پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی

گروه فوتونیک

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته فوتونیک–مخابرات

عنوان

مطالعه اثرات دمایی در زمان سوئیچ زنی ،سوئیچ های کاملاً نوری

اساتید راهنما

دکتر رضا خردمند

دکتر کیوان محمود اقدمی

پژوهشگر

سیده نجمه منتظری

بهمن ۱۳۸۹

تقدیم به:

پدر عزیزم،

این اسوه با شکوه

که بدین جا رسانیدم امتداد اندیشه‌های بلندش.

پاسخی به زحمات بی‌دریغش

و بوسه‌ای بر دستان بی منتش.

و

مادر مهربانم،

این نادره وجود

که وجودم همه از اوست.

دستان دعا پیشه و قلب مهربانش

همواره رهگشای من است.

سپاس‌گذاری

سپاس خدای را که یگانه کمال علم است و حقیقت مطلق هستی. خدایی که انسان را جستجوگر علم و طالب حقیقت آفرید. هم از این روست که تاریخ انسان مزین به افرادی است که کشف حقیقت همه زندگی آن‌ها بوده است، بزرگانی که از زندگی خود درگذشتند و مشقت‌های زیادی را تحمل کردند تا زندگانی را اعتلا بخشند و در این راه تلاش و همت آن‌ها ستودنی، و راه آن‌ها مقدس و شوق انگیز است.

در این راستا جا دارد از زحمات اساتید گران‌قدر جناب آقای دکتر اصغر عسگری که همواره مشوق و راهنمای اینجانب در انجام این پایان‌نامه بودند و جناب آقای پروفسور منوچهر کلافی که بی شک بدون کمک و مساعدت ایشان جمع آوری این پایان نامه غیر ممکن بود، تشکر و قدر دانی نمایم. اراده راسخ، پشتکار و پیگیری این عزیزان در این مدت، همواره امید بخش رسیدن به هدف بوده است.

از خواهر مهربانم سرکار خانم مهندس زهرا آذری به خاطر حمایت‌های معنوی ایشان در طول دوره و همچنین از دوستان عزیزم سرکار خانم خدیجه خلیلی و جناب آقای منصور اسلامی و تمامی دانشجویان ارشد فوتونیک سپاس‌گذاری می‌کنم و برای ایشان آرزوی توفیق روزافزون دارم.

امید آنکه این اقدام بسیار ناچیز که تلاشی در راستای اعتلای جامعه علمی این آب و خاک است، مورد استقبال اساتید، دانش پژوهان و علاقه‌مندان قرار گرفته و رضایت خداوند سبحان را فراهم آورد.

نام خانوادگی: منتظری **نام**: سیده نجمه

اساتید راهنما: دکتر رضا خردمند، دکتر کیوان محمود اقدمی

عنوان پایان نامه: مطالعه اثرات دمایی در زمان سوئیچ زنی ،سوئیچ های کاملاً نوری

مقطع: کارشناسی ارشد **رشته**: فوتونیک **گرایش**: مخابرات

دانشگاه: تبریز **دانشکده**:پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی

تعداد صفحه:؟؟؟ **تاریخ فارغ‌التحصیلی**: بهمن ۱۳۸۹

کلید واژه: سوئیچ کاملاً نوری، طرح نوری عرضی حرکتی ، میکرو مشدد های نیم رسانا، دو پایا

چکیده:

توسعه ی سوئیچ های کاملاً نوری که در آن باریکه های خروجی به وسیله‌ی یک باریکه‌ی سوئیچ کننده ضعیفتر کنترل می شد با اهمیت می باشد. همچنین اگر باریکه های خروجی از باریکه‌های ورودی قوی تر باشند یک مزیت برای سوئیچ بشمار می رود. زیرا این خصوصیات سوئیچ را دارای قابلیت چیدمان آبشاری می نمایند. یعنی خروجی یک سوئیچ می تواند برای راه اندازی سوئیچ بعدی بکار برده شود. این خصیصه لازمه کاربرد سوئیچ در مدارات منطقی و عناصر کامپیوتر های کوانتومی است.

