



وابستگی زاویه فاز بهنجار شده به محل هسته بهمن در سیگنال‌های رادیویی بهمن‌های گسترده پرتوهای کیهانی

محمد سبوحی و گوهر رستگارزاده

دانشکده فیزیک، دانشگاه سمنان، سمنان

پست الکترونیکی: grastegar@semnan.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۹؛ دریافت نسخه نهایی: ۱۳۹۹/۱۰/۰۴)

چکیده

پرتوهای کیهانی پر انرژی هنگام عبور از جو زمین تولید بهمن‌های گسترده هوایی می‌کنند که حاوی ذرات ثانویه عمدتاً الکترون و میون هستند. با آشکارسازی و مطالعه این ذرات ثانویه و امواج رادیویی وابسته به آنها که بر اثر حرکت ذرات باردار در میدان مغناطیسی زمین ایجاد می‌شود می‌توان به مشخصه‌های اصلی پرتو کیهانی اولیه مانند جهت، محل هسته بهمن، انرژی و جرم آن پی برد. سیگنال‌های رادیویی وابسته به ذرات در آرایه‌ای از آنتن‌های رادیویی دریافت و ثبت می‌شوند. محل هسته بهمن که به عنوان محل برخورد امتداد جهت ورود پرتو کیهانی با سطح زمین تعریف می‌شود یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های پرتو کیهانی اولیه است که دانستن محل آن برای تحلیل داده‌های تجربی لازم است. به خصوص برای تعیین توزیع عرضی سیگنال‌های رادیویی یا ذرات ثانویه، دانستن محل هسته بهمن ضروری است. در کار حاضر با استفاده از گنڈ شبیه سازی CORSIKA ۷/۵ و CoREAS ۱/۱ و شبیه‌سازی پرتوهای کیهانی در بازه انرژی ۱ تا ۱ EeV در آرایه رادیویی مستطیلی متشکل از ۴۹ آنتن که با فواصل ۱۰ و ۲۰ متری از هم طراحی شده‌اند، سیگنال‌های رادیویی رسیده به آنتن‌ها در سطح مشاهده رصدخانه پیر اوژ (ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا) و آرایه SURA در سمنان (ارتفاع ۱۱۳۰ متر از سطح دریا) به دست آمده است. سیگنال‌های دریافت شده از شبیه‌سازی در حوزه زمان هستند. بعد از اعمال فوریه ترانسفورم بر روی این سیگنال‌ها فاز سیگنال در بسامدهای مختلف به دست می‌آید. در مرحله اول این فاز به تقسیم (نرمالیزه) می‌شود. سپس با رسم منحنی فاز نرمال برحسب بسامد شیب این منحنی به دست می‌آید و به عنوان کمیت (SNAP) معرفی و استفاده می‌شود. ما نشان داده‌ایم که مقدار SNAP در محل هسته بهمن کمینه است و از این خاصیت برای تخمین محل هسته بهمن استفاده کرده‌ایم. با استفاده از این پارامتر محل هسته بهمن برای بهمن‌های عمودی و مایل را به دست آورده‌ایم. نتایج وابستگی محل هسته بهمن به این پارامتر را به خوبی نشان می‌دهد. البته نتایج کار حاضر نشان می‌دهد این روش در مورد بهمن‌های عمودی از دقت بیشتری برخوردار است. به دلیل وجود محدودیت در نرم‌افزار CoREAS که در هر اجرا اجازه شبیه‌سازی بیشتر از یک پرتو کیهانی را نمی‌دهد، در کار حاضر شبیه‌سازی در هر انرژی فقط برای یک بهمن انجام شده تا وابستگی فاز به محل هسته بهمن نشان داده شود. در ادامه با انجام شبیه‌سازی‌های بیشتر قادر خواهیم بود دقت این روش را برای تعیین محل هسته بهمن در زوایا و انرژی‌ها و هندسه‌های مختلف آرایه رادیویی ارزیابی کنیم.

واژه‌های کلیدی: آرایه رادیویی دانشگاه سمنان، پرتوهای کیهانی، آشکارسازی رادیویی.