

# کتابچه راهنمای نرم افزار فنی – مهندسی

DIGSILENT *PowerFactory*  
Version 13.1

---

شرکت برق منطقه ای فارس

معاونت برنامه ریزی و تحقیقات

۱۳۸۴

تهیه شده در :

شیراز-خیابان زند-نبش خیابان فلسطین

شرکت برق منطقه ای فارس

تلفن : ۹-۲۳۳۰۰۳۱ (۰۷۱۱)

فاکس : ۲۳۵۹۰۴۷ (۰۷۱۱)

[www.frec.co.ir](http://www.frec.co.ir)

وزارت نیرو

تماس با مترجمان :

محمدرضا گلساز شیرازی [mshirazi@frec.co.ir](mailto:mshirazi@frec.co.ir)

احمد فرشچیان فسایی [farshchian@frec.co.ir](mailto:farshchian@frec.co.ir)

### حق چاپ و انتشار انحصاری

تمامی این ترجمه در شرکت برق منطقه‌ای فارس و با همکاری کارشناسان دفتر برنامه‌ریزی فنی و برآورد بار معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات تهیه شده است. بنابراین کلیه حقوق این ترجمه متعلق به شرکت برق منطقه‌ای فارس بوده و هرگونه نسخه برداری بدون کسب اجازه از این شرکت، ممنوع بوده و پیگرد قانونی دارد.

تابستان ۱۳۸۴ - شیراز

وزارت نیرو

# Getting Started Tutorial

شرکت برق منطقه ای فارس

## فهرست مطالب

<b>A Introduction .....</b>	<b>3</b>
Terms and Abbreviations .....	5
Successive Menu .....	6
<b>B Program Overview.....</b>	<b>7</b>
Philosophy of Use.....	7
Data Arrangement / Structure.....	9
DIgSILENT PowerFactory Windows .....	12
Sizing Windows and Sub-Windows .....	14
Menu Bar .....	15
Toolbar .....	16
Getting Help .....	17
Troubleshooting The Tutorial.....	18
<b>Step 0: Introducing the Tutorial Project.....</b>	<b>20</b>
Creating the Tutorial Project .....	20
Renaming the Study Case.....	24
Closing and Restarting the DIgSILENT Program.....	25
<b>Step 1: Creating Power System Elements .....</b>	<b>26</b>
The Tutorial Manager.....	26
Creating the Power System Components .....	28
Creating Busbars .....	28
Creating Branch Elements .....	30
Creating Single Port Elements.....	31
Editing the Power System Components .....	33
Editing Busbars .....	34
Jumping to Other Elements .....	36
Editing Branch Elements .....	36
Editing Single Port Elements.....	37
Performing a Load-Flow .....	38
Editing the Result Box Format .....	40
About Result Boxes .....	40
Editing the Result Box Format .....	42
Performing Short-Circuit Calculations.....	43
<b>Step 2: The Data Manager.....</b>	<b>46</b>
The Database Manager: Basics.....	47
Using the Database Manager.....	48

Initializing Step 2 .....	48
Adding a Branched-Off Line.....	49
Editing the New Elements .....	53
Performing Calculations .....	56
<b>Step 3: Creation of a Second Subsystem .....</b>	<b>58</b>
Setting Up Step 3.....	58
Creating the Topology .....	59
Editing the Elements.....	60
Performing Calculations.....	63
<b>Step 4: Connecting the Subsystems.....</b>	<b>65</b>
Setting Up Step 4.....	65
Activation of the Two Subsystems.....	65
Connecting Two Grids .....	67
More About Multiple Graphical Representations .....	70
<b>Step 5: Motor Start Simulation .....</b>	<b>72</b>
Setting up Step 5.....	72
Modelling the Power Plant .....	72
Editing the Power Plant .....	73
Performing a Motor Start Simulation .....	75
Changing the MDM.....	77
<b>Step 6: Transient Analysis .....</b>	<b>79</b>
Setting Up Step 6.....	79
Composite Models Revisited.....	79
Setting Up a Transient Short-Circuit Simulation .....	81
Defining Events .....	82
Defining Result Variables .....	84
Creating Plots .....	85
Adding Another Graph to a Subplot VI.....	85
Adding a New Empty Graph on the VI Page .....	86
Creating a New Empty VI Page .....	86
Running a Transient Simulation .....	86
Closing Up Step 6 of the Tutorial.....	87

Chapter 6

**Step 6 : Transient Analysis**



در گام پنجم، دیدی اجمالی از قابلیت های آنالیز گذرای نرم افزار PowerFactory بدست آوردیم. در هر حال، آنالیز انجام شده کم و بیش بوسیله خود نرم افزار اجرا شده بود. در گام ششم از خودآموز، تمرکز بیشتری بر ویژگی ها و کاربرد آنالیز گذرا شده است.

