



## الگوریتم MFTS برای شناسایی رشته پالسها در سیستمهای شناسائی رادار

هادی شهریار شاه حسینی<sup>۱</sup>

مجید نادری<sup>۲</sup>

علی ناصری<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه امام حسین(ع)، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشکده مهندسی برق - دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

### چکیده

الگوریتمهای زیادی در گذشته برای شناسائی رادارهای پالسی ارائه شده است که برای مقایسه هر کدام از آنها با یکدیگر از دو مشخصه حجم عملیات و توانائی آنها در شناسائی تکنیکهای مختلف رادار استفاده شده است. در این مقاله الگوریتمی که MFTS نامگذاری شده، ارائه شده است که در مقایسه با روشهای دیگر حجم عملیات کمتر و توانائی بهتری در شناسائی تکنیکهای مختلف راداری دارد. در این الگوریتم از فرم اصلاح شده تبدیل فوریه و جستجوی ترتیبی استفاده میشود بصورتی که با استفاده از فرم اصلاح شده تبدیل فوریه PRI های ممکن و همچنین فاز متناسب با هر PRI استخراج می شود و سپس با استفاده از جستجوی ترتیبی از بین PRI های داوطلب PRI های درست تشخیص داده می شوند. بررسی های بعمل آمده کارائی الگوریتم MFTS را در شناسائی تکنیکهای مختلف راداری اثبات مینماید. ضمناً حجم محاسبات این الگوریتم  $1.753N^2$  است که علاوه بر کمتر بودن نسبت به روشهای قبلی دارای ماهیت انجام بصورت موازی میباشد.

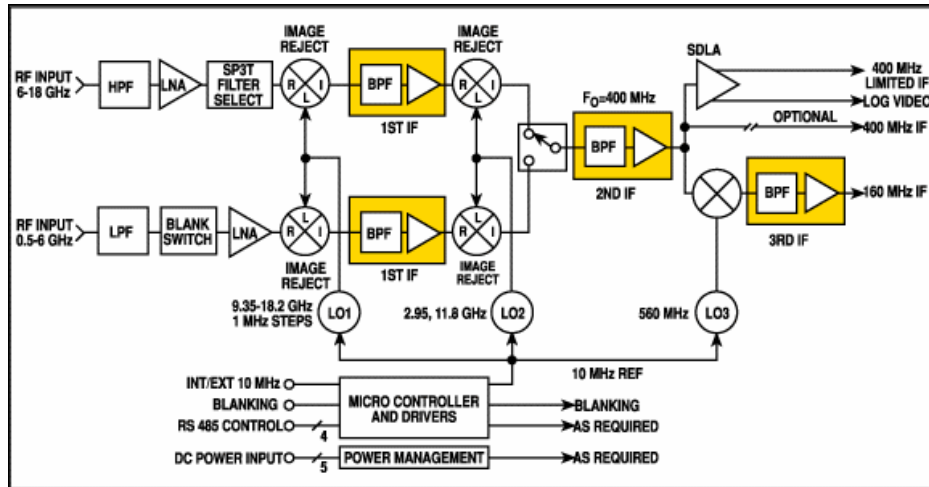
**کلمات کلیدی:** فاصله تکرار پالس، تبدیل فوریه، جستجوی ترتیبی، رادار، رشته پالس

### ۱- مقدمه

تلاشهای زیادی تا بحال انجام گرفته است که از جمله آنها می توان روشهای ماتریسی [۱،۲،۳]، روش جستجوی ترتیبی، روش هیستوگرام تفاضلی [۴،۵]، روش تبدیل فوری [۶]، روش استفاده از الگوریتم اقلیدسی اصلاح شده [۷]، روش استفاده از مدل مخفی مارکف [۸]، روش تبدیل هاج [۹] و روش استفاده از فیلتر کالمن توسعه یافته [۱۰] را نام برد. در روش جستجوی ترتیبی فاصله پالس اول از پالس دوم فریم زمانی مورد نظر بعنوان دوطالب PRI انتخاب شده و بدنبال فاصله تکرارهای مشابه در فریم زمانی رفته در صورت وجود به اندازه کافی این رشته پالس بعنوان رشته پالس یک رادار محسوب شده و پالسهای آن را از پالسهای فریم جدا نموده و در غیر اینصورت فاصله پالس سوم از پالس اول بعنوان داوطلب PRI انتخاب شده و برای آن جستجو در پالسهای فریم انجام می شود. این کار اینقدر تکرار می شود که کلیه رشته پالسها از پالسهای متداخل فریم جدا شوند. این روش دارای جستجوهای بیخودی زیادی است که تاثیر بسزائی در کندی آن

حجم وسیعی از رادارهای تجاری و نظامی بصورت پالسی عمل می نمایند به همین جهت شناسائی این رادارها از اهمیت ویژه ای برخوردار است که بوسیله سیستمهای هشدار راداری انجام می پذیرد. این سیستمها دارای آرایه آنتن همه جهتی بوده که بوسیله آن تمام پالسهای رادارهای باند فرکانسی مورد نظر را دریافت نموده و مورد پردازش قرار میدهند. بخش گیرنده این سیستمها معمولاً دارای باند فرکانسی ۰/۵ تا ۱۸ گیگا هرتز می باشند. شکل ۱ بلوک دیاگرام بخش گیرنده این سیستمها را نشان میدهد.

