به نام خدا

دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

راهنمای کار با نرم‌افزار LARS-WG

تهیه و تنظیم : مرتضی بنی‌صفار

استاد راهنما : دکتر بهمن جباریان امیری

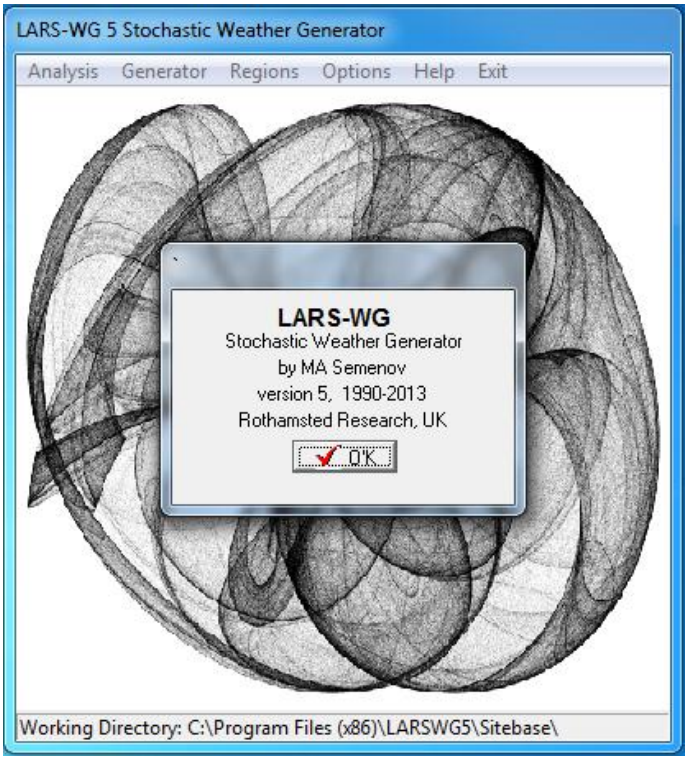
بهار ۹۷

فهرست

- درباره نرم‌افزار LARS-WG ۱
- نصب نرم‌افزار LARS-WG ۳
- آماده‌سازی فایل‌های ورودی نرم‌افزار ۱۰
- اجرای فرآیند شبیه‌سازی ۱۸

- **درباره نرم‌افزار LARS-WG** :

LARS-WG یک مدل شبیه‌سازی سری-زمانی آب‌وهوای روزانه‌ی یک ایستگاه است که توسط میخائیل سمنف (Mikhail Semenov) در مرکز تحقیقاتی رتامستد (Rothamsted) در انگلستان توسعه یافته است.



این نرم‌افزار می‌تواند در موارد زیر استفاده شود :

- تولید سری-زمانی طولانی مناسب برای ارزیابی ریسک کشاورزی و هیدرولوژیکی؛
- ارائه‌ی روش گسترش شبیه‌سازی آب‌وهوایی به مناطقی که داده‌هایشان ثبت نشده؛
- به‌عنوان یک ابزار محاسباتی ساده برای تولید سناریوهای اقلیمی ایستگاه-محور به منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم.

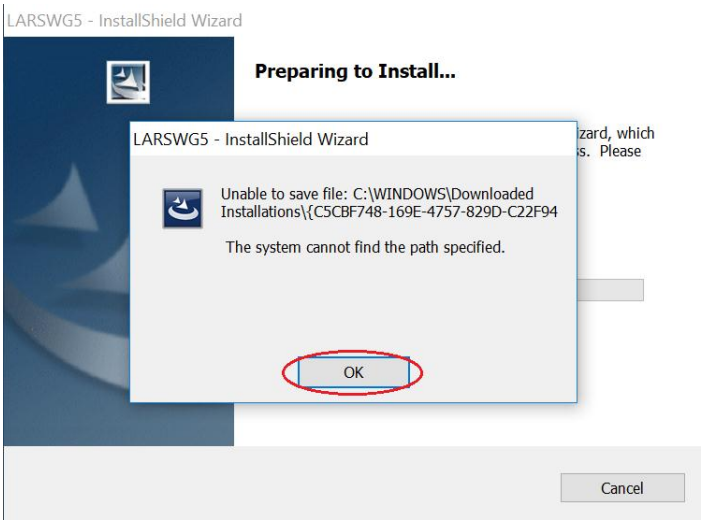
نسخه‌ی 5 این نرم‌افزار شامل ۱۵ مدل اقلیمی جهانی است که این مدل‌ها در گزارش چهارم ارزیابی IPCC در سال 2007 استفاده شده‌اند؛ اطلاعات این مدل‌ها در جدول زیر قابل مشاهده است :

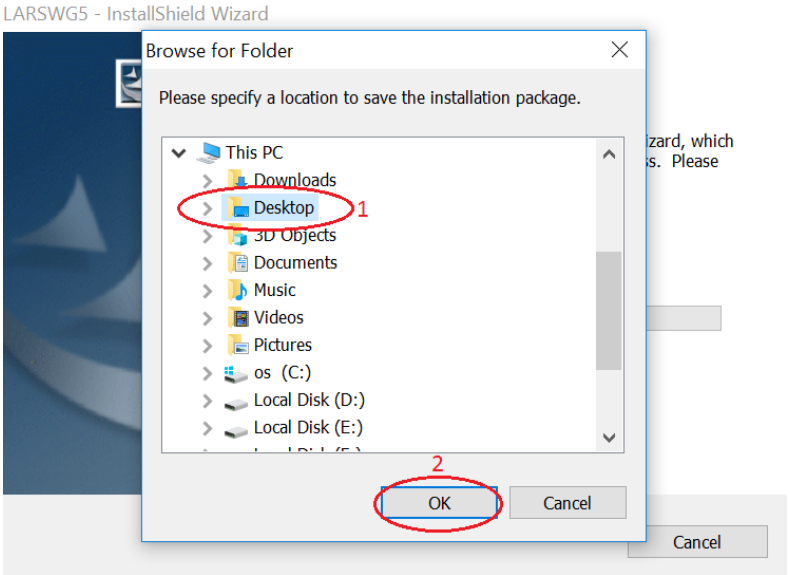
GCM name	Description
BCM2	Bergen Climate Model (BCM) Version 2
CGMR	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis, CGCM22.1(T47)
CNCM3	Centre National de Recherches Meteorologiques
CSMK3	CSIRO Mark 3.0
FGOALS	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences
GFCM21	Geophysical Fluid Dynamics Lab, NOAA
GIAOM	NASA Goddard Institute AOM
HADCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research
HADGEM	Hadley Centre Global Environmental Model
INCM3	Institute of Numerical Mathematics (Russian Academy of Science)
IPCM4	Institut Pierre Simon Laplace (ISPL)
MIHR	National Institute for Environmental Studies, Japan, MRI-CGCM2.3.2
MPEH5	Max-Planck Institute
NCCCSM	NCAR Community Climate System Model
NCPCM	NCAR/NSF/DOE/NASA/NOAA Parallel Climate Model

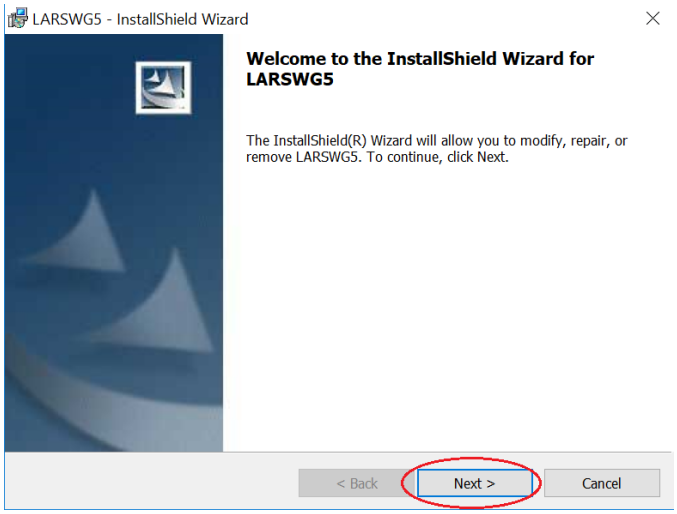
لازم به ذکر است پیش‌بینی‌ها برای سه دوره‌ی زمانی (2011-2030 , 2046-2065 , 2080-2099) در دسترس هستند.

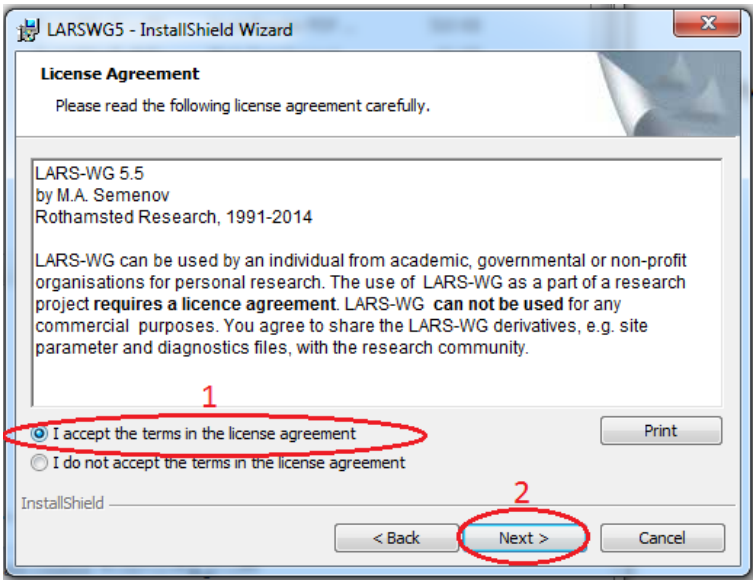
- **نصب نرم‌افزار LARS-WG** :

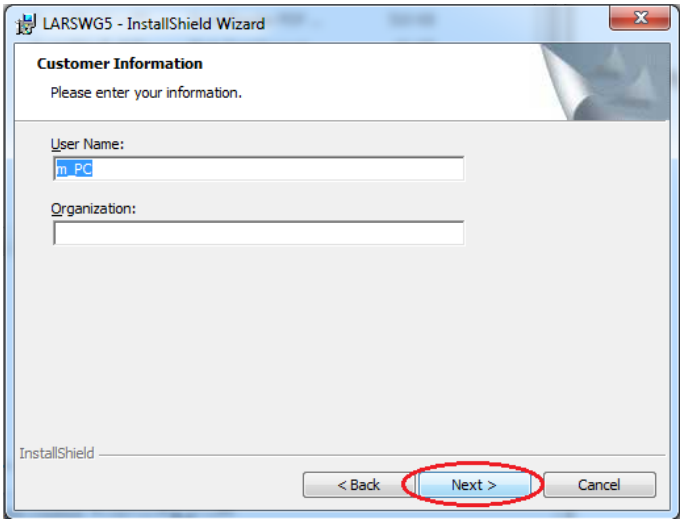
برای نصب نرم‌افزار، مراحل زیر را طی می‌کنیم :

