Linear Program Solver

Technical Document

Written by MohammadReza Taesiri

**فهرست مطالب**

مختصر اطلاعات فنی در مورد پروژه 3

اهداف پروژه 4

نمونه ای از برنامه LpSolver 5

آموزش نصب برنامه و اجرای یک برنامه نمونه 6

آموزش زبان برنامه17

تصاویری از برنامه 19

Backus–Naur Form 20

Class Diagrams21

Detailed Class Diagrams22

حل یک مثال 23

قسمت اول (جواب سوال به وسیله Excel)25

قسمت دوم (جواب سوال به وسیله Matlab)27

قسمت سوم (جواب سوال به وسیله LpSolver)28

[](https://github.com/taesiri/lpSolver)

**[](https://github.com/taesiri/lpSolver)**

Fork Source Code on Github

<https://github.com/taesiri/lpSolver>

I do love Open Source, Full Source code and project documentation is available on github.com/taesiri/lpSolver.

*A Brief Technical Document on Projects Implementation*

**مختصر اطلاعات فنی در مورد پیاده سازی پروژها**

Programming Languages Used: C#, IronPython

Application User interface entirely written in WPF using C#

Runtime Platform: .Net Framework 4 (Scripting features needs host has latest version of IronPython Installed)

*Third Party Libraries:*

*Irony – A Parser Framework*

*Avalon Dock – A Dock Manager for WPF*

*CodeReasons – WPF Reporting Library*

اهداف پروژه.

هدف اصلی انجام این پروژه، طراحی یک نرم افزار متن باز برای حال مسائل برنامه ریزی به ساده ترین شکل ممکن است. نرم افزار های زیادی تا به امروز برای حل این مسائل موجود هستند؛ برای مثال می توان از Excel و Lindo و Matlab نام برد.

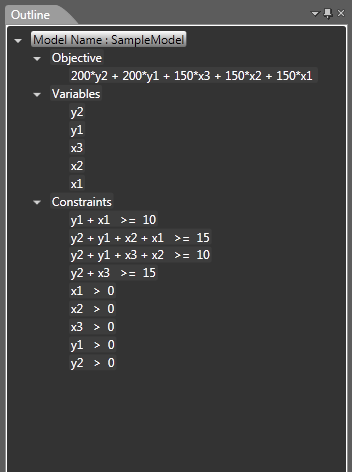
نرم افزار lpSolver اطلاعات وارد شده توسط کاربر را تبدیل به یک شیء (کلاس) قابل فهم برای رایانه می کند. در نسخه ی فعلی (ابتدایی) lpSolver برای حل مسائل از کتابخانه Microsoft Solver Foundation استفاده شده است.

یکی از اهداف مدل هایی که در lpSolver کد نویسی می شوند، این است که بسیار خوانا می باشند؛ زبانی بسیار نزدیک به نوشتار ریاضی مدل.

نمونه ای از برنامه LpSolver

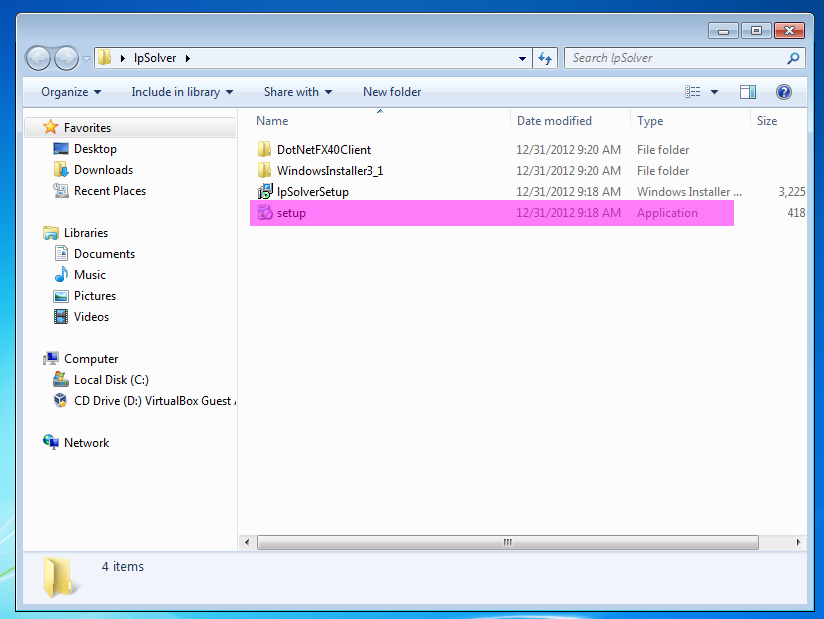
در زیر یک نمونه ی برنامه LpSolver را می توانید مشاهده کنید



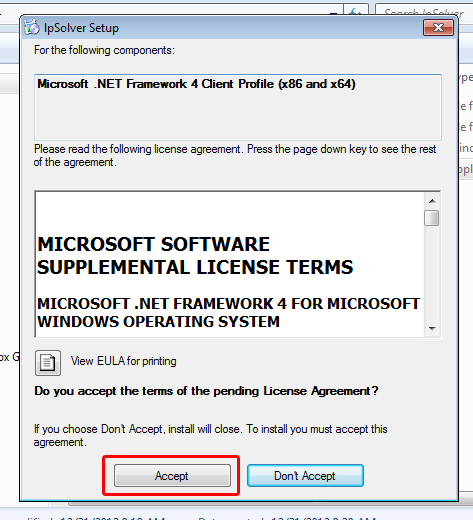


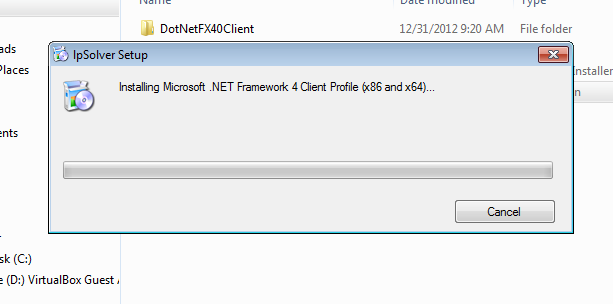
آموزش نصب برنامه و اجرای یک برنامه نمونه

در قسمت زیر بر روی فایل Setup.exe دوبار کلیک کرده



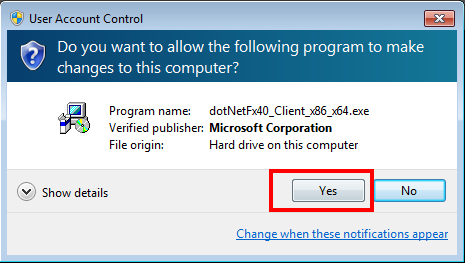
با دیدن پیغام زیر بر روی دکمه Accept کلیک کنید

