

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دپارتمان مهندسی صنایع

راهنمای کدنویسی پیشرفته با نرم افزار *GAMS*

تدوین
سعید عباسی پاریزی

بهار ۱۳۹۴



فهرست مطالب

ساختار یک مدل در نرم افزار GAMS

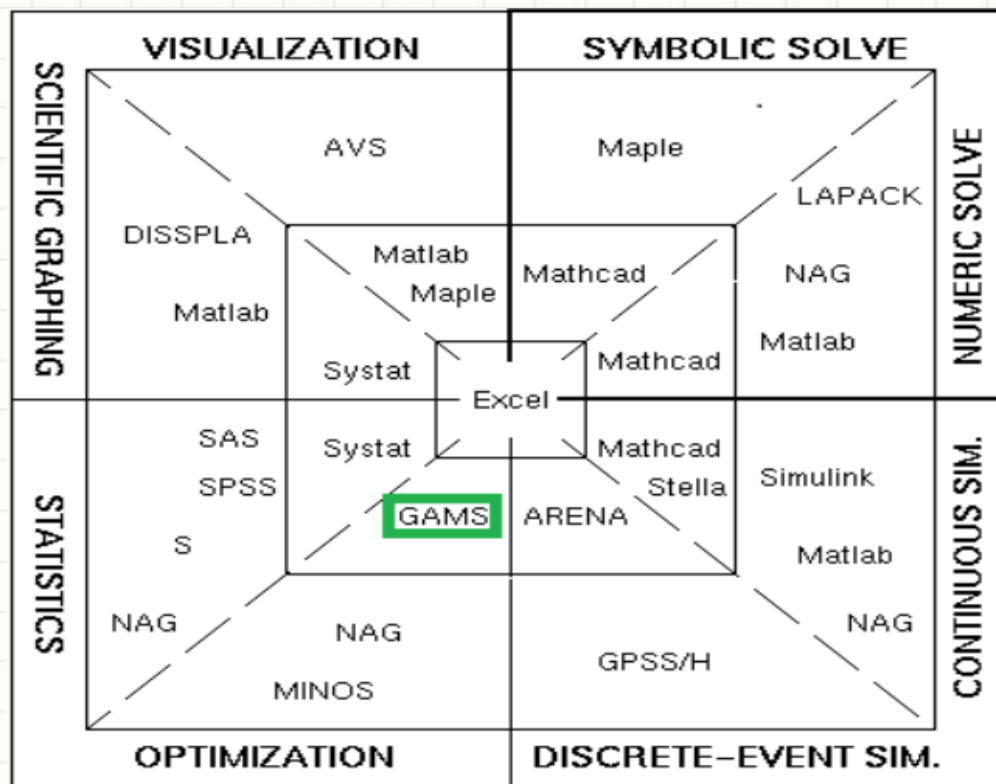
- مجموعه
- پارامتر
- جدول
- اسکالر
- متغیر
- معادلات
- Options ها
- مدل و حالت مدل
- گزارش خطا
- نحوه اتصال GAMS با سایر نرم افزارها





مهمترین خصوصیات نرم افزار *GAMS*

- قابلیت برنامه نویسی و بهینه سازی همزمان
- کد نویسی آسان با استفاده از *Toolbox* های از پیش تعریف شده
- قابلیت حل مدل های ریاضی با ابعاد نسبتاً بزرگ
- قابلیت حل مدل با استفاده از *Solver* های مختلف





gamside: C:\Users\gooshe\Documents\gamsdir\1.gpr



File Edit Search Windows Utilities Help



GAMS



F:\Software & Algorithms\GAMS\GAMS Presentation\pic.gms



pic.gms

*A transportation problem

Sets

```
i  Plants / PlantA * PlantC /
j  Distribution Centers / DCentD, DCentE / ;
```

Parameters

```
a(i) capacity of plant i in cases
/ PlantA 1000, PlantB 1500, PlantC 1200 /

b(j) demand at distribution center j in cases
/ DCentD 2300
DCentE 1400 / ;
```

Table c(i,j) transport cost in dollar

	DCentD	DCentE
PlantA	80	215
PlantB	100	108
PlantC	102	68

Scalar f conversion rate of dollar to toman /1500/ ;

Variables

```
x(i,j) shipment quantities in cases
z total transportation costs in toman ;
```

Positive Variable x;

Equations

```
cost define objective function
supply(i) observe supply limit at plant i
demand(j) satisfy demand at distribution center j ;
```

cost .. z =e= sum((i,j), f*c(i,j)*x(i,j)) ;

supply(i) .. sum(j, x(i,j)) =l= a(i) ;

demand(j) .. sum(i, x(i,j)) =g= b(j) ;

Model transport /all/ ;

option lp = CPLEX;

Solve transport using lp minimizing z ;

Display x.l, x.m ;

$$\text{Min } z = \sum_i \sum_j f c_{ij} x_{ij}$$

s.t

$$\sum_j x_{ij} \leq a_i \quad \forall i$$

$$\sum_i x_{ij} \geq b_j \quad \forall j$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Model structure

- **SETS**
Structure consisting of a complex of indices or names
- **DATA**
Parameters, tables, scalars
- **VARIABLES**
Declaration with assigning a type of variable
- **EQUATIONS**
Declaration with assigning a name
- **MODEL , SOLVE**
Model and methods of solution
- **OUTPUT**
Output of information into a separate file

Outputs

- Echo Prints
- چاپ برنامه
- Error Message
- پیغام های خطا
- Reference Maps
- نقشه های مرجع (فهرست عناصر مدل)
- Equation Listing
- لیست معادلات و قیود
- Column Listing
- لیست ستون (ضرایب متغیرها)
- Model statistics
- آمار مدل
- Status Reports
- گزارش های وضعیت
- Results
- نتایج

Reserved words

Abort	acronym	lt	sum	put	No
assign	binary	Ne	then	and	ge
equation	Loop	ord	putpage	eq	set
Le	Na	Sos2	for	integer	else
models	or	if	all	model	free
options	scalar	solve	eps	not	semiint
Proad	Sos1	alias	inf	positive	card
Smin	variable	display	Minimizing	Smax	parameters
using	while	gt	Negative	table	yes
until	file	Maximizing	system	repeat	semicont

مجموعه ها

• مجموعه ها members (labels)

keyword

comments

identifiers

```

Sets
✓ i "supplier"
✓ j plant
✓ k commodity

;
× illegal1
× illegal2
× illegal3
;
alias(i,m);
Set n /
$call =xls2gms r=sheetname!A1:A3 i=C:\Desktop\first.xlsx o=setn.inc
$include setn.inc
/;
    
```

/i1*i10/
/j1,j2,j3/
/k1 commodity 1
k2 "commodity 2"/
/a20bc * a10bc /
/a1x1 * a9x9 /
/a1 * b9 /

!

- نرم افزار GAMS نسبت به بزرگ و کوچک بودن حروف حساس نیست.
- نرم افزار GAMS نسبت به جمع بودن و نبودن کلید واژه ها حساس نیست (i.e. set or sets).
- کلمات چند بخشی در قسمت مجموعه ها مجاز نمی باشند (New-York instead of New York).



مجموعه ها

• قوانین نامگذاری

کلید واژه های set, scalar, parameter, table, variable, equation, model, file در بر گیرنده نامی برای آنها می باشد که بلافاصله بعد از آنها آورده می شود. در نامگذاری مربوط به این کلید واژه ها رعایت قوانین زیر الزامی است:

- حداکثر می توانند دارای ۶۳ کاراکتر باشند.
- باید با یک حرف آغاز شوند.
- می توانند در بر گیرنده کاراکترهای عددی و الفبایی باشند.
- بکار بردن فاصله مجاز نیست.
- در صورتی که از چند بخش تشکیل شده باشند باید با نماد "-" یا "_" از هم جدا شوند.
- از کلمات از پیش ذخیره شده نمی توان استفاده کرد.



