



# تئوری آنتن

تحلیل و طراحی

ویرایش سوم

کنستانتین أ. بالانیس

مترجمین:

فرخ آرزم

صمد هدایتی

رقیه کریمزاده

سرشناسه	: بالانیس، کنستانتین، ۱۹۳۸ - م Balanis, Constantine A.
عنوان و نام پدیدآور	: تئوری آنتن : تحلیل و طراحی / کنستانتین ا. بالانیس؛ مترجمین فرخ آرزم، صمد هدایتی، رقیه کریمزاده.
مشخصات نشر	: تهران: اندیشه‌های گوهر بار، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری	: ۸۹۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۱۱۵۰۰۰ ریال: ۲-۳۱-۸۲۵۰-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Antenna theory : analysis and design, 3rd ed., c2005.
یادداشت	: واژه‌نامه.
موضوع	: آنتن‌ها
شناسه افزوده	: آرزم، فرخ، ۱۳۳۸ - مترجم
شناسه افزوده	: هدایتی، صمد، مترجم
شناسه افزوده	: کریمزاده، رقیه، مترجم
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۸ ۲۹۰۳/۳/TK۷۸۸۱
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۸۳۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۷۹۵۰۰۶



تهران خیابان دکتر شریعتی خیابان ملک کوچه ایران‌یاد پلاک ۸  
تلفن: ۸۸۶۹۳۹۵۶

**عنوان کتاب : تئوری آنتن**  
**نویسنده : کنستانتین ا. بالانیس**  
**ناشر : اندیشه های گوهر بار**  
**حروفچینی : سحر ایروانی**  
**نوبت چاپ : اول - زمستان ۱۳۸۸**  
**چاپ و صحافی : گوهر بار**  
**شابک : ۲-۳۱-۸۲۵۰-۹۶۴-۹۷۸**  
**قیمت : ۱۱۵۰۰۰ ریال**  
**تیراژ : ۱۵۰۰ جلد**

# فهرست مطالب

IX	پیش‌گفتار مؤلف
XIII	پیش‌گفتار مترجمان
۱	۱ آنتن‌ها
۱	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ انواع آنتن‌ها
۷	۳-۱ مکانیسم تشعشع
۱۹	۴-۱ توزیع جریان بر روی یک آنتن سیمی نازک
۲۰	۵-۱ پیشرفت‌های تاریخی
۲۷	۶-۱ مولتی‌مدیا
۳۱	۲ پارامترهای اساسی آنتن‌ها
۳۱	۱-۲ مقدمه
۳۱	۲-۲ الگوی تشعشعی
۴۳	۳-۲ چگالی توان تشعشعی
۴۶	۴-۲ شدت تشعشع
۴۷	۵-۲ پهنای پرتو
۴۹	۶-۲ سمتگرایی
۶۵	۷-۲ روش‌های عددی
۷۱	۸-۲ راندمان آنتن
۷۳	۹-۲ بهره
۷۷	۱۰-۲ راندمان پرتو

