق عليه من الطرفين وخزنها بمصفوفة أحادية.
7. استرجاع القيمة الثانية والثالثة للخلية الأقل أهمية من قيم المصفوفة الناتجة من الخطوة (4) ومقارنتها مع القيم الناتجة من الخطوة (6) فإذا كانت القيم متساوية يعني أن ملف الغطاء هو الملف الصحيح والذي يحتوي العلامات المائية.
8. إذا لم تكن القيم متساوية يعني أن البيانات غير صحيحة، اتجه إلى الخطوة (15).
9. استرجاع القيمة الأولى للخلية الأقل أهمية من قيم المصفوفة الناتجة من الخطوة (4) وترتيبها بشكل مصفوفة أحادية.
10. إدخال بعض بيانات المصفوفة الناتجة من الخطوة السابقة والتي يتم تحديدها باستخدام مفتاح سري الأول المتفق عليه من قبل الطرفين على دالة NOT.
11. إدخال البيانات الناتجة من الخطوة السابقة على دالة XNOR مع بيانات المصفوفة نفسها لاسترجاع العلامة المائية (فك الشفرة).
12. تحويل المصفوفة الأحادية الناتجة من الخطوة السابقة إلى مصفوفة ثنائية والتي تمثل بيانات العلامة المائية الأولى (الصورة الثنائية).
13. عرض الصورة الناتجة من الخطوة (4) والتي تمثل بيانات العلامة المائية الثانية (الصورة الرمادية) والصورة الناتجة من الخطوة السابقة والتي تمثل بيانات العلامة المائية الأولى (الصورة الثنائية).
14. حساب قيمة معامل الارتباط المعياري NC.
15. النهاية.




**مخطط انسيابي (2) عملية استرجاع العلامة**

**3. النتائج:**

تم اعتماد عدد من المقاييس لغض قياس جودة الصور الناتجة من تطبيق الخوارزمية وهي: [6] [9]

1. معامل الارتباط المعياري Normalization Correlation (NC)

$$NC = \sum_i sw(i) * s(i) / \sum_i \big(s(i)\big)^2 \quad (1)$$

2. متوسط مربع الخطأ Mean Squared Error (MSE)

$$MSE = 1/M*N \ \sum_{i,j}(sw(i,j) - s(i,j))^2 \quad (2)$$

3. أعلى نسبة للإشارة إلى الضوضاء Peak Signal To Noise Ratio (PSNR)

$$PSNR = 20* Log10(255/\sqrt{\frac{1}{M*N} * \sum_i \sum_j (sw(i,j) - s(i,j))^2}) \quad (3)$$

حيث:

sw: تمثل قيم المصفوفة التي تحتوي العلامة المائية

s:مثل قيم المصفوفة الأصلية

M: تمثل عدد الأسطر

N: تمثل عدد الأعمدة

وذلك لغرض قياس جودة الصورة الحاوية على العلامة المائية الناتجة وقد كانت النتائج كما مبينة في الأشكال (5 ، 6 ، 7 ، 8) التي توضح عملية إخفاء واسترجاع العلامة المائية، والجداول (1 ، 2 ، 3 ، 4) توضح قيم الـ MSE,PSNR للأشكال السابقة تباعا.

وبالمقارنة مع دراسات سابقة فان الباحث Ali Akbar Nikoukar [5] اعتمد إخفاء نص داخل ملف الصورة من نوع BMP في ثلث الصورة والباحث Saurabh Singh [8] استخدم تمييز الحروف وإخفائها والباحثة بيبو [3] فقد عملت على اعتماد الكتابة المغطاة ودمجها بالشبكات العصبية لإخفاء بيانات سرية مشفرة في ملف صورة ملونة من نوع BMP وإرسالها عبر الشبكة.

أما في هذا البحث كما ذكر فقد اعتمد إخفاء صورة أحادية داخل صورة رمادية داخل صورة ثالثة ملونة وعلى بيانات الصور كاملة وبأحجام متساوية إما 100X100 و150X150 و200X200 للصور الثلاثة وبأكثر من نوع (JEPG, TIFF, BMP).

