

نهان نگاری در حوزه فرکانس، یکی از روشهای رمزنگاری است که در آن، اطلاعات مخفی را با استفاده از تغییرات در فرکانس سیگنال های صوتی یا تصویری، نهفته میکنیم. به عبارت دیگر، این روش برای پنهان کردن اطلاعات، از ویژگیهای فرکانسی سیگنال ها استفاده می کند.

برای اعمال این روش، ابتدا باید سیگنالی که میخواهیم اطلاعات را در آن نهفته کنیم، را به یک دامنه فرکانسی تبدیل کنیم. در این دامنه، میتوانیم با اعمال تغییراتی به فرکانسهای سیگنال، اطلاعات مخفی را نهفته کنیم. برای مثال، با ایجاد تغییراتی در باند فرکانسی مشخصی از سیگنال، میتوانیم یک داده را در آن نهفته کنیم. سپس، با استفاده از یک الگوریتم نهان نگاری، میتوانیم اطلاعات مخفی را از سیگنال استخراج کنیم.

نهان نگاری در حوزه فرکانس، در بسیاری از کاربردهای ارتباطات بی سیم، امنیت شبکه های کامپیوتری و رسانه های دیجیتالی مورد استفاده قرار می گیرد.

نهان نگاری یک تصویر در یک تصویر میزبان در حوزه فرکانس، یکی از روشهای نهان نگاری است که در آن، تصویر مخفی را درون تصویر میزبان نهفته میکنیم. برای این کار، ابتدا باید تصویر میزبان و تصویر مخفی را به دامنه فرکانسی تبدیل کنیم.

در این روش، از مفهوم تبدیل فوریه استفاده میشود. با اعمال تبدیل فوریه بر روی تصویر میزبان، میتوانیم سیگنال فرکانسی آن را به دست آوریم. سپس، با استفاده از یک الگوریتم نهان نگاری، میتوانیم تصویر مخفی را در فرکانس های تصویر میزبان نهفته کنیم.

برای مثال، در فرایند نهان نگاری یک تصویر در یک تصویر میزبان، میتوانیم برخی از فرکانس های تصویر میزبان را جایگزین فرکانس های مشابه تصویر مخفی کنیم. به عبارت دیگر، با جایگزینی فرکانس های تصویر میزبان با فرکانس های مشابه تصویر مخفی، میتوانیم تصویر مخفی را در تصویر میزبان نهفته کنیم.

در نهایت، برای استخراج تصویر مخفی از تصویر میزبان، باید ابتدا تصویر میزبان را به دامنه فرکانسی تبدیل کرده و سپس با استفاده از الگوریتم نهان نگاری، فرکانس هایی که مربوط به تصویر مخفی هستند را شناسایی و استخراج کنیم. سپس با اعمال تبدیل فوریه بر روی این فرکانس ها، تصویر مخفی را به دست می آوریم.

در اینجا، تصویر میزبان و تصویر لوگو را ابتدا به حوزه فرکانسی می بریم و پس از آن محدوده بالتری از طیف تصویر میزبان، که در اینجا به عنوان محدوده بیرونی استفاده می شود، جدا می شود و در یک فیلتر پایین گذر قرار می گیرد. بعد از جداسازی این محدوده، تصویر لوگوی دانشگاه، در محدوده داخلی، به عنوان نهان نگاری درج می شود. بعد از آن تصویر حاصل از تبدیل فرکانسی، از فضای فرکانس به فضای زمان بازگردانده می شود و لوگوی

نهان نگاری شده در آن استخراج می‌شود برای انجام این کار محدوده داخلی فیلتر پایین گذر به عنوان محدوده نهان نگاری انتخاب می‌شود و با استفاده از تصویر اصلی و تصویر واترمارک شده، تصویر میزبان و نهان شده، بازیابی می‌شوند.