۷۷	۱۱-۲ پهنای باند
۷۸	۱۲-۲ پلاریزاسیون
۸۹	۱۳-۲ امیدانس ورودی
۹۵	۱۴-۲ راندمان تشعشعی آنتن
۹۶	۱۵-۲ طول مؤثر برداری آنتن و سطوح معادل
۱۰۲	۱۶-۲ سمتگرایی ماکزیمم و سطح مؤثر ماکزیمم
۱۰۴	۱۷-۲ معادله انتقال فریس و معادله بیرن راداز
۱۱۶	۱۸-۲ درجه حرارت آنتن
۱۲۰	۱۹-۲ مولتی مدیا
۱۴۸	۳ انتگرال‌های تشعشعی و توابع پتانسیل کمکی
۱۴۸	۱-۳ مقدمه
۱۴۹	۲-۳ پتانسیل برداری $A$ برای یک منبع جریان الکتریکی $J$
۱۵۱	۳-۳ پتانسیل برداری $F$ برای یک منبع جریان مغناطیسی $M$
۱۵۲	۴-۳ میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی برای منابع جریان الکتریکی ( $J$ ) و جریان مغناطیسی ( $M$ )
۱۵۴	۵-۳ حل معادله موج پتانسیل برداری ناهمگن
۱۵۷	۶-۳ تشعشع در ناحیه دور
۱۵۹	۷-۳ تئوری دوگانی
۱۵۹	۸-۳ تئوری‌های هم‌باسخی و واکنش
۱۶۸	۴ آنتن‌های سیم‌ی خطی
۱۶۸	۱-۴ مقدمه
۱۶۸	۲-۴ دوقطبی بی‌نهایت کوچک
۱۸۰	۳-۴ دوقطبی کوچک
۱۸۳	۴-۴ تفکیک نواحی
۱۸۹	۵-۴ دوقطبی با طول محدود
۲۰۲	۶-۴ دوقطبی نیم‌موج
۲۰۴	۷-۴ عناصر خطی نزدیک یا روی رساناهای کامل نامحدود
۲۲۷	۸-۴ اثرات زمین
۲۳۸	۹-۴ کدهای کامپیوتری
۲۴۲	۱۰-۴ مولتی مدیا
۲۵۸	۵ آنتن‌های حلقوی

۲۵۸	۱-۵ مقدمه
۲۶۰	۲-۵ حلقه دایروی کوچک
۲۷۵	۳-۵ حلقه دایروی با جریان ثابت
۲۸۴	۴-۵ حلقه دایروی با جریان غیریکنواخت
۲۹۲	۵-۵ اثرات زمین و انحصای زمین برای حلقه‌های دایروی
۲۹۳	۶-۵ آنتن‌های حلقوی چندگوشه
۲۹۸	۷-۵ حلقه فریتی
۳۰۰	۸-۵ کاربردهای سیستم‌های مخابراتی سیار
۳۰۱	۹-۵ مولتی‌مدیا

## ۶ آرایه‌ها: خطی، صفحه‌ای و دایروی

۳۱۶	۱-۶ مقدمه
۳۱۷	۲-۶ آرایه دو عنصری
۳۲۴	۳-۶ آرایه خطی با $N$ عنصر: فاصله و دامنه یکنواخت
۳۴۸	۴-۶ آرایه خطی $N$ تایی: سمتگرایی
۳۵۶	۵-۶ روال طراحی
۳۵۷	۶-۶ آرایه خطی $N$ عنصری: مشخصه‌های سه‌بعدی
۳۶۰	۷-۶ حل گرافیکی مستطیلی به قطبی
۳۶۲	۸-۶ آرایه خطی $N$ عنصر: فاصله یکنواخت، دامنه غیر یکنواخت
۳۸۴	۹-۶ ایرسمتگرایی
۳۸۸	۱۰-۶ آرایه صفحه‌ای
۴۰۲	۱۱-۶ ملاحظات طراحی
۴۰۴	۱۲-۶ آرایه دایروی
۴۰۸	۱۳-۶ مولتی‌مدیا

## ۷ سنتز آنتن و منابع پیوسته

۴۲۷	۱-۷ مقدمه
۴۲۷	۲-۷ منابع پیوسته
۴۲۸	۳-۷ روش چندجمله‌ای شلکونف
۴۳۰	۴-۷ روش تبدیل فوریه
۴۳۶	۵-۷ روش وودوارد-لاسون
۴۴۳	۶-۷ منبع خطی تیلور (خطای چپی‌شف)
۴۵۰	۷-۷ منبع خطی تیلور (تک پارامتر)
۴۵۵	

