

به کارگیری الگوریتم MLPSO در پردازش اندازه‌گیری آنتن به روش

میدان نزدیک مسطح

سمیه چمانی^{۱*}، حدیثه ناساری^۲، سید محسن ابوتراب^۳

۱- استادیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۲- دانشجوی دکتری دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی،

۳- مربی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی آزمایشگاه آنتن دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

(دریافت ۹۲/۴/۲۴، پذیرش ۹۲/۱۱/۱)

چکیده

در سال‌های اخیر، با حرکت به سمت فرکانس‌های بالا، اندازه‌گیری الگوی تابشی میدان دور آنتن‌های بزرگ به صورت مستقیم در اتاق‌های بدون انعکاس با خطا همراه شده و استفاده از روش‌های اندازه‌گیری میدان نزدیک، یک ضرورت است. در این مقاله، از اندازه‌گیری میدان نزدیک به روش مسطح، برای استخراج الگوی تابشی میدان دور یک آنتن بشقابی، و برای کاهش خطای ناشی از قطع کردن تبدیل فوریه که در تبدیل میدان نزدیک - میدان دور (NF-FF) متداول با آن مواجه هستیم، از روش جریان مغناطیسی معادل (EMC) استفاده شده است که منجر به حل یک مسئله پراکندگی معکوس می‌شود. برای حل این مسئله پراکندگی معکوس، از یک نسخه محلی اصلاح‌شده الگوریتم بهینه‌سازی گروهی ذرات (MLPSO) استفاده می‌شود که پیچیدگی‌های حل معادله انتگرالی و محاسبه تابع گرین - که اغلب در مسائل پراکندگی معکوس به کار می‌رود - را ندارد. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی در مقایسه با (NF-FF)، در بازه زاویه‌ای گسترده‌تری، پاسخ‌های دقیق‌تر را به دست می‌دهد.

واژه‌های کلیدی:

آنتن، اندازه‌گیری میدان نزدیک، بهینه‌سازی گروهی ذرات محلی اصلاح‌شده (MLPSO)، تبدیل میدان نزدیک - میدان دور، روش جریان مغناطیسی معادل (EMC)

۱- مقدمه

اندازه‌گیری میدان نزدیک به سه روش مسطح، استوانه‌ای و کروی انجام می‌شود که هر یک مزایا و معایب خاص خود را دارند. در این میان، نوع مسطح ارزان‌تر بوده، و سرعت بیشتر و قابلیت تنظیم راحت‌تری دارد. اما اشکال آن این است که گلبرگ‌های فرعی دور را دقیق به دست نمی‌آورد و در نتیجه، برای اندازه‌گیری آنتن‌های با گین بالا مناسب است [۱].

در این پژوهش که در آزمایشگاه آنتن دانشگاه خواجه نصیر انجام شده است، روش مسطح برای اندازه‌گیری الگوی تابشی، یک آنتن بازتابنده سهموی در فرکانس ۵GHz به کار رفته است. برای تبدیل میدان نزدیک به میدان دور (NF-FF)^۱، از روش جریان مغناطیسی معادل (EMC)^۱ استفاده شده [۲ و ۳]، همچنین برای محاسبه جریان مغناطیسی معادل، یک

به‌طور کلی الگوی تابشی هر آنتن را می‌توان به دو روش میدان نزدیک و میدان دور اندازه گرفت. برای انتخاب هر کدام از این دو روش در یک کاربرد خاص، ملاحظات متفاوتی وجود دارد. اما در حالت کلی می‌توان گفت که روش میدان دور برای کاربردهای فرکانس پایین - وقتی که الگوی تابشی در صفحات ساده، و روش میدان نزدیک برای کاربردهای فرکانس بالا و وقتی الگوی تابشی کامل و پلاریزاسیون مورد نظر است - مناسب هستند [۱].

