

# نرم افزار GAMS

## ۱. GAMS چیست؟

GAMS در واقع مخفف عبارت (The General Algebraic Modeling System) است. سیستم

GAMS یک زبان برنامه نویسی مدل سازی با قابلیت بالاست. این نرم افزار از سرعت بسیار بالایی در حل مدل های بزرگ برخوردار است. در واقع می توان از GAMS به عنوان بهترین نرم افزار حل مسائل بهینه سازی بسیار بزرگ و پیچیده نام برد.

از GAMS برای حل مسائل برنامه ریزی خط (LP)، برنامه ریزی غیرخطی (NLP)، برنامه ریزی صحیح مختلط (MIP)، برنامه ریزی خطی صحیح مختلط (MINLP) و مسائل مکمل خطی (MCP) استفاده می کنند. GAMS در محیط های DOS، WINDOWS و UNIX قابل اجراست.

نرم افزار GAMS به راحتی می تواند با پایگاه های اطلاعاتی ارتباط برقرار کند. همچنین در صورتی که تعداد داده های ورودی زیاد نباشد می توان اطلاعات را مستقیماً در محیط نرم افزار وارد نمود.

برای مدل سازی، تنها کافی است برای یک بار تمامی مجموعه های مربوط به متغیرها و محدودیت ها را تعریف نمود. نرم افزار GAMS به راحتی محدودیت ها را تکرار می کند و نیازی نیست تمامی محدودیت ها نوشته شود.



خروجی نرم افزار GAMS به راحتی قابل استفاده است. می توان در خود نرم افزار خروجی ها را مشخص نمود. یا بعد از ارتباط با پایگاه های داده، خروجی را مثلاً به Excel منتقل نمود. مدلهایی که در نرم افزار GAMS پشتیبانی می شوند عبارتند از:

Linear Programming

Mix Integer Programming

Non-Linear Programming

Mixed Complementarity Problems

Mathematical Programs with Equilibrium Constraints

Constrained Nonlinear Systems

Non-Linear Programming with Discontinuous Derivatives

Mixed-Integer Non-Linear Programming

Quadratically Constrained Programs

Mixed Integer Quadratically Constrained Programs

که روش های پرکاربرد آن معمولاً برنامه ریزی خطی (LP)، برنامه ریزی عدد صحیح مختلط (MIP) و برنامه ریزی غیرخطی (NLP) است. در سایت سازنده این نرم افزار، مثال های متنوعی از هر کدام از روش های ذکر شده وجود دارد.

کاربران با نسخه بدون لیسانس GAMS می توانند مدل های خود را با محدودیت های زیر مدل کنند:

-تعداد متغیرها و محدودیت ها نباید بیشتر از ۳۰۰ باشد.

-تعداد اجزای غیرصفر نباید بیشتر از ۲۰۰۰ عدد و برای برنامه ریزی غیرخطی ۱۰۰۰ عدد باشد.



-تعداد متغیرهای گسسته نباید بیشتر از ۵۰ عدد باشد.

ولی در نسخه کامل این نرم افزار هیچ محدودیتی برای حل مسائل وجود ندارد.

## ۲. چگونه یک برنامه GAMS بنویسیم؟

برای حل یک مسأله توسط GAMS اولین مرحله عبارت است از تشکیل یک فایل متن که بیان‌کننده مسأله شما به زبان GAMS است. از ویرایشگر متن مثلاً Notepad در ویندوز یا هر ویرایشگر متنی که در اختیار دارید می‌توانید استفاده کنید. معمولاً فایل حاصل را با پسوند GMS مشخص می‌کنیم. مثلاً اگر برنامه‌ای به نام TEST می‌نویسید فایلی به نام TEST.GMS ایجاد کنید. این محیط ویرایشی در خود برنامه نیز وجود دارد که با انتخاب گزینه New از منوی فایل در داخل نرم افزار باز می‌شود.