۴۶۱	۸-۷ توزیع‌های دامنه مثلثی، کسینوسی و مربع کسینوسی
۴۶۳	۹-۷ توزیع‌های فاز منبع خطی
۴۶۵	۱۰-۷ منابع روزنه‌ای پیوسته
۴۶۸	۱۱-۷ مولتی مدیا
۴۷۹	۸ روش معادلات انتگرالی، ممان و امپدانس‌های خودی و متقابل
۴۷۹	۱-۸ مقدمه
۴۸۱	۲-۸ روش معادله انتگرالی
۴۸۹	۳-۸ سیم‌های با قطر محدود
۴۹۹	۴-۸ حل روش ممان
۵۰۸	۵-۸ امپدانس خودی
۵۱۸	۶-۸ امپدانس متقابل میان عناصر خطی
۵۳۱	۷-۸ القاء متقابل در آرایه‌ها
۵۴۵	۸-۸ مولتی مدیا
۵۵۰	۹ دوقطبی‌های یهن باند و تکنیک‌های تطبیق
۵۵۰	۱-۹ مقدمه
۵۵۲	۲-۹ آنتن دومغروطی
۵۵۹	۳-۹ مدل‌سازی ورقه مثلثی، پایونی و سیمی
۵۶۱	۴-۹ دوقطبی استوانه‌ای
۵۷۰	۵-۹ دوقطبی تاشده
۵۷۷	۶-۹ تک‌قطبی دامن-مغروطی و آنتن دیسک-مغروطی
۵۷۸	۷-۹ تکنیک‌های تطبیق
۶۰۰	۸-۹ مولتی مدیا
۶۰۹	۱۰ آنتن‌های موج متحرک و یهن باند
۶۰۹	۱-۱۰ مقدمه
۶۰۹	۲-۱۰ آنتن‌های موج متحرک
۶۲۸	۳-۱۰ آنتن‌های یهن باند
۶۶۵	۴-۱۰ مولتی مدیا
۶۷۷	۱۱ آنتن‌های مستقل از فرکانس، مینیاتوری کردن آنتن و آنتن‌های فراکتال
۶۷۷	۱-۱۱ مقدمه
۶۷۸	۲-۱۱ تنوری

۶۸۰	۳-۱۱ آنتن‌های حلزونی هم زاویه
۶۸۸	۴-۱۱ آنتن‌های متناوب لگاریتمی
۷۰۶	۵-۱۱ محدودیت‌های اساسی آنتن‌های کوچک الکتریکی
۷۱۱	۶-۱۱ آنتن‌های فراکتال
۷۱۸	۷-۱۱ مولتی مدیا
۷۳۶	۱۲ آنتن‌های روزنه‌ای
۷۳۶	۱-۱۲ مقدمه
۷۳۷	۲-۱۲ اصل میدان معادل : اصل هایگنس
۷۳۴	۳-۱۲ معادلات تشعشی
۷۳۷	۴-۱۲ سمتگرایی
۷۳۸	۵-۱۲ روزنه‌های مستطیلی
۷۵۹	۶-۱۲ روزنه‌های دایروی
۷۷۰	۷-۱۲ ملاحظات طراحی
۷۷۴	۸-۱۲ اصل بابینت
۷۸۰	۹-۱۲ تبدیل فوریه در تئوری آنتن روزنه‌ای
۸۰۱	۱۰-۱۲ اثرات لبه صفحه زمین : تئوری هندسی پراش
۸۰۶	۱۱-۱۲ مولتی مدیا
۸۲۱	ضمائم
۸۲۱	ضمیمه ۱

## پیش گفتار مؤلف

ویرایش سوم کتاب تئوری آنتن برای رفع نیازهای دانشجویان مهندسی برق و فیزیک در سطوح کارشناسی و کارشناسی ارشد و نیز نیازهای مهندسان عملی تهیه شده است. کتاب فرض می‌کند که دانشجویان، تئوری پایه الکترومغناطیس دوره کارشناسی مانند معادلات ماکسول، معادله موج، فیزیک مقدماتی و حل معادلات دیفرانسیل و انتگرالی را می‌دانند. تکنیک‌های ریاضی مورد نیاز برای فهم برخی موضوعات پیشرفته در فصل‌های بعد به صورت فصل‌های جداگانه یا به عنوان ضمیمه در نظر گرفته شده‌اند.

