

فصل ۱- پیاده سازی نرم افزار طراحی آنتن	۶
۱-۱- مقدمه	۶
۱-۲- تعریف مسئله	۶
۱-۳- اطلاعات اولیه هندسی و الکترومغناطیسی	۹
۱-۴- تعیین نقاط نشانه روی و نقطه مداری	۱۲
۱-۵- پارامترهای هندسی و الکترومغناطیسی	۱۶
۱-۵-۱- پارامترهای هندسی، پراکنده ساز	۱۷
۱-۵-۲- پارامترهای هندسی، سطح	۱۹
۱-۵-۳- پارامترهای هندسی، ریم	۱۹
۱-۵-۴- پارامترهای هندسی، دستگاه های مختصات	۲۰
۱-۵-۵- پارامترهای هندسی، اختلال سطح	۲۰
۱-۵-۶- پارامترهای الکتریکی، فرکانس	۲۰
۱-۵-۷- پارامترهای الکتریکی، تغذیه	۲۱
۱-۵-۸- پارامترهای الکتریکی، روش آنالیز	۲۲
۱-۵-۹- پارامترهای الکتریکی، فضای حل مسئله	۲۲
۱-۵-۱۰- پارامترهای پیشفرض هندسی	۲۲
۱-۶- تعیین فرامین اجرایی	۲۵
۱-۷- نتایج برای طراحی یک نمونه آنتن چندتغذیه ای برای ایران	۲۷

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱. صفحه اولیه اجرای برنامه ۷
- شکل ۲-۱. انتخاب حالت تعریف شده برای تعریف مسئله ۹
- شکل ۳-۱. مقادیر اولیه هندسی و الکترومغناطیسی مسئله ۱۰
- شکل ۴-۱. مقادیر اولیه هندسی و الکترومغناطیسی مسئله در حالت تغذیه چندتایی ۱۱
- شکل ۵-۱. تعریف نقطه نشانه روی با استفاده از لیست کشورها ۱۳
- شکل ۶-۱. تعریف نقطه نشانه روی با استفاده از گزینه نقشه ۱۴
- شکل ۷-۱. تعریف نقطه نشانه روی با استفاده از گزینه نقشه و گزینه های مرتبط ۱۵
- شکل ۸-۱. طراحی بهینه برای ایران با تغذیه به صورت بیم مدادی ۱۶
- شکل ۹-۱. طراحی نمونه برای ایران با هجده آنتن تغذیه، به همراه موقعیت تغذیه ها ۱۶
- شکل ۱۰-۱. درخت اشیای هندسی و الکتریکی ۱۷
- شکل ۱۱-۱. پارامترهای هندسی، پراکنده ساز ۱۸
- شکل ۱۲-۱. پارامترهای هندسی، پراکنده ساز، رفلکتور ۱۸
- شکل ۱۳-۱. پارامترهای هندسی، سطح ۱۹
- شکل ۱۴-۱. پارامترهای هندسی، ریم ۱۹
- شکل ۱۵-۱. پارامترهای هندسی، دستگاه مختصات ۲۰
- شکل ۱۶-۱. پارامترهای الکتریکی، تغذیه ۲۲
- شکل ۱۷-۱. پارامترهای پیشفرض برای سطح سهموی ۲۳
- شکل ۱۸-۱. پارامترهای پیشفرض برای ریم بیضوی ۲۴
- شکل ۱۹-۱. پارامترهای پیشفرض برای دستگاه مختصات ۲۵
- شکل ۲۰-۱. دستورات اجرایی برنامه ۲۶
- شکل ۲۱-۱. موقعیت جغرافیایی ایران ۲۷

- شکل ۱-۲۲. کشور ایران در مختصات El و Az آنتن ماهواره از زاویه ۴۰ درجه شرقی. ۲۷
- شکل ۱-۲۳. پوشش کشور ایران توسط بیم‌های محلی از نقطه مداری ۴۰E. ۲۸
- شکل ۱-۲۴. موقعیت تغذیه‌ها جهت پوشش کشور ایران از نقطه‌ی مداری ۴۰E. ۲۹
- شکل ۱-۲۵. پترن حاصل از بیم‌های محلی. ۲۹
- شکل ۱-۲۶. پترن حاصل از بهینه‌سازی با الگوریتم ژنتیک. ۳۰

فهرست جداول

جدول ۱-۱. ابعاد آنتن بازتابنده با انتخاب ورودی های ذکر شده در بالا ۲۸

فهرست اختصارات

PO	Physical Optics
PTD	Physical Theory of Diffraction
GO	Geometrical Optics
GTD	Geometrical Theory of Diffraction
GEO	Geostationery earth orbit
dB	decibel

فصل ۱- پیاده سازی نرم افزار طراحی آنتن

۱-۱- مقدمه

در این فصل به توضیح گام به گام نرم افزار طراحی آنتن در محیط اپلیکیشن متلب پرداخته میشود. روندی که برای نوشتن برنامه دنبال شده است بصورتی است که در ابتدا نوع مسئله تعریف میشود، سپس به تعریف هندسه مسئله پرداخته میشود. در ادامه با توجه به کاربردهای ماهواره ای، طراحی های پروژه تا این فاز، به تعریف نقطه مداری و نقطه یا نقاط نشانه روی رسیده و سپس تمامی اشیای مسئله با توجه به شی گرا بودن کدها، در درخت اشیا می آیند که قابلیت ویرایش آنها دیده شده است. در انتها اشیای مربوط به فرمان ها از جمله فرمان های اولیه مانند محاسبه میدان و یا فرمان های بهینه سازی برای تعیین روش، و همچنین فرمان های مرتبط با نتایج کار، که مشخص کننده خروجی نهایی برنامه می باشند آمده است. از جمله مزایای این محیط قابلیت ایجاد فایل با فرمت .exe است، که می توان این فایل را به همراه هسته پردازشی متلب در یک فایل متمرکز نمود و در سیستمی که حتی متلب بر روی آن نصب نیست برنامه را اجرا نمود.

۱-۲- تعریف مسئله

در ابتدا که برنامه اجرا شود، با صفحه ای مطابق آنچه در شکل ۱-۱ می آید مواجه میشویم. همانطور که در شکل قابل مشاهده است، برای تعریف مسئله نیاز به مشخص نمودن چهار مورد زیر است

- سیستم رفلکتور، که میتواند به صورت رفلکتور تکی یا دوگانه و یا حالت حلقه متمرکز باشد.
- نوع پترن آنتن، که میتواند به صورت شکل داده شده و پترن غیر شکل داده شده باشد.
- سیستم تغذیه، که میتواند به صورت تغذیه تکی و چندتایی باشد.

- سیستم کاربردی، که میتواند به صورت کاربرد ماهواره ای و یا غیر آن تعریف بشود. در فاز اول پروژه، حالت رفلکتور تکی با بیم شکل داده شده به همراه آنتن تغذیه تکی و با کاربرد ماهواره ای طراحی شد. در این فاز حالت رفلکتور تکی با پترن شکل داده شده اما این بار با استفاده از آرایه فیدها برای کاربرد ماهواره ای طراحی شده است.

شکل ۱-۱. صفحه اولیه اجرای برنامه

در برنامه برای فعال شدن گزینه next باید یک مود از حالاتی که برنامه برای آن قابل اجراست فعال بشود که تا کنون دو حالت برای آن تعبیه شده است که حالاتی هستند که در این دو فاز از پروژه انجام شده

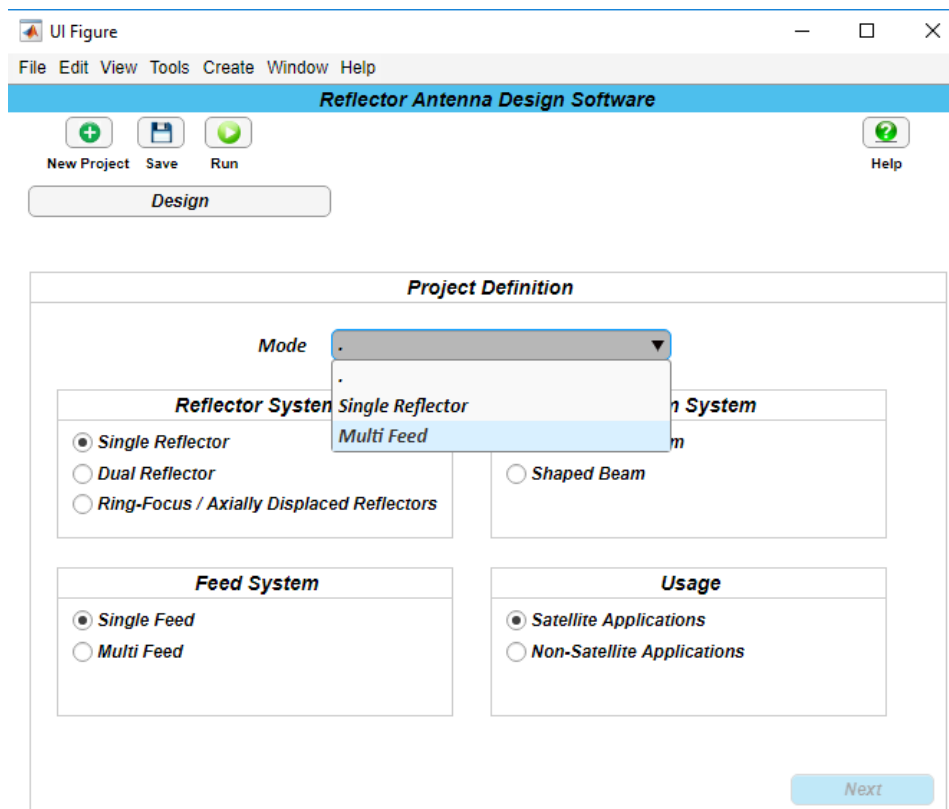
اند. با انتخاب مود که در شکل زیر نشان داده شده است، گزینه next فعال میشود بعلاوه تمامی اشیای مرتبط با آن حالت ساخته میشود که به شرح ذیل میباشد.

اشیا مربوط به تعریف هندسه مسئله شامل:

- Scatterer که شامل یک رفلکتور است
- Surface که شامل یک سطح سهمی است
- Rim که شامل یک منحنی بیضوی است
- Coordinate System که شامل یک دستگاه مختصات است.