بعد از بخش گیرنده، بخش پردازشگر قرار دارد که وظیفه آن شناسائی رادارهای ارسال کننده پالسها از پالسهای متداخل دریافتی میباشد. بلادرنگ بودن بخش پردازشگر در بلادرنگ عمل نمودن سیستمها بسیار موثر است. در این راستا



شکل ۱- بلوک دیاگرام بخش گیرنده سیستمهای هشدار راداری

**الف) سیگنال پیوسته غیر پریودیک**

تبدیل فوری اصلاح شده سیگنال دارای سه متغیر است از رابطه (۲) بدست می آید.

$$V(\Omega, j, b) = \int_{j/\Omega - p/\Omega b}^{j/\Omega + p/\Omega b} \sum_{l=-\infty}^{+\infty} v(t + l/F) e^{-j b \Omega t} dt \quad (2)$$

در این تبدیل  $b$  عدد محدوده فاز ( $b > 1$ ) و  $j$  فاز است. فاصله  $\frac{2p}{b\Omega}$  را یک محدوده فاز می نامند که وسط آن در  $j / \Omega$  واقع شده است. فرمول دیگری از تبدیل فوری اصلاح شده برای سیگنال  $v(t)$  که به نظر واضحتر میرسد و همچنین در محاسبات کامپیوتری بهتر است که از این فرمول استفاده شود، به صورت زیر است.

$$V(\Omega, j, b) = \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{v}(t) e^{-j b \Omega t} dt \quad (3)$$

که فقط به ازای  $b \in N$ ، عدد طبیعی است) معتبر است و  $\hat{v}(t)$  نیز بصورت زیر تعریف میگردد.

$$\hat{v}(t) = \begin{cases} v(t), & \text{for } |j - \text{mod}_{2p}(\Omega t)| < p/b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

لازم به توضیح است که  $y = \text{mod}_a x$  یعنی اینکه باقیمانده تقسیم  $y$  بر  $a$  به ازای خارج قسمت صحیح برابر است با باقیمانده تقسیم  $x$  بر  $a$ .

**ب) سیگنال پیوسته پریودیک**

MFT سیگنال انرژی پیوسته در زمان پریودیک بصورت زیر است.

$$V(k, f, b) = \frac{1}{T_1} \int_{j/k\Omega_1 - p/bk\Omega_1}^{j/k\Omega_1 + p/bk\Omega_1} \sum_{l=0}^{k-1} (t + l/kF_1) e^{-jkb\Omega_1 t} dt \quad (5)$$

که در آن  $\Omega_1 = 2pF_1$ ، فرکانس زاویه ای و  $T_1 = 1/F_1$  دوره تناوب اصلی تابع  $v(t)$  است.

این تبدیل به ازای  $b \in N$  معادل است با:

$$V(k, j, b) = \frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} \hat{v}(t) e^{-jkb\Omega_1 t} dt \quad (6)$$

دارد. در روش تبدیل فوری، از پالسهای متداخل فریم تبدیل فوری گرفته می شود. تبدیل فوری یک تابع زمانی، تصویری معادل از این تابع در حوزه فرکانس است که اصولاً تمام اطلاعات تابع در حوزه زمان را حفظ می نماید. در روش تبدیل فوری، از پالسهای متداخل فریم تبدیل فوری گرفته می شود. تبدیل فوری یک تابع زمانی، تصویری معادل از این تابع در حوزه فرکانس است که اصولاً تمام اطلاعات تابع در حوزه زمان را حفظ می نماید. و با عمل معکوس گیری می توان به حوزه زمان برگشت. علی رغم معکوس پذیر بودن، تبدیل فوری بدلیل عدم توانایی در تشخیص فاز در بحث جدا سازی رشته پالسهای متداخل کارایی خوبی ندارد زیرا قادر به شناسایی رادارهای برخی حالات نمی باشد. در الگوریتم پیشنهادی به تبدیل فوری گسسته بُعد فاز نیز اضافه نموده که با عنوان تبدیل فوری گسسته اصلاح شده (MDFT) از آن نام برده می شود. MDFT طیف سیگنال را به صورت سه بعدی بر حسب فرکانس و فاز نمایش می دهد این مسئله باعث توانمندی MDFT در جداسازی رشته پالسهای متداخل راداری شده است.

