

## بخش ۲

### ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)

- ۱ کار با نرم افزار طراحی مدار چاپی
- ۲ طراحی مدار چاپی با نرم افزار پیشرفته
- ۳ پروژه کاربردی آنالوگ
- ۴ پروژه مخابراتی
- ۵ پروژه الکترونیک صنعتی

## نصب نرم افزار

### • آماده سازی اولیه

نرم افزار آلتیوم دیزاینر را خریداری یا دانلود می کنیم. سپس وارد محیط نرم افزار شده و فایل Altium.EXE را اجرا می کنیم تا پنجره شکل ۱ ظاهر شود.

این پنجره بیان می کند که نرم افزار آماده نصب بر روی رایانه شما است.

اکنون باید زبان مورد نظر جهت نصب را انتخاب کنیم. این زبان به صورت پیش فرض روی انگلیسی قرار دارد. آن را تغییر نمی دهیم. سپس باید تیک عبارت I accept the agreement را فعال کنیم تا قرارداد نصب را بپذیریم. با این کار شما موافقت خود را با نصب نرم افزار بر روی سیستم خود اعلام می کنید، شکل ۲.

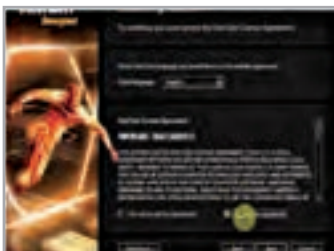
بر روی Next کلیک می کنیم تا پنجره شکل ۳ ظاهر شود.

در این مرحله تمام تیک های موجود در این پنجره را فعال می کنیم تا تمامی امکانات آلتیوم آماده نصب شوند. سپس بر روی دکمه Next کلیک می کنیم تا وارد مرحله تعیین مسیر نصب شویم، شکل ۳.

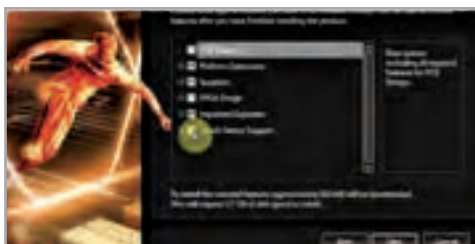
در این مرحله بهتر است مسیر پیش فرض نرم افزار را تغییر ندهیم. این مسیر مانند شکل ۴ روی درایو C رایانه و در پوشه Program Files قرار گرفته است.



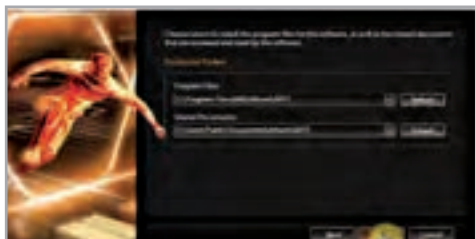
شکل ۱- پنجره خوش آمد گویی



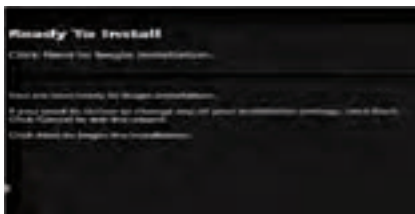
شکل ۲- پذیرفتن قرارداد نصب



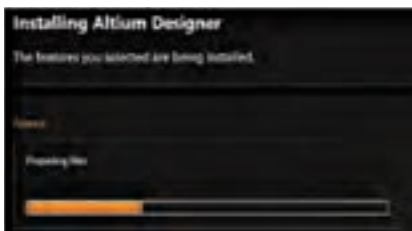
شکل ۳- افزودن امکانات طراحی مانند FPGA و سنسورهای لمسی



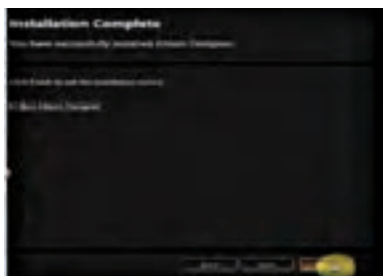
شکل ۴- تعیین مسیر نصب نرم افزار



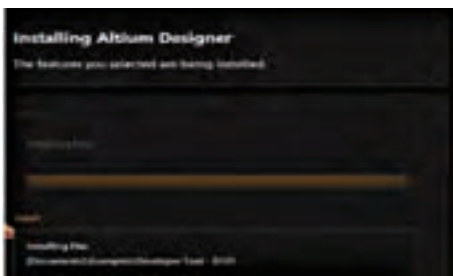
شکل ۵ - آمادگی برای نصب



شکل ۶ - پنجره آغاز نصب نرم افزار



شکل ۸ - پنجره نشان دهنده پایان نصب



شکل ۷ - نصب فایل های اصلی

## • فرایند اجرای نصب

✓ با انتخاب گزینه Next در شکل ۴، شکل ۵ ظاهر می شود. در این مرحله، نرم افزار اعلام می کند که برای نصب آماده است. کفایت گزینه بعدی (next) را انتخاب کنیم تا نصب ادامه یابد، شکل ۵.

✓ در ادامه مراحل نصب، پنجره آغاز نصب ظاهر می شود، شکل ۶.

در شکل های ۷ و ۸ ادامه مراحل نصب را مشاهده می کنید.

## رجیستر کردن برنامه

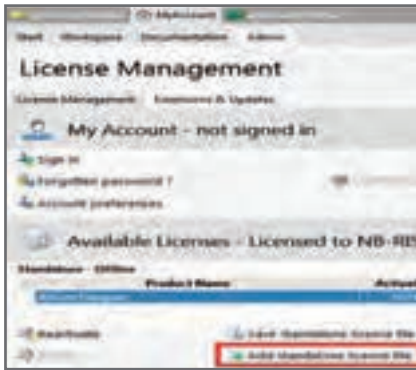
### • باز کردن حساب کاربری

✓ پس از اینکه نصب نرم افزار به پایان رسید آن را اجرا کرده و از نوار منو بر روی گزینه DXP کلیک می کنیم.

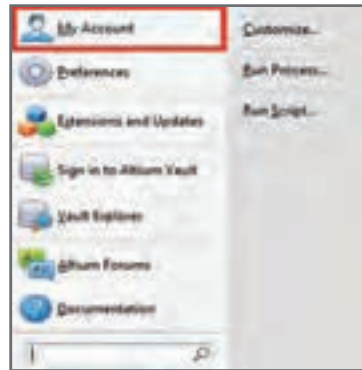
✓ طبق شکل ۹ پنجره «حساب کاربری من» باز می شود. در این پنجره گزینه My Account (حساب کاربری من) را انتخاب می کنیم.

✓ در مرحله بعد پنجره مربوط به لایسنس (مجوز نصب قانونی برنامه) باز می شود. در شکل ۱۰ پنجره مدیریت جواز نصب را مشاهده می کنید.

✓ اکنون باید جواز نصب قانونی برنامه را طبق مقررات تعریف شده به آن معرفی کنیم تا برنامه رجیستر (ثبت قانونی) شود.



