

آموزش نرم افزار برتینی

امیرحسین صادقی منش

۳ شهریور ۱۳۹۸

چکیده

این یک دوره کوتاه برای افرادی است که می‌خواهند کار با نرم افزار برتینی را فرا بگیرند. برتینی یک نرم افزار رایگان است که برای حل عددی دستگاه‌های چندجمله‌ای طراحی شده‌اند. معمولاً هندسه جبری کارهای عددی و کاربردی از این نرم افزار استفاده می‌کنند که قصد حل کردن یک دستگاه از برابری‌های چندجمله‌ای با کمک تعریف کردن یک هم‌تویی بین دستگاه مورد نظر و یک دستگاه آسان‌حل را دارند. برای متوجه شدن ایده پشت الگوریتم‌های این نرم افزار کفایت مفاهیم «دستگاه برابری چندجمله‌ای»، «حل عددی یک برابری مثلاً با روش اویلر»، «اعداد حقیقی و مختلط» را بدانید و با هندسه جبری کمی آشنا باشید (مثلاً مفهوم وارپته، بعد وارپته، تکینگی، ...).

۱ چگونه نرم افزار برتینی را نصب کنیم؟

مسئله نخستین چیزی که نیاز دارید خود نرم افزار است. پس ابتدا نحوه نصب این نرم افزار را بهتان آموزش می‌دهیم. نرم افزار بصورت پیش فرض لینوکس دوست است ولی بر روی ویندوز نیز قابل اجرا است و از آنجا که خودم هنوز یک کاربر ویندوز هستم، متناسب با محیط ویندوز این نرم افزار را آموزش می‌دهم.

- به سایت bertini.nd.edu بروید.

- بر روی Bertini download page کلیک کنید، یا از اول به آدرس زیر بروید.
<https://bertini.nd.edu/download.html>

- متناسب با محیط سیستم عامل رایانه‌تان گزینه مناسب برای دانلود را انتخاب کنید. من از ویندوز ۶۴ بیت استفاده می‌کنم پس بر روی گزینه زیر کلیک می‌کنم.

Click here to download Bertini 1.6 for 64 bit Windows Machines (using Cygwin) (zip format)

- یک پوشه فشرده (با پسوند rar) پس از اتمام دانلود دارید.



BertiniWindows6_4_v1.6.zip

- آن را از حالت فشرده خارج کنید. مثلاً اگر از winrar (یا نرم افزار مشابه) استفاده می‌کنید، روی آن راست کلیک کرده و سپس Extract files را انتخاب کنید و آدرس مکانی که می‌خواهید این فایل فشرده در آنجا پیاده شود را بدهید. توجه کنید که اگر به جای Extract files گزینه Extract here را انتخاب کنید، آنگاه خودکار در همان پوشه‌ای که فایل فشرده قرار دارد، پیاده شدن و از حالت فشرده خارج شدن رخ خواهد داد. پس از پیاده کردن فایل فشرده می‌توانید نسخه فشرده را پاک کنید چون عملاً استفاده‌ای ندارد و تنها فضای رایانه را اشغال می‌کند. مگر اینکه بخواهید فایل فشرده را به فرد

دیگری بدهید یا بعداً برای نصب دوباره استفاده کنید که در اینصورت بهتر است بر روی سیدی یا حافظه جانبی و غیره نگهداری اش کنید و در صورت عدم نیاز به حضورش بر روی رایانه‌تان آن را نگه ندارید.

