

به نام خدا

گزارش تمرین اول پردازش و تحلیل تصاویر پزشکی

نگین اسماعیل زاده ۹۷۱۰۴۰۳۴

سوال ۱.

الف) تصویر Gray اصلی در کنار هم مطابق زیر نمایش داده شده اند.



ب) انواع تصویر به این صورت هستند :

uint8: تصویری که به صورت ماتریسی از پیکسل ها (درایه ها) بیان میشود که در آن برای نشان دادن شدت روشنایی از اعداد ۸ بیتی (۰ تا ۲۵۵) استفاده میشود .

uint16: تصویری که به صورت ماتریسی از پیکسل ها (درایه ها) بیان میشود که در آن برای نشان دادن شدت روشنایی از اعداد ۱۶ بیتی (۰ تا ۲۵۵) استفاده میشود.

RGB: تصویری که به صورت ماتریسی از پیکسل ها (درایه ها) بیان میشود که در آن برای نشان دادن شدت روشنایی از سه بعد (برای نشان دادن شدت روشنایی به ترتیب در رنگ قرمز ، رنگ سبز و رنگ آبی) استفاده میشود که میتواند به صورت **n bit** بیان شده باشد .

binary: تصویری که به صورت ماتریسی از پیکسل ها (درایه ها) بیان میشود که در آن برای نشان دادن شدت روشنایی تنها از یک بیت (۰ یا ۱) استفاده میشود که پیکسل با مقدار صفر به معنای کاملاً تیره یا پیکسل سیاه است و پیکسل با مقدار یک به معنای پیکسل کاملاً روشن یا سفید است . این نوع تصویر به دلیل تک بیتی بودن ساده ترین نوع تصویر است .

gray_scale: تصویری که به صورت ماتریسی از پیکسل ها (درایه ها) بیان میشود که برخلاف **RGB** این ماتریس تک بعدی است و واقع رنگ ها در آن مشخص نیستند و تصویر خاکستری میباشد . اما درایه ها میتوانند مقادیر **n** بیتی برای نشان دادن سطح روشنایی اختیار کنند که معمولاً از ۸ بیت (۰ تا ۲۵۵) استفاده میشود .

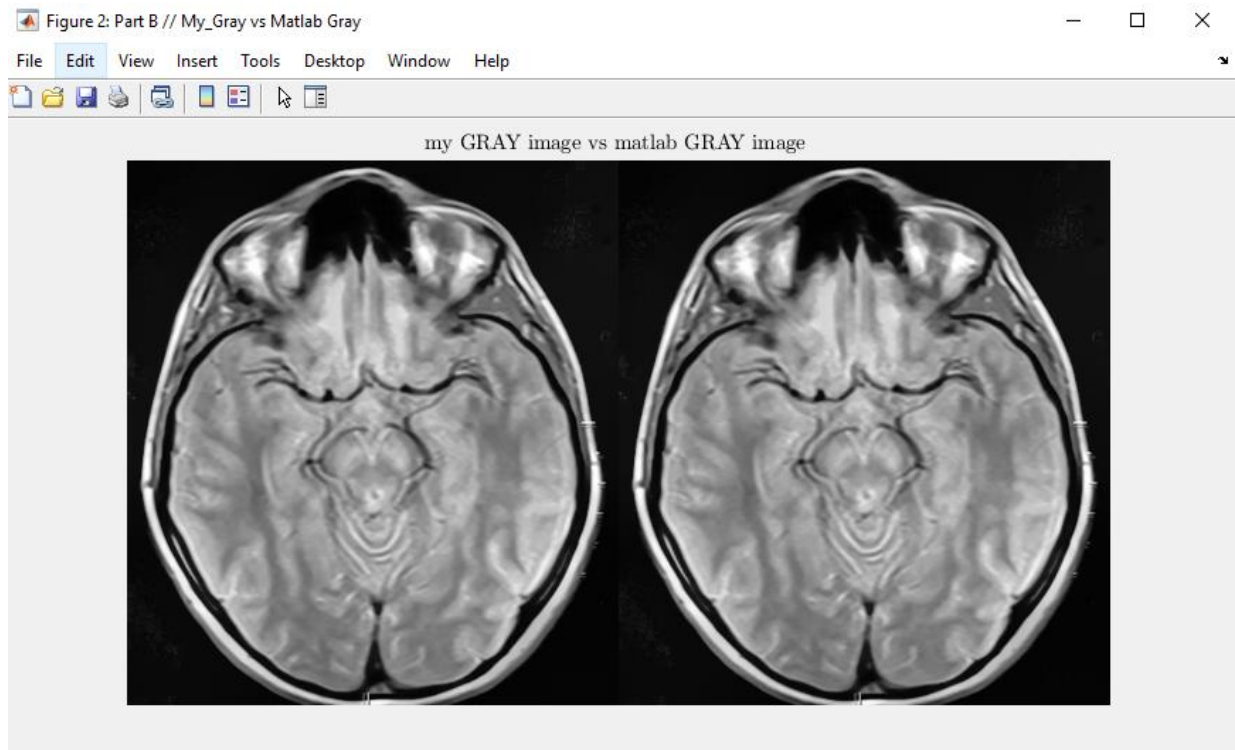
double: فرمت هر کدام از تصاویر بالا میتواند به **double** تبدیل شود و در واقع از این نوع تصویر قابلیت نمایش ندارد و برای انجام محاسبات روی ماتریس تصویر انجام میشود . همچنین لازم به ذکر است دقت انجام عملیات ریاضی در این نوع تصویر بیشتر است زیرا در تصاویر **uint** در هر مرحله از محاسبات اعداد به اعداد صحیح گرد میشوند در حالی که در نوع دابل میتوان اعداد اعشاری ذخیره کرد ، به این ترتیب محاسبات نهایی دقیق تر خواهد شد .