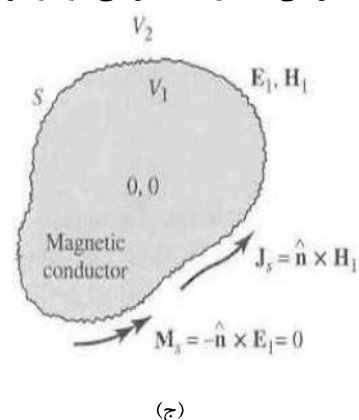
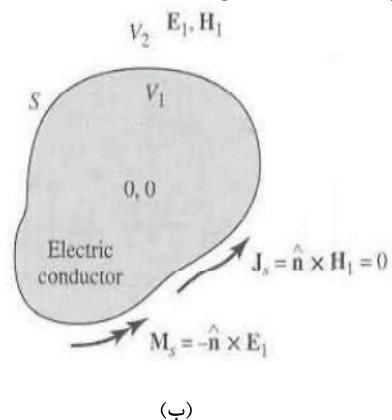
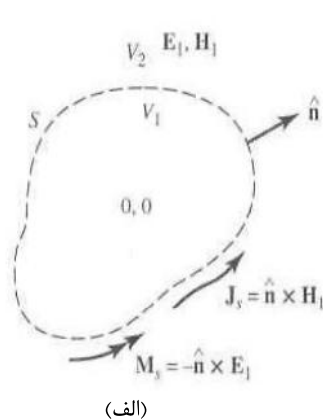
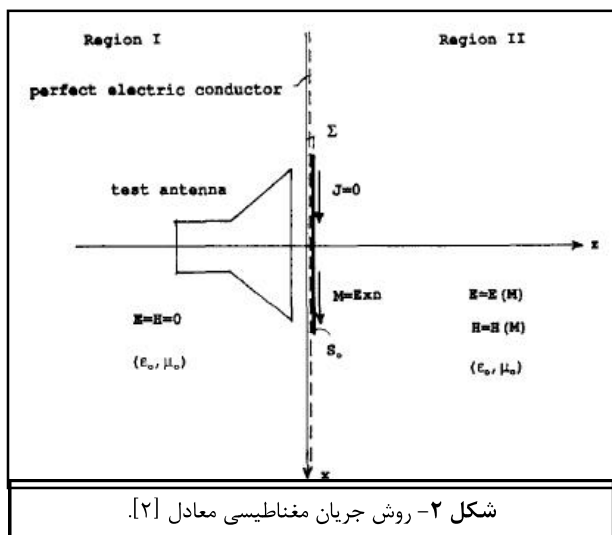
در سال‌های اخیر با توجه به استفاده از فرکانس‌های بالا، نیاز به اندازه‌گیری مشخصات آنتن با استفاده از روش میدان نزدیک بیش از پیش احساس می‌شود.

1- Near-field to far-field (NF-FF)

* رایانامه نویسنده پاسخگو: chamaani@eetd.kntu.ac.ir

با PMC پر شود اثر جریان مغناطیسی معادل M_s صفر می‌شود.

انتخاب مناسب این سطح فرضی، در حل مسائل آنتن بسیار مهم است. در مورد آنتن‌های پنجره‌ای، این سطح فرضی را می‌توان به صورت صفحه‌ای موازی دهانه آنتن که تا بی‌نهایت ادامه دارد و فضا را به دو نیم‌فضا تقسیم می‌کند در نظر گرفت (سطح در شکل ۲). در این شکل، از صورت دوم قضیه هم‌ارزی استفاده شده است. یعنی اثر صفر است و فقط باید جریان مغناطیسی معادل را روی کل سطح فرضی محاسبه کنیم. از طرفی، با استفاده از تقریب نور هندسی، می‌توان فرض کرد که فقط بخشی از سطح که توسط پرتوهای خروجی از دهانه آنتن روشن می‌شود میدان الکتریکی را دریافت می‌کند و میدان در بقیه نقاط صفر است. در نهایت بر اساس قضیه تصاویر، جریان



شکل ۱- صورت‌های مختلف قضیه هم‌ارزی: (الف) شکل کلی قضیه هم‌ارزی، (ب) داخل سطح با PEC پر شده است و (ج) داخل سطح با PMC پر شده است [۵].

نسخه محلی اصلاح‌شده از الگوریتم بهینه‌سازی گروهی ذرات (MLPSO) [۴] به کار رفته است.

نتایج نشان می‌دهد که الگوی تابشی حاصل از تبدیل NF-FF به روش پیشنهادی ما و الگوی تابشی میدان دور که به صورت مستقیم اندازه‌گیری شده است، در بیم اصلی و گلبرگ‌های فرعی نزدیک به بیم اصلی از تطبیق خوبی برخوردارند. همچنین بازه زاویه‌ای که الگوی تابشی میدان نزدیک و میدان دور با هم تطبیق دارند، در تبدیل NF-FF به کاررفته در این مقاله، نسبت به تبدیل متداول NF-FF که بر مبنای تبدیل فوریه صفحه اندازه‌گیری است، افزایش یافته است.