Name	Date modified	Type	Size
examples	5/22/2018 5:02 PM	File folder	
LICENSES	5/22/2018 5:02 PM	File folder	
bertini.exe	5/22/2018 5:02 PM	Application	6,763 KB
Bertini_License	5/22/2018 5:02 PM	File	7 KB
BertiniUsersManual.pdf	5/22/2018 5:02 PM	Adobe Acrobat D...	1,161 KB
README	5/22/2018 5:02 PM	File	3 KB

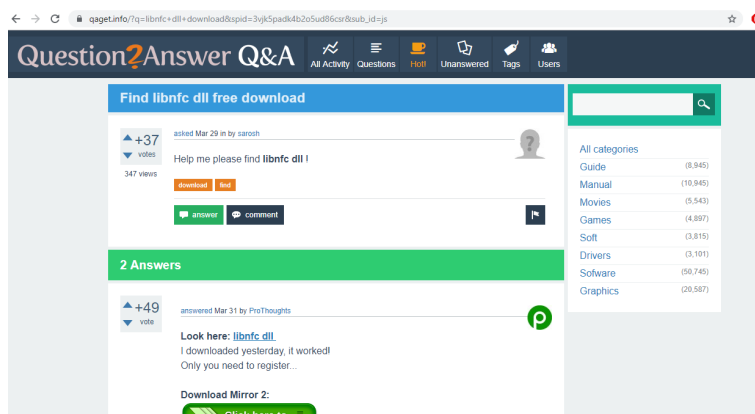
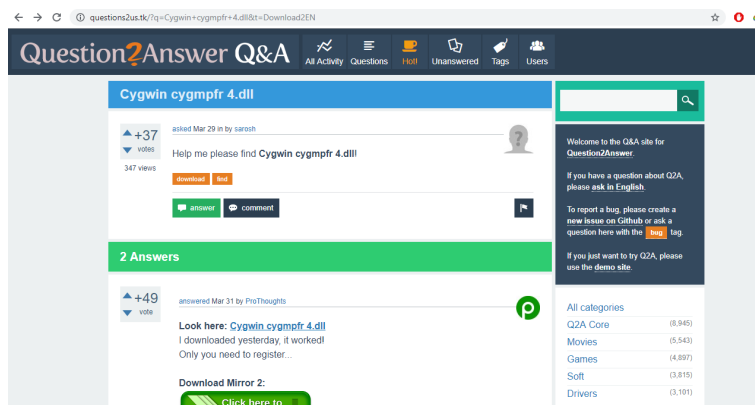
- تصویر بالا تصویر محتوای داخل پوشه پیاده‌شده فایل فشرده برای من است. قرار است که نسخه مستقل برتینی برای ویندوز نیز توسط سازندگان نرم‌افزار ارائه شود ولی تا به امروز که این درس را قرار می‌دهیم این کار صورت نگرفته است و شما باید چند فایل dll را خودتان دانلود و در داخل پوشه پیاده‌شده اضافه کنید. آخرین نسخه در این زمان نسخه ۶.۱ است که در ۲۲ می ۲۰۱۸ (۱ خرداد ۱۳۹۷) ارائه شده است. پس کاربران ویندوز نیاز دارند مرحله زیر را نیز انجام دهند.
- فایل‌های زیر را دانلود و در پوشه بالا قرار دهید.

cygwin1.dll
 cyggmp-3.dll
 cyggcc_s-1.dll
 cygmpfr-4.dll
 cyggmp-10.dll
 cyggcc_s-seh-1.dll

Name	Date modified	Type	Size
examples	5/22/2018 5:02 PM	File folder	
LICENSES	5/22/2018 5:02 PM	File folder	
bertini.exe	5/22/2018 5:02 PM	Application	6,763 KB
Bertini_License	5/22/2018 5:02 PM	File	7 KB
BertiniUsersManual.pdf	5/22/2018 5:02 PM	Adobe Acrobat D...	1,161 KB
cyggcc_s-1.dll	12/8/2016 2:45 PM	Application extens...	80 KB
cyggcc_s-seh-1.dll	8/16/2019 7:41 PM	Application extens...	70 KB
cyggmp-3.dll	8/16/2019 5:37 PM	Application extens...	315 KB
cyggmp-10.dll	8/16/2019 7:57 PM	Application extens...	528 KB
cygmpfr-4.dll	8/16/2019 6:18 PM	Application extens...	346 KB
cygwin1.dll	12/5/2016 2:57 PM	Application extens...	3,183 KB