در این پروژه به بررسی سوئیچ های کاملاً نوری که بر اساس کنترل طرح های نوری حرکتی یا نوسانی در سیستم حرارتی عمل می نمایند پرداخته شده است. بدین منظور از یک میکرو مشدد نیم رسانا برای تولید طرح ها استفاده شده است. برای کنترل و سوئیچ نمودن طرح های فضایی تولید شده در میکرو مشدد نیم رسانا از یک اختلال فضای از نوع مدولاسیون دامنه میدان ورودی استفاده شده است. رفتار پارامتر های گوناگون هم چنین دمایی در شکل گیری دو پایایی و چگونگی ناپایدار یها در سیستم های دمایی بررسی شده است. با استفاده از روش فوق در کنترل طرح های نوری موفق به سوئیچ زنی وکنترل راستای طرح در دامنه های پایین اختلال شده ایم و وابستگی زمان سوئیچ زنی ودر عین ها میزان چرخش طرح های نوری به دامنه اختلال بررسی شده است.

در این پایان نامه از دو روش ماسک جریان و ماسک فاز علاوه بر روش فوق استفاده کرده و موفق به کنترل طرح شدیم وزمان سوئیچ زنی آستانه را برای ماسک جریان محاسبه کردیم.در عین حال نتایج مربوط به ماسک فاز نشان می دهد زمان اعمال ماسک برای طرح های حرارتی نسبت به دو ماسک دامنه و جریان بیشتر است.

فهرست مطالب

مقدمه ۹

۱. فصل اول ۱۳

۱.۱ طرح های نوری ۱۳

۱.۱.۱ شکلگیری طرحهای نوری ۱۳

۱.۱.۲ پراش ۱۸

۱.۱.۳ پدیده غیر خطی نوری ۲۰

۱.۱.۴ خود کانونی ۲۴

۱.۲ سوئیچ کاملاً نوری ۲٤

۱.۲.۱ مفهوم سوئیچ ۲۵

۱.۲.۲ سوئیچ های نوری ۲۷

۱.۲.۳ سوئیچ های کاملاً نوری ۳۳

۱.۳ دوپایایی نوری ۳۷

۱.۳.۱ دوپایایی کاملاً جاذب ۳۸

۱.۳.۲ دوپایایی پاشنده کامل ۳۹

۱.٤ میکرو مشدد های نیم رسانا ٤۰

۲ فصل دوم ***۴۶***

۲.۱ مدل میکرو مشدد نیم رسانا ٤٤

۲.۲ در نظر گرفتن تاثیرات حرارتی در میکرو کاواک های نیم هادی ٤۸

۲.۲.۱ مدل حرارتی میکرو کاواک نیمه هادی ۴۹

۲.۲.۲ تغییرات نامیزانی کاواک در اثر دما ۵۰

۲.۳ جواب های هموژن وایستای سیستم وناپایداری های آن ۵٤

۲.٤ مکانیسم تشکیل طرح های اپتیکی ٦۰
۲.٥ مطالعه دینامیکی سیستم- تشکیل طرح های خودبه خودی ٦٤
۲.٥.۱ روش انتگرال گیری ۶۴
۲.٥.۲ روش گام مجزا ۶۵
۲.٦ تئوری کنترل وسوئیچ زنی طرح های خودبه خودی ٦۸
۳ فصل سوم
۷۳
۳.۱ تغییرات منحنی دوپایایی بر حسب پارامتر های سیستم ۷۳
۳.۲ تعیین حوضه ناپایداری ۷٤
۳.۲.۱ نقش نسبت نرخ واهلش حاملین ودما به حوضه ناپایداری ها ۷۹
۳.۳ تغییرات حوزه ناپایداری با ضریب خطی نامیزانی کاواک (α). ۸۱
۳.٤ شبیه سازی طرح های میدان ۸۲
۳.٤.۱ تعیین سرعت، مدولاسین، وسمت گیری طرح های نوری ۸۶
۳.٥ سوئیچ زنی طرح های نوری ۸۷
۳.٥.۱ تاثیر دامنه اختلال بر زمان سوئیچ زنی ۸۹
۳.٥.۲ تاثیر دامنه ماسک بر جهت گیری طرح سوئیچ شده ۹۲
۳.٦ کنترل طرح به واسطه ماسک جریان ۹۳
۳.۷ کنترل طرح ها ی نوری حرکتی با ماسک فاز ۹٦
۴ نتیجه گیری
۹۸
5 مراجع
۱۰۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ انواع کلید های ساده فتونیک[۱]. ۲۶