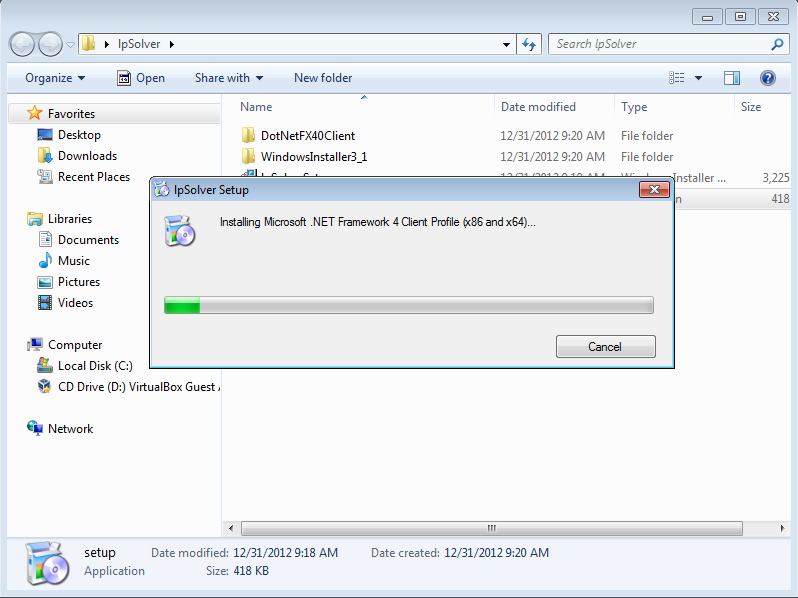




در حال آماده سازی برنامه نصب .Net Framework 4

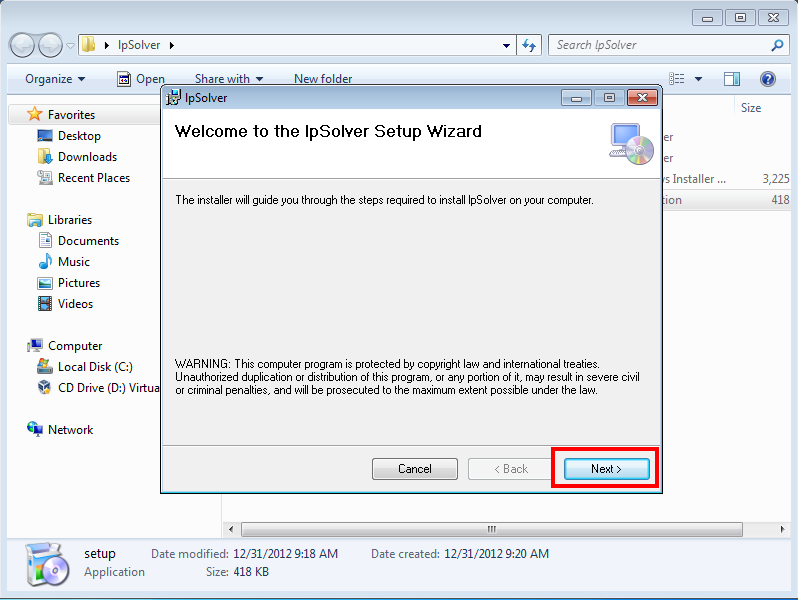
با دیدن پیغام زیر بر روی دکمه Yes کلیک کنید