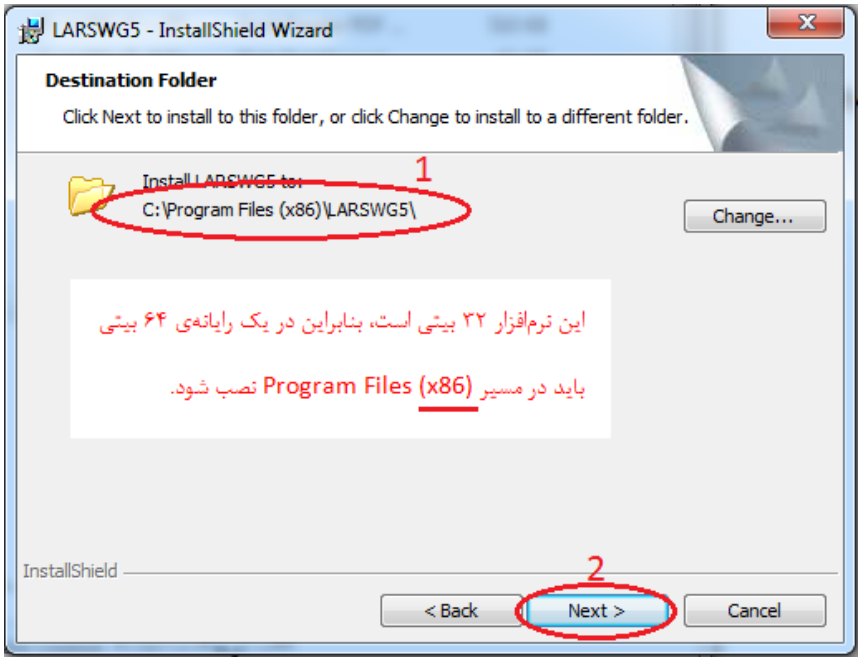


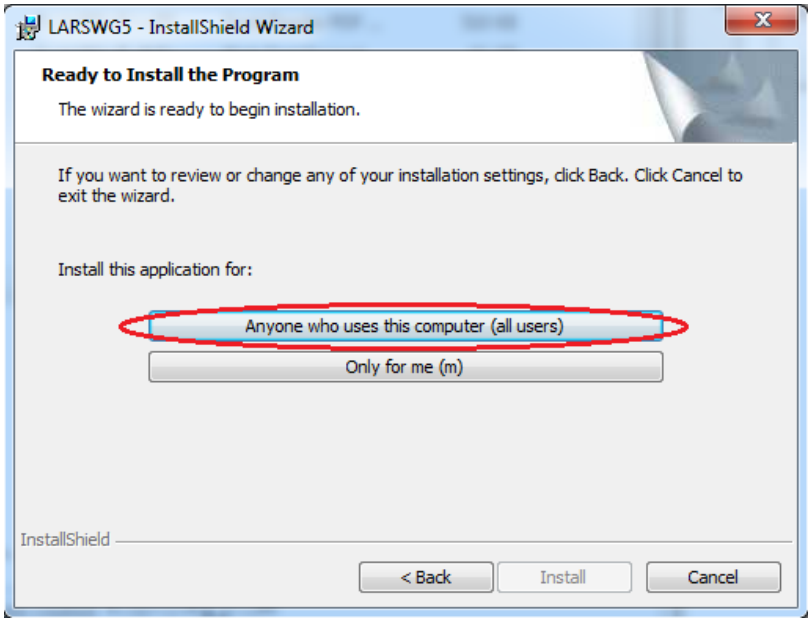


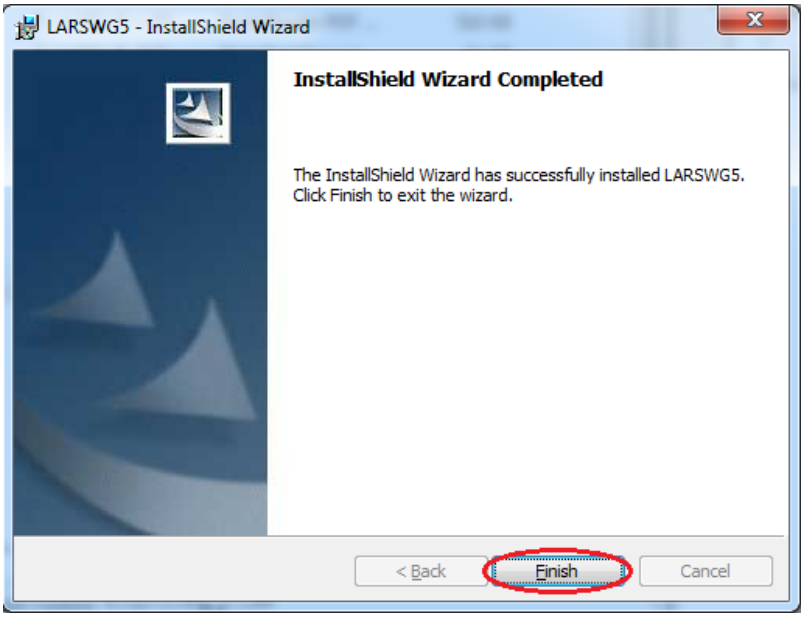

LARSWG5 - InstallShield Wizard
Welcome to the InstallShield Wizard for LARSWG5
The InstallShield(R) Wizard will allow you to modify, repair, or remove LARSWG5. To continue, click Next.
< Back
Next >
Cancel


LARSWG5 - InstallShield Wizard
License Agreement
Please read the following license agreement carefully.
LARS-WG 5.5
by M.A. Semenov
Rothamsted Research, 1991-2014
LARS-WG can be used by an individual from academic, governmental or non-profit organisations for personal research. The use of LARS-WG as a part of a research project requires a licence agreement. LARS-WG can not be used for any commercial purposes. You agree to share the LARS-WG derivatives, e.g. site parameter and diagnostics files, with the research community.
1
I accept the terms in the license agreement
I do not accept the terms in the license agreement
Print
InstallShield
2
< Back
Next >
Cancel

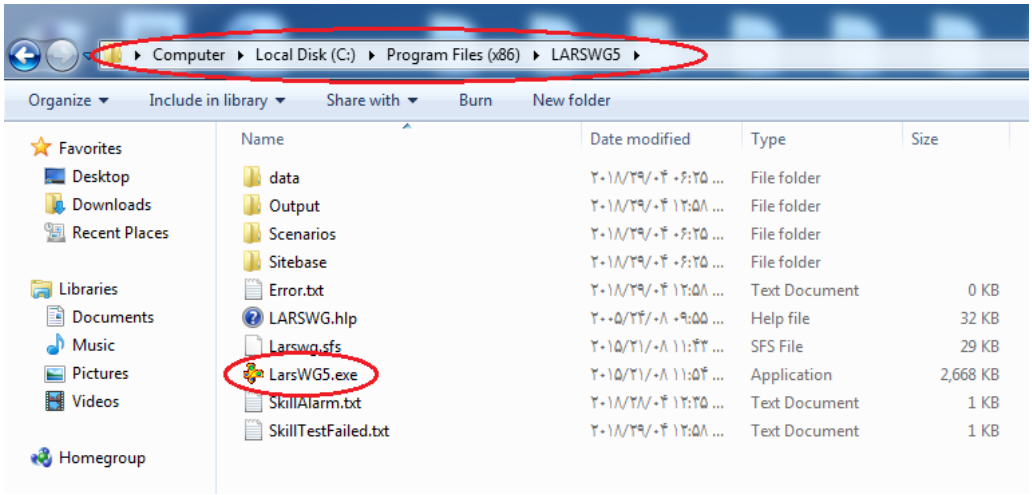

LARSWG5 - InstallShield Wizard
Customer Information
Please enter your information.
User Name:
m_PC
Organization:
InstallShield
< Back
Next >
Cancel

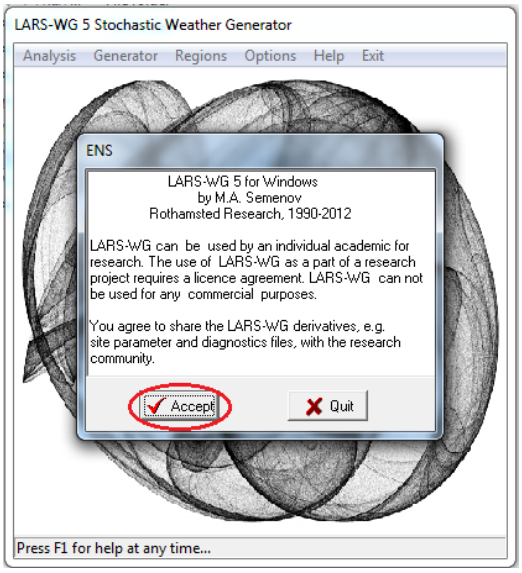

LARSWG5 - InstallShield Wizard
Destination Folder
Click Next to install to this folder, or click Change to install to a different folder.
Install LARSWG5 to:
C:\Program Files (x86)\LARSWG5\
1
Change...
این نرم‌افزار ۳۲ بیتی است، بنابراین در یک رایانه‌ی ۶۴ بیتی
باید در مسیر Program Files (x86) نصب شود.
InstallShield
2
< Back
Next >
Cancel

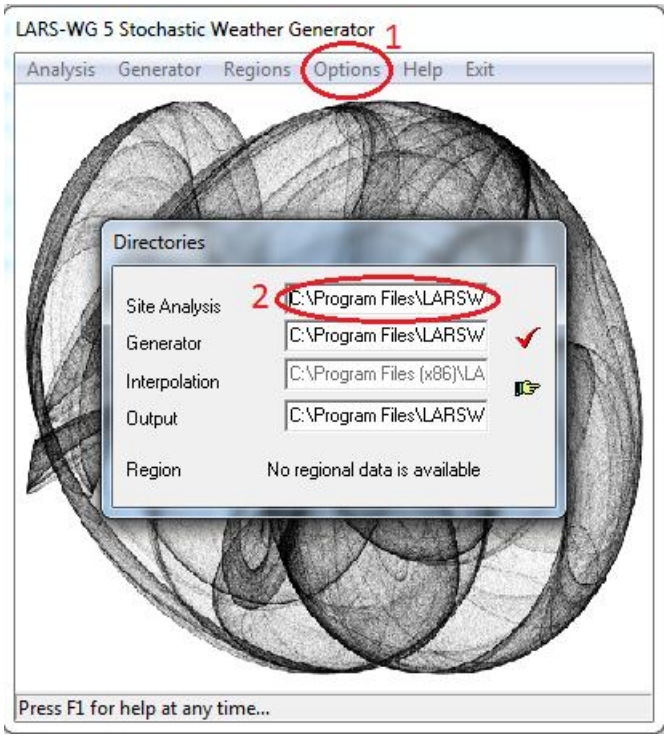

LARSWG5 - InstallShield Wizard
Ready to Install the Program
The wizard is ready to begin installation.
If you want to review or change any of your installation settings, click Back. Click Cancel to exit the wizard.
Install this application for:
Anyone who uses this computer (all users)
Only for me (m)
InstallShield
< Back
Install
Cancel



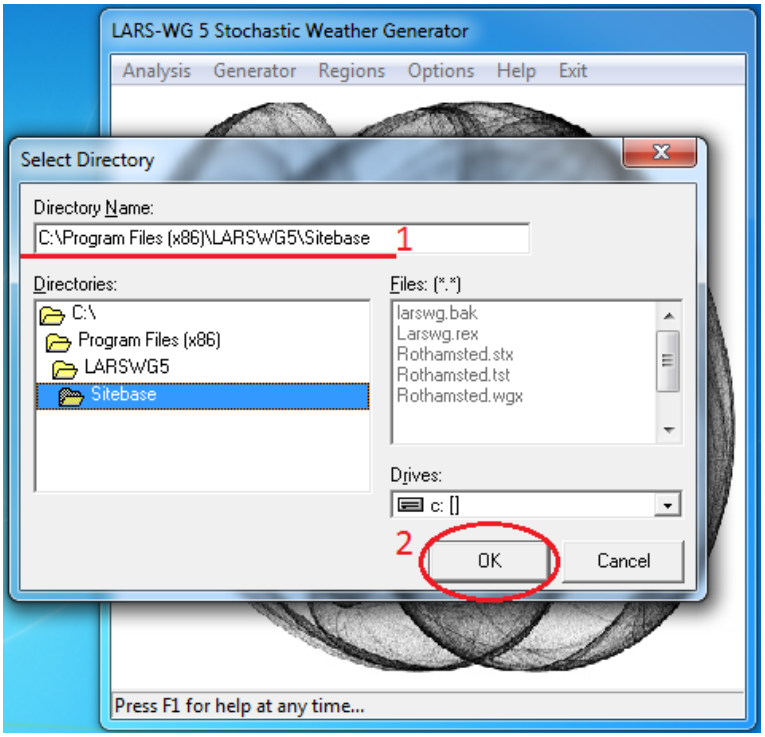
همانطور که اشاره شد به دلیل این‌که ما یک نرم‌افزار ۳۲بیتی را در یک سیستم ۶۴بیتی نصب کرده‌ایم، باید تغییراتی را در Directory نرم‌افزار ایجاد کنیم تا به درستی کار کند. برای این منظور ابتدا به مسیر نصب نرم‌افزار رفته و آن را اجرا می‌کنیم :