### ۱) نکاتی در مورد نحوه نوشتن برنامه GAMS

- ۱- برای رفتن به خط بعدی از ENTER استفاده کنید.
- ۲- هرگز از کلید TAB استفاده نکنید، زیرا موجب پیغام خطا می‌شود.
- ۳- هر خطی که با '\*' شروع شود به عنوان توضیح در نظر گرفته می‌شود و در برنامه خوانده نمی‌شود.
- ۴- برای GAMS حروف کوچک و بزرگ فرقی ندارد.
- ۵- یک برنامه GAMS شامل بخش‌های متعددی است، هر بخش با یک سیمی‌کالون (;) خاتمه می‌یابد.



### ۳. بخشهای اصلی یک برنامه GAMS

قبل از پرداختن به توضیحات مربوط به بخشهای مختلف یک برنامه GAMS کلیات برنامه زیر را ملاحظه نمائید. به عنوان نمونه فرض کنید می خواهیم مسئله برنامه ریزی خطی (LP) زیر را با استفاده از GAMS حل کنیم:

مسأله TEST :

$$\text{Min } f(x_i) = -x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 - 4x_5 + 2x_6$$

S.t:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 6 \\ 2x_1 - x_2 - 2x_3 + x_4 \leq 4 \\ x_3 + x_4 + 2x_5 + x_6 \leq 4 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

برای حل مسئله فوق بایستی به صورت زیر در محیط نرم افزار GAMS برنامه نویسی کنیم:

\* OPTION LAMRO = 0, LIMCOL = 0

SETS

J / C1\*C6 /

I / B1\*B3 /;

PARAMETERS

B (I)

/ B1 6

B2 4

B3 4 /

C (J)

/ C1 -1



C2 -2

C3 1

C4 -1

C5 -4

C6 2 /;

TABLE

	A (I, J)					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
B1	1	1	1	1	1	1
B2	2	-1	-2	4	0	0
B3	0	0	1	1	2	1 ;

VARIABLES

COSTS

POSITIVE VARIABLES

X (J);

EQUATION

OBJECTIVE

Y (I);

OBJECTIVE. . COSTS = E = SUM (J, C (J) X (J));

Y (I). . SUM ( J , A ( I , J ) \* X ( J ) ) = L = B ( I ) ;

MODEL TEST / ALL /;

SOLVE TEST USING LP MINIMIZING COSTS;

DISPLAY X. L , X. M;

## (ا) بخش SETS

در این بخش تمام اندیس‌هایی که در نوشتن معادلات مدل استفاده می‌شوند معرفی می‌گردند. این اندیس‌ها عباراتی صرفی و یا عددی هستند. به عنوان مثال در برنامه **TEST** بخش **SETS**، ضرایب تابع هدف توسط **J** و تعداد قیود توسط **I** مشخص شده‌اند.



توجه شود که در اصل  $J$  را توسط ضرایب تابع هدف به صورت:

$$J / C1, C2, C3, C4, C5, C6 /$$

یا:

$$J / C1 * C6 /$$

و  $I$  را توسط عناصر سمت راست قیود نامساوی به صورت:

$$I / B1, B2, B3 /$$

یا:

$$I / B1 * B3 /$$

شمرده ایم.

توجه: نام هر اندیس تا ده کاراکتر اجازه داده شده و درج فاصله یا جای خالی در نام اندیس اجازه داده نشده است.

## بخش PARAMETERS

در GAMS، پارامترها، بردارهای ثابت معلوم و مقدار پارامترها به عنوان داده‌ها در این بخش تعریف می‌شوند.

به منظور تعریف مقادیر بردارها، لازم است اندیس بردارها قبلاً در بخش SETS تعریف شده باشد.

در برنامه TEST بردارهای  $B$  و  $C$  دارای یک مقدار عددی به ترتیب برای هر عنصر مجموعه  $I$  و  $J$  به صورت

زیر است:

PAPAMETERS

B (I)

/ B1 6



B2 4

B3 4 /

C (J)

/ C1 -1

C2 -2

C3 1

C4 -1

C5 -4

C6 2 /;

## ت) بخش TABLE

در GAMS یک ماتریس، مثلاً ماتریس ضرایب قیود در LP، ماتریس ضرایب هزینه و...، می تواند در بخش

TABLE آورده شود.

