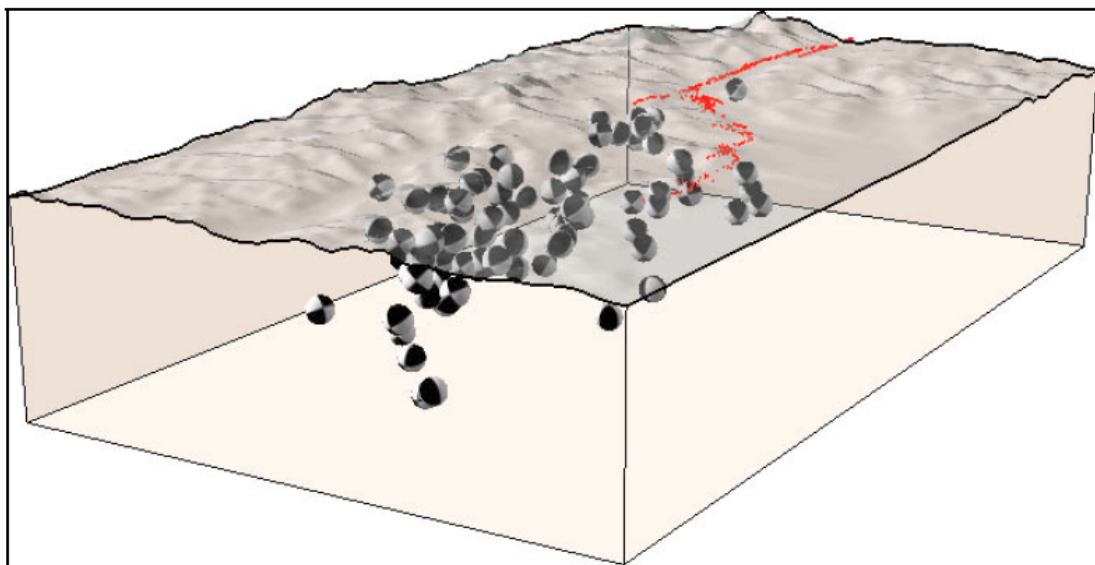


# نمایش سه بعدی ساز و کار ژرفی زمینلرزه با استفاده از ArcScene

Keith A. Labay and Peter J. Haeussler  
USGS



آبان ۱۳۸۶

به نام خدا

وزارت صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور

**نمایش سه بعدی ساز و کار ژرفی زمینلرزه با استفاده از**  
ArcScene

**Keith A. Labay and Peter J. Haeussler**  
**USGS**

ترجمه:  
محسن احتشامی معین آبادی

آبان ۱۳۸۶

| صفحه | عنوان                                 | فهرست |
|------|---------------------------------------|-------|
| ۱    | چکیده                                 |       |
| ۱    | ۱- مقدمه                              |       |
| ۱    | ۱-۱- هدف                              |       |
| ۲    | ۲-۱- نرم افزار                        |       |
| ۲    | ۳-۱- ساز و کار ژرفی                   |       |
| ۳    | ۴-۱- تنظیم                            |       |
| ۴    | ۵-۱- داده ورودی                       |       |
| ۷    | ۲- استفاده از 3D Focal Mechanisms     |       |
| ۷    | ۱-۲- ArcScene                         |       |
| ۸    | ۲-۲- مراحل آغازین                     |       |
| ۹    | ۳-۲- تنظیمات ظاهری                    |       |
| ۱۶   | ۴-۲- فیلتر کردن داده ها (Filter Data) |       |
| ۱۹   | ۵-۲- نمایش علائم                      |       |
| ۲۰   | ۳- مثال                               |       |
| ۲۰   | ۴- منابع                              |       |

## نمایش سه بعدی ساز و کار ژرفی زمینلرزه با استفاده از ArcScene

### چکیده

ما ابزاری نو به بنام 3D Focal Mechanism (3DFM) برای مشاهده علائم ساز و کار ژرفی زمینلرزه به صورت سه بعدی طراحی کردیم. این ابزار در محیط نرم افزار ArcScene 9.x عمل می کند. نرم افزار به یک داده نقطه ورودی از زمینلرزه شامل موقعیت، امتداد، شیب و ریک صفحات گره (nodal planes) نیاز دارد. دیگر اطلاعات مانند عمق و بزرگای زمینلرزه، را می توان در جدول داده وارد کرد. بطور پیش فرض برای هر نقطه 3DFM یک کره سیاه و سفید شبیه توپ ساحلی ایجاد می شود که براساس مقادیر امتداد، شیب و ریک جهت دار است. اگر مقادیر عمق برای هر زمینلرزه وجود داشته باشند، علامت ساز و کار در مکان متناسب آن زیر سطح زمین قرار می گیرد.

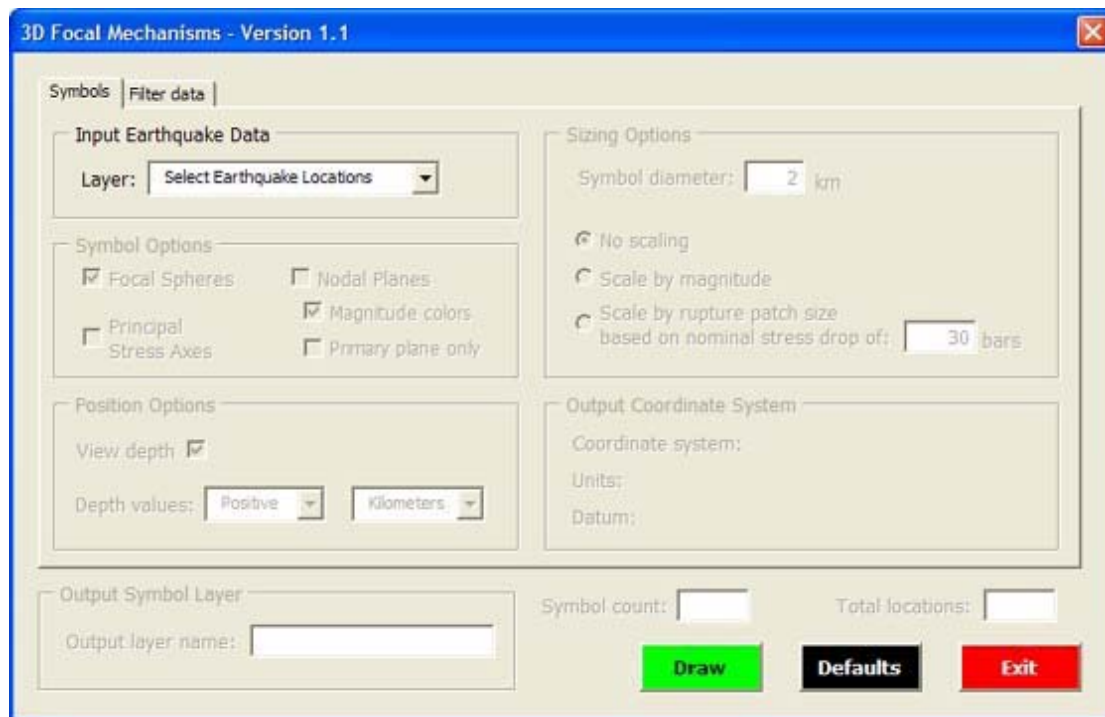
علاوه بر تنظیمات پیش فرض، چندین گزینه دیگر در این ابزار وجود دارد که قابل تنظیم است. نمای علائم را می توان با ۱- ایجاد حلقه هایی اطراف صفحه گسل که براساس بزرگا رنگ آمیزی شده اند، ۲- نمایش تنها صفحات گسل به جای کره، ۳- رسم یک دیسک تخت که نشان دهنده صفحه گره اولیه باشد، ۴- و یا نمایش محورهای فشارش، کشش و صفر؛ تغییر داد. اندازه علامت را می توان با دادن عدد برای قطر تغییر داد و با توجه به بزرگای زمینلرزه و یا گسیختگی تخمینی متناسب با بزرگای هر زمینلرزه، مقیاس گذاری کرد. همچنین امکان فیلتر کردن داده ها با استفاده از ترکیب امتداد، شیب، ریک، بزرگا، عمق، پلانژ محور صفر، پلانژ محور فشارش، پلانژ محور کشش یا ارزش نوع گسل در نقاط، وجود دارد. علائم تهیه شده در این ابزار در لایه ای گرافیکی ذخیره شده و در جدول فهرست ArcScene نمایش داده می شود. لایه های گرافیکی چندتایی را می توان ایجاد و ذخیره کرد تا خروجی های متفاوتی از علائم حفظ شوند.