۲- تبدیل میدان نزدیک به میدان دور

ایده استفاده از میدان نزدیک اندازه‌گیری شده برای رسیدن به الگوی میدان دور، بر مبنای اصل هویگنس است که در آن، میدان‌های یک جبهه موج، خود مانند منابع ثانویه برای تولید میدان دور عمل می‌کنند. بر این اساس، طبق قضیه هم‌ارزی می‌توان میدان‌های مماسی مغناطیسی و الکتریکی روی یک سطح فرضی را به ترتیب به منابع جریان الکتریکی و مغناطیسی تبدیل و تشعشعات آنها را محاسبه نمود. چون میدان‌های داخلی این سطح را صفر فرض می‌کنیم، می‌توان آن را با هادی الکتریکی کامل (PEC) و یا هادی مغناطیسی کامل (PMC) پرکرد [۵]. این سه حالت، در شکل (۱) نشان داده شده‌اند. در صورتی که محیط داخل سطح با PEC پر شود، اثر جریان الکتریکی معادل J_s صفر می‌شود و در صورتی که محیط داخل

به این ترتیب، قبل از تبدیل NF-FF باید یک مسئله پراکندگی معکوس را برای محاسبه جریان مغناطیسی روی S_0 کرد. راه حل متداول برای حل مسائل پراکندگی معکوس، تشکیل معادله انتگرالی، یافتن تابع گرین و حل معادله به روش ممان است که فرآیندی بسیار پیچیده دارد. به طور خلاصه مسئله معکوس تابش از جریان مغناطیسی EMC به صورت زیر فرمول بندی می‌شود [۳]:

$$E(r) = -\iint \nabla M(r') \times (r, r') ds' \quad (2)$$

که $E(r)$ بردار میدان الکتریکی در نقطه میدان نزدیک r ، $M(r')$ نشان‌دهنده EMC در نقطه منبع r' عملگر گرادیان و $g(r, r')$ تابع گرین سه بعدی است. برای حالت مسطح، معادله انتگرالی (۲) را می‌توان بر حسب مؤلفه‌های مماسی به صورت زیر جدا کرد:

$$E_x = \frac{-1}{4\pi} \iint_{S_0} \left[\frac{1+jk_0R}{R^3} \right] \times z \times e^{-jk_0R} \times M_y(x', y') dS_0 \quad (3)$$

$$E_y = \frac{-1}{4\pi} \iint_{S_0} \left[\frac{1+jk_0R}{R^3} \right] \times z \times e^{-jk_0R} \times M_x(x', y') dS_0 \quad (4)$$

که M_x و M_y را می‌توان با N پالس دو بعدی تقریب زد و انتگرال‌ها را به صورت ماتریسی زیر درآورد:

$$[E_x]_{P \times 1} = [G]_{P \times N} [M_y]_{N \times 1} \quad (5-الف)$$

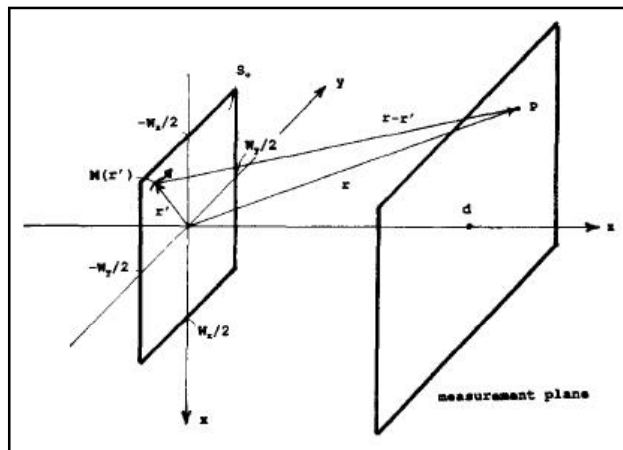
$$[E_y]_{P \times 1} = [G]_{P \times N} [M_x]_{N \times 1} \quad (5-ب)$$