در برنامه مثال، ضرایب متغیرها در هر یک از قیود به صورت زیر معرفی می شود:

## TABLE

A (I, J)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
B1	1	1	1	1	1	1
B2	2	-1	-2	4	0	0
B3	0	0	1	1	2	1;

توجه شود که تنها یک ماتریس در هر بخش TABLE می توان وارد کرد و لازم است با یک سیمی کالون (!) خاتمه یابد. برای وارد کردن چندین ماتریس، همان تعداد TABLE لازم است.



## ث) بخش متغیرها VARIABLES

در بخش VARIABLES مجهولات مسأله را لیست می‌کنیم. متغیرها می‌توانند اسکالر باشند، یک بردار باشند، یک ماتریس دوبعدی باشند، یک ماتریس سه‌بعدی باشند و غیره ...

در GAMS متغیرهای نامنفی با عنوان POSITIVE VARIABLES و متغیرهای نامثبت با عنوان NEGATIVE VARIABLES معرفی می‌شوند.

متغیرها می‌توانند BINARY باشند که در این صورت تنها مقادیر صفر و یک می‌گیرند. در این صورت یک برنامه ریزی Mixed-Integer خواهیم داشت.

VARIABLES

COSTS

POSITIVE VARIABLES

X (J);

## ج) بخش معادلات EQUATIONS

بخش بعدی بخش معادلات است که اسامی تابع هدف و قیود دیگر مسأله در آن تعریف می‌شود. نامعادلات شبیه معادلات در این بخش ظاهر می‌شوند.

در برنامه TEST نام OBJECTIVE برای عبارتی که باید می‌نیمم گردد (تابع هدف) انتخاب شده است. نام Y(I) برای قیود مسأله انتخاب شده است.



بعد از نام گذاری، معادلات وارد می شوند. ابتدا نام معادله، به دنبال آن دو نقطه (..) آن گاه تعریف جبری قید که خیلی شبیه علائم استاندارد ریاضی است، می آید. ضرب به وسیله علامت (\*)، تقسیم به وسیله علامت (/)، توان به وسیله (\*\*) تعریف می شود.

## EQUATION

### OBJECTIVE

Y (I);

OBJECTIVE. . COSTS = E = SUM (J, C (J) X (J));

Y (I). . SUM (J, A (I, J) \* X (J)) = L = B (I) ;

## ج-۱) بعضی از توابع استاندارد

نام	شرح	تعریف ریاضی
ABS	قدر مطلق	arg
COS	کسینوس	COS ( arg )
EXP	تابع نمایی	exp (arg)
LOG	لگاریتم طبیعی	لگاریتم در مبنای e از arg
LOG10	لگاریتم معمولی	لگاریتم در مبنای ۱۰ از arg
SQR	توان دوم	Qrg*arg
SQRT	ریشه دوم	Sqrt(arg)

## ج-۲) بعضی از علائم ریاضی



GAMS	علائم ریاضی معمولی
$SUM(I, )$	$\sum_{i \in I}$
$SUM((I, J), )$	$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J}$
$= E =$	$=$
$= G =$	$\geq$
$= L =$	$\leq$

در **GAMS** راهی برای بیان کران بالا، کران پایین و قیود تساوی که با یک متغیر سر و کار دارند وجود دارد، مثال زیر را ببینید:

GAMS	علائم استاندارد ریاضی
$X = L = 20$	$x \leq 20$
$X = G = 20$	$x \geq 20$
$X = E = 20$	$x = 20$

به جای تعاریف فوق قبل از **EQUATION**، دستورات زیر را می‌توانیم بیاوریم.

$X . UP = 20 ;$

$X . LO = 20 ;$

$X . FX = 20 ;$



## ح) بخش MODEL و SOLVE

در آخرین قسمت برنامه، MODEL داده می‌شود، نام مدل (نام فایل) حداکثر ۸ تا ۱۰ کاراکتر بسته به GAMS مورد استفاده، انتخاب می‌شود.