### ۱- مقدمه

#### ۱-۱- هدف

این ابزار، 3D Focal Mechanism، برای نمایش سه بعدی ساز و کار ژرفی زمینلرزه ها در محیط نرم افزار ArcScene 9.X طراحی شده است. یک دکمه جدید طراحی شده که به نوار ابزار استاندارد ArcScene اضافه می شود، 3DFocalMech.sxd. با این ابزار یک پنجره باز می شود که با آن می توان نمای سه بعدی ساز و کار ژرفی را برای هر زمینلرزه تهیه کرد (شکل ۱). این ابزار نخست برای استفاده لرزه شناسان یا دیگر تخصص های وابسته برای تفسیر سازو کار ژرفی تهیه

شده است. 3DFM به گونه ای تهیه شده که مشاهده سه بعدی علائم ساز و کار ژرفی را می توان در یک بسته نرم افزاری معمول GIS بدون نیاز به نرم افزارهای تخصصی تر انجام داد. آشنایی اولیه با مفاهیم سامانه اطلاعات جغرافیایی می تواند مفید باشد، ولی برای استفاده از 3DFM ضروری نیست.



شکل ۱- نمایی از پنجره 3DFM

## ۲-۱- نرم افزار

ArcScene 9.x یک ماژول در بسته نرم افزاری ArcGIS 9.x است. طراحی آن به منظور مشاهده سه بعدی داده های سامانه اطلاعات جغرافیایی بوده است.

## ۳-۱- ساز و کار ژرفی

اولین رسید امواج لرزه ای از یک زمینلرزه ناشی از حرکت گسل را می توان به ربع هایی تقسیم کرد که فشارش و یا کشش را نشان می دهند. به صفحاتی که این چهار ربع را جدا می کنند، صفحات گره گفته شود. یکی از این صفحات، گسل است و دیگری را صفحه کمکی گویند که فاقد اهمیت ساختاری است. برای تعیین اینکه کدام یک از صفحات گره، صفحه گسل است، به اطلاعات اضافی مانند گسلهای زمین شناسی به نقشه در آمده یا یک خطواره از زمینلرزه ها در طول صفحه نیاز است.

یک علامت ساز و کار ژرفی، نمایش گرافیکی این ربع های فشارش و کشش است. هنگامی که سه بعدی به آن نگاه شود، علامت ساز و کار ژرفی را می توان به صورت یک کره که به چهار ربع هم اندازه مقابل هم به رنگ سیاه و سفید تقسیم شده است، مشاهده کرد. این کره شبیه یک توپ ساحلی است و گاهی اوقات به شکلی که ساز و کار ژرفی را نشان می دهد، دیاگرام بیچ بال نیز می گویند. مناطق سیاه نمایانگر نواحی هستند که از رومرکز زمینلرزه دور می شوند و مناطق سفید نمایانگر نواحی هستند که به سمت رومرکز زمینلرزه حرکت کرده اند. یک علامت دو بعدی ساز و کار ژرفی را با تصویر استریوگرافی نیمکره پایین نمایش می دهند. این به این معنی است که علامت دوبعدی به شما نشان می دهد که اگر یک کره سه بعدی از نیمه با سطحی متناظر با سطح زمین بریده شود، و سپس شما به سمت پایین و به نیمه پایین نگاه کنید، چه چیزی مشاهده می کنید (برای مثال مراجعه کنید به Cronin, 2004).

#### ۴-۱- تنظیم

۱- اگر ArcScene 9.x در حال حاضر روی سیستم شما نصب شده است، به نصب هیچ نرم افزار دیگری نیاز نیست.

۲- 3DFocalMechanisms.zip را دانلود کنید.

۳- این فایل را روی سیستم خود باز کنید. این فایل فشرده، حاوی فایل های زیر است:

3DFocalMech- پوشه ای حاوی دو فایل 3DFM که برای ایجاد علائم ساز و کار ژرفی مورد نیازاند.

3DSphere.3ds- بوسیله ArcScene 9.x برای ایجاد کره سه بعدی مورد استفاده قرار می گیرد.

Checker2.tif- یک تصویر چک بورد که روی کره انداخته خواهد شد.

3DFocalMech.sxd- فایل ArcScene 9.x حاوی 3DFM

3DFM\_sample.mdb- یک ژئودیتابیس حاوی یک دسته داده نمونه از موقعیت زمینلرزه. در این ژئودیتابیس یک دسته عارضه نقطه ای به نام CookInlet\_pnt وجود دارد. این فایل بخشی از موقعیت زمینلرزه ها از ناحیه Cook Inlet آلاسکای جنوبی در نزدیکی انکوريج است. از این داده می توان برای مشاهده قابلیت های ابزار استفاده کرد. سیستم تصویر داده ها Alaska Albers NAD83 است.

۴- پوشه 3DFocal Mech را باید در درایو C: هارد دیسک و در مسیر c:\3DFocalMech کپی کنید. این ابزار در زمان اجرا به دنبال دو فایل موجود در این پوشه می گردد و اگر فایل ها در آن مسیر نباشند، اجرا نمی شود.

۵- هر چیز دیگری که برای اجرای 3DFM مورد نیاز است در فایل 3DFocalMech.sxd قرار دارد. این فایل را در هر جای سیستم می توان قرار داد. هر گاه آن را با ArcScene 9.x باز کنید، ابزار، قابل دسترس خواهد بود.

## ۵-۱- داده ورودی

### نوع فایلها

3DFM با هر یک از سه نوع لایه های اطلاعاتی ESRI GIS که قابل بارشدن در ArcScene باشند، کار می کند. داده های زمینلرزه می تواند به صورت نقطه در یک coverage, shapefile و یا geodatabase ذخیره شود. داده ها باید به صورت موقعیت های نقطه ای ذخیره شوند.

### فیلدهای لازم

سه فیلد باید در جدول اطلاعاتی موجود باشند تا مورد پذیرش ابزار قرار گیرد. این فیلدها عبارتند از STRIKE, DIP و RAKE، زیرا این فیلدها اطلاعات لازم برای چرخش مناسب علائم در فضای سه بعدی را فراهم می کنند. این فیلدها می توانند به هر ترتیبی باشند و دیگر فیلدهای نامرتب را می توان همزمان در جدول اطلاعاتی قرار داد. برای هر یک از این سه فیلد بازه مشخصی از مقادیر وجود دارد که خارج از آن علامت گذاری صورت نمی گیرد. مقادیر صفر در هر یک از فیلدهای لازم یا انتخابی نیز خارج از بازه مورد قبول در نظر گرفته می شود.

STRIKE: مقادیر مثبت بین ۰ تا ۳۶۰ درجه

DIP: مقادیر مثبت بین ۱ تا ۹۰ درجه

RAKE: مقادیر مثبت یا منفی بین -۱۸۰ تا +۱۸۰ درجه

### فیلدهای انتخابی

شش فیلد انتخابی وجود دارند که می توانند در جدول اطلاعاتی نقاط قرار داده شوند (شکل ۲). دو مورد از این شش فیلد را می توان در 3DFM برای بهبود نمایش علائم ساز و کار ژرفی مورد استفاده قرار داد. از MAGNITUDE می توان برای رنگ آمیزی حلقه های اطراف صفحات گسل استفاده کرد و علامت را براساس اندازه زمینلرزه مقیاس بندی کرد. برای اطلاعات بیشتر بخش ۲-۳ را ملاحظه کنید. DEPTH را می توان برای قرار دادن علائم در مکان متناسب خود در زیر سطح زمین بکار برد.

MAGNITUDE: مقادیر مثبت بین ۰ تا ۱۰

DEPTH: مقادیر مثبت یا منفی که به کیلومتر یا متر ذخیره می شوند.

چهار فیلد باقیمانده را می توان، به همراه دیگر فیلدهای اختیاری و لازم، در هنگام فیلتر کردن داده ها و برای کنترل اینکه چه نقطه ای علامت گذاری شود، مورد استفاده قرار داد. این فرایند از طریق کاهش بازه مقادیر قابل قبول برای هر فیلد صورت می گیرد.