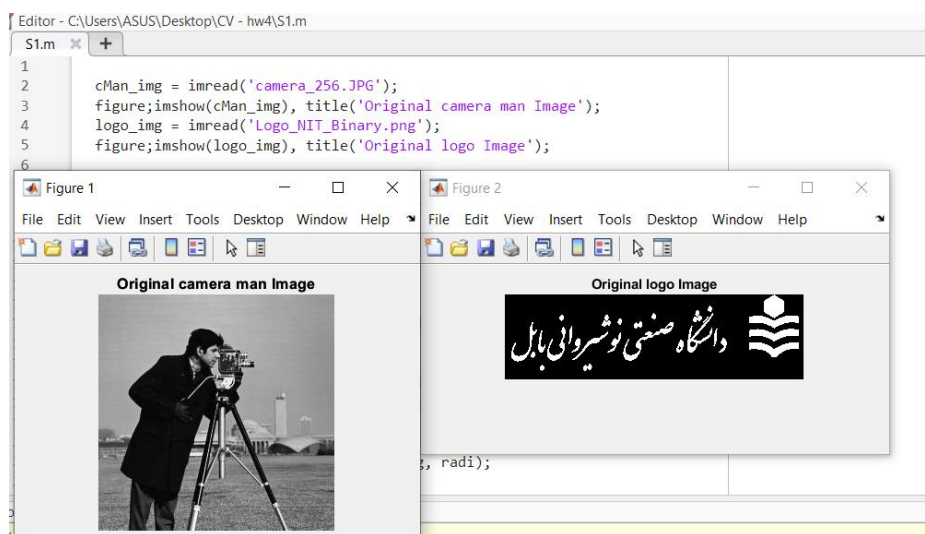
شعاع فیلتر پایین گذر به صورت تجربی انتخاب شده است در این تمرین، ولی به طور کل شعاع فیلتر پایین گذر در الگوریتم نهان نگاری تصویر، به عنوان یک پارامتر کنترل کننده برای میزان نهان نگاری تصویر، بسیار مهم است. این پارامتر بر روی کیفیت تصویر نهایی و میزان بازیابی تصویر واترمارک شده تأثیر می‌گذارد.

با افزایش شعاع فیلتر پایین گذر، تأثیر تصویر واترمارک شده در تصویر میزبان کمتر خواهد شد، زیرا فیلتر پایین گذر، فرکانس‌های بالا را از بین می‌برد. به عبارت دیگر، با افزایش شعاع فیلتر، تصویر واترمارک شده کمتر قابل مشاهده خواهد بود، اما این کار ممکن است باعث کاهش کیفیت تصویر نهایی شود. برعکس، با کاهش شعاع فیلتر، تصویر واترمارک شده قابل مشاهده تر خواهد بود، اما این باعث می‌شود که تصویر نهایی با کیفیت بهتری باشد. بنابراین، باید با توجه به نیاز، باید شعاع فیلتر پایین گذر را بهینه سازی کرد. در کاربردهایی که دقت و کیفیت بالا مهم است، ممکن است نیاز باشد که شعاع فیلتر کوچک باشد و در کاربردهایی که تأمین امنیت مهم است، ممکن است نیاز باشد که شعاع فیلتر بزرگتر باشد.

### توضیح کد :

ابتدا تصویر camera man و تصویر لوگو را با استفاده از دستور imread بارگذاری می‌کنیم وبا imshow

نمایش می‌دهیم. کد و خروجی این قسمت به شرح زیر خواهد بود:



بعد از آن تصویر لوگو برای تطبیق اندازه با تصویر میزبان با استفاده از دستور `imresize` تغییر اندازه می‌یابد.

سپس تصاویر میزبان و لوگو به `double` تبدیل می‌شوند. که به صورت زیر در کد نوشته شد:

