هوالحق

دانشگاه آزاد آشتیان

GAMS و IBM ILOG CPLEX

استاد : آقای دکتر فشکی فراهانی

مسعود عبدی

www.iedoc.ir

معرفی GAMS:

- GAMS مخفف General Algebraic Modeling System می باشد.
- نرم افزار GAMS برای حل مسائل برنامه‌ریزی خط (LP)، برنامه‌ریزی غیرخطی (NLP)، برنامه‌ریزی صحیح مختلط (MIP)، برنامه‌ریزی خطی صحیح مختلط (MINLP) و مسائل مکمل خطی (MCP) استفاده می‌کنند. انواع محدودیت‌ها را دربر می‌گیرد ، تابع هدف در آن متغیر تعریف می‌شود ،پرقدرت‌ترین نرم‌افزار تحقیق در عملیات می‌باشد.
- این نرم افزار برای حل مسائل بزرگ و پیچیده کاربرد دارد.
- زبان برنامه نویسی GAMS شبیه سایر زبان های برنامه نویسی می باشد لذا برای کسانی که با زبان های برنامه نویسی آشنایی دارند کار کردن با این نرم افزار راحت می باشد.
- نرم افزار GAMS دارای انعطاف پذیری و قدرت مانور بالا می باشد. و همچنین جواب انتهایی بسیار کاملی را در اختیار کاربر قرار می دهد.

www.iedoc.ir

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 مثلا Edit در سیستم عامل DOS یا هر ویرایشگر متنی که در اختیار دارید می‌توانید استفاده کنید. معمولا فایل حاصل را با پسوند GMS مشخص می‌کنیم. مثلا اگر برنامه‌ای به نام TEST می‌نویسید فایلی به نام TEST.GMS ایجاد کنید.

www.iedoc.ir

نکاتی در مورد نحوهٔ نوشتن برنامهٔ 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 برنامهٔ GAMS شامل بخش‌های متعددی است، هر بخش با یک سیمی‌کالون (؛) خاتمه می‌یابد.

www.iedoc.ir

نام گذاری ها در GAMS :

- اندیس ها Set
- داده های معین Parameter
- متغیرهای تصمیم Variable
- محدودیت ها و تابع هدف Equation

www.iedoc.ir

تعریف مساله:

- حال برای فهم بیشتر شروع کار با GAMS را با یک مسئله آغاز می کنیم:

مثال ۱: یک کارخانه صنایع چوبی، دو نوع محصول (میز و صندلی) تولید می کند. برای تولید هر واحد میز و صندلی به میزان مشخصی چوب و نیروی انسانی نیاز داریم که در جدول زیر آمده است.

www.iedoc.ir

نوع محصول و میزان منابع موجود	منابع		سود هر واحد
	چوب (متر مربع) برای هر واحد	نفر-ساعت برای هر واحد	
میز	۲	۴	۱۲
صندلی	۳	۲	۸
منابع در دسترس	۱۰۰	۸۰	

.....

$$\text{Max } Z = 12\,x_1 + 8\,x_2$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 100$$

$$4x_1 + 2x_2 \leq 80$$

$$x_1\,,\,x_2 \geq 0$$

www.iedoc.ir

گام اول: تعریف مجموعه ها:

مجموعه ها عناصر اصلی یک مدل GAMS هستند که مترادف اندیس ها در نمایش جبری مدل ها هستند.

