اولین کنفرانس ملی مدیریت عملکرد
جهاد دانشگاهی دانشکده مدیریت – دانشگاه تهران

# یک سیستم پشتیبان تصمیم برای ارزیابی کارائی واحدهای تصمیم‌گیری

**عزیزاله معماریانی**

بخش مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

**صابر ساعتی مهتدی**

گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران-شمال، تهران، ایران

## چکیده

در این مقاله، به ارائه یک سیستم پشتیبان تصمیم[1] پرداخته می شود که برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم گیری طراحی شده است. این نرم افزار قادر است ابتدا به طور سیستماتیک، شاخص ها را از کاربر گرفته و ساختار مناسب متناسب با ارتباط آنها با یکدیگر شکل دهد. همچنین، کاربر می تواند وزن شاخص ها را نیز تحت کنترل داشته باشد. پس از چندین دوره ارزیابی، روند تغییرات کارائی واحدها بصورت نمودار توسط نرم افزار ارائه می گردد.

## ۱ مقدمه

ارزیابی کارائی واحدهای تصمیم گیری[2] بر اساس تحلیل پوششی داده ها[3] می باشد. روش تحلیل پوششی داده‌ها برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ توسط Rhodes در دانشگاه Carnegie Mellon بصورت تز دکتری مطرح و برای ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مدارس ملی آمریکا بکار برده شد. اولین مقاله تحلیل پوششی داده‌ها در این سال توسط Charnes و همکاران [٤] بچاپ رسید و مدل ارائه شده در آن به مدل CCR معروف گردید. آنها، با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی خطی، ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه را با تخصیص وزنهائی که از حل مدل بدست می‌آیند، به یک ورودی و یک خروجی تبدیل کرده و کار ارزیابی کارائی را انجام دادند. آنها تحلیل پوششی داده‌ها را بصورت زیر توصیف کرده‌اند:

«یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی بکار گرفته شده برای مشاهداتی است که تابع تولید و یا مرز کارائی حاصل از این مشاهدات را تخمین می‌زند.»

---

۱- System Decision Support

۲- Decision Making Units

۳- Data Envelopment Analysis

در سال ۱۹۸٤، Banker و همکاران[۲] با ارائه اصول اولیه‌ای، علاوه بر اینکه مدل CCR را بر اساس این اصول مجدداً فرمولبندی کردند، مدل دیگری را نیز طراحی کردند که به مدل BCC معروف گردید. تفاوت این دو مدل در نوع بازده نسبت به مقیاس تولید آنها است. مدل CCR دارای بازده نسبت به مقیاس تولید ثابت و مدل BCC دارای بازده نسبت به مقیاس تولید متغیر است.

به مرور زمان و در مطالعات کاربردی که از مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها استفاده گردید، مشکلاتی بروز کرد. یکی از مشکلات مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها، انعطاف‌پذیری زیاد در تعیین وزنهای عوامل ورودی و خروجی و یا بعبارت دیگر، غیر قابل کنترل بودن وزنها است. در سال ۱۹۸۸، Dyson و Thanassoulis [۸] مقاله‌ای را ارائه دادند که در آن در حالت یک ورودی و چند خروجی، وزنها از پائین کراندار شده بودند. در سال ۱۹۹۱، Roll و همکاران [۱٦] بر لزوم کراندار کردن وزنها در تحلیل پوششی داده‌ها اشاره کرده و روشهای تجربی برای کراندار کردن وزنها ارائه کردند. در ادامه این کار، در سال ۱۹۹۳ Roll و Golany [۱۷] علاوه بر تکمیل روشهای ارائه شده قبلی، روشهای عملی دیگری را نیز مطرح ساختند.

مدلهای CCR و BCC مقدار کارائی برابر ۱ برای واحدهای کارا و مخالف ۱ برای واحدهای ناکارا اختصاص می‌دهند. لذا، براساس میزان کارائی واحدهای ناکارا می‌توان آنها را رتبه‌بندی کرد ولی واحدهای کارا رتبه‌بندی نمی‌گردند. برای رتبه‌بندی واحدهای کارا، Andersen و Petersen [۱] در سال ۱۹۹۳ مدلی را ارائه دادند. این مدل که مدل AP نامیده شد، دارای نواقصی است. برای رفع نواقص مدل AP، مدلی توسط محرابیان و همکاران [۱۵] (مدل MAJ) در سال ۱۹۹۹ پیشنهاد شد که بسیاری از کاستیهای مدل AP را برطرف نمود. ولی در این مقاله قضیه‌ای بیان شده است که نشانگر ضعف این مدل در برخی موارد است. در سال ۲۰۰۲، مدلی برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری توسط ساعتی و همکاران [۲۱] طراحی گردید. این مدل علاوه بر اینکه نواقص مدلهای AP و MAJ را نداشته بلکه قادر است واحدها را همزمان در دو ماهیت ورودی و خروجی رتبه‌بندی کند.

