

## بررسی روش های آستانه گذاری نرم و سخت در تبدیل موجک با محاسبه واریانس نویز با استفاده از نرم (Norm) در کاهش نویز اسپکل

فهیمة زائری<sup>۱\*</sup>، میثم داودآبادی فراهانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۸

### چکیده

تصاویر راداری کاربردهای های فراوان و مزیت های بیشتری نسبت به تصاویر نوری دارند ولی به خاطر ساختار همدوس سیستم های آن دارای نویزی بنام اسپکل می باشند که در کیفیت و ساختار این تصاویر اثر منفی دارد که باید آن را کاهش داد. روش هایی براساس تبدیلات چندتجزیه ای مانند موجک با آستانه گذاری های مختلف می تواند مورد بررسی و استفاده قرار بگیرد در این مقاله از روش های آستانه گذاری نرم و سخت با دور روش محاسبه واریانس نویز استفاده شده است که با استفاده واریانس نویز با استفاده از محاسبه نرم (Norm) در ضرایب اولین سطح تجزیه و محاسبه واریانس نویز به روش دوهونو براساس تنها میانه در اولین زیر سطح تجزیه بررسی گردیده است. باتوجه به معیارهای ارزیابی نسبت پیک به سیگنال نویز و شباهت ساختاری نتایج نشان دهنده کارایی بالای محاسبه واریانس نویز بر حسب نرم می باشد با بهبود حدود ۰/۳۷۰ در تصویر بارابارا و ۰/۸۲۱ در تصویر لنا برای آستانه گذاری نرم با تبدیل موجک سیملت ۴ را داشته است.

**واژگان کلیدی:** موجک، آستانه گذاری نرم و سخت، رادار.

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد نقشه برداری گرایش سنجش از دور آموزش عالی حکمت

<sup>۲</sup> استادیار موسسه آموزش عالی حکمت قم

## مقدمه

سنجش از دور راداری از قابلیت دریافت تصاویر در شب و روز و در هر شرایط آب و هوایی را دارا می باشد. همچنین قدرت نفوذ در اجسام و محیط مختلف مانند شاخ و برگ درختان و نفوذ بین درختان انبوه تا رسیدن به سطح زمین از عمده دلایل برتری آن نسبت به سنجش از دور نوری است.

سنجنده های رادار با ارسال و دریافت پالس هایی به سطح زمین در دامنه و فاز های مختلف تصاویر راداری را تشکیل می دهند. اختلاف در فاز های دریافتی باعث ایجاد نویزی ساختاری در تصاویر به نام اسپکل می شود. اسپکل بر روی کیفیت و استخراج اطلاعات اثرات مستقیمی دارد که باعث کاهش کیفیت این تصاویر است. برای کاهش اثر اسپکل دو روش عمده وجود دارد:

### ۱- دید چند منظری

#### ۲- فیلترینگ

روش پردازش دید چند منظری در هنگام تشکیل تصاویر بر روی تصاویر اعمال می شود بدین صورت که با تقسیم منطقه به بخش های کوچکتر از منطقه تصویر برداشته می شود و در نهایت با درکنار هم قرار دادن این تصاویر و یک میانگین گیری بر روی تصویر کل، به تصویر کامل با نویز کاهش یافته ایجاد می شود. این روش کیفیت و مطلوبی ندارد و سعی می شود تصاویر راداری بعد از دریافت پردازش و نویز آن کاهش یابد.