همان‌طور که مشاهده می‌شود علیرغم این‌که نرم‌افزار را در فولدر Program Files (x86) نصب کردیم، دایرکتوری‌های نرم‌افزار به‌صورت پیش‌فرض در فولدر Program Files قرار دارند؛ برای تغییر دایرکتوری باید روی کادر مربوطه دابل‌کلیک شود تا امکان انتخاب مسیر صحیح میسر شود :



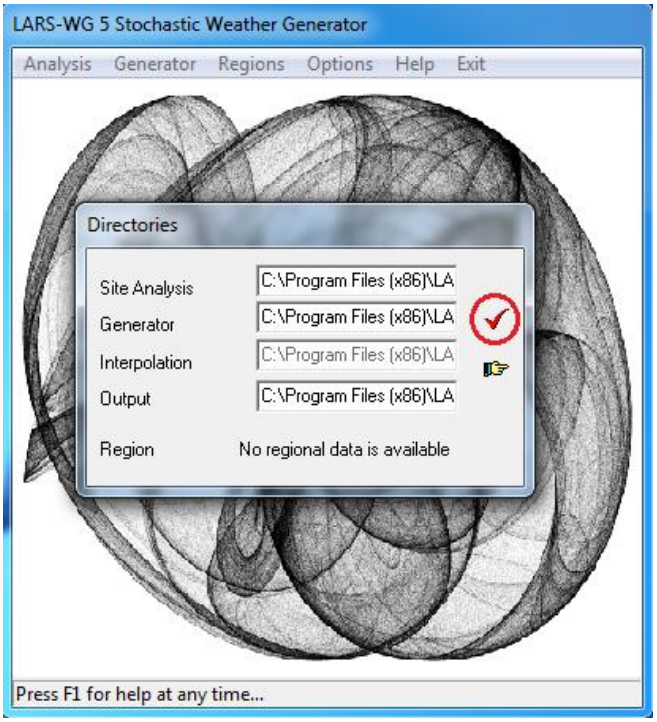
مسیرهای زیر را برای هر کادر تعیین می‌کنیم :

Site Analysis → C:\ Program Files (x86) \ LARSWGS5 \ Sitebase

Generator → C:\ Program Files (x86) \ LARSWGS5 \ Sitebase

Output → C:\ Program Files (x86) \ LARSWGS5 \ Output

پس از تعیین مسیرهای مناسب برای هر سه کادر ذکرشده، تغییرات ایجاد شده را ذخیره می‌کنیم :

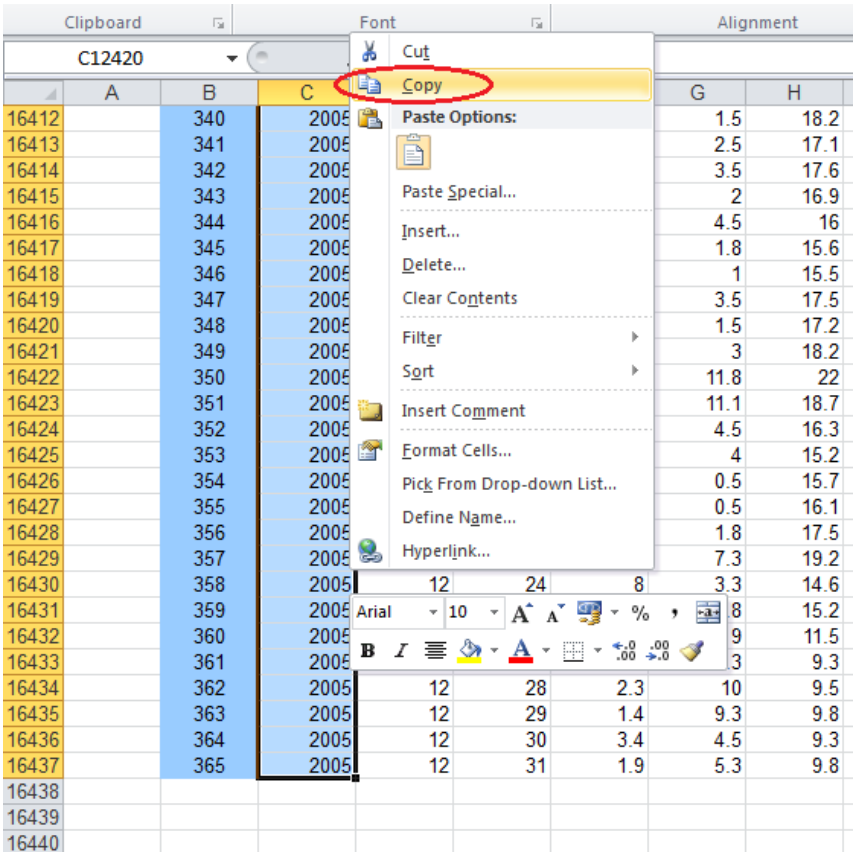


✓ بدین ترتیب نصب و تنظیم اولیه‌ی نرم‌افزار با موفقیت به پایان می‌رسد.

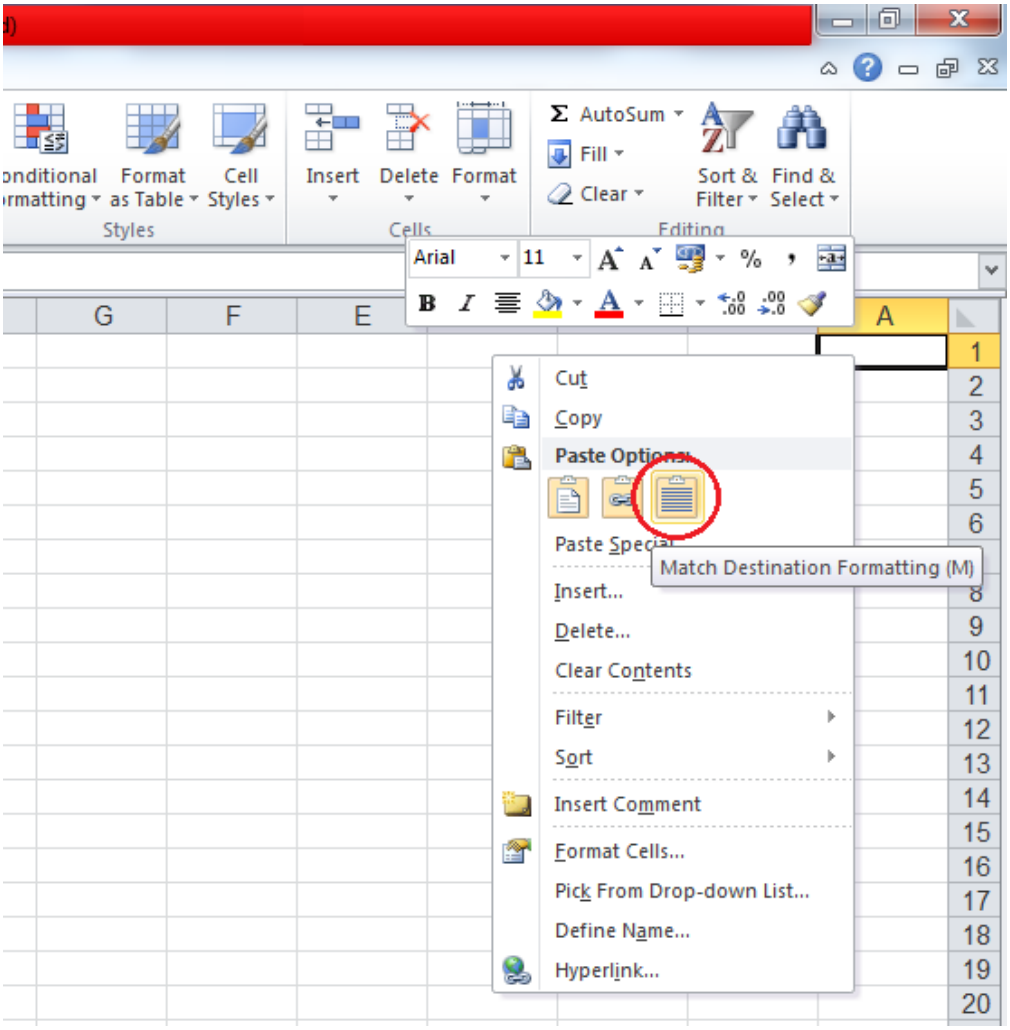
- **آماده‌سازی فایل‌های ورودی نرم‌افزار** :

برای کار با نرم‌افزار LARS-WG به دو فایل با پسوندهای *.dat و *.st نیاز داریم که مراحل ساخت این دو فایل بیان می‌شود.

۱) مراحل ایجاد فایل *.dat : ابتدا فایل اکسل داده‌های آب‌وهوایی ایستگاه موردنظر را باز می‌کنیم، سپس در ستون سال‌ها، هر تعداد سالی که می‌خواهیم در آنالیز استفاده کنیم را انتخاب و کپی می‌کنیم و در یک صفحه‌ی خالی اکسل، در ستون اول از سمت راست Paste می‌کنیم. مثلا برای داده‌های ایستگاه آبادان از ابتدای 1995 تا انتهای 2005 انتخاب شد :



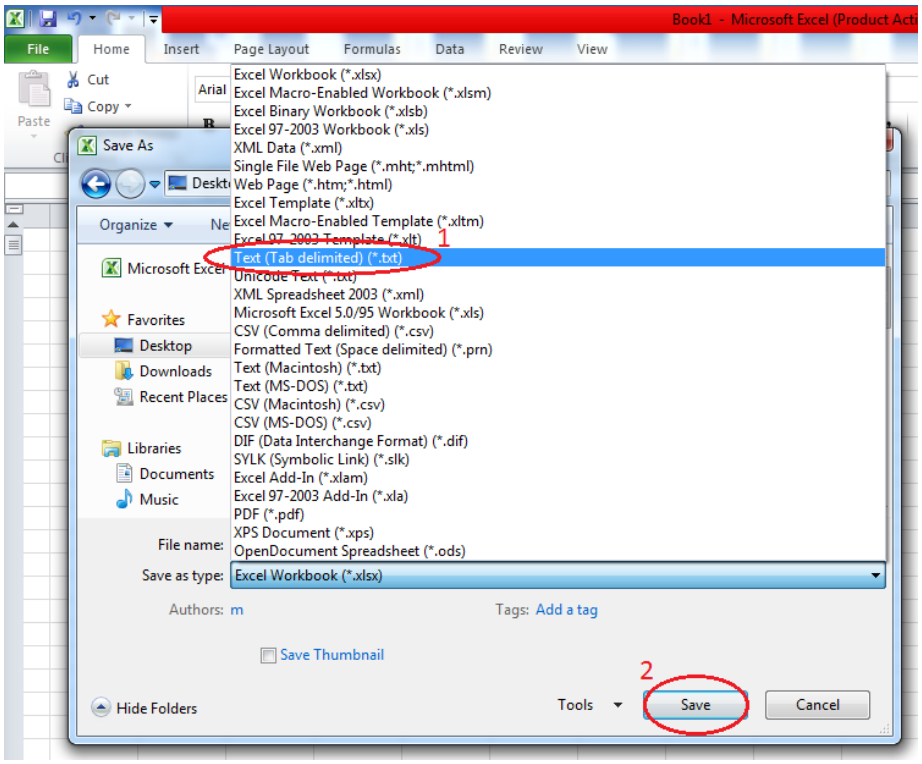
- نکته : هرچه تعداد سال بیشتری انتخاب شود، نتیجه‌ی آنالیز دارای اطمینان بیشتری خواهد بود، در این‌جا برای سهولت در بیان مثال‌ها تعداد سال نسبتا کمی (1995-2005) انتخاب شد.



