

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (GAN)

مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛  
شبکه های توجه گرافی  
(Graph Attention Networks)



آموزش استفاده از وب آو ساینس

کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

## اثر کر در جفت‌شدگی بین دو میکرو حلقه

امین قادی<sup>۳</sup>، رضا فرهی‌مقدم<sup>۲</sup>، علیرضا بهرامپور<sup>۱</sup>

۱- دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشگاه ولی عصر رفسنجان

۳- مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کرمان

چکیده - از آنجا که جفت‌شدگی بین دو میکرو حلقه در محاسبات مدارهای مجتمع نوری و پهن‌های بیولوژیک اهمیت ویژه‌ای دارد ما در این مقاله به محاسبه اثر کر بر روی ضریب جفت‌شدگی بین دو میکرو حلقه در حالت‌هایی که در یک صفحه می‌باشند یا بطور عمودی قرار دارند محاسبه و نتایج آن را گزارش نموده‌ایم. محاسبات نشان داده‌اند وقتی که شدت نور یا ضریب کر کوچک می‌باشد اثر قابل ملاحظه- ای در رفتار جفت‌شدگی بوجود نمی‌آید لیکن با افزایش شدت، ضریب جفت‌شدگی به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد تا جایی که جفت- شدگی به کلی قطع می‌گردد.

کد ۴۲۸۳

### ۱. مقدمه

برای مقادیر پایین توان مدها معتبر است. در آنجا اثرات غیرخطی اختلالی در مدهای اصلی موجبر قابل صرفه‌نظر است. اثرات غیر خطی در جفت‌شدگی مدها توسط تیلن [۵] و چن<sup>۸</sup> [۶]، با حل و فرمولبندی کامل نظریه جفت‌شدگی مدها کامل شد.

جفت‌شدگی خطی مدها، بین میکرو حلقه‌ها، و میکرو حلقه‌ها با موجبر با به‌کارگیری نظریه جفت‌شدگی مدها، ماتریس پراکندگی و روش موجبر خمیده توسط هیرماس<sup>۹</sup> [۷] بررسی شده است. همچنین کوکوبان<sup>۱۰</sup> [۸] کمی متفاوت‌تر از روشهای فوق شیوه جدیدی برای محاسبه جفت‌شدگی مدها ارائه کرده است. او ناحیه‌ای را که جفت‌شدگی دو مد بطور موثر صورت می‌گیرد را به المانهای بسیار کوچک، در مقایسه با ابعاد میکرو حلقه، تجزیه نموده (شکل ۱)، و با استفاده از نظریه جفت‌شدگی مدها به بررسی جفت‌شدگی

نظریه جفت‌شدگی مدها (CMT<sup>۱</sup>) بین دو موجبر مستقیم نزدیک به هم ابتدا توسط مارکوس<sup>۲</sup> [۲] و یاریو<sup>۳</sup> [۳] مطرح شد. آنها با استفاده از دیدگاه اختلالی رابطه‌ای برای جفت- شدگی بین مدهای دو موجبر مستقیم بدست آوردند. بررسی جفت‌شدگی غیرخطی جهت‌دار (NLDC<sup>۴</sup>) ابتدا توسط جنسن<sup>۵</sup> [۴] و با استفاده از نظریه جفت‌شدگی مدها صورت گرفت. این محاسبات برای دو موجبر مستقیم تک مد هم‌جنس انجام شد. بعدها تیلن<sup>۶</sup> [۵] با استفاده از متد انتشار موج (BPM<sup>۷</sup>) نشان داد که حالت کلی نظریه جفت‌شدگی

