

# تأثیر اختلاف واریانس بافت‌نگارهای کوانتیزه شده بر نهان‌کاوی فراگیر تصاویر

داریوش علیمرادی<sup>۱</sup>، مریم حسن‌زاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات، دانشگاه شاهد، تهران  
D.Alimoradi@shahed.ac.ir

<sup>۲</sup> استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شاهد، تهران  
Hasanzadeh@shahed.ac.ir

## چکیده

نهان‌کاوی فراگیر تصاویر، کشف پیام مخفی در تصویر، مستقل از روش تزریق پیام مخفی است. محتوی تصویر به کار گرفته شده می‌تواند نقش مهمی در موفقیت نهان‌کاوی داشته باشد که تاکنون در تحقیقات انجام شده توجه چندانی به آن نشده است. اساسی-ترین ویژگی هر تصویر بافت‌نگار آن است. اگر برای هر تصویر، یک تصویر معادل با تعداد رنگ کاهش یافته  $m$  ایجاد شود، بافت‌نگار آن بافت‌نگار کوانتیزه شده به  $m$  رنگ نامیده می‌شود. مقایسه بافت‌نگارهای کوانتیزه شده به تعداد رنگ مختلف می‌تواند تغییرات جزئی حاصل از تزریق پیام به تصویر را آشکار سازد. در این مقاله اثر اختلاف واریانس جفت بافت‌نگارهای کوانتیزه بر نهان‌کاوی فراگیر بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که در تصاویری که اختلاف واریانس بافت‌نگارهای اصلی و کوانتیزه آنها بیشتر است، احتمال شکست نهان‌کاوی فراگیر افزایش می‌یابد. این شکست در تصاویر حامل پیام مخفی مشهودتر است. با افزایش این اختلاف واریانس، مقادیر معیارهای ارزیابی نهان‌کاوی نسبت به یکدیگر واگراتر خواهد شد. این بدین معنی است که تأثیر عوامل دیگر مستقل از اختلاف واریانس در تصاویری که اختلاف واریانس زیاد است، بیشتر است. این تحقیق روی تصاویر خاکستری JPEG صورت گرفته است.

## کلمات کلیدی

نهان‌کاوی، بافت‌نگار کوانتیزه شده، اختلاف واریانس، تصویر، محتوی

## ۱- مقدمه

بخشی از ویژگی‌هایی از محتوی تصویر که بر کارایی نهان‌کاوی مؤثرند، کشف شوند.

در بخش ۲ موضوعات مرتبط با نهان‌نگاری و نهان‌کاوی در ناحیه JPEG و روی تصاویر خاکستری بررسی شدند تا ابزار لازم برای اثر اختلاف واریانس بافت‌نگارهای کوانتیزه انتخاب شوند. بخش ۳ نیز بافت‌نگار کوانتیزه را معرفی می‌کند. بخش ۴ ابزار و فرایند آزمایش را شرح می‌دهد. نتایج و بحث در بخش‌های ۵ و ۶ بیان شده‌اند.

## ۲- موضوعات مرتبط

موضوعاتی که به بررسی اثر اختلاف واریانس بافت‌نگار کوانتیزه شده بر نهان‌کاوی فراگیر در تصاویر مرتبط هستند و از دیدگاه‌های مختلف به آنها نگریسته شده است در این بخش بیان می‌شوند.

### ۱-۲- نهان‌نگاری

محققین روش‌های نهان‌نگاری متنوعی ارائه کرده‌اند تا کمترین تغییر را در تصویر خاکستری JPEG ایجاد کرده و در مقابل روش‌های نهان‌کاوی آن روز مقاوم باشند.

نهان‌نگاری مبتنی بر مدل که توسط "سالی" در [۴] ارائه شد و MB1 نام دارد، به وسیله یک معیار ساده بلوکی قابل تشخیص بود. به همین دلیل وی در روش مذکور را به گونه‌ای توسعه داد تا در مقابل حمله این معیار بلوکی مقاوم باشد و این روش جدید را MB2 نامید [۵].

گونه‌ای دیگر از این تکنیک‌ها، نهان‌نگاری هیبرید نام دارند که مبتنی بر الگوریتم اولیه Jsteg هستند. سپس نسل‌های بعدی آنها F3، F4 و F5 ارائه شدند. "فریدریش و همکارانش" ویرایش جدیدی از F5 ارائه کردند تا به افزایش ظرفیت تعبیه پیام کمک کند و آن را nsF5 نامیدند [۲].

