

خودکانونی شدن باریکه لیزر غیرعادی در پلاسمای مغناطیده سرد

علیرضا پاک نژاد

گروه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران.

a.paknezhad@iaushab.ac.ir

چکیده - در این تحقیق، تحولات اندازه لکه لیزر در برهمکنش غیرخطی و نسبیتی باریکه لیزر با پلاسمای مغناطیده بررسی شده است. اثرات غیرخطی ناشی از حرکات نسبیتی الکترون‌ها و حضور میدان مغناطیسی خارجی باعث تغییر رفتار پلازما در اثر انتشار لیزر می‌شود. همچنین مولفه طولی میدان الکتریکی لیزر نحوه انتشار لیزر در پلازما را تغییر می‌دهد و باعث می‌شود لیزر به صورت یک موج الکترومغناطیسی غیرعادی رفتار کند. با استفاده از روش بسط وابسته به منبع، معادله موج غیرخطی بدست آمده و نشان داده می‌شود که با افزایش شدت میدان مغناطیسی عرضی در پلازما، مولفه طولی موج غیرعادی تقویت شده و باعث می‌شود میزان خودکانونی شدن لیزر در پلازما افزایش یابد.

کلیدواژه- موج الکترومغناطیسی غیرعادی، خودکانونی شدن لیزر، پلاسمای مغناطیده.

با این حال اثر غیرعادی بودن لیزر در این تحقیقات در نظر گرفته نشده اند. به عبارت دیگر میدان الکتریکی موج لیزر در پلازما هم دارای مولفه طولی و هم دارای مولفه عرضی است. در واقع، مولفه طولی میدان الکتریکی لیزر که از نیروی پاندرموتیو وارد بر ذرات پلازما حاصل می‌شود باعث می‌شود که رفتار لیزر در پلازما غیرعادی باشد. در این مقاله در یک رهیافت جدید و با استفاده از روش بسط وابسته به میدان (روش SDE) [۵] و با احتساب حرکات نسبیتی الکترون‌ها و نیز تاثیر نیروی غیرخطی پاندرموتیو در پلاسمای مغناطیده، تغییرات اندازه لکه لیزر در امتداد انتشار آن بررسی شده و در نهایت تاثیر غیرعادی بودن لیزر در خواص خودکانونی شدن لیزر در پلازما مورد بررسی می‌گیرد.

۱- مقدمه

در شتابدهنده‌های پلاسمایی، کانال پلازما به عنوان محیط انتشار دهنده لیزر نقش اصلی در واگرایی و همگرایی لیزر دارد. میدانهای مغناطیسی عرضی که در اثر عبور پالس لیزر با شدت بالا در پلازما تولید می‌شوند، خواص اپتیکی محیط پلازما و همچنین خواص خودکانونی لیزر در پلازما را تغییر می‌دهند. ذرات الکترون در پلازما با دریافت انرژی از باریکه لیزر با تولید امواج پلاسمایی با دامنه بالا، سبب پراکندگی پالس لیزر در پلازما شده و این باعث می‌شود که محیط پلازما در اثر عبور لیزر رفتار غیرخطی داشته باشد [۱۲]. رفتار غیرخطی پلازما در برابر عبور لیزر از آن باعث می‌شود که ضریب شکست پلازما به شدت لیزر بستگی پیدا کرده و در صورتی که توان لیزر از یک توان بحرانی تعریف شده بیشتر باشد، در حین عبور از پلازما به سمت مرکز باریکه لیزر همگرا شود [۳]. تحقیقات قبلی نشان داده اند که اعمال میدان مغناطیسی عرضی ثابت در پلازما میزان خودکانونی شدن آن را افزایش می‌دهد [۳و۴].

۲- معادله موج غیرخطی

پلاسمای همگنی با چگالی اولیه n را در نظر می‌گیریم. لیزری به صورت موج الکترومغناطیسی غیرعادی با فرکانس ω و با میدان‌های الکتریکی طولی و عرضی در جهت \hat{x} و \hat{z}