که N ، تعداد پچ‌های جریان به کاررفته برای تعریف EMC، P تعداد نقاط اندازه‌گیری و G ماتریس ممان است. هدف این است که مؤلفه‌های EMC که تابش آنها بیشترین شباهت به تابش آنتن تحت آزمایش را دارد پیدا کنیم به طوری که در P نقطه میدان آن برابر میدان اندازه‌گیری شده باشد. برای حل معادله بالا، در [۶] روشی پیشنهاد شد که علاوه بر پیچیدگی، ناپایداری غیر قابل پیش‌بینی هم داشت. در مقابل، روشی که در این مقاله به کار می‌بریم، استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی تکاملی است [۳]. ویژگی اساسی الگوریتم‌های تکاملی این است که یک مسئله معکوس را که راه حل بسیار پیچیده‌ای دارد به یک سری از مسائل مستقیم که هر کدام راه حل بسیار ساده‌ای دارد تبدیل می‌کند و در طی چند تکرار، بهترین پاسخی که

مغناطیسی معادل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$M_s = 2E \times n \quad (1)$$

بر اساس روابطی که در کتاب‌های پایه الکترومغناطیس وجود دارد، الگوی تابشی میدان دور، تبدیل فوریه میدان سطح S_0 است [۵]. اما اگر S_0 از دهانه آنتن فاصله داشته باشد، فرض صفر شدن میدان در ناحیه غیر روشن، فرض دقیقی نیست و تبدیل فوریه‌ای که فقط به سطح S_0 اعمال شود، خطای قطع کردن را خواهد داشت که سبب می‌شود الگوی تابشی میدان دور فقط در اطراف بیم اصلی دقیق به دست آید. بنابراین برای کاهش خطا، مطابق شکل (۳)، دو سطح در نظر می‌گیریم: یک سطح که اندازه‌گیری روی آن انجام می‌شود و یک سطح S_0 که این بار S_0 روی دهانه آنتن قرار دارد. در روش‌های متداول تبدیل میدان نزدیک به میدان دور، از میدان‌های روی صفحه اندازه‌گیری تبدیل فوریه گرفته می‌شود. همان‌طور که گفتیم چون این صفحه محدود است با خطای قطع کردن همراه است. اما در روش جریان مغناطیسی معادل، میدان‌های روی روزنه S_0 به دست آمده و از آنها تبدیل فوریه گرفته می‌شود که خطای قطع کردن در آن بسیار پایین‌تر از خطای قطع کردن در صفحه اندازه‌گیری خواهد بود (چون طبق نور هندسی فقط دهانه روشن است). البته در این روش نیز در مرحله به دست آوردن میدان‌های روی S_0 با توجه به الگوریتم به کاررفته، تعداد نقاط روی و تعداد نقاط اندازه‌گیری خطا صفر نخواهد شد. اما نتایج به دست آمده از [۲] و مقاله حاضر نشان می‌دهد که این خطا به مراتب کمتر از خطای قطع کردن در تبدیل فوریه است.



شکل ۳- اسکن مسطح میدان نزدیک [۲].

باشد و بالانویس t ، شماره تکرار را مشخص کند، به این ترتیب در نسخه بهترین جهانی ذرات جمعیت با استفاده از دو معادله زیر به روز می‌شوند:

$$v_i^{t+1}(j) = \omega * v_i^t(j) + c_1 * rand * (k_i^t(j) - m_i^t(j)) + c_2 * rand * (k_g^t(j) - m_i^t(j)) \quad (8)$$

$$m_i^{t+1}(j) = m_i^t(j) + v_i^{t+1}(j) \quad (9)$$

که در آن، $v_i^t(j)$ و $m_i^t(j)$ سرعت و مکان فعلی ژامین بعد از i امین ذره، $rand$ یک متغیر تصادفی یکنواخت در بازه $[0, 1]$ ، c_1 و c_2 ثابت‌های مثبت که ضرایب شتاب نامیده می‌شوند و ω وزن اینرسی هستند. معادله‌های (۸) و (۹) مربوط به نسخه $gbest$ الگوریتم PSO است. در نسخه $lbest$ ، جمله $k_g^t(j)$ با $k_j^t(j)$ جایگزین می‌شود [۷].

