دانشگاه پیام نور

دانشکده علوم پایه

گروه فیزیک

مرکز شیراز

عنوان پایان نامه:

بررسی اثرات ترمو-اپتیکی در لیزرهای حالت جامد با دمش بیضوی

ارائه دهنده:
سعید دارابی

رشته: فیزیک اتمی و مولکولی

استاد راهنما:

دکتر پرویز الهی

شهریور۸۵

به نام خداوند بخشنده مهربان

دانشگاه پیام نور

مرکز شیراز

تصویب نامه

پایان نامه با عنوان: بررسی اثرات ترمو-اپتیکی در لیزرهای حالت جامد با دمش بیضوی که توسط آقای سعید دارابی تهیه و به تصویب هیات داوران امضا کننده در زیر رسید مورد تایید می باشد.

تاریخ دفاع: ۸۵/۶/۲۳ نمره: ۱۸/۹۰ درجه ارزشیابی: عالی

اعضای هیات داوران

۱- دکتر پرویز الهی، استادیار بخش فیزیک دانشگاه شیراز(استاد راهنما) .....

۲- دکتر حمید نادگران، دانشیار بخش فیزیک دانشگاه شیراز(استاد مشاور) .....

۳- دکتر عبدالرسول قرائتی، استادیار بخش فیزیک دانشگاه شیراز (استاد ممتحن) .....

۴- دکتر حسین توللی ، استادیار بخش شیمی دانشگاه شیراز (نماینده گروه) .....

با تشکر:

از دکتر پرویز الهی که در تحقیق و به نتیجه رساندن این پایان نامه من را یاری نمودند و همچنین از دکتر حمید نادگران جهت همکاری و راهنماییهای ایشان و دکتر عبدالرسول قرائتی و دکتر حسین توللی.

چکیده:

بررسی اثرات ترمو-اپتیکی در لیزرهای حالت جامد با دمش بیضوی

به وسیله ی سعید دارابی

در این پایان نامه اثرات ترمو-اپتیکی ناشی از توزیع غیر همگن دما در کریستالهای لیزری، وقتی توسط لیزر دیود با پروفیل بیضوی تحت دمش قرار می گیرند، به طور تحلیلی مورد بررسی قرار گرفته است.

برای اینکار در ابتدا تابع توزیع دما درون میله لیزری با شرایط مرزی مناسب حل شده ، سپس با استفاده از معادلات بدست آمده تغییرات ضریب شکست ناشی از اثر $\frac{dn}{dT}$ و تنش حرارتی استخراج گردیده است. در ادامه کار مولفه های شعاعی و سمتی تغییرات ضریب شکست ناشی از تنش حرارتی ، با استفاده از روابط حاصل گردیده ، اثر واقطبیدگی ناشی اینگونه دمش بدست آمده است. روابط بدست آمده برای کریستال Nd:YAG مورد استفاده قرار گرفته است و نتایج با دمش با پروفیل دایره ای مقایسه گردیده است.

فهرست:

مقدمه و تاریخچه **شماره صفحه**

۰-۰- پیش زمینه..... ۱

۰-۱- مروری بر دمش دیودی لیزرهای حالت جامد ۱

فصل اول: لیزرهای حالت جامد

۱-۱- مقدمه..... ۵

۱-۲- فرایند دمش..... ۶

۱-۲-۱- دمش الکتریکی..... ۶

۱-۲-۲- دمش اپتیکی..... ۶

۱-۲-۲-۱- دمش دیودی..... ۷

۱-۳- انواع پروفیل دمش..... ۹

۱-۳-۱- پروفیل همگن..... ۱۰

۱-۳-۲- پروفیل تاپ-هت..... ۱۰

۱-۳-۳- پروفیل گوسی..... ۱۱

۱-۳-۴- پروفیل سوپر گوسی..... ۱۲

فصل دوم: اثرات حرارتی در لیزرهای حالت جامد

۲-۱- مقدمه ۱۳

۲-۲- اثر $\frac{dn}{dt}$ ۱۵

۲-۳- اثرات انتهایی(End-effect) ۱۶

۲-۴- تغییر ضریب شکست ناشی از تنش ۱۶

۲-۵- وا قطبیدگی ۲۰

فصل سوم:حل معادله توزیع دما با دمش پیوسته و لکه پمپی بیضی شکل

۳-۱- تابع توزیع دما ۲۱

۳-۲- شکل کلی تابع توزیع دما در ماده فعال ۲۲

۳-۳- شرایط مرزی ۲۴

۳-۳-۱- پیوستگی دما روی مرز ناحیه دمش ۲۵

۳-۳-۲- پیوستگی مشتقات دما روی مرز ناحیه دمش ۲۶

۳-۳-۳- سرمایش نیوتنی ۲۸

۳-۳-۴- اعمال نتایج در مورد کریستالNd:YAG ۳۱

فصل چهارم: اثرات ترمو اپتیکی

۴-۱- مقدمه ۳۹

۴-۲- تغییرات ضریب شکست در ناحیه دمش بواسطه تنش ۴۰

۴-۳- واقطبیدگی در ناحیه دمش ۴۶

۴-۴-اثر $\frac{dn}{dt}$ ۴۷

۴-۵- اعمال نتایج در مورد کریستال Nd:YAG ۴۸

۴-۶- جمع بندی ۷۲

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱- نتیجه گیری ۷۴

۵-۲- محاسن لکه پمپی بیضی شکل ۷۶

۵-۳- معایب لکه پمپی بیضی شکل ۷۷

۵-۴- پیشنهادات برای کارهای آینده ۷۷

ضمیمه ۷۸

فهرست منابع ۸۰

فهرست اشکال **شماره صفحه**

شکل ۱-۱ شمای کلی از پروفیل همگن ۱۰

شکل ۱-۲ شمای کلی از پروفیل تاپ-هت ۱۱

شکل ۱-۳ شمای کلی از دمش با پروفیل گوسی ۱۱

شکل ۱-۴ شمای کلی از پروفیل سوپر گوسی ۱۲

شکل ۳ -۱- شمای کلی از دمش یکنواخت و بیضی شکل ۲۲

شکل ۳-۲ نمودار سه بعدی توزیع دما درون ناحیه دمش ۳۴

شکل ۳-۳ نمودار سطوح همدما از مرکز دمش تا روی مرز ناحیه دمش ۳۵

شکل ۳-۴ نمودار سه بعدی توزیع دما از مرز ناحیه دمش تا شعاع کریستال ۳۶

شکل ۳-۵ نمودار سطوح همدما از مرز ناحیه دمش تا شعاع کریستال ۳۷

شکل ۳-۶ نمودار سطوح همدما از مرکز دمش تا شعاع کریستال ۳۸

شکل ۴- ۱ رسم سه بعدی تابع تغییرات ضریب شکست در جهت شعاع ۴۹

شکل ۴-۲ نمودار دو بعدی تغییرات ضریب شکست
در جهت شعاع در مرکز دمش ۵۰

شکل ۴-۳ نمودار تابع تغییرات ضریب شکست
در جهت شعاع در نصف شعاع دمش ۵۱

شکل ۴-۴ نمودار تغییرات ضریب شکست
در جهت شعاع در شعاع دمش ۵۲

شکل ۴-۵ نمودار تابع تغییرات ضریب شکست در جهت زاویه سمتی
از مرکز دمش تا مرز ناحیه دمش ۵۳

شکل ۴-۶ نمودار تغییرات تابع ضریب شکست در جهت زاویه سمتی
در مرکز دمش ۵۴

شکل ۴- ۷ نمودار تغییرات ضریب شکست در جهت زاویه سمتی
در نصف شعاع دمش ۵۵

شکل ۴-۸ نمودار تابع تغییرات ضریب شکست در جهت زاویه سمتی
در شعاع دمش ۵۶

شکل ۴-۹ نمودار همزمان تغییرات ضریب شکست در جهت شعاع
و در جهت زاویه سمتی در ناحیه دمش ۵۷

شکل ۴-۱۰ رسم همزمان دو تابع تغییرات ضریب شکست در جهت شعاع
و زاویه سمتی در مرکز دمش ۵۸

شکل ۴-۱۱ رسم همزمان توابع تغییرات ضریب شکست در جهت شعاع
و در جهت زاویه سمتی در نصف شعاع دمش ۵۹

شکل ۴-۱۲ رسم همزمان توابع تغییرات ضریب شکست در دو جهت شعاع
و زاویه سمتی در شعاع دمش ۶۰

شکل ۴-۱۳ رسم همزمان دو تابع تغییرات ضریب شکست در جهت شعاع
و زاویه سمتی در ناحیه ای که رفتار یکسان دارند ۶۱