و همچنین اشیای مربوط به تعریف الکترومغناطیسی مسئله شامل:

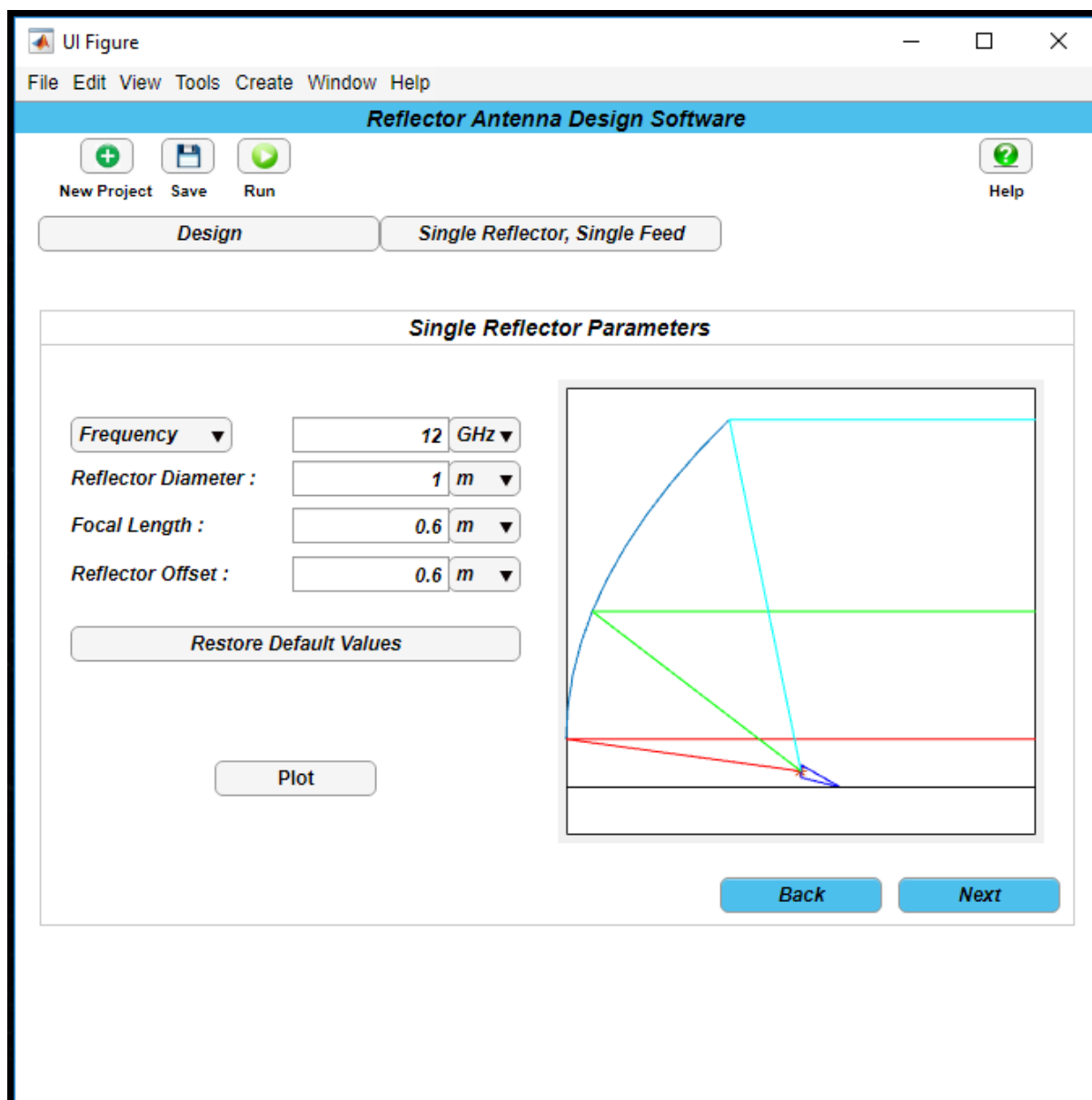
- فرکانس، که می تواند یک تک فرکانس یا مجموعه ای از فرکانس ها و یا بازه ی فرکانسی برای آن تعریف نمود.
- تغذیه، که در حالت تغذیه تکی یک شی پترن تعریف میشود و در حالت تغذیه چندتایی علاوه بر پترن یک شی آرایه نیز تعریف میشود که در آن اطلاعات مربوط به موقعیت این تغذیه ها ذخیره میشود.
- روش تحلیل، که شامل روش نور فیزیکی می باشد تا این قسمت از پروژه البته در گام های بعدی پروژه این روش ها قابل ارتقا بوده و میتوان علاوه بر PO روش های PTD, GO, GTD را نیز اضافه کرد.
- فضای حل مسئله، که شامل یک کات یا یک شبکه نقاط می باشد که در آن نقاط می بایست میدان محاسبه و استخراج بشود.



شکل ۲-۱. انتخاب حالت تعریف شده برای تعریف مسئله

۳-۱- اطلاعات اولیه هندسی و الکترومغناطیسی

در مرحله دوم، اطلاعات اولیه هندسی از جمله قطر آنتن، میزان آفست و فاصله کانونی به همراه فرکانس یا طول موج مقدار دهی میشوند همانند آنچه در نسخه فاز اول ارائه شد. در شکل ۱-۳ شمای کلی این مرحله از گرفتن اطلاعات توسط نرم افزار برای تعریف مسئله آمده است. اطلاعاتی که در این قسمت به مسئله داده میشوند میتوانند با گزینه رسم شکل، در پنجره ای که در این پنل برای آن تعبیه شده است، شماتیکی دیده بشوند. گزینه ای تحت عنوان بازگشت به تنظیمات اولیه نیز دیده شده است که با این گزینه میتوان مقادیر را به حالت اولیه بازگرداند. گزینه فرکانس به صورتی است که میتوان حالت فرکانس یا طول موج را بسته به نظر کاربر فعال نمود.



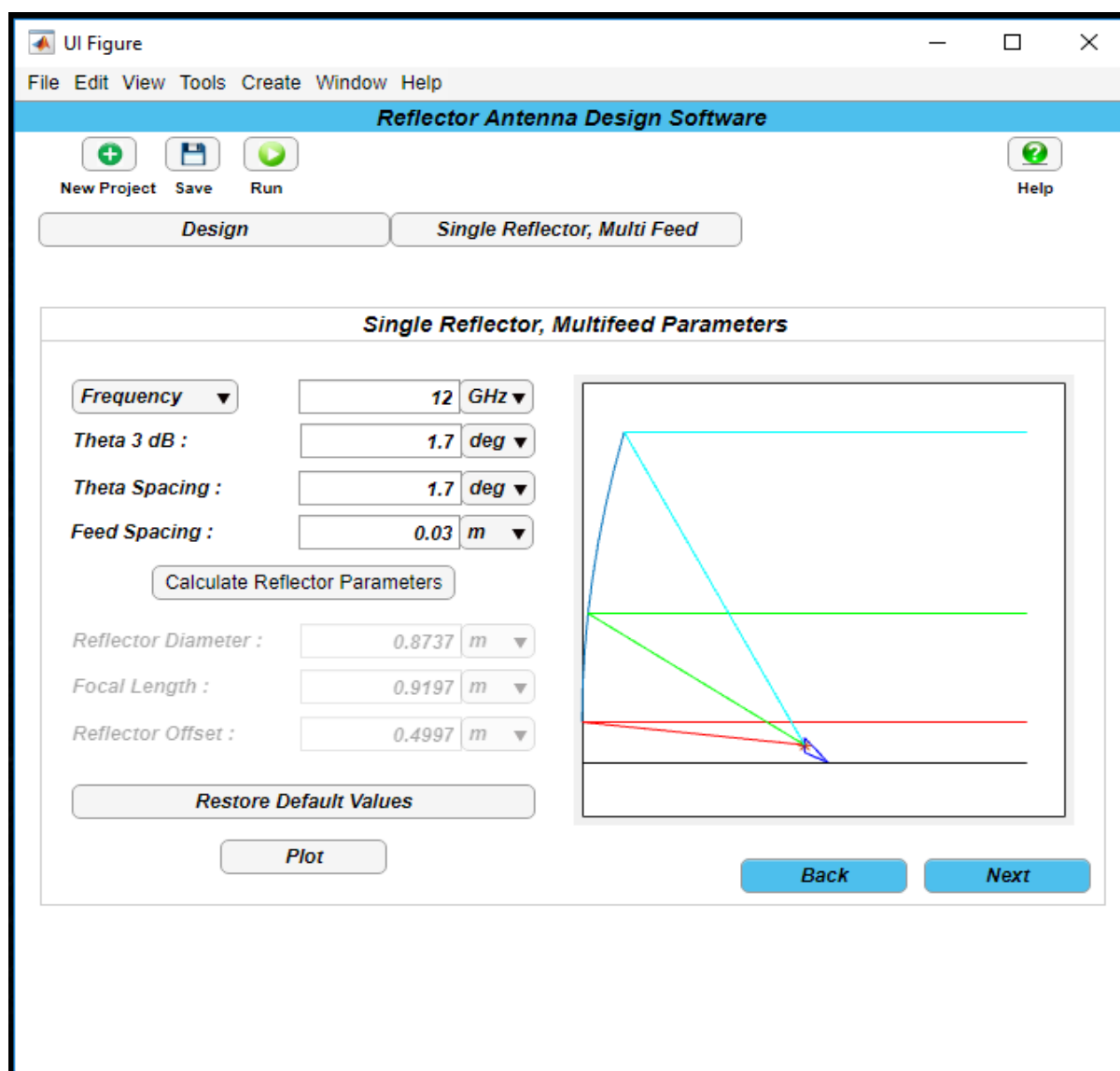
شکل ۳-۱. مقادیر اولیه هندسی و الکترومغناطیسی مسئله

در حالت انتخاب تغذیه چندتایی در پنجره اول در تعریف مسئله، صفحه ای که در نرم افزار به نمایش در می آید، مطابق شکل ۱-۴ تفاوت نسبت به قبل ناشی از مقادیری است که در حالت تغذیه چندتایی برای آرایه تغذیه ها داریم. اطلاعات اولیه لازم جهت یافتن هندسه بهینه آنتن رفلکتور، عبارتند از

- Theta_Spacing
- Theta_3dB
- Feed_Spacing

که این پارامترها در گزارش طراحی به روش چندتغذیه ای به صورت مفصل توضیح داده شده اند، بعلاوه روابط حاکم برای یافتن سه پارامتر هندسی مهم که عبارتند از قطر آنتن رفلکتور، فاصله کانونی و مقدار

آفت. با انتخاب دکمه ای که ذیل سه پارامتر اصلی در حالت چندتغذیه ای داریم، تحت عنوان محاسبه پارامترهای هندسی مسئله، هندسه بهینه مسئله محاسبه میشود و به کاربر نمایش داده میشود. کاربر میتواند با انتخاب گزینه رسم شکل، شماتیک قرارگیری فیدها و رفکتور را مطابق شکل زیر ببیند. همانطور که در شکل زیر آمده است حالت ویرایش برای پارامترهای هندسی غیرفعال شده زیرا هدف جلب توجه کاربر به بهینه بودن این مقادیر است، هرچند در قسمت چهارم که در ادامه می آید، کاربر این توانایی را دارد که این پارامترها را هرچه دلخواهش است قرار بدهد هرچند که این مقدار دلخواه مقداری بهینه نباشد.



