



شبیه سازی رفتار باریکه الکترونی در الکترومغناطیس های خم کننده با نرم افزار CST Studio

سحر تقی پور^۱، عباس احمدی^۲، محمدرضا قهری^۳^۱ گروه برق الکترونیک، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، sahar.taghipour91@gmail.com^۲ گروه مهندسی هسته ای، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ahmadi.abbas77@gmail.com^۳ گروه برق الکترونیک، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، reza.ghahri@gmail.com

چکیده

چشمه نور ایران مجموعه ای از شتابگر خطی، حلقه افزاینده و یک حلقه انبارش الکترون با انرژی ۳ گیگا الکترون ولت و جریان الکتریکی ۴۰۰ میلی آمپر است. علاوه بر ایجاد اولین آزمایشگاه مقیاس بزرگ برای تحقیقات و مطالعات بین رشته ای در ایران، طرح چشمه نور ایران امکان دستیابی به تکنولوژی طراحی و ساخت قطعات و تجهیزات شتابگر را فراهم می آورد. حلقه انبارش چشمه نور ایران دارای ۱۰۰ الکترومغناطیس دوقطبی، ۳۲۰ چهار قطبی و ۳۲۰ شش قطبی بوده که هر یک به منظوری خاص در حلقه انبارش چیده می شوند. در این مقاله، با استفاده از نرم افزار CST Studio به شبیه سازی رفتار باریکه الکترونی هنگام عبور از یک مغناطیس دوقطبی خم کننده پرداخته شده است. با توجه به روابط حاکم بر مغناطیس خم کننده، باریکه الکترونی پس از عبور از مغناطیس خم کننده دچار انحراف می گردد. به کمک نرم افزار CST به شبیه سازی انواع مغناطیس خم کننده و رفتار باریکه الکترونی حین عبور از انواع مغناطیس ها پرداخته شده است.

واژه های کلیدی: باریکه الکترونی، مغناطیس خم کننده، نرم افزار CST Studio

مقدمه

شتابگرهای ذرات، ابزارهایی هستند که با استفاده از میدان های الکتریکی ذرات باردار را تا سرعت های بالا به حرکت درمی آورند. این شتابگرها از میدان های مغناطیسی نیز برای منحرف کردن، کانونی کردن و واگرا کردن باریکه های ذرات باردار استفاده می کنند [۱]. مغناطیس ها یا آهنرباهای شتابگر، یکی از اجزای بسیار مهم در سیستم های شتابگر کوچک و بزرگ منفرد و تاسیسات عظیم شتابگر بشمار می رود. کنترل حرکت باریکه ذرات در مسیر شتاب در یک شتابگر، انحراف باریکه ذره، کانونی کردن و واگرا کردن باریکه ... همگی با کمک ساختارهای مختلف آهنرباها یا مغناطیس ها صورت می گیرد. مغناطیس ها دارای ساختارهای مختلفی از جمله دوقطبی، چهار قطبی و چند قطبی می باشند که با توجه به شکل میدانی که ایجاد می کنند، وظیفه خاصی را بر عهده دارند. آهنرباهای دوقطبی برای کنترل مدار باریکه، آهنرباهای چهار قطبی برای کنترل اندازه

باریکه و آهنرباهای شش قطبی و چند قطبی های مرتبه بالاتر برای کنترل ابیراهی های رنگی و هندسی به کار برده می شوند. در تاسیسات شتابگرهای بزرگ معمولاً از ترکیبی از مغناطیس های مختلف استفاده می شود. به طور مثال برای حفظ باریکه ذرات به مدت طولانی در مدار مدور سینکروترون نیاز به اعمال نیرویی بر باریکه می باشد. این کار معمولاً توسط میدان های مغناطیسی یا الکترواستاتیکی دوقطبی ها صورت می گیرد، اما از آنجایی که اغلب حلقه های ذخیره، مسئولیت انبارش ذرات باردار نسبی را بر عهده دارند، استفاده از میدان های مغناطیسی تولید شده توسط مغناطیس های دوقطبی عملی تر می باشد. از طرفی مغناطیس های دوقطبی تنها قادر به کانونی سازی ضعیف باریکه ذرات می باشند و حلقه های ذخیره ای که فقط از این مغناطیس ها استفاده می کنند، منجر به اندازه های بزرگ باریکه می شوند. جایگزینی مغناطیس های دوقطبی با آرایش مناسبی از مغناطیس های چهارقطبی، یک سیستم کانونی ساز قوی و مناسبی را ارائه می دهد که می تواند اندازه های بسیار کوچکتری از باریکه را فراهم سازد. مغناطیس های دوقطبی و چهارقطبی ذرات با انرژی های مختلف را منحرف می سازند. پهنای انرژی هایی که به طور ذاتی در هر باریکه ذرات ذخیره شده وجود دارد موجب اختلالاتی در کانونی سازی و همچنین ناپایداری ذرات می گردد، از این رو از مغناطیس های شش قطبی و یا مغناطیس های چندقطبی مرتبه بالاتر به منظور اصلاح این پدیده استفاده می گردد.

با توجه به کاربردهای فراوان شتابگرها در سالهای اخیر، در ایران نیز تلاشهای فراوانی جهت طراحی و ساخت انواع شتابگرها و آشنایی با کاربردهای آنها صورت گرفته است [۲].

طرح چشمه نور ایران اولین تسهیلات آزمایشگاهی مقیاس بزرگ برای تحقیقات و مطالعات بین رشته ای در ایران است. این طرح که از نظر کاربرد بسیار متنوع است شامل شتابگر سنکروترون الکترون با انرژی ۳ GeV و کیفیت باریکه فوتونی بسیار مطلوب است که در هنگام تاسیس با بسیاری از تسهیلات روز جهان از نظر امکانات تجربی و تحقیقاتی برابری خواهد کرد. المان های مغناطیسی مهم ترین قسمت یک سنکروترون هستند که وظیفه هدایت، کانونی کردن و اصلاح باریکه و مسیر آن را بر عهده دارند. مغناطیس های اصلی مورد استفاده در شتابگر شامل دوقطبی، چهارقطبی و شش قطبی هستند که دوقطبی ها با ایجاد میدان مغناطیسی ثابت، وظیفه