

بررسی نرم‌افزارهای کاربردی پژوهش عملیاتی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸

کد مقاله: ۵۲۳۶۰

سید کامران یگانگی^۱، زهرا طالبی^۲

چکیده

ایده اصلی پژوهش عملیاتی یافتن بهترین پاسخ برای مسائل پیچیده‌ای می باشد که با زبان ریاضی مدل‌سازی شده‌اند و باعث بهبود یا بهینه‌سازی عملکرد می‌شوند. این مسائل عموماً بزرگ بوده و زمان زیادی صرف حل آن‌ها می‌شود، از این رو برای حل آن‌ها از نرم‌افزارهای متعددی استفاده می‌شود. این نرم‌افزارها مسائل را در سریع‌ترین زمان ممکن و با دقت بالا حل می‌کنند. متداول‌ترین نرم‌افزارهای پژوهش عملیاتی^۳ GAMS،^۴ LINGO،^۵ LINDO،^۶ QSB و برخی نرم‌افزارهای برتر اندرویدی پژوهش عملیاتی می‌باشند. نکته مهم این است که هر یک از این نرم‌افزارها در یک یا چند زمینه به طور حرفه‌ای بکار می‌روند و به عبارتی نرم‌افزار GAMS برای مدل‌سازی و حل مسائل برنامه‌ریزی خطی، غیرخطی و عدد صحیح مختلط، نرم‌افزار QSB برای حل مسائل خطی، مسائل حمل و نقل، برنامه‌ریزی پویا، تئوری صف، نرم‌افزار LINGO برای ساخت و حل مدل‌های خطی، غیرخطی، درجه دوم، دارای محدودیت درجه دوم، مخروط مرتبه دوم و بهینه‌سازی اعداد صحیح و نرم‌افزار LINDO برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌نویسی عدد صحیح، برنامه‌نویسی صفر و یک و برنامه‌ریزی مختلط مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این وجود استفاده از نرم‌افزار GAMS و LINGO به دلیل مزایا و سهولت استفاده، بیشتر از سایر نرم‌افزارها رایج می‌باشد.

واژگان کلیدی: پژوهش عملیاتی، نرم‌افزار، GAMS

۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان؛ دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران (نویسنده مسئول)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت مالی، واحد زنجان؛ دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

۳ General Algebraic Modeling System: سیستم مدل‌سازی جبری عمومی

۴ Linear, Interactive, and General Optimizer: بهینه‌ساز خطی، تعاملی و عمومی

۵ Linear, Interactive, and Discrete Optimizer: بهینه‌ساز خطی، تعاملی و گسسته

۶ Quantitative Systems for Business: سیستم‌های کمی برای کسب و کار

۱- مقدمه

مسائل پژوهش عملیاتی بزرگ و متنوع هستند و حل آن‌ها نیازمند صرف زمان و دقت زیادی است، همین امر کارایی پژوهی عملیاتی را کم‌رنگ می‌کند. به سبب دلایلی همچون استفاده زیاد از تکنیک‌های پژوهش عملیاتی بعد از جنگ جهانی دوم، واقعی تر شدن مدل‌ها و درک اهمیت تصمیم‌گیری، ضرورت داشتن سرعت و دقت عمل در حل مسائل، کاربرد گسترده پژوهش عملیاتی در صنعت حمل و نقل و مدیریت بورس و امداد و نجات و ... و مهم تر از همه تغییر مداوم داده‌ها در شرایط واقعی، نیاز به استفاده از نرم‌افزار در پژوهش عملیاتی کاملاً احساس می‌شود. تعداد نرم‌افزارهای پژوهش عملیاتی با گذشت زمان در حال افزایش است و کاربرد این نرم‌افزارها تقریباً تخصصی است و هر نرم‌افزاری در یک و یا چند زمینه به طور حرفه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ از این رو شناخت زمینه فعالیت هر نرم‌افزار ضروری است. در مقاله‌پیش رو نرم‌افزارهای متداول پژوهش عملیاتی GAMS، QSB، LINDO، LINGO و برخی نرم‌افزارهای متداول اندرویدی بررسی می‌گردند و ضمن مشخص شدن معایب و مزایا و کاربرد هر نرم‌افزار، نرم‌افزار مناسب برای حل مسائل متنوع پژوهش عملیاتی مشخص می‌شود.

۲- مبانی نظری

در ماده ۲ قانون حمایت از پدیدآورندگان نرم‌افزاری‌های رایانه‌ای نذم افزار این گونه تعریف شده است: نرم‌افزار عبارت است از از مجموعه برنامه‌های رایانه‌ای، رویه‌ها، دستورالعمل‌ها و مستندات مربوط به آن‌ها و نیز اطلاعات مربوط به عملیات یک سیستم رایانه‌ای که دارای کاربردی مشخص بوده و بر روی یکی از حامل‌های رایانه‌ای ضبط شده باشد. در حقوق داخلی کشورها نیز نرم‌افزار شامل برنامه‌های کامپیوتری، پایگاه داده، فایل‌های کامپیوتری، اسناد طراحی مقدماتی، آثار ذخیره شده دیجیتالی و راهنمایی کاربران می‌شود (زرکام، ۱۳۹۴).

نرم‌افزارها از نظر فنی به ۳ دسته تقسیم می‌شوند:

- نرم‌افزارهای پایه
- نرم‌افزارهای سیستمی
- نرم‌افزارهای کاربردی: مانند نرم‌افزارهای مربوط به کسب و کار، پایگاه‌های داده، آموزشی، انبارگردانی، شبیه‌سازی و ...

نرم‌افزارها همچنین از نظر حقوقی به نرم‌افزارهای سفارشی، رده عام، رایگان، تجاری، مکمل و سازگار و ... تقسیم می‌شوند (وب سایت همکاران سیستم، ۱۳۹۲).

نرم‌افزارها در کلیه علوم مانند حسابداری، آمار، مهندسی پزشکی، معماری و همچنین پژوهش عملیاتی کاربرد و اهمیت فراوانی دارد. پژوهش عملیاتی در دنیای امروز کاربرد گسترده‌ای دارد اما مسائل پژوهش عملیاتی بزرگ و متنوع هستند و امکان خطا در حل این مسائل زیاد است؛ نرم‌افزارهای پژوهش عملیاتی موجب برطرف شدن این نواقص شده و یا برای مثال می‌توان در هنگام تغییر مداوم داده، بدون نوشتن مجدد مساله و با استفاده از نرم‌افزارهای پژوهش عملیاتی، تغییرات حاصل را در مساله لحاظ نمود.

براساس یک تقسیم بندی نرم‌افزارهای پژوهش عملیاتی به ۳ نوع تقسیم می‌شوند:

- نرم‌افزارهایی که شکلی ابتدایی داشته و عموماً تحت سیستم عامل داس کار می‌کنند. کار کردن با این نرم‌افزارها طبق دستورالعمل و به صورت مرحله به مرحله می‌باشد مانند نرم‌افزار QSB
 - نرم‌افزارهایی که برای استفاده از آن‌ها باید اطلاعات مساله به همراه دستورات مخصوص به آن مستقیماً وارد محیط نرم‌افزار گردد، به طور کلی برای استفاده از این نرم‌افزارها باید دستورات و حل‌کننده‌های مخصوص آن را دانست مانند GAMS، LINDO، LINGO (درویشی، ۱۳۹۵).
 - نرم‌افزارهایی که جهت سهولت استفاده به شکل گرافیکی بوده و ورود اطلاعات و گزارش‌گیری از آن‌ها بسیار ساده است البته نسبت به دسته دوم قدرت کم تری دارند مثل Win QSB
- در یک دسته بندی دیگر نرم‌افزارهای پژوهش عملیاتی به ۲ نوع تقسیم می‌شوند:
- نرم‌افزارهای رایگان: نرم‌افزارهایی که از حل‌کننده‌های^۱ رایگان استفاده می‌کنند.

۱- کدهای الگوریتمی که برای پیدا کردن جواب بهینه برای مسائل برنامه‌ریزی خطی به کار می‌روند. در این جا کدها به عنوان یک ورودی در نظر گرفته شده و در نهایت این کدها طی یک سری فرایندها تبدیل به جواب‌های بهینه برای مسئله به عنوان خروجی می‌شوند.

- نرم افزارهای تجاری: نرم افزارهایی که از حل کننده های تجاری استفاده می کنند. مزیت این نرم افزارها نسبت به دسته اول این است که این نرم افزارها سرعت بیشتری دارند. نرم افزار های GAMS، LINGO، LINDO، QSB نرم افزارهای تجاری هستند.

۳- پیشینه تحقیق

در پژوهشی با استفاده از مدل های تحلیل پوششی داده ها بدون ورودی، پنج نرم افزار از نظر قابلیت استفاده و قابلیت اطمینان مورد ارزیابی قرار گرفتند. بررسی این پژوهش حاکی از برتری نرم افزار GAMS در بین پنج نرم افزار مورد استفاده با لحاظ کردن این دو عامل می باشد (پورحبیب یکتا و مقبولی، بی تا). در مقاله ای اشاره شده است که استفاده از نرم افزارهای پژوهش عملیاتی نه تنها موجب صرفه جویی در وقت می شود بلکه این نرم افزارها خروجی کامل و زیبایی دارد که می تواند به صورت نوشتاری و گرافیکی حل مسئله را نمایش دهد و همین طور اگر بخواهیم روش حل مسئله را جزء به جزء نمایش دهد. اگر هدف را بهینه کردن سیستم تعریف کنیم می توان گفت که برنامه ریزی خطی یکی از بهترین روش ها برای دستیابی به این هدف می باشد و نرم افزار WinQSB^۱ ساده ترین راه حل را برای حل مسائل خطی ارائه می دهد (رضوانی چمن زمین، محمدی و آقایار ماکوئی، ۱۳۹۶). در یک پژوهش برای حل مدل برنامه ریزی خطی از نرم افزار LINGO استفاده شده است و LINGO به عنوان یک زبان برنامه نویسی برای نمایش متن معرفی شده است که توسط جان اچ تامسون برای استفاده توسعه داده شده است. این زبان کاربرد بسیاری در مدل سازی دارد و امکان فرموله کردن مسئله های ریاضی را میسر می سازد که این امکان برای بهینه کردن پاسخ مسئله بسیار مفید است از این رو این مجموعه ابزار گسترده برای طراحی و حل مدل های بهینه سازی ریاضی به بهترین و ساده ترین شکل کارایی بالا دارد که با زبانی قدرتمند برای نمایش مدل های بهینه سازی، محیطی مطلوب برای ساخت و ویرایش مسائل پژوهش عملیاتی محسوب میشود (رافعی، دانه کار، زند بصیری و باقر زاده کریمی، ۱۳۹۹). در پژوهشی برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی، یک مثال عددی با استفاده از نرم افزار GAMS بررسی می شود. هدف این پژوهش به حداقل رساندن کل هزینه از جمله هزینه سفر، هزینه استفاده از وسایل نقلیه و هزینه جریمه تقاضاهای برآورده نشده است. در این پژوهش اشاره شده است که اگر حل مشکل در نرم افزار GAMS بیش از ۱ ساعت طول بکشد، نرم افزار GAMS پس از ۱ ساعت پاسخ موجه (نه لزوماً بهینه) ارائه می دهد و برنامه تکمیل می شود (Naghshnilchi, 2019). در مقاله ای نرم افزار GAMS و Pyomo^۲ با یکدیگر مقایسه شده اند و مشخص شده است که GAMS از حل کننده های تجاری استفاده می کند، در حالی که Pyomo از حل کننده های رایگان استفاده می کند (Pishkoo, 2022). در پژوهشی دیگر مدل برنامه ریزی خطی ترکیبی عدد صحیح توسط GAMS حل شده است. در این پژوهش اشاره شده است که دلیل انتخاب این نرم افزار این است که نرم افزار GAMS در سیستم مدل سازی ریاضی عمومی طراحی شده و به طور خاص برای مدل سازی و حل مسائل بهینه سازی خطی، غیرخطی، پیچیده و غیره استفاده می شود. کاربرد ویژه این نرم افزار حل مدل های پیچیده به خصوص در مقیاس بزرگ می باشد. اگرچه مدل های حل شده توسط این نرم افزار حجم داده بالایی دارند، اما زمان صرف شده برای پردازش آنها ناچیز است. علاوه بر این، انجام تغییرات لازم بعدی، یا تبدیل یک مدل به مدل دیگر، با این نرم افزار به سادگی انجام می شود. نرم افزار GAMS ابزاری قدرتمند و جامع برای حل مسائل ریاضی حتی در مقیاس بزرگ است که نقش بیشتری در مهندسی دارد. یعنی هر جا که نیاز به تصمیم گیری بهینه با محدودیت زمان، هزینه و منابع داشته باشیم، باید از مدل سازی ریاضی استفاده کرد. GAMS ابزار بسیار موثری برای حل این نوع مدل ها است. با توجه به قابلیت های این نرم افزار و ویژگی های موضوع، GAMS به عنوان ابزاری برای حل مدل انتخاب شده است (Tahmasbi and Hami, 2019).

۴- یافته های پژوهش

۴-۱- نرم افزار GAMS

الف- معرفی نرم افزار GAMS: سیستم مدل سازی جبری عمومی (GAMS) یک سیستم مدل سازی سطح بالا برای بهینه سازی ریاضی است. GAMS برای مدل سازی و حل مسائل بهینه سازی خطی، غیرخطی و عدد صحیح مختلط طراحی شده است. این سیستم برای برنامه های مدل سازی پیچیده و در مقیاس بزرگ طراحی شده است و به کاربر اجازه می دهد مدل های قابل

۱- یکی از نسخه های نرم افزار (QSB) می باشد.

۲ Pyomo یک زبان مدل سازی بهینه سازی مبتنی بر پایتون (یک زبان برنامه نویسی تفسیری و سطح بالا و همه منظوره) است که از مجموعه متنوعی از قابلیت های بهینه سازی برای فرمول بندی، حل و تجزیه و تحلیل مدل های بهینه سازی پشتیبانی می کند.

نگهداری بزرگی بسازد که می‌تواند با موقعیت‌های جدید سازگار شوند. این سیستم برای استفاده در پلتفرم‌های مختلف کامپیوتری در دسترس است. مدل‌ها از یک پلتفرم به پلتفرم دیگر قابل حمل هستند. GAMS شبیه به زبان‌های برنامه‌نویسی نسل چهارم رایج است. GAMS شامل یک محیط توسعه یکپارچه^۱ است و به گروهی از حل‌کننده‌های بهینه‌سازی متصل است.

ب- تاریخچه نرم‌افزار GAMS: محرک اصلی ایجاد GAMS کاربران برنامه‌نویسی ریاضی بودند که به بهینه‌سازی به عنوان یک چارچوب قدرتمند و ظریف برای حل مسائل زندگی واقعی در علم و مهندسی اعتقاد داشتند. در عین حال، این کاربران از هزینه‌های بالا، مهارت لازم و همچنین قابلیت اطمینان پایین ابزارهای بهینه‌سازی موجود ناامید شده بودند. هر چند که انگیزه اصلی توسعه GAMS ناشی از تجربه ناامیدکننده یک گروه بزرگ مدل‌سازی اقتصادی در بانک جهانی بود. به طور خلاصه می‌توان آن را یک حادثه تاریخی نامید که در دهه ۱۹۷۰ اقتصاددانان و آماردانان ریاضی برای رسیدگی به مشکلات توسعه گرد هم آمدند. آن‌ها از بهترین تکنیک‌های موجود در آن زمان برای حل مدل‌های اقتصاد چندبخشی و مدل‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی بزرگ در بخش‌های کشاورزی، فولاد، کود، نیرو، مصرف آب و سایر بخش‌ها استفاده کردند. اگرچه این گروه تحقیقات چشمگیری انجام داد، اما در بازتولید محصول در خارج از محیط تحقیقاتی خود موفق نشدند. تکنیک‌های موجود برای ساخت، دستکاری و حل چنین مدل‌هایی با هر روش حل دیگری زمان‌بر و مستعد خطا است. در طول ارائه سمینار، مدل‌سازان مجبور بودند از نسخه‌های موجود مدل‌های خود دفاع کنند، گاهی اوقات کاملاً غیرمنطقی، به دلیل ملاحظات زمانی و مالی. آن‌ها نمی‌توانستند مدل‌های خود را به محیط‌های دیگر انتقال دهند زیرا به دانش برنامه‌نویسی ویژه‌ای نیاز داشتند و فرمت‌های داده و روش‌های حل هم قابل حمل نبود. در سال ۱۹۷۶ در سمپوزیوم بین‌المللی برنامه‌نویسی ریاضی در بوداپست ایده GAMS ارائه گردید و در سال ۱۹۸۷ GAMS به شکل یک محصول تجاری تبدیل شد (Wikipedia).

ج- کاربردهای نرم‌افزار GAMS:

- مدیریت حمل و نقل کالا و مواد در شبکه‌های ارتباطی جاده‌ای، دریایی، هوایی و لوله‌های انتقال افزایش کیفیت خدمات در حوزه سلامت و بیمارستان‌ها
- ارزیابی بهره‌وری، کارایی و اثربخشی
- تخصیص بهینه
- بودجه‌ریزی بهینه با هدف استفاده مؤثر از هزینه‌ها
- طراحی ساختار کارخانه‌ها با هدف جریان بهینه مواد و کالاها
- برنامه‌ریزی تولید
- ایجاد شبکه‌های ارتباطی با کمترین هزینه و اطمینان از کیفیت خدمات
- مدیریت ترافیک خیابانی و جاده‌ای
- طراحی ساختار چیپ‌های کامپیوتری با هدف کاهش زمان تولید
- مدیریت جریان مواد و کالا در زنجیره تأمین
- زمان‌بندی: کارکنان، مراحل تولید، مدیریت پروژه، انتقال داده‌ها در شبکه‌ها

د- مزایای نرم‌افزار GAMS:

- استفاده از حل‌کننده‌های گوناگون برای رسیدن به جواب مطلوب با سلیقه و تشخیص کاربران
 - ایجاد خطاهایی که کاربر را به سمت رفع کردن خطاها راهنمایی می‌کنند
 - ذخیره کردن اطلاعات خروجی با روش‌ها و فرمت‌های گوناگون و همچنین قابلیت بازخوانی اطلاعات مشابه
 - قابلیت اشتراک و تبادل اطلاعات با دیگر نرم‌افزارها مانند اکسل و متلب
 - آماده نمودن یک زبان سطح بالا برای خلاصه‌نویسی برنامه‌نویسی مدل‌های بزرگ و پیچیده
 - بستر مناسب برای ایجاد تغییرات آسان و مطمئن در مدل‌ها
 - محیط و زبان بسیار راحت برای ایجاد کردن گزاره‌ها و روابط جبری گوناگون
 - صرفه‌جویی در زمان و انرژی کاربر در هنگام برنامه‌نویسی
- ه- زیرسیستم نرم‌افزار GAMS:** سیستم برنامه‌نویسی ریاضی برای تجزیه و تحلیل تعادل عمومی، زبانی است که برای فرمول‌بندی و حل مدل‌های تعادل اقتصادی استفاده می‌شود و به عنوان یک زیرسیستم در GAMS وجود دارد.

^۱ یک محیط برنامه‌نویسی است که مجموعه‌ای از نرم‌افزارها را در یکجا جمع کرده است و در اختیار برنامه‌نویس قرار داده است تا بتواند براحتی و بدون دغدغه کدهای برنامه خود را تولید کند.

۲-۴- نرم افزار QSB

الف- معرفی و تاریخچه نرم افزار QSB: نرم افزار QSB یک نرم افزار بسیار ساده و جامع مدیریتی و بازرگانی است که برای زمینه های مختلفی مانند برنامه ریزی تولید، انبارداری، شبکه ها، حمل و نقل، برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی غیر خطی، تئوری صف و سایر موارد کاربردی مرتبط می توان از آن استفاده کرد. نرم افزار مربوطه همچنین بسیاری از مباحث تصمیم گیری، برنامه ریزی، پیش بینی و کنترل را شامل می گردد و به عنوان نرم افزار توانا در هر زمینه خاص از جمله کنترل کیفیت و کنترل پروژه و برنامه ریزی خطی مطرح شده است. این نرم افزار اولین بار در سال ۱۹۸۶ توسط روبرت سولیوان و یی لونگ چانگ^۱ با هدف جمع آوری تمامی مدل های ریاضی بهینه ساز در تجارت، مدیریت و کسب و کار در قالب یک نرم افزار و حل مسائل مربوط به آن ها و با نام QSB وارد بازار شد. تاریخچه تکامل نرم افزار QSB مطابق جدول ۱ می باشد (رضوانی چمن زمین و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۱- نسخه های نرم افزار QSB

اولین نسخه QSB	۱۹۸۶
نسخه های ۲/۰ و ۳/۰ و ۳/۱	۱۹۸۷ و ۱۹۸۸
+QSB	۱۹۸۹
+QSB۲/۰	۱۹۹۰
+QSB۳/۰	۱۹۹۳
WinQSB	۱۹۹۷
+WinQSB۲/۰	۲۰۰۲

WinQSB نرم افزاری است که بخش کنترل کیفیت آن شامل دو زمینه نمودارهای کنترل و نمونه گیری می باشد. این نرم افزار بر پایه تئوری علمی بسیار بالا طراحی شده است و متنوع ترین طرح های نمونه گیری جهت پذیرش و همچنین نمودارهای مختلف کنترل که بالغ بر نمودار کنترلی است را ترسیم میکند. QSB در هر زمینه کاملاً منعطف است و تمامی پارامترهای و مدل موجود را می تواند تجزیه و تحلیل کند. بخش نمودارهای کنترل این نرم افزار علاوه بر ترسیم نمودارها، ابزارهای دیگری همچون تجزیه و تحلیل نمودار پاراتو، هیستوگرام، گراف و کارائی فرایند و آنالیز توزیع داده ها و محاسبات مربوطه را در اختیار کاربر قرار می دهد.

ب- مزایای نرم افزار QSB :

- این نرم افزار قادر به ترسیم نمودارهای مختلف کنترل (بالغ بر ۳۴ نمودار) است و تمامی پارامترهای مدل موجود را می تواند آنالیز کند.
- به عنوان یک بسته نرم افزاری قابلیت حل مسائل مختلف را دارد.
- استفاده آسان، محیط ساده، سادگی ورود اطلاعات، متدهای مختلف حل، آنالیز تمامی پارامترها و خروجی های قابل فهم

ج- معایب نرم افزار QSB :

- عدم انجام آنالیز چند طرح به طور همزمان
- عدم توان رقابت (به علت مجموعه ای بودن) با نرم افزارهای حرفه ای (که فقط در زمینه خاص طراحی می شوند)

د- حوزه های کاربردی

- سیستم صف یک و چند کاناله، تحلیل صف.
- انواع روش های تحلیل تصمیم گیری، نمودارهای کنترل کیفیت، تحلیل نمونه گیری جهت پذیرش
- برنامه ریزی خطی و غیرخطی، صفر و یک، پویا و آرمانی
- کنترل پروژه
- طرح ریزی واحدهای صنعتی
- کنترل موجودی
- برنامه ریزی تولید

1 Robert S.Sullivan & Yih-long Chang

ه- قابلیت های نرم افزار QSB:

- حل مسائلی که از روش مقدار سفارش اقتصاد تبعیت می کنند
- حل مسائل تخفیف کمی
- حل مسائل احتمالی تک دوره ای (موسوم به پسرورنامه فروش)
- حل مسائل اندازه انباشته پویا با استفاده از ۱۰ روش متداول
- حل، ارزیابی و شبیه سازی برای ۴ نوع سیستم شاخص کنترل موجودی
- نمایش تجزیه و تحلیل گرافیکی هزینه ها برای مسائل تعیین مقدار سفارش اقتصادی و مسائل تخفیف کمی
- انجام تجزیه و تحلیل پارامترها و نمایش آن به صورت گرافیکی برای مسائل تعیین سفارش اقتصادی، تخفیف کمی و مسائل احتمالی تک دوره ای
- نمایش نمودار مقدار موجودی به صورت گرافیکی برای مسائل تعیین سفارش اقتصادی، تخفیف کمی، اندازه انباشته و انواع سیستم های کنترل موجودی.

۴-۳- نرم افزار LINGO

الف- معرفی نرم افزار LINGO: LINGO ابزار جامعی است که برای ساخت و حل مدل های خطی، غیرخطی، درجه دوم، دارای محدودیت درجه دوم، مخروط مرتبه دوم و بهینه سازی اعداد صحیح سریع تر، آسان تر و کارآمدتر طراحی شده است. LINGO یک بسته کاملاً یکپارچه ارائه می دهد که شامل یک زبان قدرتمند برای بیان مدل های بهینه سازی، یک محیط کامل برای ساخت و ویرایش مشکلات و مجموعه ای از حل کننده های داخلی سریع است. نرم افزار LINGO ساخت شرکت لیندو سیستم^۱ می باشد و در کنار نرم افزار GAMS جز پرکاربردترین نرم افزارهای پژوهش عملیاتی محسوب می شوند.

ب- تاریخچه نرم افزار LINGO: LINGO در سال ۱۹۸۹ توسط جان اچ تامسون^۲ در ماکروماینده^۳ ابداع و اولین بار با دایرکتور ۲/۲ منتشر شد. جف تینر^۴ LINGO را گسترش داد و برای دایرکتورهای ۲/۲ و ۳/۰ تست کرد. LINGO به سرعت توسط جامعه چند رسانه ای روبه رشد در طول دهه ۱۹۹۰ و محصولات محبوب سیستم ماکروماینده دایرکتور مورد مقبولیت قرار گرفت. در ابتدا، حدود ۹۰ درصد از کاربران، تنها از ۱۰ درصد توانایی های LINGO استفاده می کردند (ویکی پدیا).

ج- برتری LINGO نسبت به GAMS: LINGO بعد از GAMS قوی ترین نرم افزار پژوهش عملیاتی می باشد. از جمله برتری های LINGO نسبت به GAMS این است که نیازی نیست به LINGO درباره نوع مدل توضیح دهید یا فرمان خاصی استفاده کنید بلکه خود نرم افزار می تواند به نوع مدل پی ببرد. یکی دیگر از قابلیت های مهم LINGO برخورداری از راهنمای بسیار قوی، ساده و کامل می باشد، به گونه ای که با استفاده از راهنمای آن می توان تا حد زیادی بر این نرم افزار مسلط شد.