شکل ۱-۲: کلید نوری $N\times N$ به ازای ($N=۴$) [۳]. ۲۶

شکل ۱-۳: منحرف کردن نور در راستاهای متفاوت (الف) آینه های چرخان؛ (ب) منشور چرخان؛ (ج) دیسک هولوگرافی چرخان. هر بخش دیسک هولوگرافی شامل یک شبکه است [۱]..... ۲۹

شکل ۱-۴: فیبر نوری متصل شده به یک چرخ گردان با یکی از فیبر های نوری متصل به چرخ ثابت هم تراز شده است. از یک مایع با ضریب شکست مشابه برای کوپل شدگی نوری بهتر استفاده شده است[۱]..... ۲۹

شکل ۱-۵: (الف) یک سوئیچ ۱×۱ با استفاده از یک تداخل سنج ماخ-زندر اپتیک مجتمع، (ب)یک سوئیچ ۲×۲ با استفاده از یک کوپل کنندهی هدایتی الکترو اپتیکی مجتمع شده[۱]. ۳۱

شکل ۱-۶: سوئیچ صوتی- نوری [۱]. ۳۲

شکل ۱-۷: یک سوئیچ خط عرضی مغناطیسی- نوری ۴×۴ هر کدام از ۱۶ جزء یک سوئیچ ۱×۱ است که وابسته به میدان مغناطیسی اعمال شده به آن نور را عبور می دهد یا مسدود می سازد. نور از نقطهی ورودی m ام به l امین نقطه خروجی ($l=۴،۳،۲،۱$) می رسد[۱]..... ۳۳

شکل ۱-۸: یک سوئیچ روشن – خاموش کاملاً نوری با استفاده از یک تداخل سنج ماخ- زندر و یک ماده با اثر کرِ اپتیکی[۱]. ۳۵

شکل ۱-۹ یک فیبر نوری غیر خطی غیر همسانگرد در یک سوئیچ کاملاً نوری بکار رفته است [۱]. ۳۶

شکل ۱-۱۰: یک کوپل کننده هدایتی که توسط اثر کِر اپتیکی کنترل می شود[۱]. ۳۶

شکل ۱-۱۱منحنی دو پایای اندازه میدان ورودی بر حسب اندازه میدان خروجی..... ۴۰

شکل ۱-۱۲ طرح شماتیک یک لیزر نشر کننده از سطح با کاواک عمودی][. ۴۲

شکل ۲-۱منحنی دو پایایی $\left|E_s\right|$ بر حسب تابعی از E_I برای سیستمی با پارامتر های ۵۵

شکل ۲-۲منحنی ناپایدار هوپف برای سیستمی با پارامتر های..... ۵۹

شکل ۲-۳ منحنی دوپایا در حالت همگن ، در این منحنی نواحی پایدار با خط توپر و نواحی نا پایداری تورینگ بصورت نقطه چین نمایش داده شده است. ۶۰

شکل ۲-۴ نواحی ناپایدار در صفحه بردار موج عرضی و پارامتر کنترل β . نقطه c موسوم به نقطه بحرانی است.. ۶۲

شکل ۲-۵ بردار موج ناپایدار به ازاء مقادیری از β که در شکل (۲-۴A) با خطوط منقطع نشان داده شده است. ۶۲

شکل ۲-۶ حلقه بحرانی در صفحه (k_x,k_y)..... ۶۳

شکل ۲-۷ مثالی از طرح اپتیکی حلقوی که به طور تجربی بدست آمده است. ۶۳

شکل ۲-۸ ساده ترین مثال ها از طرح اپتیکی. ۶۴

شکل ۲-۹بردار های توصیف کننده فرآیند کنترل در فضای فوریه. مد ها روی یک دایره بحرانی با شعاع $|K|=|K_c|$ قرار می گیرند. در شکل نقاط متصل شده توسط نقطه چین مدهایی را مشخص می نمایند که برای تشکیل طرح مربعی لازم هستند و نقاط متصل شده توسط نقطه چین مدهای مورد نیاز برای تشکیل طرح های هگزاگونال را مشخص می نمایند[۵۹]..... ۷۰

شکل ۳-۱منحنی تغییرات دوپایایی بر حسب Σ. $\theta_0=-18.5$ ، $I=1.43$ ، $\alpha=5.0$ ، $\gamma_{th}^{-1}=1\mu s$. با توجه به مفهوم پارامتر دو پایایی بر حسب نسبت جذب به عبور دهی کاواک با تغییرات آن موجب از بین رفتن دو دو پایایی در سیستم می شود و تنها در محدوده خاصی سیستم دو حالته است. ۷۳