| OBJECTID | LATITUDE | LONGITUDE | STRIKE | DIP | RAKE | MAGNITUDE | DEPTH | T_PLUNGE | P_PLUNGE | Shape |
|----------|----------|-----------|--------|-----|------|-----------|-------|----------|----------|-------|
| 1        | 61.8857  | -148.8622 | 132    | 30  | -31  | 3.6       | 39    | 25       | 15       | Point |
| 2        | 60.1992  | -153.036  | 99     | 30  | 104  | 4         | 120   | 72       | 25       | Point |
| 3        | 60.6112  | -151.8497 | 47     | 51  | 2    | 3.7       | 73    | 27       | 28       | Point |
| 4        | 60.3537  | -152.0407 | 241    | 45  | 178  | 3.5       | 79    | 31       | 0        | Point |
| 5        | 61.7435  | -151.9328 | 62     | 57  | 40   | 3.5       | 109   | 50       | 37       | Point |
| 6        | 61.8797  | -150.9432 | 200    | 63  | -153 | 3.5       | 62    | 2        | 4        | Point |
| 7        | 60.9628  | -152.4902 | 329    | 52  | 140  | 3.6       | 125   | 52       | 33       | Point |
| 8        | 60.6788  | -152.1393 | 331    | 46  | 7    | 3.6       | 85    | 25       | 69       | Point |
| 9        | 60.6003  | -150.4368 | 209    | 64  | -82  | 3.7       | 38    | 18       | 52       | Point |
| 10       | 61.3417  | -150.3512 | 340    | 20  | -148 | 3.6       | 38    | 32       | 65       | Point |
| 11       | 61.7617  | -149.727  | 196    | 15  | -130 | 4         | 41    | 32       | 35       | Point |
| 12       | 60.0267  | -152.659  | 195    | 12  | 48   | 3.5       | 89    | 52       | 20       | Point |
| 13       | 61.3348  | -151.9232 | 57     | 35  | 35   | 4.2       | 96    | 54       | 32       | Point |
| 14       | 61.319   | -150.6612 | 203    | 13  | 93   | 3.6       | 43    | 57       | 31       | Point |
| 15       | 61.496   | -151.626  | 302    | 58  | -165 | 3.9       | 82    | 12       | 4        | Point |
| 16       | 60.011   | -153.2872 | 339    | 77  | 173  | 3.9       | 140   | 14       | 32       | Point |
| 17       | 61.5687  | -150.6715 | 244    | 21  | 151  | 3.5       | 50    | 51       | 43       | Point |
| 18       | 60.2022  | -152.4062 | 187    | 12  | -100 | 3.5       | 78    | 43       | 7        | Point |

شکل ۲- مثالی از جدول اطلاعات نقاط با فیلدهای اطلاعاتی لازم

N\_PLUNGE: مقادیر مثبت از ۱ تا ۹۰ درجه

T\_PLUNGE: مقادیر مثبت از ۱ تا ۹۰ درجه

P\_PLUNGE: مقادیر مثبت از ۱ تا ۹۰ درجه

FTYPE: طبقه بندی نوع گسل

3FDM از اطلاعات فیلد N\_PLUNGE, T\_PLUNGE, P\_PLUNGE & FTYPE برای

علامت گذاری استفاده نمی کند. این فیلدها تنها برای اهداف فیلتر کردن باید در جدول داده وجود داشته باشند. در دسته داده نمونه فیلد N\_PLUNGE قرار داده نشده است.

طول و عرض جغرافیایی دو فیلد اضافی هستند که در جدول اطلاعاتی وجود دارند و مورد نیاز 3DFM نیستند. از آنها به عنوان ورودی اولیه برای تعیین موقعیت نقاط در ArcScene استفاده می شود. در این مثال، مختصات ها جغرافیایی هستند، اما می توانند UTM و از دیگر انواع سیستم های مختصات باشند.

## سیستم های مختصات

سیستم مختصات داده ها می تواند جغرافیایی، تصویر شده و یا اگر نام سیستم مختصات حامل داده نباشد، نامعلوم باشد. منظور از یک سیستم مختصات جغرافیایی مختصات طول و عرض



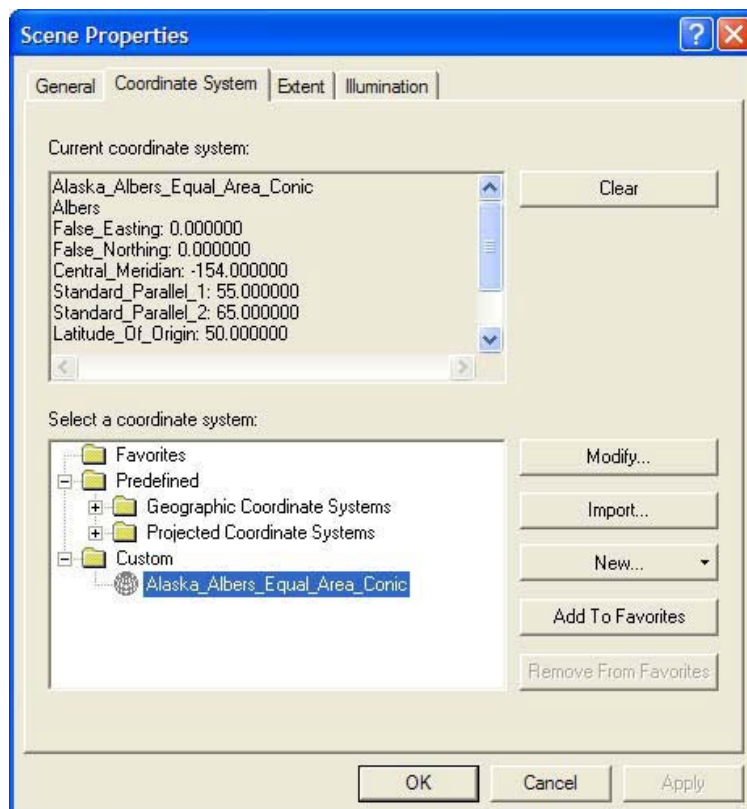
جغرافیایی است که برای تعیین موقعیت نقاط مورد استفاده قرار می گیرد و مقیاس خطی نیز معمولاً دهم درجه (decimal degree) است. اگر سیستم مختصات، تصویر شده (projected) باشد، در این صورت مختصات ها به گونه ای تبدیل شده اند که با یک سطح دو بعدی و یک مقیاس خطی، احتمالاً متر، مطابقت کنند. اگر سیستم مختصات نامعلوم باشد، داده ها ممکن است جغرافیایی و یا تصویر شده باشند، ولی هیچ راهی برای نرم افزار وجود ندارد تا نوع آن را مشخص کند. شما می بایست سیستم مختصات مورد استفاده، در حین تهیه داده ها را بدانید یا آن را با داده هایی با سیستم مختصات معلوم مقایسه کنید.

موقعیت داده های ورودی می بایست در یک سیستم مختصات مشاهده شود که مقیاس خطی آن متر باشد. این برای اندازه دهی، مقیاس گذاری و جایگیری قائم بهتر علائم، ضروری است. زمانی که یک لایه ورودی انتخاب شد، 3DFM سیستم تصویر لایه را کنترل می کند تا مطمئن شود که واحدهای خطی متر هستند و اگر نیاز به تغییر باشد، به شما اخطار می دهد. چک کردن ویژگی های سین (زیر را ببینید)، پیش از اجرای 3DFM و دانستن سیستم تصویر داده ها به کاهش مسائل احتمالی کمک می کند.

### ویژگی های سین

در ArcScene، سیستم تصویر که شما با آن داده ها را مشاهده می کنید، با سیستم مختصاتی که سین براساس آن تنظیم شده، تعیین می شود و لزومی ندارد با سیستم تصویر داده های ورودی یکسان باشد. شما می توانید سیستم مختصات مورد استفاده ArcScene را با دابل کلیک کردن روی جایی که Scene Layers گفته می شود، در بالای فهرست اطلاعات، مشاهده کنید. این عمل، پنجره Scene Properties را باز می کند (شکل ۳). بر گزینه Coordinate System کلیک کنید تا سیستم مختصات کنونی سین را مشاهده کنید. اینجا، همچنین، همان جایی است که شما می توانید یک سیستم مختصات از پیش تعریف شده را، برای استفاده در حین دیدن داده ها، انتخاب کنید و یا اطلاعات سیستم مختصاتی که دیگر نمی خواهید از آن استفاده کنید، را پاک کنید. برای مثال زمانی که 3DFocalMech.sxd برای اولین بار، در ArcScene باز شد، سین در یک سیستم مختصات تصویر شده و یا جغرافیایی تنظیم نمی شود. به محض اینکه لایه داده اضافه می شود، سیستم مختصات سین مطابق با لایه ورودی تنظیم می شود. اگر داده های با سیستم مختصاتی متفاوت، مانند جغرافیایی، پس از نقطه ها اضافه شود، ArcScene سعی خواهد کرد تا داده ها را در حین پرواز (on the fly)، مجدد تصویر (reproject) کند تا با سیستم تصویر سین همخوانی داشته باشند. این تصویر کردن مجدد، سیستم مختصاتی واقعی خود قایل داده ها را تغییر

نمی دهد و تنها راه حلی است برای نمایش آنها در صفحه نمایش. با حذف همه لایه های اطلاعاتی که قبلا اضافه کرده اید، سیستم مختصات سین به حالت تعریف نشده (undefined) باز نمی گردد. این عمل را باید از طریق دکمه Clear در گزینه سیستم مختصات (شکل ۳) انجام دهید.



شکل ۳- نمای پنجره Scene Properties

## ۲- استفاده از 3D Focal Mechanisms

### ۲-۱- ArcScene

۱- ArcScene را آغاز کنید.

۲- با ArcScene ابزار 3DFocalMech.sxd را باز کنید.