روش پایه‌ای دیگر به نام YASS ارائه شده است که از تعبیه پیام در ۱۹ ضریب اولیه ماکروبلوک استفاده می‌کند [۷]. "سارکار و همکارانش" پیشنهاد دادند تا با شروع از یک محل تصادفی از ماکروبلوک، یک بلوک ۸×۸ JPEG بر اساس معیارهایی مانند تعداد ضرایب AC یا واریانس بلوک جهت تعبیه پیام انتخاب شود. هرچه تعداد ضرایب AC در یک بلوک بیشتر باشد، آن بلوک برای تعبیه پیام مناسب‌تر است [۶]. در این تحقیق از معیار تعداد ضرایب AC برای انتخاب بلوک در روش YASS استفاده می‌کنیم.

روش دیگر مبتنی بر آشفته کردن مرحله کوانتیزاسیون در استاندارد JPEG است. این روش که PQ نام دارد توسط "فریدریش و همکارانش" ارائه شد [۱]. سپس این روش با تغییر معیار انتخاب بلوک برای تعبیه توسط "فریدریش و همکارانش" توسعه داده شد. ویرایش‌های مختلف ارائه شده عبارتند از PQE مبتنی بر انرژی بلوک، PQT مبتنی بر بافت بلوک و PQT- که گونه‌ای دیگر از معیار انتخاب بلوک مبتنی بر بافت است [۲].

نهان‌کاوی<sup>۱</sup> روشی برای کشف وجود پیام مخفی<sup>۲</sup> در یک سیگنال حامل<sup>۳</sup> است. پیام مخفی از طریق روش‌های مختلف موسوم به نهان‌نگاری<sup>۴</sup> در سیگنال حامل تعبیه می‌گردد. اگر سیگنال حامل، تصویر باشد، معمولاً از روش‌ها و ابزار پردازش تصویر در نهان‌کاوی استفاده می‌شود. اگر در روش نهان‌کاوی از ویژگی‌های هیچ روش نهان‌نگاری خاصی استفاده نشود، آنرا نهان‌کاوی کور<sup>۵</sup> یا فراگیر<sup>۶</sup> گویند.

ظرفیت بسیاری از روش‌های نهان‌نگاری بر تعداد ضرایب غیر صفر ضرایب کسینوسی گسسته تصویر متکی هستند. تعداد این ضرایب به تلاطم رنگ در بلوک‌های تصویر وابسته است. همچنین از پیام‌های تصادفی که طول آنها نسبتی از ظرفیت تصویر برای پذیرش پیام مخفی است، استفاده شده است [۷-۱]. این تأیید ضمنی این است که محتوی تصویر بر کارایی نهان‌نگاری و نهان‌کاوی مؤثر است.

یکی از سؤالاتی که در مورد نهان‌کاوی فراگیر مطرح است این است که کشف وجود پیام در چه تصاویری آسان و در چه تصاویری سخت است؟ از آنجایی که تحقیقات جامع و مجزایی در این ناحیه تاکنون مشاهده نشده است، جواب دادن به این سؤال آسان نیست. اما بیان ویژگی‌هایی که بتوانند بر نتایج نهان‌کاوی مؤثر باشند، می‌تواند به ارائه جواب مناسب به این سؤال کمک کند. به همین دلیل استفاده از ابزاری که هم در دسته‌بندی تصاویر و هم نهان‌کاوی مورد استفاده قرار گرفته باشد، می‌تواند راهگشا باشد. بهترین نمونه این ابزار بافت‌نگار<sup>۷</sup> است.

بافت‌نگار یکی از مهم‌ترین ابزارهایی است که در نهان‌کاوی مورد استفاده قرار گرفته است. بافت‌نگار ابزاری برای نمایش توزیع رنگ تصویر است. بافت‌نگار دو بعدی نیز جهت دسترسی به جزئیات بیشتر به کار گرفته شده است که چگونگی شدت هر نقطه مشاهده شده در نزدیکی دیگری را نشان می‌دهد. این بافت‌نگار در جهت‌های افقی، عمودی و قطر اصلی محاسبه می‌گردد. توابع ویژه<sup>۸</sup> بافت‌نگار که تبدیل فوری بافت‌نگار معمولی هستند، کاربرد بیشتری نسبت به بافت‌نگار معمولی دارد [۸].