الگوریتم تبدیل تصویر **RGB** به **Gray** به این صورت است :

$$Gray\ scaled\ image = (0.2989)R + (0.5870)G + (0.1140)B$$

که در آن R بعد اول ماتریس تصویر اصلی و نشان دهنده رنگ قرمز ، G بعد دوم ماتریس تصویر اصلی و نشان دهنده رنگ سبز و B بعد سوم ماتریس تصویر اصلی و نشان دهنده رنگ آبی می باشد .

با استفاده از این رابطه تابع `my_rgb2gray` نوشته شد و شکل زیر نمایش خروجی از این تابع در کنار خروجی تابع `rgb2gray` متلب میباشد.



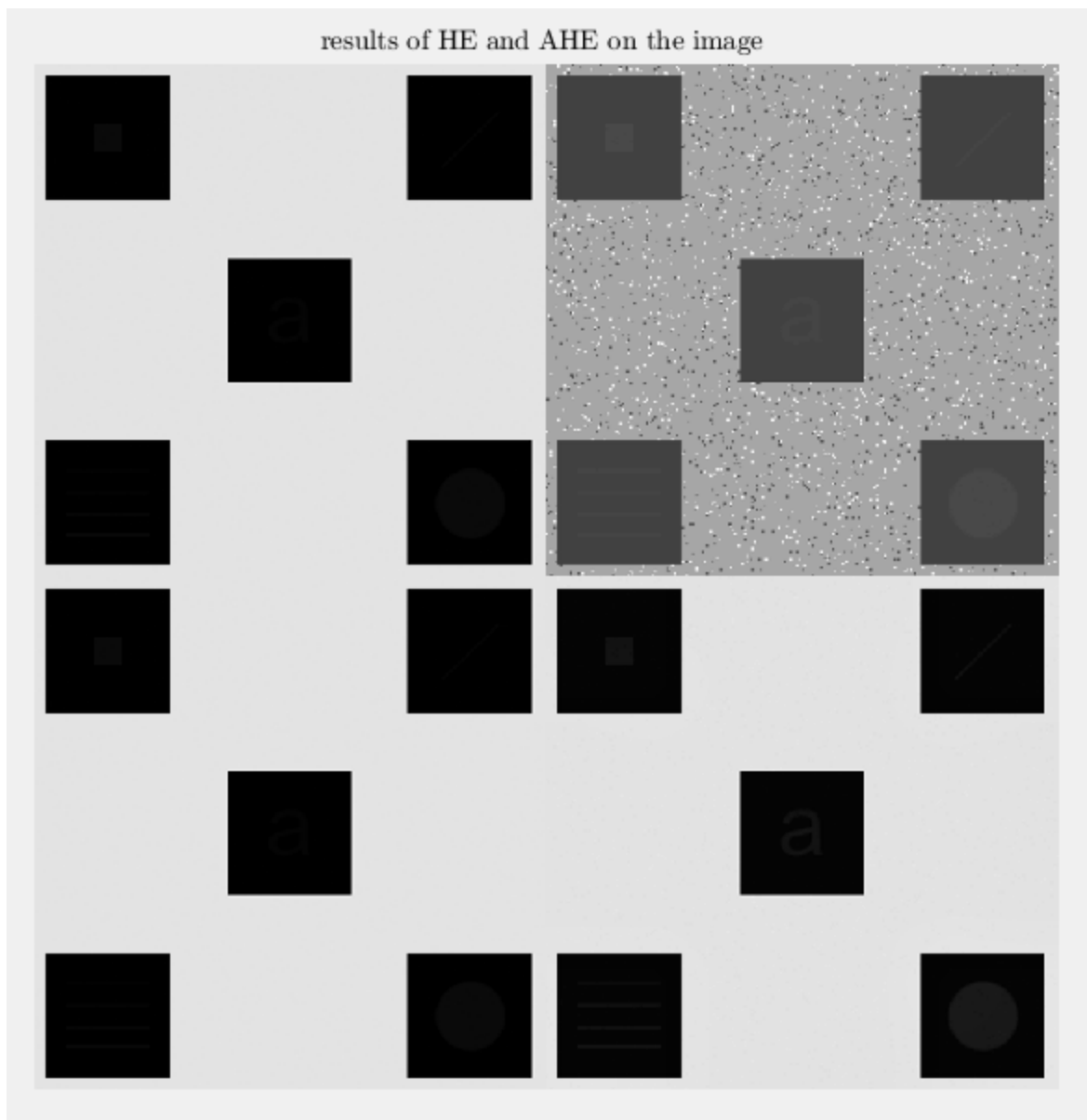
ج) در نهایت خروجی تابع `my_rgb2gray` به صورت تصویری با نام `gray_Brain_MRI.png` ذخیره شد و در فایل خروجی آورده شده است .

