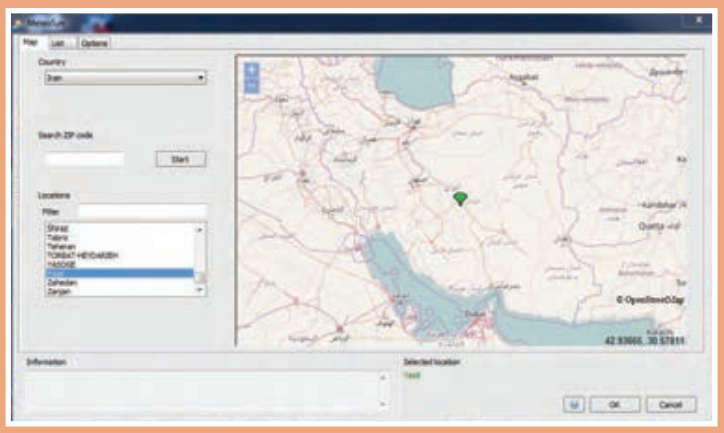
پودمان ۵

نقشه‌کشی و نرم‌افزار



واحد یادگیری ۶

نقشه‌کشی و نرم‌افزار

آیا می‌دانید

- نقشه‌کشی همبندی قبل از اجرا چه مزایایی دارد؟
- نقشه‌کشی سامانه فتوولتاییک چه مزایایی در نصب سامانه دارد؟
- نرم‌افزار امکان‌سنجی سامانه فتوولتاییک چه متغیرهایی را تعیین می‌کند؟
- با نرم‌افزار می‌توان مقدار شدت تابش نور خورشید و عرض جغرافیایی را تعیین کرد؟
- سامانه نصب پمپ چاه آب و مستقل از شبکه قابل شبیه‌سازی با نرم‌افزار است؟

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود با استفاده از نرم‌افزار اتوکد نقشه‌کشی همبندی ساختمان، خانه هوشمند و سامانه فتوولتاییک را انجام دهند.
آنها در ادامه قادر خواهند بود با برآورد مکانی مقدار تابش نور خورشید در هر نقطه از کشورمان با انتخاب قطعات سامانه فتوولتاییک تعریف شده، شبیه‌سازی دقیقی از پروژه تعریف شده داشته باشند.

مقدمه

نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی ابزاری برای اجرای کار و پروژه است. بسیاری از مواقع قبل از اجرای یک پروژه و سامانه با ترسیم نقشه می‌توان به موانع اجرایی احتمالی آن پی برد. همچنین با استفاده از نقشه می‌توان برآوردی از هزینه‌ها به‌دست آورد.
کاربرد نرم‌افزار نیز قبل از اجرا این فرصت را برای افراد ایجاد می‌کند تا دید کلی از فضای انجام کار، متغیرها و خروجی ها پیدا کنند. فضای نرم‌افزار با تغییر متغیرها و مطالعه خروجی‌های مختلف می‌توان تصمیم دقیق‌تری در مورد کار نهایی گرفت و شرایط را متناسب با محیط و محل انجام پروژه تعریف کرد.

۱ـ۵ـ نقشه‌کشی

در این فصل سه کار عملی برای نقشه‌کشی به کمک رایانه (اتوکد) تعریف شده است. ابتدا نقشه‌کشی همبندی، پلان همبندی فونداسیون و طبقات با اشاره به نحوه جوشکاری قطعات مختلف در همبندی ذکر شده است. در ادامه کار عملی دوم برای نقشه‌کشی خانه هوشمند تعریف شده و در نهایت یک کار عملی برای سامانه خورشیدی آورده شده است.

کار عملی

نقشه‌کشی همبندی با میل‌گردهای اسکلت

نقشه‌کشی همبندی با توجه به پلان‌هایی که به شما داده می‌شود انجام می گیرد. این کار عملی همراه با نکات فنی مربوط به فصل همبندی است. سعی کنید پلان را به همراه جزئیات کار تکمیل و ترسیم نمایید.

مراحل کار به شرح زیر است:

۱ـ رسم همبندی در فونداسیون

۲ـ پلان همبندی طبقات

۳ـ پلان همبندی سقف بام و پلان همبندی خرپشته

۴ـ جزئیات همبندی روی یکی از ستون‌ها به‌صورت رایزر

۵ـ تهیه نقشه جزئیات انواع اتصالات میل‌گردها

۶ـ جزئیات برای اتصال‌دهنده روی ستون‌ها

برای این منظور به‌صورت زیر عمل کنید:

یک فایل الگوی acadiso.dwt را باز کنید.

لایه‌هایی مطابق جدول ۱-۵ را برای رسم ایجاد نمایید.

جدول ۱-۵- لایه‌های مورد نیاز

Betton	73	Continuous	0.13 mm	0	Color_73
Bonding d...	white	Continuous	Default	0	Color_7
Defpoints	white	Continuous	Default	0	Color_7
Dim	red	Continuous	Default	0	Color_1
fix point	172	Continuous	Default	0	Color_...
Hambandi	170	Continuous	Default	0	Color_...
Plan	8	Continuous	0.13 mm	0	Color_8
Text-1	21	Continuous	0.13 mm	0	Color_21
Text2	blue	Continuous	Default	0	Color_5

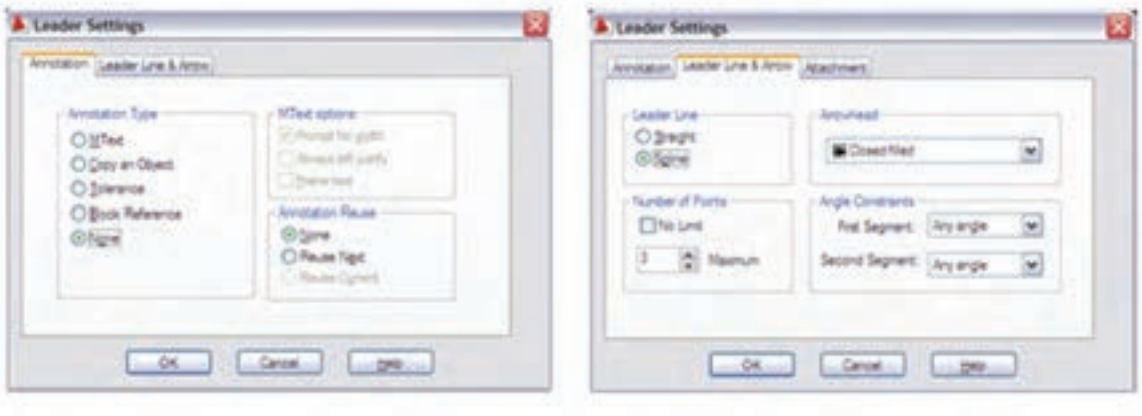
ـ ابتدا زواید پلان‌های مربوط را حذف کرده و آنها را در لایه plan قرار دهید. برای اجرای موارد ۱ و۲ و ۳ به ترتیب روی پلان فونداسیون، وسط شناژهای پیرامونی آن را با فرض جاری بودن لایه Bonding و با استفاده از دستور Line و با فعال بودن ORTHO به‌هم وصل کنید یعنی خطوط هادی همبند پیرامونی را رسم نمایید.

ـ در ادامه فقط درپلان فونداسیون مانند بالا عمل کنید. همچنین وسط شناژهای ارتباطی و خطوط ارتباطی آنها را رسم نمایید.

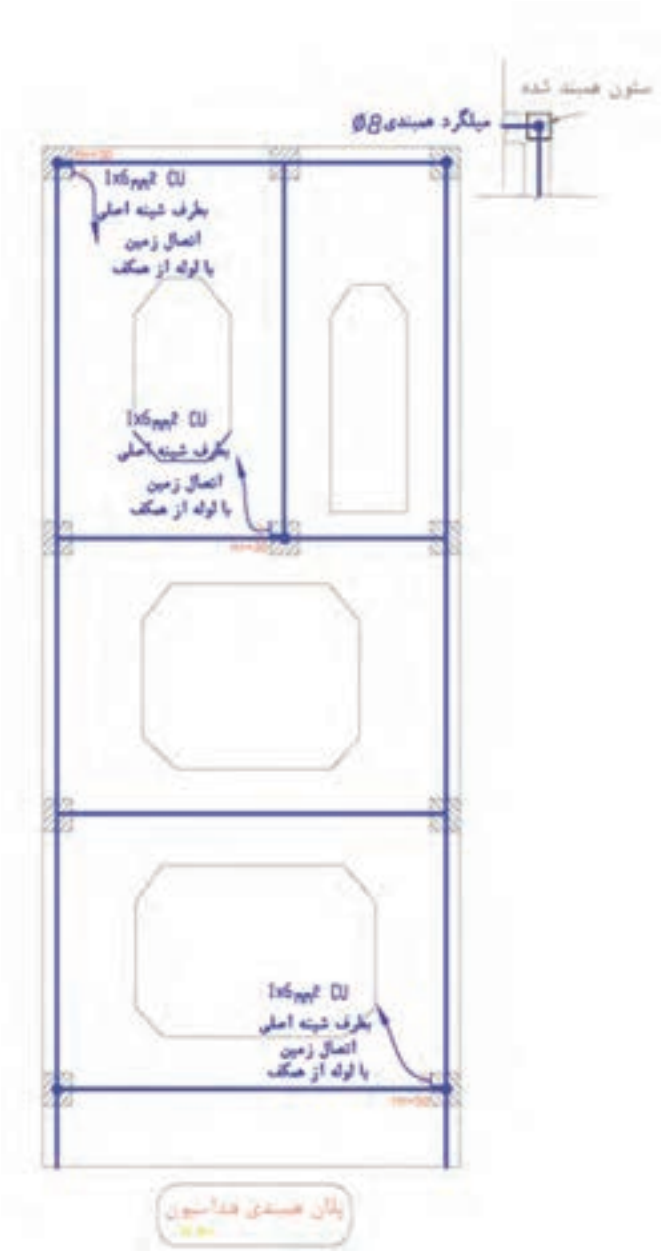
ـ برای نمایش ستون‌های همبند در پلان باید پنج نقطه توپر و واضح در محل اتصال ۹۰ درجه شناژهای پیرامونی (چهار گوش ساختمان) و یک نقطه توپر هم در یکی از ستون‌های خرپشته، رسم نمایید. به خاطر داشته باشید این پنج نقطه در تمامی پلان‌های بعدی یعنی طبقات و بام و خرپشته نیز تکرار شده وبایدترسیم نمایید. برای این منظور دوباره در لایه Bonding قرار دارید و می‌توانید از دستور Donut استفاده کرده و شعاع داخلی را صفر در نظر بگیرید و یا دایره‌ای را رسم کرده و آن را به‌صورت solid هاشور بزنید. در این صورت نقطه توپر را خواهید ساخت و با دستورکپی (Copy) آن را در محل‌های گفته شده ذخیره(paste) کنید.

ـ اگر در پلان، طبقات منفی(زیرزمین) نداشته باشید می‌توانید در پلان فونداسیون کد ارتفاعی ۳۰+ همکف را نیز نشان دهید. برای نمایش قطعه اتصال روی ستون همبند، یک اتصال L شکل را نبشی در نظر بگیرید و با دو خط آن را به میل‌گرد همبند متصل کنید. در شکل پلان فونداسیون این موضوع نشان داده شده است آن را ترسم کنید.

ـ در این مرحله مانند نقشه‌های برق (پلان روشنایی و پریز) باید نقطه اتصال را برای ارتباط به ترمینال اصلی اتصال زمین با "پیکانی" آدرس‌دهی کنید. معمولاً در مقیاس نقشه این پیکان کمی کوچک خواهد بود با تنظیمات Dimention Style پیکان را بزرگ‌تر کنید در ضمن خط پیکان باید قوس‌دار و بدون نوشته باشد. پس با اجرای دستور Leder در پنجره Leader Setting دکمه None و Spline را انتخاب کنید. (شکل ۱)