روش های فیلترینگ بر اساس روش های مختلفی انجام می شود استفاده از فیلتر های مکانی و فیلترینگ بر اساس تبدلات چند تجزیه ای می تواند انجام بگیرد. برای روش های فیلتر های مکانی از فیلتر های لی، کوان، لی بهبود یافته و گاما می توان نام برد. روش هایی عمده فیلتر های مکانی براساس محاسبه واریانس و میانگین بر روی همسایگی های مختلف بر روی تصویر می باشد. فیلتر های مکانی در مناطق همگن دارای کارایی خوبی هستند. نادر نژاد و شریف زاده با استفاده از معادلات انتشار و تبدیل تصویر پیکسلی به تصاویر پیکسونی توانستند به نتایج خوبی دست پیدا کنند. (نادر نژاد، شریف زاده- ۸۷) Huan Gu و همکاران با تبدیل استفاده از تبدیل موجک با آستانه گذاری سخت بر روی تصاویر راداری تحقیقی انجام دادند (Huan Gu-۲۰۰۸) موسوی و همکاران با استفاده از فیلتر های مختلف میانگین و لی بهبود یافته با بررسی مناطق همگن در روی تصاویر و اعمال این فیلتر ها بر روی آن به نتایج مطلوبی رسیدند. (موسوی، امینی و مقصدی-۹۴). ذاکری در کاهش اسپکل به روش های تبدیلات چند مقیاسی تحقیقا زیادی انجام داده است درباره ابتدا در تحقیقی با استفاده از تبدیلات موجک از قبیل موجک هار، سیملت مرتبه ۴، موجک دابیچی مرتبه ۴ و کویفلت مرتبه ۴ که در یک سطح تجزیه کرده بود با استفاده از آستانه گذاری نرم با حد آستانه های مختلف کارکرد موجک هار مطلوب تر از دیگر موجک ها ی دیگر بود در تحقیقی دیگر با استفاده از تبدیلات کرولت با آستانه گذاری نرم و سخت در مقایسه با موجک با آستانه گذاری نرم به کارایی مطلوب تر تبدیل کرولت هم در آستانه گذاری نرم و سخت آن پی برد که در این آستانه گذاری ها هم نرم عملکرد مطلوبی داشته است (ذاکری-۹۴) Singh و همکارانش در تحقیقی با استفاده از تبدیل موجک و آستانه گذاری نرم و سخت با حد آستانه ی مشخص دیگری به بررسی و تحقیق پرداختند (Singh-۲۰۱۶). فرهادیانی در تحقیقاتی به بررسی تبدیلات موجک با استفاده از توزیع های اماری بر روی ضرایب پرداخت. وی با استفاده از توزیع لاپلاس و برآوردگر MAP برای کاهش نویز اسپکل از تصاویر استفاده نمود در این تحقیقات یکبار با استفاده از وابستگی های بین مقیاسی و درون مقیاسی این روش های را بررسی نمود. وابستگی های بین مقیاسی به روشی گفته می شود که یک والد و یک فرزند بین مقادیر داده در تصاویر در نظر گرفته می شود و ضرایب را با توجه به این روابط محاسبه می کند که نتایج بهتری نسبت به حالت درون مقیاسی را دارا بوده است (فرهادیانی -۹۷ و فرهادیانی -۹۸). فرهنگ و غفرانی با استفاده از موجک های دو درختی مختلط، ایستو جدائی پذیر و آستانه گذاری آماری بیزین و بیس شرینگ به کاهش نویز اسپکل پرداختند که نتیجه در مورد موجک دودرختی مختلط مناسب تر بود است. (فرهنگ و غفرانی -۹۷). در تمام تحقیقاتی که در حوزه تبدیلات چند مقیاسه انجام گرفته است. مشخص نمودن حد آستانه و نوع تابع آستانه گذاری برای کاهش اسپکل مهم می باشد. نتایج بسیار متفاوت در با انتخاب یک حد آستانه ی متفاوت و چگونگی انتخاب آن در کاهش نویز اسپکل بیانگر حساسیت این موضوع می باشد.

## نویز اسپکل

سنجنده های راداری با ارسال پالس هایی از امواج الکترومغناطیس با دامنه و فاز های مشخص و دریافت باز پراکنش های این امواج با دامنه و فازهای مشخص تصاویر را تشکیل می دهند در هنگام دریافت باز پراکنش گر به خاطر ساختار همدوس سنجنده های راداری اختلاف فاز هایی ایجاد می شود که در هم فاز بودن و سازنده بودن امواج رسیده باهم تصویر روشن تر و در صورتی که این اختلافات ویرانگر و مخرب باشند تصویر بصورت پیکسل های تیره نمایان می شود که این ساختار تیره و روشن دانه دانه ای، اسپکل نام دارد. باتوجه به این نویز بصورتی تصادفی است می توان آن را با توزیع های آماری بیان نمود.

