



# دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(پلی تکنیک تهران)

نام و نام خانوادگی:

پیمان هاشمی

شماره دانشجویی:

400131032

درس:

تصویر پردازش رقمی

عنوان پروژه:

تشخیص تغییر تصویر SAR بر اساس مورفولوژی ریاضی و الگوریتم خوشه‌بندی K-Means

## مقدمه

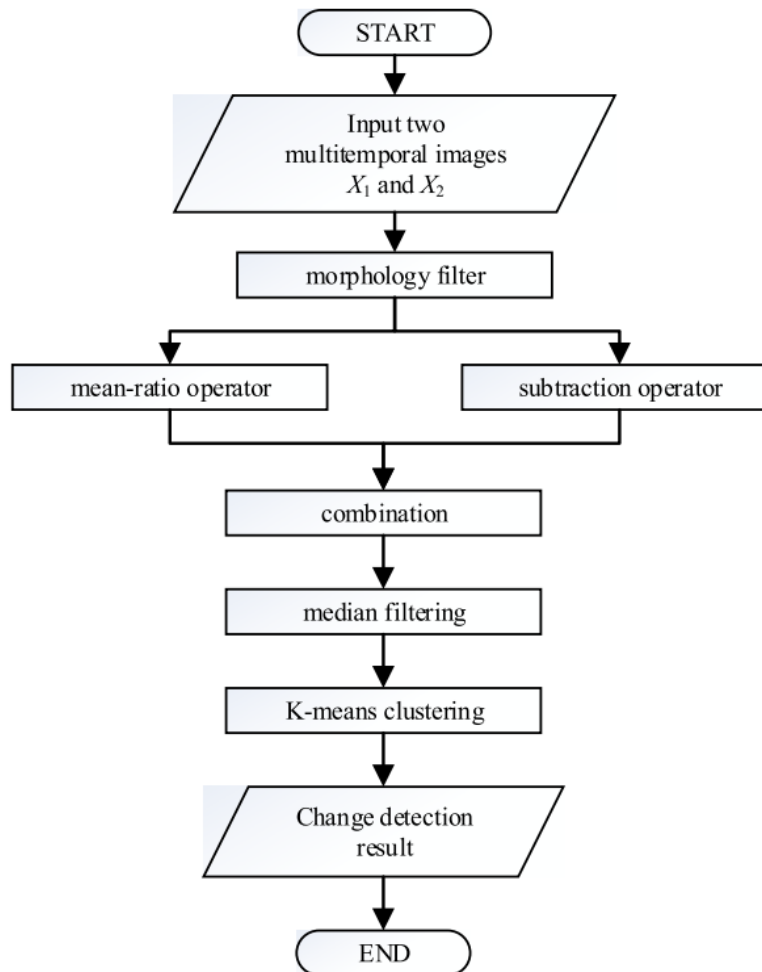
تصاویر رادار دیافراگم مصنوعی (SAR) در نظارت بر حوادث و محیط زیست استفاده شده است. مقاله انتخاب شده با هدف کاهش اثر نویز بر تشخیص تغییر تصویر SAR، رویکردی مبتنی بر فیلتر مورفولوژی ریاضی و خوشه‌بندی K-means برای تشخیص تغییر تصویر SAR ارائه می‌کند [1].

تشخیص تغییر تصویر سنجش از دور، فرآیندی است که در آن تغییرات در یک سطح جغرافیایی با تجزیه و تحلیل تصاویر به دست آمده در زمان‌های مختلف، در یک مکان جغرافیایی مشخص می‌شود. تصاویر رادار دیافراگم مصنوعی (SAR) توسط پالس‌های متوالی امواج رادیویی و پژواک هر پالس ایجاد می‌شوند. تشخیص تغییر تصویر رادار دیافراگم مصنوعی (SAR) با توسعه و بکارگیری فناوری سنجش از راه دور به یک روش مهم تبدیل شده است و به دلیل اینکه SAR می‌تواند داده‌های تصویر را تحت هر شرایط نوری و آب و هوایی به دست آورد.

عملگر تفریق به راحتی می‌تواند تغییر واقعی و جزئیات مساحت را منعکس کند. با این حال، تصویر به دست آمده توسط عملگر تفریق به راحتی تحت تأثیر نویز قرار می‌گیرد. نویز لکه‌ای در SAR کیفیت تشخیص تغییر تصویر SAR را کاهش می‌دهد.

## روش پژوهش

1) ابتدا، نویز ضربی تصویر SAR با یک تبدیل لگاریتمی به نویز افزایشی تبدیل می‌شود. در مقایسه با نویز ضربی، پردازش نویز افزایشی آسان‌تر است. نویز دو تصویر SAR ایجاد شده با فیلتر مورفولوژیکی حذف می‌شوند. 2) سپس عملگر نسبت میانگین (mean ratio) و عملگر تفریق برای به دست آوردن دو تصویر متفاوت استفاده می‌شود. فیلتر میانی بر روی تصویر بدست آمده از ترکیب دو تصویر متفاوت اعمال می‌شود تا تصویر تفاوت نهایی را به دست آورید. 3) از آنجایی که یک مدل آماری دقیق برای تصویر تفاوت را نمی‌توان به راحتی ایجاد کرد، نتایج تشخیص تغییر با استفاده از الگوریتم K-means خوشه‌بندی که به هیچ توزیع نیاز ندارد برای یافتن ناحیه تغییر یافته و ناحیه بدون تغییر استفاده می‌شوند.



### مرحله 1

هنگامی که تبدیل های لگاریتمی انجام می شود، نویز ضربی به نویز افزایشی تبدیل می شود. با این حال، تبدیل های لگاریتمی می توانند پیکسل های با شدت پایین را افزایش داده و مقادیر پیکسل را فشرده کنند. پس از ثبت دو تصویر  $X_1$  و  $X_2$  و  $Im_1$  و  $Im_2$  را می توان با تبدیل لگاریتمی به صورت زیر بدست آورد:

$$Im_1(i, j) = \log(X_1 + 1)$$

$$Im_2(i, j) = \log(X_2 + 1)$$

عملیات مورفولوژی ریاضی شامل دو مجموعه در پردازش تصویر است: مجموعه پیکسل تصویر و مجموعه کوچک یا تصویر عناصر ساختار (SEs) یا کرنل (kernel).

عملیات open اغلب برای حذف جزئیات کوچک روشن که کوچکتر از SE هستند استفاده می شود و عملیات close جزئیات تاریک کوچک را حذف می کند. به طور متناوب، عملیات open و close را می توان برای حذف اجزای نویز کوچک استفاده کرد. فیلتر مورفولوژی به صورت زیر ارائه شده است.

$$F_{1O} = MAX(MIN (F \bullet S_1, F \bullet S_2) \circ S_1, \\ MIN (F \bullet S_1, F \bullet S_2) \circ S_2) \\ F_O = MAX(MIN (F_{1O} \bullet S_3, F \bullet S_4) \circ S_3, \\ MIN (F_{1O} \bullet S_3, F \bullet S_4) \circ S_4)$$

که در آن  $S_1, S_2, S_3$  و  $S_4$  چهار SE هستند و  $F$  تصویر SAR را نشان می دهد. زمانی که  $S_1$  و  $S_2$  یکسان هستند، هر دو معادله برابر هستند. علاوه بر این، این روش در درجه اول از فیلتر دو مرحله ای استفاده می کند.  $F_{1O}$  نتیجه مرحله اول و  $F_O$  نتیجه نهایی فیلتر است. MAX و MIN به ترتیب حداکثر و حداقل مقادیر پیکسل های مربوطه را در دو تصویر نشان می دهند. ابتدا، عملیات close با دو SE جزئیات تاریک را از یک تصویر حذف می کند. برای جلوگیری از دست دادن جزئیات بیش از حد عملیات open، حداقل از بین دو نتیجه را انتخاب می کنیم. برای کاهش جزئیات روشن در یک تصویر، عملیات open بر روی نتیجه قبلی بر اساس همان دو SE اعمال می شود. از آنجایی که عملیات open و close دو عملگر هستند، ما حداکثر عملیات باز را در این تحلیل انتخاب کردیم. به طور مشابه، نتیجه نهایی  $F_O$  از طریق یک روش مشابه با استفاده از دو SE مختلف به دست می آید. برای حفظ جزئیات بیشتر،  $S_1$  و  $S_2$  معمولاً اندازه کوچکی دارند. علاوه بر این، برخی از اجزای بزرگ را نمی توان با مرحله اول فیلتر حذف کرد. بنابراین برای عملکرد بهتر،  $S_3$  و  $S_4$  نباید کوچکتر از  $S_1$  و  $S_2$  باشند.

## مرحله 2

پس از حذف نویز  $Im1$  و  $Im2$  توسط فیلتر مورفولوژی، تصاویر  $F1$  و  $F2$  به دست می آیند.  $Xm$  و  $Xd$  توسط عملگر نسبت میانگین و عملگر تفریق به صورت زیر تولید می شوند:

$$X_m(i, j) = 1 - \min \left( \frac{u_1(i, j)}{u_2(i, j)}, \frac{u_2(i, j)}{u_1(i, j)} \right) \\ X_d(i, j) = |F_1(i, j) - F_2(i, j)|$$

که در آن  $u1(i, j)$  و  $u2(i, j)$  مقادیر میانگین همه پیکسل ها در یک همسایگی  $3 \times 3$  پیکسل  $(i, j)$  به ترتیب در  $F1$  و  $F2$  هستند. عملگر نسبت متوسط می تواند نویز در تصاویر را سرکوب کند، اما تصویر به دست آمده از عملگر نسبت میانگین مبهم خواهد بود. برای استفاده موثر از مزایای دو نوع تفاوت تصاویر و بهبود نتایج تشخیص، تصویر تفاوت نهایی  $D$  با فرمول زیر تعریف می شود:

$$D = \alpha X_m + (1 - \alpha) X_d$$

که  $\alpha \geq 0$ . برای تصاویر مختلف، پارامتر  $\alpha$  را می توان برای متعادل کردن اثر نویز تنظیم کرد. این روش می تواند نتایج تشخیص بهتری نسبت به یک روش واحد داشته باشد. فیلتر میانی بر روی تصویر بدست آمده از ترکیب دو تصویر متفاوت اعمال میکنیم تا تصویر تفاوت نهایی را به دست آورید. (متأسفانه اندازه کرنل مورد استفاده برای این فیلتر در مقاله اشاره نشده است)

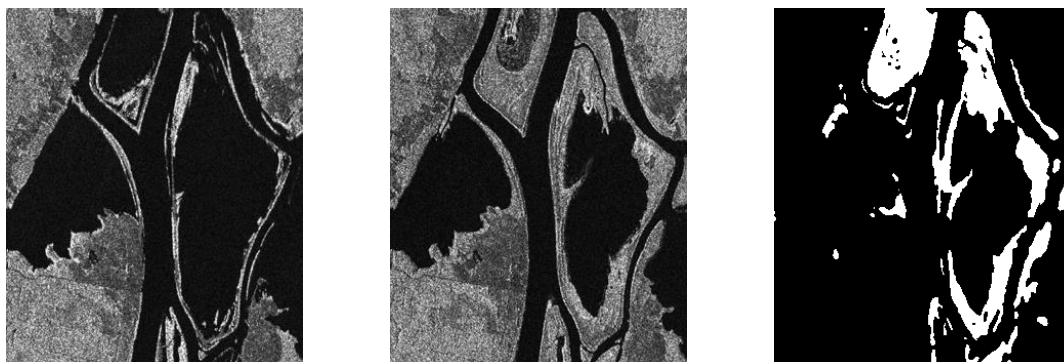
### مرحله 3

به عنوان یک الگوریتم طبقه بندی بدون نظارت کلاسیک، خوشه بندی  $K$ -means بر اساس مجموعه ای از مرکز  $k$  برای هر کلاس و به حداقل رساندن واریانس در کلاس های دسته  $k$  است. علاوه بر این،  $c_i$  و  $cd$  به ترتیب نشان دهنده مرکز پیکسل های تغییر یافته و پیکسل های بدون تغییر هستند. هنگامی که  $k = 2$ ، الگوریتم  $K$ -means++ برای انتخاب مقدار اولیه استفاده می شود. در مقایسه با الگوریتم  $K$ -means برای انتخاب تصادفی مرکزهای اولیه، الگوریتم  $K$ -means++ می تواند مرکزهای اولیه را برای نتایج خوشه بندی بهتر به دست آورد.