شکل ۱- تنظیمات



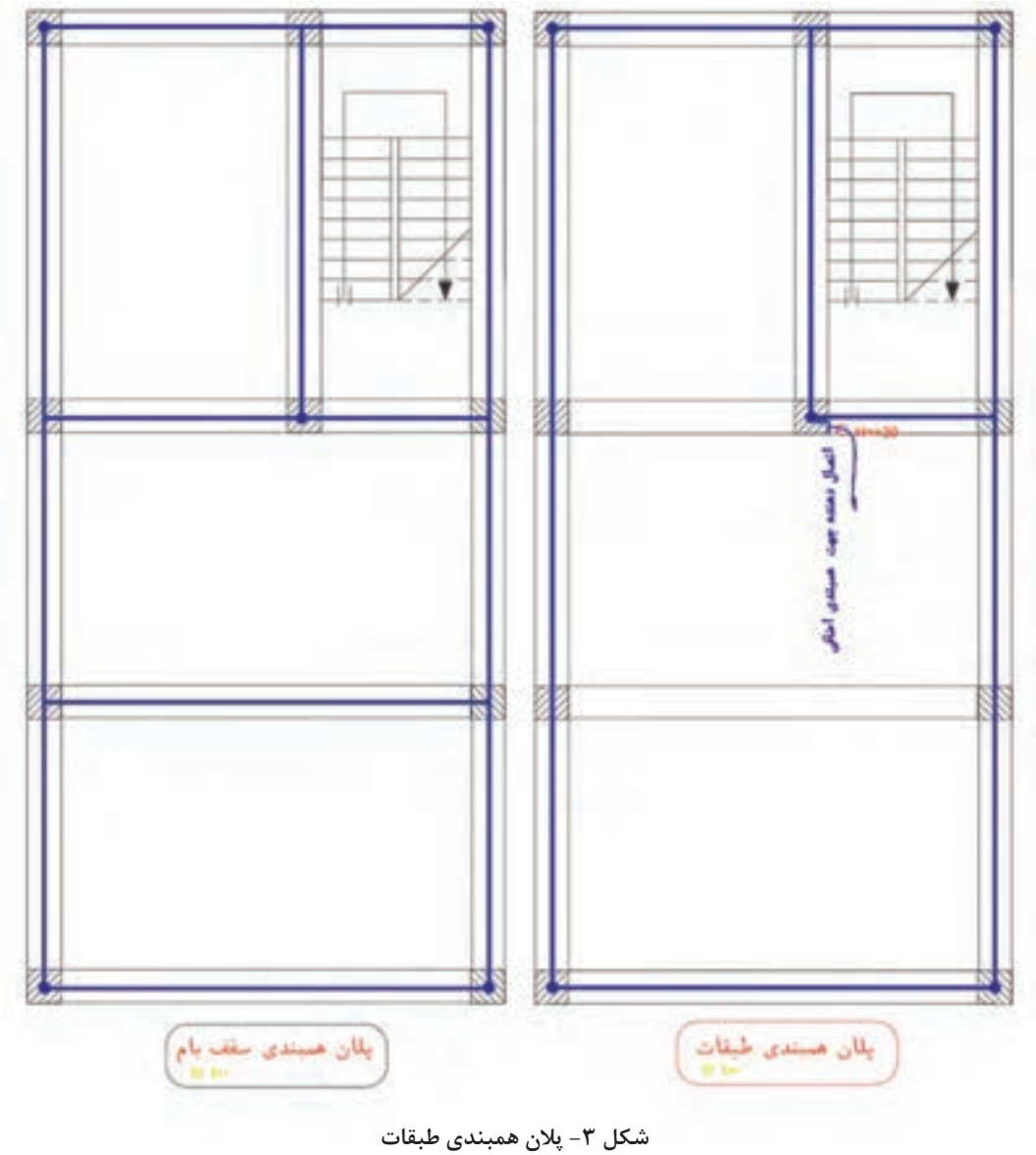
شکل ۲- پلان همبندی فونداسیون

ـ اکنون نوبت ترسیم همبندی در پلان طبقات است. در صورتی که یکی از طول‌های پیرامونی ساختمان کمتر از ۲۰ متر باشد نیازی نیست که شناژهای ارتباطی آن طبقه در همبندی به‌هم وصل شوند و فقط شناژ پیرامونی (دور تا دور) ساختمان را مشابه حالت قبل ترسیم کنید. این طرح به عنوان شبکه همبند کافی است.
ـ ستون‌های همبند را بار دیگر به‌صورت پنج نقطه توپر مانند پلان فونداسیون نشان داده و ترسیم کنید (شکل ۲).
ـ در این پلان نیاز به یک نقطه متصل‌کننده است چرا که برای همبندی اضافی داخل ساختمان و جعبه همبندی حمام مورد نیاز خواهد بود آن ستون همبند را انتخاب و اتصال‌دهنده را در آنجا ترسیم کنید (مطابق پلان طبقات).
ـ در این مرحله نوبت می‌رسد به پلان سقف بام که معمولاً به لحاظ ظاهری شبیه شکل پلان طبقات است. در این پلان مانند مرحله اول و دوم پلان طبقه عمل کنید اما در ادامه مانند پلان فونداسیون باید شناژهای ارتباطی را نیز به‌هم وصل نمایید بدین ترتیب کار پلان سقف بام تمام خواهد شد.

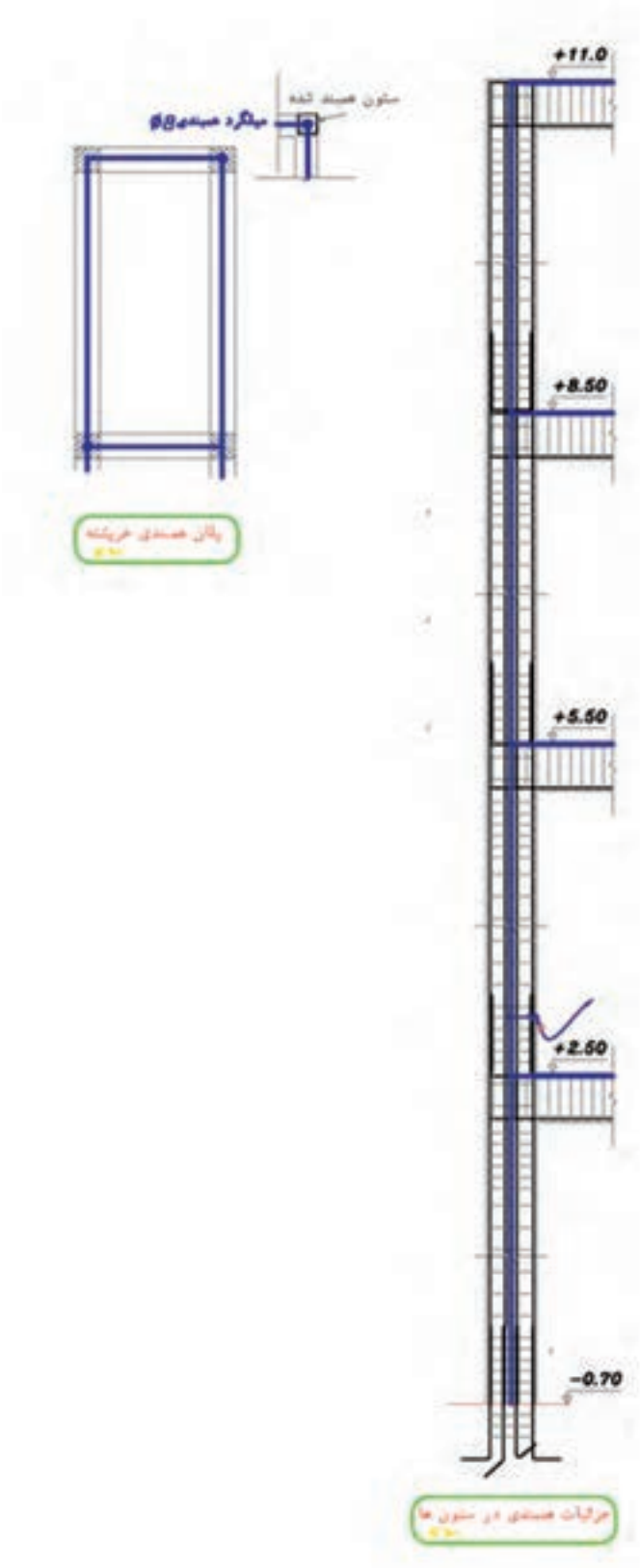
در انتها نوبت به پلان خرپشته می‌رسد. برای ترسیم همبندی خرپشته دور تا دور آن را از وسط شناژ با خط همبندی مانند بقیه به‌هم وصل کنید. پلان خرپشته معمولاً یک ستون همبند دارد اما در برخی مواقع که در گوشه ساختمان باشد ستون همبند دیگری نیز خواهد داشت آنها را نیز مطابق آنچه قبلاً گفته شد ترسیم کنید (شکل ۳).

مراحل۱، ۲ و ۳ نقشه که مربوط به پلان‌ها بود تا این قسمت ترسیم شد. برای مورد ۴ یعنی رسم جزئیات رایزر همبندی،یکی از ستون‌های همبند را در نظر گرفته و از وسط، ستون هادی همبند را از ابتدا تا انتهای آن رسم کنید این نقشه باید با پلان‌ها همخوانی داشته باشد برای این منظور نقاط اتصال را در طبقات نیز رسم نمایید.

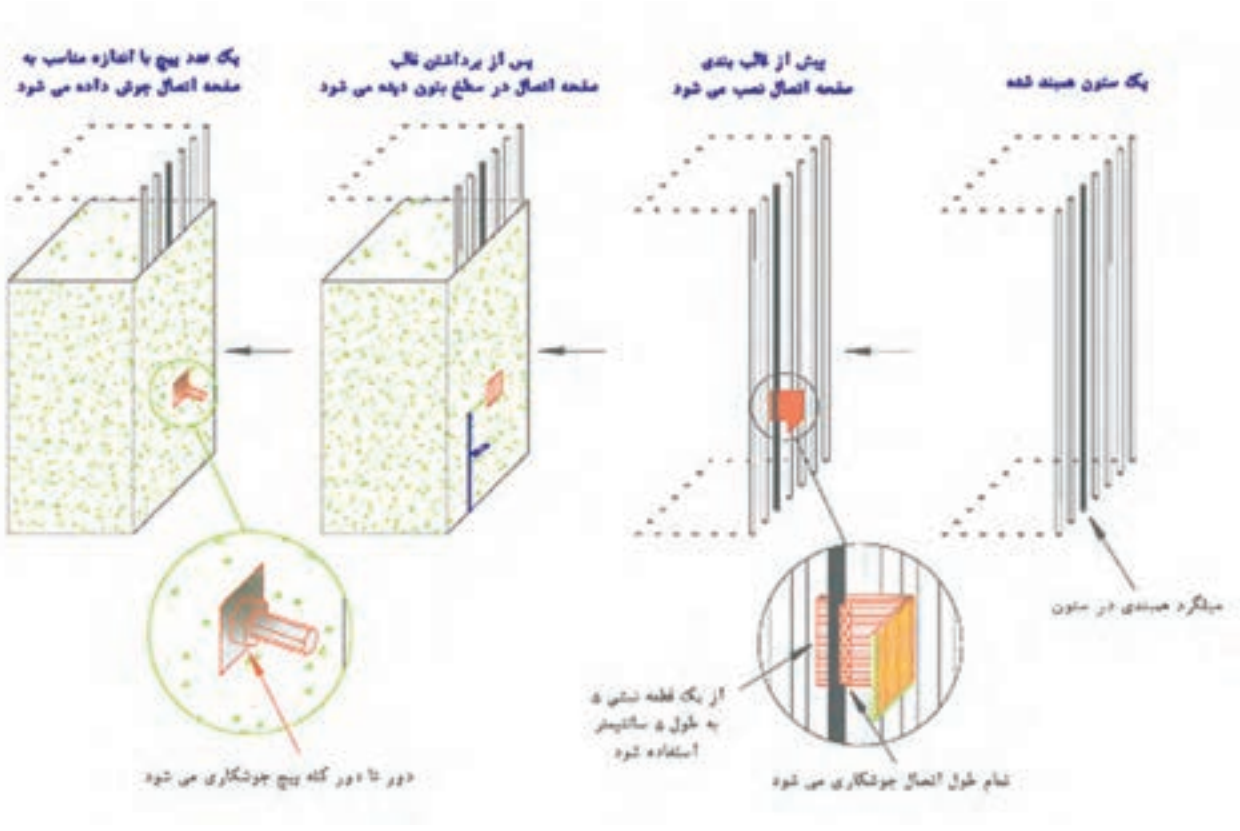
برای مورد۵، جزئیات انواع اتصال جوشی میل‌گردها را ترسیم نمایید. همچنین مطابق شکل مربوط به جزئیات، اتصال‌دهنده روی ستون‌ها را مشابه شکل داده شده رسم نمایید (شکل ۴).



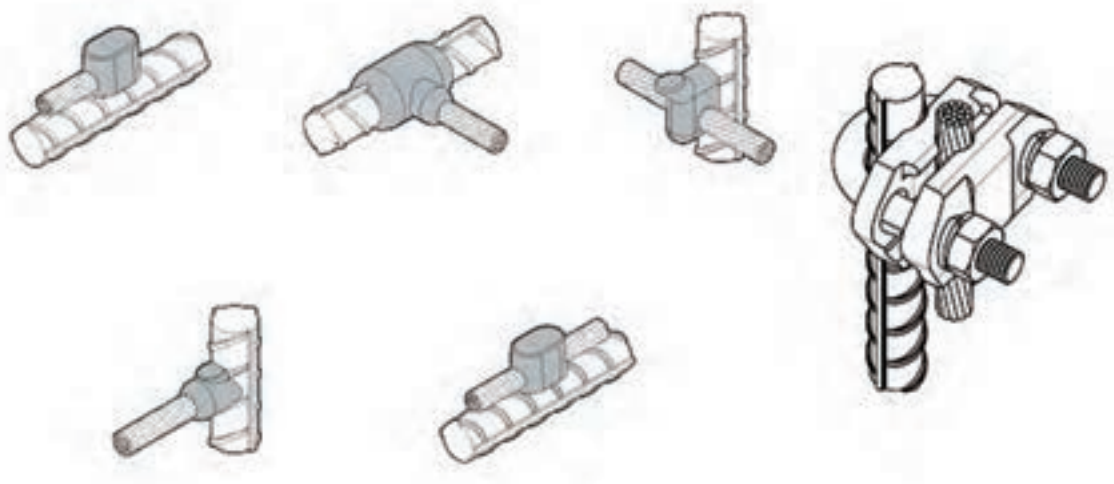
شکل ۳- پلان همبندی طبقات



شکل ۴- جزئیات همبندی

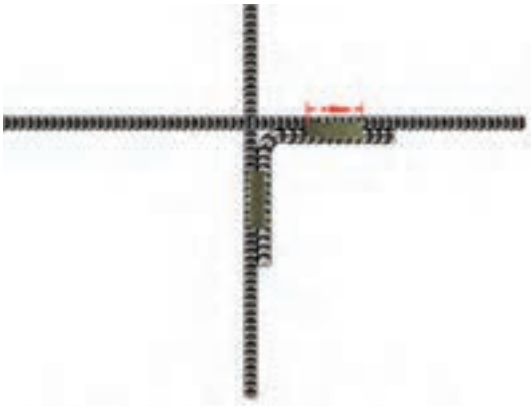


شکل ۵- جزئیات اجرایی قطعه اتصال در ستون همبندی



اگر هادی مسی را به عنوان هادی همبند انتخاب می‌کنید هادی مسی باید دارای مقطع حداقل ۱۶ میلی‌متر مربع بوده و درهر فاصله ۶ متر با استفاده از جوش احتراقی یا بست پیچی مطابق تصاویر داده شده به میل‌گرد متصل شود.

