الگوریتم فاخته

مقاله اصلی الگوریتم فاخته

Cuckoo Search via Lévy Flights

Xin-She Yang
Department of Engineering,
University of Cambridge
Trumpinton Street
Cambridge CB2 1PZ, UK

Suash Deb
Department of Computer Science & Engineering
C. V. Raman College of Engineering
Bidyanagar, Mahura, Janla
Bhubaneswar 752054, INDIA

Citation detail: X.-S. Yang, S. Deb, "Cuckoo search via Lévy flights", in: *Proc. of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing* (NaBIC 2009), December 2009, India. IEEE Publications, USA, pp. 210-214 (2009).

Abstract

In this paper, we intend to formulate a new meta-heuristic algorithm, called Cuckoo Search (CS), for solving optimization problems. This algorithm is based on the obligate brood parasitic behaviour of some cuckoo species in combination with the Lévy flight behaviour of some birds and fruit flies. We validate the proposed algorithm against test functions and then compare its performance with those of genetic algorithms and particle swarm optimization. Finally, we discuss the implication of the results and suggestion for further research.

این مقاله در سال ۲۰۰۹ ارایه شد که ورش بسیار جدیدی می باشد.

این الگوریتم الهام گرفته شده از زندگی پرنده فاخته است. مبنای این الگوریتم بر اساس پدیده تخم گذاری این پرنده عمل می نماید.

داستان فاخته ها

فاخته به قرار دادن تخم‌هایش در اشیانه پرندگان میزبان دیگر (از گونه‌های دیگر) مشهور است.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



اگر پرنده میزبان تخم‌هایی را پیدا کند که متعلق به انها نیست، او این تخم‌های بیگانه را دور می‌اندازد یا اشیانه اش را به راحتی ترک می‌کند و جای دیگر اشیانه جدیدی می‌سازد.



در حالت دیگر تخم فاخته شناسایی نمیشود و بعد از در امدن از تخم تخم های میزبان را نابود میکند.

فاخته ها دیگر در نسل های بعدی به سمت موقعیت فاخته ای میروند که کمترین نابودی تخم را داشته است.

یک مساله ساده به کمک الگوریتم فاخته

$$\text{Sphere} = \sum x^2$$

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

فاخته					برازندگی
1.2	0.5	6.3	-5		66.38

پارامترهای اولیه

- nvar=5; % Number of Variables
- lb=-10*ones(1,nvar); % Lower Bound
- ub= 10*ones(1,nvar); % Upper Bound

- npop=10; % Population size
- maxiter=1000; % Number of generations
- beta & Sigma; Radius of movement
- Alpha=0.01; %Step Size
- pa=0.6; % Discovery rate of alien eggs/solutions

ویژگی های یک فاخته

- موقعیت
- کیفیت

تولید جمعیت اولیه تصادفی

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

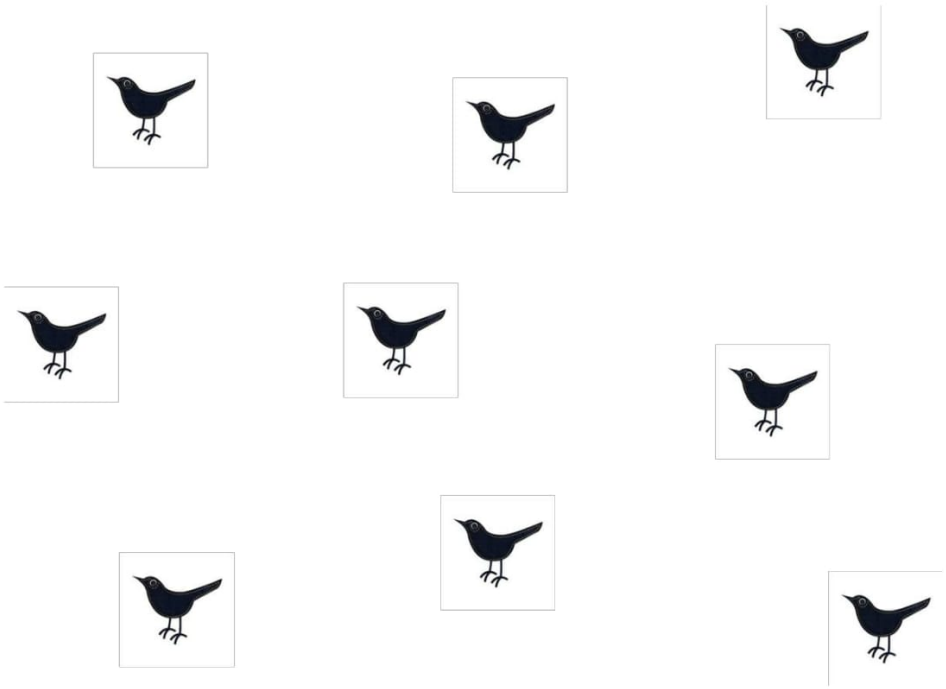
- موقعیت

تصادفی بین حد پایین و بالا

- کیفیت

محاسبه برازندگی

جمعیت اولیه



شروع حلقه اصلی

به ازای هر فاخته دو نوع حرکت داریم:

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

۱- حرکت تعالی : حرکت به سمت بهترین فاخته

۲- حرکت تصادفی با الگوی خاص

حرکت تعالی

هر فاخته میخواهد به سمت بهترین فاخته حرکت کند



ولی اینکه تا چه حد به بهترین فاخته نزدیک شود باید به صورت ریاضی بررسی شود



که کد نویسی حرکت بالا به صوت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

$$nest_i^{(t+1)} = nest_i^{(t)} + \alpha . S.(nest_i^{(t)} - nest_{best}^{(t)}).r$$

$$r \sim N(0,\ \sigma^2) \qquad S = \frac{u}{|v|^{1/\beta}}$$

$$u \sim N(0,\ \sigma_u^2), \quad v \sim N(0,\sigma_v^2)$$

$$\sigma_u = \left\{ \frac{\Gamma(1+\beta)\ \sin(\pi\beta/2)}{\Gamma\left[(1+\beta)/2\right]\ \beta\ 2^{(\beta-1)/2}} \right\}^{1/\beta}, \qquad \sigma_v = 1$$

اگر موقعیت جدید بهتر بود اپدیت میشود

حرکت تصادفی با الگوی خاص

$$S = rand .\left(nests\left(randperm1(n),:\right) - nests\left(randperm2(n),:\right)\right)$$

$$nest^{t+1} = nest^{t} + S.*P$$

$$P_{ij} = \begin{cases} 1 & if\ rand < pa \\ 0 & if\ rand \geq pa \end{cases}$$

اگر موقعیت جدید بهتر بود اپدیت میشود

بهترین فاخته شناسایی میشود

پایان یک دور از حلقه اصلی

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس 921 0919 0912 آدرس میل: hamedmirshekar@gmail.com

تا زمان برقراری شرط توقف حلقه تکرار میشود

شرط توقف میتواند تعداد تکرار باشد

کد نویسی الگوریتم فاخته در متلب

فایل های الگوریتم به صورت زیر می باشد.