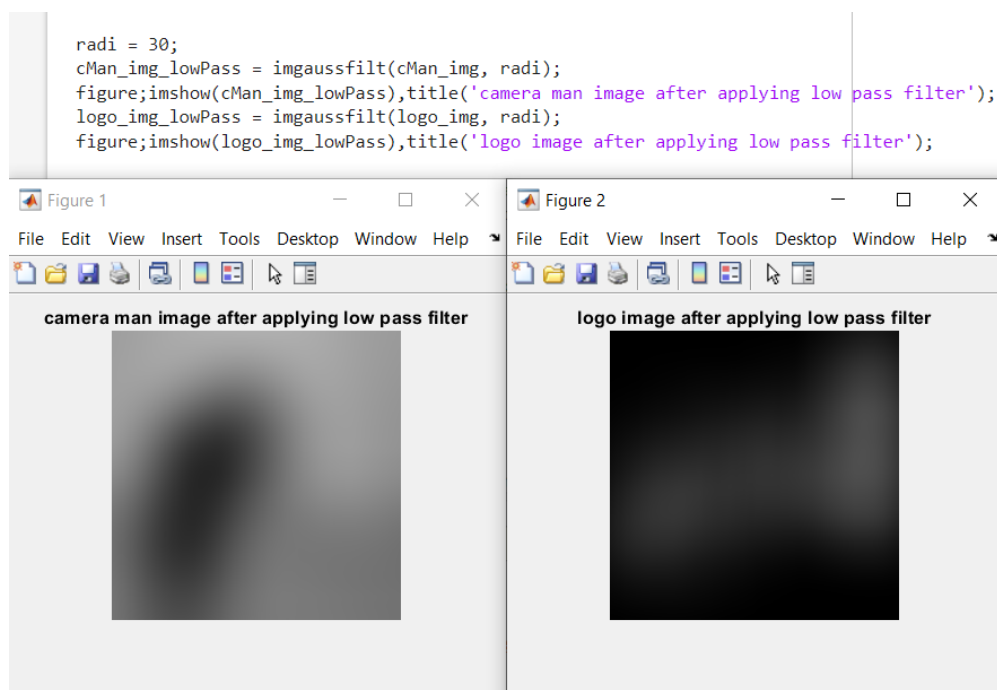
```
6 logo_img = imresize(logo_img, [size(cMan_img, 1) size(cMan_img, 2)]);
7 cMan_img = im2double(cMan_img);
8 logo_img = im2double(logo_img);
9
```

سپس باید شعاع را برای فیلتر انتخاب کنیم که به نحوی که در ابتدا توضیح داده شده و بسته به نیاز و تجربی

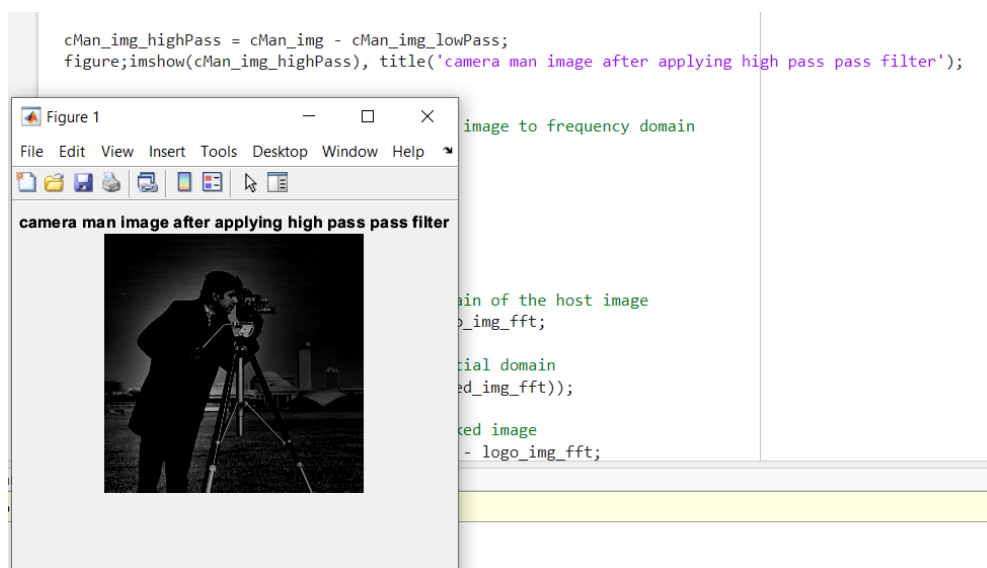
انتخاب می‌شود در اینجا هم 30 در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از `imgaussfilt` یک فیلتر پایین گذر روی