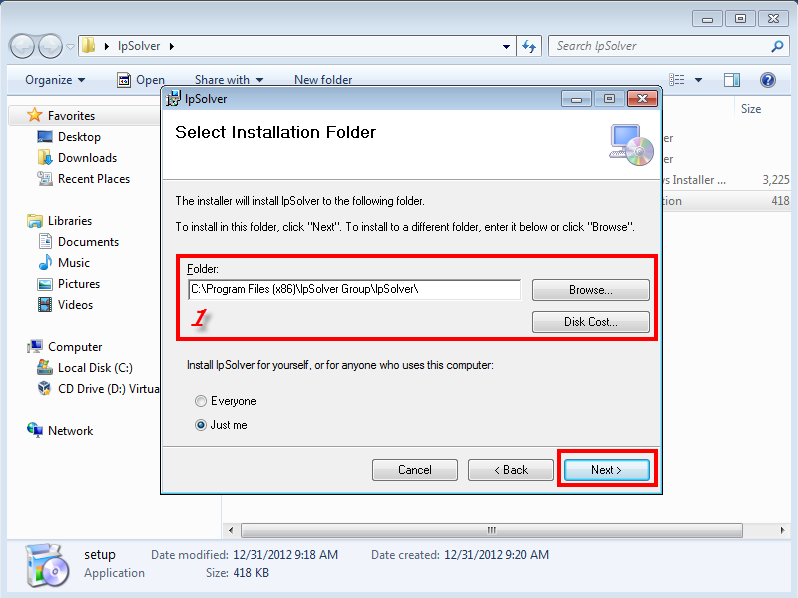


در حال نصب .Net Framework 4

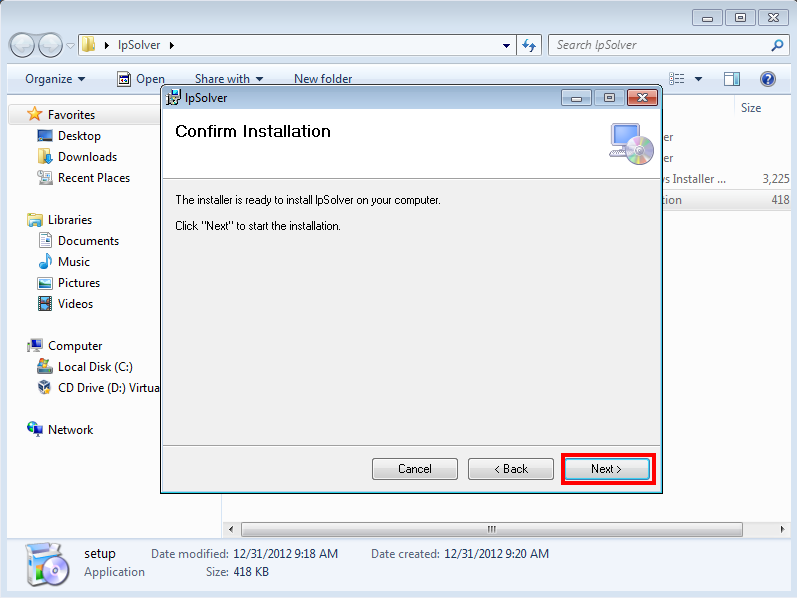
بر روی دکمه Next کلیک کنید



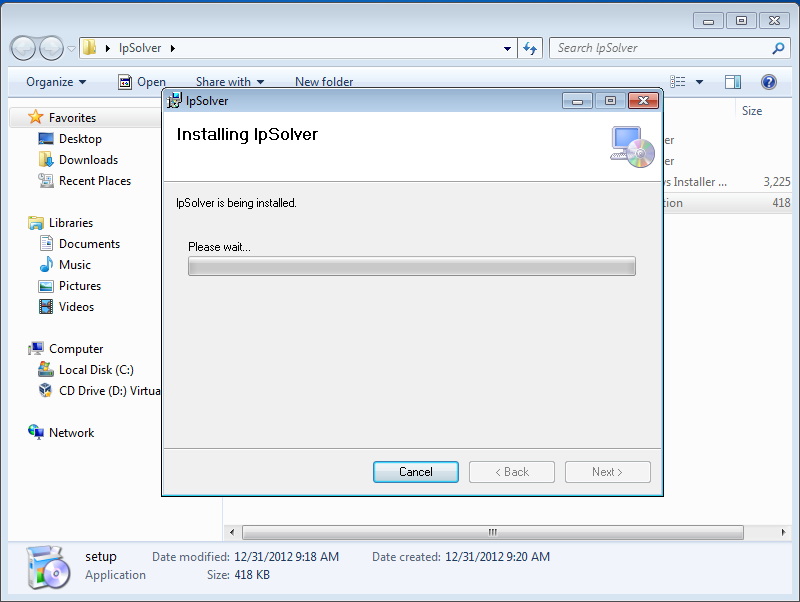
بعد از انتخاب محل نصب؛ بر روی دکمه Next کلیک کنید



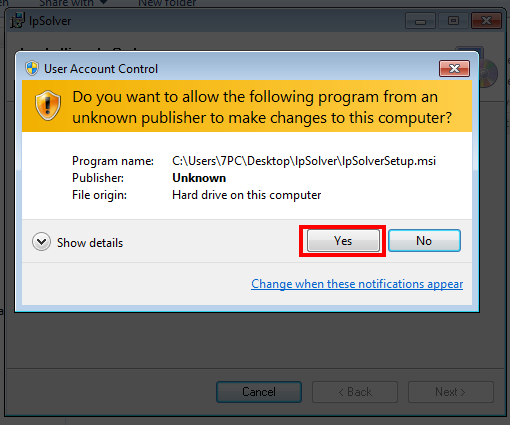
بر روی دکمه Next کلیک کنید



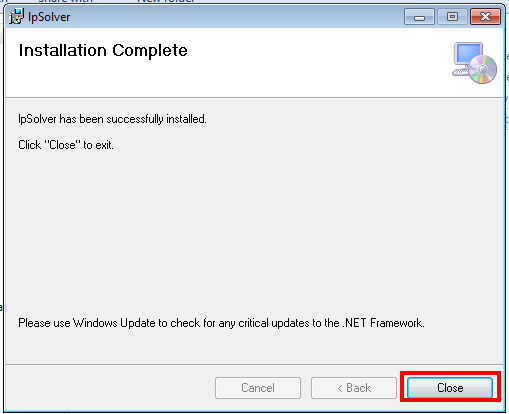
نصب کننده در حال آماده سازی فایل ها، کمی منتظر باشید



با دیدن پیغام زیر بر روی دکمه Yes کلیک کنید



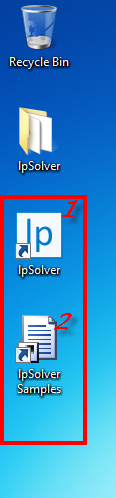
پس از پایان عملیات نصب بر روی دکمه Close کلیک نمایید



اگر عملیات نصب با موفقیت به پایان رسیده باشد، دو Shortcut بر روی دستکاپ ویندوز ساخته می شود.

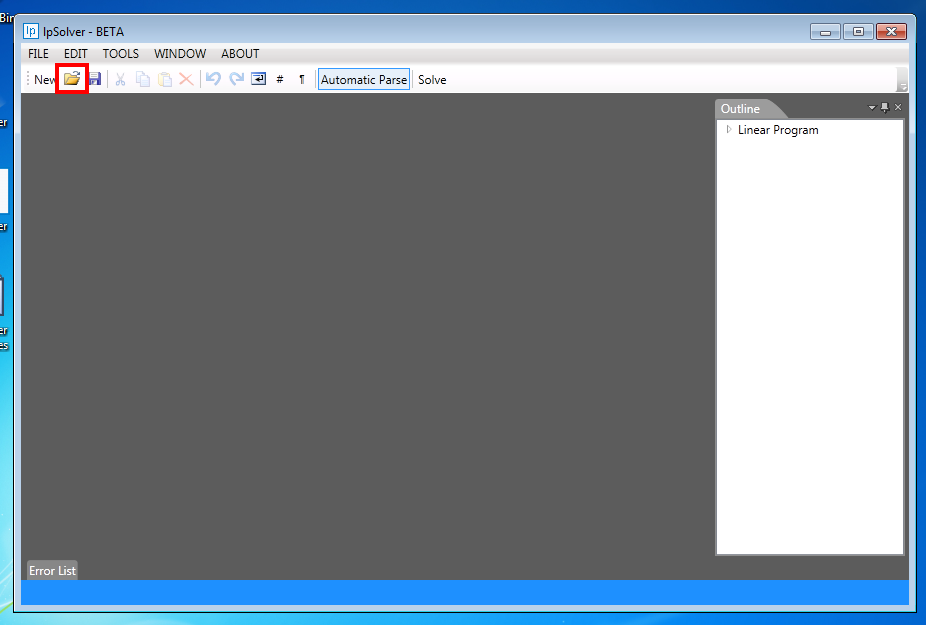
گزینه اول lpSolver – برای اجرای برنامه روی این Shortcut کلیک نمایید

گزینه دوم lpSolver Samples - حاوی برنامه های نمونه lpSolver



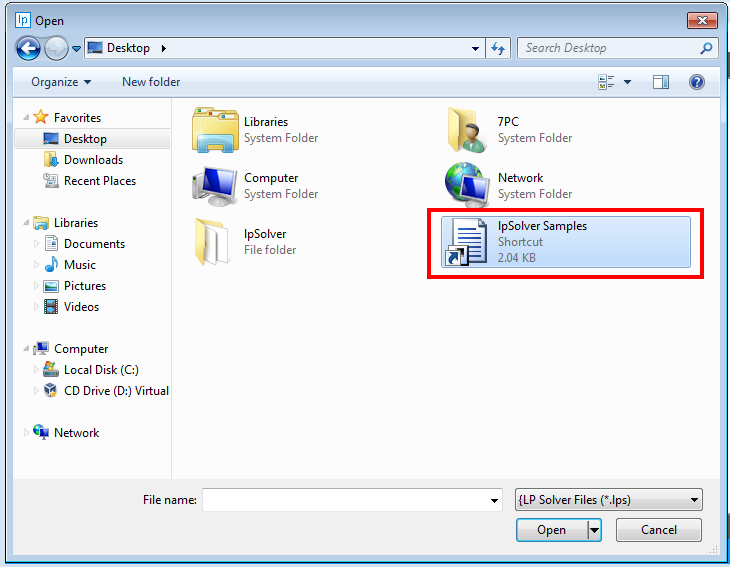
در تصویر زیر مشاهده می نمایید که برنامه lpSolver با موفقیت اجرا شده است. حال می خواهیم یکی از برنامه های نمومه lpSolver را حل نماییم.