تمامی مدلهای فوق‌الذکر برای ارزیابی و یا رتبه‌بندی از داده‌های قطعی بعنوان ورودی و خروجی‌واحدهای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند. در حالیکه در مسائل واقعی, اغلب به حالاتی برخورد می‌کنیم که نمی‌توان آنها را بطور قطعی بیان کرد. بعنوان مثال، در ارزیابی مراکز دانشگاهی، کیفیت آموزش در آن مرکز را نمی‌توان بصورت یک عدد قطعی بیان نمود. لذا، مدلهای مذکور در عمل نمی‌توانند نتایج خوبی را ارائه دهند و ضرورت استفاده از اعداد غیر قطعی و یا بعبارت دیگر اعداد فازی در این مدلها آشکار می‌گردد. Sengupta [۲۳] اولین کسی بود که در سال ۱۹۹۲ روش مساله برنامه‌ریزی فازی را در مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها برای واحدهائی با چند ورودی و یک خروجی بکار برد. وی دو نوع مدل را پیشنهاد داد. در یکی از این مدلها، تابع عضویت خطی و در دیگری بصورت غیر خطی در نظر گرفته شده است. در سال ۱۹۹۹, Cooper و همکاران [۵] مدلی ارائه دادند که قادر بود ورودی‌ها و خروجی‌های واحدها را هم بصورت قطعی و هم بصورت بازه‌ای در نظر بگیرد. روش متفاوت دیگری توسط Kao و Liu [۱۳] در سال ۲۰۰۰ ارائه گردید. در این روش، با استفاده از مفهوم $\alpha$–برش دو مساله

پارامتری را برای کرانهای بالا و پائین تابع عضویت اندازه کارائی در مدل BCC ارائه داد. روش دیگری برای تحلیل پوششی داده‌های فازی در سال ۲۰۰۱ توسط Guo و Tanaka [۹] مطرح شد. در این روش، داده‌ها بصورت اعداد فازی مثلثی متقارن در نظر گرفته شده و پس از اعمال $\alpha$–برش روی قیود و استفاده از روش مقایسه بازه‌ها, با حل دو مساله برنامه‌ریزی خطی برای هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری، کارائی آنها را تعیین نمودند. ساعتی و همکاران [۲۰] در سال ۲۰۰۱، روشی ارائه دادند که بکمک آن، مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها را می‌توان با داده‌های فازی در نظر گرفته و حل نمود. در روش آنها، می‌توان از اعداد قطعی و هر نوع عدد فازی بعنوان ورودی و خروجی واحدها استفاده کرد.

مدلهای فازی مذکور همانند مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها قادر به رتبه‌بندی واحدهای کارا نیستند. برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری با داده‌های فازی مدلی توسط ساعتی و همکاران [۲۲] در سال ۲۰۰۲ ارائه گردید.

کنترل وزنها در مدلهای تحلیل پوششی داده‌های فازی نیز مانند مدلهای تحلیل پوششی داده‌های استاندارد دارای اهمیت می‌باشد. در سال ۲۰۰۲ روشی توسط ساعتی و همکاران [۱۹] برای این منظور ارائه گردید.

## ۲ توضیح نرم افزار

در طراحی هر سیستمی، پس از اینکه نیازهای سیستم شناسایی شد، با کمک وضعیت موجود، ابتدا باید طراحی های لازم صورت گیرد. اصلی ترین بخش طراحی، ارتباط داده ای بین اجزای سیستم است. این ارتباط شامل ورودی ها، پردازش ها و ذخیره داده ها می باشد. شکل زیر ارتباط بین اجزاء سیستم FDEADSS را نشان می دهد.

نرم افزار FDEADSS بسته به نیازها و صلاح دید های امنیت اطلاعات[۴]، در قالب سه نرم افزار مستقل طراحی و پیاده سازی شده است. این سه نرم افزار عبارتند از:

۱- GAMS Interface ۲- UDB Data Entry ۳- Annual Report

نرم افزارهای اول و سوم توسط تصمیم گیرنده مورد استفاده قرار می گیرند، ولی نرم افزار دوم توسط واحدهای تصمیم گیری (جهت ورود اطلاعات) بکار می رود.

