

## استفاده از روش کدینگ چندتوصیفی جهت یک فشرده کننده JPEG

مرضیه محمدی کجیدی<sup>۱</sup>، رسول امیر فتاحی<sup>۲</sup>

۱- کارشناس ارشد شرکت مخابرات استان اصفهان، m\_mohamadik@yahoo.com

۲- استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان، fattahi@cc.iut.ac.ir

### چکیده

در این مقاله برای کاهش اثر نویز کانال‌های انتقال روی تصویر فشرده شده با JPEG، استفاده از کدینگ چند توصیفی پیشنهاد می‌گردد. در این صورت می‌توان اطلاعات تصویر را با سیگنال به نویز بهتری فشرده کرد. بدین صورت که ابتدا نمونه برداری اضافی انجام شده تا افزونگی داده‌های تصویر اصلی افزایش یابد، سپس تصویر به تصاویر کوچک تر یکسان تقسیم شده که هر کدام می‌توانند در کانال‌های جداگانه‌ای کد و منتقل گردند (کد کردن چند توصیفی). حالاتی که شبیه سازی شده‌اند عبارتند از عبور تصویر از کانال نویزی: بدون افزودن صفر بدون بلوک بندی تصویر، بدون افزودن صفر با بلوک بندی تصویر، با افزودن صفر بدون بلوک بندی تصویر، با افزودن صفر با بلوک بندی تصویر. در حالت اول تأثیر نویز با چشم دیده می‌شود. حالت دوم نشان می‌دهد که با تقسیم داده‌های ورودی بین دو کانال، هنگامی که یکی از کانال‌ها نویزی شود می‌توان تصویر را با کیفیت مناسب از کانال دیگر بازسازی نمود. حالت چهارم نشان می‌دهد که روش پیشنهادی با افزایش ماکزیمم نسبت سیگنال به نویز تصویر می‌تواند تصویر نویزی را ترمیم نماید.

### واژه های کلیدی

ماکزیمم نسبت سیگنال به نویز، کدینگ چندتوصیفی.

### ۱- مقدمه

ثابت شده که می‌توان تصویر را مجدداً از کانال نویزی، طوری که تأثیر نویز کم باشد بازسازی کرد. در مرجع [۳]، تفاوت‌ها و کاربردهای کدینگ غیر تصاعدی با انتقال مجدد<sup>۱</sup>، کدینگ تصاعدی با انتقال مجدد و همچنین کدینگ چندتوصیفی بدون انتقال مجدد تشریح شده است.

در این مقاله، روشی پیشنهاد شده که در آن از کدینگ چندتوصیفی یا نمونه برداری اضافی استفاده شده که این مساله به نوبه خود باعث افزایش زیاد کیفیت تصویر شده است. در این روش نه تنها تصویر نویزی، ترمیم شده بلکه وضوح و سایز تصویر نهایی نیز حفظ می‌گردد.

در ادامه مقاله در بخش ۲، پارامترهای مهم فشرده سازی تصویر ثابت مبتنی بر استاندارد JPEG بیان می‌گردد. در بخش ۳، کدینگ

فشرده سازی و بازسازی تصاویر در پردازش سیگنال دیجیتال در مخابرات و ارتباطات، اهمیت بسیاری دارد. از طرفی کانال‌های انتقال ایده آل نیستند و همواره دارای نویز می‌باشند. آنچه که در تمامی روش‌های فشرده سازی تصویر اهمیت دارد، کیفیت بیشتر تصویر بازسازی شده و خطای کمتر نسبت به نویز کانال می‌باشد. در مرجع [۴]، روشی جهت بهبود انتقال تصویر فشرده شده با JPEG<sup>۱</sup> در کانال نویزی با استفاده از کدینگ چندتوصیفی بیان شده که علاوه بر ترمیم تصویر، کیفیت آن تا حدودی افزایش می‌یابد. در مرجع [۱]، روشی جهت ایجاد افزونگی با استفاده از اضافه کردن صفر در میدان تبدیل کسینوسی پیشنهاد شده و

نوع فشرده‌سازی اثر کمتری روی کاهش حجم آنها دارد. معیار مناسب جهت سنجش کیفیت تصویر بازسازی شده PSNR می‌باشد [۴].

$$PSNR = 10 \log \frac{255^2}{MSE} (dB) \quad (1)$$

$$MSE = \sum \frac{D^2}{N} \quad (2)$$

که D، تفاضل مقدار پیکسل‌های مورد بررسی با پیکسل‌های تصویر اصلی و N تعداد کل پیکسل‌های تصویر است [۴]. بنابراین هدف، افزایش PSNR تصاویر بازسازی شده می‌باشد. مقادیر نرمال برای PSNR در تصاویر بازسازی شده بین ۳۰ تا ۴۰ دسی‌بل است. نسبت فشرده‌گی به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$comp = (m \times n) \times 8 / (codebit) \quad (3)$$