نحوه جوشکاری میلگردهای طولی
(جوشکاری Overlap ها)



نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراهه

نحوه جوشکاری میلگردها در یک گوشه

نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع سه راهه

نوع آرماتور	طول جوش	
	یکطرفه	دوطرفه
AI	6d	3d
AII	8d	4d
AIII	10d	5d

قطر آرماتور(میلگرد)

آرماتور AI از نوع ساده وآرماتورهایAIIو

AIIIاز نوع آج دار هستند

جوش یکطرفه جوش دوطرفه

نحوه جوشکاری میلگردهای شناژ یا شالوده
به ستون (میلگردهای افقی به عمودی)

کار عملی

نقشه‌کشی ساختمان هوشمند KNX

نقشه‌کشی ساختمان هوشمند شبیه نقشه‌کشی روشنایی برق ساختمان است. با این تفاوت که در این نقشه‌کشی از قطعات مربوط به نقشه‌کشی خانه هوشمند استفاده می‌شود و نقشه‌های متفاوتی دارد. این نقشه‌ها عبارت‌اند از:

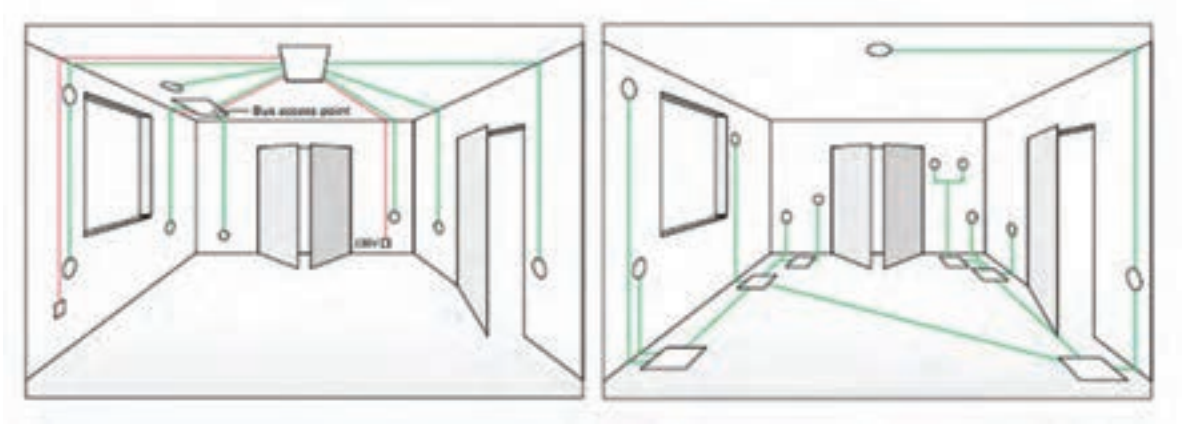
۱ـ ترسیم سیم‌کشی ساختمان هوشمند روی پلان مربوط

۲ـ نقشه تابلو برق ساختمان هوشمند

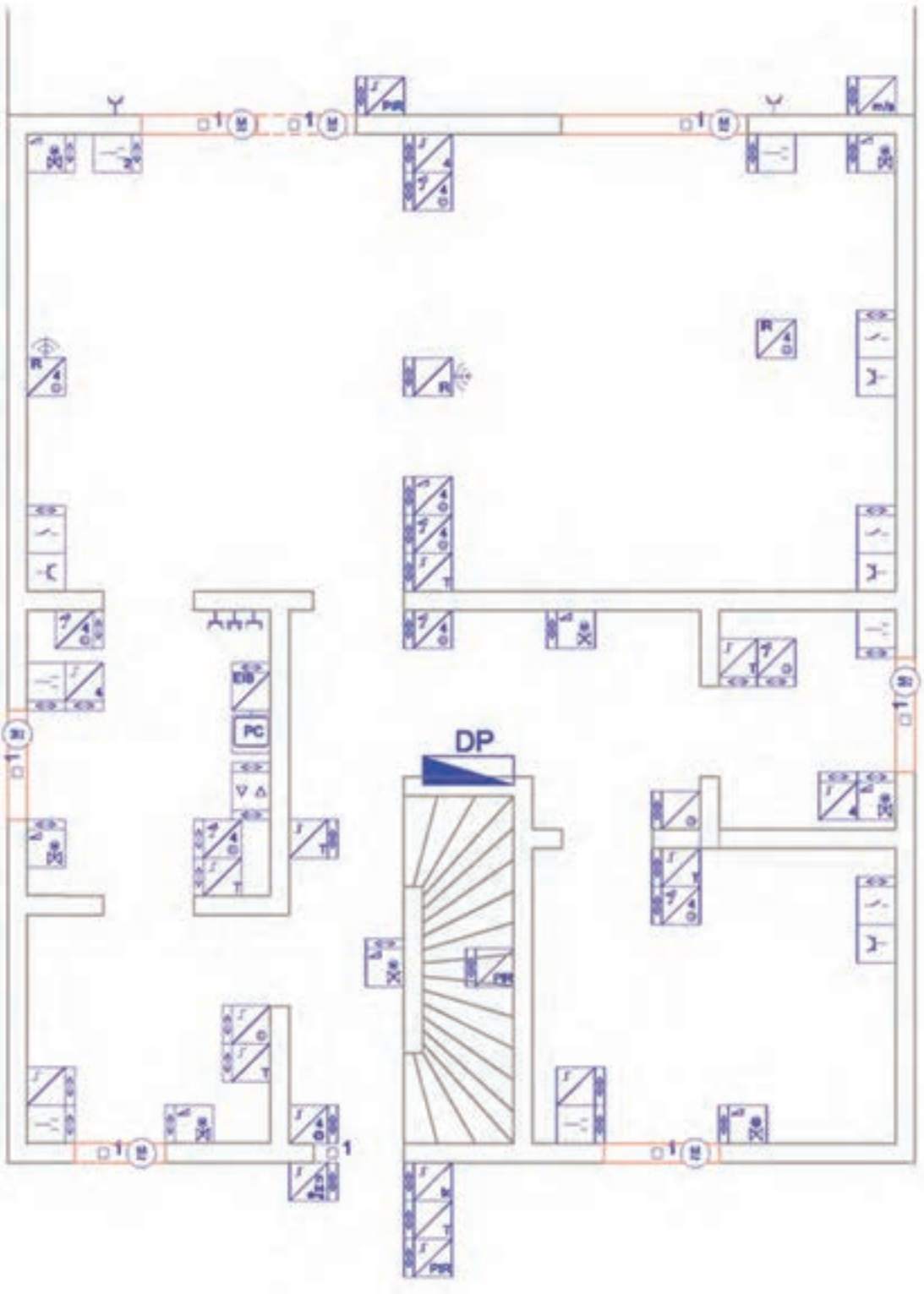
۳ـ نقشه‌های رایزر در صورت لزوم

۴ـ جزئیات اجرایی نصب سنسورها

برای ترسیم نقشه‌ها در زمینه پلان داده شده باید توجه داشت علائمی که KNX برای قطعات مختلف تعریف و معرفی کرده برای نقشه‌کشی پلان می‌تواند به‌کار گرفته شود. در این صورت با توجه به اینکه این علائم چهارگوش و نسبتاً بزرگ هستند فقط می‌توانید آنها رادر پلان نشان دهید. برای ترسیم سیم‌کشی Bus و قدرت باید از نمودار دیگری بیرون از پلان استفاده کنید. به‌همین منظور این نوع نقشه‌کشی در بازار کار چندان رایج نیست و از علائم کوچک دیگری برای این منظور استفاده می‌شود. در شکل ۶ دو نمونه سیم‌کشی KNX یکی کاملاً سقفی و دیگری از کف آورده شده است. در نقشه شکل ۷ بعدی علائم دیگری را برای KNX می‌بینید، آنها را ترسیم کنید و با استفاده از آنها کار کنید.



شکل ۶- سیم‌کشی KNX



شکل ۷- نقشه دیگری از KNX

برای ترسیم این نقشه‌ها روش کار به این صورت خواهد بود. ابتدا لایه‌هایی را تعریف کنید. یک لایه مربوط به خطوط Bus و لایه دیگر مربوط به برق اصلی(power) و لایه‌ای را هم برای قطعات و ماژول‌ها در نظر بگیرید. برای نوشتن توضیحات فارسی و متن مطابق جدول ۲-۵ لایه لازم دارید.

جدول ۲-۵ فهرست لایه‌های مورد نیاز در نقشه

نام لایه	رنگ	Line weight	کاربرد	On/off	Freeze/thaw	Lock/Unlock
Bus	۳۰	Default	خط باس	On	thaw	Unlock
power	blue	Default	برق اصلی	On	thaw	Unlock
Devices	red	۰,۵ mm	قطعات	On	thaw	Unlock
TEXT_۱	Yellow	Default	متن۲	On	thaw	Unlock
TEXT_۲	۲۱	Default	متن۱	On	thaw	Unlock
Plan	۸	Default	پلان	On	thaw	Unlock

ترسیم روی پلانی شروع کنید که از قبل آماده کرده و زواید آن را حذف کرده و در لایه plan قرار داده‌اید. با توجه به اینکه مدارهای Bus دارای ولتاژ ۳۰ ولت و مدارهای برق اصلی دارای ولتاژ ۲۳۰ ولت هستند قاعدتاً باید آنها را در دو پلان مجزا ترسیم کنید. این کار باعث می‌شود تا مجریان پروژه دچار مشکل اجرایی نشوند. با توجه به تفاوت رنگ لایه‌های مربوط می‌توان آنها را روی یک پلان ترسیم کرد و در ضمن پلات گرفتن از نقشه این کار را انجام داد. نکته مهم این است که قبل از همه این کارها احتیاج به یک جدول کوچک علائم شمای فنی دارید که آن را مطابق جدول داده شده کنار پلان مربوط ترسیم نمایید.

نقشه‌های کار عملی در اینجا با توجه به مطالبی که در فصل مربوط آموختید فقط شامل مدارات Lighting (روشنایی)، Dimming (افزایش و کاهش نور)، Blind (کنترل پرده)، HVAC (سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع) می‌باشد. با توجه به سناریوهایی که در نظر گرفتید کار رسم را انجام خواهید داد، اما در ساختمان هوشمند با توجه به بحث کاهش مصرف انرژی و سیستم‌های حفاظتی مدارات و ارتباطات، سناریوهای دیگری را نیز می‌توان در نظر گرفت. برای ادامه کار مطابق مراحل زیر عمل نمایید:

الف) ابتدا برای یک مدار روشنایی روی پلان مطابق مراحل نقشه‌کشی(یعنی نوع سنتی آن) چیدمان قطعات را انجام و ترسیم نمایید.

ب) مداربندی این قطعات را باتوجه به مدار Bus و مدار power انجام دهید. انواع کلیدها شامل ساده، لمسی و تاچ را توسط مدار Bus بهم ارتباط دهید. با توجه به مکان‌سنجی (توپولوژی) Bus که در فصل ساختمان هوشمند ارائه شده است می‌توانید ارتباطات را انجام دهید. استفاده از ارتباطات ساده و متعارف برای ساختمان‌های معمول و در اندازه کوچک توصیه می‌شود. به عبارت دیگر یک کلید فقط باید به کلید

بعد از خود برق‌رسانی Bus کند.

ج) مداربندی را با توجه به اینکه چراغ یا چراغ‌ها به کدام خروجی از تابلو هوشمند و ماژول‌های مربوط متصل می‌شوند، انجام داده و با آدرس‌دهی آنها را به تابلو و خروجی مربوط متصل کنید. طبیعی است که در این حالت از لایه power برای این منظور استفاده می‌شود.

پلان ساختمان هوشمند داده شده در شکل ۸ رابا توجه به علائمی که تعریف شده تکمیل کنید.