مجموعه ها

• مجموعه چندبعدی

Set

K1(i,j) "supplier/plant"/i1.j1 , i1.j2/ or /i1.(j1 , j2)/
K2(i,j) "supplier/plant" /i1.j1 , i2.j1/ or /(i1,i2) . j1/
K3(i,j) "supplier/plant" /i1.j1 , i1.j2 , i2.j1 , i2.j2/ or /(i1,i2) . (j1 , j2)/
;

Construct	Result
• (a,b).c.d	• a.c.d, b.c.d
• (a,b).(c,d) .e	• a.c.e, b.c.e, a.d.e, b.d.e
• (a.1*3).c	• (a.1, a.2, a.3).c or a.1.c,a.2.c,a.3.c
• 1*3. 1*3. 1*3	• 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, . . . , 3.3.3

• تعریف مجموعه ای از متغیرها توسط تطبیق (نگاشت)

Set a /a1*a3/ , b /b1*b3/ , ab(a,b) /#a : #b/ ;
display ab ;

```

---- SET ab
      b1   b2   b3
a1    YES
a2           YES
a3                YES
  
```



• زیر مجموعه

```
Set
i          /i1*i10/
subset1(i) /i2,i3,i6,i9/
;
```

• مجموعه پویا

بصورت پیش فرض تهی است

```
Set iter          /iter1*iter10/;
      ↗ Optcutset(iter) 'dynamic set for optimality cuts';
        Optcutset(iter)=no;
```

```
Optcutset('iter7')=no;
Optcutset('iter3')=yes;
```

```
Set
N          number of complicating variables          /1*4/
NC(N)      subset of complicating variables
NC(N)=no;  NC(N) $ ( ord(N) gt card(N)-2)=yes;
```

مجموعه ها

• اجتماع دو مجموعه $(A \cup B)$

Set item , subitem1(item) , subitem2(item);
subitem3(item)= subitem1(item) + subitem2(item);

or

subitem3(item)= No; subitem3(subitem2)=Yes; subitem3(subitem1)=Yes;

• اشتراک دو مجموعه $(A \cap B)$

subitem3(item)= subitem1(item) * subitem2(item);

or

subitem3(item)= Yes \$(subitem1(item) and subitem2(item));

• متمم یک مجموعه (A^c)

subitem3(item)= Not subitem1(item);

or

subitem3(item)= Yes ; subitem3(subitem1)= No;

• تفاضل دو مجموعه $(A - B)$

subitem3(item)= subitem1(item) - subitem2(item);

or

subitem3(item)= Yes \$(subitem1(item)) ; subitem3(subitem2) = No;

پارامترها

Set

$i / i1*i5 /$

$j / j1*j10 / ;$

parameter $b(i)$ $/i1=2 ,i2 =1,i3 4,i4 3,i5 7/;$

parameter $a(i,j)$

$/ (i1,i2) . j2*j7 12$

$i3 . j10 17$

$i4*i5 . j10 33 / ;$

Should be same!

➤ مقدار پیش فرض پارامترها در نرم افزار GAMS صفر است.

parameter $c(i,j)$ *cost of CAB data set* ;

\$CALL gdxrw.exe "F:\Book1.xls" par=c rng=sheet1!A1:L5 Rdim=1 Cdim=1

\$GDXIN Book1.gdx

\$LOAD c

\$GDXIN

;

table $a(i,j,k)$ ~~,~~

\$call=xls2gms i=C:\Desktop\data.xlsx r=sheet1!A1:j25 Rdim=2 Cdim=1 o=pard.inc

\$include pard.inc

;

اگر ورودی ها بجای عدد، یک رشته متنی (Acronym) را اختیار کرده باشند، می توان آنها را بصورت پارامتر تعریف کرد.

```
Set machines /m1*m5/;
```

```
Acronyms monday, tuesday, wednesday, thursday, friday ;
```

```
Parameter shutdown(machines)
```

```
/m1 monday, m2 tuesday, m3 wednesday, m4 thursday, m5 friday/;
```

```
Display shutdown;
```

```
---- 5 PARAMETER shutdown
```

```
m1 monday, m2 tuesday, m3 wednesday, m4 thursday, m5 Friday
```

```
set iter /iter1*iter10/;
```

```
parameter convergence (iter,*) 'convergence information';
```

```
scalar UB 'upperbound';
```

```
scalar LB 'lowerbound' ;
```

```
convergence(iter,'Lower') = LB;
```

```
convergence(iter,'Upper') = UB;
```

```
Display convergence;
```

Set $i / i1*i3 /$, $j / j1*j3 /$, $k / k1,k2 /$;



Tables $b(i,j)$

	$j1$	$j2$	$j3$
$i1$	0	2	3
$i2$	1	2	4
$i3$	8	9	10 ;

Tables $M(i,j,k)$

	$j1.k1$	$j1.k2$	$j2.k1$	$j2.k2$	$j3.k1$
$i1$	0	2	3	2	8
$i2$	1	2	4	-1	0
+	$j3.k2$				
$i1$	100				
$i2$	9 ;				

Or

	$k1$	$k2$
$i1.j1$	0	2
$i1.j2$	3	2
$i1.j3$	8	100
$i2.j1$	1	2
$i2.j2$	4	-1
$i2.j3$	0	9 ;



• ورود داده بصورت مستقیم

$$d_{ij} = 4 \sum_k \frac{\sqrt{(b_{jk} - c_{ik})^3 + (h_{jk} - f_{ik})^2}}{1000}$$

parameter $b(j,k)$, $c(i,k)$, $h(j,k)$, $f(i,k)$, $d(i,j)$;

$b(j,k)=\text{uniform}(1,2);$

$c(i,k)=\text{exp}(3);$

$h(j,k)=\text{normal}(20,2);$

$f(i,k)=\text{log10}(4);$

$d(i,j)=4*\text{sum}(k,\text{sqrt}(\text{power}(b(j,k)-c(i,k),3)+(h(j,k)-f(i,k))^2))/1000);$

➤ x^{**n} بصورت $\text{exp}[n*\text{log}(x)]$ در نظر گرفته می شود. بنابر این باید مقدار x مثبت باشد. در غیر این صورت می توان از تابع $\text{power}(x,n)$ استفاده کرد.

parameter Upper(d,c);

parameter Lower(d,c);

loop(c, *loop*(d,

loop(h \$(ord(h) < a(c)+1 and b(d,c) >= p(c,h) and b(d,c) <= p(c,h+1)),

Lower(d,c)=p(c,h);

Upper(d,c)=p(c,h+1);

r(d,c)=ord(h);

);););

- Indexed Operations

sum

Summation over controlling index

prod

Product over controlling index

smin

Minimum value over controlling index

smax

Maximum value over controlling index





<i>power(x,y)</i>	<i>Integer power. x^y, where y must be an integer</i>
<i>sqr(x)</i>	<i>Square of x. x^2</i>
<i>sqrt(x)</i>	<i>Square root of x. \sqrt{x}</i>
<i>abs(x)</i>	<i>Absolute Value of x, i.e. x</i>
<i>exp(x)</i>	<i>Exponential, e^x</i>
<i>log(x)</i>	<i>Natural logarithm, $\log_e x$</i>
<i>log10(x)</i>	<i>Common logarithm, $\log_{10} x$</i>
<i>normal(x,y)</i>	<i>Random number normally distributed with mean x and <u>standard deviation y</u></i>
<i>uniform(x,y)</i>	<i>Random number with uniform distribution between x and y</i>
<i>uniformint(x,y)</i>	<i>Random integer number with uniform distribution between x and y</i>
<i>binomial[x,y]</i>	<i>generalized binomial coefficient</i>
<i>edist(x,y,z,...)</i>	<i>$=x^2 + y^2 + z^2 + \dots$</i>
<i>erf(x)</i>	<i>Integral of the standard normal distribution from ∞ to x</i>
<i>ceil(x)</i>	<i>Ceiling of x. Smallest integer $\geq x$</i>
<i>floor(x)</i>	<i>Floor of x. Largest integer $\leq x$</i>
<i>max(x,y,..)</i>	<i>Largest value among all arguments.</i>
<i>min(x,y,..)</i>	<i>Smallest value among all arguments.</i>
<i>mod(x,y)</i>	<i>Remainder. $x - y * \text{trunc}(x/y)$</i>
<i>round(x)</i>	<i>round x to the nearest integer</i>
<i>round(x,y)</i>	<i>Rounds x to y decimal places right(+)or left(-) to the decimal point</i>
<i>Trunc(x)</i>	<i>$\text{sign}(x) * \text{floor}(\text{abs}(x))$</i>
<i>sign(x)</i>	<i>Returns 1 if $x > 0$, -1 if $x < 0$, and 0 if $x = 0$</i>
<i>arctan(x)</i>	<i>$\tan^{-1} x$. Result in radians</i>
<i>cos(x)</i>	<i>$\cos x$; x in radians</i>
<i>sin(x)</i>	<i>$\sin x$; x in radians</i>

• تابع **Round**

تابع **Round** تنها برای داده های مدل استفاده می شود و از آن در قسمت مدلسازی نمی توان استفاده کرد.