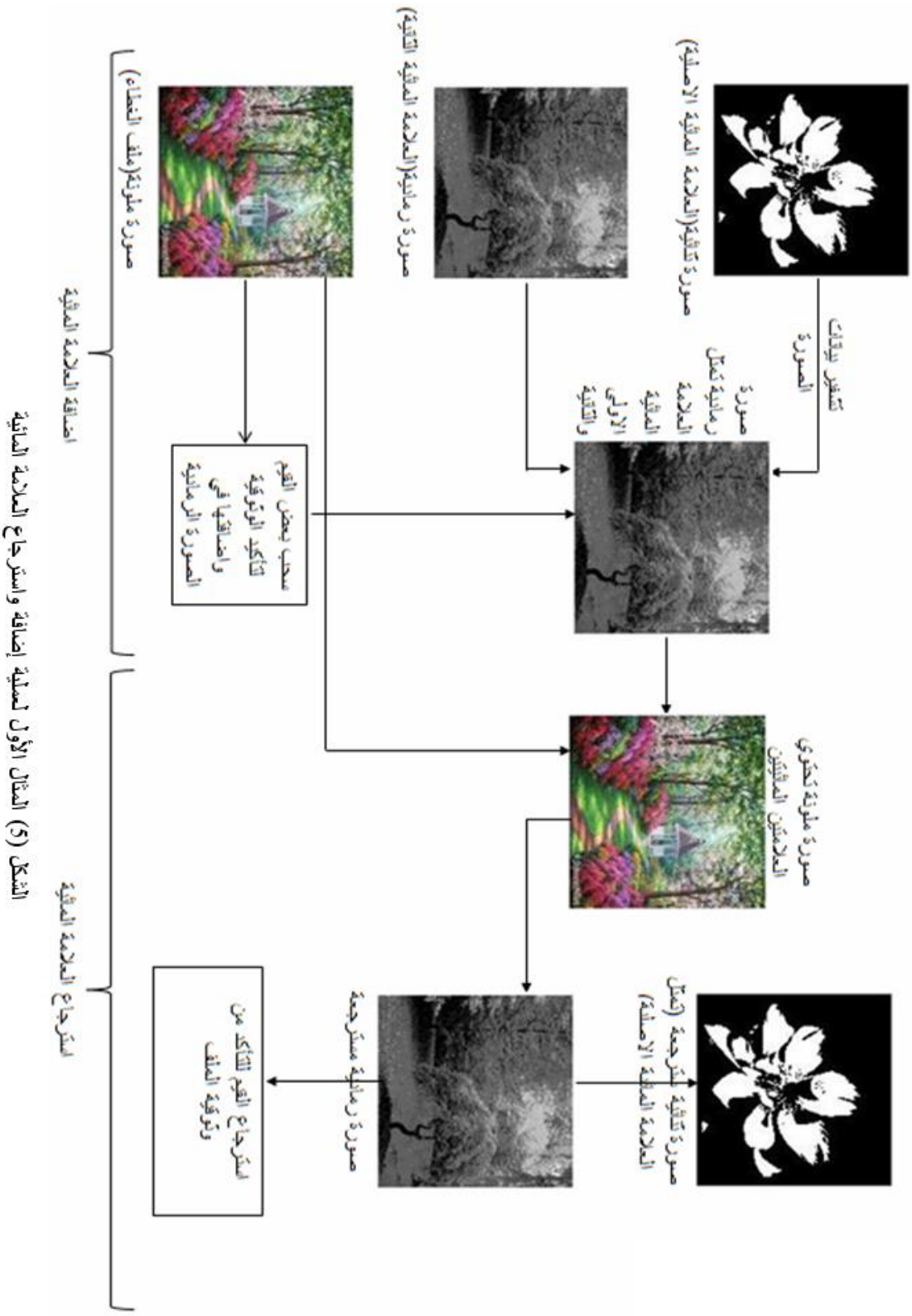
**4. الاستنتاجات**

تبين بعد تطبيق خوارزمية المقترحة على أكثر من صورة وبأحجام مختلفة ولأكثر من نوع إن قيم معامل الارتباط المعياري كانت مساوية لـ (1) وبنسبة تشويه غير مدركة مما يدل على أن الصورة المسترجعة وقيم الـ signature متطابقة تماماً وهذا يبين كفاءة أداء الخوارزمية في إخفاء العلامة المائية وبالذات في مسالة اختيار 9bit من كل نقطة صورية للصورة الملونة المتمثلة بـ 24bit (3bit من كل لون)، وبتغير أول 3bit من كل قيمة لونية للصورة الرمادية المتمثلة بـ 8bit حيث تم إضافة بيانات العلامة المائية الأولى وبيانات مأخوذة من ملف الغطاء (الصورة الملونة) مع المفتاحين السريين. وبعد حساب قيم مقاييس الأداء المعتمدة على متوسط مربع الخطأ فقد تفاوتت ضمن مدى بسيط مما يدل على أن نسبة الخطأ قليلة جداً عند استخدام اي حجم للصور وبأي امتداد،

ومن الملاحظ أن تغيير حجم الصور ليس له علاقة بزيادة أو نقصان مقياس الأداء وذلك لان الخوارزمية تمر على جميع نقاط الصورة بصورة متسلسلة (اي يتم الإخفاء بجميع نقاط الصورة دون استثناء).

**5. أعمال مستقبلية:**

1. يمكن تطبيق الخوارزمية على أكثر من نوع من ملفات الوسائط المتعددة.
2. استخدام العلامة المائية الهجينة على ملفات الوسائط المتعددة.
3. استخدام المجال الترددي والعلامات المائية الهجينة معاً في إخفاء العلامة المائية.