شکل ۸- پلان ساختمان هوشمند

کار عملی

نقشه‌کشی سامانه خورشیدی

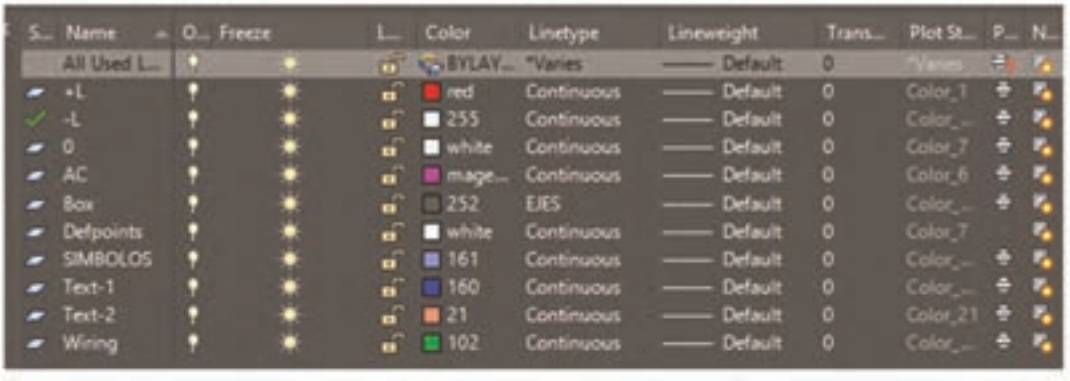
نقشه‌کشی سامانه فتوولتاییک برخلاف دو کارعملی نقشه‌کشی قبل، روی پلان طبقات ساختمان انجام نمی‌شود. با توجه به مطالب مربوط به سامانه خورشیدی می‌توانید این نقشه‌ها را ترسیم کنید:

۱ـ پلان بام ساختمان سامانه PV

۲ـ نمودار تک خطی سامانه PV

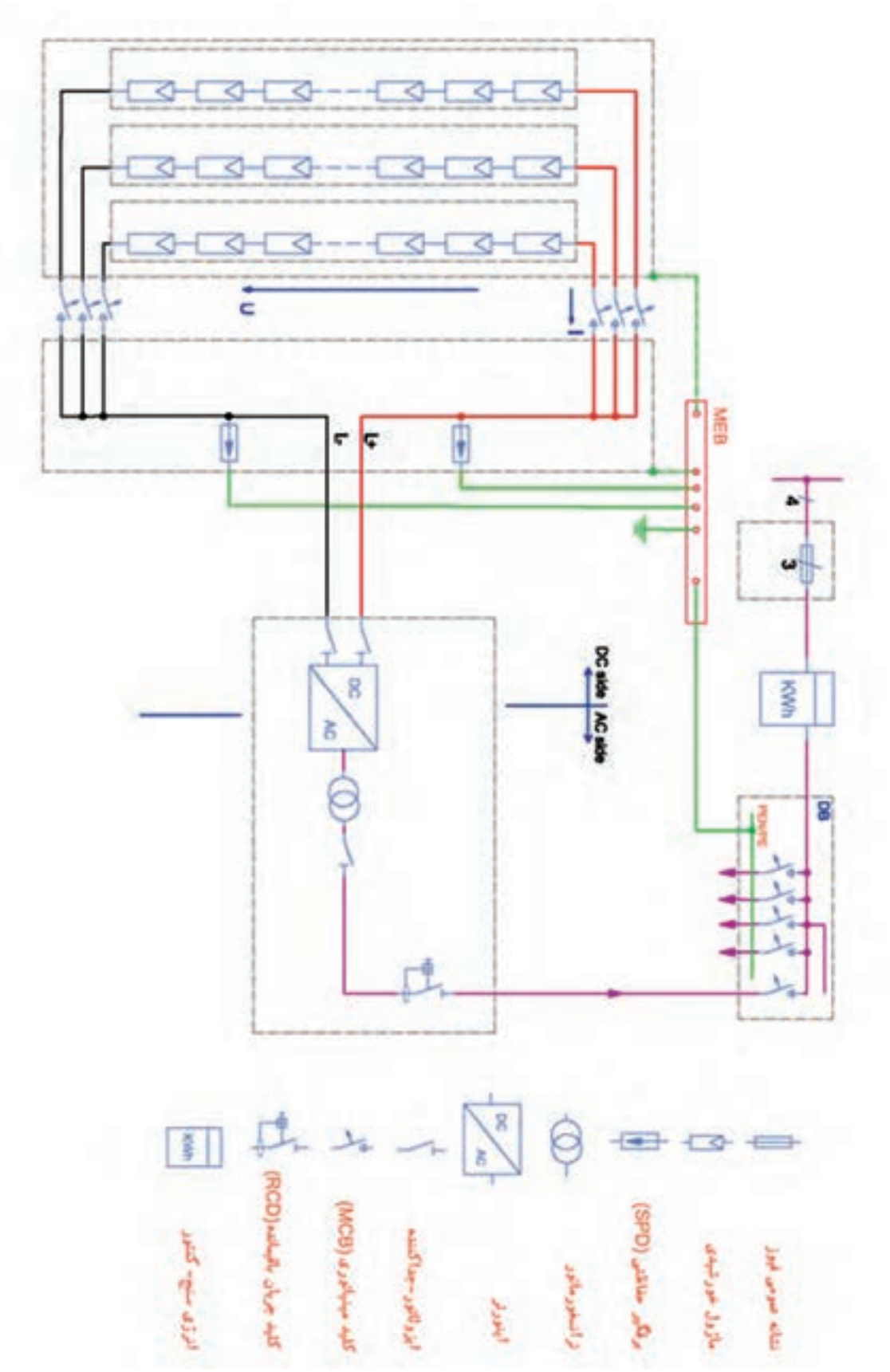
هر چند چیدمان پنل‌ها و آرایه‌های خورشیدی روی پلان بام و همچنین نحوه سیم‌کشی آنها به همراه چیدمان سایر قطعات به عنوان نقشه کار، برای نصابان لازم و مفید است اما صرفاً دیدن یک پلان بام بدون حضور در محل و بررسی موقعیت و مختصات جغرافیایی، شرایط و امکانات نصب، نمی‌تواند نقشه‌کشی مناسبی را به همراه داشته باشد. برای توجیه و امکان‌سنجی سامانه‌های PV علاوه‌بر نرم‌افزار اتوکد در انتهای این فصل کار عملی با نرم‌افزار meteo و PVSyst آمده است. با استفاده از این نرم‌افزارها می‌توانید مطالعات کافی برای ارائه نقشه و نوع سامانه تهیه کنید و به‌عنوان مستندات طراحی ارائه دهید. اما برای نقشه‌کشی با اتوکد، یک نمونه سامانه فتوولتاییک در اختیار شما قرار می‌گیرد تا آن را روی پلان بام پیاده‌سازی نمایید برای این منظور به‌ترتیب زیر عمل کنید:

ـ ابتدا لازم است لایه‌های شکل ۹ را در نرم‌افزار اتوکد ایجاد نمایید.



شکل ۹- لایه‌های مورد نیاز

سپس نقشه زیر را رسم کنید. برای این کار، ابتدا علائم را ترسیم نموده و در ادامه با توجه به لایه‌های مربوط سیم‌کشی را نیز انجام داده و نقشه تک خطی را تکمیل نمایید. به مسیر سیم‌کشی قطب مثبت و منفی و سیم‌کشی اتصال زمین توجه کنید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰-نقشه سامانه خورشیدی مستقل از شبکه

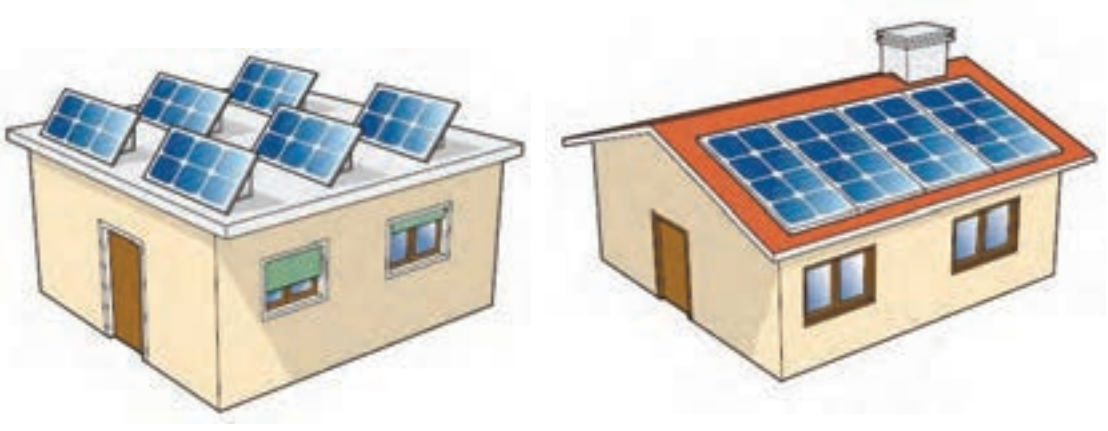
۲ـ۵ـ نرم‌افزار

برای برنامه‌ریزی، نصب و بهره‌برداری از سیستم‌های فتوولتاییک نیاز است تا ابتدا برآورد و نیازسنجی تابش نور خورشید از موقعیت و محل نصب سامانه وجود داشته باشد. همچنین ضروری است تا نقشه اولیه از پلان چیدمان و جانمایی قطعات و در نهایت سیم‌کشی قطعات سامانه انجام شود. آیا قابلیت تشخیص مقدار تابش خورشید بدون وسیله اندازه‌گیری وجود دارد؟ آیا می‌توان نمونه‌های واقعی تجهیزات سامانه را انتخاب کرد و توان خروجی را به‌دست آورد؟

در این پودمان، ابتدا با نرم‌افزار meteo نیازسنجی محلی از وضعیت تابش نور خورشید در محل نصب سامانه و مقایسه آن در شهرهای مختلف کشورمان ایران انجام می‌شود، در ادامه نرم‌افزار PVSYST معرفی شده و امکانات و قابلیت‌های آن برای برآورد تولید و مصرف انرژی الکتریکی توسط سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه بررسی می‌شود. در این قسمت دو کار عملی پیش‌بینی شده است.

یکی از اهداف توسعه سامانه‌های خورشیدی، حرکت به سمت تولید انرژی الکتریکی توسط سامانه فتوولتاییک نصب شده روی ساختمان است. ساختمان‌هایی که مصرف انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را به طور مستقل تأمین می‌کنند (BIPV: Building Integrated PV).

نیازسنجی میزان تولید انرژی الکتریکی توسط این ساختمان‌های سبز چه به‌صورت مسطح یا شیروانی بسیار ضروری است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ ساختمان‌های BIPV

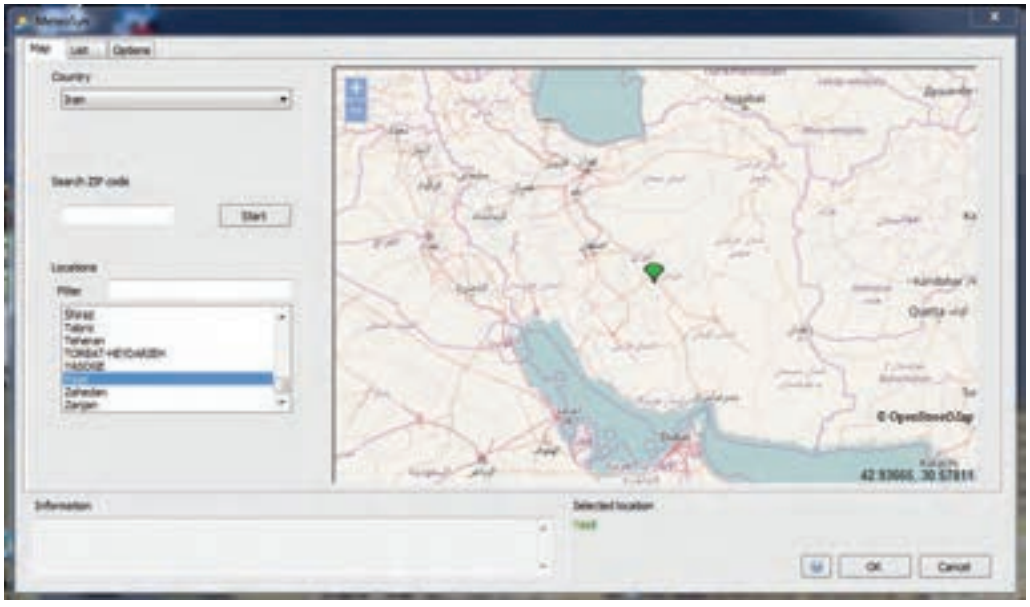
بدیهی است در ساختمان‌های با بام شیروانی زاویه نصب مدول خورشیدی باید در جهت بیشترین تابش نور خورشید باشد تا بازده خروجی سامانه دارای مقدار قابل ملاحظه و مقرون به‌صرفه باشد.

۱ـ۲ـ۵ـ امکان‌سنجی تابش خورشید با نرم‌افزار Meteo Syn

یکی از ملزومات مورد نیاز هنگام نصب و راه اندازی سامانه فتوولتاییک تعیین شدت تابش نور خورشید در محل و همچنین تعیین دقیق عرض جغرافیایی آن محل است. برای تعیین این دو پارامتر می‌توان از نرم‌افزار Meteo Syn استفاده کرد (شکل ۱۲).