۳- با کمک دکمه add data که شکلی شبیه + دارد، در نوارابزار استاندارد، داده های نقطه زمینلرزه ها را به ArcScene اضافه کنید. موقعیت زمینلرزه را می توان به صورت نقطه در یک coverage, shapefile و یا geodatabase ذخیره کرد. سه فیلد اطلاعاتی باید در لایه مذکور وجود داشته باشد، STRIKE, DIP, RAKE. بدون این فیلدها، نمی توان از 3DFM استفاده کرد، زیرا این مشخصات برای جهت یابی صحیح کره های سه بعدی ضروری هستند. فیلدهای اختیاری که می توانند در جدول داده وجود داشته باشند، عبارتند از MAGNITUDE, DEPTH, N\_PLUNGE,

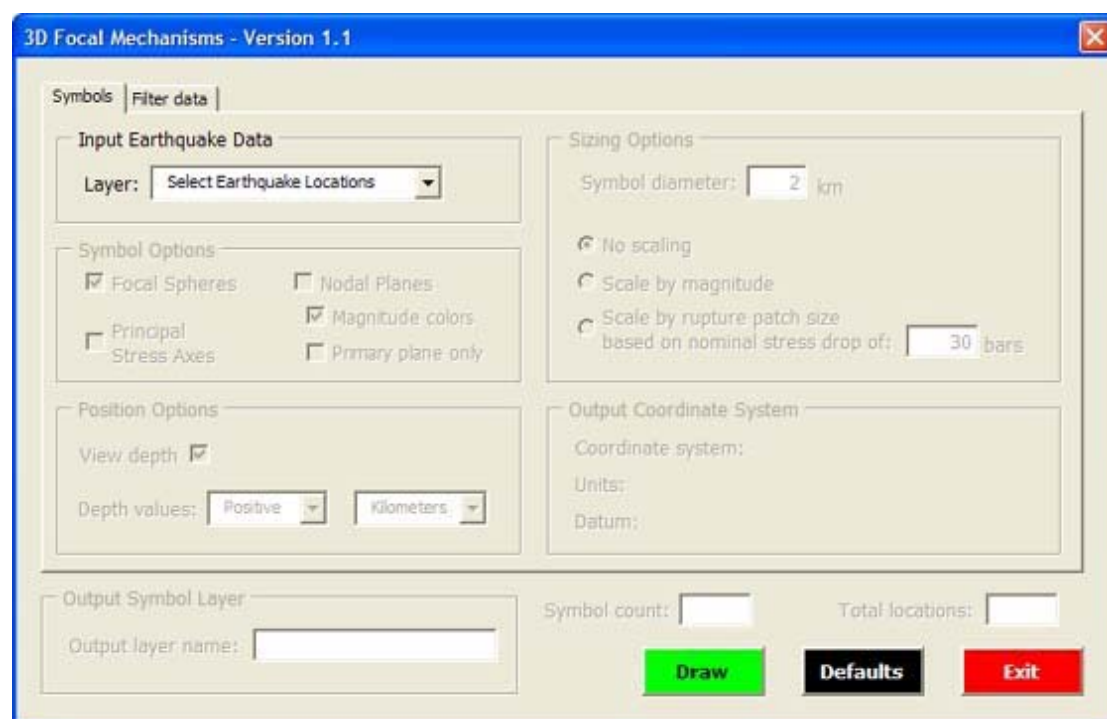
P\_PLUNGE, T\_PLUNGE, FTYPE بخش ۱-۵ را برای اطلاعات بیشتر ملاحظه کنید. وجود این فیلدها در جدول اطلاعاتی، امکانات بیشتری در 3DFM فعال می کند.

## ۲-۲- مراحل آغازین

۱- بر دکمه سیاه و سفید سازو کار ژرفی که در سمت راست نوار ابزار استاندارد کلیک کنید (شکل ۴). این عمل پنجره 3DFM را باز می کند (شکل ۵).



شکل ۴- نمای نوار ابزار استاندارد



شکل ۵- نمای پنجره 3DFM

۲- در چارچوب "Input Earthquake Data" در بالا سمت چپ از گزینه Symbols، بر عنوان Layer کلیک کنید تا فهرستی باز شده و از شما سوال کند Select Earthquake Locations. این عمل فهرستی از همه لایه های نقطه ای بار شده در ArcScene را به شما ارائه می دهد. هر نوع داده دیگری در ArcScene از این فهرست فیلتر می شوند. باید یک لایه نقاط انتخاب شود تا بقیه گزینه ها و تنظیمات فیلتر (Filter setting) 3DFM از حالت قفل خارج شوند. اگر سه فیلد ضروری در جدول داده موجود نباشند، 3DFM پنجره را از حالت قفل خارج نمی کند.

۳- به محض اینکه لایه نقاط انتخاب شود، می توان بر دکمه Draw کلیک کرد تا علائم ساز و کار ژرفی را با استفاده از تنظیمات پیش فرض، ساخته شوند؛ با این وجود، چند تنظیم وجود دارند که می توان آنها را برای نمایش داده ها به طرق مختلف، تغییر داد.

### ۳-۲- تنظیمات ظاهری

بعد از ارزیابی کردن فیلدها در نقاط داده، 3DFM امکاناتی را که ظاهر علائم را کنترل می کنند، آزاد می کند. سه گروه از امکانات برای کنترل نما، موقعیت و اندازه علائم وجود دارند. می توان از دکمه Defaults برای باز گرداندن این کنترل ها به تنظیمات اولیه خود، استفاده کرد.

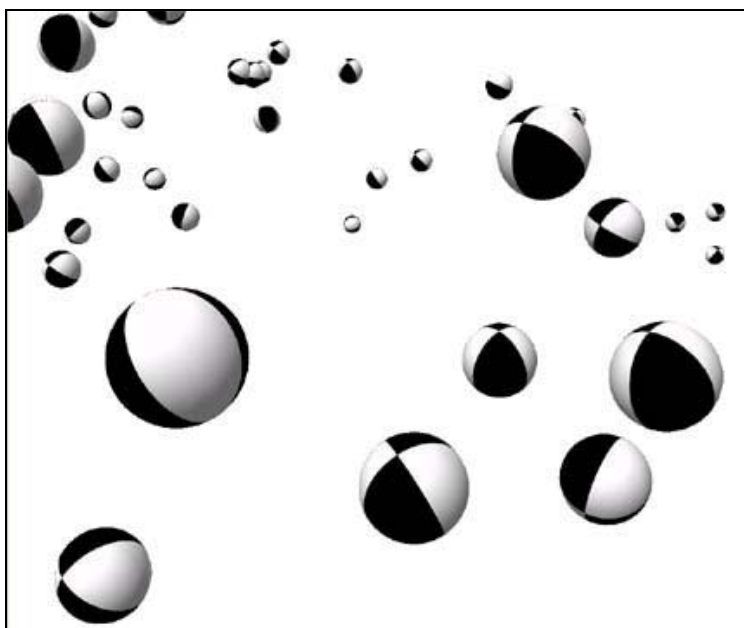
### امکانات علائم

سه دسته اصلی از علائم قابل ایجاد وجود دارند که عبارتند از کره های کانونی، صفحات کره و محورهای اصلی تنش. هر یک از این امکانات را می توان مستقل از دیگری استفاده کرد و یا به همراه هم، برای تهیه علائم پیچیده تر بکار برد. با این وجود، کره های کانونی و محورهای اصلی تنش را نمی توان بطور همزمان استفاده کرد، زیرا ممکن است محورها بوسیله کره ها پنهان شوند. برای اجرای برنامه، دست کم یکی از این سه امکان باید انتخاب شود.

ایجاد علائم برای دسته ای از داده ها که شامل بیش از ۲۰۰۰ نقطه باشند، ممکن است به زمان طولانی پردازش منجر شده و عملکرد ArcScene را کاهش دهد. با این وجود، تاثیر بر کامپیوتر، با توجه به نوع علائم انتخابی متغیر است. یک علامت ساده مانند یک دیسک به عنوان صفحه کره، می تواند تعداد زیادی از نقاط را نسبت به یک علامت پیچیده مانند محور، نشان دهد. همچنین، تعداد علائم رسم شده است که بر عملکرد کامپیوتر تاثیر می گذارد، نه تعداد نقاط موجود در داده ها. این به این معناست که ممکن است علائم را برای دسته داده هایی با چند هزار نقطه نشان داد، در حالیکه با استفاده از امکان فیلتر، تعداد نقاطی که علائم برای آنها نمایش داده می شود، را محدود می کنیم.