شکل ۱۰- پنجره مدیریت جواز نصب



شکل ۹- پنجره حساب کاربری من

✓ برای این کار ابتدا در پنجره My Account بر روی گزینه Add standalone license file کلیک می‌کنیم.

✓ سپس یکی از فایل‌های license را که با همین نام در پوشه‌های مربوط به فایل‌های اصلی نرم‌افزار قرار دارد به برنامه معرفی می‌کنیم. برای این کار کفایت بر روی یکی از فایل‌های موجود در این پوشه با پسوند alf کلیک کنیم تا طبق شکل ۱۱ برنامه رجیستر شود.



شکل ۱۱- انتخاب فایل جواز نصب

✓ پس از اینکه برنامه رجیستر شد، پیامی مشابه شکل ۱۲ در پنجره My Account و در قسمت License Available مشاهده می‌شود. حتماً به این پیام توجه کنید. اگر برنامه درست فعال شده باشد، باید پیام نمایش داده شود. مثلاً شکل ۱۲ نشان می‌دهد که برنامه تا ماه سپتامبر ۲۰۲۸ رجیستر شده است و از تمامی امکانات آن می‌توان استفاده کرد.



شکل ۱۲- پنجره نشان دهنده وضعیت ثبت قانونی نرم‌افزار

✓ در تمامی مراحل نصب از آغاز تا پایان نباید به اینترنت متصل باشید در غیر این صورت فرایند نصب دچار اختلال خواهد شد.

## راه‌های دریافت نرم‌افزارها

### • دریافت از طریق اینترنت

✓ این نوع نرم‌افزارها از طریق سایت‌های اینترنتی داخلی و خارجی قابل دریافت هستند. همچنین در فروشگاه‌های نرم‌افزار نیز عرضه می‌شوند.

✓ اکثر سایت‌ها، نرم‌افزارهای خود را به صورت فایل‌های فشرده در سرور (Server) خود قرار می‌دهند و باید پس از بارگیری، آنها را از حالت فشرده خارج کنیم تا بتوانیم به فایل‌های اجرایی آن دسترسی داشته باشیم.

✓ به دلیل حجم بالای نرم‌افزارها معمولاً آنها را به چند بخش تقسیم کرده و بر روی سرورها بارگذاری می‌کنند، بنابراین باید پس از بارگیری، آنها را کنار یکدیگر قرار دهیم و از حالت فشرده خارج کنیم تا به همه فایل‌های نصبی نرم‌افزار دسترسی داشته باشیم.

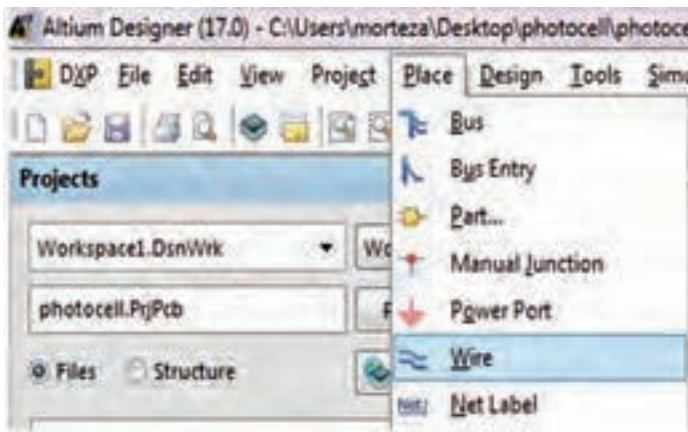
## نکاتی چند درباره کاربرد نرم‌افزار

### • چند نکته کلیدی

✓ در صورتی که بخواهیم در هنگام قرار دادن قطعات در محیط شماتیک یا محیط PCB، آنها را بچرخانیم کافیست هم‌زمان با ورود قطعه مورد نظر به محیط کار، کلید خط فاصله صفحه کلید رایانه (Back Space) را فعال کنیم. با هر بار فعال کردن، قطعه مورد نظر ۹۰ درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد.

✓ برای سیم‌کشی می‌توانیم از منوی Place گزینه Wire را انتخاب کنیم یا از طریق جعبه ابزارهای کاربردی ابزار Place Wire را انتخاب کنیم.

✓ دقت کنید که پس از کشیدن هر خط ارتباطی بین دو پایه مشخص، برای سیم‌کشی قطعات بعدی، دوباره باید ابزار سیم‌کشی را انتخاب کنیم، شکل ۱۳.

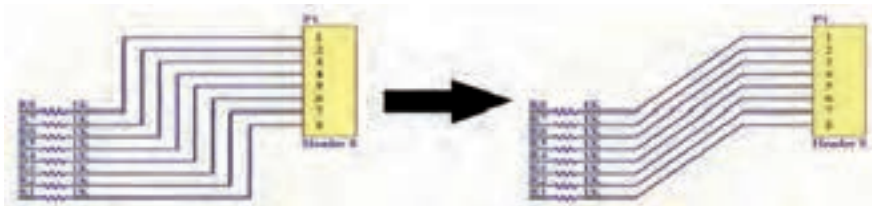


شکل ۱۳- آوردن ابزار سیم‌کشی از منوی Place

✓ اگر قرار است چند سیم به یکدیگر متصل شوند باید محل تقاطع این خطوط با یک دایره توپر مشخص شود.

## • آموزش ترسیم خطوط مورب

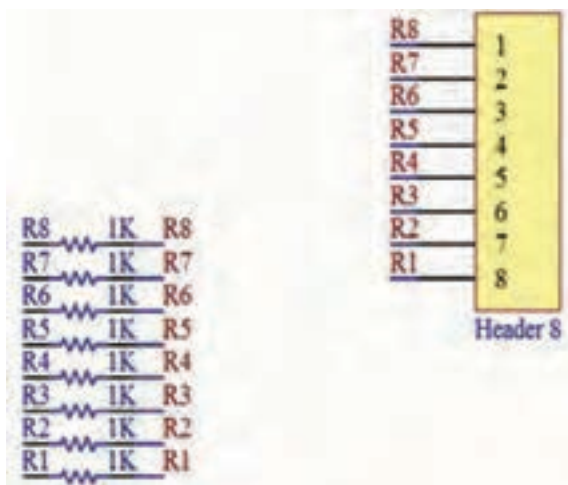
✓ از آنجا که ترسیم نقشه فنی شماتیکی زیبا و در عین حال ساده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، گاهی اوقات ضرورت ایجاد می‌کند خطوط مورب با زاویه ۴۵ درجه ترسیم کنیم. برای این منظور هنگام ترسیم خطوط طبق شکل ۱۴ از کلیدهای ترکیبی Shift+Space استفاده می‌کنیم. ✓ اگر بخواهیم خطوطی با زاویه دلخواه ترسیم کنیم با نگه داشتن کلیدهای Shift + Space می‌توانیم زاویه دلخواه را برای خط مورد نظر تنظیم کنیم، سپس با کشیدن اشاره‌گر ماوس بر روی صفحه، خط مورد نظر را بکشیم. در نهایت پس از رها کردن کلیک چپ ماوس، خط ترسیم خواهد شد. با سه بار فعال کردن Shift+Space این کلیدها به حالت پیش‌فرض یعنی به زاویه ۹۰ درجه برمی‌گردد.