- $x = \text{round}(12.382);$ $\longrightarrow x = 12$
- $x = \text{round}(12.382, 2);$ $\longrightarrow x = 12.380$

• تابع **Smin , Smax**

این تابع شامل عباراتی می باشند که مقدار کمینه و بیشینه این عبارات را روی شمارنده های آن عبارات، محاسبه می کنند.

- $x = \min\{a(i) \mid i=1, \dots, n\}$ $\longrightarrow x = \text{Smin}(i, a(i));$
- $z = \max\{b(i,j) \mid i,j=1, \dots, n\}$ $\longrightarrow \text{Eq.. } Z = e = \text{Smax}((i,j), b(i,j));$

• تابع **Min , Max**

این تابع شامل عباراتی می باشند که مقدار کمینه و بیشینه این عبارات را محاسبه می کنند.

- $x = \min\{y+2, t, r\}$ $\longrightarrow x = \min(y+2, t, r);$
- $z = \max\{k, t\}$ $\longrightarrow \text{Eq.. } z = e = \max(k, t);$

➤ استفاده این ضابطه در معادلات منجر به ایجا مدلی به فرم **DNLP** می شود (*NLP with discontinuous derivatives*).

Variable Type	Allowed Range of Variable
free(default)	$-\infty$ to $+\infty$
positive	0 to $+\infty$
negative	$-\infty$ to 0
binary	0 or 1
integer	0, 1,..., 100(default)

- متغیرها می توانند حداکثر بر اساس ۲۰ مجموعه تعریف شوند.
- متغیری که قرار است بهینه شود باید یک کمیت عددی و از نوع آزاد باشد، به عبارت دیگر هر مدل باید حداقل شامل یک متغیر آزاد باشد که محدود به هیچ مجموعه ای نیست.

Symbol	Description
.lo	lower bound
.fx	Fixed value
.up	upper bound
.l	level or primal value
.m	marginal or dual value (reduce cost or $z_j - c_j$ for variable)
.scale	Integer and binary variable can not be scaled

Variables or free variables

obj objective variable

;

obj.up=100;

or

Equations Constraint;

Constraint.. obj=l=100;

Set i /i1*i3/;

Binary variable

Z(i) Potential hub nodes;

Z.l('i1')=1;

Positive variable x1 , x2 ;

Equation eq ;

eq.. 200 * x1 + 0.5 * x2 =e= 5 ;

x1.up=0.01 ; x2.up=10;

x1.scale=0.01 ; x2.scale=10;



Positive variable xprime1 , xprime2 ;

Equation eq ;

eq.. 2 * xprime1 + 5 * xprime2 =e= 5 ;

xprime1.up=1, xprime2.up=1;

$x1 = 0.01 * xprime1$

گام های مختلف برای تعریف یک محدودیت در قسمت معادلات:

1. تعریف نام محدودیت
2. تعریف دامنه محدودیت
3. تعریف شرط برای محدودیت (در صورت نیاز)
4. تعریف نشانه ' .. '
5. تعریف سمت چپ محدودیت
6. تعریف عملگر نسبی: $=$ یا LE ، $=e$ ، $=g$ یا GE یا Ne ، $<$ یا $>$
7. تعریف مقادیر سمت راست محدودیت
8. تعریف نشانه ' ; '

- تابع هدف به عنوان یک محدودیت در مدل در نظر گرفته می شود.
- بین علامت های $'=$ و $'=e'$ تفاوت وجود دارد. نشانه اول برای تخصیص مستقیم مقادیر پارامترها بکار می رود در حالی که از نشانه دوم در قسمت مربوط به محدودیت ها استفاده می شود. گفتنی است که در تخصیص مستقیم نیاز به حل مدل نمی باشد در حالی که برای حل محدودیت ها (بدلیل وجود متغیرها) نیاز به فراخوانی solver می باشد که این موضوع یکی دیگر از تفاوت های این دو نشانه می باشد.
- لزومی ندارد که روابط به ترتیبی که تعریف شده اند، آورده شوند بلکه می توانند در هر جایی از کد آورده شوند، فقط باید به این نکته توجه شود که تمامی متغیرها و پارامترهای بکار رفته در آن باید قبلا تعریف شده باشند.

Variable

Objfun objective function

;

Equations

Constraint

;

Constraint.. Objfun =e=sum((i,j), d(i,j)*c(i,j)*x(i,j));

or

Constraint.. Objfun =e=sum(i,sum(j, d(i,j)*c(i,j)*x(i,j)));

$$x_i = - \frac{\log \left(1 - \left(\frac{d_i}{P} \right) (e^{\theta C} - 1) \right)}{\theta} \quad \forall i \in I$$

cons(i).. x(i)=e=-log(1-(d(i)/P)*(exp(theta*C)-1))/theta ;

$$y_i^t \geq y_i^{t+1} \quad \forall t, i \neq |t|$$

eq(i,t)\$ (ord(i) ne card(t)).. y(i,t) =g= y(i,t+1);

```
set i /1,2,3,4/  
    j /2,3/;  
  
variable z , x(i) , y(i,j) ;  
  
equation e1 , e2 ;  
  
e1..          z=e=sum ( i , x(i)) ;  
  
e2(i,j) $ ( ord(i) = ord(j)+1 ) ..  y(i,j)=e=1;  
  
           or  
  
e2(i,j) $ (sameas (i , j) ) ..      y(i,j)=e=1;  
  
           or  
  
e2(i,j) $ (Diag (i , j) ) ..      y(i,j)=e=1;  
  
MODEL mod /all/ ;  
  
solve mod minimizing z using IP ;  
  
display y.l ;
```

Set

i set H /1*3/

t /t1*t2/;

alias (i,j);

Equations

$$y_i^t \geq \sum_{i \in \{1,2\}} \sum_{j \in H \setminus \{i\}} x_{ij}^{t+1} \quad \forall i \in H, t \in \{1\}$$

Eq1(i,'t1').. y(i, 't1') =g=sum((i,j)\$((ord(i) lt 3) and (ord(j)<>ord(i))), x(i,j, 't2')) ;

Set d , g , c , h ;

Table a(g,d) , r(d,c) , m(d,c) , n(d,c) , k(d,c) ;

Variable u;

Positive variable w , y;

$$\sum_{c \in C} \left(\sum_{h \in H < r_{dc}} w_{ch} + \sum_{h \in H = r_{dc}} w_{ch} \left(\frac{m_{dc} - n_{dc}}{k_{dc} - n_{dc}} \right) \right) - u_g - y_d \geq 0.1 \quad \{\forall d \in D \mid a(g \in \{1\}, d)\}$$

Eq(d) \$(a('g1',d)) .. sum(c,sum(h \$(ord(h)<r(d,c)),w(c,h))+sum(h \$(ord(h)=r(d,c)),w(c,h)))*(m(d,c)-n(d,c))/(k(d,c)-n(d,c)))-u('g1')-y(d)=g= 0.1 ;

if $u_i = 1$ then $\sum_{j \in H} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in H$

Set

$i \in \{1, 2, 3\}$

;

alias (i,j);

Parameters $u(i)$;

Variable x ;

Equations Eq;

Eq(i)\$(u(i)=1) .. \text{sum}(j, x(i,j)) = e= 1\$;

Const (k).. $u(k) \$(s(k) \$(t(k)) = e= a(k)$;

➤ برای توابع dollar ادغام شده لازم است که تمامی عبارات پس از هر نشانه \$ در پرانتز نوشته شوند.