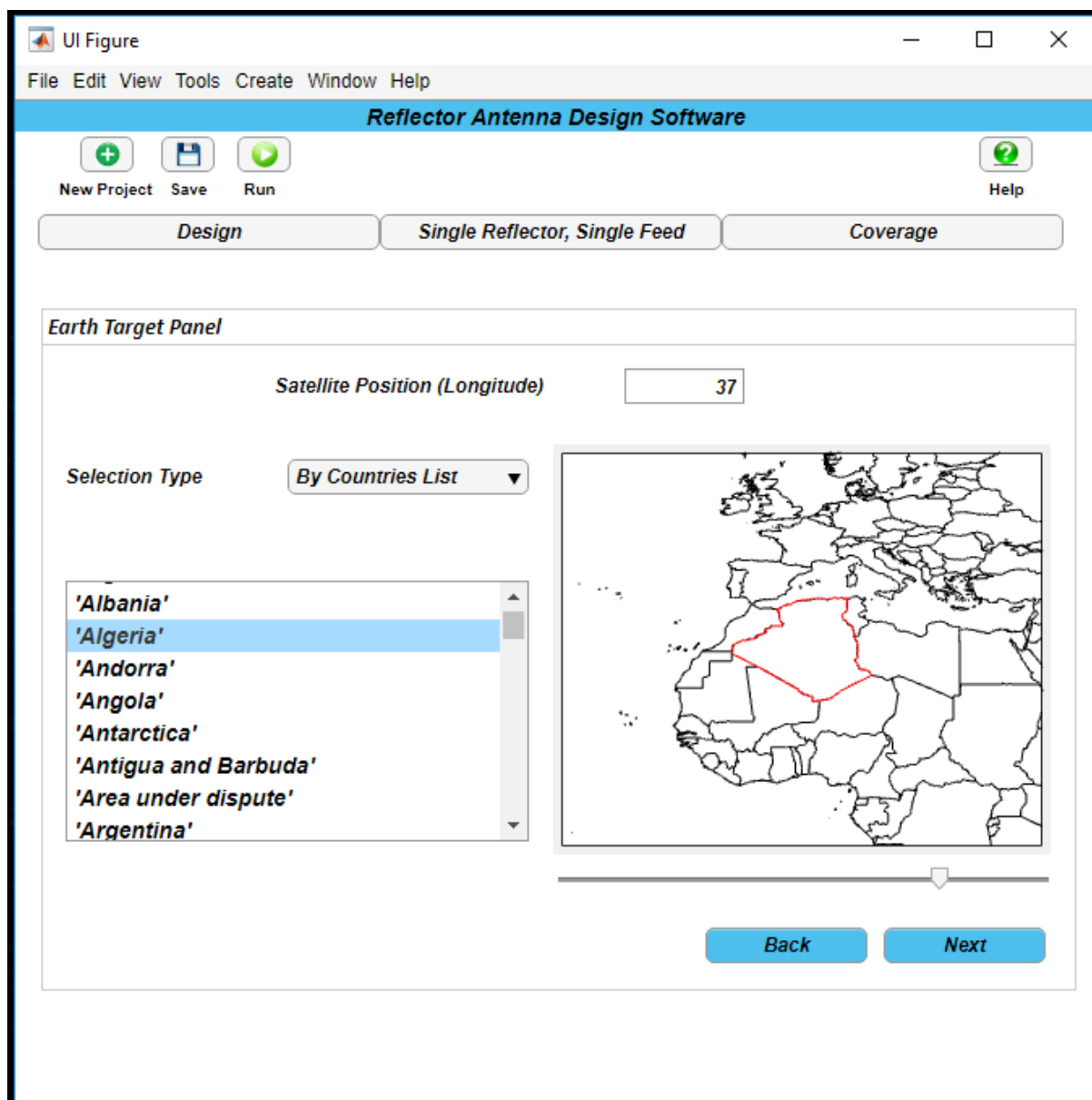
شکل ۴-۱. مقادیر اولیه هندسی و الکترومغناطیسی مسئله در حالت تغذیه چندتایی

با انتخاب گزینه بعدی در این قسمت کار تعریف هندسه و الکترومغناطیس اولیه مسئله نهایی میشود. تنها یک نکته که باید ذکر شود این است که در حالت کلی، یافتن هندسه بهینه، وابسته به نقطه مداری و

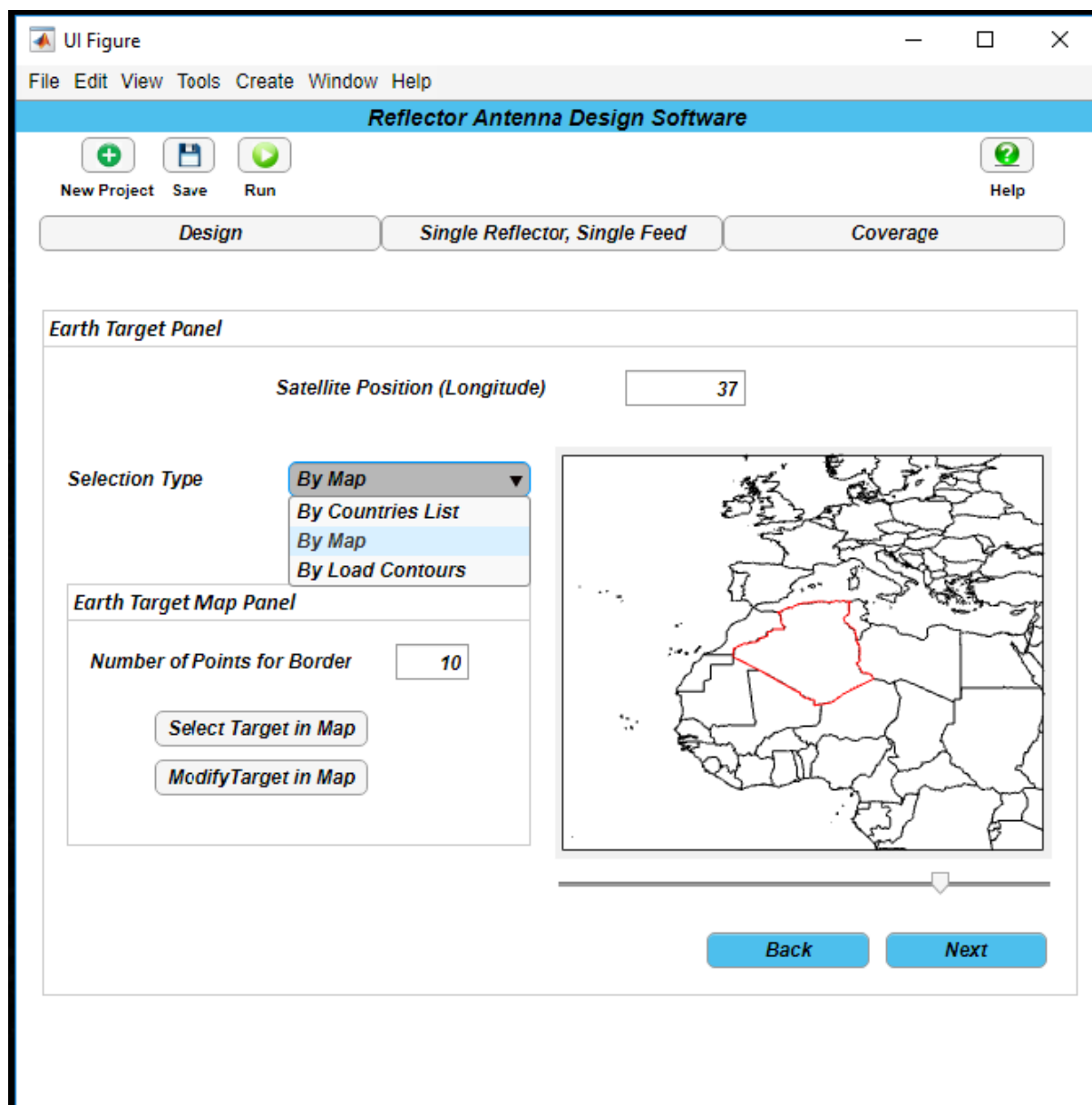
نقطه نشانه روی نیز میباشد، که در گام بعدی که نقطه مداری و نشانه روی تعریف می شوند، این مقادیر دوباره آپدیت خواهند شد.

۴-۱- تعیین نقاط نشانه روی و نقطه مداری

در گام بعدی، هدف تعریف نقطه مداری و نقطه نشانه روی است، پنجره ای که برای این امر در نظر گرفته ایم، به صورتی است که نقطه نشانه روی که همان هدف روی کره زمین است، به صورت گرافیکی و همچنین انتخاب از لیست کشورها قابل تعریف باشد. مطابق شکل ۱-۵ انتخاب از روی لیست کشورها صورت میگیرد، یک نوار زوم و بزرگنمایی زیر شکل دیده شده است که بتوان هدف را به صورت دلخواه به نمایش در آورد. در بالای پنجره نقطه مداری قابل تعریف است که در شکل زیر زاویه ۳۷ درجه برای موقعیت ماهواره در نظر گرفته شده است.



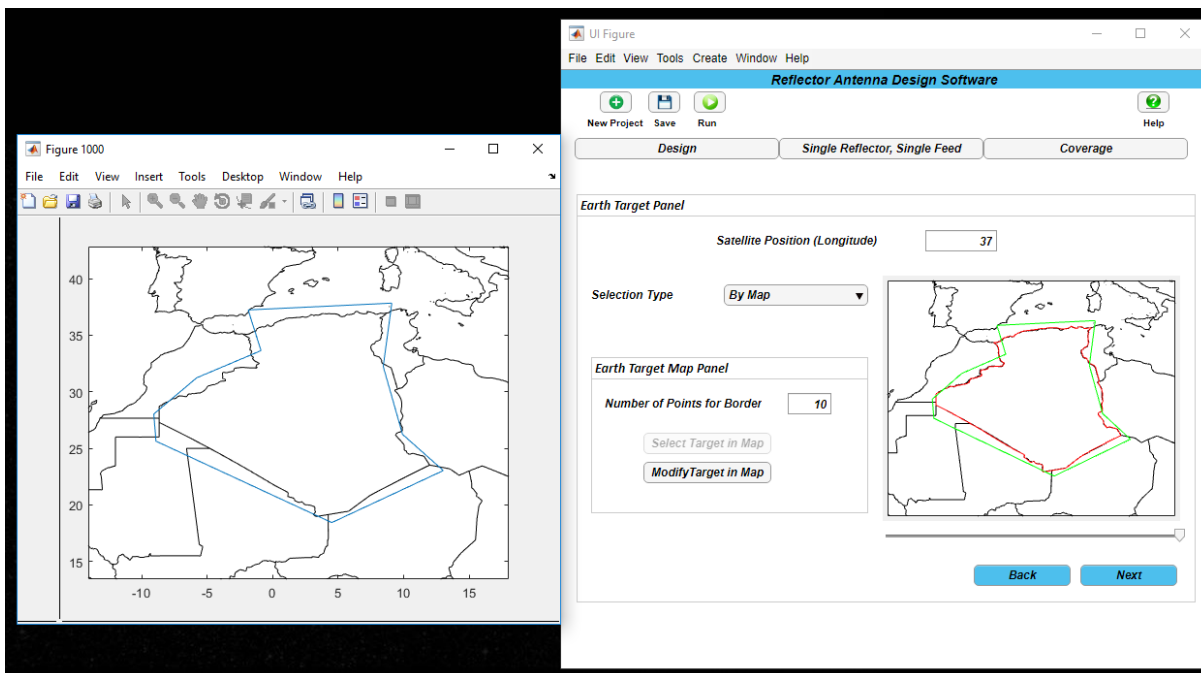
شکل ۵-۱. تعریف نقطه نشانه روی با استفاده از لیست کشورها