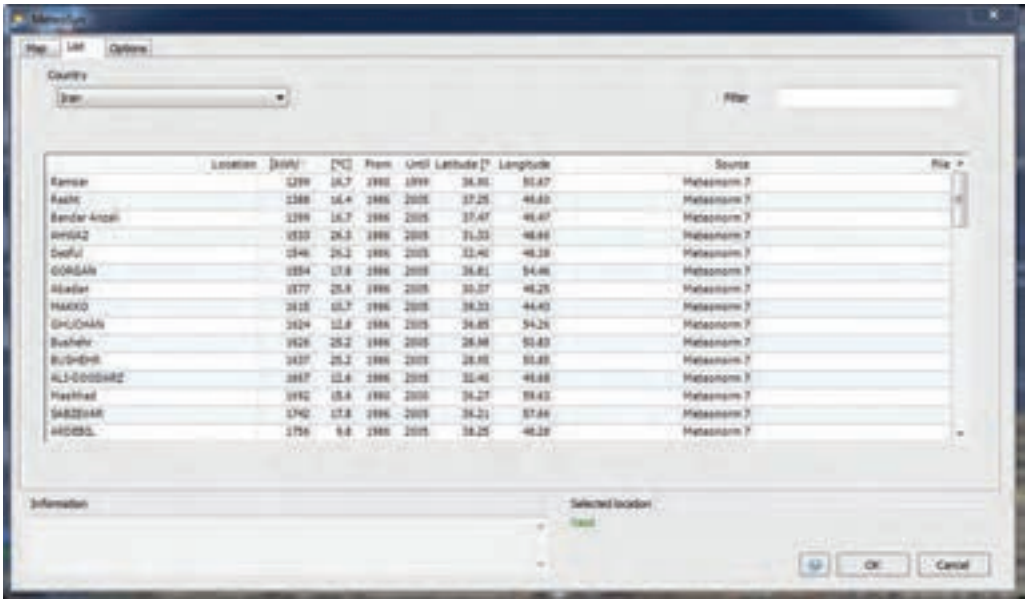
شکل ۱۲ـ نرم‌افزار Meteo Syn

بعد از نصب نرم‌افزار و اتصال به شبکه اینترنت در قسمت map نرم‌افزار به سادگی کشور و شهر مورد نظر قابل انتخاب است. به‌طور مثال در شکل ۱۳ کشور ایران و شهر یزد انتخاب شده است.

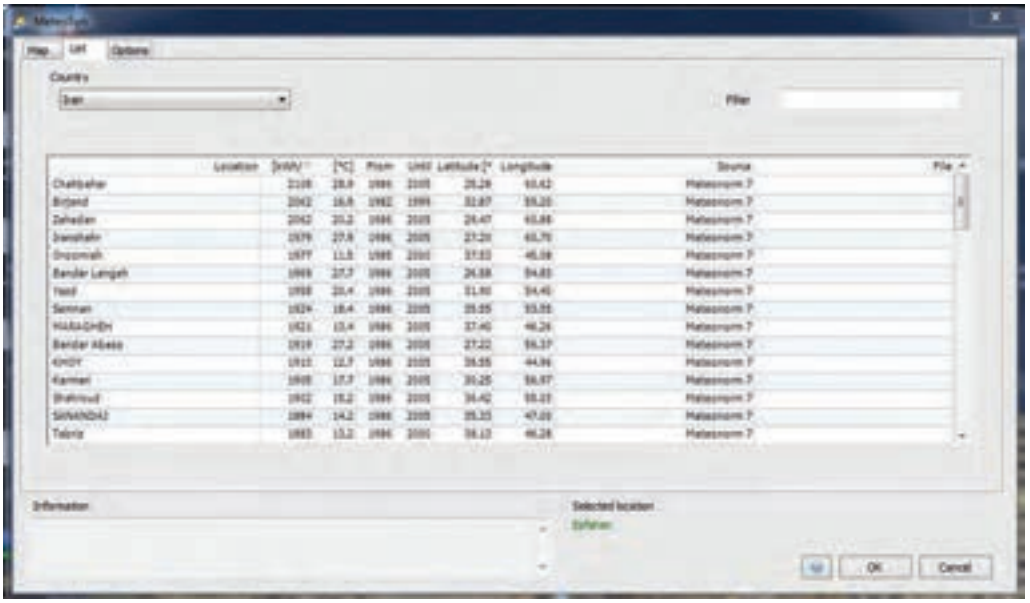


شکل ۱۳ـ انتخاب کشور و شهر در نرم‌افزار

یکی از قابلیت‌های دیگر این نرم‌افزار مرتب کردن شهرهای هر کشور در قسمت List از لحاظ میزان تابش نور خورشید برحسب $KW^h/_{m^2}$ است. به‌طور مثال در (شکل ۱۴ـ الف) شهرهای رامسر و رشت دارای کمترین مقدار تابش است. با مرتب کردن برحسب بیشترین مقدار تابش خورشید، شهرهای چابهار و بیرجند دارای بیشترین تابش است (شکل ۱۴ـ ب).



شکل ۱۴ـ الف ـ میزان تابش به ترتیب از کمترین مقدار تابش



شکل ۱۴ـ ب ـ میزان تابش به ترتیب از بیشترین مقدار تابش

فعلیت

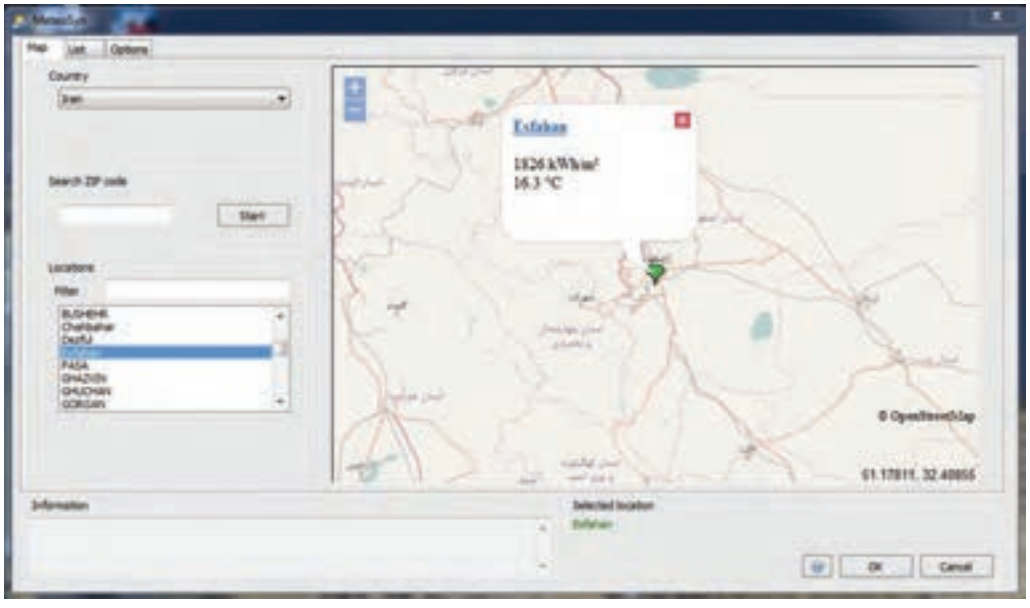
نرم‌افزار Meteo Syn را نصب کنید و عرض جغرافیایی و میزان تابش شهر محل سکونت خود را در آن جست‌وجو کنید.

توجه: حداقل میزان تابش برای مقرون به‌صرفه بودن تولید انرژی الکتریکی توسط نیروگاه سامانه فتوولتاییک تابشی برابر $1800\ KW\ h/m^2$ است.

جست‌وجو کنید: کدام یک از شهرهای کشورمان دارای سقف تابش بیش از $1800\ KW\ h/m^2$ است؟ کدام شهر تابش کمتر از این مقدار دارد؟

قابلیت‌های دیگر این نرم‌افزار تعیین دمای محیط، عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی است. البته مقادیر گفته شده در بازه زمانی تا حدود سال ۲۰۰۵ میلادی به روز رسانی شده است.

بعد از پیدا کردن شهر و محل مورد نظر نصب سامانه می‌توان با افزایش مقدار بزرگنمایی نرم‌افزار، موقعیت جغرافیایی دقیق‌تری را پیدا کرد. شهر اصفهان با تابش $1826\ KW\ h/m^2$ در دمای $16/3°C$ سانتیگراد در شکل ۱۵ تعیین شده است. در منتهی الیه سمت راست و پائین صفحه طول و عرض دقیق جغرافیایی محل تعیین شده نیز گزارش شده است. تعیین عرض جغرافیایی برای تنظیم زاویه نصب مدول‌های خورشیدی اهمیت دارد.



شکل ۱۵ــ تعیین میزان تابش و طول و عرض جغرافیایی در شهر اصفهان

فعالیت

محل دقیق هنرستان محل تحصیل خود را توسط نرم‌افزار پیدا کنید و مقدار تابش نور خورشید را برآورد کنید؟ آیا این مقدار تابش برای نصب نیروگاهی مقرون به‌صرفه است؟

تحقیق کنید

چرا شهرهای اهواز و دزفول در استان خوزستان (با وجودی که جزو شهرهای جنوبی و آفتابی است) در دسته‌بندی شهرهای با کمترین تابش نور خورشید برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی بعد از شهر بندر انزلی قرار گرفته است؟ چه عاملی در این دسته‌بندی تأثیرگذار بوده است؟

۳ـ۵ـ نرم‌افزار PV syst

نرم‌افزار PVSyst نرم‌افزاری توانا برای شبیه‌سازی سامانه‌های فتوولتاییک متصل و مستقل از شبکه است. بسیاری از طراحان و پژوهشگران انرژی خورشیدی شبیه‌سازی را لازم و مطالعه رفتار سامانه را با این نرم‌افزار انجام می‌دهند. با استفاده از این نرم‌افزار و مهارت در به‌کارگیری می‌توان برآورد دقیقی از انتخاب قطعات سامانه و خروجی توان الکتریکی آن به‌دست آورد. اولین صفحه نمایش داده شده پس از نصب شبیه شکل ۱۶ خواهد بود. چنانکه در شکل ملاحظه می‌شود این نرم‌افزار نسخه ۶/۴۳ است.

الف) گزینه طراحی مقدماتی (Preliminary design): برای بررسی ابتدایی و سریع سامانه قابلیت دارد.

ب) گزینه طراحی پروژه (Project design): برای بررسی دقیق‌تر و تخصصی‌تر سامانه متصل و مستقل از شبکه، پمپ چاه آب و بار جریان مستقیم کاربرد دارد.

ج) پایگاه داده‌ها (Data bases): در بانک اطلاعات و محل تعریف موقعیت جغرافیایی و تجهیزات سامانه کاربرد دارد.

د) ابزار (Tools): تعریف قطعات مورد نیاز سامانه از این قسمت انجام می‌شود.

شکل ۱۶- صفحهٔ اول محیط نرم‌افزار

۱ـ۳ـ ۵ـ طراحی مقدماتی(Preliminary design):

در این قسمت کاربران نرم‌افزار به سادگی می‌توانند تحلیل بسیار ساده و مقدماتی از سامانه متصل به شبکه، مستقل از شبکه و پمپ چاه آب داشته باشند (شکل ۱۷).

(الف) پمپ چاه آب (ب) مستقل از شبکه برق (ج) متصل به شبکه برق

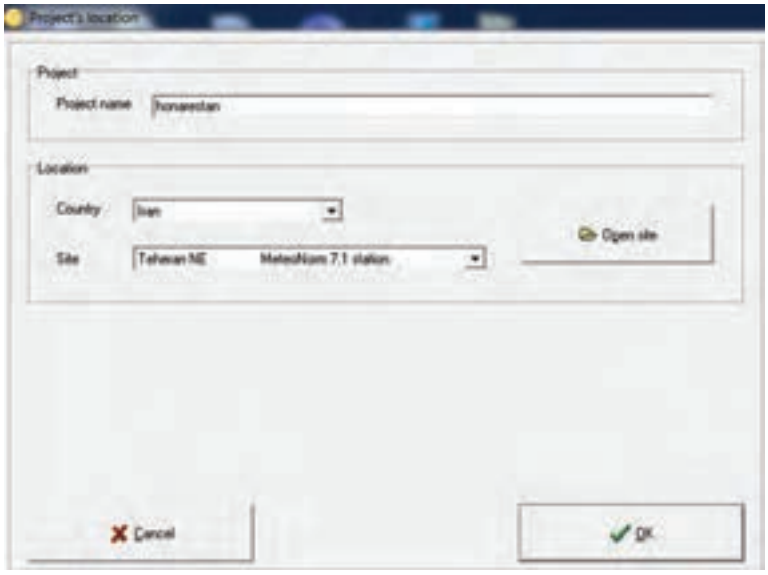
شکل ۱۷ـ طراحی ابتدایی سامانه متصل و منفصل از شبکه و پمپ آب

تحقیق کنید

چرا پروژه پمپ آب چاه در تعریف سامانه فتوولتاییک جدا دیده شده است؟

الف) محل پروژه این قسمت برای تمام طراحی‌ها مشترک است.

نام پروژه و تعیین محل نصب (کشور و محل) در صفحه شبیه شکل ۱۸ وارد می‌شود. در این نمونه نام پروژه هنرستان و شهر محل نصب شمال شرق تهران (Tehran NE) انتخاب شده است.



شکل ۱۸ـ تعیین نام و محل پروژه

بعداز تعریف این دو پارامتر با کلیک روی کلید Open Site، مشخصات بیشتری از محل نصب ارائه می‌شود، این داده‌ها شامل نام قاره و کشور، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریای آزاد و اختلاف زمانی است (شکل ۱۹).

سؤال: مقادیر زیر را تعیین کنید.

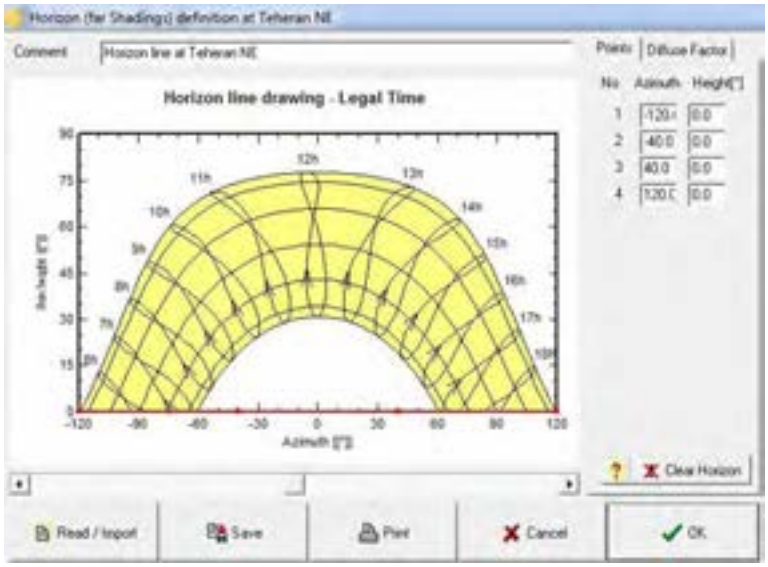
ـ ارتفاع از سطح دریا .....