فایل اصلی الگوریتم به صورت زیر است.

```
function gpop=CuckooSearch(CostFunction,nvar,npop,maxiter,VarMin,VarMax)



lb=VarMin;     % Lower Bound
ub= VarMax;     % Upper Bound
%% parameters setting


beta=3/2;
sigma=(gamma(1+beta)*sin(pi*beta/2)...
      /(gamma((1+beta)/2)*beta*2^((beta-1)/2)))...
      ^(1/beta);

Alpha=0.01; %Step Size
pa=0.6;      % Discovery rate of alien eggs/solutions


data.lb=lb;
data.ub=ub;
data.nvar=nvar;
%% initialization
tic
emp.x=[];
emp.fit=[];

pop=repmat(emp,npop,1);

for i=1:npop
pop(i).x=unifrnd(lb,ub);
pop(i)=CostFunction(pop(i),data);
end
```

```
[~,index]=min([pop.fit]);
gpop=pop(index);

%% main loop
BEST=zeros(maxiter,1);
MEAN=zeros(maxiter,1);


for iter=1:maxiter
    newpop=pop;
    for i=1:npop

    % Generate new solutions (but keep the current best)
    % Levy flights

    x=pop(i).x;
    u=randn(size(x))*sigma;
    v=randn(size(x));
    S=u./abs(v).^(1/beta);
    r=randn(size(x));
    newx=x+(Alpha*S.*(x-gpop.x).*r);



    newpop(i).x=newx;
    newpop(i)=CostFunction(newpop(i),data);

    if newpop(i).fit<pop(i).fit
        pop(i)=newpop(i);
          if newpop(i).fit<gpop.fit
             gpop=newpop(i);
          end
    end



    % Discovery and randomization

        j1=randi([1 npop]);
        j2=randi([1 npop]);
        x=pop(i).x;

        S=rand(size(x)).*(pop(j1).x-pop(j2).x);

        Pij=rand(size(x));
        Pij(Pij>pa)=1;
        Pij(Pij<pa)=0;

        newx=x+(Pij.*S);

        newpop(i).x=newx;
        newpop(i)=CostFunction(newpop(i),data);

            if newpop(i).fit<pop(i).fit
                pop(i)=newpop(i);
                  if newpop(i).fit<gpop.fit
                     gpop=newpop(i);
```

```
                end
            end



    end


  BEST(iter)=gpop.fit;
  MEAN(iter)=mean([pop.fit]);

  disp(['Iter = ' num2str(iter) ' BEST = ' num2str(gpop.fit) ]);


end
```

فایل بعدی نیز به صورت زیر می باشد.

```
function x=CB(x,lb,ub)
     x=max(x,lb);
     x=min(x,ub);
end
```

در ادامه برای مثال مد نظر

$$\text{Sphere} = \sum x^2$$

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **921 0919 0912** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

فایل تابع هزینه به صورت زیر است.

```
function sol=m1cost(sol,data)
lb=data.lb;
ub=data.ub;
param=sol.x;
param=CB(param,lb,ub);



sol.fit=sum(param.^2);



sol.x=param;
end
```

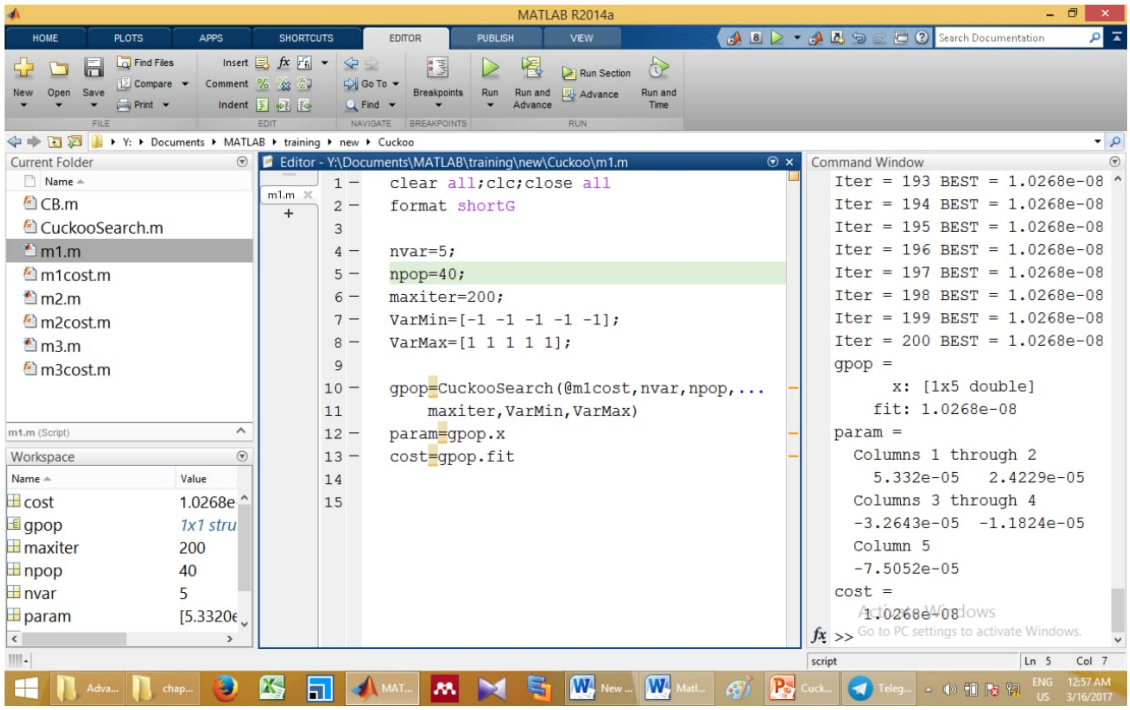
و تابع اصلی اجرا کننده برای این مثال به صورت زیر است.

```
clear all;clc;close all
format shortG

nvar=5;
npop=200;
maxiter=200;
VarMin=[-1 -1 -1 -1 -1];
VarMax=[1 1 1 1 1];

gpop=CuckooSearch(@m1cost,nvar,npop,maxiter,VarMin,VarMax)
param=gpop.x
cost=gpop.fit
```

که با اجرای برنامه نتایج زیر حاصل می شود.