شکل ۳-۲ تغییرات منحنی دو پایایی بر حسب نامیزانی کاواک در دمای اتاق. ۷۴

شکل ۳-۳) ناحیه ناپایدار تورینگ (a) و هوپف (b) به صورت تابعی از $|E_s|$ برای مقادیر مختلف ضریب پخش دمایی D_T ضریب پخش حاملین $d=0.1$ انتخاب شده است. آهنگ واهلش حرارتی $\gamma_{th}=10s^{-1}$ است..... ۷۶

شکل ۳-۴) ناحیه تورینگ (a) و ناحیه هوپف (b) با صورت تابعی از $|E_s|$ برای مقادیر مختلف ضریب پخش حاملین d . ضریب پخش دمایی برابر $D_T=1$ انتخاب شده است. ۷۷

شکل ۳-۵) نواحی ناپایدار هوپف وتورینگ (A) و حالت پایای هموژن S شکل (B) برای $d=0.1$ و $D_T=1.0$ ، $I=1.43$ ، $\theta_0=-18.5$ ، $\Sigma=80.0$ ، $\gamma_{th}^{-1}=1\mu s$ ، $\alpha=5.0$ ، ۷۸

شکل ۳-۶ حوزه ناپایداری هوپف وتورینگ به ازای $\gamma_{th}^{-1}=10\mu s$. $d=0.1$ و $D_T=1.0$ ۷۹

شکل ۳-۷ مرز ناحیه هوپف و تورینگ $\gamma_{th}^{-1}=10\mu s$. $d=0.1$ و $D_T=10.0$ ۸۰

شکل ۳-۸) تغییرات دو پایایی و مرز نایایداری . $d=0.1$ و $D_T=10.0$ ، $I=1.43$ ، $\alpha=5.0$ ، $\Sigma=80.0$ ، $\theta_0=-18.5$ ۸۰

شکل ۳-۹ منحنی دو پایایی بر حسب تغییرات α ۸۱

شکل ۳-۱۰مرز ناپایداری هوپف و تورینگ در $\alpha=0.0$ ، ۸۲

شکل ۳-۱۱ مرز ناپایداری هوپف وتورینگ $\alpha=3.0$ ، ۸۲

شکل ۳-۱۲ شبیه سازی مربوط به تشکیل طرح های خود به خودی با تغییر پارامتر کنترلی E_I ۸۴

شکل ۳-۱۳ طرح رول حرکتی میله ای (الف) در میدان ورودی $E_I=3.4$ ،(ب) $E_I=2.85$ (پ) $E_I=2.7$ جهت حرکت در راستای عمود بر میله ها..... ۸۴

شکل ۳-۱۴ توزیع مربوط به شدت حماین ودما (الف) قبل از رسیدن به پایداری دمایی (ب) بعد از رسیدن به پایداری دمایی، در پارامتر کنترلی $E_I=3.0$ ۸۵

شکل ۳-۱۵ منحنی تغییرات دامنه میدان و دما در نقطه (۳۲.۳۲) در پارامتر کنترلی $E_I=3.0$ ۸۶

شکل ۳-۱۶ تغییرات دامنه میدان و دما در نقطه (۳۲،۳۲) طرح ، میدان ورودی $E_I=2.85$ ۸۸

شکل ۳-۱۷ الف) طرح توزیع شدت در صفحه عرضی قبل از μs ۲.۵ ب) طرح پایدار ایجاد شده در سیستم ($E_I = 2.85$) ۸۹
شکل ۳-۱۸ میدان ورودی با ماسک اعمالی در $y = 32$ ، $\alpha = 0.5$ ، $K_C = 0.99$ ۹۰
شکل ۳-۱۹توزیع شدت میدان قبل وبعد از اعمال ماسک، $\alpha = 0.5$ ، $K_C = 0.99$ ۹۰
شکل ۳-۲۰ توزیع شدت میدان قبل وبعد از سوئیچ زنی $\alpha = 0.4$ ، $K_C = 0.99$ ۹۰
شکل ۳-۲۱تغییرات نقطه (۳۲،۳۲) بعد از اعمال ماسک وحذف آن $\alpha = 0.4$ ، $K_C = 0.99$ ۹۱
شکل ۳-۲۲ تغییرات زمان سوئیچ زنی بر حسب دامنه ماسک ج، با جهت گیری عمودی. $K_C = 0.99$ ۹۲
شکل ۳-۲۳تغییرات زاویه طرح پایدار بعد از سوئیچ زنی بر حسب دامنه ماسک $E_I = 2.85$ $K_C = 0.99$ ۹۳
شکل ۳-۲۴توزیع ماسک جریان در پارامتر کنترلی $E_I = 2.85$ ۹۴
شکل ۳-۲۵تحول نقطه میانی طرح بعد از اعمال ماسک و حذف آن $E_I = 2.85$ ۹۵
شکل ۳-۲۶تغییرات اندازه میدان ودما بعد از اعمال ماسک وحذف آن در نقطه (۳۲و۳۲) ۹۶
شکل ۳-۲۷ تحولات زمانی نقطه مبانی طرح بعد از اعمال ماسک فاز و حذف آن $\varepsilon = 0.2$ ، $E_I = 2.85$ ۹۷

