

## حذف نوفه تصاویر آسمانی برای تشخیص بهتر شب اول ماه

ایمان رواخواه . احمد یوسفان

۱- گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه کاشان

۲- گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه کاشان

Email: ([iman.ravakhah@gmail.com](mailto:iman.ravakhah@gmail.com))

Email: ([yoosofan@kashanu.ac.ir](mailto:yoosofan@kashanu.ac.ir))

### چکیده

یکی از مهمترین قسمت های شناسایی مکان ستاره و ماه، این است که مکان نقطه ای ماه و ستاره تا چه حد دقیق است، که این موضوع هنگام تشخیص شب اول ماه قمری و رویت هلال ماه از اهمیت ویژه ای برخوردار می شود. تصاویر آسمانی توسط نوفه های گوناگونی کیفیت خود را از دست داده و خراب می شوند. همچنین ممکن است این تصاویر بر اثر دقت پایین تجهیزات تصویر برداری تار شوند. در این مقاله یک روش جدید بر اساس سرعت های زاویه ای مختلف تحت شرایط پویا ارائه شده است، که شامل یک روش حذف نوفه بر اساس آستانه موجک قابل تطبیق می باشد.

کلمات کلیدی: نوفه، پردازش تصویر، هلال ماه

### مقدمه

بر اساس تصاویر گرفته شده از ماه و ستارگان، می توان مکان آنها را تشخیص داد و آنها را برای اهداف گوناگون بررسی کرد. شناسایی یک جسم (ستاره، سیاره و ...) در تصاویر آسمانی مسئله ای بسیار مهم است و برای این کار باید تصاویری با وضوح مناسب و قابل شناسایی در تشخیص مکان ستارگان و ماه به کار رود ولی باید در نظر داشت که تصاویر گرفته شده همراه نوفه است بنابراین بالا بردن کیفیت تصاویر آسمانی در پیدا کردن مکان دقیق ماه و ستارگان از اهمیت بالایی برخوردار است. [1]

در سال های اخیر الگوریتم های متفاوتی برای رفع نوفه و بالا بردن کیفیت تصاویر آسمانی توسعه یافته اند. این مطالعات عموماً تحت شرایط ایستا انجام شده اند اما نکته ای که باید در نظر داشت این است که تصاویری که از آسمان گرفته می شوند تحت شرایط پویا هستند. در واقع نوفه های بسیاری به دلیل چرخش زمین بر روی تصاویر گرفته شده تاثیر می گذارند. همچنین چرخش زمین به دور خورشید و چرخش آن حول محور خودش باعث تار شدن بیشتر تصاویر می شود. این چرخش ها باعث افزایش SNR (Signal to Noise Ratio) یا نسبت سیگنال به نوفه می شوند که کیفیت تصاویر تار شده را کاهش داده و تشخیص هلال ماه را نیز سخت تر می کنند. [2]

هدف اصلی این مقاله غلبه بر مشکلات رویت هلال ماه به خصوص هنگام تشخیص شب اول ماه و به ویژه ماه رمضان است که این هدف با به کارگیری یک روش رفع نوفه و بالا بردن کیفیت تصاویر قابل دستیابی است. با توجه به ویژگی های تصاویری که در شب های اول ماه گرفته می شوند و در نظر گرفتن این موضوع که هنگام تصویر برداری این تصاویر دچار تاری می شوند، یک روش با نام آستانه موجک قابل تطبیق برای رفع نوفه از این تصاویر به کار گرفته شده است که می تواند کیفیت تصاویر را بهبود بخشد و شناسایی مکان ماه و ستارگان را نیز راحت تر کند.