شکل ۴-۱۴ رسم تابع تفاضل تغییرات ضریب شکست در دو جهت شعاع
و زاویه سمتی در ناحیه دمش ۶۲

شکل ۴-۱۵ رسم تابع تفاضل تغییرات ضریب شکست در دوجهت شعاع
و زاویه سمتی در مرکز دمش ۶۳

شکل ۴-۱۶ رسم تابع تفاضل تغییرات ضریب شکست در دو جهت شعاع
و زاویه سمتی در نصف شعاع دمش ۶۴

شکل ۴-۱۷ رسم تابع تفاضل تغییرات ضریب شکست در راستای شعاع
و زاویه سمتی در شعاع دمش ۶۵

شکل ۴-۱۸ نمودار سه بعدی تابع تفاضل تغییرات ضریب شکست در
دو راستای شعاع وزاویه سمتی با در نظر گرفتن زاویه سمتی و در
نصف شعاع دمش ۶۶

شکل ۴-۱۹ نمودار سه بعدی تابع تفاضل تغییرات ضریب شکست در دو راستای شعاع
وزاویه سمتی با در نظر گرفتن زاویه سمتی و در شعاع دمش ۶۷
شکل ۴-۲۰ نمودار واقطبیدگی در ناحیه دمش با انحراف از
حالت دایره ای ۰۱/. سانتیمتر ۶۸
شکل ۴-۲۱ نمودار واقطبیدگی در ناحیه دمش با انحراف از
حالت دایره ای ۰۳/. سانتیمتر ۶۹
شکل ۴-۲۲ نمودار واقطبیدگی سیستم با تقارن دایره ای
و پروفیل سوپر گوسی ۷۰
شکل ۴-۲۳ نمودار واقطبیدگی در ناحیه دمش با انحراف از
حالت دایره ای۰ و۰۱/.و ۰۳/. سانتیمتر ۷۱
شکل ۴-۳۳ نمودار تابع تغییرات ضریب شکست وابسته به دما ۷۲

مقدمه

۰-۰- پیش زمینه

یکی از مهمترین اختلالات لیزری، تولید گرما در محیط فعال لیزری است. اینگونه اختلالات قوی بخصوص زمانی که لیزر با توان بالا مورد بحث باشد، می تواند مانع بزرگی در مکانیسم اولیه لیزر باشد.

با توجه به مشکلات بوجود آمده در کریستال لازم است، اثرات حرارتی بطور کامل مورد بررسی قرار گیرد و برای این امر باید توزیع دما درون ماده لیزری مشخص شود. در این تحقیق با دمش بیضی شکل کار شده است و به نتایج خوبی برای کاهش اثرات حرارتی درون کریستال دست یافته ایم.

۰-۱- مروری بر دمش دیودی لیزرهای حالت جامد

فواید زیادی در زمینه استفاده از نیمه رساناهای دیودی به عنوان منبع دمش لیزرهای حالت جامد وجود دارد .دمش دیودی در لیزرهای حالت جامد بازده بسیار بالایی دارد، همچنین دیودها حجم کمی را اشغال می کنند و به همین دلیل می توان سیستمهای لیزری را فشرده تر ساخت.

اولین بار استفاده از نیمه رساناها به عنوان منبع دمش لیزرهای حالت جامد مورد توجه [1] Newman قرار گرفت و تابش نزدیک ۸۸۰ نانو متر را برای دیود GaAs بررسی کرده بود، مدت کوتاهی بعد از او Keyes وQuist [2] اولین دمش دیودی لیزرهای حالت جامد را توسط اولین دیود GaAs توصیف کردند[6-3].

Ross [7] اولین دمش دیودی لیزر Nd:YAG که بوسیله یک دیود GaAs با دمش انتهایی شروع بکار می کرد را شرح داد . تحقیقات زیادی در زمینه دمش دیودی لیزر Nd:YAG در دمای نزدیک به دمای اتاق[9-8] و دمای اتاق[11-10] انجام شده است ، همچنین کار بر روی لیزر Nd:YAG با دمش انتهایی در کارهای قبلی [16-12]Soviet Union انجام شده است.

Rosenkrantz [17] اولین دمش پالسی با دمش انتهایی را شرح داد و ادعا کرد که این پیکربندی بازده بیشتری از جذب تابش پمپ را ارائه می دهد. البته برای یک لیزر تنها که بصورت انتهایی پمپ می شود، با دمش پیوسته و در دمای اتاق تحقیقاتی انجام شده است [19-18].