مقدمه

به منظور پشتیبانی نیازمندی های رو به رشد عصر اطلاعات، شاخه اپتیک محدوده وسیعی از ابزار را برای تولید، انتقال، آشکار سازی، و پردازش سیگنال نوری توسعه داده است. ابزار های کاملاً نوری نسبت به ابزار های الکترونیکی دارای قابلیت عملکرد در پهنای باند خیلی بیشتر ومهم تر از آن پردازش و انتقال حجم اطلاعات خیلی بیشتری هستند. یک ابزار الکترونیکی، به منظور ذخیره سازی یا پردازش اطلاعات، باید الکترون ها را جابجا و آنها را با یک سد پتانسیل جدا کند. این فرآیند نیازمند توانی است که باید در نهایت به صورت گرما تلف شود. اتلاف گرمایی محدودیت‌هایی بر روی حجم و سرعت ابزارهای الکترونیکی قرار می‌دهد، اکنون تکنولوژی به مرز این محدودیت رسیده است[۱]. توسعه‌ی ابزارهای کاملاً نوری که دارای قابلیت عمل با توان ورودی کم هستند یک گام مهم در راستای بهبود تکنولوژی اطلاعات است.

سیستم مورد بررسی در این پروژه با در نظر گرفتن تحولات دمایی، بر خلاف سیستم های قبلی با یافتن حوزه ناپایداری سعی بر سوئیچ زنی و کنترل طرح های ایجاد شده در سیستم دارد

در این پروژه به بررسی کنترل طرح‌های حرکتی یا نوسانی شکل گرفته در یک سیستم اپتیکی غیرخطی با در نظر گرفتن تحولات دمای و کاربردهای چنین کنترلی در موضوع سوئیچ زنی کاملاً نوری با انرژی‌های خیلی کم پرداخته می‌شود. با ترکیب ایده‌هایی از تشکیل طرح‌ها توسط معادلات دینامیک غیرخطی با اپتیک غیرخطی ابزاری توسعه داده شده که ارائه کننده‌ی عمل سوئیچ زنی کاملاً نوری در توان‌ها و انرژی‌های بسیار پایین است.

توصیف کمی تشکیل طرح نیازمند مطالعه‌ی سیستم دینامیکی و پایداری سیستم نسبت به اختلالات می-باشد. بطور عام، یک سیستم توسط مجموعه‌ای از معادلات دیفرانسیل که خط سیر بردار حالت سیستم را از طریق فضای فاز تعیین می‌کنند توصیف می‌شود. پایداری خطی با اعمال اختلالات کوچک به جواب‌های پایای این مجموعه معادلات تعیین می‌شود که با نمو حالت سیستم چنین اختلالاتی رشد می‌نماید یا کوچکتر می‌شوند. در سیستم‌های گسترش یافته‌ی فضایی، اگرچه اغلب پایداری مدهای فوریه‌ی سیستم با اهمیت می‌باشد، اما مفاهیم مشابهی بکار برده می‌شود. بنابراین، اگر اختلالات بینهایت کوچک اعمال شده به یک مد مشخص با نمو سیستم رشد کنند، آن مد می‌تواند باعث یک ناپایداری شود که نتیجه‌ی آن تولید طرح در سیستم می‌باشد.