در GAMS کلمه مدل مجموعه‌ای از معادلات است که معمولاً یکی از آنها تابع هدف مسأله است، به عنوان مثال:

MODEL TEST / ALL / ;

این معنی را می‌دهد که تمام معادلاتی را که قبلاً معرفی شده است به عنوان مدل TEST در نظر گرفته شود.

از این قسمت می‌توان برای حل تجزیه LP هم استفاده کرد (Decomposition) طوری که علاوه بر تابع هدف قیودی را که برای حل کردن مد نظر است در این قسمت می‌نویسیم.

آخرین خط برنامه:

SOLVE TEST USING LP MINIMIZING COSTS ;

به کامپیوتر اعلام می‌کند که مدل TEST را با استفاده از برنامه‌ریزی خطی (LP) که در کتابخانه برنامه حاضر است، به منظور می‌نیم‌سازی متغیر COSTS (تابع هدف) حل کن.

در انتهای برنامه یک خط دلخواه را می‌توان اضافه کرد:

DISPLAY X . L , X . M ;



که این خط باعث می‌شود در انتهای جواب برنامه، مقدار متغیرهای مسأله اولیه و مسأله دوگان به طور خلاصه و جمع و جور نوشته شود.

### د) نحوه اجرای یک برنامه GAMS

بعد از نوشتن برنامه (در یک ویرایشگر)، می‌توان با کلیک بر آیکن Run GAMS در نوار ابزار برنامه و یا فشردن کلید F9 برنامه را اجرا کرد.

پس از اجرای برنامه، گزارشی از جواب در فایل به نام TEST . LST ایجاد خواهد شد که در صفحه ویرایشگر جدیدی نشان داده می‌شود.

### ر) مشاهده جواب و خطاهای برنامه

اولین بار که برنامه‌ای را اجرا می‌کنید، احتمالاً شامل خطاهایی خواهد بود، که این خطاها به وسیله چهار ستاره (\*\*\*\*) در سمت چپ خط خطا علامت‌گذاری می‌شود. در جلوی (\*\*\*\*)، علامت \$ را با یک عدد ملاحظه خواهید کرد، در انتهای برنامه و جلوی همان عدد نوع خطایی را که مرتکب شده‌اید، نوشته شده است، نوع خطا را مطالعه کرده و نسبت به رفع آن اقدام کنید.

بعد از رفع خطاهای برنامه، سرانجام خلاصه‌ای از جواب را در TEST . LST ملاحظه خواهید کرد، که شامل اطلاعاتی است که نیاز خواهید داشت. این قسمت با چهار خط تیره "----" شروع می‌شود. به عنوان مثال خلاصه‌ای از جواب برنامه TEST عبارت است از:

## SOLVE SUMMARY





اقتصاد و مدیریت انرژی - دکتر سید حسین حسینیان  
ارائه: سجاد عابدی (sajjad.abedi@aut.ac.ir)



MODEL TEST

OBJECTIVE COSTS

TYPE LP

DIRECTION MINIMIZE

SOLVER CPLEX

FROM LINE 34

xxxxSOLVER STATUS 1 NORMAL COMPLETION

xxxxMODEL STATUS 1 OPTIMAL

xxxxOBJECTIVE VALUE -16.0000

RESOURCE USAGE, LIMIT 0.009 1000.000

ITERATION COUNT, LIMIT 1 10000

GAMS/Cplex Mar 15, 2006 WIN.CP.CP 22.1 030.033.041.VIS For Cplex 10.0

Cplex 10.0.0, GAMS Link 30

Optimal solution found.