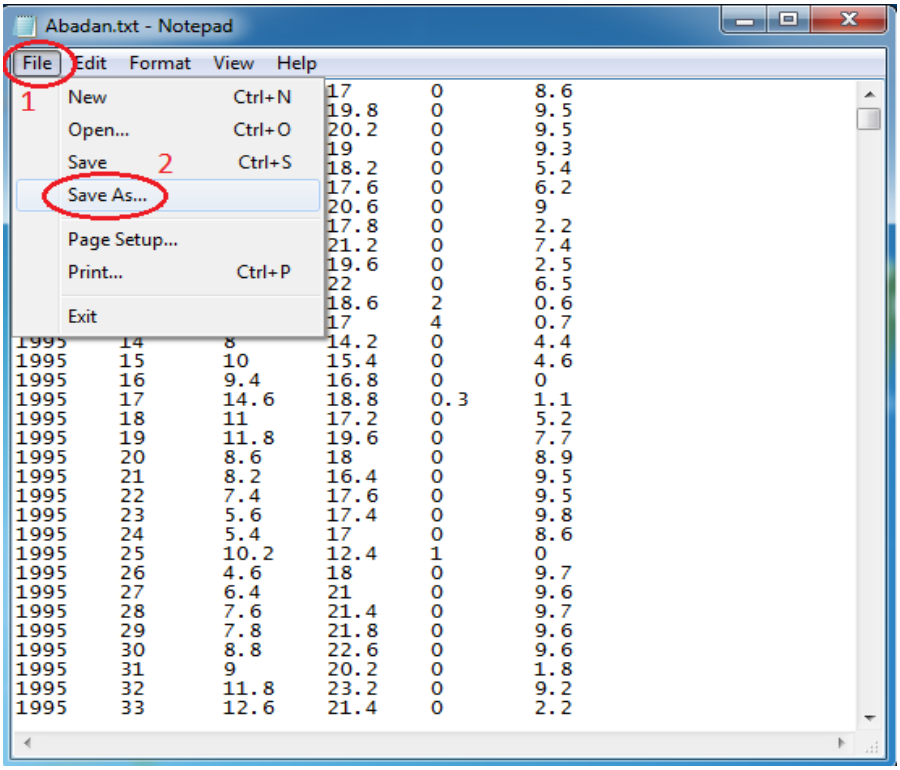
باید دقت کرد ستون‌های بعدی هم باید بر اساس ستون سال‌ها درج شوند. سپس برای ستون دوم باید ستون روزها (۳۶۶یا۳۶۵-۱) را کپی و Paste کنیم، برای ستون سوم حداقل دما (°C) ، ستون چهارم حداکثر دما (°C) ، ستون پنجم میزان بارش (mm) و برای ستون ششم تشعشع خورشیدی ($RAD; MJm^{-2}DAY^{-1}$) و یا تابش روزانه (SUN; hours) را کپی و Paste می‌کنیم. مثلا در داده‌های ایستگاه آبادان چون داده‌های RAD وجود نداشت از داده‌های SUN استفاده گردید :

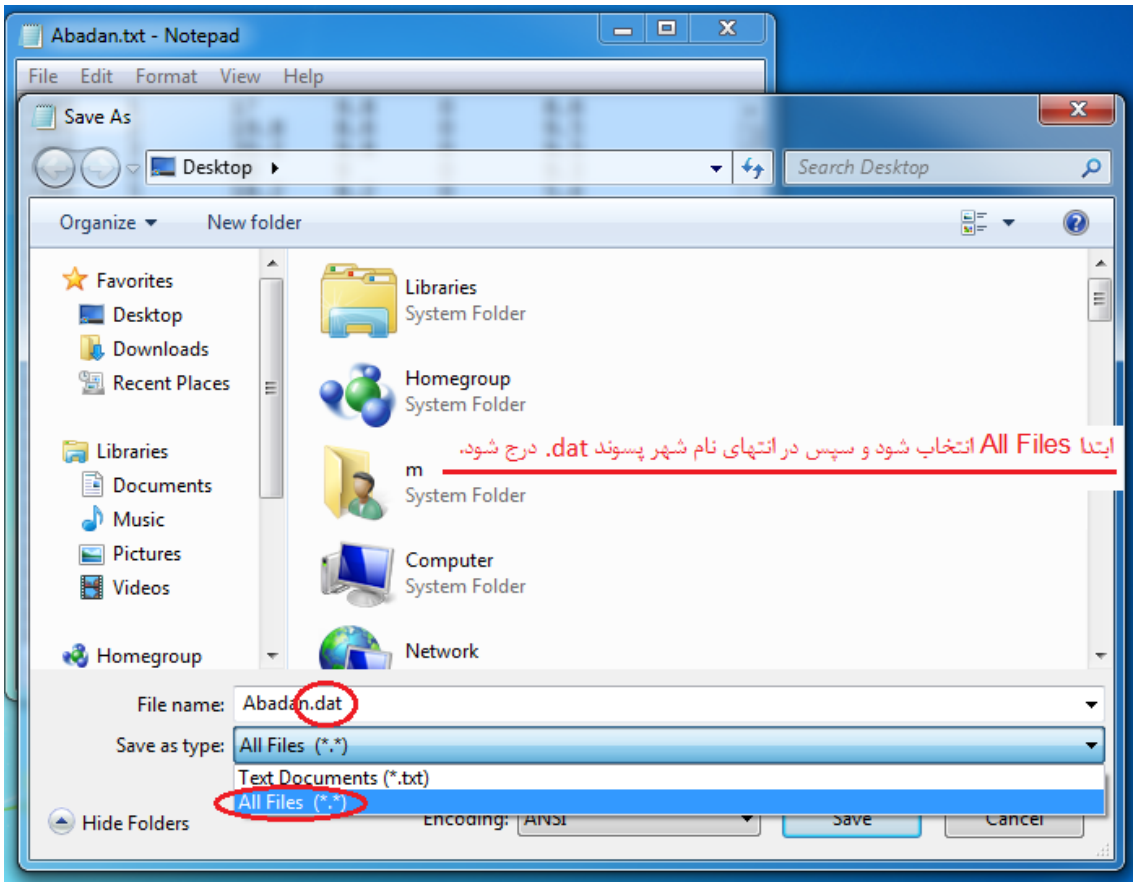
A	B	C	D	E	F
سال	روز (۱-۳۶۵)	حداقل دما	حداکثر دما	بارش	SUN یا RAD
1995	1	9.8	17	0	8.6
1995	2	8.6	19.8	0	9.5
1995	3	9.8	20.2	0	9.5
1995	4	9	19	0	9.3
1995	5	8.2	18.2	0	5.4
1995	6	7.8	17.6	0	6.2
1995	7	9	20.6	0	9
1995	8	9.6	17.8	0	2.2
1995	9	11	21.2	0	7.4
1995	10	7.4	19.6	0	2.5
1995	11	14.2	22	0	6.5
1995	12	17	18.6	2	0.6
1995	13	14.4	17	4	0.7
1995	14	8	14.2	0	4.4
1995	15	10	15.4	0	4.6
1995	16	9.4	16.8	0	0
1995	20	8.6	18	0	8.9
1995	21	8.2	16.4	0	9.5
1995	22	7.4	17.6	0	9.5
1995	23	5.6	17.4	0	9.8
1995	24	5.4	17	0	8.6
1995	25	10.2	12.4	1	0
1995	26	4.6	18	0	9.7

سپس داده‌ها را به صورت یک فایل با فرمت *.txt ذخیره می‌کنیم :



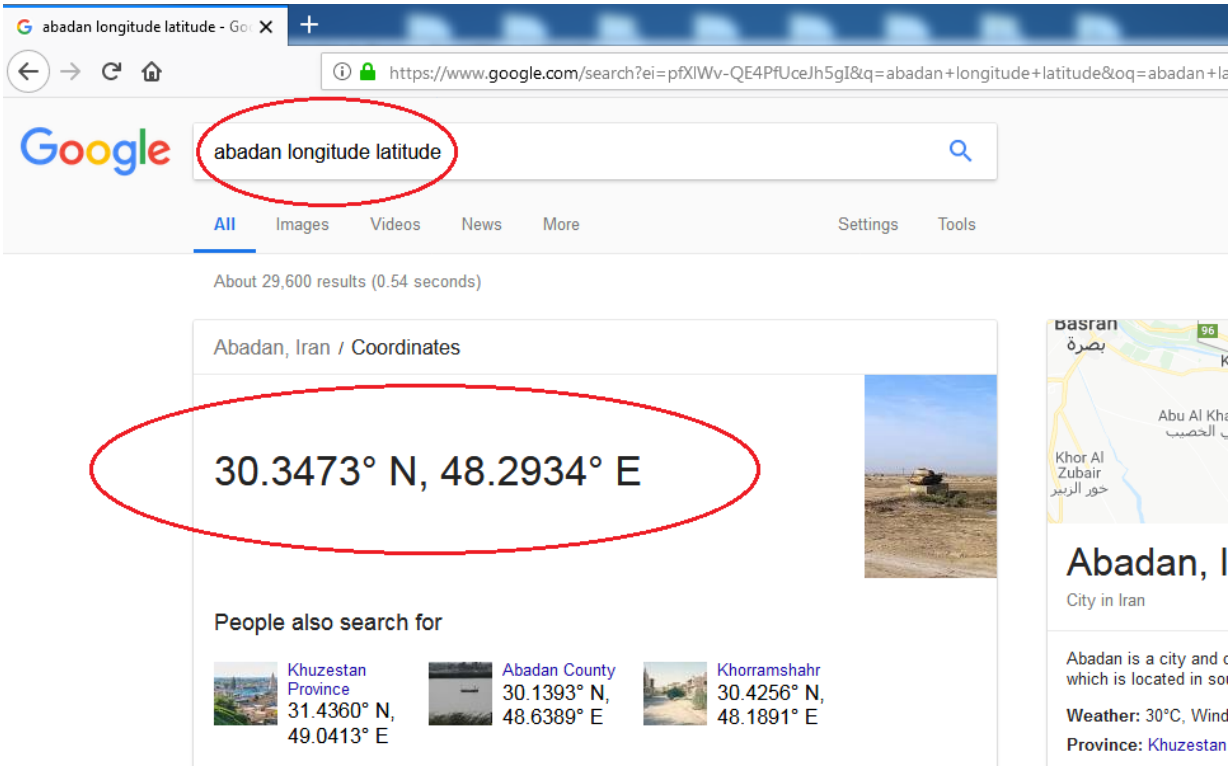
اکنون پس از باز کردن فایل *.txt ذخیره‌شده با استفاده از نرم‌افزار Notepad مراحل زیر طی می‌شود :