Integer variable x ;

Equations Eq

;

Eq(i).. $X(i)=g=4$;

or

Eq(i).. $X(i)=g=3+eps$;

Variable ob, x , y ;

Equations Fixobj, Eq1, Eq2

;

Fixobj.. $ob=e=0$;

Eq1 .. $2*x-3*y=e=1$;

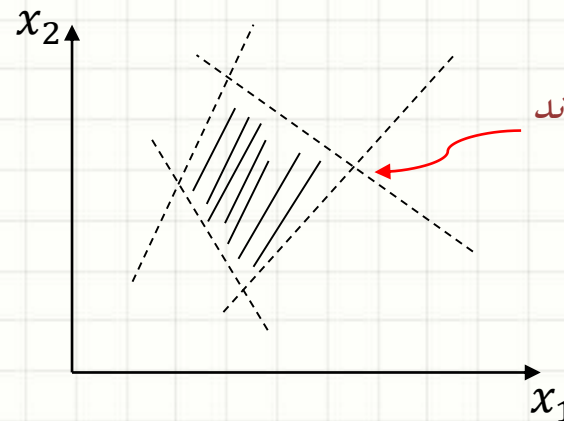
Eq2.. $4*x+y=e=3$;

Model file /all/;

Solve minimizing or maximizing ob using lp;

$$x_i > 3$$

$$\forall i \in H$$



چند وجهی نیست لذا نمی تواند
فضای حل مدل باشد!

set

i /1*3/;

parameter

a(i) /1 5,2 5,3 5/

b(i);

b(i)=a(i+1);

display b;

set

j j:i+1 /1*4/;

parameter

a1(j) /1 5,2 5,3 5,4 5/

b1(j);

b1(j-1)=a1(j);

display b1;

General Algebraic Modeling System
Execution

---- 7 PARAMETER b

1 5.000, 2 5.000

---- 15 PARAMETER b1

1 5.000, 2 5.000, 3 5.000

- اپراتور خطی و دوار **LAG** و **LEAD**
- اپراتورهای **LAG** و **LEAD** برای اتصال اعضای یک مجموعه مورد استفاده قرار می گیرند.
- کم و زیاد کردن خطی (+,-)
- کم و زیاد کردن دوار (++,-)
- Linear LAG and LEAD operator (+,-).
- Circular LAG and LEAD operators (++,-).

```
SET t /t1*t3/;

VARIABLE a1(t),a2(t) ;

EQUATION Eq1(t),Eq2(t),Eq3(t),Eq4(t) ;
```

```
Eq1(t) .. a1(t) =e= a2(t+1);
Eq2(t) .. a1(t-1) =e= a2(t);
Eq3(t) .. a1(t) =e= a2(t++1);
Eq4(t) .. a1(t--1) =e= a2(t);
```

Eq1 :

$$\begin{aligned} a1(t1) &= a2(t2); \\ a1(t2) &= a2(t3); \\ a1(t3) &= 0; \end{aligned}$$

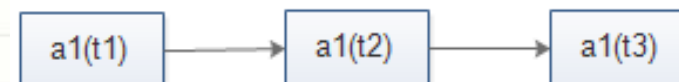
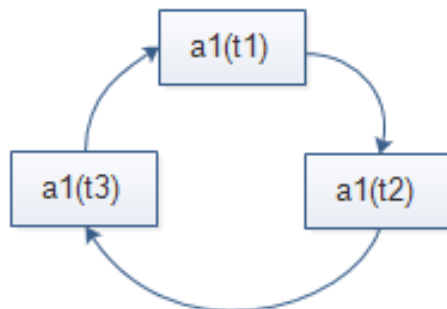
Eq2 :

$$\begin{aligned} 0 &= a2(t1); \\ a1(t1) &= a2(t2); \\ a1(t2) &= a2(t3); \end{aligned}$$

Eq3 :

$$\begin{aligned} a1(t1) &= a2(t2); \\ a1(t2) &= a2(t3); \\ a1(t3) &= a2(t1); \end{aligned}$$

Eq4 :

$$\begin{aligned} a1(t3) &= a2(t1); \\ a1(t1) &= a2(t2); \\ a1(t2) &= a2(t3); \end{aligned}$$




• اپراتور **DIAG**

```
SET    cityI / "new york", Chicago, boston/;  
SET    cityJ /boston/;  
SCALAR A ;  
A = SUM((cityI, cityJ), DIAG(cityI, cityJ));  
Display A;
```

$$A = 1$$



• عملگرهای منطقی

Operators		Meaning			
<i>Not</i>		Not			
<i>And</i>		And			
<i>Or</i>		Inclusive or			
<i>Xor</i>		Exclusive or $(A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B)$			

Operands		Results			
A	B	$A \text{ and } B$	$A \text{ or } B$	$A \text{ xor } B$	$\text{Not } A$
0	0	0	0	0	1
0	Non-zero	0	1	1	1
Non-zero	0	0	1	1	0
Non-zero	Non-zero	1	1	0	0

Model Hub /all/;

➤ اسم مدل حتما باید با یک حرف شروع شود، اما در ادامه می توان از ترکیب حروف و اعداد استفاده کرد.

** reduce output to listing file:*

```
Hub.solprint=2;
```

** speed up by keeping GAMS in memory:*

```
Hub.solverlink=2;
```

```
option mip=cplex;
```

```
option nlp=baron;
```

```
option x : 5 ;
```

keyword Solution procedure

Solve Hub minimizing ob using MIP;

Name of the model Name of variable to be optimize

*Check

`abort$(Hub.modelstat=1)"Hub model is OPTIMAL ";`

*1 OPTIMAL

*جواب بهینه که تنها در مدل های LP و RMIP ظاهر می شود.

`abort$(Hub.modelstat=2)"Hub model is LOCALLY OPTIMAL ";`

*2 LOCALLY OPTIMAL

*جواب بهینه محلی که در یک مدل NLP ظاهر می شود.

`abort$(Hub.modelstat=3)"Hub model is UNBOUNDED ";`

*3 UNBOUNDED

*مسئله جواب نامحدود دارد. این حالت برای مسائل خطی قابل اطمینان است اما گاهی نیز برای مسائل غیر خطی که در واقع نامحدود نیستند اما برخی محدودیتهای استراتژیک برای محدود کردن مقادیر منطقی متغیرها نادیده گرفته شده اند، نیز ظاهر می شود.

`abort$(Hub.modelstat=4)"Hub model is INFEASIBLE ";`

*4 INFEASIBLE

*مسئله نشدنی است. احتمالاً منطق مدل یا برخی داده ها به اشتباه تعریف شده اند. گفتنی است که حتی این امکان وجود دارد که در این حالت برای مسئله جوابی بدست آید اما باید توجه کرد که این جواب، یک جواب نشدنی است.

`abort$(Hub.modelstat=5)"Hub model is LOCALLY INFEASIBLE";`

`*5 LOCALLY INFEASIBLE`

*این حالت بدین معنی است که برای مسئله غیر خطی، هیچ جواب شدنی از نقطه شروع اولیه پیدا نشده است. لذا این حالت لزوماً به معنی عدم وجود هیچ جواب شدنی نمی باشد.

`abort$(Hub.modelstat=6)"Hub model is INTERMEDIATE INFEASIBLE";`

`*6 INTERMEDIATE INFEASIBLE`

*این حالت بیان کننده این مطلب است که جواب فعلی شدنی است اما بدلیل محدودیت زمان یا منابع حل مدل با مشکل مواجه شده است. لذا برای اطلاعات دقیق تر *solver status* بررسی شود.

`abort$(Hub.modelstat=7)"Hub model is INTERMEDIATE NONOPTIMAL";`

`*7 INTERMEDIATE NONOPTIMAL`

*این حالت نیز نشان دهنده یک جواب ناقص می باشد اما به نظر می رسد که جواب شدنی می باشد.

`abort$(Hub.modelstat=8)"Hub model has a INTEGER SOLUTION";`

`*8 INTEGER SOLUTION`

*این حالت نشان دهنده جواب عدد صحیح برای مسئله *MIP* می باشد. گفتنی است که جواب عدد صحیح با توجه به مقادیر *optcr* و *optca* که قبلاً تنظیم شده اند تعریف شده است.

`abort$(Hub.modelstat=9)"Hub model is INTERMEDIATE NON-INTEGER";`

`*9 INTERMEDIATE NON-INTEGER`

*این حالت نیز نشان دهنده یک جواب ناقص برای مسئله *MIP* می باشد. زمانی که هنوز یک جواب عدد صحیح بدست نیامده

`abort$(Hub.modelstat=10)"Hub model is INTEGER INFEASIBLE";`

`*10 INTEGER INFEASIBLE`

*هیچ جواب عدد صحیح برای مسئله MIP وجود ندارد. صحت این پیغام باید بررسی شود.

`abort$(Hub.modelstat=11)"Hub model is LICENSING PROBLEM";`

`*11 LICENSING PROBLEM- ERROR NO SOLUTION`

*نسخه نرم افزار دارای license مناسب برای فعال بودن حل کننده را ندارد.

`abort$(Hub.modelstat=12)"Hub model is ERROR UNKNOWN";`

`*12 ERROR UNKNOWN`

*در این حالت به دلیل اشکال در حل کننده، وضعیت مدل نامعلوم است.

`abort$(Hub.modelstat=13)"Hub model is ERROR NO SOLUTION";`

`*13 ERROR NO SOLUTION`

*در این حالت به دلیل وجود اشکال در فرایند حل، پاسخی پیدا نشده است.

`abort$(Hub.modelstat=14)"Hub model is NO SOLUTION RETURNED";`

`*14 NO SOLUTION RETURNED`

*در این حالت پاسخی ایجاد نشده است.

`abort$(Hub.modelstat=15)"Hub model is SOLVED UNIQUE";`

`*15 SOLVED UNIQUE`

*به مفهوم رسیدن به جواب منحصر بفرد در CNS است.

```
abort$(Hub.modelstat=16)“Hub model is SOLVED ”;  
*16 SOLVED
```

* به مفهوم رسیدن به جواب برای مساله CNS است ولی ممکن است جواب های دیگر هم وجود داشته باشد.

```
abort$(Hub.modelstat=17)“Hub model is SOLVED SINGULAR”;  
*17 SOLVED SINGULAR
```

* به مفهوم رسیدن به جواب منحصر بفرد در مساله CNS است.

```
abort$(Hub.modelstat=18)“Hub model is UNBONDED-NO SOLUTION ”;  
*18 UNBONDED-NO SOLUTION
```

* مدل بی کران است و جوابی وجود ندارد.

```
abort$(Hub.modelstat=19)“Hub model is INFESIBLE-NO SOLUTION”;  
*19 INFESIBLE-NO SOLUTION
```

* مدل نشدنی است و جوابی وجود ندارد.

```
Display x.l, a , c , constraint.m , “The Algorithm Converged” ;
```

IDE
gamside: C:\Users\gooshe\Documents\gamsdir\1.gpr

File Edit Search Windows Utilities Help

GAMS

F:\Software & Algorithms\GAMS\GAMS Presentation\pic.gms

pic.gms

```
*A transportation problem
Sets
  i  Plants / PlantA * PlantC /
  j  Distribution Centers / DCentD, DCentE / ;
Parameters
  a(i)  capacity of plant i in cases
        / PlantA 1000, PlantB 1500, PlantC 1200 /
  b(j)  demand at distribution center j in cases
        / DCentD 2300
          DCentE 1400 / ;
Table c(i,j)  transport cost in dollar
          DCentD  DCentE
PlantA      80    215
PlantB      100   108
PlantC      102    68 ;
Scalar f  conversion rate of dollar to toman /1500/ ;
Variables
  x(i,j)  shipment quantities in cases
  z       total transportation costs in toman ;
Positive Variable x;
Equations
  cost      define objective function
  supply(i) observe supply limit at plant i
  demand(j) satisfy demand at distribution center j ;

cost ..    z =e= sum((i,j), f*c(i,j)*x(i,j)) ;
supply(i) .. sum(j, x(i,j)) =l= a(i) ;
demand(j) .. sum(i, x(i,j)) =g= b(j) ;
Model transport /all/ ;
option lp = CPLEX;
Solve transport using lp minimizing z ;
Display x.l, x.m ;
```

$$\text{Min } z = \sum_i \sum_j f c_{ij} x_{ij}$$

s.t

$$\sum_j x_{ij} \leq a_i \quad \forall i$$

$$\sum_i x_{ij} \geq b_j \quad \forall j$$

$$x_{ij} \geq 0$$

31: 81 Modified Insert

36



- برنامه ریزی خطی (LP)
- برنامه ریزی غیر خطی (NLP)
- برنامه ریزی با قید درجه دوم (QCP)
- برنامه ریزی عدد صحیح آمیخته (MIP)
- برنامه ریزی عدد صحیح آمیخته رها شده (RMIP)
- مسئله مکمل آمیخته (MCP)
- برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح آمیخته (MINLP)
- برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح آمیخته رها شده (RMINLP)
- برنامه ریزی با قید درجه دوم عدد صحیح آمیخته (MIQCP)
- برنامه ریزی با قید درجه دوم عدد صحیح آمیخته رها شده (RMIQCP)
- سیستم غیر خطی مقید (CNS)
- برنامه ریزی غیر خطی با مشتقات ناپیوسته (DNLP)
- برنامه ریزی ریاضی با قیود موازنه (MPEC)
- برنامه ریزی ریاضی رها شده با قیود موازنه (RMPECLP)
- سیستم های برنامه ریزی برای موازنه عمومی (MPSGE)
- برنامه ریزی ریاضی توسعه یافته (EMP)

Loop

- The **Loop** Statement

```
loop(controlling_domain[$(condition)],  
statement {; statement}  
);
```

```
set i iteration / i-1*i-100 /;  
parameter value(i) , reitol (i);  
scalars  
target "number whose square root is needed" /23.456 /  
sqrtval "final approximation to sqrt(target)"  
curacc "accuracy of current approximation" /1/  
;  
value("i-1") = target/2 ;  
loop(i$(curacc > reitol(i)),  
value(i+1) = 0.5*(value(i) + target/value(i));  
sqrtval = value(i+1);  
curacc = abs (value(i+1)-value(i))/(1+abs(value(i+1)))  
abort$(curacc > reitol) "square root not found"  
);  
option decimals=8;  
display "square root found within tolerance", sqrtval, value;
```

Exp: **parameters** c(i,j);
c(i,j)=uniform(1,2);
loop(i, c(i,i)=0) ;

Loop

The output is:

```
----      18 square root found within tolerance
----      18 PARAMETER SQRTVAL      =      4.84313948 final approximation to sqrt(target)
----      18 PARAMETER VALUE used to hold successive approximations
i-1 11.72800000, i-2 6.86400000, i-3 5.14062471, i-4 4.85174713
i-5 4.84314711, i-6 4.84313948, i-7 4.84313948
```

➤ تعریف هیچ مجموعه کنترلی در ساختار تابع *loop* مجاز نمی باشد.

Set j,k,s ;

Scalar

n , m, p

lim /-inf/

m1 /0/

n1 /0/

p1 /0/

;

If-Elseif-Else

```
loop ((j,k,s), n=ord(j) ;  
      m=ord(k) ;  
      p=ord(s) ;  
      solve ml using MINLP maximizing obj;  
      M(j,k,s)=obj.l;  
      if (lim <= M(j,k,s),  
          lim=M(j,k,s);  
          n1=n;  
          m1=m;  
          p1=p;  
      );  
);
```

- The *if-Elseif-Else* Statement

```
if (condition,  
    statements;  
    {elseif condition, statements }  
    [else statements;]  
);
```


If-Elseif-Else

روابط زیر را در نظر بگیرید.

```
p(i)$(f <= 0) = -1 ;  
p(i)$(f > 0) and (f < 1)) = p(i)**2 ;  
p(i)$(f > 1) = p(i)**3 ;  
q(j)$(f <= 0) = -1 ;  
q(j)$(f > 0) and (f < 1)) = q(j)**2 ;  
q(j)$(f > 1) = q(j)**3 ;
```

این روابط با استفاده از تابع *if-elseif-else* بصورت زیر کد نویسی می شوند.

```
if (f <= 0,  
p(i) = -1 ;  
q(j) = -1 ;  
elseif ((f > 0) and (f < 1)),  
p(i) = p(i)**2 ;  
q(j) = q(j)**2 ;  
else  
p(i) = p(i)**3 ;  
q(j) = q(j)**3 ;  
);
```

If-Elseif-Else

```
if ((ml.modelstat eq 4),  
* model ml was infeasible  
* relax bounds on x and solve again  
x.up(j) = 2*x.up(j) ;  
solve ml using lp minimizing ob;  
else  
if ((ml.modelstat ne 1),  
abort "error solving model ml" ;  
);  
);
```

➤ در توابع *loop\if-elseif-else\while\for* مجاز به تعریف پارامتر، اسکالر، محدودیت و ... نیستیم.

The following GAMS code is illegal:

```
if (s gt 0,  
eq.. sum(i,x(i)) =g= 2 ;  
);
```

or

```
if (s gt 0,  
scalar y ; y = 5 ;  
);
```



• تابع *ifthen*

این تابع در مورد متغیرهایی استفاده می شود که می توانند با توجه به شرط مورد نظر، مقادیر متفاوتی داشته باشند.

X = ifthen (condition, expressioniftrue, expressioniffalse);

EXP:

X = ifthen(t=2,3,4)

اگر مقدار *t* برابر ۲ باشد، مقدار *X* برابر ۳ خواهد شد، در غیر این صورت مقدار *X* برابر ۴ خواهد بود.