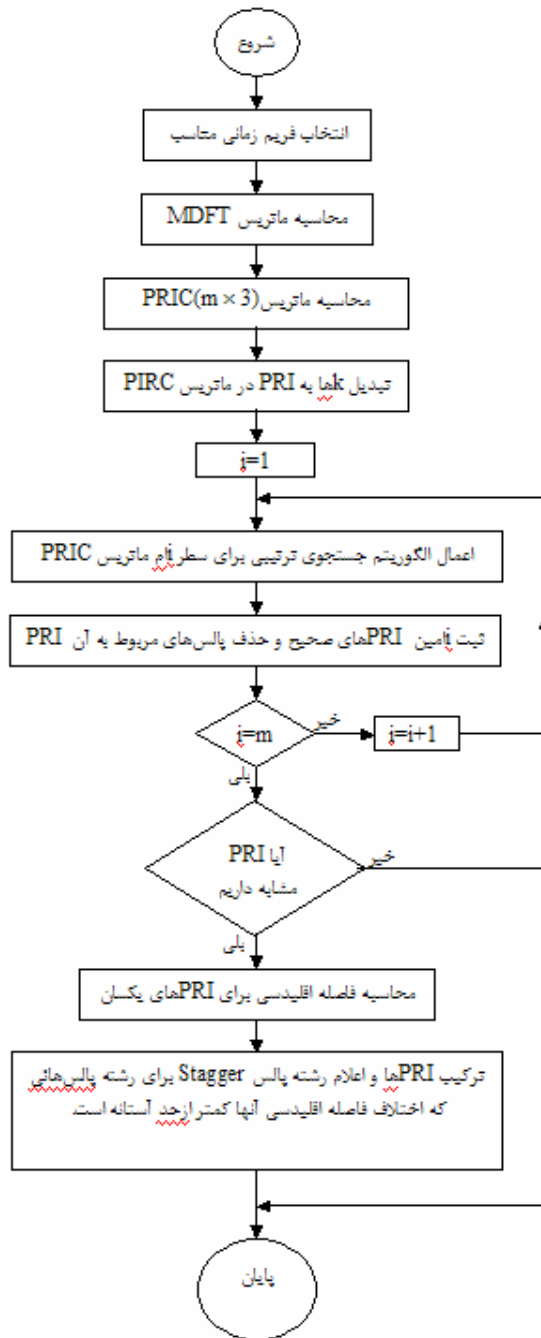
در ادامه در بخش ۲ تبدیل فوری گسسته اصلاح شده، بخش ۳ الگوریتم MFTS، در بخش ۴ ارزیابی الگوریتم MFTS با استفاده از چند مثال متنوع و در بخش ۵ نتیجه گیری خواهد آمد.

**۲- تبدیل فوری اصلاح شده (MFT)**

MFT نوع اصلاح شده ای از تبدیل فوری است که ما را در شناسایی رشته پالسهای متداخل با PRI های متفاوت و یا مشابه کمک می نماید. تبدیل فوری اصلاح شده دارای دو بعد فرکانس و فاز می باشد. MFT بعضی از خواص تبدیل فوری مانند خاصیت خطی بودن، تغییر مقیاس و جابجایی زمانی را حفظ می کند. ضمناً مانند تبدیل فوری بسته به اینکه سیگنال پیوسته و یا گسسته در زمان و پریودیک یا غیر پریودیک باشد به چهار نوع تقسیم می شود. تبدیل فوری یک سیگنال انرژی پیوسته در زمان  $v(t)$  به صورت زیر است.

$$V(\Omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} v(t) e^{-j\Omega t} dt \quad (1)$$

که  $V$  تبدیل فوری تابع  $v$  است  $\Omega$  فرکانس و واحد آن رادیان بر ثانیه است. در زیر تبدیل فوری اصلاح شده برای هر حالت خواهد آمد.



شکل ۲- نمودار جریان‌ی الگوریتم MFTS

زیاد شده که موجب کندی عمل شناسایی می‌گردد لذا بایستی طول فریم طوری انتخاب گردد که علاوه بر حجم محاسبات کم دقت خوبی در شناسایی حاصل گردد (طول فریم با توجه منطقه فعالیت سیستم توسط اپراتور تعیین میشود). سپس ماتریس تبدیل فوریه اصلاح شده (MDFT) محاسبه می‌گردد. این ماتریس دارای N سطر و b ستون است که سطرهای این ماتریس به ترتیب از بالا به پایین مربوط به فرکانس از صفر تا N-1 هستند و ستونهای آن از راست به چپ مربوط به فاز از صفر تا  $2p - (2p/b)$  است که اختلاف فاز هر ستون نسبت به ستون قبل به اندازه  $2p/b$  است و درایه‌های این ماتریس اندازه MDFT در فاز و فرکانس مربوطه بوده که از رابطه (۱۲) بدست می‌آیند. از آنجا که تمام PRI های ممکن را در یک رشته پالس متداخل پیدا می‌کند، لذا فقط دامنه‌هایی را که از سطح آستانه بالاتر می‌روند مورد بررسی قرار می‌گیرد. انتخاب سطح آستانه با توجه به شرایط منطقه فعالیت سیستم هشدار راداری صورت می‌گیرد. سپس

$$\hat{v}(t) = \begin{cases} v(t), & \text{for } |j - \text{mod}_{2p}(\Omega_k t)| < p/b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