### کره های کانونی

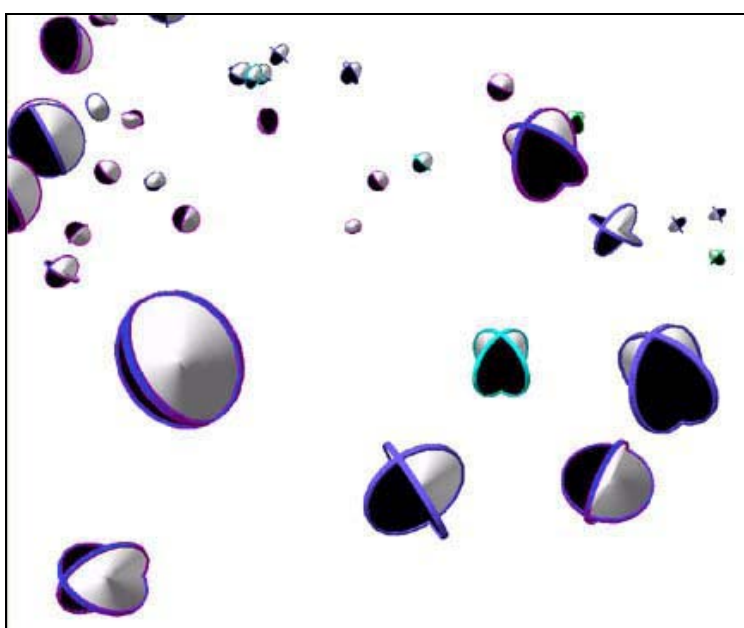
طبق تنظیمات پیش فرض کره های ساز و کار کانونی سه بعدی سیاه و سفید در حول هر نقطه ایجاد می شود (شکل ۶). برای اطلاعات بیشتر بخش ۱-۳ را ببینید.



شکل ۶- نمای پیش فرض کره های کانونی

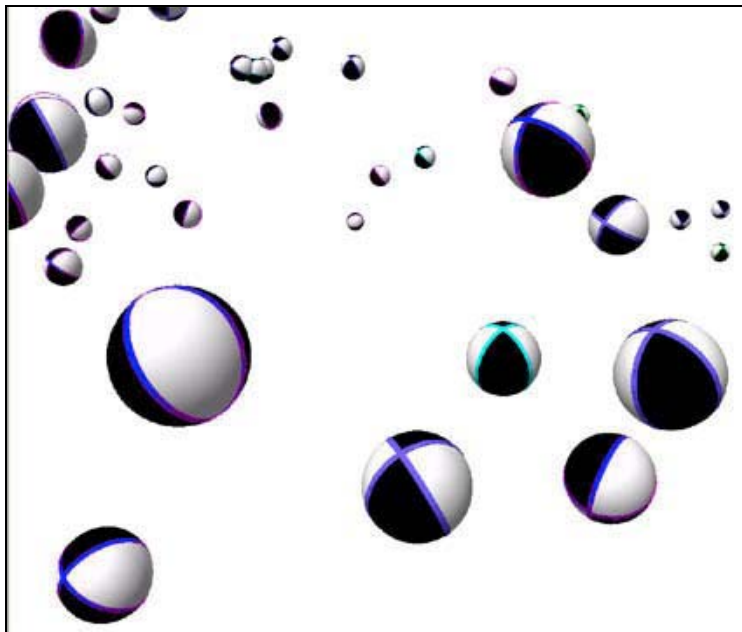
### صفحات گره

یک تنظیم اختیاری به طور مستقل از تنظیم کره های کانونی وجود دارد، که علائم ساز و کار ژرفی را به صورت صفحات دو بعدی (شکل ۷) نشان می دهد. هر صفحه با استفاده از جهت یابی یکسان با کره ها نمایش داده می شود. موقعیت ربع های کره ها نیز حفظ می شود. لبه بیرونی صفحات با حلقه های تعریف می شود که می توانند اطلاعاتی بیشتر در مورد مکان هر زمینلرزه فراهم کنند (به رنگ های نماینده بزرگا در زیر مراجعه کنید).



شکل ۷- صفحات گره با حلقه های رنگ آمیزی شده براساس بزرگا

هنگام استفاده به همراه کره های کانونی، یک کره با حلقه های رنگ آمیزی شده در اطراف صفحات گره کشیده می شود (به رنگ های نماینده بزرگا در زیر مراجعه کنید). صفحات دو بعدی رسم نخواهند شد، زیرا درون کره محبوس خواهند شد (شکل ۸).



شکل ۸- کره های کانونی با حلقه هایی که براساس بزرگا رنگ آمیزی شده اند.

### رنگ های بزرگا

این امکان در بخش صفحات گره قرار دارد و تنها زمانی قابل اجرا است که جدول داده ها دارای فیلد MAGNITUDE باشد و گزینه "Nodal Planes" انتخاب شده است. با انتخاب این گزینه، حلقه های صفحات گره براساس بزرگای زمینلرزه رنگ آمیزی می شوند. رنگهای انتخاب شده برای بازه های بزرگا به ترتیب جدول زیر است.

جدول ۱- دامنه رنگهای بزرگا

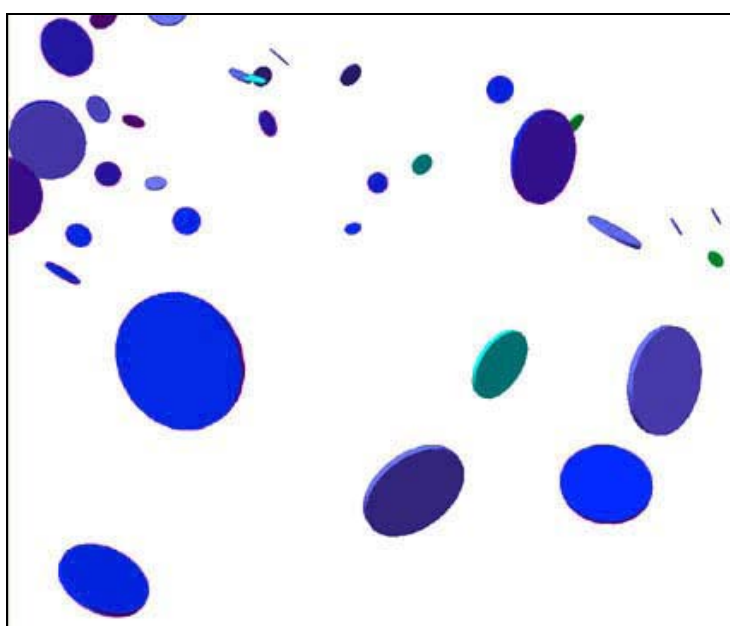
| MAGNITUDE     | COLOR      |
|---------------|------------|
| Less than 3   | Dark Blue  |
| 3 to 3.99     | Light Blue |
| 4 to 4.99     | Green      |
| 5 to 5.99     | Yellow     |
| 6 to 6.99     | Orange     |
| 7 and greater | Red        |

اگر مقادیر بزرگا موجود نباشند، یا این امکان در هنگام رسم صفحات گره انتخاب نشود، حلقه ها با یک تن رنگ خنثی نمایش داده می شوند.

برای کاربر حرفه ای که ممکن است بخواهد رنگ بندی خود را پیاده کند، این رنگها را می توان با مراجعه به کد برنامه در ساب روتین SetColors تغییر داد. این ساب روتین آخرین گزینه موجود در فهرست کدهاست. برای مشاهده کد، در دکمه Focal Mechanism در ArcScene راست کلیک کنید و View Source را انتخاب کنید. در ساب روتین از مدل های رنگ Hue, Saturation و Value برای تنظیم رنگها استفاده شده است. با تغییر عدد Hue برای یک دامنه خاص از بزرگا، رنگ آن تغییر خواهد کرد.

### تنها صفحه اولیه

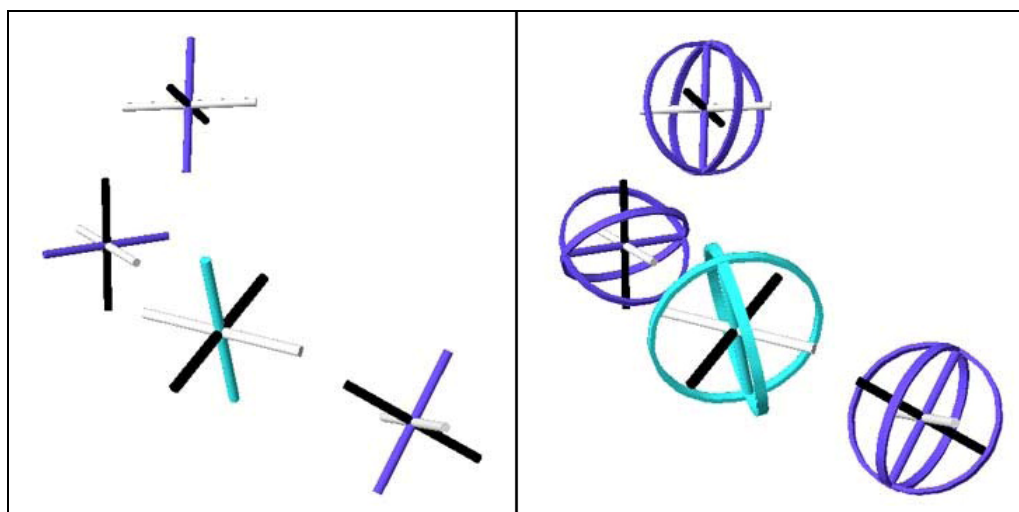
گزینه "primary plane only" در بخش "Nodal Planes" تنها زمانی قابل انتخاب خواهد بود که Nodal Planes انتخاب شده باشد. با انتخاب این گزینه (primary plane only) یک دیسک تخت رسم می شود که جهت صفحات گره اولیه را نشان می دهد (شکل ۹). این ساده ترین حالت نمایش است. اگر گزینه رنگ آمیزی با بزرگا نیز انتخاب شود، دیسک با توجه به بزرگا رنگ آمیزی می شود. در غیر اینصورت تن رنگی خنثی خواهد داشت. از یک لایه گرافیکی که تنها شامل دیسک های صفحات اولیه باشد، می توان با دیگر لایه های گرافیکی دارای علائم پیچیده تر، استفاده کرد تا بتوان در ArcScene، صفحات اولیه را با روشن و خاموش کردن نمایش این لایه، شناسایی کرد.