While

- The *While* Statement

```
while(condition,  
statements;  
);
```

or

```
$onend  
While condition do  
statements;  
EndWhile;
```

```
scalar count ; count = 1 ;  
scalar globmin ; globmin = inf ;  
parameter globinit(j);  
while((count le 1000),  
    x.l(j) = uniform(0,1) ;  
    solve ml using lp minimizing obj ;  
    if (obj.l le globmin,  
        globmin = obj.l ;  
        globinit(j) = x.l(j) ;  
    ) ;  
    count = count+1 ;  
);
```




- The **For** Statement

<pre>for (i = start to downto end [by incr], statements;);</pre>	or	<pre>\$Onend for i = start to downto end [by incr] do statements; EndFor;</pre>
---	----	---

- توجه شود که i نشانگر یک پارامتر است نه یک مجموعه. بطوریکه در هر مرحله به اندازه مقدار **incr** افزایش می یابد.
- لزوماً مقادیر **start**, **end** و **incr** عدد صحیح نمی باشند. مقادیر **start** و **end** می توانند مثبت یا منفی باشند و مقدار **incr** نیز می بایست مثبت باشد.

```
for (s = -3.4 to 0.3 by 1.4,  
display s;  
);
```

The resulting listing file will contain the following lines,

```
----      2 PARAMETER S      =      -3.400  
----      2 PARAMETER S      =      -2.000  
----      2 PARAMETER S      =      -0.600
```

For

```
scalar i ;  
scalar obmin ; obmin = inf ;  
for (i = 1 to 1000,  
    x.l(j) = uniform(0,1) ;  
    solve ml using nlp minimizing obj ;  
    if (obj.l le obmin,  
        obmin = obj.l ;  
        obinit(j) = x.l(j) ;  
    ); ) ;
```

option forlim=46; controls the number of index in The For Statement.

➤ **Attributes Controlled by the Solver**

- numvar *number of single variables generated*
- numequ *number of single equations generated*
- resusd *resource units (in CPU seconds) used to solve model*
- iterusd *number of iterations used*

Repeat

- The *Repeat* statement

```
Repeat (  
  Statements to execute;  
Until   logical condition is true );
```

EXP:

```
SCALAR C /5/;  
Repeat (  
  C = C + 0.01;  
Until   C > 10 );
```

Options

Options exist in two forms: global or model-specific.

- `option iterlim = 100;`
- `mymodel.iterlim = 10;`

Option	Description
iterlim	Sets a limit on the simplex <u>iterations</u> performed by the solver. If this limit is hit, the solver will return solver status 2 ITERATION INTERRUPT .
reslim	Sets the <u>time</u> limit in seconds. If this limit is hit, the solver will terminate and return solver status 3 RESOURCE INTERRUPT .
optca	MIP <u>absolute</u> optimality criterion. The absolute gap is defined to be $ BP - BF $, where the best found value <u>BF</u> is the objective function value of <u>the best integer solution found thus far</u> and <u>the best possible value BP</u> is the current bound on the problem's solution. If the absolute gap is no greater than optca, the solver will terminate and return solver status 1 NORMAL COMPLETION and model status 8 INTEGER SOLUTION .
optcr	MIP <u>relative</u> optimality criterion. The relative gap is defined to be $ BP - BF / BP $. If the relative gap is no greater than optcr, the solver will terminate and return solver status 1 NORMAL COMPLETION and model status 8 INTEGER SOLUTION .

Option	Description
workspace	Specifies the amount (in MB) of memory the solver should allocate. workspace exists only as a model-specific option.
bratio	GAMS uses the bratio value to determine if an advanced basis exists. All the pivotal algorithms in GAMS solvers will make use of this advanced basis to speed up problem solution.
workfactor	Specifies a factor to be applied to the solver-computed memory estimate. E.g. setting workfactor=2 doubles the memory estimate.
domlim	Sets the domain violation limit. Domain errors are evaluation errors in the nonlinear functions (e.g. \sqrt{x} for $x < 0$). When a domain violation occurs the domain error count is increased by one; a solver will terminate if this count exceeds domlim and return solver status 5 EVALUATION ERROR LIMIT .
nodlim	Sets the branch and bound node limit. This is a limit on the total number of nodes in the tree, not on the number of active nodes. If this limit is hit, the solver will terminate and return solver status 4 TERMINATED BY SOLVER .
optfile	If nonzero, the solver should read an option file. If optfile=1 the name of the option file is solvername.opt . If optfile is between 2 and 999, the value determines the extension used.



Option	Description
prioropt	Instructs the solver to use the priority branching information passed by GAMS through variable suffix values variable.prior. If and how priorities are used is solver-dependent.
cheat	MIP cheat value: Each new integer solution must be at least cheat better than the previous one. This can speed up the search, but the search may miss the optimal solution.
cutoff	Cutoff value: When the branch and bound search starts, the parts of the tree with an objective worse than cutoff are deleted. This can sometimes speed up the initial phase of the branch and bound algorithm, at the cost of ignoring integer solutions whose value is worse than cutoff.
tryint	Signals the solver to make use of a partial or near-integer-feasible solution stored in current variable values to get a quick integer-feasible point.
sysout(off)	If option sysout=on GAMS will echo all the solver messages to the GAMS listing file. This is useful for debugging or to get additional information about a solver run. Normally, only those messages flagged by solver as destined for the listing file get listed. Sysout exists only as a <u>global option</u> , and can be set from the command line using an integer (e.g. sysout=1)



Options controlling output detail:

decimals(3)	global control of print format
solprint(on)	controls printing of solution
limcol(3)	number of columns listed.
limrow(3)	number of rows listed.

Options controlling solver specific parameters:

iterlim(1000)	(Allowable Max iteration= 2100000000)
optca(0.0)	
optcr(0.1)	
reslim(1000)	(Allowable Max time = $10^{75}s$)

Options affecting input program control:

seed(3141)	resets seed for pseudo random number generator
solveopt(merge)	controls return of solution values to GAMS



• تولید عدد تصادفی

در واقع اعداد تصادفی در نرم افزار *GAMS*، تصادفی نبوده و بصورت شبه تصادفی می باشند و با استفاده از یک الگوریتم قطعی تولید می شوند. اما این امکان وجود دارد که یک سری از اعداد که وابسته به زمان می باشند تولید شوند بطوریکه در هر مرحله از اجرای برنامه، با توجه به زمان اجرا، مجموعه اعداد مختلفی تولید شوند. لذا می توان از دستور زیر برای این منظور استفاده کرد:

```
execseed = 1+gmllisec(jnow);
```

EXP:

```
execseed = 1+gmllisec(jnow);
```

```
set i /i1*i10/;
```

```
parameter p(i);
```

```
p(i) = uniform(0,1);
```

```
display p;
```




• مشخصه solprint

Option solprint=off ;

or

modelName.solprint=off ;

پس از حل یک برنامه فایلی با پسوند .lst که حاوی اطلاعات خروجی می باشد، ایجاد می شود. با قرار دادن مشخصه solprint برابر off در فایل .lst بخش های solequ و solvar که حاوی اطلاعات مربوط به نتایج حل متغیرها و معادلات می باشند، نمایش داده نمی شوند.

• مشخصه numequ

modelName. numequ

تعداد معادلات بکار گرفته شده مدل را نشان می دهد.

• مشخصه numvar

modelName. numvar

تعداد متغیرهای منفرد در حل مدل را نشان می دهد.

• مشخصه numdvar

modelName. numdvar

تعداد متغیرهای گسسته مدل را نشان می دهد.

• مشخصه numunbd

modelName. numunbd

تعداد متغیرهای نامحدود در حل مدل را نشان می دهد.



• مشخصه numinfes

modelName.numinfes

تعداد جواب های نشدنی در حل مدل را نشان می دهد.

• مشخصه numnz

modelName.numnz

تعداد درایه های غیر صفر در ماتریس ضرایب مدل را نشان می دهد.

• مشخصه robj

modelName.robj

اگر در مدل MIP مسئله با در نظر گرفتن تمام قیود قابل حل نباشد، این دستور مقدار تابع هدف رها شده را نشان می دهد.

• مشخصه sysout

Option sysout=on ;

or

modelName.sysout=on ;

این مشخصه بصورت پیش فرض off است و به منظور نمایش جزئیات بیشتری از روش حل در پنجره خروجی بکار می رود.

• مشخصه solvestat

modelName.solvestat

کد مربوط به وضعیت روش حل را نشان می دهد.