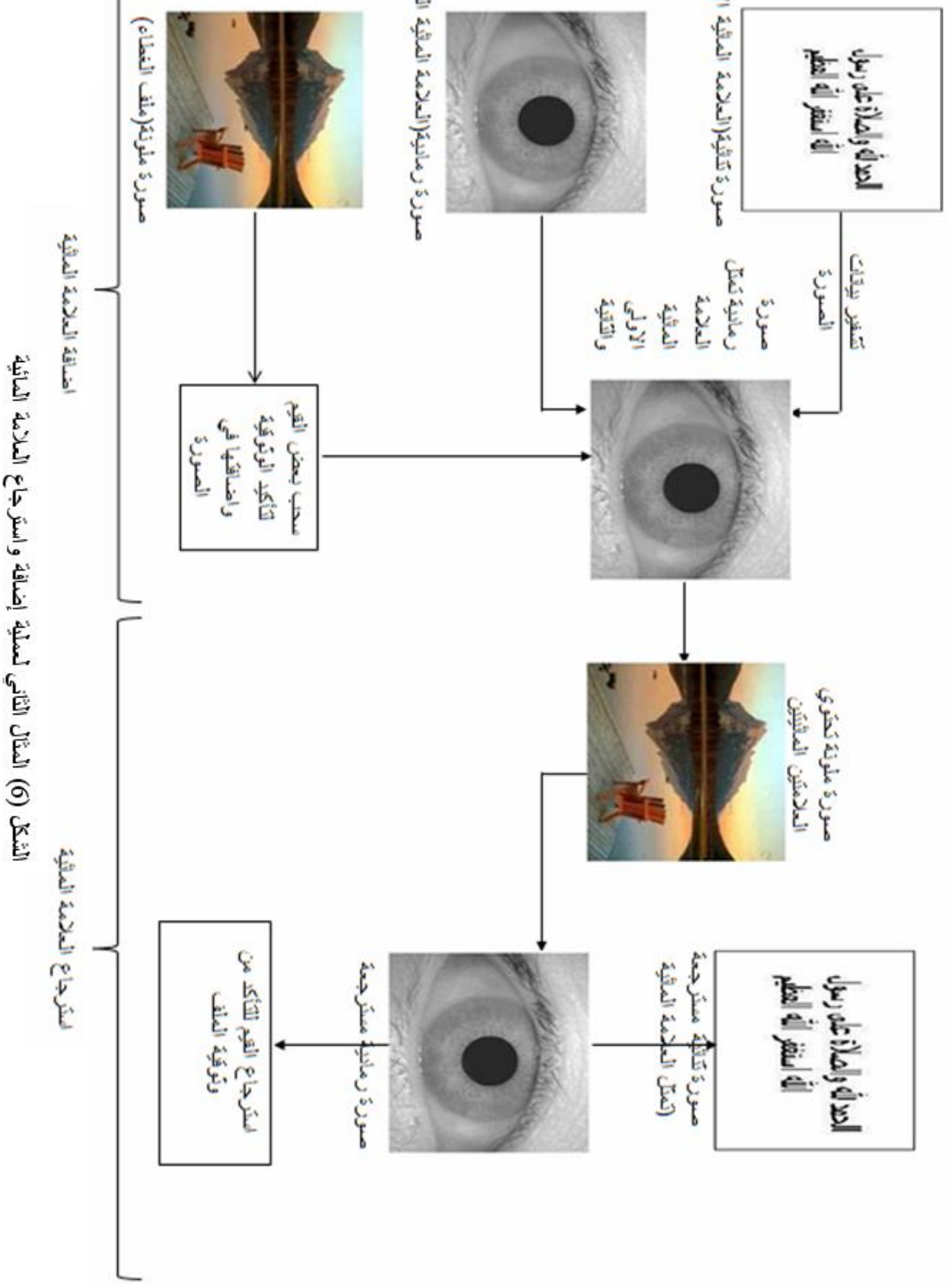



الشكل (5) المثال الأول لعملية إضافة واسترجاع العلامة المائية

| TIFF | BMP | JPEG | نوع الصورة الرمادية والملونة | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.4321 | 5.4321 | 5.3160 | **Gray image** | MSE | Size (100X100) |
| 3.8838 | 3.8838 | 4.1042 | **Color image R** | | |
| 4.611 | 4.61100 | 4.0702 | **Color image G** | | |
| 3.9976 | 3.9976 | 4.2400 | **Color image B** | | |
| 40.7811 | 40.7811 | 40.8749 | **Gray image** | PSNR | |
| 42.9382 | 42.9382 | 41.9985 | **Color image R** | | |
| 42.0443 | 42.0443 | 42.0346 | **Color image G** | | |
| 42.1128 | 42.1128 | 41.8571 | **Color image B** | | |
| 5.4275 | 5.4275 | 4.4588 | **Gray image** | MSE | Size (150X150) |
| 4.01688 | 4.01688 | 4.0985 | **Color image R** | | |
| 3.9463 | 3.9463 | 4.1525 | **Color image G** | | |