الگوریتم PSO از نظر مفهومی ساده، از نظر محاسباتی کارآمد و به راحتی قابل پیاده‌سازی کردن است، اما در مورد مسایل پیچیده چند مدی ممکن است عملکرد رضایت‌بخشی نداشته باشد. تاکنون اصلاحاتی برای بهبود عملکرد PSO ارائه شده است [۴]. در این مقاله از یک نسخه اصلاح‌شده $lbest$ برای رفع مشکل همگرایی زودرس PSO ارائه می‌شود که در بخش بعد توضیح داده خواهد شد.

۳-۱- بهینه‌سازی گروهی ذرات با همسایگی محلی

اصلاح‌شده (MLPSO)

گیر افتادن در تله کمینه محلی، نقطه ضعف بسیاری از الگوریتم‌های تکاملی است. در نسخه اولیه PSO یا ($gbest$)، همه ذرات در جمعیت از یک ذره (بهترین ذره فعلی جمعیت) تبعیت می‌کنند، هرچند که این ذره از نقطه بهینه واقعی دور باشد. اما در نسخه‌های جستجوی محلی ($lbest$) ذرات فقط اطلاعات مربوط به خود و همسایگی محلی خود را دارند و اطلاعات مربوط به کل جمعیت را ندارند. الگوریتم‌های $lbest$ قسمت بیشتری از فضای مورد نظر را جستجو می‌کنند و نسبت به تله‌های کمینه محلی مقاوم‌تر هستند. علاوه بر سرعت پایین الگوریتم‌های $lbest$ ، در مورد

شرایط مسئله را برآورده می‌کند پیدا می‌کند. یکی از این الگوریتم‌ها که سرعت همگرایی بالایی دارد، الگوریتم MLPSO است که در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد. در این الگوریتم، بردار M که در (۶) بیان شده و شامل اندازه و فاز جریان مغناطیسی در پچ‌هاست، بهینه می‌شود. تابع هزینه مطابق (۷) تعریف می‌شود و هدف این است که با بهینه کردن بردار (۶)، تابع (۷) کمینه شود؛ یعنی اختلاف بین میدانی که بردار M تولید می‌کند ($E_p(M)$) با میدان نزدیک اندازه‌گیری شده ($E_p(nf)$) تا جای ممکن کم شود.

$$M = \left(\begin{array}{c} |M_{x1}|, \arg(M_{x1}), \dots, |M_{xN}|, \arg(M_{xN}) \\ |M_{y1}|, \arg(M_{y1}), \dots, |M_{yN}|, \arg(M_{yN}) \end{array} \right) \quad (6)$$

$$F = P - \sum_{p=1}^P \frac{1}{1 + |E_p(nf) - E_p(M)|^2} \quad (7)$$

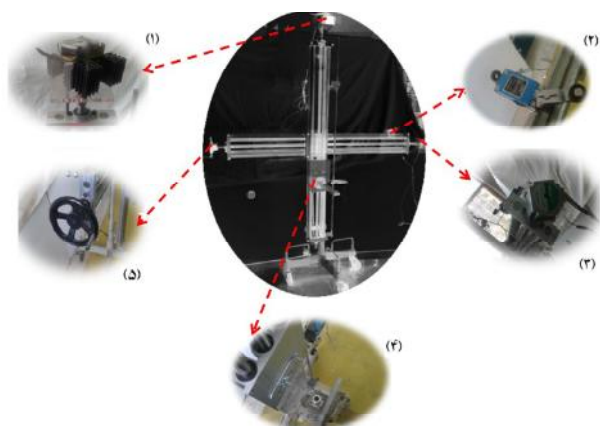
۳- الگوریتم بهینه‌سازی

الگوریتم PSO، یک الگوریتم جمعیت‌بنیان است که از طریق مدل کردن حرکت دسته‌ای از پرندگان [۷]، به یافتن پاسخ بهینه می‌پردازد. PSO با جمعیتی از پاسخ‌های تصادفی (ذره‌ها) که در یک فضای جستجوی چندبعدی پرواز می‌کنند، آغاز می‌شود. به هر ذره در PSO، یک سرعت قابل تغییر تخصیص داده می‌شود. به علاوه، هر ذره حافظه‌ای دارد که در آن، بهترین تجربه‌ای که ذره در طول جستجو تا زمان فعلی داشته است ذخیره می‌شود. ذرات تمایل دارند که در طول فرآیند بهینه‌سازی به سمت محل‌های بهتر حرکت کنند. بنابراین، حرکت آنها شتابی به سوی بهترین تجربه شخصی هر ذره و نیز شتابی به سوی بهترین تجربه موجود در همسایگی آن ذره خواهد داشت. بر اساس نوع همسایگی، دو نسخه اولیه از الگوریتم PSO تعریف شدند: همسایگی جهانی ($gbest$) و همسایگی محلی ($lbest$).