ویرایش سوم، همه ویژگی‌های جذاب دو ویرایش قبلی مانند گراف‌های سه‌بعدی برای نمایش مشخصه‌های تشعشی آنتن‌ها به ویژه الگوهای دامنه را حفظ کرده است. اضافه شدن این ویژگی به کتاب درسی آنتن به عنوان یک کار نو و برای اولین بار در نوع خودش ستودنی بود. گراف‌های اضافی برای تشریح خواص مشخصه‌های تشعشی برخی آنتن‌ها اضافه شده است. اگرچه، ویژگی‌های جدید بسیاری به این ویرایش اضافه شده است. به ویژه:

- فصل جدید آنتن‌های هوشمند (فصل ۱۶)
- یک بخش به نام آنتن‌های فراکتال (بخش ۱۱-۶)
- جدول‌های خلاصه معادلات مهم در فصل‌های مربوطه (فصل‌های ۲، ۴، ۵، ۶، ۱۲-۱۴)
- شکل‌ها، عکس‌ها و جدول‌های جدید
- مسایل اضافی آخر فصل
- دیسک فشرده (CD) با موارد مولتی مدیای زیر:
  - فایل *power point* شامل نکات فصل با تصاویر رنگی
  - پرسش‌نامه تعاملی آخر فصل مبتنی بر Java برای مرور هر فصل (شامل ۴۰-۶۵ پرسش برای هر فصل)
  - انیمیشن (تصاویر متحرک) مبتنی بر Java
  - اپلت‌های (برنامه‌های کاربردی کوچک) مبتنی بر Java
  - برنامه‌های MATLAB برگردان شده از برنامه‌های FORTRAN ویرایش دوم
  - یک تعداد برنامه‌های MATLAB جدید
  - برنامه‌های FORTRAN از ویرایش دوم
- این دیسک به کتاب ضمیمه شده است که با قراردادن آن در کامپیوتر به صورت خودکار باز خواهد شد. توصیه می‌شود حتماً برای خواندن دیسک از نرم‌افزار Internet Explore (IE) استفاده کنید. نرم‌افزارهای دیگر ممکن است خوب عمل نکنند. دستورات اضافی برای بازکردن قسمت‌های مختلف دیسک در قالب یک فایل HELP در دیسک وجود دارد.

هدف اصلی کتاب معرفی اصول اساسی تئوری آنتن و به کارگیری آن‌ها برای تحلیل، طراحی و اندازه‌گیری آنتن‌ها با یک روش یکپارچه است. زیرا روش‌های تحلیل و طراحی بسیار زیادی وجود دارند و ساختارهای آنتن بسیاری برای



اصلی‌ترین و کاربردی‌ترین شکل‌های آنتن مانند دوقطبی‌های خطی، حلقه‌ها، آرایه‌ها، آنتن‌های باند پهن و مستقل از فرکانس، آنتن‌های روزنه‌ای، آنتن‌های شیپوری، آنتن‌های مایکرواستریپ و آنتن‌های بازتابنده ساخته می‌شوند.

یک فصل آموزشی درباره آنتن‌های هوشمند برای آشناکردن دانشجویان با یک فناوری که تئوری آنتن و طراحی را ترقی خواهد داد و تغییرات اساسی در مخابرات بی‌سیم ایجاد خواهد کرد، اضافه شده است. این فناوری مبتنی بر تئوری آنتن، پردازش سیگنال دیجیتال، شبکه‌ها و مخابرات است. این فصل شامل نرم‌افزار شبیه‌سازی MATLAB به همراه یک تعداد بسیار از مراجع، برای خواندن اضافی نیز می‌شود.