### ۳ نرم افزار GAMS Interface

از این نرم افزار، جهت طراحی ساختار شاخص ها، ارزیابی کارایی و مشاهده گزارشات مربوطه استفاده می شود. پس از اجراء این نرم افزار، منوئی بصورت زیر ظاهر می شود:

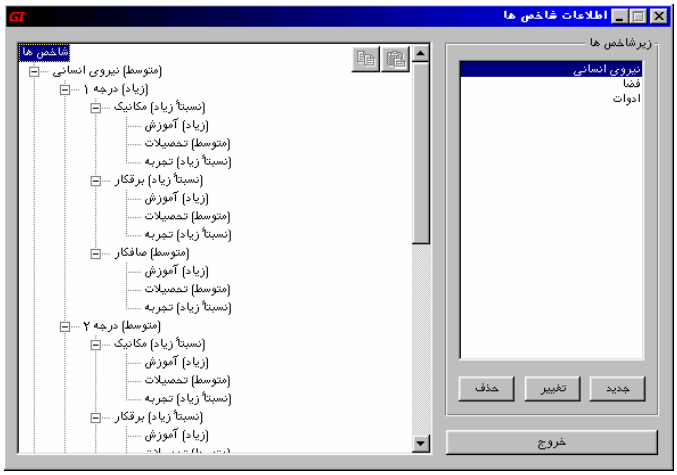
بخشهای مختلف این نرم افزار از لحاظ عملیاتی به سه دسته تقسیم می شود که بصورت زیر می باشند :

۱- طراحی و اصلاح ساختار شاخص ها
۲- تعریف پروژه ارزیابی کارایی
۳- پردازش اطلاعات

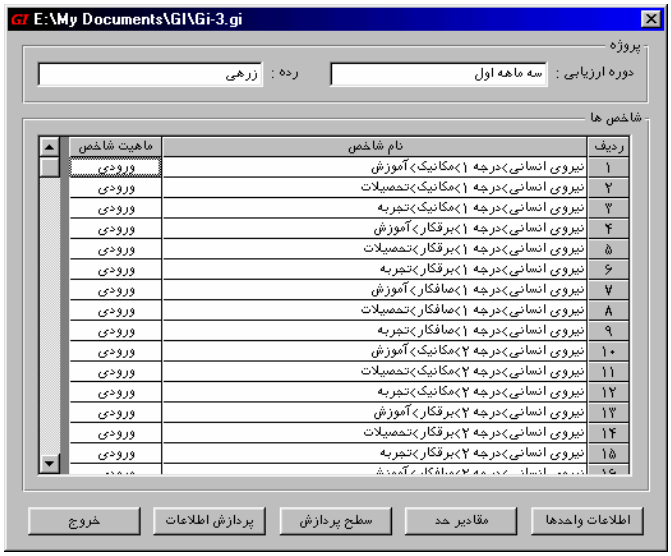
در قسمت طراحی ساختار شاخص ها، شاخص ها را به همراه زیر شاخص های مربوطه بصورت یک ساختار درختی مشخص می کنیم. بدین منظور، پس از انتخاب گزینه *طراحی ساختار شاخص ها*، منوئی باز شده و شاخص ها و زیر شاخص ها به همراه وزن هایشان مشخص می گردند. از امکانات دیگری که در این قسمت در

---

۴- Data Security




نظر گرفته شده این است که می توان ساختارهای قبلی را نیز تغییر و یا اصلاح نمود. نمونه ای از این منو در شکل زیر آورده شده است.

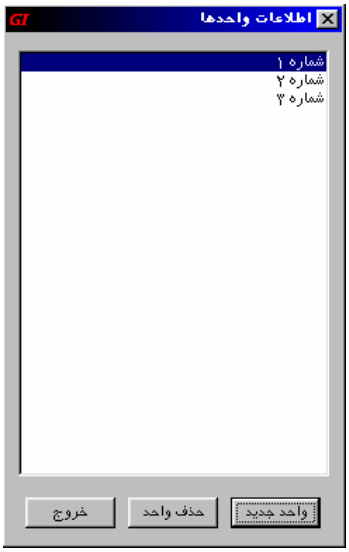



### ۳-۱ تعریف پروژه ارزیابی کارایی

برای ارزیابی واحدهای تصمیم گیری، ابتدا لازم است یک پروژه ارزیابی ایجاد کنیم. برای این منظور، دکمه *پروژه جدید* از منوی اصلی را انتخاب می کنیم. در ابتدا نام و مسیر فایلی که پروژه تحت آن ذخیره خواهد شد، سؤال می شود. پنجره ای ظاهر گشته و مشخصات پروژه ارزیابی در آن نمایش داده می شود. در قسمت پروژه، عنوانی را که برای دوره ارزیابی موردنظر است، وارد می کنیم. در قسمت رده نیز، نام رده ای که ارزیابی را برای آن

انجام می دهیم، وارد می کنیم. نام رده، در گزارشات منعکس خواهد شد. شکل زیر نمونه ای از این منو را نشان می دهد.