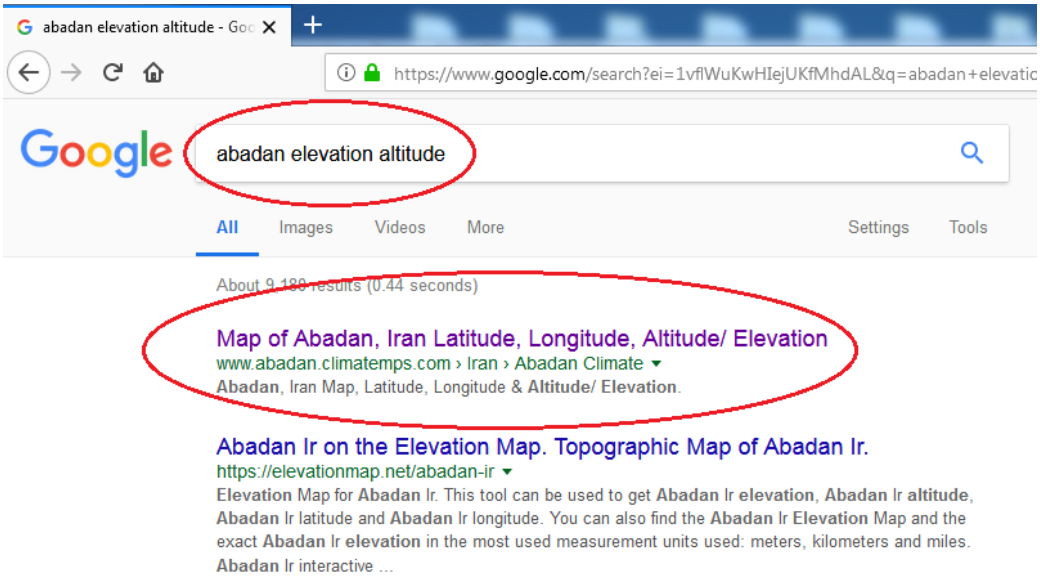


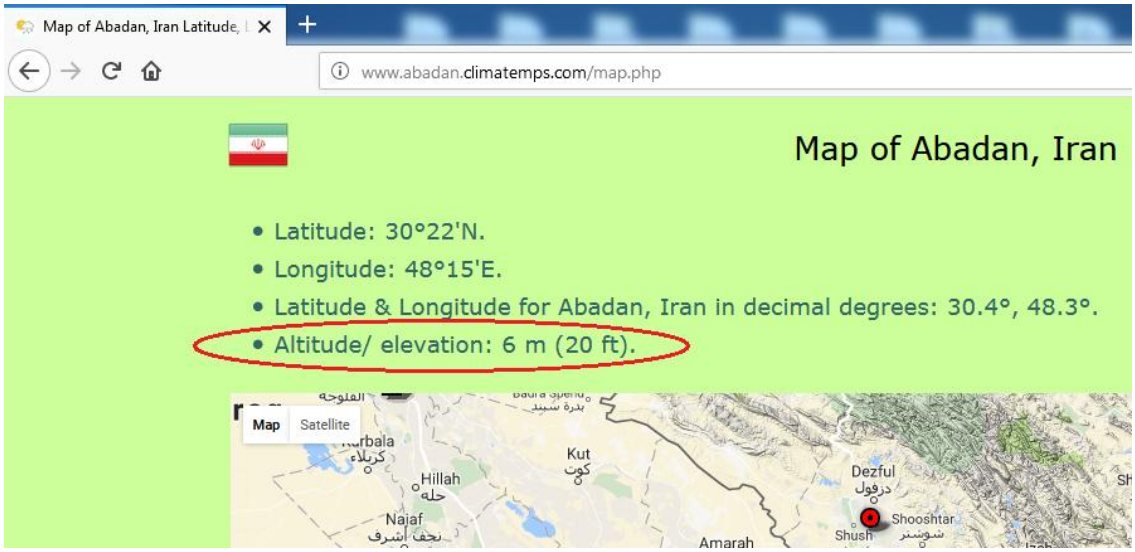


پس از کلیک روی گزینه‌ی Save فایل dat.* با موفقیت ذخیره می‌شود.

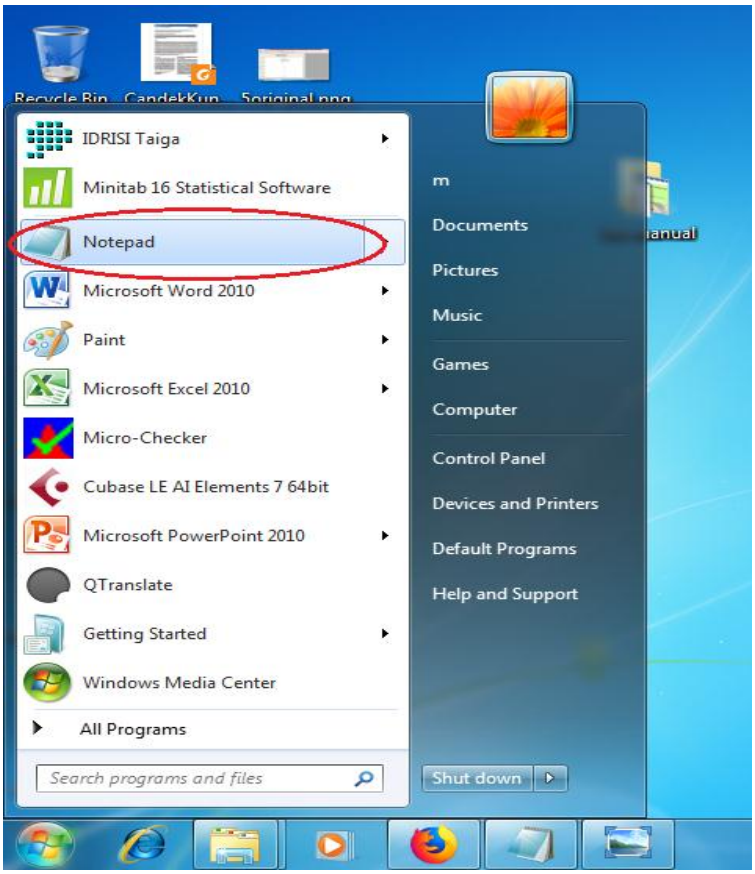
۲) مراحل ایجاد فایل st.* : برای این منظور ابتدا عرض جغرافیایی (Latitude) و طول جغرافیایی (Longitude) و ارتفاع از سطح دریا (متر Altitude;) را برای ایستگاه مورد مطالعه با جستجو در Google به دست می‌آوریم، برای مثال برای ایستگاه آبادان این مراحل سپری شد :



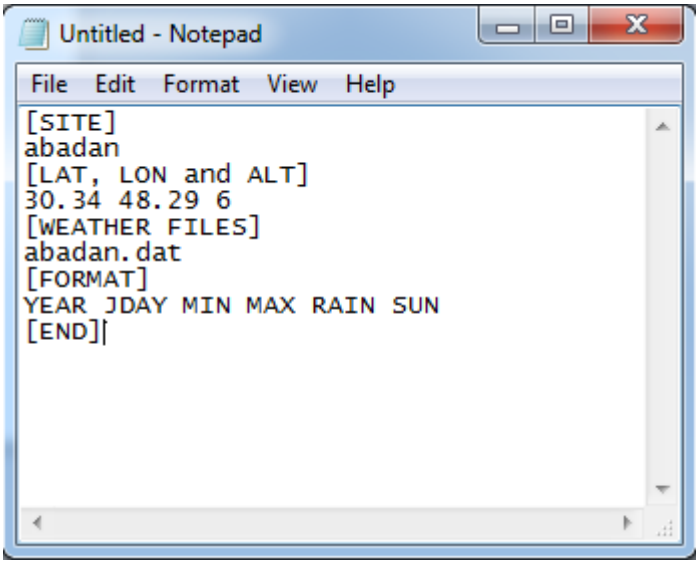




حال از طریق منوی Start نرم‌افزار Notepad را اجرا می‌کنیم :



و سپس شروع به تایپ اطلاعات (دقیقا با ساختار زیر) می‌کنیم :



- نکته : در تایپ اطلاعات بالا باید بسیار دقت شود، حتی بزرگی و کوچکی حروف مهم است؛ مثلا اگر به جای [SITE] نوشته شود [site] نرم‌افزار متوقف می‌شود.

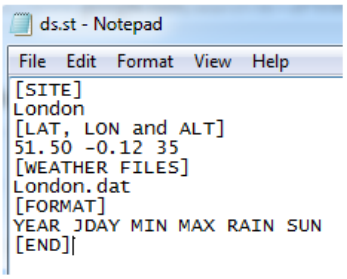
- نکته : عدد اول عرض جغرافیایی (LAT) ، عدد دوم طول جغرافیایی (LON) و عدد سوم ارتفاع از سطح دریا (ALT) است.

- نکته : نام فایل *.dat باید با دقت وارد شود تا فایل مورد نظر به درستی شناسایی شود.

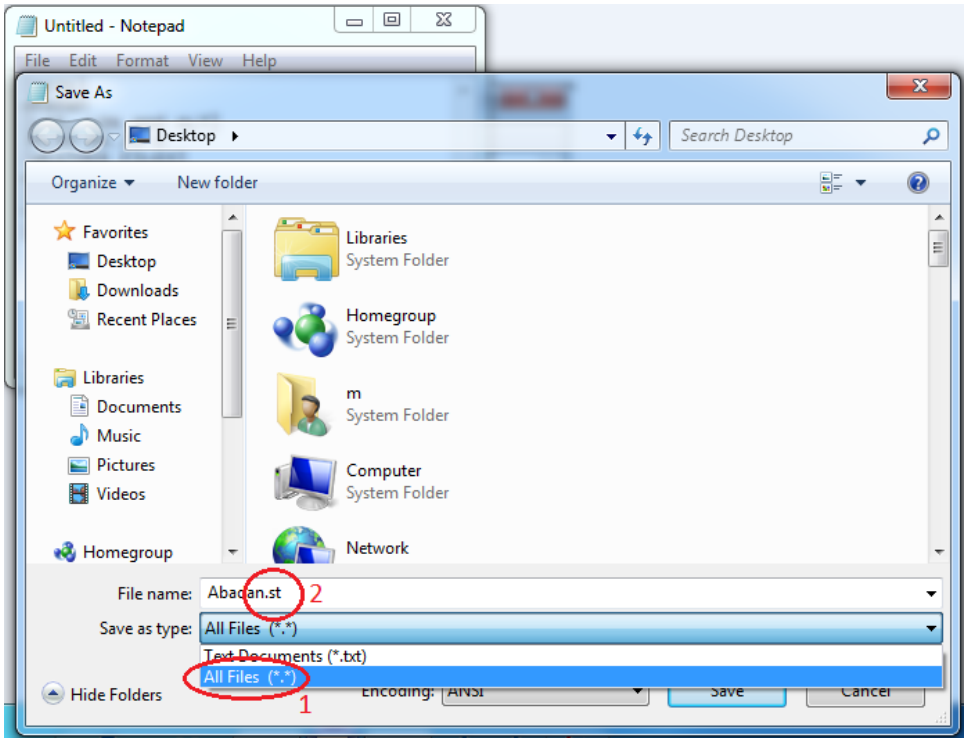
- نکته : در صورتی که از داده‌های تشعشع خورشیدی (RAD) استفاده شود، به جای عبارت SUN باید RAD تایپ شود.

- نکته : در صورتی که طول جغرافیایی (Longitude) غربی باشد و همچنین اگر عرض جغرافیایی (Latitude) جنوبی باشد، عدد وارد شده باید منفی (-) باشد، مثلا برای شهر لندن خواهیم داشت :

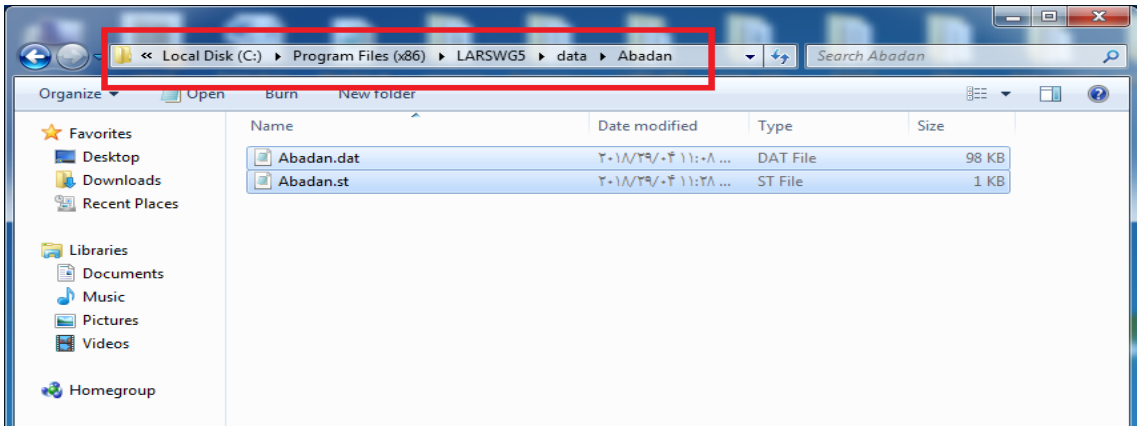
51.5074° N, 0.1278° W



پس از تایپ اطلاعات موردنظر با کلیک روی گزینه‌ی Save As... یک فایل با پسوند st.* ذخیره می‌کنیم :