**Setting Up Step 6**

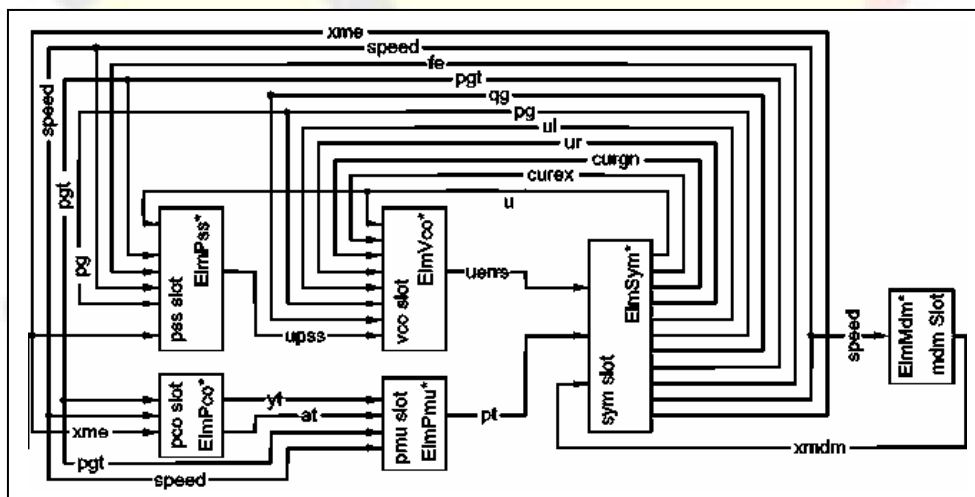
اجازه دهید تا مجدداً مدیریت خودآموز، این مرحله از خودآموز را برای شما مهیا نماید :

- مدیریت خودآموز را فعال نمایید.
- گزینه "Initialize Step 6" را انتخاب نمایید.
- دکمه **Execute** را بفشارید.

**Composite Models Revisited**

پوشه مرحله ای از سیستم که در حال حاضر فعال می باشد در برگرنده ۴ ژنراتور است که هنوز هیچ مدلی نظیر مدل های محرک اولیه، کنترل کننده های اولیه، کنترل کننده های ولتاژ و ... به آنها اضافه نشده است. البته یک آنالیز گذرای واقعی با چنین ژنراتورهای کنترل نشده ای، امکان پذیر نمی باشد. در این گام، شما بایستی چنین کنترل کننده هایی را به ۲ ژنراتور موجود در تأسیسات برقی اضافه نموده و برای وقوع یک اتصال کوتاه در باس تأسیسات و سایر اجزای ثانویه تأسیسات مذکور، سیستم را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دهید.

قاب مرکب پیش فرض برای یک ماشین سنکرون در شکل s6-1 ترسیم شده است. گرچه این قاب دارای ۶ شکاف می باشد، ولیکن ما تنها از ۴ شکاف آن استفاده نموده ایم : برای ماشین سنکرون ("sym slot")، کنترل کننده ولتاژ ("vco slot")، واحد محرک اولیه ("pmu slot") و کنترل کننده اولیه ("pco slot").



شکل s6-1: قاب مرکب برای ماشین سنکرون

- نمودار تک خطی شبکه انتقال ("Part 2") را باز نموده و آن را ثابت (*freeze*) نمایید.
- بر ژنراتور "PP1\_G2" راست کلیک نموده و گزینه *Define.. - Voltage Controller (vco)* را انتخاب نمایید.
- کنترل کننده ولتاژ را انتخاب نموده و طبق داده های ذیل آن را ویرایش نمایید :  
نام : **Vers. 10.31-Model vco\_\_1**

tvm	=	0.011	s	tst	=	0.12	s
vssp	=	50	p.u.	efdmx	=	3	p.u.
tspi	=	0.5	s	efdmn	=	-3	p.u.
ur_mx	=	3	p.u.	kur	=	1.0	p.u.
ur_mn	=	-3	p.u.	kui	=	0.0	p.u.
terr	=	0.12	s	kir	=	0.0	p.u.
vss	=	0	p.u.	kii	=	0.0	p.u.

بعد از اینکه پارامترهای کنترل کننده ولتاژ را تعریف نمودید، مدل ترکیبی با تمام شکاف های موجود آن در قباب و همچنین عناصری از شبکه که قبلاً درج شده اند، نمایش داده خواهد شد. در اینجا عناصر عبارتند از VCO و ژنراتور "PP1\_G2".  
در مرحله بعدی، به ژنراتور "PP1\_G1" یک VCO، یک محرک اولیه و یک کنترل کننده اولیه، اضافه شده است :

- بر ژنراتور "PP1\_G1" راست کلیک نموده و گزینه *Define.. - Voltage Controller (vco)* را انتخاب نمایید.
- کنترل کننده ولتاژ را انتخاب و داده های ذیل را برای آن وارد نمایید :  
نام : **Vers. 10.31-Model vco\_\_1**

tvm	=	0.01	s	tst	=	0.1	s
vssp	=	50	p.u.	efdmx	=	3	p.u.
tspi	=	0.5	s	efdmn	=	-3	p.u.
ur_mx	=	3	p.u.	kur	=	1.0	p.u.
ur_mn	=	-3	p.u.	kui	=	0.0	p.u.
terr	=	0.1	s	kir	=	0.0	p.u.
vss	=	0	p.u.	kii	=	0.0	p.u.

- مجدداً بر ژنراتور "PP1\_G1" راست کلیک نموده و گزینه *Define.. - Primary Controller (pco)* را انتخاب نمایید.
- کنترل کننده ولتاژ را انتخاب و داده های ذیل را برای آن وارد نمایید :  
نام : **Vers. 10.31-Model vco\_\_1**

dband	=	0.0	p.u.		ty	=	0.2	s
bp	=	2	%		tyo	=	0.2	s
bt	=	0.0	%		tyc	=	0.2	s
tp	=	0.1	s		yt_mx	=	1.0	p.u.
td	=	0.1	s		yt_mn	=	0.1	p.u.
tr	=	0.1	s					

- دوباره بر ژنراتور "PP1\_G1" راست کلیک نموده و گزینه
  - *Define.. - Prime Mover Unit (pmu)* را انتخاب نمایید.
  - کنترل کننده ولتاژ را انتخاب و داده های ذیل را برای آن وارد نمایید :
- Vers. 10.31-Model pmu\_6** نام :

tw	=	0.1	s
----	---	-----	---

### Setting Up a Transient Short-Circuit Simulation 1

قصد داریم تا رفتار ژنراتورهای کنترل شده را از طریق شبیه سازی یک اتصال کوتاه تکفاز بر روی یکی از خطوطی که تأسیسات برقی را به شبکه انتقال متصل می نماید، بررسی نماییم. در اثر رخ دادن خطای تکفاز، فاز معیوب ابتدا باز شده و مجدداً بسته می گردد و چون هنوز خطا رفع نشده است، خط قطع گردیده و بطور کامل از شبکه جدا می گردد.



### Defining Events

به منظور تعریف یک اتصال کوتاه در خط و متعاقب آن تعریف توالی کلیدزنی، بایستی رخدادهای ذیل را تعریف نماییم :

- رخداد اتصال کوتاه
- رخدادهای کلیدزنی که نهایتاً خط را از بقیه شبکه جدا خواهند نمود.

هیچگونه وسیله حفاظتی استفاده نشده است.

آسانترین راه برای تعریف رخدادهای یک شبیه سازی اینستکه عملیات شبیه سازی را شروع نموده و سپس با راست کلیک نمودن بر عناصر، رخدادهای تعریف کنیم. بنابراین :

- نوار ابزار "Stability" را با فشردن کلید  واقع بر نوار ابزار اصلی فعال نمایید (معمولاً این نوار ابزار بطور متعارف فعال می باشد).
  - کلید  را فشرده تا فرمان محاسبه شرایط اولیه باز گردد.
  - گزینه های زیر را تنظیم نمایید :
- روش شبیه سازی : Instantaneous Values (EMT)
- تصدیق شرایط اولیه : enabled
- تطبیق خودکار اندازه گام : enabled

- دکمه **Execute** را بفشارید.
- خطاهای احتمالی را تصحیح نمایید.

بعد از اینکه شبیه سازی شروع شد، می توانید شروع به تعریف نمودن رخدادها کنید :

- بر خط "L\_pp1a" راست کلیک نموده و گزینه *Short-Circuit Event - Define ...* را انتخاب نمایید. با این عمل یک رخداد جدید تعریف شده و فهرست رخداد نیز گشوده می گردد.

- رخداد جدید انتخاب می شود. بر روی آن دوبار کلیک نمایید تا بتوان اتصال کوتاه را به شرح ذیل ویرایش کرد :


زمان اجرا : 0.0 Sec

نوع خطا : Single Phase to Ground

فاز : a

مقاومت خطا : 0.0 Ohm

راکتانس خطا : 0.0 Ohm

- کلید ویرایش (  ) در عنصر فیلد را فشار دهید. کادر محاوره ای خط ظاهر می شود.
- در صفحه *EMT-simulation*، گزینه *Short-Circuit at Line - Available* را فعال نمایید.

- کادر محاوره ای خط را ببندید.

- کادر محاوره ای رخداد را ببندید.

- فهرست رخداد را ببندید.

گزینه *Short-Circuit at Line* در عنصر خط بایستی فعال گردد تا امکان انجام محاسبات برای یک خط با اتصال کوتاه رخ داده در آن، مهیا گردد. این تنظیم، یک باسبار محاسباتی اضافه را در محل خطای واقع بر خط وارد می نماید.

به منظور ایجاد رخدادهای کلیدزنی :

- بر کلید بالایی خط "L\_pp1a" راست کلیک نموده و گزینه *Open* را انتخاب نمایید. با این عمل یک رخداد جدید کلیدزنی را ایجاد گردیده و نشان داده می شود.

- داده ها را بر روی مقادیر زیر تنظیم نمایید :

زمان اجرا : 0.2 Sec

عملکرد : Open

تمام فازها : disabled (کلید **Balanced** را فشرده تا به این گزینه دست یابید)

فازهای b و c : disabled

فاز a : enabled

- این عملیات را برای کلید واقع در آن سوی خط نیز تکرار نمایید. اگر در جایی از خط به جز کلید، راست کلیک گردد، زمانیکه اولین کلید بسته گردد، برای کلید دیگر بطور خودکار، رخدادی گشوده خواهد شد.

- مجدداً بر کلید بالایی راست کلیک نموده و گزینه *Open* را انتخاب نمایید.

- داده های زیر را وارد نمایید :

زمان اجرا : 0.3 Sec

عملکرد : Close


تمام فازها : disabled

فازهای b و c : disabled

فاز a : enabled

- برای کلید دیگر نیز عملیات فوق را تکرار نمایید.
- و برای بار سوم، بر کلید بالایی راست کلیک کرده و گزینه *Open* را انتخاب نموده و داده‌های ذیل را وارد نمایید :
- زمان اجرا : 0.4 Sec
- عملکرد : Open
- تمام فازها : enabled
- برای کلید دیگر تکرار نمایید.

برای کنترل نمودن تمام این موارد :

- دکمه  را فشرده تا لیست رخداد باز شود.
- رخدادها را بررسی نموده و خطاهای احتمالی را مرتفع نمایید.

### Defining Result Variables

به منظور تولید نمودارهای حاصل از انجام شبیه سازی گذرا، بایستی تعریف نماییم که کدام یک از متغیرهای حاصل از شبیه سازی، بایستی ذخیره گردند. نرم افزار *PowerFactory* دارای هزاران متغیر است که امکان ذخیره سازی و آنالیز تمامی آنها نیز وجود دارد. البته ذخیره سازی تمامی آنها، وقت زیادی را صرف می‌نماید، چندین مگابایت داده را تولید کرده و انتخاب نمودن یک متغیر برای ترسیم مقادیر آن را بسیار دشوار می‌سازد.

راه حل این معضل آنستکه قبل از شروع شبیه سازی تعدادی از متغیرها را انتخاب نماییم. بایستی برای هر عنصر سیستم قدرت که علاقه مند به نمایش آن هستیم، تنظیمات معروف به "Variable Sets" را ایجاد نماییم. مدیریت خودآموز قبلاً تعدادی از این مجموعه ها را تعریف نموده است، اما چون این گام جنبه آموزشی دارد، عمداً برای ژنراتور "PP1\_G2" تنظیمی انجام نشده است. برای ایجاد مجموعه متغیرهای از قلم افتاده :

- نمودار تک خطی را ثابت و غیرقابل ویرایش نمایید
- بر ژنراتور "PP1\_G2" راست کلیک نموده و گزینه *Define..-Variable Set (sim)* را انتخاب نمایید. یک عنصر "Variable Set" نظیر آنچه در شکل s6-2 نشان داده شده است، گشوده خواهد شد.
- صفحه *EMT-simulation page* را برگزینید.
- گزینه "Currents, Voltages and Powers" = "Variable Set" را انتخاب نمایید.
- متغیرها را انتخاب نمایید :

I:bus1:A  
kA Phase Current, Magnitude  
I:bus1:B  
kA Phase Current, Magnitude  
I:bus1:C  
kA Phase Current, Magnitude

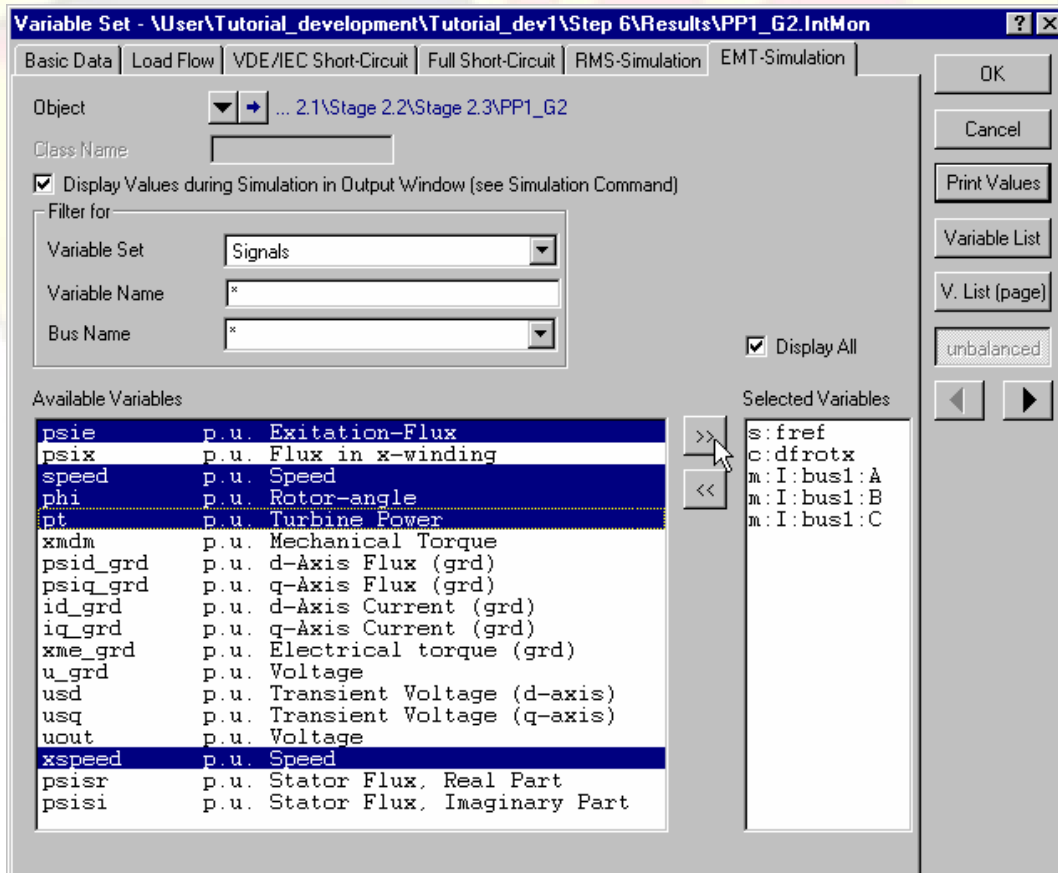
- کلید >> را بفشارید تا متغیرها به پانل سمت راست جابجا گردند.
- گزینه "Variable Set" = "Signals" را انتخاب نمایید.
- متغیرهای زیر را انتخاب نمایید :

psie  
 p.u. Excitation-Flux  
 speed  
 p.u. Speed  
 phi  
 p.u. Rotor-angle  
 pt  
 p.u. Turbine Power  
 xspeed  
 p.u. Speed

- گزینه "Variable Set" = "Calculation Parameter" را انتخاب نمایید.
- متغیرهای ذیل را انتخاب نمایید :

c:dfrotx  
 deg Maximum Rotor Angle difference

- کادر تنظیمات متغیر (*variable set*) را ببندید.



: s6-2

## Creating Plots

در طی شبیه سازی، تمام متغیرهای تعریف شده در مجموعه (دسته) متغیرهای یک فایل نتیجه نوشته می شوند. آن فایل نتیجه برای تعریف نمودارها و دیگر انواع آلات مجازی (VI's) استفاده می شود.


## Adding Another Graph to a Subplot VI

به منظور افزودن گرافی دیگر به یک نمودار مجازی موجود :

- بر روی محیط فرعی ترسیم (Subplot) دوبار کلیک نمایید.
- بر روی اولین ستون شماره دار از فهرست منحنی ها راست کلیک نمایید.
- گزینه "Append Cells" را انتخاب نمایید. یک سطر جدید ظاهر می شود که از طریق آن می توان منحنی دیگری را تعریف نمود.
- بر روی فیلد خالی عنصر کلیک نموده و متغیری را انتخاب نمایید.
- به منظور تنظیم پارامترهای رنگ، پهنای خطوط یا قالب خطوط فیلد بر روی آنها دوبار کلیک نمایید.


## Adding a New Empty Graph on the VI Page

به منظور اضافه نمودن یک نمودار جدید به صفحه تجهیزات مجازی :



- کلید (  ) "Append new VI's" را بفشارید.
- عنصر "Subplot (Visplot)" را انتخاب نمایید.
- شماره نمودار فرعی جدید خواسته شده را وارد نمایید (مناسبتر آن است که از شماره ۱ شروع شود).
- به محض فشردن کلید **OK** یک VI جدید به پانل تجهیزات مجازی اضافه می شود.


## Creating a New Empty VI Page

برای ایجاد یک صفحه تجهیزات مجازی جدید :




- کلید "Insert New Graphic" با نماد (  ) واقع بر نوار ابزار بورد گرافیکی را فشرده و گزینه *Virtual Instrument Panel* را انتخاب نمایید.

## Running a Transient Simulation

نوار ابزار اصلی در برگزیده دو کلید : یکی برای شروع و راه اندازی (  ) و دیگری برای متوقف سازی (  ) عملیات شبیه سازی می باشد.

- کلید راه اندازی (  ) را بفشارید. زمان اجرایی معادل ۳ ثانیه را وارد نمایید.
- کلید **Execute** را فشار دهید.

اکنون شبیه سازی شروع می شود. پنجره خروجی پیغام هایی راجع به رخدادهایی که بایستی پردازش شوند را در طی پردازش آنها نشان می دهد. نمایش نتایج بر روی نمودارها شروع می شود.

با فشردن دکمه های  و  می توان بطور خودکار، مقیاس نمودارها را برحسب محور X یا Y تغییر داد تا بهترین نمایش را داشته باشیم. بعلاوه برای داشتن آنالیز مناسبتری از یک بازه زمانی معین، می توان به آسانی با استفاده از دکمه 'Zoom x-Axis' () بزرگنمایی محور X را تغییر داد.

### Closing Up Step 6 of the Tutorial

در این مرحله از خودآموز، موضوعات ذیل توضیح داده شده اند :

- چگونه برای عناصری که در مراحل مختلف سیستم ایجاد شده اند، مدل های ترکیبی تعریف می شوند؟
- چگونه باید آنالیز گذرا را انجام داد؟
- چگونه باید متغیرهای نتیجه جدید را تعریف نمود؟
- چگونه می توان نمودارهای فرعی را ایجاد نمود یا تغییر داد؟

مشابه با دیگر گام های خودآموز، این امکان مهیاست که مورد مطالعاتی تعریف شده توسط کاربر در گام ششم خودآموز را با نمونه آماده و حاضر آن، تعویض نمود. فایده این کار اینستکه تجارب شخصی و خطاهای کوچکی که در سیستم ایجاد شده اند با نسخه ها و نمونه های صحیح آن، تعویض می گردند. گرچه در این بخش انتهایی خودآموز، نیازی به تصحیح نمودن مورد مطالعاتی برای گام های بعدی نمی باشد، با این حال اگر زمانیکه کاربر در حال ایجاد و تشکیل گام ششم خودآموز می باشد، خطایی رخ دهد یا مشکلی بوجود آید، مدیریت خودآموز می تواند گام ششم را مجدداً برای شما ساخته و در واقع نقش راهنما را بازی نماید.

به منظور جایگزین نمودن گام ششم خودآموز که توسط کاربر وارد شده است با مورد آماده و حاضر آن :

- گزینه *File - Setup Tutorial* - *File* واقع بر منوی اصلی را انتخاب نمایید تا از طریق آن، مدیریت خودآموز باز گردد.
- گزینه *Finish Step 6* را انتخاب نمایید.
- کلید **OK** را بفشارید.