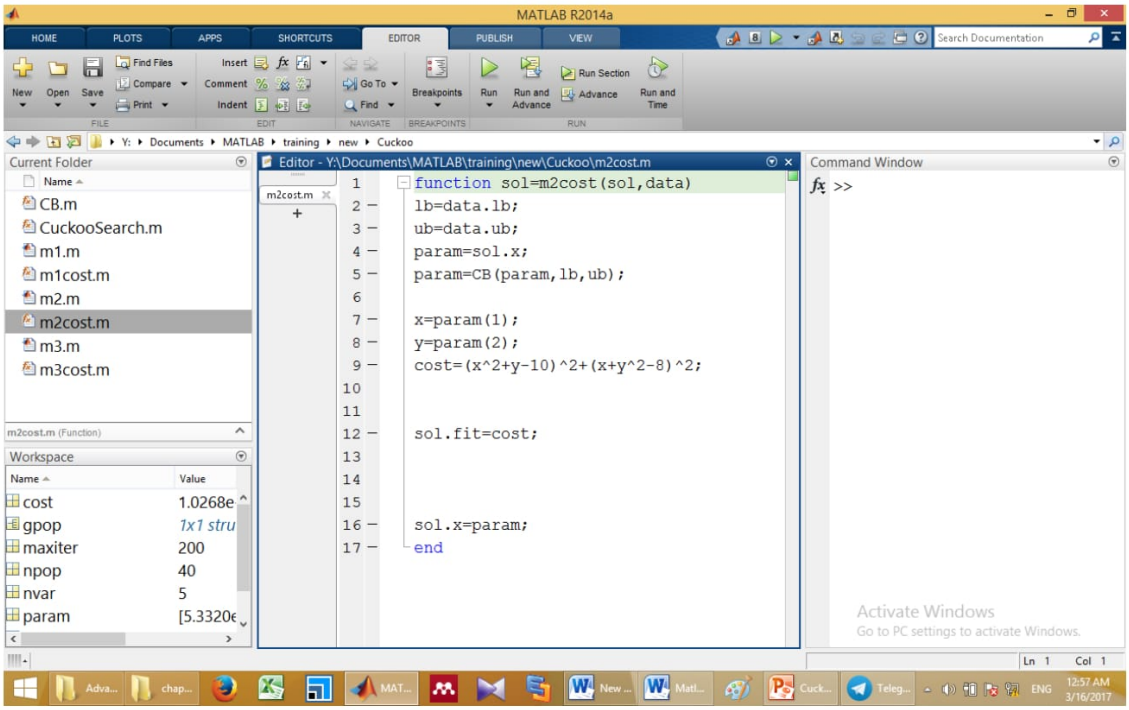
حالا در ادامه مسایلی که در قبل توسط Ga و PSO را حل کردیم از طریق این الگوریتم حل میکنیم.

مثال ۲- فرض کنید میخواهیم تابع زیر را حداقل کنیم.

$$F=(x^2+y-10)^2+(x+y^2-8)^2$$

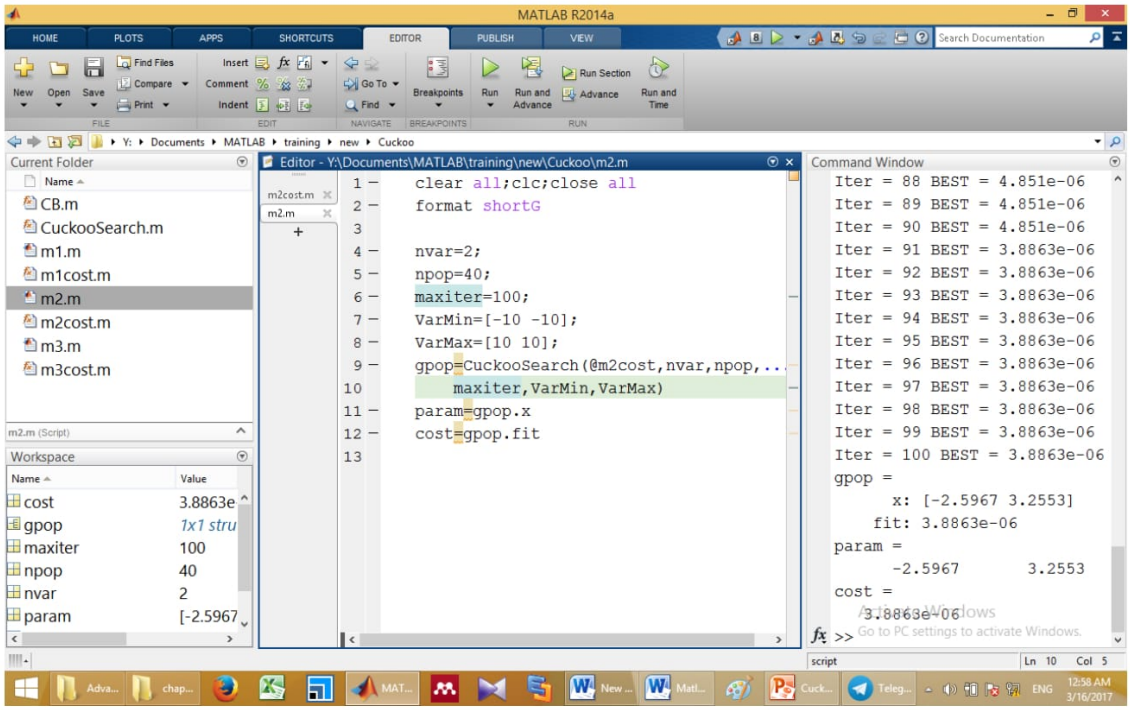
تابع هزینه به صورت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



و تابع اصلی به همراه اجرا به صورت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