ج) سیگنال گسسته غیرپریودیک

برای سیگنال انرژی گسسته در زمان واحد فرکانس از رادیان بر ثانیه به رادیان بر نمونه تغییر میکند.

تبدیل فوریه اصلاح شده سیگنال های گسسته در زمان عبارت است از:

$$V(w, j, b) = \sum_{(j/w)-(p/bw)}^{(j/w)+(p/bw)} \sum_{l=-\infty}^{+\infty} v(n+l/f) e^{-jbnw} \quad (8)$$

که W فرکانس،  $w = 2pf$  و n ضریب زمان است. به ازای  $b \in N$  فرمول بالا بصورت زیر است:

$$V(w, f, b) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \hat{v}(n) e^{-jbnw} \quad (9)$$

$$\hat{v}(t) = \begin{cases} v(n), & \text{for } |j - \text{mod}_{2p}(wn)| < p/b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

د) سیگنال گسسته پریودیک (MDFT)

تبدیل فوریه اصلاح شده سیگنال های گسسته در زمان با طول محدود یا پریودیک از رابطه (۱۱) محاسبه میگردد.

$$V(k, j, b) = \sum_{n=a}^b \sum_{l=0}^{k-1} v(n+lN/k) e^{-j2pbkn/N} \quad (11)$$

که N طول سیگنال یا دوره تناوب سیگنال می باشد و a و b نیز بصورت زیر تعریف میشوند.

$$a = \frac{N}{2pk} \left( j - \frac{p}{b} \right) \quad b = \frac{N}{2pk} \left( j + \frac{p}{b} \right)$$

به ازای  $b \in N$  فرمول (۱۱) به صورت زیر ساده میشود.

$$V(w, f, b) = \sum_{n=0}^{N-1} \hat{v}(n) e^{-j2pbkn/N} \quad (12)$$

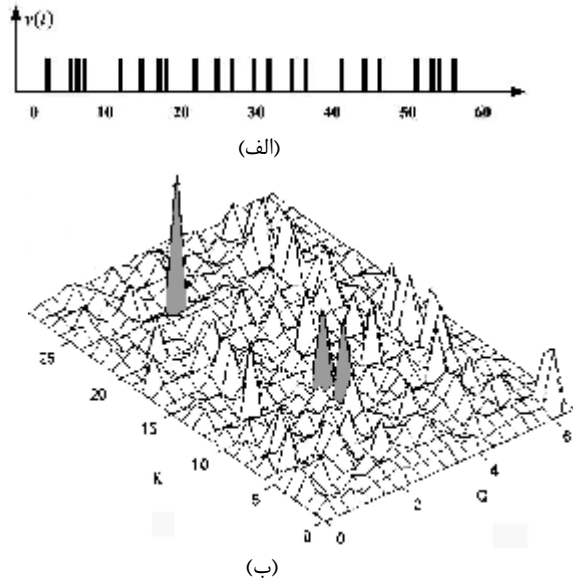
$$\hat{v}(t) = \begin{cases} v(n), & \text{for } |j - \text{mod}_{2p} \left( \frac{2pkn}{N} \right)| < p/b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (13)$$

در الگوریتم پیشنهادی مقاله از تبدیل فوریه اصلاح شده سیگنال گسسته پریودیک (MDFT) برای استخراج PRI های داوطلب استفاده میگردد.

۳- الگوریتم MFTS

نمودار جریان‌ی الگوریتم MFTS در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل دیده میشود ابتدا فریم زمانی مناسب برای بررسی انتخاب میگردد. لازم به توضیح است که هرچه فریم زمانی ما کوچکتر باشد محاسبات کمتر میشود اما باید به این نکته توجه داشت که دقت جداسازی و شناسایی رشته پالسها به تعداد پالسهای مورد بررسی بستگی دارد بنابراین هر چه طول فریم زمانی بیشتر باشد دقت جداسازی و شناسایی بیشتر می شود ولی از طرفی حجم محاسبات

همانطور که در شکل ۳- (ب) دیده میشود نمودار دارای مؤلفه‌ای در فرکانس  $(120/10)=12$  در  $j = p$ ، مؤلفه دیگری در فرکانس  $(120/10)=12$  با فاز  $j = p$  و همچنین مؤلفه‌ای در فرکانس  $(120/5)=24$  با فاز  $j = 0.8p$  است. همانطور که مشاهده میشود تابع ورودی کاملاً با نتایج بدست آمده مطابقت دارد.