- برای دانلود این دی‌ال‌ها مراقب باشید که سایت‌های حمله اینترنتی و یا هکر یا ویروس‌ها از حقه‌های بدی استفاده می‌کنند. یک نمونه از این سایت‌ها از این ایده استفاده کرده است که یک قالب شبیه سایت‌های پرسش و پاسخ برداشته‌اند. تظاهر کرده‌اند که یک فرد پرسیده است فلان فایل را نیاز دارم، لطفاً پیوند (لینک) دانلودش را بدهید. سپس یک نفر پاسخ داده است که فلان جا دیروز دانلود کردم خیلی خوب بود، فقط نیاز دارد که ثبت نام کنید بعد چند دیدگاه مثبت نیز در زیر پاسخ گذاشته‌اند که به‌به چه خوب بود ما هم ثبت نام کردیم و فایل را گرفتیم، دستت درد نکند و غیره. یک سری امتیاز هم گرفتند! ولی حقه هست. یک قالب هست که فقط اسم فایل را تغییر خودکار به چیزی که در گوگل جستجو کرده‌اید تغییر می‌دهد. حتی امتیاز کنار پرسش و پاسخ هم تغییر نمی‌کند یا نام کاربری یا دیدگاه‌ها! خیلی مراقب

باشید که مورد حمله اینترنتی برای ویروس و هک و غیره یا دزدی اطلاعاتتان قرار نگیرید. در زیر دو تصویر از یک مثال از این سایتها را برایتان گذاشته‌ام. به هیچ وجه به چنین سایت‌هایی اعتماد نکنید.



احتمالاً فایل‌های مورد نظر را بر روی سروری قرار دهیم و لینک دانلودش را در اینجا بگذاریم ولی تا قبل از آن اگر نتوانستید آنها را خودتان بیابید، پیام دهید تا پیوند دانلودشان را برایتان بفرستم.

(امروز من خودم از پیوندهای زیر این دی‌ال‌ها را دانلود کردم، البته توجه کنید که وابسته به ۳۲ یا ۶۴ بیت بودن ویندوزتان ممکن است دی‌ال‌ال متفاوتی را نیاز داشته باشید. در هر صورت اگر به error یا مشکلی برخوردید می‌توانید مشکل‌تان را برایم بفرستید.)

<http://www.dlldownloader.com/cygwin1-dll/>

http://www.dll-found.com/cyggmp-3.dll_download.html

https://www.dll4free.com/cyggcc_s-1.dll.html

<https://www.pconlife.com/viewfileinfo/cygmpr-4-dll/>

<https://www.pconlife.com/download/otherfile/64588/092dc674ac1ce4521d0faafa541f9190/>

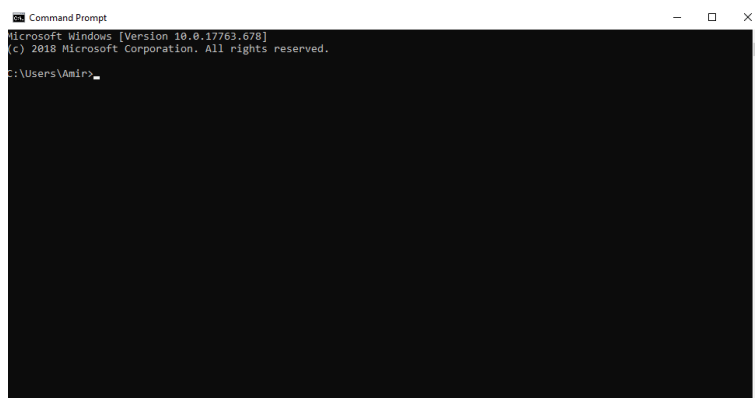
<https://www.pconlife.com/viewfileinfo/cyggmp-10-dll/>