سوال ۲.

Histogram Equalization (HE): در این عمل تابع هیستوگرام تصویر که در واقع نشان دهنده میزان تکرار نسبی سطوح روشنایی مختلف در تصویر هست یکنواخت میشود. به این ترتیب که سطوح روشنایی پر تکرار تر به بازه ی بزرگتری از اعداد و سطوح روشنایی کم تکرار تر به بازه ی کوچک تری از اعداد نگاشته میشود به نحوی که تعادل ایجاد شده و هیستوگرام تحت این تبدیل یکنواخت شود و در واقع با این کار کنتراست تصویر را بهبود میبخشند.

Adaptive Histogram Equalization (AHE): با توجه به اینکه معمولا بخش ها مختلف یک تصویر هیستوگرام ها و در واقع سطوح روشنایی بسیار متفاوتی میتوانند داشته باشند (خاصیت ایستا بودن در تصاویر اکثرا وجود ندارد) در اکثر موارد یکنواخت سازی هیستوگرام کلی تصویر ممکن است تصویر را به میزان زیاد تغییر دهد. یک روش بهتر برای بهبود بخشیدن به کنتراست تصویر با یکنواخت کردن هیستوگرام ، **Adaptive Histogram Equalization** می باشد که در واقع هیستوگرام بخش ها مختلف تصویر به صورت محلی یکنواخت میشود (بازه های کوچک تری که هیستوگرام محلی در آن ها تقریبا ایستا است).

شکل زیر نتیجه اعمال **AHE** و **HE** به یک تصویر است ، در ردیف اول تصویر اصلی در کنار تصویر بعد از اعمال **HE** نمایش داده شده و در ردیف دوم تصویر اصلی در کنار تصویر بعد از اعمال **AHE** (با استفاده از یک پنجره $7 * 7$ نشان داده شده است. همانطور که میبینیم در حالت اول آسیب زیادی را به تصویر شاهد هستیم به طوری که نقطه های سیاه و سفید در تصویر به دست آمده همچین شدت روشنایی تصویر نسب به تصویر اصلی تغییر ملموسی کرده است در حالی که با روش دوم در حالی که کنتراست تصویر بیشتر شده و حروف داخل مربع ها مشخص شده اند با این حال به کلیت تصویر آسیبی نرسیده است.