ساختار ایجاد مجموعه ها بصورت زیر است:

www.iedoc.ir

Sets

نام مجموعه متن / اعضاء مجموعه/;

برای مسئله ی بالا مجموعه بصورت زیر تعریف می شود:

نوع محصول و میزان منابع موجود	منابع		سود هر واحد
	چوب (متر مربع) برای هر واحد	نفر-ساعت برای هر واحد	
میز	۲	۴	۱۲
صندلی	۳	۲	۸
منابع در دسترس	۱۰۰	۸۰	

مجموعه

```
set
i  mahsool / miz, sandali/ ;
```

www.iedoc.ir

گام دوم: تعریف داده های معین

- در GAMS سه روش اساسی برای ورود داده ها وجود دارد.
- ۱. لیست داده ها ۲. جدول داده ها ۳.ورود مستقیم داده ها
- داده های مثال بالا در جدول زیر نشان داده شده اند:

نوع محصول و میزان منابع موجود	منابع		سود هر واحد
	چوب (متر مربع) برای هر واحد	نفر-ساعت برای هر واحد	
میز	۲	۴	۱۲
صندلی	۳	۲	۸
منابع در دسترس	۱۰۰	۸۰	

داده های معین

www.iedoc.ir

برای وارد کردن این داده به GAMS باید از روش لیست داده ها استفاده کنیم.
ساختار آن به صورت زیر می باشد:

Parameters

متن (دامنه) نام پارامتر

/ مقدار دهی اعضا /;

که درمورد مثال بالا بصورت زیر عمل می کنیم:

```
parameters
a(i) sood
/miz    12
sandali  8/
c(i) choob
/ miz   2
sandali  3/
n(i) manabe
/ miz   4
sandali  2/;
```

www.iedoc.ir

۱. نحوه ی چیدمان به هر شکلی می تواند باشد فقط باید کل لیست درون / / قرار گیرد و جفت های عضو – مقدار (مانند miz 4) باید با کاما از هم جدا شوند و یا در دوخط جداگانه وارد شوند.

۲. از ; برای جدا کردن قسمت های مختلف این دستور استفاده نکنید. ; را فقط در انتهای تعریف تمام پارامتر ها بیاورید زیرا ; بمعنی اتمام دستور است.

۳. در تایپ نام هر عضو دقت کنید زیرا اشتباه تایپ کردن حتی یک حرف موجب اجرا نشدن برنامه خواهد شد.

۴. صفر مقدار پیش فرض تمام پارامترهاست

www.iedoc.ir

روش دوم ورود داده توسط جدول است. بسیاری از داده ها در مسائل کمی بزرگ و پیچیده بصورت جدول وارد می شوند که نمونه ی آن را در زیر می بینیم:

table c(i , j)

	Tehran	Qom	Shiraz
Arak	10	20	16
Ashtian	9	25	22 ;

دستور بالا ابتدا پارامتر **c** را روی دامنه های **i** و **j** تعریف می کند و سپس مقادیر آن را تعیین می کند. ورودی خالی در جدول به معنی صفر است.

www.iedoc.ir

روش سوم ورود داده بصورت مستقیم می باشد:

Parameter c(i , j) transport cost;

C(i,j) = 3 * d(i , j);

همانطور که می بینید در خط اول پس از اعلان پارامتر و تعیین دامنه ی آن متن توضیحی در مورد آن آمده است. درضمن برای تعیین یکی از اعضای این پارامتر خارج از فرمول داده شده می توانید از دستور زیر استفاده کنید:

C(‘Arak' , ‘Tehran') = 0.040;

یک پارامتر ممکن است چند بار مقدار دهی شود که در اینصورت آخرین مقدار برای آن در نظر گرفته خواهد شد.

www.iedoc.ir

گام سوم: تعیین متغیرها

در این بخش مجهولات مساله را مشخص می کنیم. مجهولات مثال بالا بصورت زیر می باشند:

$$\text{Max } Z = 12x_1 + 8x_2$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 100$$

$$4x_1 + 2x_2 \leq 80$$

$$x_1 , x_2 \geq 0$$

www.iedoc.ir

Varibles

متن نام متغیر اول

متن نام متغیر دوم

.

.

