

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

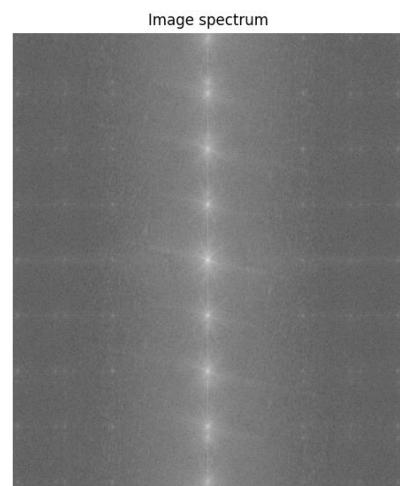
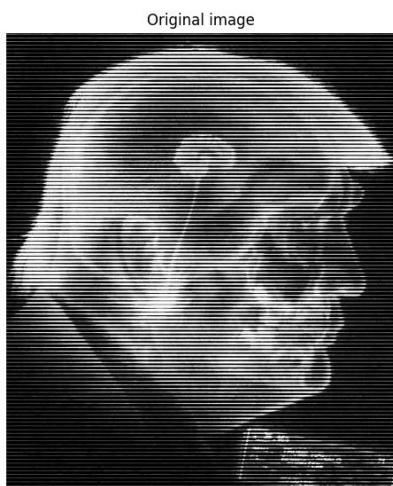


پاسخ تمرین سوم پردازش تصویر

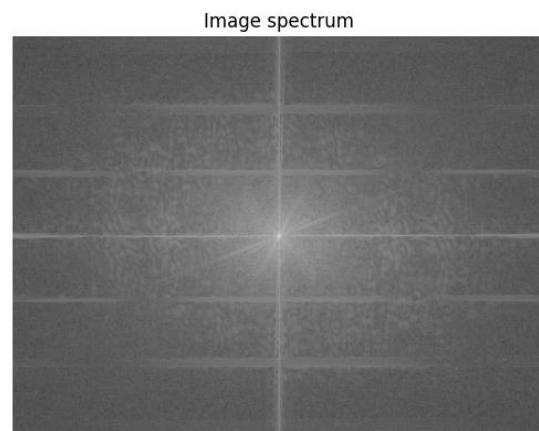
استاد درس: دکتر محمد رحمتی

دانشجو: رومینا ذاکریان

سوال ۲)

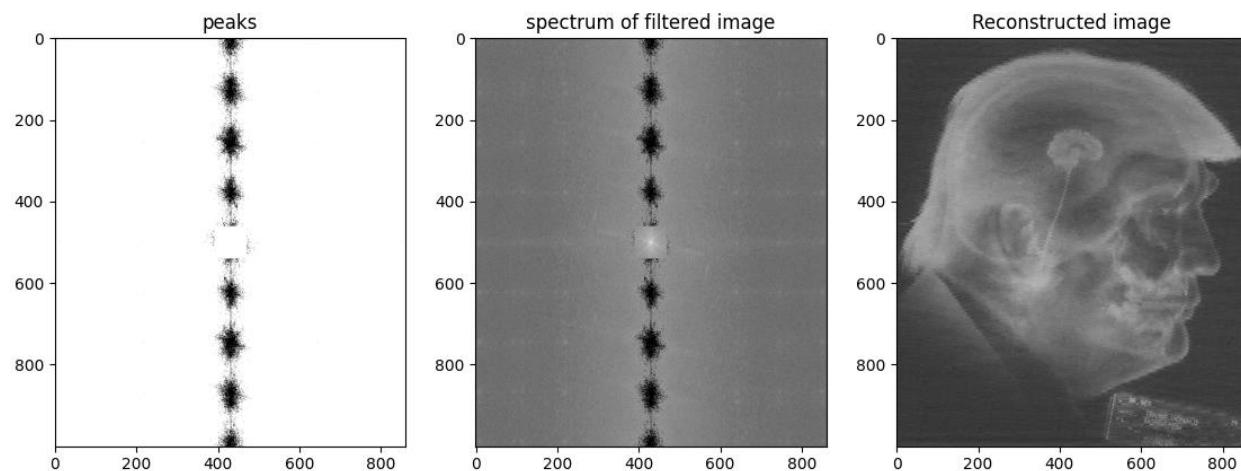


a) از این طیف فرکانسی عکس نویزی می‌توان نویزهای اعمال شده به هر تصویر را در دامنه فرکانس مشاهده کرد زیرا دارای تفاوت‌هایی نسبت به تصویر اصلی در حوزه‌ی فرکانس می‌باشد. برای مثال در عکس اول peak‌های عمودی موجود و همچجنین در عکس دوم خط

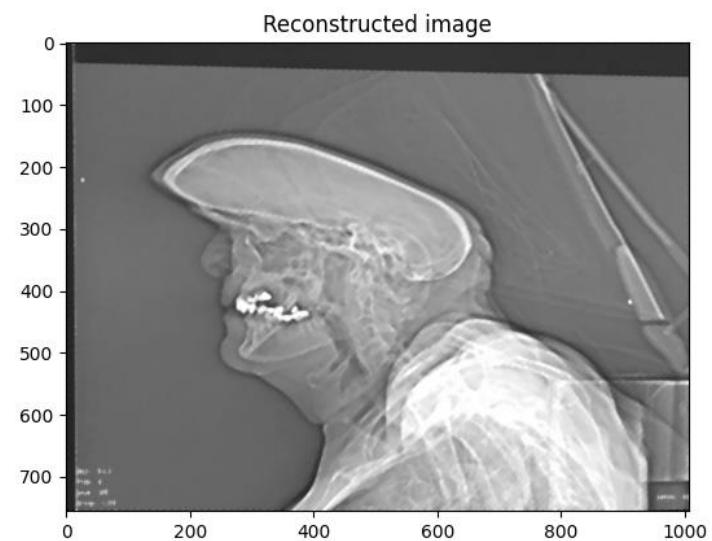
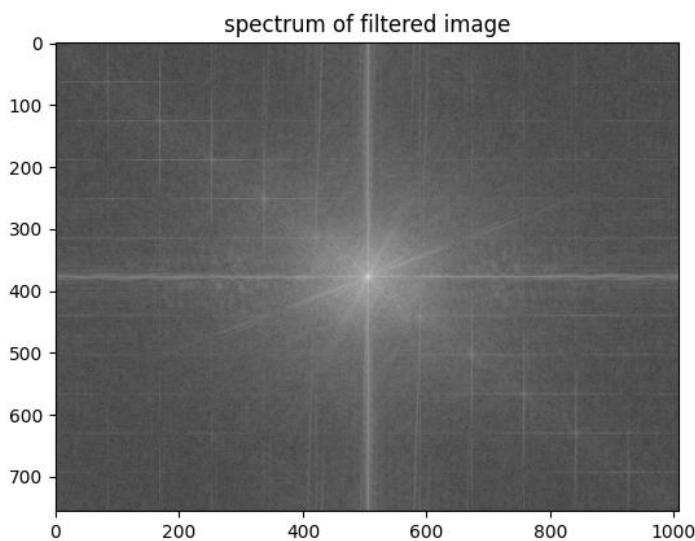


های افقی روشن، موید حضور نویز در تصویر می‌باشند.

b) با استفاده از فیلتری peak‌های تبدیل فوریه پیدا شده و آن‌ها را صفر می‌کنیم.



با استفاده از median filter این عکس فیلتر شده و نویز آن از بین رفته است.



Original image

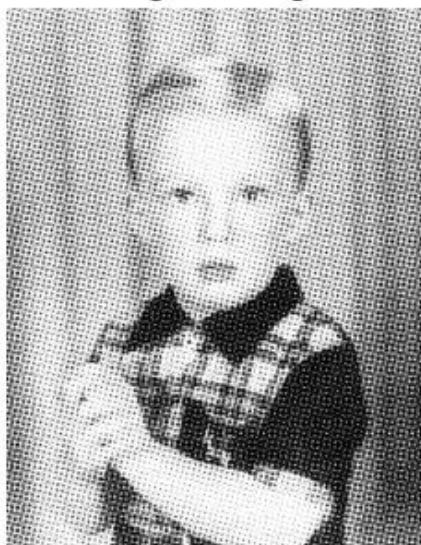
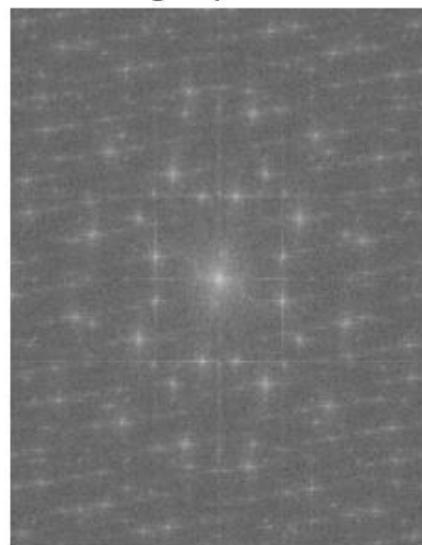


Image spectrum



(C)

Original image

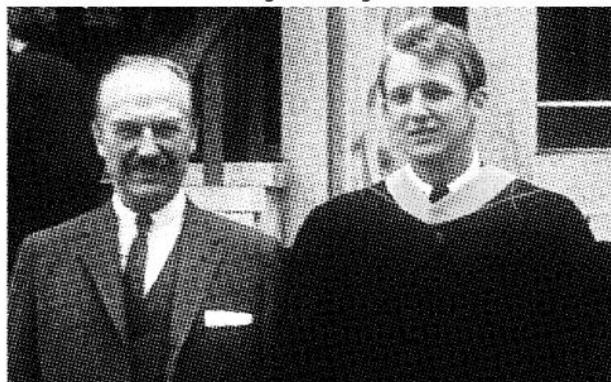
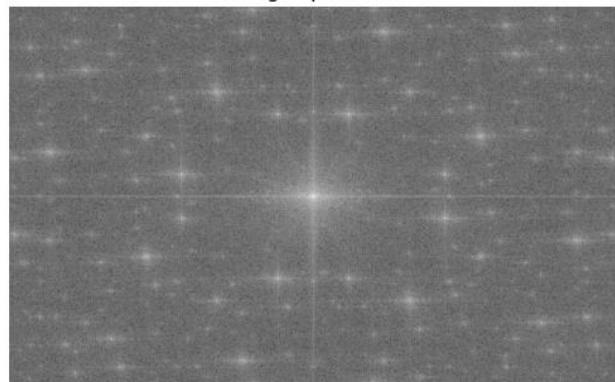
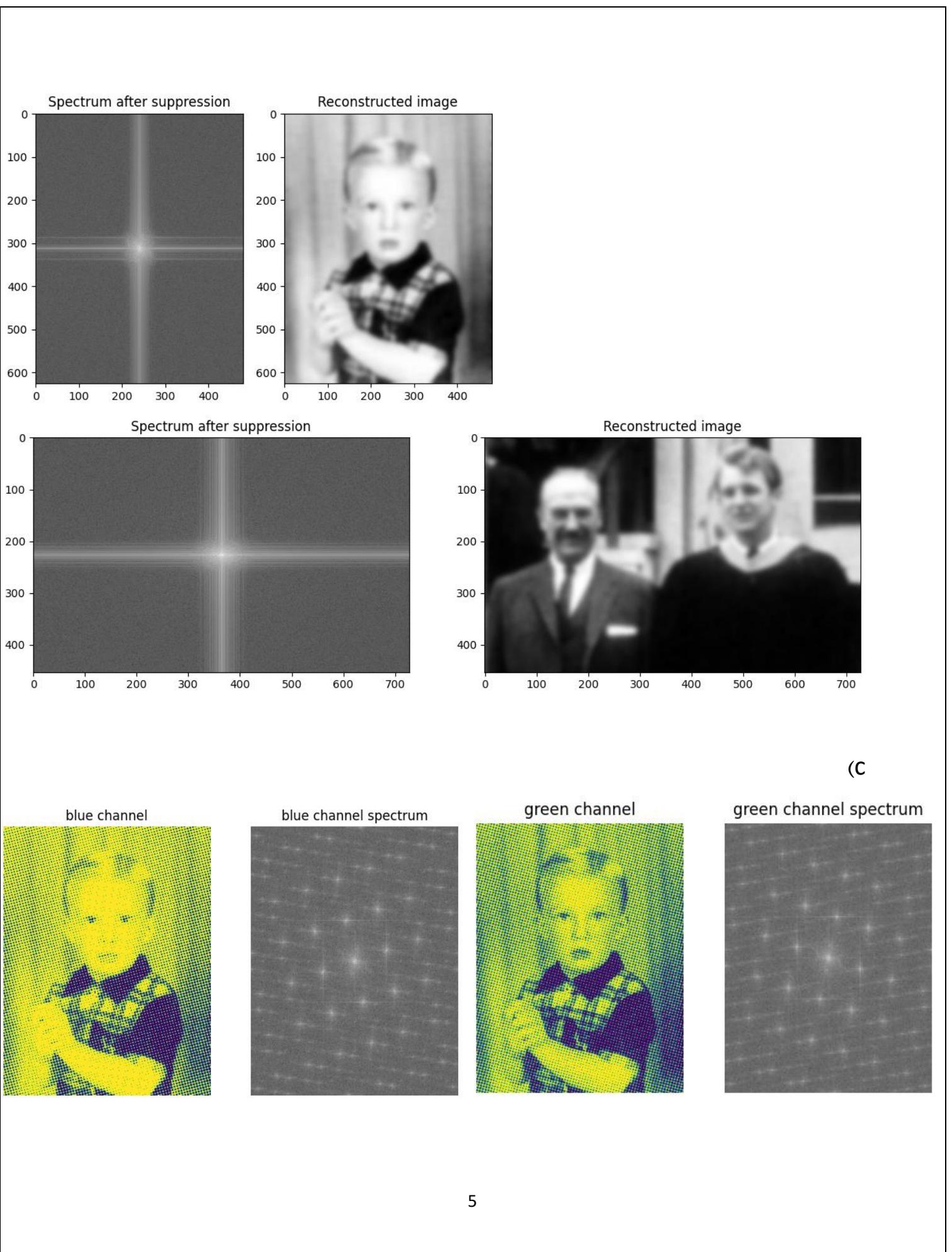
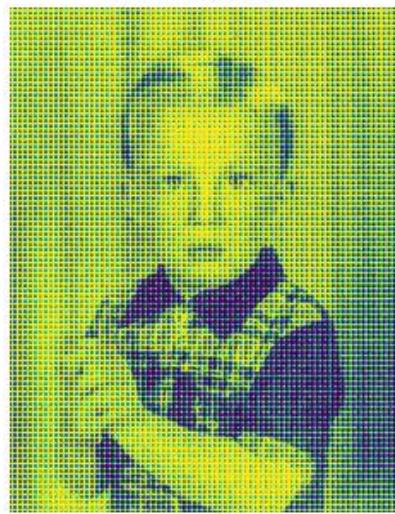