Comp، نسبت فشرده‌گی و codebit تعداد بیت‌های کد فشرده‌شده و  $m \times n$  ابعاد تصویر به پیکسل می‌باشد [۴]. از آنجا که هر پیکسل با ۸ بیت مشخص می‌شود نتیجه در ۸ ضرب شده‌است. هرچه مقدار این نسبت زیادتر باشد یعنی این‌که فشرده‌سازی، بهتر صورت گرفته‌است. هرچه جزئیات تصویر کمتر باشد نسبت فشرده‌سازی بیشتر می‌شود و به عبارتی فشرده‌سازی بهتری انجام می‌شود بنابراین هرچه فشرده‌سازی با ضریب کیفیت بیشتر انجام پذیرد، نسبت فشرده‌سازی، کمتر خواهد بود.

تصویر چندتوصیفی با استفاده از پیش و پس پردازشگر توضیح داده شده و سپس تحلیل می‌گردد. در بخش ۴، برای روشن شدن مطلب و سهولت مقایسه آنها تصویر را از کانال‌های نویزی عبور داده و چهار حالت که شبیه‌سازی شده‌اند به تفکیک تشریح می‌شوند، در بخش ۵، این روش‌ها، که جهت بهبود کیفیت تصویر پس از انتقال از کانال نویزی ارائه شده‌اند، مقایسه می‌گردند و در نهایت در ۶، بهترین نتیجه بیان می‌گردد.

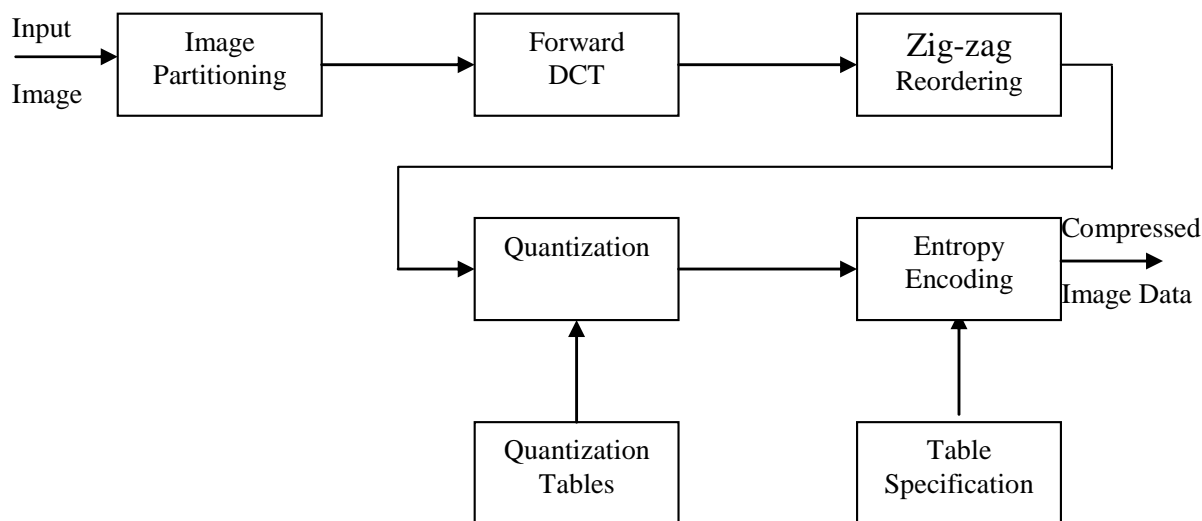
## ۲- فشرده سازی تصویر

شکل (۱) بلوک دیاگرام یک پروسه انکودینگ ترتیبی بر مبنای DCT را نشان می‌دهد.

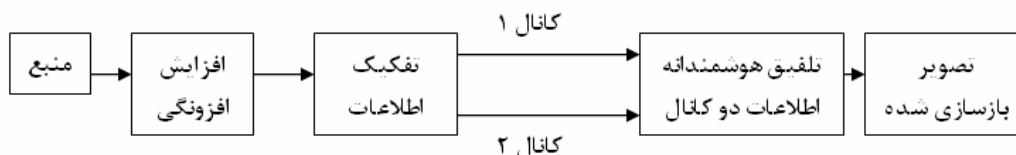
در این مقاله روشی برای کاهش اثر نویز کانال‌های انتقال بر روی تصویر انتقال یافته ارائه می‌گردد (افزودن صفر). سیستم شبیه‌سازی در این حالات دارای نویز می‌باشد که برای شبیه‌سازی کانال نویزی، متناسب با ضریب نویز تعدادی از بلوک‌های تصویر را به صورت کاملاً تصادفی انتخاب کرده و اطلاعات آنها را از بین می‌بریم، به عبارتی آنها را سیاه در نظر می‌گیریم. برای تصاویر، نتایج آزمایش‌های سه مقدار ۱/۵٪، ۳٪ و ۶٪ نویز آورده شده‌اند.