کتاب، مطالب مقدماتی پیرامون روش‌های تحلیل، مانند روش ممان و تکنیک تبدیل فوریه (طیفی) را نیز در بر می‌گیرد. این تکنیک‌ها به همراه اصول اساسی تئوری آنتن، می‌توانند برای تحلیل و طراحی تقریباً هر شکل آنتن استفاده شوند. یک فصل با نام اندازه‌گیری‌های آنتن، جدیدترین روش‌های استفاده شده برای اندازه‌گیری اصلی‌ترین مشخصه‌های آنتن (الگو، بهره، سمت‌گرایی، راندمان تشعشعی، امپدانس، جریان و پلاریزاسیون) را معرفی می‌کند و آخرین پیشرفت‌های ایجاد شده در دستگاه‌های اندازه‌گیری و کنترل آنتن، طراحی آنتن فاصله و مدل‌کردن مقیاس را ارائه می‌دهد. تکنیک‌ها و سیستم‌هایی که در اندازه‌گیری‌های میدان نزدیک تا میدان دور استفاده می‌شوند و نیز تبدیل‌ها بحث می‌شوند.

یک تعداد کافی از موضوعات که برخی برای نخستین بار در یک کتاب درسی دوره کارشناسی آورده شده است، پوشش داده شده است، به‌طوری که کتاب نه تنها به عنوان یک متن درسی بلکه به عنوان یک مرجع برای مهندس عملی و مهندس طراح و حتی یک علاقه‌مند غیر حرفه‌ای رادیو قابل استفاده است. این موضوعات شامل روال طراحی و برنامه‌های کامپیوتری مربوط به آن‌ها، برای آرایه‌های یابی-یودا، آرایه‌های متناوب لگاریتمی، شیپوری‌ها و پچ‌های مایکرواستریپ؛ تکنیک‌های سنتز با استفاده از روش‌های شلکونف، تبدیل فوریه، وودوارد-لاسون، چپ‌شف و تیلور؛ مشخصه‌های تشعشعی شیپوری‌های چین‌دار، تطبیق‌یافته روزنه‌ای و چندمد؛ تحلیل و طراحی پچ‌های مایکرواستریپ مستطیلی و دایروی و تکنیک‌های تطبیق مانند دوجمله‌ای، چپ‌شف، تی، گاما و امگا است.

متن کتاب جزئیات ریاضی کافی به دانشجویان معمولی دوره کارشناسی مهندس برق و فیزیک این توانایی را می‌دهد که بدون دشواری بسیار تحلیل و طراحی را دنبال کنند. تجربه من به عنوان یک دانشجوی، یک مهندس و یک مدرس نشان داده است یک کتاب درسی برای دوره کارشناسی نباید یک کتاب از فرمول‌های نامرتبط باشد و نباید شبیه یک کتاب آنته‌زی باشد. این کتاب با ابتدایی‌ترین مطالب شروع می‌شود، مفاهیم مهم را که مورد نیاز موضوعات همیشگی است، گسترش می‌دهد و به روش‌های پیشرفته‌تر و ترکیب‌های سیستم ارتقاء می‌دهد. هر فصل به بخش‌ها و زیربخش‌هایی تقسیم می‌شود که عنوان مربوط به آن‌ها به‌طور شفاف، مشخصه‌های آنتنی که بحث و بررسی و تشریح می‌شود را مشخص می‌کند.

وجه تمایز این کتاب با ویرایش اول آن، تشریح گرافیکی سه‌بعدی آن است که در ویرایش دوم و سوم گسترش و تکمیل شده است. در گذشته متن‌های آنتن انرژی تشعشع شده توسط یک آنتن را توسط یک تعداد از الگوهای دوبعدی جداگانه نمایش داده شده‌اند. با ظهور محاسبات دیجیتالی و پیشرفت انقلابی در آن و نمایش‌های گرافیکی، برای اولین بار، یک بعد اضافی در کتاب درسی آنتن دوره کارشناسی به‌واسطه نمایش دادن انرژی تشعشع شده از یک تشعشع‌کننده معلوم، به‌وسیله یک تشریح گرافیکی سه‌بعدی تکی معرفی شده است. چنین تصویری که توسط توانایی‌های گرافیکی کامپیوتر تشکیل می‌شود و در اکثر دستگاه‌های محاسباتی وجود دارد، یک نمای واضح از انرژی تشعشع شده در تمام فضای اطراف

آنتن می‌دهد. امیدوارم این تصویرها منجر به درک بهتر اصول مهم تشعشع شود و یک تجسم شفاف‌تر از تشکیل الگو در تمام فضا دهد.