<sup>۱</sup> Couple Mode Theory

<sup>۲</sup> Marcuse

<sup>۳</sup> Yariv

<sup>۴</sup> Nonlinear Directional Coupler

<sup>۵</sup> Jensen

<sup>۶</sup> Thylen

<sup>۷</sup> Beam Propagation Method

<sup>۸</sup> Chen

<sup>۹</sup> Hirmath

<sup>۱۰</sup> Kokubun

شده بدست می‌آید در اینجا میدانها به شکل  $\bar{E}_p(x, y)e^{-i(\alpha-\beta_p z)}$  و  $\bar{H}_p(x, y)e^{-i(\alpha-\beta_p z)}$  می‌باشد:

$$\frac{dA(z)}{dz} + C_{12} \frac{dB(z)}{dz} e^{-i(\beta_2-\beta_1)z} = -iQ_1 A(z) - iQ_{12} B(z) e^{-i(\beta_2-\beta_1)z} \quad (4)$$

$$\frac{dB(z)}{dz} + C_{21} \frac{dA(z)}{dz} e^{+i(\beta_2-\beta_1)z} = -iQ_2 B(z) - iQ_{21} A(z) e^{+i(\beta_2-\beta_1)z} \quad (5)$$

در روابط فوق  $\beta_1$  و  $\beta_2$  ثابت انتشار مد ۱ و ۲ می‌باشند.  $P_0$  و  $Q_p, C_{pq}, Q_{pq}$  از روابط ذیل محاسبه می‌شوند:

$$Q_{pq} = \frac{\omega \epsilon_0}{4P_0} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (N^2 - N_q^2) \bar{E}_p^* \cdot \bar{E}_q dx dy \quad (6)$$

$$C_{pq} = \frac{\omega \epsilon_0}{4P_0} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u_z \cdot (\bar{E}_p^* \times \bar{H}_q + \bar{E}_q \times \bar{H}_p^*) dx dy \quad (7)$$

$$Q_p = \frac{\omega \epsilon_0}{4P_0} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (N^2 - N_p^2) \bar{E}_p^* \cdot \bar{E}_p dx dy \quad (8)$$

$$P_0 = \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u_z \cdot (\bar{E}_p \times \bar{H}_p^* + \bar{E}_p^* \times \bar{H}_p) dx dy \quad (9)$$

برای بدست آوردن معادله غیرخطی جفت‌شدگی سه نکته را باید در نظر داشت؛ اول اینکه معادلات به روش جفت‌شدگی خطی و با کمک شیوه اختلالی بدست می‌آید و دوم، اثرات غیرخطی جفت‌شدگی [۶] باید در نظر گرفته شود و سوم، ضرایب روابط تعمیم یافته جفت‌شدگی غیرخطی وابسته به شدت می‌باشند. در اثر غیرخطی کر، ضریب شکست محیط  $n$  وابسته به شدت می‌گردد بطوری که به شکل  $n_L + n_{nL} I$  تغییر می‌یابد.  $n_L$  ضریب شکست خطی و  $n_{nL}$  ضریب شکست وابسته به شدت می‌باشد و به صورت  $\chi^3 \frac{12\pi^2}{n_L^2 c}$  تعریف می‌شود.  $\chi^3$  پذیرفتاری غیرخطی مرتبه سوم ماده است و  $I$  شدت نور فرودی است. با تغییر ضریب شکست گذردهی محیط به صورت  $\epsilon = \epsilon_L + \alpha |\bar{E}|^2$  تغییر می‌یابد.  $\epsilon_L$  گذردهی خطی و  $\alpha$  در اپتیک غیرخطی یک ضریب وابسته به شدت می‌باشد و به صورت  $\alpha = c \epsilon_0 n_L^2 n_{nL}$  تعریف می‌شود.  $\epsilon_0$  و  $c$  گذردهی و سرعت نور در خلاء است. حال برای بدست آوردن روابط جفت‌شدگی غیرخطی مدها همانند حالت قبل، رابطه (۲) را برای میدان الکترومغناطیسی نوشته و با یک قرار دادن ضریب بهنجارش،  $P_0 = 1$  روابط جفت‌شدگی غیرخطی برای

