وزارت علوم، تحقیقات وفنّاوری
سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

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

انجمن علمی الکترومغناطیس مهندسی ایران

# اثر پوشش متامادهی ناپدیدکننده بر توزیع فضایی تابش خودبخودی گسیل شده از اتم دوترازی

احسان عموقربان[۱]،علی مهدیفر[۲]، مینا مرشد بهبهانی*[۳]
دانشگاه شهرکرد، دانشکده علوم، گروه فیزیک

amoghorban@gmail.com[1], ali.madifar@gmail.com[2], morshed_mina@yahoo.com[3*]

**چکیده- در این مقاله به بررسی برهمکنش اتم دوترازی که در مجاورت یک پوشش متامادهی ناپدیدکننده کروی واقع شده است میپردازیم. در اینجا نشان داده خواهد شد که شدت تابش خودبهخودی گسیل شده از اتم مزبور به تانسور گرین معادله موج در حضور پوشش بستگی دارد. از اینرو، با تعمیم تانسور گرین محیط ناهمگن و همسانگرد به محیط مشابه ناهمگن و ناهمسانگرد، توزیع فضایی میدانهای دور و نزدیک را بهدست میآوریم و نتایج بدست آمده را با محیط خلاء و وضعیتی که پوشش وجود ندارد مقایسه میکنیم.**

کلید واژه- اتم دوترازی برانگیخته، پوشش ناپدیدکننده، گسیل خودبهخودی، متامادہ

## ۱- مقدمه

در سالهای اخیر پیشرفتهای شگرفی که در حوزهی پژوهشی متامواد نوری صورت گرفته است منجر به ساخت موادی با ویژگیهای کاملا منحصربهفردی شده است که قبلا در مواد طبیعی قابل دسترس نبودهاند. از جمله این مواد مصنوعی میتوان به عدسیهای کامل، آنتنهای مینیاتوری، موجبرهای بدیع و مدارهای فوتونیکی اشاره کرد[۱-۲]. در حقیقت، متامواد مواد مصنوعیای هستند که ویژگیهای اپتیکی منحصربهفردشان از ساختارهای زیرطول موجی که درون یک محیط دیالکتریک میزبان قرار داده شدهاند، حاصل میشود. معمولا واحدهای زیرطول موجی این مواد را مجموعهای از میلهها و مشددهای حلقهای فلزی کوچک تشکیل میدهند که به آنها متا-اتم یا متا مولکول نیز گفته میشود. با تغییر ابعاد و هندسه این واحدها میتوان موادی با ضریب شکست مثبت با هر مقدار دلخواه و حتی موادی با ضریب شکست منفی ایجاد کرد[۱]. از دیگر کاربردهای متامواد میتوان از پوششهای ناپدیدکننده نام برد که اخیرا کاربرد بسیار ویژهای در علوم نظامی پیدا کردهاند. بر این اساس پرتوهای نوری که بر این پوششهای متامادہ فرود میآیند، پیرامون پوشش منحرف میشوند و در نهایت در طرف دیگر دوباره جمع شده و دقیقا در همان مسیر قبلی به راه خود ادامه میدهند. بنابراین این پوشش و شیء واقع شده درون آن از دید ناظر بیرونی پنهان باقی میماند. تاکنون ارزیابی عملکرد این پوششها فقط در حوزه کلاسیک مورد بحث قرار گرفته است. اخیرا گروه ما[۳]، برای اولین بار اثرات کوانتومی این پوششها بر گسیل خودبهخودی یک اتم دوترازی برانگیخته که در مجاورت آنها واقع شده است را بررسی کرده است. در آنجا نشان داده شده که گسیل خودبهخودی به شدت نسبت به ویژگیهای پاشندگی و اتلافی پوشش ناپدیدکننده حساس است، به طوری که در نزدیکی بسامد تشدید، پوشش نه تنها ویژگی ناپدیدکنندگی را از خود نشان نمیدهد، بلکه آن را نمایانتر نیز میکند. ولی در نواحی دور از بسامد تشدید و همچنین نواحی دور از مرکز پوشش، پوشش عملکرد بسیار خوبی از خود نشان میدهد. در این مقاله در ادامه پژوهشهای قبلی، به بررسی توزیع فضایی نواحی دور و نزدیک شدت تابش خودبخودی ساطع شده از اتم برانگیخته که در مجاورت پوشش ناپدیدکننده واقع شده است، میپردازیم.

## ۲-آهنگ گسیل خودبهخودی یک اتم دوترازه

یک اتم دوترازی برانگیخته با بسامد گذار $\omega_A$ را در مکان $\mathbf{r}_A$ از مرکز پوشش کروی ناپدیدکننده را در نظر میگیریم. در اینجا برای سادگی محاسبات، فرض میکنیم که گشتاور دوقطبی اتم