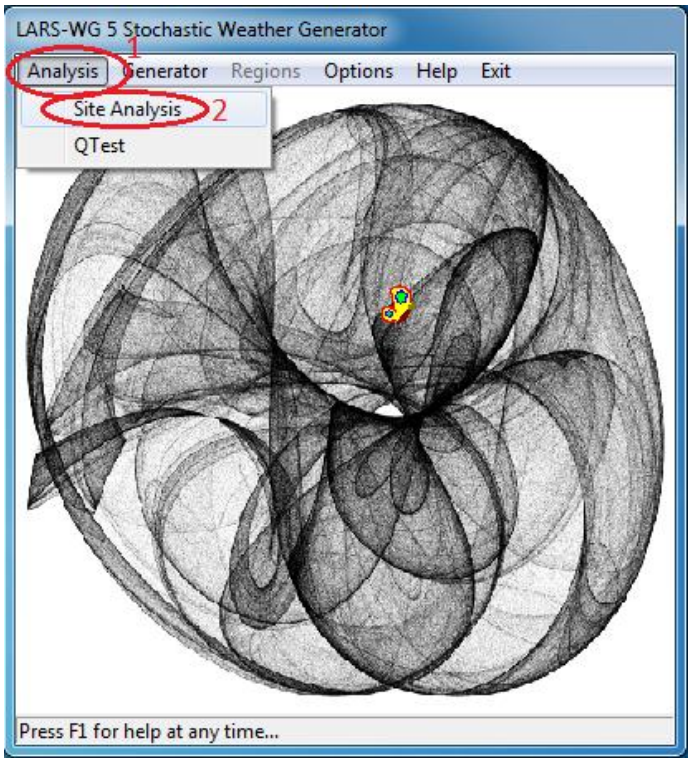
اکنون یک New folder در مسیر نصب نرم‌افزار (در فولدر data) می‌سازیم و نام آن را هم ایستگاه مورد مطالعه قرار می‌دهیم و دو فایل dat.* و st.* ساخته شده را به این فولدر منتقل می‌کنیم :

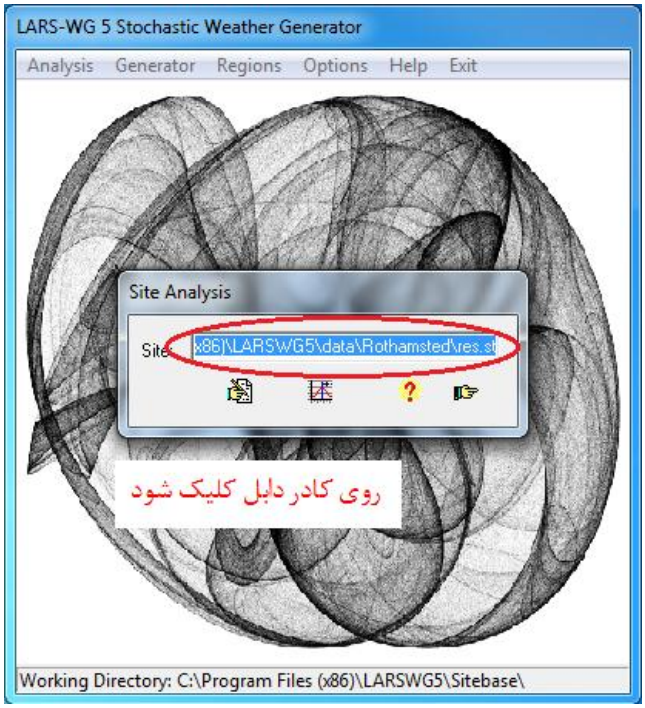


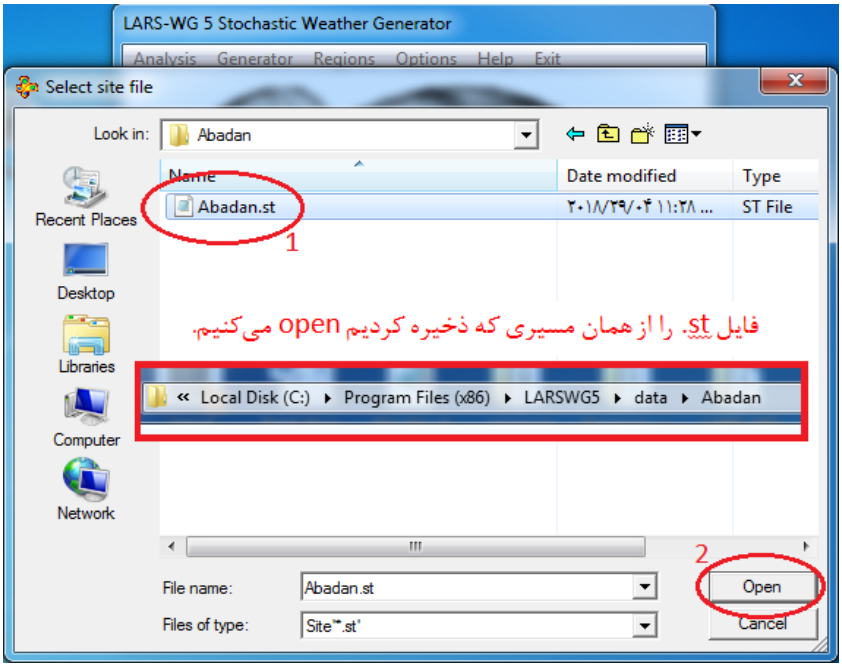
✓ بدین ترتیب مرحله‌ی آماده‌سازی فایل‌های ورودی نرم‌افزار LARS-WG با موفقیت صورت می‌پذیرد.

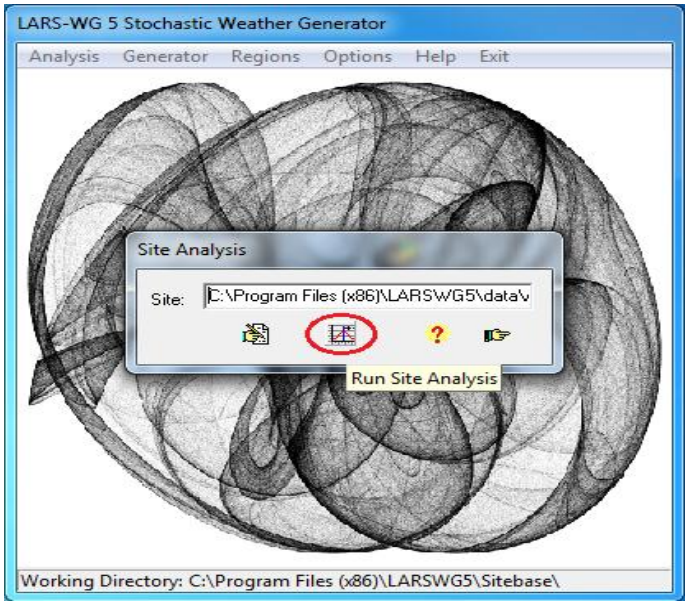
- **اجرای فرآیند شبیه‌سازی** :

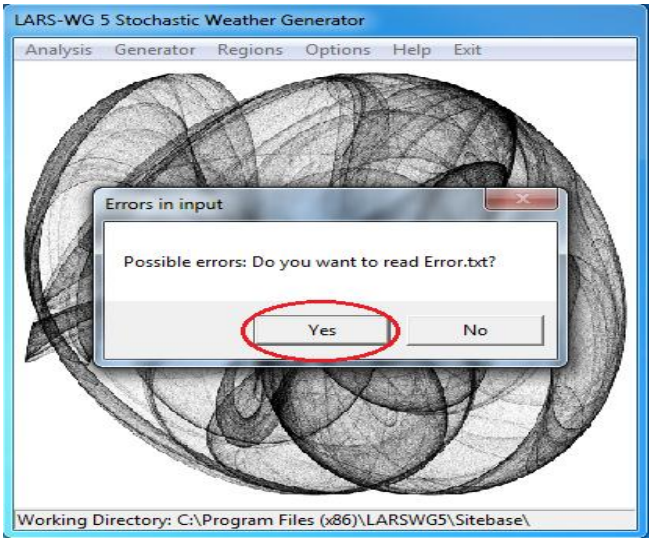
برای انجام فرآیند شبیه‌سازی ابتدا نرم‌افزار را اجرا می‌کنیم و سپس مراحل زیر را طی می‌کنیم :



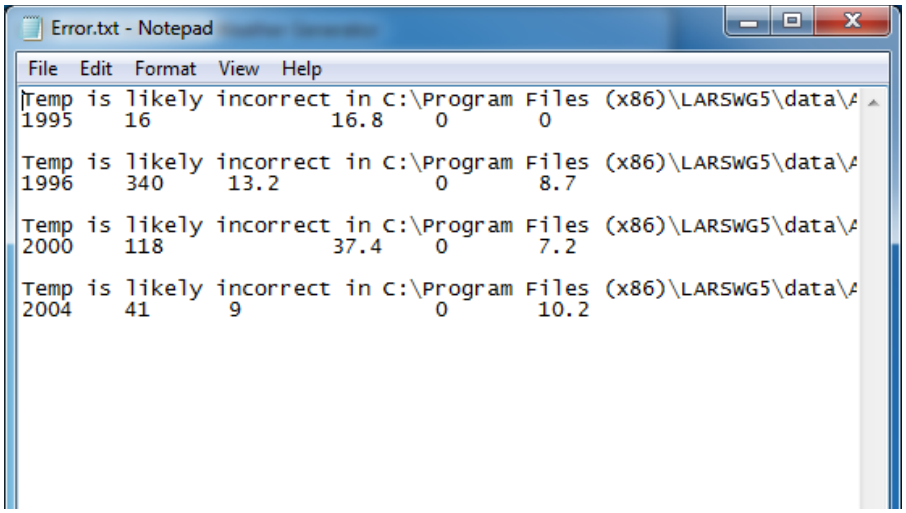



LARS-WG 5 Stochastic Weather Generator
Analysis Generator Regions Options Help Exit
Select site file
Look in: Abadan
Recent Places
Desktop
Libraries
Computer
Network
Name
Date modified
Type
Abadan.st
ST File
1
فایل st. را از همان مسیری که ذخیره کردیم open می‌کنیم.
« Local Disk (C:) ▸ Program Files (x86) ▸ LARSWG5 ▸ data ▸ Abadan
File name: Abadan.st
Files of type: Site(*.st)
2
Open
Cancel


LARS-WG 5 Stochastic Weather Generator
Analysis Generator Regions Options Help Exit
Site Analysis
Site: C:\Program Files (x86)\LARSWG5\data\
Run Site Analysis
Working Directory: C:\Program Files (x86)\LARSWG5\Sitebase\


LARS-WG 5 Stochastic Weather Generator
Analysis Generator Regions Options Help Exit
Errors in input
Possible errors: Do you want to read Error.txt?
Yes
No
Working Directory: C:\Program Files (x86)\LARSWG5\Sitebase\

در این مرحله ممکن است نرم‌افزار اعلام کند که اروریابی رخ داده است، با کلیک روی Yes اروها نمایش داده می‌شوند :



مثلا در این‌جا تعداد ۴ خطا قابل مشاهده است که با توجه به سال و روز ارائه شده می‌توان به فایل *.dat مربوطه مراجعه کرد و نسبت به اصلاح یا حذف مقادیر دارای خطا اقدام کرد. البته اگر تعداد خطاها کم باشد و اصلاحی هم صورت نگیرد، نرم‌افزار به صورت خودکار روزهای دارای خطا را در آنالیز شرکت نمی‌دهد و نگرانی از این بابت وجود نخواهد داشت :

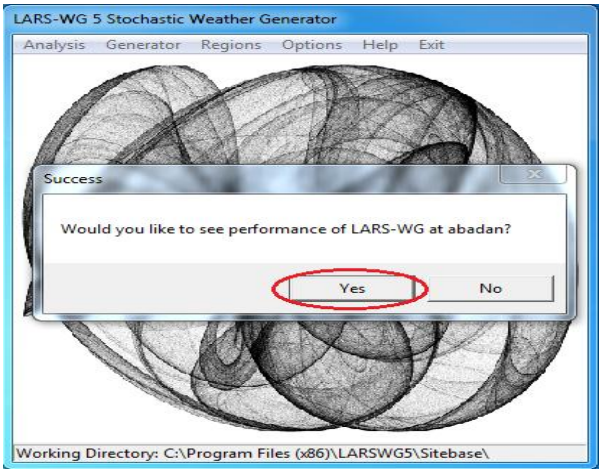
5.4	0	18.2	8.2	5	1995
6.2	0	17.6	7.8	6	1995