Image spectrum

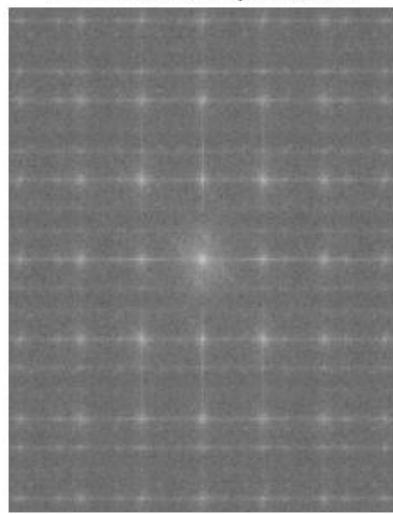




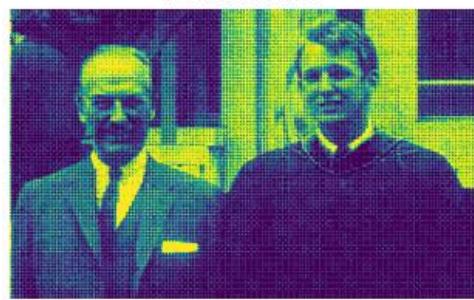
red channel



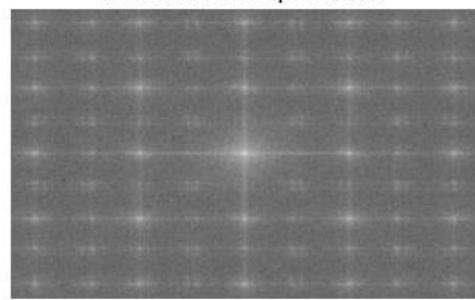
red channel spectrum



red channel



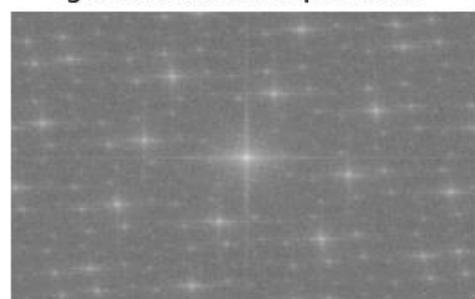
red channel spectrum



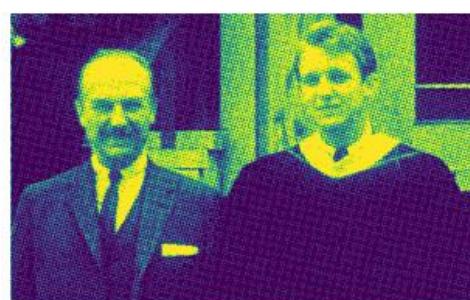
green channel



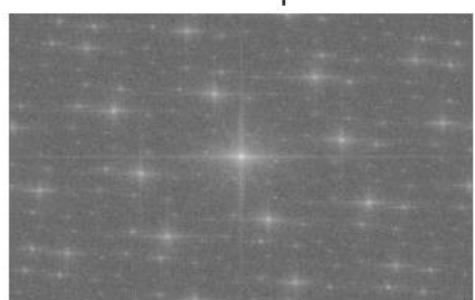
green channel spectrum

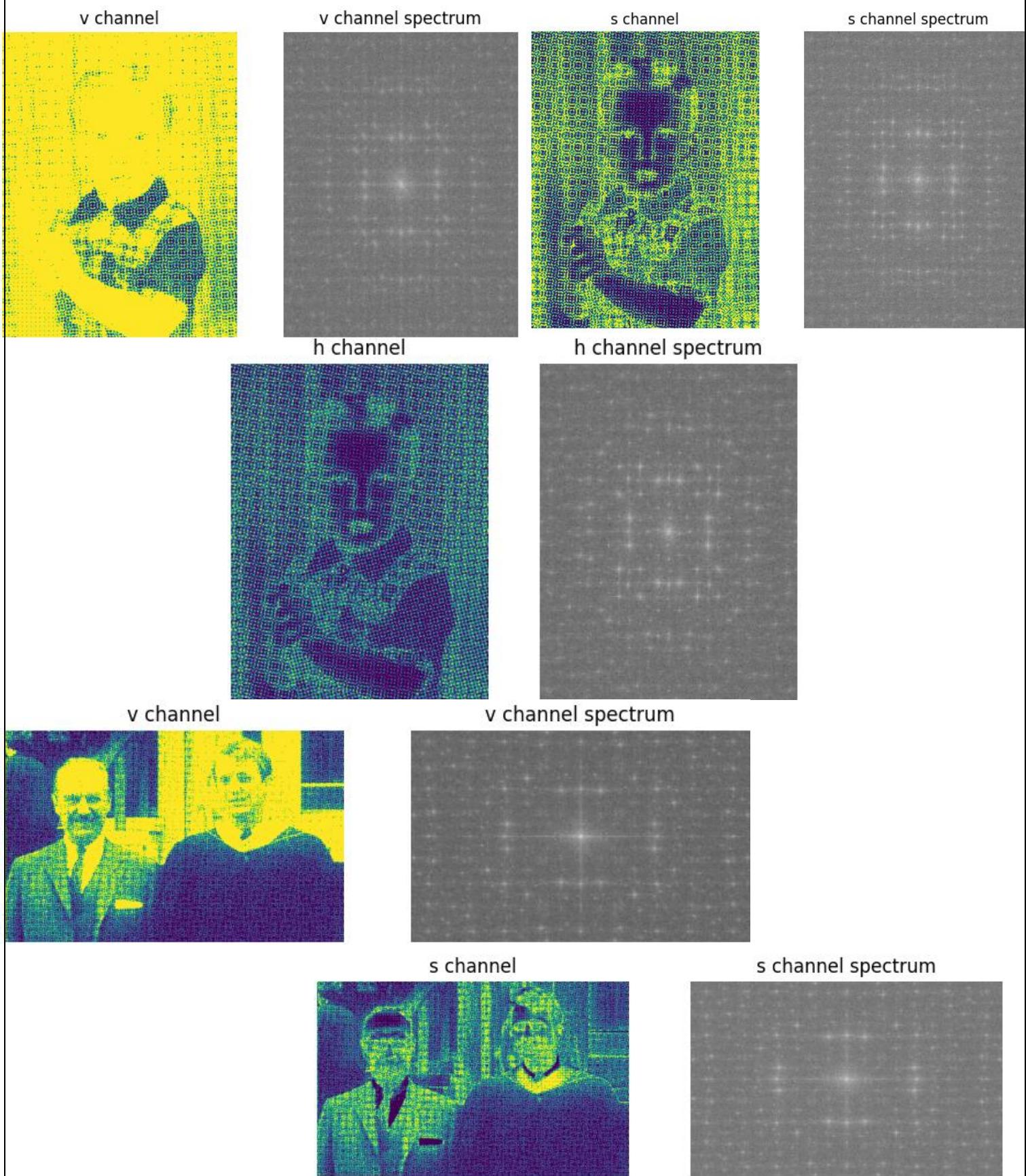


blue channel



blue channel spectrum

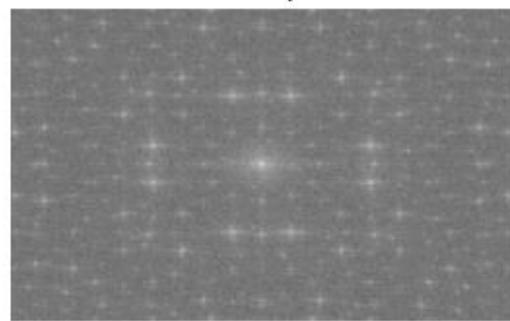




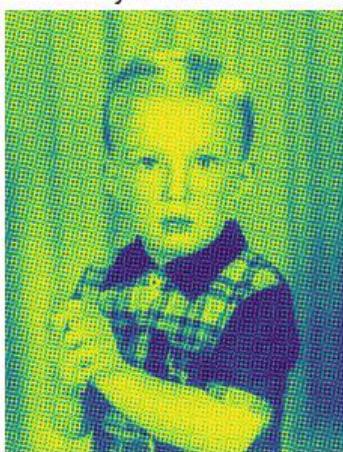
h channel



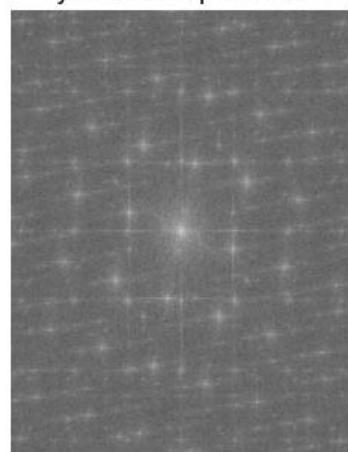
h channel spectrum



y channel



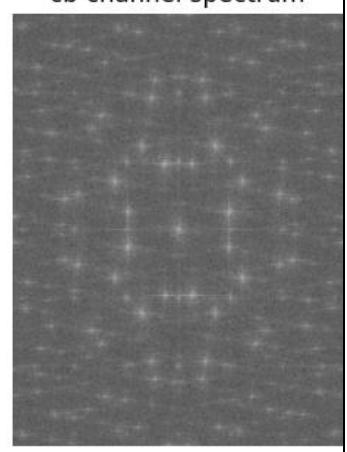
y channel spectrum



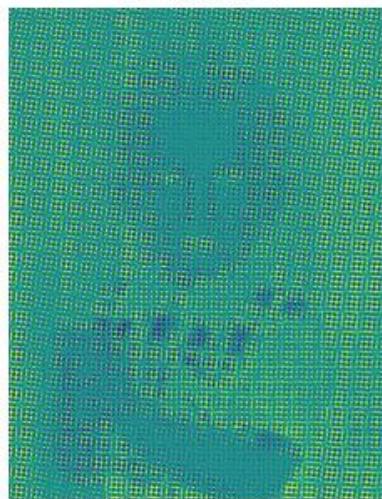
cb channel



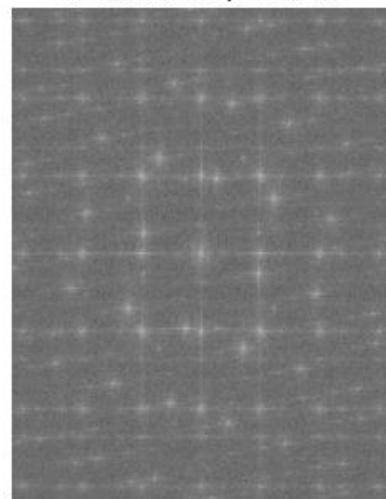
cb channel spectrum



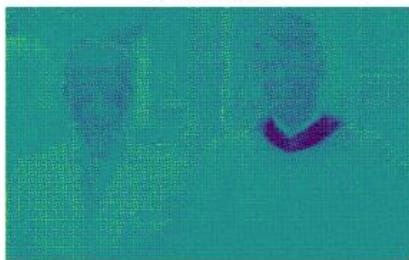
cr channel



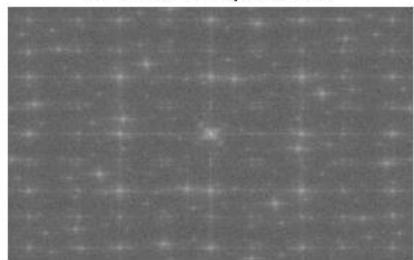
cr channel spectrum



cr channel



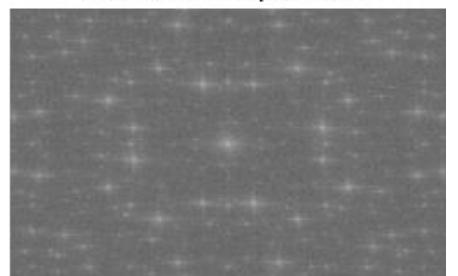
cr channel spectrum



cb channel



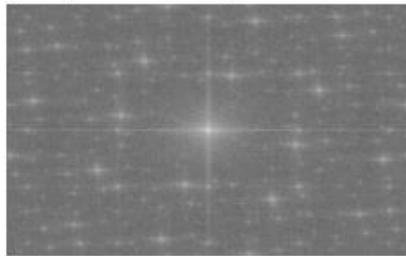
cb channel spectrum



y channel



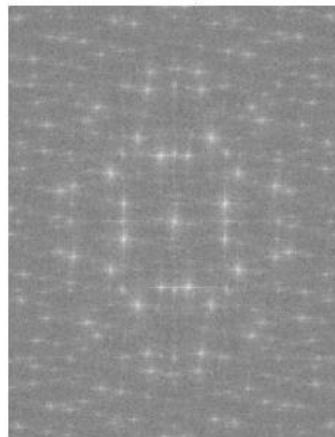
y channel spectrum



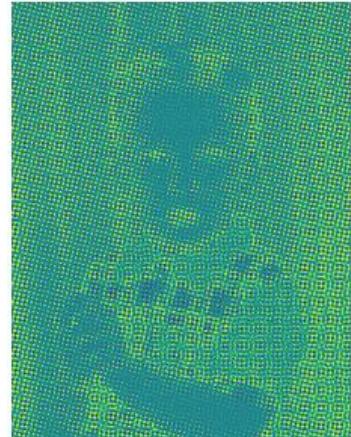
B channel



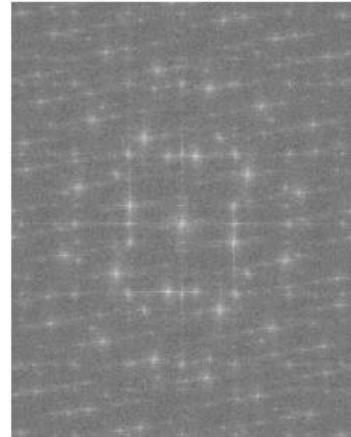
B channel spectrum

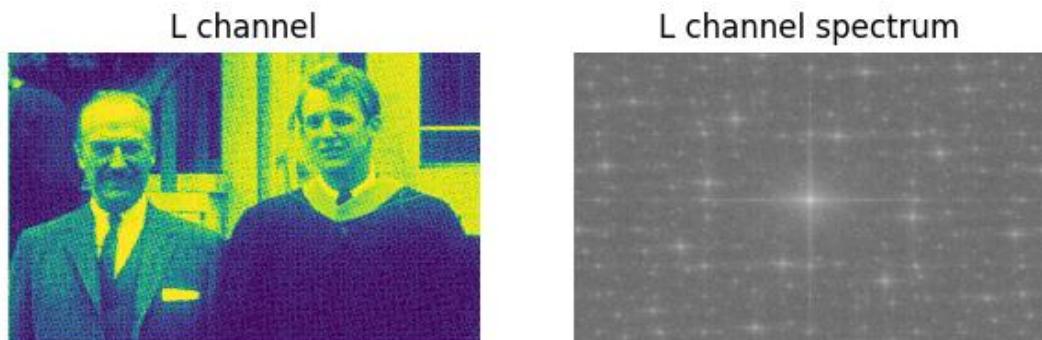
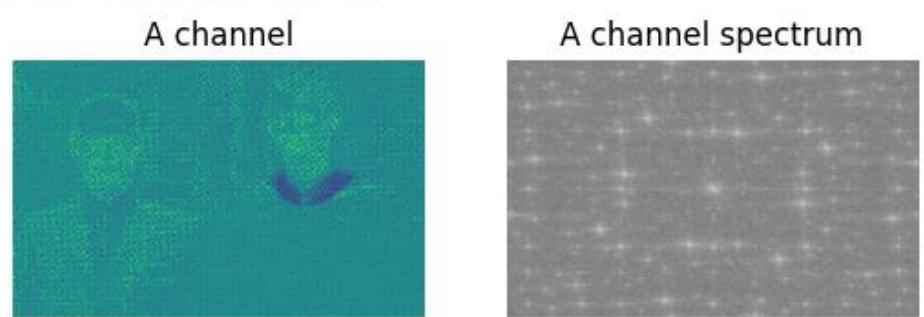
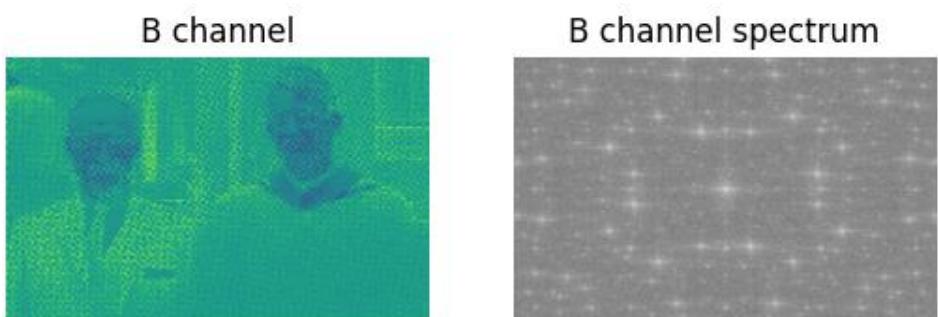
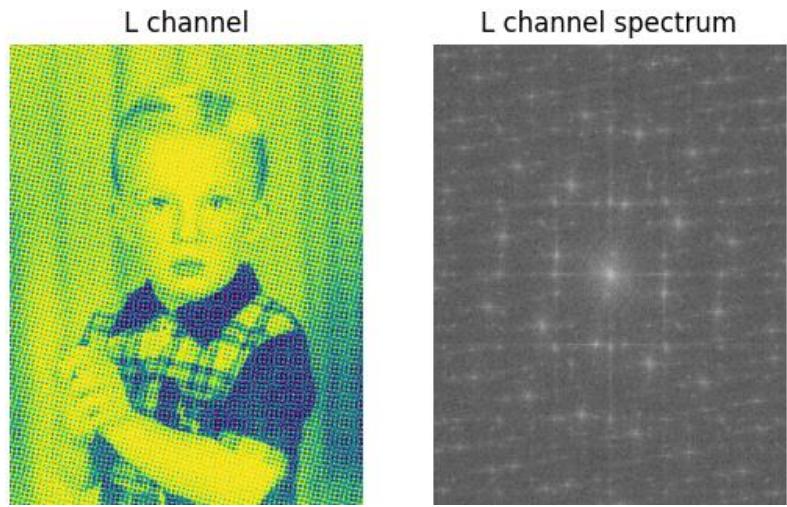


A channel



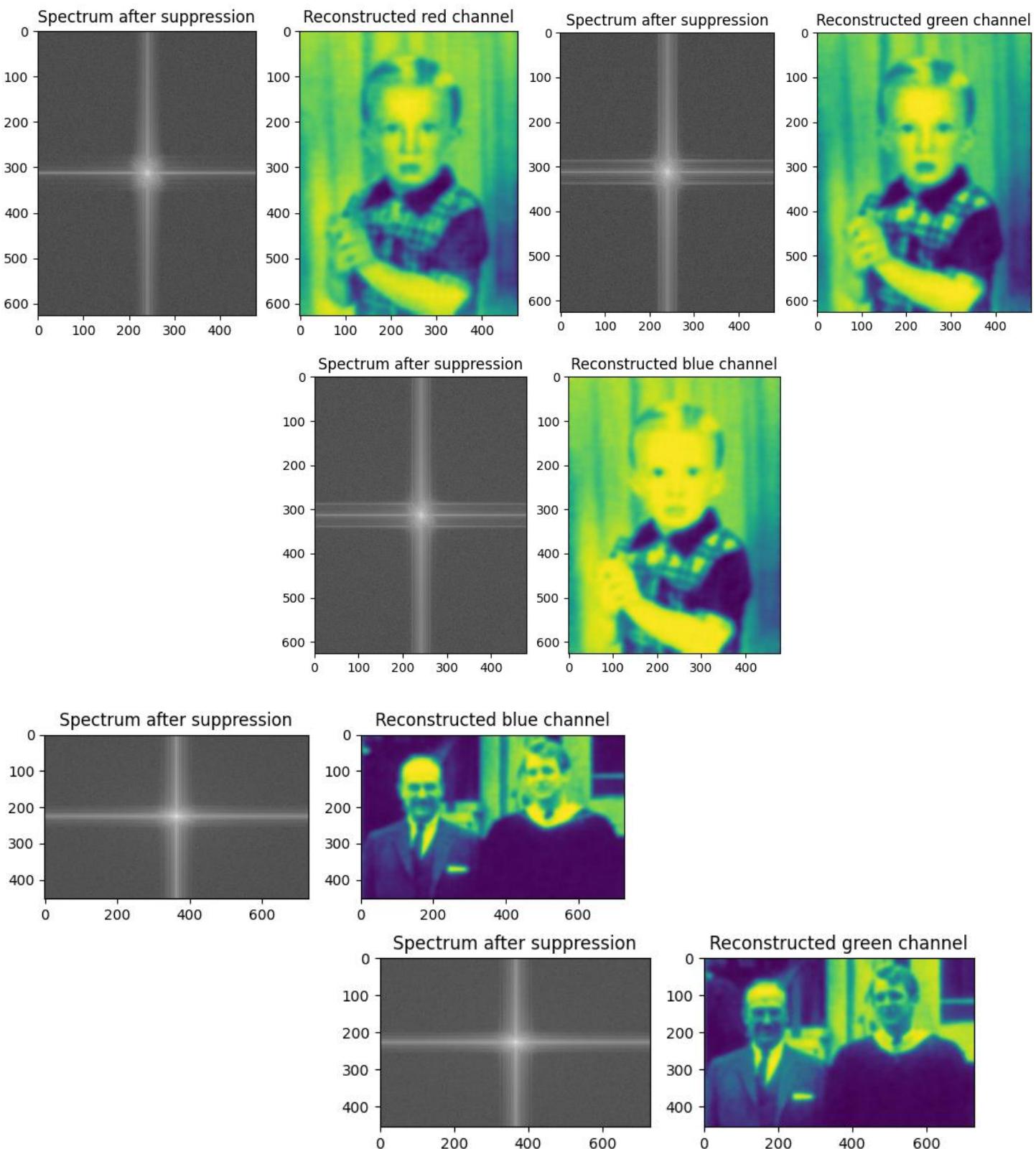
A channel spectrum

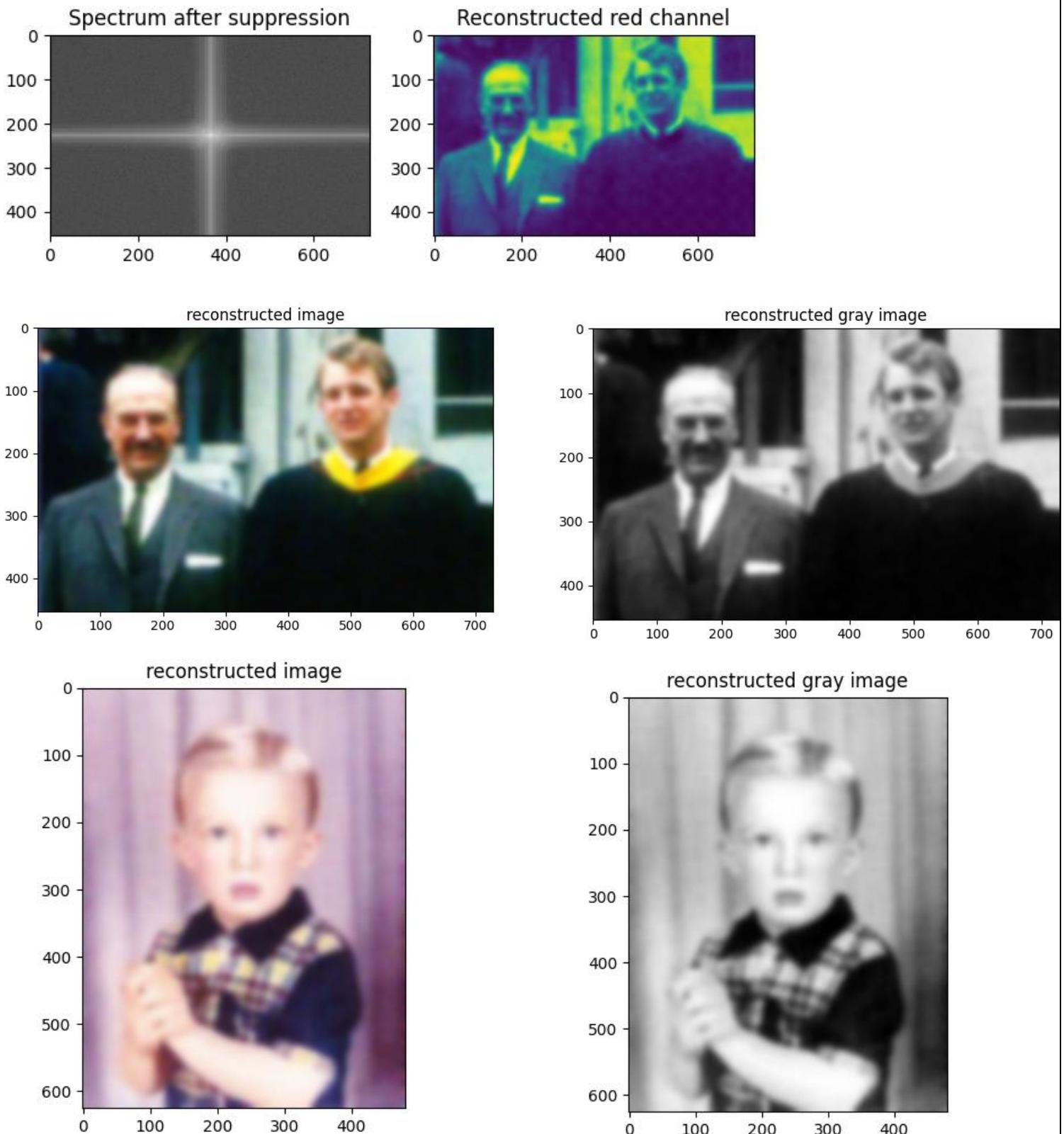


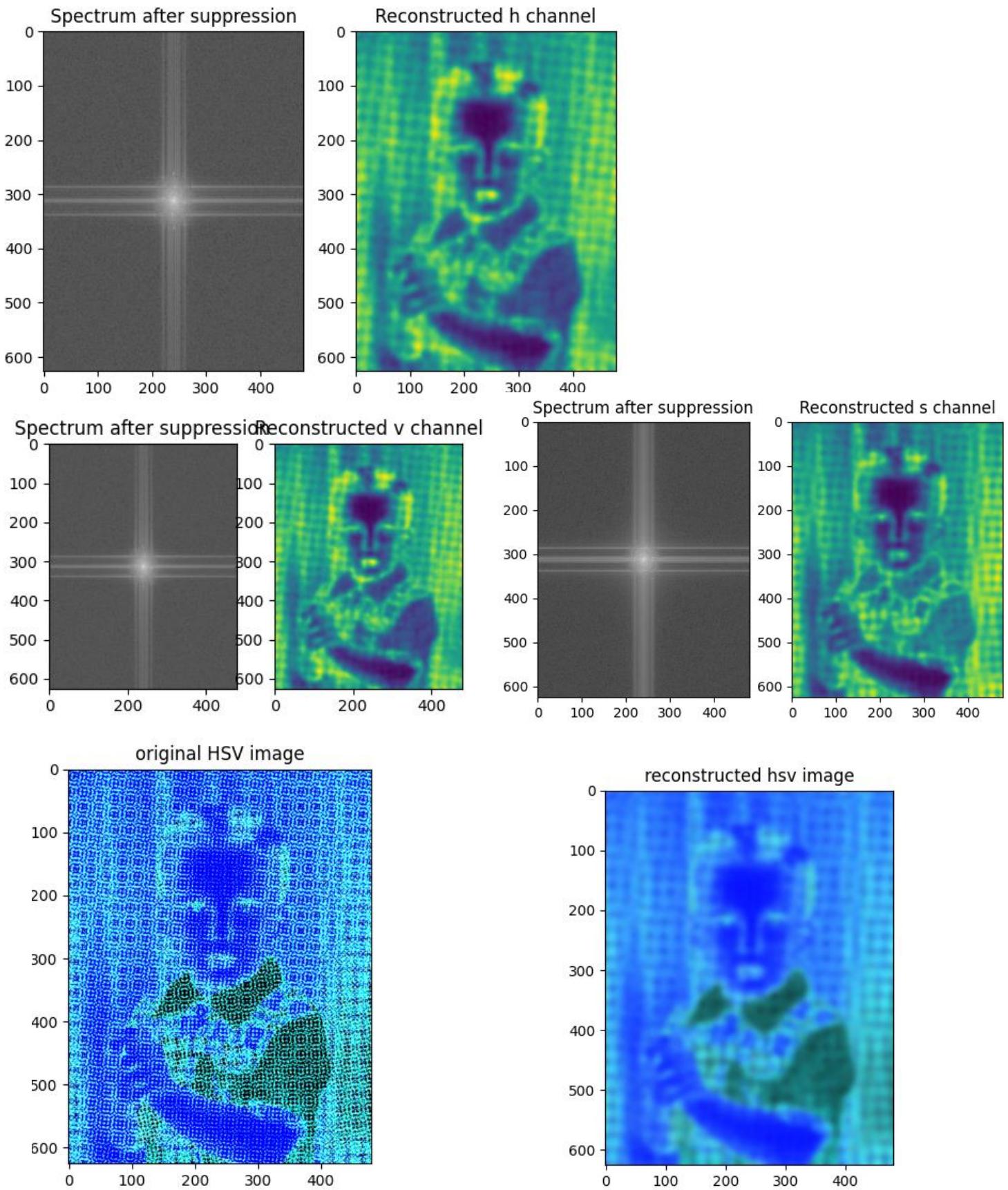


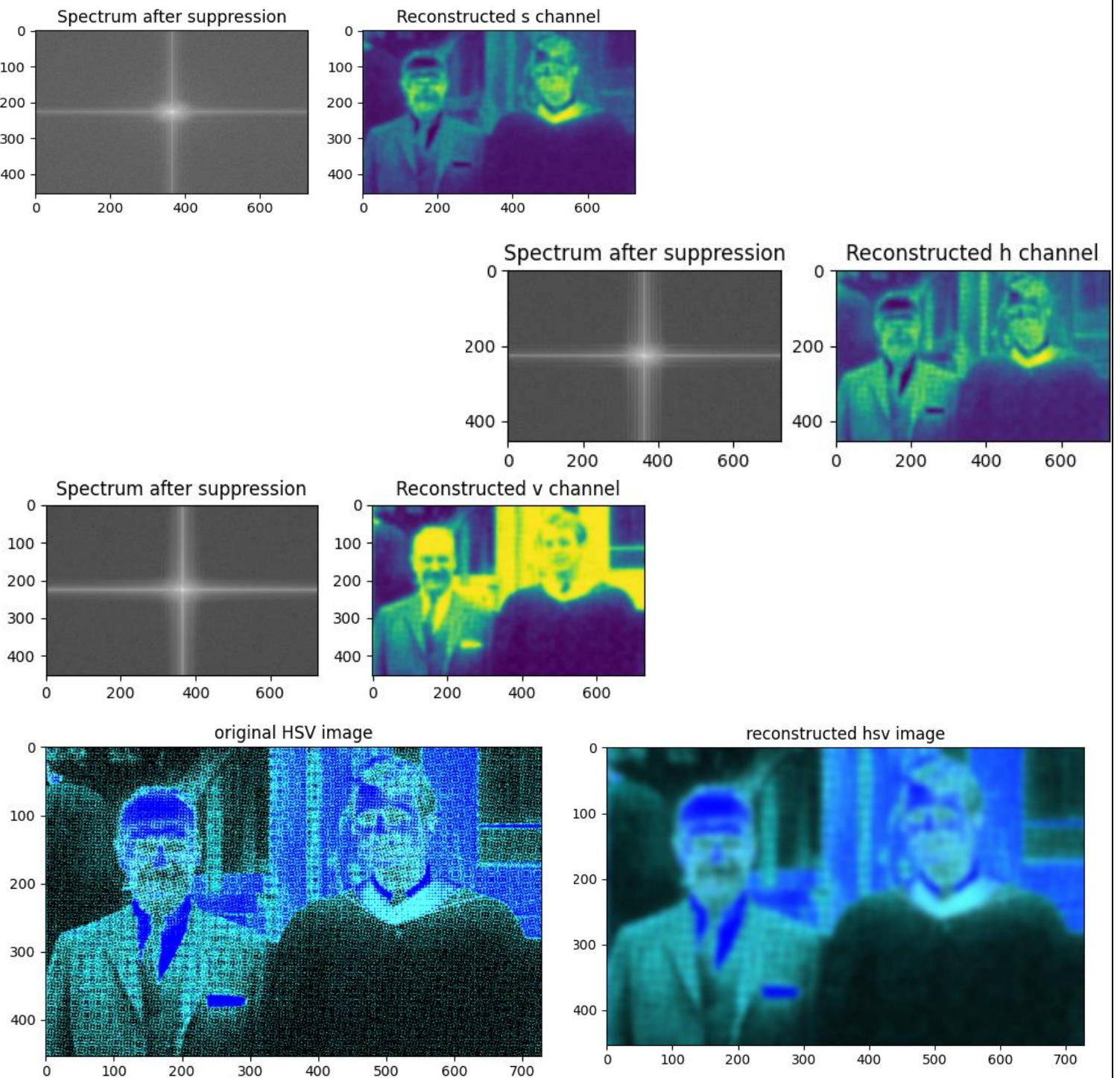
به نظر من فضای رنگی HSV از بقیه فضاهای حاوی اطلاعات مفید تر و بهتری می باشد.

e) با استفاده از فیلتر گوسی این عکس ها reconstruct شده اند.









f) از مقایسه این دو به این نتیجه می‌رسیم که برای از بین بردن و حذف بهتر و موثر تر این گونه نویزها بهتر است ابتدا تصویر را به دامنه فرکانس ببریم و در دامنه فرکانس با اعمال فیلتر نویزها را حذف کنیم.

سؤال (٣)

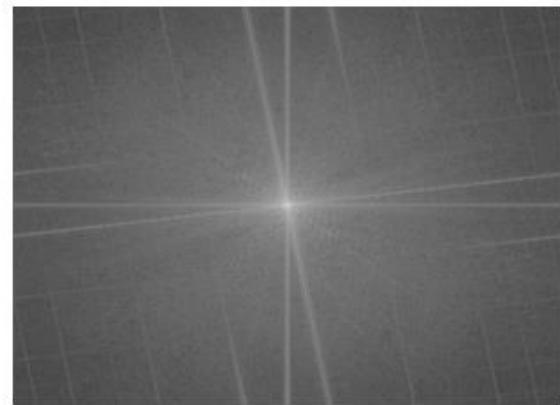
:image alignment (a

عکس اول

aligned image

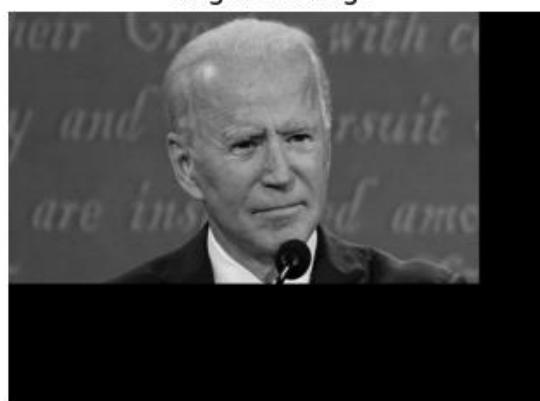


amplitude of fourier transform



عکس دوم:

aligned image



amplitude of fourier transform

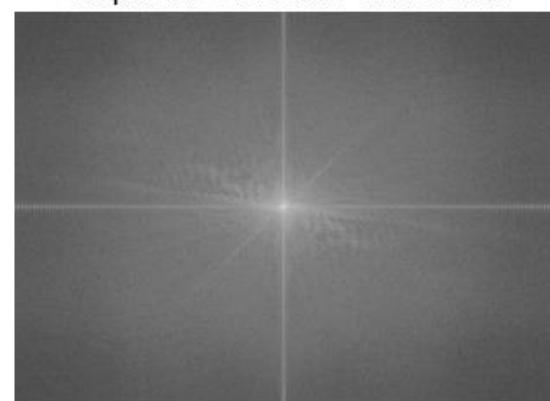
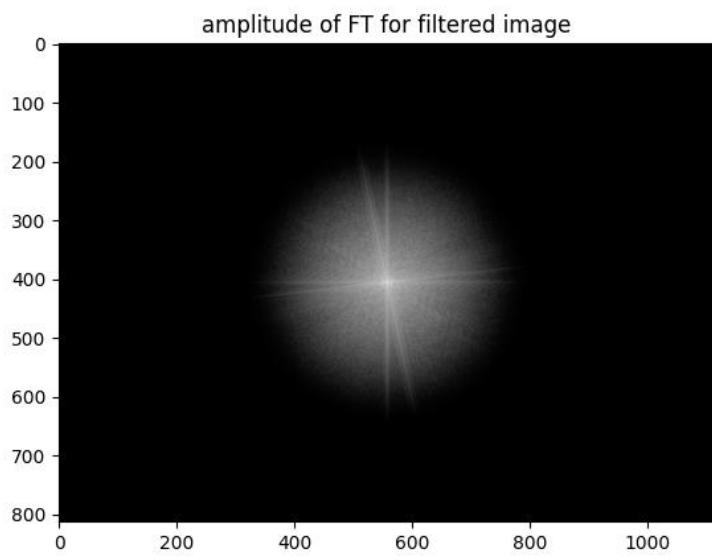
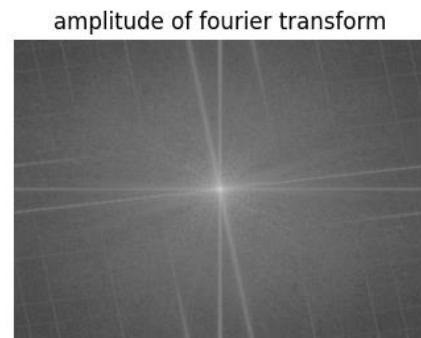
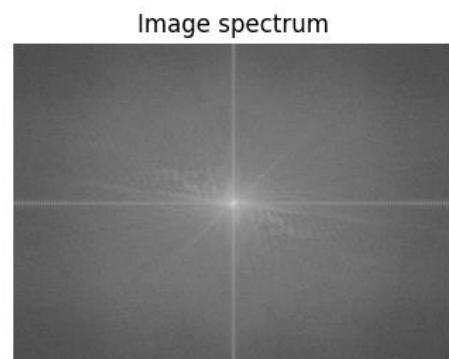