بر رو دکمه  کلیک نمایید. (یا می توانید از منو File گزینه Open را انتخاب نمایید)

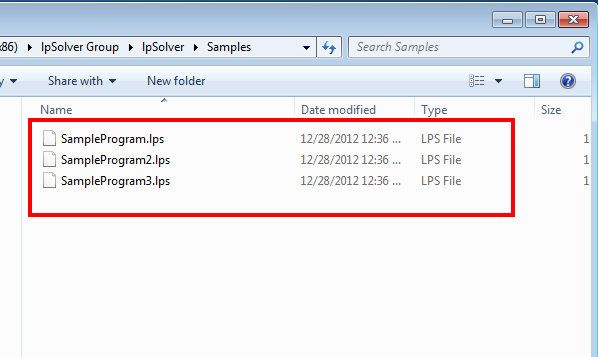


صفحه ی اصلی برنامه lpSolver

صفحه ای باز می شود که می توانید در آن فایل هایی با پسوند \*.lps را انتخاب نمایید. از روی دسکتاپ گزینه ی lpSolver Samples را انتخاب نمایید. با انتخاب این گزینه، وارد پوشه برنامه های نمونه ی lpSolver می شوید.

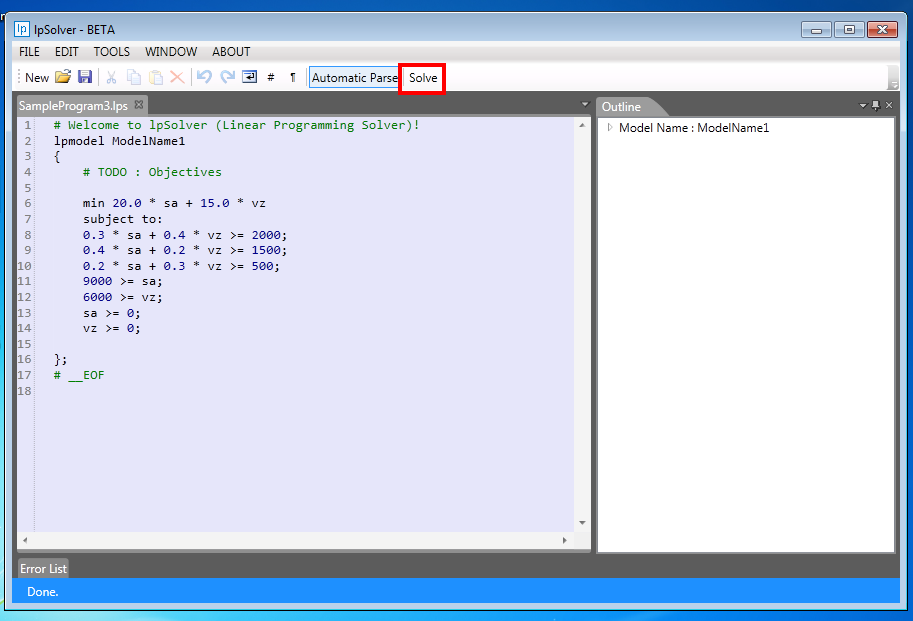


در این قسمت یکی از برنامه های نمونه را انتخاب کنیدو و بر روی دکمه Open کلیک نمایید.

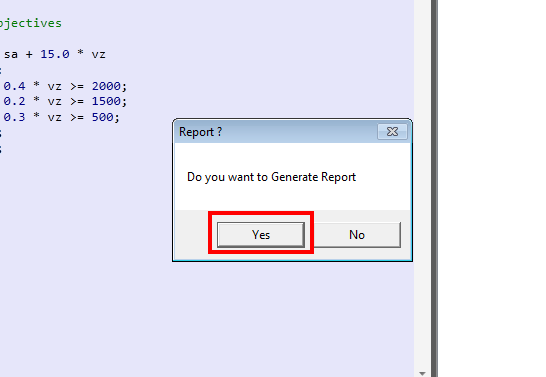


مشاهده می شود که برنامه صفحه جدیدی را باز کرده است که محتوای آن فایل انتخاب شده است.

برای حل این سوال، بر روی دکمه Solve کلیک نمایید.



پیغامی مشاهده خواهید کرد، مبتنی بر اینکه آیا شما از صحت فرمان خود اطمینان دارید یا نه، بر روی دکمه Yes کلیک نمایید.