خطی مدها پرداخته و با مقایسه این سبک با روش المان محدود، نشان داده است که تقریب بسیار خوبی برای محاسبه جفت‌شدگی مدها در میکروحلقه‌ها می‌باشد. او در این روش از دو گونه تقریب استفاده کرده است (شکل ۱)؛ نخست از اثرات خمیدگی المانها به دلیل کوچکی صرفه‌نظر کرده و آنها را دو موجبر موازی فرض نموده است، دوم از منطبق نبودن سطح مقطع دو موجبر مجاور نیز چشم‌پوشی کرده است. ما نیز در این مقاله از همین روش و بکارگیری نظریه جفت‌شدگی غیرخطی جهت‌دار (NLDC) برای هر کدام از المانها، به بررسی اثرات غیر خطی در جفت‌شدگی مدهای دو میکروحلقه نزدیک به هم پرداخته‌ایم.

## ۲. مباحث نظری

جفت‌شدگی خطی سه بعدی بین دو موجبر موازی [۹] را با کمک دیدگاه اختلالی بررسی می‌کنیم. ابتدا فرض می‌کنیم که ویژه مدهای هر موجبر در جهت انتشار مثبت  $z$ ، قبل از جفت‌شدگی به صورت  $\bar{E}_p$  و  $\bar{H}_p$  ( $p=1,2$ ) باشد در معادلات ماکسول صدق می‌کنند:

$$\begin{cases} \nabla \times \bar{E}_p = -i\omega \mu_0 \bar{H}_p \\ \nabla \times \bar{H}_p = i\omega \epsilon_0 N_p^2(x, y) \bar{E}_p \end{cases} \quad (p=1,2) \quad (1)$$

در اینجا  $N_p^2(x, y)$  توزیع ضریب شکست هر موجبر را نشان می‌دهد. حال وقتی جفت‌شدگی بین مدها صورت می‌گیرد میدان الکترومغناطیسی را به شکل جمع مدهای دو موجبر می‌نویسیم:

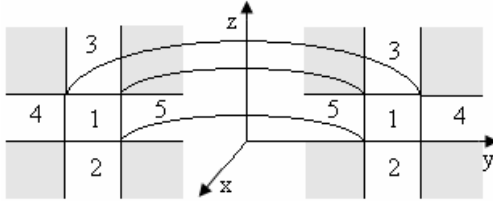
$$\begin{cases} \bar{E} = A(z) \bar{E}_1 + B(z) \bar{E}_2 \\ \bar{H} = A(z) \bar{H}_1 + B(z) \bar{H}_2 \end{cases} \quad (2)$$

$A(z)$  و  $B(z)$  تابع پوش میدانهای موجبر ۱ و ۲ می‌باشند. حال میدانهای الکترومغناطیسی موجبرهای جفت‌شده  $\bar{E}$  و  $\bar{H}$  باید در معادلات ماکسول صدق کنند لذا خواهیم داشت:

$$\begin{cases} \nabla \times \bar{E} = -i\omega \mu_0 \bar{H} \\ \nabla \times \bar{H} = i\omega \epsilon_0 N^2(x, y) \bar{E} \end{cases} \quad (3)$$

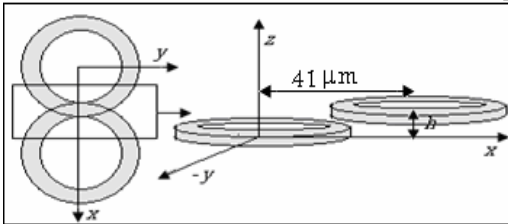
در اینجا  $N^2(x, y)$  تابع توزیع ضریب شکست کل سیستم وقتی که جفت‌شدگی مدها صورت می‌گیرد می‌باشد. با قرار دادن رابطه (۲) در رابطه (۳) و پس از انجام عملیات برداری و با استفاده از رابطه (۱) دو دسته معادلات جفت -

محاسبه شده است [۱]. نواحی تاریک در شکل جاهایی است که از محاسبه میدان در آنها صرفه نظر شده است (همانند روش مارکاتلی در محاسبه مدهای موجبرهای مستطیلی [۹]).