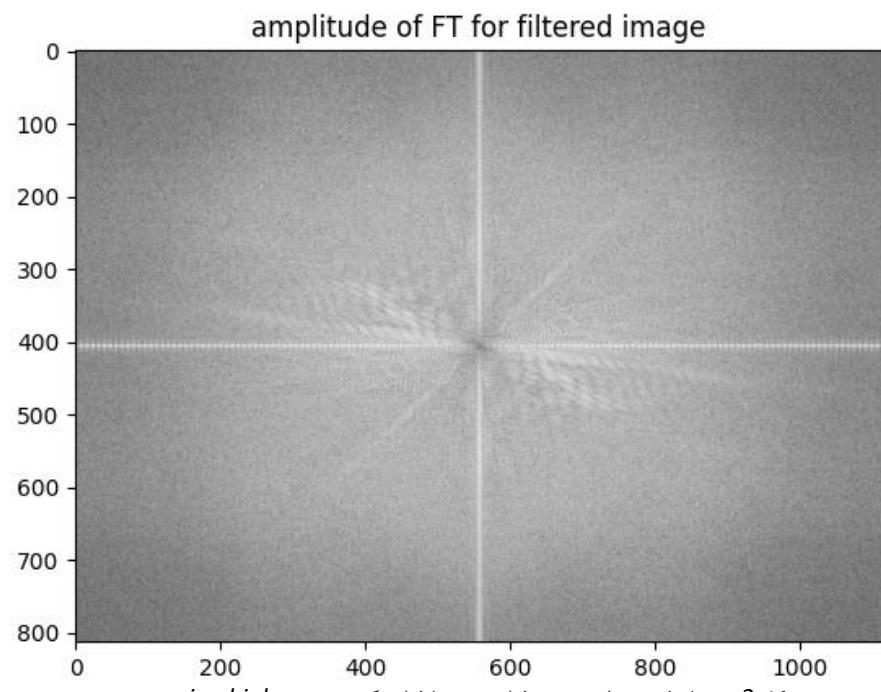
image filtering (b)



شکل ۱: تبدیل فوریه برای تصویر فیلتر شده با فیلتر gaussian lowpass

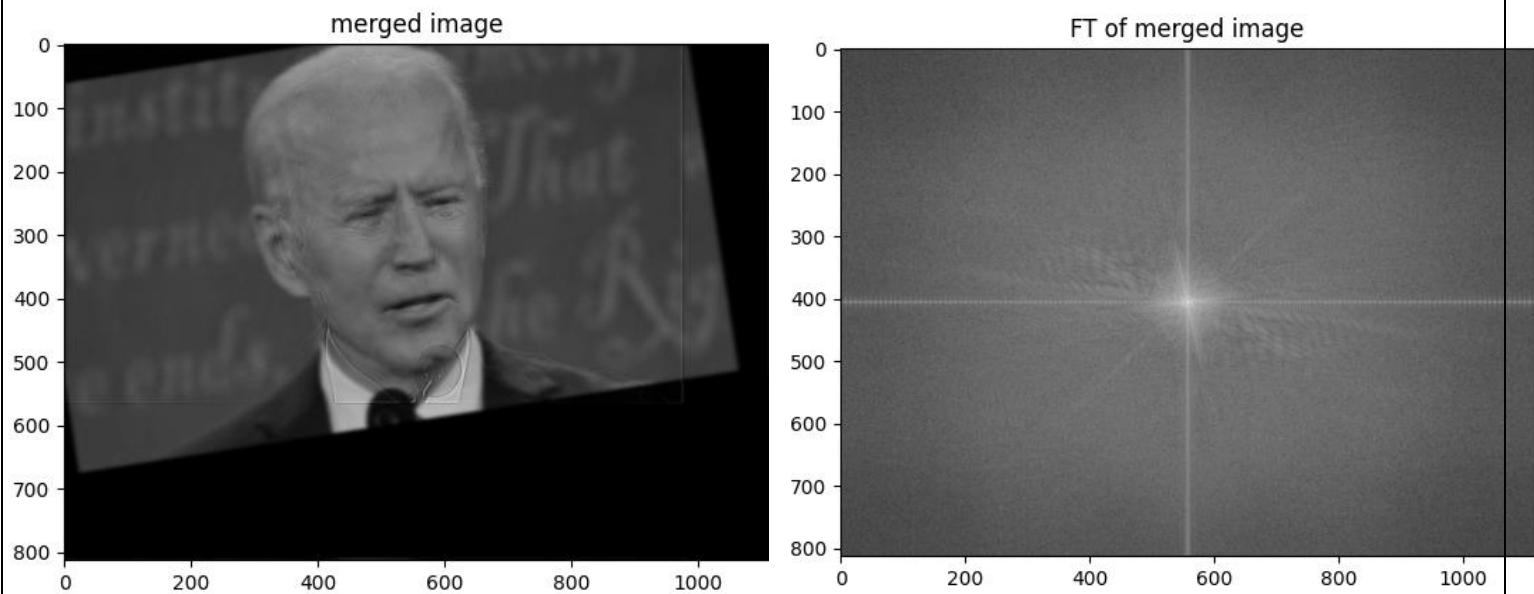
عکس دوم:



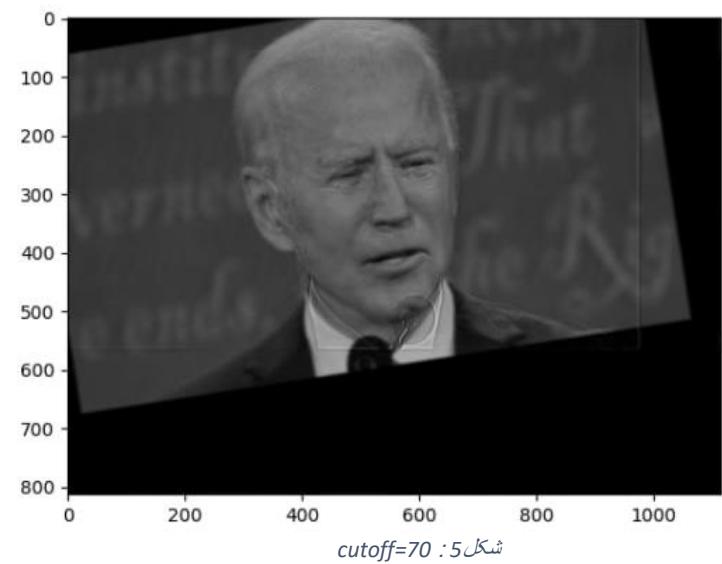
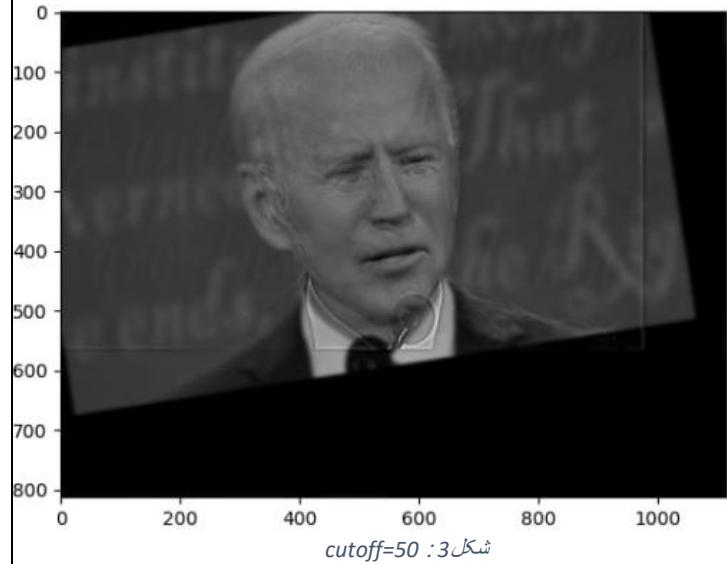
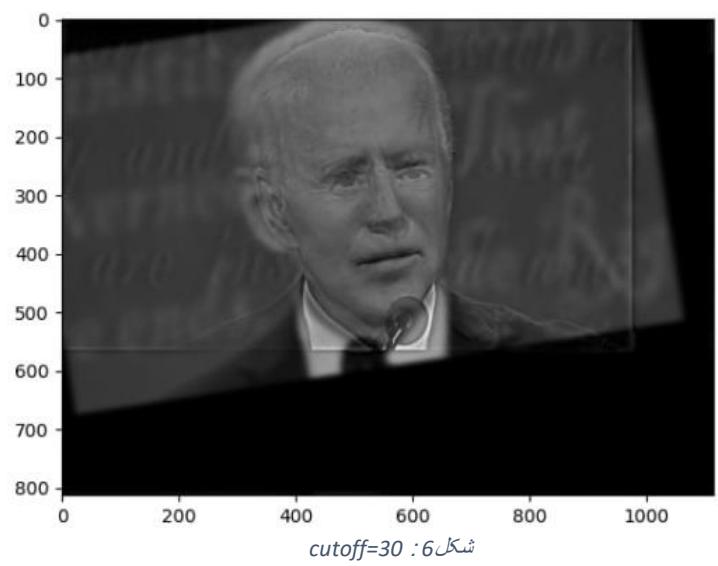
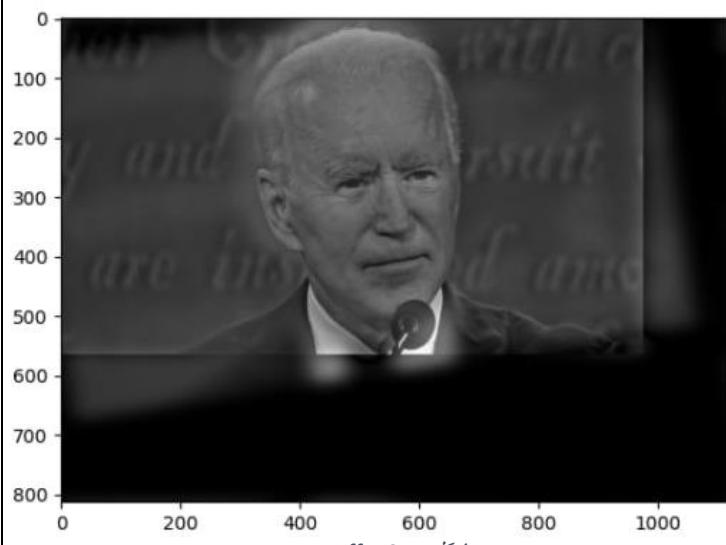


شکل 2: تبدیل فوریه برای تصویر فیلتر شده با فیلتر گوسی gaussian highpass

(C)



(d)



عکس بعدی:

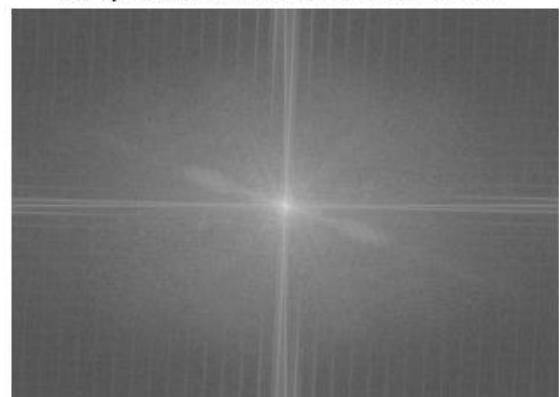
(a)

تصویر اول:

aligned image



amplitude of fourier transform

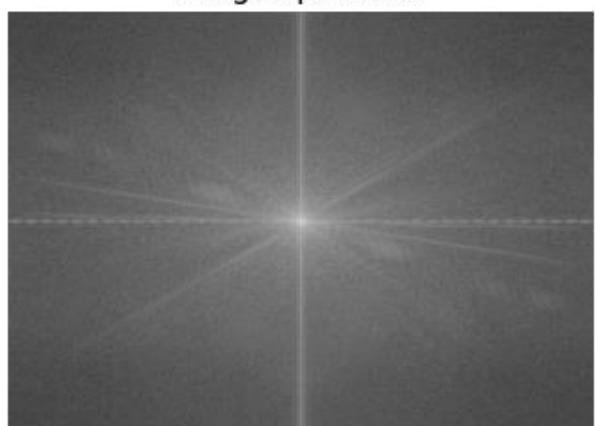


تصویر دوم:

Original image



Image spectrum

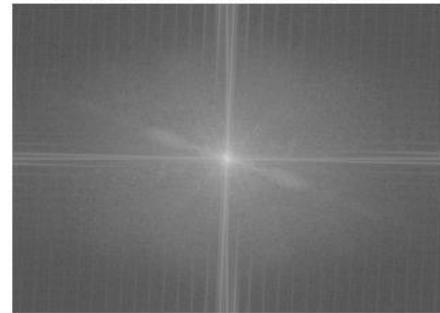


(b)

aligned image



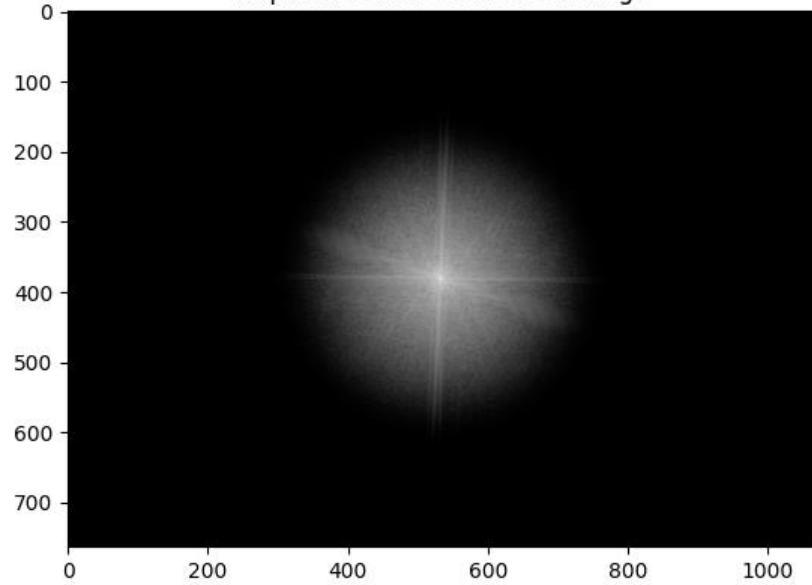
amplitude of fourier transform



Guassian LowPass



amplitude of FT for filtered image

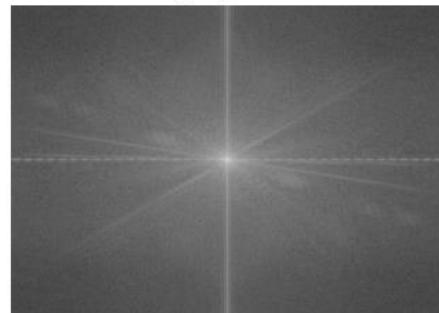


تصویر دوم:

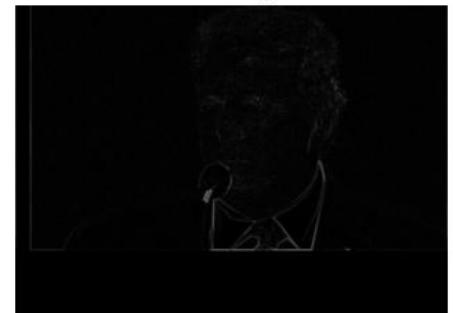
Original image

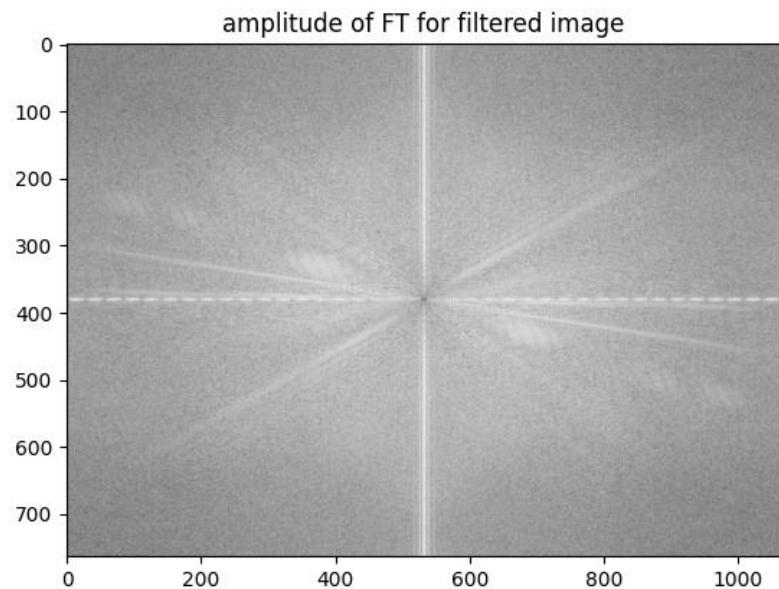


Image spectrum

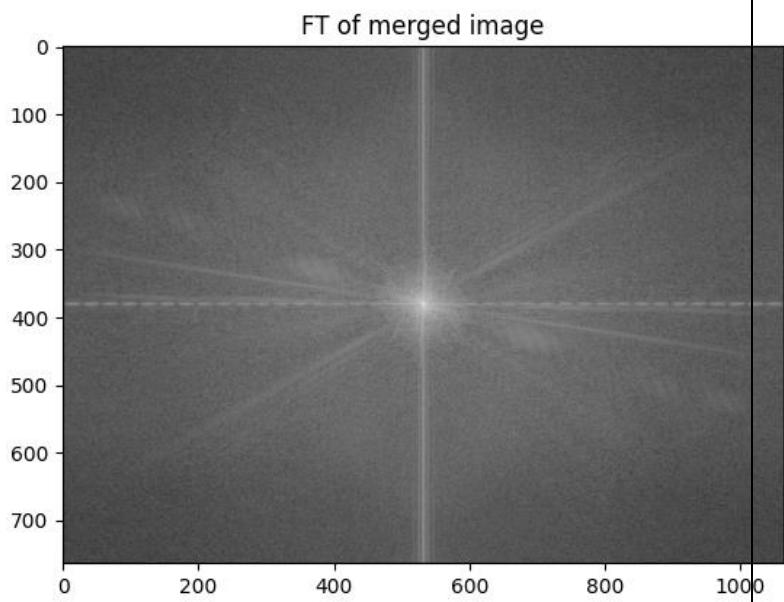
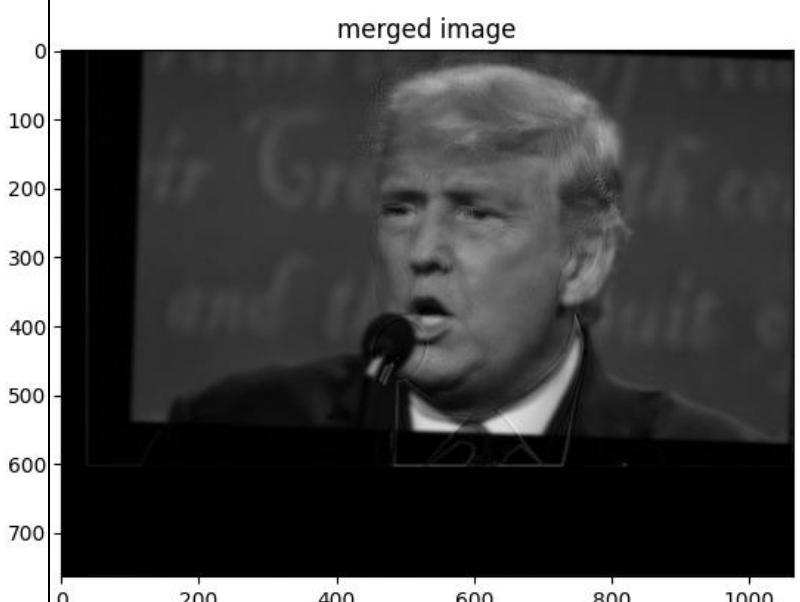


Guassian HighPass

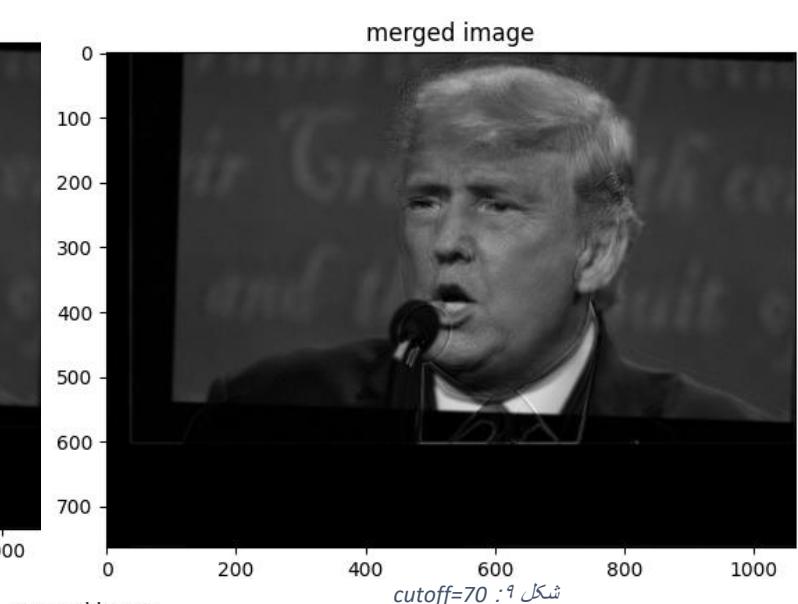
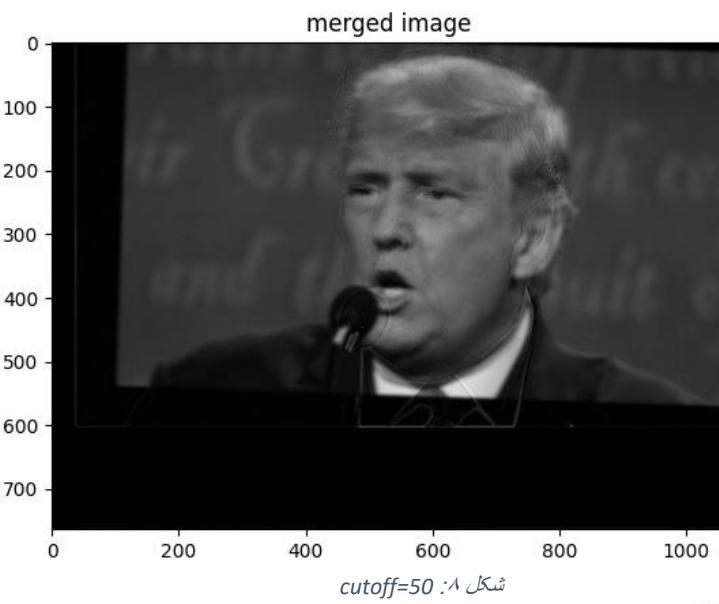
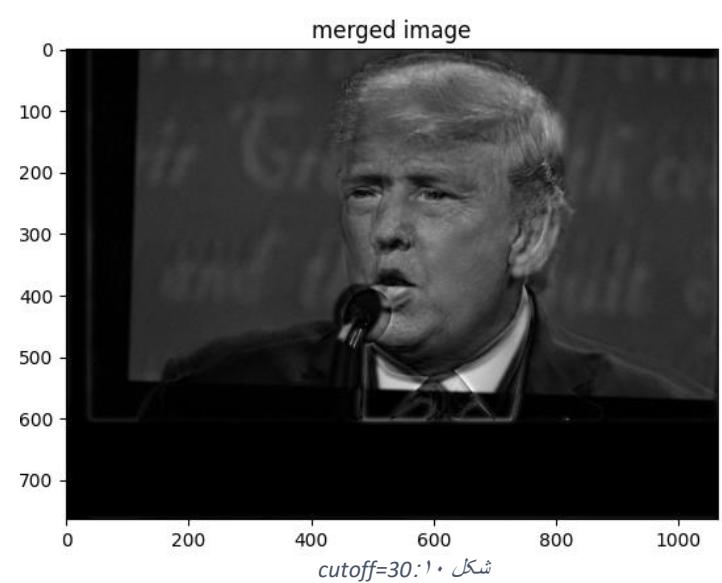
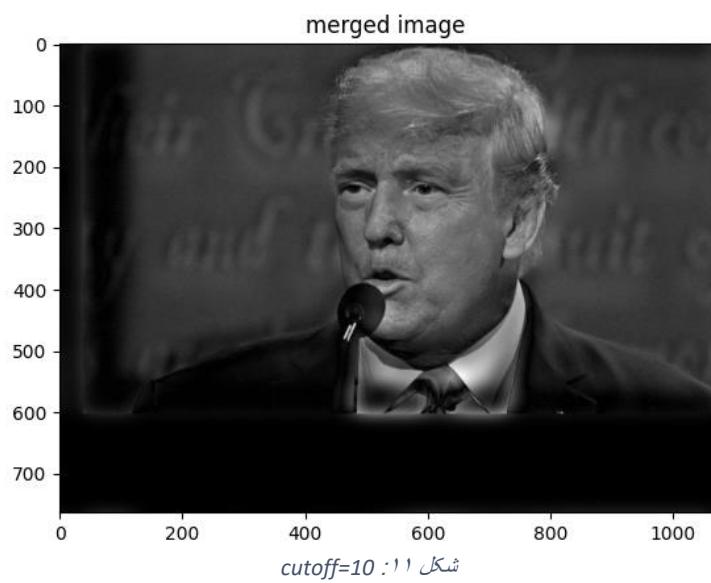




(c)



(d)