شکل ۱۴- ترسیم خطوط مورب

## • نت گذاری خطوط (Net)


✓ برای مشخص سازی و متمایز ساختن خطوط کشیده شده در نقشه فنی (شماتیک) و کاربردهایی که بعداً در PCB مورد نیاز است، از فناوری «نت گذاری» خطوط استفاده می‌شود. برای نت گذاری خطوط، از منوی Place گزینه Net Lable را انتخاب می‌کنیم، سپس مکان نما را بر روی خط مورد نظر قرار می‌دهیم تا ضربدر قرمز رنگ ظاهر شود. ✓ با کلیک چپ ماوس، نت به خط مورد نظر متصل می‌شود. حالا با دوبار کلیک کردن بر روی نت می‌توان نام آن را عوض کرد. همچنین می‌توان هنگام آوردن نت به محیط شماتیک کلید TAB را فشار داده و در قسمت Properties نام مورد نظر مثلاً R1 را بنویسیم، شکل ۱۵.




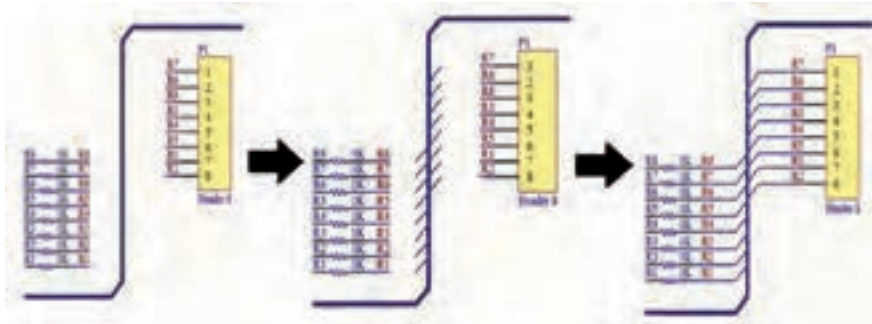
شکل ۱۵- نت گذاری خطوط ارتباطی

☑ نوع فونت، اندازه، رنگ و زاویه چرخش نت در این صفحه قابل تنظیم است.  
☑ در نقشه‌های بسیار پیچیده، که قطعات به راحتی پیدا نمی‌شوند، روش نت‌گذاری باعث سر درگمی کاربر در پیدا کردن مسیر سیم‌کشی می‌شود. برای مقابله با این مشکل از روش باس‌گذاری استفاده می‌شود.

☑ باس‌گذاری خطوط را متمرکز می‌کند و در جایی که باید خط خارج شود آن را خارج کرده و به پایه مربوطه متصل می‌کند. با این روش در مدارهای پیچیده، کاربر به راحتی با دنبال کردن مسیر خطوط و توجه به نت‌های مشخص شده، مسیر سیم و در نهایت قطعه مورد نظر را در نقشه فنی پیدا می‌کند.

☑ گاهی اوقات مسیر اتصال متفاوت است. مثلاً، اتصال پایه‌های خروجی یک آی‌سی با اتصال پایه‌های یک پین هدر که قرار است به آن متصل شود متفاوت است. این تفاوت سبب ایجاد بی‌نظمی می‌شود. برای این کار روی کلید  کلیک کنید. سپس مسیری که می‌خواهید باس از آنجا عبور کند را مشخص کنید. در این حالت مهم نیست که سر و ته باس حتماً به جایی یا قطعه‌ای متصل باشد. مهم این است که طبق شکل ۱۶ از نزدیکی قطعه عبور کند.

☑ سپس روی کلید  کلیک می‌کنیم تا ابزار باس انتری (Bus Entry) انتخاب شود. حالا جلوی پایه‌های قطعه مورد نظر باس انتری‌ها را به خط باس آدرس متصل می‌کنیم و بعد خطوطی که نت‌گذاری شده‌اند را به سر دیگر این باس انتری‌ها متصل می‌کنیم، شکل ۱۶.



شکل ۱۶- روش کشیدن باس و اتصال باس انتری

### ● مرتب چیدن قطعات

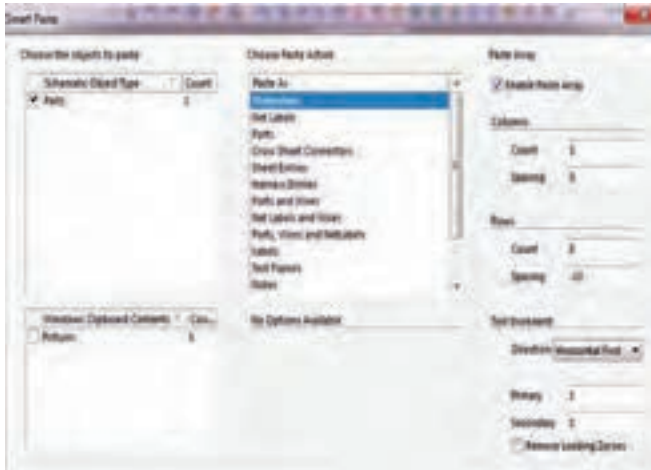
☑ گاهی اوقات در برخی از مدارها مثلاً اتصال مقاومت به پایه‌های یک آی‌سی، یک باس نیاز است تا تعداد زیادی مقاومت یا هر قطعه دیگری را در فواصل منظم و با نام‌گذاری دقیق به صورت پشت سر هم بچینیم. این کار با توجه به نزدیک بودن پایه‌های آی‌سی‌ها مشکل است. شاید بگویید می‌توانیم قطعات را یکی یکی بچینیم، نوشته‌های اضافی را حذف و قطعات را جاگذاری کنیم. این کار سبب اتلاف وقت می‌شود.

☑ برای این منظور ابتدا فقط یک قطعه را در نقشه فنی وارد می‌کنیم. سپس نوشته‌های اضافه را با روش‌های توضیح داده شده حذف می‌کنیم. در ادامه بقیه نوشته‌ها را به شکلی منظم و دلخواه قرار می‌دهیم.

☑ سپس قطعه مورد نظر را انتخاب کرده و کلیدهای Ctrl+X را فعال می‌کنیم. کلیدهای Ctrl+Shift+V را فشار می‌دهیم و به آدرس Edit/Smart Paste می‌رویم تا شکل ۱۷ ظاهر شود. در قسمت paste Array تیک گزینه Enable Paste Array را می‌زنیم. حالا باید تعداد



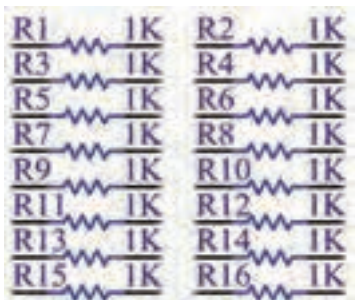
ستون‌های قطعات و تعداد سطرها (در این مثال مقاومت‌ها) را مشخص کنیم. برای این منظور در قسمت ستون‌ها (Columns) و تعداد (Count)، تعداد ستون‌ها را برابر یک و در قسمت Spacing (فاصله ستون‌ها) عدد صفر را وارد می‌کنیم. سپس در قسمت سطرها (Rows) تعداد سطرها را برابر ۸ و در Spacing (فاصله بین قطعات را منفی ۱۰ میلی‌متر در نظر می‌گیریم. چون می‌خواهیم قطعات از بالا به پایین چیده شوند عدد فاصله را به صورت منفی وارد می‌کنیم. اگر بخواهیم قطعات از پایین به بالا چیده شوند کافیست عدد فاصله را به صورت مثبت وارد کنیم.



