```
function [S,ECP,EPP]=BinomEOptPrice(S0,K,T,Rf,u,d,N)
Deltat=T/N;
S=nan(N+1,N+1);
S(1,1)=S0;
ECP=nan(N+1,N+1);
EPP=nan(N+1,N+1);
for i=2:N+1
    for j=1:i
        S(j,i)=S0*u^(i-j)*d^(j-1);
    end
end
```

Scanned with CamScanner

```
ECP(:,N+1)=max(S(:,N+1)-K,0);
EPP(:,N+1)=max(K-S(:,N+1),0);
Q=(exp(Rf*Deltat)-d)/(u-d);
for h=N:-1:1
    for l=1:h
        ECP(l,h)=exp(-Rf*Deltat)*(Q*ECP(l,h+1)+(1-
Q)*ECP(l+1,h+1));
        EPP(l,h)=exp(-Rf*Deltat)*(Q*EPP(l,h+1)+(1-
Q)*EPP(l+1,h+1));
    end
end
ECP=ECP(1,1);
EPP=EPP(1,1);
```

نام فایل: BinomEOptPrice

توضیحات:

S: قیمت ایجاد شده با استفاده از مدل دوجمله‌ای،

ECP: قیمت اختیار خرید اروپایی،

EPP: قیمت اختیار فروش اروپایی،

S0: قیمت اولیه،

K: قیمت اعمال،

T: زمان تا سررسید به صورت کسری از سال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

u: ضریب رشد $u$،

d: ضریب کاهش $d$،

N: تعداد دوره‌های مدل دوجمله‌ای.

نکات:

- در دو حلقه تودرتوی اول، قیمت دارایی پایه ایجاد شده است.
- با دستور ...=ECP(:,N+1) بر مبنای آخرین قیمت دارایی پایه، قیمت ورقه اختیار خرید محاسبه شده و با دستور ...=EPP(:,N+1) قیمت اختیار فروش در سررسید محاسبه می‌شود.
- در دو حلقه تودرتوی دوم قیمت ورقه اختیار محاسبه شده است.

Scanned with CamScanner

```
function [S,ACP,APP]=BinomAOptPrice(S0,K,T,Rf,u,d,N)
Deltat=T/N;
S=nan(N+1,N+1);
S(1,1)=S0;
ACP=nan(N+1,N+1);
APP=nan(N+1,N+1);
for i=2:N+1
    for j=1:i
        S(j,i)=S0*u^(i-j)*d^(j-1);
    end
end
ACP(:,N+1)=max(S(:,N+1)-K,0);
APP(:,N+1)=max(K-S(:,N+1),0);
Q=(exp(Rf*Deltat)-d)/(u-d);
for h=N:-1:1
    for l=1:h
        ACP(l,h)=exp(-Rf*Deltat)*(Q*ACP(l,h+1)+(1-
Q)*ACP(l+1,h+1));
        ACP(l,h)=max(ACP(l,h),S(l,h)-K);
        APP(l,h)=exp(-Rf*Deltat)*(Q*APP(l,h+1)+(1-
Q)*APP(l+1,h+1));
        APP(l,h)=max(APP(l,h),K-S(l,h));
    end
end
ACP=ACP(1,1);
APP=APP(1,1);
```

نام فایل: BinomAOptPrice

توضیحات:

S: قیمت ایجادشده با استفاده از مدل دوجمله‌ای،

Scanned with CamScanner

ACP: قیمت اختیار خرید امریکایی،

APP: قیمت اختیار فروش امریکایی،

S0: قیمت اولیه،

K: قیمت اعمال،

T: زمان تا سررسید به صورت کسری از سال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

u: ضریب رشد $u$ ،

d: ضریب کاهش $d$ ،

N: تعداد دوره‌های مدل دوجمله‌ای.

نکات:

- این برنامه مانند برنامه مربوط به اختیار معامله اروپایی است با این تفاوت که در دو حلقه تودرتوی دوم مقدار بیشینه بین قیمت اختیار و عایدات اعمال با دستور ACP(l,h)=max(ACP(l,h),S(l,h)-K) برای اختیار خرید و با دستور APP(l,h)=max(APP(l,h),K-S(l,h)) برای اختیار فروش انتخاب می‌شود.

Scanned with CamScanner

```
function [ECP,Q,QPrin]=BinomECPrice(S0,K,T,Rf,u,d,N)
Deltat=T/N;
Q=(exp(Rf*Deltat)-d)/(u-d);
QPrin=(u/exp(Rf*Deltat))*Q;
Bino1=0;
Bino2=0;
if log(K/(S0*d^N))/log(u/d)==fix(log(K/(S0*d^N))/log(u/d))
    a=log(K/(S0*d^N))/log(u/d);
else
    a=fix(log(K/(S0*d^N))/log(u/d))+1;
end
if a>N
    ECP=0;
else
    for j=a:N
```

Scanned with CamScanner

```
        Bino1=binopdf(j,N,QPrin)+Bino1;
        Bino2=binopdf(j,N,Q)+Bino2;
    end
    ECP=Bino1*S0-K*exp(-Rf*T)*Bino2;
end
```

نام فایل: BinomECPrice

توضیحات:

ECP: قیمت اختیار خرید اروپایی،

Q: مقدار $Q$،

QPrin: مقدار $Q'$،

S0: قیمت اولیه،

K: قیمت اعمال،

T: زمان تا سررسید به صورت کسری از سال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

u: ضریب رشد $u$

d: ضریب کاهش $d$،

N: تعداد دوره‌های مدل دوجمله‌ای.

نکات:

- برای ایجاد توزیع دو جمله‌ای از دستور binopdf استفاده شده است.

Scanned with CamScanner

```
function [ECP,EPP]=BSOptPrice(S0,K,T,Rf,Sigma)
d1=(log(S0/K)+(Rf+.5*Sigma^2)*T)/(Sigma*sqrt(T));
d2=d1-Sigma*sqrt(T);
Nd1C=normcdf(d1,0,1);
Nd2C=normcdf(d2,0,1);
ECP=S0*Nd1C-K*exp(-Rf*T)*Nd2C;
Nd1P=normcdf(-d1,0,1);
Nd2P=normcdf(-d2,0,1);
EPP=-S0*Nd1P+K*exp(-Rf*T)*Nd2P;
```

نام فایل: BSOptPrice

توضیحات:

ECP: قیمت اختیار خرید اروپایی،

EPP: قیمت اختیار فروش اروپایی،

S0: قیمت اولیه،

K: قیمت اعمال،

T: زمان تا سررسید به صورت کسری از سال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

Sigma: نوسانات.

Scanned with CamScanner

```
clc
clear
K=100;
Rf=.1;
Sigma=.2;
N=200;
ECP_S=zeros(N+1,1);
EPP_S=zeros(N+1,1);
%% Effect of underling stock price at a fixed time to
expiry
S0=0;
for i=0:N
    S0=S0+1;

[ECP_S(i+1,1),EPP_S(i+1,1)]=BSOptPrice(S0,K,1,Rf,Sig
ma);
end
subplot(3,2,1)
plot(ECP_S)
axis([0 200 -inf inf])
title('Call-S')
subplot(3,2,2)
plot(EPP_S)
axis([0 200 -inf inf])
title('Put-S')
%% Effect of time to expiry at a fixed underling stock
price
% for example for a at-the-money option)
ECP_t=zeros(N+1,1);
EPP_t=zeros(N+1,1);
```

Scanned with CamScanner

```
t=zeros(N+1,1);
S0=K;
T=1;
Deltat=T/N;
for j=0:N
    t(j+1,1)=j*Deltat;
    if t(j+1,1)==T
        ECP_t(j+1,1)=max(S0-K,0);
        EPP_t(j+1,1)=max(K-S0,0);
    else

[ECP_t(j+1,1),EPP_t(j+1,1)]=BSOptPrice(S0,K,T-
t(j+1,1),Rf,Sigma);
    end
end
subplot(3,2,3)
plot(t,ECP_t)
title('Call-t')
subplot(3,2,4)
plot(t,EPP_t)
title('Put-t')
%% Effect of underling stock price and time to expiry
[S0,t]=meshgrid(0:N,0:Deltat:T);
ECP_S_t=zeros(N+1,N+1);
EPP_S_t=zeros(N+1,N+1);
for i=0:N
    for j=0:N
[ECP_S_t(i+1,j+1),EPP_S_t(i+1,j+1)]=BSOptPrice(S0(i+
1,j+1),K,t(i+1,j+1),Rf,Sigma);
    End
end
subplot(3,2,5)
mesh(S0,t,ECP_S_t)
colormap(colorcube(7))
title('Call- S & t')
subplot(3,2,6)
mesh(S0,t,EPP_S_t)
colormap(colorcube(7))
title('Put- S & t')
```

نام فایل: SandtEffectonOption

توضیحات:

K: قیمت اعمال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

Sigma: نوسانات،

ECP_S: قیمت اختیار خرید اروپایی در صورت تغییرات قیمت دارایی پایه (زمان ثابت)،

EPP_S: قیمت اختیار فروش اروپایی در صورت تغییرات قیمت دارایی پایه (زمان ثابت)،

Scanned with CamScanner

ECP_t: قیمت اختیار خرید اروپایی در صورت تغییرات زمان (قیمت دارایی پایه ثابت)،

EPP_t: قیمت اختیار فروش اروپایی در صورت تغییرات زمان (قیمت دارایی پایه ثابت)،

ECP_S_t: قیمت اختیار خرید اروپایی در صورت تغییرات قیمت دارایی پایه و زمان،

EPP_S_t: قیمت اختیار فروش اروپایی در صورت تغییرات قیمت دارایی پایه و زمان.

نکات:

- در حلقه for اول اثر تغییرات قیمت دارایی پایه شبیه‌سازی شده است.
- در حلقه for دوم اثر تغییرات زمان باقی‌مانده تا سررسید شبیه‌سازی شده است.
- در دو حلقه تودرتوی سوم اثر تغییرات هم‌زمان قیمت دارایی پایه و زمان باقی‌مانده تا سررسید شبیه‌سازی شده است.
- برای ترسیم نمودارهای سه بعدی از دستور mesh استفاده شده است.

Scanned with CamScanner

```
function [ECGreeks,EPGreeks]=OptGreeks(S0,K,T,Rf,Sigma)
d1=(log(S0/K)+(Rf+.5*Sigma^2)*T)/(Sigma*sqrt(T));
d2=d1-Sigma*sqrt(T);
Nd1=normcdf(d1,0,1);
Nd2=normcdf(d2,0,1);
Npd1=normpdf(d1,0,1);
Npmd1=normpdf(-d1,0,1);
Nmd2=normcdf(-d2,0,1);
CallDelta=Nd1;
PutDelta=Nd1-1;
CallGamma=Npd1/(Sigma*S0*sqrt(T));
PutGamma=Npd1/(Sigma*S0*sqrt(T));
CallTheta=-((Sigma*S0*Npd1)/(2*sqrt(T)))-Rf*K*exp(-
Rf*T)*Nd2;
PutTheta=-((Sigma*S0*Npmd1)/(2*sqrt(T)))+Rf*K*exp(-
Rf*T)*Nmd2;
CallVega=S0*sqrt(T)*Npd1;
PutVega=S0*sqrt(T)*Npd1;
CallRho=K*T*exp(-Rf*T)*Nd2;
PutRho=-K*T*exp(-Rf*T)*Nmd2;
ECGreeks=[CallDelta,CallGamma,CallTheta,CallVega,CallR
ho]';
EPGreeks=[PutDelta,PutGamma,PutTheta,PutVega,PutRho]';
```

نام فایل: OptGreeks

توضیحات:

ECGreeks: گریکز برای اختیار خرید اروپایی (به ترتیب: دلتا، گاما، تتا، وگا، رو)،

EPGreeks: گریکز برای اختیار فروش اروپایی (به ترتیب: دلتا، گاما، تتا، وگا، رو)،

S0: قیمت اولیه،

K: قیمت اعمال،

T: زمان تا سررسید به صورت کسری از سال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

Sigma: نوسانات.

Scanned with CamScanner

**مثال:**

رابطه بین هم‌زمان گاما و دلتا با تغییر هم‌زمان قیمت دارایی پایه و زمان باقی‌مانده تا سررسید را بررسی کنید.

**پاسخ:**

در برنامه MATLAB زیر محاسبات لازم برای پاسخ به این سؤال صورت پذیرفته است. برای این کار علاوه بر استفاده از نمودار سه بعدی، از رنگ‌های متفاوت برای مقادیر مختلف دلتا نیز استفاده شده است.

**MATLAB®**

```
clc
clear
K=50;
Rf=.1;
Sigma=.2;
[S0,T]=meshgrid(10:100,.1:.1:2);
[N,M]=size(S0);
ECGamma=zeros(N,M);
ECDelta=zeros(N,M);
for i=1:N
    for j=1:M

[tmp1,tmp2]=OptGreeks(S0(i,j),K,T(i,j),Rf,Sigma);
        ECGamma(i,j)=tmp1(2);
        ECDelta(i,j)=tmp1(1);
```

Scanned with CamScanner

```
    end
end
mesh(S0,T,ECGamma,ECDelta);
xlabel('Stock Price (S)');
ylabel('Time (T)');
zlabel('Gamma');
title('Call Option Price Gamma and Delta Versus S and
T');
colorbar('horiz');
```

نام فایل: SandTeffectonGammaandDelta

توضیحات:

K: قیمت اعمال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

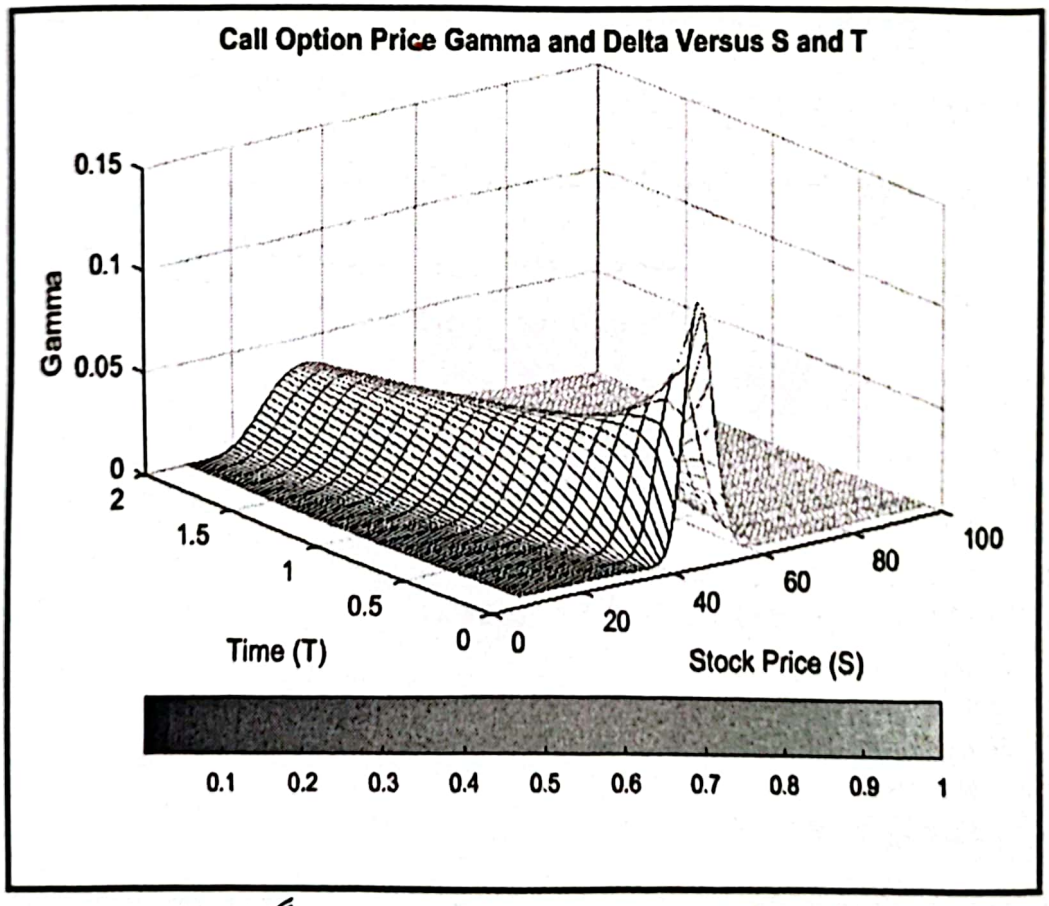
Sigma: نوسانات،

ECGamma: پارامتر گاما در صورت تغییر قیمت دارایی پایه و زمان،

ECDelta: پارمتر دلتا در صورت تغییر قیمت دارایی پایه و زمان.