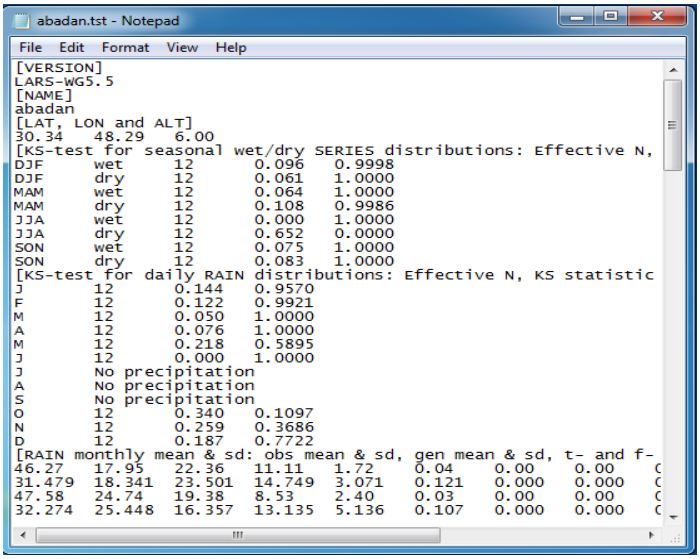
یکی از خطاهای متداول در داده‌های هواشناسی خالی بودن یکی از مقادیر حداکثر یا حداقل دما است،

در صورتی که اگر هر دو این موارد خالی باشند، خطایی رخ نمی‌دهد؛ بنابراین عدد 16.8 را هم پاک می‌کنیم.

0.6	2	18.6	17	12	1995
0.7	4	17	14.4	13	1995
4.4	0	14.2	8	14	1995
4.6	0	15.4	10	15	1995
0	0	16.8		16	1995
1.1	0.3	18.8	14.6	17	1995
5.2	0	17.2	11	18	1995
7.7	0	19.6	11.8	19	1995
8.9	0	18	8.6	20	1995
9.5	0	16.4	8.2	21	1995
9.5	0	17.6	7.4	22	1995

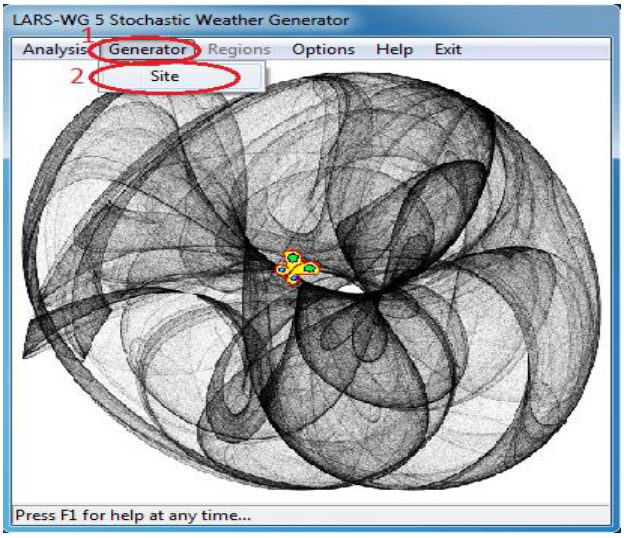
اکنون از فایل گزارش خطاها خارج می‌شویم و در پیغام ظاهر شده روی Yes کلیک می‌کنیم :

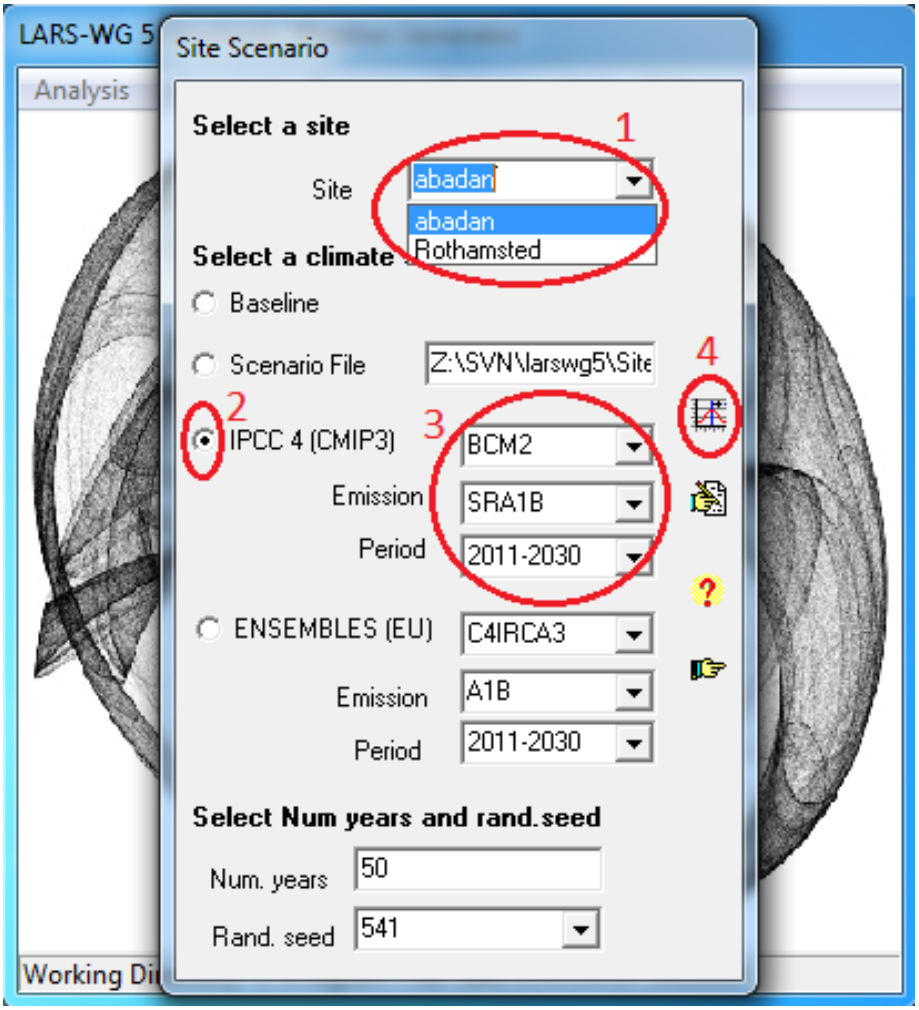




در صفحه‌ی بازشده، تست‌های آماری مربوط به داده‌های هواشناسی (مشاهده‌شده) قابل مشاهده است.

پس از خروج از فایل مربوط به تست‌های آماری مراحل زیر طی می‌شود :





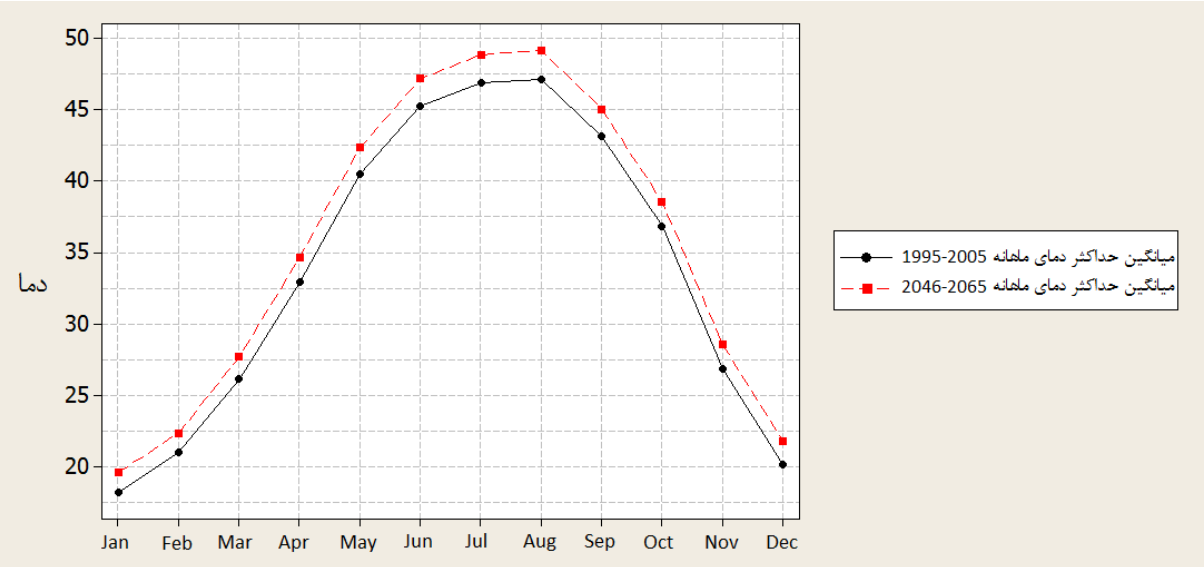
در اینجا می‌توانیم از مدل‌ها و سناریوهای مختلف IPCC 4 در سه دوره‌ی زمانی , 2046-2065 , 2080-2099 2011-2030 انتخاب مورد نظر خود را انجام دهیم.

پس از کلیک روی آیکون فرآیند شبیه‌سازی انجام می‌شود و یک فایل با پسوند *.dat و یک فایل با پسوند *.st به عنوان خروجی در فولدر Output ذخیره می‌شود، و می‌توانیم از آن‌ها در مطالعات و تحلیل‌های آماری مختلف استفاده نماییم.

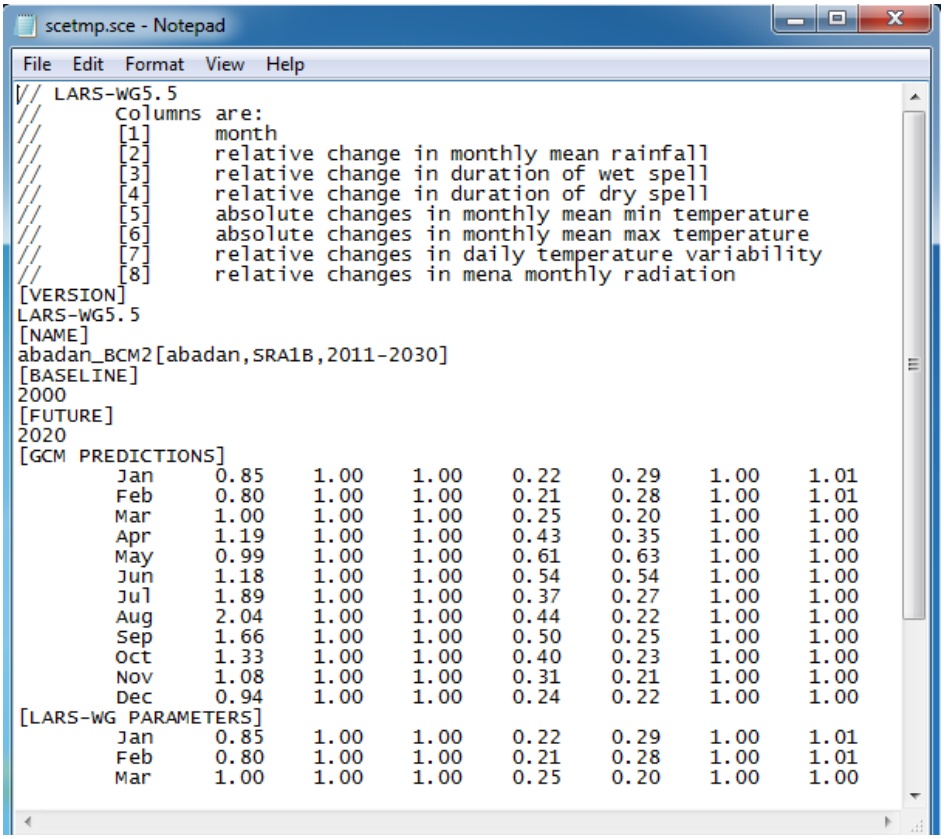
اکنون پس از رفتن به فولدر Output و کلیک راست روی فایل *.dat ، روی ...Open with کلیک می‌کنیم و با انتخاب نرم‌افزار Excel به عنوان اجرا کننده‌ی این فایل با یک ماتریس مواجه می‌شویم که در آن هر یک از ستون‌ها بیانگر شاخص خاصی است :