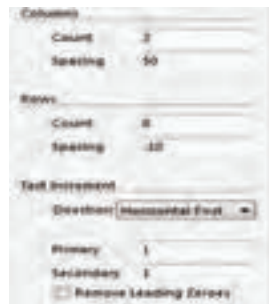
شکل ۱۷- پنجره مرتب چیدن قطعات

☑ برای نام‌گذاری خودکار در قسمت Direction بر روی زبانه کوچک کنار آن گزینه Horizontal First را قرار می‌دهیم و عدد یک را در کادر مربوطه در شکل ۱۷ وارد می‌کنیم. در این صورت نام‌گذاری خودکار به صورت یک واحد یک واحد افزایش پیدا خواهد کرد. نتیجه کار مانند شکل ۱۸ خواهد شد. این ابزار مفید در طراحی مدارهای دیجیتال مانند مدارهای میکروکنترلر یا سایر مدارهایی که نیاز به چیده شدن منظم قطعات تکراری به صورت عمودی یا افقی دارند بسیار مفید است.

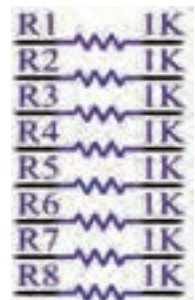
☑ اگر بخواهیم دو ستون مقاومت شانزده تایی در دو ستون مجزا را داشته باشیم. تنظیمات را به صورت شکل ۱۹ انجام می‌دهیم و نتیجه کار به صورت شکل ۲۰ خواهد شد.



شکل ۲۰



شکل ۱۹



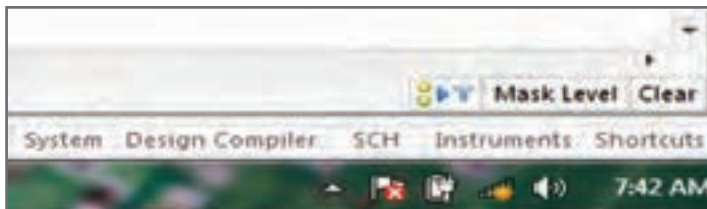
شکل ۱۸



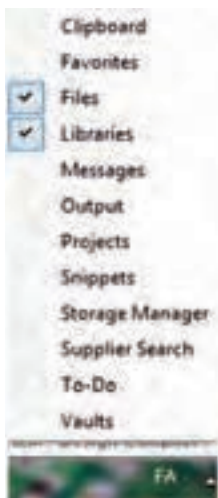
• وارد کردن سریع قطعات به نقشه فنی یا شماتیک (Quick Library)

برای راحتی در انتخاب قطعه و همچنین بالا بردن سرعت عمل در کشیدن نقشه فنی می توان قطعات را از سمت راست برنامه با استفاده از ابزار Library وارد کرد. اگر گزینه Library در این قسمت موجود نباشد باید آن را طبق شکل ۲۱، از قسمت System که در گوشه پایین سمت راست نمایشگر قرار گرفته انتخاب و به این قسمت اضافه کنیم.

سپس طبق شکل ۲۱ به انتهای سمت چپ صفحه می رویم و روی گزینه System کلیک می کنیم.



شکل ۲۱ - نوار سیستم برای افزودن کتابخانه



طبق شکل ۲۲ باید تیک مربوط به گزینه Library را بزنیم تا کتابخانه‌ها به منوی سمت راست صفحه افزوده شوند.

شکل ۲۲ - افزودن کتابخانه

• نوشتن متن بر روی فیبر مدار چاپی

اگر بخواهیم نام تولید کننده را بر روی فیبر مدار چاپی درج کنیم کافست از نوار ابزار حرف A را انتخاب کنیم تا اشاره گر ماوس مانند شکل ۲۳ به صورت string در آید.



شکل ۲۳ - ابزار نوشتن متن بر روی فیبر

- ☑ سپس بر روی کلمه String دابل کلیک می‌کنیم، پنجره شکل ۲۴ ظاهر می‌شود. حال می‌توانیم متن دلخواه را بنویسیم.
- ☑ پس از نوشتن متن با ماوس نوشته را جابه‌جا کرده و در مکان دلخواه قرار می‌دهیم. در قسمت Properties متن دلخواه خود را تایپ می‌کنیم.



شکل ۲۴- منوی استرینگ برای افزودن متن دلخواه

- ☑ در قسمت Width ضخامت نوشته و در قسمت Height ارتفاع متن خود را تنظیم می‌کنیم.
- ☑ در قسمت Location مختصات نوشته بر روی صفحه مشاهده می‌شود که می‌توان آن را تغییر داد.
- ☑ با فعال کردن هم‌زمان کلیدهای ترکیبی Shift+Enter بر روی کیبورد می‌توانیم وارد خط دوم برای تایپ شویم.
- ☑ در قسمت Layer لایه‌ای از فیبر را که می‌خواهیم متن بر روی آن درج شود انتخاب می‌کنیم. در حالت پیش‌فرض این گزینه بر روی لایه زیر قرار دارد.
- ☑ برای تغییر فونت نوشته خود در قسمت Font تیک عبارت True Type را فعال می‌کنیم سپس در قسمت Select Stroke Font فونت مورد نظر خود را انتخاب می‌کنیم.
- ☑ با کلیک کردن بر روی عبارت Locked موقعیت مکانی نوشته بر روی صفحه قفل خواهد شد.
- ☑ با کلیک کردن بر روی عبارت Mirror نوشته مورد نظر به صورت آینه‌ای معکوس می‌شود. از این حالت در بعضی از روش‌های چاپ نقشه مانند لمینت و سیلک اسکرین بر روی فیبر مدار چاپی استفاده می‌شود.
- ☑ با کلیک کردن بر روی عبارت Bold می‌توانید نوشته مورد نظر خود را به صورت برجسته در آورید.
- ☑ با کلیک کردن بر روی عبارت Italic می‌توانید نوشته مورد نظر خود را به صورت کج نوشته (زاویه‌دار) در آورید. بعد از انجام تنظیمات مورد نظر دکمه Ok را فعال می‌کنیم تا نوشته ثبت شود. در شکل ۲۵ یک نمونه متن نوشته شده روی فیبر را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۵- نوشتن متن روی فیبر

### • ایجاد لایه پلی گون

یکی از مراحل تکمیلی PCB، ایجاد لایه محافظ مسی پلی گون (Polygon) بر روی فیبر مدار چاپی است. این لایه استحکام فیزیکی و سرعت اسیدکاری فیبر مسی را بالا می‌برد. برای این منظور از منوی Place گزینه Polygon را انتخاب می‌کنیم. باید طبق شکل ۲۶ پنجره تنظیمات Polygon pour ظاهر شود.