د- قابلیت های کلیدی نرم افزار LINGO:

- بیان ساده مدل برنامه ریزی
- قابلیت ورود اطلاعات از نرم افزارهای بانک داده و صفحه گسترده
- قابلیت استخراج و ارسال نتایج حل مسئله به نرم افزارهای اکسس و اکسل
- قدرت بالا در حل مسائل با بهره گیری از بهینه ترین روش
- قابلیت فراخوانی نرم افزار از داخل نرم افزار بانک اطلاعاتی یا ماکرو در اکسل به صورت تعاملی
- دارا بودن یک راهنمای مفصل و کامل و جامع برای کاربران

۴-۴- نرم افزار LINDO

الف- معرفی نرم افزار LINDO: نرم افزار LINDO در سال ۱۹۸۶ توسط لینوس اسچراک^۵ نوشته شده است و ساخت شرکت لیندو سیستم می باشد (خاندوزی، ۱۳۹۸). LINDO یک نرم افزار برای حل مسائل برنامه ریزی خطی، برنامه نویسی عدد

1 <https://www.lindo.com/>

2 John H Thomson

۳- ماکرومیدیا دایرکتور، که هم اکنون، بخش، از خانواده معروف نرم افزارهای ادو بی، است جزو قدیم ترین، نرم افزارهای، ساخت برنامه های چند رسانه ای هست که تا حد زیادی، به برنامه Flash شباهت دارد Flash بیشتر برای ساخت نرم افزارهای، تحت وب تخصصی، شده و Director هم برای برنامه های چند رسانه ای که روی CD ارائه می شود البته با دایرکتور هم می توان برنامه های تحت وب ایجاد کرد و برعکس.

4 Jeff Tiner

5 Linus Eschraek

صحیح، برنامه نویسی صفر و یک و برنامه ریزی مختلط است. این نرم افزار می تواند در زمینه های مختلفی از قبیل برنامه ریزی بودجه و تولید، زمانبندی، تخصیص سایر فعالیت های صنعتی که به مسایل بهینه سازی مربوط است، مورد استفاده قرار گیرد.

ب- تفاوت نرم افزار LINDO و LINGO: نرم افزار LINDO کلیه امکانات نرم افزار LINGO را دارد و بطور کلی هر دو نرم افزار می توانند مسائل یکسانی را حل کنند. تفاوت این دو نرم افزار در شیوه نمایش مدل ها و کار با آنها برای کاربران است. هر دو نرم افزار می توانند به عنوان یک افزونه در محیط اکسل استفاده شوند. این ویژگی برای افرادی که به محیط اکسل عادت دارند خیلی مناسب است.

۴-۵- نرم افزارهای برتر اندرویدی پژوهش عملیاتی

الف - نرم افزار Linear Optimization Pro :

- این برنامه مسائل بهینه سازی خطی را با استفاده از متد سیمپلکس اولیه، متد سیمپلکس ثانویه و متد سیمپلکس دوفازی (دومرحله ای) حل می نماید
- با هر تعداد متغیر و محدودیت
- حل مسائل مینیمم سازی و ماکسیمم سازی
- حل مسائل با هر نوع محدودیت $=>$ یا $=<$
- نمایش هر مرحله با جداول برداری و هایلایت نمودن عنصر لولا (متغیر ورودی و خروجی)
- توضیح مرحله به مرحله
- بدون تبلیغات

ب- نرم افزار Didactic Linear Programming:

هدف این برنامه شرح مرحله به مرحله حل انواع مسائل برنامه ریزی خطی است. بدین منظور مفاهیمی که به کار گرفته شده است شامل سیمپلکس اولیه، سیمپلکس ثانویه، مسائل برنامه ریزی خطی عدد صحیح، تحلیل پس از بهینه سازی و تفسیر گرافیکی می باشد. این برنامه جداول سیمپلکس را مرحله به مرحله نمایش می دهد و در هر مرحله متغیر ورودی و خروجی را مشخص می کند. برای فهم محاسبات شاید نیاز باشد که قبل از استفاده از این برنامه مباحث برنامه ریزی خطی، روش های حل مبتنی بر ماتریس ها را همراه با سایر مباحث فوق الذکر مطالعه کرد.