شکل ۲: یک برش از میکرو حلقه در صفحه  $xy$ ، از محاسبه میدان در نواحی تاریک صرفه نظر شده است.

جفت‌شدگی خطی و غیرخطی دو میکرو حلقه در حالت‌های پهلویی، شکل ۱، و عمودی شکل ۳، برای میکرو حلقه با شعاع داخلی ۲۰ و خارجی ۲۱ میکرومتر؛ سطح مقطع مربعی به ضلع ۱ میکرومتر؛ طول موج  $\lambda = 1/55 \mu\text{m}$ ، ضریب شکست  $n = 1/64$  و به ازای چندین فاصله متفاوت از هم، مطابق نمودارهای ۴ تا ۷ محاسبه شده است. در هر دو حالت مرکز یک میکرو حلقه در مبدا و دیگری در حالت پهلویی، در مختصات  $(d, 0, 0)$  و در حالت عمودی در  $(41 \mu\text{m}, 0, h)$  قرار دارد.



شکل ۳: جفت‌شدگی عمودی دو میکرو حلقه هم‌اندازه، با مشخصات یکسان. شیوه المان‌بندی و ابعاد همانند حالت شکل ۱ می‌باشد.

برای محاسبه انتگرال‌های ضرایب جفت‌شدگی و روابط دیفرانسیلی از روش حل عددی استفاده شده است. در این نمودارها شدت موج ورودی  $I_0 = 1 \frac{W}{m^2}$  می‌باشد. در شکل‌های ۴ تا ۷ جفت‌شدگی خطی پهلویی و عمودی را نشان می‌دهد. محور عمودی، اندازه  $A$  و  $B$ ، توابع پوش مدهای میکرو حلقه اول و دوم (کمیت‌های بدون بعد هستند) و محور افقی،  $y$  (بر حسب متر) را نشان می‌دهند. در این نمودارها منحنی ممتد مربوط به  $A$ ، تابع پوش مد میکرو حلقه اول است که مقدار ورودی آن در ابتدا ۱ می‌باشد و منحنی خط‌چین هم  $B$ ، تابع پوش مد میکرو حلقه دوم است که مقدار آن در ابتدا صفر می‌باشد.

دو موجبر هم جنس و متقارن [۴] بصورت زیر بدست می‌آید:

$$-i \frac{dA(z)}{dz} = Q_1 A(z) + Q_2 B(z) + (K_s |A(z)|^2 + 2K_c |B(z)|^2) A(z) \quad (10)$$

$$-i \frac{dB(z)}{dz} = Q_1 B(z) + Q_2 A(z) + (K_s |B(z)|^2 + 2K_c |A(z)|^2) B(z) \quad (11)$$

$Q_1$  ثابت انتشار مدها را تغییر می‌دهد،  $Q_2$  جفت‌شدگی خطی دو موجبر،  $K_s$  برهم‌کنش غیرخطی یک مد با خودش و  $K_c$  برهم‌کنش یک مد با مد موجبر مجاور می‌باشد و بدین شکل تعریف می‌شوند:

$$Q_1 = \frac{\omega}{4} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (\epsilon_L - \epsilon_L^{(1)}) |\bar{E}_1|^2 dx dy \quad (12)$$

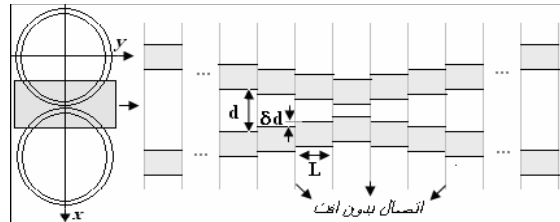
$$Q_2 = \frac{\omega}{4} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (\epsilon_L - \epsilon_L^{(1)}) \bar{E}_1 \bar{E}_2 dx dy \quad (13)$$

$$K_s = \frac{\omega}{4} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \alpha |\bar{E}_1|^4 dx dy \quad (14)$$

$$K_c = \frac{\omega}{4} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \alpha |\bar{E}_1|^2 |\bar{E}_2|^2 dx dy \quad (15)$$