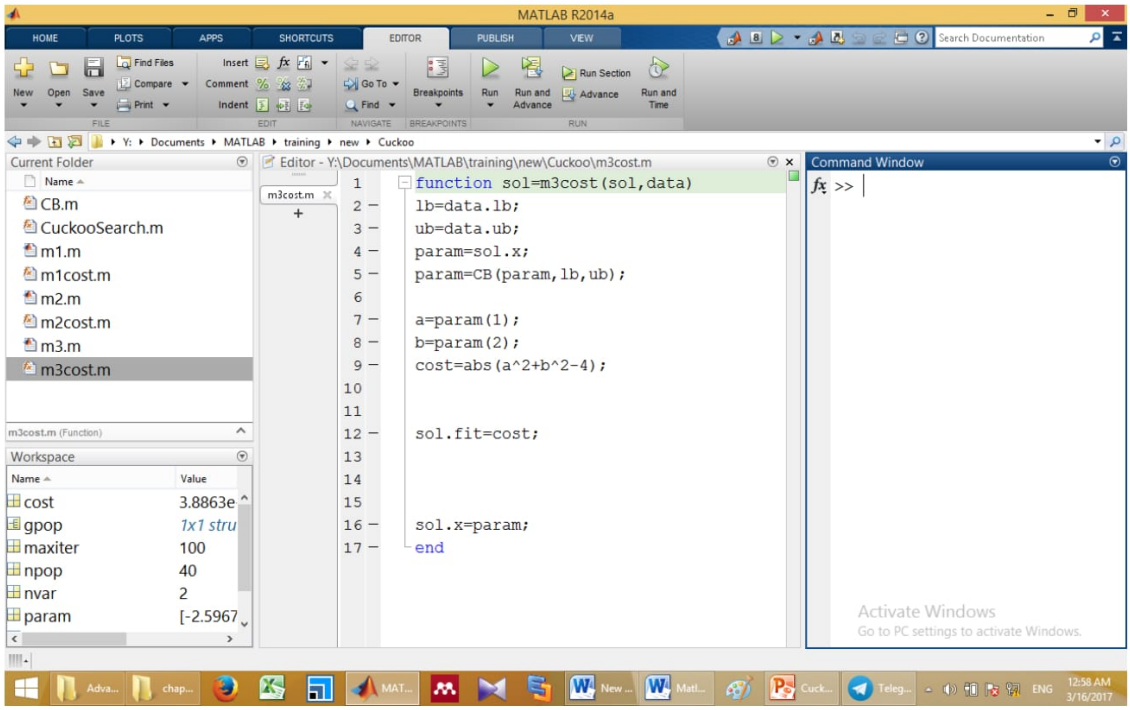


مثال ۳- حالا جواب معادله زیر را پیدا کنید.

$a^2+b^2=4$

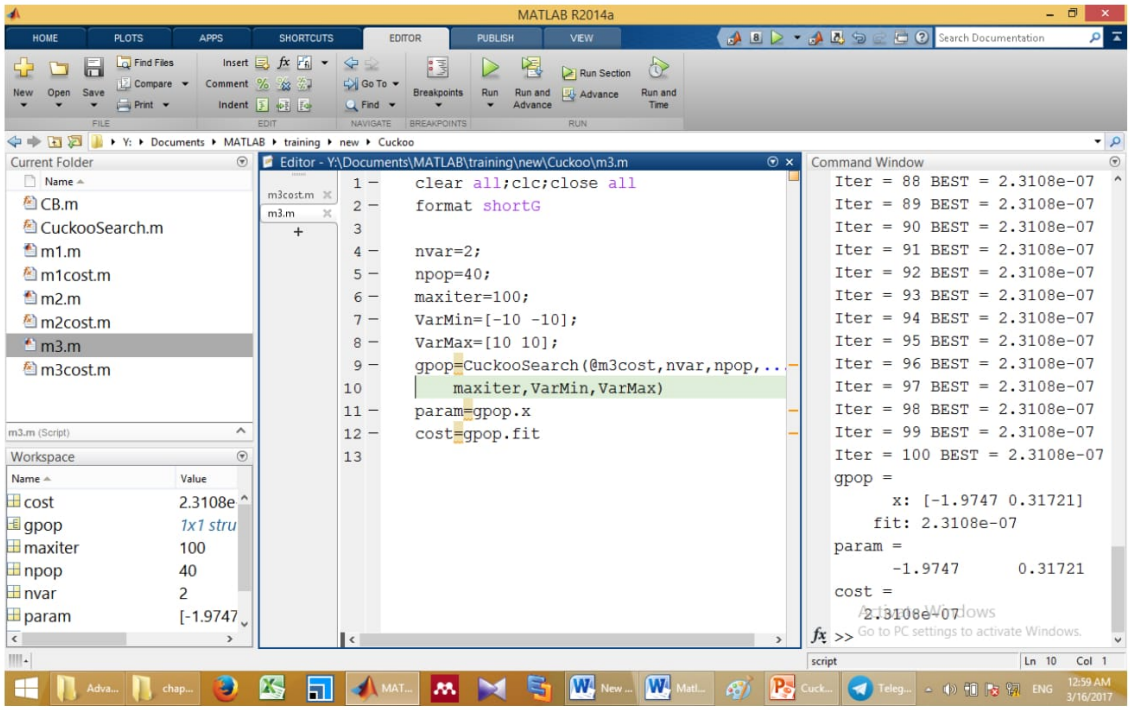
تابع هزینه به صورت زیر است.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



و تابع اصلی به همراه اجرا به صورت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

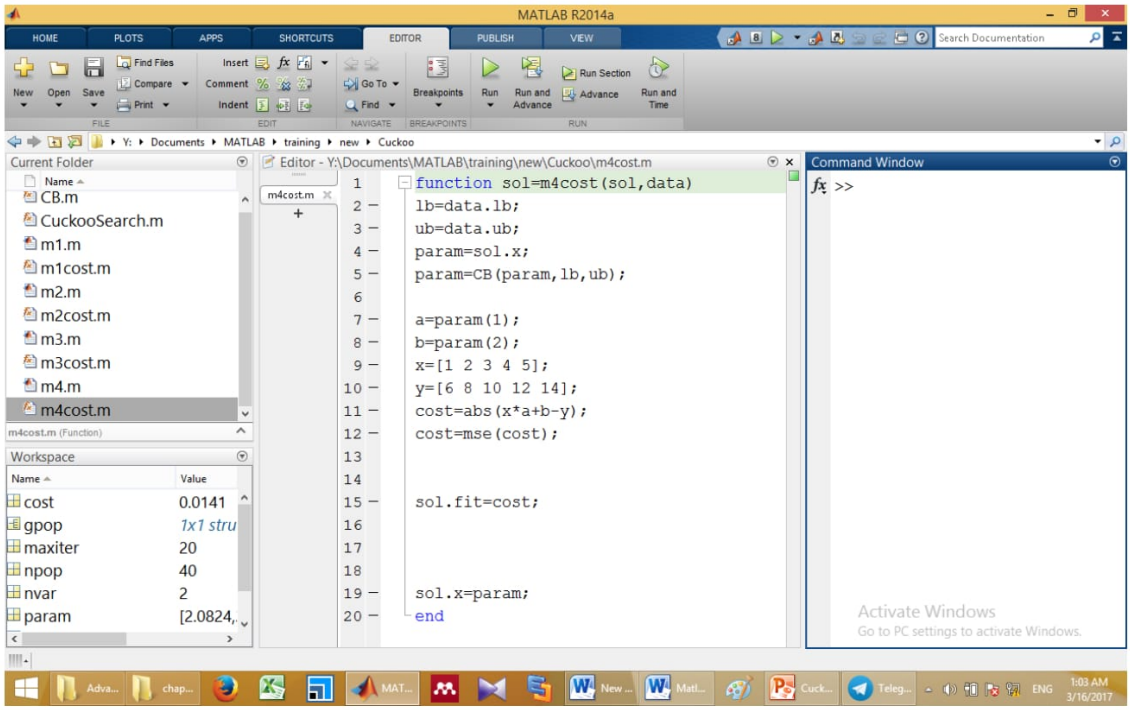


مثال ۴- حال مثال زیر را حل کنید.

$$\begin{cases} a+b=6 \\ 2a+b=8 \\ 3a+b=10 \\ 4a+b=12 \\ 5a+b=14 \end{cases}$$

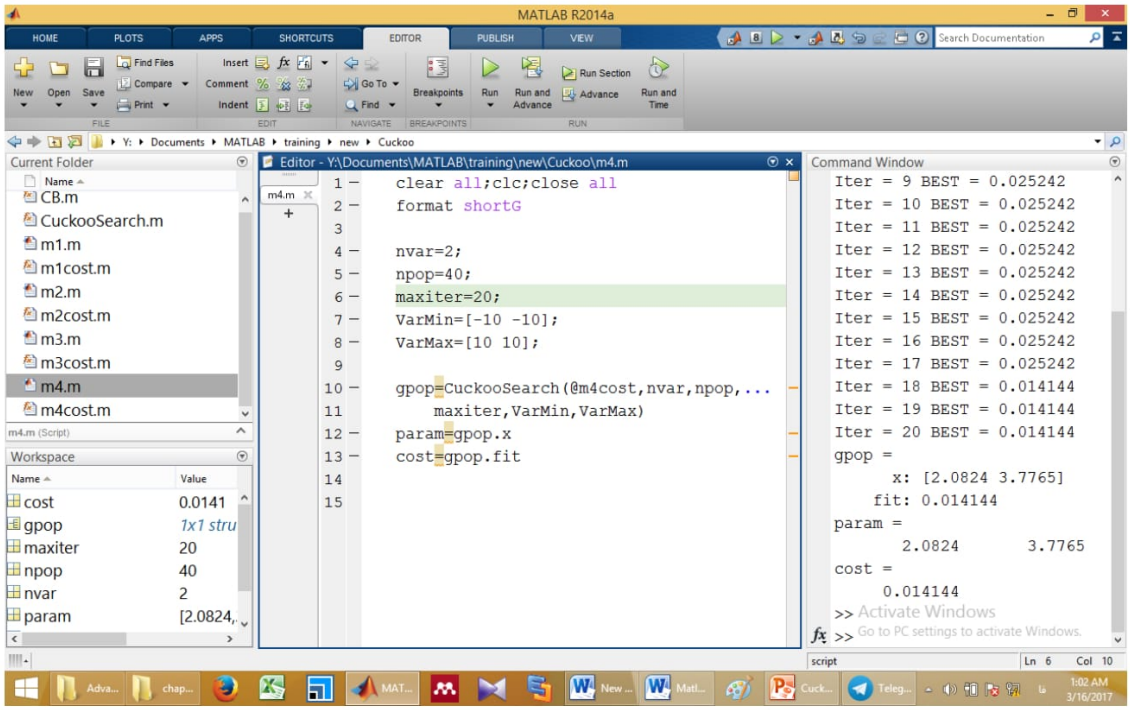
تابع هزینه به صورت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



و تابع اصلی به همراه اجرا به صورت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



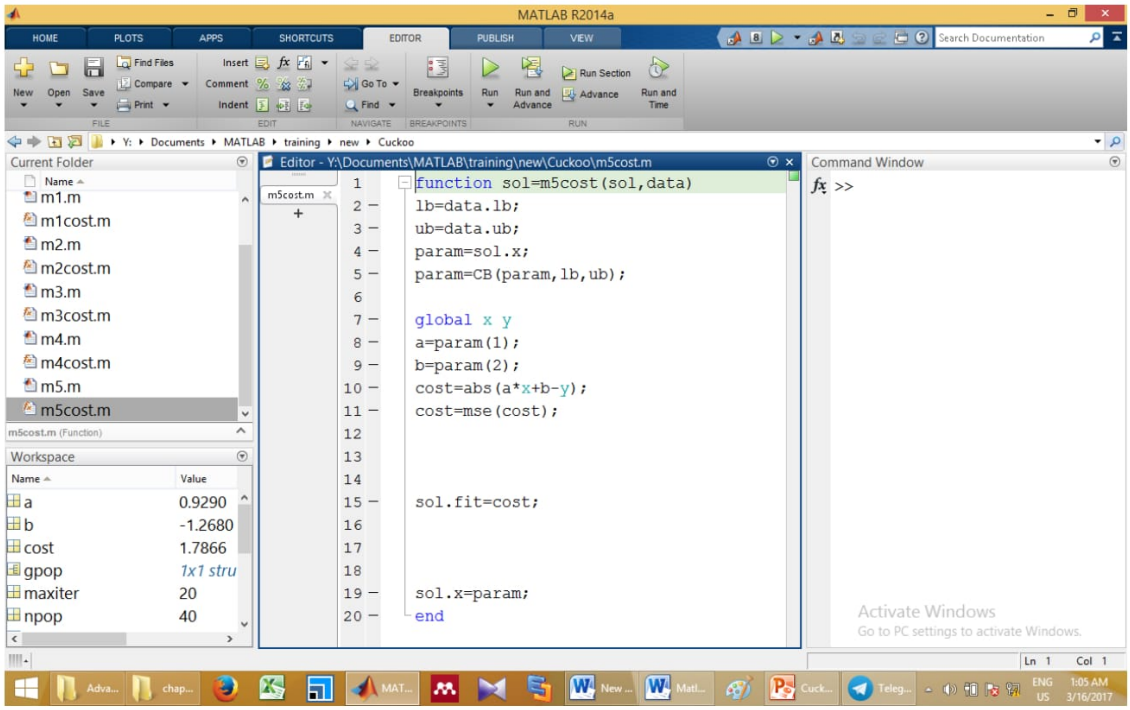
حالا دوباره بر میگردیم سراغ همون محاسبه میزان حلالیت نمک در آب داده به صورت زیر بودند.

X	1	3	4	6	8	9	11	14
y	1	2	4	4	5	7	8	9

مثال ۵- ابتدا میخواهیم همین داده ها را با معادله درجه اول برازش کنیم. به صورت زیر می شود.

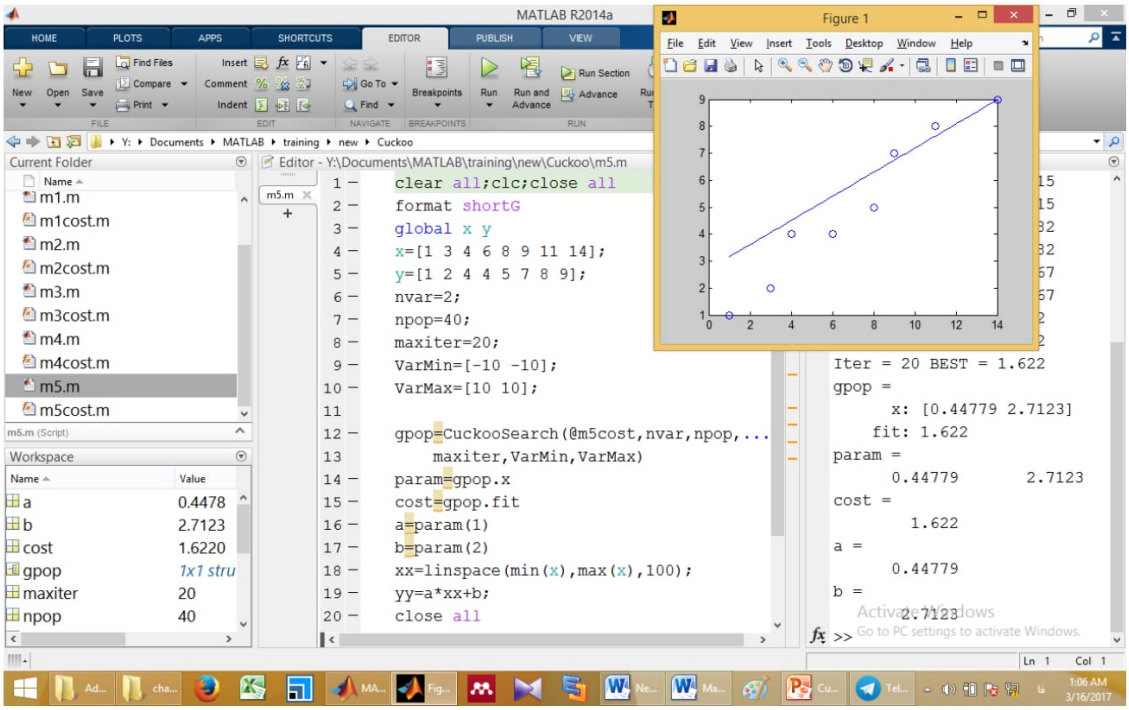
تابع هزینه به صورت زیر است.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



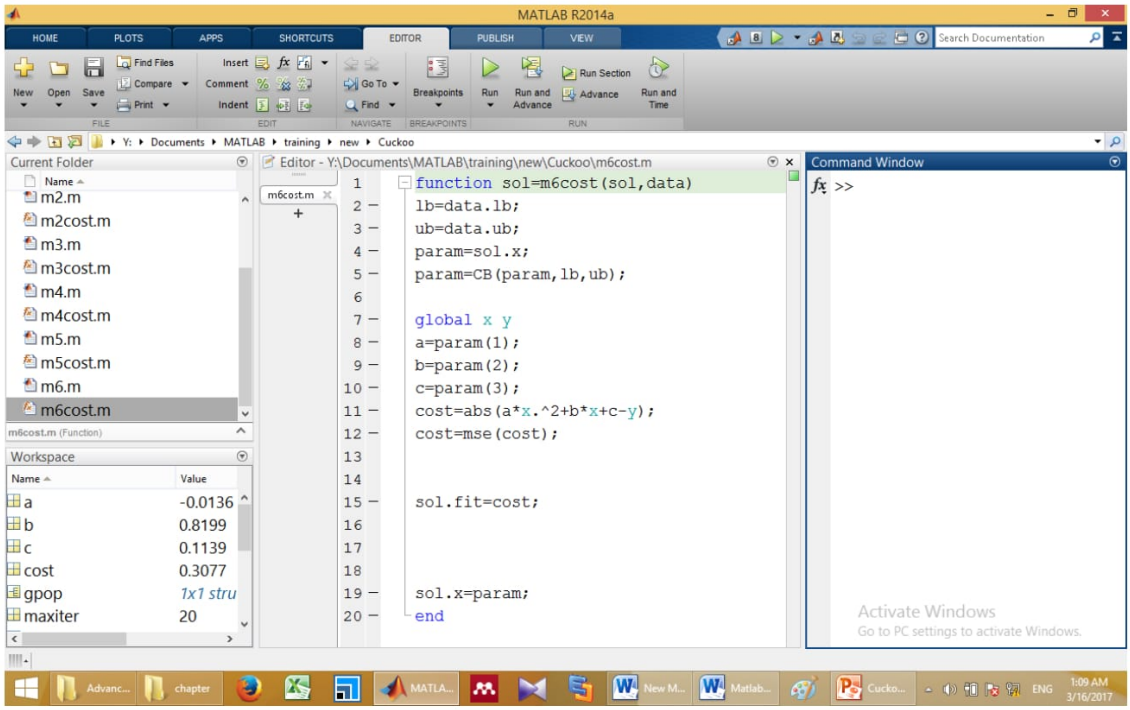
تابع اصلی به صورت زیر می شود.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



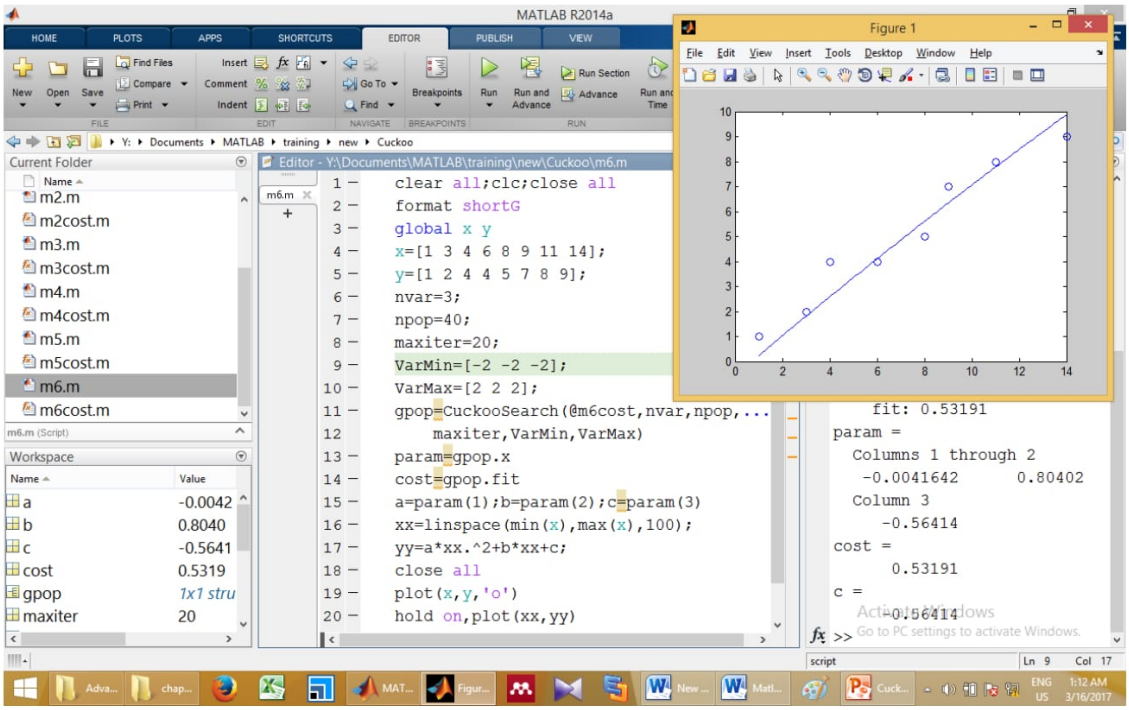
مثال ۶- حالا فرض کنید میخواهیم همین مساله را با تابع درجه دو برازش کنیم.

تابع هزینه به صورت زیر می باشد.



و تابع اصلی همراه اجرا به صورت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

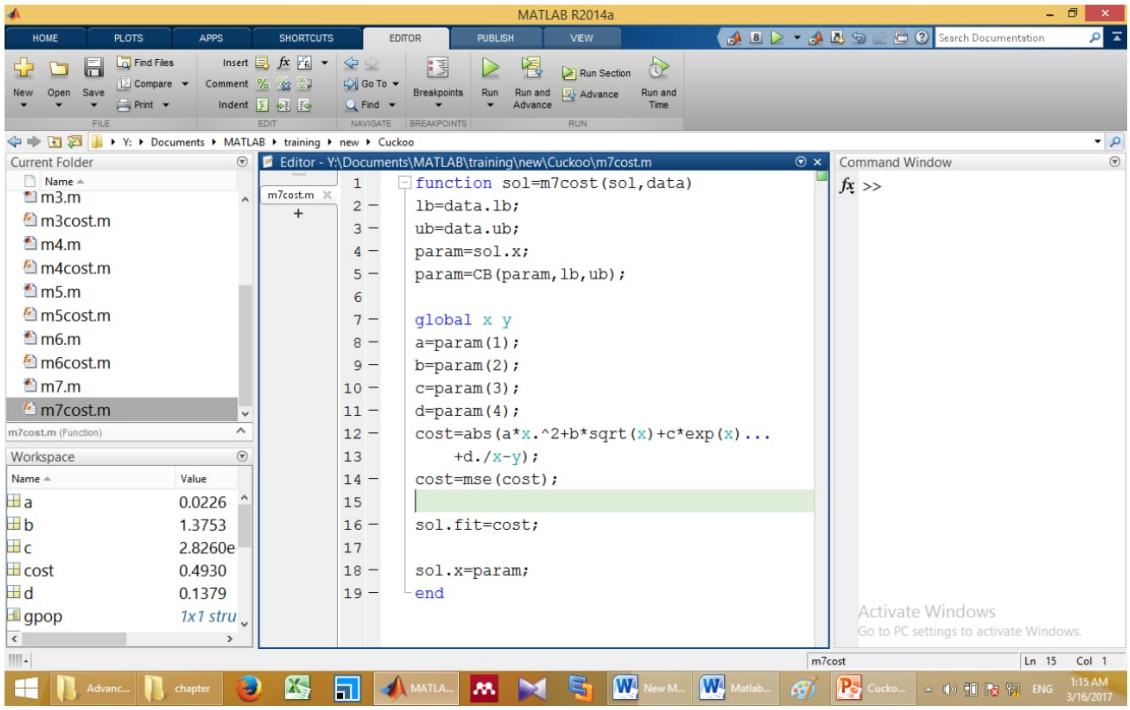


مثال ۷- در بخش بعدی میخواستیم با تابع زیر بهینه کنیم.

$$y = ax^2 + b\sqrt{x} + c * \exp(x) + \frac{d}{x}$$

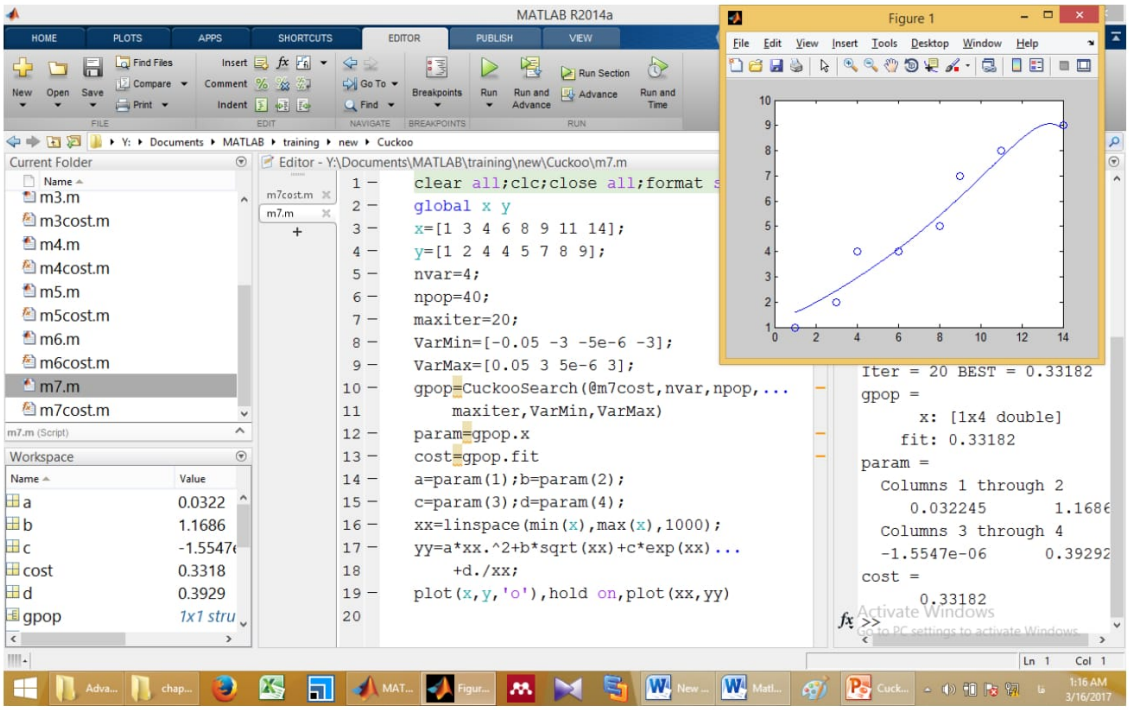
تابع هزینه به صورت زیر است.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