## ۱- روش رفع نوفه برای تصاویر تار شده ی ماه و ستاره

### ۱-۱- مدل سازی رفع نوفه برا اساس تبدیل موجک

با در نظر گرفتن  $N \times N$  بودن اندازه تصویر سالم که به شکل  $f(i, j)$  نشان می دهیم یک مدل مشترک از تصویر خراب شده ی  $g(i, j)$  به صورت ریاضی زیر تعریف می شود:

$$g(i, j) = f(i, j) + n(i, j) \quad (1)$$

که  $n(i, j)$  نویز افزایشی تصادفی است و مستقل از  $f(i, j)$  است. هدف حذف کردن  $(i, j)$  و تخمین  $f(i, j)$  است که خطای مربعی متوسط (MSE) را کمینه می کند. [3]

عموما اطلاعات مهم  $f(i, j)$  بیشتر به صورت سیگنال های آهسته در فرکانس پایین توزیع می شود، در حالی که  $n(i, j)$  در فرکانس بالا توزیع می شود. بر این اساس، یک تبدیل موجک گسسته ی دو بعدی را میتوان به کار گرفت تا  $g(i, j)$  را بتوان به دامنه موجک برد. سپس ضرایب موجک که به معنای مقیاس ها و جهت های دیگر هستند را میتوان با استفاده از الگوریتم ملت (Mallet) به دست آورد. [4]

شکل ۱ زیرباند های متعامد تبدیل موجک گسسته را در 3 مرحله نشان می دهد.  $LL_3$  یک تخمین زیر باند است که دربر دارنده ی بخش فرکانس پایین  $g(i, j)$  است. زیر باند های  $HL_k, LH_k, HH_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) به ترتیب نشان دهنده ی ویژگی های عمودی، افقی و قطری جهت ها هستند که  $k$  مقیاس است و اندازه ی زیر باند در مقیاس  $k$  برابر با  $N/2^k \times N/2^k$  است. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه، خواننده میتواند به [3,5] مراجعه نماید. بر اساس آنچه تا کنون گفته شد، رفع نوفه توسط آستانه ی این ضرایب میتواند انجام شود.

LL <sub>3</sub>	HL <sub>3</sub>	HL <sub>2</sub>	HL <sub>1</sub>
LH <sub>3</sub>	HH <sub>3</sub>		
LH <sub>2</sub>		HH <sub>2</sub>	
LH <sub>1</sub>		HH <sub>1</sub>	

شکل ۱. زیر باندهای متعامد دو بعدی مربوط به تبدیل موجک. [6]

## ۱-۲- انتخاب آستانه

انتخاب آستانه آسان است چرا که هر بار بر روی یک ضریب موجک انجام میشود. روش استفاده از یک آستانه ی قابل تطبیق برای پیاده سازی رفع نوفه که توسط لاکویندر کاور [7] توصیف شده است، به نظر مناسب می آید، که در آن آستانه ی انتخابی عبارت است از:

$$T_N = \frac{\beta \sigma^2}{\sigma_y} \quad (2)$$

که  $\sigma_y$  انحراف هر یک از زیر باندها است و  $\beta$  مقیاس پارامتر برای هر یک از مقیاس های محاسبه شده است که توسط فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\beta = \sqrt{\log \frac{L_k}{J}} \quad (3)$$

در این رابطه  $J$  بزرگترین مقیاس، و  $L_k$  طول زیر باند در مقیاس  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, J$ ) است. واریانس نوفه  $\sigma^2$  نیز توسط فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\sigma^2 = \text{Median}(|HH_1|) / 0.6745 \quad (4)$$

مطالعات انجام شده در [8] نشان می دهد که مربع خطای مربوط به  $HH_1$  در  $g(i, j)$  تقریباً برابر با واریانس نوفه یا همان  $\sigma^2$  است. از سوی دیگر، هرچه مراحل تجزیه بزرگتر شود، وزن نوفه در ضرایب واریانس نیز کمتر می شود. به همین دلیل، راحت تر است که رفع نوفه را برای تصاویر گرفته شده از هلال ماه و ستارگان به کار گرفت چرا که کانترست بین سیگنال اجرام نور دار بر روی یک پشت صحنه ی سیاه و نوفه بسیار بیشتر است و راحت تر قابل جدا کردن می باشد حتی زمانی که تصویر بسیار تار شده باشد این روش بسیار کارا است. این روش ارائه شده هر ضریب در مقیاس  $J$  را با استفاده از یک آستانه ی متفاوت پردازش میکند و به صورت کلی در مراحل زیر انجام می شود:

۱. یک چهارچوب محلی  $M \times M$  برای محاسبه ی  $\sigma_{II}^2$  اعمال کرده که نمایانگر ضرایب واریانس چهارچوب  $I$  در مقیاس  $J$  می باشد. به جای  $M$  می توان مربع ریشه ی تعداد پیکسل های گرفته شده توسط هلال ماه یا ستاره، را قرار داد و به طور معمول بیشتر از هفت می باشد.

۲. واریانس نوفه  $\sigma^2$  را با توجه به فرمول (۴) حساب کرده

۳. آستانه را به شکل زیر به دست آورده:

$$Th_i = \beta \frac{\sigma^2}{\sigma_{II}^2} \quad (5)$$

که  $Th_1$  آستانه در چهار چوب  $I$  و در مقیاس  $J$  می باشد.

## ۱-۳- رفع نوفه تصاویر آسمانی

بر اساس آنچه که تا کنون گفته شد و آنالیزهای انجام شده، روش ارائه شده برای رفع نوفه را می توان در مراحل زیر خلاصه کرد:

۱. تجزیه ی تصویر تار اولیه توسط یک تبدیل موجک در مرحله  $K$

۲. محاسبه ی واریانس نوفه  $\sigma^2$  بر اساس معادله ی (4)

۳. محاسبه ی پارامتر مقیاس  $\beta$  با  $K$  مرحله با استفاده از معادله ی (3).

۴. استفاده از یک چهار چوب مربعی  $4 \times 4$  در  $LLK$  برای به دست آوردن  $Th_l$  توسط تساوی (5)

۵. محاسبه ی ضرایب در مقیاس  $K$  با استفاده از تابع آستانه ی زیر

$$\hat{x} = \begin{cases} \text{sgn}(x)(|x| - Th_l), & |x| \geq Th_l \\ 0, & |x| \leq Th_l \end{cases} \quad (6)$$

که در صورتی که  $x$  بزرگتر از آستانه باشد اطلاعات مربوط به ضرایب را در خود نگه می دارد و در غیر این صورت برابر با صفر قرار می دهد.

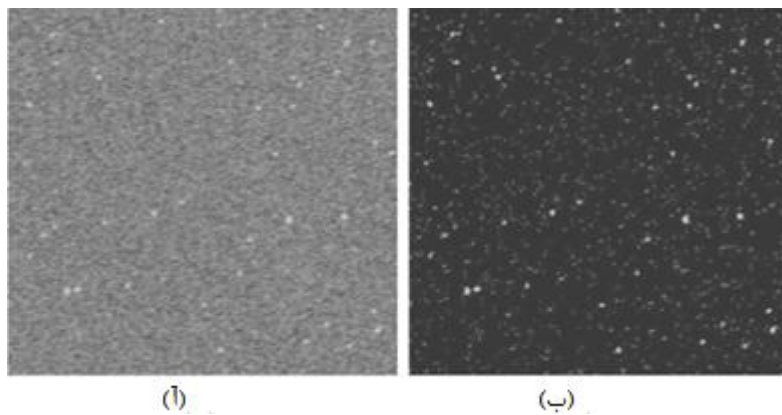
۶. معکوس کردن فرآیند تجزیه ی چند مقیاسی بر روی تصویر بازسازی شده ی بدون نوفه

## ۲- نتایج و آزمایش ها

### حذف نوفه از تصاویر تاری شده

برای ارزیابی کارایی روش حذف نوفه ارائه شده در این مقاله، این روش با روش های و تکنیک های رایج رفع نوفه دیگری مانند [9] SureShrink، [3] BayesShrink و فیلتر Lowpass مقایسه شده است. در ابتدا آستانه ی ثابت شده  $Th$  برای بخش پس زمینه و اجرام استفاده شده است. بر اساس مقدار  $Th$ ، روش های مختلف حذف نوفه برای تخمین مکان و وضوح تصویر اصلی به کار گرفته شده اند.