### ۳. محاسبات عددی

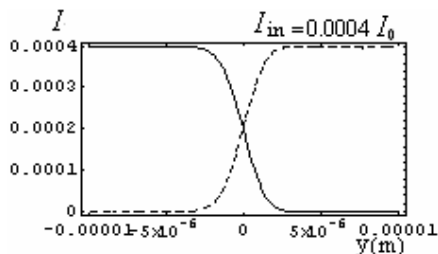
برای محاسبه هر دو نوع جفت‌شدگی میکرو حلقه‌ها روابط جفت‌شدگی خطی (۴) و (۵) و غیرخطی (۱۰) و (۱۱) را مطابق شکل (۱) برای هر کدام از المانها بطور جداگانه حل می‌کنیم. فرض می‌کنیم موج ورودی از سمت چپ وارد شود. موج ورودی هر المان را جواب معادله دیفرانسیل المان قبلی آن قرار می‌دهیم. شدت موج ورودی المان اول



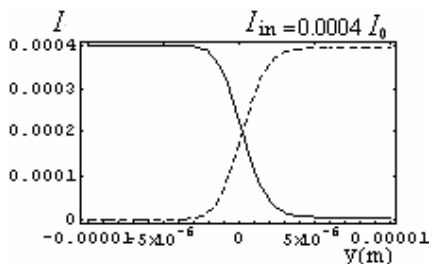
شکل ۴: جفت‌شدگی از پهلو دو میکرو حلقه هم‌اندازه و با مشخصات یکسان،  $\delta d = 0.053 \mu\text{m}$ ،  $L = 0.2 \mu\text{m}$ ،  $n = 1.64$  و تعداد المانها ۱۰۰ می‌باشد.

$I_0$  است. همان طور که گفته شد المانها را موازی فرض نموده و از افت موج در محل اتصال صرفه نظر می‌کنیم. مد میکرو حلقه، با حل معادلات ماکسول در دستگاه مختصات استوانه‌ای مطابق شکل ۲ و اعمال شرایط مرزی

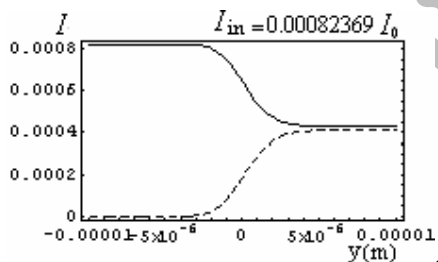
ورودی در نمودار ۱۰ جفت شدگی غیرخطی، تا نیمه حالت خطی آن کاهش می‌یابد و بتدریج با افزایش شدت تا  $I_{in} = 0.1849 I_0$  جفت شدگی تقریباً متوقف می‌شود و دیگر انتقال انرژی صورت نمی‌گیرد. شکل نمودارهای حالت خطی شکل‌های ۱۰ و ۱۱، همانند شکل ۸ می‌باشد.



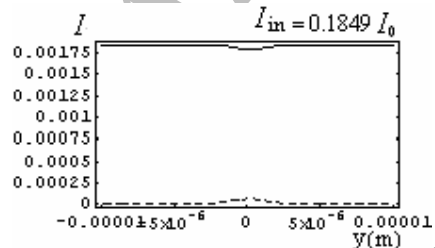
شکل ۸: جفت شدگی خطی پهلویی  $d = 42.75 \mu\text{m}$



شکل ۹: جفت شدگی غیرخطی پهلویی  $d = 42.75 \mu\text{m}$

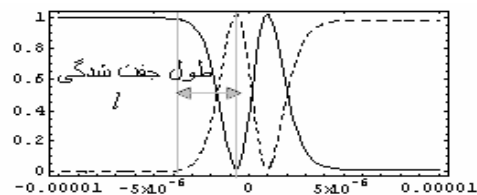


شکل ۱۰: جفت شدگی غیرخطی پهلویی  $d = 42.75 \mu\text{m}$

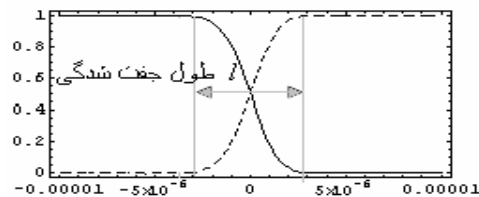


شکل ۱۱: جفت شدگی غیرخطی پهلویی  $d = 42.75 \mu\text{m}$

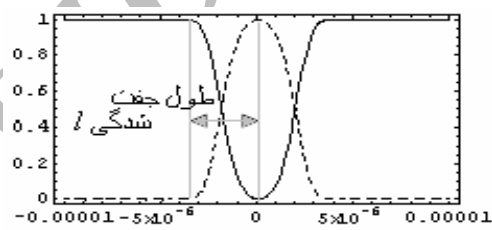
نمودارهای ۱۲ تا ۱۵ جفت شدگی عمودی را نشان می‌دهند. همانند حالت قبل وقتی که شدت ورودی کم است ( $I_{in} = 0.000289 I_0$ )، منحنی غیرخطی بر منحنی



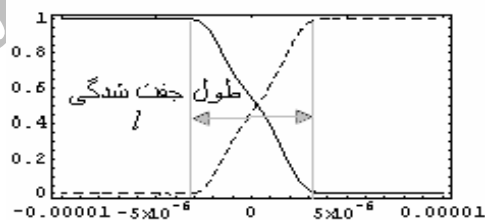
شکل ۴: جفت شدگی پهلویی  $l = 3 \mu\text{m}$ ،  $d = 424 \mu\text{m}$



شکل ۵: جفت شدگی پهلویی  $l = 6 \mu\text{m}$ ،  $d = 42.75 \mu\text{m}$



شکل ۶: جفت شدگی عمودی  $l = 3.5 \mu\text{m}$ ،  $h = 2.5 \mu\text{m}$



شکل ۷: جفت شدگی عمودی  $l = 6 \mu\text{m}$ ،  $h = 2.75 \mu\text{m}$

همان‌طور که می‌بینید با افزایش فاصله بین دو میکرو حلقه طول جفت شدگی افزایش می‌یابد و بالعکس با کاهش فاصله کاهش می‌یابد. همچنین شکل ۴ نسبت به ۵ و شکل ۶ نسبت به ۷ دارای قله‌های بیشتری است زیرا فاصله دو میکرو حلقه در این حالات کمتر بوده و ضرایب جفت شدگی بزرگتر شده‌اند و این بدین معنی است که انتقال انرژی از میکرو حلقه اول به دومی و بالعکس، در فواصل کمتر چندین بار صورت گرفته ولی در فواصل بیشتر؛ در شکل‌های ۵ و ۷؛ یکبار روی داده است.

شکل‌های ۸ تا ۱۱ منحنی جفت شدگی پهلویی بر حسب شدت را نشان می‌دهند. منحنی خط‌چین مربوط به شدت مد میکرو حلقه اول و منحنی ممتد مربوط به میکرو حلقه دوم است. همان‌طور که مشاهده می‌شود وقتی شدت ورودی کم است، ( $I_{in} = 0.0004 I_0$  در شکل ۸ و ۹) نمودار غیرخطی بر نمودار خطی منطبق است، اما با افزایش شدت

در پایان باید متذکر شویم مدهایی را که برای محاسبه ضرایب جفت‌شدگی غیرخطی به کار برده‌ایم همان مدهای حالت خطی است. دلیل این امر آن است که میزان تغییرات طول موج میکرو حلقه در اثر کر، نسبت به حالت خطی آن، در حد نانومتر می‌باشد. تغییرات توزیع میدان در میکرو حلقه در اثر تغییرات نانومتری طول موج، محاسبه شده و بسیار کوچک می‌باشد (کمتر از یک درصد). لذا چون انتگرال‌های ضرایب جفت‌شدگی خطی و غیرخطی وابسته به توزیع میدان هستند، با تقریب خوبی می‌توان از همان مدهای حالت خطی در جفت‌شدگی غیرخطی استفاده کرد.