برای بررسی نتایج، آزمایش‌ها بر روی تصاویر استاندارد Bitmap از نوع سطح خاکستری انجام شده‌است. نتایج مرحله‌ای اجرای چهار روش فوق بر روی تصویر Lena به همراه نتایج مقایسه‌ای روش برتر بر روی ده تصویر استاندارد آورده شده‌است.

برخی از تصاویر، مانند House دارای مناطق سفید و باز، جزئیات کم و یکنواختی زیاد هستند. بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که چنین تصویری پس از فشرده‌سازی حجم کمی را گرفته و نسبت فشرده‌سازی بالایی داشته باشد. برخی دیگر از تصاویر مانند Baboon یا Finger جزئیات زیادتری دارند و به نظر می‌رسد این

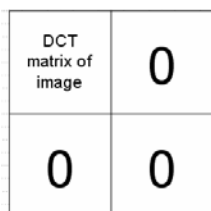


شکل ۱- بلوک دیاگرام یک پروسه انکودینگ ترتیبی بر مبنای DCT



شکل ۲- بلوک دیاگرام کدینگ چندتوصیفی

که  $M \geq N$ . برای این کار ابتدا تبدیل DCT سیگنال  $x$  که با  $x$  نشان داده می‌شود، محاسبه می‌گردد.  $x$  به تبدیل  $M$  نقطه‌ای  $Y$ ، با افزودن صفر به آن pad می‌شود (شکل (۳)).



شکل ۳- افزودن صفر به ماتریس DCT در دو بعد

معکوس  $M$  نقطه‌ای روی  $Y$  برای به دست آوردن  $y$  به کار می‌رود. نشان می‌دهیم که هر زیرمجموعه  $L$  نقطه‌ای از سیگنال  $y(n)$  که  $L \geq N$  باشد می‌تواند به طور یکسان سیگنال  $x(n)$  را مشخص کند. بنابراین اگر  $y(n)$  به عنوان  $M$  توصیف کننده برای  $x(n)$  در نظر گرفته شده باشد، با داشتن حداقل  $N$  توصیف کننده، به طور یکسان  $x(n)$  معلوم خواهد شد. ابتدا اشاره می‌کنیم که:

$$X = F_N x \quad (۴)$$

که  $x$  یک بردار به طول  $N$  شامل سیگنال  $x(n)$  و  $F_N$  ماتریس مستقیم تبدیل DCT است. سپس  $X$ ، با افزودن  $M - N$  صفر جهت به دست آمدن  $Y$ ، pad می‌شود.

$$Y = [I_N \ 0]^T X \quad (۵)$$

که  $I_N$  یک ماتریس واحد  $N \times N$  و  $0$  یک ماتریس صفر  $N \times (M - N)$  است. سپس یک تبدیل DCT معکوس  $M$  نقطه‌ای روی  $Y$  جهت به دست آمدن  $y$  به کار می‌رود.

$$y = T_M Y \quad (۶)$$

که  $T_M$  ماتریس تبدیل DCT معکوس  $M$  نقطه‌ای می‌باشد. با ترکیب معادله‌های (۴)، (۵) و (۶) خواهیم داشت:

$$y = T_N [I_N \ 0]^T F_N x \quad (۷)$$

اگر سیگنال  $y$ ،  $N$  نقطه‌ای را انتخاب کنیم و آن را با  $\tilde{y}$  نشان دهیم، تبدیل بین  $x$  و  $\tilde{y}$  به صورت  $\tilde{y} = \tilde{T}_N F_N x$  خواهد بود که  $\tilde{T}_N$  ماتریسی است که از اولین  $N$  ستون سطرهایی از  $T_M$  مطابق با عناصری از  $y(n)$  که در  $\tilde{y}_N$  انتخاب شده‌اند تشکیل شده‌است. ثابت می‌کنیم که  $x(n)$  به طور یکسان از  $\tilde{y}_N$  قابل