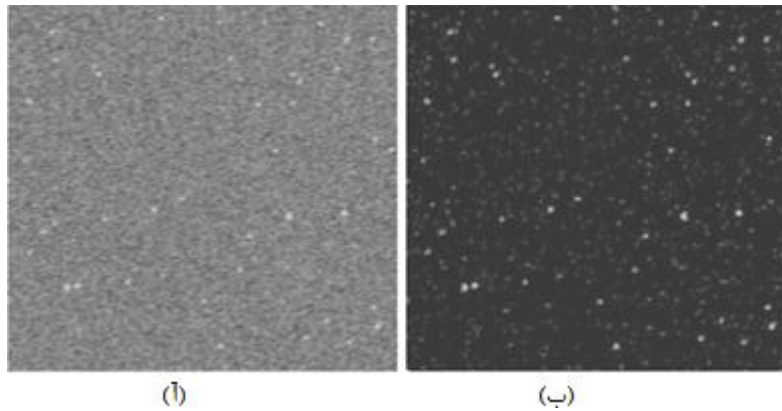
شکل ۲ تصویر نوفه دار را در کنار تصویر رفع نوفه شده به کمک روش آستانه ثابت در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$  نشان می دهد. همان طور که پیداست این روش تا جای امکان، نوفه را حذف کرده و تاری تصویر را گرفته و از جزئیات اصلی تصویر چیزی کم نکرده است.



شکل ۲. مقایسه تصاویر نوفه دار و تصاویر بدون نوفه بعد از حذف نوفه

(آ) تصویر نوفه دار در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$ ، (ب) تصویر پردازش شده توسط آستانه ثابت. [6]

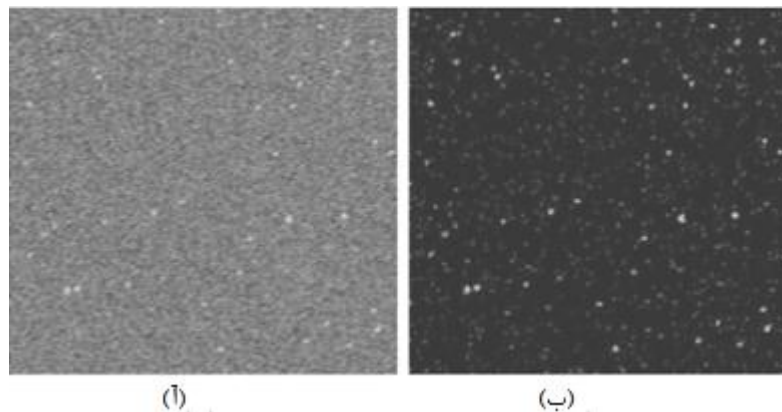
شکل ۳ تصویر نوفه دار را در کنار تصویر رفع نوفه شده به کمک روش BayesShrink در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$  نشان می دهد. با توجه به تصویر می توان در یافت که تصویر پس از پردازش توسط این روش کمی دچار تاری شده است.



شکل ۳. مقایسه تصاویر نوفه دار و تصاویر بدون نوفه بعد از حذف نوفه

(آ) تصویر نوفه دار در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$ ، (ب) تصویر پردازش شده توسط روش BayesShrink [6].