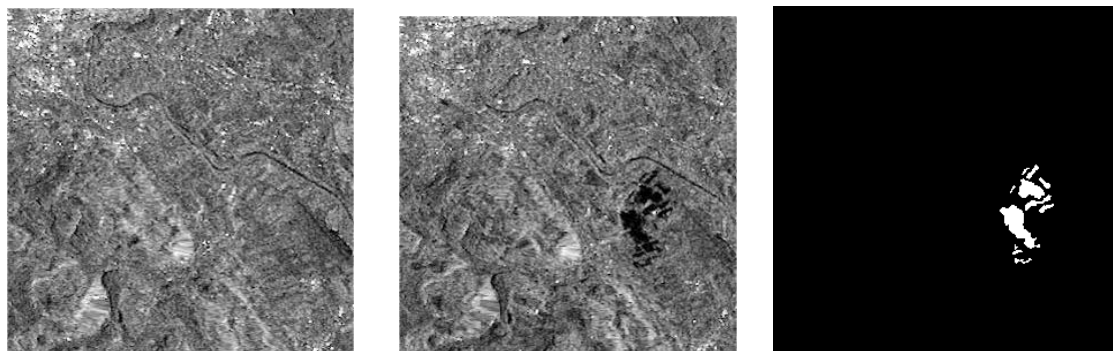
### نتایج

در مقاله انتخاب شده از 3 دیتاست استفاده است که هر دیتاست از 3 عکس تشکیل شده است. این 3 عکس شامل عکس اولیه (قبل از تغییرات)، عکس ثانویه (عکس بعد از تغییرات)، و عکس نشان دهنده تغییرات رخ داده (ground truth) میباشد. دیتاست های مورد استفاده شامل موارد زیر میشود:

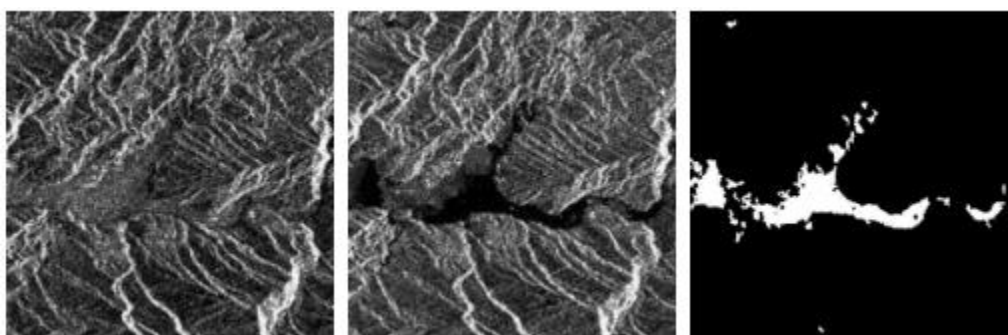
**:Ottawa dataset**



**:Beren dataset**

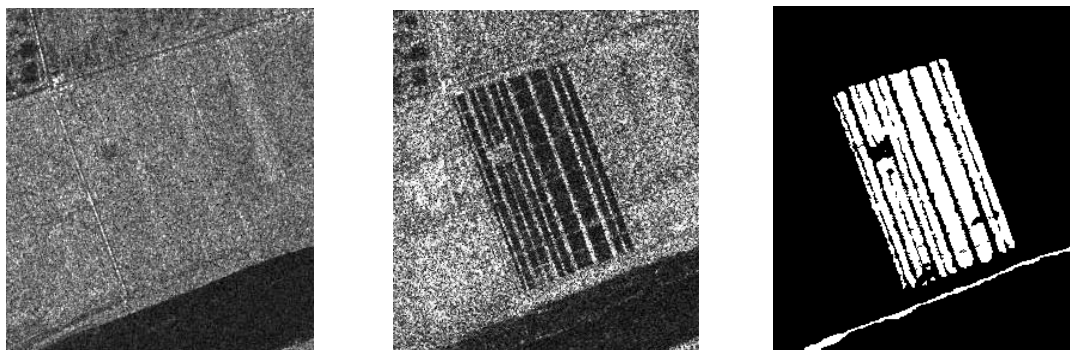


**:Shimen dataset**



( متاسفانه این دیتا ست با وجود سرچ های بسیار زیاد موجود نبود به جای آن از دیتا ست دیگری استفاده شده است که در ادامه معرفی خواهد شد )

## :Yellow river dataset



برای اولین مجموعه داده ، S1 به عنوان یک عنصر ساختار خطی با طول 2 و زاویه 0 درجه انتخاب می شود. S2 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 90 درجه انتخاب می شود. S3 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 3 و زاویه 0 درجه انتخاب می شود. S4 به عنوان المان سازه ای خطی با طول 3 و زاویه 90 درجه انتخاب شده است.

برای مجموعه داده دوم، S1 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 45- درجه انتخاب می شود. S2 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 30- درجه انتخاب شده است. S3 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 45 درجه انتخاب شده است. S4 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 30 درجه انتخاب شده است.

برای مجموعه داده سوم، S1 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 12 درجه انتخاب می شود. S2 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 24 درجه انتخاب شده است. S3 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 12- درجه انتخاب شده است. S4 به عنوان یک عنصر ساختاری خطی با طول 2 و زاویه 24- درجه انتخاب شده است.

نتایج بدست آمده با توضیحات برای هر دیتاست به همراه نتایج بدست آمده در مقاله مربوطه در زیر آورده شده است:

## نتایج بدست آمده بر روی Ottawa dataset:



الف) تصویر بدست آمده (سمت راست) در زمان  $t_1$  از تبدیل لگاریتمی. ب) تصویر بدست آمده (سمت چپ) در زمان  $t_2$  از تبدیل لگاریتمی.



الف) تصویر بدست آمده (سمت راست) از انجام عملیات مورفولوژی در زمان  $t_1$ . ب) تصویر بدست آمده (سمت چپ) از انجام عملیات مورفولوژی در زمان  $t_2$



img1 mean



img2 mean



mean ratio of 2 images



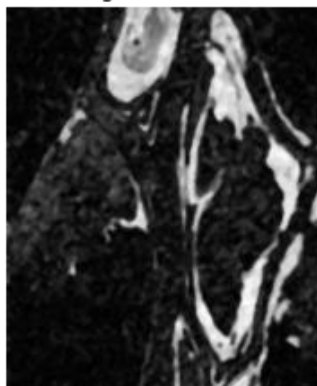
subtraction of img1 and img2



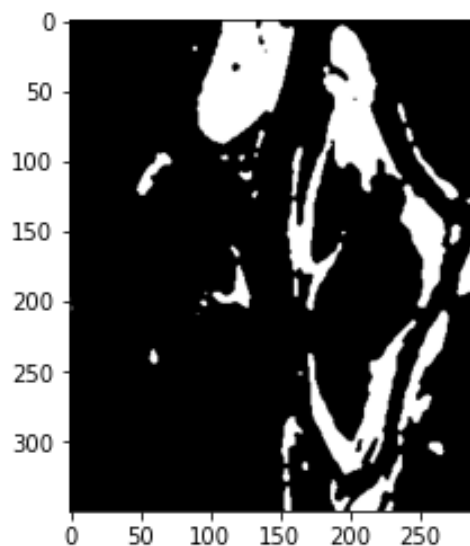
combined image



median image with kernel size of 5



Ottawa dataset تصاویر بدست آمده برای



تصویر حاصل از اجرای k-means بر روی تصویر median

نتایج نهایی به شرح زیر است:

result of k means clustering

True Positive : 14358

True Negative : 84119

False Positive : 1508

False Negative : 1507

the oceral error is : 3015

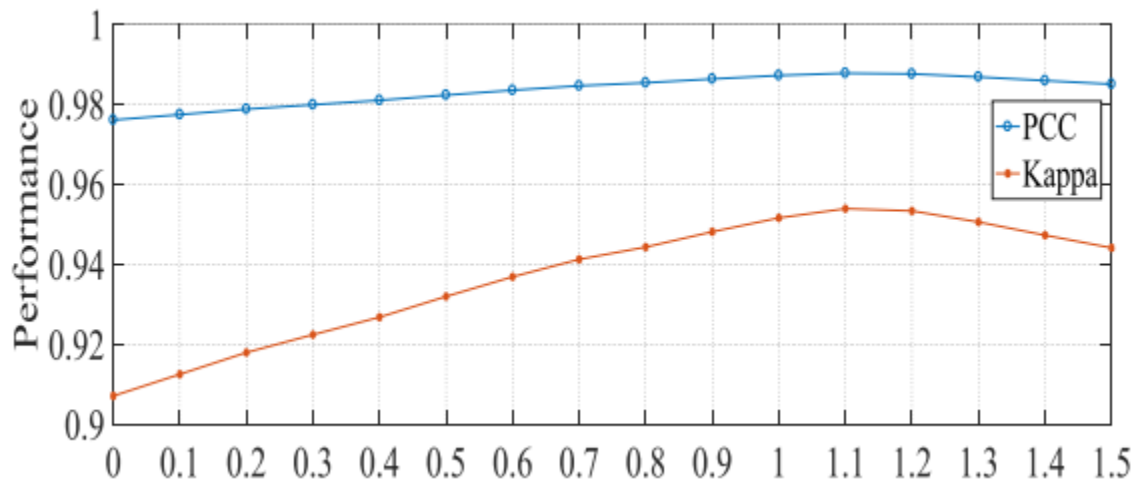
the percentage correct classification : 0.9702167487684729

kappa score : 0.8871314315372869

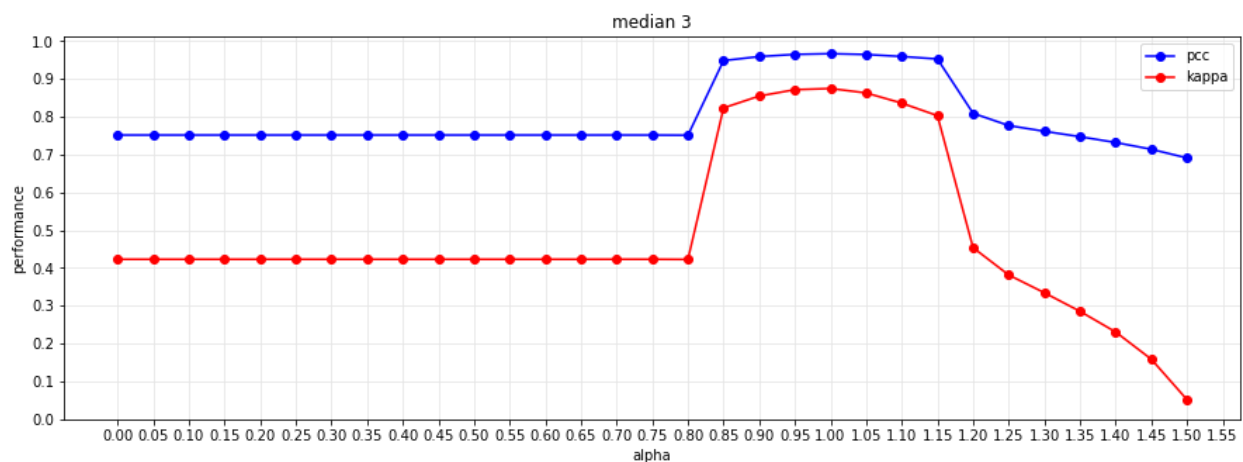
Data set	Method	FN	FP	OE	PCC (%)	Kappa
Ottawa	DWT-FLICM	1654	163	1817	98.21	0.9301
	PCA-K-means	1529	979	2508	97.52	0.9062
	TV-K-means	1382	714	2096	97.93	0.9214
	PCAnet	750	1088	1838	98.19	0.9313
	RM( $\alpha=0$ )	247	2603	2850	97.19	0.8989
	Proposed( $\alpha=1.1$ )	879	374	1253	<b>98.77</b>	<b>0.9532</b>
<b>implemented</b>		<b>1507</b>	<b>1508</b>	<b>3015</b>	<b>97.02</b>	<b>0.8871</b>