| 3.9921 | 3.9921 | 4.1853 | **Color image B** | | |
| 40.7848 | 40.7848 | 40.7598 | **Gray image** | PSNR | |
| 42.0919 | 42.0919 | 42.0011 | **Color image R** | | |
| 42.1689 | 42.1689 | 41.9477 | **Color image G** | | |
| 42.1187 | 42.1187 | 41.4135 | **Color image B** | | |
| 5.4940 | 5.4940 | 5.5143 | **Gray image** | MSE | Size (200X200) |
| 4.0208 | 4.0208 | 4.2116 | **Color image R** | | |
| 4.0215 | 4.0215 | 4.1825 | **Color image G** | | |
| 3.9672 | 3.9672 | 4.0925 | **Color image B** | | |
| 40.7318 | 40.7318 | 40.7158 | **Gray image** | PSNR | |
| 42.0876 | 42.0876 | 41.8863 | **Color image R** | | |
| 42.0869 | 42.4321 | 41.9164 | **Color image G** | | |
| 42.1459 | 42.4321 | 42.0109 | **Color image B** | | |

علماً أن قيم الـ NC للأحجام 100X10, 150X150, 200X200 لجميع أنواع الصور تساوي 1

الجدول (1) يوضح قيم الـ MSE والـ PSNR للصورة الموضحة في الشكل (5)