فرض کنید که فضای جستجو، D بعدی باشد و i امین ذره جمعیت را با یک بردار مکان D بعدی $M_i = (m_{i1}, m_{i2}, \dots, m_{iD})^t$ نشان دهیم، سرعت این ذره با یک بردار D بعدی دیگر $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD})^t$ نشان داده می‌شود. بهترین تجربه ذره i ام با بردار $k_i = (k_{i1}, k_{i2}, \dots, k_{iD})^t$ نشان داده می‌شود. فرض کنید g شماره بهترین ذره در جمعیت

جدول ۱- شبه کد الگوریتم MLPSO

۱. مقداردهی اولیه: تقسیم جمعیت کل (Npop) به NL همسایگی مساوی که عضو مشترک ندارند.
تخصیص موقعیت و سرعت تصادفی در فضای D بعدی جستجو برای هر ذره
۲. شروع حلقه
۳. محاسبه وزن اینرسی مربوط به تکرار tام مطابق رابطه روبرو:
$\omega(t) = \omega_{\max} - \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\max_iter} t$
۴. شناسایی ذره‌ای در جمعیت همسایگان که بهترین موقعیت را تجربه کرده است و لحاظ کردن آن با عنوان بهترین ذره با اندیس lbest برای هر همسایگی
۵. شناسایی بهترین تجربه شخصی هر ذره با اندیس pbest _i
۶. تغییر سرعت و موقعیت ذره بر اساس تساوی زیر در هر بعد:
$v_i = \omega(t) \times v_i(t-1) + c_1 \times rand \times (m_{pbest_i} - m_i(t-1)) + c_2 \times rand \times (m_{lbest} - m_i(t-1))$
$m_i(t) = m_i(t-1) + v_i(t)$
۷. پایان حلقه در صورت برآورده شدن شرط لازم



شکل ۴- تصویر دستگاه نمونه‌بردار، پروب و سایر اجزای جانبی.

تکرار می‌شود. قطعه نشان‌داده‌شده با شماره (۲) به‌منظور تنظیم صفر، قطعه شماره (۴) نمونه‌بردار و قطعه شماره (۵) به‌منظور حرکت دستی نمونه‌بردار قرار داده شده است.

فاصله صفحه نمونه‌برداری از آنتن ۵۰ cm است. پارامترهای به‌کاررفته در الگوریتم MLPSO عبارت‌اند از: تعداد همسایگی‌ها NL=۱۰، حداکثر تکرار: max_iter=۳۰۰، تعداد پج‌هایی که روی صفحه EMC در نظر گرفته می‌شود برابر است با N=۳۳. زمان اجرای برنامه بر روی یک رایانه با مشخصات RAM=۸GByte و پردازنده ۴ هسته‌ای ۴/۲GHz حدود ۴۰

مسایل پیچیده چند مدی همچنان مشکل کمینه محلی وجود دارد. برای غلبه بر این مشکل، ما الگوریتم اصلاح‌شده lbest را پیشنهاد کردیم [۴]. تفاوت این الگوریتم (MLPSO) با lbest این است که در MLPSO همسایگی‌ها عضو مشترکی ندارند. بنابراین اگر ذرات یک همسایگی در تله یک بهینه محلی گیر کنند، ذرات دیگر همسایگی‌ها متاثر نخواهند شد. بنابراین، شانس پیدا کردن بهینه جهانی افزایش پیدا خواهد کرد. شبه کد الگوریتم MLPSO در جدول (۱) آمده است.

۴- نتایج

در این پژوهش، الگوی تابشی یک بازتابنده سهموی با قطر دهانه ۶۵cm و فاصله کانونی ۲۴cm با استفاده از نمونه‌برداری مسطح میدان نزدیک در فرکانس ۵GHz محاسبه می‌شود. ابعاد صفحه نمونه بردار، ۹۸cm × ۱۰۰cm است که فاصله نقاط نمونه‌برداری ۲cm است. پروب نمونه بردار، یک موجبر استاندارد در باند (۵-۸GHz) است (شکل ۴).