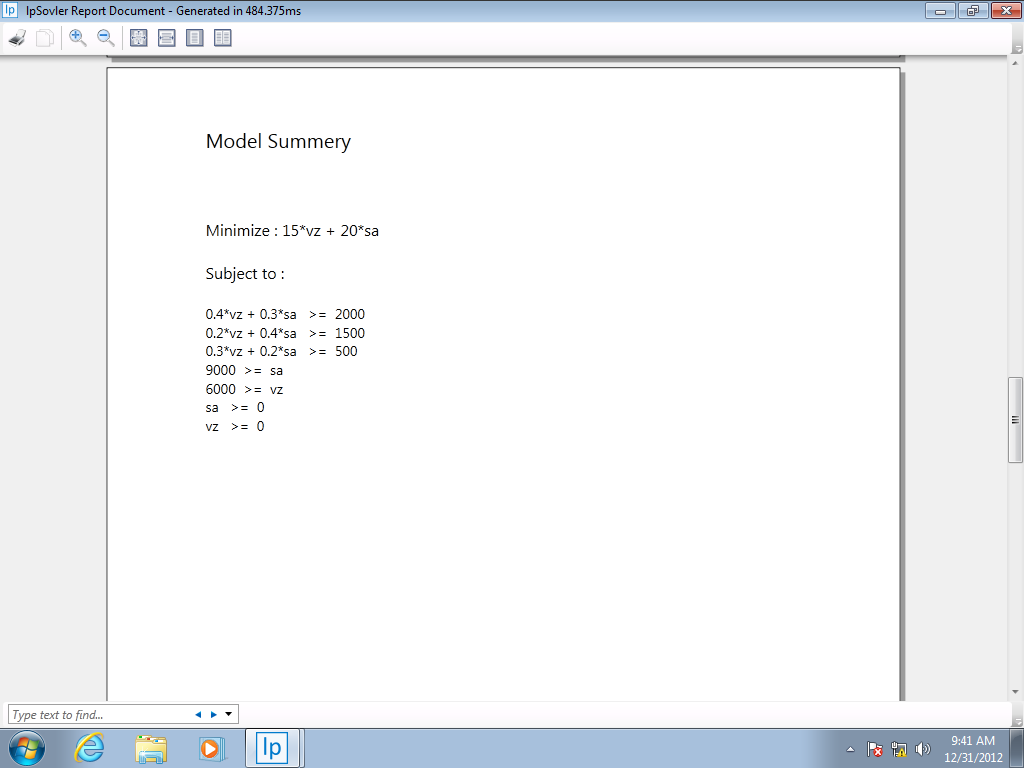


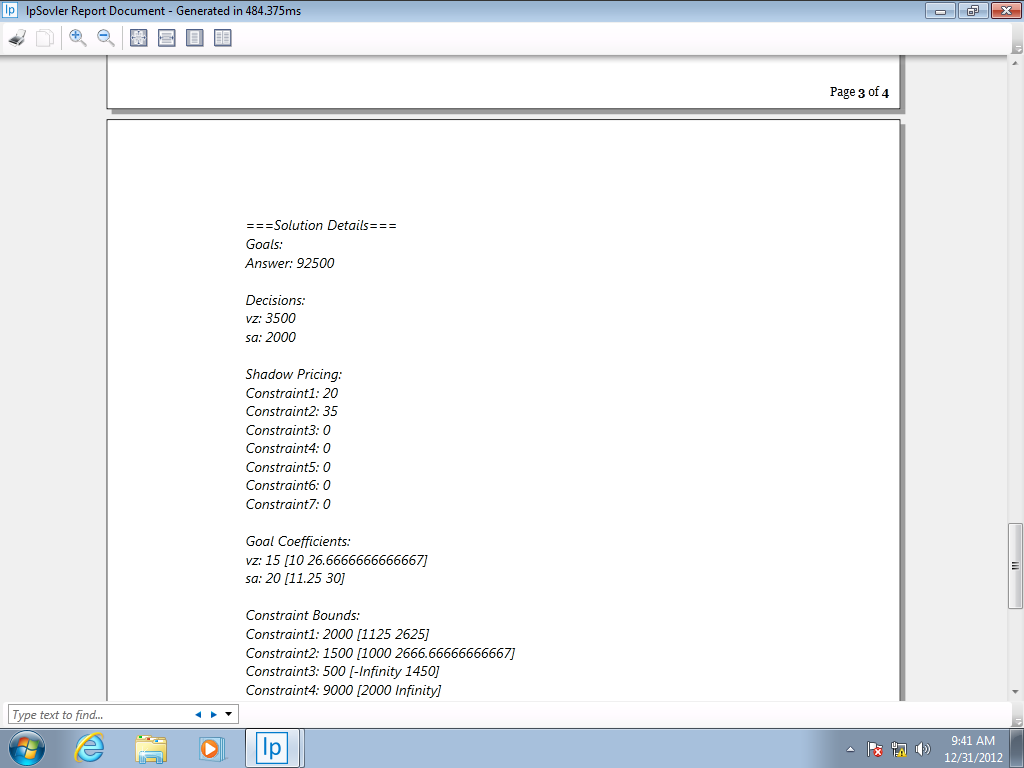
چند لحظه صبر کنید تا برنامه، مدل را حل کرده و گزارش آن را چاپ نماید

در زیر نتیجه ی گزارش را می توانید مشاهده نمایید.



صفحه اول گزارش از حل مسئله





آموزش زبان برنامه

ساختار هر برنامه lpSolver با صورت زیر می باشد

**lpmodel** نام مدل   
**{**  
    # TODO : Objectives   
      
    **min** تابع هدف  
    **subject to**:  
    قید ;  
    قید ;  
      
**}**;  
# \_\_EOF

**کامنت**

lpSolver قابلیت کامنت گذاری در متن برنامه را پشتیبانی می کند. برای نوشتن هر کامنت از کاراکتر # استفاده نمایید و کامنت خود را بنویسید.

**ساختار کلی**

هر برنامه با کلمه ی کلیدی **lpmodel**  آغاز می شود. به دنبال آن نام مدل خواهد آمد.

**نام مدل**

هر برنامه یک نام دارد، بعد از کلمه ی کلیدی **lpmodel**  نام برنامه را تایپ کنید.

**تابع هدف**

دو نوع مدل برنامه ریزی خطی وجود دارد، مینیمم سازی و ماکزیمم سازی.

برای مینیمم سازی از کلمه کلیدی **min**  و برای ماکزیمم سازی از **max**  استفاده کنید. پس از تعیین نوع مدل، تابع هدف را تایپ کنید.

**قیود**

پس از وارد کردن تابع هدف با تایپ کردن کلمه کلیدی **subject to** شروع با وارد کردن قیود خواهیم کرد.

