

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

آموزش کاربردی

شبه‌سازی سیستم‌های قدرت

در

**PSCAD**

ترجمه و تألیف:

مهندس مجتبی نظام محله

دکتر امیرحسین عباسی

دکتر امید صفرزاده

تلفن: ۲-۲۲۲۱۸۴۴۸-۶۶۴۸

**پارسا**  
نشریاریس

سرشناسه	: نظام محله، مجتبی، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	: آموزش کاربردی شبیه‌سازی سیستم‌های قدرت در PSCAD / تالیف مجتبی نظام محله.
مشخصات نشر	: تهران: پارسیا، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۳۱۲ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۵۷-۹۴-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: برق -- سیستم‌ها -- شبیه‌سازی کامپیوتری
موضوع	: برق -- سیستم‌ها -- طراحی به کمک کامپیوتر
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۲ آعن/ ۱۰۰۵ TK
رده بندی دیویی	: ۳۱/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۱۰۲۲۷۲

## آموزش کاربردی شبیه‌سازی سیستم‌های قدرت در PSCAD

مهندس مجتبی نظام محله

پارسیا

۱۰۰۰ نسخه

واحد رایانه نوآور

محمدرضا نصیرنیا

-

۹۷۸-۶۰۰-۶۲۵۷-۹۴-۵

مؤلف:

ناشر:

شمارگان:

حروف‌نگاری:

مدیر تولید:

نوبت چاپ:

شابک:

**پارسیا**  
نشر پارسیا

### نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۶۶۴۸۴۱۸۹ - ۰۹۱۲۶۰۶۲۳۸۳

فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، نبش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۹۵۵۸۱۷۸ - ۶۶۴۰۵۰۸۴

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانعی تلفن: ۶۶۴۰۹۹۳۴ - ۶۶۴۰۵۲۸۵

فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۲۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۰۲۵۷۹ - ۶۶۴۱۳۹۹۸

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

## فهرست مطالب

پیشگفتار

معرفی

PSCAD

EMTDC

تاریخچه

مرکز تحقیقات مانتوبا HVDC

کتابخانه

کاربرد

**فصل اول: نصب برنامه و تنظیمات محیط کار**

۱-۱- مقدمه

۲-۱- نیازهای سخت افزاری و نرم افزاری

۳-۱- مجوز نصب

۴-۱- مراحل نصب

۵-۱- تنظیمات محیط کار

**فصل دوم: محیط PSCAD**

۲-۲- اصطلاحات و معانی

۳-۲- اولین شبیه سازی من

۴-۲- پنجره های محیط PSCAD

۵-۲- منوها

۶-۲- نوارهای ابزار

۷-۲- میانبرهای صفحه کلید

۸-۲- مسیرهای موقت PSCAD

۹-۲- سیستم راهنمای برخط

۱۰-۲- پروژه های آموزشی

**فصل سوم: ویژگی ها و عملکردها**

۱-۳- مقدمه

۲-۳- پروژه ها

۳-۳- قطعات و مدول‌ها

۳-۴- آموزش

۳-۵- کشیدن و رها کردن

۳-۶- دسترسی به سیستم راهنمای برخط

۳-۷- Tool Tips

۳-۸- جستجو

۳-۹- فهرست قطعات و سیگنال‌ها

۳-۱۰- تنظیمات کنترلی

۳-۱۱- جانشانی سراسری

۳-۱۲- سیستم واحدها

### فصل چهارم: ترسیم و کنترل برخط

۴-۱- مقدمه

۴-۲- آماده سازی داده‌ها برای کنترل یا نمایش

۴-۳- قطعات ترسیم

۴-۴- کنترل و اندازه‌گیری برخط

۴-۵- امکانات موجود در اشیاء زمان اجرا

### فصل پنجم: تنظیمات پروژه

۵-۱- مقدمه

۵-۲- General

۵-۳- Runtime

۵-۴- Network

۵-۵- Dynamics

۵-۶- Mapping

۵-۷- Fortran

۵-۸- Link

### فصل ششم: خطوط انتقال هوایی و کابل‌ها

۶-۱- مقدمه

۶-۲- ساختن خطوط انتقال

۶-۳- ویرایشگر مشخصات کابل و خطوط انتقال هوایی

۶-۴- فایل‌های ثابت‌های خط

۶-۵- مشاهده خروجی تفصیلی

### فصل هفتم: طراحی قطعه

۷-۱- مقدمه

۷-۲- دسترسی به پنجره ویرایش قطعه

۷-۳- بخش گرافیک

۷-۴- بخش پارامترها

۷-۵- بخش اسکریپت

۷-۶- طراحی قطعه جدید

### فصل هشتم: اشکال زدایی

۸-۱- مقدمه

۸-۲- پیغام‌های معمول

۸-۳- جستجو

۸-۴- نمایش فایل‌های ساخت و داده

۸-۵- مرتب نمودن قطعات

۸-۶- نمایش موقعیت سیگنال

۸-۷- نشانگرهای سیگنال کنترلی

۸-۸- سیم‌های کنترل مجازی

۸-۹- استفاده از برنامه اشکال زدای جامع

### فصل نهم: رابط متلب/سیمولینک

۹-۱- مقدمه

۹-۲- زیربرنامه رابط متلب

۹-۳- زیربرنامه رابط سیمولینک

۹-۴- طراحی قطعه متلب

۹-۵- طراحی قطعه متلب سیمولینک

۹-۶- نکات ارتباطی

### فصل دهم: مثال‌های کاربردی

۱۰-۱- مقدمه

۱۰-۲- مثال اول: شروع

۱۰-۳- مثال دوم: سیستم AC ساده

۱۰-۴- مثال سوم: گذراهای خط انتقال

۱۰-۵- مثال چهارم: اثر زمین کردن در شبکه قدرت

۱۰-۶- مثال پنجم: فرورزونانس

۱۰-۷- مثال ششم: انرژی باد

۱۰-۸- مثال هفتم: انتقال خروجی PSCAD به Excel و MATLAB

مراجع



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

## پیشگفتار

با پیچیدگی‌های رو به افزایش سیستم قدرت، ضرورت استفاده از برنامه‌های شبیه‌سازی برای تحلیل و بررسی پدیده‌های مختلف غیر قابل انکار است. از سوی دیگر دانشجویان دروس بررسی سیستم‌های قدرت، طراحی خطوط انتقال، رله و حفاظت سیستم‌ها، اصول تولید و توزیع انرژی، طراحی پست‌های فشار قوی، ماشین‌های الکتریکی، الکترونیک قدرت، کنترل، ادوات FACTS و ... علاوه بر تسلط بر مبانی و مفاهیم پایه باید در شناخت و کاربرد نرم‌افزارهای مرتبط، برای تحلیل پدیده‌ها و پیاده‌سازی سیستم‌ها و الگوریتم‌ها نیز توانا باشند. علاوه بر نرم‌افزار MATLAB، نرم‌افزارهای متعدد دیگری با دقت و قدرت بیشتر و به صورت تخصصی‌تر به تجزیه و تحلیل سیستم‌های قدرت پرداخته و گسترش یافته‌اند. یکی از این نرم‌افزارها، PSCAD است که یک برنامه حرفه‌ای برای مطالعه رفتار گذرا و ماندگار شبکه‌ها و تجهیزات الکتریکی می‌باشد.

PSCAD و موتور شبیه‌ساز آن EMTDC، در طول سال‌ها توسعه و با کمک نظرات و پیشنهادات کاربران، توانسته خود را به عنوان یک بسته نرم‌افزاری قدرتمند در سطح جهان تثبیت نماید.

علی‌رغم پیشرفت و توسعه نرم‌افزارهای تخصصی رشته برق، متأسفانه به کارگیری آنها در صنعت کشور به منظور تحلیل و درک سیستم‌ها ناکافی بوده، به طوری که استفاده از آنها در چارچوب دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی باقی مانده است. به علاوه در برخی از دانشگاه‌ها نیز نسبت به معرفی، تدریس و آموزش این نرم‌افزارها در کنار دروس دیگر کم توجهی می‌شود.

هدف از نگارش این کتاب، تهیه مرجعی مناسب برای راهنمایی کاربران در استفاده از نرم‌افزار PSCAD و آشنایی مریمان، دانشجویان، دانش‌آموزان و مهندسين برق در گرایش‌های قدرت و کنترل با این نرم‌افزار است. چرا که قادر خواهند بود به کمک این برنامه شبیه‌ساز، پروژه‌ها و تحقیقات خود را انجام داده و مسائل و مشکلات موجود در سیستم‌ها را به کمک آن بررسی و تحلیل نمایند. سایر کاربرانی که با این نرم‌افزار آشنا هستند، می‌توانند با مطالعه این کتاب از جزئیات و توانمندی‌های دیگر نرم‌افزار که ممکن است تاکنون با آنها مواجه نشده‌اند آگاهی یابند.

بخش عمده راهنمای بهره‌برداری از نرم‌افزار در کتاب حاضر، از راهنمای آن که توسط طراحان نرم‌افزار منتشر شده است، برگرفته شده و انتخاب مطالب، ترتیب موضوعات و ذکر مثال‌های کاربردی مختلف، حاصل از تجربه انجام پروژه‌ها و تمرین‌های متعدد مولفین و

برگرفته از چند مقاله تحقیقاتی است. روش ارائه مطالب به گونه‌ای است که علاوه بر کاربران متوسط و پیشرفته، کاربران مبتدی که با مفاهیم شبیه‌سازی آشنایی ندارند نیز می‌توانند از آن بهره‌مند شوند.

در خاتمه ضمن امید به موثر واقع شدن این کتاب، باید گفت با تمام تلاشی که برای ارائه مطالب با کمترین اشکال صورت گرفته است، قطعاً کتاب خالی از نواقص و اشکال نخواهد بود. در این باره نظرات کلیه دوستان را با کمال میل پذیرا بوده و از نظرات ارزشمندتان در چاپ‌های بعدی کتاب استفاده خواهد شد.

در ضمن این کتاب به شهدای گمنام، عزیزان و عاشقان بی‌نام و نشانی که در عالم خاک غریب و در باغ ملکوت شه‌راند تقدیم می‌گردد.

با تشکر

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱



# معرفی

## PSCAD

PSCAD<sup>۱</sup>، رابط گرافیکی قدرتمند و انعطاف‌پذیر برای موتور تحلیل‌گر و شبیه‌ساز گذراهای الکترومغناطیسی (EMTDC) می‌باشد. این نرم‌افزار امکان ترسیم مدار، انجام شبیه‌سازی، تحلیل نتایج و ساماندهی داده‌ها را در یک محیط گرافیکی کاملاً یکپارچه فراهم می‌سازد. همچنین شامل توابع رسام، کنترل‌ها و اندازه‌گیرهای برخط است که کاربر می‌تواند از مشاهده اثر تغییر پارامترهای مختلف سیستم در حین انجام شبیه‌سازی بهره‌مند شود.

نرم‌افزار PSCAD دارای کتابخانه وسیعی از تمام مدل‌های AC و DC سیستم‌های قدرت و کنترل می‌باشد و در صورت عدم وجود قطعه و مدل مورد نظر، برای کاربر امکان طراحی و ساخت آن قطعه را میسر نموده است. همچنین مدل‌های طراحی شده توسط Fortran، C و C++ را پوشش می‌دهد.

## EMTDC

همانطور که بیان شد در حال حاضر PSCAD رابط گرافیکی کاربر برای تحلیل‌گر EMTDC<sup>۲</sup> است. EMTDC با قابلیت حل معادلات دیفرانسیل سیستم‌های الکترومغناطیسی و الکترومکانیکی در حوزه زمان، ابتدا توسط دنیس وودفورد<sup>۳</sup> در سال ۱۹۷۵ برای مطالعه سیستم قدرت HVDC<sup>۴</sup> رودخانه نلسون در مانتوبای کانادا کدنویسی شد. موفقیت این مطالعات، پیشرفت برنامه در طی دو دهه آینده را در پی داشت. بطوریکه علاوه بر توسعه و بهبود این تحلیل‌گر، طیف وسیعی از مدل‌های مختلف به طور حرفه‌ای در آن توسعه و جمع‌آوری شد.

## تاریخچه

PSCAD اولین بار در سال ۱۹۸۸ به عنوان رابط گرافیکی برنامه شبیه‌ساز EMTDC مطرح و به صورت آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. استفاده از آن یک جهش بزرگ در بالا بردن سرعت و بهره‌وری EMTDC ایجاد نمود چرا که کاربران می‌توانستند بدون نیاز به ورود اطلاعات متنی، سیستم‌های خود را در یک محیط گرافیکی طراحی نمایند. نسخه دوم PSCAD تحت سیستم عامل یونیکس<sup>۵</sup> در سال ۱۹۹۴ و نسخه سوم آن برای بکارگیری در سیستم عامل

۱. Power Systems Computer Aided Design

۲. ElectroMagnetic Transients including DC

۳. Dennis Woodford ( )

۴. High Voltage Direct Current

۵. UNIX

ویندوز در سال ۱۹۹۹ طراحی شد. در نهایت ویرایش چهارم، نسخه پیشرفته و توسعه یافته نرم‌افزار شبیه‌سازی سیستم‌های قدرت است که ابزارهای پیشرفته طراحی را در بر گرفته و دارای قدرت، سهولت و کاربری بالا می‌باشد. نمایش تک خطی در ویرایش جدید، دقت و قابلیت اطمینان را بالا برده است. این ویرایش به همراه تغییرات جزئی، تاکنون به صورت نسخه‌های زیر و در تاریخ‌های قید شده بازبینی شده است:

- اولین ویرایش نسخه 4.0.0 در سوم فوریه سال ۲۰۰۳
- نسخه 4.0.1 در بیست و یکم مارس ۲۰۰۳
- نسخه 4.0.2 در هجدهم جولای ۲۰۰۳
- نسخه 4.0.3 در بیست و سوم دسامبر ۲۰۰۳
- نسخه 4.1.0 در سی‌ام آوریل ۲۰۰۴
- نسخه 4.2.0 در آوریل ۲۰۰۵
- نسخه 4.2.1 در فوریه ۲۰۱۰

### مرکز تحقیقات مانیتوبا HVDC

PSCAD نشان تجاری ثبت شده مرکز تحقیقات مانیتوبا HVDC و EMTDC نشان تجاری مانیتوبا هیدرو<sup>۱</sup> و مرکز تحقیقات مانیتوبا HVDC می‌باشد. مانیتوبا هیدرو چهارمین شرکت بزرگ در کانادا است که به انجام تحقیقات متمرکز و پیشرفته در سیستم‌های قدرت و الکترونیکی و همچنین شبیه‌سازی می‌پردازد و در نتیجه فعالیت‌های بی نظیر این شرکت، تکنولوژی شبیه‌سازی و آنالیز سیستم‌های قدرت در جهان فراگیر شده است. مرکز تحقیقات مانیتوبا HVDC در سال ۱۹۸۱ به وسیله مانیتوبا هیدرو، مشاورین تشمونت<sup>۲</sup>، مهندسین فدرال<sup>۳</sup> و دانشگاه مانیتوبا تاسیس شد و به عنوان یک مرکز مستقل شروع به تحقیق و مطالعه در زمینه خطوط انتقال و توزیع انرژی الکتریکی نمود و محصولات و نتایج تحقیقات خود را به سازمان‌ها و مراکز آموزشی عرضه داشت. در سال ۱۹۸۱ اولین شبیه‌ساز دیجیتالی که توسط میکروپروسورها پایه‌گذاری شده بود، به نام RTDS<sup>۴</sup> توسط این مرکز طراحی و ساخته شد و آخرین نسخه نرم‌افزار PSCAD نیز هم اکنون آخرین محصول شبیه‌سازی این مرکز می‌باشد.

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

۱. Manitoba Hydro  
 ۲. Teshmont Consultants  
 ۳. Federal Pioneer  
 ۴. Real Time Digital Simulator

## کتابخانه

PSCAD دارای یک کتابخانه با قطعات از قبل ساخته و آزمایش شده از جمله المان‌های ساده مقاومتی و تابع‌های کنترلی تا مدل‌های پیچیده‌تر از قبیل ماشین‌های الکتریکی، عناصر FACTS<sup>۱</sup>، خطوط انتقال و کابل‌ها می‌باشد. اگر مدل و قطعه خاصی در کتابخانه موجود نباشد، امکان طراحی و ساخت مدل‌ها و قطعات جدید یا از ابتدا با ساخت مدل‌های اولیه و یا با ترکیب مدل‌های موجود در کتابخانه برای کاربر فراهم است.

در ادامه برخی از قطعات موجود در کتابخانه اصلی PSCAD ذکر شده است:

- مقاومت‌ها، خازن‌ها و سلف‌ها
- سیم‌پیچ‌ها و ترانسفورماتورها
- منابع جریان و ولتاژ
- کلیدهای قدرت
- خطوط انتقال وابسته به فرکانس و کابل‌ها
- ادوات حفاظتی و رله‌ها
- دیودها، تریستورها و GTOها
- توابع کنترلی دیجیتال و آنالوگ
- ماشین‌های AC و DC، اکسایترها، گاورنرها، پایدارسازها
- ادوات و توابع سنجش و اندازه‌گیری
- سیستم‌های HVDC، جبران‌ساز استاتیکی وار<sup>۲</sup> و دیگر کنترلرهای FACTS
- توربین‌ها و گاورنرهای بادی

## کاربرد

دانشجویان و اساتید برق دانشگاه‌ها، مراکز آموزشی، تحقیقاتی و صنعتی و همچنین مهندسين برق در بخش‌های مختلف صنعت برق از جمله مراکز تولید، انتقال، توزیع و تاسیسات الکتریکی کارخانه‌ها و ... کاربران اصلی نرم‌افزار PSCAD می‌باشند که در زمینه‌های آموزش و تحقیق، برنامه‌ریزی، تحلیل و بررسی عملکرد سیستم‌های الکتریکی از آن بهره‌مند می‌شوند. در ادامه چند موضوع قابل مطالعه توسط PSCAD به عنوان نمونه بیان شده است:

- مطالعه‌ی پیشامدهای احتمالی در شبکه‌ها و تجهیزات AC شامل ماشین‌های الکتریکی، سیستم‌های تحریک، توربین‌ها، ترانسفورماتورها، خطوط انتقال، کابل‌ها و بارهای مصرفی

۱. Flexible AC Transmission System

۲. Static Var Compensator (SVC)

- هماهنگ‌سازی رله‌ها و سیستم‌های حفاظتی
- تاثیر اشباع ترانسفورماتور
- هماهنگی عایقی ترانسفورماتورها، کلیدهای قدرت و برقی‌ها
- تست ضربه ترانسفورماتورها
- مطالعات تشدید زیر سنکرون<sup>۱</sup> در شبکه‌ها به همراه ماشین‌ها، خطوط انتقال و سیستم‌های HVDC
- طراحی فیلتر و تحلیل هارمونیک‌ها
- طراحی سیستم‌های کنترلی و هماهنگ نمودن سیستم‌های انتقال انعطاف‌پذیر AC و HVDC شامل جبران‌کننده استاتیکی، مبدل‌های منبع ولتاژ<sup>۲</sup>، سیکلوکنورترها<sup>۳</sup>
- بررسی اثر و عملکرد صاعقه و خطا در سیستم قدرت
- بررسی هارمونیک‌های تولید شده توسط ابزار الکترونیک قدرت و یا سیستم‌های شامل خطوط انتقال HVDC، STATCOM، SVCها و درایورهای صنعتی (با فراهم آوردن مدل‌های دقیق ادوات کلیدزنی الکترونیک قدرت از قبیل تریستورها، GTOها، IGBTها، دیودها و غیره)
- بررسی حداکثر قدرت برقی‌گیر در یک اختلال الکتریکی معین
- طراحی بهینه پارامترهای کنترلی
- مدل‌سازی مبدل‌های منبع ولتاژ به همراه جزئیات سیستم‌های کنترل آنها
- بررسی ناپایداری سیستم قدرت در اثر هارمونیک یا کنش‌های متقابل سیستم کنترل
- طراحی و شبیه‌سازی انواع متنوع درایوهای سرعت متغیر
- طراحی سیستم‌های صنعتی، از قبیل کنترل کننده جبران‌ساز توان<sup>۴</sup>، درایو الکترونیک قدرت، کوره‌های برقی و فیلترها
- مطالعه رفتار گذرا و هارمونیک‌های سیستم‌های تولید پراکنده از قبیل انرژی باد در شبکه قدرت
- بررسی کاهش گذرای کلیدزنی خازنی و ...

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

۱. Sub-Synchronous Resonance (SSR)

۲. Voltage source converter (VSC)

۳. Cycloconverters

۴. Compensation controllers

# فصل اول

## نصب برنامه و تنظیمات محیط کار

### ۱-۱- مقدمه

اگر چه اجرای برنامه نصب به خودی خود کار مشکلی نیست، اما در حین نصب لازم است تصمیماتی اتخاذ شود که در کل سیستم تاثیرگذار می باشد. لذا بهتر است کاربران، به ویژه کاربران برای اولین بار از این نرم افزار استفاده می نمایند و همچنین مجموعه و سازمانی که قصد دارد این نرم افزار را در اختیار چندین کاربر قرار دهد، این فصل را مطالعه نمایند. در این فصل پیش نیازهای نصب برنامه PSCAD<sub>v4</sub> به لحاظ سخت افزاری و نرم افزاری و همچنین اخذ مجوز بکارگیری نرم افزار بررسی و سپس مراحل نصب برنامه تشریح می شود.

پنجره محاوره‌ای Workspace Settings، پارامترهایی را برای تغییر و تنظیم محیط کار در اختیار کاربر قرار می دهد که این تنظیمات بر روی تمام پروژه‌های بارگذاری شده اثرگذار است. پارامترها و تنظیمات موجود در این پنجره نیز در فصل حاضر تشریح می شوند و پیشنهاد می شود کاربران مبتدی پس از مطالعه سایر فصل‌ها و آشنایی بیشتر، این قسمت را نیز مطالعه نمایند.

### ۲-۱- نیازهای سخت افزاری و نرم افزاری

حداقل مشخصه‌های سخت افزاری و نرم افزاری مطابق جدول‌های ۱-۱ و ۲-۱ برای نصب PSCAD<sub>v4</sub> آورده شده است:

جدول ۱-۱- حداقل نیازمندی‌های سخت افزاری

حداقل	سخت افزار
500 MHz	Processor
256MB	Memory(RAM)
500MB	Hard Disk
SVGA(800×600)	Video
TCP/IP network Protocol	سایر

جدول ۱-۲- حدافل نیازمندی‌های نرم‌افزاری

حدافل	نرم‌افزار
Windows 2000 Windows XP	سیستم عامل
EGCS/GNU Fortran 77 compiler	کامپایلر

مطابق جدول فوق، PSCAD برای ساخت و شبیه‌سازی یک پروژه، نیاز به کامپایلر<sup>۱</sup> فرتن دارد. برای این منظور، به همراه نسخه دانشجوی این نرم‌افزار، کامپایلر EGCS/GNU Fortran 77، در یک فایل مجزا قابل دسترسی است.<sup>۲</sup> برای طراحی و اجرای پروژه‌های بزرگ، در صورت دسترسی به مجوز نصب نسخه حرفه‌ای PSCAD، استفاده از کامپایلر Intel Visual Fortran 9.0.x پیشنهاد می‌شود.

### ۱-۳- مجوز نصب

نصب نرم‌افزار PSCAD، به غیر از نسخه دانشجوی، نیازمند اخذ مجوز است. صدور مجوز، از طریق نرم‌افزار مدیریت مجوز<sup>۳</sup> سازماندهی و کنترل می‌شود. این نرم‌افزار می‌تواند به صورت ترکیبی با PSCAD و یا به صورت مجزا نصب شود. با توجه به چگونگی استفاده کاربر از PSCAD، و نوع مجوزی که تهیه می‌کند، صدور آن به صورت زیر طبقه‌بندی شده است:

#### ۱-۳-۱- صدور مجوز برای چند کاربر<sup>۴</sup>

در این حالت نرم‌افزار مدیریت مجوز به صورت مستقل نصب شده و در هر کامپیوتر در یک شبکه محلی (LAN) قابل دسترسی است. سیستم مدیریت شامل اطلاعاتی برای تصدیق و اعتباردهی می‌باشد. به این ترتیب که برنامه PSCAD در هر نقطه از شبکه، با بررسی و بازبینی مدیریت مجوز (شماره کاربری و شماره مجوز)، توسط کاربر قابل استفاده خواهد بود. این مجوز می‌تواند از لحاظ زمانی محدود و یا نامحدود باشد. در این حالت از صدور مجوز، از یک اتصال با قفل سخت افزاری (پورت USB، سری یا موازی) استفاده می‌شود.

#### ۱-۳-۲- صدور مجوز برای یک کاربر<sup>۵</sup>

در این حالت نیاز به نصب مجزای برنامه مدیریت مجوز نیست. این برنامه با PSCAD ادغام شده و فقط یک کاربر قادر به استفاده از آن است و مانند حالت قبلی می‌تواند محدود به

۱. برنامه‌ای که دستورات نوشته شده با یک زبان سطح بالا را پیش از اجرا به زبان ماشین ترجمه می‌کند.

۲. نسخه دانشجوی، از طریق وب سایت PSCAD قابل دریافت است که دارای محدودیت نود می‌باشد.

۳. License Manager Software

۴. Multi User Licensing

۵. Single User Licensing

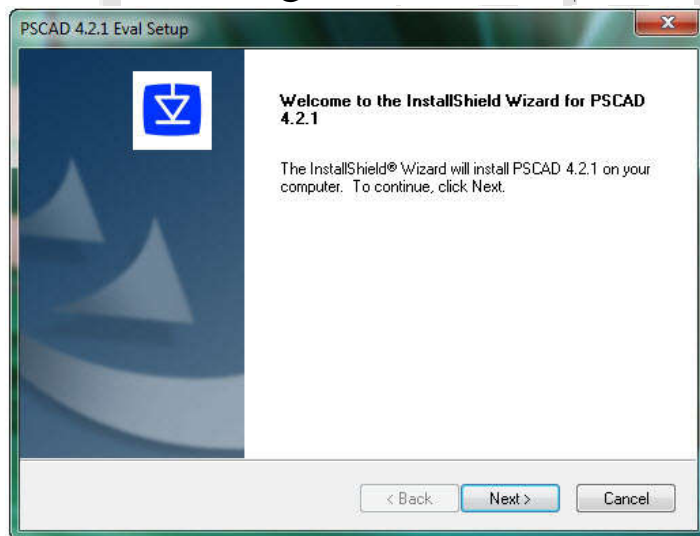
زمان و یا نامحدود باشد.

### ۱-۳-۳- صدور مجوز آزمایشی<sup>۱</sup>

این نوع مجوز تک کاربره و دارای محدوده زمانی می باشد. تنها نسخه حرفه‌ای، این مجوز آزمایشی را شامل می شود و برای ارزیابی توسط کاربران در نظر گرفته شده است. تا زمانی که این مجوز توسط مرکز تحقیقات مانتوبا تایید شود، برنامه به صورت نسخه دانشجویی با محدودیت تعداد گره الکتریکی عمل می کند. توجه داشته باشید تا زمانی که از نسخه آزمایشی استفاده می نمایید، سیستم عامل و هارد دیسک و کارت گرافیک خود را تغییر ندهید. این مجوز به سخت افزار شما قفل شده و قابل انتقال به سیستم دیگری نخواهد بود.

### ۱-۴- مراحل نصب

به منظور نصب PSCAD v4 برای اولین بار، به ترتیب زیر عمل نمایید:  
۱. با قرار دادن CD نرم افزار، نصب اتوماتیک شروع شده و شکل ۱-۱ مشاهده خواهد شد.



شکل ۱-۱- مرحله اول نصب برنامه

۲. با کلیک بر روی Next، شکل ۲-۱ ظاهر می شود. برای

۱. Trial License