متن نام متغیر n ام;

برای تعریف متغیر نامنفی بصورت زیر عمل می کنیم:

Positive variable نام متغیر ;

www.iedoc.ir

متغیرهای مثال بالا را بصورت زیر تعریف می کنیم:

variables

x(i) tedade mahsoolat

z behine;

برای تعیین متغیر مثبت از دستور زیر استفاده می شود:

positive variables x(i);

گام چهارم: تعیین معادلات

معادلات برای تعریف تابع هدف و محدودیت ها کاربرد دارند.
معادلات بصورت زیر تعریف می شوند:

Equations

نام معادله متن ;

نام معادله . . تعریف معادله ;

www.iedoc.ir

دستور sum : دستور sum دارای دو آرگومان است:

$\sum_{i} x_{ij}$ Sum (i , x(i , j))

عملگر های نسبی:

مساوی =e=

کوچکتر مساوی =l=

بزرگتر مساوی =g=

برای مثال بالا معادلات را بصورت زیر تعریف می کنیم:

www.iedoc.ir

equations

hadaf

choob

niroo;

hadaf.. z=e= sum (i , a(i) * x(i;));

choob.. sum (i, c(i) * x(i)) =l= 100;

niroo.. sum (i, n(i) * x(i)) =l= 80;

www.iedoc.ir

گام پنجم: دستور مدل

در دستور مدل بعد از وارد کردن نام مدل باید لیستی از نام معادلات را بین دو / بنویسیم. اگر مدل باید تمام معادلاتی که قبلا تعریف شده اند را شامل شود شا می توانید کلمه ی all را بین دو / بنویسید.

Model نام مدل / all / ;

این دستور زائد است اما برای کاربران پیشرفته که چند مدل را در یک بار اجرا کردن GAMS ایجاد می کنند کارایی دارد. اگر ما بخواهیم به جای عبارت فوق بصورت مستقیم نام معادلات را وارد کنیم دستور به شکل زیر خواهد بود.

Model نام مدل / نام معادله ۱ , نام معادله دوم,.../ ;

برای مثال بالا بصورت زیر عمل می کنیم:

Model najari / all / ;

www.iedoc.ir

گام ششم: دستور حل

Solve نام مدل using روش حل ;

solve najari using lp maximizing z ;

اجزا این دستور عبارتند از:

۱. کلید واژه ی solve

۲. نام مدلی که باید حل شود

۳.کلیدواژه ی using

۴. انتخاب یک روش حل موجود

www.iedoc.ir

Lp : برای برنامه ریزی خطی

Nlp : برای برنامه ریزی غیرخطی

Mip : برای برنامه ریزی عددصحیح مختلط

Rmip : برای برنامه ریزی عدد صحیح مختلط آزاد شده

Minlp : برای برنامه ریزی عدد صحیح مختلط غیرخطی

Rminlp : برای برنامه ریزیعدد صحیح مختلط

Mcp : برای مسائل مکمل مختلط

Cns : برای دستگاه محدود غیر خطی

www.iedoc.ir

گام هفتم: دستور نمایش

دستور حل سبب رخ دادن بسیاری از اتفاقات م شود. اشکال مختلفی از این مدل ساخته می شود، مثلا ساختار صحیح نحوه ورود این مدل به حل کننده ایجاد می شود و حل کننده خوانده می شود و خروجی آن به فایل خروجی فرستاده می شود برای یافتن جواب بهینه ی مسئله ی اصلی و مسئله ی دوگان خروجی را جستجو کرد و یا می توانیم نمایش دادن این ها را از برنامه بخواهیم

این دستور بصورت زیر می باشد :

```
display x.l, x,m ;
```

این دستور سبب می شود مقدار پایانی (x.l) و هم چنین مقدار مرزی (x.m) مربوط به متغیرها در یک جدول می شود.

www.iedoc.ir

خلاصه جواب :

- بعد از اجرای برنامه خلاصه ی جواب مشاهده می شود که شامل موارد زیر می باشد.
- اولین قسمت خلاصه ی جواب شامل جواب معادلات است.
- قسمت دوم خلاصه جواب مقدار بهینه ی تابع هدف را ارائه می دهد.
- و در ادامه مقدار بهینه ی 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 بترتیب متغیرهای اولیه و دوگان مساله می باشند.