علاوه بر این، یک فراوانی از تصاویر گرافیکی کلی، اطلاعات طراحی، مراجع و یک لیست توسعه‌یافته از مسایل آخر فصل وجود دارد. بسیاری از اصول با مثال‌ها، تصویرهای گرافیکی و استدلال‌های فیزیکی تشریح شده‌اند. اگرچه دانشجویان اغلب متعاقب می‌شوند که آن‌ها اصول را فهمیده‌اند، دشواری کار آن‌جا نمایان می‌شود که آن‌ها می‌خواهند آن اصول را استفاده کنند. یک مثال. مخصوصاً یک تصویر گرافیکی می‌تواند آن اصول را بهتر روشن کند. همان‌طور که گفته می‌شود «یک تصویر ارزش هزار کلمه را دارد».

تکنیک‌های عددی و حل‌های کامپیوتری تشریح می‌شوند. یک تعداد از برنامه‌های کامپیوتری MATI,AB در دیسک ضمیمه شده به کتاب وجود دارد. هر برنامه به صورت تعاملی است و از کاربر می‌خواهد اطلاعات را به روش ترتیبی وارد کند. برخی از این برنامه‌ها، برگردان برنامه‌های FORTRAN آن‌ها که در ویرایش‌های اول و دوم وجود داشتند، هستند. اگرچه برنامه‌های جدید بسیاری هم اضافه شده است. همه فصل‌ها به جز فصل‌های ۳ و ۱۷ دست‌کم یک برنامه کامپیوتری دارند. برخی نیز تا ۴ برنامه دارند. خروجی برنامه‌های MATI,AB شامل تصویرهای گرافیکی و نتایج جدول‌بندی شده هستند. برای تکمیل، برنامه‌های FORTRAN نیز باید استفاده شوند. برخی از آن‌ها بیش‌تر از نوع طراحی هستند و برخی دیگر از نوع تحلیل هستند. به همراه هر برنامه یک فایل READ ME وجود دارد که برنامه‌های مربوط به آن‌ها را خلاصه کرده است.

هدف از فایل‌های power point فراهم آوردن یک نسخه از شکل‌های متن و برخی از مهم‌ترین معادلات هر فصل برای استاد درس است. این مطالب می‌توانند برای کنفرانس درسی اساتید مورد استفاده قرار گیرند، اما لازم با توضیح‌های اضافی تکمیل شوند. دانشجویان نیز می‌توانند با استفاده از آن‌ها به صحبت‌های استاد گوش فرا دهند بدون اینکه یادداشت‌های جزئی‌تر در اختیار داشته باشند اما می‌توانند با حاشیه‌نویسی از مطالب ارائه شونده، جزوه خود را تکمیل کنند. هر استاد از یادداشت‌های power point با روش‌های متفاوتی بهره خواهد برد.

پرش‌نامه‌های تعاملی به عنوان یک مرور از هر فصل تهیه شده است. دانشجو می‌تواند از آن‌ها برای مرور کردن و آماده‌شدن در تست‌ها، امتحان‌ها و غیره استفاده کند. برای هر پرسش سه پاسخ ممکن وجود دارد که تنها یکی از آن‌ها درست است. اگر خواننده یکی از آن‌ها را برگزیند و آن پاسخ درست باشد آن نشان داده خواهد شد. اگر پاسخ برگزیده شده نادرست باشد برنامه به‌طور خودکار پاسخ درست را نشان خواهد داد. یک دکمه توضیح نیز مهیا است که یک توضیح کوتاه برای پاسخ درست می‌دهد یا اشاره می‌کند که پاسخ درست را در چه صفحه‌ای از کتاب می‌توان یافت.