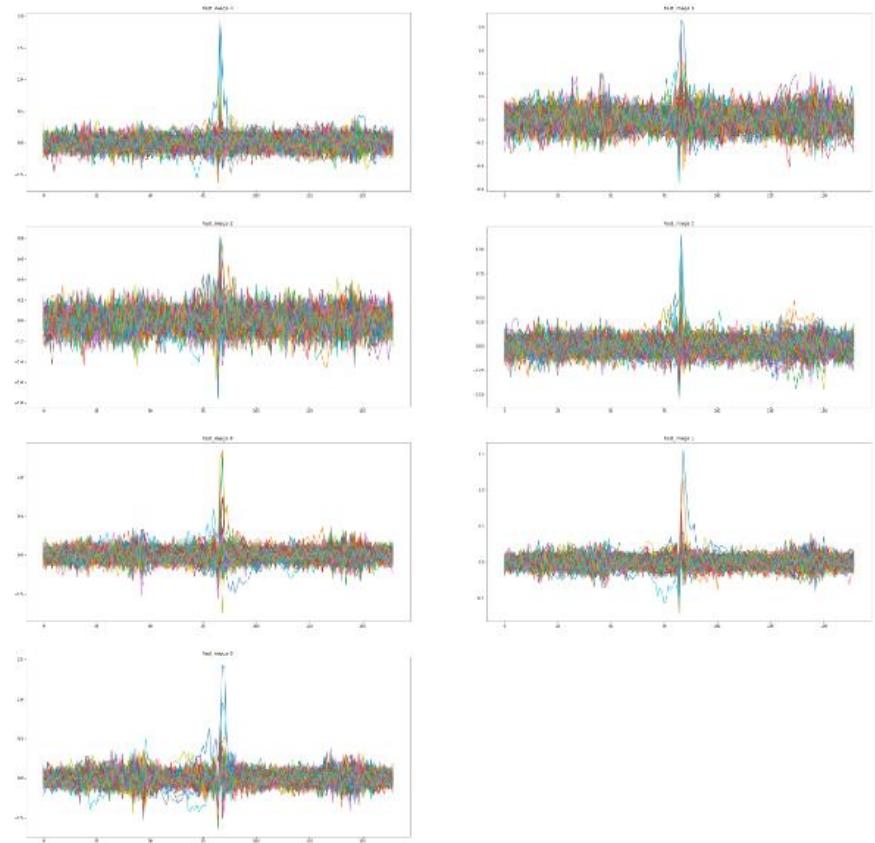


(سوال ۴)

در این تمرین طبق موارد گفته شده ابتدا دیتاست رو لود کردیم و از دیتاست مشخص است که تصاویر ۱۰۰ انسان با ۲۶ حالت چهره‌ی متفاوت وجود دارد. در سوال قسمت a تصاویر با پسوند ۱۰۰۷ تا ۱۰۰۱ تمام این ۱۰۰ نفر را به عنوان داده آموزش انتخاب می‌کنیم و با توجه به این ۷ داده برای قسمت آموزش شبکه، برای هر انسان یک فیلتر با توجه به فرمول داده شده به دست می‌آوریم. بنابراین در مجموعه ۱۰۰ فیلتر به دست خواهد آمد. سپس تصاویر با پسوند ۱۴۰ تا ۲۰۰ را به عنوان داده‌ی تست انتخاب کرده و هر کدام از این هفت تصویر را ابتدا در حوزه‌ی فرکانس می‌بریم و تبدیل فوریه این تصاویر را به دست می‌آوریم و سپس این تصویر در حوزه‌ی فرکانس را در کانجوگیت فیلتر به دست آمده ضرب می‌کنیم و سپس معکوس تبدیل فوریه را به دست می‌آوریم. در نهایت نتیجه به دست آمده را بررسی می‌کنیم که آیا در مبدا صفحه‌ی correlation ما حاوی یک پیک بالا می‌باشد یا خیر. که اگر برای هر کدام از تصاویر مجموعه‌ی تست حاوی این پیک بالا باشد یعنی اینکه این تصویر تست با تصاویری که در داده آموزش وجود دارد، هم خوانی دارد و به کلاس موردنظر تعلق دارد و اگر حاوی این پیک بلند در مبدا نبود و نتیجه فیلتر، یک سیگنال با فرکانس بالا در تمام دامنه‌ی خودش بود، یعنی تصویر مورد نظر به کلاس مربوطه داده‌های آموزش تعلق ندارد. در کد مربوطه این مورد اعمال شده؛ اگر که داده‌ی تست هم خوانی داشت نتیجه‌ی recognition را در یک آرایه yes(۱)، و اگر نبود no(۰) ذخیره می‌کنیم. از این رویکرد استفاده کرده و برای هر ۷۰۰ داده‌ی مجموعه‌ی تست (۱۰۰ انسان و برای هر انسان ۷ داده‌ی تست را انتخاب کردیم) و ۱۰۰ فیلتر موجود نتایج را بررسی می‌کنیم و برای هر انسان و تصاویر موجود برای آموزش و تست، فیلتر به دست آمده و نتیجه فیلتر اعمال شده روی هر یک از داده‌های تست و در نهایت درصد بازیابی تصاویر را با جمع تعداد تشخیص‌های درست تقسیم بر تعداد کل داده‌های تست به دست می‌آوریم. چون نتایج بسیار زیاد بود، فیلتر‌های به دست آمده در قسمت a برای هر کدام از ۱۰۰ نفر را در فایل فشرده شده با اسم H_filter با عکس‌های حاوی شماره ۱ تا ۱۰۰ ذخیره کردم. و نتایج اعمال فیلتر بر روی تصاویر داده‌های تست برای هر کدام از آن ۱۰۰ نفر را در فایل فشرده با اسم part_A_4 ذخیره کردم. برای قسمت a و b به درصد تشخیص برابر با ۵۷,۷۱۴۲۸۵۷۱۴۲۸۵۷۲٪ می‌رسم. تمام این عملیت برای قسمت c و d نیز انجام شده است با این تفاوت که ۱۳۳ عکس به عنوان آموزش و تست انتخاب شده است و برای این دو قسمت به درصد تشخیص برابر با ۵۳.۰۷۶۹۲۳۰۷۶۹۲۳۰۸٪ می‌رسم. میزان درصد تشخیص به دست آمده در قسمت دوم با تعداد داده‌های آموزش بیشتر، کمتر شده است. در زیر نمونه‌ای از فیلتر‌ها و نتایج اعمال فیلتر و همچنین نتایج تشخیص برای ۷ عکس داده آزمون آورده شده است:



شکل ۱۳: فیلتر به نست آمده

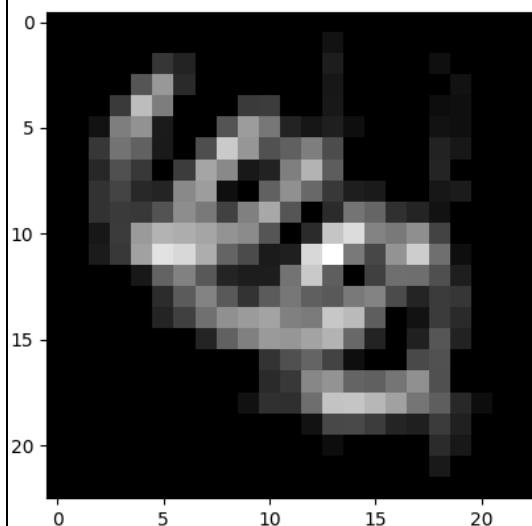


شکل ۱۴: نتیجه فیلتر اعمال شده

نتیجه فیلتر بری تصاویر تست فرد اول:

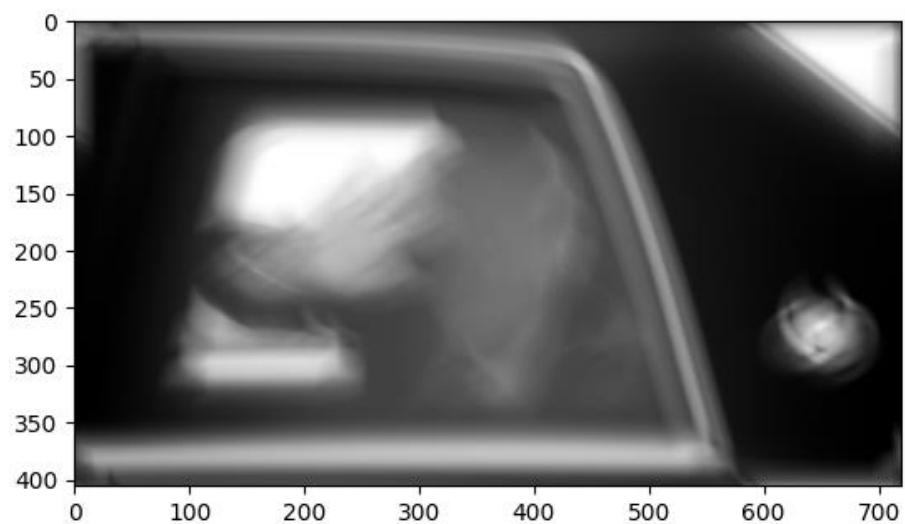
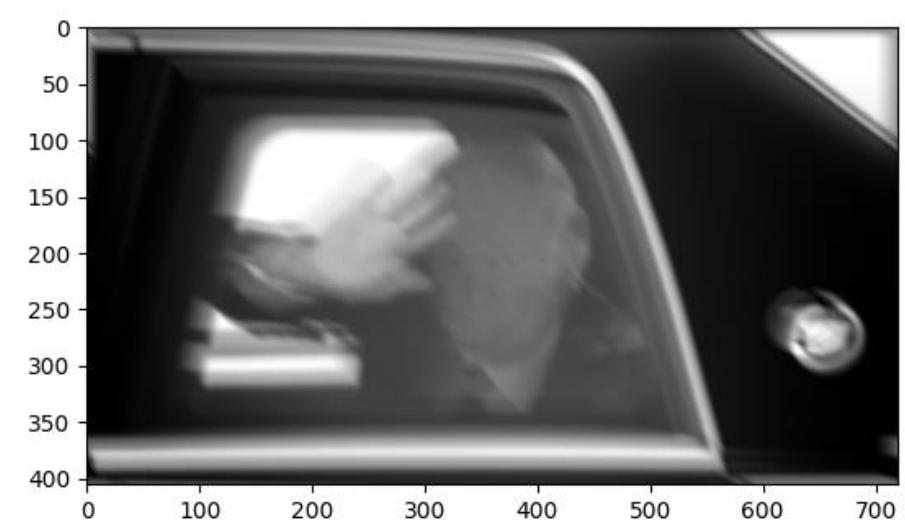
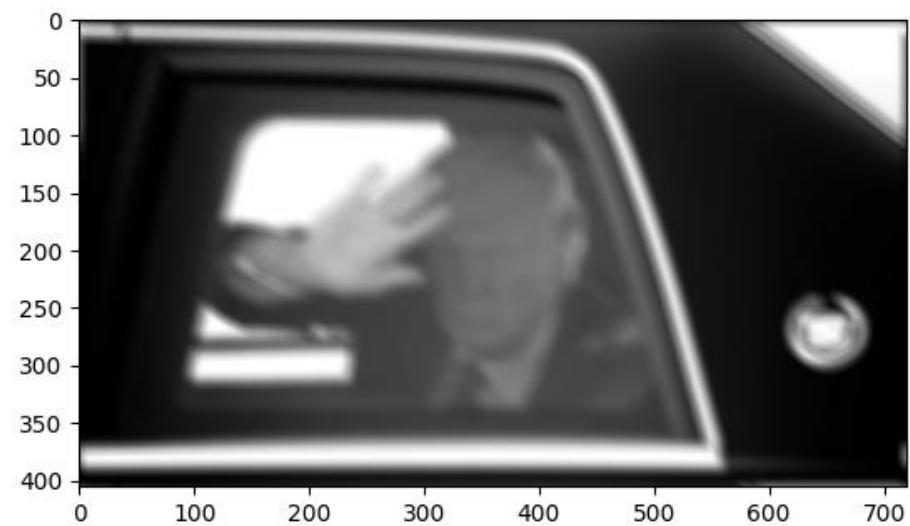
`['yes' 'no' 'no' 'yes' 'yes' 'yes' 'yes' 'yes']`

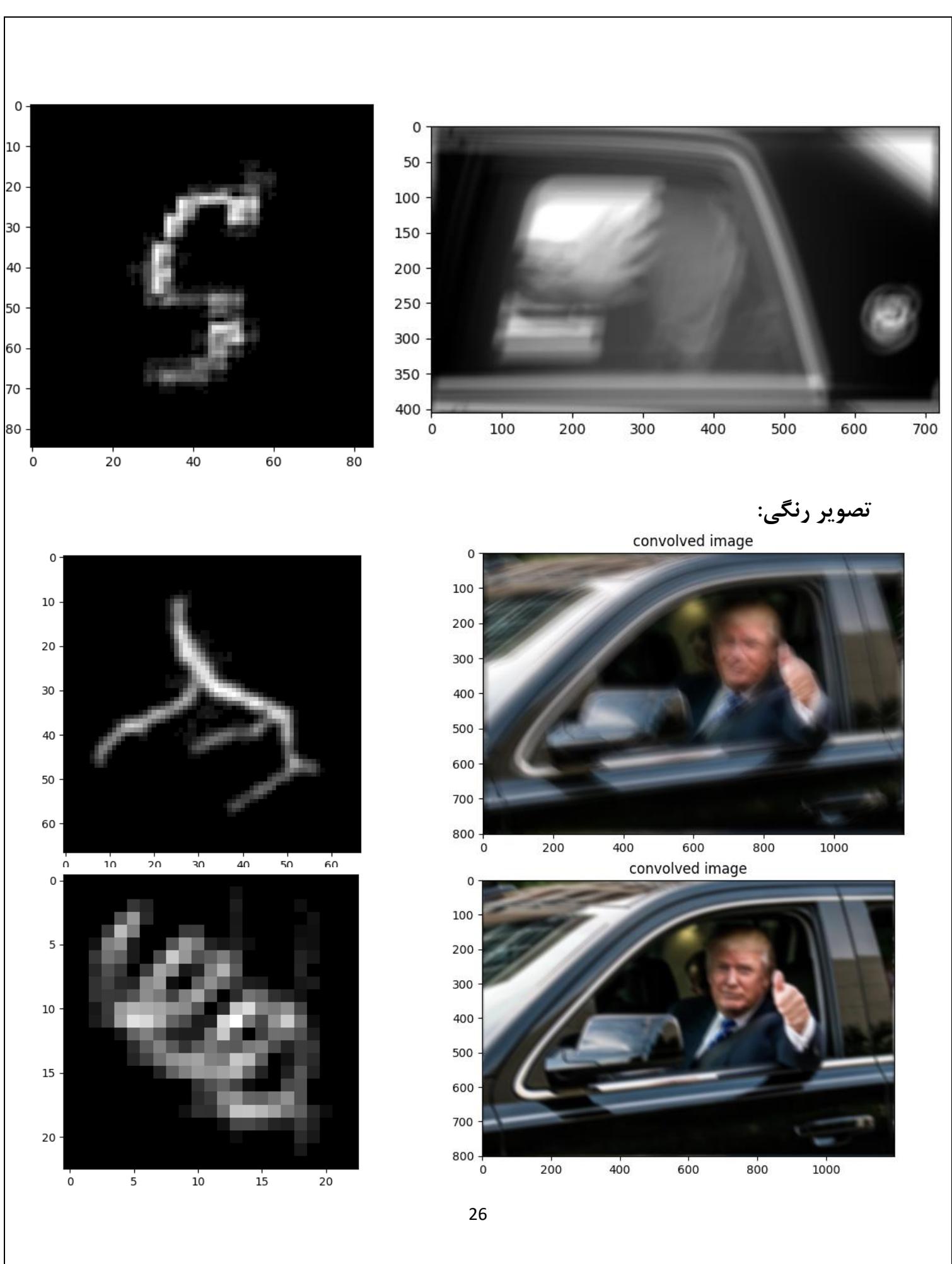
فیلتر ها

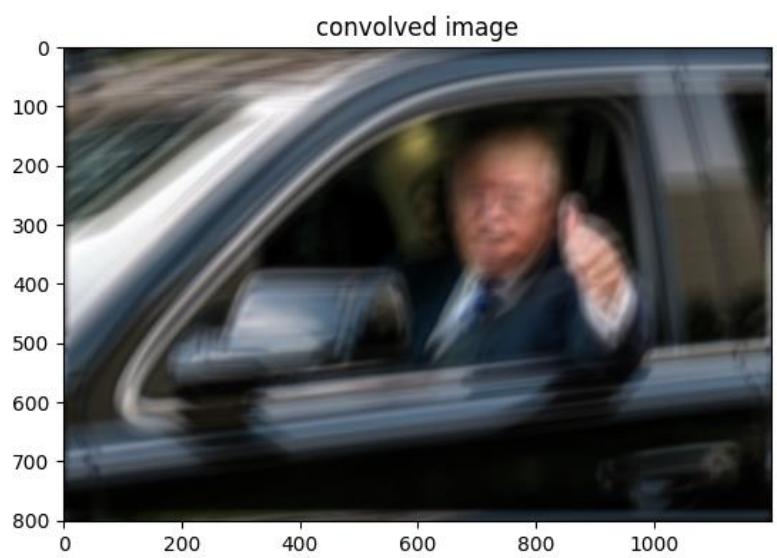
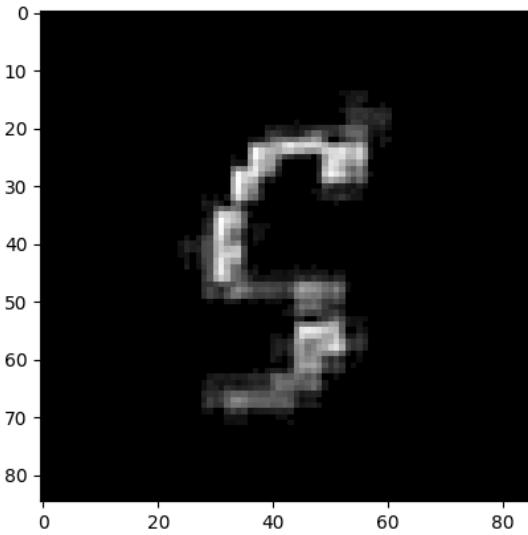
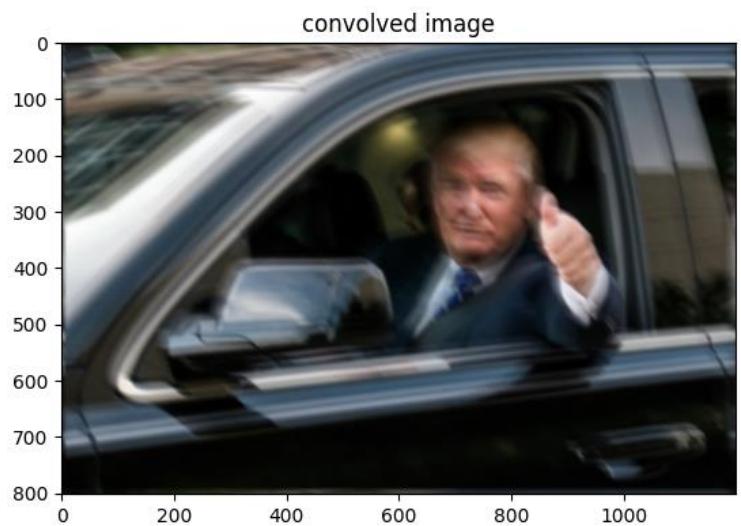
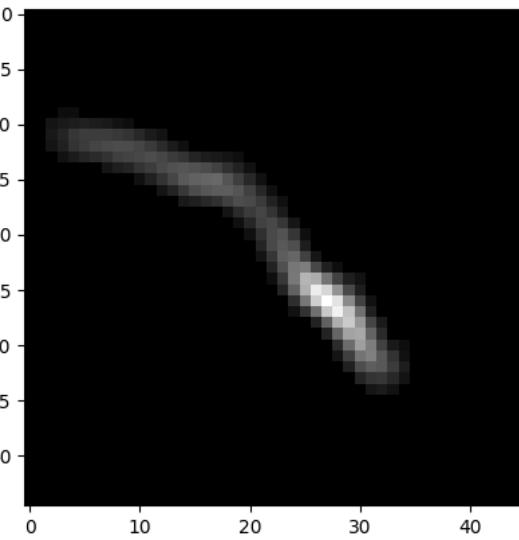


تصاویر کانوالو شده با فیلتر های روبرو

سوال (۵)

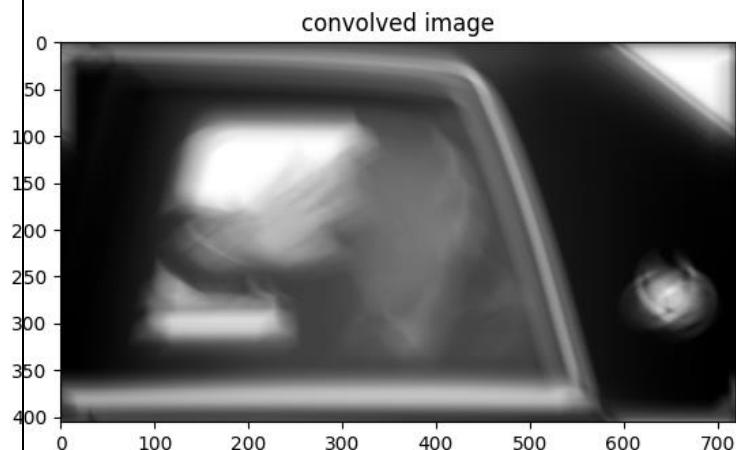




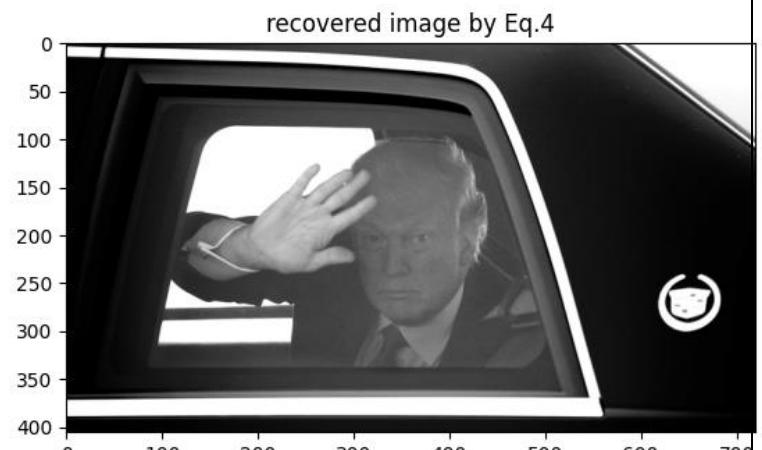


: تصاویر سمت چپ تصاویر فیلتر شده و سمت راست ریکاور شده آن عکس است: by Eq.4 (b)

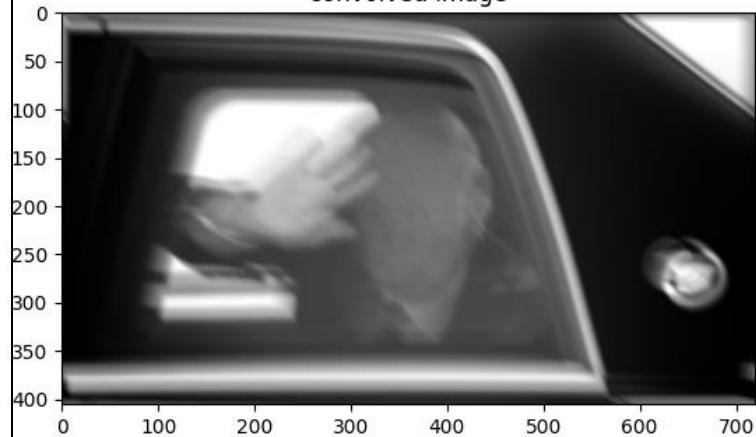
تصاویر کانولو شده



تصاویر ریکاور شده



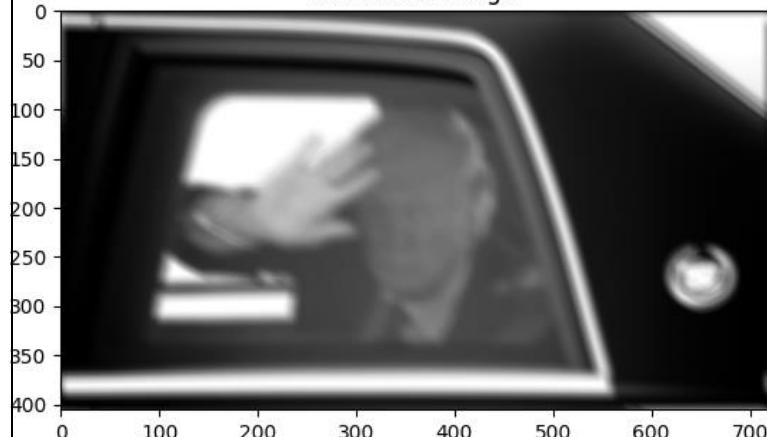
convolved image



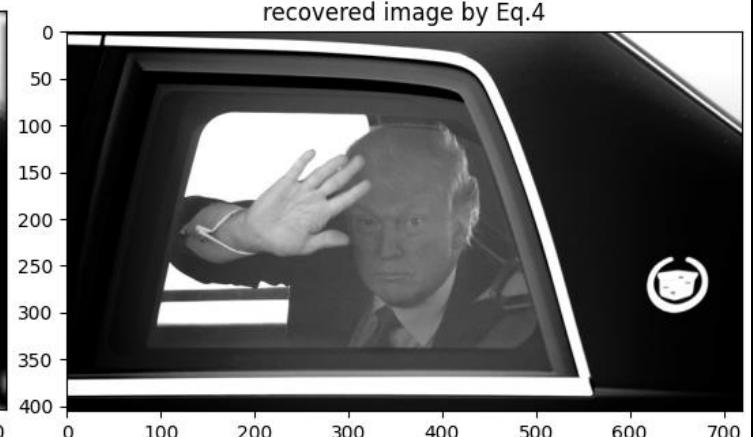
recovered image by Eq.4



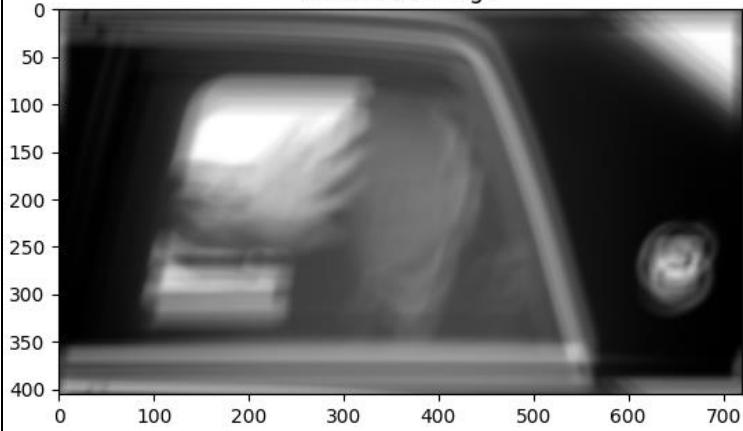
convolved image



recovered image by Eq.4



convolved image



recovered image by Eq.4



convolved image

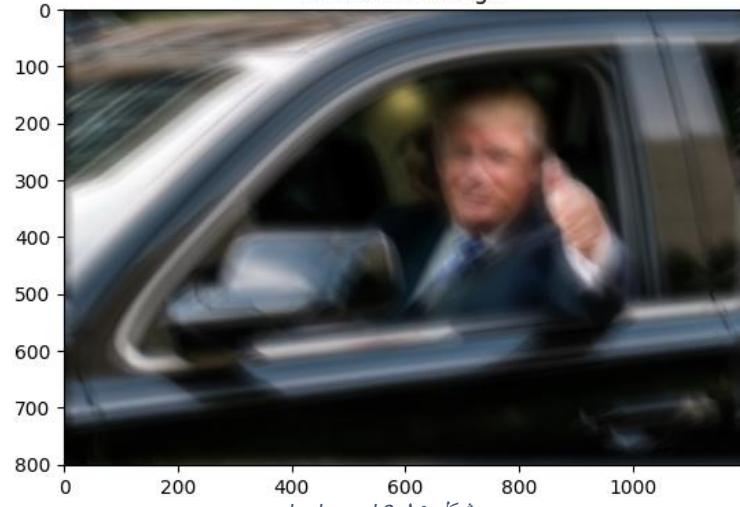


recovered by Eq.4



شكل ١٦ : by kernel 4:16

convolved image



recovered by Eq.4



شكل ١٥ : by kernel 3:16

convolved image



شكل ١٨
by kernel 2:٢

recovered by Eq.4



convolved image



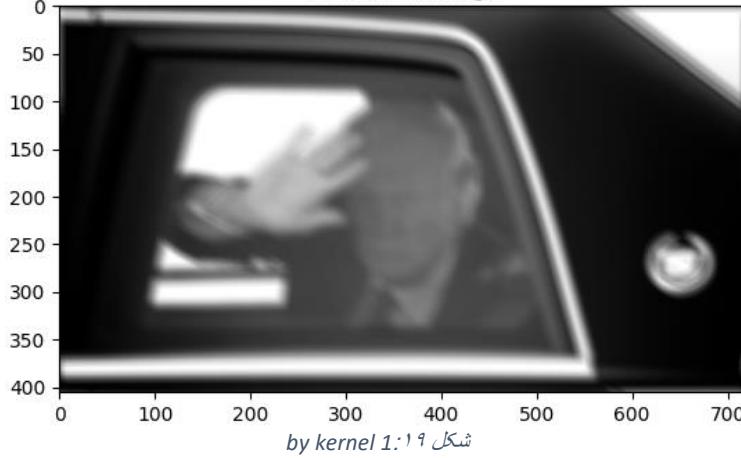
شكل ١٧
by kernel 1:١٧

recovered by Eq.4



قسمت $A=I$ (c)

