

۲۹ و ۳۰ بهمن ۱۳۹۲ - مرکز اصفهان

ناپایداری رشته ای شدن در برهم کنش پالس کوتاه لیزری با پلاسما ی نسبی

علیرضا پاک نژاد*^۱

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی شبستر

E-mail: A.Paknezhad@iaushab.ac.ir

چکیده

در این مقاله، ناپایداری رشته ای شدن که در اثر عبور پالس کوتاه لیزر از یک محیط پلاسما بوجود می آید، بررسی شده است. این ناپایداری که یک پدیده غیرخطی است که مربوط به اثرات نسبی و نیروی پاندرموتیو در پلاسما بوده و باعث افت و خیز چگالی الکترونی در پلاسما می شود. در این مقاله اثرات غیرخطی ناشی از جرم نسبی و نیروی پاندرموتیو در این ناپایداری به صورت تئوری بررسی شده و نشان داده می شود که در مقیاس زمانی کوچکتر از دوره نوسانات پلاسمایی، اندازه رشته ها در مقایسه با تحقیقات قبلی که با پالس لیزری بلند انجام شده اند، کوچکتر هستند.

واژه های کلیدی: ناپایداری رشته ای شدن، نیروی پاندرموتیو، جرم نسبی.

۰۱ مقدمه

رشته ای شدن پالس لیزر هنگام عبور از پلاسما، یک پدیده غیرخطی است که به خاطر اهمیت آن در گداخت هسته ای، در سال های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است. مدلاسیون فضایی در پروفایل شدت لیزر، باعث تغییر در ضریب شکست پلاسما شده و با ایجاد رشته های متعدد در ساختار باریکه لیزر، مدلاسیون اولیه لیزر تقویت می شود. این رشته ها دارای شدت بسیار زیادی بوده و باعث ایجاد ناپایدار در پلاسما می شوند بطوری که نتیجه این ناپایداری ها، تولید ذرات پر انرژی بوده که می تواند به عنوان منبع گرمایش اولیه سوخت دوتریوم-تریتیوم در گداخت هسته ای بکار رود. در تحقیقات ابتدایی در این زمینه، این پدیده در پلاسما داغ و با در نظر گرفتن اثرات حرارتی و نیروی غیرخطی پاندرموتیو بررسی شد. در یکی از این تحقیقات، اپرلین [۱] نشان داد که ناپایداری رشته ای شدن ناشی از نیروی پاندرموتیو بر ناپایداری رشته ای شدن حرارتی غلبه می کند. شوکلاو ایستنفلو [۲] این پدیده را در برهم کنش پالس بلند لیزر با پلاسما مغناطیده نسبی داغ بررسی نمودند. در موارد دیگر نیز شتاب گیری ذرات پلاسما و ناپایداری مدلاسیون ناشی از پدیده رشته ای شدن هم به صورت تئوری و هم به صورت تجربی مورد تحقیق قرار گرفتند. رفتار پلاسما تحت تاثیر نیروی پاندرموتیو ناشی از پالس های بلند و کوتاه لیزری با یکدیگر متفاوت است. به عبارت دیگر، در برهم کنش پالس بلند لیزر با پلاسما، یونها تحت تاثیر امواج یونی صوتی پشت سر الکترون ها حرکت می کنند در حالی که در برهم کنش پالس کوتاه لیزری با پلاسما، یونها خیلی سنگین بوده و فرصت کافی برای پاسخ به میدان تابشی لیزر ندارند. از این نظر، پاسخ پلاسما به عبور پالس های بلند و کوتاه متفاوت بوده و در نتیجه ناپایداری رشته ای شدن هم در این دو حالت متفاوت خواهد بود. رشته ای شدن پالس لیزر در پلاسما زمانی رخ می دهد که دو پدیده پراش و خودکانونی شدن لیزر در پلاسما به تعادل برسند. در این حالت نیروی غیرخطی پاندرموتیو که در اثر تغییرات شدت لیزر هنگام گذر از پلاسما بوجود می آید، باعث ایجاد پدیده رشته ای شدن در پلاسما می شود [۳]. این پدیده در شکل (۱) نشان داده شده است. مشاهده می شود که پدیده ای شدن