شکل ۶-۱. تعریف نقطه نشانه روی با استفاده از گزینه نقشه

همانطوری که در شکل ۶-۱ نمایش داده شده است، قابلیت انتخاب هدف نشانه روی با سه روش در نرم افزار دیده شده است، البته روش سوم که انتخاب بوسیله کانتورها و بارگذاری آنهاست با توجه به ملاحظات که برای داده ها باید در نظر گرفت فعلا غیر فعال است. در حالت انتخاب گزینه بوسیله نقشه، نقاطی که برای مرز باید وارد شود در پنلی نمایش داده میشوند که بصورت پیشفرض مقدار ۱۰ نقطه را دارد. اگر گزینه انتخاب هدف از روی نقشه را برگزینیم و ده نقطه را وارد نماییم، سپس گزینه اصلاح را انتخاب نماییم شکل ۷-۱ نشان داده خواهد شد، که در سمت چپ شکلی برای وارد کردن گرافیکی نقاط مشاهده میشود، و شکل سمت راست همان نرم افزار است. نقاط قرمز رنگ، کشور الجزیره است که توسط لیست کشورها در بالا انتخاب شده است، نقاط سبز رنگ، نقاطی است که با استفاده از گزینه انتخاب هدف با نقشه (تعداد ۱۰

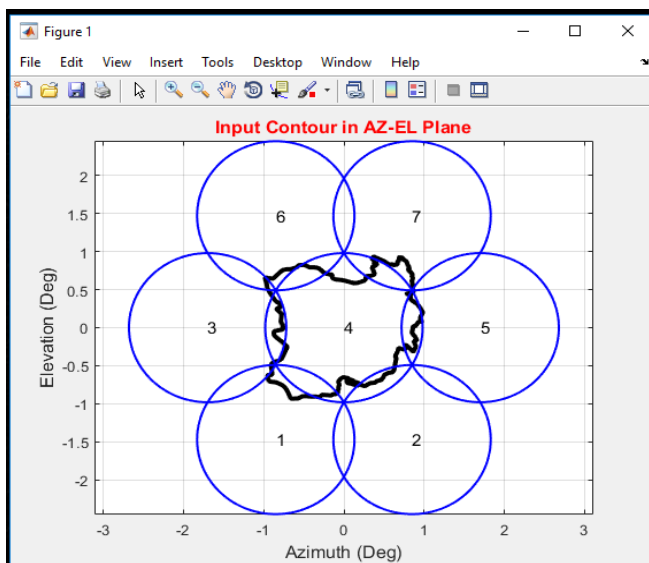
نقطه) بدست آمده است، که این شکل اولیه که انتخاب شده است در سمت چپ با انتخاب گزینه اصلاح نقاط میتواند با دقت بالاتری انتخاب شود.



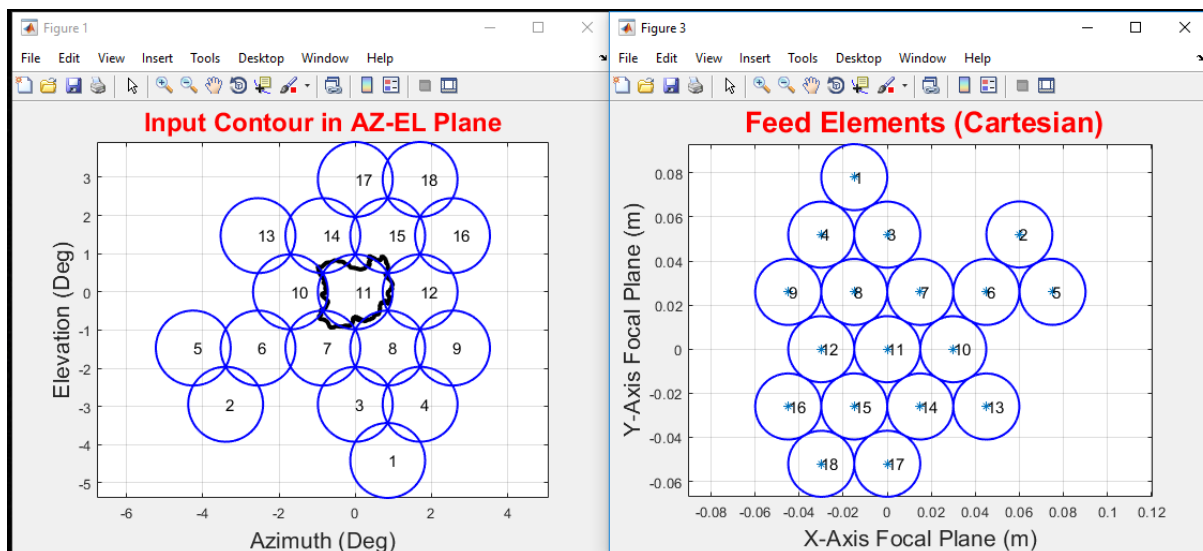
شکل ۷-۱. تعریف نقطه نشانه روی با استفاده از گزینه نقشه و گزینه های مرتبط

همانطور که از شکل ها نتیجه میشود، انتخاب نقاط در روش گرافیکی با توجه به نقشه ای که در حالت اولیه در پنجره پوشش Coverage آمده است صورت میگیرد، اگر روی این نقشه اولیه زوم نماییم انتخاب نقاط در حالت گرافیکی در نقشه ای زوم شده صورت خواهد گرفت.

در حالت چندتغذیه ای نرم افزار تعداد فیدهای بهینه به همراه چیدمان آنها را محاسبه می نماید، که در شکل ۸-۱ این طراحی بوسیله هفت آنتن تغذیه با بیم مدادی نشان داده شده است. در نرم افزار قابلیت حذف و یا اضافه کردن به این بیم ها وجود دارد، که کاربر با توجه به نیاز خود می تواند هدف تغییر بدهد. برای نمونه در شکل ۹-۱ همین طراحی با اضافه کردن یازده بیم دیگر آمده که تغییرات را میتوان در آن دید.



شکل ۸-۱. طراحی بهینه برای ایران با تغذیه به صورت بیم مدادی



شکل ۹-۱. طراحی نمونه برای ایران با هجده آنتن تغذیه، به همراه موقعیت تغذیه ها

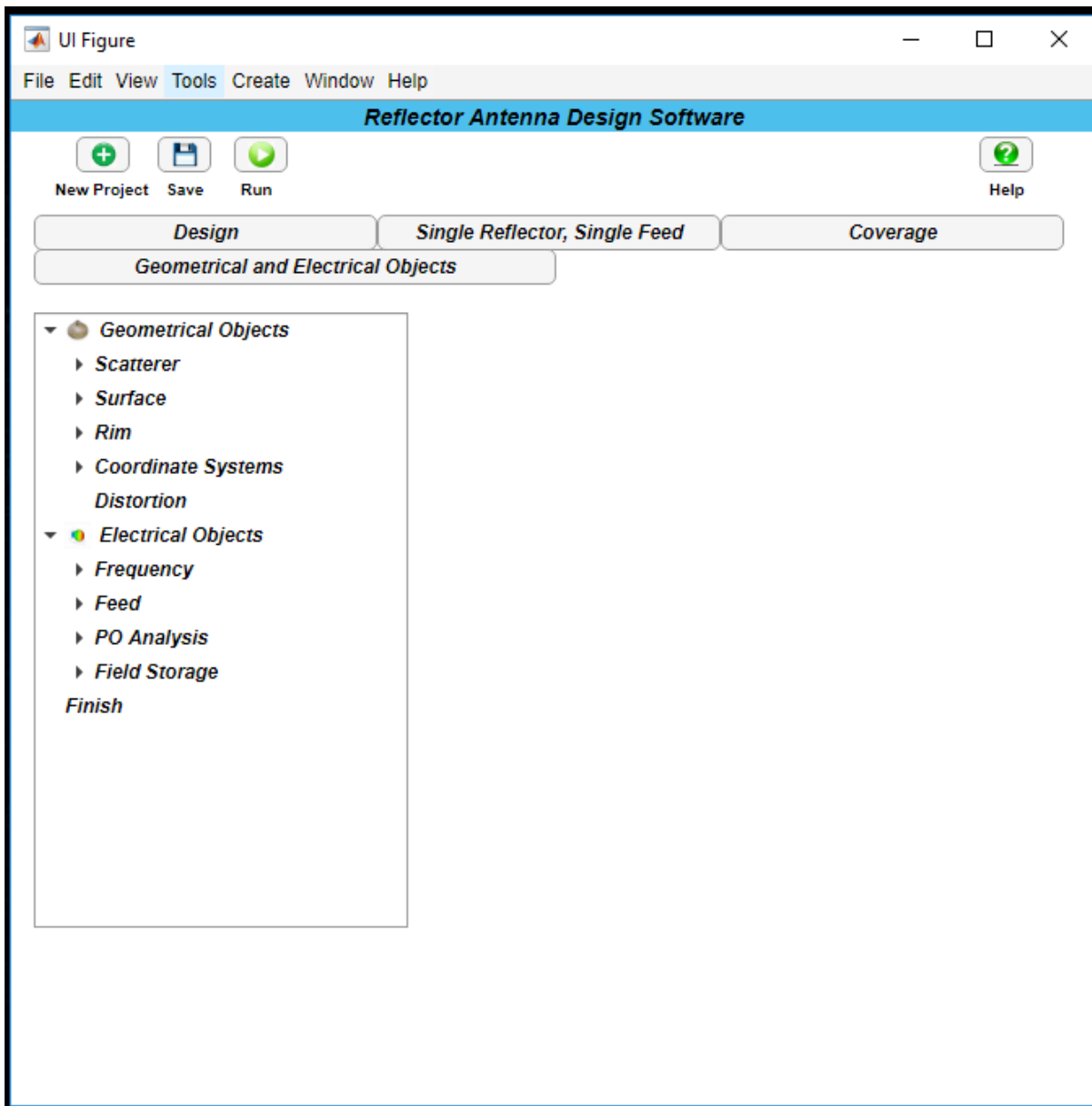
۵-۱- پارامترهای هندسی و الکترومغناطیسی

در این قسمت به توضیح پارامترهای هندسی و الکترومغناطیسی پرداخته میشود. پس از مرحله پوشش و انتخاب نقاط نشانه روی و نقطه مداری ماهواره، با انتخاب گزینه بعدی next درخت اشیای الکتریکی و هندسی به نمایش در خواهد آمد. که در شکل ۱۰-۱ آمده است، با توجه به نوع مسئله ای که تعریف شده است که در این شکل حالت رفلکتور تکی و آنتن تغذیه تکی است، اشیایی ساخته شده اند که قابل مشاهده هستند. در گروه اشیای هندسی با توجه به سوپر کلاس اشیای هندسی، پنج زیر کلاس شامل

Scatterer
Surface

Rim
Coordinate Systems
Distortion

ساخته میشوند، که هر کدام از این موارد خود یک سوپرکلاس هستند. با توجه به شی گرا بودن کدها، مزیت دنبال کردن ساده ی ساختارها در اینجا وجود دارد.

