طراحی و شبیه‌سازی یک آنتن دوقطبی جدید دوباندی مربوط به برچسب RFID

زهرا عارف دارابی[۱]، سکینه شیرازی تهرانی[۲]

[۱]دانشگاه آزاد اسلامی، واحد داراب، گروه برق، داراب، ایران ، **zahraaref@yahoo.com**

[۲]دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تیران، گروه برق، اصفهان، ایران، ***fars423@gmail.com***

چکیده

سیستم‌های شناسایی رادیویی، شناسایی اجسام را بدون استفاده از ابزار فیزیکی فراهم کرده است. هر سیستم از سه بخش برچسب، برچسب‌خوان و کامپیوتر میزبان تشکیل شده که وجود آنتن در برچسب‌ها برای شناسایی آنها توسط برچسب‌خوان لازم و ضروری می‌باشد. در این مقاله، یک آنتن دوقطبی مستطیل شکل منکسر(شکسته) با توانایی عملکرد در دو باند فرکانسی خیلی بالا و میکروویو طراحی شده است که با استفاده از برش‌های منکسر و قسمت مارپیچی فلزی موجود در طراحی، پهنای باند تلفات بازگشتی قابل اندازه‌گیری است و پهنای باند امپدانس بهره، قابل شبیه‌سازی می‌باشد. شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد الگوی تشعشعی آنتن تمام محدودهٔ باند فرکانسی خیلی بالا و میکروویو را خواهد پوشاند.

عبارت های کلیدی: سیستم شناسایی رادیویی، باند UHF و میکروویو، تلفات بازگشتی، الگوی تشعشعیH-plan و E-plan

۱-مقدمه

در سال‌های اخیر، ارتباط بی‌سیم و استفاده از تکنولوژی‌های شبکه‌ای به سرعت رشد کرده است به طوریکه امروزه بیشتر فروشگاه‌های بزرگ به استفاده از سیستم‌های شناسایی رادیویی (RFID) روی آورده‌اند. یک سیستم شناسایی رادیویی را می‌توان محصول تکنیک‌های متفاوتی همچون تکنیک مدار مجتمع، تکنیک کامپیوتری، تکنیک شناسایی و تکنیک ارتباطی دانست. برای این نوع سیستم‌ها، چهار نوع باند فرکانسی شامل فرکانس پایین $(100\,kHz \approx 500\,kHz)$، فرکانس بالا $(13.56\,MHz)$، فرکانس خیلی بالا $(860\,MHz \approx 960\,MHz)$ و فرکانس میکروویو $(2.45GHz)$عنوان شده است[۱]. دامنهٔ خواندن در باند فرکانسی پایین و بالا کمتر از ۰/۱ متر می‌باشد در حالی که دامنهٔ خواندن بیشتر و سرعت بالاتر با هزینهٔ کمتر در باند فرکانسی UHF و میکروویو فراهم می‌شود بنابراین انتخاب بهینهٔ مشخصه‌های آنتن طراحی شده برای کار کردن در این دو باند از اهمیت زیادی برخوردار است[۲].

هر سیستم RFID دارای برچسب، برچسب‌خوان و کامپیوتر میزبان می‌باشد که هر برچسب خود شامل یک آنتن به همراه ریزتراشه است[1]. آنتن‌های طراحی شدهٔ دوقطبی به صورت منحنی شکل بوده و به دلیل جهت الگوی تشعشعی مناسب و ساختار ساده، شکل مارپیچ و شکافدار، خاصیت القایی با قابلیت جذب بالا و اندازهٔ کوچک، برای برچسب RFID مناسب می‌باشند[۳]-[٦].

شکل منکسر [i] در آنتن پیشنهادی باعث ایجاد آنتنی با پهنای باند عریض یا آنتن چند باندی خواهد شد به طوریکه وجود چند شکستگی در شکل هندسی آنتن، پارامترهای آنتن را برای کاربردهای متفاوتی بهینه ساخته و سایز آنتن را کاهش می‌دهد که آنتن‌هایی با بهرهٔ مناسب ایجاد شده و می‌تواند در چندین باند فرکانسی عمل کند.

آنتن طراحی شده در این مقاله، آنتن دوقطبی منکسر است که پارامترهای مربوط به آنتن دوقطبی چاپ شده را که دارای باند فرکانسی باریک است برای کاربردهای باند دوگانهٔ RFID بهینه می‌سازد. در این مقاله ابتدا به طراحی این نوع آنتن پرداخته شده و سپس با

نرم‌افزار Ansoft HFSS شبیه‌سازی مربوط به تلفات بازگشتی [ii] و الگوی تشعشعی H-plan و E-plan در دو باند فرکانسی UHF و میکروویو انجام می‌گیرد.