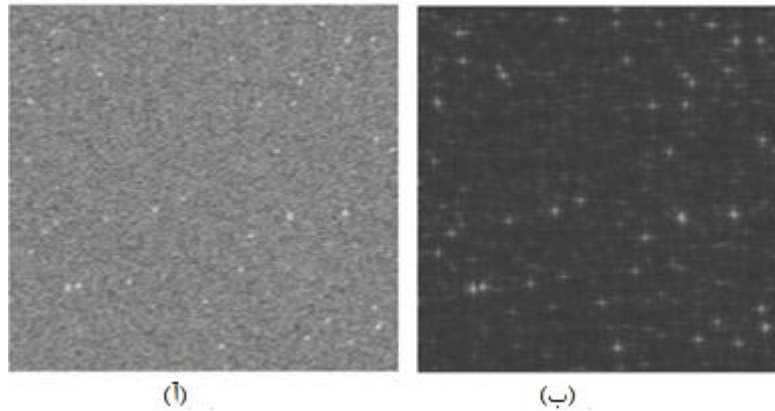
شکل ۴ تصویر نوفه دار را در کنار تصویر رفع نوفه شده به کمک روش SureShrink در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$  نشان می دهد که می توان دریافت این روش هم تصویر را دچار تاری می کند.



شکل ۴. مقایسه تصاویر نوفه دار و تصاویر بدون نوفه بعد از حذف نوفه

(آ) تصویر نوفه دار در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$ ، (ب) تصویر پردازش شده توسط روش SureShrink [6].

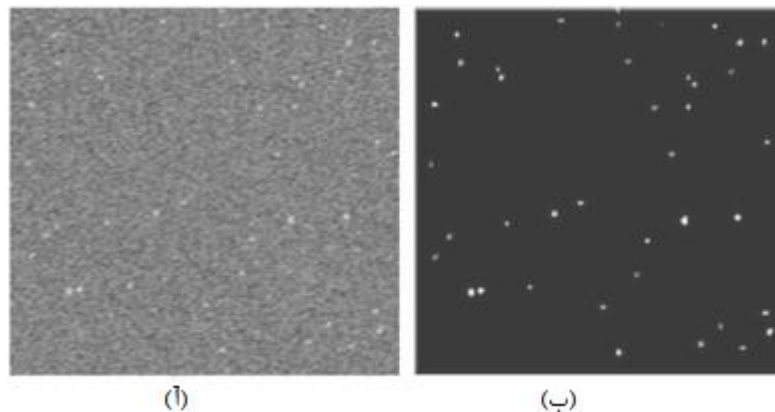
شکل ۵ تصویر نوفه دار را در کنار تصویر رفع نوفه شده به کمک روش فیلتر Lowpass در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$  نشان می دهد و همان طور که پیداست این روش نه تنها تصویر را تار کرده بلکه از کیفیت آن نیز کاسته است.



شکل ۵. مقایسه تصاویر نوفه دار و تصاویر بدون نوفه بعد از حذف نوفه

(آ) تصویر نوفه دار در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$ ، (ب) تصویر پردازش شده توسط روش فیلتر Lowpass [6].