<https://www.pconlife.com/download/otherfile/64586/2d5a2266ef725fbc09a8bc3162d90df5/>

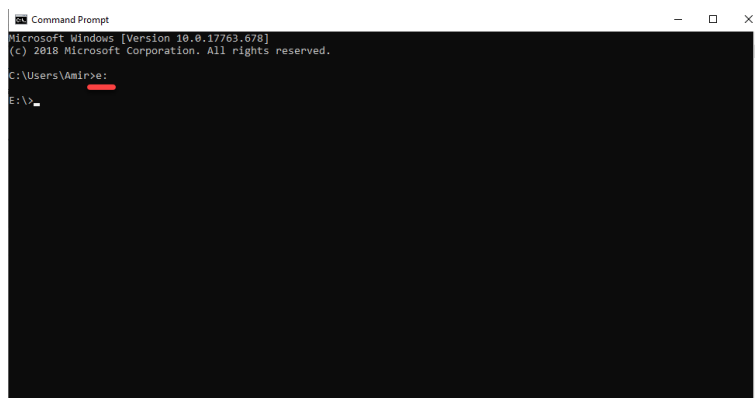
<https://www.pconlife.com/viewfileinfo/cyggcc-s-seh-1-dll/>

<https://www.pconlife.com/download/otherfile/121861/6feb9c658011947927d0b60e15de068c/>

اکنون برای اجرای برنامه آماده هستید. برای اجرای برنامه باید فایل‌های ورودی‌تان را در یک ویرایشگر متن مثل Notepad یا Vim بنویسید و سپس در command prompt آن را بوسیله برتینی اجرا کنید. راه دیگر استفاده از Cygwin است که برنامه‌های لینوکس را در ویندوز می‌تواند اجرا کند ولی برای این کار باید آن را نصب کنید. مسلماً حجم بیشتری از رایانه‌تان اشغال خواهد شد نسبت به اینکه از cmd یا همان command prompt - موجود در ویندوزتان استفاده کنید. خودم از بین تجربه استفاده از Cygwin و cmd، از cmd بیشتر خوشم آمد. یک؛ نیاز به نصب برنامه جدیدی ندارید و پیش‌فرض روی رایانه موجود هست. دو؛ برای کار با Cygwin نیاز دارید چند نکته را یاد بگیرید ولی برای استفاده از cmd برای برتینی تنها دانستن چگونگی فراخوانی برتینی و سپس دادن فایل ورودی به آن کفایت می‌کند. به هر حال من در اینجا کار با برتینی با کمک cmd را مد نظر قرار می‌دهم. برای فراخوانی برتینی در محیط cmd ابتدا cmd ویندوز را باز کنید. در ویندوز ۱۰ تنها روی آیکون ویندوز در زیر سمت چپ کلیک کنید و با صفحه کلید cmd را تایپ کرده و اینتر بزنید.



اکنون باید به cmd بگوئید که به آدرس پوشه‌ای که محتوای برنامه برتینی در آن قرار دارد برود. من پوشه‌ام را در درایو E قرار دادم. همیشه بهتر است برنامه‌ها و فایل‌هایتان را در درایوی غیر از درایوی که سیستم‌عامل‌تان بر آن نصب است ذخیره کنید مگر اینکه برنامه کاملاً وابسته به بودن درایو سیستم‌عامل‌تان باشد. دلیل آن نیز روشن است، چون اگر درایوی که سیستم‌عامل‌تان در آن است پر شود رایانه‌تان کند خواهد شد. اگر می‌خواهید مسیری در غیر از درایو C (سیستم‌عامل‌تان) به cmd بدهید، ابتدا باید حرف درایو را به صورت کوچک و سپس دونقطه تایپ کنید و اینتر بزنید.