ساختار هر قید به صورت زیر است

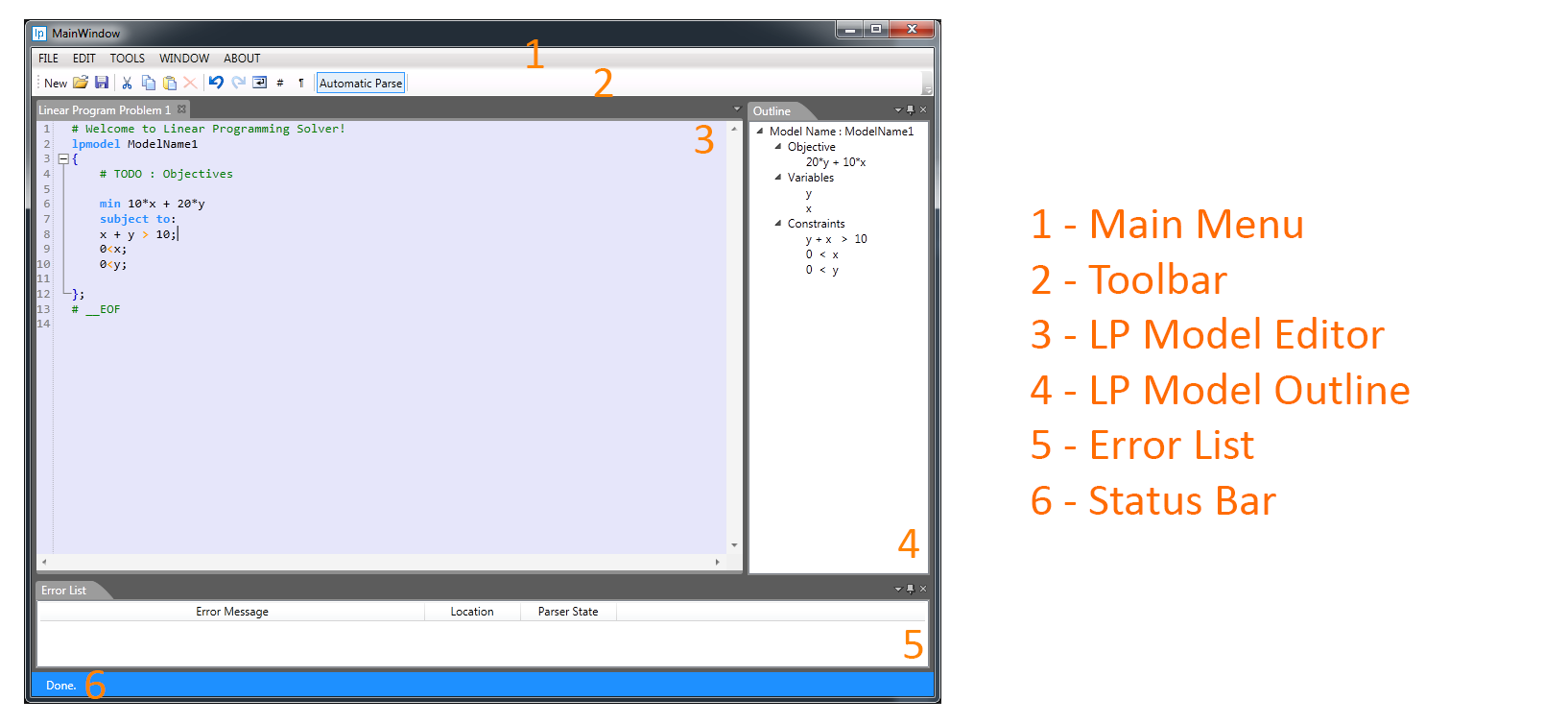
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ; (Semicolon) | چند جمله ای | عملگر | چند جمله ای |

عملگر ها : **==; <; >; =<; >=**

**نمونه ساده ای از یک برنامه**

# Welcome to lpSolver (Linear Programming Solver)!  
**lpmodel** ModelName1   
**{**  
    # TODO : Objectives   
      
    **min** 20.0 \* sa + 15.0 \* vz  
    **subject to**:  
    0.3 \* sa + 0.4 \* vz **>=** 2000;  
    0.4 \* sa + 0.2 \* vz **>=** 1500;  
    0.2 \* sa + 0.3 \* vz **>=** 500;  
    9000 **>=** sa;  
    6000 **>=** vz; # Inline Comment  
      
**}**;  
# \_\_EOF

تصاویری از برنامه



1 – Main Menu

2 – Toolbar

3 – LP Model Editor

4 – LP Model Outline

5 – Error List

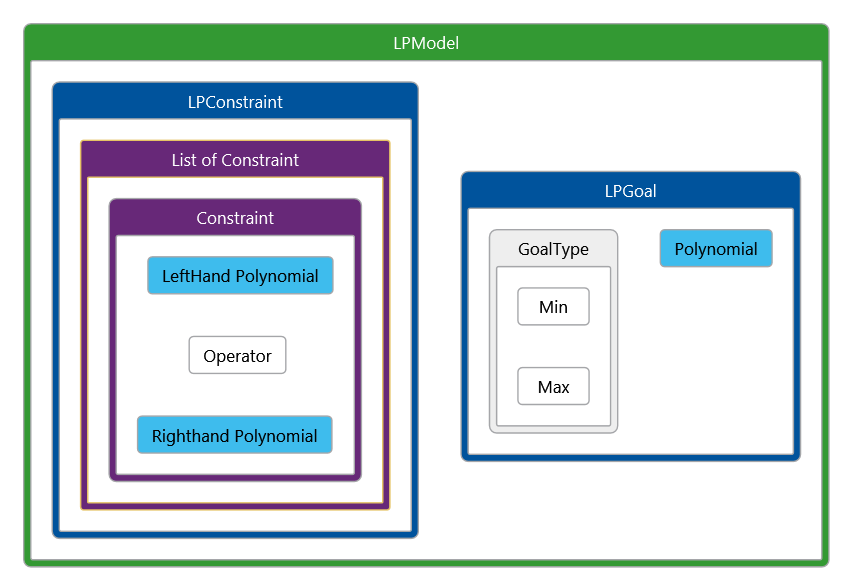
6 – Status Bar

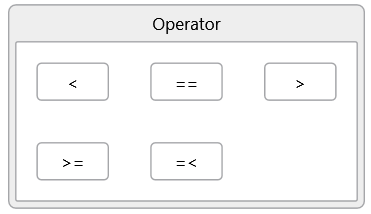
Backus–Naur Form

lpSolver Program Structure

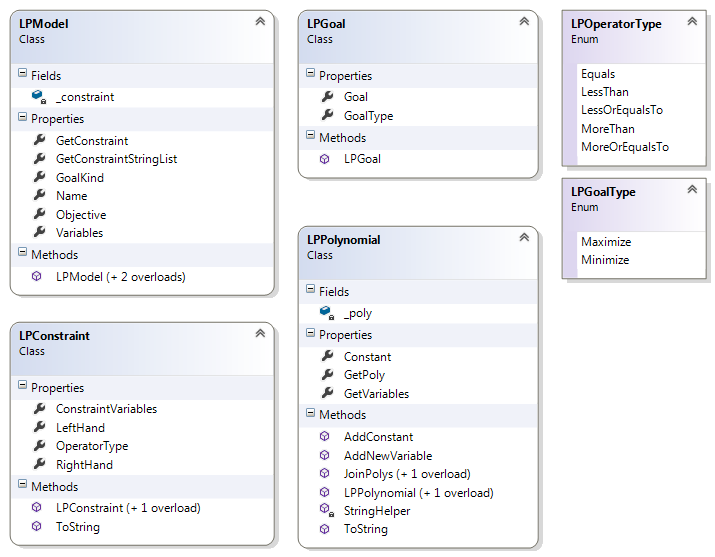


Class Diagrams





Detailed Class Diagram with All Members



حل یک مثال

و مقایسه آن با برنامه Excel و Matlab

مسئله : با توجه با اشباع سفارشات، شرکت *Blaster Steel* برای انجام سفارشات، تصمیم به استخدام کارگران موقت برای دوره ی 5 روزه گرفته است. هر کارگر موقت می تواند به صورت شیفت های دو و یا سه روزه کار کند ( روز های متوالی). حداقل به 10 کارگر در روز های اول، سوم و پنجم نیاز هست. در روز های دوم و چهارم به حداقل 15 کارگر نیاز دارییم. کارگری که شیف دو روزه کار می کند، حقوق 125 دلار روزانه دریافت می کند و کارگری که شیف سه روزه کار می کند روزانه 100 دلار حقوق دریافت می کند.

مسئله استخدام کارگران موقت را مدل سازی کنید، به طوری که هزینه ها حداقل شوند.

**حل سوال، مدل سازی**

*کارگرانی که دو روز متوالی کار می کنند و در روز i ام شروع به کار کردند*

*کارگرانی که سه روز متوالی کار می کنند و در روز j ام شروع به کار کردند*

*هدف، مینیمم سازی هزینه ها*

*Subject to*

***قسمت اول***

*جواب سوال به وسیله Excel*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | x1 | x2 | x3 | x4 | y1 | y2 | y3 |  |  |  |  |
| Variables | 5 | 0 | 0 | 10 | 5 | 5 | 0 |  | ANSWER |  | VALUE |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Goal, Minimize | 250 | 250 | 250 | 250 | 300 | 300 | 300 |  | 6750 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Constraints |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Day 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 10 | >= | 10 |
| Day 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |  | 15 | >= | 15 |
| Day 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |  | 10 | >= | 10 |
| Day 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |  | 15 | >= | 15 |
| Day 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |  | 10 | >= | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Variable Signs | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 5 | >= | 0 |
|  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 0 | >= | 0 |
|  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 0 | >= | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 10 | >= | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 5 | >= | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 5 | >= | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 0 | >= | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Microsoft Excel 15.0 Answer Report** | | | |  |  |  |  |
| **Worksheet: [Linear Programming Solution.xlsx]Sheet1** | | | | |  |  |  |
| **Report Created: 12/16/2012 9:01:53 PM** | | | |  |  |  |  |
| **Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.** | | | | | | |  |
| **Solver Engine** | | |  |  |  |  |  |
| **Solver Options** | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Objective Cell (Min) | | |  |  |  |  |  |
|  | **Cell** | **Name** | **Original Value** | **Final Value** |  |  |  |
|  | $J$8 | Goal, Minimize ANSWER | 6750 | 6750 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Variable Cells | | |  |  |  |  |  |
|  | **Cell** | **Name** | **Original Value** | **Final Value** | **Integer** |  |  |
|  | **$B$4:$H$4** | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Constraints | | |  |  |  |  |  |
|  | **Cell** | **Name** | **Cell Value** | **Formula** | **Status** | **Slack** |  |
|  | $J$12 | Day 1 ANSWER | 10 | $J$12>=$L$12 | Binding | 0 |  |
|  | $J$13 | Day 2 ANSWER | 15 | $J$13>=$L$13 | Binding | 0 |  |
|  | $J$14 | Day 3 ANSWER | 10 | $J$14>=$L$14 | Binding | 0 |  |
|  | $J$15 | Day 4 ANSWER | 15 | $J$15>=$L$15 | Binding | 0 |  |
|  | $J$16 | Day 5 ANSWER | 10 | $J$16>=$L$16 | Binding | 0 |  |
|  | $J$19 | Variable Signs ANSWER | 5 | $J$19>=$L$19 | Not Binding | 5 |  |
|  | $J$20 | ANSWER | 0 | $J$20>=$L$20 | Binding | 0 |  |
|  | $J$21 | ANSWER | 0 | $J$21>=$L$21 | Binding | 0 |  |
|  | $J$22 | ANSWER | 10 | $J$22>=$L$22 | Not Binding | 10 |  |
|  | $J$23 | ANSWER | 5 | $J$23>=$L$23 | Not Binding | 5 |  |
|  | $J$24 | ANSWER | 5 | $J$24>=$L$24 | Not Binding | 5 |  |
|  | $J$25 | ANSWER | 0 | $J$25>=$L$25 | Binding | 0 |  |

تحلیل حساسیت

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Microsoft Excel 15.0 Sensitivity Report** | | | |  |  |  |  |
| **Worksheet: [Linear Programming Solution.xlsx]Sheet1** | | | | | |  |  |
| **Report Created: 12/16/2012 9:01:53 PM** | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Variable Cells | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **Final** | **Reduced** | **Objective** | **Allowable** | **Allowable** |
|  | **Cell** | **Name** | **Value** | **Cost** | **Coefficient** | **Increase** | **Decrease** |
|  | **$B$4:$H$4** | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Constraints | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **Final** | **Shadow** | **Constraint** | **Allowable** | **Allowable** |
|  | **Cell** | **Name** | **Value** | **Price** | **R.H. Side** | **Increase** | **Decrease** |
|  | $J$12 | Day 1 ANSWER | 10 | 50 | 10 | 0 | 5 |
|  | $J$13 | Day 2 ANSWER | 15 | 200 | 15 | 5 | 0 |
|  | $J$14 | Day 3 ANSWER | 10 | 50 | 10 | 5 | 5 |
|  | $J$15 | Day 4 ANSWER | 15 | 50 | 15 | 0 | 5 |
|  | $J$16 | Day 5 ANSWER | 10 | 200 | 10 | 5 | 0 |
|  | $J$19 | Variable Signs ANSWER | 5 | 0 | 0 | 5 | 1E+30 |
|  | $J$20 | ANSWER | 0 | 0 | 0 | 0 | 1E+30 |
|  | $J$21 | ANSWER | 0 | 150 | 0 | 5 | 0 |
|  | $J$22 | ANSWER | 10 | 0 | 0 | 10 | 1E+30 |
|  | $J$23 | ANSWER | 5 | 0 | 0 | 5 | 1E+30 |
|  | $J$24 | ANSWER | 5 | 0 | 0 | 5 | 1E+30 |
|  | $J$25 | ANSWER | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |

***قسمت دوم***

*جواب سوال به وسیله Matlab*

f=[250;250;250;250;300;300;300];

A=-[1,0,0,0,1,0,0;1,1,0,0,1,1,0;0,1,1,0,1,1,1;0,0,1,1,0,1,1;0,0,0,1,0,0,1];

b=-[10;15;10;15;10];