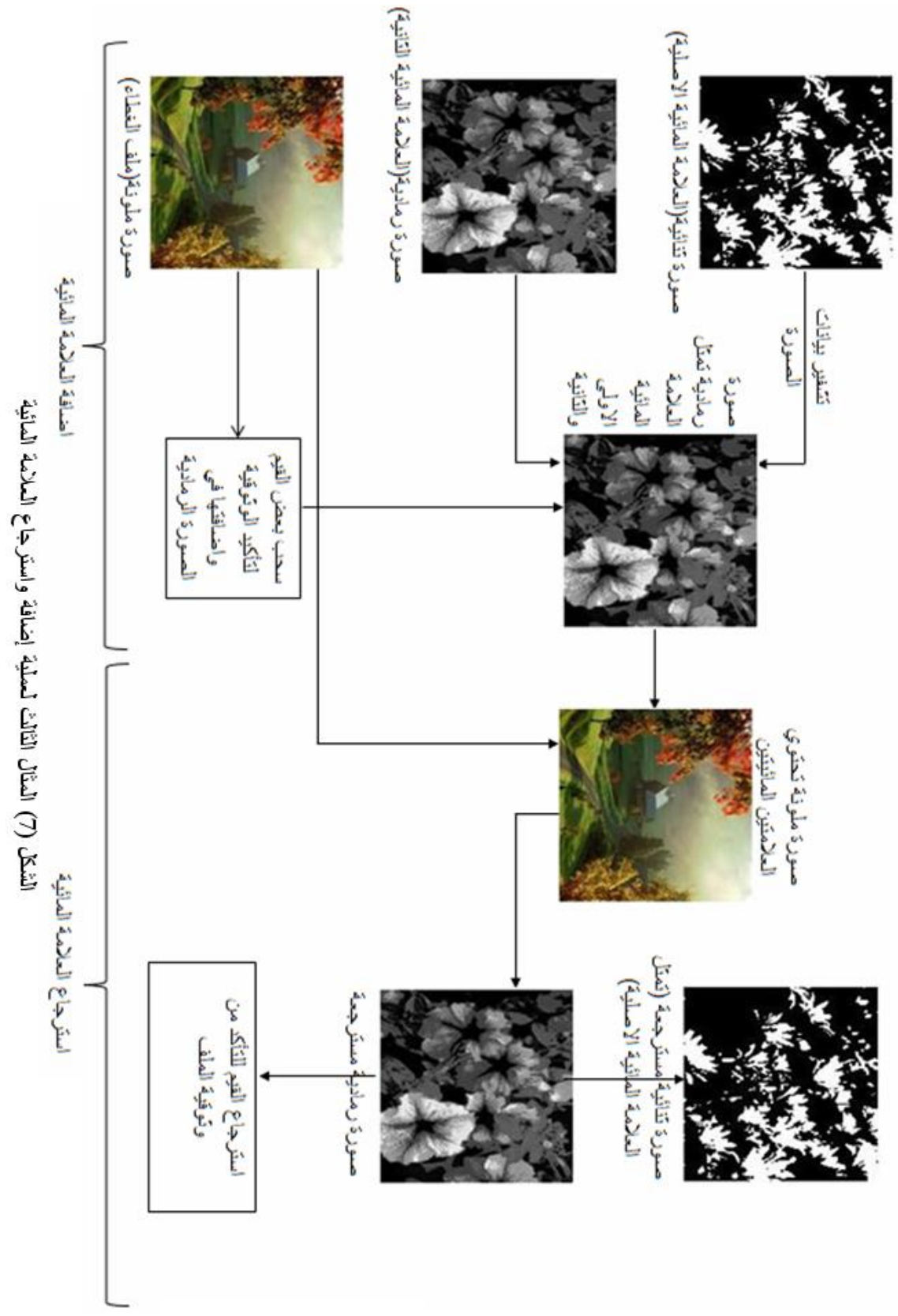



الشكل (6) المثال الثاني لعملية إضافة واسترجاع العلامة المائية

| TIFF | BMP | JPEG | نوع الصورة الرمادية والملونة | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.4043 | 6.3276 | 6.3859 | **Gray image** | MSE | Size (100X100) |
| 4.8226 | 4.8429 | 4.8372 | **Color image R** | | |
| 5.1345 | 5.1280 | 5.2237 | **Color image G** | | |
| 4.8068 | 4.7746 | 4.8476 | **Color image B** | | |
| 40.066 | 40.1184 | 40.0785 | **Gray image** | PSNR | |
| 41.2979 | 41.2797 | 41.2848 | **Color image R** | | |
| 41.0258 | 41.0313 | 40.9510 | **Color image G** | | |
| 41.3122 | 41.3414 | 41.2755 | **Color image B** | | |
| 6.2116 | 6.2837 | 6.2003 | **Gray image** | MSE | Size (150X150) |
| 4.7632 | 4.7733 | 4.8031 | **Color image R** | | |
| 5.1300 | 5.1091 | 5.1040 | **Color image G** | | |
| 4.9696 | 4.9830 | 4.9380 | **Color image B** | | |
| 40.1987 | 40.1486 | 40.2066 | **Gray image** | PSNR | |
| 41.3518 | 41.3426 | 41.3155 | **Color image R** | | |
| 41.0296 | 41.0473 | 41.0516 | **Color image G** | | |
| 41.1675 | 41.1558 | 41.1952 | **Color image B** | | |
| 6.2280 | 6.3041 | 6.2189 | **Gray image** | MSE | Size (200X200) |
| 4.8926 | 4.8642 | 4.8891 | **Color image R** | | |
| 5.1282 | 5.1324 | 5.1821 | **Color image G** | | |
| 4.9533 | 4.9548 | 4.8946 | **Color image B** | | |
| 40.1873 | 40.1345 | 40.1940 | **Gray image** | PSNR | |
| 41.2354 | 41.2606 | 41.2385 | **Color image R** | | |
| 41.0311 | 41.0275 | 40.9857 | **Color image G** | | |
| 41.1818 | 41.1805 | 41.2333 | **Color image B** | | |

علماً أن قيم الـ NC للأحجام 100X10, 150X150, 200X200 لجميع أنواع الصور تساوي 1

الجدول (2) يوضح قيم الـ MSE والـ PSNR للصورة الموضحة في الشكل (6)

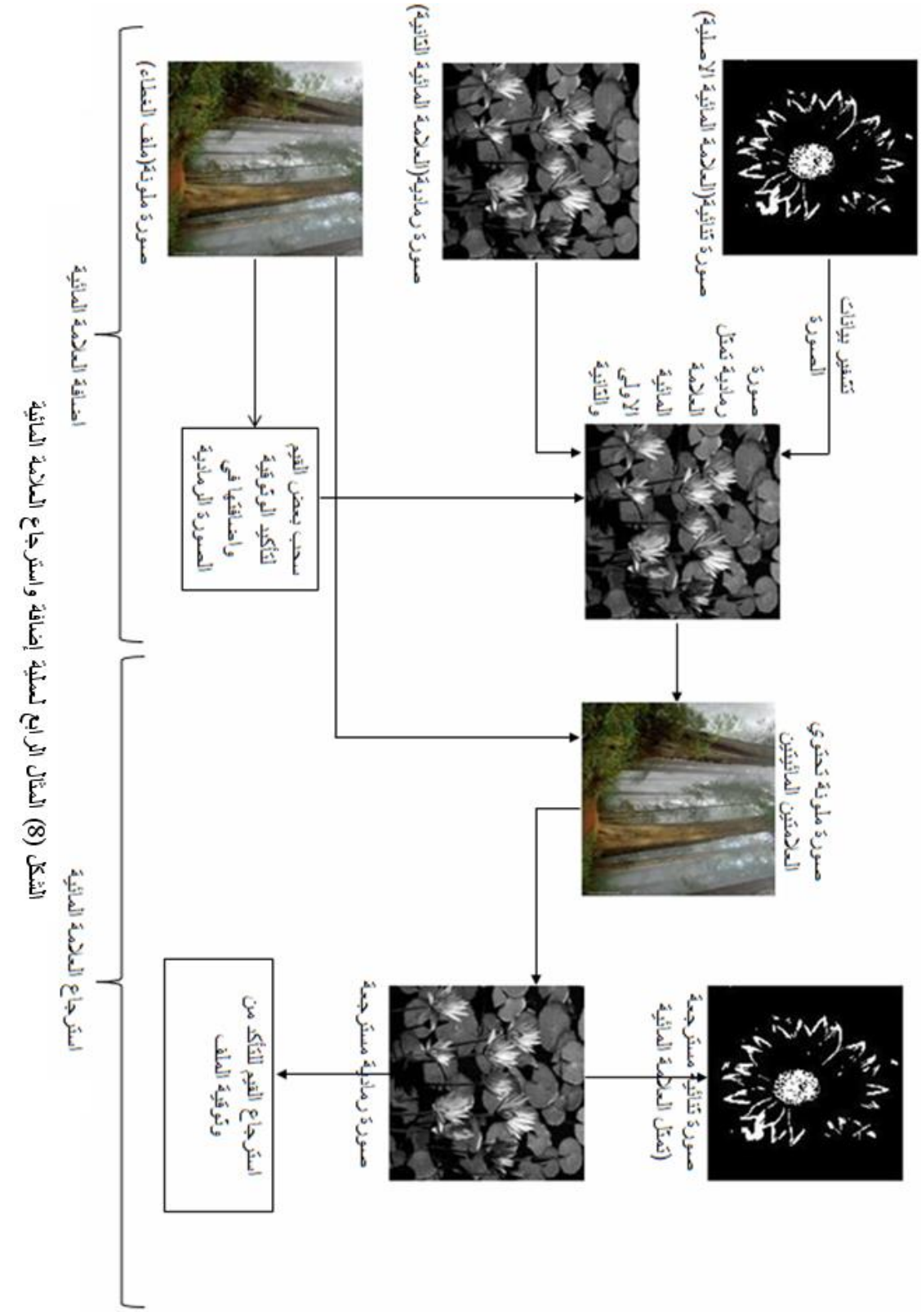



الشكل (7) المثال الثالث لعملية إضافة واسترجاع العلامة المائية

| TIFF | BMP | JPEG | نوع الصورة الرمادية والملونة | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.3241 | 4.4722 | 4.3165 | **Gray image** | **MSE** | **Size (100X100)** |
| 2.5301 | 2.6796 | 2.5462 | **Color image R** | | |
| 2.5828 | 2.8363 | 2.6146 | **Color image G** | | |
| 2.6268 | 2.8408 | 2.6530 | **Color image B** | | |
| 41.7718 | 41.6258 | 41.7794 | **Gray image** | **PSNR** | |
| 44.0994 | 43.8501 | 44.0718 | **Color image R** | | |
| 44.0098 | 43.6032 | 43.9567 | **Color image G** | | |
| 43.9365 | 43.5963 | 43.8934 | **Color image B** | | |
| 4.5734 | 4.9253 | 4.5728 | **Gray image** | **MSE** | **Size (150X150)** |
| 2.6220 | 2.8278 | 2.6419 | **Color image R** | | |
| 2.6536 | 2.9048 | 2.6867 | **Color image G** | | |
| 2.6473 | 2.8764 | 2.5718 | **Color image B** | | |
| 41.5284 | 41.2064 | 41.5289 | **Gray image** | **PSNR** | |
| 43.9444 | 43.6163 | 43.9116 | **Color image R** | | |
| 43.8924 | 43.4996 | 43.8386 | **Color image G** | | |
| 43.9027 | 43.5423 | 44.0284 | **Color image B** | | |
| 4.7649 | 5.1238 | 4.7587 | **Gray image** | **MSE** | **Size (200X200)** |
| 2.6746 | 2.8520 | 2.6491 | **Color image R** | | |
| 2.6624 | 2.8189 | 2.6666 | **Color image G** | | |
| 2.5982 | 2.7673 | 2.5841 | **Color image B** | | |
| 41.3502 | 41.0348 | 41.3559 | **Gray image** | **PSNR** | |
| 43.8582 | 43.5793 | 43.8998 | **Color image R** | | |
| 43.8780 | 43.6300 | 43.8712 | **Color image G** | | |
| 43.9840 | 43.7102 | 44.0077 | **Color image B** | | |

علماً أن قيم الـ NC للأحجام 100X10, 150X150, 200X200 لجميع أنواع الصور تساوي 1

الجدول (3) يوضح قيم الـ MSE والـ PSNR للصورة الموضحة في الشكل (7)