It is often more useful is to control layout of the data. The general form is:
Option dataname : d-value : r-value : c-value ;

EXP:

variable x(i,j,k,l) ;

option x :5:3:1; *display* x;

Number of column labels
Number of row labels

and the output:

---- 12 PARAMETER X

a four dimensional structure

	i	ii
first .one .b	5.63559	
first .two .a	-2.93930	0.02873
first .two .b		10.34570
first .three .b	-6.31610	
second.one .a	+INF	1.00370
second.one .b		-17.29948
second.two .a		+INF
second.two .b	19.83500	

- **1 NORMAL COMPLETION**

این حالت نمایانگر حل عادی مسئله می باشد بطوریکه حل مدل بدلیل محدودیت تعداد تکرار یا زمان و ... مختل نشده است. در این حالت *model status* اطلاعات دقیق تری از وضعیت مسئله را نشان می دهد.

- **2 ITERATION INTERRUPT**

این حالت نشانگر این مطلب است که حل مدل به دلیل محدودیت تعداد تکرار مختل شده است. در این حالت استفاده از آپشن *iterlim* برای افزایش تعداد تکرار توصیه می شود.

- **3 RESOURCE INTERRUPT**

این حالت نشانگر این مطلب است که حل مدل به دلیل محدودیت زمان مختل شده است. در این حالت استفاده از آپشن *reslim* برای افزایش زمان حل توصیه می شود.

- **4 TERMINATED BY SOLVER**

این حالت نشانگر این مطلب است که ادامه حل مدل با مشکل مواجه شده است. با بررسی پیغام ها می توان به اطلاعات دقیق تر دست یافت.

- **5 EVALUATION ERROR LIMIT**

این حالت نشانگر این مطلب است که ادامه حل مدل بدلیل وجود برخی مقادیر غیر قابل تعریف برای عبارات غیر خطی با مشکل مواجه شده است. بطوریکه باید این مقادیر اصلاح شوند مثلاً تقسیم یک عبارت بر مقدار صفر. در این حالت لیست گزارش خطاها قبل از جواب ها نمایش داده می شود.

- **6 CAPABILITY PROBLEMS**

روش حل توانایی لازم را برای حل مدل ندارد.

- **7 LICENSING PROBLEMS**

نسخه نرم افزاری دارای *license* مناسب برای فعال بودن روش حل نمی باشد.

- **8 USER INTERRUPT**

کاربر با استفاده از گزینه interrupt اجرای برنامه را متوقف کرده است.

- **9 ERROR SETUP FAILURE**

روش حل به دلیل وجود اشکال در زمان تنظیم شده، با مشکل مواجه شده است.

- **10 ERROR SOLVER FAILURE**

روش حل با مشکل مواجه شده است. نیاز است تا پنجره خروجی به طور دقیق بررسی شود.

- **11 ERROR INTERNAL SOLVER FAILURE**

روش حل با مشکل داخلی مواجه شده است. این خطا مربوط به ویژگی های روش حل می باشد.

- **12 SOLVE PROCESSING SKIPPED**

مرحله حل مدل به دلیل وجود خطاهای زیاد در اجرای مدل، انجام نشده است.

- **13 ERROR SYSTEM FAILURE**

این پیغام برخی ویژگی های پیش بینی نشده GAMS، روش حل و یا بین این رو را اعلام می کند. نیاز است تا پنجره خروجی به طور دقیق بررسی شود.

➤ تمامی گزارش خطاها با علامت '****' که در ابتدای خط چاپ می شود، مشخص می شوند.

- **Compilation Errors**

```
1 set c crops / wheat, corn, wheat, longaname /
****                               $172
2 parameter price(c) / wheat 200, cotton 700 /
****                               $170
```

3

Error Messages

```
170 Domain violation for element
172 Element is redefined
```

- **Compilation Time Errors**

```
1 variables x,y, z ;
2 equations eq1 , eq2;
3
4 eq1.. x**2 - y =e= z ;
5 eq2.. min(x,y) =l= 20 ;
6
7 model silly / all / ;
8 solve silly using lp maximizing z ;
****                               $54,51,256
```

**** THE FOLLOWING LP ERRORS WERE DETECTED IN MODEL SILLY:
**** 54 IN EQUATION EQ1 .. ENDOG OPERANDS FOR **
**** 51 IN EQUATION EQ2 .. ENDOG ARGUMENT(S) IN FUNCTION

9

Error Messages

51 Endogenous function argument(s) not allowed in linear models
54 Endogenous operands for ** not allowed in linear models
256 Error(s) in analyzing solve statement. More detail appears
 Below the solve statement above

- *Execution Errors*

EPS : small but not zero

NA : not available

UNDF : the result of an illegal operation

- *Solve Errors*

1 variable x;
2 equation eq1;
3
4 eq1.. x =| 10 ;
5 x.lo = 10 ;
6 x.up = 5 ;

```
7 model wrong /eq1/;
8 solve wrong using lp maximizing x ;
9
**** MATRIX ERROR - LOWER BOUNDS > UPPER BOUND
X      (.LO, .L, .UP = 10, 0, 5)
...
**** SOLVE from line 8 ABORTED, EXECERROR = 1
**** USER ERROR(S) ENCOUNTERED
```

Some Important Error Messages

- 141 Symbol neither initialized nor assigned
A wild shot: You may have spurious commas in the explanatory text of a declaration. Check symbol reference list.
- 148 Dimension different - The symbol is referenced with more/less indices as declared
- 149 Uncontrolled set entered as constant
- 257 Solve statement not checked because of previous errors

دلیل معمول خطا

پیغام خطا

8	پرانتزها سازگار نیستند. تعداد پرانتز بازها زیاد است. (به پیغام ۴۰۸ نیز توجه شود).
36	پیدا نکردن المان ها در بیان معادلات
37	پیدا نکردن نوع معادله (" $=g$ ", " $=e$ ", " $=l$ ") در مشخصه معادله
60-51	مشخصه غیر خطی غیر مجاز
66	آیتمی که بدون مقداردهی عددی در معادله ظاهر شده است.
71	معادله بیان شده است اما مشخصه ریاضی با عبارت "." بیان شده است.
96	عبارتی پایان یافته است و بدون ";" عبارت دیگر آغاز شده است.
120	مجموعه ای با این نام پیدا نمی شود.
125	تناقض در کنترل اندیس وجود دارد.
140	GAMS به دنبال کلید واژه و یا المان بیان شده می گردد اما آنرا پیدا نمی کند. املاي لغات و جمله بیان شده را بررسی کنید.
141	پارامتر بدون داده استفاده شده است یا solve با a و m. انجام نمی شود.
148	آیتم با اندیس های کمتر یا بیشتری نسبت به آنچه در مجموعه ها تعریف شده، ارجاع داده شده است.
149	مجموعه مشخص شده در sum یا معادله دیگری اندیس نشده است.

دلیل معمول خطا

پیغام خطا

170	المان مجموعه ارجاع داده با اندیس مد نظر، در تعریف مجموعه پیدا نمی شود. غلط املائی باید بررسی شود و ممکن است به یک مجموعه اشتباه ارجاع داده شده باشد.
171	اشکال در دامنه؛ برای اندیس مد نظر در مجموعه اشتباهی وجود دارد.
195	نام استفاده شده قبلاً تعریف شده است.
198	از دستور ord در مجموعه ای استفاده شده است که منظم نیست.
256	مشکلی در مشخصات مدل وجود دارد. پیغام های خطایی که بلافاصله بعد از دستور solve آمده است را نگاه کنید.
257	حل کننده انتخاب نشده است. این خطا در ارتباط با بقیه خطاهای GAMS می باشد.
340	علامت ویژه برای مجموعه فراموش شده است.
408	پرانتزها سازگار نیستند. تعداد پرانتز بسته ها زیاد است. (به پیغام ۸ نیز توجه شود).

لینک کمکی برای پرسش سوالات و اشکالات کدنویسی:

<https://groups.google.com/forum/#!forum/gamsworld>



- \$abort

از این عملگر برای چاپ یک پیغام در صورت وجود یک شرط استفاده می شود

- \$clear

از این عملگر برای ریست کردن مقادیر تمامی داده های تعریف شده استفاده می شود. توجه شود که این عملگر در طول زمان حل و نه پس از حل اعمال می شود. همچنین گفتنی است که این عملگر برای ریست کردن تمامی داده ها شامل مجموعه، پارامتر، محدودیت و انواع متغیرها قابل استفاده است.

EXP:

```
set i /1*20/ ; scalar a /2/ ;
```

```
$clear i a
```

```
display i, a ;
```

The result shows that i is now an empty set, and a takes a value of 0.

```
----          3 SET          I
                                     (EMPTY)

----          3 PARAMETER A          =          0.000
```

- \$kill

از این عملگر برای پاک کردن داده ها استفاده می شود. در این حالت فقط نوع و بُعد حفظ می شود.

EXP:

```
set i / 1*20 /; scalar a /2/;
```

```
$kill i a
```

توجه شود که در حالت *\$clear* تعاریف اولیه داده ها حفظ می شوند و فقط مقادیر آنها ریست می شود در حالی که در حالت *\$kill* بطور کلی تعاریف اولیه نیز ریست می شوند و می توان مجدداً از نماد های قبل برای تعریف مجدد استفاده کرد.

set i ; scalar a ;

- *\$eject*

استفاده از این عملگر باعث چاپ خروجی ها در یک صفحه جداگانه می شود.

EXP:

\$eject

Set i,j ;

Parameter data(i,j) ;

\$eject

- *\$error*

این عملگر برای چک کردن یک شرط استفاده می شود و در صورتی که آن شرط برقرار نباشد پیغام خطا را چاپ می کند.

EXP:

\$if not exist myfile

\$error File myfile not found - will continue anyway

این دستور باعث می شود که اگر فایل *myfile* وجود نداشته باشد پیغام *'File not found - will continue anyway'* چاپ شود و سپس اجرای مدل با خطوط بعدی کد ادامه می یابد.

- \$offlisting, \$onlisting

از این عملگر برای عدم چاپ ورودی های مسئله در قسمت خروجی ها استفاده می شود و بصورت پیش فرض این عملگر *On* است.

EXP:

```
set i /0234*0237/
```

```
    j /a,b,c/ ;
```

```
table x(i,j)
```

```
      a b c
```

```
0234  1 2 3
```

```
$offlisting
```

```
0235  4 5 6
```

```
0236  5 6 7
```

```
$onlisting
```

```
0237  1 1 1
```

The resulting listing file looks as follows,

```
1  set i /0234*0237/
```

```
2      j /a,b,c/ ;
```

```
3  table x(i,j)
```

```
4      a b c
```

```
5  0234 1 2 3
```

```
10 0237 1 1 1
```

- **\$ontext, \$offtext**

از این عملگر برای ایجاد یک بلوک کامنت در متن کد استفاده می شود. همچنین برای تشخیص محدودیت مشکل ساز نیز از این عملگر می توان استفاده کرد!

- **\$title 'text'**

این عملگر جهت چاپ عنوان برای خروجی ها استفاده می شود. طول عنوان می بایست حداکثر ۸۰ کاراکتر باشد. گفتنی است عنوان مورد نظر در تمامی صفحات خروجی چاپ می شود.

- **\$stitle**

از این عملگر برای چاپ *subtitle* که بصورت *text* پس از کلیدواژه *stitle* آمده است استفاده می شود.

EXP:

`$stitle data tables for input/output`

- **\$eolcom !!**

این عملگر برای تعریف کامنت در انتهای یک خط استفاده می شود که می تواند یک یا دو کاراکتر را نیز در نظر گیرد. مثال زیر را در نظر بگیرید.

`$eolcom ->`

`set i /1*2/ ; -> set declaration`

`parameter a(i) ; -> parameter declaration`

The character set -> serves as the end-of-line-comment indicator.

- *Insert GAMS to GAMS*

فراخوانی و چاپ از یک فایل *GDX* در یک مدل *GAMS* می تواند در طول حل مدل یا پس از آن رخ دهد.

Exp:

پارامتر *b* با نام *'demand'* از فایل *GDX* فراخوانی می شود و تنها عناصر که در دامنه *j* هستند خوانده می شوند. همچنین بدون ایجاد هیچ خطایی مقدار دیگر عناصر پارامتر *b* نادیده گرفته می شوند.

Set

j markets / new-york, chicago, topeka / ;

Parameter

b(j) demand at market j in cases ;

\$GDXIN demanddata.gdx

\$LOAD b=demand

\$GDXIN

- *Execute GAMS to GAMS*

با استفاده از دستورات زیر، در طول اجرای برنامه می توان فایل *GDX* را فراخوانی یا چاپ کرد.

To read data:

```
execute_load 'filename',id1,id2=gdxid2,...;
```

To write data:

```
execute_unload 'filename',id1,id2=gdxid2,...;
```

Read a solution:

```
execute_loadpoint 'filename';
```

- *Insert Text to GAMS*

این عملگر محتویات یک فایل متنی را فراخوانی می کند. گفتنی است که این عملگر می تواند ادغام شود.

```
$include " C:\Desktop\first.txt "
```

- *Execute GAMS to Text*

EXP:

```
file abc /"Test.txt"/;
```

```
put abc ;
```

← Create extra text file namely Test

```
set i /i1*i4/
```

```
loop(i,
```

← Convert i to character form

```
put i.tl:4;
```

```
put a(i);
```

```
put /;
```

← New line

```
);
```




EXP:
set i ;
loop(i,
put /;
put d.tl;
put @ 11 x.l(i);
);
put # 3;

Number of column

Number of line

EXP:
File final /myresult.txt/;
put final;
put "Total Cost=", z.l/;
putclose;

در فایل myresult.txt عبارت زیر ظاهر می شود:

Total Cost= 153.76

- *Execute GAMS to Excel*

برای نمایش نتایج حل در قالب فایل *Excel* دو مرحله باید انجام گیرد:

1. ایجاد فایلی با پسوند *gdx* و مشخص کردن اطلاعات مورد نظر برای نمایش در فایل *Excel* توسط کلمه کلیدی *Execute_Unload*
 2. فراخوانی فایل *gdxxrw.exe*، فایل ساخته شده با پسوند *gdx* و تعیین خانه های *Excel* توسط کلمه کلیدی *Execute*
- مثال:

فرض کنید می خواهیم اندیس *i*، پارامتر *a(i)* و مقادیر مربوط به متغیر *x(i,j)* را در فایل *Excel* با نام *results* نمایش دهیم.

Execute_Unload "results.gdx" i a x.l x.m

Execute 'gdxxrw.exe results.gdx var=x.l var=x.m rng=sheet1!f1:h3 par=a rng=j1:k2 set=i rng=m1:n1'



Execute 'gdxrw.exe results.gdx var=x.l'
Execute 'gdxrw.exe results.gdx var=x.m rng=sheet1!f1:h3'
Execute 'gdxrw.exe results.gdx par=a rng=j1:k2'
Execute 'gdxrw.exe results.gdx set=i rnj=m1:n1'

پیغام زیر در انتهای صفحه active process نشان دهنده محل ذخیره فایل Excel می باشد.

GDXRW

Input D:\New Folder\results.gdx

Output D:\New Folder\results.xlsx

نمایی از فایل results.xlsx بصورت زیر قابل نمایش است.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		new-york	chicago	topeka			chicago	topeka		seattle	san-diego		seattle	san-diego
2	seattle	50	300			seattle		0.036		350	600			
3	san-diego	275		275		san-diego	0.009							

نکته ها:

- خانه های اختصاص یافته به اندیس ها (مجموعه ها) باید در یک سطر باشند.
- برای مقادیر تک بعدی مانند $a(i)$ ، نام های مربوط به اندیس های آن (san-diago,seattle)، در یک سطر نوشته می شوند و زیر هر خانه عدد متناظر آن قرار می گیرد.
- برای مقادیر دو بعدی مانند متغیر $x.m$ ، نام های مربوط به اندیس های آن (san-diago,seattle) و از طرفی (topeka,chicago) به ترتیب در یک ستون و یک ردیف نوشته می شوند و در هر خانه عدد متناظر با آن قرار می گیرد.

- *Execute GAMS to MATLAB*

برای اجرای یک مدل در نرم افزار *MATLAB* و بازگرداندن بردار جواب متغیر $x(i)$ و پارامتر $d(i,j)$ در نرم افزار *MATLAB* نیاز است تا در کد، پس از دستور *SOLVE* دستور زیر نوشته شوند.

- `$libinclude matout x.i i`
- `$libinclude matout d i j`

این دستور تنها مقدار جواب را در یک فایل *MATLAB* می ریزد لذا لازم است در فایل *MATLAB* نیز دستور زیر نوشته شود.

- `[x d] = gams('NameGamsFile');`



- DEA Problem

output weights : v_k
input weights : u_j

$$\begin{aligned} \max_p \quad & \sum_k v_k y_{pk} \\ \text{st.} \quad & \sum_j u_j x_{pj} = 1 \quad \forall p \\ & \sum_k v_k y_{ik} - \sum_j u_j x_{ij} \leq 0 \quad \forall i \\ & v_k, u_j \geq 0 \end{aligned}$$

- تشخیص نشدنی بودن مدل و رفع آن!





- ***Thanks for attention***