شکل ۹- صفحات اولیه که براساس بزرگا رنگ آمیزی شده اند.

### محورهای اصلی تنش

یک تنظیم دلخواه (Principal Stress Axes) که از مقادیر فیلدهای STRIKE, DIP و RAKE برای نمایش محورهای فشارش، کشش و صفر علائم ساز و کار کانونی به صورت میله های رنگی استفاده می کند، طراحی شده است (شکل ۱۰). محورهای فشارش و کشش با زاویه ۴۵ درجه نسبت به صفحات گره قرار می گیرند، در حالیکه محورهای صفر، از خط تقاطع دو صفحه اولیه و کمکی پیروی می کنند. این حالت برای گسلهایی که سطوح ضعف قدیمی در سنگها را دنبال کرده اند، صدق نمی کند. به هر صورت، محورهای فشارش (P) و کشش (T) معمولاً بوسیله لرزه شناسان در نمودارهای دوبعدی ساز و کار ژرفی مورد استفاده قرار می گیرند. محور فشارش که از ربع های سفید علامت ساز و کار عبور می کند به رنگ سفید خواهد بود. محور کشش که از ربع های سیاه علامت عبور می کند، به رنگ سیاه خواهد بود. محور صفر با فیلد بزرگا، اگر داده های آن موجود باشد، رنگ آمیزی می شود. زمانی که این حالت را با گزینه Nodal Planes ترکیب کنیم، محورها با حلقه هایی که حد خارجی صفحات را مشخص می کنند، رسم خواهند شد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- انتخاب گزینه Principal Stress Axes به صورت تنها (سمت چپ) و در ترکیب با Nodal Planes (سمت راست)

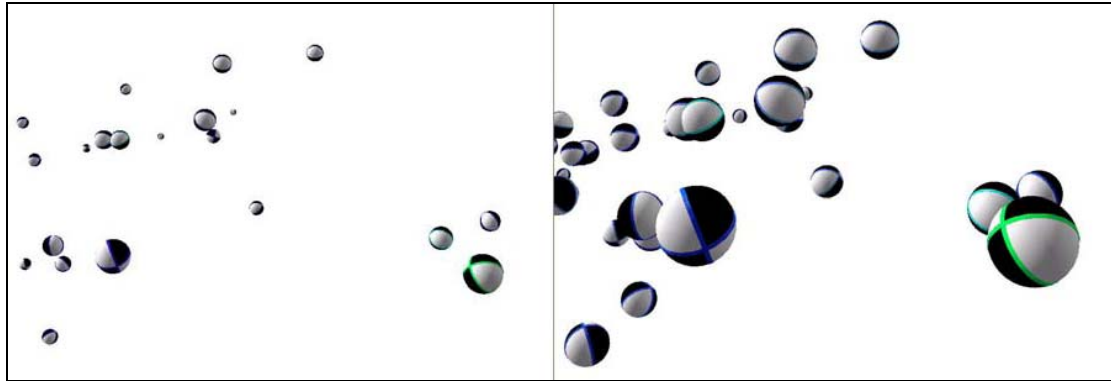
### امکانات تغییر اندازه (Sizing Options)

این امکانات برای تنظیم اندازه علائم رسم شده کاربرد دارند که برای کره های کانونی، صفحات گره و محورهای اصلی تنش قابل استفاده اند.



### قطر علامت (Symbol Diameter)

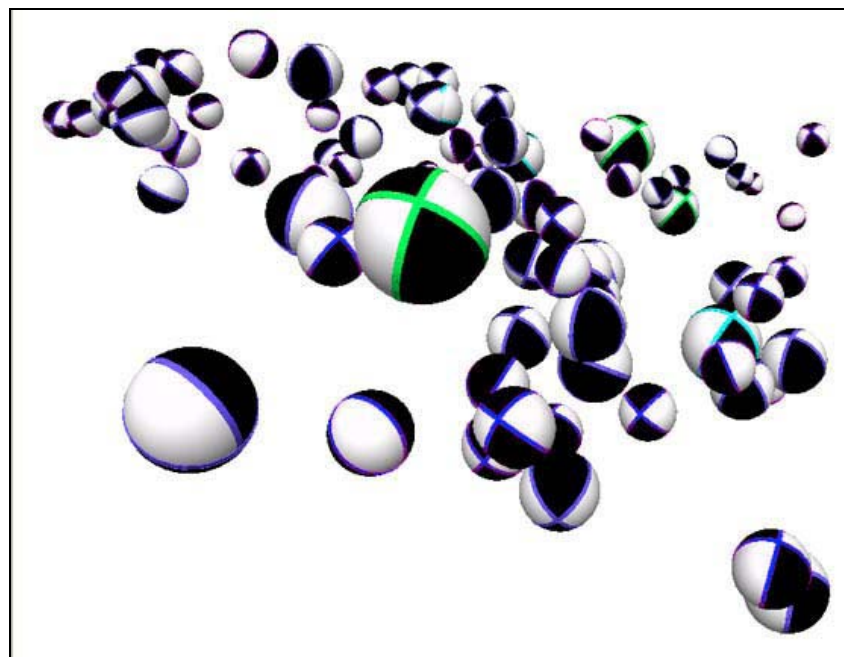
قطر علائمی که رسم خواهند شد، را تنظیم می کند (شکل ۱۱). مقادیر داده شده باید به کیلومتر باشند. مقدار پیش فرض مورد استفاده ۲ کیلومتر است.



شکل ۱۱- دو نما از یک دسته داده با علائمی با قطرهای متفاوت

### مقیاس گذاری با بزرگا (Scale by Magnitude)

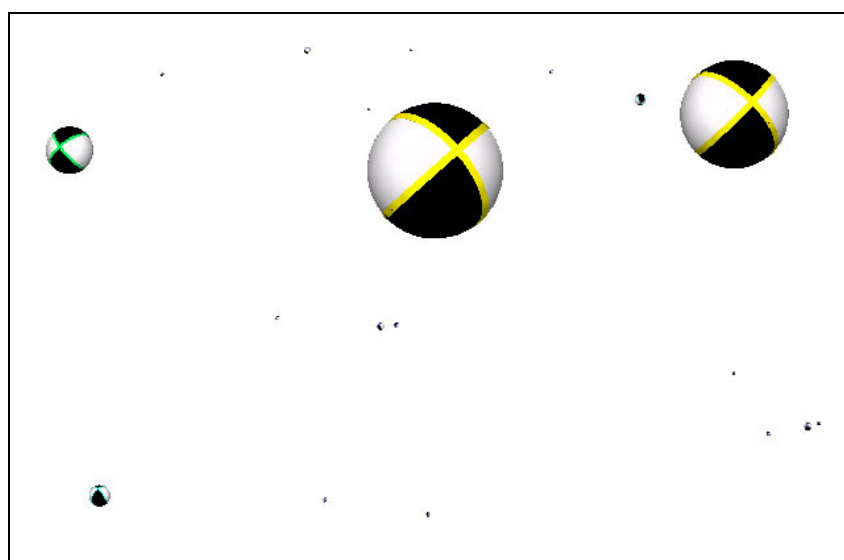
این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد MAGNITUDE در جدول اطلاعاتی موجود باشد، که در این صورت، امکان تنظیم قطر کره ها را با بزرگا فراهم می کند، به نحویکه کره های بزرگتر نمایانگر زمینلرزه های بزرگتر هستند (شکل ۱۲). قطر علائم تنها افزایش پیدا می کند، کاهش پیدا نمی کند.



شکل ۱۲- کره های کانونی که براساس بزرگا، مقیاس گذاری شده اند.

### مقیاس گذاری با اندازه گسیختگی (Scale by Rupture Patch Size)

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد MAGNITUDE در جدول اطلاعاتی موجود باشد که در صورت انتخاب، از بزرگا و افت تنش ۳۰ بار (۳ مگاپاسکال) به عنوان پیش فرض، در مدل ترک دایره ای (Brune (1970) استفاده می شود، تا یک قطر محاسبه شود (شکل ۱۳). در صورت نیاز، می توان مقدار پیش فرض افت تنش را تغییر داد. سطح گسیختگی (rupture patch) به مساحتی از گسل که طی یک زمینلرزه حرکت کرده است گفته می شود. بطور کلی، هر چه بزرگا بیشتر باشد، مساحت سطح گسیختگی بیشتر است. مقادیری که برای قطر علائم تعریف شده اند، در هنگام استفاده از این امکان، اعمال نمی شوند.