ـ عرض جغرافیایی .....

ـ طول جغرافیایی ....

شکل ۱۹ـ مشخصات محل نصب

خط افق تابش خورشید (Horizon): بررسی وضعیت تابش خورشید از طلوع تا غروب و میزان اثر سایه در طول روز در منحنی نشان داده شده است. این منحنی، تابش نور خورشید در جهت جنوب جغرافیایی را نشان می‌دهد (شکل ۲۰) بین ساعت ۹ صبح تا ۱۵ بیشترین تابش وجود دارد.



شکل ۲۰ـ خط افق تابش خورشید

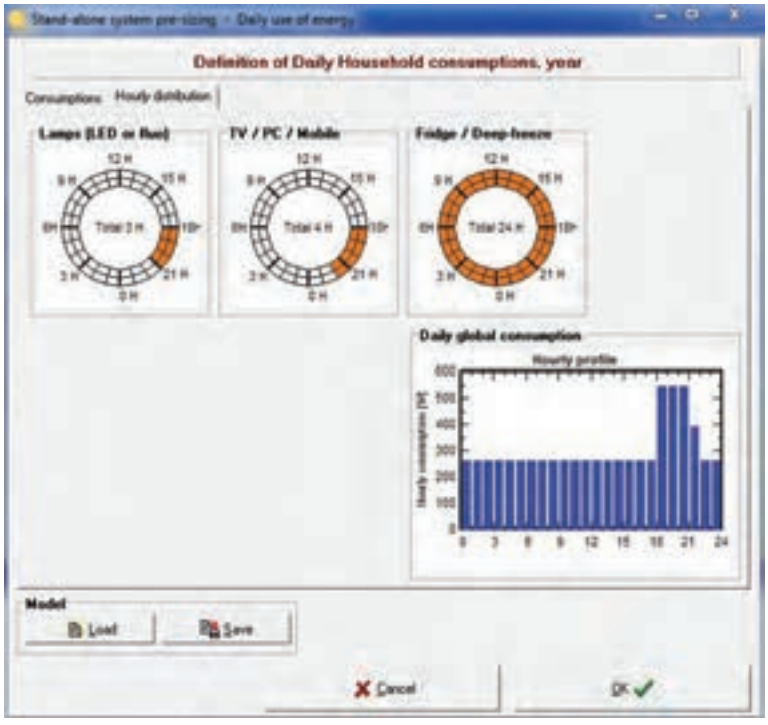
تعیین مصرف‌کننده‌ها (مصرف روزانه): برای تعیین مصرف‌کننده‌ها، تعداد، توان و نوع آنها و تعریف مقدار مصرفی که تولید انرژی الکتریکی از طریق سامانه دارند از گزینه Useris need از صفحه اول استفاده می‌شود. می‌توان آنها را تعریف کرد در شکل ۲۱ این مصرف‌کننده‌ها و ساعات کار آنها قابل تعریف شده است. لامپ (LED یا فلورسنت)، تلویزیون، مصارف خانگی، یخچال و فریزر، ظرفشویی و دیگر مصرف‌کننده‌ها تعریف شده است. برای تعیین آنها باید تعداد (Number)، توان (Power) و استفاده روزانه (Daily use) تعیین شود و در آخر جمع توان نهایی برای ۲۴ ساعت مشخص شود.

شکل ۲۱ـ تعیین نوع و تعداد مصرف‌کننده‌ها

با تکمیل این صفحه جمع توان مصرفی روزانه و ماهانه با بررسی و تحلیل سالانه، ماهانه و فصلی قابل بررسی است.

تذکر: یخچال و فریزر تنها مصرف‌کننده‌ای است که به‌صورت پیش فرض ۲۴ ساعت در مدار قرار دارد.

بعد از تعریف مصرف‌کننده‌ها در صفحه جدید توزیع ساعت (Hourly distribution) ساعت کار به تفکیک هر مصرف کننده، محدوده ساعات کار آن مصرف‌کننده مانند شکل ۲۲ تعریف شود. با انتخاب ساعت مصرف در محدوده شبانه روز جمع ساعت مصرف در مرکز نمودار دایره‌ای نمایش داده شده و منحنی آن در گوشه صفحه ترسیم می‌شود. در مثال یاد شده ۱۵ عدد لامپ، یک تلویزیون و یک یخچال تعیین شده است.



شکل ۲۲ـ تعیین ساعات کار مصرف کننده

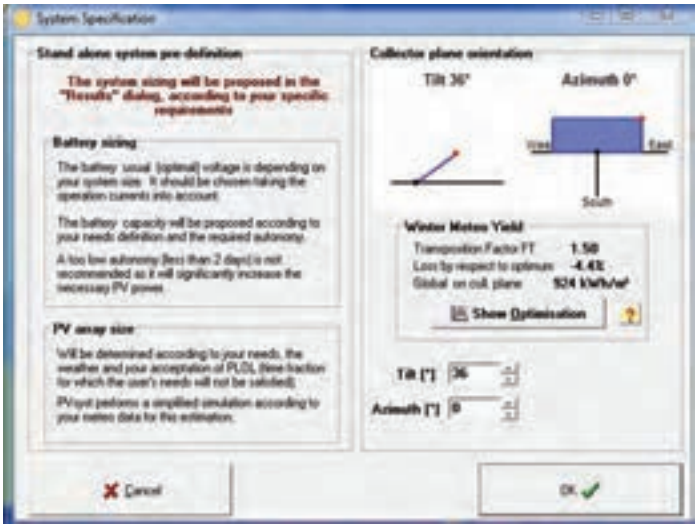
تعریف جهت و زاویه نصب مدول خورشیدی

الف) زاویه نصب (tilt): زاویه نصب مدول خورشیدی مطابق با عرض جغرافیایی که قبلاً از نرم‌افزار meteo استخراج شده قابل دسترسی است.

ب) جهت نصب (Azimith): جهت نصب مدول خورشیدی در ایران همیشه به سمت جنوب بوده و مقدار آن صفر خواهد بود.

در شکل ۲۳ زاویه ۳۶ درجه و جهت آن صفر درجه تعیین شده است.

تذکر: انتخاب بهینه جهت نصب و زاویه باعث کمترین تلفات (Optimum Loss by respect to) و بیشترین تابش نور خورشید با ضریب انتقال مناسب خواهد بود.



شکل ۲۳ــ زاویه و جهت نصب مدول

فعالیت

شهر محل تحصیل خود را در نرم‌افزار تعریف کنید، زاویه و جهت نصب آن را وارد کنید. مقدار تابش چقدر پیش‌بینی می‌شود؟

نتایج نهایی

پس از وارد کردن مصرف‌کننده‌ها و تعیین جهت و زاویه نصب مدول با کلیک روی دکمه Results می‌توان نتایج نهایی حاصل از تحلیل نرم‌افزار را بررسی کرد (شکل ۲۴) . منحنی‌های میله‌ای به رنگ قرمز و سبز گزارش شده است منحنی‌های قرمز رنگ، توان تولیدی در دسترس توسط سامانه خورشیدی و منحنی سبزرنگ مقدار توان الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده را به تفکیک ۱۲ ماه سال نشان داده است.

شکل ۲۴ــ منحنی نتایج به‌دست آمده

سؤال

توان تولید شده در ماه‌های ژوئن و جولای (حدود خرداد و تیرماه) تفاوت زیادی با توان مصرفی در مقایسه با ماه‌های ابتدا و انتهای سال دارد علت این تفاوت چیست؟

توان آرایه (وات)، ظرفیت باتری (آمپر ساعت)، قیمت تمام شده (یورو) پروژه و ارزش انرژی تولید شده (یورو برکیلو وات ساعت) نتایج نهایی تحلیل قطعات سامانه برای بارهای تعیین شده است (شکل ۲۵).

شکل ۲۵ـ نتایج به‌دست آمده

کار عملی

مقدار توان مدول و ظرفیت باتری مورد نیاز و قیمت تمام شده یک سامانه فتوولتاییک با مصارف جدول ۱ برای مصرف یک ماه به‌دست آورید.

جدول ۱- مصرف کننده و توان آن

ردیف	نام مصرف کننده	تعداد	توان (وات)	جمع توان (وات)	ساعت کار روزانه
۱	یخچال	۱	۱۰۰	۱۰۰	۲۴ ساعت
۲	تلویزیون LED	۱	۳۵۰	۳۵۰	۳ ساعت
۳	لامپ روشنایی LED	۶	۱۳۰	۷۸۰	۴ ساعت
۴	سماور برقی	۱	۱۰۰۰W	۱۰۰۰	۱ ساعت
۵	کولر آبی	۱	۵۰۰ W	۵۰۰	۳ ساعت

۲ـ۳ـ۵ـ طراحی پروژه(Project design): در قسمت طراحی پروژه، شاخه‌های زیر برای تعیین و شبیه‌سازی قطعات سامانه تعریف شده است (شکل ۲۶).

الف) سامانه متصل به شبکه (Grid ـ Connected)

ب) سامانه مستقل از شبکه (Stand alone)

ج) سامانه پمپ چاه آب (Pumping)

د) بار جریان مستقیم (DC Grid)

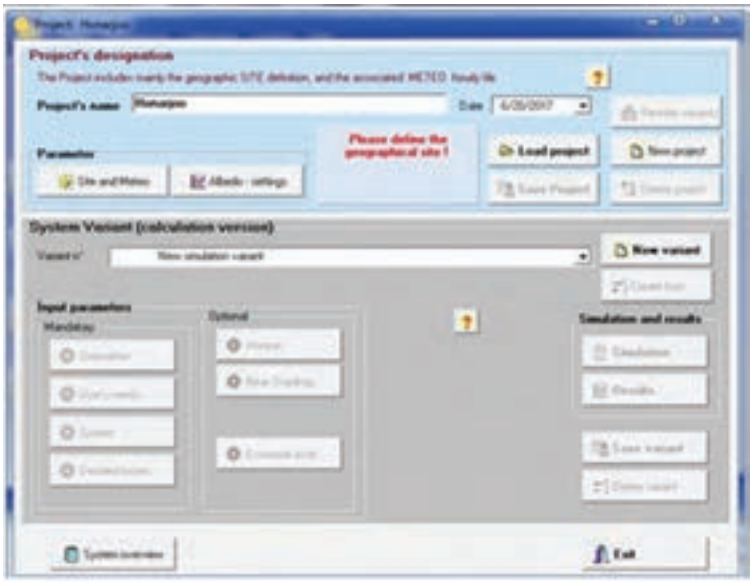
شکل ۲۶ــ زیر شاخه‌های گزینه Project design

طراحی پروژه از نظر ارائه جزئیات قطعات سامانه از طراحی مقدماتی مفصل‌تر و پیشرفته‌تر است. در این حالت نوع و مدل قطعات اصلی نظیر مدول خورشید، کنترل شارژ، باتری قابل تعیین و در نهایت شبیه‌سازی است. البته مراحل اولیه ورود اطلاعات با حالت طراحی مقدماتی مشابه است.

۳ــ۳ــ۵ــ سامانه مستقل از شبکه (stand alone)

الف) تعیین پروژه: در این صفحه داده‌هایی شامل نام پروژه، تاریخ ورود اطلاعات، تعیین پارامترها و بارگذاری پروژه قرار دارد (شکل ۲۷). اولین کار در این صفحه تعریف پروژه جدید (New project) است. در این نمونه نام پروژه Honarjoo تعریف شده است.

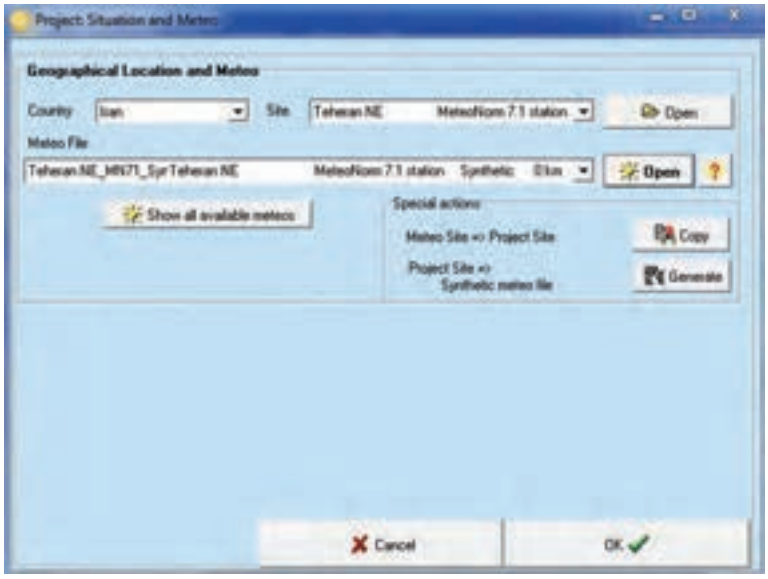
سامانه مستقل از شبکه مجهز به باتری بوده و در فواصل عدم تابش نور خورشید انرژی ذخیره شده را به مصرف‌کننده منتقل می‌کند. اگر سامانه متصل به شبکه (Grid Connected) به‌جای سامانه جدا از شبکه در این قسمت انتخاب شود علاوه‌بر قطعات سامانه جدا از شبکه مبدل یا اینورتر نیز باید انتخاب شود.