سیستم نمونه‌برداری به‌صورت کاملاً نرم‌افزاری و خودکار هدایت می‌شود. موتور نشان‌داده‌شده در شکل (۴) با شماره (۳) برای حرکت افقی نمونه‌بردار، و موتور شماره (۱) به‌منظور حرکت عمودی نمونه‌بردار است. در ابتدا نمونه‌برداری با گام‌های مشخص از پایین به بالا صورت می‌گیرد. در گام افقی بعدی، نمونه‌برداری از پایین به بالا صورت گرفته و این فرآیند

دقیقه است.

هدف اصلی، مقایسه روش تبدیل پایه NF-FF و روش پیشنهادی EMC-MLPSO می‌باشد که از روی همین نتایج امکان پذیر است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، الگوی تابشی حاصل از روش به‌کاررفته در این مقاله، EMC-MLPSO در بازه زاویه‌ای گسترده‌تری با نتایج میدان دور تقریبی تطبیق دارد. به‌طوری‌که بیم اصلی و دو گلبرگ فرعی اولیه را به‌خوبی به‌دست می‌دهد. عدم دقت در گلبرگ‌های فرعی دور، علاوه‌بر عدم دقت خود الگوی میدان دور اندازه‌گیری شده، تا حدی از نتایج طبیعی نمونه‌برداری مسطح است که با روش‌هایی مانند نمونه‌برداری در صفحات اضافی می‌توان این مسئله را بهبود بخشید [۳]. در مقابل، تبدیل پایه NF-FF فقط لوب اصلی را به‌دست می‌دهد و از دقت پایینی برخوردار است. البته برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر، علاوه‌بر نکات فوق، مسائلی مانند شرایط دما و اثر پروب نیز باید لحاظ شود.

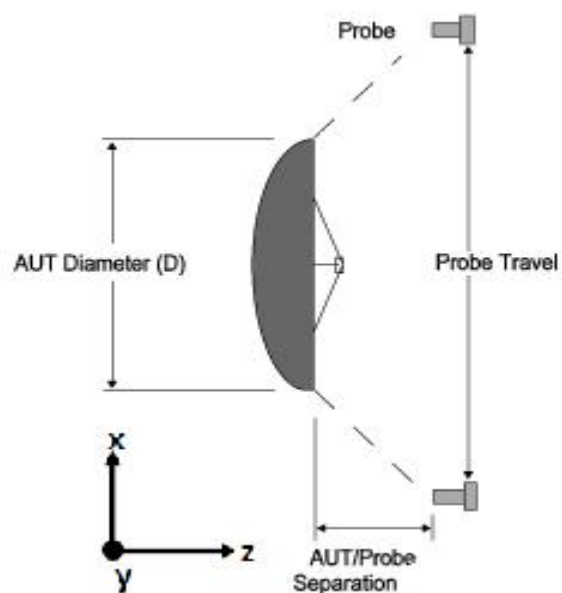
۵- نتیجه‌گیری و کارهای آتی

در این پژوهش، الگوی تابشی میدان دور یک آنتن رفلکتور سهموی با روش میدان نزدیک مسطح اندازه‌گیری شد. برای افزایش دقت، از روش جریان مغناطیسی معادل استفاده شد و برای حل معادله انتگرالی، نسخه اصلاح‌شده‌ای از الگوریتم MLPSO مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی EMC-MLPSO در گلبرگ اصلی و دو گلبرگ فرعی اولیه از دقت خوبی برخوردار است. برای بهبود نتایج در گلبرگ‌های فرعی بیشتر، می‌توان در چندین صفحه مسطح در اطراف آنتن تحت آزمایش به‌صورت متعام نمونه‌برداری را انجام داد.