ج- نرم افزار OR Commented:

- حل مسائل برنامه ریزی خطی
- حل مسائل حمل و نقل
- حل مرحله به مرحله و ارائه کامنت هایی به زبان انسان برای جنبه های مختلف فرآیند حل مسئله
- استفاده از نسبت های رایج برای عملیات عددی
- تحلیل بعد از بهینگی و ارائه جواب بعد از بهینگی جدید (همراه با کامنت)
- نمودار گرافیکی برنامه ریزی خطی با دو متغیر

۵- نتیجه گیری

حل مسائل پژوهش عملیاتی به صورتی دستی نیازمند زمان و دقت فراوان است و باز هم امکان خطا وجود دارد اما نرم افزارهای پژوهش عملیاتی علاوه بر افزایش سرعت، موجب می شوند مسائل با دقت بالا حل شوند و امکان هرگونه خطا در حل مسائل به کمترین مقدار برسد. متداول ترین نرم افزارهای پژوهش عملیاتی در این مقاله معرفی شده و مزایا و معایب و کاربردهای آنها مشخص شده است. رایج ترین و بهترین نرم افزارهای حال حاضر که پژوهشگران از آن استفاده می کنند، نرم افزارهای GAMS و LINGO می باشد. البته همان طور که گفته شد هر یک از نرم افزارها در موارد خاصی و برای حل مسائل خاصی مورد استفاده قرار می گیرند، ولی بدلیل سهولت استفاده، دقت بالا، مزایا و کاربردهای گسترده نرم افزارهای GAMS و LINGO، در حل مسائل بیشتر از سایر نرم افزارها مورد استفاده قرار می گیرند.

منابع

۱. پور حبیب یکتا، اعظم و مقبولی، مهناز. (بی تا). ارزیابی نرم افزارهای پژوهش عملیاتی: روشی مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها. پژوهش های نوین در ارزیابی عملکرد. آماده انتشار، پذیرفته شده آنلاین در ۵ اردیبهشت ۱۴۰۱.
۲. خاندوزی، راحله. (۱۳۹۸). آشنایی با نرم افزار LINDO. دسترسی در ۱ دی ۱۴۰۱ از وب سایت: <https://slideplayer.com/slide/14639346/>
۳. درویشی، داود. (۱۳۹۵). نرم افزار های حل مسائل پژوهش عملیاتی. دسترسی در ۱ دی ۱۴۰۱ از وب سایت: <http://dmathpnu.it/>
۴. رضوانی چمن زمین، موسی؛ محمدی، وحید و آقاییار ماکوئی، نگین. (۱۳۹۶). آشنایی با افزار نرم QSB و Win QSB. کنگره بین المللی توانمندسازی جامعه در حوزه مدیریت، اقتصاد، کارآفرینی و مهندسی فرهنگی.
۵. رافعی، اسماء؛ دانه کار، افشین؛ زند بصیری، مهدی و باقرزاده کریمی، مسعود. (۱۳۹۹). کاربرد برنامه ریزی خطی در سنجش تحقق پذیری شاخص بودن تالاب شادگان با توجه به معیارهای کنوانسیون رامسر. نشریه محیط شناسی دانشگاه تهران، ۴۶(۳)، ۴۳۶-۴۲۱.
۶. زرکام، ستار. (۱۳۹۴). حمایت از نرم افزارها و برنامه های رایانه ای با توسل به نظام اسرار تجاری. نشریه حقوق تطبیقی. ۱۳(۱)، ۱۴۶-۱۱۷.
۷. ویکی پدیا. لینگو(زبان برنامه نویسی). دسترسی در ۱ دی ۱۴۰۱ از وب سایت: [https://fa.wikipedia.org/wiki/لینگو_\(زبان_برنامه_نویسی\)](https://fa.wikipedia.org/wiki/لینگو_(زبان_برنامه_نویسی))
۸. وب سایت همکاران سیستم. (۱۳۹۲). نرم افزار چیست؟(۲)؛ شناسایی انواع نرم افزار. دسترسی در ۱ دی ۱۴۰۱ از وب سایت: <https://www.systemgroup.net/intellectual-property/>
9. Naghshnilchi, Mahnaz. (2019). A Capacitated Vehicle Routing Problem considering Satisfaction Level of Customers: A Genetic Algorithm. Iranian Journal of Operations Research, 10(1), 117-127.
10. Pishkoo, Amir. (2022). Pyomo as an alternative to GAMS for tackling optimization problems. 10th National Conference on Mathematics, Payame Noor University, Shiraz.
11. Tahmasbi, H. Amin, & Hami, M. (2019). Staff Scheduling in Capillary Marketing and Analysis of its Impact on the Company's Financial Issues. International Journal of Research in Industrial Engineering, 8(1), 53-65.
12. Wikipedia. General algebraic modeling system. Retrieved 22 december, 2022, from: https://en.wikipedia.org/wiki/General_algebraic_modeling_system