از طرفی، بافت‌نگار کوانتیزه شده<sup>۹</sup> به تعداد رنگ کمتر از ابزارهایی است که جهت حذف جزئیات تصویر و نگهداری کلیات تصویر در سیستم‌های بازیابی و دسته‌بندی تصویر بر اساس محتوی به کار گرفته شده است. در دسته‌بندی تصاویر، جزئیات تصویر اهمیت چندانی ندارد. در حالی که در نهان‌کاوی تصاویر این جزئیات اهمیت دوچندانی دارند. لذا به نظر می‌رسد جزئیاتی که سیستم‌های دسته‌بندی تصاویر از بافت‌نگار حذف می‌کنند بر نهان‌کاوی فراگیر مؤثر باشند.

با کاهش تعداد رنگ تصویر، بافت‌نگارهای یک بعدی کوانتیزه شده دچار تغییر خواهند شد. محاسبه اختلاف واریانس این بافت‌نگارها، به عنوان ویژگی مورد مطالعه در این تحقیق به کار گرفته می‌شوند تا

## ۲-۲- نهنان کاوی

در نهنان کاوی فراگیر مجموعه ویژگی‌هایی را ارائه می‌کنند تا با بررسی آنها بتوانند وجود پیام مخفی در تصویر را آشکار سازند. این مجموعه را بردار ویژگی<sup>۱</sup>، و تعداد ویژگی‌ها را ابعاد بردار<sup>۱۱</sup> گویند. بردارهای مختلفی توسط محققین ارائه شده است. در روش‌هایی که در زیر به آنها اشاره می‌کنیم در ایجاد بردار ویژگی به خوبی از بافت‌نگار استفاده کرده‌اند.

PEV-274: این بردار از ۸۱ ویژگی مبتنی بر زنجیر مارکف و ۱۹۳ ویژگی مبتنی بر ضرایب کسینوس گسسته استفاده می‌کند. این روش از تکنیک کالیبراسیون<sup>۱۲</sup> و یک فرمول عمومی برای به دست آوردن ویژگی بر اساس نسبت مقدار یک تابع در تصویر کالیبره به تصویر اصلی به عنوان ویژگی استفاده می‌کند. "پونی و همکارانش" از بافت‌نگارهای یک بعدی و دوبعدی روی ضرایب کسینوس گسسته در توابع به کار گرفته شده استفاده کردند [۳].

IAN-548: این بردار تغییر یافته بردار PEV-274 است. در این بردار به جای استفاده از فرمول عمومی PEV-274 از ضرب کارترین استفاده می‌کند و در نتیجه ۵۴۸ ویژگی ایجاد می‌شود. "کدفسکی و همکارانش" نشان دادند که این بردار کارایی بهتری نسبت به PEV-274 دارد [۹].

CHEN-390: این بردار توسط "چن و همکارانش" معرفی شد. توابع ویژه بافت‌نگارهای یک بعدی و دوبعدی، تبدیل موجک گسسته، تصویر نگاشت بیتی، ایجاد آرایه‌های دوبعدی از از چیدمان ضرایب کسینوسی گسسته بلوک‌های مجاور تصویر JPEG، پیش بینی خطا و گشتاور ابزاری بودند که در ایجاد این بردار استفاده شدند. این بردار دارای ۳۹۰ ویژگی است [۱۰].

بخش دیگر نهنان کاوی فراگیر، روش دسته‌بندی است. فرایند دسته‌بندی شامل دو مرحله آموزش و آزمایش است. در مرحله آموزش مجموعه‌ای از تصاویر شامل تصاویر بدون پیام مخفی (پاک) و تصاویر حامل پیام مخفی (ناپاک) انتخاب می‌شود. سپس بردار ویژگی تصاویر محاسبه و همراه با دانش پاک یا ناپاک بودن تصویر به تکنیک دسته‌بندی داده می‌شود تا پارامترهای لازم جهت یادگیری تنظیم شود. با استفاده از این پارامترها، در مرحله آزمایش بر اساس مقادیر بردار ویژگی محاسبه شده، تصویر ناشناخته به دسته‌ی پاک یا ناپاک تخصیص می‌یابد. خروجی‌های ممکن تخصیص درست تصویر پاک ( $TN^{13}$ )، تخصیص نادرست تصویر پاک ( $FN^{14}$ )، تخصیص درست تصویر ناپاک ( $TP^{15}$ ) و تخصیص نادرست تصویر ناپاک ( $FP^{16}$ ) هستند. اگر  $n(x)$  تابعی برای بیان تعداد تصاویر دسته  $x$  باشد، معیارهای ارزیابی نهنان کاوی طبق جدول (۱) تعریف می‌شوند. این معیارها برای قضاوت در مورد کارایی روش‌های دسته‌بندی و به تبع آن نهنان کاوی به کار می‌روند. استفاده از Recall و Precision بیشتر از دیگر معیارها است. Recall نرخ تشخیص درست تصاویر ناپاک است. به همین دلیل