حالا تابع اصلی همراه اجرا به صورت زیر می شود. (با در نظر گرفتن محدوده اولیه مناسب برای پارامترها بر اساس کار انجام شده به کمک GA برای همین مساله)

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**

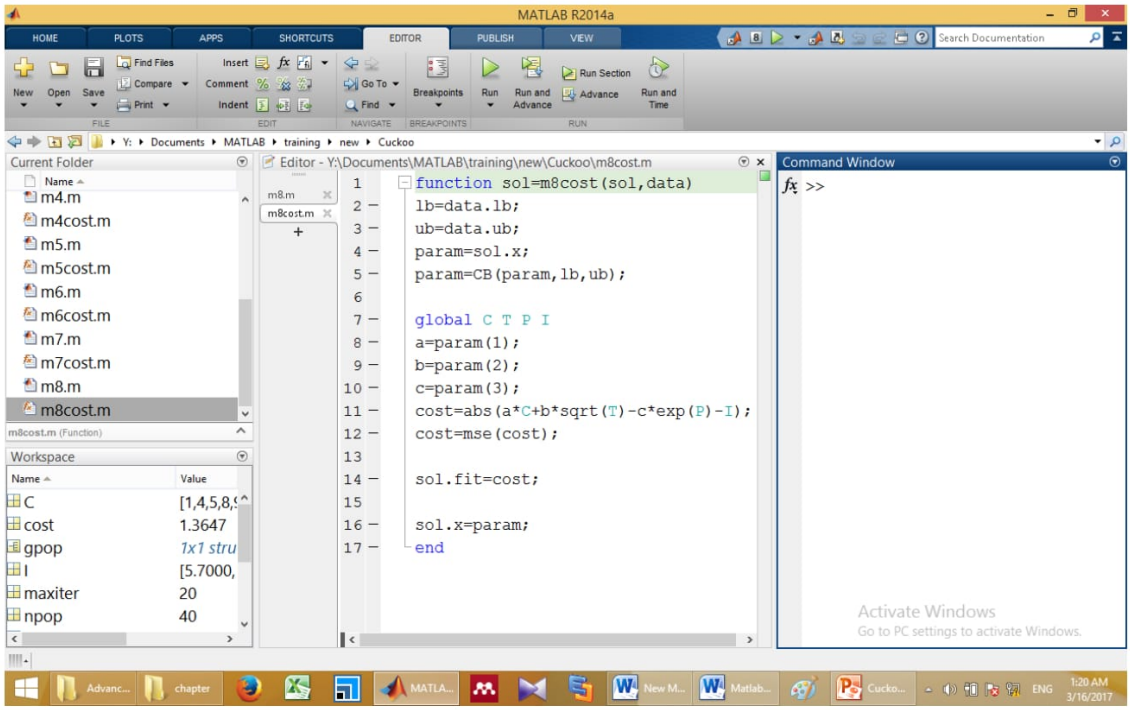


مثال ۸- فرض کنید داده های زیر رو داریم. و معادله ای که میخواهیم برازش کنیم به صورت زیر است.

$$I = a * C + b * sqrt(T) - c * \exp(P)$$

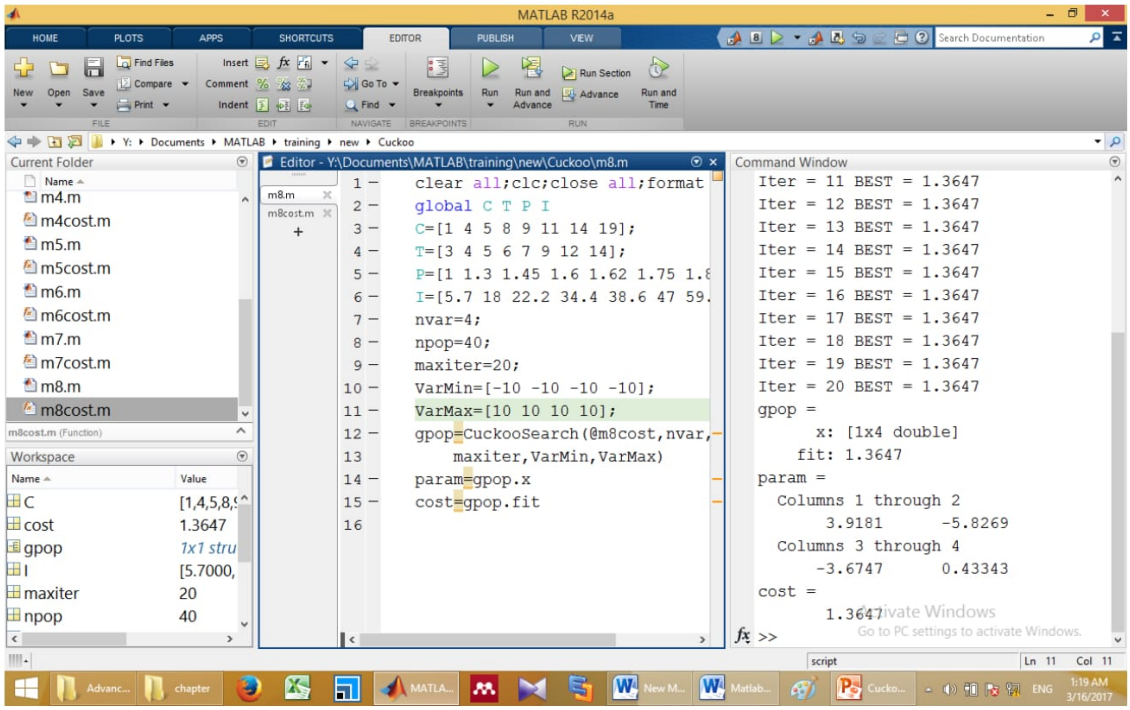
برنامه هزینه به صورت زیر است.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



و تابع اصلی به همراه اجرا به صورت زیر می باشد.

نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**



نویسنده: حامد میرشکار. شماره تماس **0912 0919 921** آدرس میل: **hamedmirshekar@gmail.com**