انیمیشن‌ها (تصاویر متحرک) برای نشان‌دادن برخی مشخصه‌های تشعشعی مانند الگوهای دامنه برخی از انواع آنتن‌ها از قبیل منابع خطی، دوقطبی‌ها، حلقه‌ها، آرایه‌ها و شیپوری‌ها استفاده می‌شوند. این کار می‌تواند بدون متوسل شدن به برنامه‌های MATI,AB که جزئیات بیشتری دارند با سرعت بالایی انجام شود.

برای استفاده در دوره، متن کتاب اساساً برای دو ترم دانشگاهی در موضوع تئوری آنتن در نظر شده است. برای سال آخر دوره کارشناسی باید اکثر بخش‌های فصل‌های ۱ تا ۷ و فصل‌های ۱۶ و ۱۷ پوشش داده شوند. موضوعات فصل‌های ۸ تا ۱۶ باید در یک دوره آغازین دوره کارشناسی ارشد پوشش داده شوند. فصل‌ها بخش‌های انتخاب‌شده از کتاب می‌تواند در یک ترم پوشش داده شوند بدون این که پیوستگی مطالب از بین روند. اگرچه ضروری است که تقریباً، اکثر مطالب فصل‌های ۲ تا ۶ در دوره اول و قبل از اقدام به یادگیری موضوعات پیشرفته‌تر پوشش داده شوند. پوشش‌دادن تمام مطالب

کتاب در چارچوب زمانی پیشنهاد شده، در برخی موارد، یک کار بسیار بلندپروازانه است. هرچند کتاب، موضوعات کافی را در بر می‌گیرد تا محتوای آن کامل بوده و در عین حال به استاد درس، انعطاف دهد تا بخش‌هایی از فصول کتاب را اهمیت داده با اهمیت نداده و یا حذف کند. برخی از فصول و بخش‌ها را می‌توان بدون از دست دادن پیوستگی مطالب، حذف کرد. در تمام کتاب، یک تغییر زمانی  $t^{int}$  فرض شده است. سیستم بین‌المللی واحدها، که یک شکل بسط‌یافته سیستم MKS است در این کتاب استفاده شده است. در برخی موارد، واحدهای طول بر حسب متر (یا سانتی‌متر) و بر حسب فوت (یا اینچ) هستند. شماره‌های داخل پرانتز به معادلات اشاره دارند و آن‌هایی که داخل کروشه هستند به مراجع بر می‌گردند. برای تاکید، مهم‌ترین معادلات متن داخل کادر قرار داده شده‌اند. در برخی از فصل‌های اصلی کتاب، مهم‌ترین معادلات به صورت جدول‌هایی خلاصه شده‌اند.

مایلم از کسانی که در ویرایش اول و دوم این کتاب با پیشنهادات بسیار ارزشمند مرا یاری دادند، قدردانی کنم. نام آن‌ها در ویرایش‌های قبلی ذکر شده است. شایسته است از پیشنهادات ارزشمند و انتقادات سازنده، بازبینی‌کنندگان ویرایش سوم کتاب: دکتر استوارت ای. لانگ از دانشگاه هوستون، دکتر کریستوس کریستودلو از دانشگاه نیومکزیکو، دکتر لئو کمپل از ایالت میشیگان و دکتر سرجی ان. ماکارف از دانشگاه پلی‌تکنیک ورزستر تشکر کنم. در این جا لازم می‌دانم از تعدادی از دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد دانشگاه ایالتی آریزونا که بسیاری از برنامه‌های کامپیوتری MATLAB را نوشته‌اند، تقدیر کنم. برخی از برنامه‌های MATLAB برگردان برنامه‌های FORTRAN و ویرایش‌های قبلی کتاب هستند. اگرچه برخی از برنامه‌ها، جدید و برای اولین بار تهیه شده‌اند. اسامی دست‌اندرکار هر برنامه در آن برنامه ذکر شده است.