انتخاب نوع و زاویه‌ی طرح به تمایل سیستم برای نمایش دادن طرح‌ها با یک تقارن یا جهت‌گیری دقیق مربوط می‌شود. درک فرآیند انتخاب طرح از با اهمیت‌ترین اصول برای درک طرح‌های مشاهده شده در سیستم می‌باشد، زیرا طرح‌های بسیاری می‌توانند جواب‌های مجاز معادلات دینامیکی سیستم باشند، تاکنون فقط یک زیر مجموعه از طرح‌های مجاز بطور نمونه نمایش داده شده اند[۱]. طرح‌ها هم توسط اعمال قیدهایی بر سیستم و هم توسط دینامیک سیستم انتخاب می‌شوند. طرح‌های نوری که موضوع این پایان‌نامه هستند به وسیله‌ی هر دو مکانیزم انتخاب می‌شوند. در یک سیستم مشخص با جواب‌های مجاز مشخص (یعنی طرح‌های مجاز)، انتخاب و کنترل طرح‌ها محدود به انتخاب از میان این جواب‌ها می‌باشد.

تلاش برای کنترل طرح‌های خودبخودی تشکیل شده به وسیله‌ی فرآیندهای غیرخطی ذاتاً ایده‌ی جدیدی نیست. در حقیقت که برای کنترل بسیاری از جنبه‌های طبیعت صورت می‌گیرد به بیان ساده تلاش‌هایی برای کنترل طرح هستند که از فرآیندهای بنیادی طبیعت به وجود آمده‌اند. آب و هوا، جریان‌های اقیانوس،

جزر و مدها و بادها همگی طرح هستند. کاربردهای جدید تشکیل طرح‌های قابل کنترل، از جمله حافظه-های نوری، مرکز توجه این پایان‌نامه است.

در این پایان نامه ابتدا ناپایداری های لازم برای ایجاد طرح بررسی، طرح های حرکتی مذکور ایجاد شده و ویژگی های آن ها تحلیل شده است وبا اعمال مکانیسم کنترل دامنه اختلال که به طور کامل در فصل دو عنوان می شود سعی در کنترل جهت طرح ها شده است. به منظور کنترل طرح های حرکتی سیستم از روش ماسک دامنه وماسک فاز نیز استفاده و بررسی شده است.

فصل اول

بررسی منابع

(مفاهیم اساسی و پیشینه پژوهش)

۱. فصل اول

۱.۱ طرح های نوری

سیستم‌های فیزیکی بهنگام سیر تکاملی زمانی/ فضائی خود و دور از حالت تعادلی، در شرایط خاصی برخی اشکال خودبخودی را با آرایش ایستا و پایدار تولید می‌کنند. این اشکال در تحولات زمانی و یا در ناحیه‌ای از فضا که وجود دارند، از درجه‌ی بالائی از نظم و همبستگی بین اجزای خود برخوردارند. این پدیده را در حالت کلی شکل‌گیری طرحواره نامند[۱ و۲]. در این بخش ابتدا به تشکیل طرح های نوری وسپس به عوامل ایجاد طرح یعنی پراش و غیر خطیت اشاره خواهیم داشت.

۱.۱.۱ شکل‌گیری طرح‌های نوری

شکل گیری طرح های نوری[1] (OPF) به مطالعه پدیده های مکانی و یا مکانی زمانی که در ساختار های عمود بر جهت انتشار نور تشکیل می شود مربوط می شود. به استثنای یک سخنرانی مهم در این زمینه [۳]، این نظریه بعد از دهه ۸۰، زمانیکه به تدریج تمرکز اصلی از پدیده های زمانی در اپتیک، به پدیده های فضایی و فضایی-زمانی بویژه در محیط های غیر خطی منتقل شده بود ، گسترش یافت. بررسی اکثر رفتار های بر هم کنشی بین ماده و میدان با در نظر گرفتن تقریب موج تخت همراه است در این تقریب میدان در هر صفحه عمود بر جهت انتشار نور ثابت وتحول زمانی میدان تنها وابسته به یک مختصه فرض می شود. تقریب دیگری که لازمه تشکیل طرح های نوری است و دریچه جذاب شکل گیری طرح واره های نوری

[1] Optical Pattern Formation

را می گشاید تقریب پیرا محوری است که با اضافه کردن جمله مشتق مکانی در صفحه عرضی به معادلات تحول زمانی میدان الکتریکی همراه است و نقاط مختلف صفحه عرضی را به یکدیگر مرتبط می کند این تقریب توصیف کننده پراش می باشد.

