سومین کنفرانس الکترومغناطیس
مهندسی (کام) ایران
۱۳-۱۲ آذرماه ۱۳۹۳

وزارت علوم، تحقیقات وفناوری
سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

بررسی اثر Stark بر کاهش بهره نوری لیزرهای آبشاری کوانتومی

حسین رضا یوسف وند[*1]، وحید احمدی[2]، سجاد پاکپور[3]

[1و3] دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، دانشکده فنی و مهندسی، گروه الکترونیک.

[2] دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده برق و کامپیوتر.

[1] hossein@iiau.ac.ir

[2] V_Ahmadi@modares.ac.ir

[3] sadjad.pakpour@gmail.com

چکیده – این مقاله به بررسی مقدماتی و تحلیل اثر *Stark* بر کاهش بهره لیزرهای آبشاری کوانتومی پرداخته است. براساس حل خودسازگار معادلات شرودینگر-پواسن و با احتساب اثرات غیرسهموی بودن ترازهای انرژی و وابستگی مکانی جرم موثر، ساختار نوار انرژی ناحیه فعال یک لیزر آبشاری کوانتومی محاسبه می گردد. با ترکیب ترابری همدوس و الگوی معادلات نرخ سه سطحی یک تئوری جدید برای توصیف اثر *Stark* در لیزرهای *QC* ارائه می شود. این تئوری به یک الگوی موثر برای آنالیز مشخصه های خروجی لیزر *QC* از جمله توان نوری بر حسب میدان الکتریکی *(L-F)* و توان نوری بر حسب جریان تزریقی *(L-I)* منجر شده است. تطابق بسیار خوب بین نتایج حاصل از شبیه سازی و نتایج تجربی مربوط به مشخصه *L-I* ارزش الگوی ارائه شده را تنفیذ می نماید.

کلید واژه- اثر Stark، ترابری همدوس، لیزر آبشاری کوانتومی، مخابرات نوری فضای آزاد، معادلات نرخ.

۱- مقدمه

امروزه لیزرهای آبشاری کوانتومی (QCLs) به عنوان منابع نوری در محدوده طول موج های مادون قرمز (3-100 μm) نور افشانی می کنند و از اهمیت زیادی در صنعت، تصویر برداری پزشکی و علم اسپکتروسکوپی برخوردار می باشند[۱]. از آنجا که جذب امواج الکترومغناطیس با طول موج های محدوده 5-8 μm در داخل اتمسفر بسیار ناچیز است، میتوان در مخابرات برد کوتاه نیز برای ارسال اطلاعات از آن استفاده نمود. بنابراین این دسته از لیزرهای نیمه هادی گزینه مناسبی برای مخابرات فضای آزاد(Free Space Optical Communication) می باشند که سالهای متمادی محدودیت منابعی را داشتند که در این پنجره نورافشانی نمایند[۲]. افزایش توان نوری و بهبود عملکرد این دسته از لیزرهای نیمه هادی محققان تجربی این زمینه را به تکاپو کشانده است. لذا، تحلیل و مدلسازی این افزاره به منظور تعیین عوامل اثر گذار بر عملکرد آن ضروری به نظر می رسد، پدیده Stark به عنوان یکی از عوامل اثرگذار در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. نقطه کار یک QCL بطور مستقیم توسط یک میدان اعمالی خارجی کنترل می شود و تغییر در آن باعث ایجاد اختلال در سطوح انرژی نواحی مختلف می گردد. بنابراین با افزایش میدان اعمالی، سطوح پائین ناحیه تزریق در مقابل سطح اصلی لیزر قرار نمی گیرد بلکه با سطوح انرژی نزدیک به پیوستار همنوا شده و باعث کاهش بهره نوری در افزاره می شود. این پدیده در لیزرهای آبشاری کوانتومی به اثر Stark معروف است [۳]. در این تحقیق ابتدا با استفاده از حل خودسازگار معادلات شرودینگر- پواسن با احتساب اثرات غیرسهموی بودن سطوح انرژی و وابستگی مکانی جرم موثر، توابع موج و سطوح انرژی مرتبط با ناحیه فعال یک لیزر آبشاری کوانتومی محاسبه می شوند. با ترکیب تئوری ترابری همدوس و با استفاده از تونل زنی های متوالی Sequential resonant