**برنامه ۷. بررسی اثر قیمت دارایی پایه و زمان تا سررسید بر گاما و دلتا.**

با اجرای برنامه بالا شکل زیر به‌دست می‌آید:




**شکل ۱۱. اثر قیمت دارایی پایه و زمان تا سررسید بر گاما و دلتا.**

Scanned with CamScanner

```
function ECIV=EOptIV(CP,S0,K,T,Rf,Sigma0,Err,Maxitr)
k=1;
ECIV=Sigma0;
[CV,~]=BSOptPrice(S0,K,T,Rf,ECIV);
dV=CV-CP;
while abs(dV)>Err
    [ECGreeks,~]=OptGreeks(S0,K,T,Rf,ECIV);
    Vega=ECGreeks(4);
    ECIV=ECIV-dV/Vega;
    [CV,~]=BSOptPrice(S0,K,T,Rf,ECIV);
    dV=CV-CP;
    k=k+1;
    if k==Maxitr
        disp('Exiting MaxIterations')
        break
    end
end
end
```

نام فایل: EOptIV

توضیحات:

ECIV: نوسانات ضمنی اختیار خرید اروپایی،

CP: قیمت اختیار خرید اروپایی در بازار،

S0: قیمت اولیه،

K: قیمت اعمال،

T: زمان تا سررسید به صورت کسری از سال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

Sigma0: حدس اولیه در مورد مقدار نوسانات ضمنی،

Err: خطای مورد پذیرش،

Maxitr: حداکثر تعداد تکرار.

نکات:

Scanned with CamScanner

```
function ACP=BlackApprox(S0,K,T,Rf,Sigma,Div,DivT)
DisDiv1=sum(Div.*exp(-Rf*DivT));
DisDiv2=sum(Div(1:end-1,1).*exp(-Rf*DivT(1:end-1,1)));
[ACP1,~]=BSOptPrice(S0-DisDiv1,K,T,Rf,Sigma);
[ACP2,~]=BSOptPrice(S0-DisDiv2,K,max(DivT),Rf,Sigma);
ACP=max(ACP1,ACP2);
```

نام فایل: BlackApprox

توضیحات:

ACP: قیمت اختیار خرید امریکایی،

S0: قیمت اولیه،

K: قیمت اعمال،

T: زمان تا سررسید به صورت کسری از سال،

Rf: نرخ بهره بدون ریسک پیوسته سالانه،

Sigma: نوسانات،

Div: ماتریس سودهای تقسیمی،

DivT: ماتریس زمان تقسیم سود.

نکات:

- دستور DisDiv1=... برای محاسبه ارزش فعلی تمامی سودهای تقسیمی آتی به‌کار گرفته شده است.

Scanned with CamScanner

- دستور DisDiv2=... برای محاسبه ارزش فعلی تمامی سودهای تقسیمی بجز آخرین سود استفاده شده است.
- با اجرای دستور [ACP1, ~]=... قیمت اختیار در حالت عادی و با فرض اروپایی‌بودن اختیار محاسبه می‌شود.
- با استفاده از دستور [ACP2, ~]=... قیمت اختیار در حالت بیان‌شده در روش تقریب بلک محاسبه شده است.

Scanned with CamScanner

```
function [acp,app]=acpbymcsim(Mu,Sigma,K,S0,T,R,N,M)
dt=T/N;
S=zeros(N,1);
S(1,1)=S0;
acptmp=zeros(M,1);
apptmp=zeros(M,1);
for i=1:M
    for j=2:N
        dS=Mu*dt*S(j-1,1)+Sigma*S(j-
1,1).*randn(1)*sqrt(dt);
        S(j,1)=S(j-1,1)+dS;
```

Scanned with CamScanner

```
    end
    ms=mean(S);
    acptmp(i,1)=max(ms-K,0)*exp(-R*T);
    apptmp(i,1)=max(K-ms,0)*exp(-R*T);
end
acp=mean(acptmp);
app=mean(apptmp);
```

نام فایل: acpbymcsim

توضیحات:

acp: قیمت اختیار خرید آسیایی،

app: قیمت اختیار فروش آسیایی،

Mu: رانش سالانه،

Sigma: نوسانات سالانه،

K: قیمت اعمال،

S0: قیمت اولیه،

T: زمان تا سررسید به صورت مضربی از سال،

R: نرخ تنزیل سالانه،

N: تعداد گام‌ها در هر مسیر شبیه‌سازی شده،

M: تعداد شبیه‌سازی‌ها.

نکات:

- در حلقه داخلی، قیمت دارایی پایه شبیه‌سازی می‌شود (S(j,1)=...). سپس در حلقه بیرونی میانگین قیمت شبیه‌سازی شده محاسبه می‌شود (ms=mean(S)).
- میانگین محاسبه‌شده در گام قبل برای محاسبه قیمت اختیار آسیایی با استفاده از دو دستور acptmp(i,1)=... و apptmp(i,1)=... استفاده می‌شود.

Scanned with CamScanner