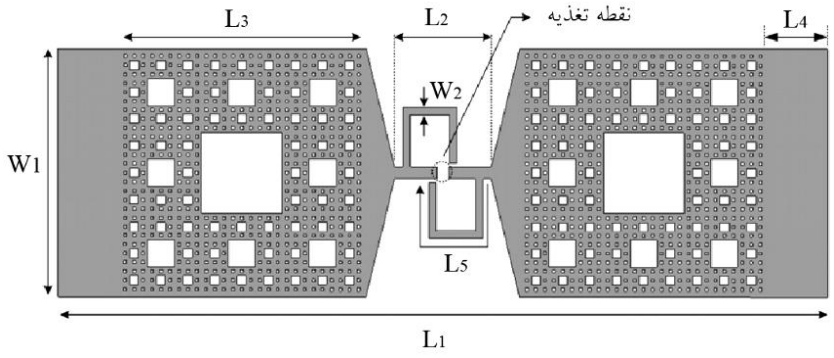
۲-طراحی آنتن

آنتن پیشنهادی دارای ابعاد $107.4\times33.2mm^2$ می‌باشد و به صورت یک مستطیل منکسر با حداکثر ارتفاع مایل $10.8mm$ و حداقل ارتفاع مایل $0.4mm$ طراحی شده به طوریکه یک جفت سطح مارپیچ فلزی با طول $24.7mm$ و عرض $1mm$ در آنتن در نظر گرفته شده است که در شکل ۱ دیده می‌شود.

اندازه‌های مناسب برای طراحی آنتن به صورت $L_1=107.4mm$ ، $L_4=12mm$ ، $L_3=31.6mm$ ، $L_2=9.4mm$ ، $L_5=24.7mm$ ، $W_1=33.2mm$ و $W_2=1mm$ در نظر گرفته که در شبیه‌سازی با نرم‌افزار Ansoft HFSS از آنها استفاده خواهد شد.

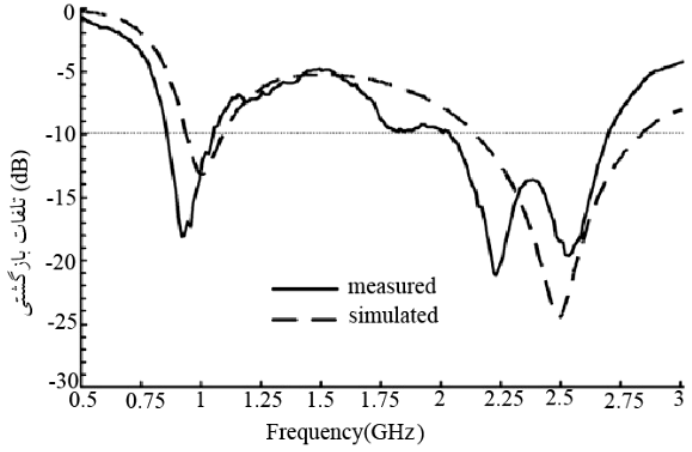
۳- شبیه‌سازی آنتن طراحی شده

تلفات بازگشتی تاثیر زیادی در پهنای باند آنتن دارد، بنابراین به عنوان یک فاکتور مهم در شبیه‌سازی به حساب می‌آید[۷].



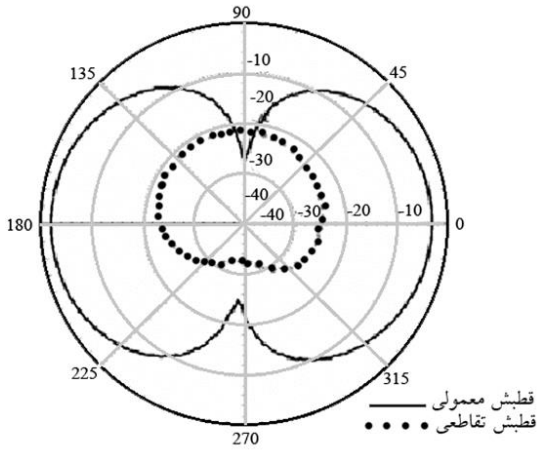
شکل ۱: شکل هندسی آنتن طراحی شده

شبیه‌سازی مربوط به تلفات بازگشتی آنتن دوقطبی طراحی شده در شکل۲ آمده است و همانطور که در شکل مشخص است نتایج شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده تقریباً مشابه است.