شکل ۳- رشته پالس متداخل و MDFT مثال ۱

**مثال ۲:** محیط راداری با دو رادار که دارای مشخصات جدول ۳ میباشند توسط برنامه شبیه ساز تهیه شده است روش MFTS را برای این محیط بکار برده که نتایج آن در جدول ۴ آمده است. همانطور که در این دیده میشود روش مذکور با دقت بسیار خوبی رادارهای محیط را شناسایی نموده است. شکل ۴ رشته پالس متداخل و MDFT آن را نشان داده شده است.

جدول ۳- مشخصات رادارهای محیط راداری مثال ۲

	AOA (degree)	RF (GHZ)	PW (micro second)	PA (milliwatt)	PRI (millisecond)	n
رادار ۱	35	8.24	23	1	10	5
رادار ۲	39	8.8	28	1	10	10

جدول ۴- مشخصات رادارهای شناسایی شده توسط الگوریتم MFTS برای محیط راداری مثال ۲

	AOA (degree)	RF (GHZ)	PW (micro second)	PA (milliwatt)	PRI (millisecond)
رادار ۱	35.54	8.3	23.79	0.995	10
رادار ۲	38.72	8.64	27.78	1.02	10

دامنه تبدیل فوریه بهبود یافته در شکل ۴- (ب) نشان داده شده است. حال با انتخاب سطح آستانه (که در اینجا نصف بزرگترین قله در نظر گرفته شده است) و همچنین اعمال جستجوی ترتیبی دو رشته پالس با PRI برابر ولی با فازهای متفاوت بدست می‌آید.

همانطور که مشاهده می‌کنید، این نمودار دارای دو مؤلفه در فرکانس  $(120/10)=12$  در فازهای  $j = p$  و  $j = 2p$  داریم که با نتایج بدست آمده مطابقت دارد.

درایه هائی از ماتریس MDFT که از سطح آستانه کمتر هستند حذف شده و مابقی به همراه مشخصات فاز و فرکانس به ترتیب صعودی از بالا به پایین در سطر های یک ماتریس جدید بنام ماتریس PRI های داوطلب یا PRIC قرار می‌گیرند. ماتریس مذکور دارای m سطر و سه ستون است که ستون اول آن دامنه های MDFT داوطلب PRI ها و ستونهای دوم و سوم بترتیب فاز و فرکانس مربوط به دامنه ها می‌باشد. شایان توجه است PRI مربوط به K های مختلف از رابطه  $PRI = \frac{N}{K}$  بدست خواهند آمد. بعد از بدست آوردن PRI های داوطلب با عمل جستجوی ترتیبی رشته پالسهای رشته پالسهای متناظر با PRI های صحیح از رشته پالس متداخل فریم زمانی جدا میگردد. جستجوی ترتیبی آرایه‌های ماتریس PRIC به این صورت است که با توجه به PRI و فاز مربوط به هر دامنه نقطه شروع  $(n_0)$  سیگنال محاسبه می‌شود، در صورت وجود پالس در نقطه  $(n_0)$  و نقاط  $(n_0 + l * PRI, \text{ for } l \in N)$  این PRI به همراه فاز مربوطه، برای بررسی‌های بعدی ثبت می‌شود و تمام پالس‌های مربوط به این رشته پالس از پالسهای فریم زمانی جدا میگردد. پس از استخراج تمام PRI ها، برای رشته پالس‌های با PRI یکسان فاصله اقلیدسی محاسبه کرده و سپس در صورت کمتر بودن اختلاف فاصله اقلیدسی رشته‌های با PRI یکسان از حد آستانه، آنها را ترکیب کرده و بعنوان یک رشته پالس استگر معرفی می‌گردد.

#### ۴- ارزیابی الگوریتم MFTS

در این بخش با ذکر مثالهای متنوع توانایی الگوریتم MFTS در جدا سازی و شناسایی رادارها بررسی میگردد. در این مثال‌ها N را برابر ۱۲۰ می‌گیریم و برای نمایش بهتر نتایج  $b = 20$  در نظر گرفته میشود. شایان توجه است b عدد محدوده فاز است و هر چقدر مقدار آن بزرگتر انتخاب گردد محدوده فاز کوچکتر شده و دقت تخمین فاز بیشتر خواهد شد. در اینجا سطح آستانه نصف دامنه بزرگترین قله در نظر گرفته شده است ولی در عمل بهتر است برای کاهش حجم محاسبات مقدار آن با توجه به محیط راداری فعالیت سیستم با روشهای آماری تعیین گردد.