کنستانتین آ. بالانیس

دانشگاه ایالت آریزونا

## پیش‌گفتار مترجمین

نقش تعیین‌کننده آنتن در سیستم‌های مخابراتی بر کسی پوشیده نیست و وجود یک کتاب درسی جامع و مناسب برای دانشجویان رشته مهندسی برق برای درک مفاهیم و اصول آنتن و استفاده از آن‌ها برای تحلیل و طراحی انواع آنتن‌ها بسیار حائز اهمیت است.

کتاب حاضر ترجمه کتاب تنوری آنتن، تالیف یکی از اساتید نامی آنتن، پروفیسور کنستانتین آ. بالانیس است که نزدیک به چهار دهه در مراکز و دانشگاه‌های مختلف ایالات متحده، به تحقیق و تدریس پیرامون مباحث آنتن پرداخته است. از همان ابتدا سعی شد که جملات و به‌طور کلی متن کتاب، بدون از دست‌دادن محتوا و مفهوم اصلی آن‌ها، روان و در عین حال با دقت ترجمه شود. با این وجود، پس از تکمیل کار، کل کتاب بارها از جنبه‌های درک مطلب و نیز نگارش، بازخوانی و اصلاح شد تا در نهایت کم‌ترین ایراد و خطا را داشته باشد. هم‌چنین تلاش شده است ترکیب‌بندی‌ها و قالب‌بندی‌های متن کتاب اصلی حفظ شود و تا حد ممکن شکل ظاهری متن کتاب حاضر، مشابه متن کتاب اصلی باشد.

آنچه که بیان آن ضروری است این است که کتاب حاضر ترجمه ۱۲ فصل از ۱۷ فصل کتاب اصلی می‌باشد و این، به آن دلیل است که حجم کتاب اصلی برای ترجمه در قالب یک مجلد، بسیار سنگین می‌نمود و نامتعارف و نامعقول به نظر می‌رسید. بنابراین پس از مشورت و تحقیق و بررسی در چند دانشگاه معتبر تهران و همفکری با چند تن از مدرسان شناخته‌شده این ماده درسی، در گام نخست به ترجمه ۱۲ فصل از ۱۷ فصل کتاب بسنده شد تا حجم آن از حد متعارف تجاوز نکند و در عین حال محتوای کتاب نیاز علمی دانشجویان مهندسی برق را در دوره کارشناسی به‌طور کامل و در دوره کارشناسی ارشد تا حد ممکن، پوشش دهد. امید است در گام بعدی، ۵ فصل باقی‌مانده آن در قالب جلد دوم کتاب تئوری آنتن ارائه گردد.

پیشنهاد می‌کنیم برای شناخت بیشتر از محتوای کتاب و دیسک مولتی‌مدیای همراه آن، حتماً پیش‌گفتار مولف را بخوانید. در این جا لازم است از استاد گرامی، آقای مهندس محسن ابوتراب، به‌خاطر نظرات و پیشنهادات ارزشمند ایشان قدردانی شود. هم‌چنین شایسته است از خانم مهندس آزاده قاسمی برای همکاری ایشان در شروع کار تقدیر شود. از آقای مهندس فرید معمارزاده طهران که امکان چاپ این کتاب را فراهم آوردند و نیز از سرکار خانم مهدیه میرزائی که در پایان کار زحمت زیادی متقبل شدند، سپاسگزاری می‌شود.

در پایان اشاره می‌شود با توجه به این مهم که هیچ کاری خالی از ایراد نیست، پیشنهادات و انتقادات مفید خود را به آدرس پست الکترونیکی [antennabook\\_opinions@yahoo.com](mailto:antennabook_opinions@yahoo.com) ارسال فرمایید تا در ویرایش بعدی از آن بهره‌مند شویم.

دکتر فرخ آرزوم

مهندس صمد هدایتی

مهندس رقیه کریمزاده