تغییرات آن بر اثر اختلاف واریانس بافت‌نگارهای کوانتیزه، اهمیت ویژه‌ای در انتخاب تصاویر مناسب برای پنهان‌سازی پیام مخفی دارد.

### جدول (۱) - معیارهای ارزیابی نهنان کاوی

معیار	تعریف
Precision	$n(TP)/(n(TP) + n(FP))$
Recall	$n(TP)/(n(TP) + n(FN))$
Specificity	$n(TN)/(n(TN) + n(FP))$
Accuracy	$\left( \frac{n(TP) + n(TN)}{n(TP) + n(TN) + n(FP) + n(FN)} \right)$

## ۲-۳- پیام

پیام تعبیه شده از دیگر مقوله‌های مرتبط با نهنان‌نگاری است. طول پیام و عدم وجود الگوی خاص در آن از مسائل مهمی است که بر نهنان‌نگاری و نهنان کاوی مؤثر است.

برای پرهیز از وجود الگوی خاص معمولاً پیامهای تصادفی تولید و در تصویر تعبیه شده است. طول پیام نیز نسبتی از ظرفیت تصویر برای پذیرش پیام که متأثر از روش نهنان کاوی است، در نظر گرفته می‌شود [۱-۲، ۴-۵، ۹-۱۰]. این امر تأیید ضمنی این مطلب است که محتوی تصویر بر کارایی نهنان کاوی تأثیرگذار است. عامل دیگری که مطلب مذکور را به ذهن می‌رساند متکی بودن روش‌های نهنان کاوی بیان شده در بخش ۲ و ۱ به تعداد ضرایب غیر صفر AC در تصویر است. تعداد ضرایب غیر صفر AC رابطه مستقیم با میزان تلاطم رنگ در بلوک JPEG دارد.

در این مقاله به دلیل اینکه توجه ما به تأثیر محتوی، به خصوص اختلاف واریانس جفت بافت‌نگارهای کوانتیزه است، از طول ثابت پیام، به جای نسبتی از ظرفیت تصویر استفاده شده است. در واقع استفاده از نسبت ظرفیت، نادیده گرفتن تأثیر محتوی و توجه به روش نهنان کاوی و نهنان‌نگاری در حداکثر استفاده از ظرفیت تصویر است.

## ۳- بافت‌نگار کوانتیزه شده

در سیستم‌های ارزیابی تصویر بر اساس محتوی نیز مشابه با نهنان کاوی یک بردار ویژگی برای هر تصویر استخراج می‌گردد. تصاویری که فاصله برداری آنها کمتر باشد، از نظر محتوی مشابه‌تر فرض می‌شوند.

یکی از ابزارهایی که برای تهیه این بردارها به کار می‌رود، بافت‌نگار کوانتیزه شده است. در تصاویر رنگی تعدادی از رنگ‌ها به یک رنگ نگاشت می‌شوند [۱۱]. این امر باعث کاهش تعداد رنگ‌ها در بافت‌نگار می‌شود. به این ترتیب، محاسبات آسان‌تر شده و جزئیات غیرضروری حذف می‌گردند. اما در تصاویر خاکستری کافی است چند رنگ نزدیک به هم به یک رنگ نگاشت شوند. هرچه تعداد رنگ بیشتری به یک رنگ نگاشت شود، سطح کوانتیزه تصویر افزایش می‌یابد. بافت‌نگار این تصویر جدید را بافت‌نگار کوانتیزه شده می‌نامیم. حال این سؤال مطرح

## ۴-۲- فرایند آزمایش

فرایند آزمایش شامل مراحل زیر است.

مرحله اول انتخاب روش نهان نگاری و طول پیام تصادفی است. مرحله دوم انتخاب BOWS2-1 یا BOWS2-2 به عنوان تصاویر آموزشی و دیگری به عنوان تصاویر آزمایشی است. در هر یک از حالات آموزشی و آزمایشی نیمی از تصاویر به صورت تصادفی انتخاب و به روش نهان نگاری منتخب یک پیام تصادفی به طول انتخاب شده در آنها تعبیه می شود. در مرحله سوم با استفاده از یک بردار نهان کاوی، تصاویر آزمایشی دسته بندی شدند.

تا این مرحله تعلق هر تصویر آزمایشی به دسته های  $TP$ ،  $TN$ ،  $FP$  و  $FN$  مشخص شد. از طرفی، مقادیر خواص منتخب قرین نگار برای همه تصاویر پاک محاسبه شد. طول بازه تغییرات هر یک از این خواص برای همه تصاویر به ۵ ناحیه تقسیم شد. فرض کنید طول این بازه  $d$  باشد. اگر  $f(I, m, n)$  تابعی است که مقدار اختلاف واریانس جفت بافت-نگارهای کوانتیزه به  $m$  و  $n$  سطح را برای تصویر  $I$  محاسبه می کند. در این صورت تابع  $h(I, m, n)$  که ناحیه تصویر را مشخص می کند به صورت (۱) تعریف می شود.

$$h(I, m, n) = \begin{cases} 1st \text{ Scope} & f(I, m, n) < d/5 \\ 2nd \text{ Scope} & d/5 \geq f(I, m, n) < 2d/5 \\ 3rd \text{ Scope} & 2d/5 \geq f(I, m, n) < 3d/5 \\ 4th \text{ Scope} & 3d/5 \geq f(I, m, n) < 4d/5 \\ 5th \text{ Scope} & 4d/5 \geq f(I, m, n) \end{cases} \quad (1)$$

هر تصویر در دسته مربوط به خود واقع در ناحیه مربوطه قرار می گیرد تا در محاسبه معیارهای نهان کاوی در هر ناحیه استفاده شوند. برای مثال، تصویر خاصی ممکن است در ناحیه سوم و در دسته  $TN$  قرار گیرد. معیارهای نهان کاوی در هر ناحیه به صورت جداگانه محاسبه می شوند.

بدیهی است که با توجه به پارامترها و ابزارهای مورد استفاده، تعداد اجراهای فرایند مذکور برابر با حاصل ضرب تعداد روش های نهان-نگاری، تعداد طول پیام های مختلف، تعداد روش های نهان کاوی و تغییرات تصاویر آموزش و آزمایشی است. بنابراین تعداد اجراها ۱۸۰ بار بود. در این مقاله میانگین این اجراها مبنای قضاوت قرار گرفت تا اثر اختلاف واریانس بافت نگارهای کوانتیزه بر نهان کاوی فراگیر تصاویر مشخص شود.

## ۵- نتایج

بر اساس پارامترها و فرایند بیان شده در بخش ۳ آزمایش روی مجموعه ای از تصاویر طبیعی انجام شد. این مجموعه شامل تصاویر بانک تصویر BOWS2 بودند [۱۲]. در اشکال (۱) تا (۳) به ترتیب

است که تشابه بافت نگار اصلی و بافت نگارهای کوانتیزه شده به موفقیت نهان کاوی کمک می کند یا عدم موفقیت آن؟

در فرایند کاهش رنگ جزئیات تصویر حذف می شوند. این جزئیات در نهان کاوی نقش مهمی دارند. بافت نگار اصلی یک تصویر خاکستری را یک بافت نگار کوانتیزه به ۲۵۶ رنگ یا بافت نگار کوانتیزه سطح ۲۵۶ می نامیم. تشابه جفت بافت نگارهای کوانتیزه سطوح مختلف به معنی کاهش حذف جزئیات تصویر است. بدیهی است هر چه این جزئیات بیشتر باشند، تغییرات تصویر در بین آن دو سطح بیشتر است. از آنجا که تغییرات مذکور می توانند به معنی نویز یا وجود پیام مخفی در تصویر تفسیر شوند، بر نهان کاوی مؤثرند. تغییرات کم به معنی عدم وجود نویز و تغییرات زیاد به معنی وجود نویز خواهد بود.

بهترین ابزار مقایسه تشابه سیگنال ها گشتاورهای آنها است. چون تعداد نقاط تصویر اصلی و کاهش رنگ یافته برابر است، گشتاور اول یا میانگین بافت نگارهای آنها با هم برابرند. به همین دلیل، در این مقاله برای سنجش تشابه آنها از اختلاف گشتاورهای دوم یا واریانس بافت-نگارهای کوانتیزه استفاده شده است.

## ۴- آزمایش

برای سنجش اثر اختلاف واریانس بافت نگارهای کوانتیزه شده بر نهان-کاوی بایستی فرایند مناسب آزمایش و ابزار مورد نیاز تهیه و پارامترهای درگیر با مسئله تنظیم گردند. این موارد در ادامه شرح داده خواهند شد.

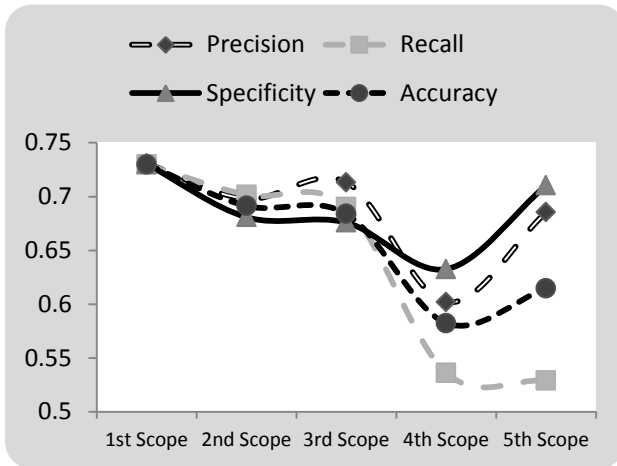
## ۴-۱- ابزار و پارامترها

BOWS2 شامل ۱۰۰۰۰ تصویر طبیعی خاکستری به ابعاد  $512 \times 512$  با فرمت SGM است [۱۲]. این تصاویر به فرمت JPEG با کیفیت ۹۸ تبدیل شدند تا در این تحقیق به کار گرفته شوند. این تصاویر به دو بخش جداگانه که هر کدام شامل ۵۰۰۰ تصویر بود تقسیم شدند. بخش اول BOWS2-1 و بخش دوم BOWS2-2 نامگذاری شدند.

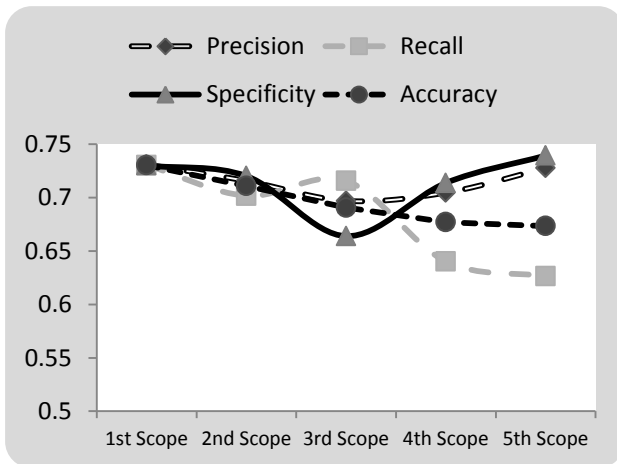
هشت روش نهان نگاری MB1، MB2، nsF5، YASS، PQ، PQT، PQE و PQT- برای تعبیه پیام های تصادفی به طول ۲۵۶، ۵۱۲، ۷۶۸، ۱۰۲۴ و ۲۰۴۸ بایت استفاده شدند.

سه بردار ویژگی PEV-274، JAN-548، CHEN-390 و روش دسته بندی ماشین بردار پشتیبان درجه دوم (Quadratic SVM) برای نهان کاوی به کار گرفته شدند.

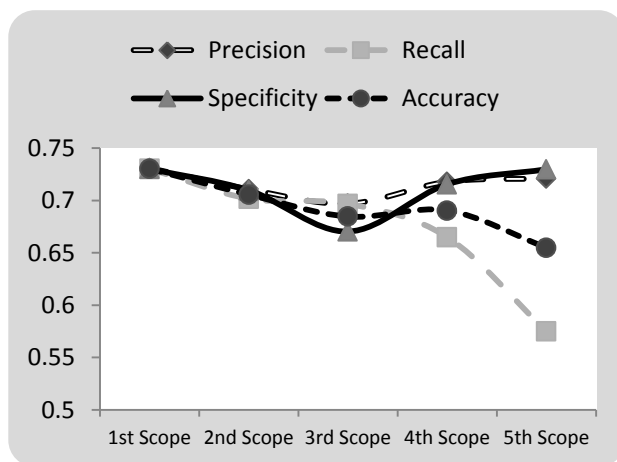
بافت نگار اصلی (با ۲۵۶ سطح) و دو بافت نگار کوانتیزه شده به ۱۲۸ و ۶۴ سطح در این بررسی انتخاب شدند. دلیل استفاده از کاهش رنگ به ۱۲۸ و ۶۴ رنگ این است که تقریباً در تمامی روش های نهان-نگاری تغییرات در بیت های کم ارزش رخ می دهد. این کاهش رنگ ها به معنی حذف مستعدترین بیت ها برای تغییر است. زیرا تغییر در این بیت ها کمترین تغییر رنگ را در تصویر ایجاد می کند. در نتیجه، روش نهان نگاری در مقابل حمله ی نگاه بصری مقاوم می شود.



شکل (۱) - مقدار معیارهای ارزیابی نهان‌کاوی در ناحیه‌های مختلف اختلاف واریانس جفت بافت‌نگارهای سطح ۱۲۸ و ۲۵۶



شکل (۲) - مقدار معیارهای ارزیابی نهان‌کاوی در ناحیه‌های مختلف اختلاف واریانس جفت بافت‌نگارهای سطح ۶۴ و ۲۵۶



شکل (۳) - مقدار معیارهای ارزیابی نهان‌کاوی در ناحیه‌های مختلف اختلاف واریانس جفت بافت‌نگارهای سطح ۶۴ و ۱۲۸

تأثیر افزایش اختلاف واریانس بافت‌نگارهای اصلی با کوانتیزه شده به ۱۲۸ سطح، بافت‌نگار اصلی با بافت‌نگار کوانتیزه شده به ۶۴ سطح و بافت‌نگار کوانتیزه شده به ۱۲۸ سطح با بافت‌نگار کوانتیزه شده ۶۴ سطح برای معیارهای مختلف ارزیابی نهان‌کاوی خلاصه شده است.

شکل (۱) نشان می‌دهد که معمولاً با افزایش اختلاف واریانس بافت‌نگار اصلی (۲۵۶ رنگ) و کوانتیزه شده به ۱۲۸ رنگ کارایی نهان‌کاوی کاهش می‌یابد. معیار Recall به حالت تصادفی نزدیک می‌شود. با توجه به تعریف Recall در جدول ۱، این معیار بیانگر احتمال تشخیص درست تصاویر ناپاک است. بنابراین کاهش مقدار آن با افزایش اختلاف واریانس بافت‌نگار اصلی و کوانتیزه شده، مؤید این مطلب است که با افزایش اختلاف واریانس بافت‌نگارهای مذکور، احتمال شکست نهان‌کاوی فراگیر نیز افزایش می‌یابد. اما مشاهده می‌شود اگر این اختلاف خیلی افزایش یابد، کارایی مجدداً بهبود می‌یابد. ممکن است در ناحیه‌هایی که اختلاف واریانس کارایی نداشته باشد، گشتاورهای بالاتر تأثیرگذارتر باشند. گشتاورهای بالاتر در این تحقیق استفاده نشده‌اند.

شکل (۲) نیز مقادیر معیارهای ارزیابی را در ناحیه‌های مختلف اختلاف واریانس بافت‌نگار اصلی و کوانتیزه به ۶۴ رنگ نشان می‌دهد. بررسی این شکل مؤید این مطلب است که تأثیرات اختلاف واریانس بافت‌نگار اصلی و کوانتیزه شده به ۶۴ رنگ مشابه با تأثیرات بافت‌نگار اصلی و کوانتیزه شده به ۱۲۸ رنگ است. اما در مقایسه با آن از تأثیر کمتری برخوردار است و در نتیجه اهمیت کمتری دارد.

شکل (۳) تأثیرپذیری مشابه معیارهای ارزیابی نهان‌کاوی در ناحیه‌های مختلف اختلاف واریانس بافت‌نگارهای کوانتیزه به ۱۲۸ و ۶۴ رنگ را نشان می‌دهد. این اختلاف در مقایسه با اختلاف واریانس بافت‌نگارهای اصلی و کوانتیزه به ۶۴ رنگ آنومالی کمتری دارد اما نسبت به اختلاف واریانس بافت‌نگار اصلی و کوانتیزه به ۱۲۸ رنگ شدت تأثیر کمتر است.

در این تحقیق اثر اختلاف واریانس بین بافت‌نگارهای اصلی، کوانتیزه به ۱۲۸ و ۶۴ رنگ در ۱۰۰۰۰ تصویر خاکستری JPEG روی نهان‌کاوی فراگیر بررسی شد. نتایج نشان داد که در تصاویری که اختلاف واریانس بافت‌نگار اصلی و کوانتیزه شده به ۱۲۸ و ۶۴ رنگ بیشتر است، کارایی نهان‌کاوی فراگیر کاهش می‌یابد. افزایش این اختلاف، بیشترین تأثیر منفی را روی تشخیص درست تصاویر ناپاک خواهد گذاشت.

معیارهای نهان‌کاوی در ناحیه‌هایی که اختلاف واریانس بافت‌نگارها بیشتر است، واگراتر می‌شوند. بنابراین می‌توان انتظار داشت که در این ناحیه‌های، تأثیر عوامل دیگری که در این مقاله بررسی نشده‌اند، بیشتر خواهد شد.

نویسندگان این مقاله آن را به عنوان یک شروع اولیه برای نقش محتوی تصویر در نهان‌کاوی ارائه کرده‌اند و بررسی عوامل دیگر تأثیرگذار در این ناحیه ضروری است.

## مراجع

- <sup>13</sup> True Negative
- <sup>14</sup> False Negative
- <sup>15</sup> True Positive
- <sup>16</sup> False Positive

- [1] Fridrich J., Goljan M., Soukal D., *Perturbed quantization steganography with wet paper codes*, in *Proceedings of the 2004 workshop on Multimedia and security*. ACM: Magdeburg, Germany. p. 4-15, 2004.
- [2] Fridrich J., Pevny T., Kodovsky J., *Statistically undetectable jpeg steganography: dead ends challenges, and opportunities*, in *Proceedings of the 9th workshop on Multimedia & security*. ACM: Dallas, Texas, USA. p. 3-14, 2007.
- [3] Pevny T., Fridrich J., *Merging Markov and DCT features for multi-class JPEG steganalysis*, San Jose, CA, USA: SPIE, 2007.
- [4] Sallee P., *Model-based Steganography*. in Proc. IWDW, p. 154-167, 2003.
- [5] Sallee P., *Model-Based Methods For Steganography And Steganalysis*. International Journal of Image and Graphics, 5(1): p. 167-190, 2005.
- [6] Sarkar A., Solanki K., Manjunath B.S., *Further study on YASS: steganography based on randomized embedding to resist blind steganalysis*, San Jose, CA, USA: SPIE, 2008.
- [7] Solanki K., Sarkar A., Manjunath B.S., *YASS: Yet Another Steganographic Scheme that Resists Blind Steganalysis*, in *Information Hiding, 9th International Workshop*, Springer: Saint Malo, France. p. 16-31, 2007.
- [8] Luo X.Y., et al., *Review: A review on blind detection for image steganography*. Signal Process, 88(9): p. 2138-2157, 2008.
- [9] Kodovsky J., Fridrich J., *Calibration revisited*, in *Proceedings of the 11th ACM workshop on Multimedia and security*, ACM: Princeton, New Jersey, USA. p. 63-74, 2009.
- [10] Chen C., et al., *Statistical Moments Based Universal Steganalysis using JPEG 2-D Array and 2-D Characteristic Function*, in *Image Processing, 2006 IEEE International Conference*, IEEE: Atlanta, GA. p. 105-108, 2006.
- [11] Guru D.S., Sharath Y.H., Manjunath S., *Texture Features and KNN in Classification of Flower Images*. IJCA, Special Issue on RTIPPR(1), p. 21-29, 2010.
- [12] Bas P., Furon T., *BOWs2*, Available: <http://bows2.ec-lille.fr/BOWs2OrigEp3.tgz>, 2007.

## زیر نویس ها

- 1 Steganalysis
- 2 Hidden Message
- 3 Carrier Signal
- 4 Steganography
- 5 Blind
- 6 Universal
- 7 Histogram
- 8 Characteristic Functions
- 9 Quantized Histogram
- 10 Feature Vector
- 11 Vector Dimension
- 12 Calibration