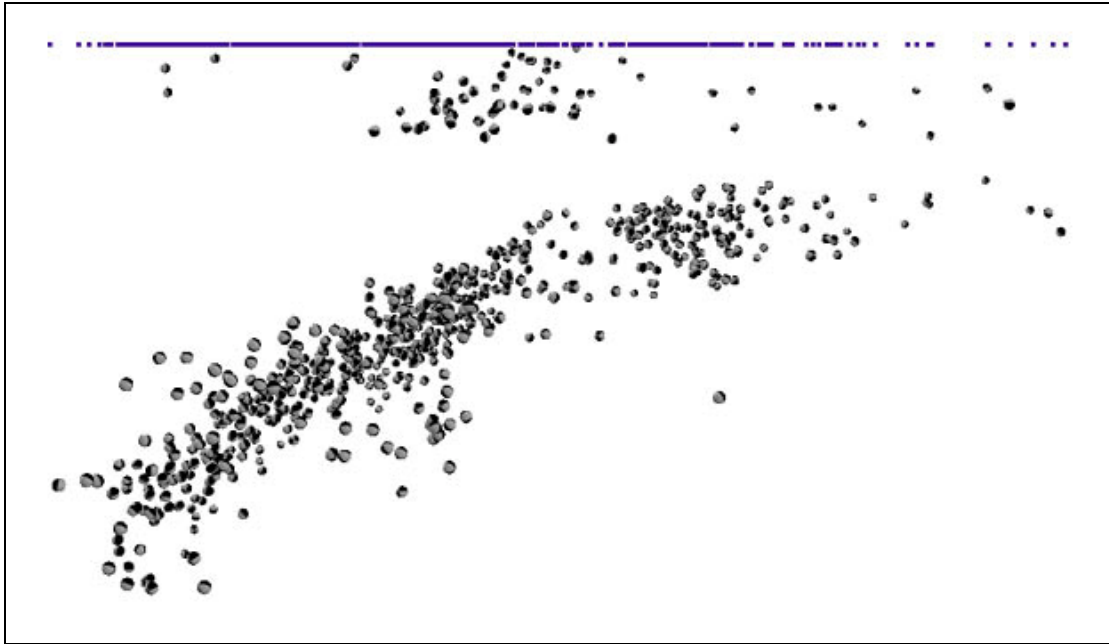


شکل ۱۳- کره های کانونی که با سطح گسیختگی مقیاس گذاری شده اند

### امکانات موقعیت (Position Options)

#### دیدن عمق (View Depth)

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد DEPTH در جدول اطلاعاتی موجود باشد، و این اجازه را می دهد تا علائم در مکان صحیح خود در زیر سطح زمین قرار گیرند (شکل ۱۴). در صورت وجود، از مقادیر عمق به طور پیش فرض استفاده شده و کیلومتر مثبت در نظر گرفته می شوند. ولی می توان هر یک از گزینه های کیلومتر منفی، متر مثبت و متر منفی را انتخاب کرد. اگر از این امکان استفاده نشود، و یا موجود نباشد، همه علائم در سطح زمین ترسیم می شوند، به جز نقاطی که در لایه GIS قبل از اجرای برنامه 3DFM به سه بعدی تبدیل شده بوده اند. اگر اینچنین باشد، امکان View Depth را باید خاموش کرد.



شکل ۱۴- کره های کانونی زون بنیوف در جنوب شرقی آلاسکا در حالیکه View Depth روشن است. خط افقی از نقاط در بالا، سطح زمین را مدل نشان می دهد.

#### سیستم مختصات خروجی (Output Coordinate System)

اگر سیستم مختصات برای سین کنونی تعریف شود، پارامترهای آن در پنجره 3DFM درج می شود. برای اطلاعات بیشتر درباره سیستم مختصات به بخش ۱-۵ مراجعه کنید.

#### سیستم مختصات (Coordinate System)

نام سیستم مختصات تنظیم شده برای سین کنونی.

#### واحدها (Units)

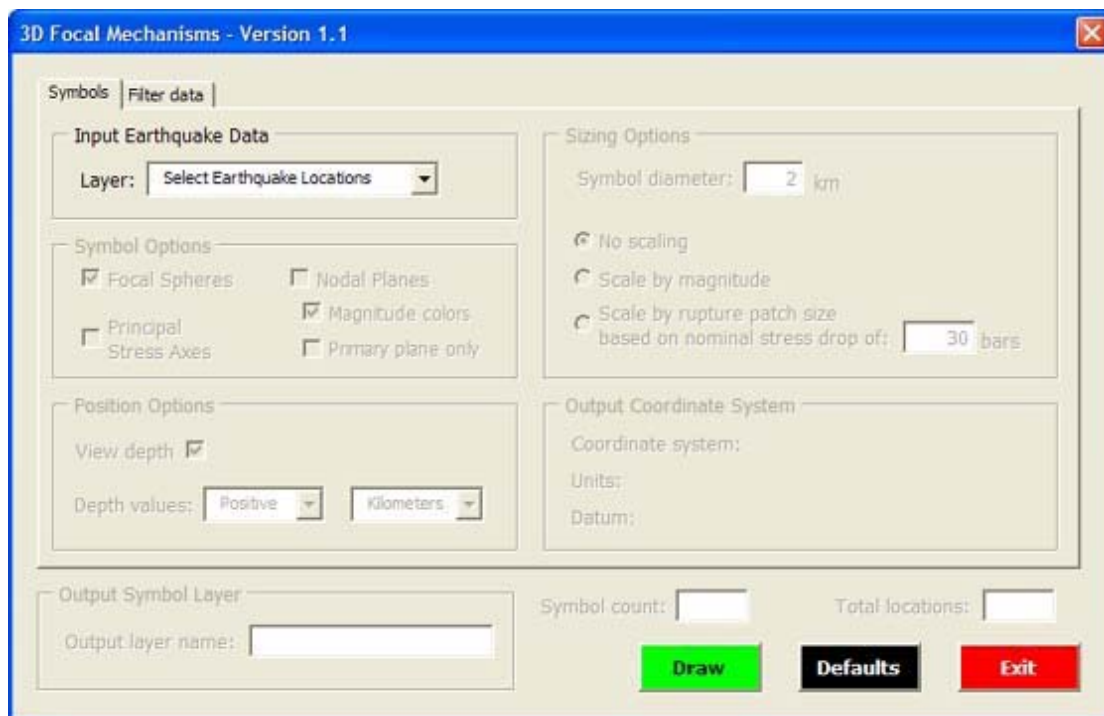
واحدهای خطی مورد استفاده در سین.

#### مبنا (Datum)

نام مبنای تنظیم شده برای سین کنونی.

#### ۴-۲- فیلتر کردن داده ها (Filter Data)

نه امکان برای فیلتر کردن علائم ترسیم شده، براساس برخی مشخصات، در نظر گرفته شده اند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نمای پنجره حاوی امکانات فیلتر کردن داده ها در 3DFM

### امکانات فیلترگذاری

بطور پیش فرض، هیچ داده ای فیلتر نمی شود، با این وجود، این امکان وجود دارد که با کاهش دامنه مقادیر مورد پذیرش، برای هر یک از نه فیلد مشخصات، نقاطی که با علائم نمایش داده می شوند، را کنترل کنیم. دامنه ها را می توان برای هر نوع ترکیبی از مشخصات نیز سازگار کرد. بر هریک از لیست ها به جز Fault Type، شما می توانید مقادیر کمینه و بیشینه را از لیست مرتب شده از مقادیر یکه موجود از آن فیلد در دسته داده، انتخاب کنید. با کلیک بر دکمه Default، فیلترها به مقادیر کمینه و بیشینه اولیه باز گردانده می شوند.

#### Strike

نقاط را براساس مقادیر امتداد آنها فیلتر می کند. مقدار پیش فرض کمینه و بیشینه به ترتیب، ۰ و ۳۶۰ درجه است.

#### Dip

نقاط را براساس مقادیر شیب آنها فیلتر می کند. مقدار پیش فرض کمینه و بیشینه به ترتیب، ۰ و ۹۰ درجه است.

#### Rake

نقاط را براساس مقادیر ریک آنها فیلتر می کند. مقدار پیش فرض کمینه و بیشینه به ترتیب،  $-180$  و  $+180$  درجه است.

#### Magnitude

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد MAGNITUDE در جدول اطلاعاتی موجود باشد. نقاط را براساس بزرگای فیلتر می کند و مقدار کمینه و بیشینه پیش فرض آن به ترتیب،  $0$  و  $10$  است.

#### Depth

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد DEPTH در جدول اطلاعاتی موجود باشد. نقاط را براساس مقدار عمق به متر یا کیلومتر فیلتر می کند و چون علامت و واحد مورد قبول برای عمق متغیر است، هیچ مقادیر پیش فرض کمینه و بیشینه ای، برای آن در نظر گرفته نشده است.

#### N\_PLUNGE

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد N\_PLUNGE در جدول اطلاعاتی موجود باشد. داده ها را براساس مقادیر N\_PLUNGE فیلتر می کند. مقدار کمینه و بیشینه پیش فرض آن به ترتیب،  $0$  و  $90$  درجه است.

#### P\_PLUNGE

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد P\_PLUNGE در جدول اطلاعاتی موجود باشد. داده ها را براساس مقادیر P\_PLUNGE فیلتر می کند. مقدار کمینه و بیشینه پیش فرض آن به ترتیب،  $0$  و  $90$  درجه است.

#### T\_PLUNGE

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد T\_PLUNGE در جدول اطلاعاتی موجود باشد. داده ها را براساس مقادیر T\_PLUNGE فیلتر می کند. مقدار کمینه و بیشینه پیش فرض آن به ترتیب،  $0$  و  $90$  درجه است.

#### Fault Type

این امکان، تنها زمانی برقرار است که فیلد FTYPE در جدول اطلاعاتی موجود باشد. داده ها را براساس مقادیر FTYPE فیلتر می کند. هیچ نوع خاصی از دامنه یا اطلاعات وجود ندارد که نیاز باشد در این فیلد قرار داده شود. هدف از آن، فراهم کردن راهی برای فیلتر کردن داده ها

براساس دسته بندی گسلها بوده است، با این وجود، این به خود کاربر بستگی دارد که تصمیم بگیرد، چگونه این دسته بندی را اجرا کند. اطلاعات دسته بندی باید در جدول اطلاعاتی، قبل از اجرای برنامه، وارد شده باشد. 3DFM، به خودی خود، این دسته بندی را انجام نمی دهد.

### Symbol Count

تعداد نقاطی که با تنظیمات کنونی علامت گذاری خواهند شد، را نشان می دهد. هرگاه تنظیمات صورت گرفت، این تعداد به طور خودکار بروز می شود. هرگاه فیلترها در مقادیر پیش فرض خود باشند، تعداد نقاط علامت گذاری شده باید با تعداد کل نقاط داده برابر باشد. با این وجود، اگر نقاطی وجود داشته باشند که مقادیر آنها خارج از دانه مورد پذیرش یک فیلد خاص باشد، پیش از هرگونه تنظیم فیلتر، از رده خارج می شوند. اگر فیلتر گذاری به عدم نمایش هر گونه داده ای منجر شود، این باکس قرمز شده و عدد صفر را نشان می دهد.

### Total Locations

تعداد کل نقاط زمینلرزه موجود در فایل داده ها را نشان می دهد.

## ۲-۵- نمایش علائم

### لایه خروجی علائم

#### نام لایه خروجی

به صورت پیش فرض نام یک لایه گرافیکی جدید از نام دسته داده ورودی با توجه به نوع نمایش انتخابی به صورت FMPlane, FMSphere, یا FMAxes خواهد بود. شما می توانید نام پیش فرض را پذیرفته و یا نام دلخواه خود را وارد کنید.

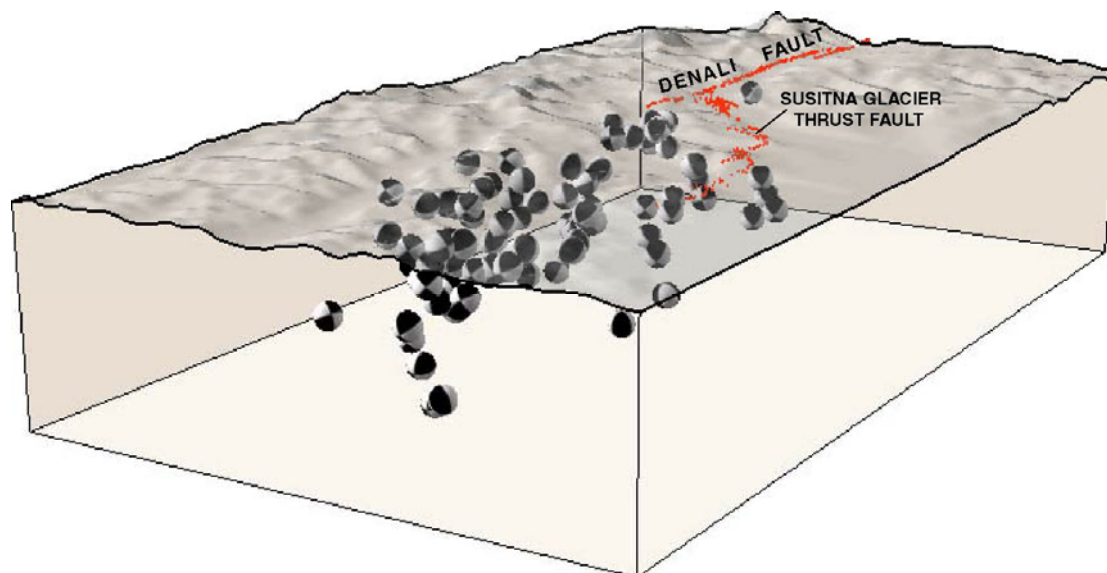
پس از انتخاب نام لایه جدید، بر گزینه Draw کلیک کنید تا 3DFM علائم را در ArcScene بسازد. علائم در لایه گرافیکی که نام آن در بالای فهرست ArcScene نمایش داده می شود، ایجاد می شوند.

اگر بخواهید علائم را در لایه گرافیکی که هم اکنون وجود دارد، رسم کنید، 3DFM از شما می پرسد که آیا می خواهید اطلاعات را بر فایل قبلی بنویسید یا نه. برای حفظ اطلاعات در یک لایه گرافیکی خاص، شما باید گزینه نه را انتخاب کرده و سپس نام یک لایه جدید را وارد کنید. یک لایه گرافیکی مانند هر لایه دیگری در ArcScene رفتار می کند. این لایه ها را می توان روشن و خاموش کرد و یا می توان از فهرست لایه ها حذف کرد.

با این لایه های گرافیکی و با استفاده از امکانات انتخاب علائم و فیلتر کردن داده ها، شما می توانید چندین نما از یک داده خاص تهیه کنید. هر لایه را می توان به عنوان بخشی در 3DFocalMech.sxd ذخیره کرد یا اینکه یک کپی از فایل sxd اولیه را با نام های مختلف ذخیره کرد. در این حالت، در مراجعه بعدی شما برای باز کردن فایل sxd در ArcScene لایه های گرافیکی که قبلا ایجاد شده اند، حاضر خواهند بود و نیازی نیست شما دوباره 3DFM را اجرا کنید. هر فایل sxd که از 3DFocalMech.sxd ایجاد شود، ابزار 3DFM را در خود خواهد داشت.

### ۳- مثال

شکل ۱۶ مثالی از علائم ساز و کار ژرفی تهیه شده بوسیله 3DFocal Mechanism، در نزدیکی رومرکز زمینلرزه ۲۰۰۲ M:7.9 بر گسل دنالی (Denali) را نشان می دهد. اتصال بین گسل راندگی ساسیتنا گلاشیر (Susitna Glacier) و گسل دنالی نشان داده شده است. به تعداد زیاد علائم ساز و کار کانونی راندگی در ناحیه بین گسیختگی سطحی گسل دنالی و کمان گسل راندگی ساسیتنا گلاشیر توجه کنید. اطلاعات بیشتر در مورد این تصویر عبارتند از چشم انداز سطحی، موقعیت گسل، و بلوک دیاگرام که در ArcScene و مستقل از 3DFM تهیه شده است.



شکل ۱۶- مثالی از علائم ساز و کار ژرفی در طول گسل دنالی و گسل راندگی ساسیتنا گلاشیر.

### ۴- منابع

Brune, J.N., 1970, Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes: Journal of Geophysical Research, v. 75, no. 26, p. 4997-5009.

Cronin, V.S., 2004, A draft primer on focal mechanism solutions for geologists: Teaching Quantitative Skills in the Geosciences, [http://serc.carleton.edu/files/NAGTWorkshops/structure04/Focal\\_mechanism\\_primer.pdf](http://serc.carleton.edu/files/NAGTWorkshops/structure04/Focal_mechanism_primer.pdf)





وزارت صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
**پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور**

نشانی : فلکه دوم صادقیه، بلوار شهدا، شماره ۶

کد پستی: ۱۴۶۱۶۵۵۶۹۴

تلفن : ۴۲۴۱۳۷۶-۹      نمابر : ۴۲۲۳۱۹۵

[WWW.ngdir.ir](http://WWW.ngdir.ir)

[info@ngdir.ir](mailto:info@ngdir.ir)

Ministry of Industries & Mines

Geological Survey of Iran

**National Geoscience Database of Iran**

No.6, Shohada Blv., 2nd Sadeghieh Sq., Tehran, Iran

Postal code : 1461655694

Tel : 4241376-7      Fax : 4223195