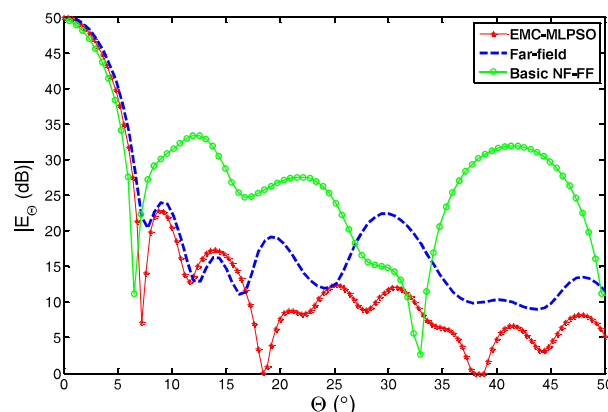
مراجع:

- [1] Near-field, Nearfield Systems Inc.
- [2] Petre P. and Sarkar, T. K. "Planar near-field to far-field transformation using an equivalent magnetic current approach," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 40, no. 11, pp. 1348-1356, Nov. 1992.
- [3] Perez J. R. and Basterechea, J. "comparison of different heuristic optimization methods for near-field antenna measurements," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 55, no. 3, pp. 549-555, Mar. 2007
- [4] Chamaani, S., Mirtaheri, S.A., and Shooredeli M. A., "Design of very thin wideband electromagnetic absorber using modified local best particle swarm optimiza-

نتایج الگوی تابشی در صفحه yoz (مطابق شکل (۵))، در شکل (۶) به سه روش مقایسه شده است. منحنی با نشانگر دایره‌ای، حالتی را نشان می‌دهد که در تبدیل پایه NF-FF که همان تبدیل فوریه از صفحه اندازه‌گیری است، حاصل می‌شود و منحنی با نشانگر ستاره‌ای، حاصل الگوریتم پیشنهادی در این مقاله را نشان می‌دهد. منحنی خط‌چین نتایج الگوی تابشی میدان دور که مستقیماً اندازه‌گیری شده است را نشان می‌دهد. البته حداقل فاصله لازم برای اندازه‌گیری میدان دور آنتنی با ابعاد داده‌شده، حدود ۱۲ متر می‌باشد که در اتاق آنتن دانشگاه خواجه نصیر چنین فاصله‌ای امکان‌پذیر نیست. بنابراین، نتایج اندازه‌گیری میدان دور چندان دقیق نیست. اما در این مقاله



شکل ۵- نحوه قرارگیری آنتن و پروب نمونه بردار.



شکل ۶- مقایسه الگوی تابشی آنتن با روش‌های مختلف

- tion,” *Internat J Electron Commun (AEU)*, vol. 62, pp.549–56. 2008.
- [5] Balanis, C. A., *Antenna Theory, Analysis and Design* New Jersey: Wiley, 2005.
- [6] Sarkar, T. K., and Taaghola, A., “Near-field to near/far-field transformation for arbitrary near-field geometry utilizing an equivalent current and MoM,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 47, no. 3, pp. 566–573, Mar. 1999.
- [7] Kennedy, J., and Eberhart, R. C., “Particle swarm optimization,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Neural Netw.*, Perth, Australia, Dec. , vol. 4, pp. 1942–1948, 1995

Applying MLPSO Algorithm in the Computations of Antenna Measurement Based on Planar Near-Field Method

Somayyeh Chamaani^{*1}, Hadiseh Nasari², Seyed Mohsen Abootorab³

1- Assistant Professor of K. N. Toosi University of Tech.

2- PhD student of K. N. Toosi University of Tech.

3- Lecturer of K. N. Toosi University of Tech. Antenna Lab., K. N. Toosi University of Tech.

Abstract

Use of high frequencies in recent years, has made direct antenna measurement in anechoic chambers an inaccurate method for large antennas. In recent years, measuring far-field radiation patterns of large antennas directly in anechoic chambers has made some errors due to use of high frequencies. So, near-field measurement has become a necessity. In this paper, planar near-field measurement is applied in order to extract the far-field radiation pattern of a parabolic reflector. To mitigate Fourier transform truncation error which occurs in conventional near-field to far-field (NF-FF) transformation, we use equivalent magnetic current (EMC) method. Using EMC method leads to an inverse scattering problem so that modified local best particle swarm optimization (MLPSO) has been used to solve it. In most of inverse scattering problems, MLPSO is much simpler than usual methods of integral equation solving which need Green's function calculation. The results show that, compared to basic NF-FF transformations, the method presented here gives more accurate results in a wider angular range.

Keywords: Antenna, near-field measurement, particle swarm optimization (PSO), near-field to far-field transformation (NF-FF), equivalent magnetic current (EMC) method.