I	H	G	F	E	D	C	B	A	
	1.51	7.16	26.7	17.6	12.2	1	1		1
	2.35	10.69	0	21.4	10.3	2	1		2
	2.27	10.43	0	20.9	10.2	3	1		3
	2.92	12.81	0	22	12.8	4	1		4
	2.92	13.24	0	21.1	10.1	5	1		5
	1.19	6.01	0	18.2	6.9	6			6
	0.38	2.08	4.5	20.3	12.5	7	1		7
	0.72	3.6	7.9	19.9	10.8	8	1		8
	2.69	12.73	0	18.5	8.9	9	1		9
	0.64	3.22	0	20.5	11.4	10	1		10
	2.88	13.69	0	18.9	8.5	11	1		11
	H	G	F	E	D	C	B		12
	تبخیر و تعرق پتانسیل potential evapotranspiration (PET)	تشعشع (RAD)	بارش	حداکثر دما	حداقل دما	روز	سال		13 14 15 16

یک مثال خیلی ساده از کاربرد این داده‌ها : در ایستگاه آبادان با استفاده از مدل HADCM3-SRA1B و داده‌های موجود این ایستگاه (1995-2005)، شبیه‌سازی برای آینده (2046-2065) انجام شد و سپس میانگین حداکثر دمای ماهانه‌ی این دو دوره با هم مقایسه شد :



حال اگر روی آیکون کلیک کنیم، یک فایل به نام scetmp.sce در فولدر Output ساخته می‌شود و به صورت خودکار نمایش داده می‌شود. با جدولی مواجه می‌شویم که در واقع سناریوی مدل انتخاب شده است :



scetmp.sce - Notepad

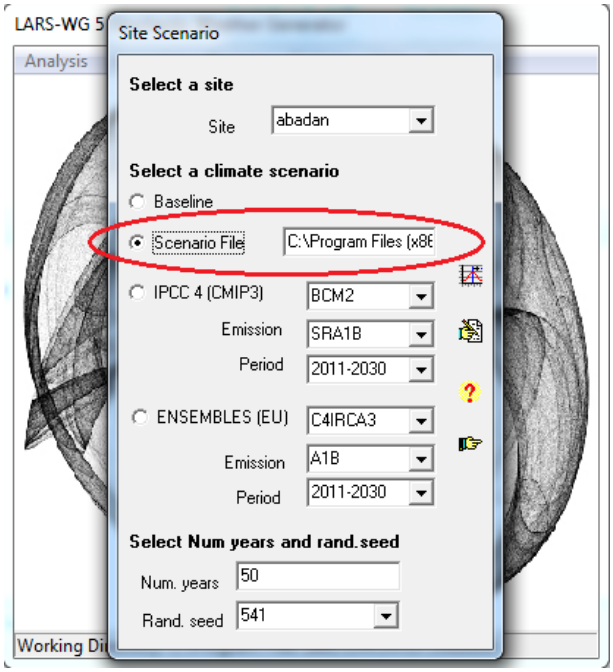
File Edit Format View Help

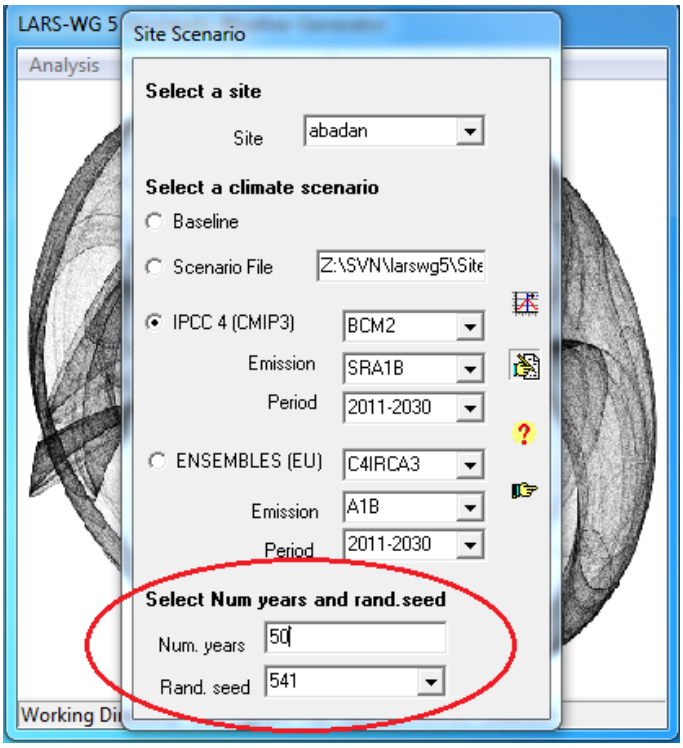
```
// LARS-WG5.5
//       Columns are:
//       [1]     month
//       [2]     relative change in monthly mean rainfall
//       [3]     relative change in duration of wet spell
//       [4]     relative change in duration of dry spell
//       [5]     absolute changes in monthly mean min temperature
//       [6]     absolute changes in monthly mean max temperature
//       [7]     relative changes in daily temperature variability
//       [8]     relative changes in mena monthly radiation
[VERSION]
LARS-WG5.5
[NAME]
abadan_BCM2[abadan,SRA1B,2011-2030]
[BASELINE]
2000
[FUTURE]
2020
[GCM PREDICTIONS]
        Jan     0.85    1.00    1.00    0.22    0.29    1.00    1.01
        Feb     0.80    1.00    1.00    0.21    0.28    1.00    1.01
        Mar     1.00    1.00    1.00    0.25    0.20    1.00    1.00
        Apr     1.19    1.00    1.00    0.43    0.35    1.00    1.00
        May     0.99    1.00    1.00    0.61    0.63    1.00    1.00
        Jun     1.18    1.00    1.00    0.54    0.54    1.00    1.00
        Jul     1.89    1.00    1.00    0.37    0.27    1.00    1.00
        Aug     2.04    1.00    1.00    0.44    0.22    1.00    1.00
        Sep     1.66    1.00    1.00    0.50    0.25    1.00    1.00
        Oct     1.33    1.00    1.00    0.40    0.23    1.00    1.00
        Nov     1.08    1.00    1.00    0.31    0.21    1.00    1.00
        Dec     0.94    1.00    1.00    0.24    0.22    1.00    1.00
[LARS-WG PARAMETERS]
        Jan     0.85    1.00    1.00    0.22    0.29    1.00    1.01
        Feb     0.80    1.00    1.00    0.21    0.28    1.00    1.01
        Mar     1.00    1.00    1.00    0.25    0.20    1.00    1.00
```

به عنوان مثال : مقدار تغییر نسبی میانگین بارش ماهانه برای ماه ژانویه (Jan) برابر با 0.85 است که این یعنی 15 درصد کاهش (0.85-1=-0.15) میزان بارش در بازه‌ی زمانی 1995-2005 (که میانه‌ی آن سال 2000 است) تا 2011-2030 (که میانه‌ی آن سال 2020 است) رخ خواهد داد.

یا مثلا مقدار تغییر مطلق میانگین دمای حداقل ماهانه برای ماه ژانویه (Jan) برابر با 0.22 است که این یعنی 0.22°C افزایش در بازه‌ی زمانی 1995-2005 (که میانه‌ی آن سال 2000 است) تا 2011-2030 (که میانه‌ی آن سال 2020 است) رخ خواهد داد.

لازم به ذکر است که می‌توان با تغییر دادن هر یک از این اعداد نسبت به مدل‌سازی داده‌های هواشناسی مبادرت نمود؛ برای این منظور به طور خلاصه پس از ویرایش فایل scetmp.sce که در فولدر Output قرار دارد، آن را در قسمت Scenario File قرار می‌دهیم و شبیه‌سازی را انجام می‌دهیم :

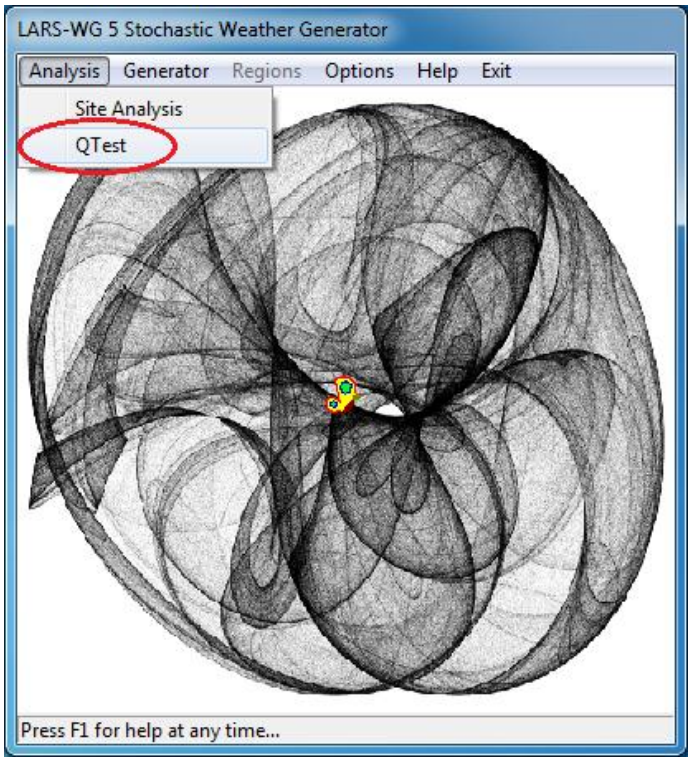




- نکته : در قسمت‌های مشخص شده در شکل بالا دو متغیر وجود دارند که به‌طور خلاصه می‌توان گفت تاثیر چندانی در نتیجه‌ی به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی ندارند و از تغییر دادن آن‌ها صرف نظر می‌شود.

Num. years : تعداد سال‌هایی است که تمایل داریم به‌عنوان خروجی دریافت کنیم. باید توجه شود که این سال‌ها توالی ندارند و به تعبیری به صورت تصادفی توزیع می‌شوند و هر یک از سال‌ها را به عنوان یک پیش‌بینی از دوره‌ی زمانی آینده (مثلا 2011-2030) در نظر می‌گیریم (سال شماره‌ی 50 پنجاه سال بعد از سال شماره‌ی 1 نیست).

Rand. Seed : عددی است که دنباله (Sequence) اعداد تصادفی استفاده‌شده در شبیه‌سازی نرم‌افزار را تعیین می‌کند؛ اگر بخواهیم که با چند مرتبه شبیه‌سازی با یک مدل و سناریوی ثابت نتیجه‌ی کاملا یکسان نگیریم، باید برای هر بار اجرای شبیه‌سازی این مقدار را تغییر دهیم که بیشتر در مطالعات ارزیابی ریسک کاربرد دارد.



QTest : تست‌های آماری مربوط به مقایسه‌ی داده‌های هواشناسی مشاهده‌شده (observed data) با مولد داده‌های هواشناسی (weather generator) موجود در نرم‌افزار از این طریق قابل مشاهده است. هدف از انجام این فرآیند این است که مشخص شود داده‌های هواشناسی مشاهده‌شده چه مقدار با مولد داده‌های هواشناسی هماهنگی دارند. هرچه داده‌های هواشناسی دارای نوسانات غیر قابل پیش‌بینی بیشتری باشند، این هماهنگی کمتر خواهد بود و به عبارتی p-value برای هر متغیر عدد کوچکی خواهد شد. از دیگر دلایل ناچیز بودن p-value (<0.05) می‌توان به کافی نبودن داده‌ها و یا وجود خطا در آن‌ها اشاره کرد.