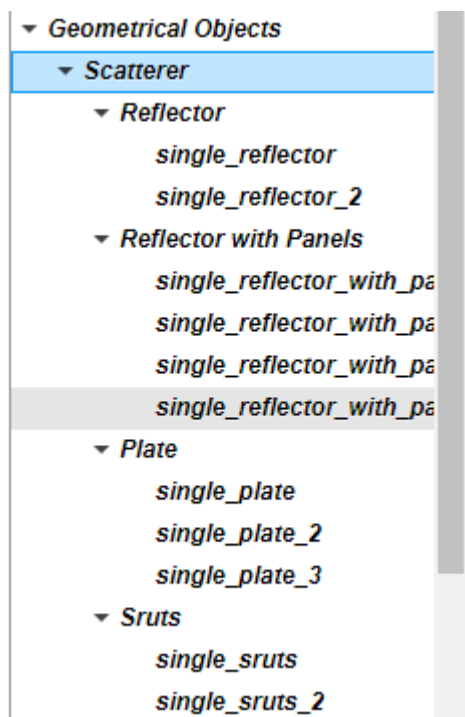


شکل ۱۰-۱. درخت اشیای هندسی و الکتریکی

۱-۵-۱- پارامترهای هندسی، پراکنده ساز

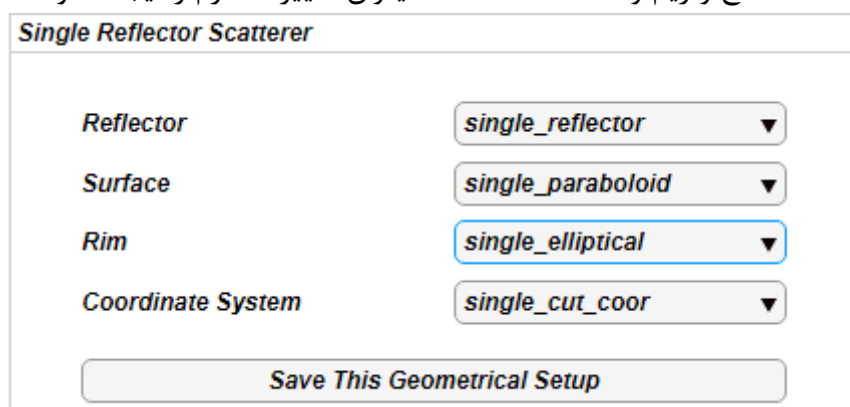
در شکل ۱-۱۱ نشان داده شده است که یک پراکنده ساز در حالت کلی، کلاسی است شامل چهار زیر کلاس رفلکتور، رفلکتور به همراه پنل، صفحه و نگهدارنده ها، که برای هر کدام از این موارد اشیایی که از این

کلاس ها ساخته میشود نشان داده شده است. با انتخاب هر شی دلخواه از این درخت اشیا، میتوان به ویرایش اطلاعات مربوط به آن پرداخت.



شکل ۱۱-۱. پارامترهای هندسی، پراکنده ساز

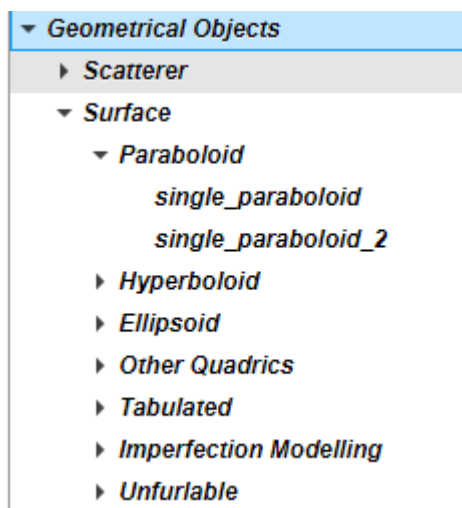
بعنوان نمونه برای حالت انتخاب رفلکتور همانطور که در شکل ۱-۱۲ نشان داده شده با انتخاب رفلکتور از درخت اشیا صفحه ای به نمایش در می آید که شامل اطلاعات مربوط به سطح و ریم و دستگاه مختصات آن رفلکتور است. با توجه به شکل ۱-۱۱ میبینیم که برای حالتی که پراکنده ساز رفلکتور باشد دو نمونه رفلکتور ساخته ایم، که این دو نمونه در شکل ۱-۱۲ بعنوان انتخاب های گزینه رفلکتور نشان داده میشوند. و بهمین ترتیب برای حالت سطح و ریم و دستگاه مختصات میتوان تغییرات لازم را ایجاد نمود.



شکل ۱۲-۱. پارامترهای هندسی، پراکنده ساز، رفلکتور

۲-۵-۱- پارامترهای هندسی، سطح

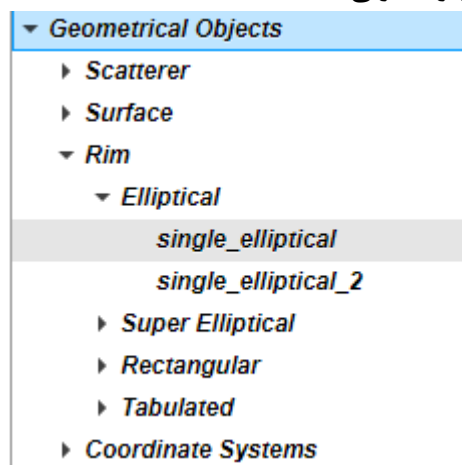
مطابق آنچه در قسمت قبل در خصوص پراکنده ساز گفتیم، در خصوص سطح نیز باید توضیح داد که سطح شامل هفت زیر کلاس است، که در شکل ۱-۱۳ نشان داده شده اند، در این شکل همچنین دو نمونه سطح سهموی نیز ساخته شده است، که میتوانند به عنوان یک انتخاب در حالت انتخاب سطح در شکل ۱-۱۲ بکار گرفته شوند.



شکل ۱-۱۳. پارامترهای هندسی، سطح

۳-۵-۱- پارامترهای هندسی، ریم

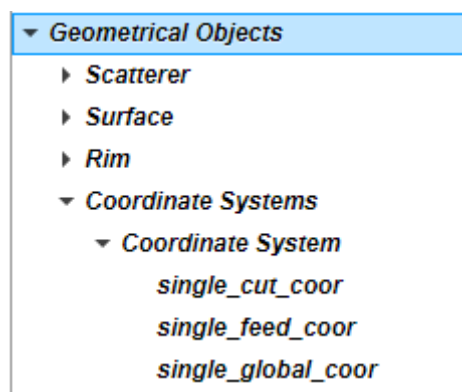
در خصوص ریم ها نیز مانند سطح و پراکنده ساز، زیر کلاس ها در شکل ۱-۱۴ آمده اند که شامل، ریم های بیضوی، سوپر بیضوی، مستطیلی و جدولی هستند.



شکل ۱-۱۴. پارامترهای هندسی، ریم

۴-۵-۱- پارامترهای هندسی، دستگاه های مختصات

در این قسمت دستگاه های مختصات در کلاس دستگاه مختصات آماده میشوند. سه شی دستگاه مختصات مرجع، دستگاه مختصات تغذیه و دستگاه مختصات نقاط محاسبه میدان از جمله دستگاه های پیشفرضی هستند که در نرم افزار به صورت خودکار ساخته میشوند، کاربر میتواند این موارد را ویرایش کند. این موارد در شکل ۱-۱۵ نشان داده شده اند.



شکل ۱-۱۵. پارامترهای هندسی، دستگاه مختصات

۵-۵-۱- پارامترهای هندسی، اختلال سطح

این قسمت با توجه به دستوراتی که در ادامه خواهد آمد ساخته خواهد شد، از جمله زیرکلاس های آن به اختلال از نوع توابع زرنیک و اسپلاین میتوان اشاره کرد. در حالت تغذیه چندگانه نیازی به اختلال روی سطح نداریم، البته میتوان حالتی را در همان ابتدای تعریف مسئله تعریف کرد (بخش ۲-۱-) که علاوه بر داشتن چندین تغذیه سطح رفلکتور نیز دارای تغییرات باشد.

۶-۵-۱- پارامترهای الکتریکی، فرکانس

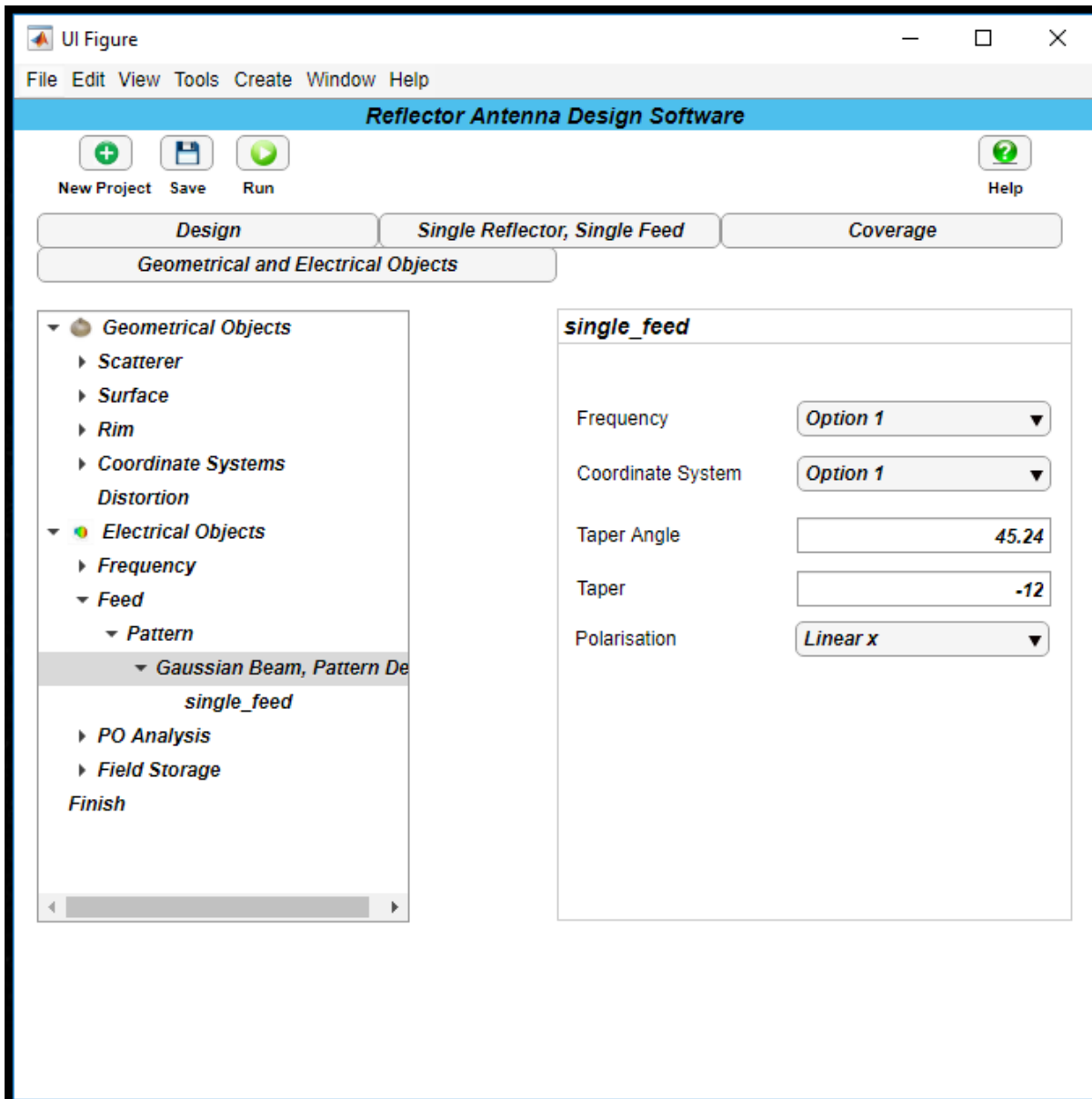
در این بخش، اشیا از نوع فرکانس ساخته میشوند که در مجموع این بخش چهار زیرکلاس میتواند داشته باشد،