تصاویر اعمال میشود و تصاویر پس از اعمال فیلتر پایین گذر جداگانه ذخیره می‌شوند و به صورت زیر نمایش داده

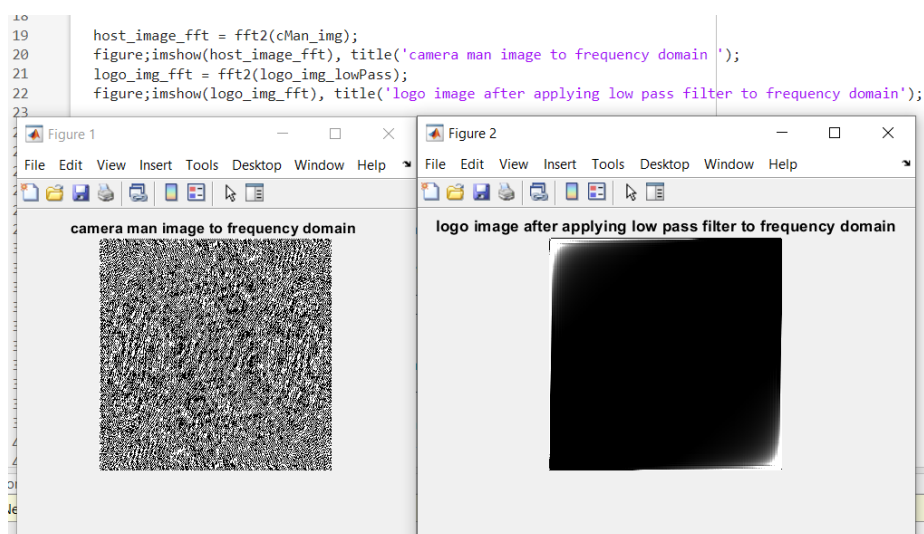
خواهند شد:



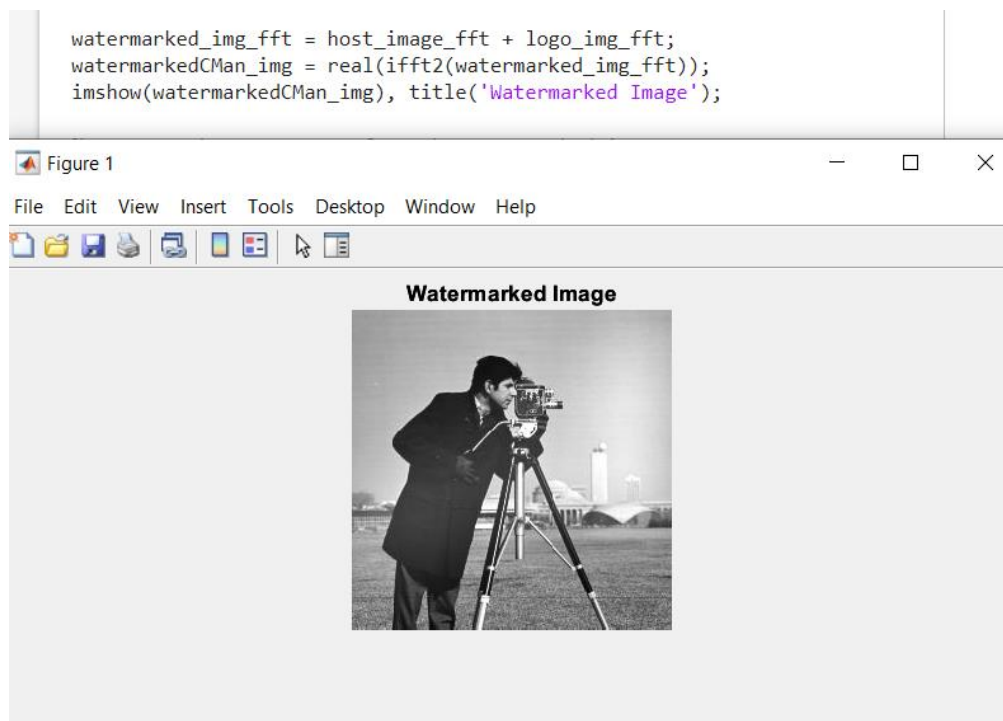
سپس یک فیلتر بالا گذر روی تصویر میزبان با استفاده از تفاضل بین تصاویر اصلی و پایین گذر شده اعمال می‌کنیم که نتیجه آن به صورت زیر می‌شود:



سپس تصویر میزبان و تصویر لوگو بعد از اعمال فیلتر پایین گذر را به حوزه‌ی فرکانس می‌بریم با استفاده از دستور `fft2` در متلب و به صورت زیر خواهد بود :

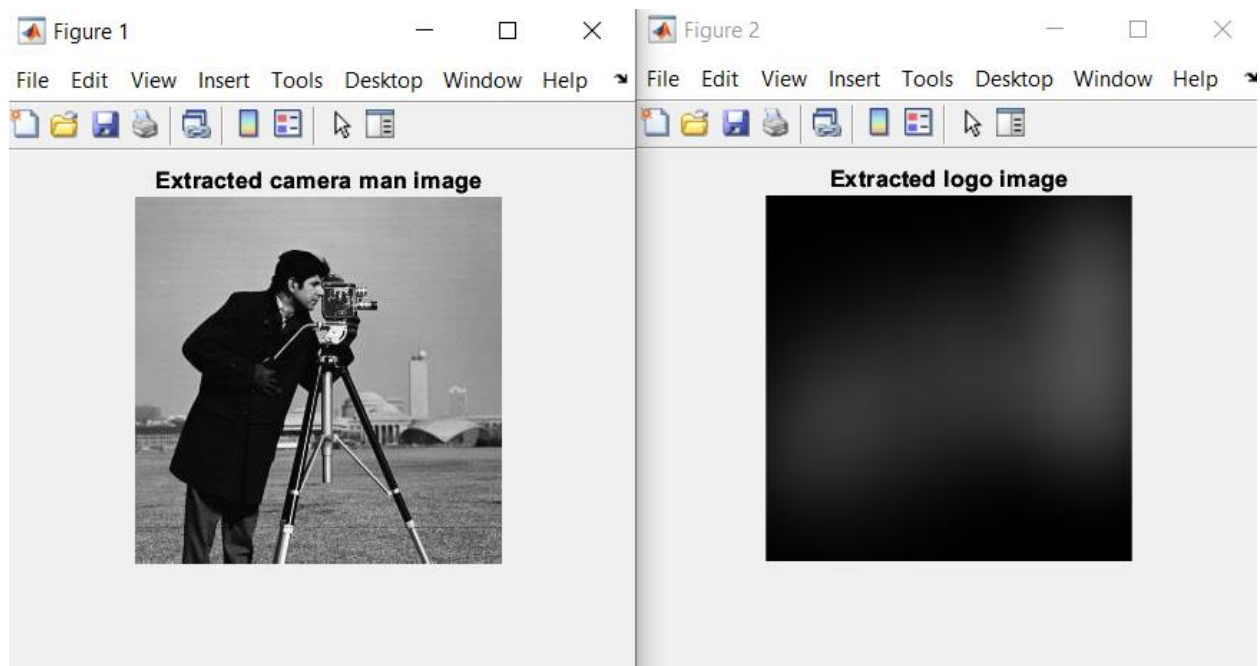


حالا نهان را با جمع کردن تصویر میزبان و تصویر لوگو در فضای فرکانس انجام می‌دهیم، تصویر نهان نگاری شده محاسبه می‌شود و پس از آن تصویر نهان نگاری شده را دوباره به فضای مکانی باز می‌گردانیم که به صورت زیر نمایش داده خواهد شد :



در مراحل بعدی، تصاویر میزبان و لوگو از تصویر نهان نگاری شده استخراج می‌شوند. به این صورت که تفاضل تصویر نهان شده در فضای فرکانس را از تصویر میزبان و لوگو در حوزه‌ی فرکانس محاسبه می‌کنیم. سپس به حوزه‌ی مکان برده و نمایش می‌دهیم که به صورت زیر خواهد بود :

```
extract_cMan_img_fft = watermarked_img_fft - logo_img_fft;
conv_extracte_cMan_img = real(ifft2(extract_cMan_img_fft));
figure;imshow(conv_extracte_cMan_img), title('Extracted camera man image');
extract_logo_img_fft = watermarked_img_fft - host_image_fft;
conv_extract_img = real(ifft2(extract_logo_img_fft));
figure;imshow(conv_extract_img), title('Extracted logo image');
```



بخاطر سهولت در توضیح نتیجه‌ی هر تکه کد در کنار آن در گزارش نمایش داده شد ولی در کد یک subplot در نظر گرفته شد و تمام نتایج در آن کنار هم نمایش داده.

کد کامل :

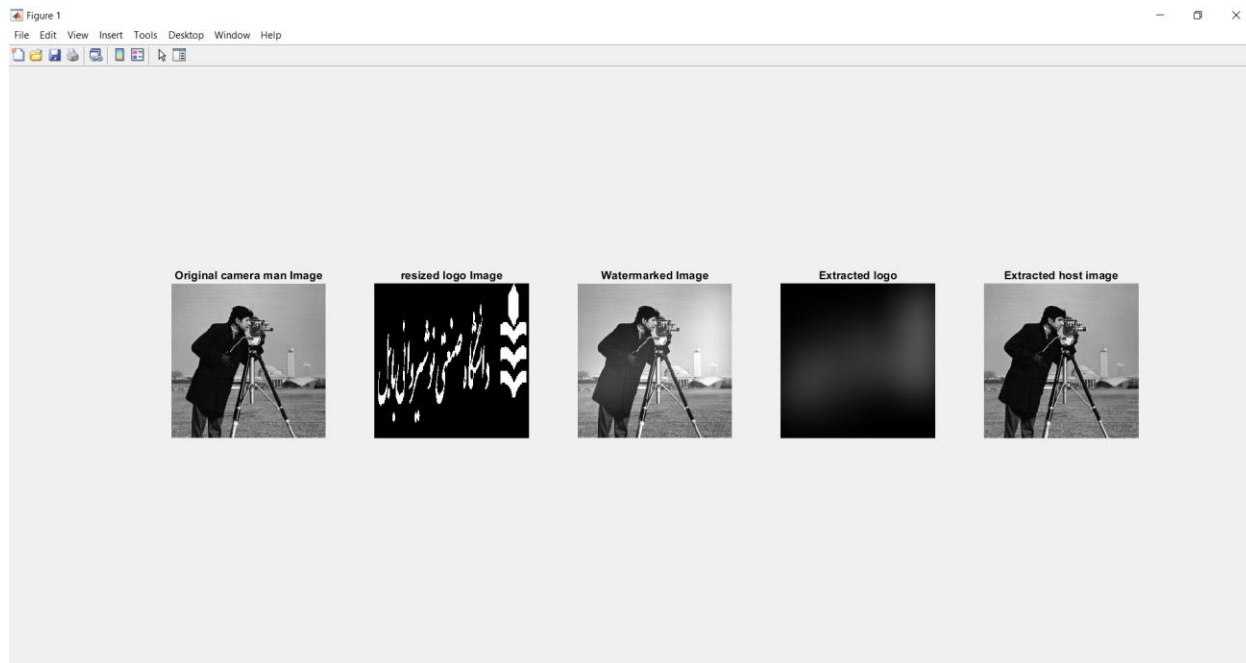
```

C:\Users\ASUS\Desktop\CV - hw4
Current Folder
Name
S1.m
S1.asv
Logo_NIT_Binary.png
camera_256.JPG
Details
Select a file to view details

Editor - C:\Users\ASUS\Desktop\CV - hw4\S1.m
S1.m
1  cMan_img = imread('camera_256.JPG');
2  logo_img = imread('Logo_NIT_Binary.png');
3
4  logo_img = imresize(logo_img, [size(cMan_img, 1) size(cMan_img, 2)]);
5  cMan_img = im2double(cMan_img);
6  logo_img = im2double(logo_img);
7
8  radi = 30;
9  cMan_img_lowPass = imgaussfilt(cMan_img, radi);
10 logo_img_lowPass = imgaussfilt(logo_img, radi);
11
12 cMan_img_highPass = cMan_img - cMan_img_lowPass;
13
14 host_image_fft = fft2(cMan_img);
15 logo_img_fft = fft2(logo_img_lowPass);
16
17 watermarked_img_fft = host_image_fft + logo_img_fft;
18 watermarkedCMan_img = real(ifft2(watermarked_img_fft));
19
20 extract_cMan_img_fft = watermarked_img_fft - logo_img_fft;
21 conv_extract_cMan_img = real(ifft2(extract_cMan_img_fft));
22
23 extract_logo_img_fft = watermarked_img_fft - host_image_fft;
24 conv_extract_img = real(ifft2(extract_logo_img_fft));
25
26 figure;
27 subplot(1,5,1), imshow(cMan_img), title('Original camera man Image');
28 subplot(1,5,2), imshow(logo_img), title('Original logo Image');
29 subplot(1,5,3), imshow(watermarkedCMan_img), title('Watermarked Image');
30 subplot(1,5,4), imshow(conv_extract_img), title('Extracted logo');
31 subplot(1,5,5), imshow(conv_extract_cMan_img), title('Extracted host image');
32

```

## نتایج در کنار هم :



## مقایسه‌ی پارامترهای MSE و PSNR :

با دستور `immse` و دستور `psnr` مقادیر MSE و PSNR را برای نهان نگاری در حوزه‌ی فرکانس و بین پیکسلی به دست می‌آوریم و مقایسه می‌کنیم. فرکانسی :

```
32
33     MSE_f = immse(watermarkedCMan_img, cMan_img);
34     fprintf('\n MSE is %0.4f \n', MSE_f);
35
36     PSNR_F = psnr(watermarkedCMan_img, cMan_img);
37     fprintf('\n PSNR value is %0.4f \n', PSNR_F);
38
```

## نتایج در حوزه فرکانس :

```
>> S1

MSE is 0.0198

PSNR value is 17.0307
fx >>
```

## بین پیکسلی (از تمرین دوم):

```
MSE_s = immse(l, hidden);  
fprintf('\n MSE is %0.4f \n', MSE_s);  
  
PSNR_s = psnr(l, hidden);  
fprintf('\n PSNR value is %0.4f \n', PSNR_s);
```

## نتایج بین پیکسلی :

```
MSE is 0.4996
```

```
PSNR value is 51.1446
```

```
fx >>
```

در مقایسه‌ی این دو معیار هر چه مقدار MSE کمتر باشد بهتر است که در این مورد روش نهان نگاری فرکانسی بهتر بود و هر چه مقدار PSNR بیشتر باشد بهتر است که در این مورد نهان نگاری بین پیکسلی بهتر بود.

البته در حالت کلی، نهان نگاری در حوزه‌ی فرکانسی به دلیل ویژگی‌های خاصی که دارد از نهان نگاری بین پیکسلی بهتر است. در نهان نگاری بین پیکسلی، اطلاعات نهان در پیکسل‌های تصویر اصلی قرار می‌گیرد که این کار ممکن است باعث افزایش نویز و کاهش کیفیت تصویر شود.

در حالی که در نهان نگاری در حوزه‌ی فرکانسی، اطلاعات نهان با استفاده از تبدیل فوریه‌ی دو بعدی بر روی تصویر اصلی قرار می‌گیرد و در فرکانس‌های بالا یا پایین تصویر قرار می‌گیرد. بنابراین در نهان نگاری در حوزه‌ی فرکانسی، این اطلاعات در فرکانس‌های پایین و غیرقابل مشاهده‌ی تصویر قرار می‌گیرد و احتمالاً کاهش کیفیت تصویر کمتر است. در کل، نهان نگاری در حوزه‌ی فرکانسی در مقایسه با نهان نگاری بین پیکسلی کاربرد و کیفیت بیشتری دارد.