www.iegoc.ir

یک برنامهٔ نمونهٔ دیگر از GAMS :

- قبل از پرداختن به توضیحات مربوط به بخش‌های مختلف یک برنامهٔ GAMS کلیات برنامهٔ زیر را ملاحظه نمایید.

$$\min \quad -x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 - 4x_5 + 2x_6$$

به طوری که

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 &\le 6 \\ 2x_1 - x_2 - 2x_3 + x_4 &\le 4 \\ x_3 + x_4 + 2x_5 + x_6 &\le 4 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 &\ge 0 \end{aligned}$$

برنامهٔ مربوط به این مسأله در بخش‌های بعدی به عنوان TEST ارجاع داده خواهد شد.

www.iedoc.ir

```
SETS
                J / C1*C6 /
                I / B1*B3 / ;
PAPAMETERS
                B ( I )
                        / B1 6
                            B2 4
                            B3 4 /
                C ( J )
                        / C1 -1
                            C2 -2
                            C3 1
                            C4 -1
                            C5 -4
                            C6 2 / ;
```

www.iedoc.ir

```
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 ;
```

www.iedoc.in

توضیح :

- بخش SETS
- در این بخش تمام اندیس‌هایی که در نوشتن معادلات مدل استفاده می‌شوند معرفی می‌گردند. این اندیس‌ها عباراتی صرفی – عددی هستند. به عنوان مثال در برنامهٔ 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 صمت راست قیود نامساوی به صورت

I / B1 , B2 , B3 /
یا
I / B1 * B3 /

شمرده‌ایم.

www.iedoc.ir

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 قبلا در بخش SETS تعریف شده باشد.
- در برنامهٔ TEST بردارهای B و C دارای یک مقدار عددی به ترتیب برای هر عنصر مجموعهٔ I و J به صورت زیر است.

www.iedoc.ir

```
PAPAMETERS
                B ( I )
                    / B1 6
                      B2 4
                      B3 4 /
                C ( J )
                    / C1 -1
                      C2 -2
                      C3 1
                      C4 -1
                      C5 -4
                      C6 2 / ;
```

بخش TABLE :

در GAMS یک ماتریس، مثلا ماتریس ضرایب قیود در LP ، ماتریس ضرایب هزینه در حمل و نقل و... ، در بخش TABLE آورده می‌شود.

به صورت زیر :

www.iedoc.ir

```
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 می‌توان وارد کرد و لازم است با یک سیمی‌کالون (؛) خاتمه یابد. برای وارد کردن چندین ماتریس، همان تعداد TABLE لازم است.

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 ...

www.iedoc.ir

- 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.
- 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 برنامهٔ 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 نام‌گذاری، معادلات وارد می‌شوند. ابتدا نام معادله، به دنبال آن دو نقطه (..) آن گاه تعریف جبری قید که خیلی شبیه علائم استاندارد ریاضی است، می‌آید. ضرب به وسیلهٔ علامت (*) ، تقسیم به وسیلهٔ علامت اِسلش (/)، توان به وسیلهٔ (**) تعریف می‌شود.

www.iedoc.ir

بعضی از توابع استاندارد

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

www.iedoc.ir

بعضی از علائم ریاضی:

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

به عنوان مثال:

علائم استاندارد ریاضی	GAMS
$x \leq ۲۰$	X = L = 20

www.iedoc.ir

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

X . UP = 20 ;

X . LO = 20 ;

X . FX = 20 ;

که در آن UP ، LO ، FX بیان‌کننده کران بالا، کران پایین و مقدار ثابت هستند.

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 کلمهٔ 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 قبلا معرفی شده است به عنوان مدل TEST در نظر گرفته شود.

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 می‌نیمم‌سازی 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 مسألهٔ دوگان به طور خلاصه و جمع و جور نوشته شود.

چگونه یک برنامهٔ GAMS را اجرا کنیم؟

پس از اجرای برنامه، گزارشی از جواب در فایلی به نام TEST . LST ایجاد خواهد شد.به کمک ویرایشگرتان (مثلا EDIT) می‌توانید این فایل را ببینید یا آن را چاپ کنید.

www.iedoc.ir

اولین بار که برنامه‌ای را اجرا می‌کنید، احتمالاً شامل خطاهایی خواهد بود، که این خطاها به وسیلهٔ 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 برنامهٔ TEST عبارت است از:

---- EQU Y

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
B1	6.000	6.000	6.000	-2.000
B2	4.000	4.000	4.000	ESP
B3	4.000	4.000	4.000	-1.000

www.iedoc.ir