**مثال ۱:** محیط راداری با سه رادار که دارای مشخصات جدول ۱ میباشند توسط برنامه شبیه ساز تهیه شده است روش MFTS را برای این محیط بکار برده که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. همانطور که در این دیده میشود روش مذکور با دقت بسیار خوبی رادارهای محیط را شناسایی نموده است. شکل ۳ رشته پالس متداخل و MDFT آن نشان داده شده است.

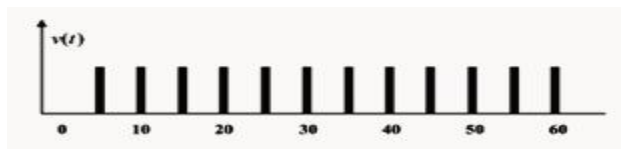
جدول ۱- مشخصات رادارهای محیط راداری مثال ۱

	AOA (degree)	RF (GHZ)	PW (micro second)	PA (milliwatt)	PRI (millisecond)	n
رادار ۱	95	8.4	20	1	12	6
رادار ۲	98	8.67	25	1	10	5
رادار ۳	114	9.23	20	1	5	2

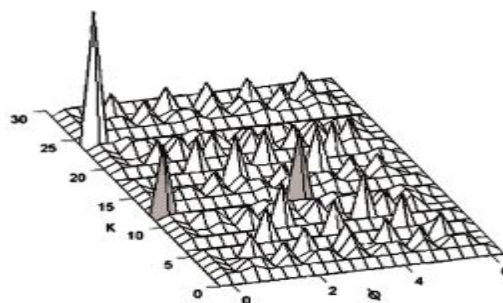
جدول ۲- مشخصات رادارهای شناسایی شده توسط الگوریتم MFTS برای محیط راداری مثال ۱

	AOA (degree)	RF (GHZ)	PW (micro second)	PA (milliwatt)	PRI (millisecond)
رادار ۱	96.4	8.434	23.3	1.05	12
رادار ۲	97.2	8.78	25.78	1.12	10
رادار ۳	114.6	9.83	20.77	0.956	5

دامنه MDFT در شکل ۵- (ب) نشان داده شده است. حال با انتخاب سطح آستانه (که در اینجا نصف بزرگترین قله در نظر گرفته شده است) و همچنین اعمال جستجوی ترتیبی سه رشته پالس با PRI برابر ولی با فازهای متفاوت بدست می‌آید. همانطور که در شکل دیده میشود این نمودار دارای سه مؤلفه در فرکانس  $12 = \frac{120}{10}$  در فازهای  $j = 0.2p$ ،  $j = 0.6p$  و  $j = 1.2p$  داریم. که با نتایج بدست آمده مطابقت دارد. اما از آنجا که ما در این مثال PRIهای برابر داریم، هنوز یک مرحله کار باقیمانده است که بررسی کنیم آیا این رشته پالسها می‌توانند مربوط به راداری باشند که از تکنیک Stagger PRI استفاده می‌کند. با استفاده از فاصله اقلیدسی رشته پالسها و مقایسه آنها استگر بودن آن مشخص میگردد.

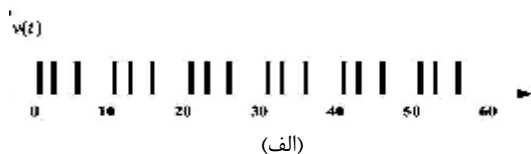


(الف)

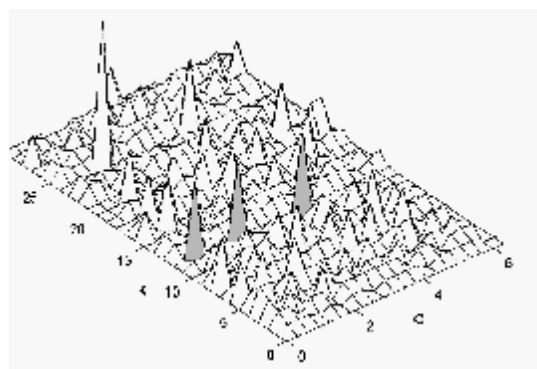


(ب)

شکل ۴- رشته پالس متداخل و MDFT مثال ۲



(الف)



(ب)

شکل ۵- رشته پالس متداخل و MDFT مثال ۳

اما از آنجا که ما در این مثال PRI های برابر داریم، هنوز یک مرحله کار باقیمانده است که بایستی بررسی شود و آن اینکه آیا این دو رشته پالس می‌توانند مربوط به یک رادار با PRI=5 باشد یا خیر (همانطور که در نمودار شکل ۴- (ب) می‌بینید یک مؤلفه در فرکانس  $24 = 120/5$  نیز دیده می‌شود). که با محاسبه فاصله اقلیدسی دو رشته پالس و مقایسه آنها این مسئله حل میگردد.