Objective : -16.000000

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

----EQU OBJECTIVE . . . 1.000





----EQU Y

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

B1	-INF	6.000	6.000	-2.000
----	------	-------	-------	--------

B2	-INF	-4.000	4.000	.
----	------	--------	-------	---

B3	-INF	4.000	4.000	-1.000
----	------	-------	-------	--------

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

----VAR COSTS	-INF	-16.000	+INF	.
---------------	------	---------	------	---

----VAR X

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

C1	.	.	+INF	1.000
----	---	---	------	-------

C2	.	4.000	+INF	.
----	---	-------	------	---

C3	.	.	+INF	4.000
----	---	---	------	-------

C4	.	.	+INF	2.000
----	---	---	------	-------

C5	.	2.000	+INF	.
----	---	-------	------	---





C6 . . +INF 5.000

\*\*\*\* REPORT SUMMARY : 0 NONOPT

0 INFEASIBLE

0 UNBOUNDED

GAMS Rev 144 x86/MS Windows

03/04/00 17:54:15 Page 6

General Algebraic Modeling System

Execution

---- 35 VARIABLE X.L

C2 4.000, C5 2.000

---- 35 VARIABLE X.M

C1 1.000, C3 4.000, C4 2.000, C6 5.000

EXECUTION TIME = 0.000 SECONDS 3 Mb WIN221-144 Mar 14, 2006

اولین قسمت خلاصه جواب شامل معادلات است. قسمت دوم خلاصه جواب (SOLVE SUMMARY) مقدار

بهینه تابع هدف را ارائه می دهد که برابر ۱۶- است و در ادامه مقدار بهینه متغیرها هستند که تحت عنوان

LEVEL لیست می شوند. در قسمت پنجم و ششم، X.L و X.M را ملاحظه خواهید کرد که همان مقادیر بهینه

به ترتیب متغیرهای اولیه و دوگان مسأله می باشند.



## ز) نکات مهم

۱- در TEST.LST بعد از صورت برنامه، خلاصه‌ای از برنامه می‌آید که تمام اطلاعاتی که شما نیاز دارید در آن نوشته شده است. یکی از قسمت‌های مهم آن، قسمتی است به نام MARGINAL که همان مقدار متغیرهای دوگان متناظر با قیود می‌باشد.

۲- در جواب برنامه (در TEST.LST)، قسمتی را ملاحظه خواهید کرد به نام REPORT SUMMARY، که در این قسمت سه کلمه UNBOUNDED، INFEASIBLE، NONOPT را مشاهده خواهید کرد، اگر در جلوی هر کدام از آن‌ها عدد ۱ نوشته شده باشد یعنی همان حالت اتفاق افتاده است، مثلاً اگر در کنار UNBOUNDED عدد ۱ نوشته شده باشد یعنی مسأله اولیه بی‌کران است. نوشته شدن عدد صفر طبیعی است.

۳- به نویسندگان برنامه GAMS پیشنهاد می‌شود که قبل از نوشتن برنامه، مسأله را به صورت استاندارد درآورده و سپس برنامه GAMS را بنویسند، حسن این عمل در آن است که در قیود مسأله فقط  $E =$  به کار خواهد رفت و خیلی راحت صورت برنامه قابل تعویض برای مسائل دیگر است.

## ۴. پیوست: برنامه نمونه دو

برای آشنایی بیشتر یک برنامه مسأله متغیرهای کران‌دار را در مثال زیر می‌آوریم:

$$\text{Max } g(x_i) = 2x_1 + 6x_2 - x_3 - 4x_4 + x_5$$

S.t.:



$$\left\{ \begin{array}{l} 2x_1 + x_2 + 4x_3 + x_4 + x_5 = 10 \\ 3x_1 + 8x_2 - 3x_3 + x_4 = 7 \\ 0 \leq x_1 \leq 3 \\ 1 \leq x_2 \leq 4 \\ 0 \leq x_3 \leq 8 \\ 1 \leq x_4 \leq 2 \\ 0 \leq x_5 \leq 20 \end{array} \right.$$

برنامه GAMS :

SETS

J / C1 \* C5 /

I / B1 \* B2 / ;

PARAMETERS

B ( I )

/ B1 10

B2 -7 /

C ( J )

/ C1 2

C2 6

C3 -1

C4 -4

C5 1 / ;

TABLE

A ( I, J )

	C1	C2	C3	C4	C5
B1	2	1	4	1	1
B2	-3	-8	3	-1	0 ;