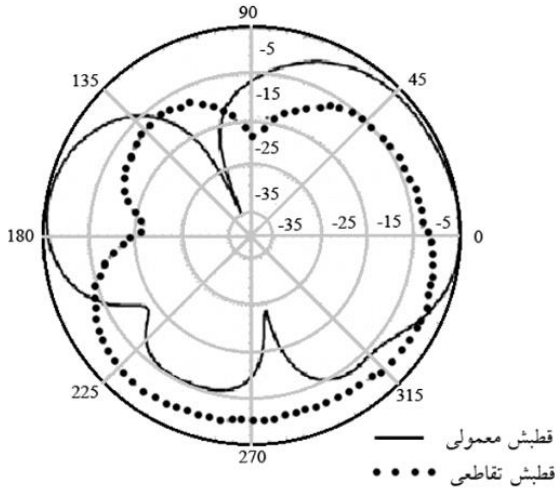


شکل ۲: تلفات بازگشتی شبیه‌سازی و اندازه‌گیری آنتن طراحی شده

این تلفات در بخش مستطیلی شکل منکسر با باند فرکانسی $850\,MHz \approx 1050\,MHz$ حدود $-10dB$ در اولین مد تشدید اندازه‌گیری می‌شود که شکستگی ایجاد شده در بخش مستطیلی تاثیر مهمی روی طیف باند عرضی دارد. اتصال مارپیچ نزدیک نقطهٔ تغذیه فاکتور مهمی برای ایجاد مد تشدید دوم در ناحیهٔ $2.02GHz \approx 2.69GHz$ به حساب می‌آید و امپدانس ورودی آنتن پیشنهادی را کاهش می‌دهد. آنتن طراحی شده هر دو مد تشدید را پوشش می‌دهد به طوریکه ۲۱ درصد مربوط به مد اول تشدید یا باند UHF و ۲۸.٤ درصد مربوط به مد تشدید دوم یا باند میکروویو می‌باشد. این تلفات با استفاده از تحلیل‌گر شبکهٔ برداری[iii] HP870C نیز قابل اندازه‌گیری است[۸]. الگوی تشعشعی E-Plan مربوط به آنتن طراحی شده در فرکانس 910MHz (باندUHF) و 2.45GHz (باند میکروویو) در شکل ۳ آورده شده است که سطوح قطبش تقاطعی آن در نهایت 24dB کمتر است.



(الف)



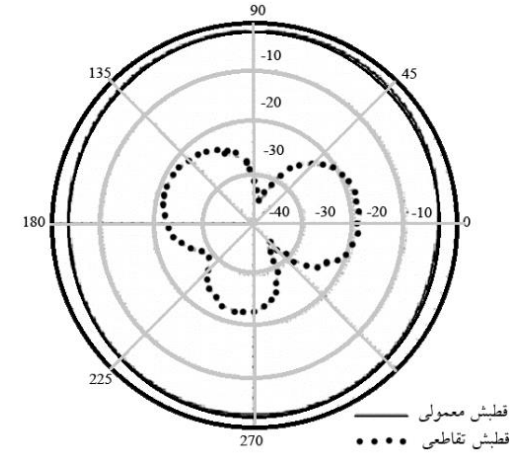
(ب)

شکل ۳: الگوی تابشی E-Plan آنتن پیشنهادی

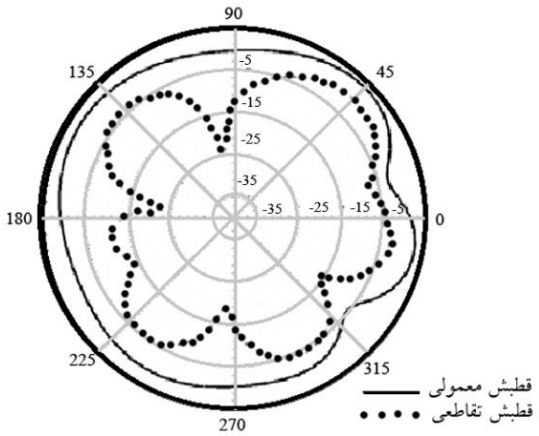
(الف) فرکانس 910MHz (ب) فرکانس 2.45GHZ

الگوی تشعشعی H-Plan که در شکل ٤ آمده است، یک الگوی همه‌جهتی در فرکانس 910MHz مربوط به باند UHF ارائه می‌کند ولی در فرکانس 2.45GHz باند میکروویو دارای مقدار کمی انحراف است. سطح قطبش تقاطعی الگوی تشعشعی H-

Plan در باند فرکانسی 910MHz به مقدار 34dB پایین‌تر است. بنابراین الگوهای تشعشعی به طور کلی تمام پهنای باند را در جهت مناسب می‌پوشاند.



