

مینیمم رابطه زیر را با استفاده از الگوریتم تکامل تفاضلی در فضای پیوسته اعداد حقیقی پیدا نمائید:

$$Y = \sum_{i=1}^D \left(x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10 \right) - 330$$

$$D = 10$$

گزارش حل:

۱- حل مسئله در محیط نرم افزار متلب انجام میشود و برای محاسبه مینیمم از الگوریتم تکامل تفاضلی استفاده میشود. در ابتدا مشخصات اولیه از جمله ظرفیت حافظه ، تعداد تکرار ، تعداد متغیر ها ، ضرایب گام جهش ، احتمال تقاطع را تعیین نماییم. با توجه به تعداد متغیر ۱۰ ظرفیت حافظه را برابر با ۱۰*۱۰ در نظر میگیریم.

```
%% differential evolution algorithm of homework 4 "Eissa ravankhah Asl"
40164503
clear;
close all
clc;
%% parameters setting:
popsize=100;
maxiteration=500;
nvar=10;
beta=0.5;
Pcr=0.2;
```

۲- ابعاد اولیه ماتریس پارامترهای مسئله را جهت عدم کاهش سرعت محاسبات تشکیل میدهیم.

```
%% create initial dimension
pop=cell(1,popsize);
fitness=nan(1,popsize);
mutated=cell(1,popsize);
z=cell(1,popsize);
z_fitness=nan(1,popsize);
newpop=cell(1,popsize);
new_pop_fitness=nan(1,popsize);
```

۳- تشکیل جمعیت اولیه با تعداد ۱۰۰ کروموزوم و تعداد متغیر ۱۰ ژن که فضای متغیری برای ژن ها بین ۵۰- تا ۵۰+ به اختیار انتخاب میگردد.

```
%% create initial population:
for i=1:popsiz
    pop{i}=-50+100*rand(1,nvar);
end
```

۴- تشکیل حلقه اصلی فضای حل

```
%% optimization
for iter=1:maxgeneration
```

۵- برازش جمعیت اولیه با استفاده از رابطه صورت مسئله

```
%% initial population fit by problem definiton
for i=1:popsiz
    fitness(i)=0;
    for k=1:nvar
        fitness(i)=(pop{i}(k)^2-
10*cos(2*pi*pop{i}(k)))+10)+fitness(i);
    end
    fitness(i)=fitness(i)-330;
end
```

۶- تشکیل جمعیت جهش یافتگان بدین ترتیب که ابتدا دو عضو جمعیت به تصادف انتخاب میشوند و فاصله بین دو عضو به عنوان بردار تفاضل محاسبه میشود. سپس درصدی از بردار تفاضل را به عنوان گام جهش انتخاب میکنیم و یکی از اعضای جمعیت را با این گام جهش جا به جا خواهد شد. جهت گیر نیفتادن الگوریتم در لوکال اپتیمم عملگر جهش به تصادف ۵۰٪ افزایش یا کاهش میابد.

```
%% mutation
n_a=randi(popsiz);
n_b=randi(popsiz);
n_c=randi(popsiz);
a=pop{n_a};
b=pop{n_b};
c=pop{n_c};
for i=1:popsiz
    for y=1:nvar
        mutated{i}(y)=randsrc(1,1,0.5:1.5)*a(y)+beta*(b(y)-c(y));
    end
end
```

۷- عمل تقاطع بدین شکل انجام میشود که ابتدا بین عدد ۰ تا ۱ ب عنوان احتمال ترکیب PCR تعیین شده و بر اساس آن ترکیب انجام میشود. به این ترتیب که اعضای Z با احتمال PCR از اعضای عضو جهش یافته و با احتمال 1-PCR از اعضای اصلی انتخاب میشود.

```
%% crossover
j=rand(1,nvar);
for i=1:popsiz
    for x=1:nvar
```

```

if j(x) < Pcr
z{i}(x) = mutated{i}(x);
else
z{i}(x) = pop{i}(x);
end
end
end

```

۸- برازش اعضای جدید با استفاده از رابطه صورت مسئله

```

%% z assessment
for i=1:popsiz
z_fitness(i)=0;
for k=1:nvar
z_fitness(i) = ((z{i}(k))^2 -
10*cos(2*pi*z{i}(k)))+10+z_fitness(i);
end
z_fitness(i) = z_fitness(i) - 330;
end

```

۹- در این مرحله اعضای جدید با اعضای متناظر قدیمی مقایسه شده و با توجه به اینکه فرایند مینیمم سازی است عضوی که فیتنس کمتری را دارد در فضای حافظه جابه جا میشود.

```

%% population replacement
for i=1:popsiz
s = min(z_fitness(i), fitness(i));
if s == z_fitness(i)
newpop{i} = z{i};
else
newpop{i} = pop{i};
end
end

```

۱۰- برازش اعضای جدید حافظه با استفاده از رابطه مسئله

```

%% newpop assessment
for i=1:popsiz
new_pop_fitness(i)=0;
for k=1:nvar
new_pop_fitness(i) = ((newpop{i}(k))^2 -
10*cos(2*pi*(newpop{i}(k)))+10)+new_pop_fitness(i);
end
new_pop_fitness(i) = new_pop_fitness(i) - 330;
end

```

۱۱- مرتب کردن و تعیین بهترین عضو حافظه از نظر برازندگی

```
%% figure
[val,idx]=sort(new_pop_fitness);
bestfit=val(1);
best_pop=newpop{idx(1)};
```

۱۲- رسم نمودار همگرایی ، (دستور pause) جهت اجرای انیمیشن وار نمودار

```
plot(iter,bestfit,'k. ');
hold on;
pause(0.00000001);
```

۱۳ - و در انتها تشکیل مجدد جمعیت اولیه جهت اجرای ایتريشن بعد و اتمام حلقه اصلی حل

```
pop=newpop;
end
```

۱۴- در انتهای کد خروجی های مورد نظر ایجاد میشود

```
%% results
disp('best pop=');
disp(best_pop);
disp('best fit');
disp(bestfit);
%% export
csvwrite('Export.csv',best_pop);
```

۱۵- نتایج کد نویسی

0	0	0	0	0	2.17E-20	-4.23E-20	1.40E-10	0	0
---	---	---	---	---	----------	-----------	----------	---	---

بعد از ۵۰۰ ایتريشن در نهایت متغیرها برابر با جدول خروجی اکسل فوق شده و مینیمم رابطه صورت مسئله برابر با ۳۳۰- میشود که برابر با جواب حل ریاضی مسئله است و عملکرد الگوریتم قابل قبول میشود.