```
                            LOWER LEVEL   UPPER  MARGINAL
---- VAR Z          -INF                -16.000  + INF
---- VAR Z

                    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
C7        -                 -               + INF              2.000
C8        -             8.000               + INF              -
C9        -                 -               + INF              1.000
**** REPORT SUMMARY :          0            NONOPT
                                                 0            INFEASIBEL
                                                 0            UNBOUNDED

----                36        VARIABLE          X . L
C2  4.000,          C5  2.000,          C8  8.000
----                36        VARIABLE          X . M
C1  1.000,    C3  4.000,    C4  2.000,    C6  5.000,    C7  2.000,    C9  1.000
```

www.ieeoc.ir

اولین قسمت خلاصه جواب شامل معادلات است. قسمت دوم خلاصه جواب مقدار بهین تابع هدف را ارائه می‌دهد که برابر ۱۶- است و در ادامه مقدار بهین متغیره هستند که تحت عنوان LEVEL لیست می‌شوند. در قسمت پنجم و ششم، X.L و X.M را ملاحظه خواهید کرد که همان مقادیر بهینهٔ به ترتیب متغیرهای اولیه و دوگان مسأله می‌باشند.

www.iedoc.ir

IBM ILOG CPLEX:

CPLEX یک بسته نرم افزاری بهینه سازی است که با روش سیمپلکس و زبان برنامه نویسی C شهرت دارد. گرچه امروزه شامل روش نقطه ای درونی و زبان های برنامه نویسی C++ و Java می باشد. این نرم افزار اساساً به وسیله ی Robert E. Bixby توسعه یافت و به وسیله ی کمپانی ILOG در ۱۹۹۷ فروش گسترده یافت. CPLEX مسائل برنامه ریزی عدد صحیح و بسیاری از مسائل برنامه ریزی خطی را حل می کند و اخیراً مسائل برنامه ریزی درجه ی د.م هم به آن ها اضافه شده.CPLEX یک لایه ی مدل سازی به نام Concert دارد و نیز به وسیله ی سیستم های مدل سازی گوناگونی نظیر AIMMS و AMPL و GAMS و OPL Development Studio قابل تعامل است.

امروزه بیش از ۱۰۰۰ شرکت و آژانس دولتی و غیر دولتی در بیش از ۱۰۰۰ دانشگاه با CPLEX کار می کنند. SAP و اوراکل و سِیبر با این نرم افزار تعامل می کنند. نیز مسائل تقاضا با ILOG قابل حل هستند.

www.iedoc.ir

CPLEX مسائل با محدودیت های غیر خطی را هم حل می کند که این یک مزیت خاص برای این نرم افزار است. ILOG بزرگترین کتابخانه ی مدل سازی های ریاضی را در جهان داراست و نیز Help بسیار قوی و شبکه ی پشتیبان گسترده ای دارد.

فقط ILOG CPLEX گستره ی عظیمی از انعطاف و کارایی را عرضه می کند که با آن مسائل مدل سازی بسیاری قابل حل اند.

www.iedoc.ir

معرفی الگوریتم ها:

برنامه ریزی خطی (شامل عدد صحیح و برنامه ریزی خطی شبکه ای) و برنامه ریزی درجه ی دوم محدب اساس CPLEX سیستم پایه ی بهینه ساز خطی CPLEX است. این سیستم برنامه های خطی را با استفاده از الگوریتم های سیمپلکس قوی- سیمپلکس اولیه، سیمپلکس دوگان و سیمپلکس شبکه ای حل می کند.

گزینه های ممکن با سیستم پایه شامل موارد زیر می شود :

الف - گزینه کتابخانه قابل فراخوانی (The Callable Library Option)

امکانات سیستم پایه به عنوان یک کتابخانه که به کاربران اجازه می دهد حلگرهای مسئله را به درخواست هایشان اختصاص دهند قابل دسترسی شده است . C وFortran و سایر زبان های برنامه نویسی دیگر را حمایت می کند .

ب - حل گر عدد صحیح مخلوط (Mixed Integer Solver Option)

یک قابلیت برای کنترل کردن متغیر های عدد صحیح (صفر و یک و عمومی) اضافه می کند . یک سیستم پیش پردازنده عدد صحیح مخلوط در آن است .

ج - سد شکن (Barrier Solver)

یک الگوریتم primal-dual interior-point شامل گذر کننده سریع برای راه حل های پایه دارد، نیزاین حلگر برنامه های درجه دوم محدب را پوشش می دهد . هر دوی کد های خطی و عدد صحیح می توانند مسائل ساختار شبکه ای با محدودیت های یک طرفه نامحدود را حل کنند .

www.iedoc.ir

مزایای نسبی:

اجزاء CPLEX برای حل مسائل بزرگ و سخت طراحی شده اند که دیگر حلگر های برنامه ریزی خطی نمی توانند یا به طور غیر قابل قبولی در حل کردن آن ها کند .
الگوریتم های CPLEX به طور استثنایی سریع و نیرومندند . که یک اطمینان استثنایی را حتی برای مسائل از نظر عددی سخت یا ضعیف مدل سازی شده فراهم می کند .

زمینه های ویژه درخواست CPLEX شامل مدل های بزرگ در پالایش ، تولید ، عملیات بانکی ، امور مالی (finance) ، حمل و نقل ، الوار سازی ، وزارت دفاع ،انرژی و ارتش می شود . CPLEX هم چنین در تحقیق آکادمیک در دانشگاه های دنیا بسیار استفاده می شود .

www.iedoc.ir

الگوریتم ها :

سیستم پایه CPLEX مدل تعدیل شده سیمپلکس اولیه و دوگان را اجرا می کند . این سیستم شامل یک الگوریتم مخصوص برای جدا کردن و حل کردن یک شبکه بزرگ از درون مسائل برنامه ریزی خطی می شود . الگوریتم شبکه ای خیلی کاراتر از الگوریتم های LP در مواردی که ساختار های شبکه ای قابل تعریف هستند می باشد .

یک پردازنده پیشرفته در سیستم پایه است تا اندازه مدل های LP را کاهش دهد . سد شکن (Barrier Solver) یک الگوریتم primal-dual interior-point را به انضمام یک استراتژی اصلاح کننده و پیش بینی کننده برای سرعت دادن به همگرایی اجرا می کند . این الگوریتم خصوصا برای مسائل بزرگ مفید است . سد شکن شامل یک الگوریتم گذر کننده برای تبدیل کردن راه حل های نیم صفحه به راه حل های پایه ای بالا می شود .

www.iedoc.ir

در این نرم افزار اغلب پارامتر های الگوریتمی به وسیله کاربر قابل تغییرند گرچه پیش فرض های پویای از پیش تعیین شده اغلب بهترین عملکرد را فراهم می کنند . این سیستم تضمین موثری می دهد که به کار بران اجازه می دهد مسائل ، پارامتر ها و خروجی ها را بر حسب فید بک گرفته شده از حلگر ها از نظر تنظیمات تغییر دهند .