VARIABLES



Z

POSITIVE VARIABLES

X ( J ) ;

X . LO ( ' C1 ' ) = 0 ;

X . UP ( ' C1 ' ) = 3 ;

X . LO ( ' C2 ' ) = 1 ;

X . UP ( ' C2 ' ) = 4 ;

X . LO ( ' C3 ' ) = 0 ;

X . UP ( ' C3 ' ) = 8 ;

X . LO ( ' C4 ' ) = 1 ;

X . UP ( ' C4 ' ) = 2 ;

X . LO ( ' C5 ' ) = 0 ;

X . UP ( ' C5 ' ) = 20 ;

EQUATION

OBJECTIVE

Y ( I ) ;

OBJECTIVE . . Z = E = SUM ( J , C ( J ) \* X ( J ) ) ;

Y ( I ) . . SUM ( J , A ( I , J ) \* X ( J ) ) = E = B ( I ) ;

MODEL TEST1 USING LP MINIMIZING Z ;

DISPLAY X . L , X . M ;

## ۵. مسائل و پروژه ها

### ۱) نحوه لینک شدن GAMS با MATLAB Workspace

خلاصه مسئله:

بسیاری از مسائل بهینه سازی در سیستمهای قدرت شامل محاسبات سنگین برای تابع هزینه یا تابع هدف می باشند. به عنوان نمونه یک مسئله Unit Commitment را در نظر بگیرید. هسته اصلی محاسبات تابع هدف برای این مسئله، تکرار مازول محاسباتی پخش بار بهینه (OPF) برای هر ساعت از دوره برنامه ریزی می باشد. ممکن است شما تمام یا بخشی از الگوریتم محاسباتی تابع هدف خود



را به صورت **m-file** یا در محیط **Simulink** پیاده سازی کرده باشید. در صورتی که بتوانید یک ارتباط بازگشتی بین ورودیها و خروجیهای برنامه در **MATLAB** با ورودیها و خروجیهای **GAMS** برقرار کنید، دیگر نیازی نیست که بخواهید معادلات پخش بار را در **GAMS** پیاده کنید. از سوی دیگر نیازی نخواهید داشت که **Solver** های **GAMS** که در **MATLAB** یا وجود ندارند یا با سرعت **GAMS** قابل اجرا نیستند را خود ایجاد کنید یا در **MATLAB** استفاده کنید. این روش مخصوصا برای مسائل بهینه سازی دو مرحله ای (**Two-stage**) و بزرگ مانند مسئله **UC** بسیار مفید خواهد بود.

## ۲) نحوه لینک شدن **EMTP** با **GAMS**

خلاصه مسئله:

در بسیاری از مسائل بسیار جدید مطرح شده در مبحث بازار برق، مشاهده می شود که قیود یا توابع هدف مسئله تنها شامل وضعیت ماندگار سیستم (مانند نتایج پخش بار) نیستند. به عنوان نمونه هم اکنون بحث **Stability Constrained Optimal Power Flow** مطرح می شود. یا در مسئله **Transmission Switching**، ممکن است خروج یک خط و ورود یک خط دیگر در شبکه در یک مدت زمان کوتاه، متغیرهای حالت سیستم را دچار نوسان کند. لذا قیود پایداری ابتدا امکان پذیری **Solution** ها را ارزیابی می کنند تا بعدا بتوان در مورد مقدار تابع هدف هر راه حل نظر داد. از سوی دیگر بسیاری از محاسبات گذرا حتی در **MATLAB** نیز براحتی قابل پیاده سازی نیستند و استفاده از نرم افزار خاص خود را چون **EMTP** می طلبند. این مسائل حوزه های غیر از بازار برق را نیز شامل می شوند. مثلا شما اگر بخواهید پارامترهای بهینه را برای نحوه **Shielding** یک پست برق، یا یک کنترل کننده **PSS** فازی بهینه برای سیستم قدرت طراحی کنید، قطعا برای بخش شبیه سازی نیازمند استفاده از **EMTP** یا **PSCAD** و برای بهینه سازی به **GAMS** نیاز خواهید داشت.