با توجه به این که اندازه کرنل مربوط به فیلتر میانی در مقاله اشاره نشده است برای بدست آوردن جدول مربوط به  $\alpha$  و kappa از 3 مقدار مختلف کرنل که شامل اندازه های 3، 5، و 7 میشود استفاده شد و نتایج آن برابر زیر است:

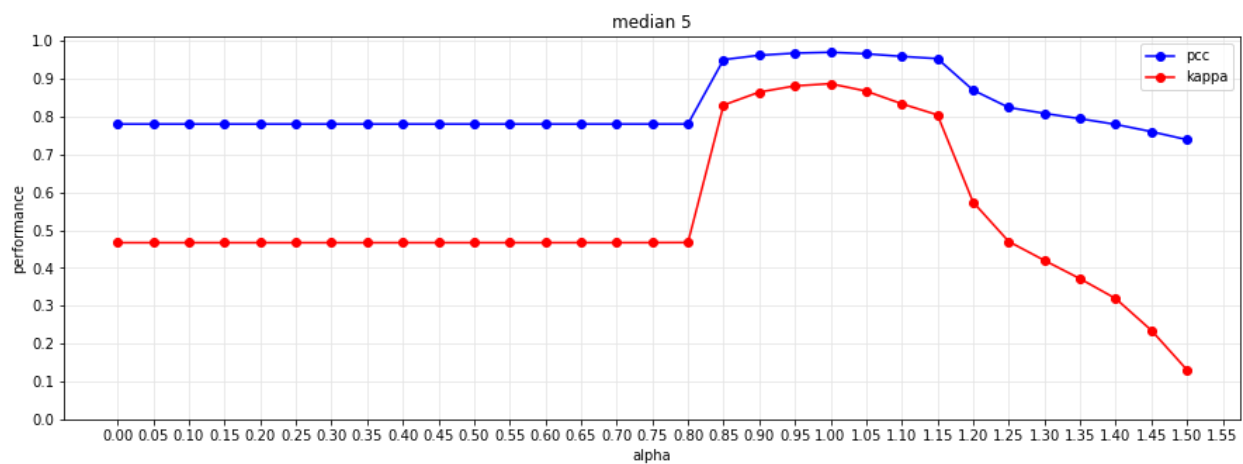
جدول آورده شده در مقاله:



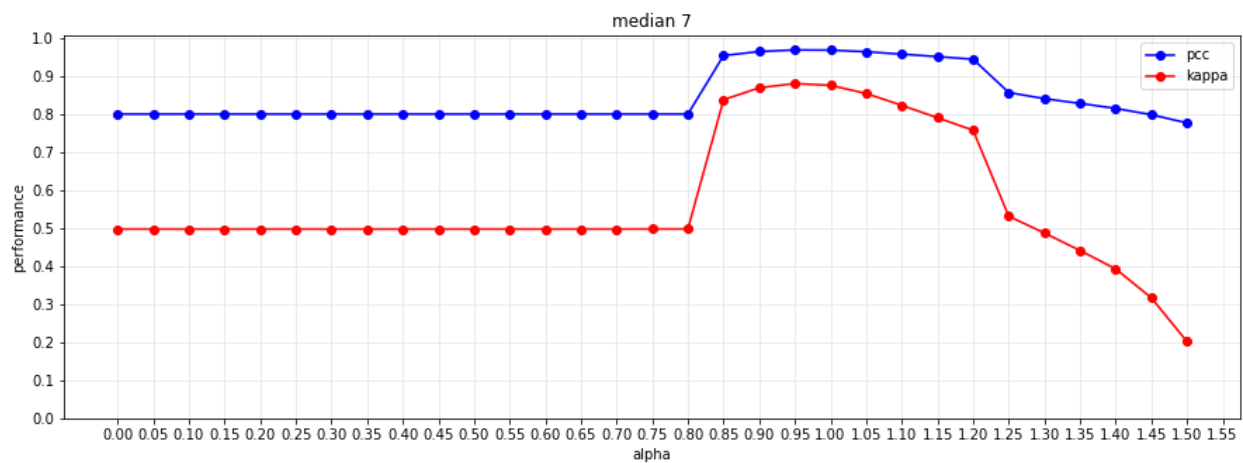
نتایج بدست آمده:



\*\*\*\*\*  
max pcc is : 0.966807881773399  
max kaapa score is : 0.8747081087887096  
\*\*\*\*\*



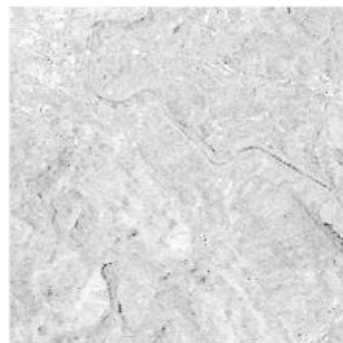
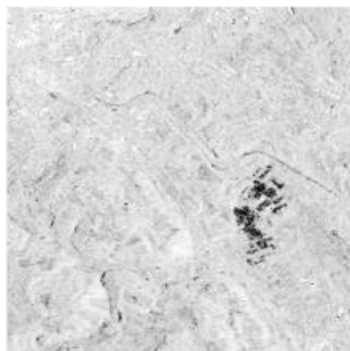
\*\*\*\*\*  
max pcc is : 0.9702167487684729  
max kaapa score is : 0.8871314315372869  
\*\*\*\*\*



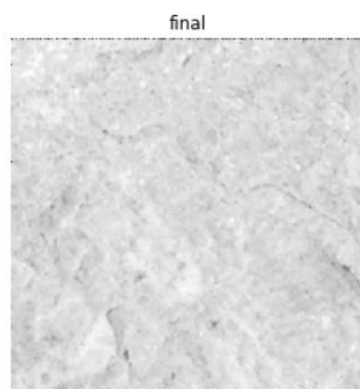
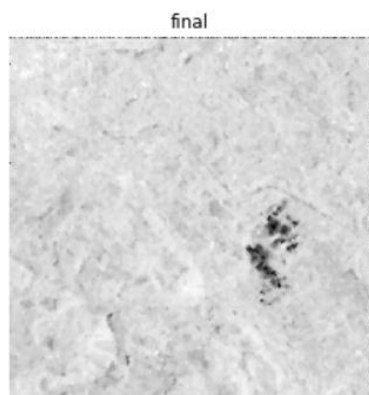
\*\*\*\*\*  
max pcc is : 0.9678029556650246  
max kaapa score is : 0.8794961219829839  
\*\*\*\*\*

(نتیجه گیری نهایی: نتایج بدست آمده بر روی این دیتاست با درصد بالا به نتایج بدست آمده در مقاله اصلی شباهت دارد)

## Bern dataset

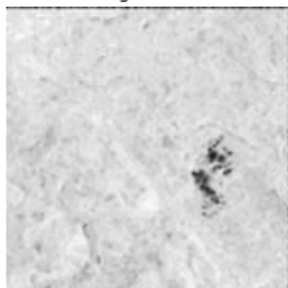


الف) تصویر بدست آمده (سمت راست) در زمان  $t_1$  از تبدیل لگاریتمی. ب) تصویر بدست آمده (سمت چپ) در زمان  $t_2$  از تبدیل لگاریتمی.

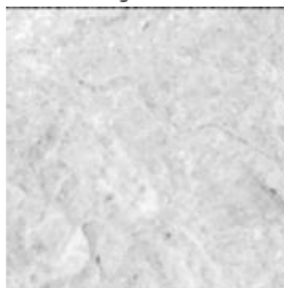


الف) تصویر بدست آمده (سمت راست) از انجام عملیات مورفولوژی در زمان  $t_1$ . ب) تصویر بدست آمده (سمت چپ) از انجام عملیات مورفولوژی در زمان  $t_2$

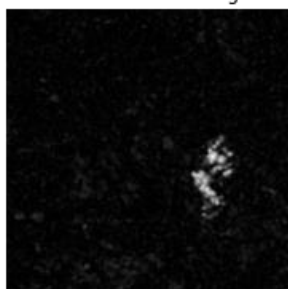
img1 mean



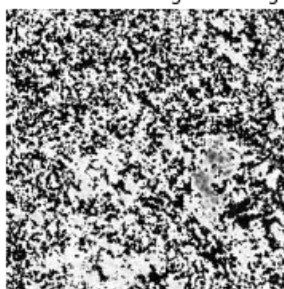
img2 mean



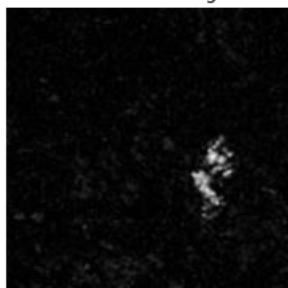
mean ratio of 2 images



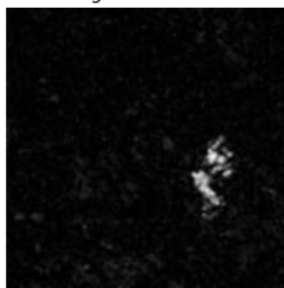
subtraction of img1 and img2



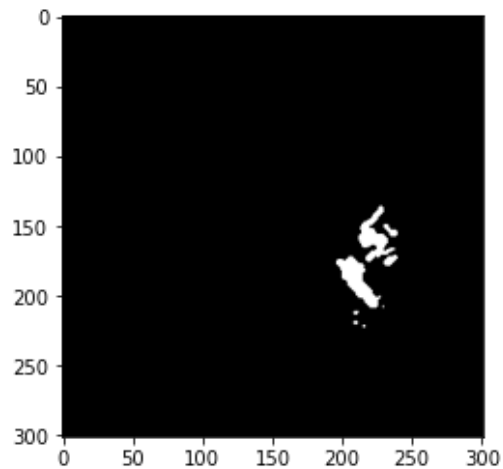
combined image



median image with kernel size of 3



تصاویر بدست آمده برای Bern dataset در مقاله مربوطه برابر



تصویر حاصل از اجرای k-means بر روی تصویر median

نتایج نهایی به شرح زیر است:

result of k means clustering

True Positive : 898

True Negative : 89410

False Positive : 115

False Negative : 178

the oceral error is : 293

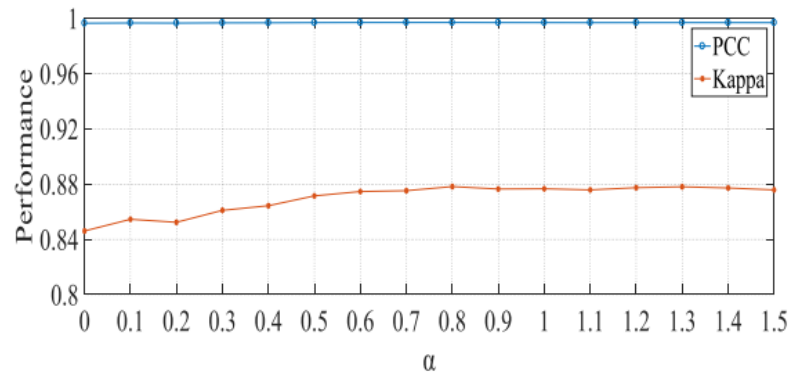
the percentage correct classification : 0.9967660401099325