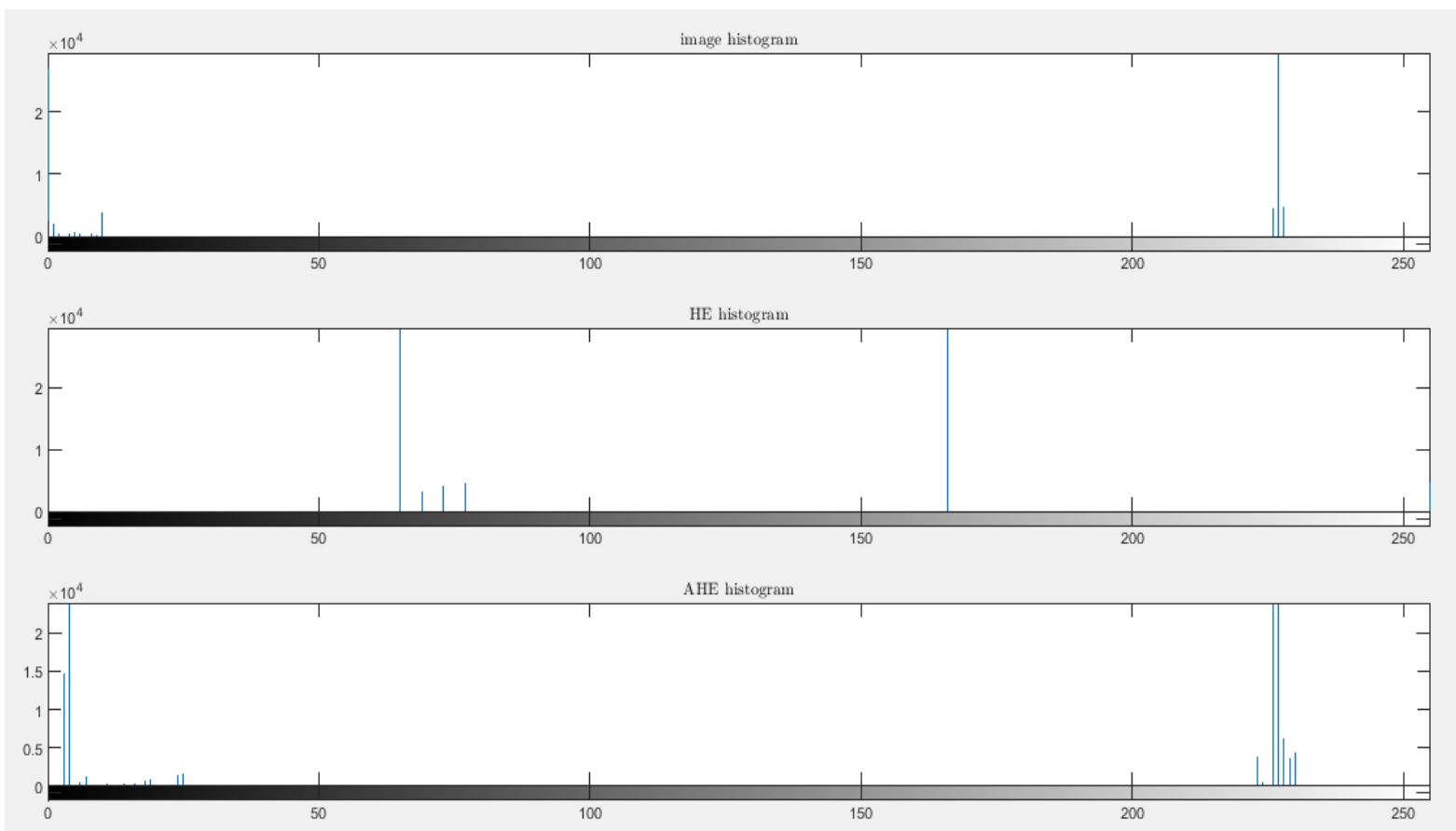


در شکل زیر نیز هیستوگرام های تصویر اصلی و دو تصویر بهبود یافته با AHE و HE در کنار هم نشان داده شده اند.

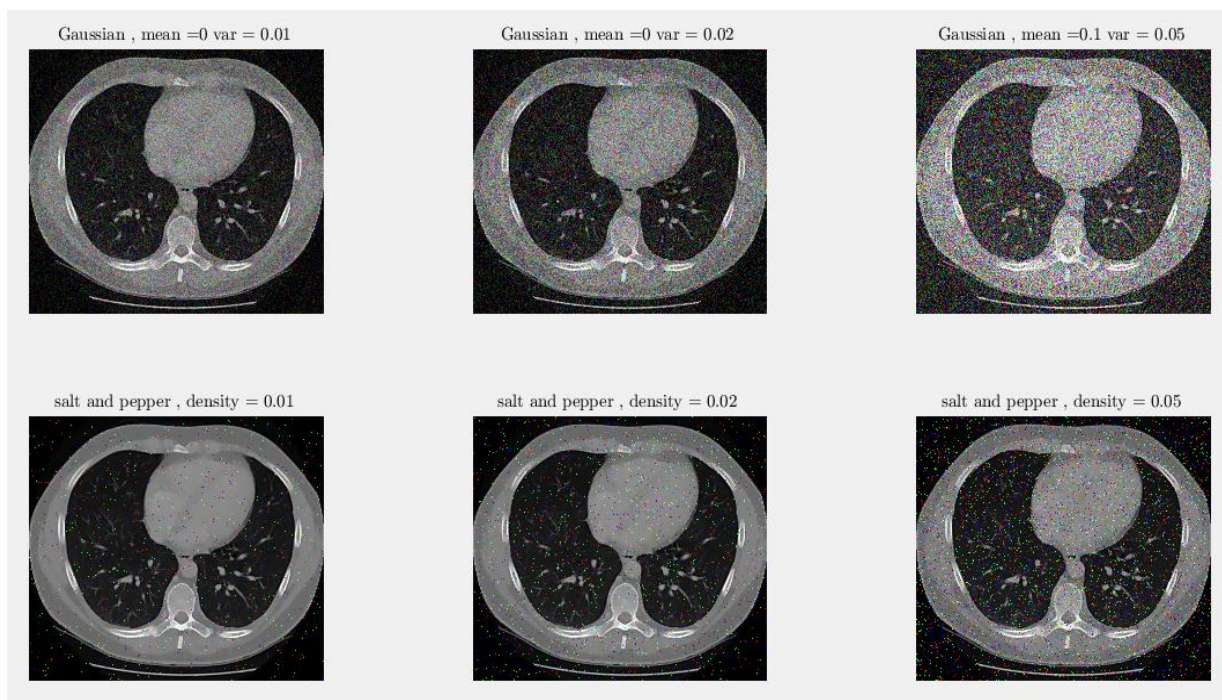
میدانیم در عمل حتی با انجام این روش ها یکنواخت سازی کامل هیستوگرام تصویر ممکن نیست (به دلیل اینکه هیستوگرام با تابع چگالی متفاوت است و خطاهای تبدیل روابط تیوری) اما این روش ها تا حدی باعث بهبود هیستوگرام میشوند .

بعد از اعمال HE انتظار داشتیم هیستوگرام تصویر کاملاً یکنواخت باشد که همانطور که توضیح داده شد و در تصویر نیز میبینیم این اتفاق در عمل رخ نداده است اگر چه نسبت به تصویر اصلی هیستوگراف پخش تر شده است و این پخش شدن همراه با تغییرات شدید است .