- فرکانس به صورت لیست
- فرکانس به صورت بازه
- طول موج به صورت لیست
- طول موج به صورت بازه

که به صورت پیشفرض در حالت فرکانس به صورت لیست، و یک تک فرکانس در درخت اشیا ساخته میشود که کاربر این توانایی را دارد که اصلاحات مد نظرش را در آن اعمال کند.

۷-۵-۱- پارامترهای الکتریکی، تغذیه

این بخش در حالت تغذیه تکی، شامل اشیایی است که در شکل ۱-۱۶ نشان داده شده است. با انتخاب نوع پترن تغذیه ای که می‌خواهیم، میتوان به ویرایش موارد پیشفرضی که در نرم افزار وجود دارد پرداخت، که در این شکل مشاهده میشود، انتخاب پیشفرض برای آنتن تغذیه تکی، یک گوسین بیم با زاویه مخروطی^۱ ۴۵ درجه و افت منهای ۱۲ دسیبل در لبه می باشد.



¹ Taper Angle

شکل ۱۶-۱. پارامترهای الکتریکی، تغذیه

۸-۵-۱- پارامترهای الکتریکی، روش آنالیز

در این قسمت شی مربوط به روش آنالیز مشخص میشود، که میتواند PO, PTD, PO+PTD و یا با اضافه شدن روش های تقریب هندسی نیز همراه باشد. تا اینجا تنها بخش PO در شرح وظایف این دو فاز پروژه بوده است که این بخش تنها در نرم افزار آمده است.

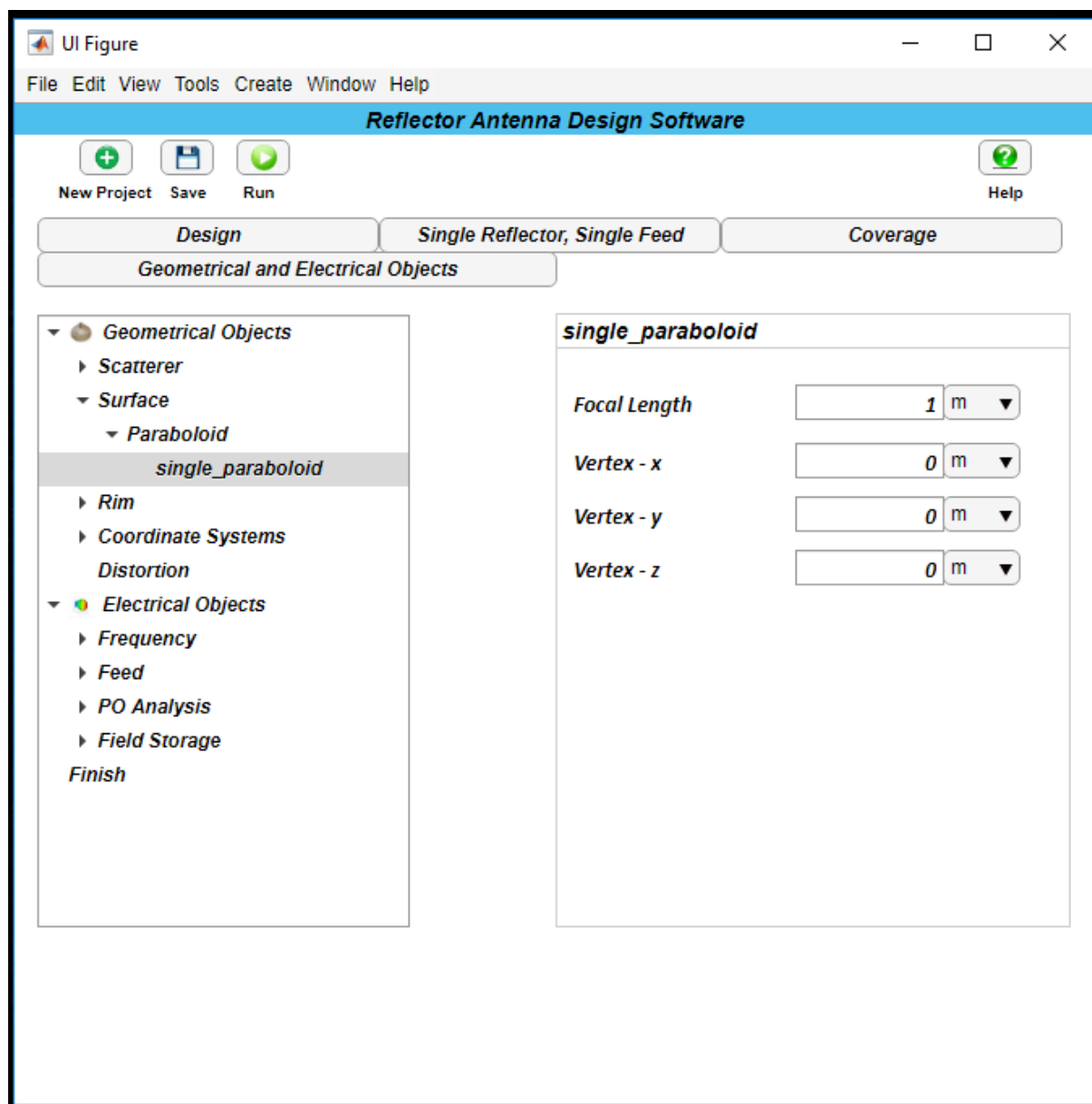
۹-۵-۱- پارامترهای الکتریکی، فضای حل مسئله

در این بخش فضای حل مسئله تعیین میشود، که میتواند به صورت کات، یا یک شبکه، جدولی یا یک سری نقاط که کاربر خواسته باشد تعریف شود. این قسمت می تواند به عنوان هدف ای برای فرمان محاسبه میدان در بخش بعدی بکار گرفته شود.

۱۰-۵-۱- پارامترهای پیشفرض هندسی

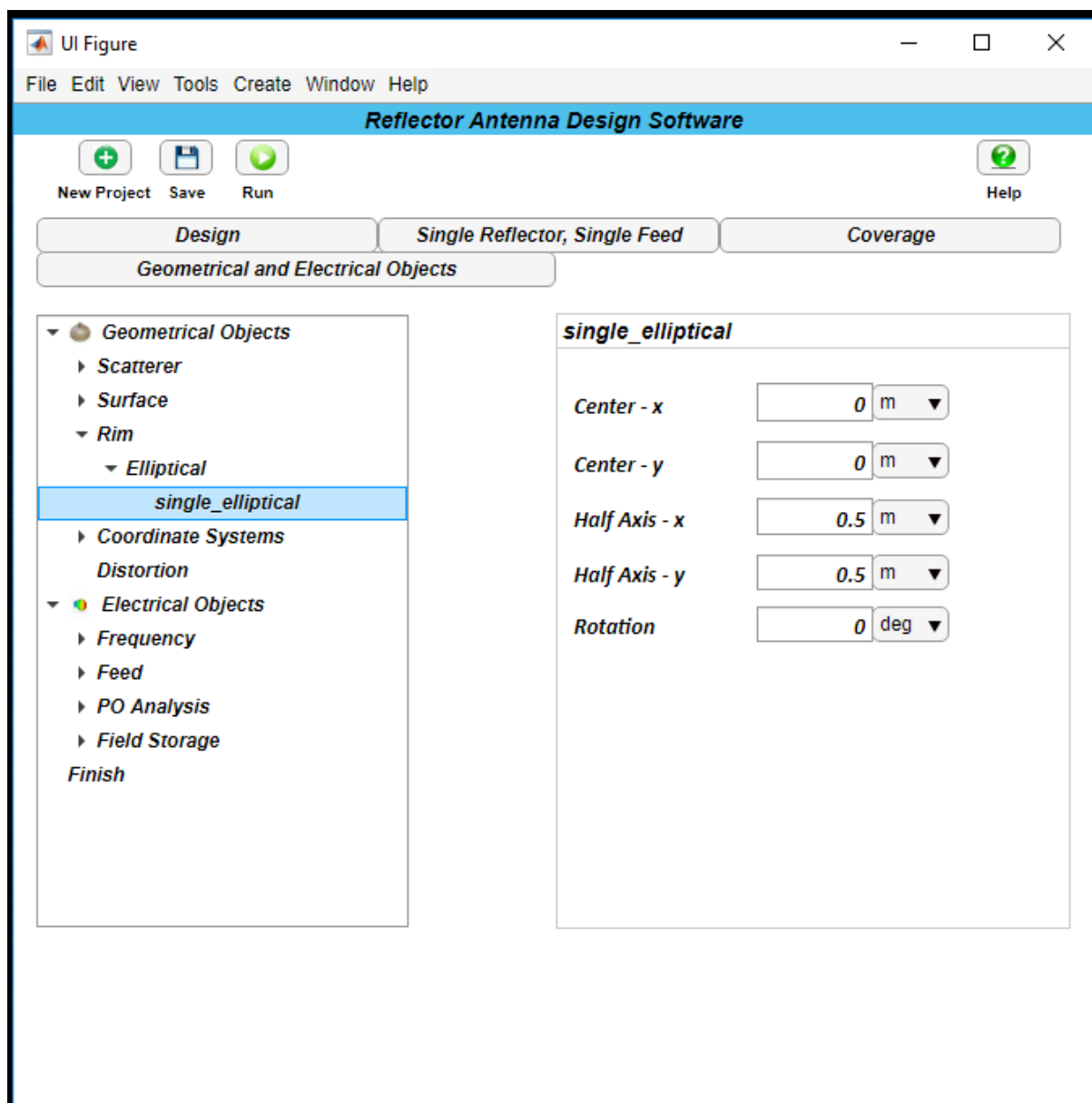
در این قسمت توضیحات مختصری راجع به پارامترهای پیشفرض هندسی داده میشود، در بخش پراکنده ساز همانطور که در شکل ۱-۱۲ آمد، می توان رفلکتور دلخواه را تعریف کرد، که سطح آن میتواند از نوع سهموی باشد و ریم آن از نوع بیضوی به همراه یک دستگاه مختصات که نقاط سطح رفلکتور در آن تعریف میشوند.

در خصوص سطح، سطح سهموی به صورت پیشفرض در نرم افزار دیده شده است که پارامترهای این سطح را میتوان به صورت ای که در شکل ۱-۱۷ آمده ویرایش نمود. از جمله این موارد فاصله کانونی سهمی، و مختصات راس سهمی است.



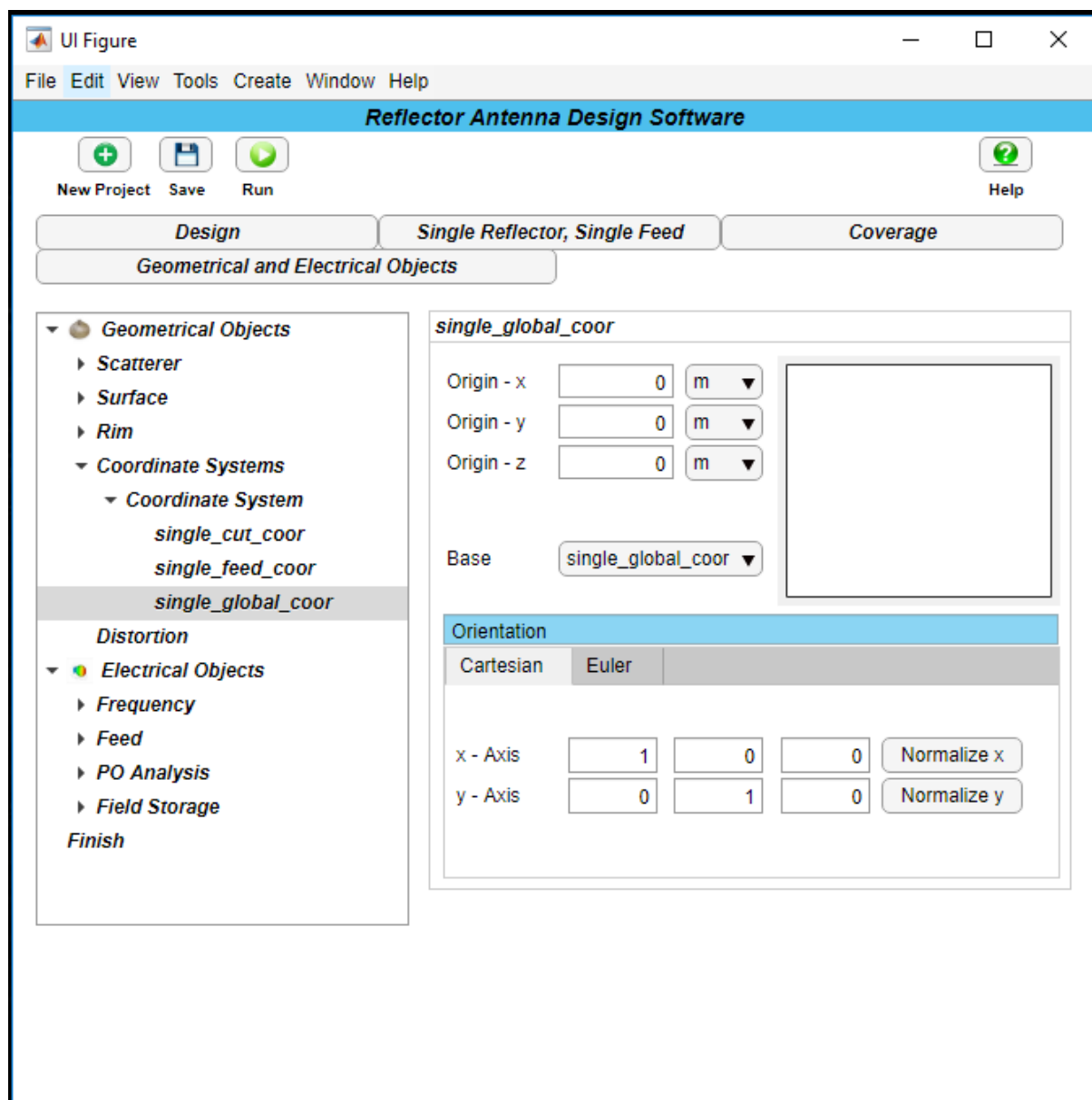
شکل ۱۷-۱. پارامترهای پیشفرض برای سطح سهموی

در خصوص ریم، ریم بیضوی به صورت پیشفرض در نرم افزار آمده است که پارامترهای آن در شکل ۱-۱۸ نشان داده شده است که شامل مرکز این بیضی و قطر کوچک و بزرگ آن و دوران احتمالی که برای بیضی میتوان متصور شد، می باشند.



شکل ۱۸-۱. پارامترهای پیشفرض برای ریم بیضوی

در خصوص دستگاه مختصات، همانطور که در شکل ۱-۱۹ نشان داده شده است، پارامترها مرکز دستگاه مختصات و محورهای آن که میتوان در حالت دلخواه و یا با تبدیلات اوایلر آنها را نشان داد به همراه پایه ای برای دستگاه مختصات می باشد.



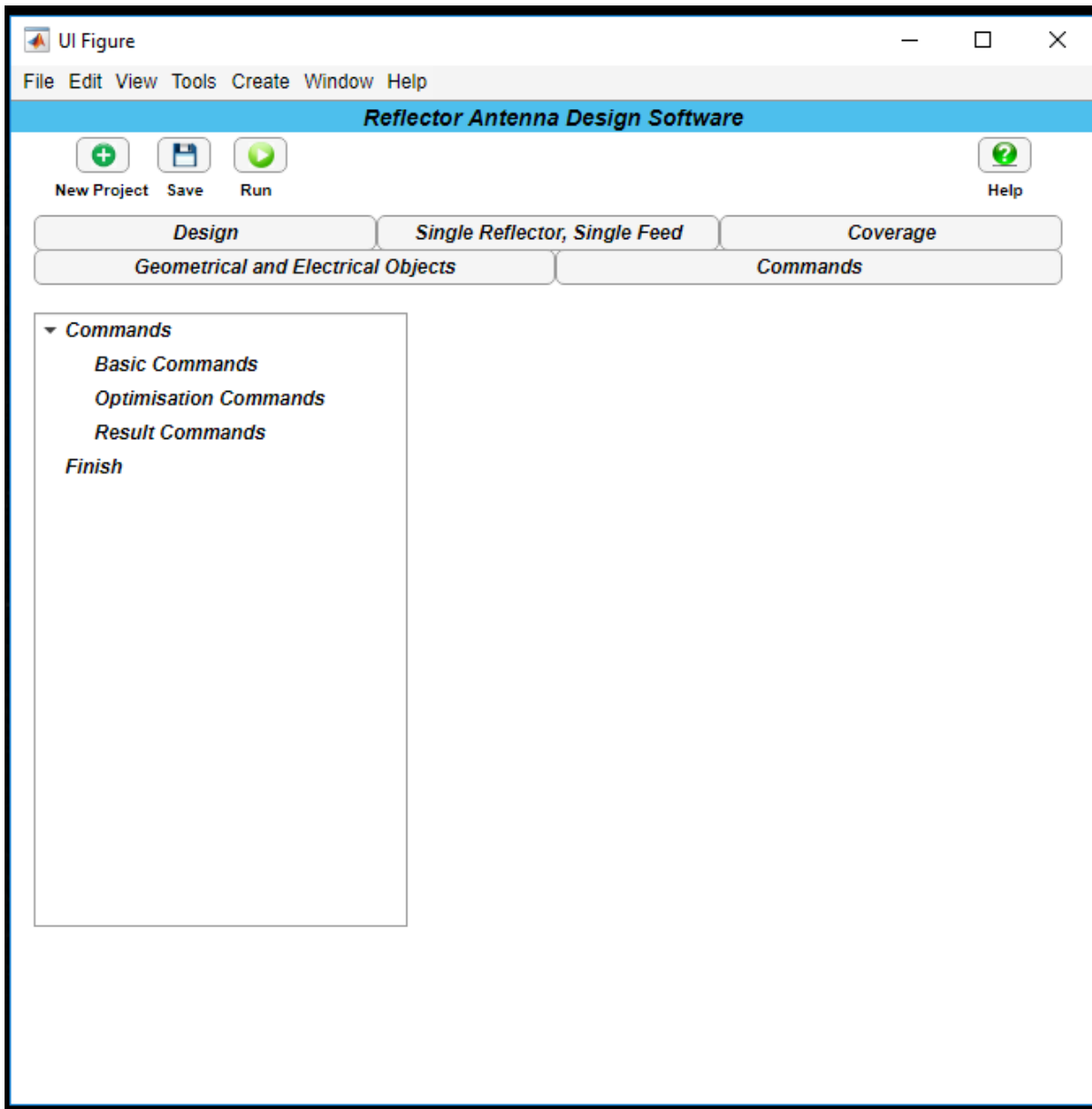
شکل ۱۹-۱. پارامترهای پیشفرض برای دستگاه مختصات

در انتهای این گام، با انتخاب گزینه تمام Finish در درخت اشیا، گزینه بعد و قبل فعال میشود و میتوان با انتخاب آنها مسیر تعریف مسئله را ادامه داد.

۱-۶- تعیین فرامین اجرایی

در انتهای برنامه در گام آخر، همانطوری که در شکل ۱-۲۰ مشاهده میشود، پنجره فرامین باز میشود که در آن، اطلاعات مربوط به کارهای قابل انجام با اشیایی که تا این مرحله ساخته شده اند، داده میشود. کلیه فرامین نرم افزار در سه کلاس فرامین پایه، فرامین مرتبط با بهینه سازی و فرامین مرتبط با نتایج آورده شده اند. در خصوص فرامین پایه باید ذکر شود که از جمله موارد پیشفرض این فرامین دستور محاسبه جریان

حاصل از تغذیه روی سطح پراکنده ساز است و دیگری محاسبه میدان حاصل از تغذیه و تابیده شده به پراکنده ساز در فضای حل مسئله می باشد.



شکل ۲۰-۱. دستورات اجرایی برنامه

در خصوص فرامین مرتبط با بهینه سازی، با توجه به صورت مسئله این فرامین متغیر می باشند که برای مثال در حالت رفلکتور تکی و تغذیه تکی، بهینه سازی میتواند با روش ژنتیک الگوریتم و همچنین fminimax صورت بگیرد. در انتها فرامین مرتبط با نتایج را داریم که از مهم ترین این فرامین دستور رسم شکل آن است که مشخص میکند چه خروجی هایی به چه صورتی ترسیم بشوند، در ادامه به این فرامین، فرمان آماده سازی آنتن طراحی شده برای اجرا در نرم افزاری مانند CST میتواند اضافه بشود.

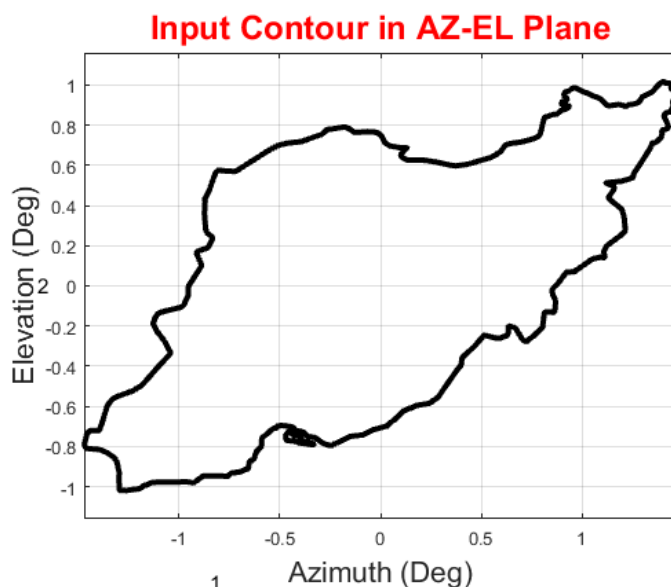
با به انتها رسیدن این بخش، میتوان با فشردن دکمه پایان در درخت فرامین، به نتایج حاصل رسید.

۷-۱- نتایج برای طراحی یک نمونه آنتن چند تغذیه ای برای ایران

ناحیه ی جغرافیایی کشور ایران در شکل ۱-۲۱ شکل ۱-۲۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۱. موقعیت جغرافیایی ایران.



شکل ۱-۲۲. کشور ایران در مختصات El و Az آنتن ماهواره از زاویه ۴۰ درجه شرقی.

فرض بر این است که از نقطه مداری ۴۰E این سنتز انجام می‌گیرد. موقعیت جغرافیایی در مختصات Az و El آنتن در شکل ۱-۲۲ نشان داده شده است. حال جهت ادامه‌ی کار ورودی‌های زیر لازم است:

- عرض بیم
- فاصله عناصر تغذیه
- فاصله‌ی بیم‌ها از یکدیگر
- فرکانس

که مقادیر زیر اعمال می‌گردند:

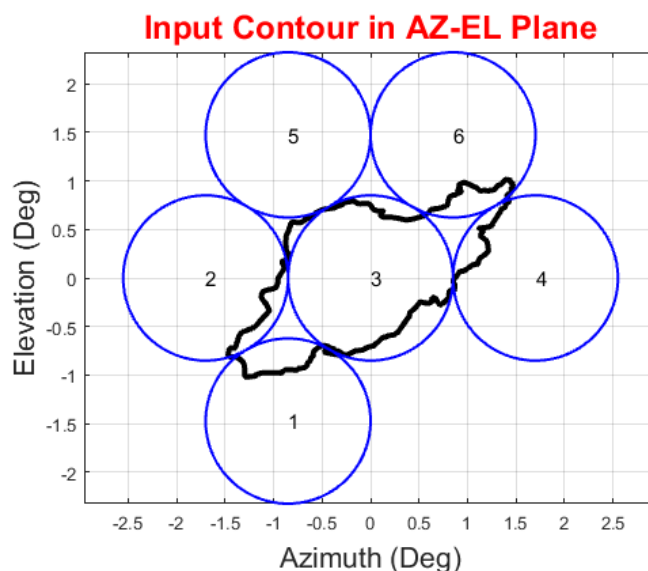
$$\theta_{3dB} = 1.7^\circ ; \theta_s = 1.7^\circ ; F_s = 3cm; freq = 11GHz$$

با انتخاب موارد فوق، ابعاد آنتن بازتابنده قابل تعیین است. نتیجه در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱. ابعاد آنتن بازتابنده با انتخاب ورودی‌های ذکر شده در بالا.

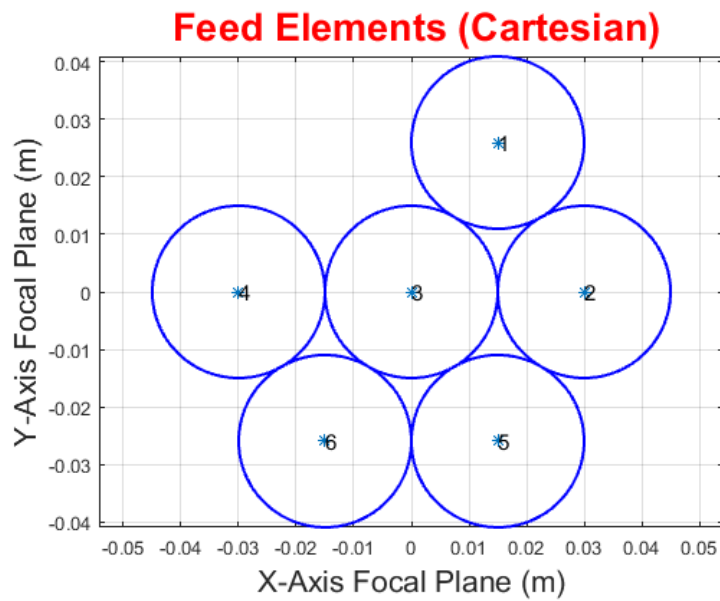
D(m)	F(m)	H(m)
۰٫۹۵۴۲۸	۰٫۸۹۷۶۵	۰٫۸۲۴۱۳

موقعیت بیم‌ها در شکل ۱-۲۳ نشان داده شده است.



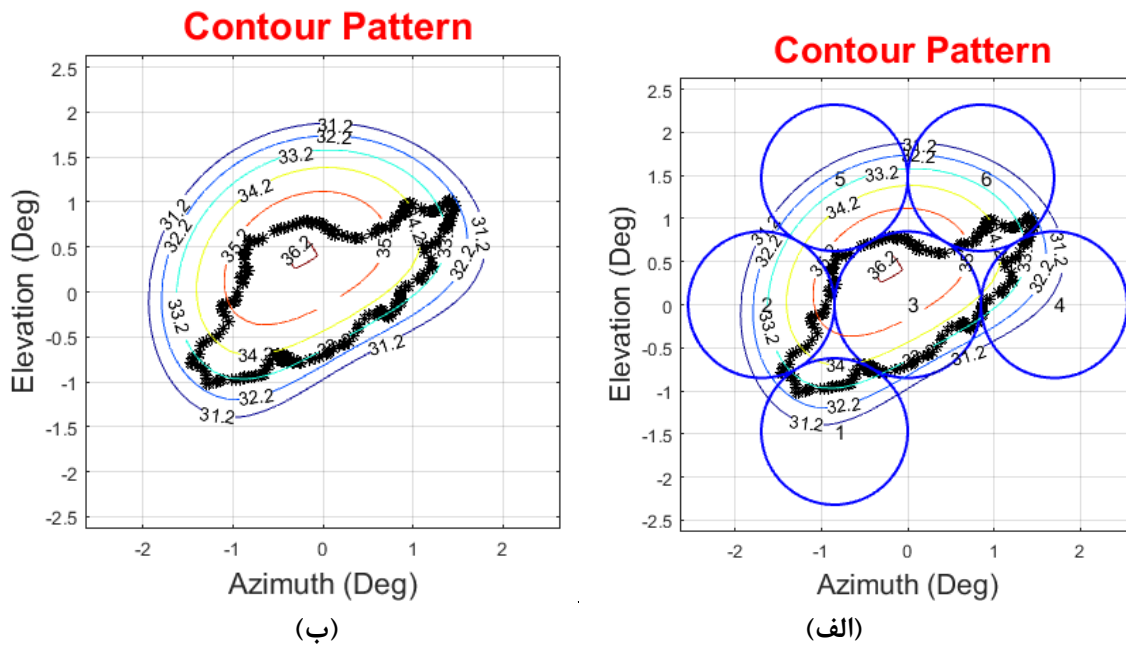
شکل ۱-۲۳. پوشش کشور ایران توسط بیم‌های محلی از نقطه مداری ۴۰E.

با فرضیات فوق برای کشور ایران موقعیت تغذیه‌ها در شکل ۱-۲۴ آورده شده است.



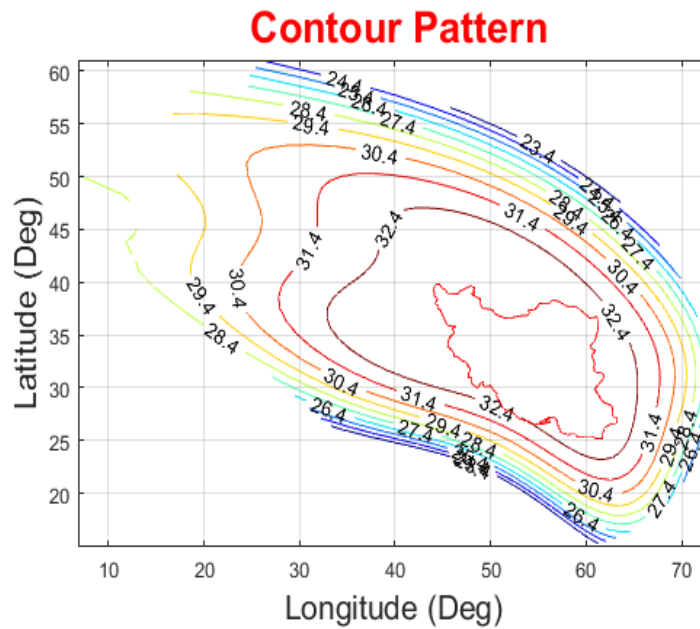
شکل ۲۴-۱. موقعیت تغذیه‌ها جهت پوشش کشور ایران از نقطه‌ی مداری ۴۰E.

در ادامه در شکل ۲۵-۱ پترن حاصل از تغذیه‌های بالا آورده شده است. شکل ۲۵-۱ الف با در نظر گرفتن بیم‌ها و شکل ۲۵-۱ ب بدون در نظر گرفتن آن‌ها است.



شکل ۲۵-۱. پترن حاصل از بیم‌های محلی.

حال جهت سنتز نرخ نمونه‌برداری (رزولوشن) را برابر ۱ درجه در نظر می‌گیریم. و با الگوریتم ژنتیک اقدام به بهینه‌سازی دامنه و فاز عناصر می‌کنیم. شکل ۱-۲۶ پترن حاصل را بر روی زمین نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۶. پترن حاصل از بهینه‌سازی با الگوریتم ژنتیک.