kappa score : 0.8581071694204351

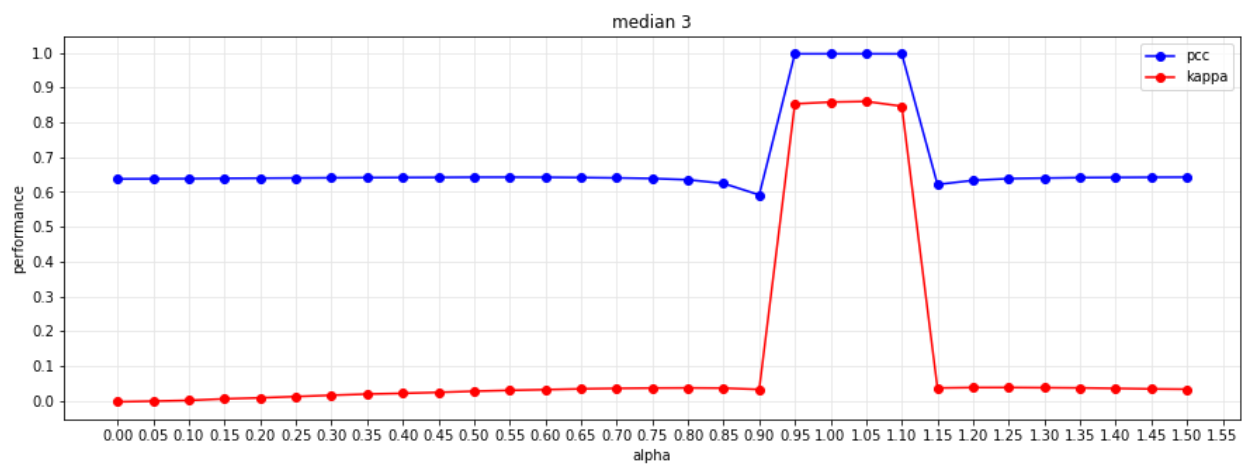
Data set	Method	FN	FP	OE	PCC (%)	Kappa
Bern	DWT-FLICM	175	154	329	99.64	0.8570
	PCA-K-means	162	119	281	99.69	0.8745
	TV-K-means	133	157	290	99.68	0.8741
	PCAnet	27	477	504	99.44	0.7264
	RM( $\alpha=0$ )	281	296	577	99.36	0.7034
	Proposed( $\alpha=0.8$ )	157	116	273	<b>99.70</b>	<b>0.8782</b>
<b>implemented</b>		<b>115</b>	<b>178</b>	<b>293</b>	<b>99.67</b>	<b>0.8581</b>

با توجه به این که اندازه کرنل مربوط به فیلتر میانی در مقاله اشاره نشده است برای بدست آوردن جدول مربوط به  $\alpha$  و kappa از 3 مقدار مختلف کرنل که شامل اندازه های 3، 5، و 7 میشود استفاده شد و نتایج آن برابر زیر است:

جدول آورده شده در مقاله:



نتایج بدست آمده:



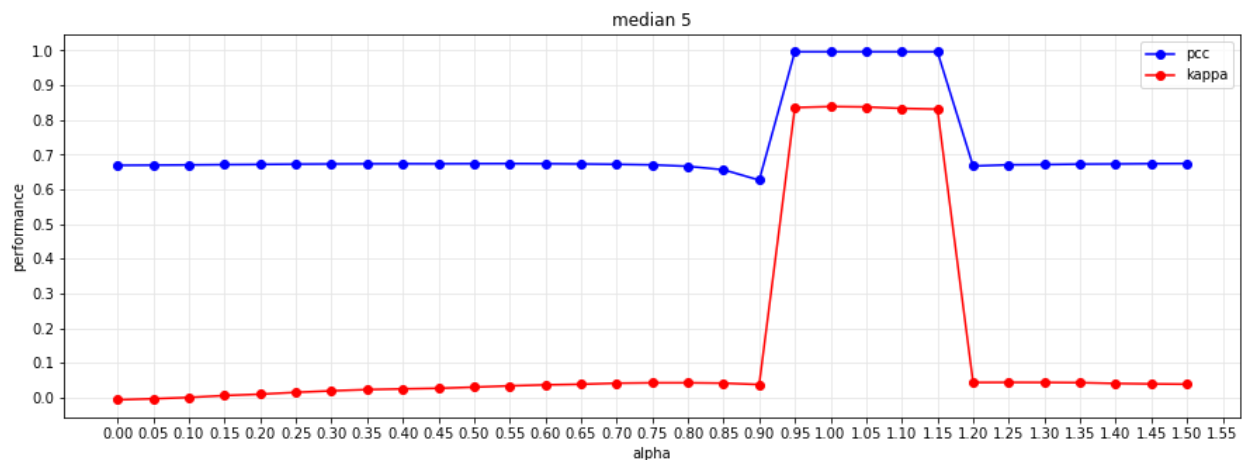
\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.996799152327237

max kaapa score is : 0.8598911954143876

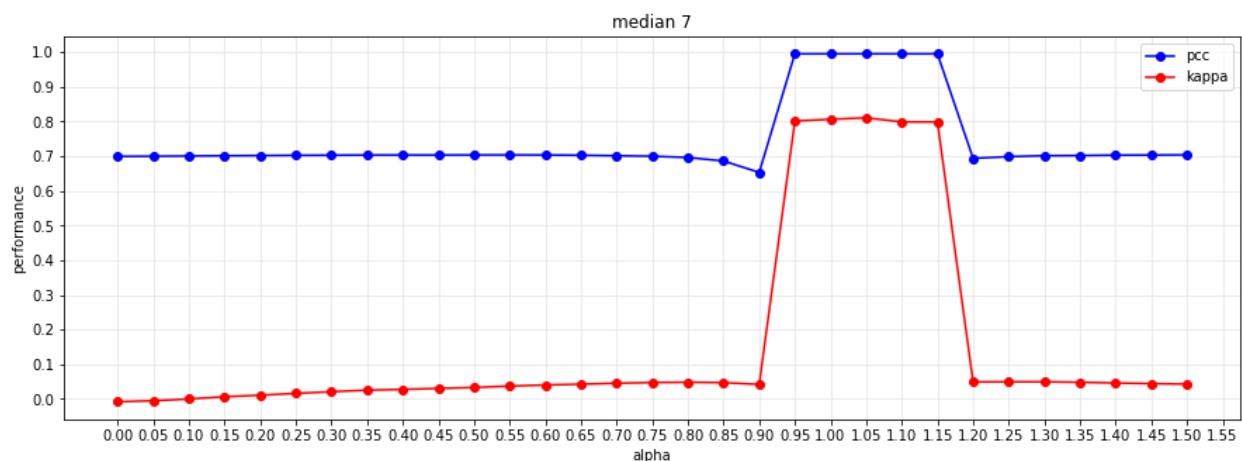
\*\*\*\*\*





\*\*\*\*\*  
max pcc is : 0.9963576560965111  
max kaapa score is : 0.8384829112895039  
\*\*\*\*\*

---

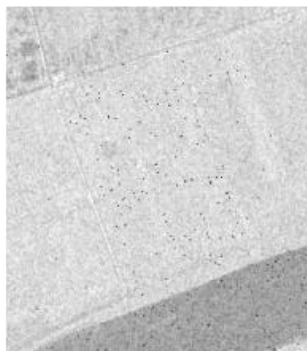
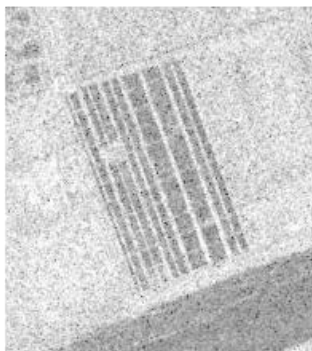


\*\*\*\*\*  
max pcc is : 0.9955960750985089  
max kaapa score is : 0.8108866808014705  
\*\*\*\*\*

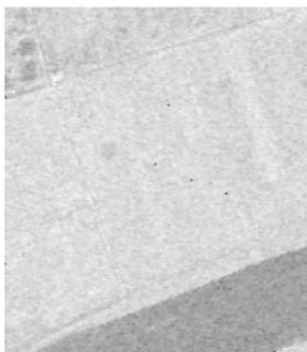
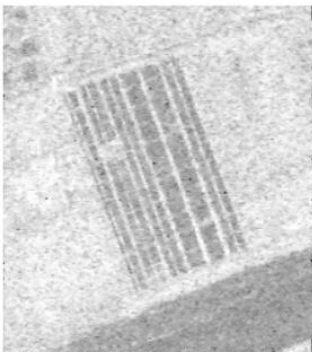
---

(نتیجه گیری : نتایج بدست آمده نسبت با مقاله انتخاب شده برابر می باشد)

## بررسی Yellow river dataset

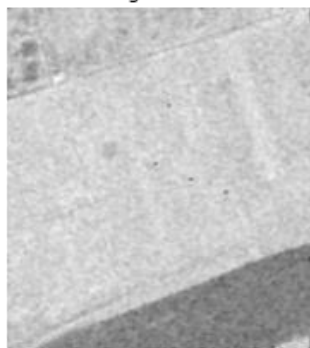


الف) تصویر بدست آمده (سمت راست) در زمان  $t_1$  از تبدیل لگاریتمی. ب) تصویر بدست آمده (سمت چپ) در زمان  $t_2$  از تبدیل لگاریتمی.

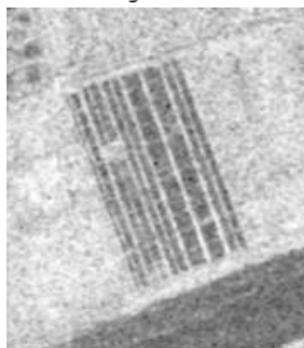


الف) تصویر بدست آمده (سمت راست) از انجام عملیات مورفولوژی در زمان  $t_1$ . ب) تصویر بدست آمده (سمت چپ) از انجام عملیات مورفولوژی در زمان  $t_2$

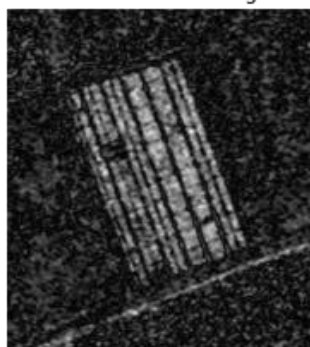
img1 mean



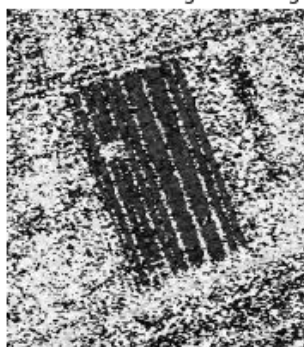
img2 mean



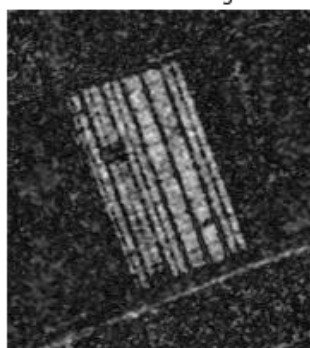
mean ratio of 2 images



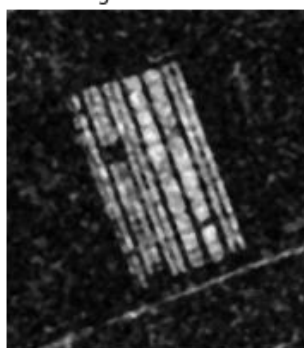
subtraction of img1 and img2



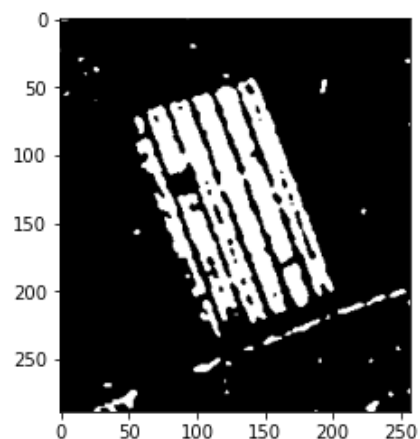
combined image



median image with kernel size of 5



تصاویر بدست آمده برای Yellow river dataset



تصویر حاصل از اجرای k-means بر روی تصویر median

نتایج نهایی به شرح زیر است:

```
result of k means clustering
True Positive : 11322
True Negative : 59696
False Positive : 1160
False Negative : 2095
the oceral error is : 3255
the percentage correct classification : 0.9561751915231645
kappa score : 0.8478217735304487
```

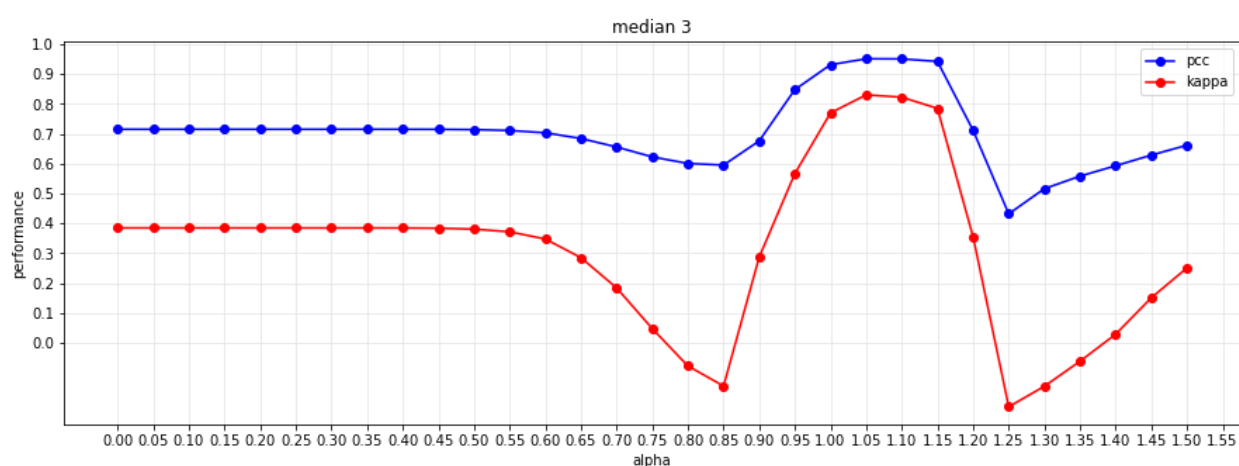
این دیتاست در مقاله اصلی آورده نشده است ولی با توجه به این که در تمام جدول های آورده شده بهترین نتیجه بعد از الگوریتم معرفی شده، الگوریتم PCAnet میباشد که نتایج اجرای الگوریتم مربوطه را با جدول مقاله [2] مقایسه میکنیم.

Methods	Results on the Yellow River dataset				
	$P_{FA}$	$P_{MD}$	GD/OE	PCC	KC
PCAKM [5]	3.51	19.83	2.24	93.54	77.85
MRFFCM [6]	1.05	22.14	2.89	95.13	82.38
GaborTLC [10]	1.90	17.21	3.20	95.33	83.68
D_MRFFCM [1]	1.08	19.92	3.23	95.51	83.92
Proposed method	3.10	10.62	3.62	95.54	85.15

همانطور که مشاهده میشود نتیجه بدست آمده بر مبنای الگوریتم PCAnet برابر 95.54 بوده است در حالی که نتایج حاصل از مقاله پیاده سازی شده بر روی این دیتاست برابر 95.61 میباشد.

(در روند پیاده سازی الگوریتم بر روی دیتاست Yellow river، اندازه های کرنل، و درجه اعمال آن با سعی و خطا و جستجوی حریص بدست آمده است)

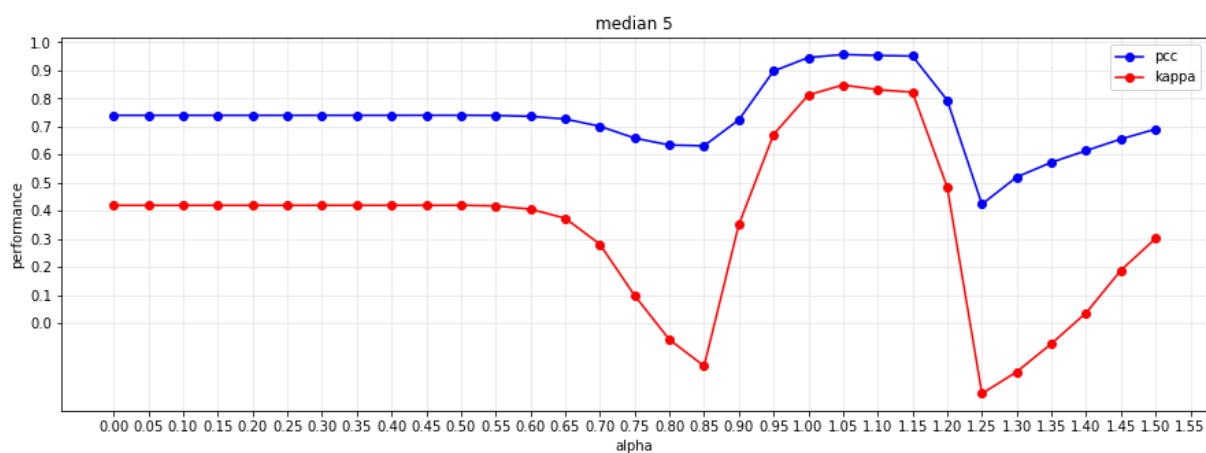
با توجه به این که اندازه کرنل مربوط به فیلتر میانی در مقاله اشاره نشده است برای بدست آوردن جدول مربوط به  $\alpha$  و kappa از 3 مقدار مختلف کرنل که شامل اندازه های 3، 5، و 7 میشود استفاده شد است و نتایج آن برابر زیر است:



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9511127866115546  
max kaapa score is : 0.8303544154019328

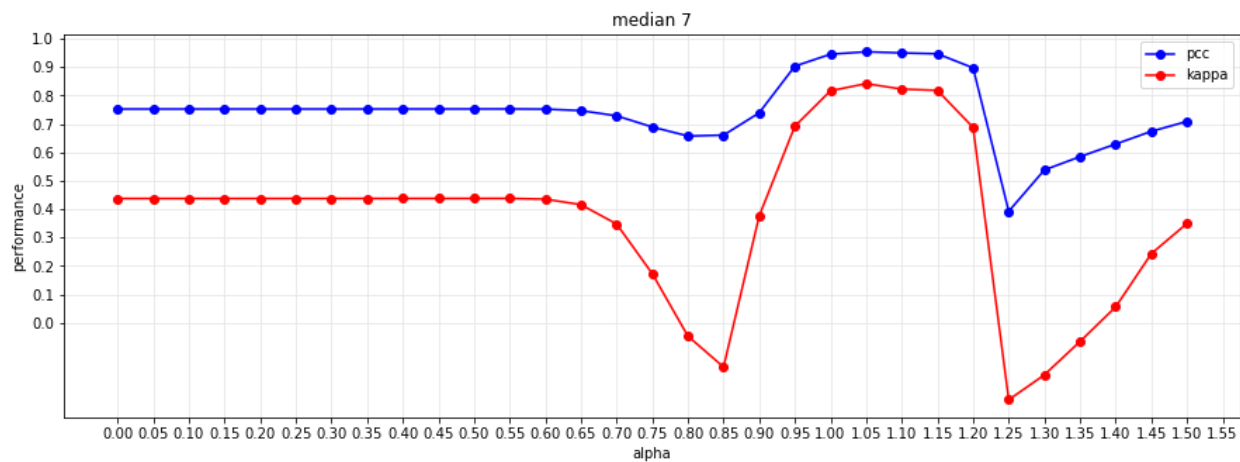
\*\*\*\*\*



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9561751915231645  
max kaapa score is : 0.8478217735304487

\*\*\*\*\*



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9537651636530099

max kaapa score is : 0.8416238831376193

\*\*\*\*\*

(نتیجه گیری : نتایج بدست آمده نسبت به مقاله مشابه با مقاله انتخاب شده بهتر می باشد)

## راهکار های ابتکاری:

### روش 1

یکی از راه حل های من برای بالا بردن دقت این است که تصویر حاصل از فیلتر میانه را از روی یک کرنل برای بالا بردن لبه را رد کنیم. برای این کار تصویر حاصل از میانه را با `filter2D` و کرنل مربوط به مشخص کردن لبه ها فیلتر میکنیم.

-1	-2	-1
-2	13	-2
-1	-2	-1

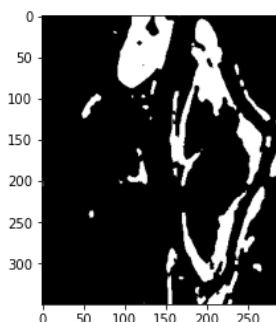
یکی از روش هایی که برای از بین بردن نویز میتوان استفاده کرد، `denoise_tv_chambolle` میباشد. در این مرحله میتوان فیلتر مورد نظر را بر روی تصویر حاصل از شارپ کردن تصویر اعمال کرده و سپس تصویر را نرمالیزه میکنیم.

سپس با استفاده از `fastNlMeansDenoising`، که هدف آن حذف نویز تصویر را با استفاده از الگوریتم `Non-local Means Denoising` است، تصویر را فیلتر کرده و سپس الگوریتم `k-means` را اجرا میکنیم.

(بهترین نتیجه نمایش داده میشود – نمایش حالات دیگر در کد موجود است)

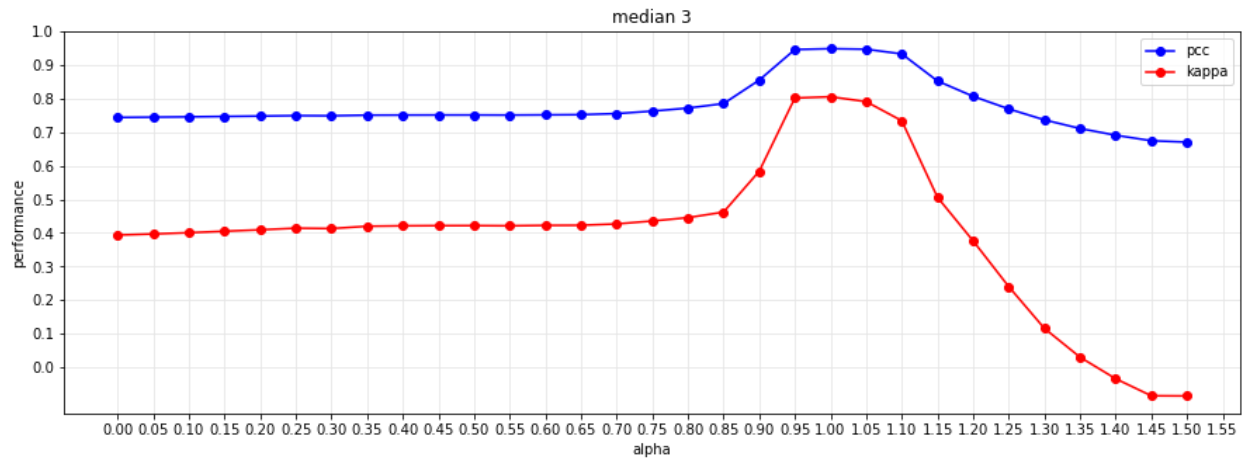
نتایج بدست آمده به صورت زیر است:

### Ottawa dataset



در این نتیجه  $\alpha$  برابر 1 و کرنل فیلتر میانه برابر 7 بوده است.

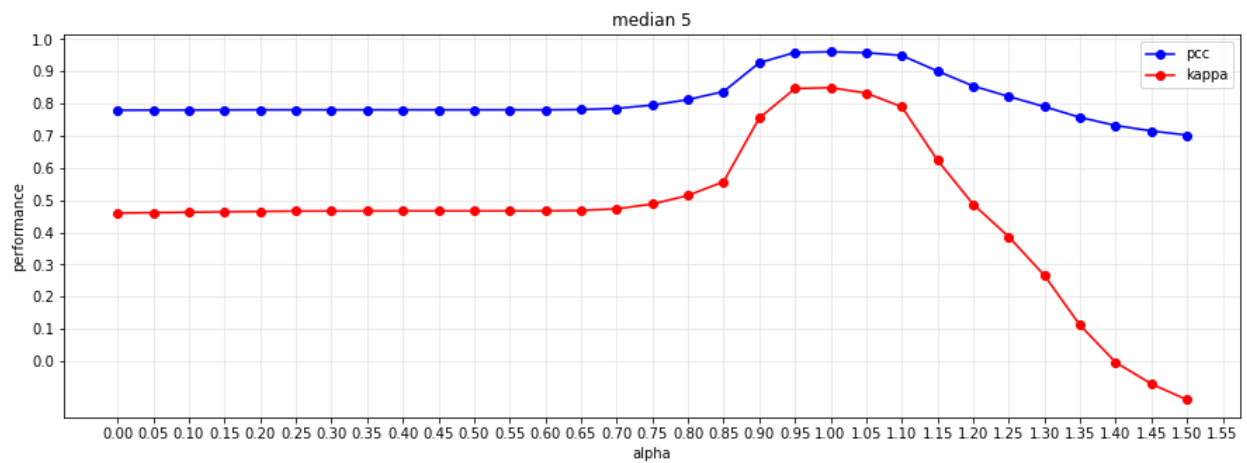
جداول آن به صورت زیر است:



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9485024630541872  
max kaapa score is : 0.8054356981199936

\*\*\*\*\*

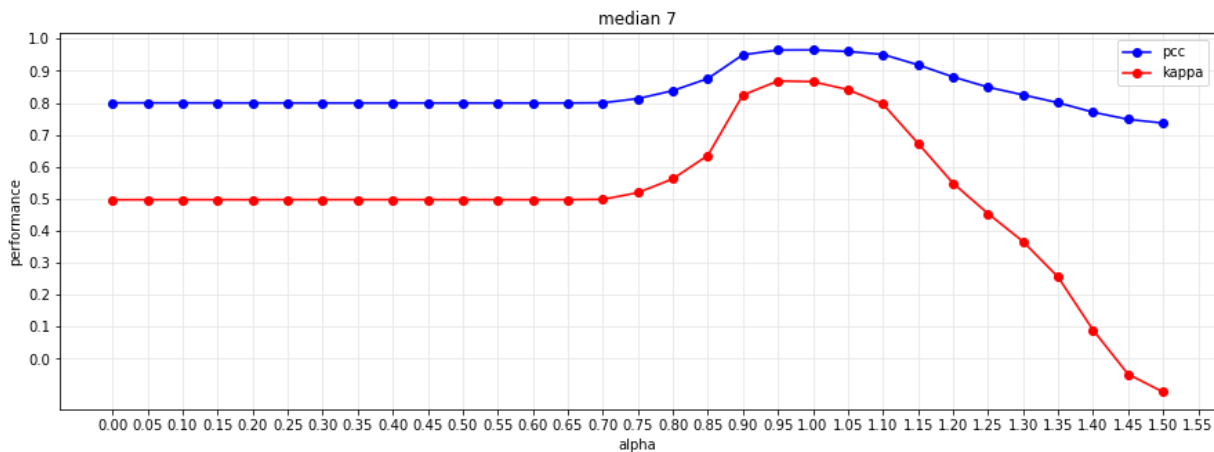


\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9607586206896551  
max kaapa score is : 0.8494649482219997

\*\*\*\*\*





\*\*\*\*\*

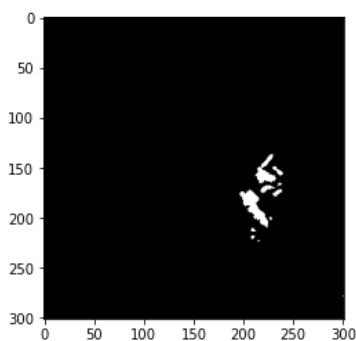
max pcc is : 0.9651330049261084

max kaapa score is : 0.8680448013851325

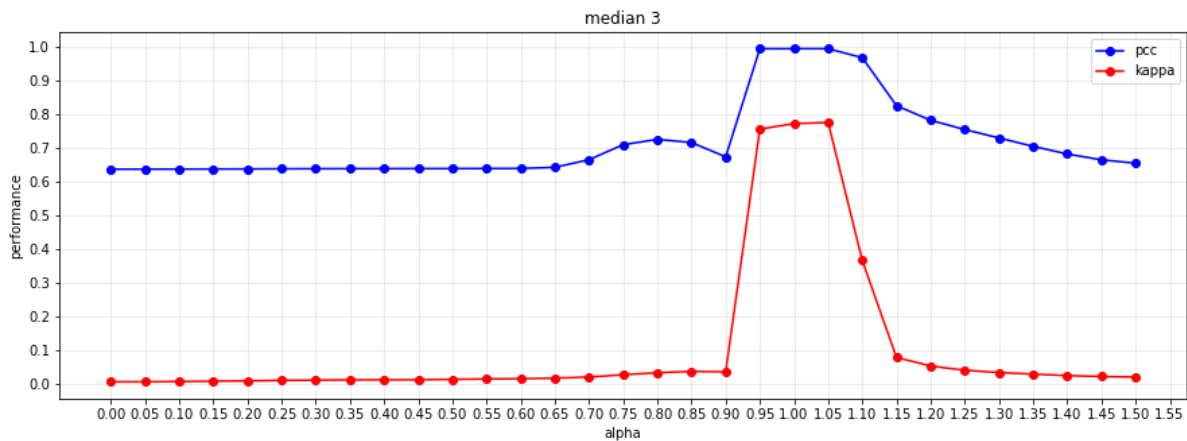
\*\*\*\*\*

(این نتیجه بسیار به نتیجه بدست آمده از مقاله انتخابی شبیه است.)

**:Bern dataset**

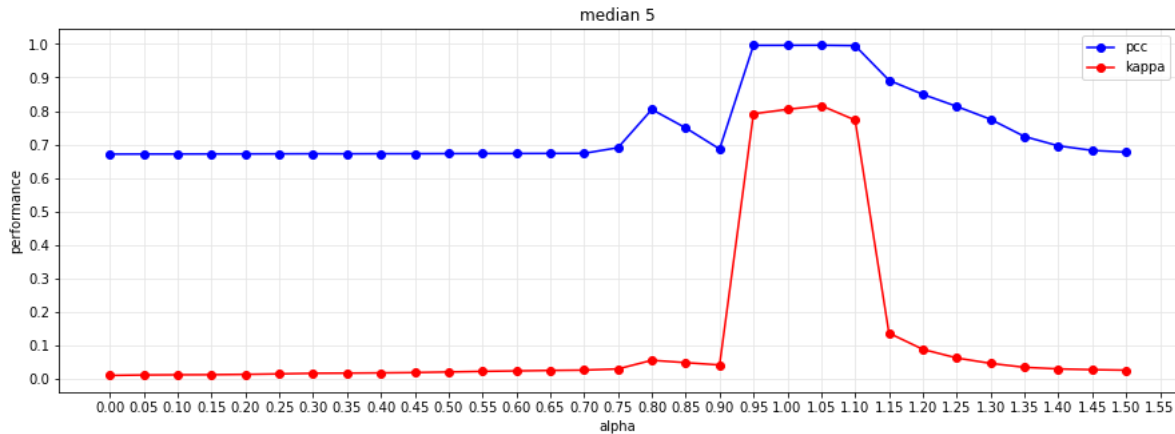


در این نتیجه  $\alpha$  برابر 1.05 و کرنل فیلتر میانه برابر 5 بوده است.



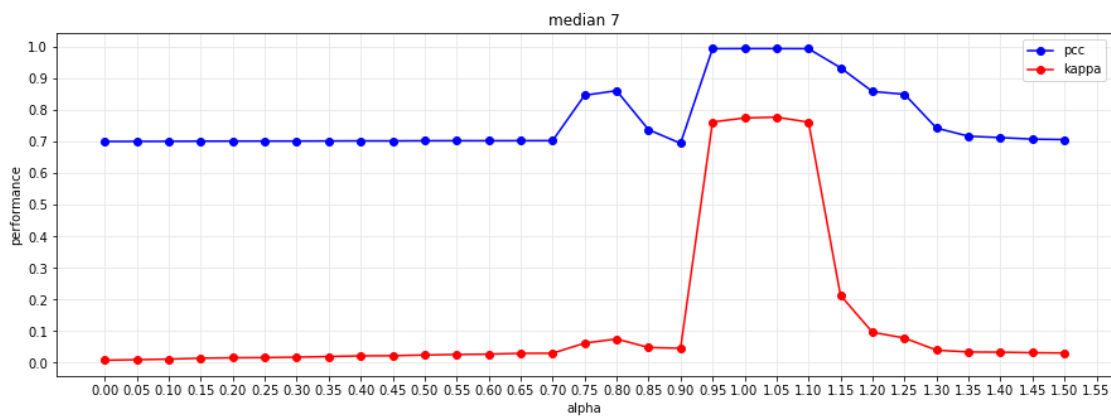
\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9951876910850873  
max kaapa score is : 0.7760442061188781  
\*\*\*\*\*



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9961369079811481  
max kaapa score is : 0.8157849063474976  
\*\*\*\*\*

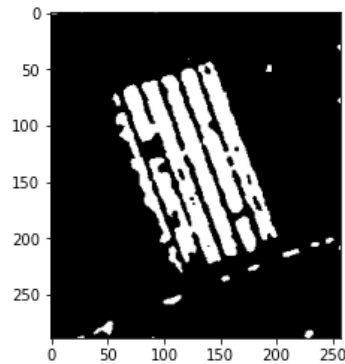


\*\*\*\*\*

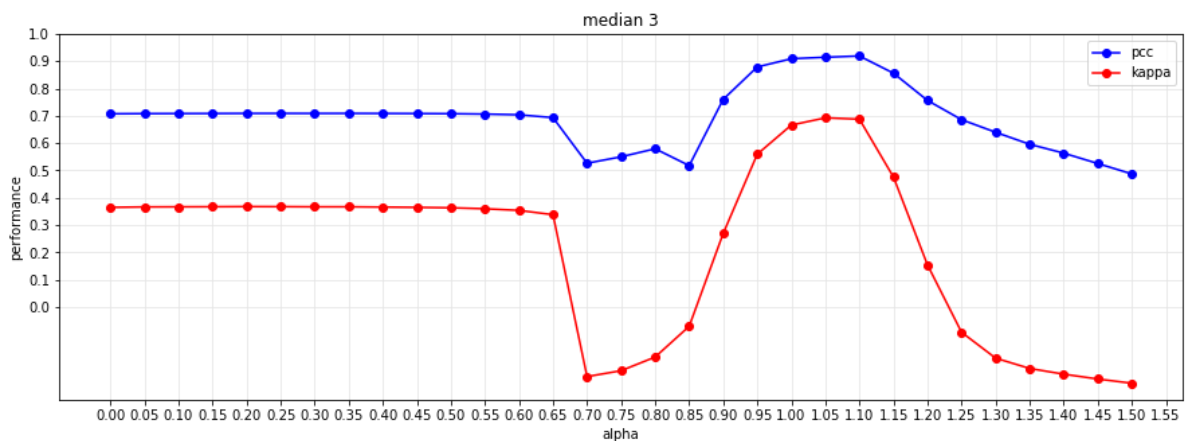
max pcc is : 0.9954857010408273  
max kaapa score is : 0.7782364607697254  
\*\*\*\*\*

(نتایج بدست آمده از این روش نیز بسیار به نتایج مقاله انتخابی نزدیک است.)

## :Yellow river dataset



در این نتیجه  $\alpha$  برابر 1.05 و کرنل فیلتر میانه برابر 7 بوده است.

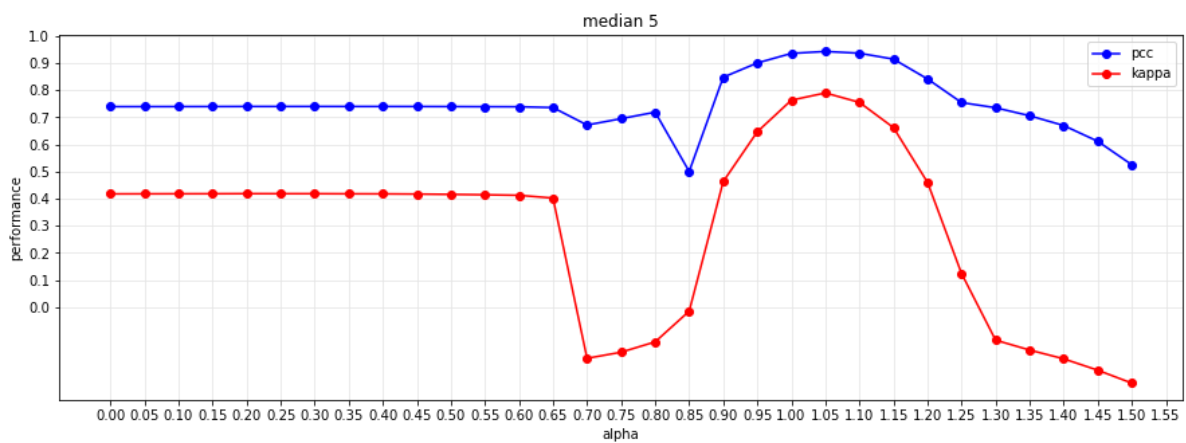


\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9192438705855426

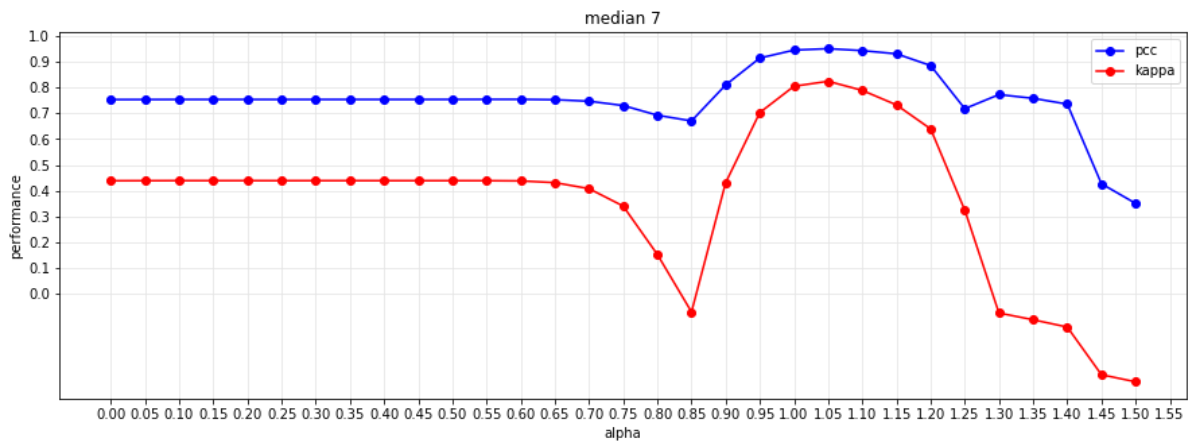
max kaapa score is : 0.6927425882947063

\*\*\*\*\*



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9426709571445883  
max kaapa score is : 0.7897077991172314  
\*\*\*\*\*



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9502780283548531  
max kaapa score is : 0.823980403758078  
\*\*\*\*\*

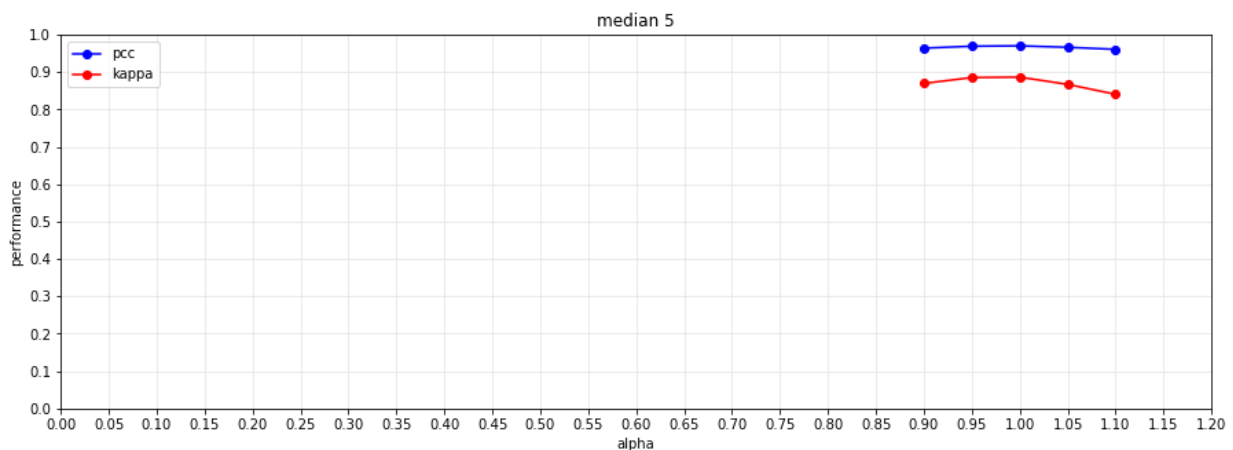
(نتایج بدست آمده از این روش نیز بسیار به نتایج مقاله انتخابی نزدیک است.)

## روش (2)

در این روش بعد از آن که فیلتر میانه بر روی ترکیبی از عکس های تفریق و نسبت میانی اعمال شد بر روی این تصویر، دو فیلتر گاوسی و bilateral زده میشود و سپس نتیجه آن به k-means داده میشود. در این آزمایش تنها بهترین نتایج از هر فیلتر آورده شده است:

**:Ottawa dataset**

نتیجه با فیلتر gaussian:

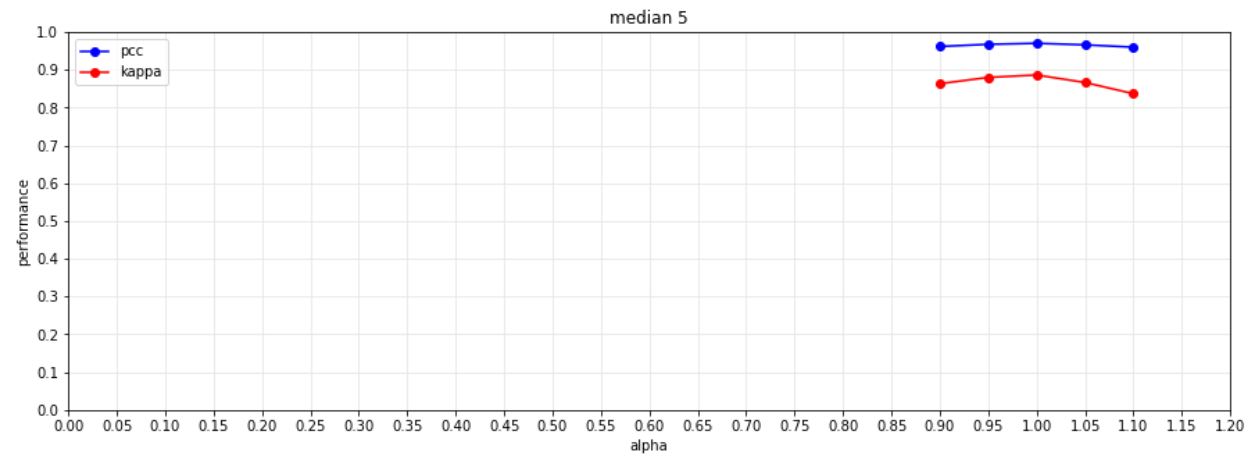


\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9700492610837439  
max kaapa score is : 0.8863012219765851

\*\*\*\*\*

نتیجه با فیلتر bilateral:

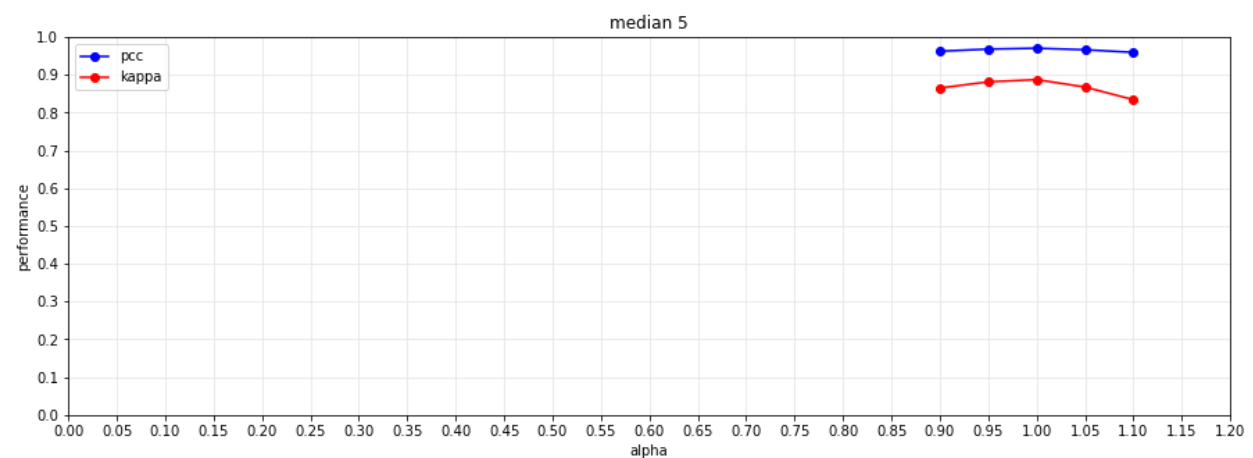


\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9700197044334975  
max kaapa score is : 0.8861802416710486

\*\*\*\*\*

روش مقاله:



\*\*\*\*\*

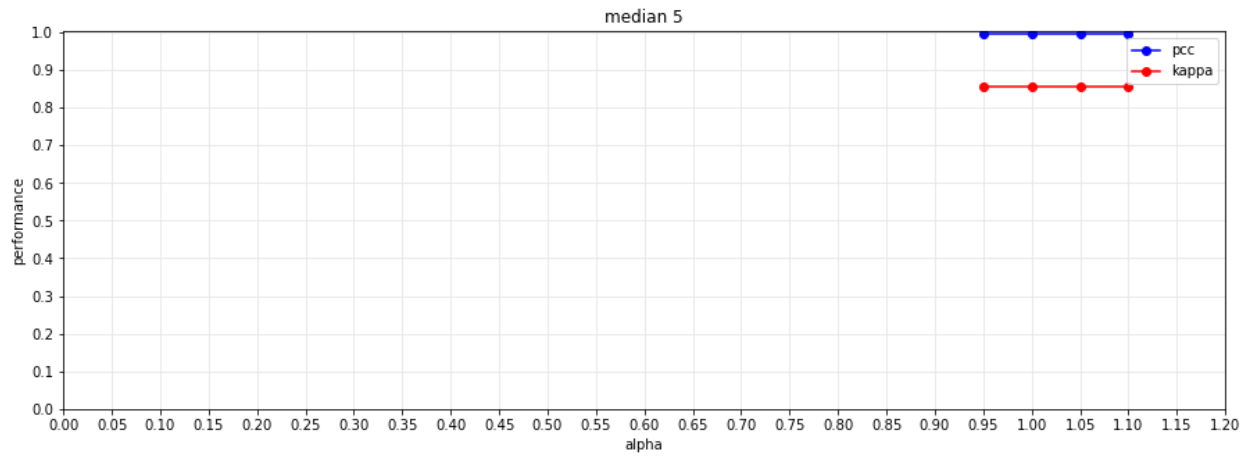
max pcc is : 0.9702167487684729  
max kaapa score is : 0.8871314315372869