گزینه Solid (Copper Regions) این امکان را می‌دهد که طبق شکل ۲۷ ناحیه‌های خالی بین خطوط ارتباطی با لایه‌ای از مس به صورت یکپارچه احاطه شود.

گزینه None (Outline Only) این امکان را می‌دهد که طبق شکل ۲۸ فقط اطراف خطوط ارتباطی با لایه‌ای از مس پوشیده شود.



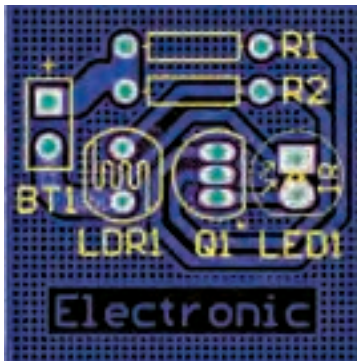
شکل ۲۷- پلی گون Solid



شکل ۲۶- پنجره پلی گون



شکل ۲۸- پلی گون None



شکل ۲۹- پلی گون Hatched

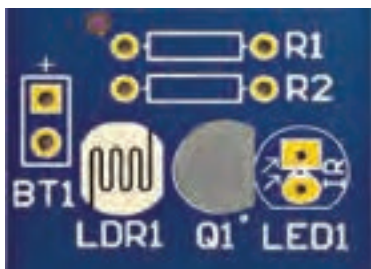
از ویژگی‌های مهم پلی گون این است که می‌توان آن را به هر کدام از نت‌های دلخواه مدار متصل کرد به عنوان مثال معمولاً آن را به نت GND متصل می‌کنند تا مدار را از نویزپذیری و افزایش دما محافظت کند.

برای اعمال پلی گون پس از انجام تنظیمات مورد نظر با نگه داشتن کلیک چپ ماوس از یک گوشه فیبر شروع کرده و کادری را در چهار ضلع فیبر ترسیم می‌کنیم و در پایان برای اعمال پلی گون کلیک چپ را رها کرده و یک بار کلیک راست می‌کنیم.

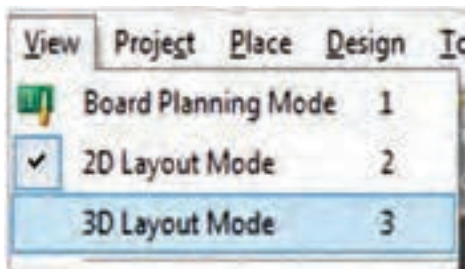
گزینه Hatched (Tracks/Arces) این امکان را می‌دهد که طبق شکل ۲۹ ناحیه‌های خالی بین خطوط ارتباطی با لایه‌ای از مس به صورت شبکه پوشیده شود.

• مشاهده طرح سه بعدی مدار چاپی طراحی شده

پس از کامل شدن مسیر یابی، با مراجعه به منوی View شکل ۳۰ و انتخاب گزینه 3D Layout Mode، می‌توانید برد خود را به صورت سه بعدی مشاهده کنید، شکل ۳۱.



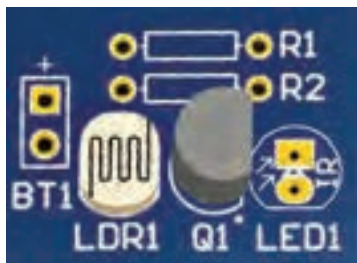
شکل ۳۱- PCB سه بعدی



شکل ۳۰- منوی فعال سازی مشاهده سه بعدی

برای اینکه فیبر را در زاویه دلخواه خود بچرخانید کافیست تا دکمه‌های Shift صفحه کلید و کلیک راست ماوس را در حالت فعال نگه داریم تا طبق شکل ۳۲ تصویر یک کره جغرافیایی کنار فیبر ظاهر شود.

در این حالت اگر ماوس را در جهت پیکان‌های نشان داده شده بر روی کره حرکت دهید می‌توانید نماهای گوناگون فیبر مدار چاپی را مشاهده کنید. در شکل ۳۳ تصویر فیبر چرخیده شده را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۳- نمای سه بعدی



شکل ۳۲- نحوه چرخاندن فیبر در جهات مختلف

✓ در صورتی نمای سه‌بعدی فیبر مدار چاپی قابل مشاهده خواهد بود که از قطعات دارای فوت پرینت سه‌بعدی استفاده کرده باشیم در غیر این صورت مانند شکل ۳۳ قطعاتی که فوت پرینت سه‌بعدی ندارند مشاهده نخواهند شد و جای خالی آنها نمایش داده خواهد شد.

## میان بُرهای محیطی ( Environment Shortcuts )

✓ قسمت اول

F\)	Access Documentation Library (in context with object under cursor)
CTRL + O	Access Choose Document to Open dialog
CTRL + F۴	Close active document
CTRL + S	Save current document
CTRL + P	Print current document
ALT + F۴	Close Altium Designer
CTRL + TAB	Cycle through open documents (to the right). Alternatively, enable the Ctrl+Tab switches to the last active document option on the System - View page of the Preferences dialog.
SHIFT + CTRL + TAB	Cycle through open documents (to the left). Alternatively, enable the Ctrl+Tab switches to the last active document option on the System - View page of the Preferences dialog
Drag & drop from Windows Explorer into Altium Designer	Open document as a free document
F۴	Hide/display all floating panels
SHIFT + F۴	Tile open documents
SHIFT + F۵	Toggle between active panel and workspace
ALT + F۵	Toggle full screen mode on/off
Hold CTRL while moving a panel	Prevent automatic docking, grouping or snapping

C, L	Close all documents belonging to active project
C, T, M	Access Storage Manager panel
C, T, L	Access Local History for the current project
C, P	Access the Project Packager wizard
C, L	Close all documents belonging to active project
C, T, M	Access Storage Manager panel
C, T, L	Access Local History for the current project

● میان بُرهای پنل مشترک (COMMON PANEL SHORTCUTS)

HOME	Jump to first entry in panel
END	Jump to last entry in panel
↑	Move to previous entry in the panel
↓	Move to next entry in the panel
←	Collapse expanded top-level entry or sub-folder
→	Expand collapsed top-level entry or sub-folder
Left-click	Select entry under cursor
Right-click	Display context sensitive pop-up menu
Left-click on a column header	Sort data by that column
Left-click & drag column header	Move data column
Left-click and type	Direct filtering based on typed character(s)
ESC	Clear current filtering when using direct filter feature
BACKSPACE	Clear previously entered filter characters when using direct filter feature
HOME	Jump to first entry in panel

● میان بُرهای پنل پروژه (PROJECTS PANEL SHORTCUTS)

