

نرم افزار What's Best

نرم افزار What's Best جهت بهینه‌سازی خطی، غیر خطی و عدد صحیح به کار می‌رود و دارای مزایای زیر است:

- ❖ به علت نصب شدن روی Excel می‌تواند از تمام قابلیت‌های آن استفاده کند.
- ❖ یادگیری آن بسیار ساده است، چون بسیاری از افراد با Excel آشنایی دارند.
- ❖ مدل سازی با آن راحتتر از Solver است.

پس از نصب نرم‌افزار، ابتدا باید Microsoft Excel را باز نمایید. خواهید دید که نوار ابزار زیر و یک منو با نام WB! به Excel اضافه شده است. وارد کردن مدل در What's Best به وسیله‌ی همین نوار ابزار انجام می‌شود.



با استفاده از مثال زیر مدل سازی در What's Best را نشان می‌دهیم.

مثال: طراحی جعبه


به عنوان یک تولید کننده‌ی تجهیزات الکترونیکی، شما باید یک جعبه برای محصول جدید خود تهیه کنید که مشخصات مورد نظر دپارتمانهای مختلف را با کمترین هزینه برآورده سازد. دپارتمان مهندسی شما اعلام کرده است که این وسیله نیازمند حجم حداقل ۱۵۱۲ اینچ مکعب است به طوری که حداقل مساحت سطح آن جهت انتقال حرارت ۸۸۸ اینچ مربع باشد.

بازاریابی نشان داده است که برای فروش راحت تر مساحت کف جعبه نباید بیش از ۲۵۲ اینچ مربع باشد. در نهایت، طراحان اظهار می‌کنند که از لحاظ زیبایی‌شناسی، نسبت ارتفاع به عرض باید بین 0.618 ± 0.1 باشد. یعنی بین ۰.۵۱۸ و ۰.۷۱۸. ورق فلزی که جعبه از آن ساخته می‌شود، \$0.05 به ازای هر اینچ مربع هزینه دارد. کار اضافی که روی قاب جلو و عقب لازم است، هزینه را به ازای هر اینچ مربع به \$0.1 افزایش می‌دهد.

وارد کردن مدل

با استفاده از جعبه نام گذاری Excel که شکل آن در زیر آمده است، سه سلول را به نام‌های L، W و H نام گذاری می‌کنیم.



حال هر یک از سلول‌های نام‌گذاری شده را با استفاده از ابزار  به متغیر تصمیم‌گیری تبدیل می‌کنیم. با این کار اعداد نوشته شده در سلول به رنگ آبی در می‌آید.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2					CABINET DESIGN						
3											
4											
5			ACTUAL		LIMIT						
6											
7		Surface Area	6.000	Not >=	888			Length	Width	Height	
8								1.00	1.00	1.00	
9		Footprint	1.000	<=	252						
10											
11		Volume	1.000	Not >=	1512						
12											
13		Width / Height	1.000	Not <=	0.718				UNIT COST:		
14									\$0.40		
15		Width / Height	1.000	>=	0.518						
16											

حال باید با استفاده از این متغیرهای تصمیم محدودیت‌ها و تابع هدف را بنویسیم. ابتدا از محدودیت مساحت سطح شروع می‌کنیم.

$$7 \quad \text{Surface Area} = 2 * (L * W + L * H + W * H)$$

فرمول نشان داده شده در بالا کل مساحت جعبه را محاسبه می‌کند، با وارد کردن آن در خانه‌ی مناسب اولین گام را جهت نوشتن محدودیت اول برمی‌داریم. حال در خانه‌ی کناری آن با استفاده از علامت \geq بزرگتر یا مساوی را قرار می‌دهیم. حال در خانه‌ی سمت راست مقدار سمت راست محدودیت یعنی ۸۸۸ را وارد می‌کنیم. هر یک از محدودیت‌ها را به راحتی با استفاده از نوار ابزار وارد Excel می‌کنیم:

9	Footprint	=W*L	<=	252
11	Volume	=L*W*H	Not >=	1512




$$13 \quad \text{Width / Height} = W/H \quad \text{Not } \leq \quad 0.718$$

$$15 \quad \text{Width / Height} = W/H \quad \geq \quad 0.518$$


برخی از خانه‌های محدودیت‌ها دارای علامت Not است و به این معناست که با مقادیر داده شده برای متغیرهای تصمیم این محدودیت برقرار نشده است. البته این اصلا اهمیت ندارد، چرا که هنوز مدل حل نشده است. در صورتی که مساله نشدنی نباشد، پس از حل مدل تمام محدودیت‌ها راضی خواهند شد.