شکل ۲۷ــ تعریف داده‌های برای سامانه جدا از شبکه

ب) متغیرهای سامانه: متغیرهای سامانه از مهم‌ترین پارامترهای ورود اطلاعات به نرم‌افزار است. در نیمه پائین صفحه این متغیرها برای شبیه‌سازی در دو حالت اجباری (man Iatory) و انتخابی(Optional) تعریف شده است.

بعد از وارد کردن نام پروژه و تاریخ شبیه‌سازی از گزینه Site and Meteo، مطابق فعالیت‌های قبل شهر و منطقه محل سامانه تعیین شود به‌طور مثال در شکل ۲۸ شمال شرق شهر تهران Tehran NE انتخاب شده است. اگر شهر مورد نظر در این قسمت وجود نداشت از گزینه Open می‌توان کشور و شهر مورد نظر را برای نرم‌افزار تعریف کرد. برای امکان‌سنجی بهتر می‌توان از نرم‌افزار Meteo Syn استفاده کرد.



شکل ۲۸ـ انتخاب محل وموقعیت سامانه

توجه: بعد از تعریف سامانه و نام‌گذاری حتماً آن را ذخیره کنید. در غیر این‌صورت هر بار مجبور به ورود مجدد داده‌های اولیه خواهید شد.

یکی از گزینه‌های این صفحه گزینه Show all Meteo available است. این گزینه به معنی نشان داده کلیه مشخصه‌های نرم‌افزار امکان‌سنجی meteo برای محل نصب است با انتخاب این گزینه و کلیک روی دکمه Open برای شمال شرق تهران داده‌هایی مانند شکل ۲۹ ارائه می‌شود. بازه زمانی و تاریخ مورد نظر در قسمت Dates قابل تعریف است.

شکل ۲۹ـ امکان سنجی Meteo برای شمال شرق تهران

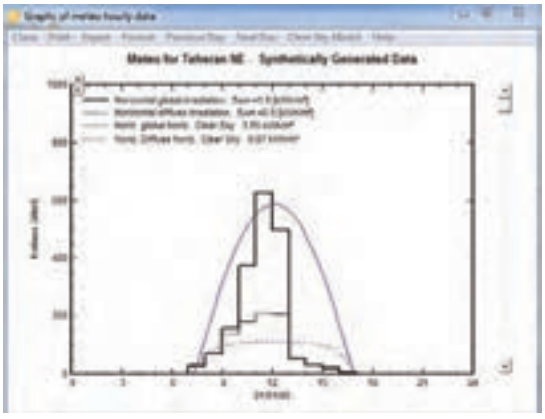
عرض و شمال جغرافیایی شمال شرق تهران طبق شکل ۲۰ برابر °۳۵/۸ و °۵۱/۶ است و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۸۳ متر و اختلاف زمانی آن ۳/۵ ساعت گزارش شده است.

توجه: برای بررسی وضعیت جغرافیایی و دسترسی به داده‌های Meteo اتصال به شبکه اینترنت ضروری است.

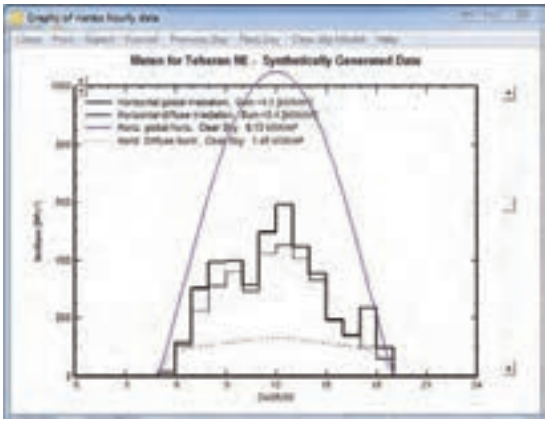
شکل ۳۰ـ موقعیت جغرافیایی محل مشخص شده

توجه: از دیگر گزینه‌های متغیر سامانه جزئیات تلفات (Data losses) و گزینه‌های افق خورشید (Horizon)، سایه‌اندازی (Newz Shading) و ارزیابی اقتصادی (elonomic eval) است. در صورت بررسی می‌توانید این موارد را مورد بررسی و تحقیق دهید.

نمودار تابش خورشید در طول روز برای ماه‌های مختلف از قابلیت‌های این قسمت نرم‌افزار است با انتخاب و کلیک روی گزینه graph منحنی شبیه شکل ۳۱ به‌دست خواهد آمد. چنانچه دیده می‌شود بیشترین مقدار تابش از ساعت ۹ صبح تا حدود ۱۶ بعدازظهر البته مقدار این تابش برای ماه‌های مختلف متفاوت است. در سمت راست منحنی تابش، یک نوار کشویی است که با تغییر وضعیت آن منحنی تابش برای ماه‌های دیگر نیز به‌دست می‌آید.



الف) ماه ژانویه



ب) ماه می

شکل ۳۱ـ منحنی تابش در دو ماه مختلف

فعالیت

نرم‌افزار PV syst را نصب کنید و سپس مقادیر عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و منحنی تابش ۲۴ساعت، محل مورد نظر را استخراج کنید. کدام ماه‌ها بیشترین مقدار تابش و کدام ماه‌ها کمترین مقدار تابش را نشان می‌دهد.

تذکر: اگر شهر مورد نظر در لیست Meteo file نرم‌افزار نباشد می‌توان از گزینه پایگاه داده‌ها یا data bases شهر مورد نظر را تعریف کرد.

فعالیت

در نرم‌افزار PVsyst شهر کرمان موجود نیست با مراجعه به گزینه data bases این شهر را برای نرم‌افزار تعریف کنید.

راهنمایی: برای این منظور از گزینه اول مربوط به موقعیت جغرافیایی پایگاه داده‌ها یا Geographical sites استفاده کنید.

● اضافه کردن شهر در نرم‌افزار

برای اضافه کردن شهر و موقعیت جغرافیایی جدید و همچنین معرفی قطعات سامانه فتوولتاییک با کلیک روی گزینه (پایگاه داده‌ها) data bases صفحه‌ای مشابه شکل ۳۲ ظاهر می‌شود.

ستون سمت چپ برای اضافه کردن موقعیت جغرافیایی و ستون سمت راست برای تعریف قطعات و تجهیزات سامانه به‌کار می رود.

شکل ۳۲ـ معرفی موقعیت جغرافیایی و تجهیزات سامانه در پایگاه داده

۴ـ۳ـ۵ـ تعریف داده‌ها:

برای وارد کردن متغیرهای سامانه که در شکل ۲۷ با عنوان input Prameters نشان داده شده است.

در قسمت داده‌های اجباری با کلیک روی گزینه جهت (Orientation) صفحه‌ای شبیه شکل ۳۳ ظاهر می‌شود.

در این صفحه می‌توان زاویه (Tilt) و جهت قرار گرفتن مدول خورشیدی (Azimuth) مانند قبل را انتخاب کرد.

شکل ۳۳ـ جهت و زاویه قرار گرفتن مدول خورشیدی

اغلب، پایه‌ها و سازه‌های پنل‌های خورشیدی ثابت است پس در گزینه بالای صفحه نصب ثابت Fixed Tilted Plane انتخاب می‌شود.

یادآوری: مقدار زاویه برمبنای عرض جغرافیایی شهر محل نصب و جهت نصب مدول نیز همیشه جنوب انتخاب می‌شود.

توجه: اگر مقدار زاویه درست انتخاب شود مقدار تلفات Loss نشان داده شده صفر خواهد بود.

فعالیت

شهر محل تحصیل خود را در نرم‌افزار تعریف کرده و با انتخاب دقیق عرض جغرافیایی آن مقدار زاویه (Tilt) را به نحوی تعریف کنید تا بخش تلفات (loss) کمترین تلفات و بیشترین تابش را نشان دهد.

بعد از تعیین زاویه و جهت مدول خورشیدی درتعریف ورودی‌های اجباری در قسمت احتیاجات کاربر (needs Users) باید مصرف‌کننده‌های مورد نیاز و تعداد و توان آنها تعریف شود (شکل ۳۴).

شکل ۳۴ــ تعریف مصرف‌کننده‌ها

در قسمت توزیع ساعات کار مصرف‌کننده و یا Hourly distribution باید محدوده ساعت مصرف‌کننده‌ها تعریف شود (شکل۳۵).

شکل ۳۵ــ محدوده زمان استفاده از مصرف‌کننده‌ها

۵ ـ۳ـ۵ ـ انتخاب باتری:

برای تعیین باتری از قسمت Storage می‌توان نوع باتری را متناسب با مقدار مصرف پیشنهاد داد.
و در قسمت بعد PV Arrey مدول خورشیدی برای سامانه تعریف می‌شود. باتری نوع ولتاژ (Volta) با مشخصه ۱۲V، ۱۰۰Ah در شکل ۲۶ تعریف شده است. با توجه به توان پیشنهادی مصرفی نرم‌افزار تعداد ۸ عدد باتری سری شده از این مدل را پیشنهاد می‌دهد.

تذکر: مشخصات باتری انتخاب شده با مدول خورشیدی و با کنترل شارژ نیز باید سازگار باشد. در غیراین‌صورت درگوشه صفحه پیام هشدار و خطا داده می‌شود. در شکل ۳۶ خطای عدم تطابق خروجی کنترل شارژ و باتری دیده می‌شود.

شکل ۳۶ـ باتری انتخاب شده سازگاری ندارد

بعد از تعریف باتری‌ها، نرم‌افزار درخواست معرفی مدل و نوع مدول خورشیدی و به دنبال آن دستگاه کنترل شارژ خواهد داشت. با انتخاب صحیح کنترل شارژ که در مرحله بعد انجام می‌شود پیغام خطا از پائین صفحه نشان داده شده در شکل ۳۷ حذف می‌شود.

شکل ۳۷ــ تعریف و انتخاب صحیح باتری در نرم‌افزار

با تعریف صحیح باتری و کنترل شارژ و مدول خورشیدی پیام خطا برطرف شده و می‌توان این انتخاب را برای شبیه سامانه تعریف کرد (شکل۳۸).

با تغییر توان مدول خورشیدی تعداد مدول‌های مورد نیاز نیز تغییر خواهد کرد. نمونه انتخاب شده در این نمونه مدول ۱۱۵W و ۳۷ ولت از مدل Generic است. دستگاه کنترل شارژ انتخاب شده نیز از مدل Generic با مشخصات داده شده است.

شکل ۳۸ ــ مقادیر مدول PV، کنترل شارژ

توجه: مشخصات به‌دست آمده در مثال گفته شده تصادفی و انتخابی است.
محدوده ولتاژ تولید شده در مدول خورشیدی بین ۴۰/۴ تا ۶۵/۸ ولت با دو دمای مختلف پیشنهاد شده است.
مشخصات دیگری که در این شبیه سازی قابل بررسی است به شرح زیر است.

- توان مدول خورشیدی ۳ Kw
- نوع و برند مدول خورشیدی Generic، ۲۶ عدد، ۳ تا سری شده و تعداد رشته‌ها بین ۶ تا ۹ رشته مدول
- کنترل شارژ Generic، یک عدد، ۹۶ ولت
- زاویه نصب مدول ۳۰° به سمت جنوب
- فضای اشغال کرده ۳۲۸ m^2

فعالیت

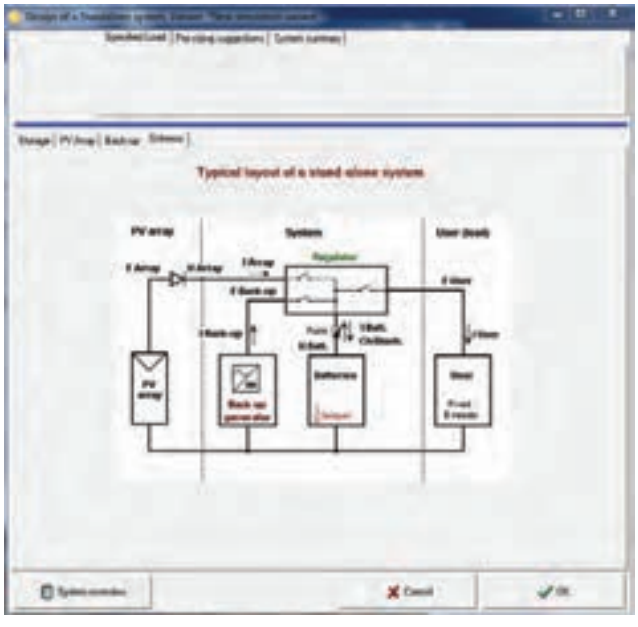
با انتخاب مدل‌های دیگر از مدول خورشیدی، کنترل شارژ و باتری تعداد مدول انتخاب شده را بهینه کنید.

۶ـ۳ـ۵ـ نقشه و اتصالات سامانه خورشیدی:

برای ترسیم و استخراج نقشه اتصالات و مدار الکتریکی سامانه با کلیک روی گزینه Schema شکل مدارالکتریکی مشابه شکل ۳۹ به‌دست می‌آید.

فعالیت

قطعات مختلف سامانه خورشیدی را روی نقشه شمای فنی تعیین کنید.