Double Left-click	Edit document under cursor
Drag & drop from one project to another	Move selected document
CTRL + Drag & drop from one project to another	Link selected document into second project

● میان بُرهای پنل کمکی کامپیوتر (CAM PANEL SHORTCUTS)

Select layer, ←	Turn all layers OFF except selected one
Select layer, →	Turn all layers ON
click on a layer-Double Left	Make that layer the current layer

● میان بُرهای پنل فهرست (LIST PANEL SHORTCUTS)

↑ ↓ ← →	SHIFT focus to next cell in direction of arrow key
Left_click & drag	Multi_select in direction of mouse movement
CTRL + Click	Multi_select (non_sequential)
SHIFT + Click	Multi_select (sequential)
SPACEBAR (Schematic)	Edit selected cell
SPACEBAR (PCB)	Flush current entry for cell currently being edited
F <sub>7</sub>	Edit selected cell
ENTER (Schematic)	Finish editing current cell
ENTER (PCB)	Finish editing current cell and enter edit mode for cell beneath
CTRL + C (or CTRL + INSERT)	Copy
CTRL + V (or SHIFT + INSERT)	Paste
PAGE UP	Jump selection to top of visible list area
PAGE DOWN	Jump selection to bottom of visible list area
Mouse_wheel	Pan up or down



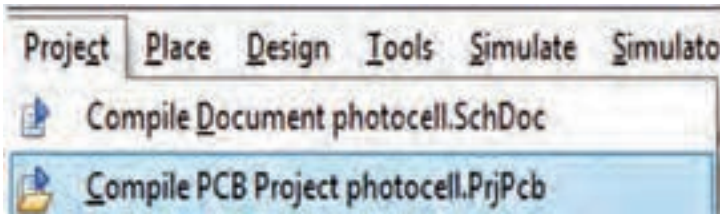
• میان بُرهای مشترک ویرایشگر نقشه فنی، PCB و سایر موارد

### (COMMON SCHEMATIC AND PCB EDITOR SHORTCUTS)

از آنجا که تعداد میان بُرهای مرتبط با نقشه فنی و PCB زیاد است، با توجه به شرایط و نیاز خود می‌توانید به help نرم‌افزار یا منابع و سایت‌های مرتبط مراجعه کنید.

## نکات حرفه‌ای نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر (altium designer)

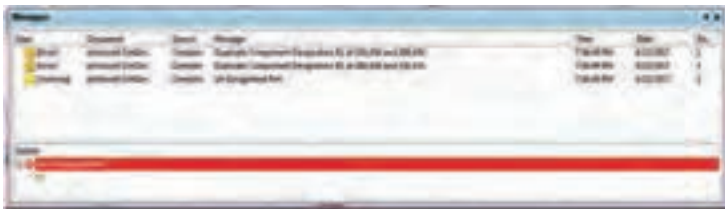
• **روش بررسی و عیب‌یابی خطاهای موجود در نقشه شماتیک از طریق کامپایل کردن**  
پس از طراحی و ترسیم نقشه شماتیک باید پروژه را کامپایل کنیم تا اطمینان حاصل کنیم که از نظر فنی نقشه به درستی ترسیم شده است. کامپایل کردن پروژه این امکان را به طراح می‌دهد تا از خطاها و ایرادهای احتمالی ممکن در حین طراحی آگاهی پیدا کرده و قبل از انتقال نقشه از محیط شماتیک به محیط PCB به رفع این خطاها بپردازد. برای انجام این عمل از منوی Project گزینه Compile PCB Project را انتخاب می‌کنیم شکل ۳۴.



شکل ۳۴

فیلم مراحل کامپایل کردن نقشه را مشاهده و مراحل کار را تکرار کنید.

☑ با کامپایل کردن پروژه تمامی المان‌ها و اتصالات نقشه شماتیک به صورت خودکار توسط نرم‌افزار بررسی می‌شود و اگر خطاهایی مانند نام‌گذاری تکراری قطعات، عدم نام‌گذاری یا عدم اتصال صحیح قطعات به یکدیگر در طراحی رخ داده باشد پیام‌های خطا و هشدار در پنجره پیام‌ها (Messages) نمایش داده می‌شود، شکل ۳۵.

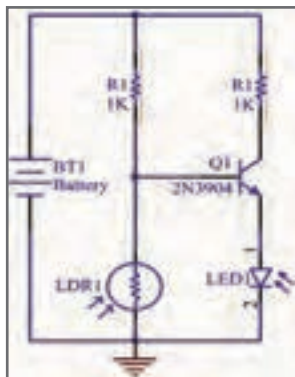


شکل ۳۵

در شکل ۳۶ مدار پروژه فتوسل نشان داده شده است که در کتاب ساخت پروژه هنرجویان با آن آشنا شده‌اند. این مدار دارای دو خطای طراحی و یک هشدار است، که در شکل ۳۵ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۷

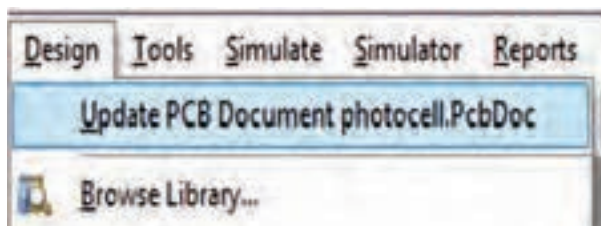


شکل ۳۶

همان‌طور که در شکل ۳۶ مشاهده می‌شود نام انحصاری (Designator) دو مقاومت موجود در مدار به صورت تکراری R1 نام‌گذاری شده و برای فتوسل Designator در نظر گرفته نشده است. در پنجره شکل ۳۵ دو نوع اطلاعات ارائه می‌شود. دسته اول خطاها (Error) هستند که قابل چشم‌پوشی نیستند و برای داشتن طراحی صحیح باید آن را رفع کنیم. گروه دوم هشدارهایی (Warning) هستند که به معنای وجود خطا نیستند بلکه نکاتی را یادآوری می‌کنند و می‌توان از آنها چشم‌پوشی کرد. مثلاً در این مدار نرم‌افزار یادآوری می‌کند که باتری نام‌گذاری نشده است. نرم‌افزار توضیحات کاملی راجع به خطاها به کاربر ارائه می‌کند تا کاربر بتواند آنها را بر روی نقشه شماتیک پیدا کند. با دابل کلیک کردن بر روی هر پیام، قسمت معیوب، به صورت زوم شده بر روی نقشه شماتیک با خط قرمز دندانه‌داری مشخص می‌گردد. شکل ۳۶. اگر بعد از کامپایل این پنجره ظاهر نشود با زدن تیک کنار گزینه Message از منوی system که سمت راست پایین صفحه قرار گرفته آن را اضافه می‌کنیم، شکل ۳۷.

## انتقال قطعات از محیط شماتیک به محیط PCB

هنگامی که می‌خواهیم نقشه شماتیک را به صفحه PCB انتقال دهیم، به منوی Project رفته و در این مرحله از منوی Design گزینه Update Schematic in prjpcb را انتخاب می‌کنیم. قبل از prjpcb نام پروژه PCB قرار می‌گیرد، شکل ۳۸.



