

# پیش بینی اثر یونسفر بر روی سیگنال های GPS با استفاده از فیلتر کالمن

زهره عرفانی جزئی، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئودزی، گروه مهندسی نقشه برداری، قطب علمی مهندسی نقشه برداری و مقابله با سوانح طبیعی، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران، ایران  
تلفن: 82094508  
Email: zohrehfani@yahoo.com

## چکیده

یکی از تأثیرات جوی بزرگ و قابل توجه بر روی سیگنال های سیستم تعیین موقعیت جهانی، GPS، اثر بخش فوقانی جو، یونسفر، می باشد. این محیط مملو از یون های آزاد می باشد و لذا بصورت یک محیط dispersive عمل می کند. چگالی الکترون در یونسفر TEC نامیده می شود. اثر TEC بر روی قسمت های مختلف سیگنال GPS یکسان نیست. این تأثیر به این صورت است که بر روی فاز موج حامل سبب تأخیر و بر روی شبه فاصله باعث تقدم می شود. این اثر بصورت یک متغیر دینامیک عمل می کند، لذا می تواند با روش های مختلف ریاضی مدل شود. لذا یافتن رابطه ای که بتواند این اثر را پیش بینی نماید، می تواند در راستای تعیین موقعیت دقیق در گیرنده های تک فرکانسه مؤثر باشد. در این مقاله با کمک فیلتر کالمن در روش کمترین مربعات این امکان فراهم شده است که با استفاده از مشاهدات GPS این تأثیر پیش بینی و تا حد امکان از روی مشاهدات گیرنده های تک فرکانسه حذف گردد.

**کلمات کلیدی:** GPS، یونسفر، متغیر دینامیکی، محیط dispersive، فیلتر کالمن، TEC

## مقدمه

چگالی الکترون در یونسفر یکی از مهمترین کمیت هایی است که از طریق آن می توان تأثیرات یونسفر را بر روی سیگنال های GPS بررسی کرد و خطای ناشی از آن را از روی مشاهدات برطرف نمود. این کمیت به صورت نامنظم با زمان تغییر می کند. بدین معنا که TEC مورد استفاده در معادلات بایستی از مشاهدات همان اپک خاص مشاهداتی به دست آمده باشد. از این رو در صورتی که چند اپک مشاهداتی را به دلایلی از دست بدهیم و یا گپ در مشاهدات داشته باشیم امکان محاسبه TEC وجود نخواهد داشت. در حالیکه با کمک روابط موجود در فیلتر کالمن امکان پیش بینی TEC برای اپک هایی که مشاهدات در آنها قطع شده است فراهم می گردد. این کار در دو حالت می تواند انجام شود. اول زمانی که در اپک خاصی قرار داریم و مایلیم که این کمیت را برای ساعات بعدی بدست آوریم. دوم زمانی که یک سری مشاهدات در طول ساعات مختلف وجود دارد که در بین زمانهای برداشت گپ دیده می شود و لازم است که این کمیت برای زمان هایی که گپ ایجاد شده بدست آید.

هر گاه کمیت فوق برای زمان  $t_k$  با کمک مشاهدات اپک  $t_{k-1}$  پیش بینی شود، امکان بهنگام کردن پیش بینی انجام شده از طریق مشاهدات اپک های  $t_k, t_{k-1}$  وجود دارد. مقادیر بهنگام شده چون اطلاعات همان اپک واپک های قبل را نیز در بر دارد می تواند برآورد دقیق تری از کمیت فوق بدست دهد.

## مقدمات لازم جهت ورود به پروسه فیلتر کالمن

آنچه در درجه اول بایستی مورد توجه قرار گیرد، روابط موجود برای محاسبه کمیت TEC می باشد. در این پروژه از مدل Giffard در برآورد TEC استفاده شده است. مدل Giffard از مدل های متداول جهانی است که در محاسبه ی TEC مورد استفاده قرار می گیرد. روابط این مدل به صورت زیر است [1].  
که در این رابطه :