سپس آدرس پوشه‌ای که برتینی در آن قرار دارد را بدون نوشتن نام درایو در ابتدایش را در مقابل cd و با یک فاصله تایپ کنید و اینتر بزنید. آدرس پوشه من E:\BertiniWindows64_v1-6 است پس تایپ می‌کنم `.cd BertiniWindows64_v1-6`.

```

Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.17763.678]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Amir>e:
E:\>cd BertiniWindows64_v1-6
E:\BertiniWindows64_v1-6>

```

چیزی که در خط پسین می‌بینید این است که cmd خودکار دستورات را در مکان آدرس پوشه برتینی‌تان می‌خواهد اجرا و دنبال کند. پس ابتدای هر خط جدید آدرس پوشه‌تان ظاهر می‌شود. برای بیرون رفتن از این مکان و آدرس به روش مشابه در cmd می‌توانید جابجا شوید. نوشتن cd سپس یک فاصله و آدرس برای جابجایی در یک درایو و نوشتن حرف درایو و دونقطه برای جابجایی بین درایوها. ولی در اینجا برای کار با برتینی باید در پوشه برتینی باشید.

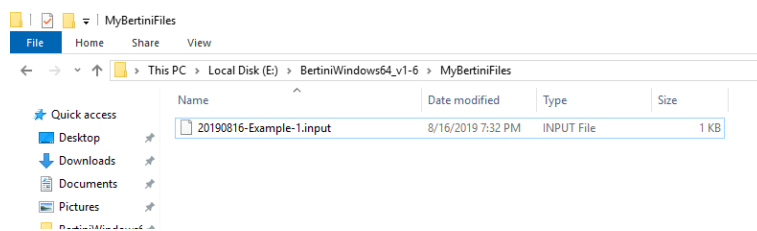
اکنون نخستین و ساده‌ترین مسأله را با برتینی حل کنیم. مثال ابتدایی و ساده خود راهنمای برتینی یا کتاب برتینی نوشته جوناتان هاوستین و همکارانش مثال ساده حل کردن برابری (معادله) تک متغیره $x^2 + 1$ است. من در پوشه برتینی‌ام یک پوشه جدید به نام MyBertiniFiles ایجاد و همه مثال‌های این دوره را در آنجا می‌نویسم. شما می‌توانید در هر جایی فایل‌تان را ایجاد کنید، تنها مهم این است که آدرسش را بدانید. برای ایجاد فایل نخستمان روی صفحه پوشه راست‌کلیک کنید و از گزینه Text document را انتخاب کنید. متن زیر را در آن کپی-پیست کنید. در مورد اینکه این متن چه چیزی را کد می‌کند و توضیحاتش را در درس‌های بعدی مفصل توضیح می‌دهیم. برای الان تنها کافایت بدانید که قرار است $x^2 + 1$ را حل کنیم.

```

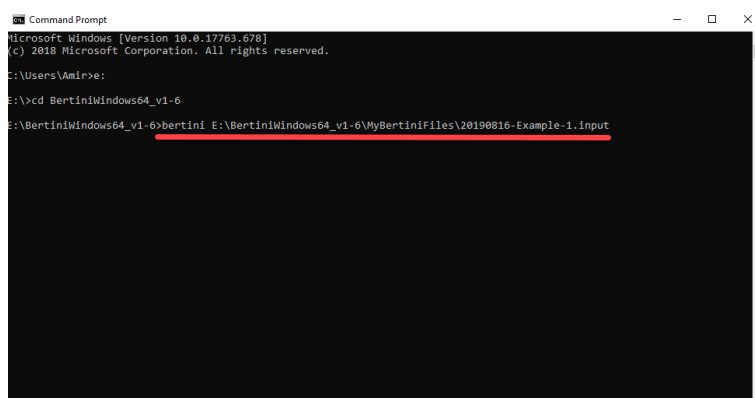
New Text Document.txt - Notepad
File Edit Format View Help
function f;
variable_group x;
f = x^2 - 1;
END;