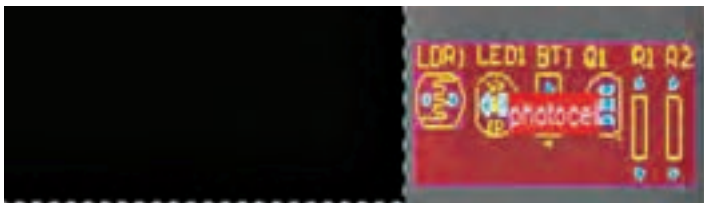
شکل ۳۸

حالا در پنجره جدید باز شده، گزینه Execute Changes را انتخاب می‌کنیم، شکل ۳۹.



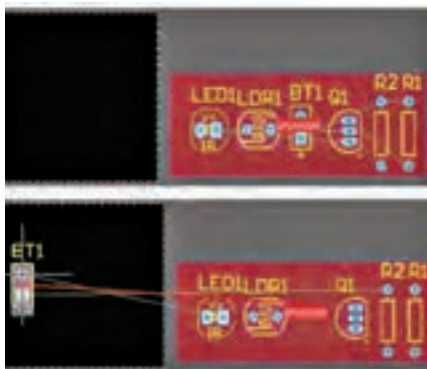
شکل ۳۹

☑ اگر همه چیز درست باشد در قسمت وضعیت Status در دو ستون Check و Done تمام تیک‌ها به نشانه انجام عملیات موفق به رنگ سبز در خواهد آمد. بعد از آن گزینه close را انتخاب می‌کنیم شکل ۳۹. تا عملیات انتقال انجام شود در غیر این صورت به ازای هر خطا یک ضربدر قرمز نمایش داده می‌شود و نرم‌افزار علت بروز خطا را بیان می‌کند تا آن را رفع کنیم و مجدداً آپدیت را انجام دهیم. پس از آن به محیط PCB رفته و مشاهده خواهیم کرد که قطعات در کنار فیبر قرار گرفته‌اند، شکل ۴۰.



شکل ۴۰

فیلم مراحل انتقال نقشه از محیط شماتیک به محیط PCB را ببینید و مراحل را در نرم‌افزار تکرار کنید.

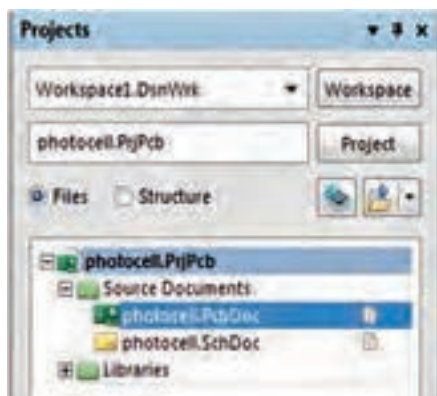


شکل ۴۱

☑ در این مرحله با قرار دادن اشاره گر ماوس بر روی قطعات و روش کشیدن و انداختن (Drag and Drop) قطعات را مبتنی بر استانداردهای طراحی که در درس طراحی مدار چاپی بیان شد در محل‌های مناسب جاگذاری می‌کنیم، شکل ۴۱.

☑ اگر در هنگام ایجاد پروژه اصلی یک پروژه PCB هم ایجاد کرده و در آدرس پروژه اصلی ذخیره کنیم پس از ترسیم شماتیک و مرحله Update Schematic in prjpcb قطعات در محیط PCB ظاهر می‌شوند با این تفاوت که ابعاد فیبر مشخص نیست و بعداً باید آن را تعیین کنیم اما اگر از روش PCB Board Wizard استفاده کنیم در همان ابتدای امر می‌توانیم ابعاد فیبر را تعیین کنیم و پس از آپدیت فایل شماتیک قطعات ظاهر شده در محیط PCB را روی فیبر بچینیم.

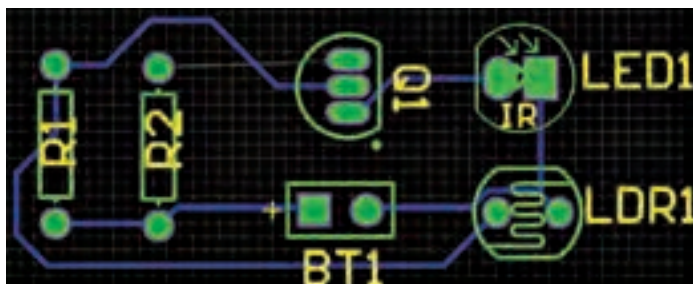
☑ اگر از روش PCB Board Wizard برای ایجاد فیبر خام استفاده می‌کنیم قبل از عملیات انتقال قطعات از محیط شماتیک به محیط PCB، ابتدا باید فیبر خام ایجاد شده را زیر مجموعه پروژه اصلی که قبلاً ایجاد کرده بودیم، قرار دهیم برای این کار کفایت در قسمت پروژه‌ها اشاره‌گر ماوس را روی نام فیبر قرار داده و با کشیدن و انداختن آن را به پروژه اصلی اضافه کنیم در غیر این صورت انتقال قطعات انجام نخواهد شد. برای درک بهتر شکل ۴۲ را مشاهده کنید.



شکل ۴۲

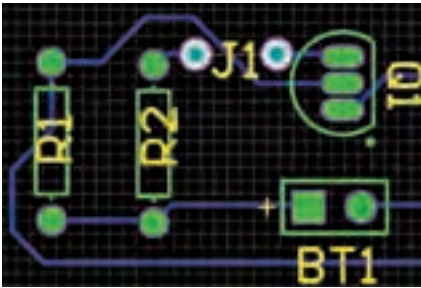
## مسیریابی دستی و ایجاد جامپر در محیط PCB

گاهی اوقات در هنگام مسیریابی در بردهای یک رو، یک پد PAD در بین چند ترک (Track) قرار می‌گیرد و اگر بخواهیم خطوط ارتباطی مربوط به آن را ترسیم کنیم ترک‌ها از روی یکدیگر عبور کرده و دچار اتصالی می‌شوند. در چنین شرایطی از جامپر استفاده می‌کنیم. مدار شکل ۴۳ را مشاهده کنید. در این مدار به یک جامپر نیاز است.

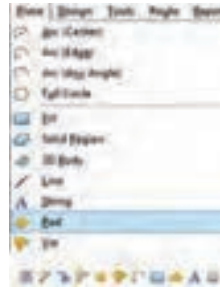


شکل ۴۳

☑ برای ایجاد جامپر ابتدا از منوی Place گزینه Pad را انتخاب می‌کنیم یا از نوار ابزار Pad را انتخاب می‌کنیم، شکل ۴۴. سپس دو پد را در دو طرف Track مورد نظری قرار می‌دهیم تا بتوانیم از روی آن عبور کرده و پایه‌های مبدأ و مقصد را به هم متصل کنیم، شکل ۴۵.