(الف)

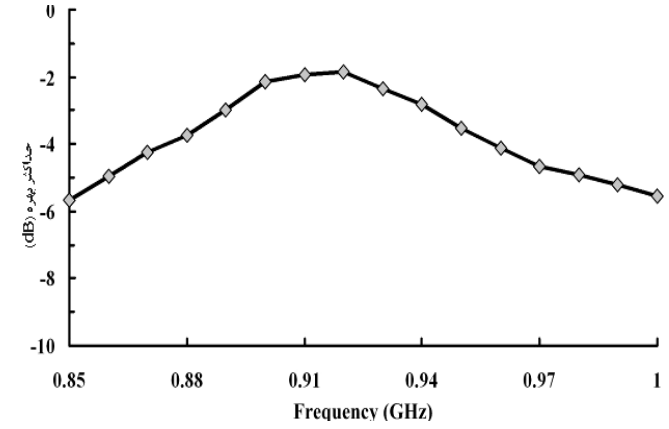


(ب)

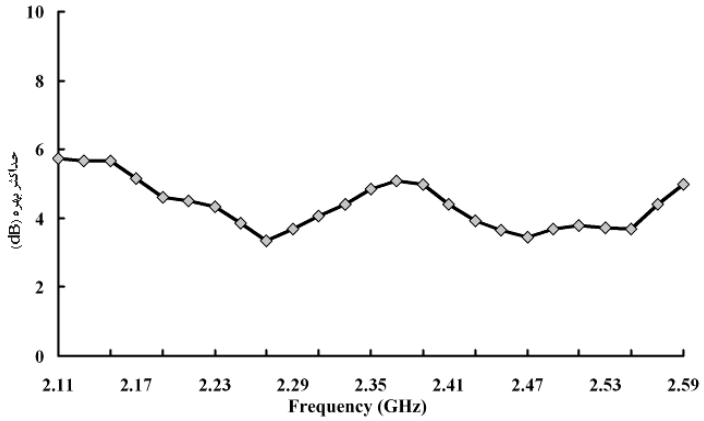
شکل٤: الگوی تابشی H-Plan آنتن پیشنهادی

(الف) فرکانس 910MHz (ب) فرکانس 2.45GHZ

بهرهٔ مربوط به آنتن طراحی شده در شکل ۵ آورده شده است که دامنهٔ تغییرات از 1.8dBi- تا 5.6dBi- در باند UHF و 3.3dBi تا 5.7dBi در باند میکروویو مشاهده می‌شود.



(الف)



(ب)

شکل ۵: بهرهٔ آنتن طراحی شده (الف) باند UHF (ب) باند میکروویو

٤- نتیجه‌گیری

آنتن‌های دوقطبی منکسر می‌توانند پهنای باند دوگانهٔ وسیعی داشته باشند و الگوی تشعشعی ثابت در محدودهٔ دو باند فرکانسی UHF و میکروویو ایجاد کنند. با بررسی ساختار آنتن‌های یک برچسب RFID مشخص شد ساختار تغذیه و منکسر، تاثیر زیادی روی پهنای باند و الگوی تشعشعی دارد. نتایج شبیه‌سازی نشان داد با انتخاب مناسب شکل منکسر و اتصال مارپیچ فلزی و تطبیق ابعاد آنها، پهنای باند عملکرد بهرهٔ آنتن و الگوهای تشعشعی ثابت قابل مشاهده است.

مراجع

[۱]عشوریان محسن، عارف دارابی زهرا ، "سیستم‌های شناسایی رادیویی(استانداردها و روش کیفیت‌سنجی)"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد مجلسی، سال ۱۳۸۸

[2] K. Finkenzeller, RFID Handbook, 2nd ed., John Wiley and Sons, NJ, United States, 2010.

[3] A. Ibrahiem, T. P. Vuong, A. Ghiotto, and S. Tedjini, “New design antenna for RFID UHF tags,” in Proc. IEEE AP-S’06, 2008, p. 1355– 1358.

[4] C. C. Chang, and Y. C. Lo, “Broadband RFID tag antenna with capacitively coupled structure,” Electron Lett., vol. 42, pp. 1322–1323, Nov.2009.

[5] L. Ukkonen, M. Schaffrath, D. W. Engels, L. Sydanheimo, and M. Kivikoski, “Operability of folded microstrip patch-type tag antenna in the UHF RFID bands within 865-928 MHz,” IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 5, pp. 414–417, Dec.2011.

[٦]عارف دارابی زهرا ، شیرازی تهرانی سکینه " تحلیل و بررسی محدودیت‌های موجود در طراحی برچسب‌های کوچک سیستم شناسایی رادیویی باند UHF "، اولین همایش ملی برق، دانشگاه آزاد اسلامی خمین‌شهر، آذر ماه ۱۳۸۹

[7] S. Jeon, Y. Yu, and J. Choi, “Dual-band slot-coupled dipole antenna for 900MHz and 2.45GHz RFID tag application,” Electron Lett., vol. 42, pp. 1259–1260, October. 2009

[8] D.Molnar and D . Wagner . "Privacy Security in Library RFID" Issues ACM CCS04 Architectures, pages 210 – 219 , October 2010

[i] - Fractal
[ii] - Return Loss
[iii] - Vector Network Analyzer