### ۳- کدینگ چندتوصیفی با نمونه برداری اضافی

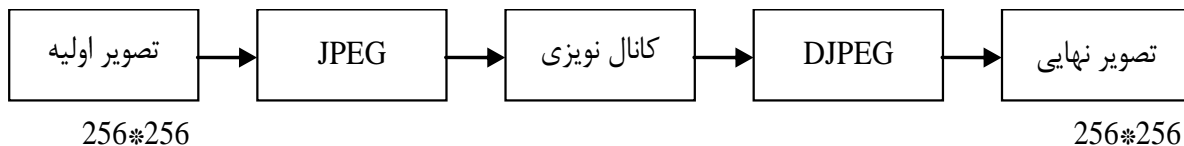
شبیه‌سازی‌های ما با کدینگ چند توصیفی به صورت نمونه‌برداری اضافی انجام شده تا افزونگی داده‌های تصویر اصلی افزایش یابد. نمونه‌برداری اضافی با اضافه کردن صفر در میدان تبدیل کسینوسی انجام شده تا با استاندارد JPEG سازگار باشد. تصویری که نمونه‌برداری اضافه شده به تصاویر کوچکتر یکسان تقسیم می‌شود که هر کدام می‌توانند در کانال‌های جداگانه‌ای کد و منتقل گردند. شکل (۲) بلوک دیاگرام کدینگ چندتوصیفی را نشان می‌دهد.

در روش پیشنهادی می‌توان تصویر را با سیگنال به نویز بیشتری بازسازی کرد. شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که اگر تصویر از کانال نویزی عبور کند و در گیرنده بازسازی شود، نقاط نویزی کاملاً مشخص و PSNR تصویر پایین است. اگر تصویر در دو کانال با استفاده از کدینگ چندتوصیفی عبور کند و در گیرنده بازسازی و ترمیم شود PSNR آن مقداری افزایش می‌یابد. پیشنهاد می‌شود که قبل از عبور از دو کانال ابتدا از تصویر DCT دو بعدی گرفته شود و سپس در دو بعد به ماتریس DCT، صفر اضافه شود، بعد تصویر فشرده شده به دو قسمت تجزیه گردد و از دو کانال عبور کند. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد در این حالت چون نمونه‌برداری اضافی انجام شده مقادیر پیکسل‌ها به هم نزدیک‌تر و همبستگی توصیف کننده‌ها بیشتر خواهد بود. بنابراین هنگامی که داده‌های تصویر در اثر نویز کانال از دست می‌رود بهتر می‌توان آن را از کانال دیگر بازسازی کرد. در این حالت PSNR تصویر به مقدار زیادتری نسبت به حالتی که کدینگ چندتوصیفی به کار می‌رود افزایش می‌یابد.

### ۳-۱- روش افزودن افزونگی

افزونگی در حوزه DCT انجام شده و برای اینکه سیستم بازسازی منطبق با JPEG باشد این کار به صورت پیش‌فیلتر و پس‌فیلتر انجام شده است.

چند تئوری در رابطه با روش پیشنهادی بیان می‌گردد. فرض می‌کنیم یک سیگنال  $x(n)$  ورودی  $N$  نقطه‌ای داریم. روش پیشنهادی  $x(n)$  را به سیگنال  $M$  نقطه‌ای  $y(n)$  تبدیل می‌کند



شکل ۴- بلوک دیاگرام (simple-JPEG)

پیکسل‌ها را صفر می‌کنیم یا به عبارتی سیاه در نظر می‌گیریم. تصاویر در چهار حالت کلی، مورد آزمایش قرار گرفته‌اند که این حالت‌ها عبارتند از عبور تصویر از کانال نویزی:

- (a) بدون افزودن صفر بدون بلوک‌بندی تصویر (خطی)
- (b) بدون افزودن صفر با بلوک‌بندی تصویر (بلوک‌بندی تصویر)
- (c) با افزودن صفر بدون بلوک‌بندی تصویر (خطی)

#### ۴-۱- عبور تصویر از کانال نویزی بدون افزودن صفر

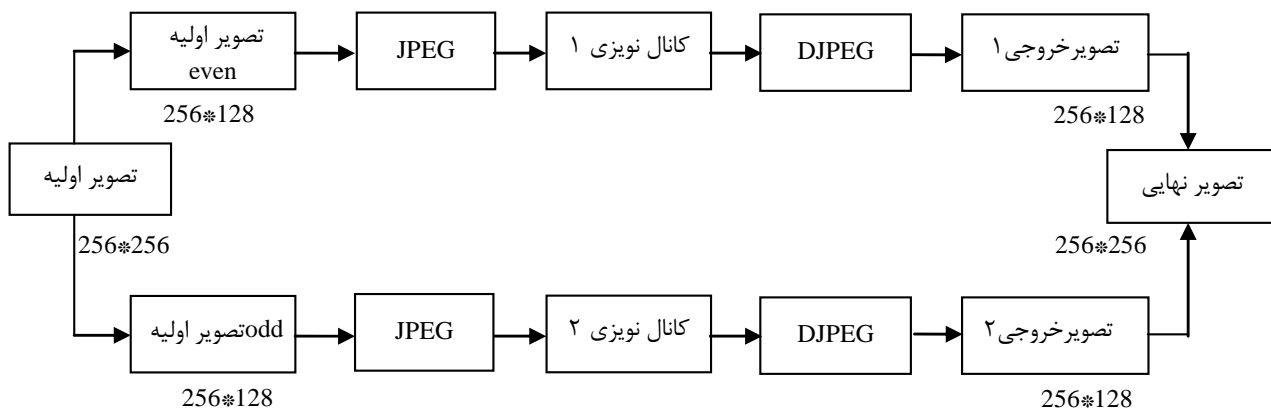
##### بدون بلوک‌بندی تصویر (simple-JPEG)

در این حالت تصویر استاندارد  $256 \times 256$  پیکسلی به بلوک‌های  $8 \times 8$  تجزیه شده آن‌گاه به صورت JPEG فشرده شده، از کانال نویزی عبور کرده و در نهایت در خروجی بازسازی می‌شود. چون در این حالت هیچ‌گونه ترمیمی در خروجی صورت نگرفته

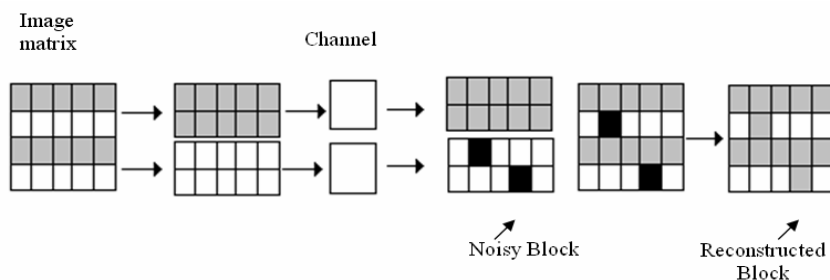
بازسازی است. از آنجائی‌که  $T_M$  که ماتریس تبدیل DCT مستقیم  $M$  نقطه‌ای است وارون‌پذیر است، در نتیجه، تمام ردیف است. بنابراین هر زیر ماتریسی از آن نیز تمام ردیف می‌باشد. به این ترتیب  $|T_N| \neq 0$  و  $F_N$  ماتریس تبدیل DCT مستقیم  $N$  نقطه‌ای است پس  $|F_N| \neq 0$ . بنابراین حاصل  $T_N \cdot F_N$  یک دترمینان غیر صفر دارد و به این ترتیب  $x(n)$  می‌تواند از  $\tilde{y}_N$  به‌طور یکسان بازسازی شود [۲].

#### ۴- شبیه‌سازی

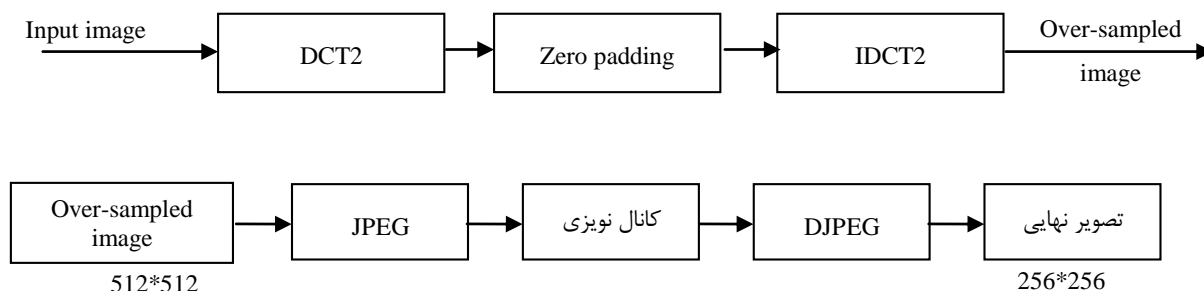
تصویر را از کانال نویزی عبور می‌دهیم. برای شبیه‌سازی کانال نویزی تعدادی از بلوک‌ها را به صورت تصادفی انتخاب و مقدار آن



شکل ۵- بلوک دیاگرام (MDC-spatial)



شکل ۶- تقسیم داده‌های ورودی بین چند کانال و انتقال آن [۴]



شکل ۷- بلوک دیاگرام (MDC-Line-with zero)

هر دو بعد صفر اضافه می‌شود، ماتریس به دست آمده  $512 \times 512$  می‌شود. از ماتریس فوق تبدیل عکس DCT دو بعدی گرفته و سپس نتیجه فشرده شده از کانال نویزی عبور کرده و در نهایت بازسازی می‌شود. تصویر خروجی  $512 \times 512$  است که مجدداً به  $256 \times 256$  تبدیل شده و با تصویر اولیه مقایسه می‌گردد. لازم به ذکر است که با افزودن صفر در واقع تعداد نمونه‌های فرکانس بالا در DCT افزایش یافته و همبستگی پیکسل‌ها به هم بیشتر می‌شود و چون صفر اضافه شده تصویر بزرگ‌تر و تیره‌تر می‌گردد که در نهایت مجدداً بازسازی می‌شود. بلوک دیاگرام این حالت در شکل (۷) نشان داده شده است.

#### ۵- نتایج

نتایج نسبت فشردگی و PSNR تصاویر تست شده با درصد نویز و Qهای مختلف در شکل‌های (۸ تا ۲۱) و جدول‌های (۱ تا ۴) نشان داده شده است.

#### ۶- نتیجه‌گیری

مزیت این روش این است که در انتقال تصویر JPEG در کانال نویزی، سایز تصویر خروجی با تصویر اولیه برابر است، تصویر نهایی که نویزی شده با حفظ وضوح و کیفیت به صورت بهینه ترمیم شده و PSNR آن تا حدود زیادی افزایش می‌یابد.

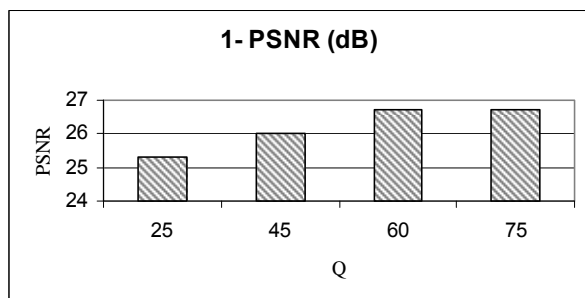
بنابراین نویز در تصویر به صورت پیکسل‌های سیاه ظاهر شده است. بلوک دیاگرام این حالت در شکل (۴) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که PSNR در این حالت از سه حالت دیگر کمتر ولی نسبت فشرده‌سازی در حد متوسط است. نتایج تصویر Lena، در هر ۴ روش با ۱/۵٪ نویز و کیفیت ۷۵ در بخش ۵ در شکل‌ها و جدول‌ها نشان داده شده است.

#### ۴-۲- عبور تصویر از کانال نویزی بدون افزودن صفر با بلوک بندی تصویر (MDC-spatial)

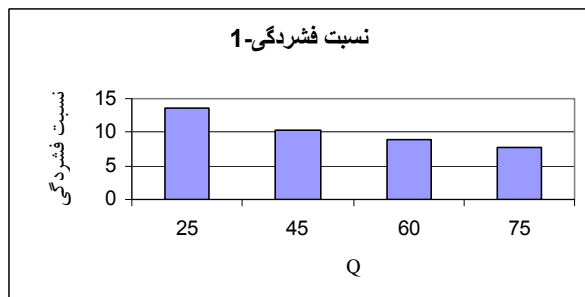
در این روش که داده‌های منبع بین چند کانال انتقال تقسیم می‌گردد. در این صورت هنگامی که تعدادی از کانال‌ها دستخوش خرابی شوند تا حدودی می‌توان تصویر را با کیفیت مناسب بازسازی نمود. بلوک دیاگرام این حالت در شکل (۵) نشان داده شده است. در این روش تصویر را به بلوک‌های  $8 \times 8$  پیکسلی تقسیم نموده و سپس سطر بلوک‌های زوج را در یک ماتریس و سطر بلوک‌های فرد را در ماتریس دیگری قرار می‌دهیم، با این عمل تصویر به دو قسمت تقسیم می‌شود. حال از ضرایب هر ماتریس به طور جداگانه JPEG می‌گیریم و ماتریس زوج را از یک کانال نویزی و ماتریس فرد را از کانال نویزی دیگر عبور می‌دهیم. هنگام ارسال دنباله بیت اطلاعات ماتریس تصویر در کانال نویزی تخریب می‌شود. در گیرنده روی هر دو ماتریس دریافت شده عکس JPEG انجام می‌شود. پس از کنار هم چیدن دو ماتریس بلوک‌های تخریب شده زوج با بلوک‌های ماتریس فرد آن و بالعکس بازسازی می‌شود (شکل (۶))، به عبارتی بلوک‌های از دست‌رفته ماتریس زوج با پیشگویی خطی از ماتریس فرد ساخته می‌شود.

#### ۴-۳- عبور تصویر از کانال نویزی با افزودن صفر بدون بلوک بندی تصویر (MDC-DCT)

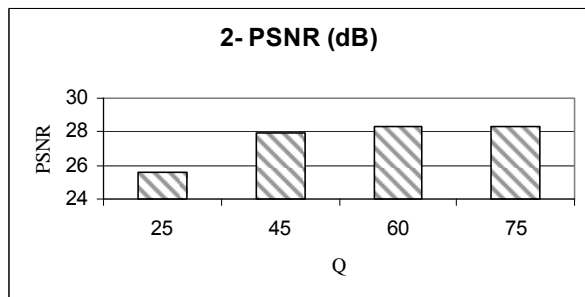
در این حالت ابتدا بر روی تصویر تبدیل DCT دو بعدی اعمال می‌شود. نتیجه ماتریس  $256 \times 256$  خواهد بود. به ماتریس فوق در



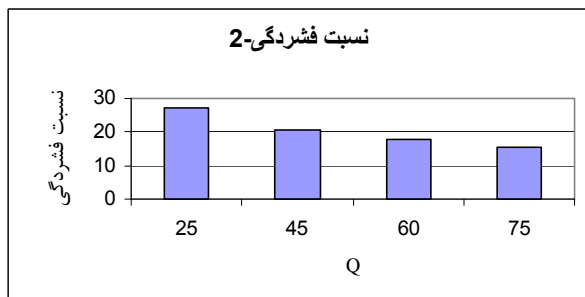
شکل ۱۴- نتایج PSNR (MDC-Line-No Zero) با ۱/۵ نویز و Qهای مختلف با تصویر Lena



شکل ۱۵- نتایج نسبت فشردگی (MDC-Line-No Zero) با ۱/۵ نویز و Qهای مختلف با تصویر Lena



شکل ۱۶- نتایج PSNR (MDC-Blocky-No Zero) با ۱/۵ نویز و Qهای مختلف با تصویر Lena



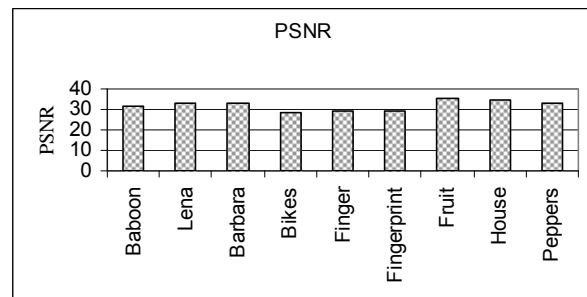
شکل ۱۷- نتایج نسبت فشردگی (MDC-Blocky-No Zero) با ۱/۵ نویز و Qهای مختلف با تصویر Lena



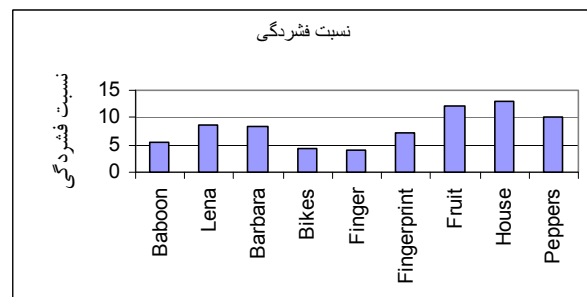
شکل ۸- تصویر ورودی



شکل ۱۰- خروجی (MDC-spatial) شکل ۱۱- خروجی (MDC- DCT)



شکل ۱۲- نتایج PSNR تصاویر استاندارد با ۱/۵ نویز و Q=70 و روش پیشنهادی

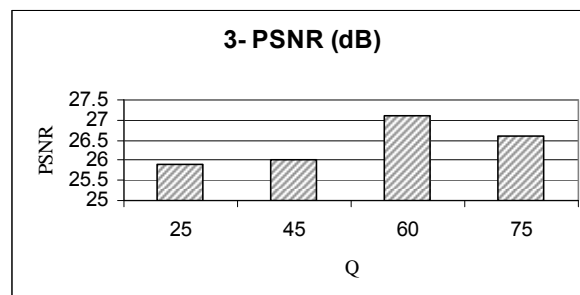


شکل ۱۳- نتایج نسبت فشردگی تصاویر استاندارد با ۱/۵ نویز و Q=70 و روش پیشنهادی

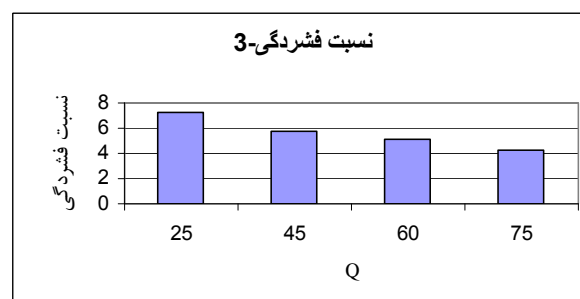
جدول ۱- نتایج اجرای (MDC-Line-No Zero) بر روی تصویر

Lena

Q	درصد نویز	PSNR dB	نسبت فشردگی
25	1.5%	25.3	13.6
45	1.5%	26	10.3
60	1.5%	26.7	9
75	1.5%	26.7	7.7
25	3%	23.3	13.6
45	3%	22.9	10.3
60	3%	22.8	9
75	3%	23.6	7.7
25	6%	20.5	13.6
45	6%	20.2	10.4
60	6%	20.6	9.1
75	6%	20.7	7.8



شکل ۱۸- نتایج (MDC-Line-with zero) PSNR با ۱/۵٪ نویز و Qهای مختلف با تصویر Lena

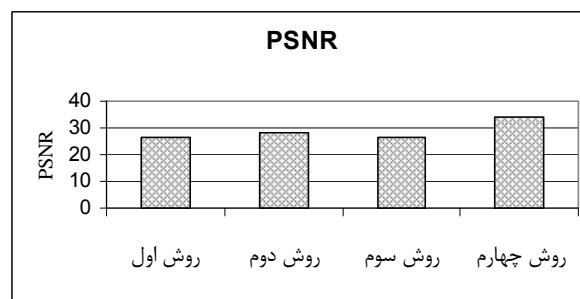


شکل ۱۹- نتایج نسبت فشردگی (MDC-Line-with zero) با ۱/۵٪ نویز و Qهای مختلف با تصویر Lena

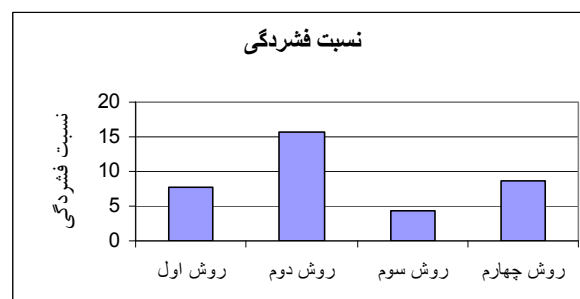
جدول ۲- نتایج اجرای (MDC-Blocky-No Zero) بر روی تصویر

Lena

Q	درصد نویز	PSNR dB	نسبت فشردگی
25	1.5%	25.3	13.6
45	1.5%	26	10.3
60	1.5%	26.7	9
75	1.5%	26.7	7.7
25	3%	23.3	13.6
45	3%	22.9	10.3
60	3%	22.8	9
75	3%	23.6	7.7
25	6%	20.5	13.6
45	6%	20.2	10.4
60	6%	20.6	9.1
75	6%	20.7	7.8



شکل ۲۰- نتایج PSNR روش‌های مختلف با ۱/۵٪ نویز و Q=70 برای تصویر Lena



شکل ۲۱- نتایج نسبت فشردگی روش‌های مختلف با ۱/۵٪ نویز و Q=70 برای تصویر Lena

### ۷- مراجع

- [1] Sh. Shirani, M. Gallant, and E. Kossentini, "Multiple Description Image Coding Using Pre-and Post-Processing", International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC '01), Las Vegas, Nevada, USA, Vol. 1, pp. 35-39, 2001.
- [2] Sh. Shirani, M. Gallant, and E. Kossentini, "Standard-compliant Multiple Description Video Coding", International Conference on Image Processing, Proceeding of IEEE, Vol. 1, pp. 946-949, 2001.
- [3] K. Goyal, "Multiple Description Coding: Compression Meets the Network", IEEE Signal processing magazine, pp. 74-93, September 2001.

[۴] آزاده یساری زارع "پایاده سازی سخت افزاری فشرده کننده JPEG با قابلیت کد کردن چند توصیفی" پایان نامه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، تابستان ۱۳۸۵.

### ۸- پی نوشتها

- 1 -Joint Photographic Experts Group  
2 -Nonprogressive with Retransmission

### جدول ۳- نتایج اجرای (MDC-Line-with zero) بر روی تصویر

Lena

Q	درصد نویز	PSNR dB	نسبت فشرده گی
25	1.5%	25.3	13.6
45	1.5%	26	10.3
60	1.5%	26.7	9
75	1.5%	26.7	7.7
25	3%	23.3	13.6
45	3%	22.9	10.3
60	3%	22.8	9
75	3%	23.6	7.7
25	6%	20.5	13.6
45	6%	20.2	10.4
60	6%	20.6	9.1
75	6%	20.7	7.8

### جدول ۴- نتایج اجرای (MDC- Blocky-with zero) بر روی

Lena تصویر

Q	درصد نویز	PSNR dB	نسبت فشرده گی
25	1.5%	25.3	13.6
45	1.5%	26	10.3
60	1.5%	26.7	9
75	1.5%	26.7	7.7
25	3%	23.3	13.6
45	3%	22.9	10.3
60	3%	22.8	9
75	3%	23.6	7.7
25	6%	20.5	13.6
45	6%	20.2	10.4
60	6%	20.6	9.1
75	6%	20.7	7.8