تصاویر کانوالو شده
convolved image



Psnr: 60.15014114129749

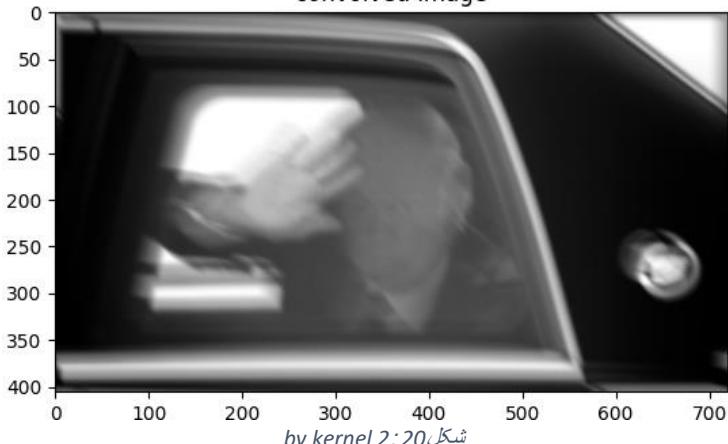
SSIM: 0.999134300283039

تصاویر ریکاور شده

recovered image by Eq.6



convolved image

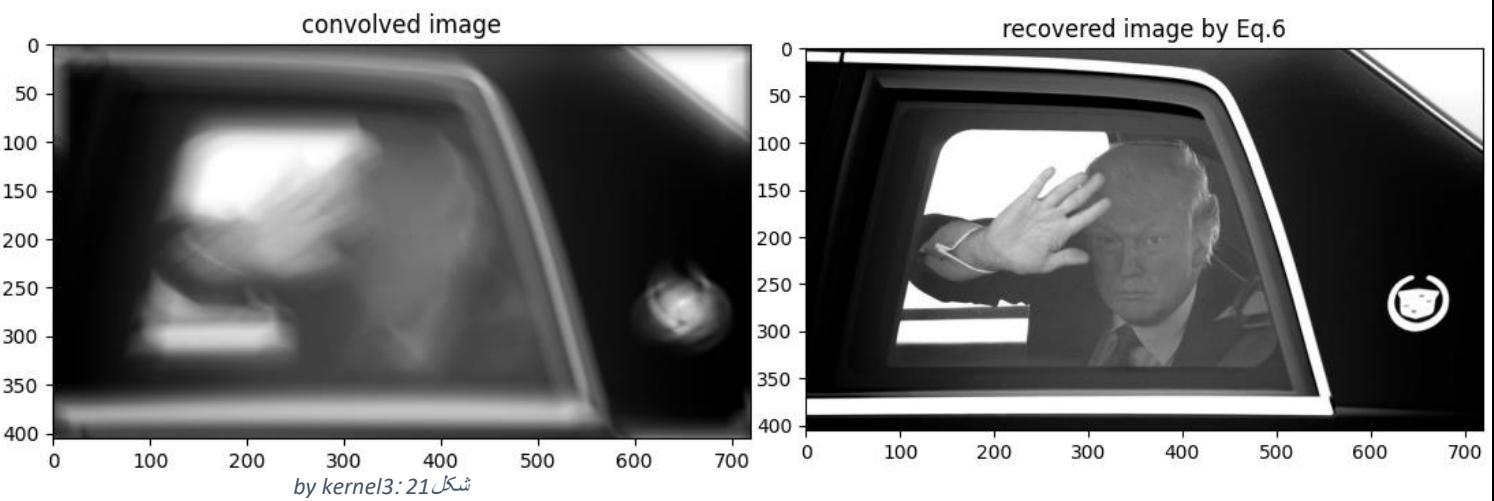


Psnr: 66.61110282428689

SSIM: 0.9998353318005122

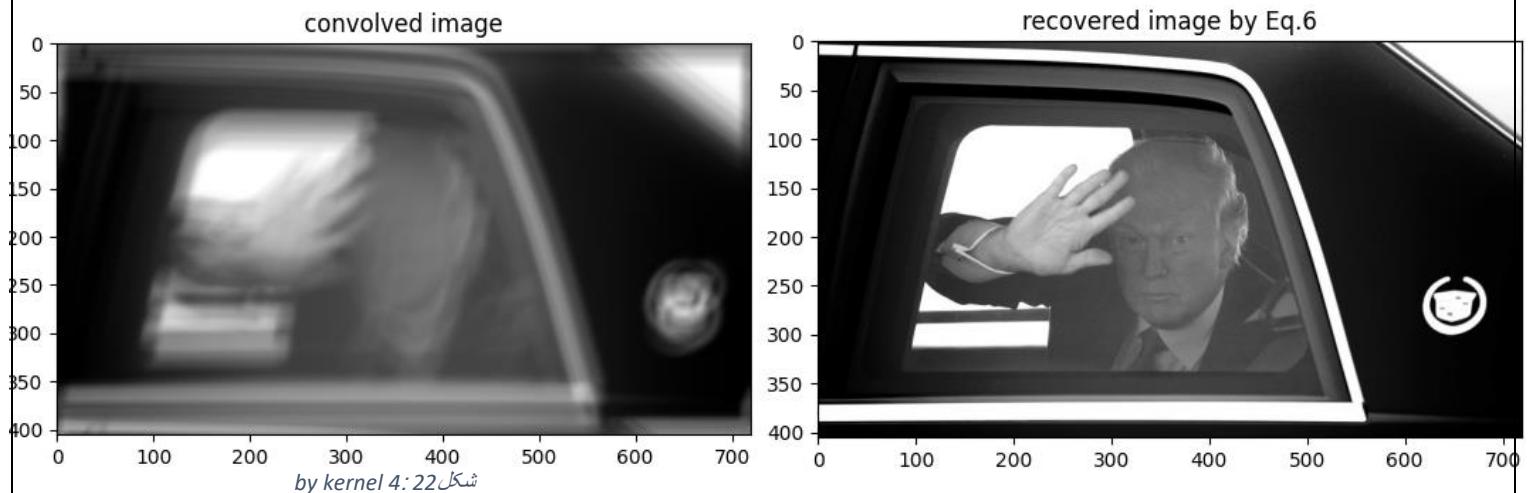
recovered image by Eq.6





Psnr: 67.50074892082299

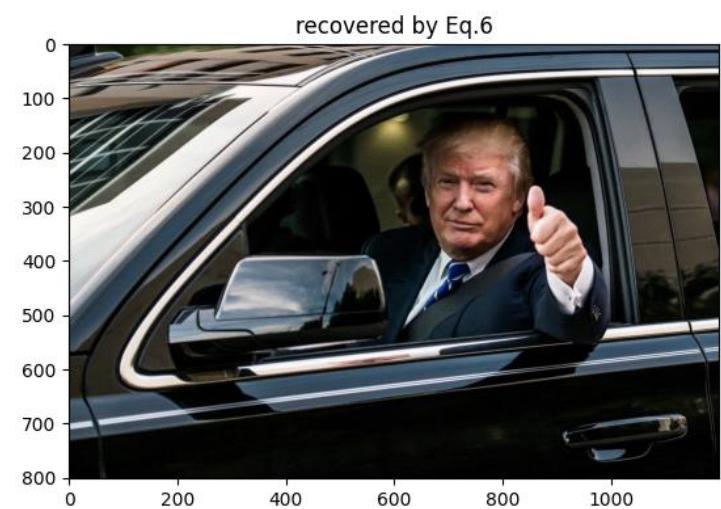
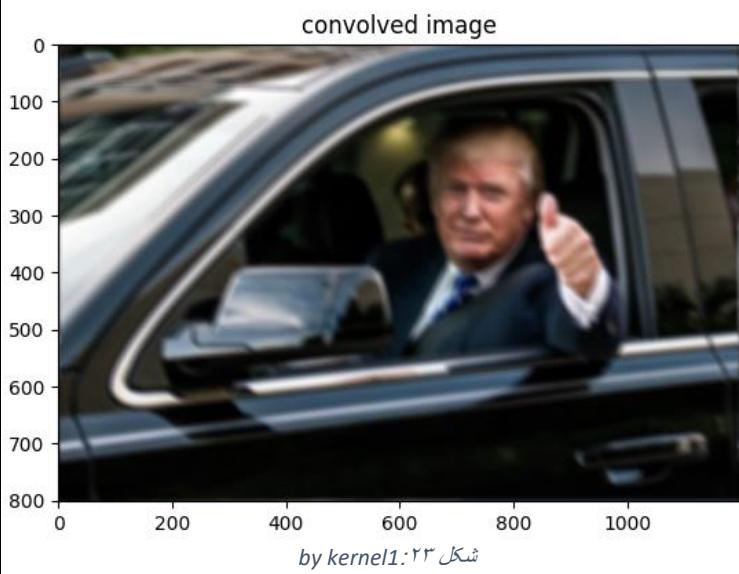
SSIM: 0.9998381701256062



Psnr: 67.82644749755102

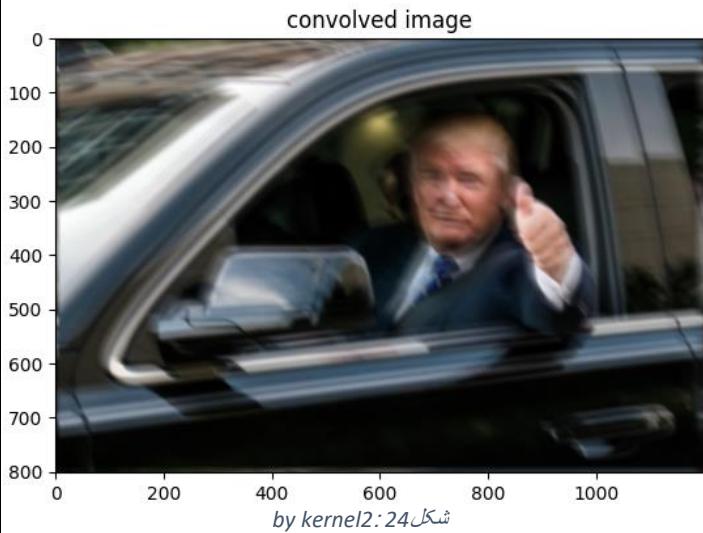
SSIM: 0.9998553144446132

عکس رنگی:



PSNR: 8.388292777943859

SSIM: 0.09638641211230632



PSNR: 8.388256202243804

SSIM: 0.09631692787722462

convolved image



recovered by Eq.6



شکل 25

Psnr: 8.388251555161085

SSIM: 0.09622983621077554

convolved image



recovered by Eq.6

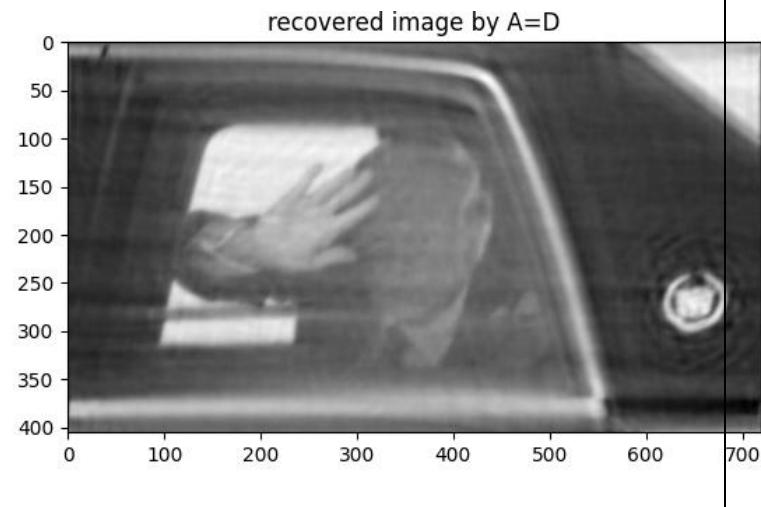
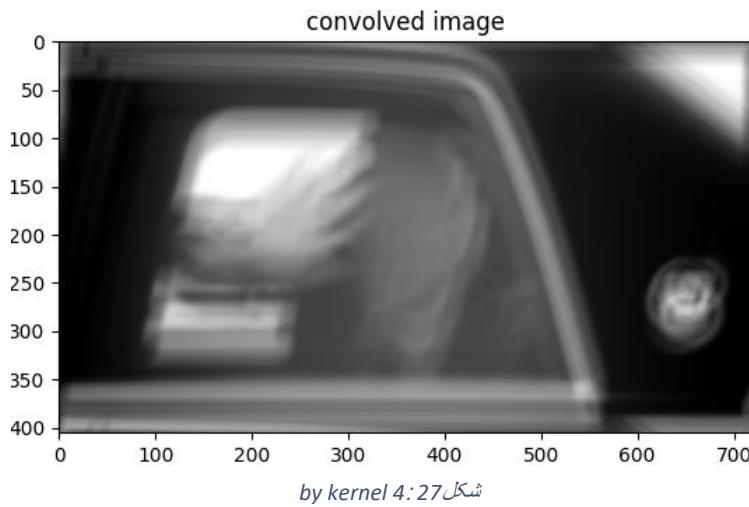


شکل 26

Psnr: 8.388261092035327

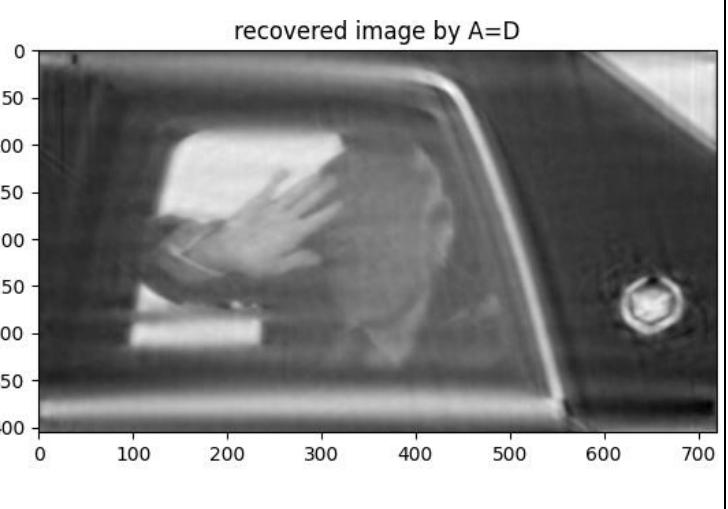
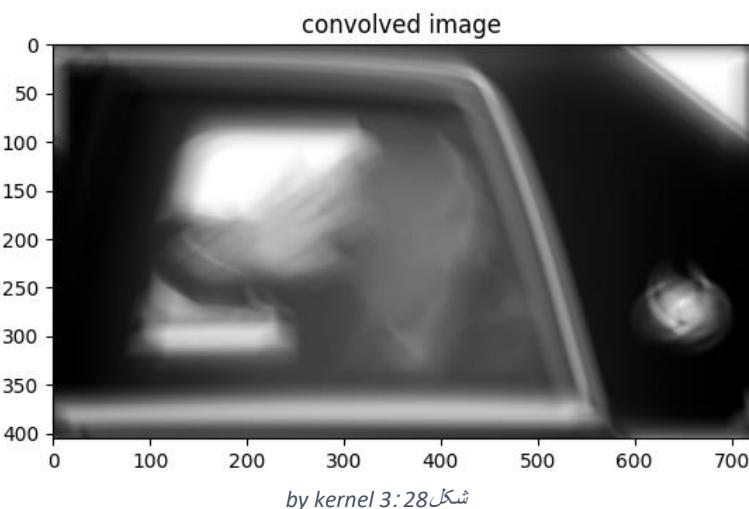
SSIM: 0.09623333525207246

by Eq.6: $A=D(d)$



PSNR: 17.376879883066525

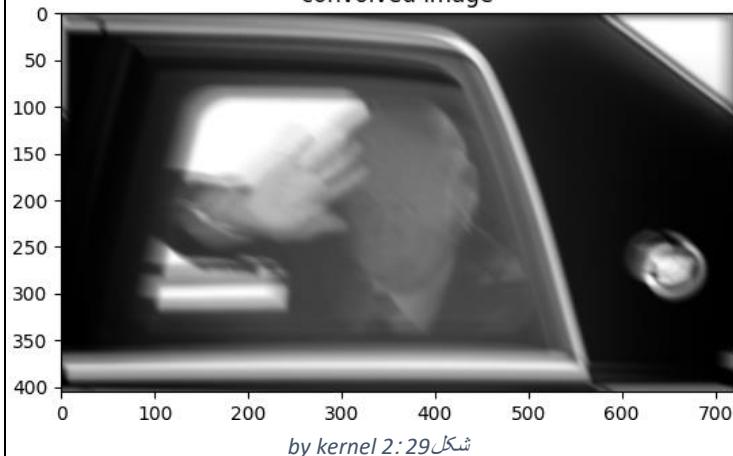
SSIM: 0.5986825788600582



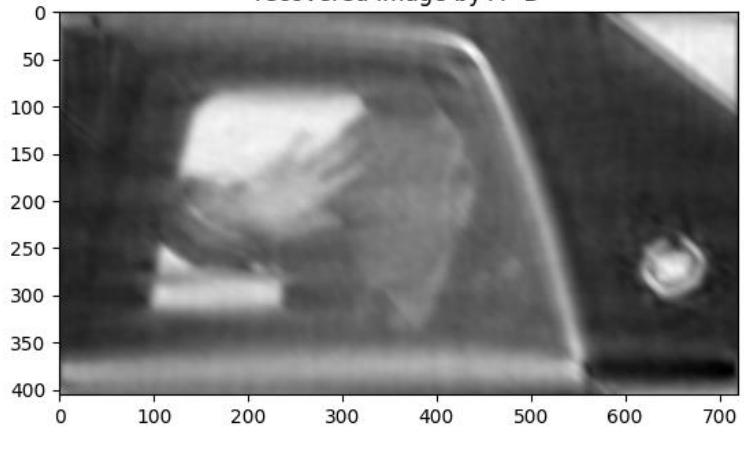
PSNR: 17.448431447616592

SSIM: 0.5928497964039697

convolved image



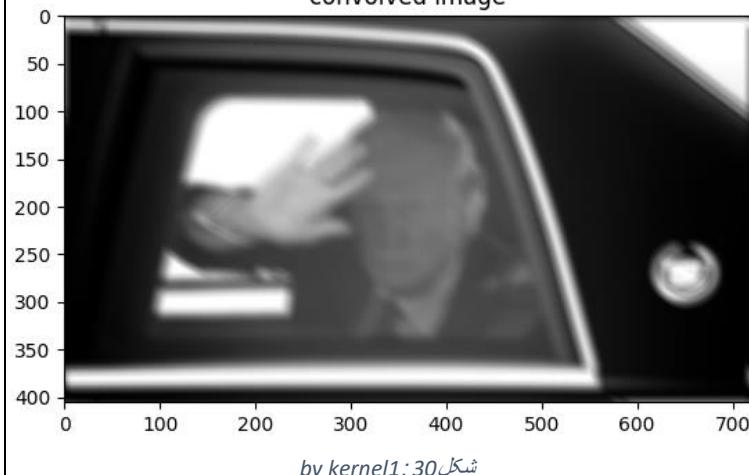
recovered image by A=D



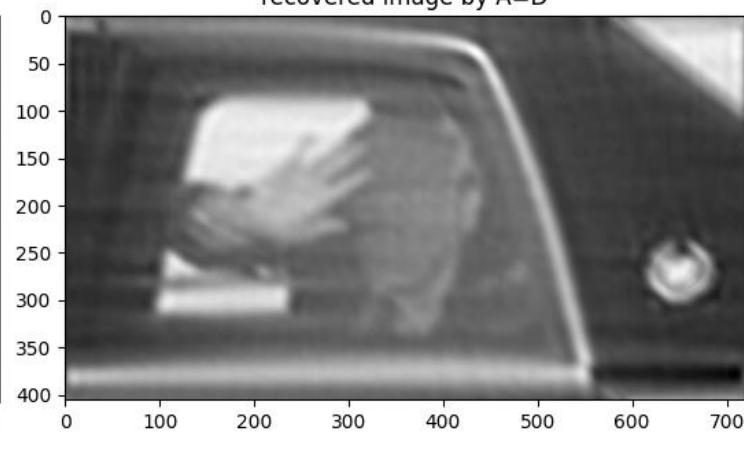
Psnr: 15.57684200841666

SSIM:0.586125020054168

convolved image



recovered image by A=D



Psnr: 16.78735736251291

SSIM:0.5959358046918646

convolved image



recovered by Eq.6 : A=D



شکل 31

Psnr: 8.38371773473143

SSIM: 0.09804995133031565

convolved image



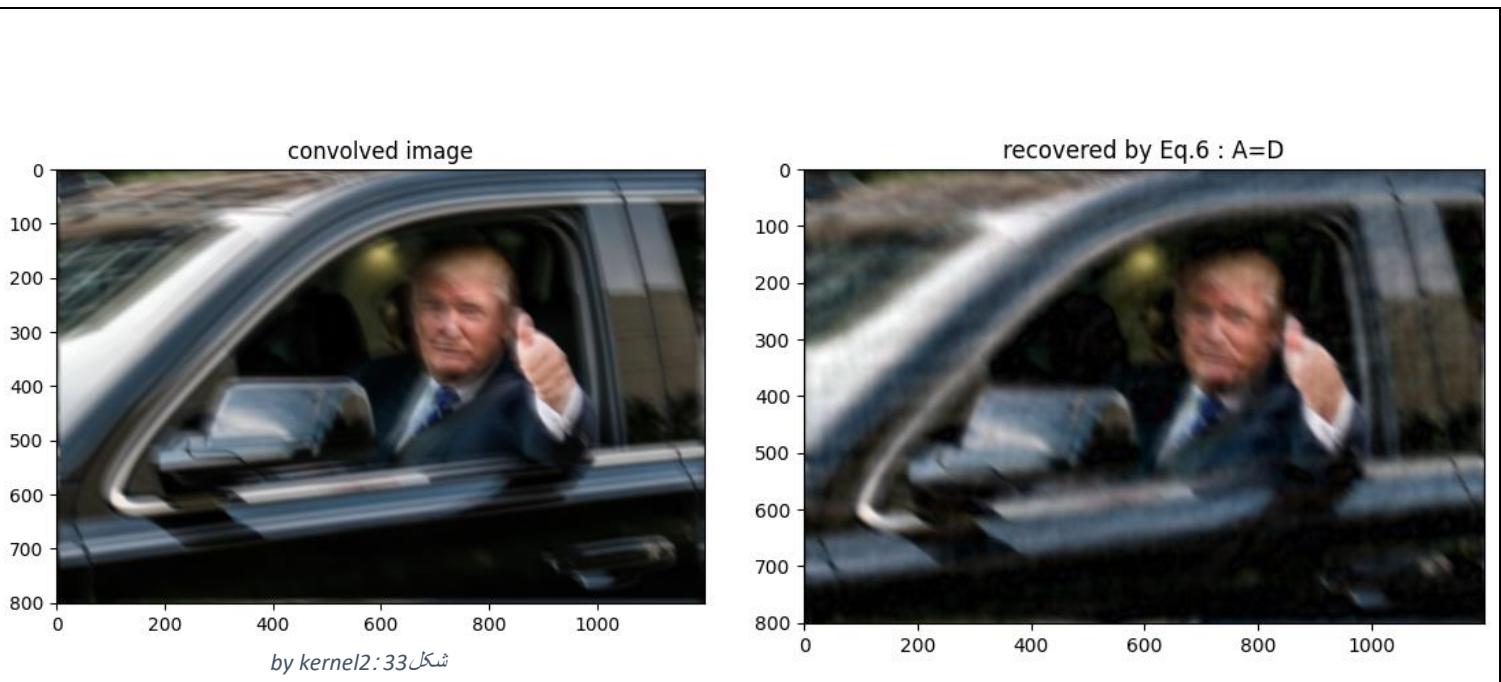
recovered by Eq.6 : A=D



شکل 32

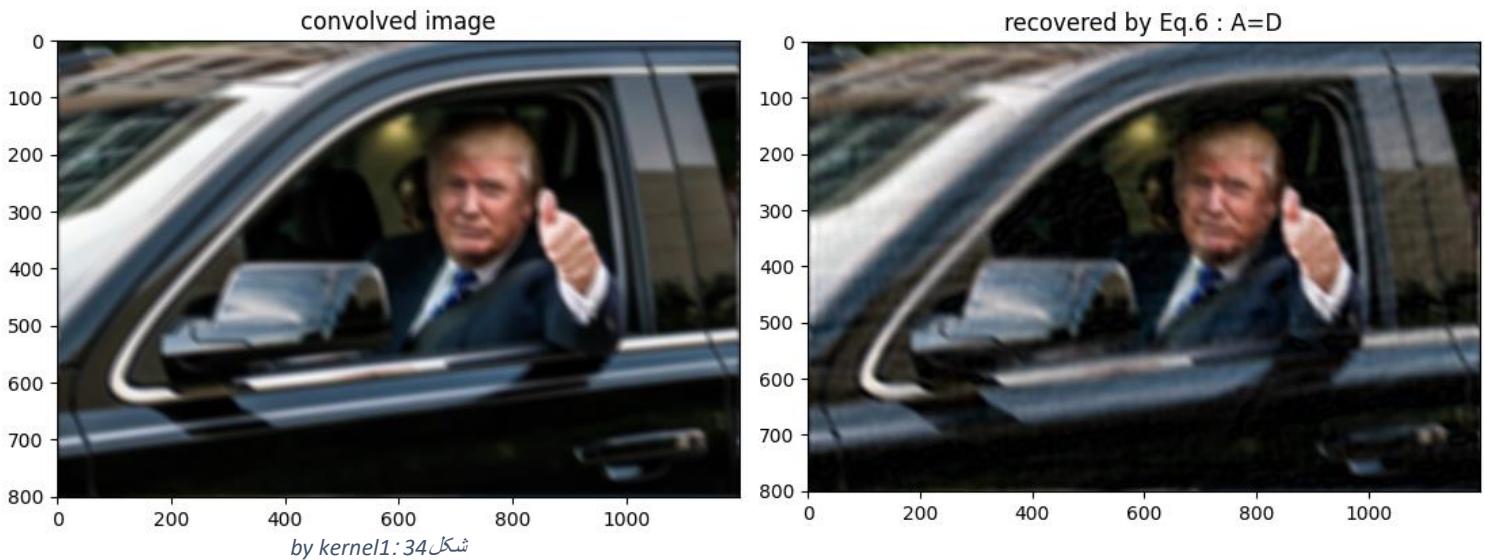
Psnr: 8.38372810661539

SSIM: 0.09741381671766518



Psnr: 8.382442897697528

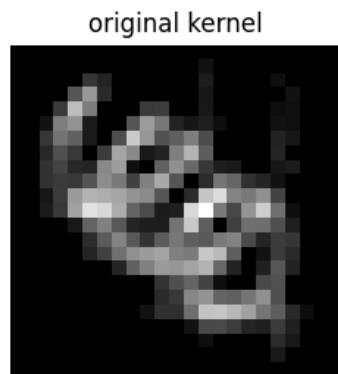
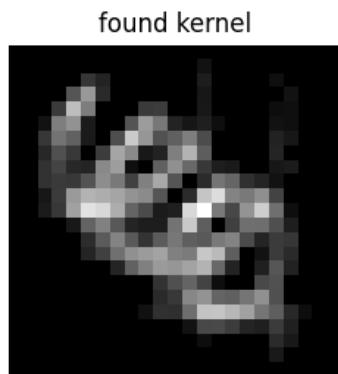
SSIM: 0.09834703819792473



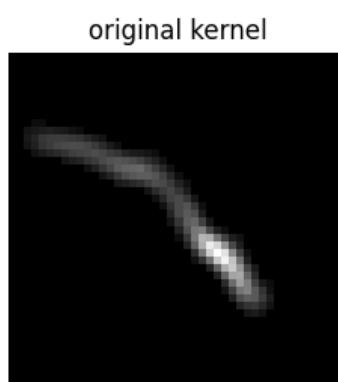
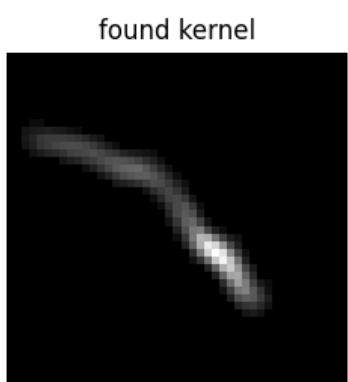
Psnr: 8.383011819136234

SSIM: 0.09767619776754301

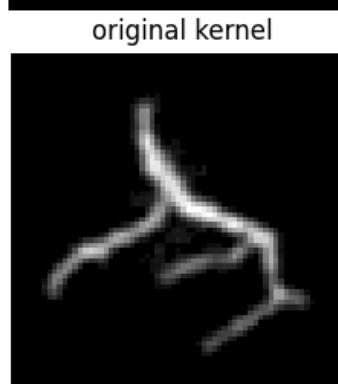
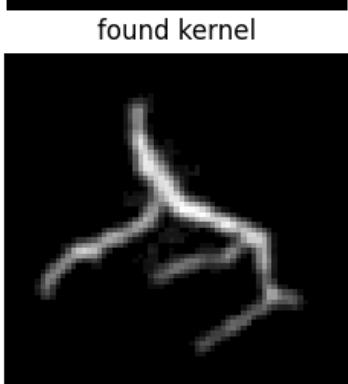
e) در اولین روش اعمال شده ابتدا تبدیل فوریه تصاویر فیلتر شده و اصلی را به دست آورده و بر هم تقسیم می کنیم و سپس با تبدیل otftopsf، عکس فیلتر اصلی به دست خواهد آمد و سپس RMSE را حساب می کنیم. تصویر اول:



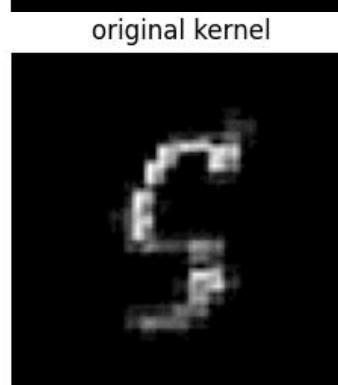
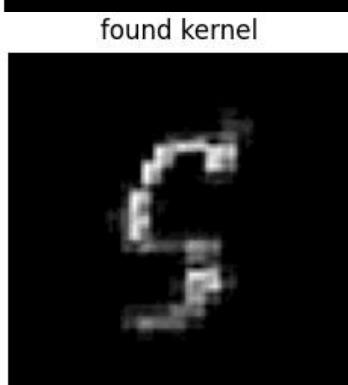
RMSE :7.478546957874229e-13



RMSE: 5.537448254237335e-13



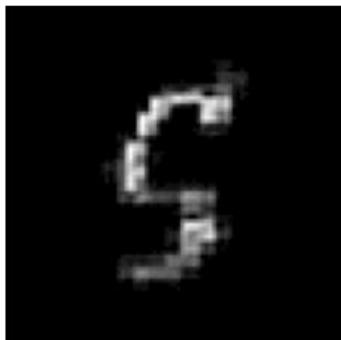
RMSE: 2.173371644986526e-12



RMSE: 2.562963787981052e-12

تصویر دوم:

found kernel

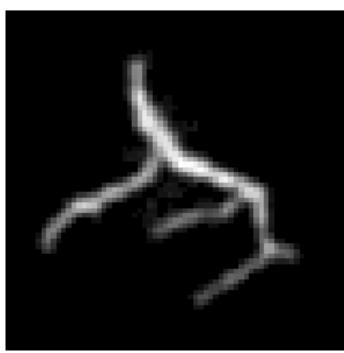


original kernel

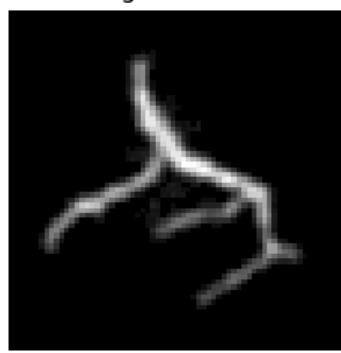


RMSE: 2.320018396436961e-12

found kernel

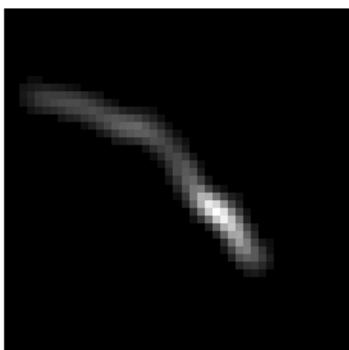


original kernel

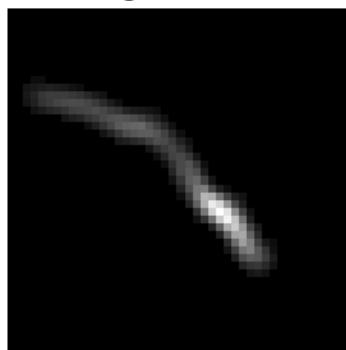


RMSE: 1.5084738671943196e-12

found kernel

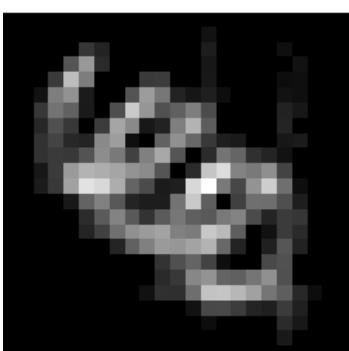


original kernel

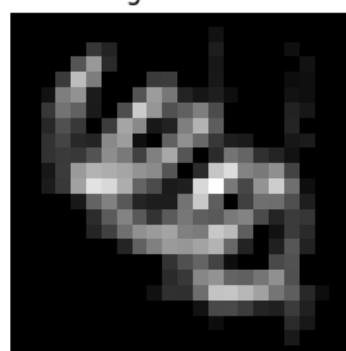


RMSE: 4.2899694463898585e-13

found kernel



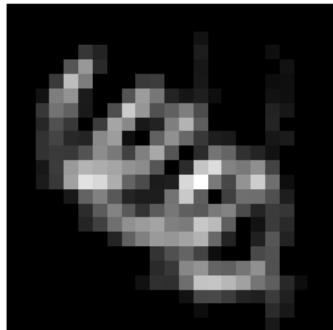
original kernel



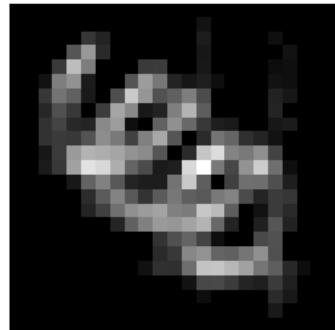
RMSE: 5.191270789697318e-13

در طی عملیاتی دیگر، از طریق فرمول شماره ۴ و جایگذاری تصویر اصلی به جای تصویر کرنل و انجام محاسبات مربوطه، فیلتر اعمال شده را بازیابی کردم و به نتایج زیر رسیدم:

found kernel by Eq.4

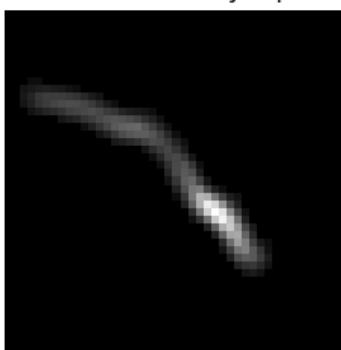


original kernel

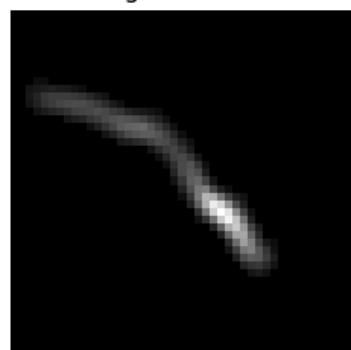


RMSE: 8.55978700545463e-13

found kernel by Eq.4



original kernel



RMSE: 5.600130029843042e-13

found kernel by Eq.4

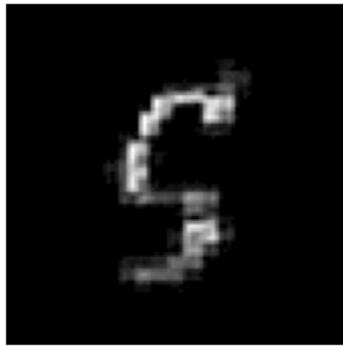


original kernel

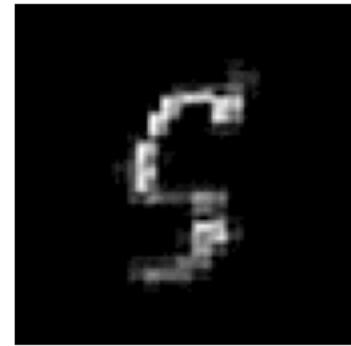


RMSE: 1.9503079012377546e-12

found kernel by Eq.4



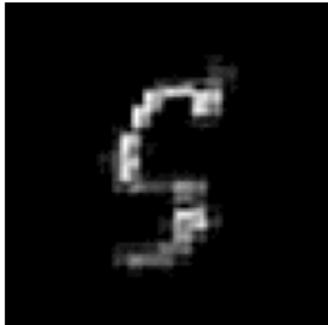
original kernel



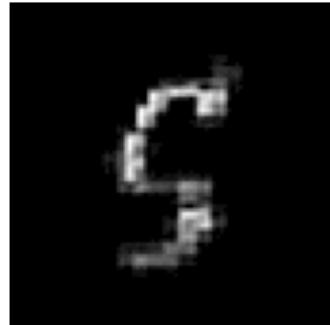
RMSE: 2.4683526964197103e-12

تصویر دوم:

found kernel by Eq.4

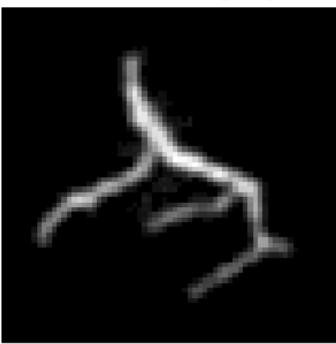


original kernel

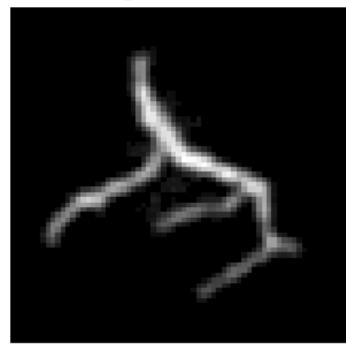


RMSE: 2.247110016227491e-12

found kernel by Eq.4

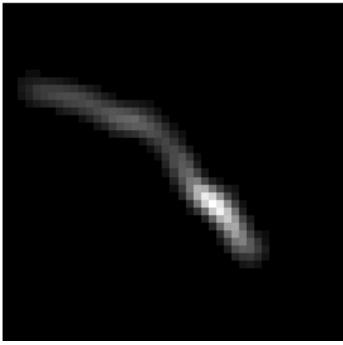


original kernel

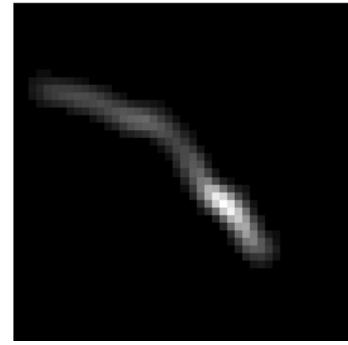


RMSE: 1.6630880902636505e-12

found kernel by Eq.4

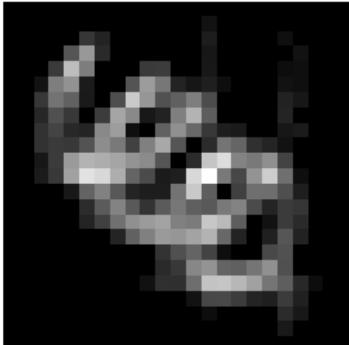


original kernel

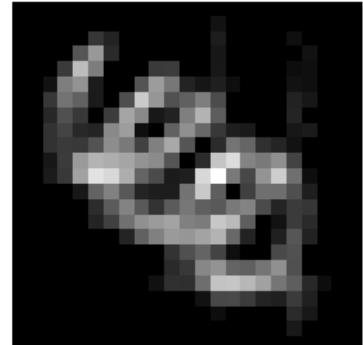


RMSE: 4.677020213090094e-13

found kernel by Eq.4



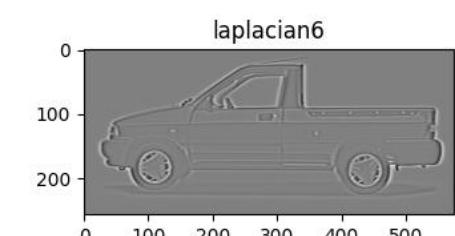
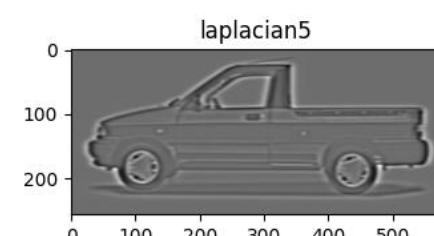
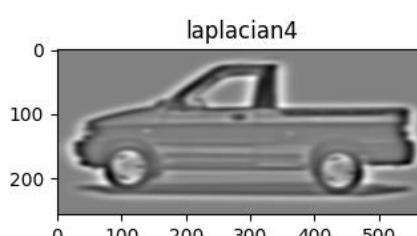
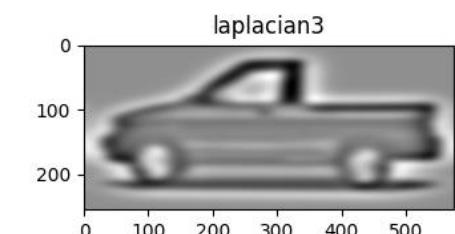
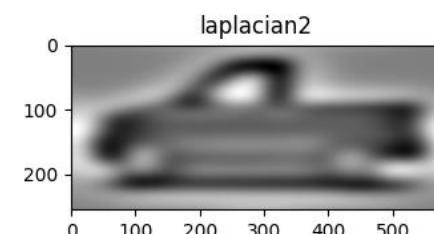
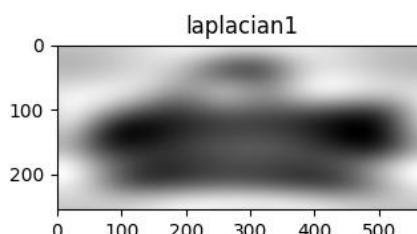
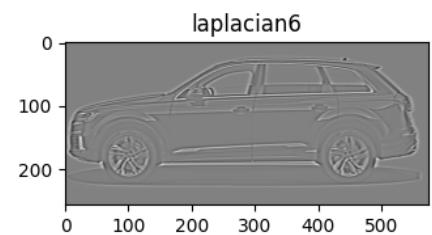
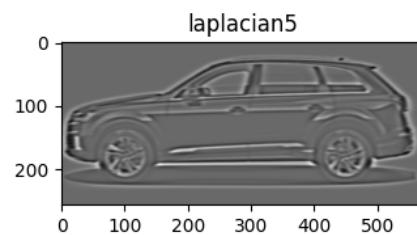
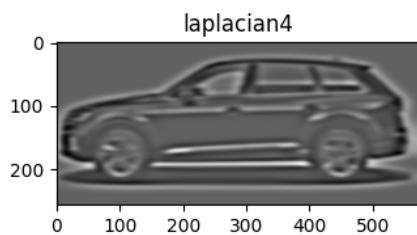
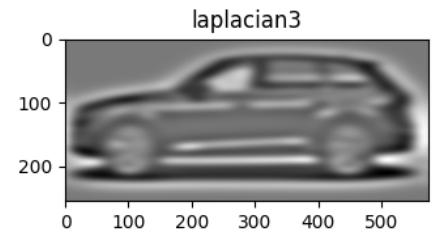
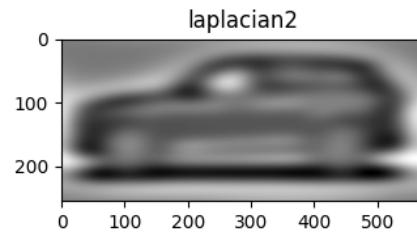
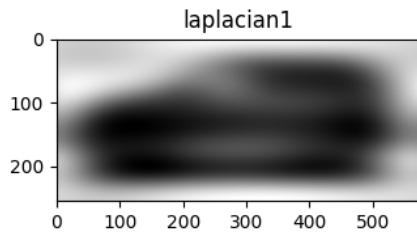
original kernel

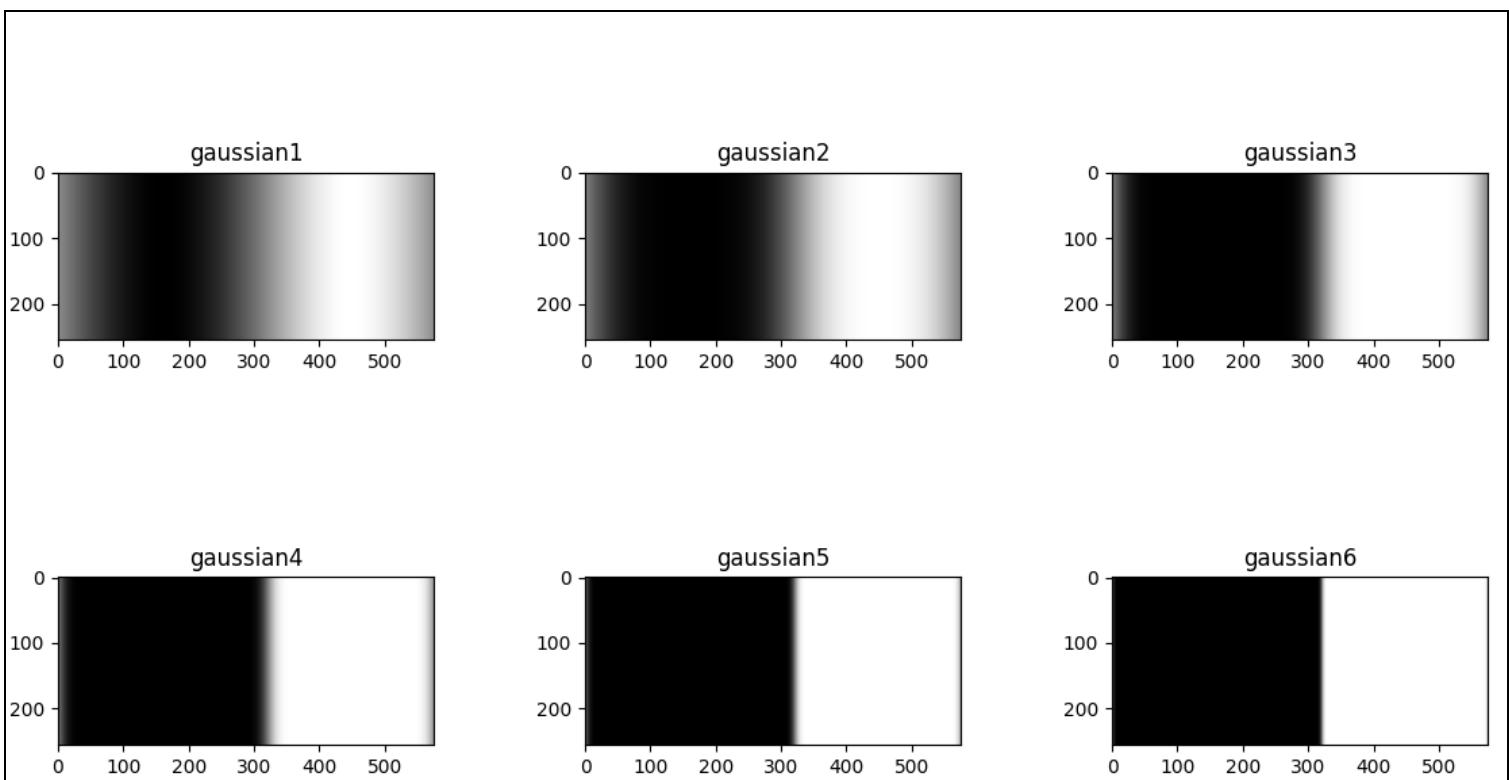


RMSE: 5.836645566271987e-13

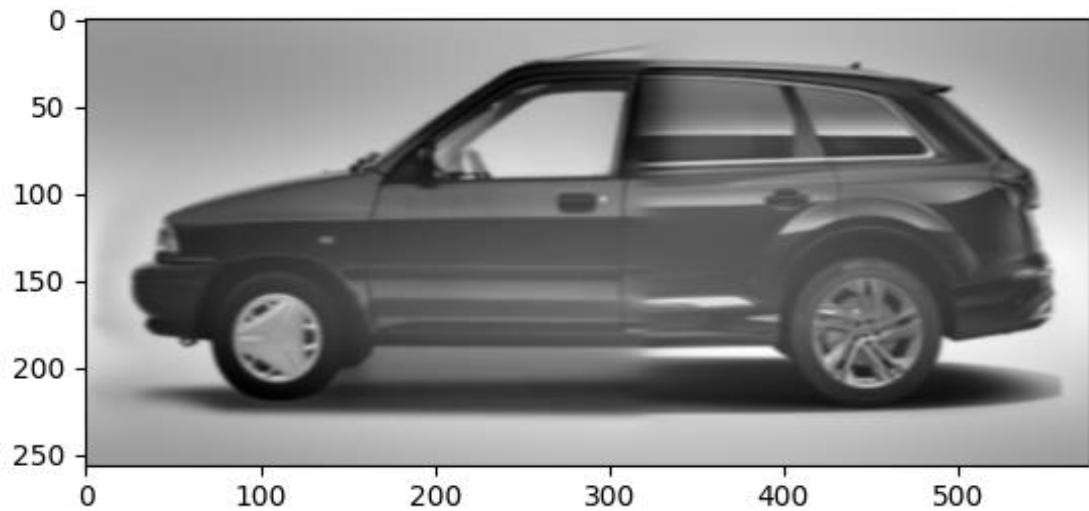
سؤال ٦

(a)