## ۳) نحوه لینک شدن **PSCAD** با **GAMS** (مشابه مسئله ۲)

## ۴) پیاده سازی برنامه ریزی تصادفی با استفاده از **GAMS** (۱)

خلاصه مسئله:



دسته وسیعی از مسائل در حوزه بازار برق، با فرایندهای تصادفی مانند مقدار بار، قیمتها، میزان تولید نیروگاهها بادی و خورشیدی ( در صورت وجود)، و همچنین رفتار متقابل و وابسته این متغیرهای تصادفی، مثلاً نحوه رفتار بار در برابر تغییرات قیمت، و یا نحوه مشارکت خودروهای الکتریکی در شبکه در برابر تغییرات آب و هوایی مواجه خواهیم بود. بررسی روشهای مدلسازی این فرایندها در یک مسئله بهینه سازی از جمله قابلیتهای مهم نرم افزار GAMS می باشد. به عنوان نمونه از مهمترین توابع آماده در این نرم افزار، تابع SCENRED است که عمل "کاهش سناریو" را انجام می دهد.

## ۵) پیاده سازی برنامه ریزی تصادفی با استفاده از GAMS (۲)

مشابه مسئله قبل، اما از روشهای Data Mining یا Data Clustering استفاده شود.

## ۶) پیاده سازی روشهای حل مسائل بسیار بزرگ (large-scale) در نرم افزار GAMS (۱)

خلاصه مسئله:

شماری از مسائل بهینه سازی که مهندسين انرژی با آن سر و کار دارند، مسائل بسیار بزرگ تلقی می شوند. از این دست مسائل در حوزه بازار برق، می توان به مسائل Maintenance Scheduling، Expansion Planning، و نیز Investment Planning اشاره کرد. این مسائل عموماً به واسطه بلندمدت بودنشان، با حجم داده های بسیار زیاد سرو کار دارند. علاوه بر این، در صورتی که این مسائل حاوی فرایندهای تصادفی نیز باشند، و یا چندین سناریوی حل به صورت همزمان در برنامه لحاظ شود، مسئله بقدری بزرگ خواهد شد که حل آن توسط MATLAB با فرض امکان پذیر بودن و حتی با استفاده از بهترین کامپیوترهای موجود، چند ده روز به طول می انجامد. مسائل دیگری چون مکانیابی نیروگاه های تجدید پذیر، هم از حیث حجم متغیرها و هم از حیث حجم مسئله بزرگ می باشند ( مثلاً مسئله اشاره شده دارای سه زیرمسئله بهینه سازی غیرخطی، غیرمحدب و شامل متغیرهای صحیح می باشد). استفاده از تکنیکهای خاصی به همراه نرم افزار های سریع چون GAMS می تواند حل این چنین مسائل را ممکن سازد. یکی از مهمترین این تکنیکها، روشهای تجزیه مسئله (Decomposition) است که از معروفترین آنها می توان روش Benders را نام برد.



۷) پیاده سازی روشهای حل مسائل بسیار بزرگ (large-scale) در نرم افزار **GAMS** (۲)  
مشابه مسئله قبل، اما از روش Branch and Cut و Branch and Bound استفاده شود.

۸) پیاده سازی روشهای حل مسائل بسیار بزرگ (large-scale) در نرم افزار **GAMS** (۳)  
مشابه مسئله ۵، اما از تکنیک Multi-Agent System (MAS) استفاده شود.

۹) بررسی ساختار محاسباتی انواع solver های موجود در **GAMS** و مقایسه آنها  
توابع و Solver های متعدد و متنوعی در **GAMS** برای حل انواع مختلف مسائل بهینه سازی ایجاد شده  
اند که بسیاری از آنها به ندرت استفاده می شوند و گمنام مانده اند. بررسی موارد استفاده از این توابع و  
مقایسه مزایا و محدودیتهای هریک می تواند در حل مسائل با استفاده از این نرم افزار بسیار مفید باشد.