گزینه CPLEX MIXED INTEGER PROGRAMMING (برنامه ریزی مخلوط)از تکنیک های انتخاب گره و شاخه شاخه ای گوناگونی شامل CUTS (دسته و پوشش) و HEURISTICS (تکنیک ابتکاری) و الگوریتم های شاخه و برش استفاده می کند . گزینه های گوناگونی برای هدایت و محدود کردن حل اعداد صحیح مثل تقدم های قرار داده شده کاربر و شاخه شاخه متناوب و استراتژی انتخاب گره در دسترس اند . برای کار روی رده های خاص از مسائل برای اعمال و کار های مخصوص الگوریتم های ویژه ای موجود است .

www.iedoc.ir

توانایی ها :

CPLEX مسائل عدد صحیح و خطی را در فرمت های گوناگونی شامل فرمت MPS و فرمت CPLEX LPمی خواند که هر دو از فرمت های مدل سازی هستند . هم چنین CPLEX با زبان های مدل سازی گوناگونی شامل AMPL و GAMS و MPL تعامل دارد .

تمام اجزاء CPLEX قابل حمل و سبک و سازگار طراحی شده اند و در اغلب محیط های سخت افزاری و نرم افزاری قابل دسترس اند . مثلا کامپیوتر های شخصی (هم سازگارها ی با IBM) ،ایستگاه های کاری UNIX (MIPS , IBM ,DEC ,HP/Apollo , sun و ...) و mainfraim ها(IBM,DEC,Unisys و ...) و ابر کامپیوتر ها (Cray, Convex).

برای برنامه نویسی به زبان cplex باید ۳ مرحله را طی کنیم:

۱. تعیین تابع هدف

۲.معرفی محدودیت ها

۳.محدوده ی متغیرها

www.iedoc.ir

تعیین تابع هدف :

برای نوشتن یک فایل lp باید موارد زیر را رعایت کرد:

۱- هر عبارتی در یک خط بعد از (\) به عنوان یادداشت در نظر گرفته می شود و بالطبع اجرا نمیشود. همچنین برنامه نسبت به خطوط خالی (blank line) حساس نمیباشد. خطوط خالی و یا یادداشت ها را میتوان در هر جای متن قرارداد.

۲- درحالت کلی فاصله بین حروف مفهومی ندارد و هنگام خواندن فایل در نظرگرفته نمیشود. اما فاصله بین حروف کلماتی که شروع یک بخش را نشان میدهند مجاز نمیباشد کلماتی مانند: MAX, MIN, ST, BOUNDS. ولی بین این کلمات و باقی متن باید فاصله موجود باشد. باتوجه به بی تاثیر بودن فاصله باید دقت کرد تا در وارد کردن مدل دچاراشتباه نشد. به عنوان مثال اگر به منظور وارد کردن یک محدودیت غیرخطی X1*X2=0، عبارت X1 X2=0 را وارد کنیم. به این صورت خوانده میشود که متغیری به نام X1X2 برابر با صفر می باشد.

www.iedoc.ir

- حداکثر طول مجاز برای یک نام ۲۵۵ کاراکتر و حداکثر طول مجاز یک خط ۵۶۰ کاراکتر می باشد.

۴- مساله باید با یکی از کلمات MAXIMUM,MINIMIZE ,MAXIMIZE MINIMUM و یا مخفف آنها به صورت MAX و یا MIN شروع شود

- باتوجه به مورد قبل مساله با تعریف تابع هدف شروع می شود. همچنین بزرگ و یا کوچک بودن حروف تاثیری ندارد.

۵- در نامگذاری متغیر ها میتوان از تمام حروف، اعدا و سمبول ها استفاده کرد. البته نام یک متغیر نمیتواند با یک عدد شروع شود.

- درنامگذاری باید توجه کرد که یک حرف e یا Eبه تنهایی و یا همراه با حرف دیگر نمیتواند در ابتدای نام استفاده شود. زیرا این حرف به عنوان نماد رابطه نمایی (exponential) ذخیره شده است. درنتیجه نامگذاری های زیر نادرست می باشند.