بر هم کنش نور با ماده غیر همگن خطی باعث ایجاد ساختار های جالب و پیچیده عرضی می شود. با این وجود زمینه اصلی مطالعه OPF مربوط به بر هم کنش با مواد غیر خطی است به این منظور نام دیگری که به OPF اختصاص می دهند پدیده های غیر خطی عرضی نور[1](OTO) است. از نخستین روز های کشف لیزر، وجود پدیده های عرضی نیز شناخته شده است. آنچه در بستر زمان تغییر کرده است دیدگاهها نسبت به مسئله است. معمولا هر سیستم لیزری به طور خود به خود ساختار های عرضی تولید می کنند که برای بسیاری از کاربرد ها مطلوب نبوده وکنترل آنها مشکل است.

در چند سال اخیر، اثرات غیر خطی عرضی (TNO) بسیاری از سیستم های دینامیکی مورد مطالعه واقع شده است. بررسیهای نظری وتجربی این زمینه روی سیستمهای نوری غیر فعال (بدون تجمع معکوس) وسیستمهای فعال (همانند لیزر) انجام یافته است.

حداقل شش راه مختلف برای ایجاد طرح های نوری می توان بر شمرد که در زیر به چهار مورد اشاره شده است.

[1] Transverse Nonlinear Optics

۱) ساختار بدون آینه با انتشار آزاد در محیط غیر خطی: در این صورت سیستم در حالت پایا است و اغلب به مطالعه سولیتن ها ی تاریک وروشن حاصل از معادله شرودینگر در نتیجه تعادل بین غیر خطیت و پراش می پردازد.

۲) ساختار بدون آینه با مکانیسم بر همنهی امواج: مطالعه چنین ساختاری منجر به پیش بینی و در عین حال مشاهده تجربی طرح هگزاگونال برای اولین بار در یک سیستم نوری شد.

۳) ساختار تک آینه.

۴) سیستم نوری غیر خطی در یک کاواک نوری.

ساده ترین مدل مطالعه OPF با فرض تقارن انتقالی در صفحه عمودی انجام می گیرد. لازمه این فرض وجود آینه های تخت و میدان تابشی به صورت موج تخت می باشد. با داشتن چنین ساختاری امکان تشکیل الگوهای نوری خود به خودی با بر هم زدن تقارن انتقالی در نتیجه ناپایداری که خود در تقابل غیر خطیت وپراش حاصل می شود وجود دارد. و با محاسبات عددی جواب های پایا هموژن سیستم و آنالیز پایداری خطی سیستم قابل حصول است. در صورت وجود کاواک مدها امواج تختی هستند با محدوده فرکانسی پیوسته که نسبت به جهت انتشار پرتو انحراف دارند.

فرض تقارن انتقالی به این معنی است که سیستم در عرض به طور بی نهایت گسترده است. این فرض با اعمال شرایط مرزی پریودیک تامین می شود. در سیستمهای اپتیک تجربی اعمال چنین تقارنی از طریق آینه های تخت تامین می‌شود. میدان اعمالی به سیستم نیز باید یک میدان تخت باشد، هر چند که شرایط

فوق کاملا ایده آل هستند، اما یک مجموعه شرایط اساسی را معرفی می‌کنند. در سیستمهایی با تقارن انتقالی بوجود آوردن هر نوع طرح نوری به منزله شکست خود به خودی تقارن انتقالی است.

بین طرحهای نوری و نقشینه های هیدرودینامیکی و شیمیایی، شباهت خیلی زیادی وجود دارد، با این تفاوت که در چنین سیستمهایی، پخش همانند پراش نوری عمل میکند. به عنوان مثال تشابه معادلات لیزر و هیدرودینامیک در مراجع [٤و٥] مورد مطالعه قرار گرفته است. در بسیاری از سیستم های مختلف، تشکیل طرح توسط یک سری معادلات مشابه نظیر معادلات گینز برگ-لانداو[1]،نیوول-وایت هید[2] یا معادلات سوویفت-هوهنبرگ[3] توجیه نمود.