## ۳-۲ اطلاعات واحدها

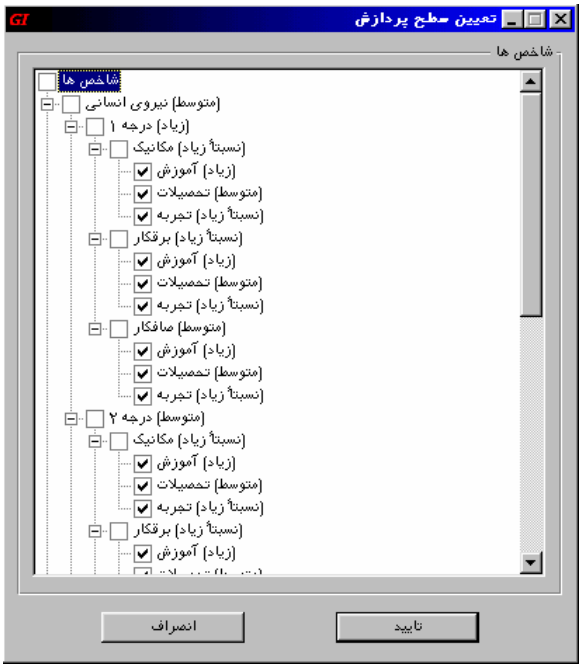



با زدن دکمه *اطلاعات واحدها*، پنجره ای ظاهر خواهد شد که در آن لیستی از واحدهایی که برای پروژه تعریف شده است، وجود دارد (البته این لیست در ابتدا خالی می باشد). بازدن دکمه *واحد جدید*، سیستم نام و مسیر فایلی که از واحدهای تصمیم گیری ارسال شده است را درخواست کرده و آن فایل را برای پروژه تعیین می کنیم. با تعیین اولین واحد برای پروژه، سیستم اطلاعات ساختار شاخص ها را از آن فایل خوانده و در خود ذخیره می کند. این بدان معنی است که حتی اگر آن واحد را حذف کنیم، برای پروژه، ساختار شاخص ها شناخته شده است و دیگر نیازی به خواندن اطلاعات شاخص ها نیست. بدیهی است اگر این اطلاعات عوض شود، باید پروژه دیگری تعریف شود. نمونه ای از این منو پس از تعریف واحدهای تصمیم گیری در شکل زیر نشان داده شده است.

### ۲-۲- تعیین سطح پردازش

حال که برای پروژه شاخص ها تعریف شده اند، بعضی از دکمه ها فعال شده اند. لذا دکمه **سطح پردازش** را بزنید. پنجره ای ظاهر می شود که در آن ساختار شاخص ها نمایش داده شده است.

در کنار هر شاخص یک مربع کوچک قرار دارد که می توانید آن را تیک بزنید. هر شاخصی که علامت تیک داشته باشد، به آن معنی است که این شاخص زمان پردازش، مورد استفاده قرار خواهد گرفت. بطور پیش فرض، تمام زیرشاخص های نهایی انتخاب شده اند و در صورتیکه خواسته باشید، می توانید آن را تغییر دهید. برای این




منظور، شاخص هایی که می خواهید مورد پردازش قرار گیرند، روی مربع کوچکی که در کنار نام آن قرار دارد، کلیک کنید. بدیهی است که اگر زیرشاخص های یک شاخص که تیک می زنید، تیک داشته باشد، تیک آنها برداشته خواهد شد. پس از تعیین سطح پردازش، دکمه **تایید** را بزنید. تمام شاخص ها یا زیرشاخص هایی که تیک خورده اند، در لیست شاخص های مورد پردازش ظاهر خواهد شد.

## ۲-۳- تعیین ماهیت شاخص ها

در لیست شاخص ها، علاوه بر نام شاخص، ماهیت شاخص نیز نمایش داده شده است. ماهیت شاخص بصورت پیش فرض بعنوان **ورودی** تعریف شده است که می توانید با استفاده از ماوس یا صفحه کلید آن را تغییر دهید. توجه داشته باشید که حداقل یک شاخص ورودی و حداقل یک شاخص خروجی برای پروژه باید تعریف کنید.

**۳- پردازش اطلاعات :**

پس از آنکه شاخص ها و اطلاعات واحدها را ترکیب کردید، زمان آن می رسد که عمل پردازش اطلاعات را انجام دهید. برای این منظور از منوی پروژه، دکمه **پردازش اطلاعات** را انتخاب کنید. پنجره ای با همین عنوان ظاهر خواهد شد که در قسمت پردازش، نوع پردازش و در قسمت ضریب اطمینان، ضریب اطمینان پردازش اطلاعات، تعیین می شود.

پردازش اطلاعات در سه حالت زیر امکان پذیر است :

**الف – ماهیت ورودی :** در این حالت سیستم سعی می کند با کاهش ورودی های حددار و قابل کنترل، پیشنهاد بهبود کارایی بدهد.

**ب – ماهیت خروجی :** در این حالت سیستم سعی می کند با افزایش خروجی های حددار و قابل کنترل، پیشنهاد بهبود کارایی بدهد.

**ج– ماهیت ورودی و خروجی :** در این حالت سیستم سعی می کند همزمان با کاهش ورودی ها و افزایش خروجیهای حددار و قابل کنترل، پیشنهاد بهبود کارایی بدهد.

نوع پردازش و مقدار ضریب اطمینان را وارد کنید و دکمه **پردازش اطلاعات** را بزنید.

سیستم ابتدا اطلاعات اولیه را از فایلهایی که بعنوان اطلاعات تعمیرگاه ها معرفی کرده اید، می خواند. سپس براساس شاخص هایی که بعنوان شاخص های ارزیابی تعیین کرده اید، شروع به پردازش اطلاعات می نماید. پس از آن اطلاعات پردازش شده را به نرم افزار GAMS که قبلاً نصب شده است و در مسیر هم قرار گرفته است، ارسال می کند. لذا اجرای این نرم افزار را که در پنجره ای از نوع DOS Prompt صورت می گیرد، شاهد خواهید بود. اگر پنجره آن پس از اتمام اجرا، خود به خود بسته نشد، خود پنجره آن را ببندید تا روند پردازش اطلاعات ادامه یابد. هنگامی که پردازش اطلاعات بپایان رسید، پنجره گزارشات باز می شود که بوسیله آن می توانید گزارشات رتبه بندی و پیشنهاد بهبود کارایی را بگیرید.

در این نرم افزار، اطلاعات بصورت اتوماتیک ذخیره می شود و نیازی به ذخیره اطلاعات نیست. اگر بخواهید از پروژه هایی که قبلاً ایجاد کرده اید استفاده کنید، از دکمه **بازکردن پروژه** از منوی اصلی استفاده کنید. برای این

منظور، تنها کافیست ابتدا این دکمه را کلیک کنید، سپس فایل موردنظر را مشخص کنید.

**راهنمای استفاده از نرم افزار Annual Report**

این نرم افزار جهت مقایسه نتایج ارزیابی چند دوره مختلف بوده و از پروژه هایی که بوسیله نرم افزار GAMS Interface ساخته شده است، استفاده می کند. این پروژه ها باید **الزاماً** بصورت زیر باشد :

***اولاً : در تمام این پروژه ها، تعداد و ترتیب واحد ها باید یکسان باشد.***

***ثانیاً : در تمام این پروژه ها، باید عمل پردازش اطلاعات صورت گرفته باشد.***

**ورود به نرم افزار :**

جهت ورود به نرم افزار ابتدا روی دکمه Start ویندوز کلیک کنید. سپس به قسمت GAMS Interface از منوی Programs بروید. از این قسمت آیتم Annual Report را انتخاب کنید.

پس از چند لحظه منوی اصلی این نرم افزار، ظاهر خواهد شد.

در این نرم افزار نیز، لازم است برای هر گزارش ، یک پروژه تعریف کنید. برای این منظور دکمه **پروژه جدید** را انتخاب کنید. پنجره ای ظاهر می شود که نام و مسیر پروژه را سئوال می کند. مسیر موردنظر را انتخاب و نام موردنظر را تایپ کنید. پس از آن وارد پنجره پروژه خواهید شد.

در این قسمت باید بوسیله دکمه های **جدید** و **حذف**، دوره هایی که می خواهید با یکدیگر مقایسه شوند را تعریف کنید.

**۱- اضافه کردن یک دوره :**

برای این منظور دکمه **جدید** را بزنید. سپس نام و مسیر فایل پروژه دوره موردنظر را تعیین کنید. بدینوسیله نام دوره موردنظر در لیست ظاهر می شود.

**۲- حذف یک دوره :**

چنانچه اشتباهاً دوره ای را اضافه نمودید، ابتدا آن را از لیست انتخاب کرده، سپس دکمه **حذف** را بزنید.

**۳- انتخاب تعمیرگاه ها :**

پس از آنکه دوره ها را مشخص کردید، دکمه **گزارش** را بزنید. پنجره ای ظاهر می شود که در آن لیست تعمیرگاهها، نمایش داده شده است.

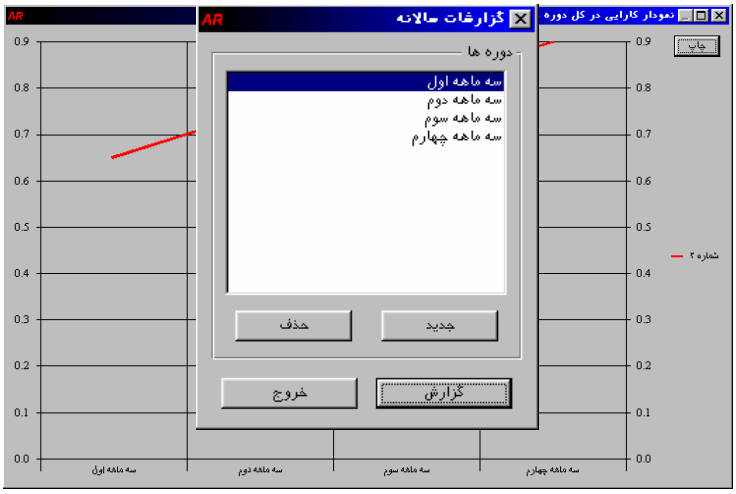
سمت راست هر یک از تعمیرگاه ها، یک مربع کوچک قرار دارد. اگر مربع یک تعمیرگاه علامت خورده باشد، به این معنی است که در نمودار ظاهر خواهد شد. لذا هر تعمیرگاهی را که خواسته باشید، می توانید به این ترتیب انتخاب کنید تا در نمودار ظاهر شود. با دکمه های ☑ و ☒ نیز می توانید، تمام تعمیرگاهها را بترتیب انتخاب و از حالت انتخاب خارج کنید. بدیهی است که حداقل باید یک تعمیرگاه و دو دوره، برای گزارش گرفتن، تعریف شده باشد.

**٤- مشاهده گزارش :**

حال که تعمیرگاههای موردنظر را تعیین کرده اید، دکمه نمایش گزارش را انتخاب کنید.

از آنجایی که این نرم افزار علاوه بر نمایش نمودار، اطلاعات آن را برای اهداف دیگر در غالب Excel نیز ذخیره می کند، نام فایل خروجی را از کاربر سئوال می کند. لذا نام و مسیر فایل خروجی نرم افزار را تعیین کنید. در ادامه، نرم افزار نمودار تعییرات کارایی تعمیرگاههای انتخاب شده را نمایش خواهد داد.

**۵- چاپ نمودار :**




در گوشه بالا- راست نمودار، دکمه چاپ وجود دارد که می توانید از آن برای چاپ این نمودار استفاده کنید.

## راهنمای استفاده از نرم افزار UDB Data Entry

در این نرم افزار احتیاج به فایل خاصی که محتوی اطلاعات شاخص ها و ساختار آن است، داریم. این فایل می بایستی از طرف ستاد ( به همراه نرم افزار) به مراکز تعمیراتی ارسال شود تا ورود اطلاعات بر اساس آن صورت گیرد. حال قدم به قدم به مراحل ورود و استفاده از این نرم افزار می پردازیم.

**۱- ورود به نرم افزار :**

جهت ورود به نرم افزار روی دکمه Start ویندوز کلیک کنید. سپس به قسمت UDB Data Entry از منوی Programs بروید. از این قسمت آیتم UDB Data Entry را انتخاب کنید.

چنانچه این نرم افزار را برای بار اول اجرا می کنید، لازم است نام و مسیر فایل بانک اطلاعاتی را تعیین کنید. پس از آن، پنجره اصلی (ورود اطلاعات) این نرم افزار ظاهر می شود.

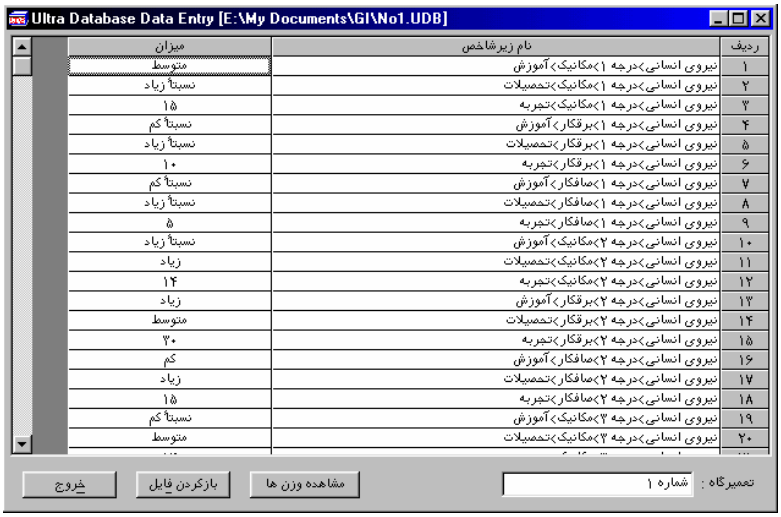
در این پنجره، تمام زیرشاخص ها لیست شده است و در جلوی هر کدام، مقدار آن بسته به نوع داده در زمان طراحی، مشاهده می شود.

داده ها می توانند به صورت یکی از حالت های زیر باشد :

**الف – داده های دقیق و مشخص :** داده هایی هستند که از یک عدد حقیقی مثبت تشکیل شده است. بعنوان مثال می توان تعداد کارکنان یک تعمیرگاه را نام برد. (مثلاً ۱۰۰ نفر)

**ب – داده های کیفی :** داده هایی هستند که با واژه های بیانی مشخص می شوند. این داده ها از میان یک لیست ثابت که شامل هفت واژه : *خیلی کم، کم، نسبتاً کم، متوسط، نسبتاً زیاد ، زیاد و خیلی زیاد* است، انتخاب می شود. بعنوان مثال می توان کیفیت تعمیر یک خودرو را نام برد. (مثلاً : زیاد)

**ج – داده های حدودی :** این داده ها از یک عدد حدودی و دو مقدار تولرانس منفی و مثبت تشکیل شده است.




**۳– مشاهده وزن ها :**

برای مشاهده وزن شاخص ها و همچنین ساختار آنها، می توانید از دکمه **مشاهده وزن ها** استفاده کنید. برای این منظور این دکمه را انتخاب کنید. پنجره ای باز می شود که ساختار درختی شاخص ها را نمایش می دهد. در کنار هریک از شاخص ها، وزن آن شاخص نیز در داخل پرانتز نمایش داده شده است.

این اطلاعات تنها جهت مشاهده بوده و نمی توان مقدارهای آن را تغییر داد.

**٤– بازکردن فایل :**

چنانچه بخواهید فایل خاصی را باز کنید، می بایست از دکمه **بازکردن فایل** استفاده کنید. برای این منظور این دکمه را کلیک کنید. سپس مسیر فایل را مشخص کرده و نام آن را تایپ کنید. در انتها نیز دکمه Open را انتخاب کنید. این نرم افزار بصورت خودکار در دفعات بعدی اجرا، سعی می کند فایل دفعه قبل را باز کند. ولی اگر موفق نشود، از کاربر جهت تعیین فایل شاخص ها سئوال می کند.

## مراجع

**[1]** Andersen, P. and N. C. Petersen, (1993), "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis, ٠Management *Science*, Vol. 39, pp. 1261-1264.

**[2]** Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper, (1984), "Some Methods for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Vol. 30, pp. 1078-1092.

**[3]** Boljuncic, V., (1999) "A Note on Robustness of the Efficient DMUs in Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, Vol. 112, pp. 240-244.

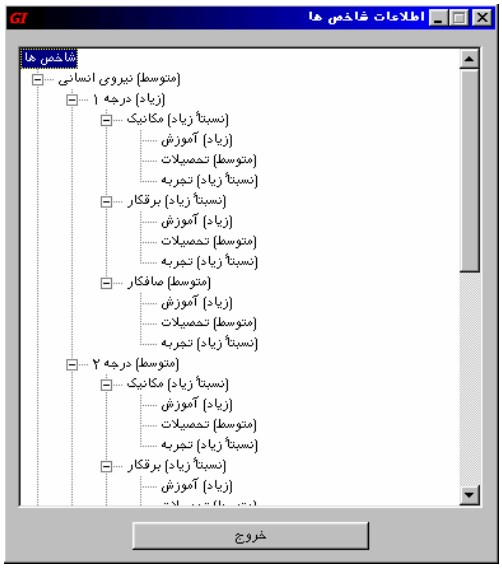
**[4]** Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-444.

**[5]** Cooper, W. W., K. S. Park and G. Yu, (1999), "IDEA and AR-IDEA: Models for Dealing with Imprecise Data in DEA," *Management Science*, Vol. 45, pp. 597-607.

**[6]** Daneshvar, S., G. R. Jahanshahloo, A. Memariani and S. Saati M., (2002), "Sensitivity Analysis of Extreme Efficient Decision Making Units in DEA," *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, (forthcoming).