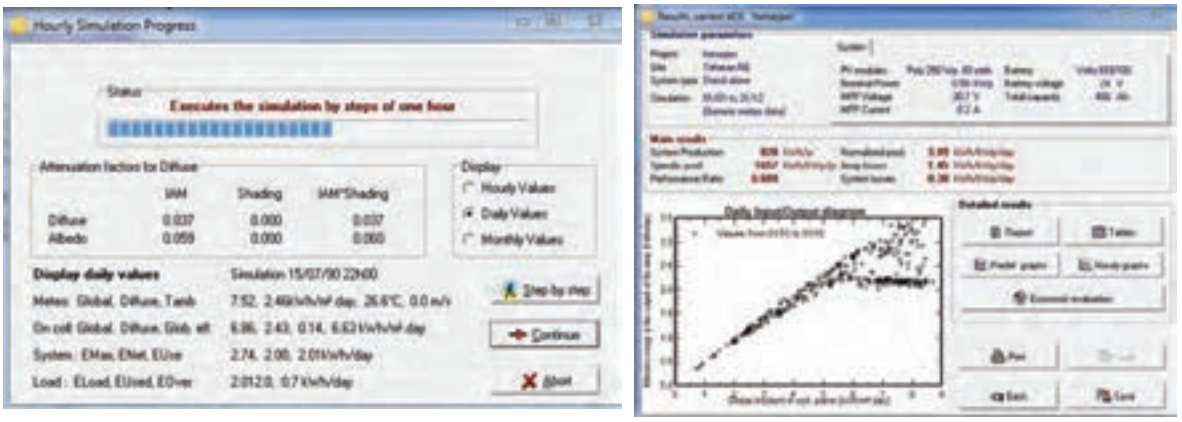
شکل ۳۹ـ شمای فنی پیشنهادی سامانه جدا از شبکه

۷ـ۳ـ۵ـ شبیه‌سازی:

شبیه‌سازی آخرین مرحله و چکیده اطلاعات فنی سامانه است. در این قسمت در یک نگاه می‌توان به تفسیر وضعیت شبیه‌سازی و انتخاب صحیح قطعات پی برد. مطابق شکل ۴۰ با کلیک روی گزینه Simulation شبیه‌سازی آغاز می‌شود (شکل ۴۱ـ الف).

اگر انتخاب پارامترها و شرایط درست اتفاق افتاده باشد منحنی شبیه‌سازی شده وضعیت مناسب‌تری نشان می‌دهد. به عنوان نمونه در شکل ۳۱ـ ب به دلیل انتخاب تقریبی و غیردقیق دیاگرام شکل خطی ندارد و نقاط از خط خارج شده است. هر چه انتخاب دقیق‌تر باشد نمودار خطی‌تر خواهد بود.

شکل ۴۰ ـ شبیه‌سازی

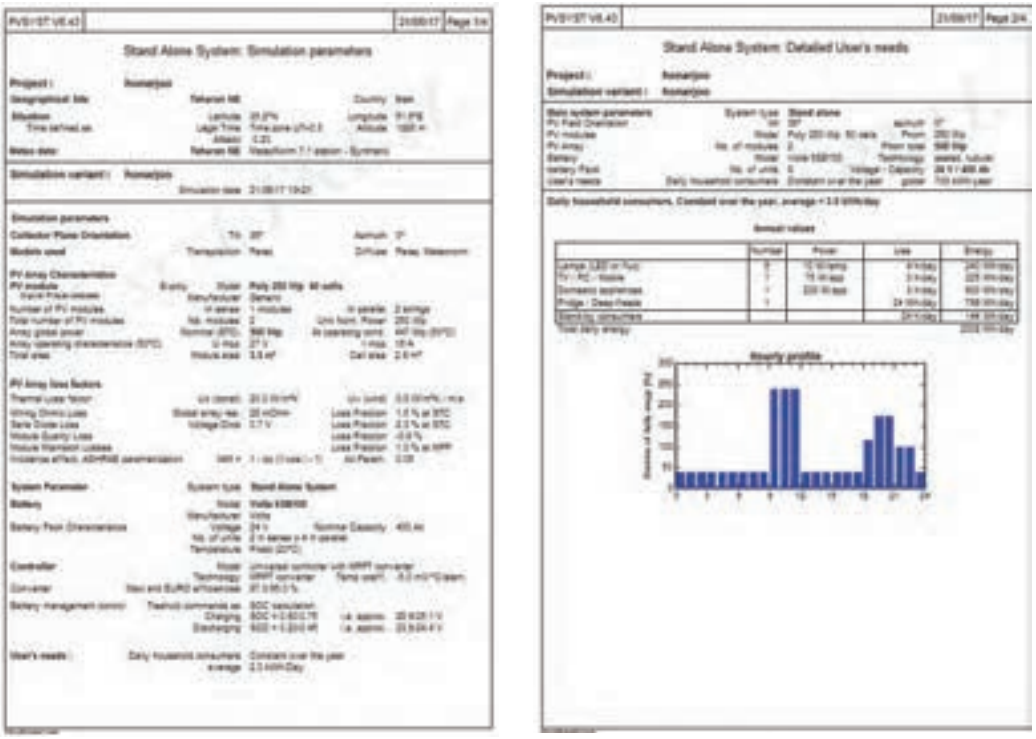


(الف) (ب)

شکل ۴۱ـ در حال شبیه‌سازی

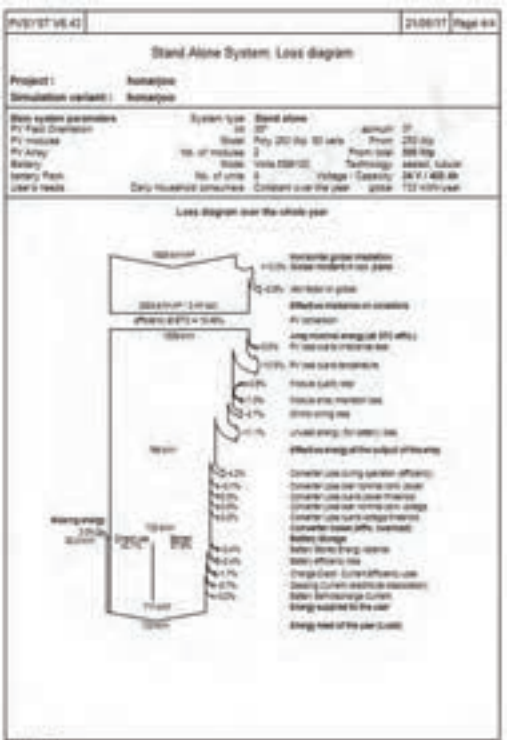
شبیه‌سازی پروژه هنرجو در این قسمت به اتمام رسید و اطلاعات نهایی سامانه به شرح شکل ۴۲ قابل مطالعه است.

گزارش‌گیری را شبیه‌سازی، چنانکه نیاز به گزارش‌گیری از پروژه هنرجو با فرمت Pdf و چاپ آنها باشد با کلیک بر کلید Report در شکل ۴۲ـ ب می‌توان گزارش‌گیری را انجام داد (شکل۴۲). در این نمونه ۴ صفحه گزارش شامل همه داده‌ها و تحلیل آنها از پروژه استخراج شده است.

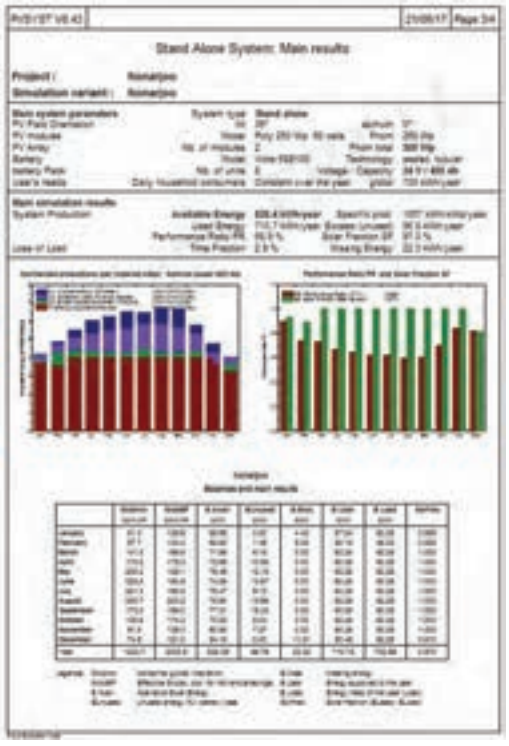


الف ب

شکل ۴۲ـ گزارش نهایی پروژه



ج



د

کار عملی

یک سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه با توان نامی ۲/۵ Kw تعریف کرده و مشخصات اجزای سامانه (باتری، مدول خورشیدی، کنترل شارژ و ارزیابی اقتصادی) را استخراج و در نهایت گزارش چاپ شده آن را به مربی مربوطه ارائه کنید.

ارزشیابی شایستگی نقشه‌کشی و نرم‌افزار

شرح کار:
نقشه‌کشی همبندی، خانه هوشمند، سامانه فتوولتاییک
تعیین شدت تابش خورشید و عرض جغرافیایی محل نصب سامانه فتوولتاییک
تعیین قطعات سامانه فتوولتاییک توسط نرم‌افزار
شبیه‌سازی سامانه مستقل از شبکه

استاندارد عملکرد: نقشه‌کشی تأسیسات حفاظتی و خانه هوشمند با اتوکد، امکان‌سنجی و شبیه‌سازی سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه با نرم‌افزارMeteosyn و نرم‌افزار Pvsyst

شاخص‌ها: نقشه‌کشی همبندی و خانه هوشمند در محیط اتوکد، نرم‌افزارMeteosyn و نرم‌افزار Pvsyst
تعیین قطعات و متغیرهای سامانه فتوولتاییک توسط نرم‌افزار
شبیه‌سازی سامانه مستقل از شبکه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: سایت رایانه، نرم‌افزار شبیه‌سازی، نرم‌افزار اتوکد
ابزار و تجهیزات: رایانه، چاپگر، وایت‌برد، ویدئو پروژکتور

معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نقشه‌کشی تأسیسات حفاظتی و خانه هوشمند	۲	
۲	تعیین عرض جغرافیایی و شدت تابش خورشید	۱	
۳	تعیین قطعات سامانه فتوولتاییک	۲	
۴	شبیه‌سازی سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کارتیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات		*

* **حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.**

منابع و ماخذ:

- برنامه درسی رشته الکترونیک ۱۳۹۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- احمدی محمد مهدی و ...، ۱۳۹۵، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، نگهداری و تعمیر سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی مکاترونیکی،
- سایت سازمان بهره‌وری و انرژی‌های تجدیدپذیر (ساتبا)
- جهانگیری علیرضا، حسامی زهره، ۱۳۹۱، دستورالعمل نظارت فنی بر «امکان سنجی، اجرا و نگهداری نیروگاه کوچک مقیاس خورشیدی»،معاونت خدمات شهری ـ ستاد محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران،
- ضرورت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) وزارت نیرو، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه، گروه مطالعات اقتصادی و استراتژیک، ۱۳۹۵
- راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک به منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۳
- جزوات آموزشی شرکت فراهوشمند انرژی (آرتمن)
- کاتالوگ و دیتا شیت‌های مربوط به شرکت‌های سازنده قطعات خانه هوشمند
- مقررات ملّی ساختمان مبحث ۱۳
- راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان‌ها، (آلدیک موسسیان)
- دستورالعمل حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه، شورای مرکزی نظام مهندسی
- دستورالعمل طرح و اجرای همبندی اصلی در ساختمان‌های شورای مرکزی نظام مهندسی

- Solar PV System Maintenance Guide و GUYANA HINTERLANDS Stand- Alone Solar PV Installations و April ۲۰۱۳
- ,William Brooks, James Dunlop, March ۲۰۱۲ , Solar PV systems ,Users' maintenance guide, Australian Business Council for Sustainable Energy Photovoltaic Installer Resource Guide, north American Boared Of Certified Energy Practitioners (N A B C E P)
- Christopher kitcher, ۲۰۱۳ Practical Guide to Inspection, Testing and Certification of Electrical Installations,
- DEHN + SÖHNE – Lightning Protection Guide,3nd updated edition,۲۰۱۵
- Technical Application Papers No.۱۰, Photovoltaic plants ABB ۲۰۱۰
- André Mermoud and Bruno Wittmer, January ۲۰۱۴,
PVSYST USER'S MANUAL, Authors
- Switzerland
- www.knx.org

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب طرحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند با کد ۲۱۱۲۶۳

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	سید رضا معصومی	آذربایجان شرقی	۱۲	شکرالله بهرامی‌سامانی	چهارمحال وبختیاری
۲	ابوالفضل طالبیان	اصفهان	۱۳	حسن دانش پایه	کهگیلویه وبویراحمد
۳	مسعود حیدری نوکار	بوشهر	۱۴	رفیع نبوی	اردبیل
۴	محسن خلیلی‌زاده	کرمان	۱۵	محمد کاظمی	مازندران
۵	سینا جوادی مهریزی	یزد	۱۶	محسن محسنی	شهرستان‌های تهران
۶	سید مصطفی سیادت	سمنان	۱۷	وحید زمانی	کرمان
۷	مسعود فلاح	گیلان	۱۸	غلام احمد نظری	هرمزگان
۸	محمدصادق کرم بیگی	همدان	۱۹	بابک لرستانی	کرمانشاه
۹	علی پرورش	فارس	۲۰	قربان مردانی	شهرتهران
۱۰	صمد قادرپور	کردستان	۲۱	علی نوذری	خوزستان
۱۱	حمید چراغیان	ایلام	۲۲	احمد مرادقلی	سیستان وبلوچستان