مثال های مهمی از تشکیل طرح های اپتیکی، توسط افراد مختلف در سیستم های متفاوتی گزارش شده است: در سال ۱۹۹۲ فرس[4] و همکارانش در محیط کر[5] [٦و٧] ، در سالهای ۱۹۹۳ و ۱۹۹٦ تیلدی [6] و همکارانش ، در سیستمهای غیر فعال [٨و٩] در سال ۱۹۹۷، لاگوین[7] و همکارانش در سیستم های اتمی با اسپین ۱/۲ [۱۰] ، در سال های ۱۹۹۷و ۱۹۹۹ لنقی [8] ، بارسلا[9] و همکارانش در سیستم های فعال [۱۱و۱۲]

[1] Ginzberg-Landau

[2] Newell-Whitehead

[3] Swift-Hohenberg
[4] Firth
[5] kerr
[6] Tlidi
[7] Lagvin
[8] Longi
[9] Barsella

و در سال ۲۰۰۰، برامبیلا[1] و همکارانش در میکرو مشددهای کپه ای و چاه کوانتومی [۱۳] به نتایجی در مورد تشکیل طرح های اپتیکی دست یافته اند.

در زمینه مطالعه تشکیل ساختار های اپتیکی خارج از حالت تعادل، تورینگ[2] اولین کسی بود که مکانیسمی برای توصیف ایجاد طرح های خود به خودی ارائه داد [۱٤]. این طرح ها از رقابت بین دو پدیده پراش وغیر خطیت بوجود می آید: پراش که باعث می شود نور یکنواختی خود را در بعد فضایی حفظ کند و غیر خطیت که از اندرکنش نور- ماده ناشی شده وبه ایجاد غیر یکنواختی در صفحه فضایی کمک می کند. توازن بین این دو اثر می تواند به ساختار فضایی پایداری منجر بشود.

بررسی تشکیل طرح های نوری دارای دو ویژگی مهم است.

۱) سیستم های نوری دارای سرعت بالا و پهنای فرکانسی وسیعی هستند و این منجر به استفاده از آنها در کاربردهایی نظیر مخابرات و فناوری اطلاعات می شود یکی از کاربرد های ساختار های نوری که به طور عملی دیده شده است عبور سالیتونی در فیبر های نوری است. و همچنین تحقیقات در زمینهTNO امکان پردازش موازی اطلاعات نوری با کدگذاری اطلاعات در ساختارهای عرضی میدان الکتریکی را پیشنهاد می کند.

۲) ساختار های نوری اغلب ماکروسکوپی یا میکروسکوپی هستند ودر نتیجه می توان تاثیرات کوانتومی جالبی حتی در دمای اتاق از آنها دید.

[1] Brambilla

[2] Turing

مطالعه OPF به دو بخش قابل تقسیم است بخش اول و مهمترین سهم مطالعه میدان الکتریکی طرح های نوری و تحولات آن است.بخش دوم مربوط به سولیتون های مکانی کاواک به عنوان کاربردی از مطالعه میدان ودر انتها ویژگی های کوانتومی الگوهای نوری غیر خطی می باشد[٤].

۱.۱.۲ پراش[1]

اولین مطالعه‌ی تفضیلی منتشر شده درباره‌ی انحراف نور از مسیر مستقیم توسط فرانسیسکو گریمالدی[2] در قرن هفدهم انجام گرفت و آن را پراشه نامید. نتایج مشاهدات گریمالدی پس از مرگ او در ١٦٦٥ منتشر شد. اگر دامنه یا فاز ناحیه‌ای از جبهه موج در ضمن برخورد با یک مانع کدر یا شفاف تغییر کند، پراش رخ خواهد داد. قسمت‌های گوناگون جبهه موج که در پشت مانع انتشار می‌یابد با هم تداخل می‌کنند و توزیع چگالی انرژی ویژه‌ای را بوجود می‌آورند که آن را نقش پراش می‌نامند.

بسیاری از این اثرات پراش زمانی مشاهده شده‌اند که تغییری در خواص محیطی که موج در آن منتشر می‌شود به وجود آید، بعنوان مثال، تغییر در ضریب شکست برای امواج نور و یا تغییر در مقاومت ظاهری صوت برای امواج صوتی سبب این پدیده شده‌اند. پراش با توجه به مسیری که موج در آن منتشر می‌شود رخ می‌دهد که توسط اصل هویگنس- فرنل[3] توضیح داده شده است. در این اصل هر نقطه از جبهه ی موج به عنوان یک منبع نقطه ای برای موج تابشی ثانویه در نظر گرفته می‌شود و پوش همه امواج ثانویه جبهه

[1] Diffraction

[2] Francesco Maria Grimaldi

[3] Huygens- Fresnel