```

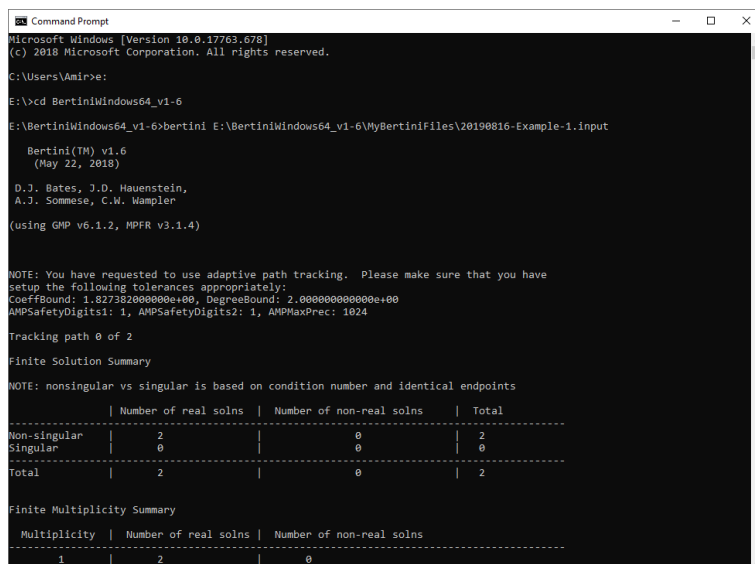
سپس آن را ذخیره و ببندید. بر روی فایل‌تان کلیک کنید (با راست‌کلیک و rename را انتخاب کنید) توجه کنید که در مشخصات view پوشه‌تان (یا در کل file explorer ویندوزتان) گزینه File name extensions تیک داشته باشد یعنی بتوانید در حالت عادی پسوند نوع فایل‌هایتان را ببینید. به صورت پیش‌فرض این فایل notepad تان باید پسوند txt داشته باشد ولی وقتی برایش نام جدید انتخاب می‌کنید آن را به input تغییر دهید. توجه کنید که هیچوقت زمانی که یک فایل با پسوند عجیب مانند input را باز می‌کنید و نمی‌خواهید فایل‌های با این پسوند به طور خودکار با برنامه خاصی باز شود گزینه Always use this app to open تیک نداشته باشد (اگر دارد آن را بردارید). در صورتی که سهوا با تیک آن را باز کردید رامحل برگرداندن این اشتباه موجود است که بعدا به انتهای این درس به صورت پیوست می‌افزایم. در انتخاب نام برای فایل‌تان نیز باید یک سری نکات را رعایت کنید که وابسته به اینکه در چه نرم‌افزاری قرار است استفاده شود این نکات و محدودیت‌ها متفاوت هستند. نکاتی که در نامگذاری یک فایل برای اجرا در برتینی باید رعایت شوند را در انتهای این درس تحت عنوان پیوست خواهم آورد. من به این شکل نامگذاری کردم؛



اکنون برای اجرای این فایل بوسیله برتینی دستور روبرو را تایپ کنید. اول بنویسید bertini سپس یک فاصله سپس آدرس محل قرارگیری فایل input ای که می‌خواهید اجرا شود سپس و سپس نام فایل به همراه نقطه input و در نهایت اینتر بزنید. برای من اینگونه می‌شود؛



پس از زدن اینتر خروجی زیر را cmd نشان‌تان می‌دهد که چون طولانی‌تر از عرض صفحه نمایشگر بود در دو قسمت screenshot گرفته‌ام و در زیر برایتان گذاشته‌ام.



```

Command Prompt

NOTE: nonsingular vs singular is based on condition number and identical endpoints

-----
| Number of real solns | Number of non-real solns | Total
-----
Non-singular | 2 | 0 | 2
Singular | 0 | 0 | 0
-----
Total | 2 | 0 | 2
-----

Finite Multiplicity Summary

-----
| Multiplicity | Number of real solns | Number of non-real solns
-----
1 | 2 | 0
-----

The following files may be of interest to you:

main_data: A human-readable version of the solutions - main output file.
raw_solutions: A list of the solutions with the corresponding path numbers.
raw_data: Similar to the previous, but with the points in Bertini's homogeneous
coordinates along with more information about the solutions.
real_finite_solutions: A list of all real finite solutions.
finite_solutions: A list of all finite solutions.
nonsingular_solutions: A list of all nonsingular solutions.
singular_solutions: A list of all singular solutions.

-----

Paths Tracked: 2
E:\BertiniWindows64_v1-6>

