

عنوان دوره

# آشنایی کاربردی با آنتنها

استاد: جناب آقای فراهانی

تاریخ برگزاری: ۱۵-۲۸ شهریور ماه ۸۶

گرد آورنده: مهدی سالار

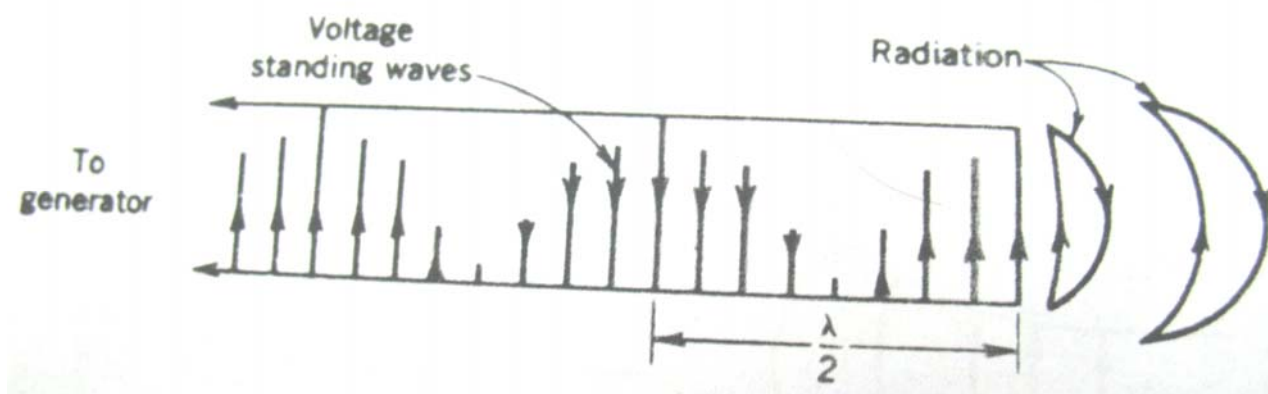
## مقدمه

برای تزویج خروجی یک فرستنده و یا ورودی یک گیرنده بفضا نوعی سیستم واسطه ضروری است. ساختمان این سیستم باید طوری باشد که توانایی تشعشع امواج الکترومغناطیسی و یا دریافت آنها را داشته باشد. آنتن چنین سیستمی است و این سیستم برای تبدیل جریان فرکانس زیاد به امواج الکترومغناطیسی و یا بالعکس بکار برده می شود. معمولاً آنتن از یک جسم فلزی، اغلب به صورت سیم یا مجموعه ای از سیمها درست شده است.

مکانیسم های واقعی تشعشع را میتوان توسط معادلات ماکسول بطور کمی تشریح نمود. مطالعه رفتار یک جریان RF در یک سیم نشان می دهد که تمام انرژی اعمال شده به یک سرسیم به انتهای آن نرسیده و قسمتی از آن فرار می کند یعنی تشعشع حاصل می شود. همچنین میتوان رابطه ریاضی برای این انرژی فراری بدست آورد، که در نتیجه نه فقط میزان انرژی بلکه جهات یا جهات تشعشع آن مشخص می شود. چون این روش محاسبه تشعشع کمی پیچیده است، در اینجا تشعشع را از جنبه نظر کیفی بر پایه رفتار امواج ساکن و متحرک در یک خط انتقال مورد بررسی قرار می دهیم.

## چگونگی تشعشع:

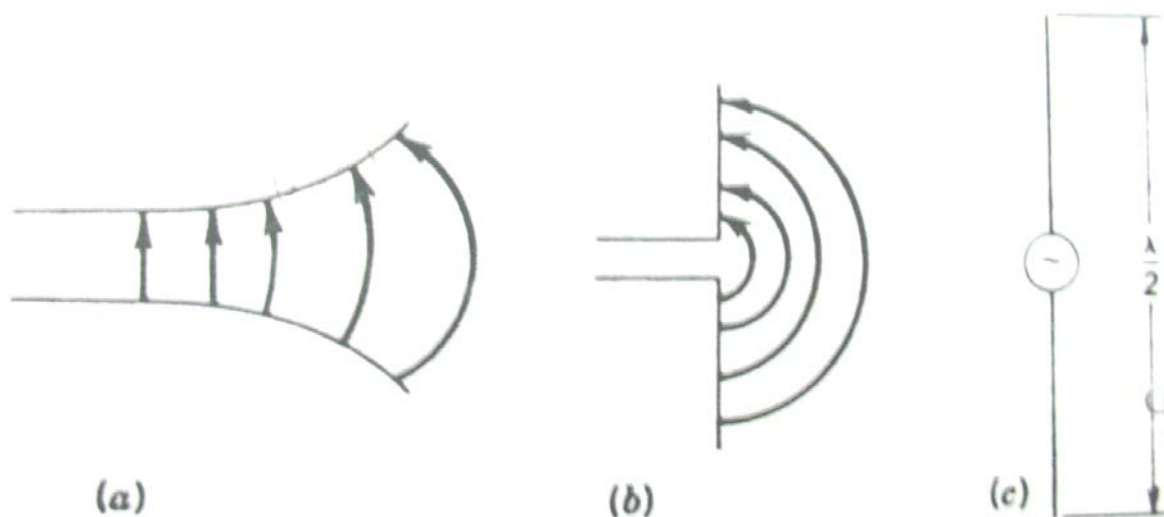
خط انتقال مدار باز شکل 1 را در نظر بگیرید مشاهده میشود مشاهده می شود امواج رفت و برگشت با یکدیگر ترکیب شده و موج ساکن در حالیکه شکم ولتاژ در نقطه مدار باز است، عرضه می گردد. در اینجا تمام انرژی از محل مدار باز به خط انتقال منعکس نمی گردد بلکه قسمت کمی از انرژی الکترو مغناطیسی از سیستم فرار نموده و بنابراین تشعشع حاصل می شود تشعشع به خاطر اینست که در خطوط نیرویی که بطرف مدار باز در حرزکت هستند بصورت معکوس شدن فاز، وقتی که به مدار باز می رسند رخ می دهد. به دو علت قسمتی از موج که از سیستم فرار میکند نسبت به باقیمانده موج، خیلی کوچک است اول، اگر محیط اطراف را بعنوان بار خط انتقال بحساب آوریم، دیده می شود که عدم تطبیق به وقوع می پیوندد. در نتیجه مقدار کمی از توان در بار تلف میشود. واضح است تشعشع از یک انتها، تشعشع از انتهای دیگر را حذف میکند علت اینست که آنها دارای پلاریته متفاوتی بوده و در فاصله ای خیلی کوچکتر از طول موج واقع شدهاند. عکس مطالب فوق هم صادقست، یعنی خطوط انتقال دوسیمه در فرکانس پایین تشعشع نمیکنند. برای حل مسئله فوق بنظر می رسد که قسمت مدار بار را وسیع سازیم



شکل 1-1 تشعشع یک خط انتقال

## آنتن های دو قطبی:

وقتی دو سیم را در یک خط بصورت شکل 1-a خم می کنیم بسبب باز شدن دو سیم از یکدیگر امواج در امتداد خط حرکت نموده و به سختی در انتهای سیم ها تغییر فاز میدهند. در اینجا میدان الکتریکی ( و همچنین میدان مغناطیسی ) بجای اینکه بین دو سیم محدود شده باشد کاملاً به فضای اطراف تزویج خواهد شد لذا حداکثر تشعشع بوقوع می پیوندد. بچنین تشعشع کننده ای یک دو قطبی می گویند. وقتی که مجموع طول دو سیم برابر با نصف طول موج باشد آنتن را دو قطبی نیم موج می گویند که شکل آن بصورت 3-c می باشد. در اینحالت تشعشع زیادی بوقوع می پیوندد. دلیل این افزایش این است که امپدانس کمی در نقطه اتصال بخط انتقال داشته و در نتیجه جریان زیادی از خط انتقال به ورودی دو قطبی نیم موج اعمال شده و بازدهی تشعشعی زیادی به دست می آید.



شکل 1-2 تکامل تدریجی یک دو قطبی a - خط انتقال باز شده در خروجی b- هادیها در یک خط c- دو قطبی نیم

موج ( تغذیه از وسط )

مشخصات گوناگون آنتن ها بصورت اعداد مطلق نمایش داده نمی شوند. این مشخصه ها را نسبت به مشخصه های نظیر آنتن های استاندارد تعیین می کنند. آنتن های استاندارد تئوری را ساده نموده ولی لازم نیست که در عمل وجود داشته باشد. همچنین میتوان بسادگی آنها را مشاهده و محاسبه نمود. یکی از چنین آنتن های مرجعی، دو قطبی بینهایت کوچک است که بصورت یک جفت کره نزدیک به یکدیگر دارای ظرفیت و با فاصله و ابعاد صرف نظر کردنی است. آنتن مرجع دیگر نیز عبارت است از یک دو قطبی ابتدایی که ساده ترین آنتن سیمی است. این دو قطبی بینهایت نازک بوده و دارای طولی خیلی کوچکتر از طول موج  $\lambda$  می باشد. با استفاده از معادلات ماکسول شدت میدان تشعشع شده بصورت ذیل بدست می آید

$$E = \frac{z(L/2) \cdot I}{ds} \cos \theta \cdot \cos w(t - d/V_c) = ((60\pi L \cdot I) / (d \lambda)) \cdot \cos \theta \cdot \cos w(t - d/V_c)$$

در اینجا :

$\epsilon =$  شدت میدان تشعشعی بر حسب ولت بر متر

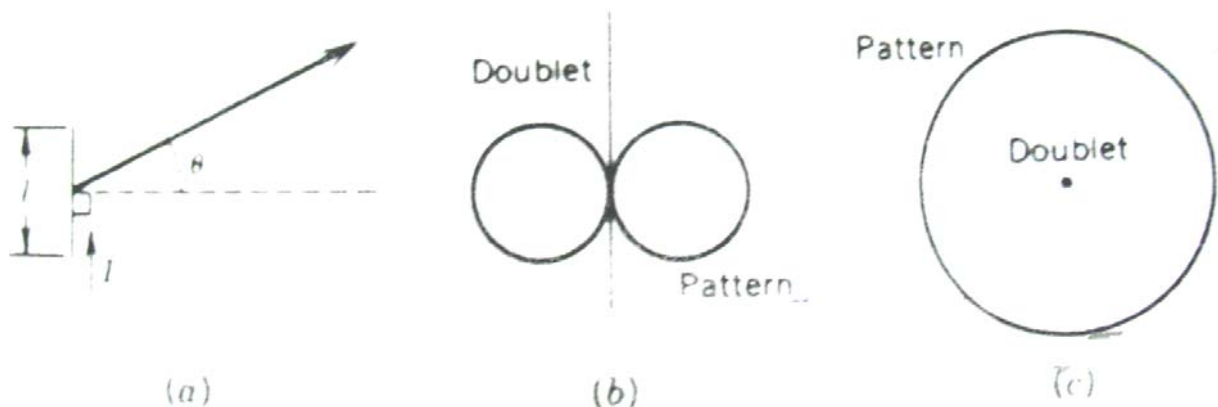
$Z =$  امپدانس مشخصه فضای آزاد ( $120\pi$  اهم)

$D =$  فاصله نقطه ای که شدت میدان در آن اندازه گیری شده از دو قطبی ابتدایی

$V_c =$  سرعت نور در فضای آزاد

$\theta =$  زاویه انحراف

اولین جمله معادله فوق دامنه میدان الکتریکی را در فاصله معین بما می دهد . مشاهده می شود که این شدت میدان بستگی به توان انتشاری داشته و بطور معکوس متناسب با فاصله از منبع تشعشعی ( در اینحالت دو قطبی کوچک است ) . همچنین مشاهده می شود که دامنه میدان الکتریکی برای دو قطبی های کوتاه بازاء هر طولی مناسب است با نسبت طول آن به طول موج ( $l/\lambda$ )



شکل 2-2 - a- آنتن دو قطبی - b- پرتو تشعشعی - c- پرتو تشعشعی در صفحه عمود بر دو قطبی

## تشعشع کننده های سیمی در فضا :

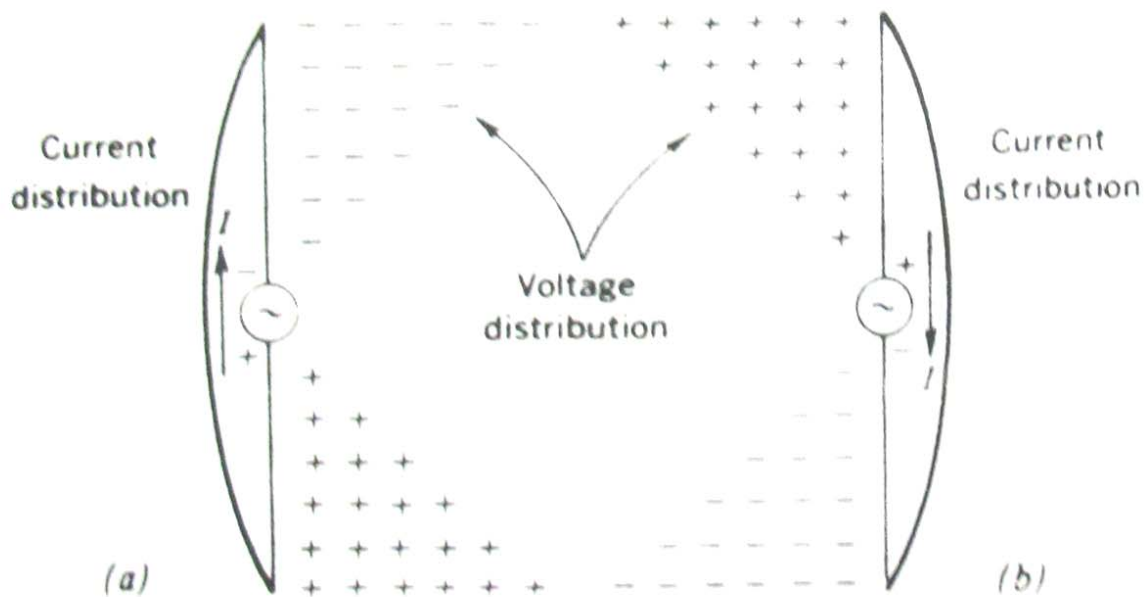
تشعشع کننده های سیمی ساده ترین نوع تشعشع کننده ها بوده و ممکن است بصورت تعداد زیادی دو قطبی که در انتهای یکدیگر متصل شده اند در نظر گرفته شوند در نتیجه خواص آن شبیه به دو قطبی خواهد بود

## توزیع های ولتاژ و جریان :

مانند یک خط انتقال یک آنتن در عمل دارای طولی برابر اندازه بخشی قابل توجه از طول موج و بعضی اوقات حتی چند برابر طول موج می باشد . بنابراین آنتن بصورت مداری با ثابت های توزیع شده عمل می کند . با اعمال

ولتاژ در نقطه مشخصی از آن ولتاژ و جریانی در آن نقطه ایجاد خواهد شد. در نتیجه امواج متحرک و احتمالاً امواج ساکنی نیز بوجود می آیند. بدین معنی که ولتاژ و جریان در آنتن بطور کلی از یک نقطه به نقطه دیگر تغییر می کنند. این توزیع ولتاژ و جریان آنتن باید اثری بر روی میدان تشعشعی بگذارد. میدان مذکور در درجه اول بستگی به طول آنتن نسبت به طول موج، اتلافش و بارهای انتهایی خواهد داشت. بعلاوه ضخامت سیم آنتن نیز مهم بوده اما از نقطه نظر عملی چنین آنتنی ممکن است بدون تلفات با قطر بی نهایت کوچکی در مقابله با طول موج فرض شود.

شکل ۱-۳ توزیع ولتاژ و جریان ایده آلی را بر روی یک دو قطبی نیم موج که ساده ترین آنتن سیمی عملی است نشان می دهد. چنانکه مشاهده می شود این توزیع مشابه توزیع ولتاژ و جریان بر روی یک خط انتقال ربع طول موج مدار باز می باشد. در اینجا حداقل ولتاژ و حداکثر جریان از مدار باز یک خط انتقال موجود خواهد بود.



شکل ۱-۳

## آنتن های تشدید:

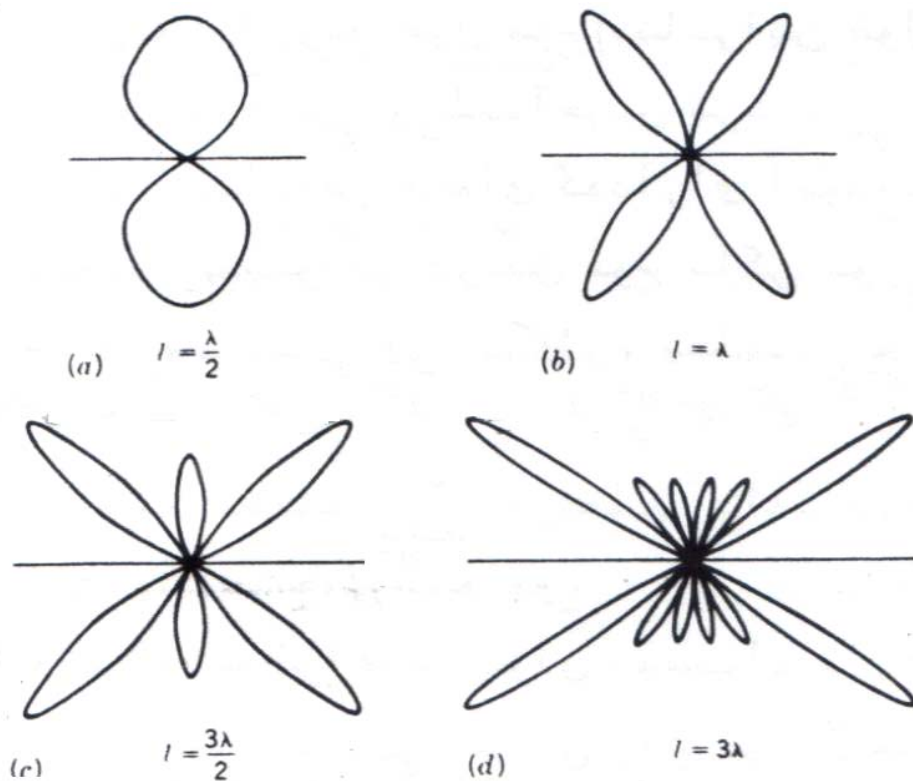
در حالت کلی آنتن ها به دو دسته تقسیم می شوند: ۱- آنتن های تشدید ۲- آنتن های غیر تشدید. آنتن های تشدید آنتن هایی هستند که طول آنها مضربی از نصف طول موج باشد و لی در آنتن های غیر تشدید چنین نیست. ساخت آنتن های تشدید راحت تر است ولی گین آنها نسبت به آنتن های غیر تشدید کمتر می باشد. وقتی که طول آنتن برابر با یک طول موج کامل گردد پلاریته جریان در یک نیمه از آنتن، عکس نیمه دیگر

خواهد شد. واضح است که در چنین حالتی تشعشع در جهت عمود بر آنتن بسبب حذف میدان حاصل از یک نیم آنتن توسط نیم آنتن دیگر برابر صفر می گردد. البته در جهاتی حداکثر تشعشع را خواهیم داشت ولی این جهات دیگر در امتداد عمود بر آنتن نمی باشد.

یک آنتن تشدید معادل یک خط انتقال تشدید بوده و تمام آنتن هایی که پس از دو قطبی ابتدایی بیان گردیدند بصورت آنتن های تشدید عمل می کنند. چنین آنتنی را می توان بصورت یک خط انتقال مدار باز در انتهای آن با یک طول تشدید در نظر گرفت. مثلاً ضریبی از ربع طول موج ( بنابراین طول آنتن ضریبی از نصف طول موج خواهد شد ).

پرتو تشعشعی یک سیم تشعشع کننده در فضای آزاد در درجه اول بستگی به طول آن دارد. برای یک دو قطبی نیم موج این پرتو ها مانند دو قطبی ابتدایی بوده ولی کمی صافتر خواهند شد. برای بدست آوردن فرمول پرتو تشعشعی، پرتو تشعشعی یک دو قطبی ابتدایی را در طول آنتن جمع و یا انتگرال گرفته که در نتیجه پرتو تشعشعی آنتن نیم موج مانند شکل ۱-۴ بدست می آید

در شکل ۱-۴ پرتو های تشعشعی دو قطبی های تشدید بازا طول های مختلف را مشاهده می نمائیم.



شکل ۱-۴

حال به تعریف چند کمیت مهم در مورد آنتن ها از جمله بهره آنتن، بهره جهتی، جهتداری، مقاومت آنتن، پهنای باند، پهنای پرتو و پلاریزاسیون آنتن ها می پردازیم.

## بهره آنتن :

تمام آنتن های عملی تشعشع خود را در جهت بخصوصی متمرکز می سازند . بسته به نوع آنتن این تمرکز زیاد و یا کم خواهد بود . بنابر این چگالی توان در آن جهت باید بیشتر از میزانی باشد که آنتن بصورت تمام جهتی مورد استفاده قرار می گیرد . راه دیگر برای ارائه این تمرکز تشعشع در سمت های بخصوصی اینست که بگوئیم آنتن دارای بهره می باشد .

## بهره جهتی :

این بهره ایست که در جهت بخصوصی تعیین می شود و اغلب بصورت دسی بل بیان می شود و آن از نسبت چگالی توان تشعشعی توسط آنتن در آن جهت به چگالی توانی که توسط یک آنتن ایزوتروپیک تشعشع گردد . آنتن ایزوتروپیک در عمل وجود ندارد و منظور ما از آن یک آنتن ایده آل است . بهره جهتی نسبت چگالی توان ها است و در نتیجه یک نسبت توان می باشد . بهره جهتی تمام آنتن های عملی بزرگتر از واحد است . بهره جهتی آنتن با افزایش طولش زیاد می شود . آنتن های غیر تشدید دارای بهره جهتی بیشتری نسبت به آنتن های تشدید با طول های معادل خواهند بود .

## جهتداری :

بهره جهتی بهره ای بود که برای هر جهتی تعیین می شد اما جهتداری یا دایرکتیویته حداکثر بهره جهتی در جهت یکی از گلبگ های اصلی پرتو تشعشعی را گویند .

## بهره توان :

نوع دیگر بهره در ارتباط با آنتن ، بهره توان آنست . توانی که باید توسط یک آنتن ایزوتروپیک تشعشع شود تا شدت میدان مشخص را در فاصله معینی ایجاد سازد .

در هر صورت ، توان عملی توانی است که باید به آنتن جهتی تغذیه شود تا همان شدت میدان را در فاصله مذکور در جهت حداکثر تشعشع خود ارائه دهد . در بهره توان اتلاف آنتن نیز در نظر گرفته شده و فرمول آن

$$A_p = \eta \cdot D$$

را می توان بصورت زیر نوشت :

$$A_p = \text{بهره آنتن} \quad D = \text{جهتداری ( حداکثر بهره جهتی )} \quad \eta = \text{بازدهی آنتن}$$

جهتداری را توسط تئوری می توان محاسبه نمود ولی بهره آنتن دارای اهمیت عملی زیادی است . این دو در مورد آنتن های VHF, UHF تقریباً برابر یکدیگرند .

## مقاومت آنتن :

مقاومت یک آنتن دارای دو جزء است . مقاومت تشعشی آن که نتیجه توانیست که تبدیل به امواج الکترومغناطیسی می شود و همچنین مقاومت مربوط به اتلاف آنتن که این دو مقاومت را در اینجا مورد بررسی قرار می دهیم .

## مقاومت تشعشی آنتن :

مقاومتی است که اگر بجای آنتن قرار گیرد تمام توان تشعشی آنتن را در خود تلف می سازد و بصورت نسبت توان تشعشی آنتن به مجذور جریان در نقطه تغذیه بیان می شود . این یک مقاومت dc نبوده و یک مقاومت ac می باشد . این مقاومت قسمتی از امپدانس ورودی آنتن است و نام بسیار مناسبی نیز دارد . همچنین با در نظر گرفتن آن محاسبات مربوط به بازدهی آنتن بسیار ساده تر می شود .

## اتلافات آنتن و بازدهی :

علاوه بر انرژی که توسط یک آنتن تشعش می شود مقداری از توان بصورت زیر تلف می گردد : ۱- در مقاومت زمین و آنتن ۲- تلفات تخلیه و کورونا ۳- تلفات در دی الکتریک ها ۴- جریان های گردابی که در اجسام فلزی در محدوده میدان القایی آنتن مانند سیم های مهاری و آنتن های دیگر القا می شود . تمام این اتلافات بصورت مقاومت  $R_d$  نمایش داده می شود . جمع این دو مقاومت ، مقاومت کل آنتن بوده که همچنین امپدانس کل آنتن در طول تشدید نیز محسوب می گردد . برای دو قطبی های کوتاه با طول موثری کوچکتر از نصف طول موج ، مقاومت تشعشی ( $R_r$ ) متناسب با مجذور طول می باشد . می توان توسط جداول و منحنی های مربوطه در کتابهای مرجع آنتن این مقاومت را بصورت اندازه گیری و با محاسبه اغلب بدون در نظر گرفتن زمین بدست آورد . بنابراین بازدهی آنتن عبارت است از :

$$\eta = R_r / (R_r + R_d)$$
$$R_r = 790 (l / \lambda)^2$$

آنتن های فرکانس کم و متوسط بسبب اینکه ساخت آنها در طول های تشدید بسیار بزرگشان مشکل است بازدهی زیادی ندارند . با طرح خوب در حال حاضر بازدهی آنتن ها در حدود ۷۵ الی ۹۵ درصد است که این را با افزایش مقاومت تشعشی در مقایسه با مقاومت اتلافی آنتن می توان بدست آورد .



## پهنای باند، پهنای پرتو و پلاریزاسیون آنتن ها

**پهنای باند:** کلمه پهنای باند که در رابطه با آنتن ها بکار برده می شود عیناً همان معنی را خواهد داشت که در وسایل دیگر بکار می رود. این عبارت است از محدوده ای از فرکانس عملکرد که بین دو نقطه نیم توان (3 dB) واقع شده است. معهداً در اینجا دو پهنای باند وجود دارد یکی مربوط به پرتو تشعشعی آنتن و دیگری مربوط به امپدانس ورودی آنتن خواهد بود. بنابراین وقتی که صحبت از پهنای باند آنتنی به میان می آید باید مشخص شود کدام یک از پهنای باند ها مورد نظر می باشد. در حقیقت دو شرط برای پهنای باند عریض در مورد آنتن ها ضروریست اول آنتن هایی که میتوانند در باند باریک عمل نموده ولی لازمه عملکرد آنها این است که در فرکانس های متعددی در محدوده نسبتاً وسیعی از فرکانس می تواند کار کنند. آنتن های فرکانس زیاد معمولاً نمونه ای از این آنتن ها هستند که در آنها با سوئیچ کردن در یک فرکانس جدید مدارهای جبران کننده نیز به حالت جدید خود سوئیچ می نمایند. در نتیجه تطابق در تغذیه کننده خط انتقال به شرط اینکه پهنای باند پرتو تشعشعی بدتر نشده باشد باقی خواهد ماند. دوم آنتن هایی که در پهنای باند وسیعی در حول یک فرکانس ثابت عمل می نمایند اینها بیشتر پیچیده هستند ولی با طرح های بخصوصی می توان آنها را ساخت.

### پهنای پرتو:

پهنای پرتو یک آنتن عبارت است از زاویه ای بین نقطه نیم توان بر روی پرتو تشعشعی چگالی توان آن. همچنین این همان زاویه بین دو نقطه با 3dB کمتر از حداکثر شدت میدان در پرتو تشعشعی آنتن است. عبارت پهنای پرتو را معمولاً در مورد آنتن های با اشعه باریک بکار برده و به گلببرگ اصلی رجوع داده می شود.

### پلاریزاسیون:

عبارت است از جهت بردار شدت میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی تشعشعی از آنتن در فضا که موازی با خود آنتن نیز می باشد. همچنین آنتن ها را با پلاریته آنها مثلاً عمودی و یا افقی و یا به صورت دایروی و ... مشخص می کنند. تمام آنتن های VLF, LF, MF و همچنین تعداد زیادی آنتن های HF را به سبب نزدیکی به زمین با پلاریزاسیون عمودی می سازند. البته استفاده از آنتن های با پلاریزاسیون افقی در فرکانس های زیاد نیز دارای مزایایی است. بخصوص اغلب نویز ساخت بشردارای پلاریزاسیون عمودی می باشند. آنتن هایی با پلاریزاسیون غیر خطی نیز وجود دارند که در بعضی مواقع بکار برده می شوند

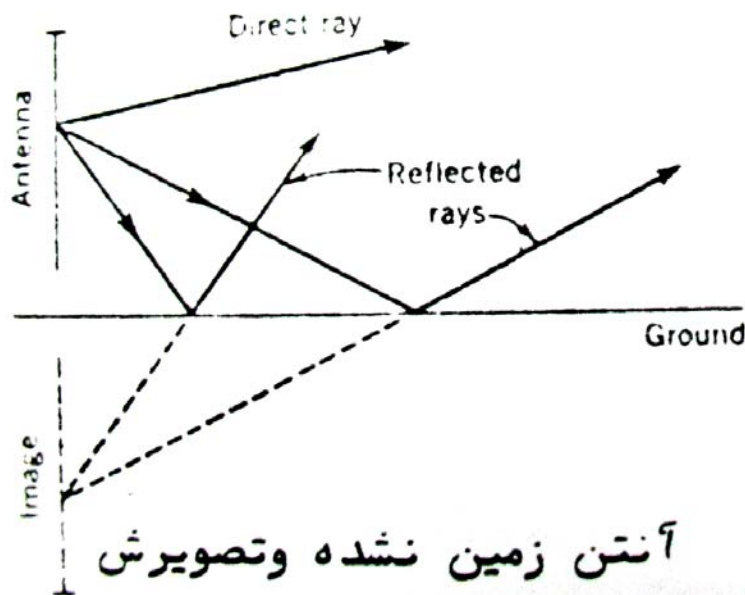
### اثرات زمین بر روی آنتن ها:

چون زمین را میتوان بصورت یک سطح منعکس کننده در نظر گرفت لذا واضح است که بر روی پرتو تشعشعی و دیگر خواص آنتن هایی که در نزدیکی آن قرار گرفته اند اثر خواهد گذاشت. چون اثرات زمین بستگی به این

دارد که آنتن حقیقتاً به زمین وصل شده است و یا نزدیک زمین واقع گردیده است بنابراین دو حالت اتفاق می افتد که در اینجا بیان خواهد شد .

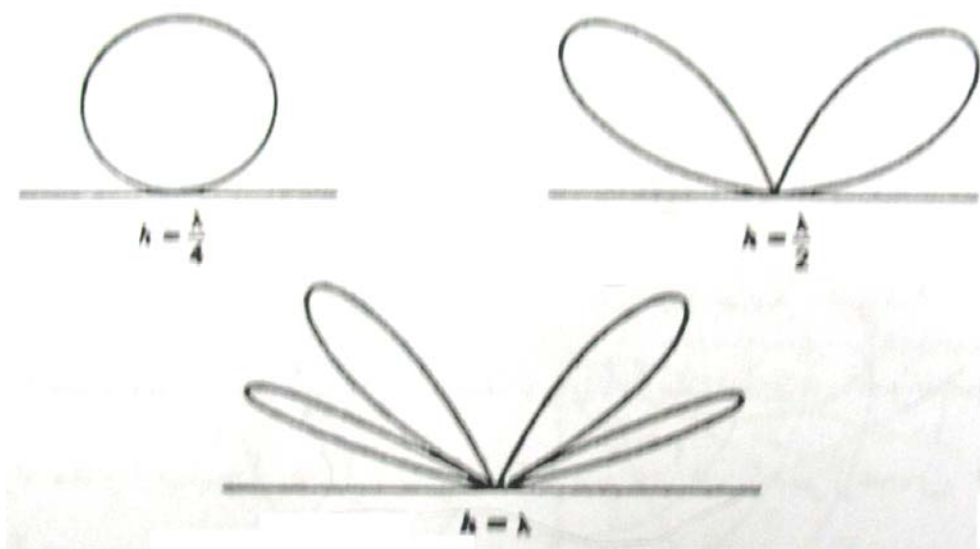
### آنتن های زمین نشده :

اگر منبع تشعشع کننده ای در نزدیکی یک سطح منعکس کننده ای قرار گیرد تشعشعی که در یک نقطه دوری از منبع گرفته می شود برابر است با جمع برداری تشعشعات مستقیم و انعکاسی . با استفاده از تصویر آنتن ، حل مسئله ساده تر می شود . در اینجا آنتن تصویری در زیر زمین قرار گرفته و عیناً مانند تصویر آئینه ای آنتن حقیقی است . . وقتی که تصویر مشخص گردید مانند شکل ۱-۵ میتوان تشعشع منتجه را توسط مجموع تشعشعات آنتن و تصویرش بجای آنتن و سطح منعکس کننده بدست آورد



شکل ۱-۵

میتوان مسئله را از این نیز ساده تر نمود . اگر زمین را بصورت یک هادی کامل فرض نموده و در نتیجه بصورت یک منعکس کننده کامل در نظر گرفته شود این فرض اغلب تحقق یافته است . در اینحالت جریانی که در آنتن تصویری برقرار می شود دارای همان دامنه ایست که در آنتن حقیقی وجود داشته و بنابراین پرتو مجموع را میتوان توسط محاسبه مربوط به دو آنتن نزدیک به یکدیگر بصورت آرایه ای از دو آنتن معین نمود . این دو دارای طولهای مشابهی بوده و جریان برابری را از جنبه نظر دامنه خواهند داشت . فاصله دو آنتن فوق نیز دو برابر فاصله آنتن حقیقی از زمین است . بعضی از نمونه های پرتو آنتن دو قطبی نیم موج زمین نشده در فواصل مختلفی از زمین را در شکل ۲-۵ مشاهده می کنید .

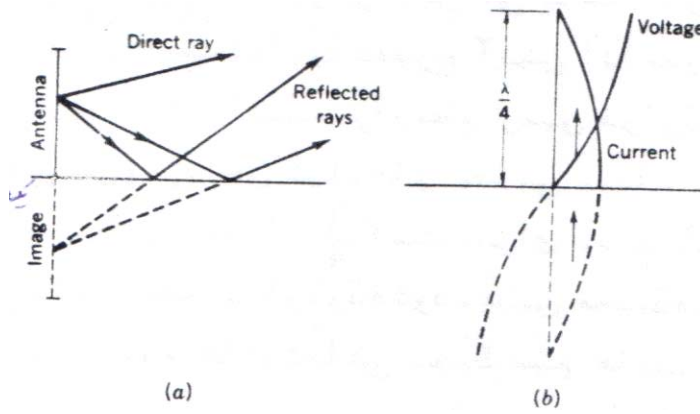


شکل ۲-۵

پرتوهای تشعشعی یک دو قطبی نیم موج زمین نشده در فواصل مختلفی از زمین

### آنتن های زمین شده :

اگر آنتن خیلی نزدیک زمین باشد گذشت از اینکه آیا آنتن زمین شده یا نه زمین مانند آئینه ای عمل نموده و بصورت قسمتی از سیستم تشعشع کننده خواهد شد. در اینجا یک تفاوت در رفتار منتهی این سیستم خواهیم داشت. نظر به اینکه آنتن زمین نشده با تصویرش بصورت یک آرایه عرضه می شود بنابراین قسمت پائین آنتن زمین شده به قسمت بالای تصویرش متصل خواهد شد و بصورت یک آنتن با اندازه دو برابر عمل می کند. مثلاً در شکل 6-a یک تشعشع کننده عمودی ربع موج در حالت آنتن زمین شده بصورت یک آنتن نیم موج عمل خواهد نمود. در این حالت با در نظر گرفتن توزیع های ولتاژ و جریان بر روی چنین آنتن زمین شده ای به آن آنتن مارکنی ابتدایی گفته شده که عیناً شبیه به توزیع های مربوطه بر روی یک دو قطبی نیم موج است (شکل 6-b) آنتن مارکنی مزیت مهمی نسبت به آنتن زمین نشده یا آنتن هرگز داشته و آن اینست که برای ایجاد پرتو تشعشعی مورد نظر فقط احتیاج به نصف طول موج خواهد بود. از طرف دیگر چون در اینجا زمین بصورت یکی از عوامل تشعشعی عمل می کند قابلیت هدایت زمین باید خوب باشد. اگر این قابلیت خیلی کم باشد چنانکه در قسمت بعدی خواهیم دید یک زمین مصنوعی را باید بکار برد. پرتو تشعشعی یک آنتن مارکنی بستگی به ارتفاع و پرتوهای انتخابی خواهد داشت.



شکل 6 : آنتن زمین شده a- آنتن و تصویرش  
b- توزیع ولتاژ و جریان بر روی آنتن مارکنی ابتدایی

### تزوید آنتن در فرکانس های متوسط :

آنتن های فرکانس کم و متوسط از آن جمله آنتن هایی هستند که کمتر می توانند به ارتفاع موثر تشدید ساخته شده باشند و در نتیجه امپدانس ورودی آنها بصورت مقاومت خالصی نخواهد بود. بنابراین این گونه آنتن ها را نمی توان مستقیماً یا توسط خط انتقال به خروجی مدار تانک یک فرستنده متصل نمود. در این حالت شبکه تطبیقی برای اتصال آنتن به فرستنده مورد لزوم است.

یک شبکه تزویجی با تزویج کننده آنتن عبارت است از شبکه ایست که شامل راکتانسها و ترانسفورماتورهایی بصورت فشرده و یا گسترده می باشد. شبکه تزویج عاملی برای تطبیق امپدانس بوده و میتواند برای یک یا تمام دلائل زیرین بکار رود :

۱- برای حذف قسمت راکتیو امپدانس آنتن که در نتیجه امپدانس فرستنده می بیند تماماً مقاومت خالصی خواهد بود. در غیر اینصورت ناهماهنگی در موقع اتصال آنتن به فرستنده ایجاد می شود. در این عمل استفاده از راکتانس های متغییر لازم می باشد.

۲- ایجاد یک بار مقاومتی صحیح برای فرستنده ( و همچنین خط انتقال اگر استفاده شود ) برای اینکار به یک یا چند ترانسفورماتور قابل تنظیم احتیاج است.

۳- برای جلوگیری از تشعشع غیر مجاز فرکانس های زائد از تمام سیستم در این حالت عملکرد فیلتری بخصوص فیلتر های پائین گذر مورد لزوم است. چون فرکانس های زائد بیشتر هارمونیک های فرکانس فرستنده می باشند. این نکته را باید تذکر داد که هر چند شرایط اول و دوم در فرستنده های فرکانس متوسط و کم بیشتر از انواع دیگر بکار برده می شود ولی از آخرین شرط در تمام فرستنده ها بهره گیری می نمایند. همچنین یک ملاحظه دیگر بخصوص در فرکانس های پائین نیز مورد توجه قرار میگیرد. این در رابطه با فرستنده هائیس است که در آنها تانک خروجی بصورت تغذیه سری و هماهنگ شده تکی خواهد بود. در اینجا تزویج کننده آنتن باید از رسیدن ولتاژ dc منبع تغذیه به آنتن جلوگیری نماید. اگر این عمل انجام نگیرد دو مساله مهم بوجود می آید: اشکالات عایق بندی آنتن و

خطر برای اپراتور. خطر اخیر بعلت این حقیقت است که گر چه سوختگی های RF وخیم و درد آور است. ولی اثرات ولتاژ زیاد منبع تغذیه DC تقویت کننده قدرت بیشتر اوقات مرگ آور می باشد.

## انتخاب نقطه تغذیه :

آنتن های دو قطبی نیم موج را که تا بحال مورد بررسی قرار دادیم معمولاً از وسط تغذیه می شوند. گرچه بیشتر آنتن های عملی باین صورت متصل می شوند ولی این طرز اتصال ضروری نیست. نقطه ای که یک آنتن بخصوصی تغذیه می شود توسط چندین عامل تعیین می گردد که مهمترین آنها امپدانس آنتن است. چنانکه نشان داده شد این امپدانس از یک نقطه به نقطه دیگر آنتن تغییر می کند. بنابر این بررسی هایی در این مورد باید بعمل آید.

## تغذیه ولتاژ و جریان :

وقتی که آنتن دارای طول موثری برابر با میزان تشدید خود باشد امپدانس در مرکز آن مقاومت خالص می شود. اگر در مرکز آنتن گره جریان وجود داشته باشد این امپدانس خیلی زیاد است مانند آنتن تمام موج همچنین موقعی که در مرکز آنتن گره ولتاژ ایجاد شود مانند دو قطبی نیم موج امپدانس فوق به حداقل خود می رسد. این یک اصطلاح معمولی است که یک آنتن را با تغذیه جریان می گویند اگر در نقطه ای که جریان حداکثر است تغذیه شده باشد. بنابراین یک آنتن نیم موج تغذیه شده از وسط یا آنتن مارکنی با تغذیه جریان می باشد بهمین ترتیب یک آنتن تمام تغذیه شده از وسط را با تغذیه ولتاژ می نامند.

اگر آنتنی در یک نقطه دیگری تغذیه گردد هر دو عبارت فوق معنی خود را از دست خواهد داد. معنی تغذیه جریان را می توان تا آنجا توسعه داد که شامل تمام نقاط تغذیه ای که امپدانس های کمتر از ۶۰۰ اهم را داشته باشند، بشود. همچنین در مورد تغذیه ولتاژ امپدانسهای بیشتر از ۶۰۰ اهم در نظر خواهند شد. حتی بهتر است که تغذیه های فوق را بصورت تغذیه امپدانس کم و تغذیه امپدانس زیاد معرفی کرد.

## امپدانس نقطه تغذیه :

چنانکه نشان داده شده است در یک دو قطبی نیم موج در فضا یا یک آنتن مارکنی زمین شده ربع موج جریان در وسط آن حداکثر و در انتهای آن صفر شده در حالیکه توزیع ولتاژ عکس است. در یک آنتن عملی مقادیر ولتاژ یا جریان در آن نقاط خیلی کم است (نه صفر) بنابراین امپدانس آنتن در نقاط مذکور مقدار محدودی خواهد شد. بنابراین ما مقاومت هایی برابر با چندین هزار اهم را در انتهای آنتن خواهیم داشت در صورتیکه در وسط آنتن فقط ۷۲ اهم بدست می آید در نتیجه آنتن های فرستنده معمولاً در عمل بصورت تغذیه وسط با ۷۲ اهم مقاومت ورودی از نقطه نظر خطوط انتقال خواهد بود. باین دلیل است که آنتن ها را اگر چه زمین شده می

نامند ولی از جنبه نظر الکتریکی نسبت به زمین عایق می کنند در هر صورت پایه آنتن بر روی عایقی با فاصله نزدیک به زمین قرار گرفته است که شبیه به آنتن زمین شده حقیقی عمل می نمایند .

## آنتن های جهتی فرکانس زیاد :

آنتن های HF با آنتن های فرکانس کم دو تفاوت مهم دارند . اینها عبارتند از تجهیزات دریافت و انتشار HF و همچنین توانایی مقابله با آنها . چون بیشتر مخبرات HF بصورت مخابراه نقطه به نقطه انجام میشود . تشعشع یا تمرکز پرتو بجای تشعشع در تمام جهت بکار برده می شود . چون در HF طول موج ها نسبتاً کوتاه است بنابراین این می توان بسادگی شعاع آنتن را متمرکز نمود . بنا براین آنتن ها با طول هایی در حدود چند طول موج ساخته می شوند . بدون آنکه ابعاد آن بیش از حدود عملی بزرگ شود .

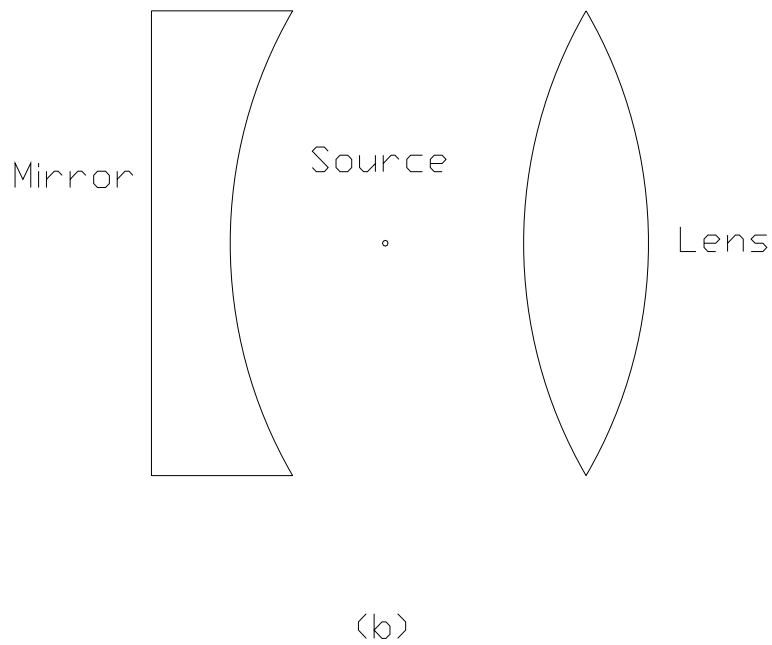
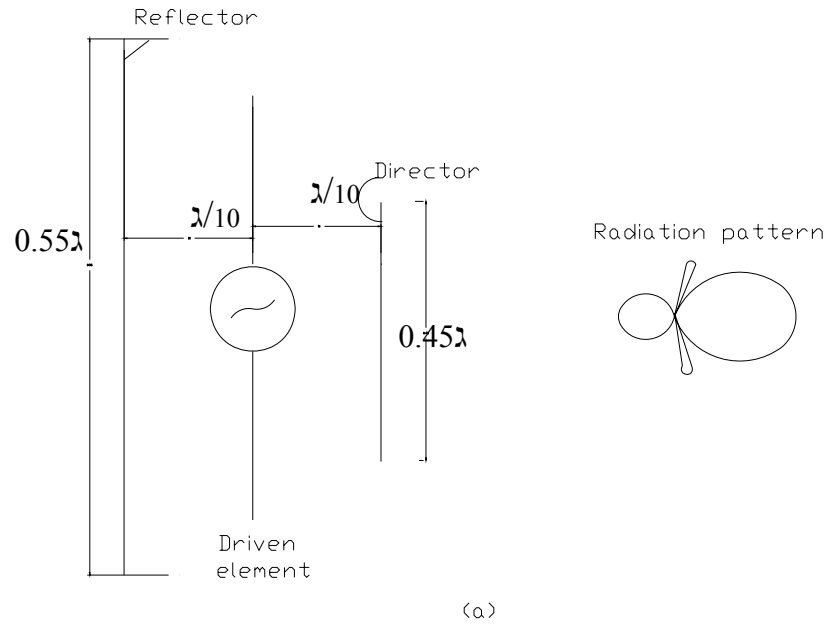
## آرایه های دو قطبی :

یک آرایه آنتن عبارت است از سیستم تشعشعی که شامل چندین تشعشع کننده یا عنصر تکی می باشد . اینها آنقدر نزدیک یکدیگر قرار گرفته اند که هر یک در میدان القایی بقیه واقع می شوند . بنابراین آنها بر روی هم اثر گذاشته و ایجاد پرتوی تشعشعی کلی را می کنند که بصورت جمع برداری تک تک پرتو ها منتجه می شود . جمع یا حذف پرتو ها در جهت بخصوصی نه فقط بسبب مشخصه های هر عنصر بلکه توسط فواصل بین آنها بر حسب طول موج و همچنین اختلاف فاز ( اگر وجود داشته باشد ) بین نقاط مختلف تغذیه حاصل خواهد شد . با انتخاب مناسبی می توان حذف یا جمع پرتو تشعشعی را در جهات مورد نظر بدست آورد . بنابراین یک آرایه آنتن دارای مشخصه های جهتی قوی می باشد . بهره هائی که در حدود ۵۰ بخصوص در قسمت فوقانی باند فرکانس چندان غیر معمول نیستند . همچنین ممکن است که آرایه ای را برای بدست آوردن پرتو تشعشعی تمام جهتی در صفحه افقی مانند آرایه های چهار بازویی که برای فرستنده تلویزیونی استفاده می شود ، طرح نمود . در هر صورت این بطور کلی صحیح است که بگوئیم آرایه های HF را بیشتر برای بدست آوردن مشخصه های جهتی نه پرتوهای تمام جهتی بکار می برند .

## عناصر فرعی :

این ضروری نیست که تمام عناصر یک آرایه را به خروجی فرستنده متصل سازیم گرچه این عمل در بعضی از آرایه ها عمل می شود به عنصری که به فرستنده متصل شده عنصر محرک و به تشعشع کننده ای که اتصال مستقیم ندارد عنصر فرعی گفته می شود . چنین عنصر فرعی انرژی را توسط میدان القایی یک عنصر محرک و نه با اتصال مستقیم به خط انتقال در یافت می دارد . بطور کلی یک عنصر فرعی که از عنصر محرک طویل تر بوده و نزدیک به آن واقع شده باشد شدت سیگنال را در جهت خود کاهش می دهد و باعث افزایش شدت سیگنال در جهت عکس خواهد شد . این عنصر فرعی مانند آئینه مقعر در نور عمل نموده و بنابراین

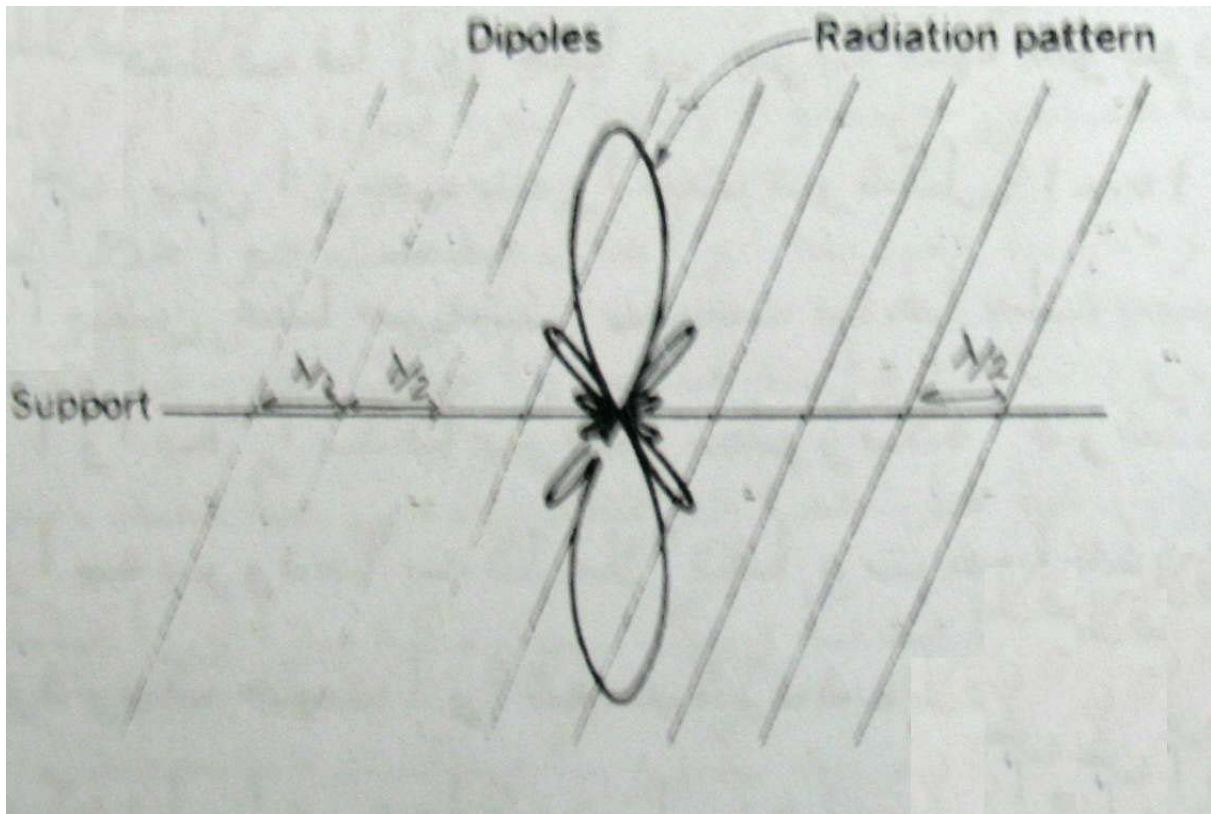
آن را منعکس کننده می نامند. یک عنصر فرعی که از عنصر محرک کوتاه تر بوده تشعشع را در جهت خود افزایش داده و بنابراین شبیه به یک عدسی محدب همگرا عمل می کند. باین نوع عنصر فرعی جهت دهنده گفته شده که در شکل 7 مشاهده می گردد .



شکل 7 - آنتن یاگی اودا

چنانکه می توان تصور نمود انواع مختلفی آرایه های متفاوتی چه از جنبه نظر ساختمان فیزیکی و چه از نظر تحریک بر حسب نوع عملکرد وجود دارند که دو نوع از معمولی ترین این آرایه ها را در اینجا مورد بررسی قرار می دهیم

**آرایه برود ساید:** احتمالاً ساده ترین آرایه تشکیل شده از تعدادی دو قطبی با اندازه ها و فواصل مساوی در امتداد یک خط مستقیم. همچنین این دو قطبی ها با فاز ثابتی از یک منبع تغذیه خواهند شد. بچنین ترتیبی آرایه برود ساید می گویند که در شکل 8 همراه با پرتو آرایه مشاهده می شود.



شکل 8

یک آرایه برود ساید و پرتو آن

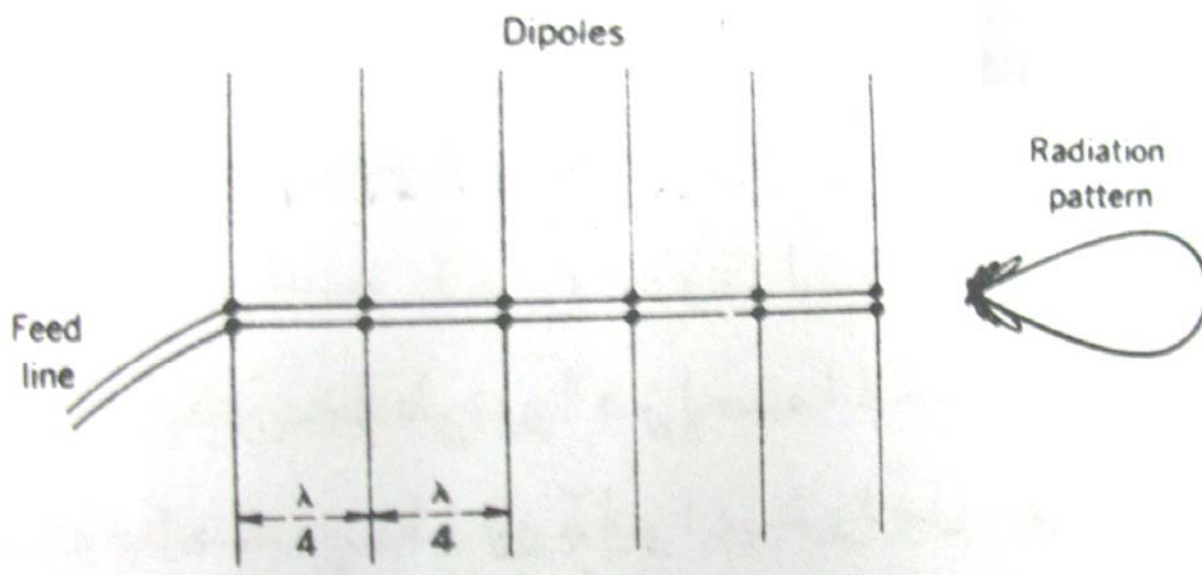
چنانکه اشاره شد یک آرایه برود ساید دارای خاصیت جهتی قوی در امتداد عمود بر صفحه آرایه بوده در حالیکه در صفحه مذکور تشعشع خیلی کمی خواهیم داشت. اگر نقاطی را در امتداد خط عمود بر صفحه آرایه در نظر گیریم مشاهده می شود که این نقاط دارای فواصل برابری از تمام دو قطبی هایی که آرایه را تشکیل داده اند، می باشد بنابراین تشعشعات تک تک دو قطبی ها که در این جهت خیلی قوی است با یکدیگر جمع می شوند و در جهت صفحه آرایه به میزان کمی تشعشع خواهیم داشت. این بعلت اینست که دو قطبی ها در جهت محورشان تشعشع نداشته و در امتداد خطی که نقاط وسط دو قطبی ها بیکدیگر وصل می کند تشعشع حذف خواهد شد. دلیل آن مساوی نبودن فواصل نقطه دور از آرایه از تمام دو قطبی ها بوده که بنابراین در آن سمت تشعشع یکدیگر را حذف می کنند. طول های آنتن نمونه در آرایه برود ساید از 2 تا 10 برابر طول موج متغیر و فواصل آنها بین  $\lambda/2$  یا  $\lambda$  خواهد بود. معمولاً دوازده عنصر



ممکن است در یک آرایه بکار برده شود. توجه کنید که هر آرایه ای که در زاویه قائم بر صفحه آرایه جهتی باشد عملکرد آن بصورت برود سایه خواهد بود.

## آرایه اندیفایر:

شکل فیزیکی آرایه اندیفایر شبیه به آرایه برود سایه است. در هر صورت گرچه دامنه جریان در هر عنصری برابر با بقیه است ولی در اینجا اختلاف فازی میان جریان ها موجود خواهد بود. این اختلاف فاز بصورت افزایش از چپ به راست در شکل 9 نشان داده شده است. این تاخیر فاز بین عناصر متناسب با فاصله بین آنها بر حسب طول موج پرتو تشعشعی آرایه اندیفایر همانطوریکه در شکل 9 مشاهده می شود نسبت به آرایه برود سایه کاملاً تفاوت خواهد داشت. این پرتو در صفحه مجموعه بوده و در یک جهت ارائه می گردد. توجه کنید که هر آرایه با پرتو مشابه گفته می شود که دارای عملکرد اندیفایر است. در این آرایه بسبب حذف در جهت عمود بر صفحه آرایه آنتن هیچ تشعشعی نخواهیم داشت. در این حالت پرتو ها جمع شده و شدت زیادی در جهت چپ به راست بدست خواهد آمد. هر دو آرایه برود سایه و اندیفایر را خطی می نامند. همچنین هر دو در حال تشدید هستند چون شامل عناصر تشدید می باشند. بهمین ترتیب هر دو آرایه دارای پهنای باند باریک بوده که برای انتقال امواج کوتاه بسیار مناسب ولی برای گیرندگی زیاد مفید نیستند. در اینجا نیز نقطه ای که در امتداد عمود بر صفحه مجموعه باشد به یک فاصله از تمام عناصر خواهد بود. ولی چون دو قطبی های اولی و سومی بصورت خارج از فاز تغذیه شده اند. بنا براین تشعشع یکدیگر را خنثی می کنند. بهمین ترتیب دو قطبی های دومی و چهارمی و بقیه با فواصل رایج بین دو قطبی ها که برابر با  $\lambda/4$  یا  $3\lambda/4$  است نه فقط در امتداد عمود بر صفحه آرایه تشعشع صفر خواهد بود بلکه حذف تشعشع از راست به چپ مانند شکل 9 نیز حاصل خواهد شد. در اینجا نه فقط اولین دو قطبی باندازه  $\lambda/4$  نزدیکتر به نقطه دور دست در امتداد تشعشع آرایه بوده ( بنا براین تشعشع آن  $90^\circ$  درجه جلوتر از دومین دو قطبی است ) بلکه همچنین باندازه  $90^\circ$  درجه بسبب روش تغذیه آرایه از دومین دو قطبی جلوتر خواهد بود. بنابراین تشعشع از دو قطبی اول  $180^\circ$  درجه اختلاف فاز در این امتداد داشته و در نتیجه یکدیگر را خنثی می کنند. به همین ترتیب تشعشعات از دو قطبی های سوم و چهارم و بقیه. در جهت چپ به راست تفاوت فازی فیزیکی میان دو قطبی ها بوسیله اختلاف فاز ناشی از روش تغذیه خنثی می شود. بنابراین در این حالت پرتو ها جمع شده و شدت زیادی در جهت چپ به راست بدست خواهد آمد.



شکل 9 پرتو آرایه اندفایر ( end-fire )

### آنتن یاگی اودا:

این عبارت است از آرایه ای که شامل یک عنصر محرک و یک یا چند عنصر فرعی است. اینها در یک خط نزدیک بهم قرار گرفته اند. در شکل 7 این آنتن پرتو آن و معادل نوری آنرا مشاهده نمودید چون این آنتن همانطوریکه پرتو تشعشعی آن نشان می دهد نسبتاً یک جهتی بوده و دارای بهره متوسطی در حدود 7dB است. لذا آنتن یاگی اودا بعنوان آنتن فرستنده HF بکار برده می شود. همچنین از این آنتن در فرکانس های بیشتر بخصوص در گیرنده تلویزیون HF بهره گیری می کند.

این نوع آنتن ها ( W.B (Wide Band) بوده در یک نوع از آنها فاصله آرایه ها متغییر ولی طول آرایه ها ثابت که بیشتر برای UHF استفاده میشوند. دیگری فاصله ها آرایه ها ثابت ولی طول آنها متغییر که بیشتر برای VHF مورد استفاده قرار می گیرند.

تعداد آرایه ها برابر ۱۶ عدد می باشد و طول آرایه های آنتن یاگی اودا به اندازه  $\lambda/20$  با هم تفاوت دارد و به فاصله  $\lambda/10$  از هم فاصله دارند. آنهایی که در جلوی دیپل قرار می گیرند Director نام داشته و هر کدام برای فرکانس خاصی می باشند و آنهایی که در پشت دیپل قرار می گیرند Reflector نام داشته و همانند آینه محدب عمل نموده و سیگنال را روی دیپل جمع می کنند.

پرتو عقبی که در شکل ۷ مشاهده نمودید. ممکن است حذف شده و بنا بر این در نسبت جلو به عقب بهبودی حاصل می گردد. این عمل را با قرار دادن تشعشع کننده ها کمی نزدیکتر به یکدیگر می توان

انجام داد. در هر صورت با این عمل امپدانس ورودی کمتر شده ولی در هر حال فاصله  $10/1$  یک فاصله اپتیومومی خواهد بود.

اثر دقیق عنصر فرعی بستگی به فاصله و هماهنگی آن یعنی دامنه و فاز جریان القا شده در آن دارد. چنانکه تا بحال تذکر داده شد یک عنصر فرعی که در فرکانس پائینی کمتر از یک عنصر محرک تشدید شود. (یعنی طولتر) بصورت یک منعکس کننده متوسطی عمل نموده و اگر کوتاهتر از عنصر محرک باشد بصورت یک تمرکز دهنده پرتو تشعشعی کار خواهد نمود. همچنانکه عنصر فرعی را نزدیکتر به عنصر محرک قرار دهیم بدون توجه به طول آن عنصر محرک را باز نموده و در نتیجه امپدانس ورودی را کاهش می دهد. این دلیل اصلی برای استفاده یک دو قطبی تا شده بعنوان عنصر محرک یک آرایه می باشد. آنتن یاگی اودا بهره زیادی داشته نداشته ولی خیلی جمع و جور نسبتاً با باند عریض (بسبب استفاده از دو قطبی تا شده) و تقریباً پرتو تشعشعی یک جهتی مناسبی را ارائه می دهد. این آنتن چنانکه در عمل بکار برده می شود دارای یک منعکس کننده و چندین جهت دهنده بوده که جهت دهنده ها با یکدیگر برابر و با کاهش نسبتاً کمی در طول از عنصر محرک خواهد داشت.

## آنتن های مایکروویو:

آنتن های فرستنده و گیرنده در طیف مایکروویو (۱ تا ۱۰۰ گیگا هرتز) بصورت آنتن های جهتی هستند. از نظر نوع و شکل ظاهری انواع مختلفی از آنتن ها موجود می باشد از جمله آنتن های سهموی عدسی، مارپیچی، دیسک مخروطی، آنتن های تناوبی لگاریتمی، حلقه ای و غیره. اغلب در این آنتن ها بهره زیاد مورد لزوم بوده ولی دیگر مشخصات نیز مهم اند که در زیر می آید:

۱- چون تعداد فرستنده هائی که در این فرکانس ها عمل می کنند کم هستند بنا براین احتیاج کمی به آنتن های تمام جهتی خواهد بود.

۲- گیرنده ها نویزی تراز گیرنده های فرکانس های پائین تر هستند. مگر گیرنده های مخصوص و گران قیمت بنابراین سیگنال در سرهای ورودی گیرنده باید تا حد امکان زیاد باشد.

۳- همچنانکه فرکانس افزایش یابد ابعاد وسایل نیز کوچک می شود. در نتیجه میزان اتلاف توان و در نتیجه توان عملکرد نیز کاهش می یابد. بنابراین داشتن آنتن با بهره زیاد ضروریست که باین ترتیب توان تشعشع شده در جهت مورد نظر افزایش خواهد یافت.

۴- در کاربرد های زیادی از مایکروویو مانند رادار، سمت یابی و اندازه گیری میدان مورد لزومست که در نتیجه احتیاج به آنتن های جهت دار بخوبی مشهود می باشد.

۵- چون طول موج در اینجا خیلی کوچک است بنابراین احتیاجی نیست که آنتن های مایکروویو با ابعاد بزرگی ساخته شوند. در نتیجه بعضی فرضیات و ترتیباتی در ساخت آنتن برای این فرکانس ها ممکن خواهد شد که در فرکانس های پائین تر به نتیجه نخواهند رسید.

### آنتن ها با منعکس کننده های سهموی :

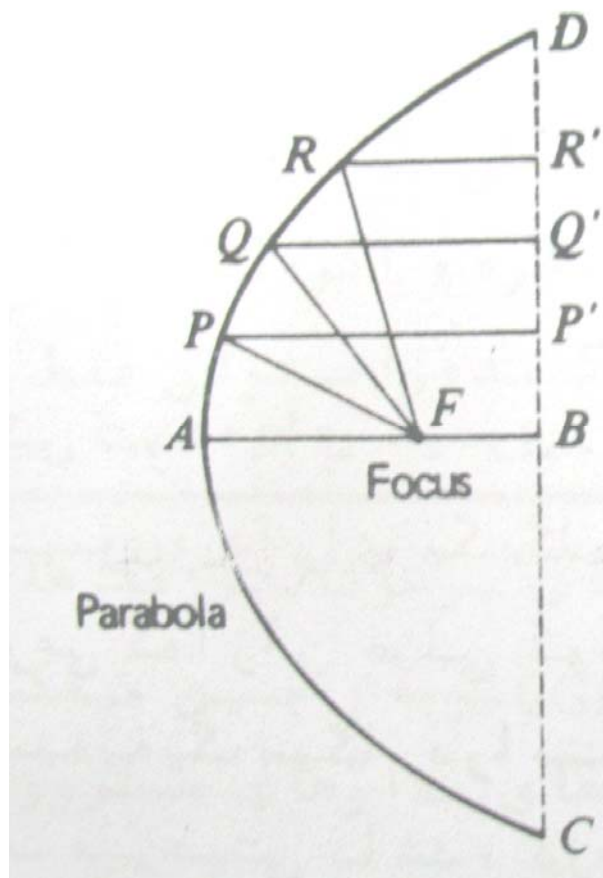
سهمی یک منحنی صفحه ایست که عبارت است از مکان هندسی نقطه ای طوری که فاصله آن از یک نقطه دیگر ( کانون ) بعلاوه فاصله از یک خط مستقیم ( خط هادی ) مقداری ثابت باقی بماند. چنانکه خواهیم دید این خصوصیات هندسی منعکس کننده بسیار خوبی را برای نور یا میکروویو عرضه خواهد نمود. مختصات سهمی : شکل ۱۰ سهمی CAD که کانون آن در F و محور آن AB است نشان می دهد توسط تعریف سهمی می توان نوشت :

$$FP+PP=FQ+QQ=FR+RR=K$$

در اینجا K مقدار ثابتی است که با اشکال متفاوت سهمی تغییر می کند

AF: طول کانونی سهمی

توجه کنید که نسبت طول کانونی به قطر دهانه سهمی (AF/CD) دهانه سهمی (Aperture) نامیده می شود.



شکل ۱۰

تصور کنید یک منبع تشعشع در کانون سهمی قرار گرفته باشد. تمام امواجی که از منبع خارج شده و توسط سهمی منعکس می شوند فاصله یکسانی را در موقعی که به خط هادی می رسند طی خواهند نمود. در نتیجه تمام امواج هم فاز خواهند بود. دیده می شود که تشعشع منتهجه بسیار شدید شده و در امتداد محور AB متمرکز خواهد شد. همچنین این تشعشع بسبب تفاوت طول مسیر در جهات دیگر از بین خواهد رفت. بنابراین سهمی خاصیت جمع و تمرکز تشعشع را خواهد داشت.

یک منعکس کننده عملی دارای خواص یک سهمی در سه بعد بوده که توسط دوران سهمی حول محور AB و یا بشقاب میکروویو میباشد. وقتی این برای گیرندگی بکار برده شود. عیناً همان رفتار فرستنده را در آنتن خواهیم داشت. بنابراین این یک آنتن منعکس کننده گیرنده جهتی با بهره زیاد خواهد بود.

این رفتار را توسط اصل هم پاسخی می توان بدست آورد. با این اصل می توان نشان داد رفتار یک آنتن مستقل از حالت گیرندگی یا فرستندگی آنست. منعکس کننده در حالت گیرندگی نیز دارای خاصیت جهتی است. چون در این حالت فقط اشعه ای که از جهت BA به منعکس کننده تابیده می شود (عمود بر خط هادی) در کانون جمع خواهد شد. بهمین ترتیب اشعه ای که از جهات دیگر وارد شوند بسبب تفاوت در مسیرهای آنها اثرات یکدیگر را خنثی می کنند. در اینجا آنتن دارای بهره زیادی است مانند آئینه یک منعکس کننده تلسکوپ که تشعشع های یک سطح بزرگ را در نقطه کانونی خود متمرکز می کند.

### خواص منعکس کننده های سهموی:

پرتو جهتی یک آنتن با استفاده از یک منعکس کننده سهموی دارای یک گلبرگ اصلی خیلی تیز بوده که توسط تعدادی گلبرگ های فرعی که از آن خیلی کوچکتند احاطه شده است. شکل سه بعدی گلبرگ اصلی شبیه به یک سیگار برگ در امتداد AB می باشد. اگر آنتن اولیه با تغذیه بصورت غیر جهتی باشد در نتیجه سهموی پرتو تشعشعی را با مشخصه زیر تولید می کند.

$$\Phi = 70\lambda / D$$

$$\Phi_0 = 2\Phi$$

$$\Phi = \text{پهنای پرتو مابین نقاط نیم توان بر حسب درجه}$$

$$\Phi_0 = \text{پهنای پرتو مابین صفرها بر حسب درجه}$$

$$D = \text{قطر دهانه بر حسب متر}$$

هر دو معادله فوق نتیجه ساده شده ای از معادلات پیچیده هستند ولی در مورد دهانه های بزرگ یعنی در حالتی که نسبت قطر دهانه به طول موج بزرگ باشد نتایج دقیقی را ارائه می دهند. بعبارت دیگر معادلات مذکور برای پهنای پرتو کوچک دقیق می باشند. در حالیکه معادله بالا تقریباً جنبه عمومی دارد اما دارای محدودیت هایی است. این برای حالتی مخصوص اما معمول در مورد توزیع میدان که خاصیت یکنواختی خود را از مرکز سهموی تا کناره های منعکس کننده از دست می دهد بکار برده می شود. میزان تغییرات نسبت به

مرکز سهموی طورریست که چگالی توان در کناره های منعکس کننده باندازه 10dB کمتر از چگالی توان در مرکز خواهد شد .

دو دلیل برای این کاهش میدان وجود دارد :

۱- هیچ آنتن اولیه ای (آنتن تغذیه کننده ) کاملاً ایزوتروپیک نبوده و در نتیجه کاهش چگالی توان در کناره ها بوجود می آید .

۲- چنین کاهش یکنواختی در توزیع میدان دارای اثرات مفیدی در مورد کاهش شدت گلبرگ های فرعی خواهد بود . توجه کنید که امواج به تمام سطح منعکس کننده تابانده شده و این ربطی به کاهش توزیع میدان بطرف کناره های سهموی نخواهد داشت . بالاخره اگر فقط نصف سطح منعکس کننده مورد تابش قرار گیرد . منعکس کننده را می توان فقط بصورت نصف اندازه معمولی خود در نظر گرفت .

بهره آنتن که شامل یک منعکس کننده سهموی است تحت تاثیر نسبت دهانه  $(D / \lambda)$  و یکنواختی ( یا غیر یکنواختی ) توزیع میدان بر روی منعکس کننده قرار می گیرد . اگر آنتن بدون اتلاف و توزیع بصورت قبل بسمت کناره های سهموی کاهش داشته باشد . بنابراین بهره توان را با ترتیب خوبی می توان از رابطه زیر بدست آورد .

$$A(p) = (D / \lambda)^2$$

$D$  = قطر دهانه منعکس کننده بر حسب متر

در اینجا  $A(p)$  = جهتداری ( نسبت به آنتن ایزوتروپیک ) = بهره توان  
اگر آنتن بدون اتلاف باشد .

بهره های خیلی زیاد و پهنای تغذیه خیلی نازک را می توان توسط منعکس کننده سهموی بسهولت بدست آورد . بسبب ابعاد بزرگ از این نوع آنتن ها در فرکانس های پائین مانند فرستنده و گیرنده های VHF تلویزیون استفاده نمی شود . برای اینکه کاملاً منعکس کننده موثر و مفید باشد یک سهموی باید دارای قطر دهانه ای حداقل برابر با  $10\lambda$  را داشته باشد .

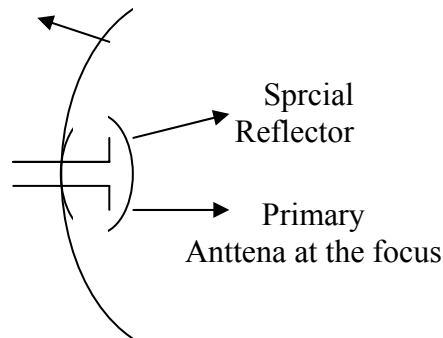
چنانکه خواهیم دید در قسمت پائین باند فرکانسی تلویزیون یعنی 63MHz این قطر باید حداقل برابر با 48 متر باشد . بسبب ابعاد بزرگ از این نوع آنتن ها در فرکانس های پائین مانند فرستنده و گیرنده های VHF تلویزیون استفاده نمی شود . البته از طرف دیگر مشاهده می شود که در آنتن های عملی مایکروویو بهره های زیادی به کمک منعکس کننده ها نتیجه می شود .

### مکانیسم تغذیه :

برای بهترین نتیجه انتقال و دریافت آنتن اولیه ( یا تغذیه ) باید در کانون سهموی قرار گیرد . در هر صورت تشعشع مستقیم از تغذیه بدون برخورد به سهموی در تمام جهت پخش شده و در نتیجه جهتداری آنتن را خراب می کند . چندین روش برای جلوگیری از این بکار می رود . در یکی از روش ها از یک منعکس کننده کوچک

کروی مانند شکل ۱۱ استفاده می گردد. در روش دیگر توسط ارایه دو قطبی کوچکی که در کانون سهموی قرار گرفته است مانند ارایه یاگی اودا و یا یک ارایه اندیفایر تشعشع مستقیمی بطرف منعکس کننده ایجاد خواهیم کرد.

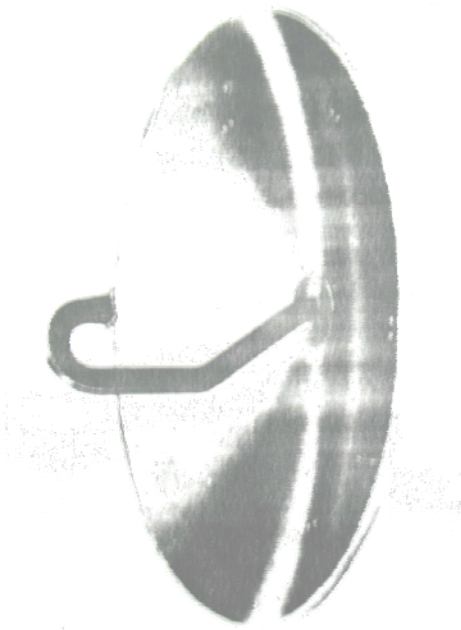
### Paraboluc Reflector



شکل ۱۱

تغذیه مرکزی منعکس کننده سهموی با یک پوسته کروی

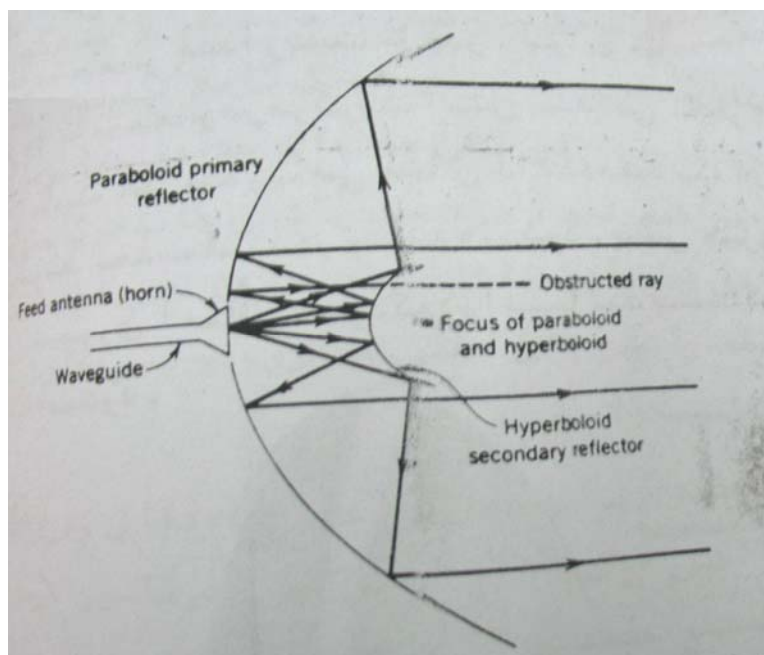
یک نوع دیگر از تغذیه با آنتن شیپوری در شکل ۱۲ نشان داده شده است. این نوع تغذیه همانطوریکه خواهید دید دارای پرتو جهتی در جهت عمود بر دهانه منعکس کننده بوده و در نتیجه از تشعشع مستقیم توسط آنتن تغذیه اجتناب می شود. این را باید تذکر داد که گرچه آنتن تغذیه و منعکس کننده اش مسیر بخشی از امواج منعکسه از سهموی را موقعی که در کانون آن قرار دارند مسدود می سازند ولی این مقدار یست ناچیز. برای مثال اگر منعکس کننده ای به قطر ۳۰ سانتی متر در مرکز یک آنتن بشقابی به قطر ۳ متر قرار گیرد میتوان با یک محاسبه ریاضی نشان داد که فقط یک درصد از سطح آنتن بشقابی توسط تغذیه کننده پوشانده می شود. چنین موردی را نیز میتوان در مورد آنتن شیپوری اعمال نمود که در اینحالت قسمت کوچکی از آنتن بشقابی پوشانده می شود. سطح پایه های منعکس کننده هذلولی را از نوع برنجی خیلی ریز می سازند بطوری که اثری روی امواج نداشته باشد



شکل ۱۲

منعکس کننده سهموی با تغذیه شیپوری

یک نوع دیگر تغذیه ، تغذیه کسگرین است . در این روش یک منعکس کننده ثانویه هذلولی بکار برده شده است . یکی از کانون های هذلولی منطبق بر کانون سهموی بوده که در نتیجه پدیده نشان داده شده در شکل ۱۳ روی می دهد . این نوع تغذیه در ماهواره ها بیشتر استفاده می شود و حداقل اتلاف را در سیستم و کیفیت بهتری دارد . هورن در کانون هذلولی و سطح منعکس کننده هذلولی شکل در کانون سهمی قرار دارد . برای انتقال امواج اشعه صادره از آنتن شیپوری تغذیه توسط آئینه هذلولی منعکس شده و سپس تحت تاثیر منعکس کننده سهموی قرار خواهد گرفت .



شکل ۱۳- مشخصات تغذیه کسگرین



تغذیه کسگرین موقعی استفاده می شود که بخواهیم آنتن اولیه را در موقعیت مناسبی قرار دهیم . همچنین باین ترتیب طول خط انتقال با موج بر متصه به گیرنده ( تا فرستنده ) کوتاه خواهد شد . این شرایط اغلب در گیرنده های کم نویز در آنهایی که اتلافات در خط با موج بر را نمی توان تغییر داد . بخصوص در طول هایی که از ۳۰ متر در آنتن های بزرگ متجاوز است مشاهده می شود . حل دیگر این مساله عبارت است از قرار دادن قسمت فعال فرستنده یا گیرنده در کانون . البته بسبب ابعاد بزرگ فرستنده آنرا نمی توان در کانون قرار داد . همچنین اغلب مشکل است که تقویت کننده RF گیرنده را نیز در این مکان نصب نمود . این نیز بخاطر اندازه اش و یا سرد نمودن آن بسبب تجهیزات خیلی کم نویز می باشد . در هر حالتی تقویت کننده RF ممکن است بقدر کافی کوچک باشد . ( در حالیکه تجهیزات دیگر چنین نیستند ) . در هر حالتی با قرار دادن تقویت کننده RF باین صورت اشکالات جایگزین و سرویس رخ می دهد که در اینصورت تغذیه کسگرین بهترین راه حل است .

چنانکه در شکل ۱۳ مشاهده می شود . اشکال اصلی در بکار بردن یک منعکس کننده ثانویه مسدود نمودن مقداری تشعشع از منعکس کننده اصلی است . این یک اشکال بزرگی است . بخصوص در مورد منعکس کننده های کوچک . چون ابعاد هذلولی توسط فاصله اش از تغذیه اولیه شیپوری و قطر دهانه شیپور که بستگی به فرکانس عمل دارد تعیین می شود . یکی از راههای مقابله با این اشکال استفاده از یک منعکس کننده اولیه بزرگ ( که نمی تواند همیشه اقتصادی و مناسب باشد ) همراه با شیپوری است که بحد امکان نزدیک به منعکس کننده ثانویه باشد . این دارای اثر کاهش قطر منعکس کننده ثانویه نیز می باشد . راه دیگر آنست که امواج با پلاریزاسیون عمودی که توسط تغذیه صادر می شود توسط سطح هذلولی که از میله های عمودی ساخته شده است به آئینه اصلی برگشت داده شده و پلاریزاسیون آن باندازه ۹۰ درجه توسط مکانیسمی که در سطح سهموی است تغییر داده می شود . بنا براین امواج منعکسه دارای پلاریزاسیون افقی شده و می توانند براحتی از میله های عمودی آئینه ثانویه عبور نمایند .