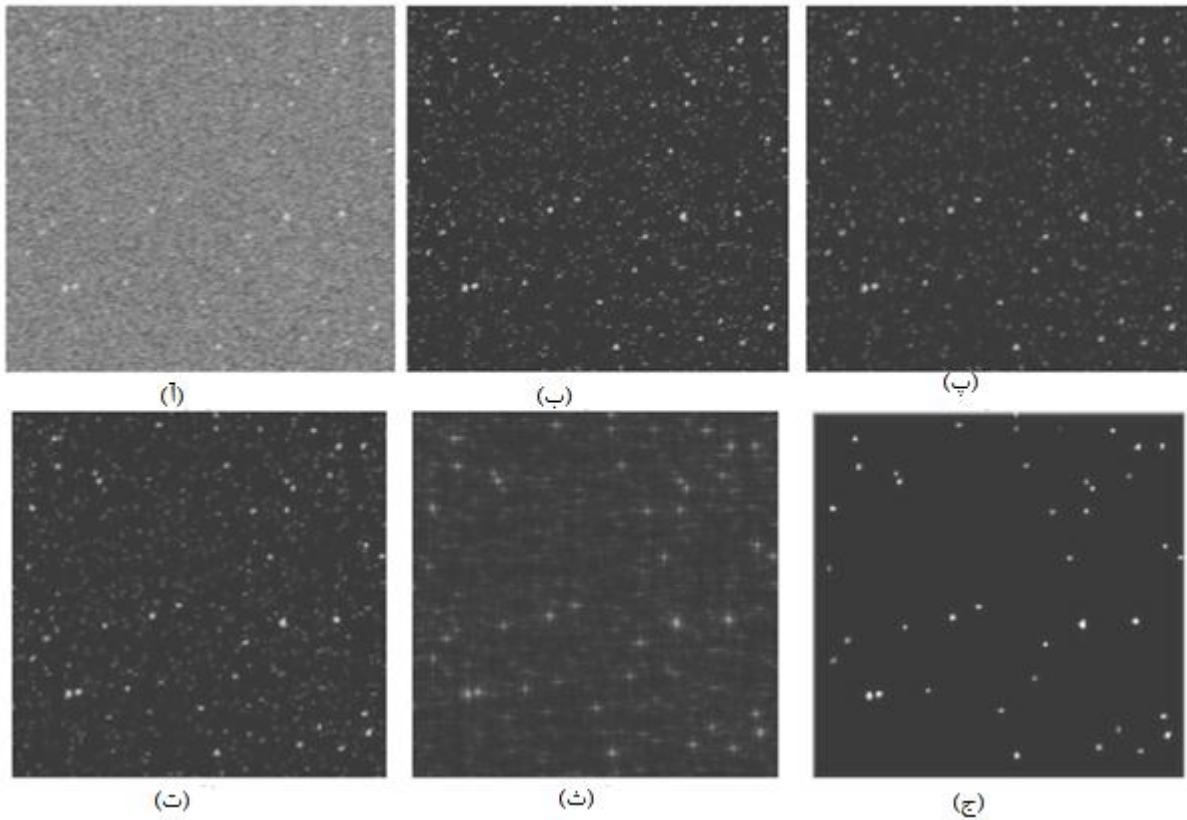
شکل ۶ تصویر نوفه دار را در کنار تصویر رفع نوفه شده به کمک روش آستانه قابل تطبیق در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$  نشان می دهد که اگر چه این روش نوفه را به خوبی حذف کرده است ولی برخی از اجزای اصلی تصویر را نیز حذف کرده است.



شکل ۶. مقایسه تصاویر نوفه دار و تصاویر بدون نوفه بعد از حذف نوفه

(آ) تصویر نوفه دار در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$ ، (ب) تصویر پردازش شده توسط روش آستانه قابل تطبیق [6].

شکل ۷ تصویر نوفه دار را نشان می دهد و تصاویر بعدی نتایج هر روش می باشند که در  $\sigma = 90$  و  $w = 0.6^\circ/s$  انجام شده اند و در کنار یکدیگر قرار داده شده اند. همان طور که در شکل ۷ پیداست تصویر پردازش شده توسط روش پیشنهادی از لحاظ جنبه های بصری از کیفیت بالاتری برخوردار است.



شکل ۷. مقایسه تصاویر نوفه دار و تصاویر بدون نوفه بعد از حذف نوفه

(آ) تصویر نوفه دار در  $w = 0.6$  و  $\sigma = 90$ ، (ب) تصویر پردازش شده توسط آستانه ثابت، (پ) تصویر پردازش شده توسط روش BayesShrink، (ت) تصویر پردازش شده توسط SureShrink، (ث) تصویر پردازش شده توسط فیلتر Lowpass، (ج) تصویر پردازش شده توسط آستانه قابل تطبیق. [6]

همچنین می‌توانید PSNR (Power Signal-to-Noise Ratio) یا همان قدرت سیگنال به نوفه را در جدول ۱ مشاهده نمایید که اطلاعات مربوط به روش های مختلف در آن آورده شده و مقایسه شده است.

جدول ۱. مقایسه ی PSNR های مختلف برای هر روش با  $w$  و  $\sigma$  های مختلف. [6]

روش	نوفه تصویر	آستانه ثابت (Th = 128)	BayesShrink	SureShrink	Lowpass filter	آستانه قابل تطبیق	
$w = 0.1$	$\sigma = 70$	22.15	25.27	28.56	28.89	30.15	35.20
	$\sigma = 80$	17.57	24.78	27.78	27.15	28.53	34.03
	$\sigma = 90$	15.20	24.42	27.43	26.45	27.85	32.56
$w = 1$	$\sigma = 70$	17.52	24.52	26.15	26.53	26.34	32.79



	=90	16.13	23.68	25.42	24.78	25.89	32.21
		14.00	23.06	24.77	24.02	25.09	30.04
w = 5	$\sigma = 70$	15.73	20.79	20.46	20.71	21.16	22.23
	$\sigma = 80$	14.08	20.23	18.58	19.33	19.54	20.56
	$\sigma = 90$	12.42	17.01	17.17	17.07	18.12	18.16

نتایج جدول ۱ نشان می دهد که هرچه  $w$  کمتر باشد، روش آستانه موج قابل تطبیق بهتر از روش های دیگر عمل می کند به خصوص زمانی که  $\sigma$  بسیار بزرگ است.

### نتیجه گیری

در این مقاله یک روش حذف نوفه با نام آستانه موج قابل تطبیق شرح داده شده و با روش های موجود دیگر مقایسه شده است. سپس با توجه به نتایج آزمایش ها و برتری این روش نسبت به روش های دیگر، این روش به عنوان روش پیشنهادی برای حذف نوفه انتخاب گردیده است. با توجه به اینکه هم اکنون تصاویر گرفته شده از آسمان و هلال ماه برای تشخیص شب اول ماه و به خصوص ماه رمضان رفع نوفه نمی شوند، این مقاله یک روش پیشنهاد می کند که برای بالا بردن کیفیت تصاویر گرفته شده و تشخیص بهتر و رویت آسان تر هلال ماه می توان آن را به کار گرفت.

### مراجع

1. Wu, X.J.; Wang, X.L. Multiple blur of star image and the restoration under dynamic conditions. *Acta Astronaut.* 2011, 68, 1903–1913.
2. Gwanghyeok, J. *Autonomous Star Sensing, Pattern Identification and Attitude Determination for Spacecraft: An Analytical and Experimental Study*; Texas A & M University: Corpus Christi, TX, USA, 2001.
3. Chang, S.G.; Yu, B.; Vetterli, M. Adaptive wavelet thresholding for image denoising and compression. *IEEE Trans. Image Process.* 2000, 9, 1532–1546.
4. Mallat, S. A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation. *IEEE Trans. Patt. Anal. Machine Intell.* 1989, 11, 674–693.
5. Gonzalez, R.C.; Woods, R.E. *Digital Image Processing*, 2nd ed.; Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ, USA, 2002.
6. Quan, W.; Gong, X.; Li, J.; Fang, J.; *INS/CNS/GNSS Integrated Navigation Technology*. Beihang University. 2014, 145-158. Doi: 10.1007/978-3-662-45159-5
7. Kaur, L.; Gupta, S.; Chauhan, R.C. Image Denoising Using Wavelet Thresholding. *Proceeding of the Third Indian Conference on Computer Vision, Graphics & Image Processing*, Ahmadabad, India, 16–18 December 2002; pp. 1522–1531.
8. Mihcak, K.M.; Kozintsev, L.; Ramchandran, K. Low-complexity image denoising based on statistical modeling of wavelet coefficients. *IEEE Sign. Process. Lett.* 1999, 6, 300–303.

Donoho, D.L.; Johnstone, I.M. Adapting to unknown smoothness via wavelet shrinkage. J. Am Stat. Assoc. 1995, 432, 1200–1224. 9