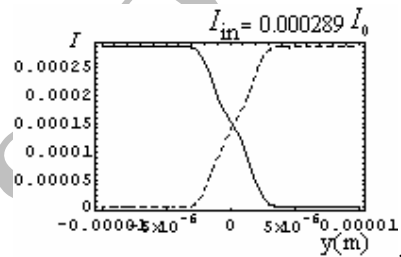
#### ۴. نتایج

در این مقاله نشان داده شده است که جفت‌شدگی وابسته به شدت می‌باشد یعنی با افزایش شدت ورودی تا اندازه‌ای معین رفتار خطی از خود نشان می‌دهد و با افزایش بیشتر شدت ورودی، جفت‌شدگی دو مد کاهش شدیدی می‌یابد و در نهایت انتقال انرژی به صفر میل می‌کند. بالاترین شدت مد برای ماندن در حالت خطی بستگی به جنس ماده دارد.

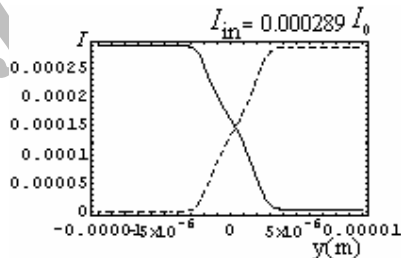
#### مراجع

- [۱] حمید ثابت‌چو نز کارشناسی ارشد، مدل سه بعدی برای محاسبه فرکانس تشدید میکرو حلقه‌ها، مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کرمان، خرداد ۱۳۸۵
- [۲] Marcuse, D., "The coupling of degenerate modes in two parallel dielectric waveguides," B. S. T. J., Vol. ۵۰, No. ۶, ۱۷۹۱-۱۸۱۶, ۱۹۷۱
- [۳] A. Yariv, "Coupled-mode theory for guided-wave optics," IEEE J. Quantum Electron., vol. QE-۹, pp. ۹۱۹-۹۲۳, ۱۹۷۳.
- [۴] Jensen, S. M., "The nonlinear coherent coupler" IEEE J. Quantum. Electron., vol. QE. ۱۸, pp. ۱۵۸۰, ۱۵۸۳, ۱۹۸۲
- [۵] Thylen, L., Wright, E. M., Stegeman, G. I., Seaton, C. T. and Moloney, J.V., "Beam propagation method analysis of a nonlinear directional coupler exhibiting a Kerr nonlinearity" Opt. Lett., ۱۱, QE-۲۴, pp. ۷۳۹-۷۴۱, ۱۹۸۶.
- [۶] Chen, Y., "Solution to full coupled mode equations for nonlinear coupled systems", IEEE J. Quantum Elect., vol. ۲۵, No. ۱۰, pp. ۲۱۴۹-۲۱۵۳, ۱۹۸۹.
- [۷] Kirankumar Rajshekhkar Hirmath. PHD Thesis: "Coupled Mode Theory Based Modeling And Analysis Of Circular Optical Microresonators"
- [۸] T. Kato and Y. Kokubun, "Three-Dimensional Propagation Analysis of Coupling Efficiency Using Segmentation and Local Normal Mode Expansion for Vertically Coupled Microring Resonator Filter," J. Lightwave Technol. ۲۳, ۲۵۴۹- (۲۰۰۵)
- [۹] Okamoto K, "Fundamentals of Optical Waveguides" Academic Press, New York, ۲۰۰۰\
- [۱۰] Meng, X.J. Okamoto, N. "Improved coupled-mode theory for nonlinear directional couplers" IEEE J. Quantum Electron., vol. ۲۷ No. ۵, pp ۱۱۷۵-۱۱۸