حال تابع هدف را با توجه به فرضیات مساله در یکی از خانه‌های Excel می‌نویسیم.

$$=2*(0.05*(L*W+L*H)+0.1*(H*W))$$

اکنون خانه‌ای را که تابع هدف را در آن وارد کردیم انتخاب کرده، سپس با استفاده از ابزار  نشان می‌دهیم که هدف کمینه‌سازی هزینه است. در کنار سلول تابع هدف علامت  دیده می‌شود. این علامت به علت غیر خطی بودن تابع هدف ظاهر شده است. حال، مدل ما آماده است، با کلیک کردن بر روی  مدل نوشته شده حل می‌شود. صفحه‌ی Excel پس از حل مساله به شکل زیر است:

CABINET DESIGN

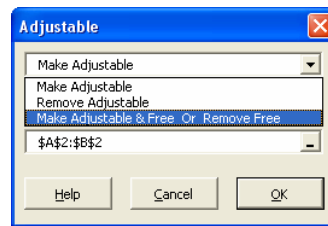
	ACTUAL		LIMIT			
Surface Area	888.000	=>	888	Length	Width	Height
				23.03	6.87	9.56
Footprint	158.123	<=	252			
Volume	1512.000	=>	1512			
Width / Height	0.718	=<=	0.718	UNIT COST:		
				 \$50.97		
Width / Height	0.718	>=	0.518			

مقادیر متغیرها با رنگ آبی مشخص هستند و مقدار تابع هدف نیز برابر 50.97 به دست می‌آید.

معرفی متغیرهای آزاد در علامت

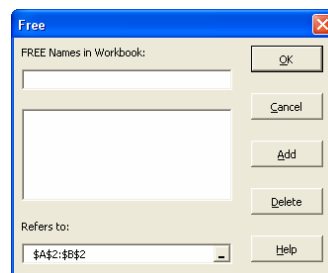
در What's Best فرض بر غیر منفی بودن متغیرهاست. فرضی که در مدل‌های خطی یک فرض معمول است. اما ممکن است بخواهیم متغیر تصمیم مورد نظر آزاد در علامت باشد. در این صورت باید مراحل زیر را انجام دهیم:

از منوی WB! گزینه‌ی Adjustable را انتخاب کنید. پنجره‌ی زیر باز می‌شود:



اکنون از پنجره‌ی نشان داده شده گزینه‌ی Make Adjustable & Free Or Remove Free را انتخاب کنید. پس از

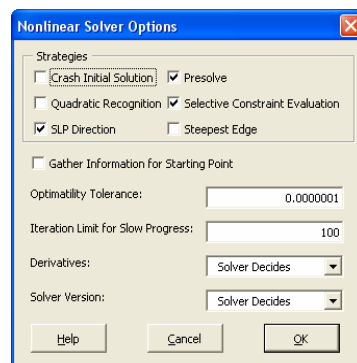
کلیک کردن بر روی OK، پنجره‌ی زیر باز خواهد شد:



حال در قسمت Refers to کلیک کرده و سلول‌هایی را که می‌خواهید به عنوان متغیر آزاد در علامت باشند، انتخاب کنید. سپس در قسمت FREE Names in Workbook کلیک کرده و یک نام برای این مجموعه متغیرها تخصیص دهید. با کلیک کردن روی دکمه‌ی Add و سپس بر روی OK متغیرهای مورد نظر آزاد در علامت می‌شوند.

Options...|Nonlinear Solver

در این بخش با گزینه‌های غیرخطی آشنا می‌شویم. از منوی WB! با انتخاب گزینه Options و سپس گزینه Nonlinear Solver پنجره‌ی زیر باز می‌شود. در این پنجره تنظیمات مربوط به حل مسائل غیر خطی انجام می‌شود.



Crash Initial Solution

- ❖ در صورت علامت خوردن آن، What's Best از یک روش ابتکاری برای ایجاد یک جواب اولیه خوب استفاده می‌کند.
- ❖ اگر جواب اولیه نسبتاً خوب باشد، تعداد تکرارها کاهش چشم‌گیری پیدا می‌کند.
- ❖ به طور پیش‌فرض این گزینه غیر فعال است.

Presolve

- ❖ با انتخاب این گزینه What's Best متغیرها و محدودیت‌های زائد را پیش از حل مدل، شناسایی و حذف می‌کند.
- ❖ در برخی از موارد، این کار می‌تواند به مقدار قابل توجهی اندازه مدل را کوچک کند که باعث کاهش زمان حل می‌شود.
- ❖ به طور پیش‌فرض این گزینه فعال است.

Quadratic Recognition

- ❖ انتخاب این گزینه باعث می‌شود که What's Best برای مشخص کردن اینکه آیا مدل غیرخطی یک مدل برنامه ریزی درجه‌ی دوم است، از پیش پردازش جبری استفاده کند.
- ❖ اگر مشخص شود که یک مدل QP است، می‌تواند توسط حل کننده‌ی درجه دوم با سرعت بیشتری حل شود. البته این حل کننده در نسخه‌ی استاندارد موجود نیست و باید جدا سفارش داده شود.
- ❖ به طور پیش‌فرض این گزینه غیرفعال است.

Selective Constraint Evaluation

- ❖ با انتخاب این گزینه What's Best محدودیتها را تنها در صورت نیاز بررسی می‌کند. بنابراین، در هر تکرار همه‌ی محدودیتها ارزیابی نمی‌شوند. این عموماً منجر به حل سریعتر مساله می‌شود. ولی اگر توابعی وجود داشته باشند که در مناطق خاصی تعریف نشده باشند، منجر به مشکل می‌شود.
- ❖ به طور پیش‌فرض این گزینه فعال است.

SLP Direction

- ❖ انتخاب این گزینه باعث می‌شود که What's Best از تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی متوالی (SLP) برای محاسبه‌ی جهت‌های جستجو استفاده نماید. این تکنیک‌ها با هدف کاهش زمان تکرار، یک تقریب خطی را در محاسبات جستجو به کار می‌گیرند. وقتی این روش به کار رود معمولاً تعداد تکرارها افزایش می‌یابد، اما ممکن است زمان کل کاهش یابد.
- ❖ به طور پیش‌فرض این گزینه فعال است.

Steepest Edge

- ❖ هنگامی که این گزینه فعال نباشد، برنامه متغیرهایی که بیشترین بهبود را در تابع هدف ایجاد می‌کنند، انتخاب می‌کند، بدون اینکه به میزان تغییر بقیه متغیرها در اثر معرفی متغیر جدید توجه شود. این ممکن است منجر به کم شدن مقدار بهبود در تابع هدف شود.
- ❖ در صورت فعال بودن این گزینه، زمان بیشتری برای انتخاب متغیر صرف می‌شود. بنابراین هر تکرار زمان بیشتری طول می‌کشد، اما معمولاً تعداد تکرارها کاهش می‌یابد.
- ❖ به طور پیش‌فرض این گزینه غیرفعال است.

Gather information for Starting Point

- ❖ انتخاب این گزینه باعث محاسبه‌ی مقادیر کمبود برای محدودیت‌ها و استفاده از این مقادیر برای محاسبه‌ی نقطه‌ی ابتدایی بهبود یافته می‌شود.
- ❖ به طور پیش‌فرض این گزینه غیرفعال است.

Optimality Tolerance

- ❖ در این جعبه‌ی متن باید تolerانس بهینگی وارد شود. برنامه با ایجاد تغییر کوچکی در هر یک از متغیرها، نرخ بهبود در تابع هدف را ارزیابی می‌کند.
- ❖ اگر برای یک متغیر مشخص بهبود تخمین زده شده در تابع هدف کمتر یا مساوی تolerانس بهینگی برای حالت غیر خطی باشد، برنامه جهت تغییر مقدار آن متغیر تلاش نخواهد کرد. کم کردن مقدار تolerانس

بهینگی باعث طولانی‌تر شدن زمان حل می‌شود، ولی ممکن است برای مسائل با مقیاس نامناسب یا با فرمولبندی نامناسب مفید باشد.

❖ به طور پیش‌فرض این مقدار برابر $1,000,000$ است.

Iteration Limit for Slow Progress

❖ یک کران عدد صحیح است که تعداد تکرارهای بدون بهبود قابل توجه را محدود می‌کند. به بیان دیگر اگر تابع هدف در N تکرار متوالی بهبود نیابد، فرایند حل متوقف می‌شود. اگر تابع هدف در همسایگی جواب بهینه مسطح باشد، یک مقدار بزرگ برای این پارامتر مناسب است.

❖ به طور پیش‌فرض این پارامتر برابر ۱۰۰ است.

Derivatives

❖ از منوی کرکره‌ای برای کنترل روش مشتق‌گیری استفاده می‌شود. دو روش متفاوت برای انتخاب وجود دارد: مشتق عددی یا تحلیلی. مشتق‌های عددی نیز بر دو نوعند: تفاوت مرکزی و تفاوت روبه جلو. مشتق‌های تحلیلی به طور مستقیم و با استفاده از روابط ریاضی محاسبه می‌شوند و بر دو نوعند: تحلیلی روبه عقب و تحلیلی رو به جلو.

❖ به طور پیش‌فرض برنامه از روش تحلیلی روبه عقب استفاده می‌کند اما چون ممکن است به کارگیری روشهای متفاوت سرعت و دقت را افزایش دهد، گزینه‌ی solver decides به طور پیش‌فرض فعال است.

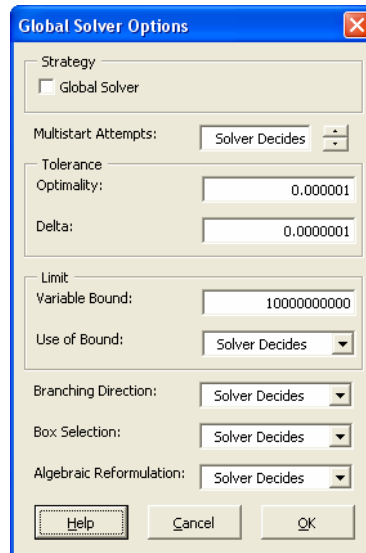
Solver Version

❖ هر یک از گزینه‌های ارائه شده در این قسمت منافع و ضررهای خاص خود را دارد. بهتر است که حل مساله با هر دو نسخه امتحان شود.

❖ به طور پیش‌فرض نسخه ۳ انتخاب می‌شود.

Options...|Global Solver

انتخاب گزینه Options و سپس Global Solver از منوی WB! باعث باز شدن پنجره زیر می‌شود.



❖ با انتخاب این گزینه برنامه مساله‌ی اصلی را به چند زیر مساله تقسیم می‌کند.

❖ سپس از روش شاخه و کران برای جستجوی کامل زیر مساله‌ها برای پیدا کردن جواب بهینه‌ی جهانی استفاده می‌کند.

❖ اگر فرصت کافی داده شود، مساله را تا بهینه‌گی جهانی حل می‌کند.

قیمت گذاری اتومبیل

برای روشن شدن بیشتر مطلب یک مثال دیگر را که درباره قیمت‌گذاری اتومبیل است، می‌آوریم.

در ۵ کارخانه زیر مجموعه یک کارخانه بزرگتر سه مدل اتومبیل تولید می‌شود که هر یک ساختار قیمتی و مصرف سوخت خاص خود را دارد. افزایش در فروش هر یک از مدل‌ها منجر به اندکی کاهش در فروش دو مدل دیگر می‌شود. مدل‌ها برای به دست آوردن ظرفیت تولید در ۵ کارخانه با هم رقابت می‌کنند. دولت با گذاشتن کران روی مصرف سوخت کل ماشین‌های تولیدی تولید ماشین‌های کم مصرف را مطلوب تر می‌نماید. قیمت اتومبیل‌ها باید به نحوی مشخص شود که سود کل ۵ کارخانه حداکثر شود به طوری که متوسط مسافت پیموده شده توسط اتومبیل‌ها حداقل ۲۴ مایل به ازای هر گالن باشد. هزینه‌ی تولید هر یک از مدل‌ها در هر یک از کارخانه‌ها، مصرف سوخت هر مدل و ظرفیت تولید سالانه‌ی هر

کارخانه معلوم است. روابط قیمت-مقدار بین مدلها که توسط اقتصاد دانان منحنی تقاضا نامیده می شود نیز معلوم است. این تقاضاها وابسته به قیمت هر مدل و در ارتباط با قیمت‌های سایر مدل‌هاست.

سلول‌های قابل تنظیم

❖ تعداد اتومبیل تولیدی و قیمت واحد متغیرهای تصمیم هستند.

تابع هدف

❖ برابر درآمد منهای هزینه است:

❖ برای محاسبه درآمد می‌توان از تابع SUMPRODUCT استفاده کرد که کار را بسیار راحت می‌کند. مثلاً

دستور زیر که در مدل استفاده شده B15 را در C15 و همینطور تا B17 را در C17 ضرب و سپس این

حاصلضرب‌ها را با هم جمع می‌کند.

❖ $SUMPRODUCT(B15:B17,C15:C17)$

محدودیت‌ها

❖ تولید سالانه‌ی هر کارخانه نباید بیش از ظرفیت کارخانه باشد.

❖ کل تعداد تولید هر اتومبیل نباید بزرگتر از مقدار مورد نیاز مطابق منحنی تقاضا باشد.

❖ مثلاً منحنی تقاضا برای مدل *Mercurial*:

❖ $495-13*B16+3*B15+B17$

❖ توجه کنید که منحنی‌های تقاضا باعث می‌شود که ۳ مدل اتومبیل به یکدیگر وابسته باشند.

❖ متوسط Miles/Gallon باید حداقل ۲۴ باشد.

❖ متوسط مصرف:

$SUMPRODUCT(G4:G6,C15:C17)/SUM(C15:C17)$