شکل ۴۵



شکل ۴۴

☑ هنگامی که پدها را بر روی صفحه قرار دادیم بر روی آنها دابل کلیک می‌کنیم تا پنجره PAD ظاهر گردد، شکل ۴۶. حالا باید مشخص کنیم که این پد در کدام لایه قرار گرفته و به کدام نت (NET) متصل می‌شود. برای این کار در پنجره PAD و در قسمت NET روی مثلث کنار آن کلیک می‌کنیم و از لیستی که باز می‌شود نام نت مورد نظر را انتخاب می‌کنیم. برای مشخص کردن لایه در قسمت Layer از منوی کشویی آن حتماً باید گزینه Multi Layer را انتخاب کنیم زیرا پدها سوراخ‌هایی هستند که از لایه رو شروع شده و به لایه زیر ختم می‌شوند. در قسمت Hole Information شکل سوراخ داخلی پد را انتخاب کرده و در قسمت size and shape شکل پد را مشخص می‌کنیم. در تنظیمات پیش‌فرض پدها به صورت دایره‌ای (Round) هستند که می‌توان آن را به مستطیل (Rectangular) یا هشت ضلعی (octagonal) هم تغییر داد.



شکل ۴۶

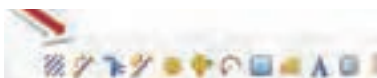
☑ پس از این مرحله جامپر را نام گذاری می کنیم. برای این کار از منوی Place گزینه String را انتخاب می کنیم، شکل ۴۷. سپس کلید TAB صفحه کلید را می فشاریم تا منوی شکل ۴۸ ظاهر شود. حالا نام مورد نظر را برای جامپر خود انتخاب کرده و تنظیمات مربوط به لایه آن را در لایه راهنما Top Overlay قرار می دهیم. در پایان کلید ok را فعال می کنیم تا متن مورد نظر در مکان دلخواه بر روی فیبر قرار گیرد، شکل ۴۹. بدین ترتیب پس از ساخت مدار از طریق یک سیم این دو پد را به یکدیگر متصل می کنیم.



شکل ۴۸



شکل ۴۷



شکل ۴۹

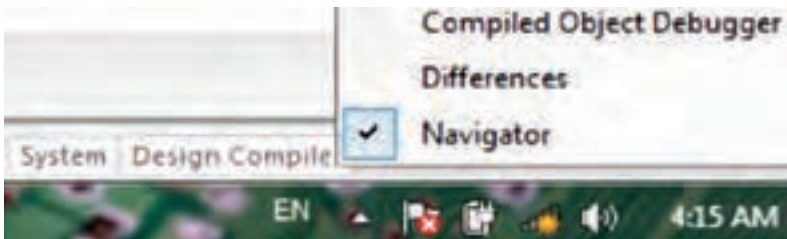
## پیدا کردن قطعات مورد نظر بر روی نقشه شماتیک

بعضی اوقات نیاز داریم تا قطعه‌ای را بر روی نقشه جست‌وجو کنیم. حال اگر نقشه شماتیک گسترده‌ای داشته باشیم جست‌وجو بر روی نقشه به صورت چشمی بسیار وقت‌گیر است. برای انجام این کار ابتدا نقشه شماتیک را طبق روشی که قبلاً گفتیم کامپایل می کنیم، شکل ۵۰. سپس از منوی Compiler Design زبانه Navigator که در پایین صفحه ابزار قرار دارد را انتخاب می کنیم تا پنجره Navigator باز شود، شکل ۵۱. در این پنجره تمامی قطعات و نت‌های (اتصال‌ها) تشکیل دهنده نقشه شماتیک به صورت لیستی قابل مشاهده است. حال اگر بر روی یکی از آنها کلیک کنیم نرم‌افزار با سرعت بسیار زیاد قطعه یا نت مورد نظر را یافته و بر روی آن متمرکز می‌شود. برای مثال اگر بر روی Q1 کلیک کنیم بلافاصله ترانزیستور Q1 را پیدا می‌کند و نماد آن را ارائه می‌دهد، شکل ۵۲.

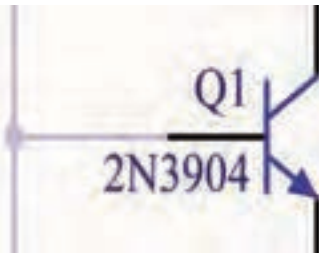
### تهیه لیست قطعات مورد نیاز مدار طراحی شده

نرم‌افزار آلتیوم قادر است لیستی از قطعات مورد استفاده در مدار طراحی شده را به همراه تعداد آنها تهیه کرده و در اختیار کاربر قرار دهد. برای این منظور کافیست تا پنجره مربوط به آن باز شود، شکل ۵۳.

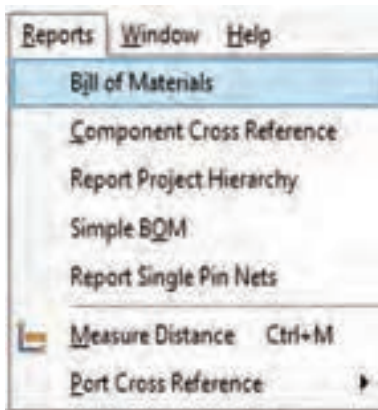




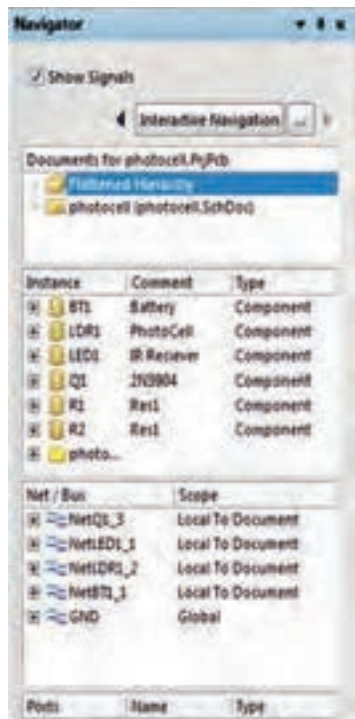
شکل ۵۰



شکل ۵۲

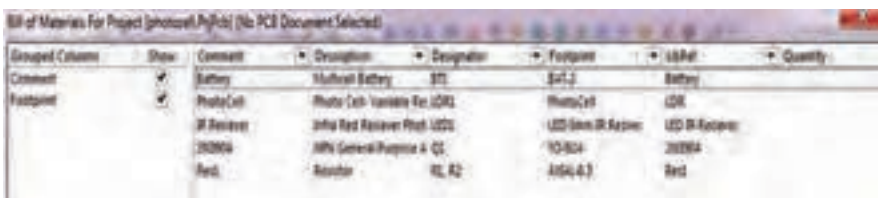


شکل ۵۳



شکل ۵۱

در محیط شماتیک یا PCB از منوی Report گزینه Bill of Material را انتخاب کنیم تا پنجره مربوط به آن باز شود، شکل ۵۴.



شکل ۵۴