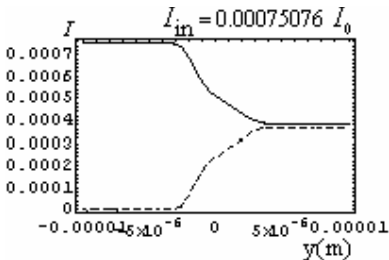
خطی منطبق است و با افزایش شدت ورودی تا وقتی که شدت به  $I_{in} = 0.00075076I_0$  برسد جفت‌شدگی تقریباً متوقف می‌شود. شکل حالت‌های خطی نمودارهای ۱۳ و ۱۴ و ۱۵ شبیه شکل ۱۲ می‌باشد. علت این تغییرات آن است که در شدت‌های پایین جمله اول و دوم روابط (۱۰) و (۱۱)، غالب هستند و نمودار حالت خطی، به خود می‌گیرد اما در شدت‌های بالا جملات سوم و چهارم غالب شده و اثرات غیرخطی ظاهر می‌شود.



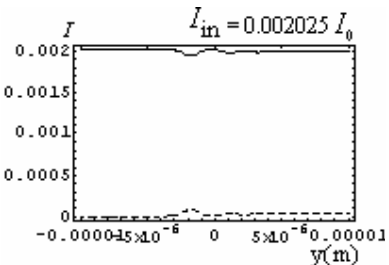
شکل ۱۲:  $h = 2.85 \mu\text{m}$



شکل ۱۳: جفت‌شدگی غیرخطی عمودی،  $h = 2.85 \mu\text{m}$



شکل ۱۴: جفت‌شدگی غیرخطی عمودی،  $h = 2.85 \mu\text{m}$



شکل ۱۵: جفت‌شدگی غیرخطی عمودی،  $h = 2.85 \mu\text{m}$

# Kerr Effect in Coupling between two Microrings

Amin Ghadi<sup>۱</sup>, Reza Farahimoghaddam<sup>۲</sup>, Alireza Bahrampoor<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>-Sharif University

<sup>۲</sup>-Rafsanjan, Valiasr University

<sup>۳</sup>-Kerman, International Central of Science and high Technology

*Keywords: nonlinear coupling mode theory, microring*

*PACSNo: ۴۲۸۲*

*The main important problem in very large scale integrated photonic circuits and biological micropincers is the mode coupling between microrings. In this paper the nonlinear coupling between microrings in the lateral and vertical configuration in the presence of Kerr effect is taken in to consideration. The numerical results are reported in this paper, our calculations show that, for low input intensity the Kerr effect has no considerable effect on the coupling modes, but by increasing the modes intensity the coupling decrease rapidly.*

Archive of SID

آدرس و مشخصات

نویسنده مقاله: امین قادی، دانشجوی کارشناسی ارشد فوتونیک،  
مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کرمان،  
پست الکترونیکی: [amin.phy@gmail.com](mailto:amin.phy@gmail.com)

شماره تماس: ۰۱۱۲۵۲۵۱۷۵۹

استاد راهنما: دکتر علیرضا بهرامپور  
استاد مشاور: دکتر رضا فرهی مقدم

ارائه دهنده: امین قادی

Archive of SID



# SID



سرویس های  
ویژه



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی

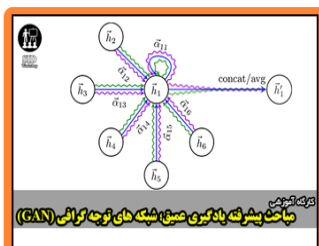


عضویت در  
خبرنامه



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛  
شبکه های توجه گرافی  
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی