



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق (مخابرات میدان)

طراحی و شبیه سازی آنتن های شیپوری مخروطی دو تیغه ای پهن باند
با پلاریزاسیون دوگانه

توسط

مریم مشیری

استاد راهنما

دکتر حبیب اله عبیری

تیرماه ۱۳۸۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

طراحی و شبیه سازی آنتن های شیپوری مخروطی دو تیغه ای پهن باند با پلاریزاسیون
دوگانه

به کوشش:

مریم مشیری

پایان نامه

ارایه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی

مهندسی برق-مخابرات گرایش میدان

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه با درجه : عالی

دکتر حبیب اله عبیری استاد بخش الکترونیک و مخابرات (رئیس کمیته)

دکتر فرزاد مهاجری استادیار بخش الکترونیک و مخابرات

دکتر عباس علی قنبری استادیار بخش الکترونیک و مخابرات

تیرماه ۸۸

به نام خدا

اظہارنامہ

اینجانب مریم مشیری (۸۵۳۸۱۵) دانشجوی رشته ی مهندسی برق-مخابرات گرایش میدان دانشکده برق و کامپیوتر اظہار می کنم که این پایان نامه حاصل تحقیق خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آنها را نوشته ام. همچنین اظہار می کنم که پایان نامه و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با این آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

مریم مشیری



بنام بهترین یاور جاودانه‌ام که حیاتم بخشید و کلامم آموخت
و ستایش که تمام موفقیت‌هایم را مدیون مهر بی‌پایان اویم

تقدیم به روح مادرم،

که یادش همیشه مایه آرامشم بود،

و

با سپاس از پدر،

یکتا ترانه زندگی‌ام، که امید را
هر لحظه در ذهنم زنده نمود،

و نازنین برادر و خواهرم

که دشواری‌هایم با وجودشان همیشه آسان است.

سپاسگزاری

حمد و ثنا، خداوندی را سزاست که نعمت‌های بی‌دریغش را به ما کرامت فرموده‌است و زبان از شکر آن‌ها قاصر است.

با سپاس وستایش بیکران به درگاه دانای یکتا، که همواره توکل به او یاری‌دهنده راه‌های پرپیچ و خم زندگی بوده‌است و وجود و نعمات بی‌پایانش را در نهایت کرم و بخشندگی بر من روا داشته‌است.

در آغاز بر خود فرض می‌دانم، تا از کلیه عزیزانی که در طول تحصیل همواره راهنما و مشوق من بوده‌اند، تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد راهنمای ارجمند، جناب آقای دکتر حبیب اله عبیری، که همواره مرا از دانش و اخلاق پسندیده خویش بهره‌مند ساخته‌اند و بدون راهنمایی ایشان پیمودن این مسیر ناممکن می‌نمود، کمال امتنان را دارم.

از اساتید مشاور گرامی جناب آقایان، دکتر فرزاد مهاجری و دکتر عباس علی قنبری که از نظرات و راهنمایی‌های راه‌گشای ایشان استفاده نموده‌ام، سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده

طراحی و شبیه سازی آنتن های شیپوری مخروطی دو تیغه ای پهن باند با پلاریزاسیون دوگانه

به کوشش

مریم مشیری

در این تحقیق، آنتن های شیپوری مخروطی دو تیغه ای با پلاریزاسیون دوگانه با گین بالا و دامنه لب های کناری پایین برای کاربردهای پهن باند استفاده می شود. آنتن های طراحی شده VSWR پایینی دارند که برای دو باند ۸-۱۸ گیگاهرتز و ۲-۱۸ گیگاهرتز کمتر از ۲/۵ می باشد و گین بالا برای مؤلفه های افقی و عمودی به طور همزمان بدست می آید. در قسمت باریک شده از امپدانس نمایی و از کابل کوکس به عنوان ورودی و یک محفظه پشتی دایروی برای کاهش VSWR استفاده شده است. آنتن طراحی شده در باند ۸-۱۸ گیگاهرتز، از دو نرم افزار CST که بر اساس روش انتگرال محدود و HFSS که بر المان محدود استوار است، شبیه سازی شده است. نتایج دو شبیه سازی، سازگاری خوبی با یکدیگر دارند. ماده دی الکتریک استفاده شده در این تحقیق، استیروفوم با $\epsilon_r = 1.03$ استفاده شده است. بهترین نتیجه برای فاصله بین تیغه ها به ازای $\lambda/4$ که λ طول موج در فرکانس میانی می باشد، بدست آمده است. نتایج شبیه سازی با تئوری کاملاً تطابق دارد. نتایج شبیه سازی برای VSWR، الگوهای تشعشی و گین آنتن های طراحی شده در باند های فرکانسی ۸-۱۸ گیگاهرتز و ۲-۱۸ گیگاهرتز ارائه و مورد بررسی قرار گرفته است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه.....
۲	۱-۱ مقدمه.....
۳	۲-۱ کلیات.....
۵	۲- خصوصیات تشعشی آنتن های شیپوری مخروطی.....
۶	۱-۲ مقدمه.....
۷	۲-۲ توصیف آنتن شیپوری مخروطی.....
۱۱	۳-۲ آنتن های شیپوری مخروطی بهینه.....
۱۴	۴-۲ سطح مؤثر آنتنهای شیپوری مخروطی.....
۱۶	۵-۲ میدان های الکترومغناطیسی آنتن های شیپوری مخروطی.....
۱۶	۱-۵-۲ مقدمه.....
۱۷	۲-۵-۲ میدان های الکترومغناطیسی در موجبر دایروی.....
۲۱	۳-۵-۲ تطبیق امپدانس در موجبر مخروطی.....
۲۲	۴-۵-۲ تشعشع از آنتن شیپوری مخروطی.....
۲۷	۶-۲ مدهای انتشاری در آنتن های شیپوری مخروط.....
۲۹	۷-۲ جهت دهی آنتن های شیپوری مخروطی.....
۳۱	۸-۲ بهره آنتن های شیپوری مخروطی.....

۳۳	سیستم های با پلاریزاسیون دوگانه و پلرایزر.....
۳۴	۱-۳ مقدمه.....
۳۴	۱-۱-۳ مفهوم پلاریزاسیون.....
۳۷	۲-۱-۳ مفهوم پلاریزاسیون در آنتن ها.....
۳۹	۳-۱-۳ مفهوم پلاریزاسیون دوگانه.....
۴۰	۲-۳ مزیت سیستم های با پلاریزاسیون دوگانه.....
۴۱	۱-۲-۳ مزیت پلاریزاسیون دوگانه در سیستم های رادار.....
۴۲	۲-۲-۳ مزیت پلاریزاسیون دوگانه در سیستم های مخابراتی.....
۴۲	۳-۲-۳ معایب سیستم های راداری با پلاریزاسیون دوگانه.....
۴۵	۳-۳ پلرایزرها.....
۴۵	۱-۳-۳ مقدمه.....
۴۵	۱-۱-۳-۳ پلرایزرهای جاذب.....
۴۶	۲-۱-۳-۳ پلرایزرهای تقسیم کننده پرتو.....
۴۷	۴-۳ پلرایزر ۴۵ درجه.....
۴۹	۵-۳ تئوری پلرایزرهای تیغه ای.....
۶۳	۴- طراحی و شبیه سازی آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای با پلاریزاسیون دوگانه..... در باند فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگاهرتز
۶۴	۱-۴ مقدمه.....
۶۶	۲-۴ طراحی و توصیف بخشهای مختلف آنتن.....
۶۸	۱-۲-۴ طراحی و شبیه سازی موجبر دایره ای دو تیغه ای در باند فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگا هرتز.....
۷۲	۲-۲-۴ طراحی بخش انتقال از کابل هم محور به موجبر دایره ای دو تیغه ای.....

۷۴	۳-۲-۴ تعیین طول و اندازه دهانه بخش مخروطی آنتن شیپوری مخروطی.....
۷۴	۴-۲-۴ طراحی تیغه ها در بخش مخروطی آنتن.....
۷۸	۵-۲-۴ طراحی ابعاد تیغه ها و ضخامت لایه های دی الکتریک بین تیغه های پلارایزر.....
۷۹	۳-۴ نتایج شبیه سازی.....
۱۱۰	۵- طراحی و شبیه سازی آنتن شیپوری مخروطی.....
دو تیغه ای با پلاریزاسیون دوگانه در باند فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگاهرتز	
۱۱۱	۵- ۱ مقدمه.....
۱۱۱	۵- ۲ طراحی و توصیف بخش های مختلف آنتن.....
۱۱۳	۵-۲-۱ طراحی و شبیه سازی موجبر دایره ای دو تیغه ای در بازه فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگاهرتز.....
۱۱۷	۵-۲-۲ طراحی بخش انتقال از کابل هم محور به موجبر دایره ای دو تیغه ای.....
۱۱۹	۵-۲-۳ تعیین ابعاد بخش مخروطی آنتن شیپوری مخروطی در باند فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگاهرتز.....
۱۱۹	۵-۲-۴ طراحی تیغه ها در بخش مخروطی آنتن بخش باریک شونده.....
۱۲۲	۵-۲-۵ طراحی ابعاد تیغه ها و ضخامت لایه های دی الکتریک بین تیغه های پلارایزر.....
۱۲۲	۵-۳ نتایج شبیه سازی.....
۱۴۵	۶- جمع بندی و نتایج.....
۱۴۶	۶-۱ جمع بندی و نتایج.....

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول (۱-۲) سطح مؤثر آنتنهای شیبوری مخروطی.....	۱۶
جدول (۱-۳) تلفات عدم تطبیق پلاریزاسیون به ازای θ های مختلف.....	۳۹
جدول (۱-۴) جزئیات طراحی ابعاد تیغه ها در بخش مخروطی آنتن در فرکانس میانی ۱۳ گیگا هرتز.....	۷۸
جدول (۲-۴) مشخصات الگوهای تشعشی آنتن بدون پلاریزر.....	۸۸
جدول (۳-۴) مشخصات الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزاسیون..... دوگانه با مشخصات پلاریزر مرجع [۷۰] در فرکانس های مختلف	۹۴
جدول (۴-۴) مشخصات پلاریزر ۵ لایه.....	۹۶
جدول (۵-۴) مشخصات الگوهای تشعشی آنتن با..... پلاریزاسیون دوگانه با مشخصات پلاریزر ۵ لایه جدول (۴-۴)	۱۰۲
جدول (۶-۴) مشخصات پلاریزر ۳ لایه.....	۱۰۳
جدول (۷-۴) مشخصات الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزاسیون دوگانه با مشخصات..... پلاریزر ۳ لایه جدول (۶-۴) در فرکانس های مختلف	۱۰۹
جدول (۱-۵) جزئیات طراحی ابعاد تیغه ها در بخش مخروطی آنتن در فرکانس میانی ۱۰ گیگا هرتز.....	۱۲۱
جدول (۲-۵) مشخصات الگوهای تشعشی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس های مختلف.....	۱۲۸
جدول (۳-۵) مشخصات پلاریزر ۵ لایه.....	۱۳۰
جدول (۴-۵) مشخصات الگوهای تشعشی آنتن با..... پلاریزاسیون دوگانه با مشخصات پلاریزر ۵ لایه جدول (۳-۵)	۱۳۵

جدول (۵-۵) مشخصات پلرایزر ۳ لایه..... ۱۳۷

جدول (۶-۵) مشخصات الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزاسیون دوگانه با مشخصات..... ۱۴۳

پلرایزر ۳ لایه جدول (۵-۵) در فرکانس های مختلف

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۸.....	شکل (۱-۲) آنتن شیپوری مخروطی [۲۹].....
۹.....	شکل (۲-۲) بهره آنتنهای شیپوری مخروطی به صورت تابعی از قطر دهانه (d_m/λ) برای یک سری از طولها (L) [۲۹]
۱۰.....	شکل (۳-۲) خصوصیات تشعشی تعدادی از آنتن های شیپوری مخروطی با ابعاد متفاوت [۲۹].....
۱۳.....	شکل (۴-۲) نمودار قطر دهانه (d_m) و طول (L) به صورت تابعی از بهره در آنتن های شیپوری مخروطی بهینه [۲۹]
۱۳.....	شکل (۵-۲) الگوی تشعشی برای یک نمونه آنتن شیپوری مخروطی بهینه با بهره $17/7$ dB [۲۹].....
۱۴.....	شکل (۶-۲) گراف طراحی برای رسم خصوصیات تشعشی آنتن های شیپوری مخروطی بهینه [۲۹].....
۱۹.....	شکل (۷-۲) سیستم مختصات برای محاسبه تشعشع [۲].....
۲۵.....	شکل (۸-۲) الگوی تشعشی برای شیپوری مخروطی برای زاویه بازشدگی ۲۰ درجه [۲].....
۲۶.....	شکل (۹-۲) الگوی تشعشی برای شیپوری مخروطی برای زاویه بازشدگی ۲۰ درجه [۲].....
۲۶.....	شکل (۱۰-۲) الگوی تشعشی برای شیپوری مخروطی برای زاویه بازشدگی ۲۵ درجه [۲].....
۲۷.....	شکل (۱۱-۲) الگوی تشعشی برای شیپوری مخروطی برای زاویه بازشدگی ۴۵ درجه [۲].....
۲۸.....	شکل (۱۲-۲) الگوهای تشعشی صفحه میدان مغناطیسی نرمالیزه شده آنتن شیپوری مخروطی [۴۱].....
۲۹.....	شکل (۱۳-۲) الگوهای تشعشی صفحه میدان الکتریکی نرمالیزه شده آنتن شیپوری مخروطی [۴۱].....
۳۶.....	شکل (۱-۳) پلاریزاسیون خطی.....
۳۶.....	شکل (۲-۳) پلاریزاسیون دایروی.....
۳۷.....	شکل (۳-۳) پلاریزاسیون بیضوی.....

- شکل (۳-۴) پلارایزر جاذب ۴۶
- شکل (۳-۵) پلارایزر تقسیم کننده پرتو..... ۴۷
- شکل (۳-۶) نمونه هایی از پلارایزر ۴۵ درجه [۵۱]..... ۴۸
- شکل (۳-۷) پلارایزر چهار لایه ای و نمای ساده شده آن [۵۳]..... ۵۰
- شکل (۳-۸) تقسیم پلارایزر چهار لایه ای به ۳ بخش اصلی [۵۳]..... ۵۱
- شکل (۳-۹) بخش اصلی پلارایزر [۵۳]..... ۵۱
- شکل (۳-۱۰) دو نمونه پلارایزر متقارن دو بخشی [۵۳]..... ۵۳
- شکل (۳-۱۱) پاسخ فرکانسی پلارایزر دو بخشی [۵۳]..... ۵۴
- شکل (۳-۱۲) پلارایزر تیغه ای [۵۴]..... ۵۷
- شکل (۳-۱۳) چرخنده پلاریزاسیون [۶۰]..... ۵۸
- شکل (۳-۱۴) چرخنده پلاریزاسیون ۳ بخشی [۶۰]..... ۵۹
- شکل (۳-۱۵) بخش اول چرخنده پلاریزاسیون [۶۰]..... ۶۰
- شکل (۴-۱) ساختار آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای با پلاریزاسیون دوگانه..... ۶۷
- در باند فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگا هرتز
- شکل (۴-۲) ساختار آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای در باند فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگا هرتز..... ۶۷
- شکل (۴-۳) ساختار موجبر دایره ای دو تیغه ای طراحی باند فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگا هرتز ۶۹
- شکل (۴-۴) پارامتر انتقال S_{21} برای مد TE_{11} در موجبر بر حسب فرکانس (نرم افزار CST)..... ۷۰
- شکل (۴-۵) پارامتر انتقال S_{21} برای مد غیر انتشاری TM_{01} در موجبر بر حسب فرکانس (نرم افزار CST)..... ۷۱
- شکل (۴-۶) امپدانس مشخصه مد غالب انتشاری TM_{01} در موجبر بر حسب فرکانس (نرم افزار CST)..... ۷۲

شکل (۷-۴) ساختار بخش انتقال از کابل هم محور به موجبر دایره ای دو تیغه ای.....۷۴
به همراه محفظه پشتی استوانه ای

شکل (۸-۴) نحوه اتصال کابل هم محور به موجبر دایره ای دو تیغه ای.....۷۴

شکل (۹-۴) اندازه ضریب انعکاس خط نمایی بر حسب طول الکتریکی (βL).....۷۶

شکل (۱۰-۴) تیغه های نمایی در بخش مخروطی آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای (نمای برش زده).....۷۸

شکل (۱۱-۴) ساختار یک پلاریزر ۵ لایه (الف) نمای کناری (ب) نمای کلی.....۸۰

شکل (۱۲-۴) **VSWR** بدست آمده برای آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای بدون پلاریزر طراحی شده...۸۱
در محدوده فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگاهرتز (الف) نمای کناری (ب) نمای کلی

شکل (۱۳-۴) الگوهای تشعشی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۸ گیگاهرتز.....۸۳

(الف) E_{θ} صفحه E_{ϕ} (ب) E_{ϕ} صفحه E_{θ} (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۴-۴) الگوهای تشعشی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۱۳ گیگاهرتز.....۸۴

(الف) E_{θ} صفحه E_{ϕ} (ب) E_{ϕ} صفحه E_{θ} (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۵-۴) الگوهای تشعشی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۱۶ گیگاهرتز.....۸۵

(الف) E_{θ} صفحه E_{ϕ} (ب) E_{ϕ} صفحه E_{θ} (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۶-۴) الگوهای تشعشی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۱۸ گیگاهرتز.....۸۶

(الف) E_{θ} صفحه E_{ϕ} (ب) E_{ϕ} صفحه E_{θ} (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۷-۴) الگوی تشعشی ۳ بعدی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۱۳ گیگاهرتز.....۸۷

شکل (۱۸-۴) تغییرات بهره این آنتن بدون پلاریزر بر حسب فرکانس.....۸۷

شکل (۱۹-۴) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر با ابعاد مرجع [۷۰] در فرکانس ۸ گیگاهرتز.....۸۹

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۰) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر با ابعاد مرجع [۷۰] در فرکانس ۱۳ گیگاهرتز..... ۹۰

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۱) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر با ابعاد مرجع [۷۰] در فرکانس ۱۶ گیگاهرتز..... ۹۱

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۲) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر با ابعاد مرجع [۷۰] در فرکانس ۱۸ گیگاهرتز..... ۹۲

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۳) الگوی تشعشی ۳ بعدی آنتن با پلاریزر با ابعاد..... ۹۳

مرجع [۷۰] در فرکانس میانی باند ۸-۱۸ گیگاهرتز

شکل (۴-۲۴) **VSWR** بدست آمده برای آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای..... ۹۳

با مشخصات ابعاد پلاریزر مرجع [۷۰] در محدوده فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگاهرتز

شکل (۴-۲۵) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۴-۴) در فرکانس ۸ گیگاهرتز. ۹۷

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۶) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۴-۴) در فرکانس ۱۳ گیگاهرتز. ۹۸

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۷) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۴-۴) در فرکانس ۱۶ گیگاهرتز. ۹۹

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۸) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۴-۴)..... ۱۰۰

$$\mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{E} \quad \mathbf{E}_{\theta} \text{ صفحه } \mathbf{H} \quad \mathbf{E}_{\phi} \text{ صفحه } \mathbf{H}$$

شکل (۴-۲۹) الگوی ۳ بعدی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۴-۴) در فرکانس ۱۳ گیگاهرتز ۱۰۱

شکل (۴-۳۰) **VSWR** بدست آمده برای آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای با مشخصات ابعاد پلاریزر ۱۰۱

۵ لایه جدول (۴-۴) در محدوده فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگا هرتز

شکل (۴-۳۱) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۴-۶)..... ۱۰۴

در فرکانس ۸ گیگاهرتز (الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۴-۳۲) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۴-۶)..... ۱۰۵

در فرکانس ۱۳ گیگاهرتز (الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۴-۳۳) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۴-۶)..... ۱۰۶

در فرکانس ۱۶ گیگاهرتز (الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۴-۳۴) الگوهای تشعشی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۴-۶)..... ۱۰۷

در فرکانس ۱۸ گیگاهرتز (الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۴-۳۵) الگوی تشعشی ۳ بعدی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۴-۶)..... ۱۰۸

در فرکانس ۱۳ گیگاهرتز

شکل (۴-۳۶) **VSWR** آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای با مشخصات..... ۱۰۸

ابعاد پلاریزر ۳ لایه جدول (۴-۶) در محدوده فرکانسی ۸ تا ۱۸ گیگا هرتز

شکل (۵-۱) ساختار آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای با پلاریزاسیون دو گانه..... ۱۱۲

در باند فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگا هرتز

شکل (۵-۲) ساختار آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای در باند فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگا هرتز..... ۱۱۳

شکل (۵-۳) ساختار موجبر دایروی دو تیغه ای طراحی شده در باند فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگاهرتز..... ۱۱۵

شکل (۴-۵) پارامتر انتقال S_{21} برای مد TE_{11} در موجبر در باند فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگاهرتز..... ۱۱۵

شکل (۵-۵) پارامتر انتقال S_{21} برای مد غیر انتشاری TM_{01} در موجبر..... ۱۱۶

بر حسب فرکانس (نرم افزار HFSS)

شکل (۶-۵) امپدانس مشخصه مد غالب انتشاری TE_{11} در موجبر بر حسب فرکانس (نرم افزار HFSS)..... ۱۱۶

شکل (۷-۵) ساختار بخش انتقال از کابل هم محور به موجبر دایره ای دو تیغه ای..... ۱۱۸
به همراه محفظه پشتی مخروطی

شکل (۸-۵) نحوه اتصال کابل هم محور به موجبر دایره ای دو تیغه ای..... ۱۱۹

شکل (۹-۵) اندازه ضریب انعکاس خط نمایی بر حسب عدد فاز (βL)..... ۱۲۰

شکل (۱۰-۵) $VSWR$ بدست آمده برای آنتن شیپوری مخروطی دو تیغه ای بدون پلاریزر..... ۱۲۳

طراحی شده در محدوده فرکانسی ۲ تا ۱۸ گیگا هرتز

شکل (۱۱-۵) الگوهای تشعشعی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۲ گیگاهرتز..... ۱۲۴

(الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۲-۵) الگوهای تشعشعی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۱۰ گیگاهرتز..... ۱۲۵

(الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۳-۵) الگوهای تشعشعی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۱۴ گیگاهرتز..... ۱۲۶

(الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۴-۵) الگوهای تشعشعی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس ۱۸ گیگاهرتز..... ۱۲۷

(الف) E_{θ} صفحه E (ب) E_{ϕ} صفحه E (ج) E_{θ} صفحه H (د) E_{ϕ} صفحه H

شکل (۱۵-۵) الگوی تشعشعی ۳ بعدی آنتن بدون پلاریزر در فرکانس میانی ۱۰ گیگاهرتز..... ۱۲۹

شکل (۵-۱۶) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۵-۳)..... ۱۳۱

در فرکانس ۲ گیگاهرتز (الف) صفحه E_{θ} (ب) صفحه E_{ϕ} (ج) صفحه E_{θ} (د) صفحه E_{ϕ} صفحه H

شکل (۵-۱۷) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۵-۳)..... ۱۳۲

در فرکانس ۱۰ گیگاهرتز (الف) صفحه E_{θ} (ب) صفحه E_{ϕ} (ج) صفحه E_{θ} (د) صفحه E_{ϕ} صفحه H

شکل (۵-۱۸) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۵-۳)..... ۱۳۳

در فرکانس ۱۴ گیگاهرتز (الف) صفحه E_{θ} (ب) صفحه E_{ϕ} (ج) صفحه E_{θ} (د) صفحه E_{ϕ} صفحه H

شکل (۵-۱۹) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۵-۳)..... ۱۳۴

در فرکانس ۱۸ گیگاهرتز (الف) صفحه E_{θ} (ب) صفحه E_{ϕ} (ج) صفحه E_{θ} (د) صفحه E_{ϕ} صفحه H

شکل (۵-۲۰) **VSWR** آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۵-۳)..... ۱۳۶

در باند فرکانسی ۲-۱۸ گیگاهرتز

شکل (۵-۲۱) الگوی تشعشعی ۳ بعدی آنتن با پلاریزر ۵ لایه با مشخصات جدول (۵-۳)..... ۱۳۶

در فرکانس ۱۰ گیگاهرتز

شکل (۵-۲۲) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۵-۵)..... ۱۳۸

در فرکانس ۲ گیگاهرتز (الف) صفحه E_{θ} (ب) صفحه E_{ϕ} (ج) صفحه E_{θ} (د) صفحه E_{ϕ} صفحه H

شکل (۵-۲۳) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۵-۵)..... ۱۳۹

در فرکانس ۱۰ گیگاهرتز (الف) صفحه E_{θ} (ب) صفحه E_{ϕ} (ج) صفحه E_{θ} (د) صفحه E_{ϕ} صفحه H

شکل (۵-۲۴) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۵-۵)..... ۱۴۰

در فرکانس ۱۴ گیگاهرتز (الف) صفحه E_{θ} (ب) صفحه E_{ϕ} (ج) صفحه E_{θ} (د) صفحه E_{ϕ} صفحه H

شکل (۵-۲۵) الگوهای تشعشعی آنتن با پلاریزر ۳ لایه با مشخصات جدول (۵-۵)..... ۱۴۱