اسپکل یک نویز ضربی است و بصورت زیر می توان بیان کرد:

$$I(x,y) = S(x,y) \times \eta_m(x,y)$$

که در این رابطه  $\eta_m(x,y)$  نویز اسپکل ضرب شونده و  $S(x,y)$  تصویر بدون نویز است. اسپکل در تصویر شدت تک منظر دارای توزیع نمایی است و در تصویر شدت  $L$  منظر دارای توزیع گاما با میانگین واحد و واریانس  $1/L$  است که دارای تابع توزیع چگالی احتمال بصورت زیر می باشد:

$$p_I(\eta_m) = L^L \eta_m^{L-1} e^{-L\eta_m} / \Gamma(L)$$

با جذر گرفتن از تصویر شدت تصویری حاصل می شود که جذر شدت (دامنه) نامیده می شود. دامنه در تصویر تک منظر از تابع توزیع ریلی تبعیت می کند و برای  $L$  منظر دارای توزیع  $\chi$  با  $2L$  درجه آزادی است و تابع چگالی آن بصورت زیر است:

$$p_{\sqrt{I}}(\eta_m) = 2L^L \eta_m^{2L-1} e^{-L\eta_m^2} / \Gamma(L)$$

با توجه به اینکه نویز اسپکل یک نویز ضرب شونده می باشد. برای استفاده از الگوریتم های مختلف باید این نویز را با لگاریتم گیری به نویز جمع شونده تبدیل نمود و تابع چگالی آن نیز بشکل در می آید: (فرهادیانی - ۹۷)

$$p_I(\bar{\eta}_m) = L^L e^{\bar{\eta}_m L} e^{-L e^{\bar{\eta}_m}} / \Gamma(L)$$

$$p_{\sqrt{I}}(\bar{\eta}_m) = 2L^L e^{2\bar{\eta}_m L} e^{-L e^{2\bar{\eta}_m}} / \Gamma(L)$$

## تبدیل موجک

تبدیل موجک یک تبدیل چند رزولوشنه است که با عبور سیگنال از آن، سیگنال را بصورت عبور از زیرباندهای فرکانس بالا و فرکانس پایین تجزیه می کند. با اعمال این تبدیل بر روی تصویر آنرا بصورت ضرایب جزئیات و تقریب تجزیه می کند. برای این کار از بانک فیلترینگ در راستای سطر و ستون تجزیه می کند. (فرهادیانی - ۹۷) با اعمال موجک بر روی تصویر به ضرایب جزئیات آن دست پیدا می کنیم. که با دستکاری و اعمال روش های مختلف می توان تغییراتی را تصویر ایجاد کرد. برای کاهش اسپکل از بر روی ضرایب حدآستانه می توان تعریف کرد و با توابع آستانه گذاری آن را روی تصویر بررسی کرد.

## توابع آستانه گذاری

بر روی ضرایب موجک برای آستانه گذاری از توابع مختلفی می توان استفاده کرد که در زیر به سه نمونه از پرکاربردترین این توابع پرداخته می شود:

تابع آستانه گذاری سخت:

تابع آستانه گذاری سخت اولین تابع آستانه گذاری است که بصورت زیر می باشد:

$$x_j = \begin{cases} x_j, & |x_j| > th \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

### تابع آستانه گذاری نرم

این تابع آستانه گذاری برای رفع محدودیت آستانه گذاری سخت ایجاد شد و بصورت زیر است:

$$x_j = \begin{cases} \text{sign}(x_j)(x_j - th), & |x_j| > th \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

### تابع آستانه گذاری هذلولی

با در نظر گرفتن حد آستانه به صورت زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

$$x_j = \begin{cases} \text{sign}(x_j) \sqrt{(x_j^2 - th^2)}, & |x_j| > th \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

### روش کار

در این مقاله با توجه به روش مختلف بدست آوردن حد آستانه و توانایی استفاده از توابع آستانه مختلف به بررسی دو حد آستانه متفاوت در توابع آستانه گذاری ذکر شده مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا دو حد آستانه یکی با بدست آوردن واریانس نویز محلی در زیر باند اولین تجزیه برحسب مربع ضرایب موجک در زیر باند HH محاسبه شد و در رابطه دونوهو و جانسون قرارداده شد و واریانس نویز اول را برحسب تخمینگر MAD و برآوردگر میانه محاسبه شد و در روش دوم با توجه از محاسبات نرم زیر باند d و اختلاف آن با مقدار ابتدایی d به روش زیر استفاده شده است.

$$\|d\| = \sqrt{d \times d^T} = \sqrt{\sum_1^n \{d_i\}} = \sqrt{\sum \sum |d^2|}$$

و با توجه به رابطه بالا مقدار بدست آمده را از d کم نموده ایم و در رابطه

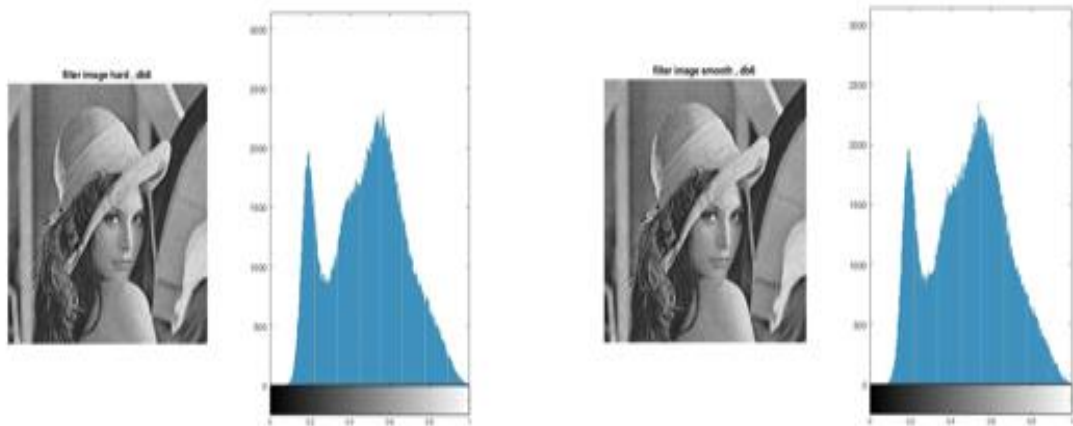
$$\sigma_n = 1.3 * \text{Median}|D|/0.6745$$

قرار دادیم در نهایت حد آستانه ها با استفاده از رابطه زیر بدست آوردیم:

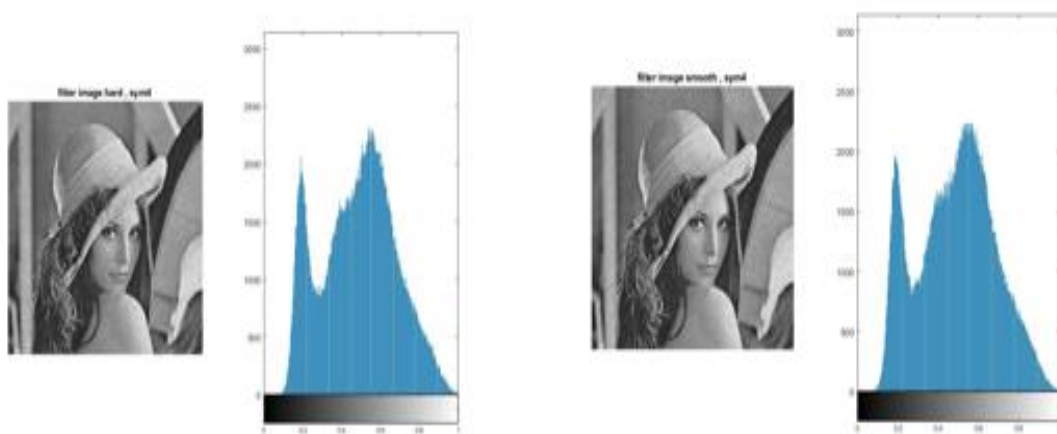
$$th = \sigma_n \sqrt{2 \log(N)}$$

منطقه مورد مطالعه در این مقاله از تصویر باربارا و لنا بعنوان تصویر آلوده به نویز اسپکل به میزان ۰/۰۰۸ استفاده شده است. برای اعمال آستانه گذاری و محاسبه حد های آستانه از نرم افزار متلب استفاده شده است. تصاویر زیر بعد از محاسبه آستانه ها و اعمال آستانه گذاری سخت و نرم بدست آمده است.

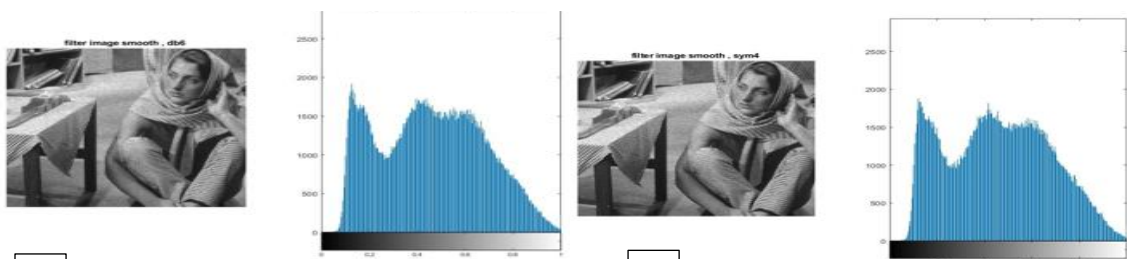
۱



۲

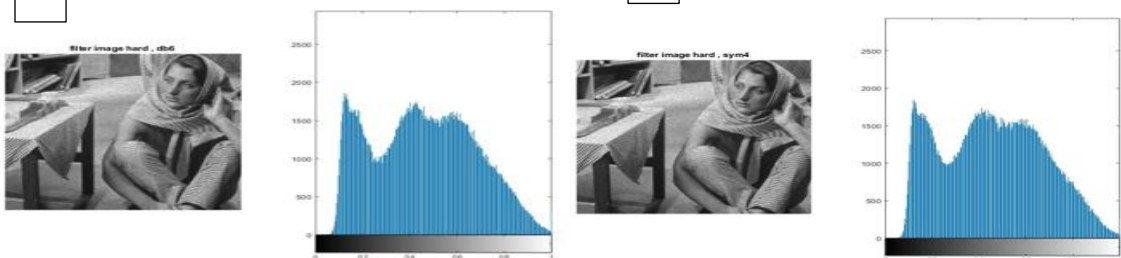


تصاویر لنا با استفاده از واریانس های نرم با شماره ۱ و با واریانس نویز دوهونو با شماره ۲ در تبدیل موجک سیمت ۴ و دایجی ۶ نشان داده شده است



۴

۳



تصاویر بابارا با استفاده از واریانس های نرم با شماره ۳ و واریانس نویز دوهونو با شماره ۴ در تبدیل موجک سیمت ۴ و دایجی ۶ نشان داده شده است

در این مقاله برای بررسی عملکرد الگوریتم‌ها علاوه بر هیستوگرام تصاویر از شاخص‌های پیک نسبت سیگنال به نویز<sup>۳</sup> و شباهت ساختاری<sup>۴</sup> استفاده شده است که نتایج بر روی تصاویر باربارا و لنا در جدول زیر آمده است:

Lena ,sym4	Lena ,db6	Barbara ,sym4	Barbara ,,db6	آستانه گذاری نرم - بامحاسبه واریانس نرم
۹۴۲۲/۲۷	۸۳۸۳/۲۷	۵۲۱۷/۲۷	۵۳۹۷/۲۷	نسبت پیک سیگنال به نویز
۶۱۸۰/۰	۶۱۷۸/۰	۷۵۰۶/۰	۷۵۱۲/۰	شباهت ساختاری
Lena ,sym4	Lena ,db6	Barbara ,sym4	Barbara ,,db6	آستانه گذاری سخت - بامحاسبه واریانس نرم
۷۹۷۳/۲۷	۸۰۷۴/۲۷	۴۶۶۲/۲۷	۵۳۹۷/۲۷	نسبت پیک سیگنال به نویز
۶۱۶۵/۰	۶۱۶۷/۰	۷۵۰۱/۰	۷۵۱۲/۰	شباهت ساختاری
Lena ,sym4	Lena ,db6	Barbara ,sym4	Barbara ,,db6	آستانه گذاری نرم - با محاسبه واریانس نویز دوهونو
۲۱۰۹/۲۷	۲۰۰۵/۲۷	۱۵۱۱/۲۷	۱۹۵۰/۲۷	نسبت پیک سیگنال به نویز
۵۹۱۸/۰	۵۹۰۸/۰	۷۳۵۸/۰	۷۳۶۵/۰	شباهت ساختاری
Lena ,sym4	Lena ,db6	Barbara ,sym4	Barbara ,,db6	آستانه گذاری سخت با واریانس نویز دوهونو
۱۱۵/۲۷	۱۹۰۰/۲۷	۱۲۵۰/۲۷	۱۶۵۳/۲۷	نسبت پیک سیگنال به نویز
۵۹۱۰/۰	۵۹۰۷/۰	۷۳۶۸/۰	۷۳۶۰/۰	شباهت ساختاری

### نتایج و پیشنهادها

باتوجه به نتایج بدست آمده میزان شاخص‌های شباهت ساختاری و نسبت پیک سیگنال به نویز هر چه مقدار این شاخص‌های بالاتر باشد، عملکرد الگوریتم بهتر است.

باتوجه به نتایج بدست آمده، استفاده از محاسبه واریانس نویز بر حسب نرم (norm) نسبت به محاسبه اختلاف میانه زیر سطح اول با مقدار زیر سطح اول کارتر بوده است و نتایج موثری تر را در روش آستانه گذاری نرم و سخت بدست آورده است. می توان با استفاده از این واریانس مقادیر دیگر آستانه گذاری‌ها را محاسبه نمود.

## منابع و مراجع

- [۱] فرهادیانی رامین، صفری عبدالرضا، همایونی سعید، مقاله "کاهش اسپکل در تصاویر راداری با درجه مصنوعی در حوزه موجک"، نشریه علمی-پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، سال ششم، شماره چهارم، زمستان ۹۷.
- [۲] فرهادیانی رامین، صفری عبدالرضا، همایونی سعید، مقاله "کاهش اسپکل در تصاویر راداری با درجه گشایش مصنوعی در حوزه موجک با بکارگیری وابستگی های درون مقیاسی و بین مقیاسی"، نشریه علوم فنون نقشه برداری، دوره هشتم، شماره چهارم، خرداد ۹۸.
- [۳] موسوی میر مجید، امینی جلال، مقصودی یاسر، مقاله "ارائه یک روش کاهش اسپکل روی تصاویر رادار با روزنه مصنوعی"، نشریه علمی-پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره اول، مرداد ۹۴.
- [۴] ذاکری فاطمه، صاحبی محمود رضا، ولدان زوج محمد جواد "بررسی روش های مختلف آستانه گذاری در خانواده های متفاوت موجک به منظور کاهش نویز تصاویر راداری".
- [۵] ذاکری فاطمه، صاحبی محمود رضا، ولدان زوج محمد جواد "کاهش نویز لکه تصاویر رادار با روزنه ترکیبی براساس آستانه گذاری نرم ضرایب تبدیل کرولت"، مقاله، نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری دوره چهارم شماره دوم، آبان ۹۳.
- [۶] نیکو فرهنگی، صدیقه غفرانی "ارزیابی موجک های جدایی پذیر، ایستا و دو درختی مختلط برای کاهش نویز اسپکل براساس آستانه گیری بیزین و آستانه گیری BiShrink" و مقاله، روشهای هوشمند در صنعت برق، شماره سی و شش، زمستان ۹۷.
- [7] Parbhisheh Singh, Dr. Raj .shree, '’ Analysis and Effects of Speckle Noise in SAR Images ‘’, 2016 IEEE.
- [8] Huan Gu, Guo Zhang, Jun Yan, '’an Insitu single-pointed Wavelet-BASED Method for noise reduction in SAR Images’’, the international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Beijing 2008