Aeq=[];

beq=[];

l=[0;0;0;0;0;0;0];

u=[];

x=linprog(f,A,b,Aeq,beq,l,u);

f=transpose(f);

z=f\*x;

x

z

*Answers*

*x =*

*7.5000*

*0.0000*

*0.0000*

*7.5000*

*2.5000*

*5.0000*

*2.5000*

*z = 6.7500e+03*

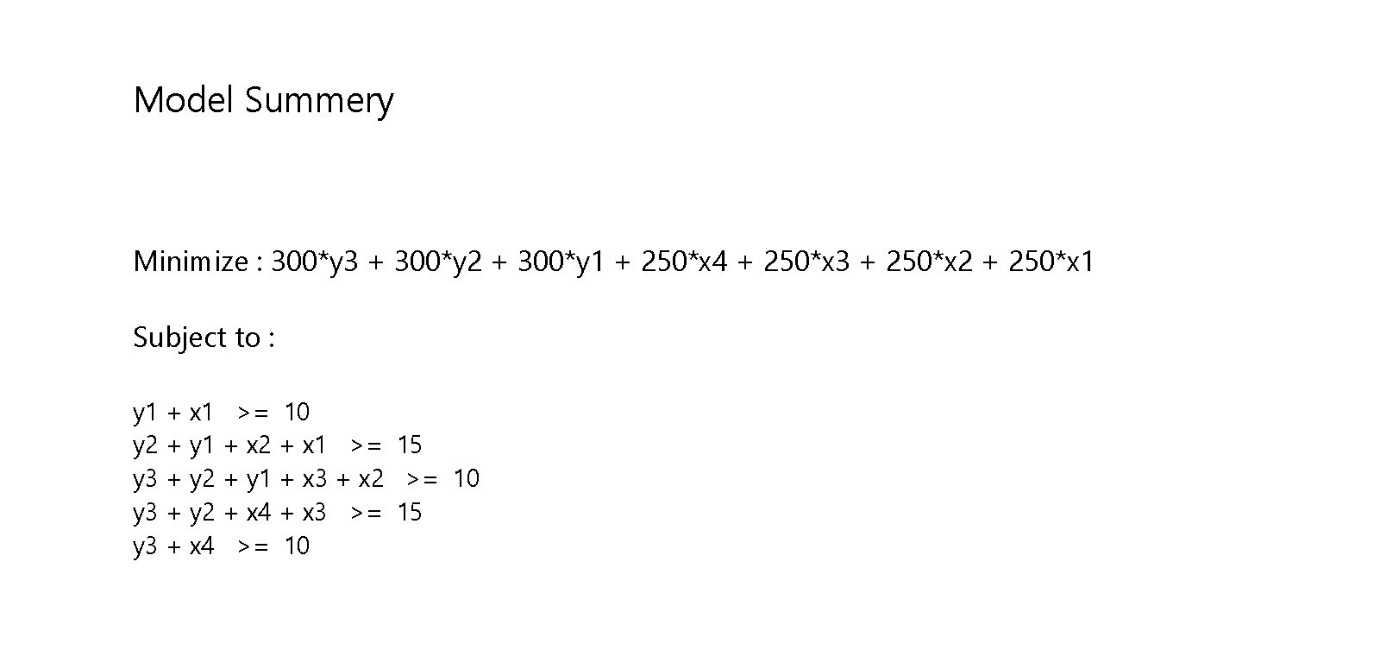
***قسمت سوم***

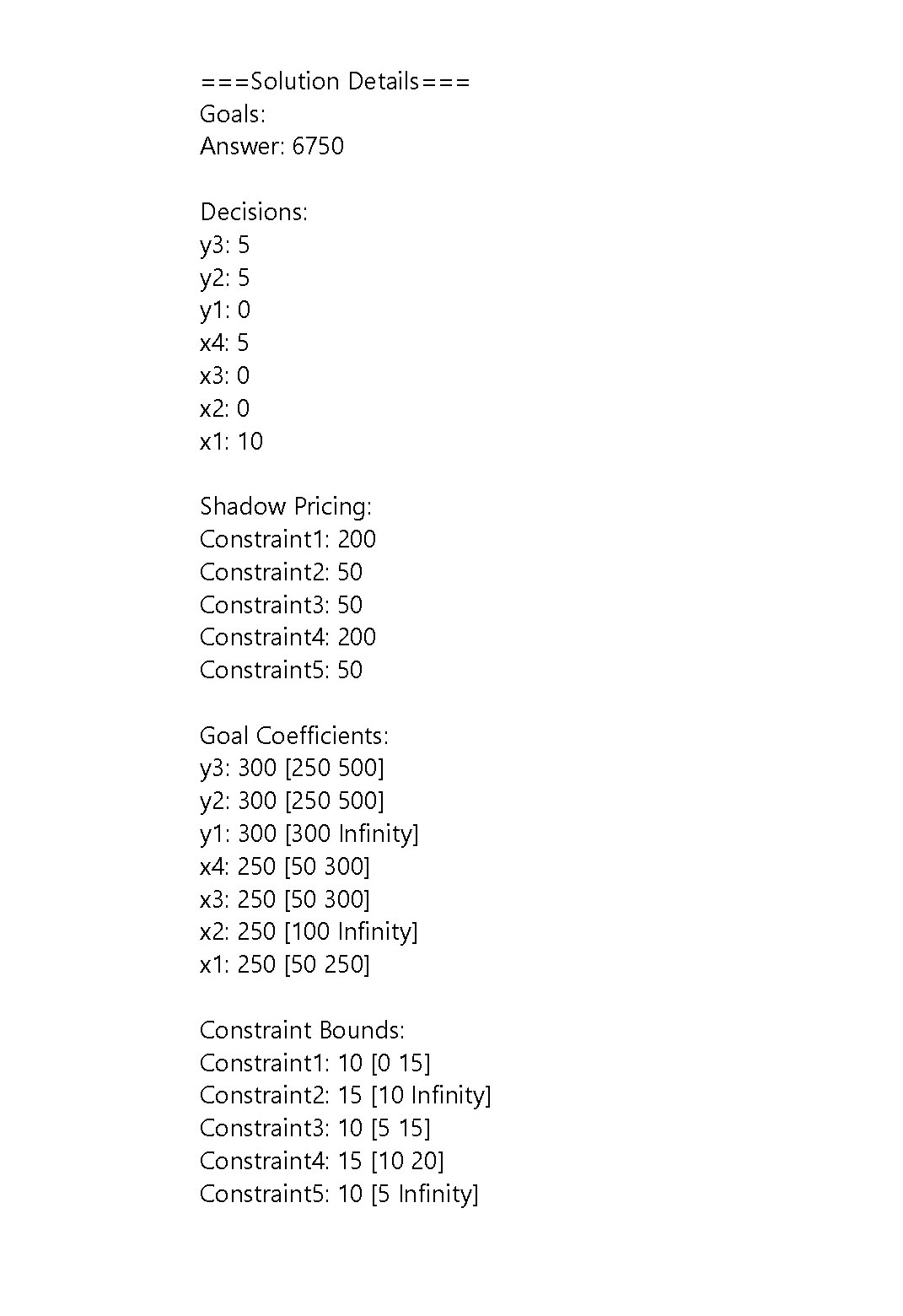
*جواب سوال به وسیله lpSolver*

*کد مربوط به این مدل، بسیار به خود مدل شبیه می باشد.*

**

*نتیجه*



**