\*\*\*\*\*

(طبق نتایج بدست آمده این روش، این روش تغییری در نتیجه حاصل نمیکند)

## :Bern dataset

نتیجه با فیلتر gaussian:



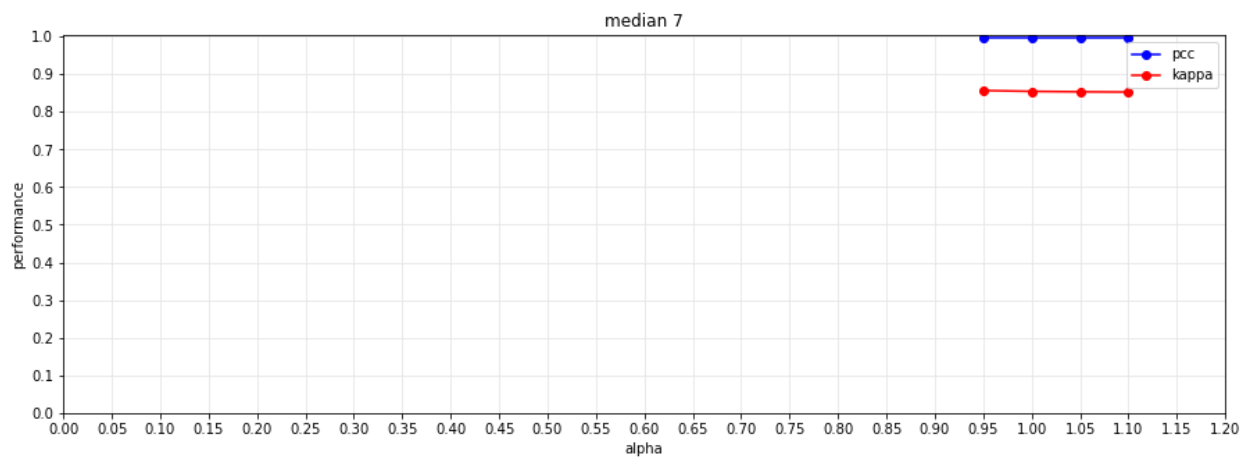
\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9966335912407148

max kaapa score is : 0.8553057903451327

\*\*\*\*\*

نتیجه با فیلتر bilateral:



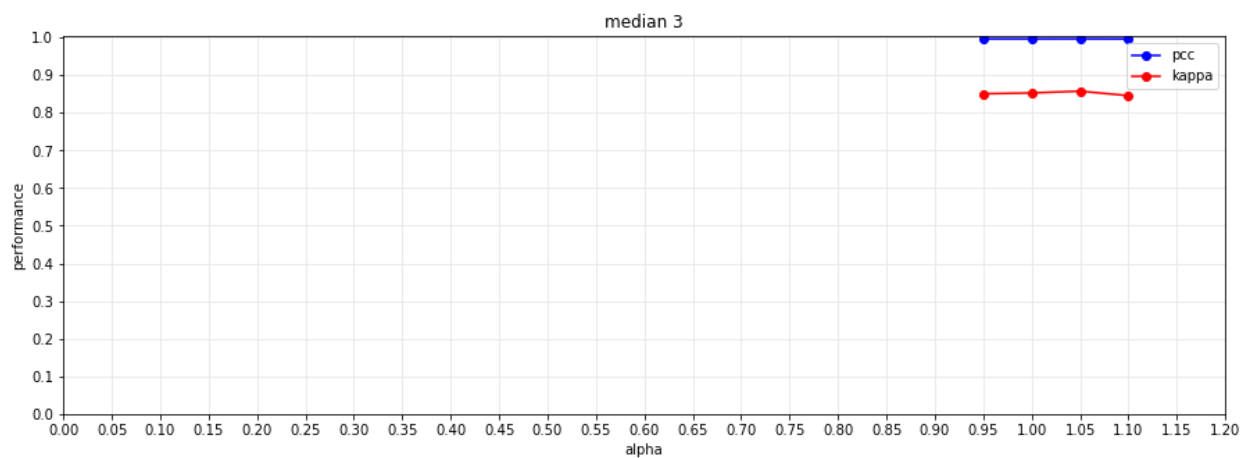
\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9968101897330052

max kaapa score is : 0.8565168543050922

\*\*\*\*\*

روش مقاله:



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9967770775157007

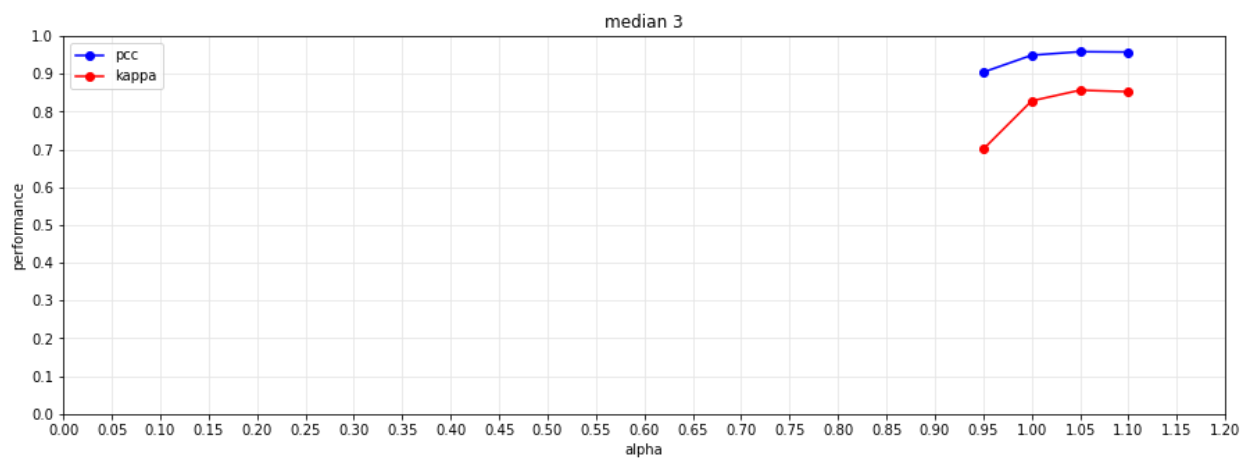
max kaapa score is : 0.8577169665922532

\*\*\*\*\*

(طبق نتایج بدست آمده این روش، نتیجه بهتری میدهد)

:Yellow river dataset

نتیجه با فیلتر gaussian:



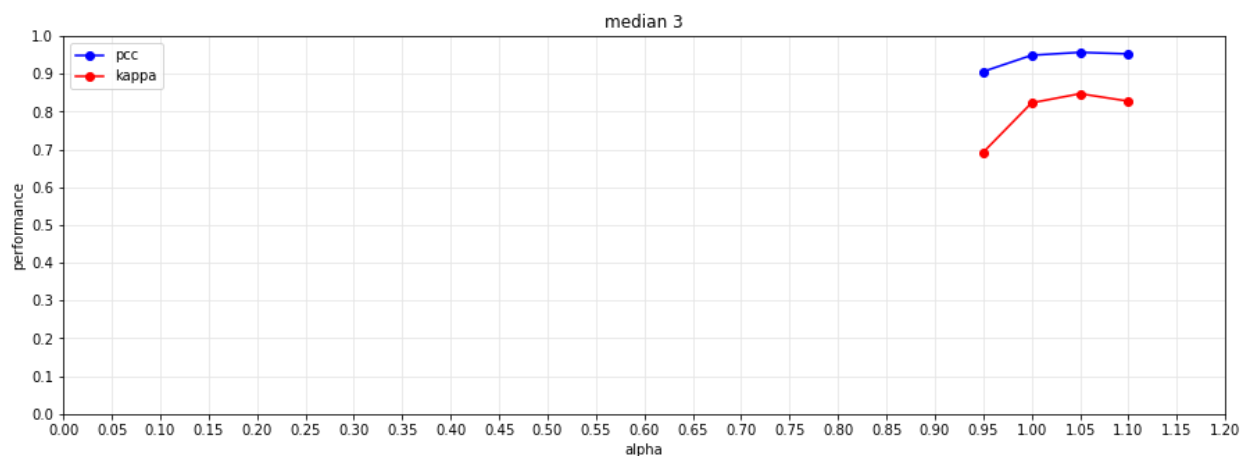
\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.958437117121969

max kaapa score is : 0.8566010570472606

\*\*\*\*\*

## نتیجه با فیلتر bilateral:

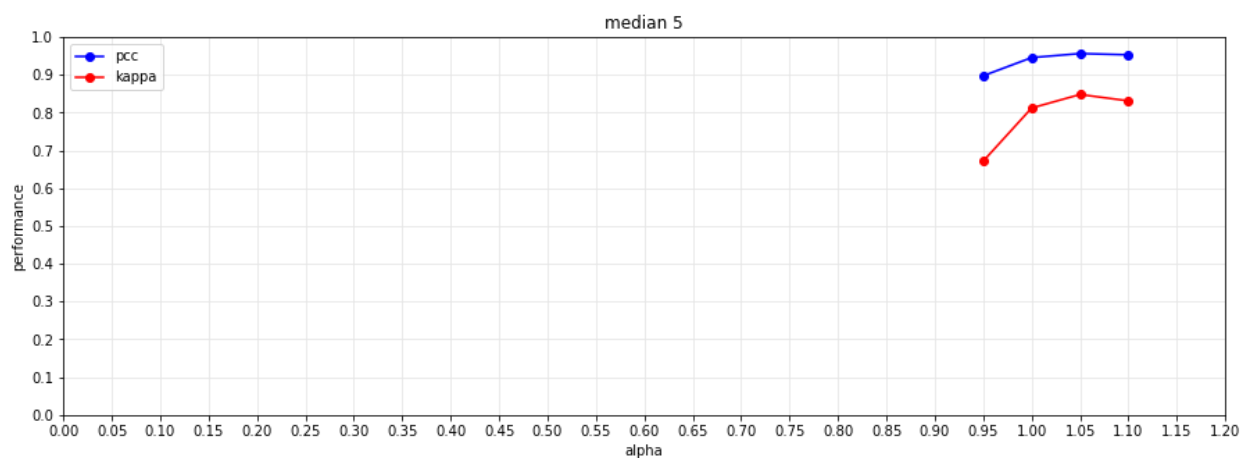


\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9567272090800156  
max kaapa score is : 0.847262028139929

\*\*\*\*\*

## روش مقاله:



\*\*\*\*\*

max pcc is : 0.9561751915231645  
max kaapa score is : 0.8478217735304487

\*\*\*\*\*

(طبق نتایج بدست آمده این روش، نتیجه را در دیتاست yellow river بهتر میکند.)

## نتیجه گیری:

با استفاده از فیلترهای گاوسی و bilateral نتیجه در اغلب موارد بهتر شده و یا تغییری نمیکند پس بهتر است از این روش استفاده شود.



## منابع:

1. Liu, L., Jia, Z., Yang, J. and Kasabov, N.K., 2019. SAR image change detection based on mathematical morphology and the K-means clustering algorithm. *IEEE Access*, 7, pp.43970-43978.
2. Gao, F., Dong, J., Li, B. and Xu, Q., 2016. Automatic change detection in synthetic aperture radar images based on PCANet. *IEEE geoscience and remote sensing letters*, 13(12), pp.1792-1796.