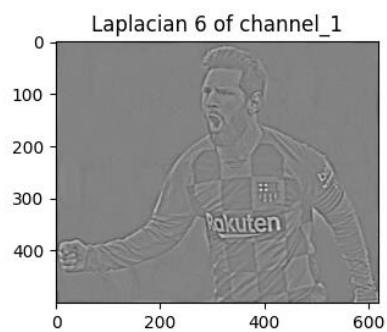
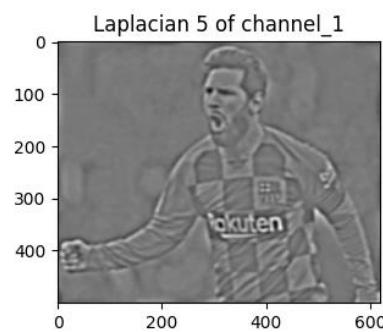
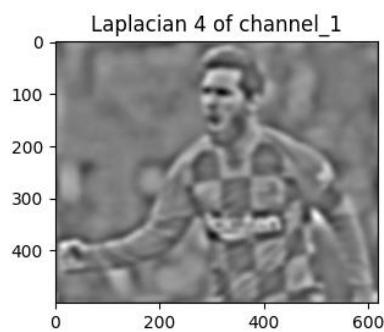
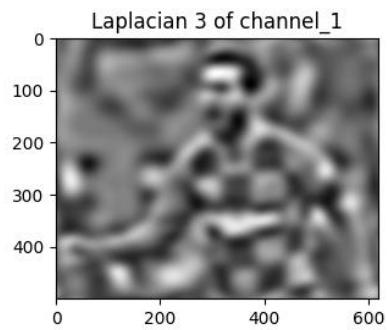
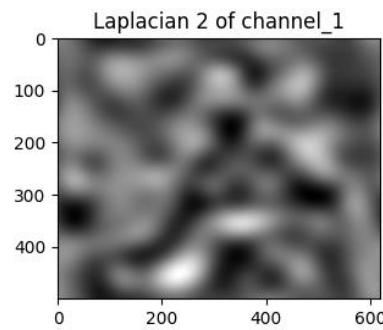
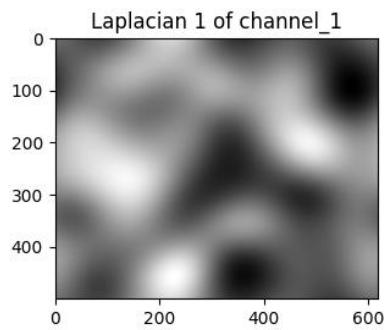




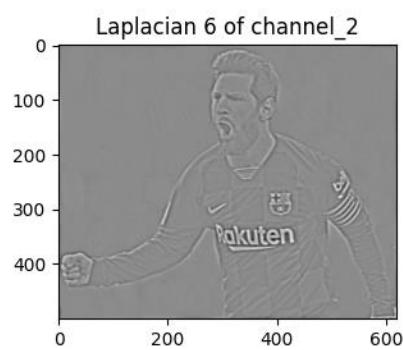
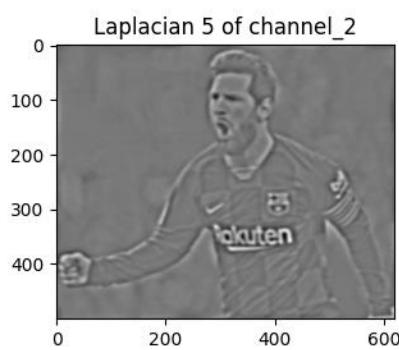
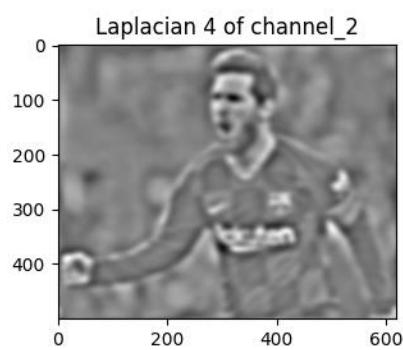
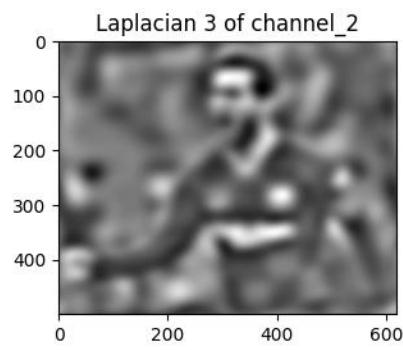
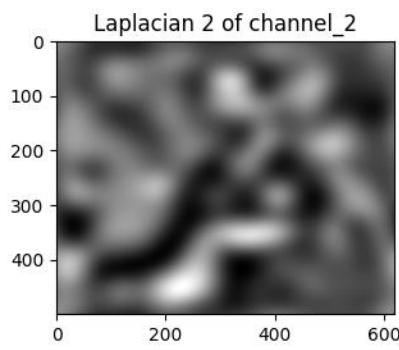
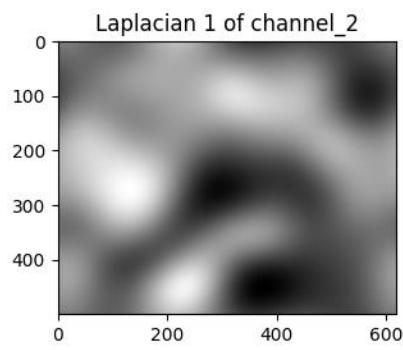
combined_image:



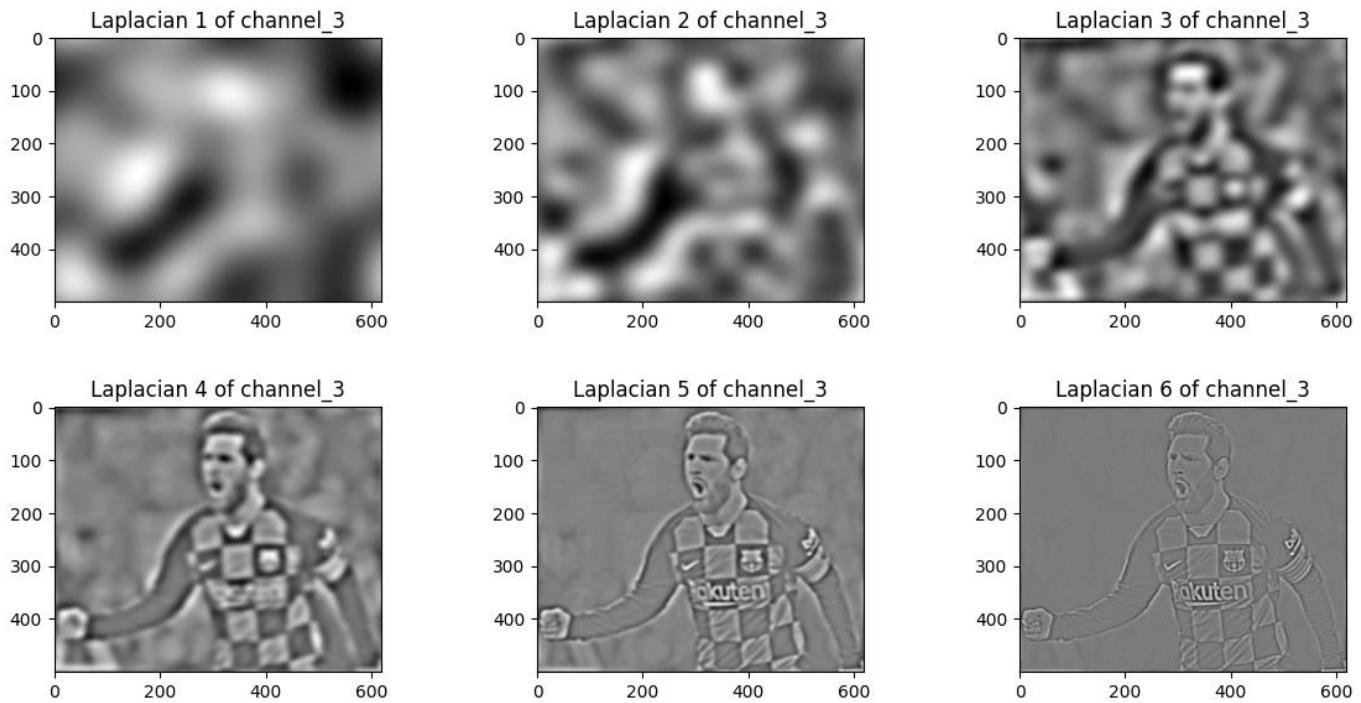
channel 1 (b)



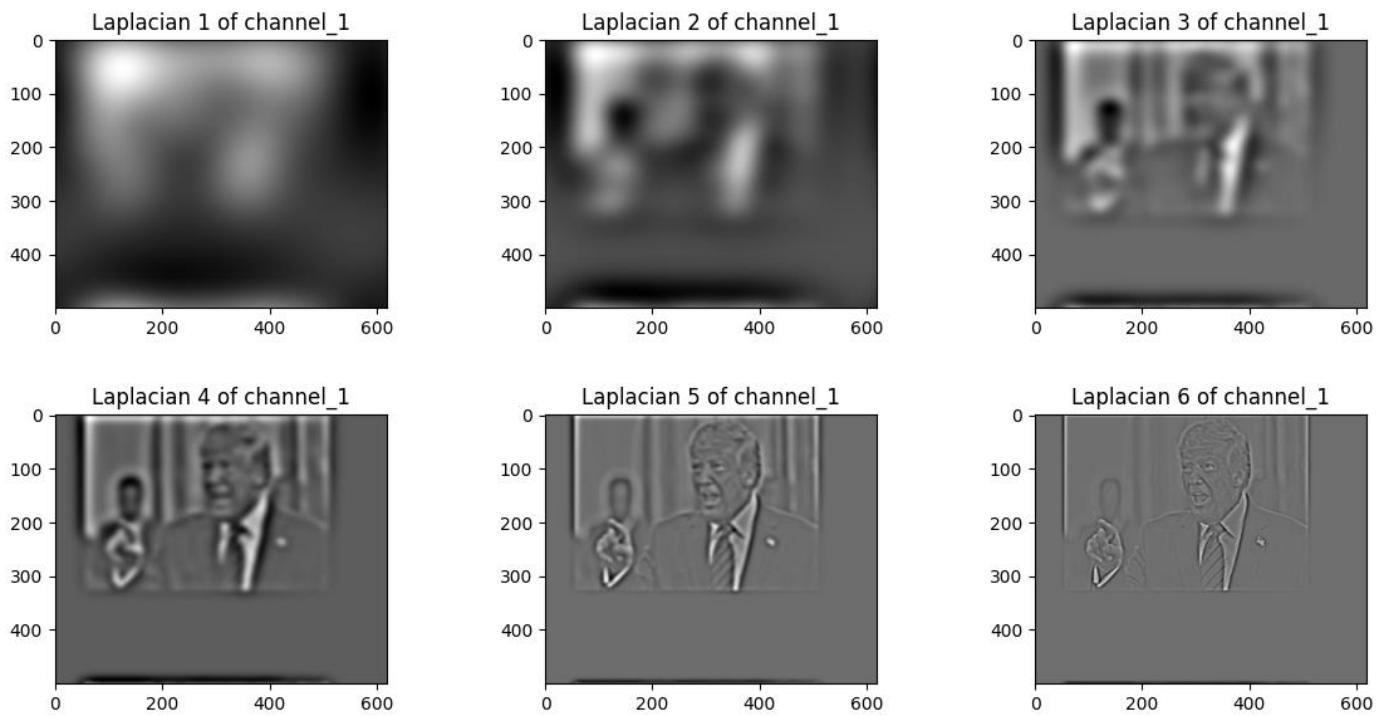
channel 2:



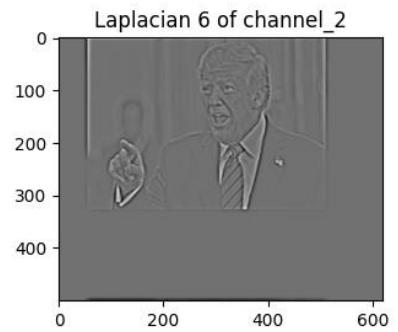
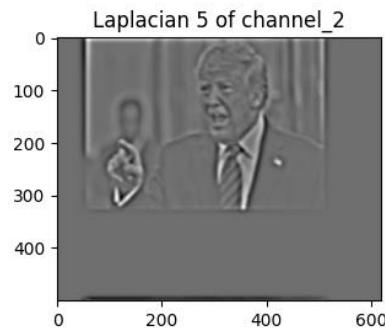
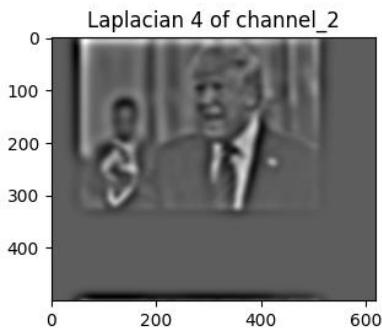
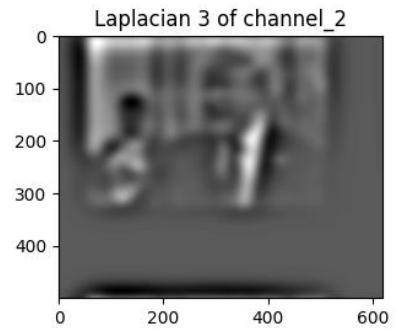
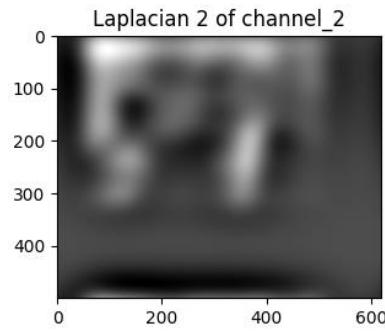
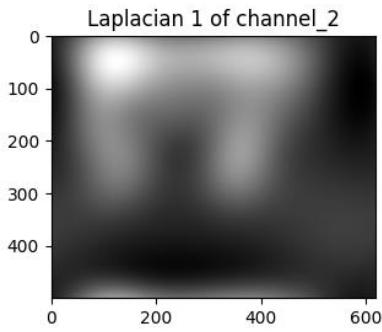
channel 3:



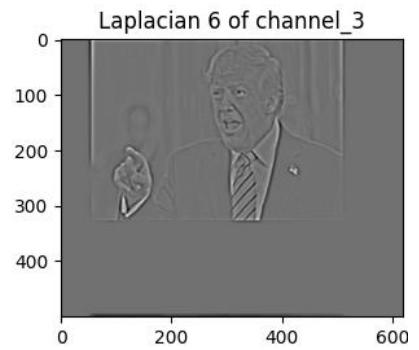
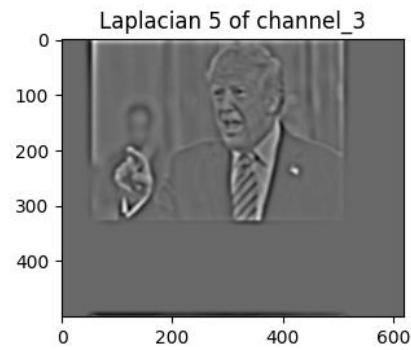
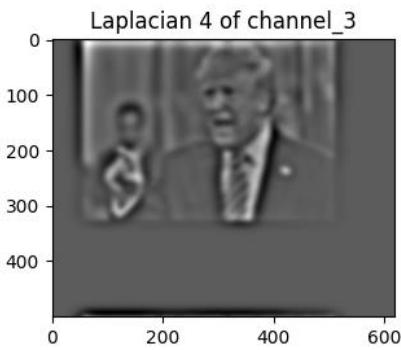
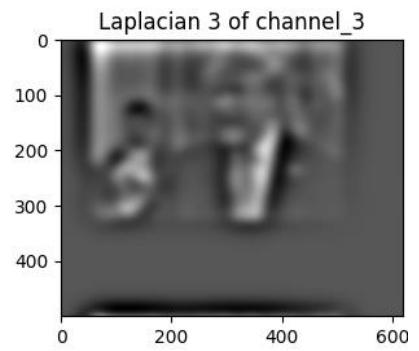
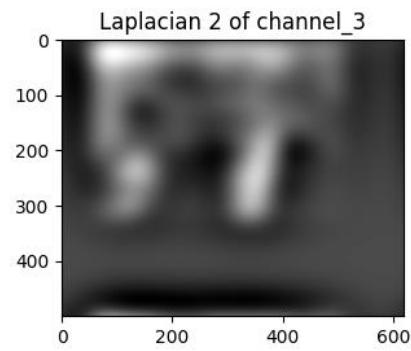
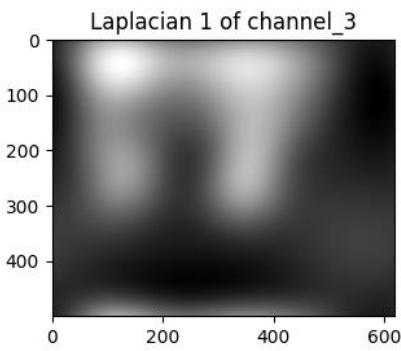
channel 1:



channel 2:

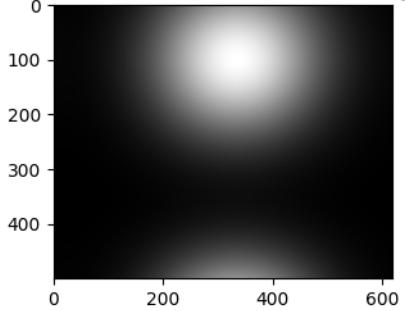


channel 3:

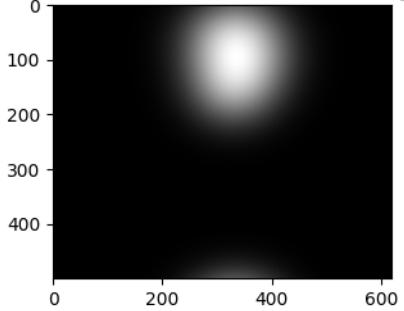


channel 1:

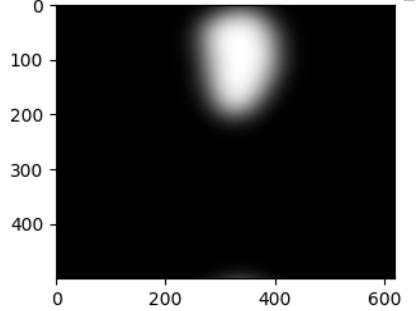
gaussian of mask in level 1 channel_1



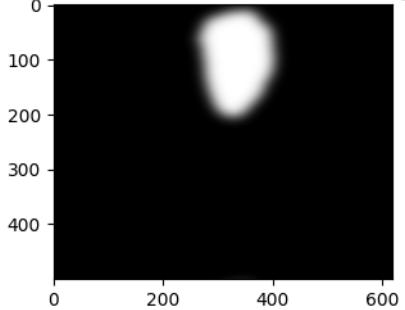
gaussian of mask in level 2 channel_1



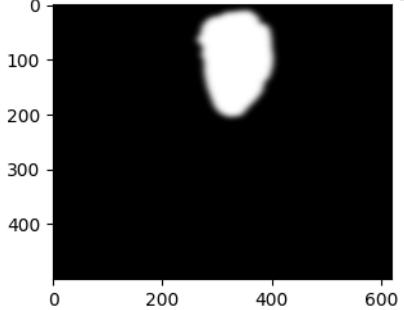
gaussian of mask in level 3 channel_1



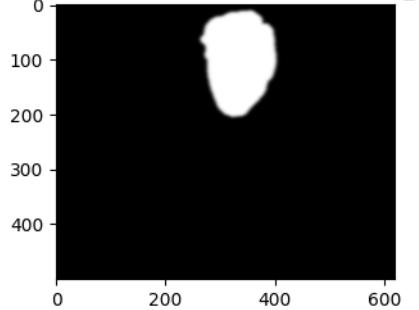
gaussian of mask in level 4 channel_1



gaussian of mask in level 5 channel_1

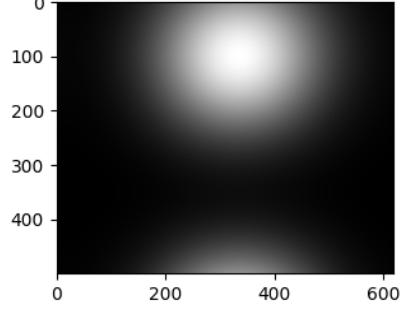


gaussian of mask in level 6 channel_1

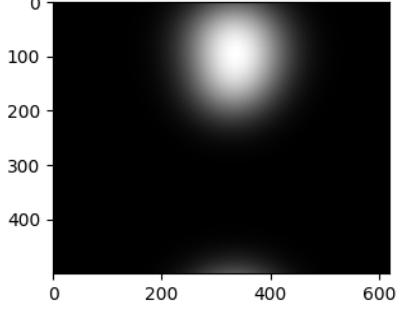


channel 2:

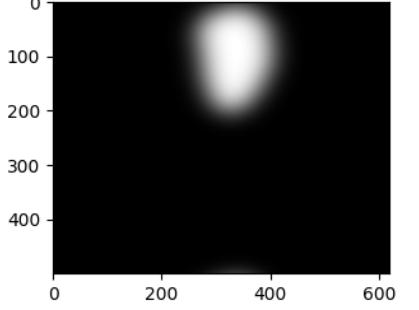
gaussian of mask in level 1 channel_2



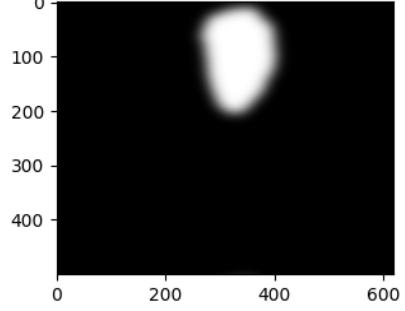
gaussian of mask in level 2 channel_2



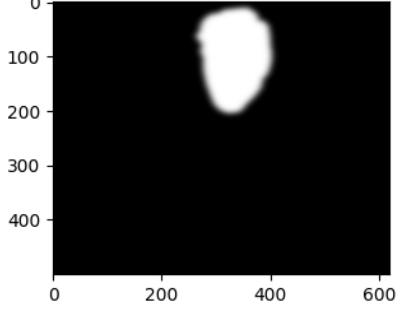
gaussian of mask in level 3 channel_2



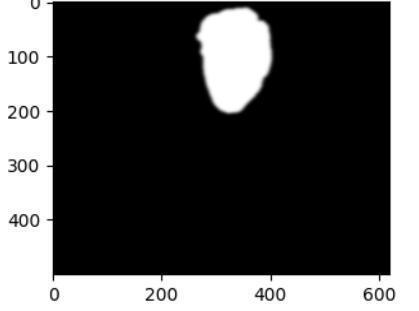
gaussian of mask in level 4 channel_2



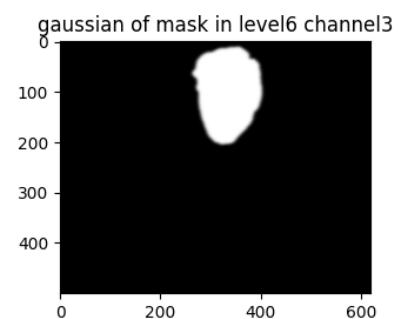
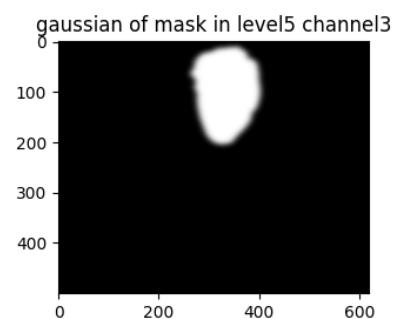
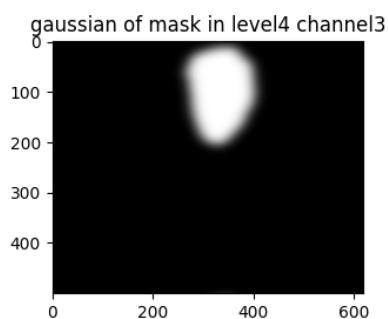
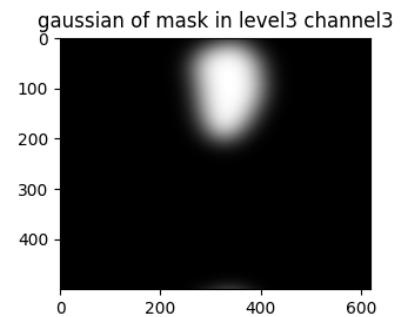
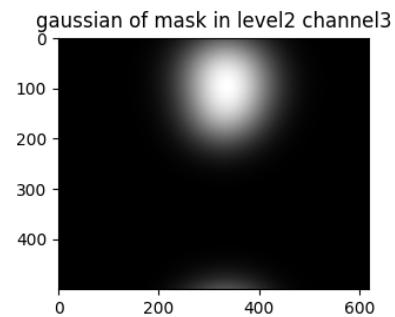
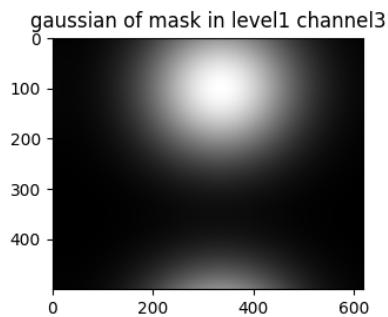
gaussian of mask in level 5 channel_2



gaussian of mask in level 6 channel_2



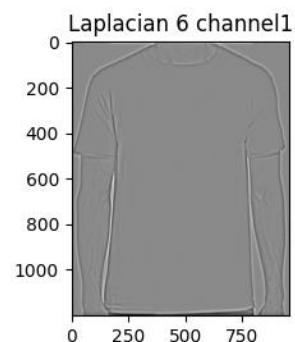
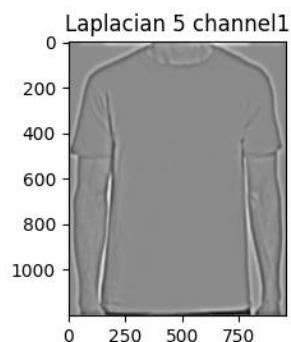
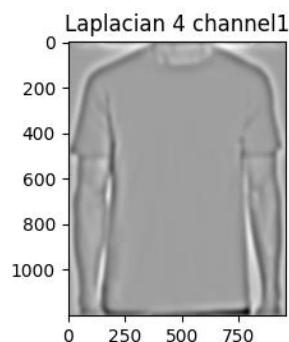
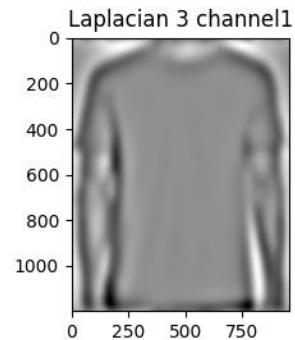
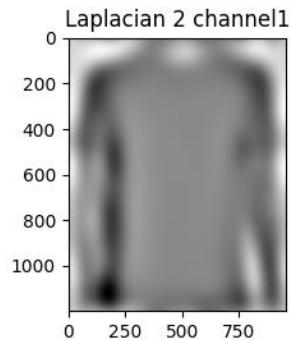
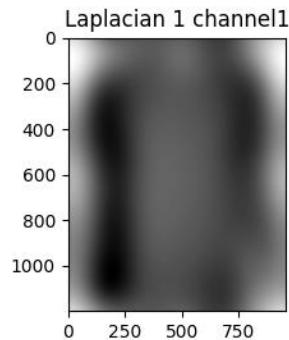
channel 3:



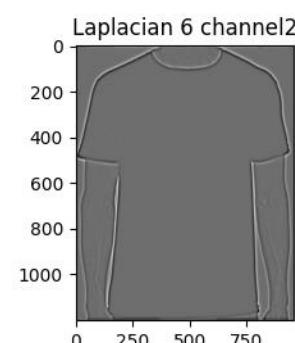
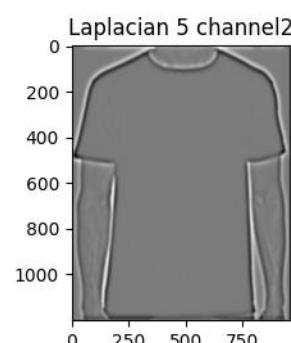
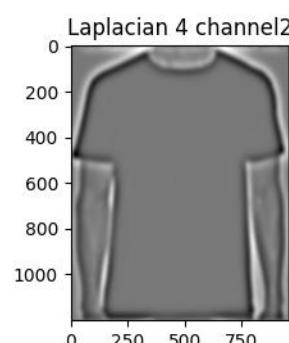
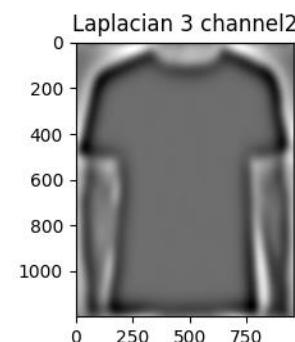
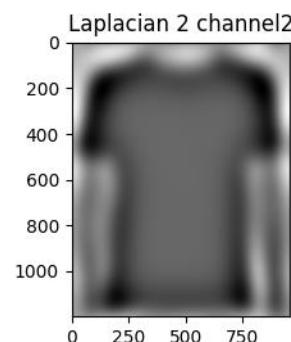
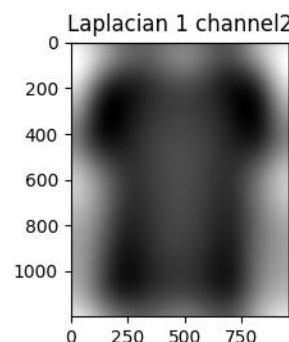
Combined_image:



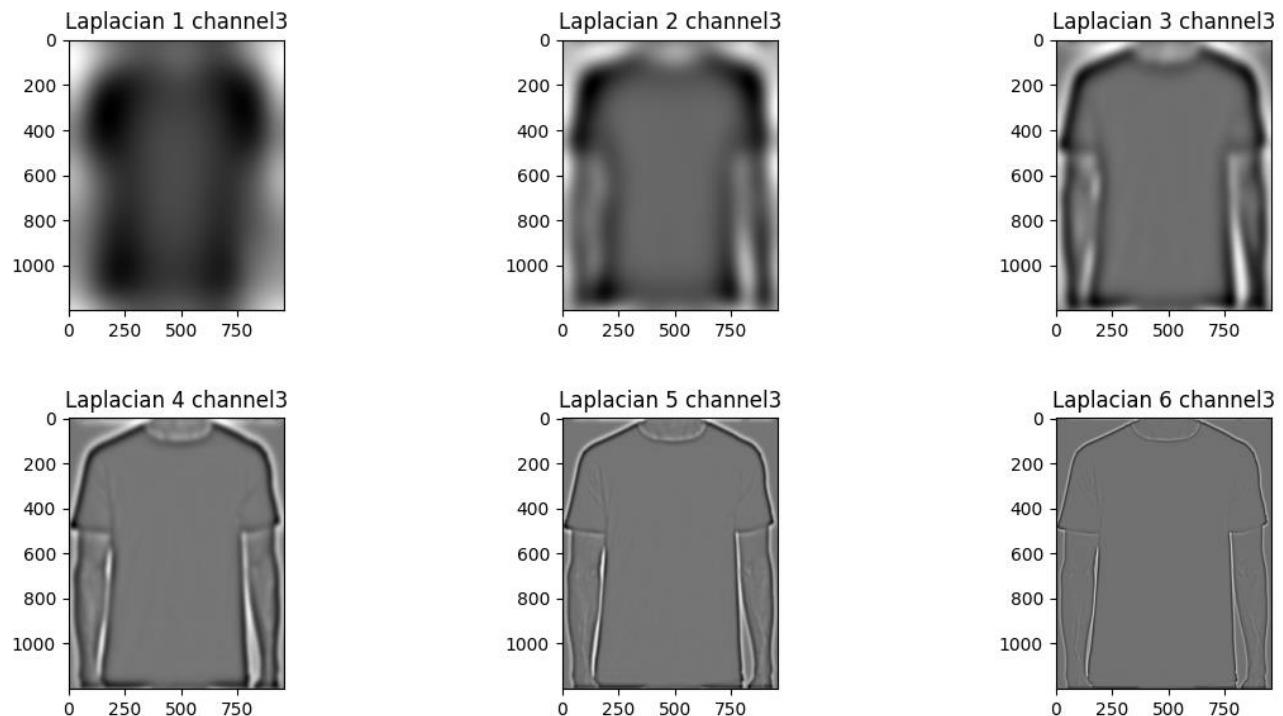
channel 1(C,D)



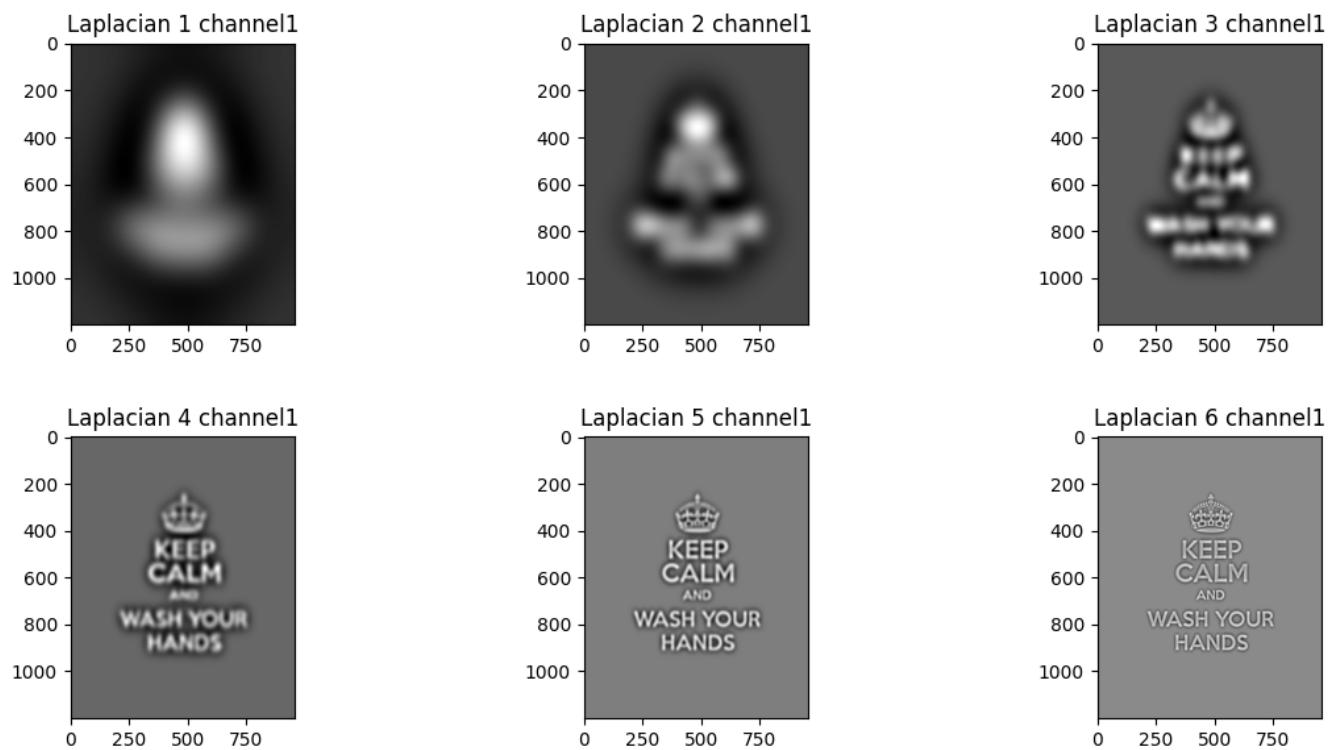
channel2:



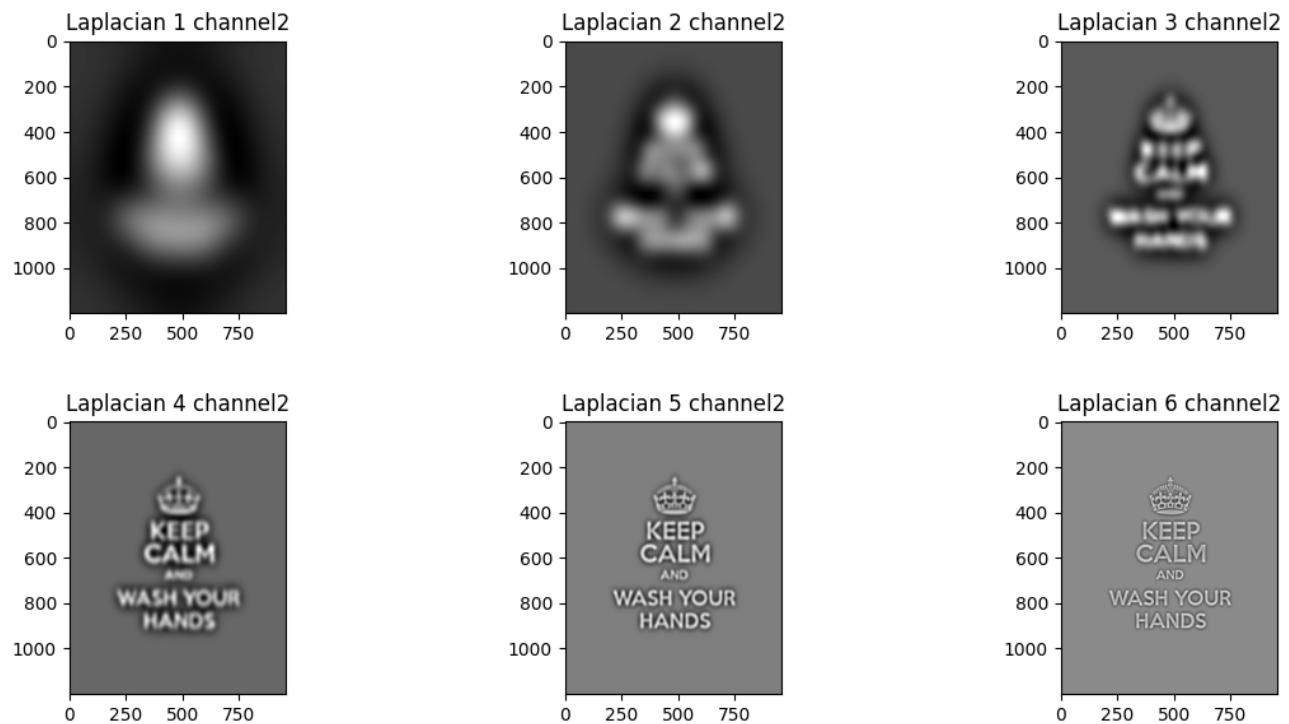
channel 3:



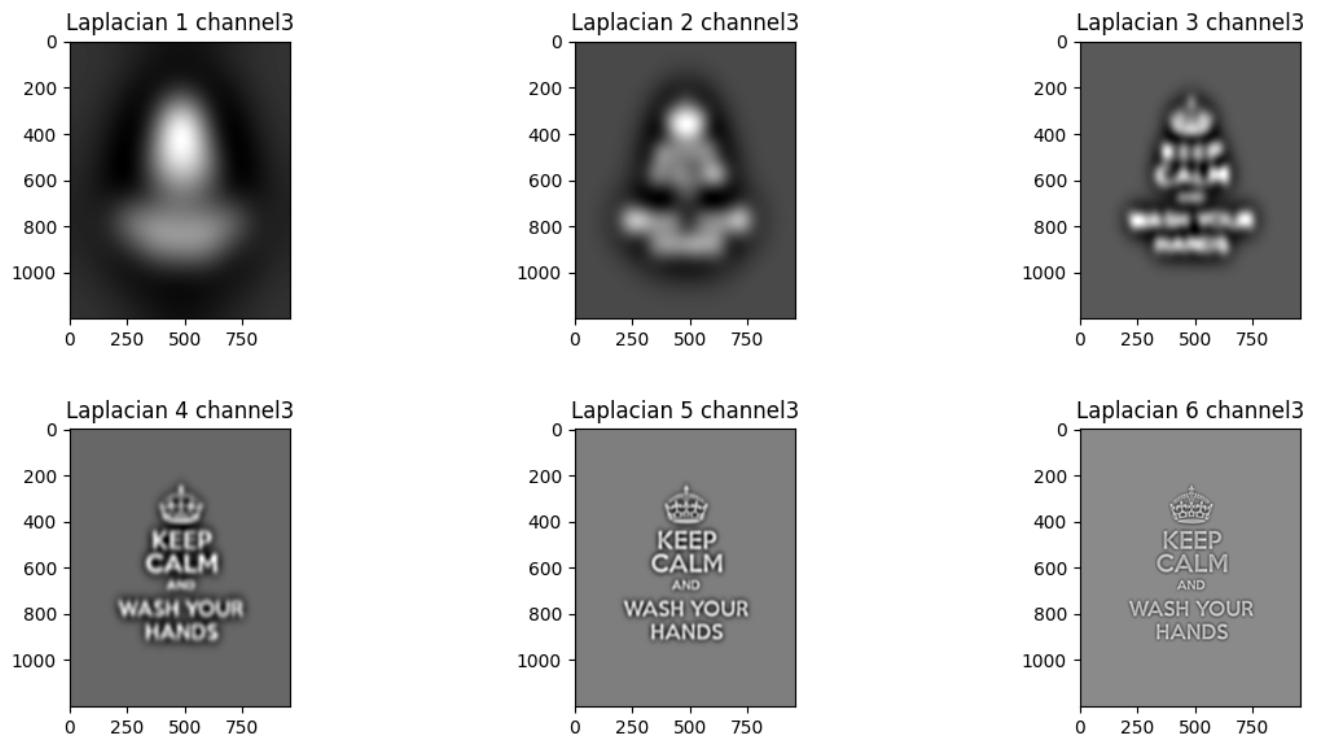
channel1:



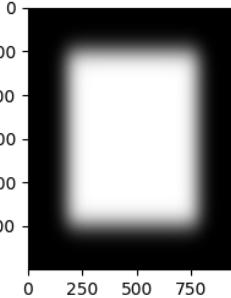
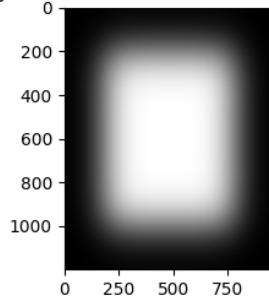
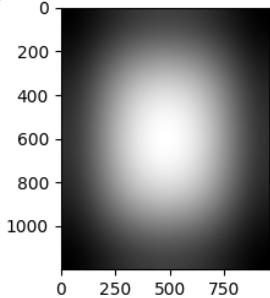
channel 2:



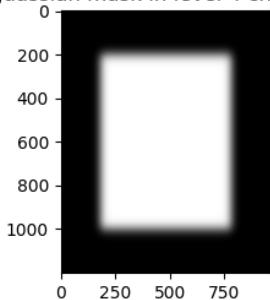
channel3:



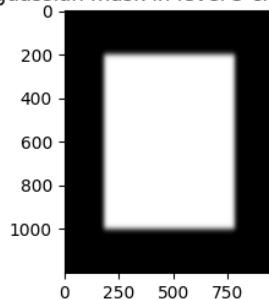
channel 1:



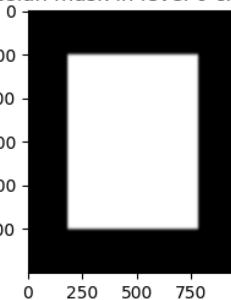
guassian mask in level 4 channel1



guassian mask in level 5 channel1

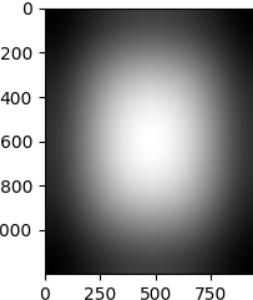


guassian mask in level 6 channel1

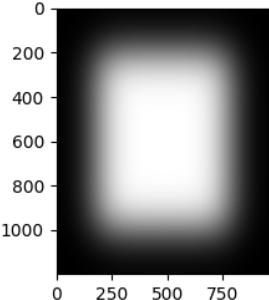


channel2:

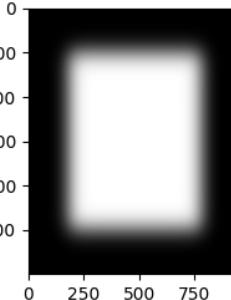
guassian mask in level 1 channel2



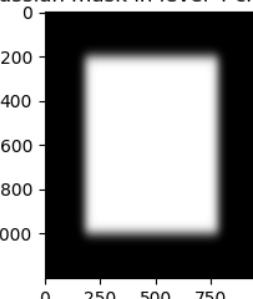
guassian mask in level 2 channel2



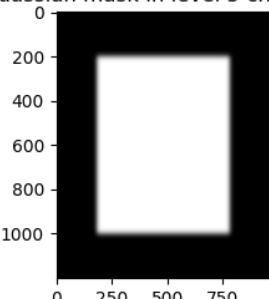
guassian mask in level 3 channel2



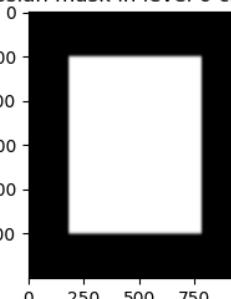
guassian mask in level 4 channel2



guassian mask in level 5 channel2

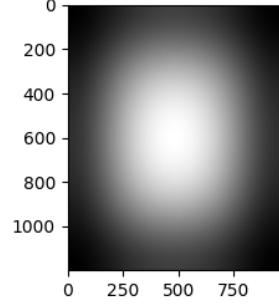


guassian mask in level 6 channel2

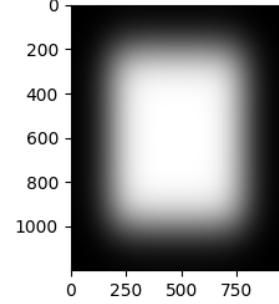


channel 3:

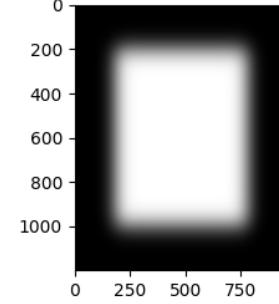
guassian mask in level 1 channel3



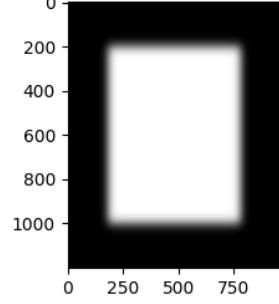
guassian mask in level 2 channel3



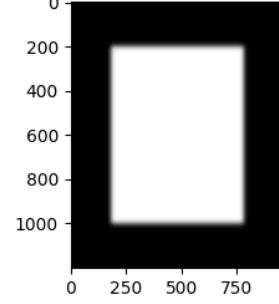
guassian mask in level 3 channel3



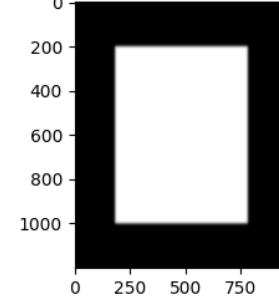
guassian mask in level 4 channel3



guassian mask in level 5 channel3



guassian mask in level 6 channel3



Combined_image:



سوال ۷

(a) اگر آرگومان تابع (سیگنال) را scale کنیم ، آرگومان transform (تبدیل فوریه) از جهت دیگر scale می خورد. این منطقی است زیرا اگر آرگومان یک تابع را در عددی بزرگتر از یک ضرب کنید ، تابع به اصطلاحاً کشیده می شود ، بنابراین فرکانس های بالا به سمت فرکانس های پایین می روند.

عملیات rotation با استفاده از فرمول روبرو می باشد: $u = A\mathbf{x}$ که در آن A یک ماتریس orthonormal می باشد. حال اگر بخواهیم ورژن rotate شده این سیگنال را محاسبه کنیم به صورت زیر می باشد:

$$\mathcal{F}[g(\mathbf{A}\mathbf{x})] = \int g(\mathbf{u}) \exp\{-j\mathbf{u}^T \mathbf{A}\mathbf{x}\} d\mathbf{u} = \mathbf{G}[\mathbf{A}\mathbf{x}]$$

عبارت نهایی روبرو که سیگنال را rotate کرده است همانطور که مشخص است در تبدیل فوریه نیز $(\mathbf{G}(\mathbf{x}))$ دوران ایجاده کرده است. به عبارتی طیف دامنه فرکانس هم دوران می یابد.

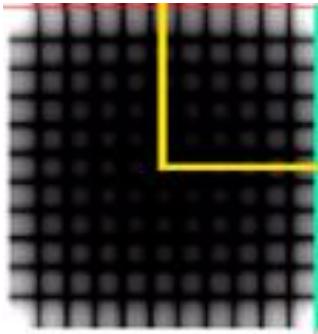
(b) اگر سیگنال ما گسسته باشد، پس ما نمونه ها را به صورت گسسته در اختیارمان داریم. اگر بخواهیم از این سیگنال پیوسته یک تبدیل فوریه گسسته (DFT) بگیریم، به صورت ضمنی فرض میکنیم که این N نمونه از سیگنال ما یک دوره تناوب از سیگنال ما هست و دوره تناوب های دیگری نیز همانند این دوره تناوب در ادامه این سیگنال وجود دارد ولی ما آن ها را نمی بینیم. بنابراین سیگنال ما یک سیگنال متناوب می شود و می توانیم از این سیگنال متناوب ضمنی تبدیل فوریه بگیریم که در یک بعد فرمول آن به صورت زیر می شود.

- **1D DFT**

$$F(u) = \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{M-1} f(x) e^{-j2\pi ux/M}, \quad u = 0, 1, 2, \dots, M-1$$

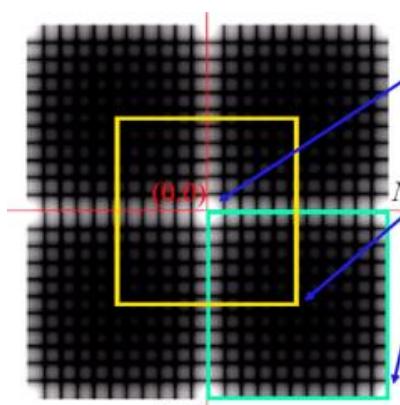
$$f(x) = \sum_{u=0}^{M-1} F(u) e^{j2\pi ux/M}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, M-1$$

(C) همانطور که در صورت سوال نیز ذکر شد، در عمل پدیده aliasing یک پدیده ای اجتناب ناپذیر است، زیرا هیچ تابع فرکانسی ای که از لحاظ مکانی محدود شده اند وجود ندارد که band limited باشند. به صورت کلی پدیده ای aliasing وقتی به وجود می آید که موج ها band limited نباشد و یا فاصله ای نمونه برداری به اندازه ای کافی کوچک نباشد. بنابراین حتماً اجبار می کنند که موج ها را band limited کنند یا به عبارت بهتر از یک فیلتر عبور می دهند که پهنای باند این سیگنال را در یک فاصله ای مشخصی، محدود کنند. و همچنین یا نرخ نمونه برداری را بیشتر می کنند و یا فاصله را کوچکتر می کنند.



D) در تبدیل فوریه سیگنال های پیوسته، ما مشاهده می کنیم که هر چه از نقطه مبدأ دور می شویم فرکانس های بزرگتر را خواهیم داشت و به عبارتی اطراف نقطه مبدأ شاهد فرکانس های پایین و در گوش ها شاهد فرکانس بالاتر هستیم اما در سیگنال های گستته به این صورت نیست بلکه اطراف نقطه مبدأ (وسط) فرکانس های بالا را شاهد هستیم و در گوش ها فرکانس های پایین حضور دارند و این تبدیل فوریه را در شکل رویرو در دو بعد نیز شاهد هستیم. در هر دو بعد این اتفاق رخ خواهد داد. ولی

معمولا برای به دست آوردن تبدیل فوریه ای همانند سیگنال پیوسته و جمع کردن تمام فرکانس های پایین در اطراف نقطه مبدأ در هر دو بعد، تبدیل فوریه را شیفت می دهیم. همانطور که از شکل پایین نیز مشخص است



که در حال نمایش ۴ دوره تناوب یک تبدیل فوریه دو بعدی می باشد، مشاهده می شود که برای شیفت دادن این تبدیل فوریه به جای اینکه مربع را روی هر یک از دوره تناوب ها قرار دهیم به اندازه ی نصف دوره تناوب شیفت داده و در این صورت تمام فرکانس های پایین در اطراف نقطه موسط و فرکانس های بالا در اطراف جمع خواهند شد. پس علت تشکیل علامت جمع در تبدیل فوریه، جمع شدن فرکانس های پایین در طول هر دو بعد و موسط هر بعد می باشد.

e) چون در تصویر اجزای تشکیل دهنده ای آن ثابت هستند و در مختصات خاصی از آرایه تصویر هستند بنابراین می توان با یک فیلتر ثابت و عمل کانولوشن به تصویر مورد نظر خود برسیم ولی در ویدئو چون اشیا در حال حرکت کردن هستند و مختصات مکانی خاصی نمی توان در طول زمان به آن اختصاص داد، بنابراین می توان از یک فیلتر ثابت برای انجام کانولوشن و استفاده از آن در عملیات مربوط به پردازش تصویر استفاده کنیم. بنابراین این عملیات در ورودی های مربوط به ویدئو و پردازش آن عملکرد ضعیفی خواهد داشت.