**[7]** Dula, J.H. and B. L. Hickman, (1997), "Effects of Excluding the Column Being Scored from the DEA Envelopment LP Technology Matrix," *Oper. Res. Society*, Vol. 48, pp. 1001-1012.

**[8]** Dyson, R. G. and E. Thanassoulis, (1988), "Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis," *Journal of Operational Research Society*, Vol.



39, pp. 563-576.

**[9]** Guo, P. and H. Tanaka, (2001), "Fuzzy DEA: A Perceptual Evaluation Method," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 119, pp. 149-160.

**[10]** Hosseinzadeh L., F., G. Jahanshahloo and A. Memariani, (2000), "A Method for Finding Common Set of Weights by Multiple Objective Programming in Data Envelopment Analysis," *Southwest Journal of Pure and Applied Mathematics*, Vol. 1, pp. 44-54.

**[11]** Jahanshahloo, G. R., M. R. Alirezaee, S. Saati M., S. Daneshvar and S. Mehrabian, (1996), 摘stimation of Returns to Scale Using DEA With an Empirical Study,・*J. of Sciences, Islamic Azad Univ.,* Vol. 5, pp. 287-297.

**[12]** Jahanshahloo, G. R., M. R. Alirezaee, S. Saati M. and S. Mehrabian, (1997), 典he Role of Bounds on Multipliers in DEA; With an Empirical Study,・*J. of Sciences, Islamic Azad Univ.,* Vol. 6, pp. 331-347.

**[13]** Kao, C. and Shiang-Tai Liu, (2000), "Fuzzy Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 113, pp. 427-437.

**[14]** Lai, Y. J. and C. L. Hwang, (1992), "Fuzzy Mathematical Programming," Springer, Berlin.

**[15]** Mehrabian, S., M. R. Alirezaee and G. R. Jahanshahloo, (1999), "A Complete Efficiency Ranking of Decision Making Units in Data Envelopment Analysis," *Computational Optimization and Applications*, Vol. 14, pp. 261-266.

**[16]** Roll, Y., W. Cook and B. Golany, (1991), "Controlling Factor Weights in Data Envelopment Analysis," *IIE Trans.*, Vol. 23, pp. 2-9.

**[17]** Roll, Y. and B. Golany, (1993), "Alternate Methods of Treating Factor Weights in DEA," *Omega*, Vol. 21, pp. 99-109.

**[18]** Saati M., S., A. Memariani and G. R. Jahanshahloo, (2001), **Error! Reference source not found.**-cut Based Possibilistic Programming,・Presented in the First National Industrial Engineering Conference, Sharif Univ., Tehran, Iran.

**[19]** Saati M., S., A. Memariani and G. R. Jahanshahloo, (2001), 鄭 Procedure for Finding a Common Set of Weights in Fuzzy Data Envelopment Analysis,・Presented in the First National Industrial Engineering Conference, Sharif Univ., Tehran, Iran.

**[20]** Saati M., S., A. Memariani and G. R. Jahanshahloo, (2001), 擢uzzy Data Envelopment Analysis,・Presented in the *32th* Annual Iranian Mathematics Conference, Mazandaran Univ., Babolsar, Iran.

**[21]** Saati M., S., M. Zarafat A. L., A. Memariani and G. R. Jahanshahloo, (2002), 鄭 Model for Ranking Decision Making Units in DEA,・*Ricerca Operativa*, (forthcoming).

**[22]** Saati M., S., A. Memariani and G. R. Jahanshahloo, (2002), 摘fficiency Analysis and Ranking of DMUs with Fuzzy Data,・*Fuzzy Optimization and Decision Making*, (forthcoming).

**[23]** Sengupta, J. K., (1992), "A Fuzzy system Approach in Data Envelopment Analysis," *Computers Math. Applic.*, Vol. 24, pp. 259-266.

**[24]** Zadeh, L. A., (1965), 擢uzzy Sets,' *Inform. And Control,* Vol. 8, pp. 338-353.

**[25]** Zarafat A. L., M., G. R. Jahanshahloo and S. Saati M., (1999), 鄭 Note on Andersen-Petersen Model for Ranking Decision Making Units in DEA," *J. of Sci., Islamic Azad Uni.*, (in Persian), Vol. 9, No. 31-32, pp. 2371-2381.

**[26]** Zarafat A. L., M., G. R. Jahanshahloo, A. Memariani and S. Saati M., (2001), 泥ealing With Non-Homogeneous Costs in the Assignment Problems Using Data Envelopment Analysis," *J. of Sci., Islamic Azad Uni.*, Vol. 11, No. 40, pp. 788-794.

**[27]** Zhu, (1996), "Robustness of the Efficient DMUs in Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research* Vol. 90, No. 3, pp. 451-460.