```

این اجرای موفقیت‌آمیز برنامه است. همیشه خروجی‌های اجرای برنامه توسط برتینی در قالب چند فایل در پوشه‌ای که برتینی قرار دارد ذخیره می‌شوند. اگر فایل جدیدی را اجرا کنید خروجی‌های آن نیز در همانجا ذخیره می‌شوند و چون نام خروجی‌ها فقط نوع خروجی هست و نه نامی که شما برای ورودی تعیین کردید، نام‌های یکسانی دارند. یعنی اینکه جایگزین خروجی اجرای قبلی‌تان می‌شوند! پس اگر فایل‌های خروجی را به داخل پوشه‌ای دیگر منتقل نکنید آنها را از دست خواهید داد. برای نمونه برای اجرای بالا در پوشه برتینی من فایل‌های زیر اضافه شده‌اند.

Name	Date modified	Type	Size
examples	5/22/2018 5:02 PM	File folder	
LICENSES	5/22/2018 5:02 PM	File folder	
MyBertiniFiles	8/16/2019 8:32 PM	File folder	
bertini.exe	5/22/2018 5:02 PM	Application	6,763 KB
Bertini_License	5/22/2018 5:02 PM	File	7 KB
BertiniUsersManual.pdf	5/22/2018 5:02 PM	Adobe Acrobat D...	1,161 KB
cyggcc_s-1.dll	12/8/2016 2:45 PM	Application extens...	80 KB
cyggcc_s-seh-1.dll	8/16/2019 7:41 PM	Application extens...	70 KB
cyggmp-3.dll	8/16/2019 5:37 PM	Application extens...	315 KB
cyggmp-10.dll	8/16/2019 7:57 PM	Application extens...	528 KB
cygmpfr-4.dll	8/16/2019 6:18 PM	Application extens...	346 KB
cygwin1.dll	12/5/2016 2:57 PM	Application extens...	3,183 KB
failed_paths	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB
finite_solutions	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB
main_data	8/16/2019 8:45 PM	File	2 KB
midpath_data	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB
nonsingular_solutions	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB
output	8/16/2019 8:45 PM	File	2 KB
raw_data	8/16/2019 8:45 PM	File	5 KB
raw_solutions	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB
real_finite_solutions	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB
singular_solutions	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB
start	8/16/2019 8:45 PM	File	1 KB

اینکه خروجی‌ای که در cmd دیدید و با خروجی‌ای که در فایل‌های خروجی ایجاد شده در پوشه برتینی می‌توانید ببینید چگونه تعبیر می‌شوند را در جلسات بعدی توضیح خواهیم داد. پس برای جلسه امروز جمع‌بندی

زیر را داریم.

جمع‌بندی:

در جلسه امروز یاد گرفتیم که:

- چگونه نرم‌افزار برتینی را که برنامه‌ای رایگان است، دانلود و در ویندوز نصب کنیم.
 - چگونه برنامه برتینی در ویندوز به وسیله cmd اجرا می‌شود.
- پیوست در مورد رفع اشکال باز کردن فایل‌های با پسوند خاص و پیوست در مورد نامگذاری مناسب و درست برای فایل‌های قابل اجرا توسط برتینی اضافه خواهند شد.
- در صورت هر گونه پرسش یا مشکل پیرامون مطالب مربوط به این جلسه می‌توانید پیام بفرستید.

پیروز و سربلند باشید

امیرحسین صادقی‌منش، ۲۵ مرداد ۱۳۹۸