**مثال ۳:** محیط راداری با ۳ رادار که دارای مشخصات جدول ۵ میباشد توسط برنامه شبیه ساز تهیه شده است روش MFTS را برای این محیط بکار برده که نتایج آن در جدول ۶ آمده است. همانطور که در این دیده میشود روش مذکور با دقت بسیار خوبی رادارهای محیط را شناسائی نموده است.

در شکل ۴ رشته پالس متداخل و MDFT آن نشان داده شده است.

دامنه MDFT در شکل ۵- (ب) نشان داده شده است. حال با انتخاب سطح آستانه (که در اینجا نصف بزرگترین قله در نظر گرفته شده است) و همچنین اعمال جستجوی ترتیبی سه رشته پالس با PRI برابر ولی با فازهای متفاوت بدست می‌آید.

جدول ۵ - مشخصات رادارهای محیط راداری مثال ۳

	AOA (degree)	RF (GHZ)	PW (micro second)	PA (milliwatt)	PRI (millisecond)	n
رادار ۱	45	8.24	23	1	10	1
رادار ۲	56	8.8	28	1	10	3
رادار ۳	39	8.8	28	1	10	6

جدول ۶ - مشخصات رادارهای شناسائی شده توسط الگوریتم MFTS برای محیط راداری مثال ۳

	AOA (degree)	RF (GHZ)	PW (micro second)	PA (milliwatt)	PRI (millisecond)
رادار ۱	45.34	8.304	22.305	1.08	10
رادار ۲	55.89	8.907	27.78	1.195	10
رادار ۳	38.96	8.798	28.032	0.996	10

## ۵- نتیجه گیری

(۱) روش پیشنهادی قادر است با دقت بسیار خوبی کلیه تکنیکهای راداری اعم از فاصله تکرار پالس ثابت و فاصله تکرار پالس استگر را شناسائی نماید. مثالهای مختلف محیط راداری از جمله سه مثال بخش قبل مبین این مسئله است. در صورتی که هیچ کدام از روشهای قبلی قادر به شناسائی کلیه تکنیکها نیستند.

(۲) روش پیشنهادی دارای حجم محاسبات  $1.753N^2 \approx$  است در صورتی که کمترین حجم محاسبه روشهای قبلی  $2N^2$  است. جدول ۷ زمان پردازش الگوریتم MFTS را نسبت به دیگر الگوریتمهای امروزی برای تعداد پالس ۱۰۰۰ نشان میدهد.

(۳)  $1.54N^2$  از محاسبات روش پیشنهادی مربوط به محاسبه MDFT پالسهای فریم زمانی مورد نظر میباشد که بدلیل داشتن معادله بازگشتی براحتی میتوان برای انجام آن از آرایه سیستولیکی استفاده کرد آرایه سیستولیکی بهترین ساختار از بین ساختارهای پردازش موازی برای انجام محاسبات ماتریسی و محاسبات دارای معادله بازگشتی میباشد]. [۱۱، ۱۲، ۱۳.

## مراجع

- [1] H. S. Shahhoseini, A. Naseri, and M. Naderi, " A New Matrix Method for Pulse Train Identification," *IEEE Proceedings*, MELECON, pp. 183-187, 2002.

- [11] T. Kurtis et.al. "General-Purpose Systolic Arrays," vol. 26 , no. 11 , 1993 , pp. 20-31.
- [12] J. F. Tasic, M. Zajc and A. Kosir, "Comparison of Some Parallel Matrix Multiplication Algorithms," *IEEE Con.*, pp. 155-158, 1996.
- [13] I. Z. Milovanovic, T. I. Tokic, M. K. Stojcev, E. I. Milovanovic, and N. M. NovaKovic, "Mapping Matrix Multiplication Algorithm on to Optimal Fault – Tolerant Systolic Array," *IEEE Con.* , pp. 711 –714, 1999.

#### مodyfiy Fourier Transform & Sequential Search



**علی ناصری** در سال ۱۳۴۸ در شهرستان اسلام آباد غرب متولد شد و دوران دبیرستان را در این شهرستان به اتمام رسانید سپس بلافاصله در رشته کارشناسی مخابرات پذیرفته شد و در سال ۱۳۷۱ در مقطع مذکور فارغ التحصیل گردید. در سال ۱۳۷۳ در مقطع کارشناسی ارشد الکترونیک دانشگاه علم و صنعت ایران

پذیرفته شده و در سال ۱۳۷۵ موفق به اخذ کارشناسی ارشد گردید. در سال ۱۳۷۷ در مقطع دکتری الکترونیک دانشگاه علم و صنعت ایران پذیرفته و در سال ۱۳۸۲ موفق به اخذ درجه دکتری گردید. نامبرده در هر سه مقطع تحصیلی دانشجوی ممتاز شناخته شده و در حال حاضر علاوه بر مدیریت گروه برق - الکترونیک سازمان استاندارد در سمت استادیاری در دانشگاه امام حسین (ع) مشغول فعالیت میباشد. از نامبرده تا به حال ۲۴ مقاله در مجلات و کنفرانسهای خارجی و داخلی به چاپ رسیده است.