e9, E-24, example,else

www.iedoc.ir

۶- میتوان برای تابع هدف اسم نیز قرارداد. اسم تابع هدف از همان قواعد اسم متغیر پیروی میکند. درصورتی که اسمی به تابع هدف تخصیص نیابد برنامه به صورت خودکار نام obj را به آن میدهد.

برای نام گذاری تابع هدف بعد از کلمات کلیدی بیان شده برای تابع هدف، نام مورد نظر را مینویسم سپس دو نقطه (:) قرار میدهیم. مانند مثال زیر:

Minimize

obj: - 2 x1 + x2 - x3

- باید توجه داشت که نام تابع هدف و (:) بعد از آن حتمی باید در یک خط باشند.

www.iedoc.ir

تعريف محدوديت ها:

1.معرفي محدوديت ها با كلمه subject to شروع مي شود. مي توان از شكل هاي ديگر مانند such that، st، S.T. و يا ST. نيزاستفاده نمود.

2- تعريف هرمحدوديت بايد از يك خط جديد شروع شود. براي محدوديت ها نيز مي توان اسم تعيين كرد (مانند قوانين تعيين اسم تابع هدف). اگر براي محدوديت اسم تعيين نشود برنامه از اسامي c1، c2، c3 و ... استفاده ميكند.

3- به منظور وارد نمودن محدوديت بايد توجه داشت كه علامتي كه نوع محدوديت را تعيين مي كند و مقدارسمت راست حتمي بايد در يك خط نوشته شوند. نوع يك محدوديت را ميتوان به صورت >، =>،<= و يا <، =< ، <= و يا = تعيين نمود. در ادامه يك محدوديت نام گذاري شده را مشاهده مي كنيد:

time: x1+x2<=10

www.iedoc.ir

محدوده ی متغیرها:

۱. قسمت محدودیتهای کران متغیرها یک بخش اختیاری است که بلافاصله پس از محدودیت ها میاید. برای شروع این بخش علاوه بر bounds میتوان از bound نیز استفاده نمود.

دراین بخش کران هر متغیر باید در خطی مستقل و به صورت $L_n \leq x_n \leq U_n$

و یا در شکل های $L_n \leq x_n$ و یا $L_n \leq x_n \leq U_n$ ظاهر گردد.

به منظور استفاده از مثبت بینهایت و منفی بینهایت در کرانها باید از کلمات infinity+ ، -infinity و یا inf+ و inf– استفاده نمود.

۲- یک متغیر با کران بالای مثبت بینهایت و کران پایین منفی بینهایت را میتوان به صورت یک متغیر ازاد نیز تعریف نمود.( ).

۳- به منظور تعریف متغیر های عددصحیح درحالت کلی باید از بخش general و به منظورتعریف اعداد صحیح صفر و یک از بخش binary استفاده میکنیم. این دو بخش پس از قسمت bound (درصورت وجود) آورده میشوند.

بخش general را با کلماتی مانند general، generals و یا gen تعریف میکنیم.

سپس در خطوط بعد اسامی متغیر های مورد نظر را با حداقل یک فاصله بین آنها وارد میکنیم.

مثال :

جدول زیر را در نظر بگیرید هدف حداکثر کردن سود می باشد می خواهیم این مدل را توسط cplex مدلسازی کنیم:

نوع محصول و میزان منابع موجود	منابع		سود هر واحد
	چوب (متر مربع) برای هر واحد	نفر-ساعت برای هر واحد	
میز	۲	۴	۱۲
صندلی	۳	۲	۸
منابع در دسترس	۱۰۰	۸۰	

```
Maximize
obj : 12x1 + 8x2
Subject To
C1:  2x1 + 3x2 <= 100
C2:  4x1 + 2x2 <= 80
Bounds
0 <= x1
0 <= x2
General
X1
X2
End
```

www.iedoc.ir