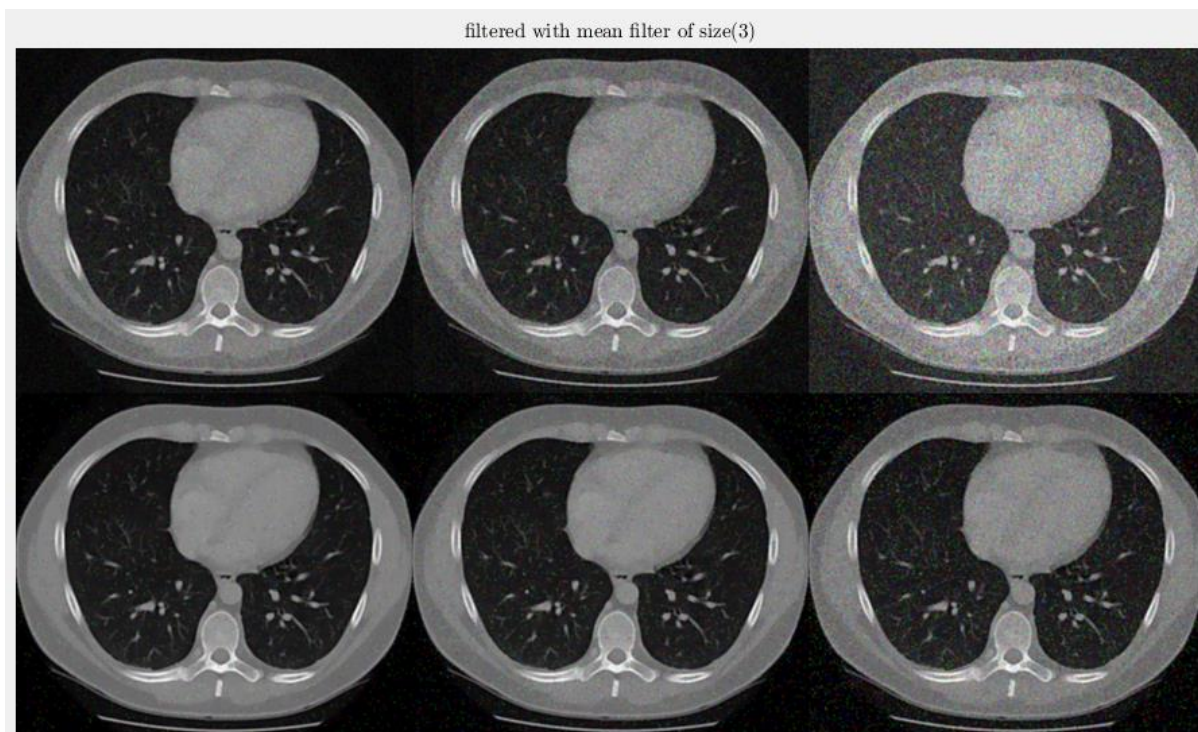
اما در روش دوم با توجه به محلی بودن یکنواخت سازی انتظار داریم بدون ایجاد تغییرات شدید در هیستوگرام، در نواحی تراکم در هیستوگرام تصویر اصلی کمی پخش شدگی را شاهد باشیم که با توجه به تصویر هم میبینیم که در عمل همین اتفاق نیز افتاده است . درواقع کلیت هیستوگراف بسیار شبیه به حالت اولیه اش است با این تفاوت که به صورت محلی بهبود یافته است .



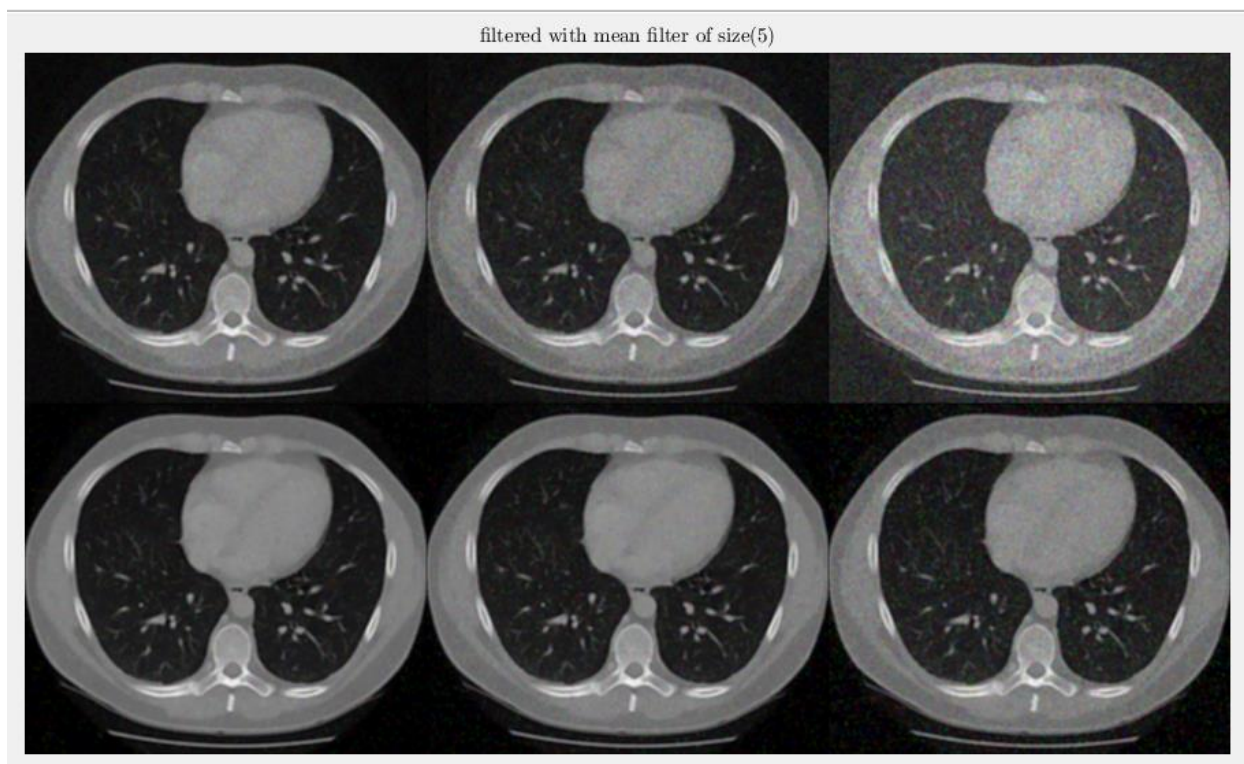
سوال ۳. ب) شکل زیر مقادیر مختلفی از نویز گاوسی و نمک فلفلی را در کنار هم نمایش میدهند .



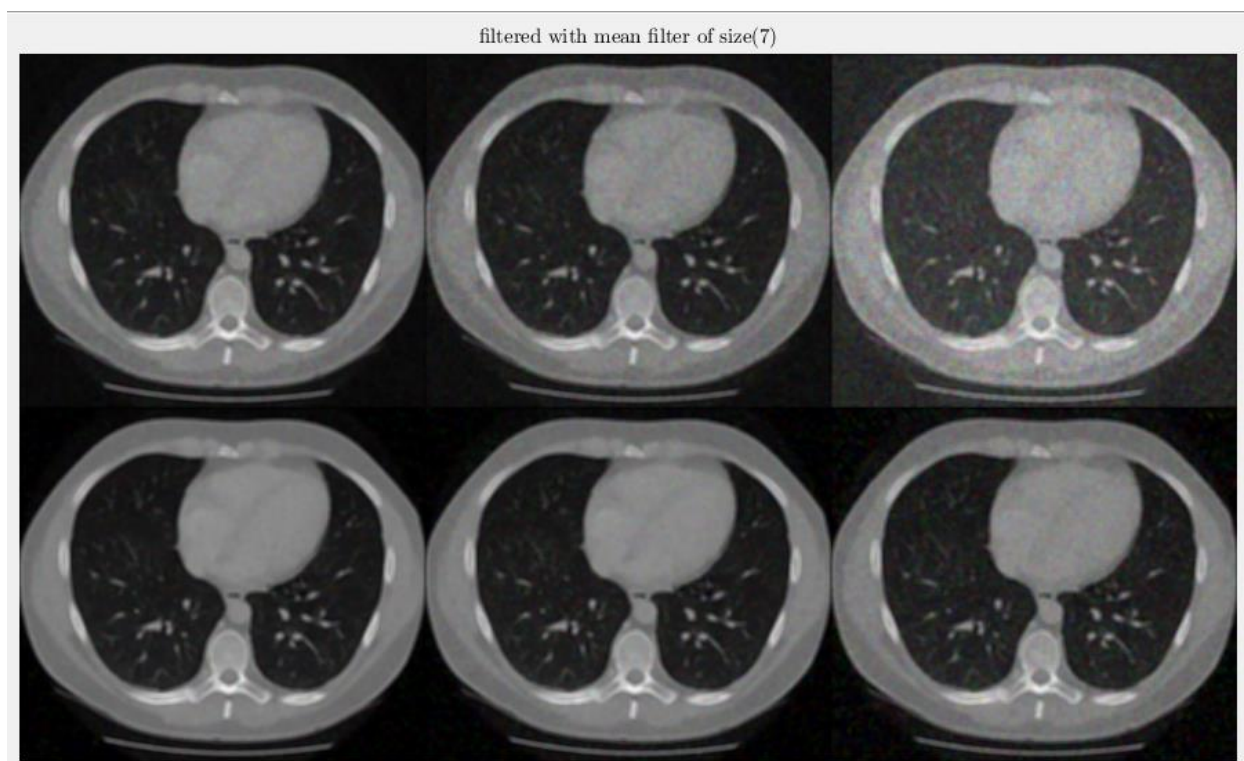
ج) با استفاده از فیلتر میانگین گیر با سایز ۳ تصاویر به شکل زیر در می آیند .



با استفاده از فیلتر میانگین گیر با سایز ۵ تصاویر به شکل زیر در می آیند .



با استفاده از فیلتر میانگین گیر با سایز ۷ تصاویر به شکل زیر در می آیند .



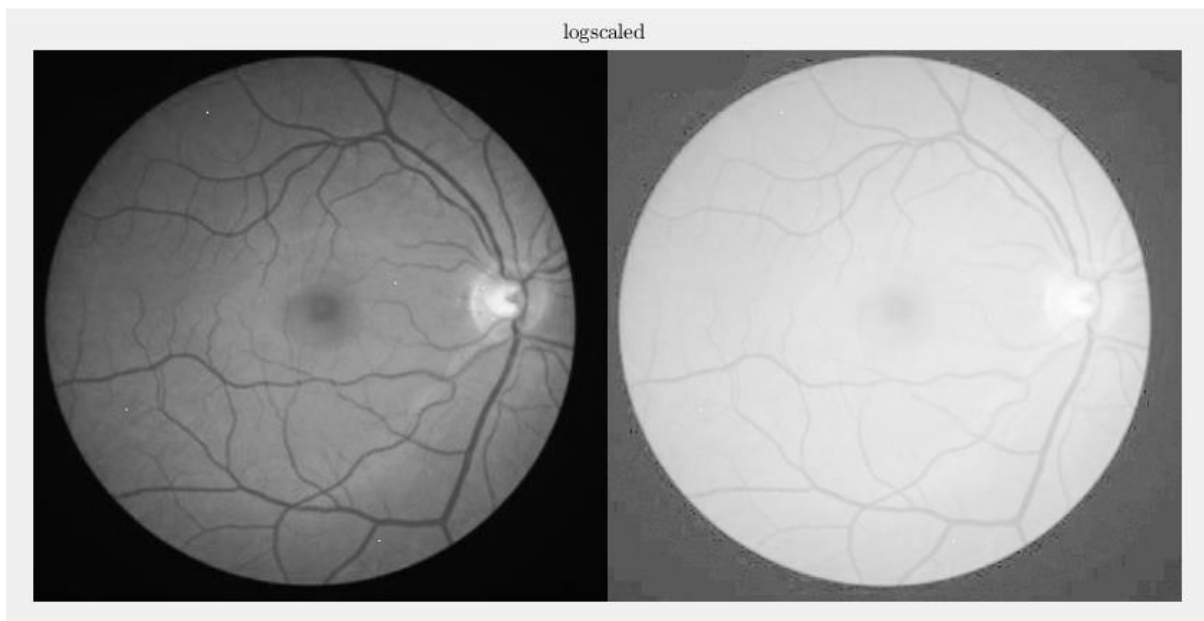
اگر در تصاویر دقت کنیم میبینیم که فیلتر میانگین گیر برای حذف نویز بسیار بسیار نامناسب است . در واقع به این دلیل که یک نقطه نویزی که کاملاً سیاه یا کاملاً سفید شده در پیکسل های اطرافش تاثیر قابل توجهی میگذارد (به دلیل یکسان بودن سهم هر پیکسل در فیلتر میانگین گیر) نویز را به جای از بین بردن در تصویر پخش میکند . وقتی فیلتر کردن با سایز های کوچک انجام میشود نویز تقریباً اصلاً از بین نمیرود و با بالا رفتن سایز کرنل یک نوع تار شدگی یا محو شدگی در تصویر به وجود می آید که حاصل گرفتن میانگین بین پیکسل ها است . در این نوع فیلترینگ برای این دو نویز خاص نه تنها نویز کامل حذف نمیشود بلکه تصویر تار شده و لبه های محلی تصویر نیز محو میشوند . بهتر از برای این نوع نویز ها از فیلتر میانه گیر استفاده کنیم تا نویز را با کمترین آسیب به تصویر و کاملاً حذف کنیم . این روش با کرنل کوچک میتواند صرفاً برای حذف مقدار بسیار بسیار کمی از این نویزها میتواند روش ساده و نسبتاً مفیدی باشد.

سوال ۴.

در روش logarithmic ، محور r به محور s نگاشته میشود بطوریکه :

$$S = (L - 1) \frac{\log(r + 1)}{\log(L)}$$

شکل زیر تصویر اصلی را در کنار تصویر تبدیل یافته با روش logarithmic نشان میدهد .



در روش power_law، محور r به محور s نگاشته میشود بطوریکه :

$$S = (L - 1) \left(\frac{r}{L - 1} \right)^\gamma$$

برای انتخاب مقدار مناسب γ در حالت های مختلف نتایج را نشان دادم که با اجرا کردن قسمت

Question 4 _ investigating which parameter is suitable for power scaling transformation

در بخش کد ها به صورت یک gif قابل نمایش است . از نتیجه آن مقدار برای این روش تبدیل انتخاب شده است . شکل زیر تصویر اصلی را در کنار تصویر تبدیل یافته با این روش و پارامتر ذکر شده نشان میدهد .



تفسیر نتایج :

میدانیم تبدیل لگاریتمی شدت روشنایی های بیشتر (روشن تر) را به بازه های فشرده تر و شدت روشنایی های کمتر (تیره تر) را به بازه های گسترده تر می نگارد . تبدیل توانی نیز با شرط $\gamma > 1$ دقیقاً معکوس تبدیل

لگاریتمی عمل میکند . با این توصیف ، تبدیل لگاریتمی برای تصاویری که غالبا تیره هستند و تبدیل توانی برای تصاویری که غالبا روشن هستند نتیجه ی مناسبی میدهند .

بخش اصلی تصویر ما (بدون در نظر گرفتن پس زمینه سیاه) ناحیه داخل چشم است که عموما روشن هست و رگ ها با رنگ های تیره مشخص هستند ، با این توضیحات یک تصویر روشن داریم و روش تبدیل توانی میتواند به ما کمک کند تا رگ هایی که کمتر مشخص هستند را واضح تر ببینیم .

شکل های بالا نیز نشان میدهد که تبدیل لگاریتمی در بدست آورد اطلاعات به ما هیچ کمکی نکرده و حتی باعث از دست دادن اطلاعات هم شده است . اما تبدیل توانی اگر چه باعث از دست رفتن اطلاعات در حاشیه تصویر شده است اما بسیار به ما کمک کرده تا اشعابات رگ ها را در ناحیه میانی تصویر واضح تر ببینیم .

سوال ۵.

در حالت اول وقتی از روش استانه گذاری استفاده میکنیم (با انتخاب مقدار ۲۰۰ به عنوان استانه روشنایی) نتیجه به صورت زیر تولید میشود :



همانطور که میبینیم اگر چه در این حالت ناحیه خروج عصب ها با رنگ سفید مشخص شده ، نواحی دیگری نیز به صورت نقطه های کوچک سفید در تصویر وجود دارد .

یک روش بسیار ساده برای حذف این نویز استفاده از فیلتر میانگین گیر با کرنل کوچک (برای جلوگیری از محو شدگی زیاد) می باشد . که چون دت این نویز بسیار کم است و به صورت نقطه های سفید درون بازه سیاه است اثر آن را میتوان از بین برد .

برای اینکار دو راه داریم :

(۱) انجام روش استانه گذاری و سپس استفاده از فیلتر

(۲) استفاده از فیلتر و سپس انجام استانه گذاری

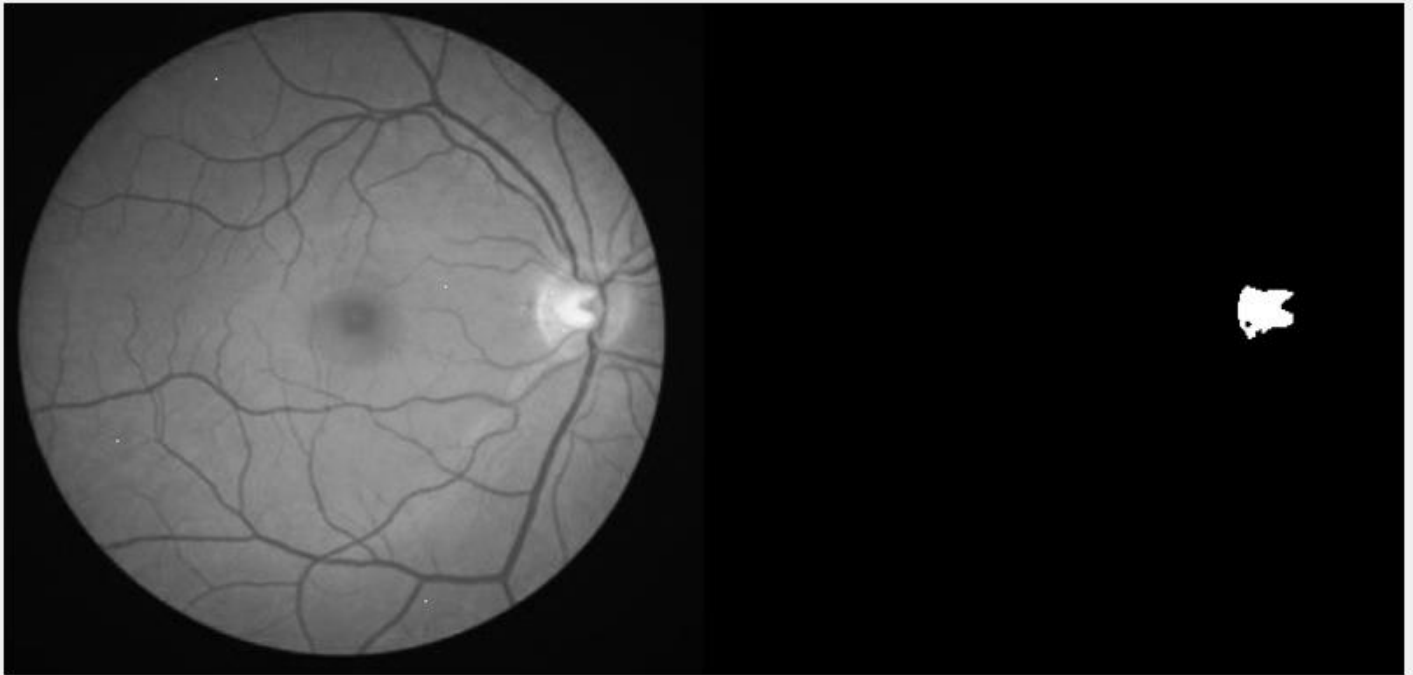
فیلتر استفاده شده در دو حالت میانگین گیر با ابعاد 3×3 می باشد.

خروجی روش اول به این شکل است :



خروجی روش دوم به این شکل است :

setting a threshold after mean filtering



همانطور که میبینیم روش دوم عملکرد بهتری دارد و به این علت هست که در واقع وقتی فیلترینگ را بعد از استانه گذاری انجام میدهیم تصویر از حالت باینری خارج مشود و سطوحروسنایی های جدید به وجود می اید به همین علت اگر دقت کنیم هم ناحیه خروج عصب ها در تصویر کاملاً روشن نیست و هم نويز ها سفید کامل تیره نشدند و همچنین اثر محو شدگی به دلیل فیلترینگ نیز ملموس هست ، در واقع نیاز هست که مجدداً بعد این کار روش استانه گذاری را پیاده کنیم . در کل روش دوم دقت بالاتری دارد پس بهتر است ابتدا تصویر را از یک فیلتر میانگین گیر با سایز کوچک عبور دهیم سپس روش استانه گذاری را پیاده کنیم .