**مجید نادری** در سال ۱۳۲۳ در شهرستان کرمانشاه متولد شد و دوران دبیرستان را در سال ۱۳۴۴ به پایان رسانید. در سال ۱۳۴۹ موفق به اخذ کارشناسی رشته برق در هنر سرایعالی گردید و بلافاصله با رتبه مربی در هنر سرای مذکور استخدام شد. در سال ۱۳۵۳ از بورس شاگرد ممتازی وزارت فرهنگ و آموزش عالی جهت ادامه تحصیل در بریتانیا استفاده نمود و در سال ۱۳۵۴ موفق

دریافت کارشناسی ارشد در رشته کاربرد دیجیتال و مخابرات از دانشگاه هریوت- وات شهر ادینبرا اسکاتلند شد. سه سال بعد موفق به دریافت درجه دکتری در شبیه سازی و بررسی رفتاری سیستمهای پردازش موازی با حافله مشترک گردید. در سال ۱۳۵۷ به ایران برگشته و در سمت استادیاری در دانشگاه علم و صنعت ایران مشغول فعالیت شد. نامبرده در حال حاضر در سمت دانشیاری در دانشگاه علم صنعت ایران مشغول خدمت است و از ایشان تا بحال بیش از ۵۰ مقاله در مجلات و کنفرانسهای خارجی و داخلی و چهار کتاب به چاپ رسیده است.

**هادی شهریار شاه حسینی** ( بیوگرافی و عکس تا زمان چاپ در دسترس قرار نگرفت).

جدول ۷- مقایسه زمان پردازش الگوریتم MFTS با دیگر الگوریتمها

نام الگوریتم	تعداد پالس ساعت برای انجام با تک پردازنده
الگوریتم خوشه بندی MMC	$\approx 4.995 \times 10^5$
الگوریتم شناسایی با معکوس ماتریس اختلاف زمان ورود پالسها	$\approx 1.002 \times 10^9$
الگوریتم ضرب ماتریسی برای شناسایی رادارها	$\approx 3.5 \times 10^6$
الگوریتم شناسایی NASH	$\approx 1 \times 10^9$
الگوریتم خوشه بندی و شناسایی MDT&PRIT	$\approx 1.809 \times 10^6$
الگوریتم خوشه بندی و شناسایی NNWS	$\approx 1 \times 10^9$
الگوریتم خوشه بندی و شناسایی MFTS	$\approx 1.753 \times 10^6$

- [2] H. S. Shahhoseini, A. Naseri, and M. Naderi, " Matrix Multistage Clustering of Interleaved Pulse Train," *IASTED International Conference, Signal Processing, Pattern Recognition and Application*, Greece, pp 98-101, 2002.
- [3] A. Naseri, H. S. Shahhoseini, and M. Naderi, "Data Clustering by Minimum Difference Tree and PRI Transform," *Workshop Proceedings , Advances in Information and Communication Technology*, Shiraz, Iran, pp. 35 -39, 2002.
- [4] D. J. Milojevic and B. M. Popovic, "Improved Algorithm for the Deinterleaving of Radar Pulses," *IEE Proceedings F*, vol. 139, no.1, pp. 98-104, 1992.
- [5] H. K. Mardia "New Techniques for the Deinterleaving of Repetitive Sequences," *IEE proceedings*, vol. 136, pt. F, no. 4, pp. 149-154, 1989.
- [6] R. J. Orsi, J. B. Moore and R. E. Mahony, "Interleaved Pulse Train Spectrum Estimation," *Signal Processing and International Symposium on its Applications*, ISSPA, Gold coast, Australia, pp. 125-128, 1996.
- [7] B. M. Sadler and S. D. Casey, "PRI Analysis From Sparse Data via a Modified Euclidean ASILOMAR Algorithm," *IEEE proceedings of*, pp. 1147-1151, 1996.
- [8] A. Ilogothetis and V. Krishnamurthy , "An Interval – Amplitude Algorithm for Deinterleaving Stochastic Pulse Train Sources," *IEE Transactions on Signal Processing* , vol. 46, no. 5, pp. 1344-1350, 1998.
- [9] J. Perkins and I. Coat, "Pulse Train Deinterleaving via the Hough Transform," *IEEE 1994 International Conference on*, vol. 3, pp. 197- 200, 1994.
- [10] T. Conroy and J. B. Moore , "On the Estimation of Interleaved Pulse Train Phases," *5th International Symposium on Signal Processing and its Applications*, ISSPA, 99, Brisbane , Australia , pp.223-226, 1999.