الشكل (8) المثال الرابع لعملية إضافة واسترجاع العلامة المائية

| TIFF | BMP | JPEG | نوع الصورة الرمادية والملونة | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.6887 | 7.0867 | 6.6887 | **Gray image** | MSE | Size (100X100) |
| 3.4373 | 2.7755 | 3.4373 | **Color image R** | | |
| 3.3698 | 2.6828 | 3.3698 | **Color image G** | | |
| 3.4325 | 2.6356 | 3.4325 | **Color image B** | | |
| 39.8773 | 39.6263 | 39.8773 | **Gray image** | PSNR | |
| 42.7686 | 43.6973 | 42.7686 | **Color image R** | | |
| 42.8547 | 43.8449 | 42.8547 | **Color image G** | | |
| 42.7746 | 43.9220 | 42.7746 | **Color image B** | | |
| 6.7131 | 7.2923 | 6.7131 | **Gray image** | MSE | Size (150X150) |
| 3.4390 | 2.6505 | 3.4390 | **Color image R** | | |
| 3.3338 | 2.5544 | 3.3338 | **Color image G** | | |
| 3.3412 | 2.6040 | 3.3412 | **Color image B** | | |
| 39.8615 | 39.5021 | 39.8615 | **Gray image** | PSNR | |
| 42.7664 | 43.8975 | 42.7664 | **Color image R** | | |
| 42.9014 | 44.0579 | 42.9014 | **Color image G** | | |
| 42.8917 | 43.9743 | 42.8917 | **Color image B** | | |
| 6.6972 | 7.4869 | 6.6972 | **Gray image** | MSE | Size (200X200) |
| 3.3660 | 2.7163 | 3.3660 | **Color image R** | | |
| 3.3052 | 2.6303 | 3.3052 | **Color image G** | | |
| 3.3738 | 2.6193 | 3.3738 | **Color image B** | | |
| 39.8718 | 39.3877 | 39.8718 | **Gray image** | PSNR | |
| 42.8596 | 43.7910 | 42.8596 | **Color image R** | | |
| 42.9388 | 43.9307 | 42.9388 | **Color image G** | | |
| 42.8496 | 43.94489 | 42.8496 | **Color image B** | | |

علماً أن قيم الـ NC للأحجام 100X10, 150X150, 200X200 لجميع أنواع الصور تساوي 1

الجدول (4) يوضح قيم الـ MSE والـ PSNR للصورة الموضحة في الشكل (8)

## المصادر


[1] الحمامي، علاء حسين، محمد علاء، (2008)، "إخفاء المعلومات الكتابة المخفية والعلامة المائية"، مكتبة جامعة الشارقة، ص 32.

[2] ذياب، زهراء طارق محمد، (2009)، "تنفيذ البنية المادية لمرشح استخراج الحواف باستخدام FPGA"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، ص 8-9.

[3] سلو، أميرة بيبو، (2009)، "تقنيات إخفاء المعلومات باستخدام الشبكات العصبية وبروتوكولات الشبكة"، رسالة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، ص 1.

[4] طه، دجان بشير، احمد سامي نوري، نجلاء بديع إبراهيم، (2010)، "تشفير وإخفاء المعلومات في ملفات الانترنتHTML،XML"، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، مجلة الرافدين لعلوم الحاسبات والرياضيات، المجلد 7، العدد 1.

[5] Ali Akbar Nikoukar, (2010), "An Image Steganography Method With high Hiding Capacity Based on RGB image", international journal of signal and image processing", vol 1, iss.4, pp238.

[6] Huajian Liu, (2008), "Digital Watermarking for Image Content", Geboren in Shandong, China, pp 47.

[7] Ronald Eden Burton, (2006), "Securing Transaction Image Files Using Digital Watermarking", master of science in information systems, athabasca, alberta.

[8] Saurabh singh, Gaurav-Agarwal, (2010), "Use of image to secure text message with the help of LSB replacement " , international journal of applied engineering research, Dindigul, Volum 1, no. 1, pp201.

[9] Teruya Minamoto, Kentaro Aoki, June (2010), "Ablind digital image watermarking method using interval wavelet decomposition " , international journal of signal processing ,image processing and pattern recognition, Vol 3, no. 2, Department of information science, Saga university, Japan.