همچنین با فرض دمش یکنواخت Chesler و Singh [20] برای لیزر Nd:YAG مدلهایی ارائه کرده اند. فرایند دمش دیودی انتهایی در دمای اتاق بررسی شده است. [22-21] و H.Weber [23] نشان داد که یک دیود لیزری به تنهایی می تواند برای شروع به کار کردن سیستم لیزری در دمای اتاق با دمش انتهایی به کار رود. W.Kochner [24] معادله را با فرض یکنواخت بودن توزیع گرما و به صورت یک بعدی حل کرده است. در ان تحقیقات وابستگی توزیع دما به توان دوم r کاملا مشخص شده است.

وابستگی شعاعی تغییر ضریب شکست ناشی از استرس در حالتی که کریستال لیزری تحت توزیع یکنواخت گرمایی قرار گرفته باشد توسط J.D.Foster [25] و W.Kochner [26] بررسی شده است. به علت وابستگی شعاعی و معاسی تغییر ضریب شکست ناشی از استرس ، میله لیزری به

مانند عدسی با فواصل کانونی متفاوت عمل می کند که نسبت این دو فاصله کانونی به صورت تجربی توسط K.B.Steinbuegge [27] محاسبه شده است.

نکته مهم دیگر در مورد لیزرهای حالت جامد نوع خنک کننده است ، با توجه به نوع خنک کننده شرایط مرزی متفاوتی بر روی سیستم اعمال می شود. متداولترین خنک کنندها که مورد توجه سیستمهای لیزری قرار می گیرند به دو روش مختلف که یکی همرفت و دیگری رسانش است عمل خنک کنندگی را انجام میدهند. مدلهایی که مبنای کار آنها بر شرایط مرزی همرفتی پایه گذاری شده است توسط S.B.Sutton [28] و U.O.Farrukh [29] گسترش داده شده است.

در تحقیقات Farrukh حل تحلیلی عمومی برای معادله توزیع گرما در هر دو حالت پالسی و پیوسته ارائه شده است.

M.E.Immocenzi [30]، J.Frauchiger [31] ، S.C.Tidwell [32] مطالعاتی بر روی خنک کننده هایی که به روش رسانایی کار میکنند، انجام دادند. این اشخاص یک روش تقریبی و کاملا عددی را برای معادله توزیع گرما با تقارن محوری و دمش طولی در حالت پیوسته برای یک لیزر حالت جامد استوانه ای شکل ارائه کردند، آنها بوسیله یک دیود 1w و پروفیل گوسی شکل لیزر Nd:YAG را پمپ کردند.

لازم بذکر است که در محاسبات آنها طول کریستال بلند در نظر گرفته شده است به همین دلیل از مشتقات z صرفنظر شده است، با وجود این تقریب ها، آنها به جوابهای خوبی رسیده اند و به تطابق بسیار خوبی بین حالت تحلیلی و عددی دست یافته اند[33].

پروفیل های مختلفی در این مورد انجام شده است. پروفیل تاپ-هت که برای توانهای بالا به کار میرود توسط S.C.Tidwell [32] و A.K.Cousins [34] بررسی شده است.

لازم به ذکر است که تمام مطالعاتی که تا کنون بر روی لیزرهای حالت جامد، با در نظر گرفتن پروفیل های مختلف، انجام شده است، شکل دمش را بصورت دایره ای در نظر گرفته اند.

با در نظر گرفتن این مطلب که از لیزر دیودها، برای دمش لیزرهای حالت جامد استفاده می شود و این مطلب که خروجی لیزر دیودها به طور ذاتی آستیگماتیسم است و بصورت بیضی است و تقارن دایره ای ندارد، ما به این نتیجه رسیدیم که تا کنون تمام مطالعات انجام شده در این زمینه، با در نظر گرفتن تقارن دایره ای تقریبی بوده است و به خود اجازه دادیم که دمش را بصورت بیضی در نظر بگیریم که البته به واقعیت و فیزیک مسئله بسیار نزدیک تر است.

با در نظر گرفتن دمش بصورت بیضوی، ما موفق شدیم که تصحیحاتی بر روی خروجی لیزر Nd:YAG انجام دهیم و کیفیت آن را تا حد زیادی افزایش دهیم، همچنین موفق شدیم بعضی از اثرات حرارتی وارد بر سیستم مانند اختلالات ناشی از استرس را تا حد زیادی کاهش دهیم.

در این پایان نامه بطور کامل معادله توزیع دما، با دمش یکنواخت و بیضی شکل ، همچنین اثرات حرارتی بوجود آمده در محیط لیزری مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل اول
لیزرهای حالت جامد

۱-۱- مقدمه

لیزرهای حالت جامد در مقایسه با لیزرهای گازی از بازده بالایی بر خوردار می باشند. منبع دمش لیزرهای حالت جامد لیزر دیودها می باشند که علاوه بر بازده بالا، حجم کمی را اشغال می کنند و باعث می شود که سیستم لیزری را بتوانیم فشرده تر بسازیم. به همین دلیل امروزه مورد توجه زیادی قرار گرفته اند.

در بررسی عملکرد لیزرهای حالت جامد عوامل مهمی وجود دارد. از آن جمله می توان به جنس کریستال ، هندسه کریستال، نوع خنک کننده و نوع دمش اشاره کرد

به علت اهمیت نوع دمش، مطالبی کلی در مورد آن ذکر شده است.

۱-۲- فرایند دمش[1]

فرایندی که بدان وسیله اتمها از تراز یک به تراز سه (در لیزرهای سه ترازی) و از تراز صفر به تراز سه (در لیزرهای چهار ترازی) برده می شود، فرایند دمش نامیده می شود. معمولاً این فرایند به دو روش اپتیکی و الکتریکی صورت می گیرد.

۱-۲-۱- دمش الکتریکی

این دمش توسط تخلیه الکتریکی با شدت کافی صورت می گیرد. در تخلیه الکتریکی، یونها و الکترونهای آزاد تولید می شوند. بارهای آزاد انرژی جنبشی خود را از میدان الکتریکی کسب می کنند و با برخورد به اتمهای خنثی آنها را تحریک می کنند.

۱-۲-۲- دمش اپتیکی

در دمش اپتیکی نور چشمه ای قوی، به وسیله ماده فعل جذب می شود و در نتیجه اتمها به تراز بالاتر دمیده می شوند. این روش مخصوصاً برای لیزرهای مایع مناسب است.

در جامدات و مایعات، ساز و کار پهن شدگی خط، پهن شدگی قابل ملاحظه ای را ایجاد می کند بطوری که معمولاً برای این مواد بجای ترازهای دمش با نوارهای دمش سروکار داریم. بنابراین، این نوارها می توانند بخش قابل ملاحظه ای از نور گسیل شده توسط لامپ دمش را جذب کنند..

بازده انتقال پرتو از منبع به محیط لیزر قسمت بزرگی از بازده کل در سیستمهای لیزری را تشکیل می دهد. یک دمش مناسب می تواند یک جفت شدگی خوب را بین چشمه و محیط فعال جذب فراهم کند. همچنین می تواند باعث توزیع مناسب چگالی دمش در محیط لیزر شود و یا اگر

[1] -Pumping

اختلالی در آن ایجاد شود، اثراتی از قبیل غیر یکنواختی و واگرایی در پرتو خروجی را شامل می شود. دمش اپتیکی را می توان به سه صورت مهم زیر تقسیم بندی کرد:

۱) فلاش لامپ[۲]

۲) دمش دیودی[۳]

۳) باریکه نوری لیزری دیگر

۱- **فلاش لامپ:** فلاش لامپها به این صورت می باشند که در اطراف ماده فعال، لامپهایی قرار داده می شود و تشعشعات این لامپها توسط ماده فعال جذب می شود و انرژی لازم برای فرآیند دمش به این صورت تامین می شود.

۲- **دمش دیودی:** در این نوع دمش از یک لیزر دیود به عنوان منبع دمش استفاده می شود.

۳- **باریکه نوری لیزری دیگر:** در این روش انرژی لازم برای دمش، توسط خروجی یک لیزر دیگر تامین می شود.

که دمش دیودی را در این تحقیق ، بررسی می کنیم.

۱-۲-۲-۱- دمش دیودی

دمش لیزرهای حالت جامد توسط دیود لیزر دارای بازدۀ بالا و قابلیت اطمینان بیشتری نسبت به فلاش لامپهاست. بنابراین بسیاری از ترکیبهای ممکن برای انتقال پرتو تابش به ماده لیزر فراهم شده است [42-35].

هنگامی که پرتو خروجی دیود لیزرها شکل می گیرد، به دلیل داشتن واگرایی، مسئله مهم طراحی سیستم هندسی مناسبی است که این واگرایی را کاهش دهد و همپوشانی حجم دمش را با حجم

[2] -Flash lamp
[3] -Diode pump

اشغال شده توسط کمترین مد کاواک، فراهم کند. برای ماکزیمم کردن این همپوشانی تکنیکهای متفاوتی را می توان به کاربرد. البته در بعضی روشها مانند دمش مستقیم از هیچ سیستم متمرکز کننده خاصی استفاده نمی شود. با این حال، بازده جفت شدگی بالا هنگامی بدست می آید که تطبیق خوبی بین طیف منتشر شده از پرتو دمش و طیف جذبی محیط لیزر وجود داشته باشد. لیزرهای حالت جامد با دمش دیودی، بازده بالا دارند و کیفیت پرتو آنها بسیار مناسب است که باعث می شود انطباق خوبی بین طیف جذب شده و پرتو دمش وجود داشته باشد.

برای دست یابی به توانهای بالای لیزرهای حالت جامد، فیبرهای جفت شده با دیود لیزرها، بعنوان چشمه های دمش بکار می روند. در این حالت توزیع توان دمش به وسیله فیبرها باعث می شود که بتوانیم مشددهای لیزری را از چشمه جدا نگه داریم. بنابراین مشددهای لیزری می توانند از آشوبهای چشمهٔ دمش جدا باشند. بهینه سازی اندازه مد در لیزر دیودها بوسیله اندازهٔ متوسط کمر باریکه بدست می آید.

دمش لیزر دیودها را می توان به دو دسته مهم تقسیم کرد:

۱) دمش طولی[۴]

۲) دمش عرضی[۵]

۱)**دمش طولی:** این روش یکی از کارآمدترین روشها برای دمش لیزرهای حالت جامد است. در این روش پرتو لیزر دیود از یک انتهای کریستال و یا از دو طرف تحت زاویه ای معین نسبت به محور کریستال به محیط فعال تابیده می شود. به عبارت دیگر در این آرایش پرتو دیود لیزر موازی با محور اپتیکی و جهت انتشار موج در تشدید گر است. برای اینکار ابتدا باید پرتو خروجی دیود

[4] -End-pump
[5]-Side-pump

لیزر را موازی کرد و سپس آنرا روی بلور متمرکز نمود. بهرهٔ جفت شدگی بین حجم مد و حجم ناحیهٔ تحریک شده تقریباً صد در صد است.

در بسیاری از شکلهای دمش، سیستم متمرکز کننده شامل یک عدسی موازی ساز برای موازی کردن پرتو و یک عدسی کانونی کننده برای ایجاد یک لکه با قطر کم در بلور لیزر است.

در مجموع برای طراحی هندسه جفت شدگی دمش طولی، معمولاً مشددهای خاصی را بکار می برند. عدسی های کانونی کننده ای که بکار می روند را باید طوری انتخاب کرد که کمر باریکه و زاویهٔ واگرایی درون میله باعث نزدیکی هرچه بیشتر بین ابعاد پرتو دمش و مد TEM_{00} شود. برای بالا بردن توان دمش در این روش می توان ماده فعال را از دو طرف تحت دمش قرار داد که این عمل خود باعث ایجاد مشکلاتی از جمله توزیع غیر یکنواخت دما در لیزر می‌شود.

۲)**دمش عرضی:** در این روش دیودها به صورت عمود بر جهت انتشار مد در کاواک دمش می شوند. برای ایجاد توانهای بالا می توان آرایه ای از دیودها را اطراف و در طول میله اضافه کرد. در لیزر های دمش عرضی، بهره جفت شدگی بین حجم مد و ناحیه تحریک شده ۵۰٪ است. معمولا طرح های دمش دیودی طولی به دلیل فواید زیاد از جمله بازده بالا و انتخاب مد مناسب و تک مد بودن به طرح های دمش دیودی عرضی ترجیح داده می شوند.

۱-۳- انواع پروفیل دمش

توان لیزر دمش و مد عرضی آن در تابعیت چگالی توان گرمای ایجاد شده تأثیر دارند. در حالت کلی چهار نوع پروفیل دمش مورد بررسی قرار می گیرند: