انتخاب بهینه ناوگان عملیات خاکی با استفاده از مدلهای ریاضی

دکتر احسان فرصت کار
هیات علمی دانشگاه مهرالبرز

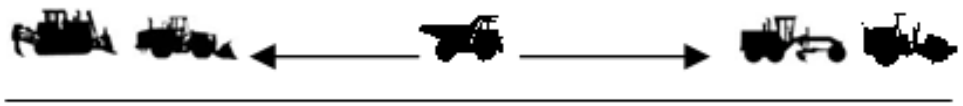
ضرورت انجام تحقیق

- از میان منابع مختلف پروژه های عمرانی، ماشین‌آلات سهم قابل توجه‌ای از هزینه ها را به خود اختصاص می‌دهند. (بین ۳۰ الی ۷۰ درصد در پروژه های دارای عملیات خاکی وسیع نظیر راه و سدهای خاکی).
- طبق برآورد و بررسی‌های انجام شده، راندمان واقعی ماشین آلات در ایران حداکثر ۵۰ درصد می‌باشد.
- اکثر ماشین آلات با خروج مبالغ هنگفتی ارز از خارج وارد می‌شود.
- اطلاعات نظری بسیار کمی درباره انواع ماشین آلات نوین و همچنین اطلاعات کارگاهی واقعی بسیار اندکی در مورد ماشین آلات موجود در کشور وجود دارد.

سؤالهای تحقیق

- بهترین ترکیب از میان چندین ناوگان ماشین آلات که بتوانند در کنار هم کمترین هزینه را در عملیات خاکی یک پروژه راهسازی ایجاد کنند، کدام هستند؟
- چگونه این ناوگانها به پروژه در طول مدت پروژه تخصیص داده شوند؟

مفروضات



ناوگان ثابت (منطقه خاکریزی)		ناوگان متحرک	ناوگان ثابت (منطقه خاکبرداری)	
تراکم	تسطیح	حمل	بارگیری	سست کردن و خاکبرداری
غلطک	گریدر	کامیون	لودر	بولدوزر-ریپر

- سیکل عملیات یک ناوگان از ماشین آلات عملیات خاکی به طور کلی شامل پنج مرحله می‌باشد که در هر یک از این مراحل یک نوع ماشین خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مراحل به صورت پیوسته و زنجیروار بوده و مقدار مواد خاکی تولید شده در هر مرحله مبنای حجم محاسبات مرحله بعدی قرار می‌گیرد.

معلومات

- **معلومات مساله شامل:**
  - توپوگرافی منطقه
  - مسیرهای موجود بین مناطق خاکبرداری و خاکریزی و خط پروژه
  - حجم کلی خاکبرداری و خاکریزی پروژه
  - مدت زمانی که می‌بایست پروژه طی آن زمان به اتمام برسد
  - تعداد و مشخصات ماشین آلات

مجهولات

- **مجهول مساله شامل:**
  - برنامه‌ریزی دقیق اجرای عملیات خاکی می‌باشد، یعنی چه حجمی از خاک از کجا به کجا توسط کدام ناوگان (ترکیب ماشین آلات موجود در هر ناوگان هم مجهول است) منتقل گردد. به عبارت دیگر نحوه اختصاص ماشین آلات مناسب به هر یک از فعالیت های پروژه (خاکبرداری، بارگیری، حمل، تسطیح و تراکم) و در نهایت برنامه‌ریزی دقیق اجرای عملیات مورد نظر می‌باشد.

مرور ادبیات موضوع و بررسی مطالعات انجام شده

رویکردهای مختلف نسبت به بهینه سازی عملیات خاکی

۱- رویکردهای بخشی نگر

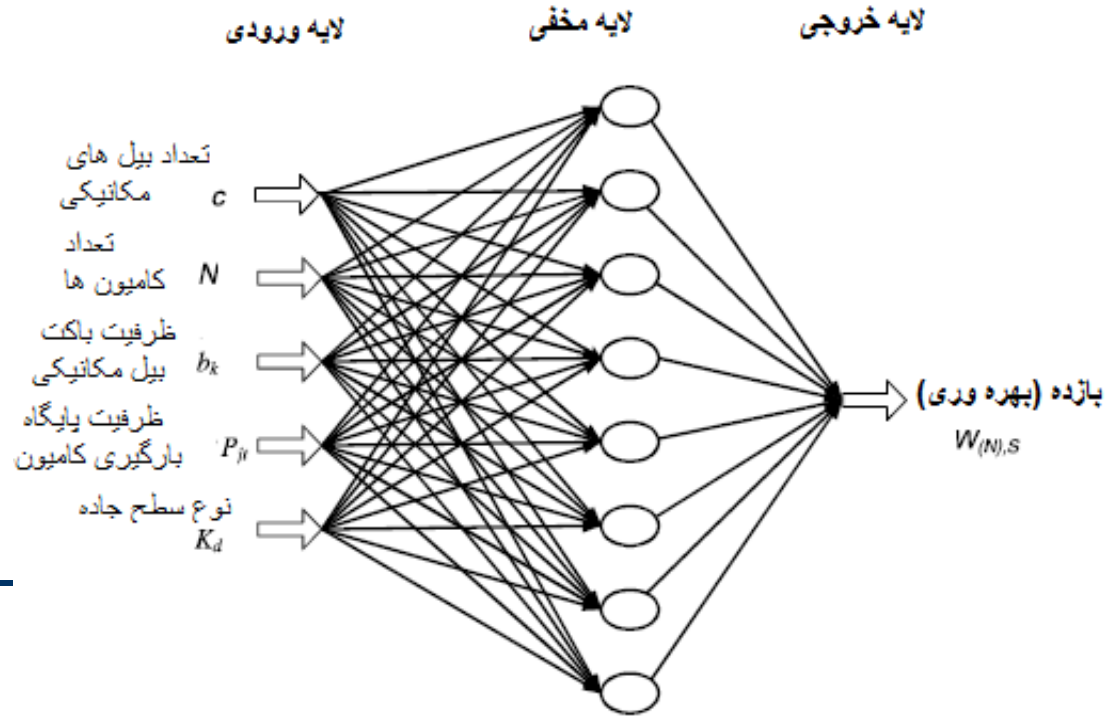
۲- رویکردهای مبتنی به یافتن مسیر بهینه در عملیات خاکی

۳- رویکردهای مبتنی بر یافتن ماشین آلات بهینه در عملیات خاکی

رویکردهای بخشی نگر	رویکردهای مبتنی به یافتن مسیر بهینه در عملیات خاکی	رویکردهای مبتنی بر یافتن ماشین آلات بهینه در عملیات خاکی
فاکتور تطبیق	شبکه های پتری	برنامه ریزی ریاضی
تئوری خوشه ای	شبکه عصبی	شبیه سازی کامپیوتری (رویداد گسسته و رویداد پیوسته)
تئوری صف	الگوریتم حلقه های موجدار	روش های هوش مصنوعی
	سیستم اطلاعات جغرافیایی	روشهای انتخاب توصیفی، قضاوتی چندمعیاره

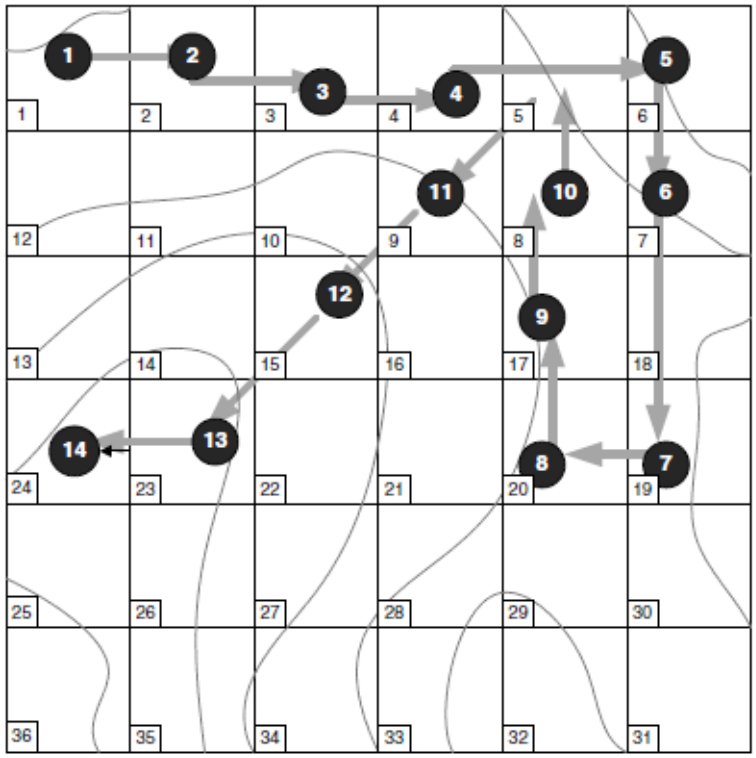
۱- رویکردهای بخشی نگر

- **مدل ریاضی- شبکه عصبی برای ارزیابی بازده ماشین آلات راهسازی (۲۰۰۷)** :در این مقاله از شبکه های عصبی (ANN) برای مجموعه های ماشین آلات راهسازی استفاده شده است. نتایج به کارگیری ANN برای پیش بینی بازده سیستم ماشین های راهسازی مرکب شامل تعدادی بارگیر (لودر یا بیل مکانیکی) و تعدادی باربر (کامیون) ارائه شده است.



۲- رویکردهای مبتنی به یافتن مسیر بهینه در عملیات خاکی

(a)



(b)

- **حل مشکل کم هزینه ترین مسیر خاکبرداری و حمل با استفاده از ازدحام ذرات (۲۰۱۲):** این مقاله مساله بهینه سازي حمل و نقل براي خاکبرداري و خاکريزي را جهت کاهش مسافت بين مکان برداشت و خالي کردن ارائه مي دهد. اين مقاله تعدادی از مسيرهای ممکن را شناسايي مي کند که بتوانند کل مسافت حمل طي شده بين محل خاکبرداري و خاکريزي را توسط ناوگان عمليات خاکي کاهش دهند.

۳- رویکردهای مبتنی بر یافتن ماشین آلات بهینه در عملیات خاکی

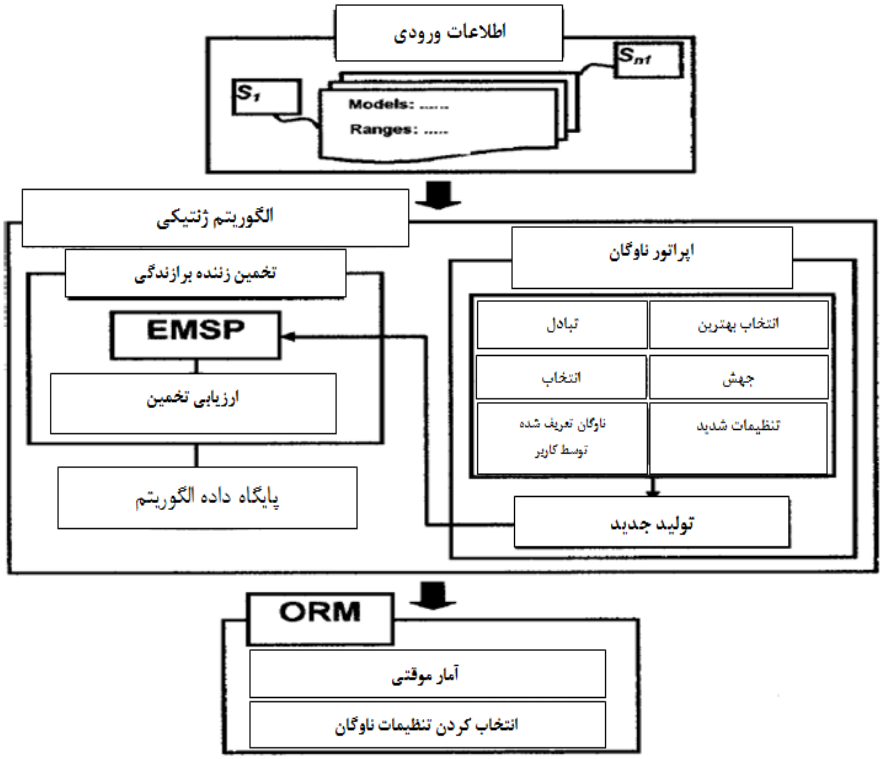
به طور کلی این روش ها را می توان به چهار دسته کلی زیر تقسیم نمود:

- استفاده از شبیه‌سازی (simulation)
- استفاده از روش های هوش مصنوعی (نظیر: سیستم های خبره)
- روشهای انتخاب توصیفی، قضاوتی (MCDM)
- استفاده از مدل های ریاضی

شبیه سازی

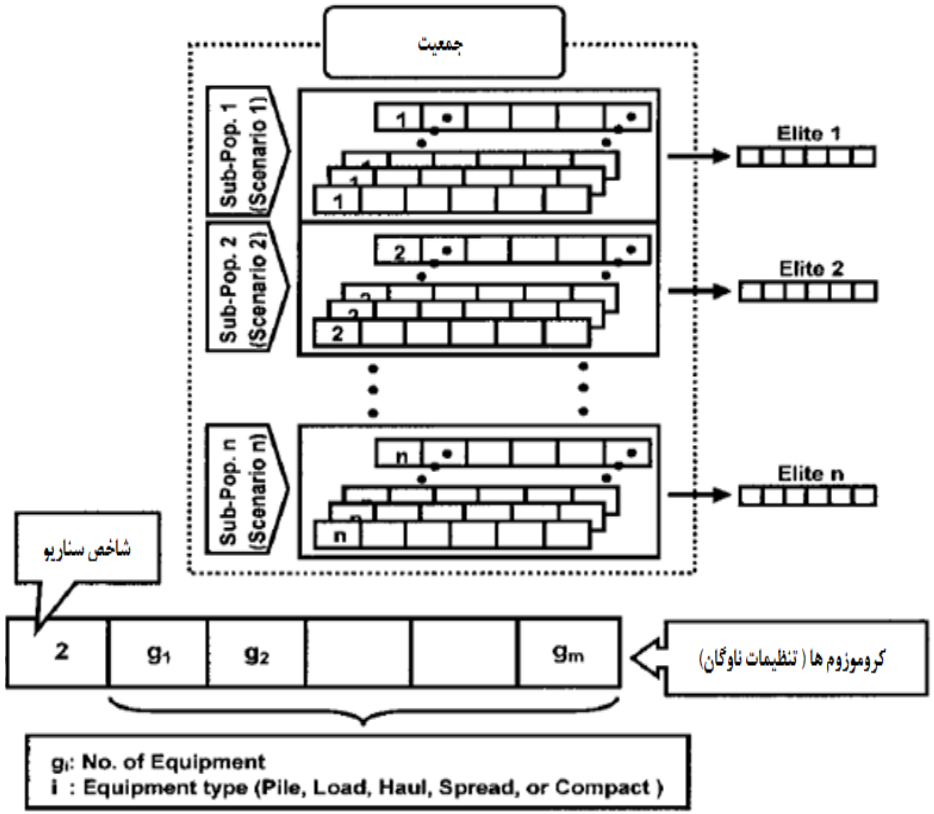
- تا کنون تلاش‌های بسیاری در رابطه با شبیه‌سازی عملیات‌های خاکی صورت گرفته است. در نتیجه این تلاش‌ها، پوسته های شبیه‌سازی (Shell) بسیاری مخصوص عملیات خاکی ایجاد شده‌اند. (نظیر زبان های شبیه سازی)

بهینه سازی شبیه سازی برای عملیات های خاکبرداری با استفاده از الگوریتم های ژنتیکی



- ساختار مدل

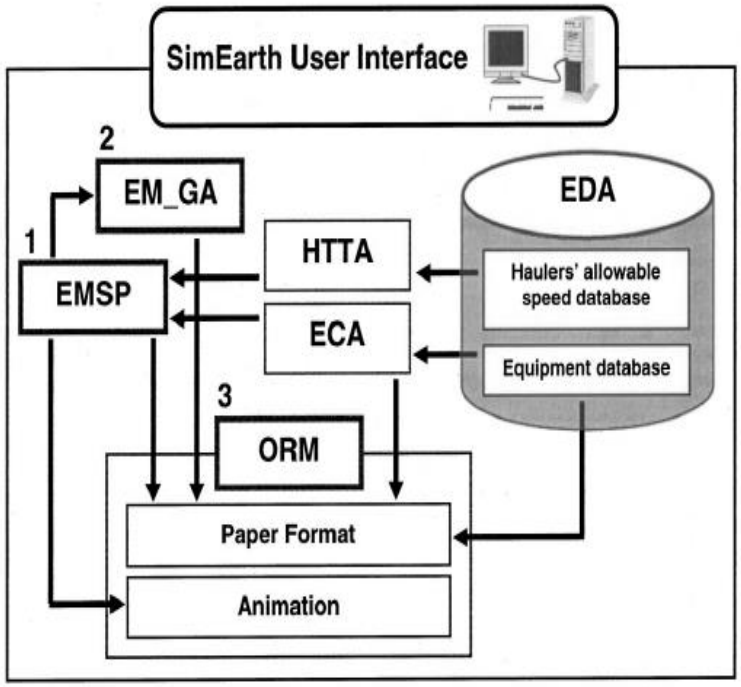
$$F = \{DH^{\star}[\sum_{i=1}^{t} EHC_i{}^{\star}NE_i{}^{\star}(TQ/D_Prod)]\} + \{[TQ/(D_Prod^{\star}MD)] \times TR_IC + TI_IC\} \quad (1)$$



- ساختار ناوگان در این الگوریتم از سناریو های ناوگان حمل و نقل تعریف شده تولید ایجاد می شود. سناریو های ناوگان و مدل های ماشین آلات موجود در این ناوگان به عنوان متغیرهای کیفی در نظر گرفته می شوند. تعداد هر یک از ماشین آلات در هر سناریو ناوگان یک متغیر کمی در نظر گرفته می شود.

بهینه سازی چند منظوره عملیات های خاکبرداری (۲۰۰۴)

- این مقاله چارچوبي را براي بهينه سازي عمليات هاي خاكبرداري با استفاده از الگوريتم ژنتيكي و شبيه سازي كامپيوتري ارائه مي كند. هدف از اين بهينه سازي كاهش هزينه و زمان عمليات هاي خاكي مي باشد. اين فرايند شبيه سازي، از الگوبرداري شبيه سازي وقايع گسسته استفاده مي كند. فرآيند بهينه سازي از الگوريتم ژنتيكي براي يافتن وضعيت و موقعيت ناوگان حمل و نقل نزديک به بهينه استفاده مي كند.



- اجزای اصلی پوسته شبیه سازی عباتند از: چارچوبی بنام SimEarthکه جهت برنامه ریزی عملیات های خاکی توسعه داده شده است. این چارچوب پیشنهادی متشکل از برنامه شبیه سازی خاکبرداری (EMSP)؛ برنامه هزینه ماشین آلات (ECA)؛ برنامه پایگاه داده ماشین آلات (EDA)؛ برنامه زمان حرکت حمل کننده (HTTA)، الگوریتم ژنتیک خاکبرداری (EM_GA) و طرح گزارش خروجی و تولید (ORM) می باشد.

- Earth Moving Simulation Program
- Equipment Cost Application
- Equipment Database Application
- Hauler's Travel Time Application
- Earth Moving Genetic Algorithm
- Output Reporting Module

تابع هدف

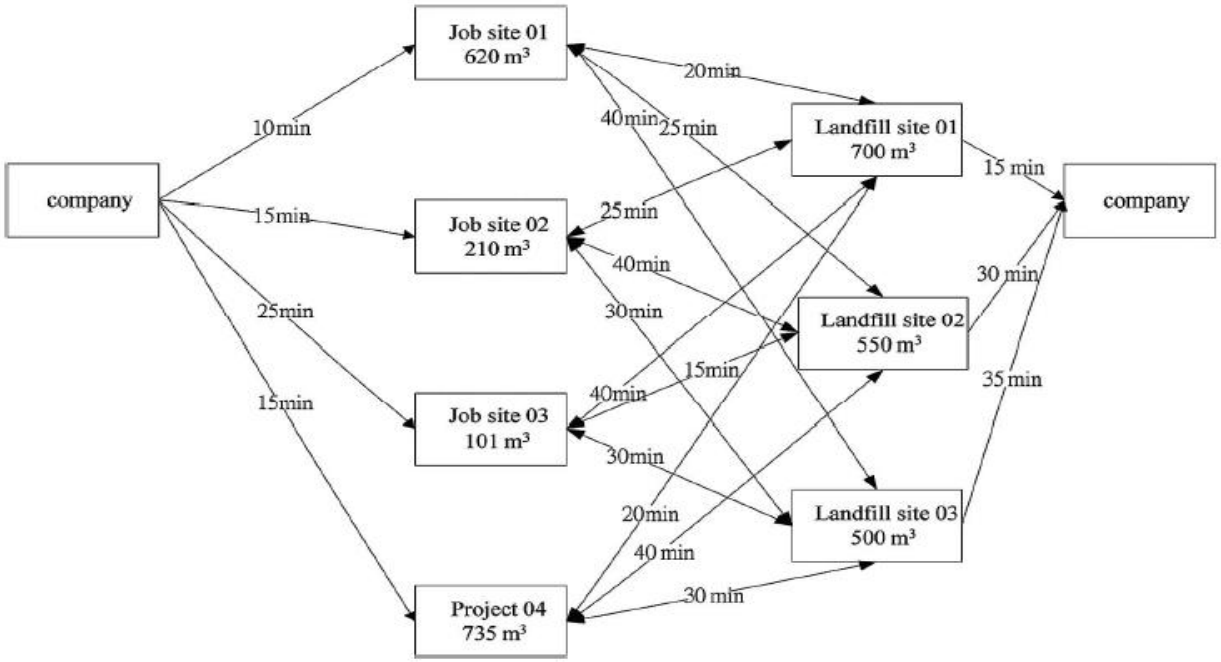
- در اینجا F1= طول مدت پروژه (h)؛ F2= کل هزینه پروژه ($)؛ DH= ساعات برنامه ریزي شده به ازاء هر روز (h)؛ t= تعداد تجهیزات استفاده شده؛ EHC= هزینه هر ساعت تجهیزات ($/h)؛ NE= تعداد تجهیزات مربوط به هر نوع؛ TQ= مقدار کل جابجایي (m3)؛ d_Prod= تولید روزانه؛ MD= روزهاي کاري زمان بندي شده به ازاء هر ماه (روز/ماه)؛ TR_IC= هزینه غیر مستقیم مربوط به زمان ($/ماه)؛ و TI_IC= هزینه غیر مستقیم مستقل از زمان ($).

$$F_1 = (\mathrm{TQ}/\mathrm{D_Prod}) \cdot \mathrm{DH}$$

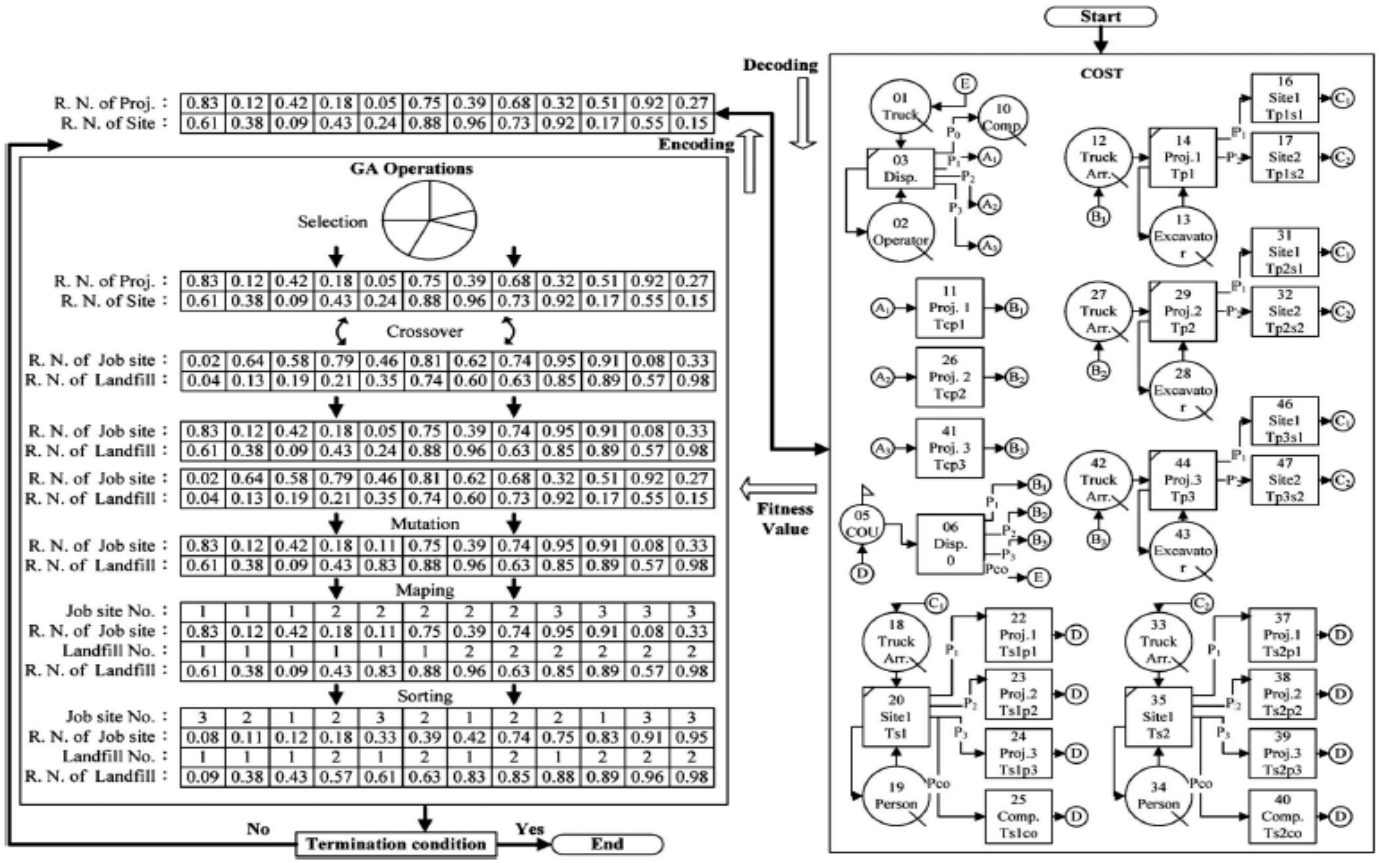
$$F_2 = \mathrm{DH} \cdot \left[\sum_{i=1}^{t} \mathrm{EHC}_i \mathrm{NE}_i (\mathrm{TQ}/\mathrm{D_Prod}) \right] + [\mathrm{TQ}/(\mathrm{D_Prod} \cdot \mathrm{MD})] \cdot \mathrm{TR_IC} + \mathrm{TI_IC}$$

بهینه سازی برنامه زمانی حمل کامیون های خاکبرداری از طریق الگوریتم های ژنتیکی و شبیه سازی (۲۰۱۲)

- در این مقاله مکانیسمي توصیف مي شود که مدیریت ناوگان حمل و نقل کامیون پروژه هاي خاکبرداري را بهینه مي سازد. این پژوهش مدل شبیه سازي وقایع گسسته (پوسته CYCLONE) و الگوریتم هاي ژنتیکي را ترکیب مي کند تا مدت زمان عملیات هاي خاکبرداري را بهینه سازد. نمونه ها ثابت مي کند که مدل پیشنهادي به طور موثري راه حل هاي نزدیک به بهینه را مشخص سازد.


company
Job site 01
620 m³
Job site 02
210 m³
Job site 03
101 m³
Project 04
735 m³
Landfill site 01
700 m³
Landfill site 02
550 m³
Landfill site 03
500 m³
company
10min
15min
25min
15min
20min
40min
25min
25min
40min
30min
15min
40min
30min
20min
40 min
30 min
15 min
30 min
35 min

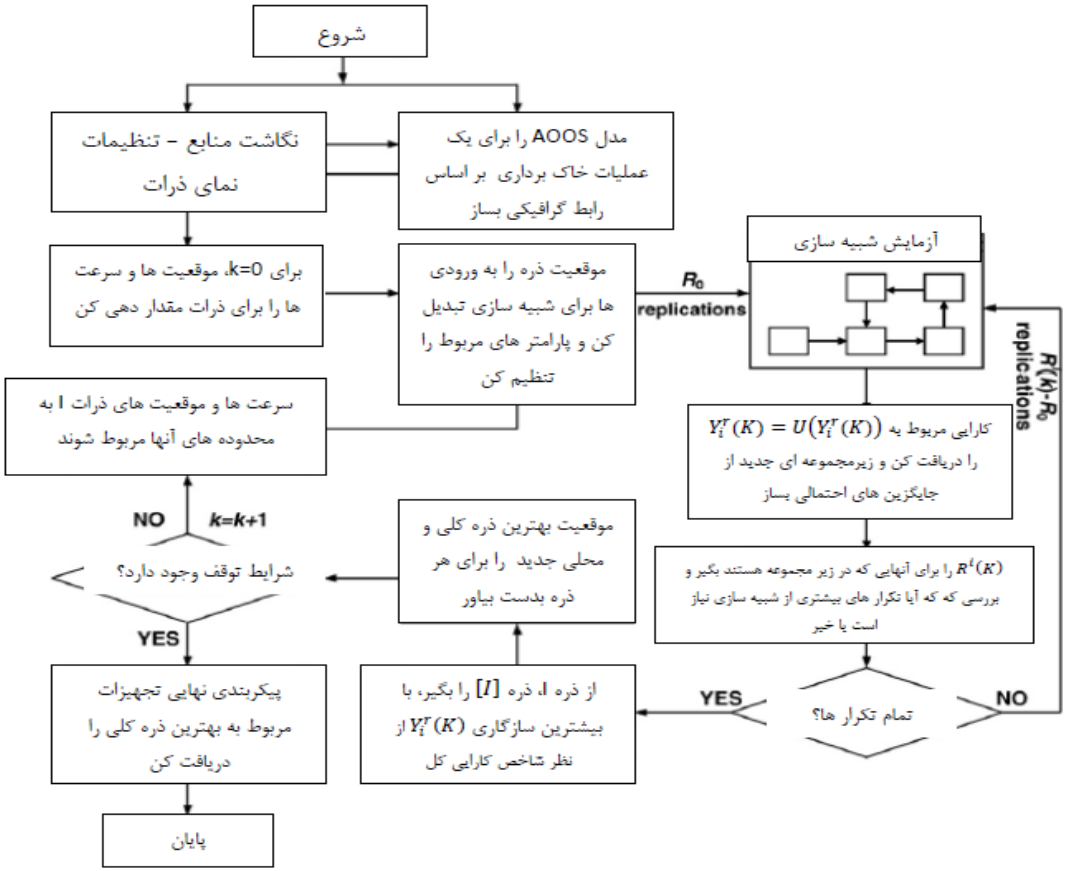
الگوی جریان مدل



بهینه سازی شبیه سازی چند هدفه برای عملیات های خاکی (۲۰۰۸)

- این تحقیق، قالبی یکپارچه برای شبیه‌سازی-بهینه‌سازی چند هدفه (*Multi Objective Simulation Optimization*) برای مشخص کردن پیکربندی بهینه تجهیزات در عملیات های خاک برداری، ارائه می‌کند. قالب ارائه شده، چندین متدولوژی مانند شبیه سازی، ابزار چندگانه معیار *MAU* (*Multiple Attribute Utility*)، آمار و بهینه سازی را ترکیب می کند. برای مدل سازی عملیات شبیه سازی، از یک پلتفرم شبیه سازی موجود *AOOS* (*Activity Object-Oriented Simulation*) استفاده شده است. چندین مقدار خروجی، مانند زمان اتمام پروژه و هزینه نهایی می‌توانند با انجام آزمایشات شبیه سازی بدست آیند و به ابزار مشخصه‌ای که می‌تواند معیارها و اولویت‌های تصمیم گیرندگان را منعکس کند، تبدیل شود. بهینه سازی ازدحام ذرات (*PSO*) برای کمک به یافتن جایگزین های احتمالی و جلوگیری از انجام آزمایشات شبیه سازی کامل برای تمام جایگزین ها، استفاده شده است.

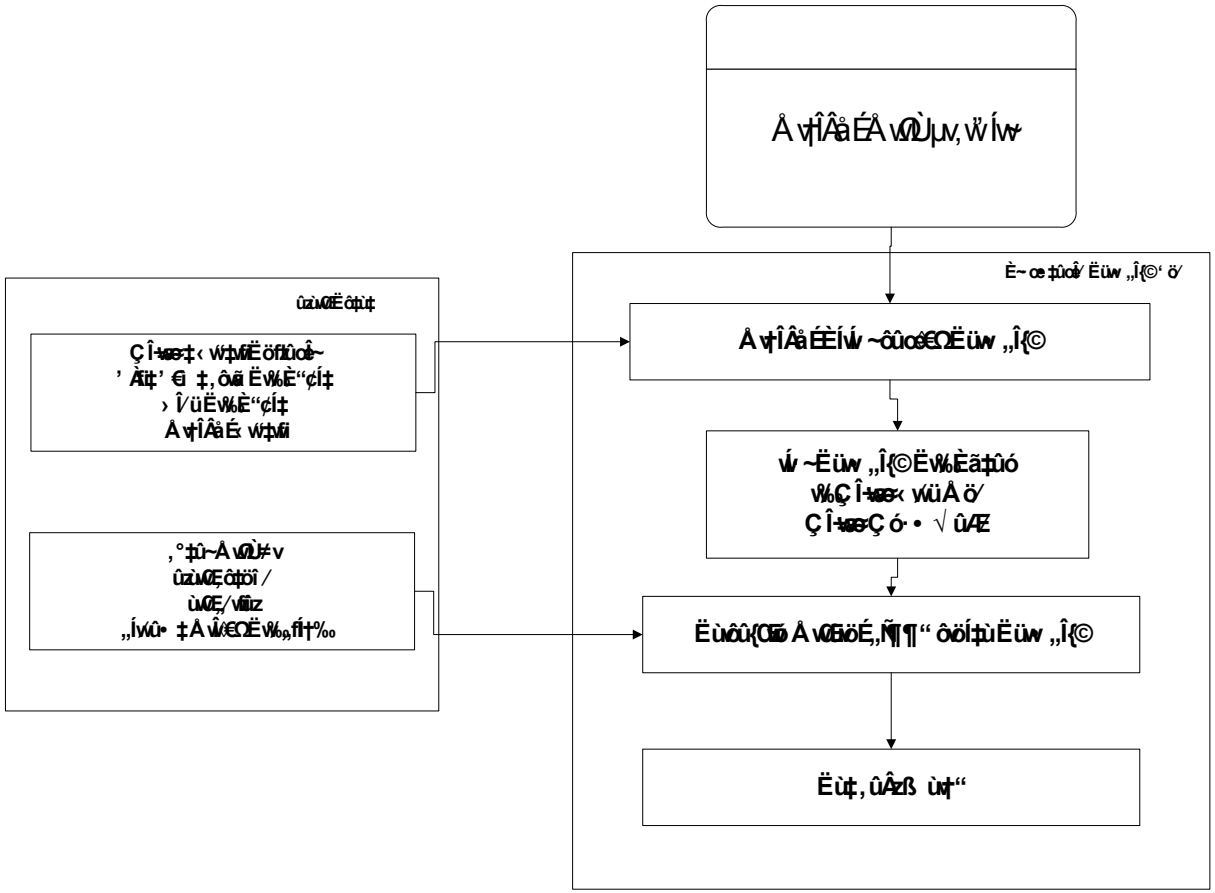
الگوریتم کلی سیستم



مدل شبیه‌سازی میکروسکوپی عملیات های خاک‌برداری (۲۰۱۲)

- این مقاله چارچوب یک شبیه‌سازي رويداد گسسته ميكروسكوپي مبتني بر CYCLONE را براي مدل‌سازي عمليات هاي خاک‌برداري و انجام تخمين‌هاي راندمان را در يک سطح عملياتي اجرايي ارائه مي‌دهد. همچنين براي ارزيابي ماشين آلات از مفهوم TCO (هزينه جامع مالكيت Total Cost of Ownership) استفاده مي كند. شايان ذكر است در بررسي رفتار ماشين آلات از پلتفرم شبيه سازي GSP (Global Simulation Platform) مجصول شركت ولوو نيز به صورت كمک در اجراي شبيه سازي استفاده شده است. اين مقاله پيشنهادي براي بهينه سازي ارايه نداده و صرفاً يک مدل شبيه سازي تركيبي را ارايه مي دهد.

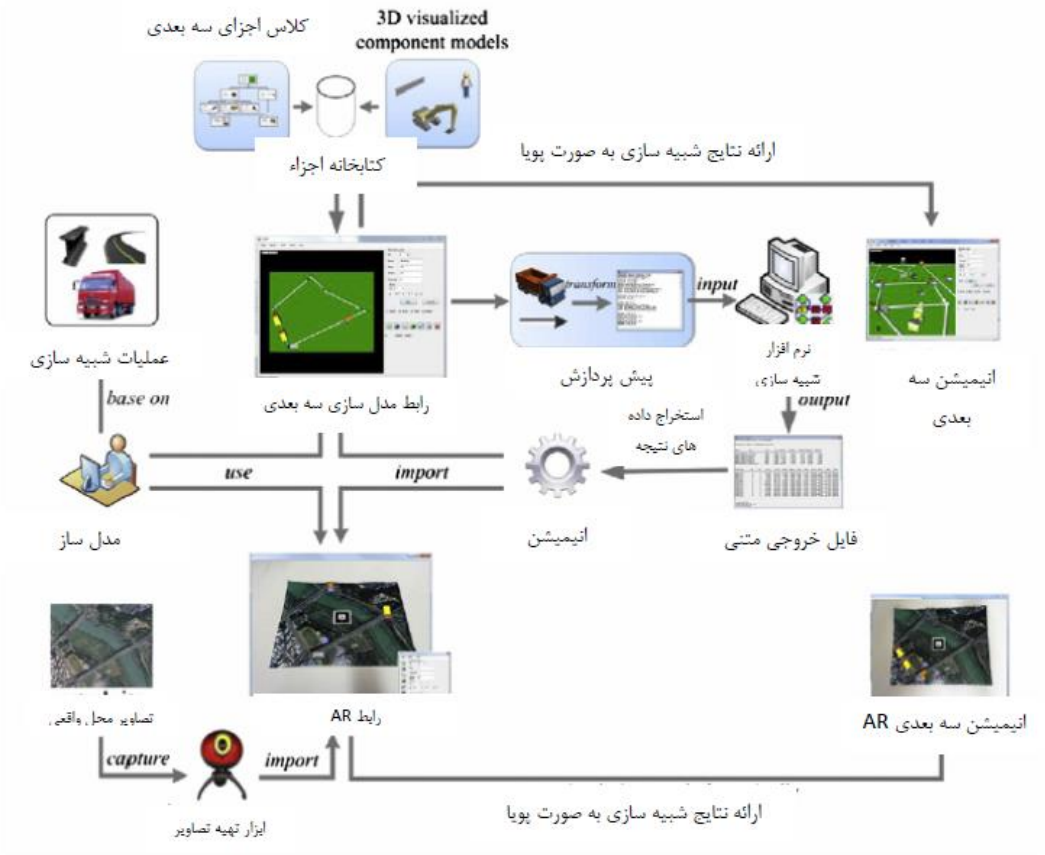
چهارچوب مدل شبیه‌سازی میکروسکوپی



برای شبیه‌سازی رویداد ARمدل‌سازی سه بعدی براساس گسسته در عملیات های حمل در ساخت (۲۰۱۳)

- در این تحقیق، یک مدل بصری شبیه سازی عملیات های ساخت و ساز و متدهای مدلسازی آن، برای شبیه سازی عملیات نقل و انتقال در ساخت و ساز، ارائه شده است. برای ترکیب اشیاء مجازی و شرایط محیط واقعی، از تکنولوژی واقعیت تقویت شده AR (Augmented Reality) استفاده شده است. برای تجزیه و تحلیل مدل سه بعدی توسط موتور شبیه سازی STROBOSCOPE، قوانین تبدیل ساخته و پرداخته شدند. روش مدل سازی پیشنهاد شده، اجازه ارائه نمایی سه بعدی از مدل شبیه سازی شده را می‌دهد. مدل می‌تواند در فضایی سه بعدی ساخته شود، و نتیجتاً اطلاعات مدل و نتایج شبیه سازی شده به صورت شهودی تر قابل ارائه خواهند بود. نتایج به دست آمده از پرس و جو های انجام شده از کاربران، نشان می‌دهند که سیستم پیشنهادی بهتر از سیستم های بصری سازی قیاسی سنتی عمل می‌کند. به علاوه، سیستم پیشنهادی، با حفظ کارایی قابل مقایسه با سیستم های انیمیشن سازی در مرحله پس پردازش، در زمینه یکپارچه سازی مراحل پیش پردازش و پس پردازش در مدل سه بعدی، موفق عمل کرده است.

عملکرد سیستم شبیه سازی



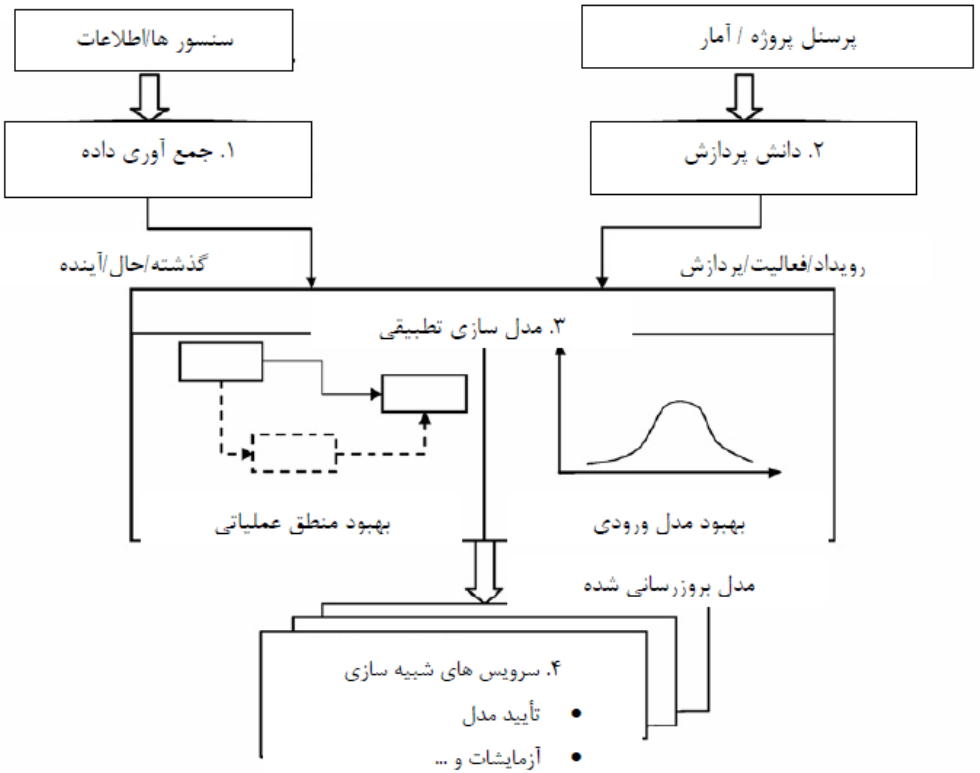
انتخاب ناوگان بهینه برای عملیات خاکی (۲۰۱۳)

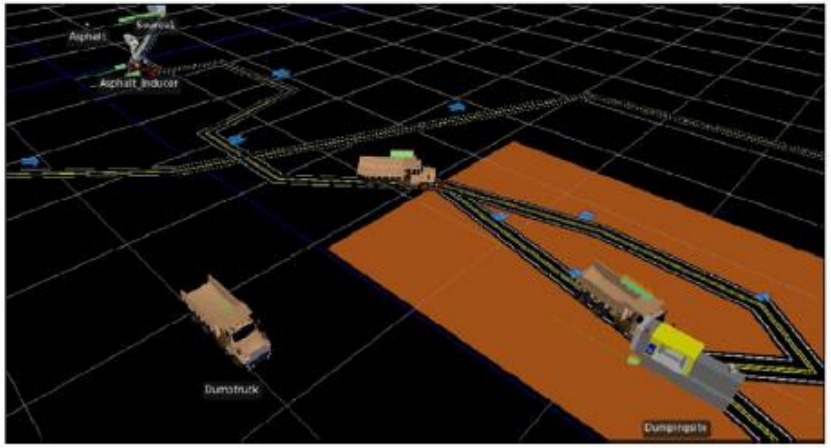
- این مقاله روشي را ارائه مي دهد كه شبيه سازي رويدادهاي گسسته بر مبناي پوسته CYCLONE و بهينه سازي به كمك روش الگوريتم ژنتيک را با هم تركيب كند تا مشكل انتخاب مجموعه مطلوب را براي فعاليت هاي عمليات خاكي حل نمايد. اين مدل با استفاده از چهارچوب ارائه شده و الگوريتم ژنتيكي و حداقل سازي هزينه كلي مالكيت (TCO) و حداكثر سازي توليد حل شده است.

ردیابی به هنگام تطبیقی و شبیه سازی عملیات های سنگین ساخت و ساز در زمانبندی های آینده نگر (۲۰۱۲)

- شبیه سازی به هنگام، روشی را معرفی می‌کند که توسط آن مطالعه شبیه سازی شده به کمک داده های به دست آمده در زمان واقعی، امکان در اختیار گذاشتن یک مدل بهینه سازی شده و موثر را به جهت برنامه ریزی کوتاه مدت فراهم می‌کند.
- روش پیشنهادی این مقاله از سنسورهای GPS نصب شده بر روی ماشین آلات به منظور دریافت اطلاعات به هنگام از دستگاهها و سایر اطلاعات به دست آمده از کارگاه، پردازش اطلاعات به دست آمده و در اختیار گذاشتن مجموعه اطلاعات در یک موتور شبیه سازی موسوم به Simio برای شبیه سازی فرایند عملیات خاکی استفاده می کند.
- قالب شبیه سازی همزمان تطبیقی ارائه شده در این مقاله، از چهار جزء تشکیل شده است که شامل جمع آوری همزمان (Real-Time) داده ها، پردازش اطلاعات پایه، مدل سازی تطبیقی و شبیه سازی رویداد- گسسته می باشد.

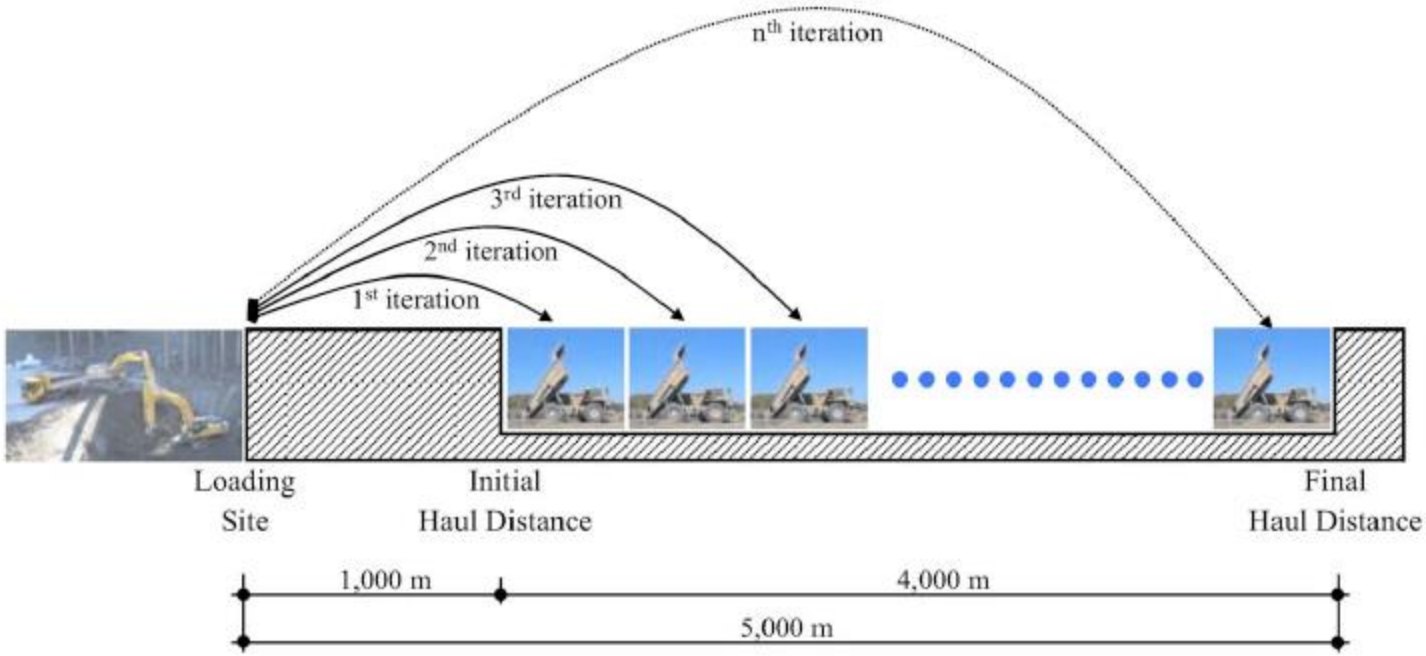
قالب تطبیقی شبیه سازی و ردیابی هم زمان به وسیله



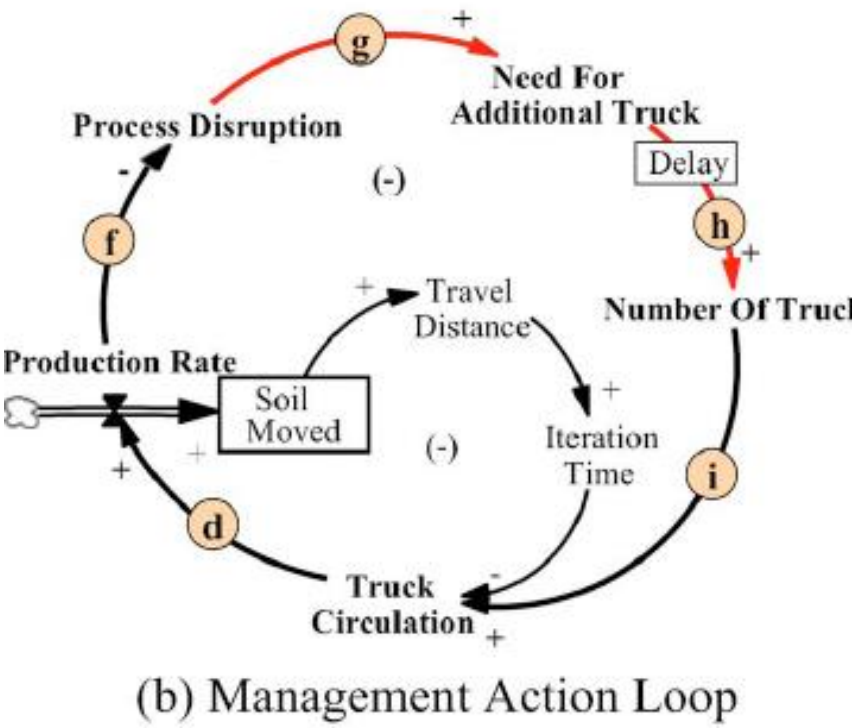


مدیریت راهبردی–عملیاتی ساخت: رویکرد رویداد گسسته و پویایی سیستم

نمایش تصویری فرایند عملیات خاکی



فرایند بازخوردی مدل پویایی سیستم



(b) Management Action Loop

- این مدل به وسیله میزان خاک جابجا شده و همچنین تعداد کامیون مورد نیاز دارای حلقه های بالانس کننده می باشد. همچنین برای اعتبار سنجی مدل از نتایج مدل شبیه سازی STROBOSCPE موجود در مقاله Martinez et al. 1994 استفاده شده است.

هوش مصنوعی (سیستم های خبره) در عملیات خاکی

- لذا یکی از روش های مفید به منظور کمک به شخص مسئول برای انتخاب ماشین آلات، استفاده از سیستم های خبره است. برخی از تلاشهای انجام شده در این رابطه به قرار زیر می‌باشند:
- Touran(1990) برای انتخاب غلتک‌های مناسب در پروژه های راه سازی از این سیستم استفاده نمود. Amir khanian and Baker (1992) یک سیستم خبره ایجاد نمودند که با طرح سئوالاتی از کاربر در مورد تعریف شرایط و مشخصات پروژه، نوع و تعداد ماشین‌آلات را پیشنهاد می داد. Christian and Xie (1996) نیز چنین سیستمی را ایجاد نمودند که با توجه به نوع و مقدار مواد حفاری شده، ماشین‌آلات مناسب را پیشنهاد می‌داد. Kuprenas and Henkhaus(2000) سیستمی را پیشنهاد نمودند که براساس مجموعه‌ای از شرایط، اسکریپر مناسب را پیشنهاد می‌کرد. (RAJIVE GANGULI 2002) همچنین سیستم خبره ای را با درنظر گرفتن عدم قطعیتها پیشنهاد نمود.

سیستم خبره برای انتخاب ماشین آلات عملیات خاکی

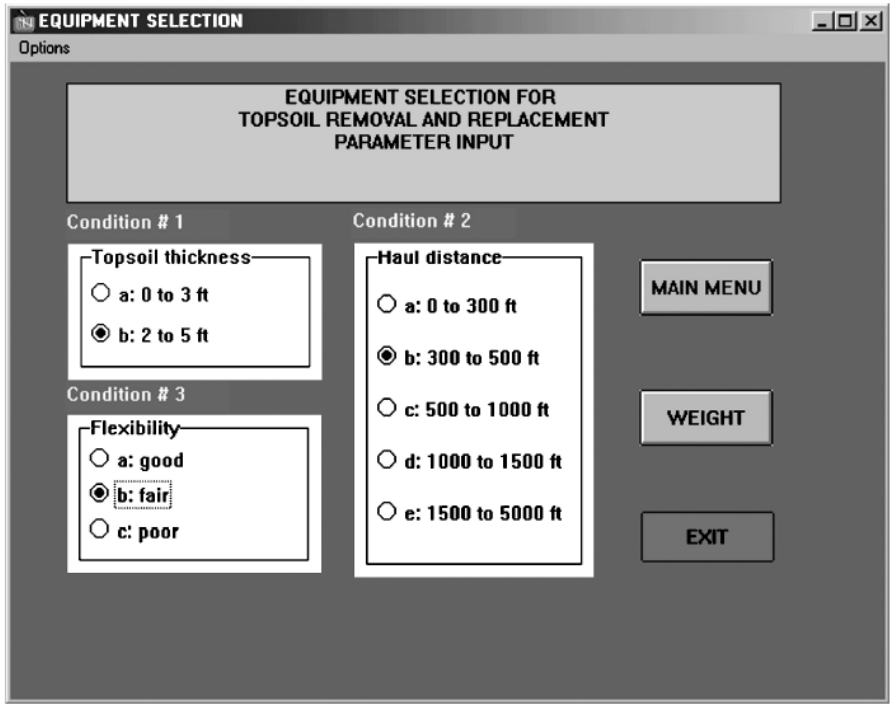
- نام بسته تشکیل دهنده سیستم خبره مورد استفاده در این تحقیق VP EXPERT است. سیستم خبره ایجاد شده می تواند برای پروژه های عملیات خاکی که دارای حجم کاری مابین ۱۰۰۰۰ تا۴۰۰۰۰۰۰ یارد مکعب (۷۶۵۰ تا ۳۰۶۰۰۰۰ متر مکعب) می باشند، مورد استفاده قرار گیرد. ماشین آلات انتخاب شده توسط این سیستم بر روی صفحات گسترده نمایش داده می شوند. اطلاعات موجود درون سیستم از کتاب های راهنمای ماشین آلات (Hand Book) و مصاحبه با چند شخص متخصص از شرکتهای مختلف به دست آمده است.

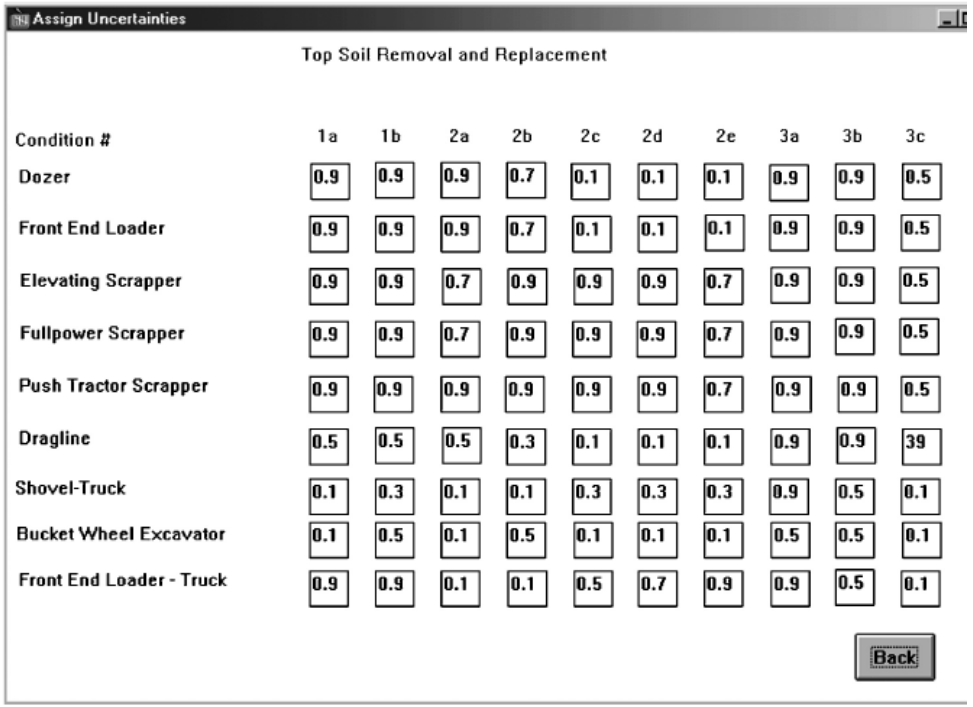
- ایجاد سیستم خبره:
- ایجاد یک سیستم خبره شامل انتقال تمامی بحث ها و نظرات اشخاص خبره به شکل یک سری جملات "اگر- پس" می باشد. اطلاعات جمع آوری شده از کتاب های راهنمای ماشین آلات داخل بسته صفحه گسترده VP-Planner Plusبه عنوان پوسته سیستم خبره وارد شدند. در این سیستم از دستور Chain به منظور ارتباط چند پایگاه اطلاعات فرعی به یکدیگر استفاده گردید.
- خصوصیات سیستم ایجاد شده:
- سیستم ایجاد شده شامل یک پایگاه اصلی و چهار پایگاه فرعی اطلاعات می باشد. این پنج پایگاه اطلاعات، روی هم رفته ۹۳۰ قائده "اگر- پس" را شامل می گردند. پایگاه اصلی اطلاعات به منظور به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز در رابطه با شرایط پروژه و گستره تخمینی آن مورد استفاده قرار گرفت.

- <u>خروجی های سیستم:</u>
- این برنامه برای کاربر یک صفحه گسترده قابل چاپ برای هر نوع ماشینی که انتخاب کرده را مهیا می نماید و همچنین مواردی نظیر شرایط کار، خصوصیات خاک، تولید ماشین ها به صورت تک و تولید مورد نیاز پروژه در زمانبندی مشخص چاپ می شوند. در انتها انواع ماشین آلات انتخاب شده و اندازه ناوگان لازم به منظور تامین تولید مورد نیاز لیست می شوند. علاوه بر این هر صفحه گسترده یک نوع و مدل از ماشین آلات را که دارای بهترین عملکرد برای انجام فعالیت مشخصی هستند را پیشنهاد می دهد.

سیستم خبره برای انتخاب ماشین آلات

- این برنامه توسط نویسنده مقاله وبه زبان OOP (برنامه نویسی شیی گرا) نوشته شده و در ان برای هر یک از فعالیتهای مربوط به عملیات خاکی به صورت اولویت بندی شده ماشین آلاتی را به کاربر پیشنهاد می کند. در این مقاله تفاوتی که با سایر سیستم های خبره ذکر شده است، امکان ورود عدم قطعیت های مربوط به هر یک از فاکتورهای ورودی مدل است. همچنین این امکان به کاربر داده شده است تا مابین عوامل موثر که به سیستم معرفی میکند، اولویت بندی انجام دهد.


EQUIPMENT SELECTION
Options
EQUIPMENT SELECTION FOR
TOPSOIL REMOVAL AND REPLACEMENT
PARAMETER INPUT
Condition # 1
Topsoil thickness
a: 0 to 3 ft
b: 2 to 5 ft
Condition # 2
Haul distance
a: 0 to 300 ft
b: 300 to 500 ft
c: 500 to 1000 ft
d: 1000 to 1500 ft
e: 1500 to 5000 ft
Condition # 3
Flexibility
a: good
b: fair
c: poor
MAIN MENU
WEIGHT
EXIT


Assign Uncertainties
Top Soil Removal and Replacement
Condition # 1a 1b 2a 2b 2c 2d 2e 3a 3b 3c
Dozer 0.9 0.9 0.9 0.7 0.1 0.1 0.1 0.9 0.9 0.5
Front End Loader 0.9 0.9 0.9 0.7 0.1 0.1 0.1 0.9 0.9 0.5
Elevating Scrapper 0.9 0.9 0.7 0.9 0.9 0.9 0.7 0.9 0.9 0.5
Fullpower Scrapper 0.9 0.9 0.7 0.9 0.9 0.9 0.7 0.9 0.9 0.5
Push Tractor Scrapper 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.7 0.9 0.9 0.5
Dragline 0.5 0.5 0.5 0.3 0.1 0.1 0.1 0.9 0.9 39
Shovel-Truck 0.1 0.3 0.1 0.1 0.3 0.3 0.3 0.9 0.5 0.1
Bucket Wheel Excavator 0.1 0.5 0.1 0.5 0.1 0.1 0.1 0.5 0.5 0.1
Front End Loader - Truck 0.9 0.9 0.1 0.1 0.5 0.7 0.9 0.9 0.5 0.1
Back

- **Planning linear construction projects: automated method for the generation of earthwork activities**, W.H. Askew, S.H. Al-jibouri, M.J. Mawdesley, D.E. Patterson, Automation in Construction, 11, 2002

برنامه‌ریزی پروژه‌های خطی ساختمانی: روشی خودکار برای ایجاد فعالیت‌های عملیات خاکی (۲۰۰۲)

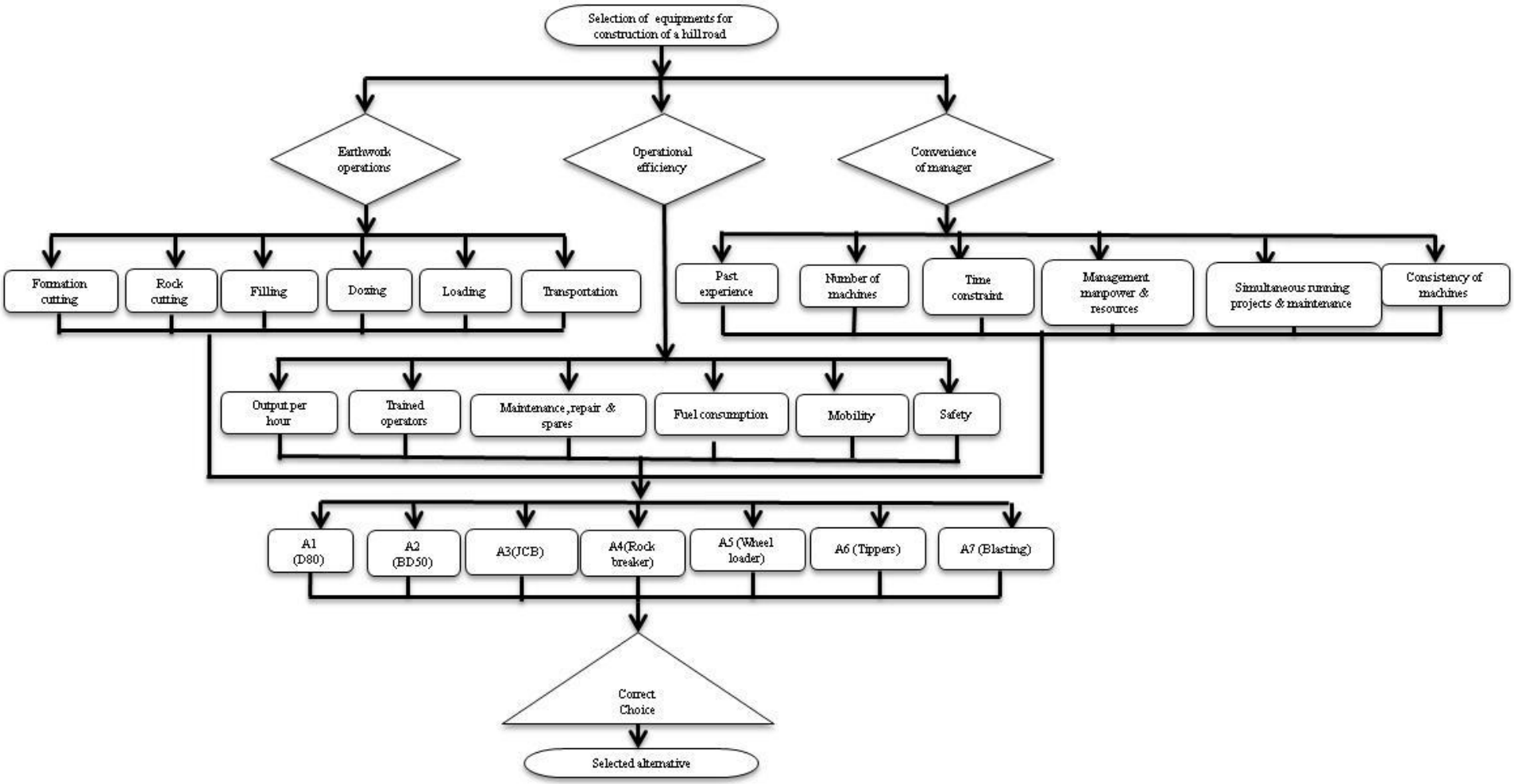
- در این مقاله تلاش شده است به کمک توسعه یک برنامه کامپیوتری و به کارگیری منابعی از قبیل اطلاعات و داده های قبلی امکان ایجاد یک سیستم خبره (Expert System) اولیه برای تعیین نمودار منحنی بروکنر بررسی شود. برای نیل به این منظور از دانش و تجربه متخصصان و کارشناسان استفاده گردید و برای مدلسازی عملیات خاکی از نرم افزار MICRO-CYCLONE بهره گیری شد.

روشهای چندمعیاره (MCDM)

- روشهای تصمیم گیری چندمعیاره معمولاً بر مبنای استفاده از یک ساختار انتخاب و همچنین تعدادی معیار (فاکتور تصمیم گیری) و چندین گزینه قابل انتخاب شکل می گیرد. در ساختار پیشنهادی هر روش ضروری است برای حل مساله از قضاوتهای خبرگان و کسب نظر از آنان اقدام گردد و معمولاً مدلها توانایی حل به صورت مستقل را ندارند. برای استفاده از این روشها در مساله بهینه سازی ناوگان عملیات خاکی تلاشهای زیادی صورت گرفته است مانند استفاده از روش AHP در یافتن ناوگان بهینه توسط (Alkass et. Al. 2003) و انتخاب ناوگان بهینه به وسیله روش TOPSIS توسط (Tayeb et. Al. 2007) و بهینه سازی ناوگان به کمک روشهای چندمعیاره توسط (MAJOR VIRENDER SINGH PHOGAT et. Al. 2013)

انتخاب تجهیزات برای راهسازی در تپه ماهور با استفاده از روش چندمعیاره (۲۰۱۳)

- در این مقاله پنج روشMCDM:فرآیند تحلیل سلسله مراتبي (AHP)،روش ساده وزندار (SAW)، روش مبتني بر فاصله (DBM)، (PROMETHEE) و (ELECTRE) به عنوان ابزار بالقوه کمک-تصمیم براي انتخاب مناسب مورد بررسي قرار گرفت.


Selection of equipments for construction of a hill road
Earthwork operations
Operational efficiency
Convenience of manager
Formation cutting
Rock cutting
Filling
Dozing
Loading
Transportation
Past experience
Number of machines
Time constraint
Management manpower & resources
Simultaneous running projects & maintenance
Consistency of machines
Output per hour
Trained operators
Maintenance, repair & spares
Fuel consumption
Mobility
Safety
A1 (D80)
A2 (BD50)
A3(JCB)
A4(Rock breaker)
A5 (Wheel loader)
A6 (Tippers)
A7 (Blasting)
Correct Choice
Selected alternative

مدلسازی ریاضی

- کاربرد مدل های ریاضی به خصوص مدل های برنامه ریزی خطی (LP) در حل مسائل علمی مهندسی عمران بسیار گسترده است. با استفاده از این روش می‌توان پروژه‌های عملیات خاکی را نیز مدل نموده و با اعمال قیود مناسب، مدل ساخته شده را به واقعیت نزدیک کرد.
- هر مسئله حمل و نقل فرضی دارای سه جز اساسی منابع متعدد، مقاصد متعدد و سرانجام رابطه هزینه ای از نوع خطی است که امکان استفاده از روش برنامه ریزی خطی برای یافتن برنامه بهینه حمل و نقل را فراهم می نماید.

یک مدل کامپیوتری برای انتخاب ماشین آلات برای پروژه های خاکبرداری (۲۰۰۲)

- این مقاله مدلي كامپيوتري براي انتخاب ناوگان باربري چندگانه براي پروژه هاي خاكبرداري ارائه مي دهد (FLSELECTOR). مدل براي كمك به انتخاب ناوگان مناسب تجهيزات (از لحاظ فني امكان پذير) با خروجي مطلوب (حداقل هزينه، حداكثر توليد، حداقل مدت زمان پروژه) مي پردازد. بر اساس داده هاي ورودي كاربر با توجه به مشخصات پروژه (ارتفاع، ارتفاع تخليه بار و مقاومت غلتشي، نوع خاك، شرايط آب و هوايي و در دسترس بودن تجهيزات) مدل عملكرد تجهيزات و فرايند انتخاب را محاسبه مي كند. مدل براي انتخاب نوع لودر با توجه به گزينه هاي مختلف بهترين مدل را انتخاب مي كند. تنظيمات مختلف ناوگان ليست شده؛ توليد براي هر تركيب با استفاده از روش صف براي دريافت انتخاب ناوگان مطلوب حمل محاسبه مي گردد.

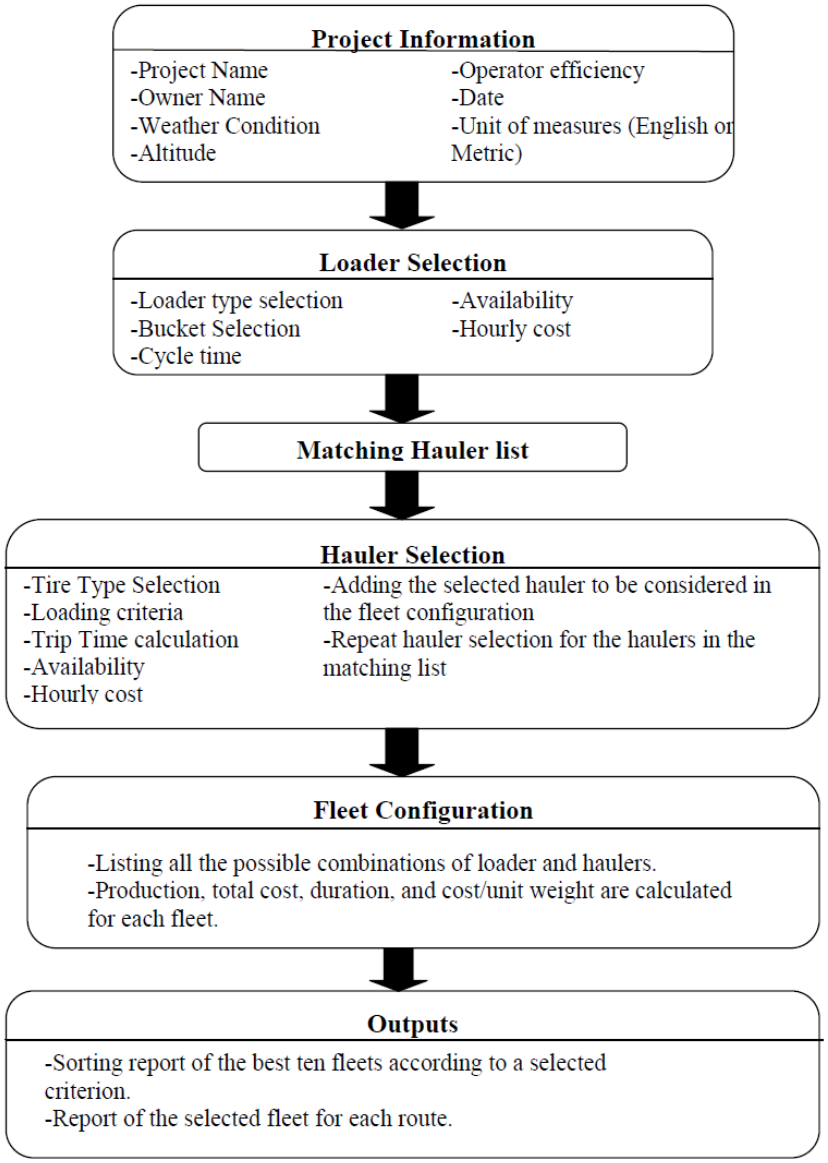


Figure .2 Model's flow diagram

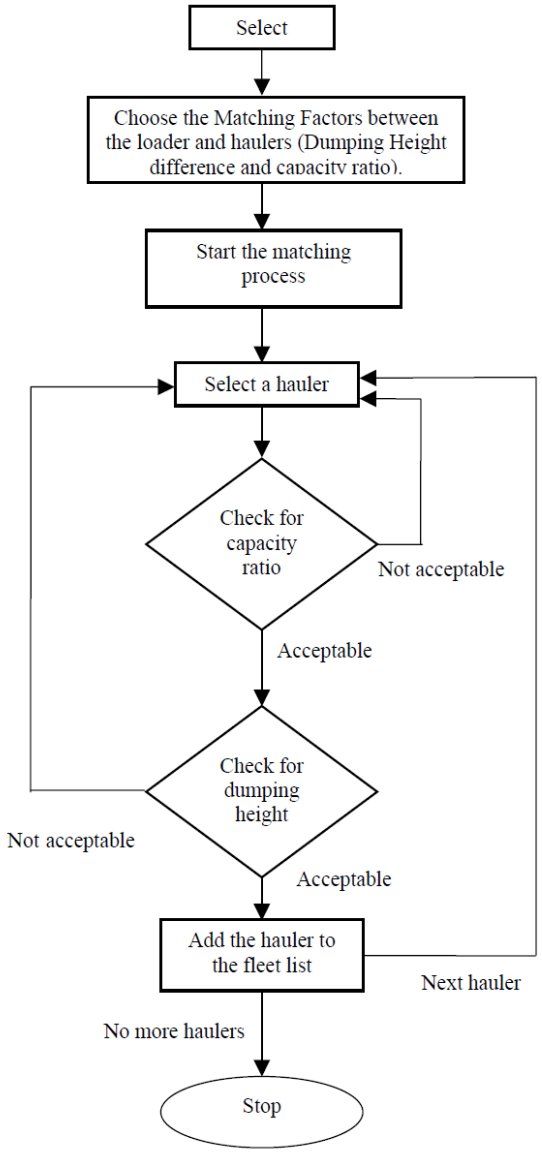


Figure .3 Flow chart of the equipment matching process.

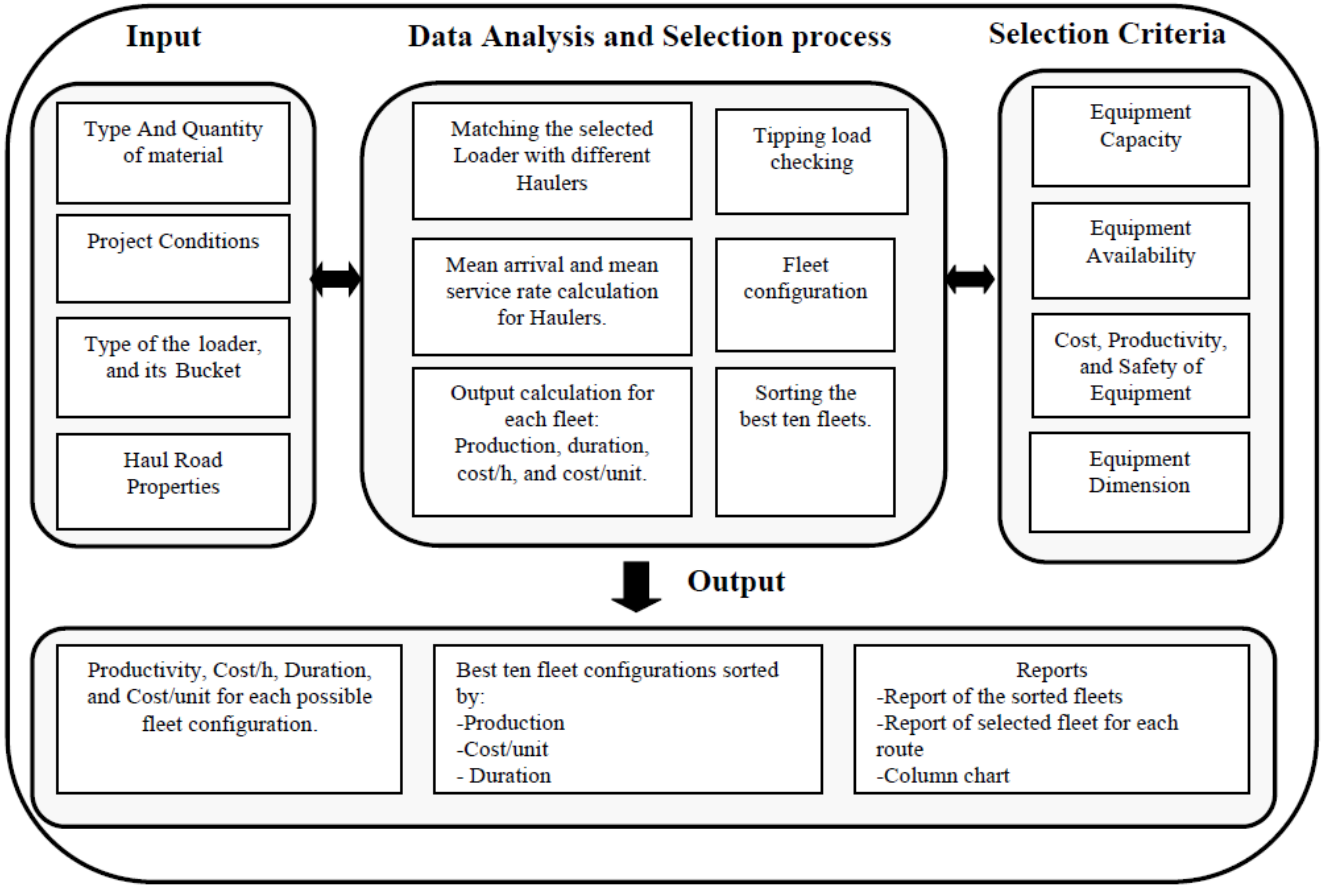


Figure.1 Fleet selection process and Data analysis

بهینه سازی عملیات های خاکبرداری در پروژه های سنگین مهندسی (۲۰۰۹)

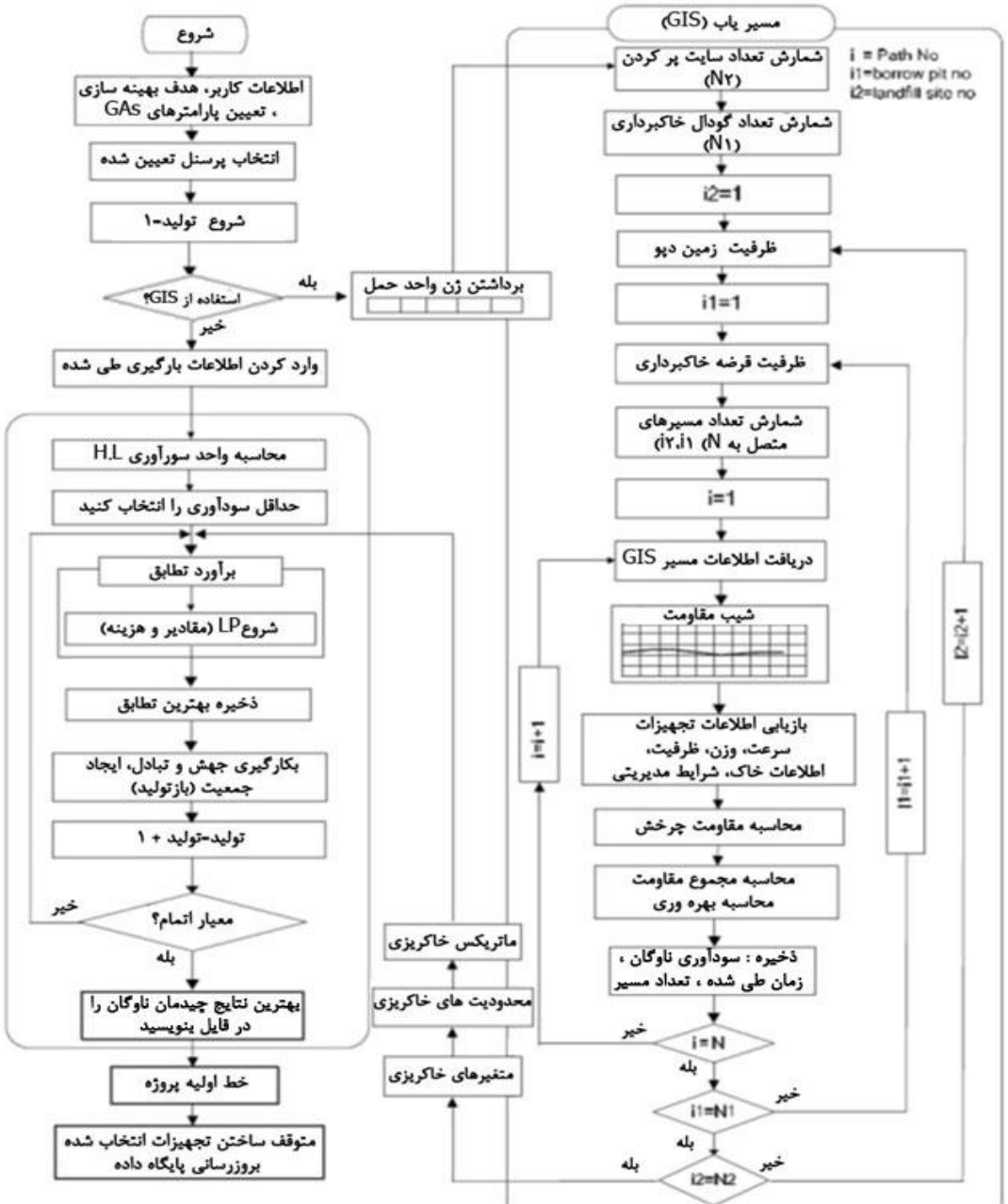
این مدل از الگوریتم ژنتیکي، برنامه ریزي خطي، و سیستم هاي اطلاعات ژئوگرافیکي با در نظر گرفتن عواملي از قبیل :

- دسترسي پیمانکاران به منابع
- بودجه پروژه و محدودیت هاي زماني
- مدت زمان کار
- شرایط محل ساخت و ساز
- نوع زمین
- هزینه غیر مستقیم پروژه
- و مشخصات تجهیزات

استفاده مي کند.

روش حل

- اين مدل الگوريتم ژنتيكي، برنامه ريزي خطي و سيستم هاي اطلاعات ژئوگرافيكي را با هم تركيب و يكپارچه مي سازد (GIS)



تابع هدف

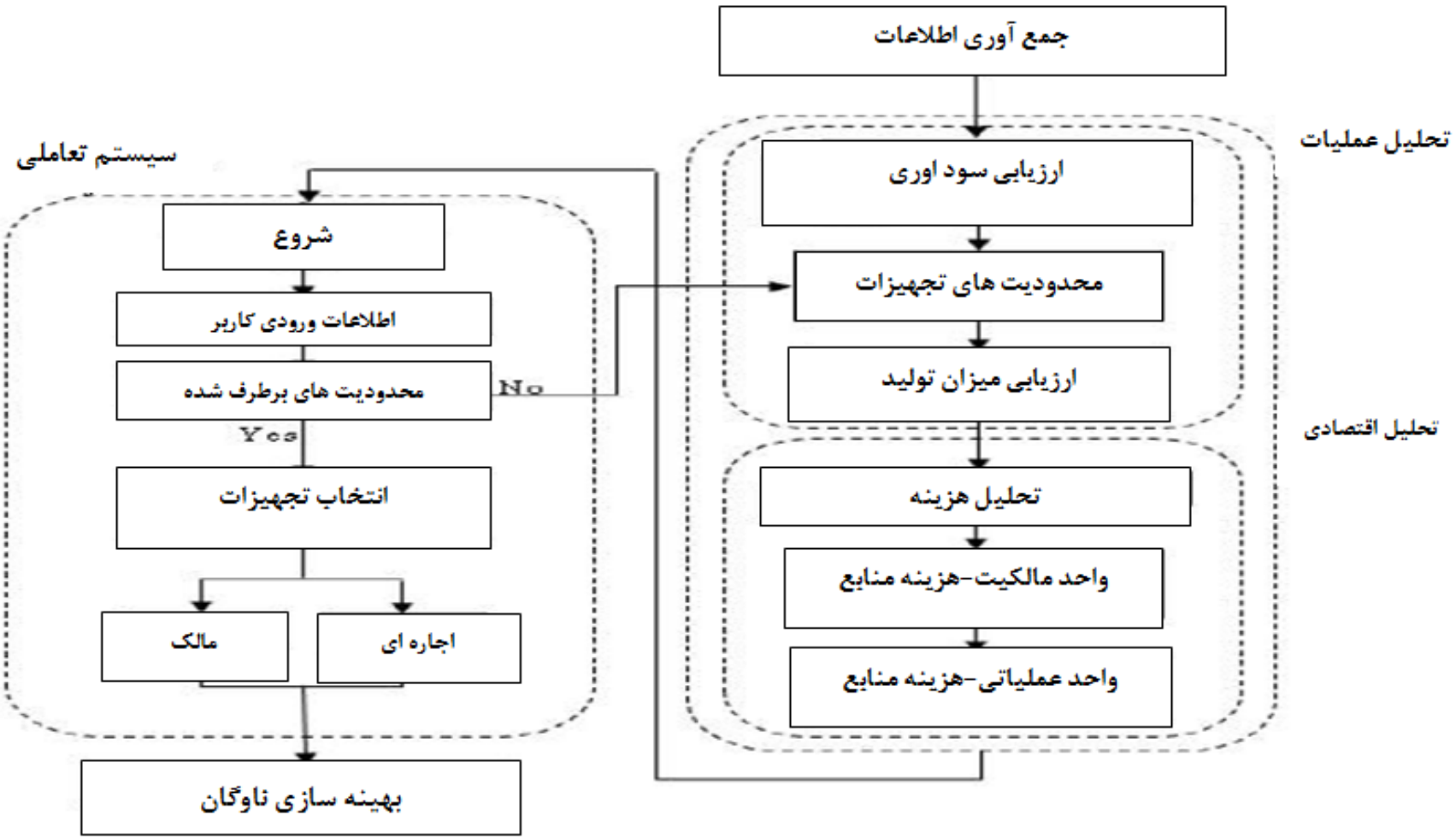
- در اينجا هدف كاهش هزينه مستقيم عمليات هاي خاكبرداري مي باشد.

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} C_d(i,j) \times Q(i,j) + (C_s)i + (C_s)j$$

- جاييكه n= تعداد قرضه هاي خاكبرداري موجود است. m= تعداد دپوي خاك؛ Q(i,j)= مقدار خاكي كه بايد از قرضه (i) تا دپوي (j) جابجا شود ؛ C(i,j)= هزينه كلي جابجايي يک متر مكعب خاک از قرضه (i) تا دپوي (j)؛ (Cs)i= هزينه ساخت قرضه (i)؛ و (Cs)j= هزينه ساخت دپوي خاک (j).

مدل پشتیبان تصمیم با استفاده از روش بهینه سازی خطی هزینه برای انتخاب تجهیزات سنگین(۲۰۱۲)

- هدف اصلي اين مدل پشتيبان تصميم به حداقل رساندن هزينه و بدست آوردن ناوگان مورد نياز براي يک فعاليت خاص مي باشد. برنامه ريزي خطي (يا بهينه سازي خطي) يک متدولوژي استفاده شده براي تعيين ناوگان مطلوب مي باشد. در اين مقاله، ناوگان بهينه به عنوان مجموعه اي از تجهيزات انتخاب شده تعريف مي شود که کمترين هزينه هاي **مالکيت** و **عمليات** را حاصل کند. ناوگان بهينه شده با استفاده از رويکرد کاهش هزينه با يک مدل رياضياتي معين براي ليستي از ملزومات و محدوديت هاي نشان داده شده به صورت رابطه خطي بدست مي آيد. تمامي محدوديت هاي بدست آمده از تحليل عمليات به شکل رياضياتي نمايش داده مي شوند و در مدول بهينه سازي گنجانده مي شود.


جمع آوری اطلاعات
تحلیل عملیات
ارزیابی سود اوری
محدودیت های تجهیزات
ارزیابی میزان تولید
تحلیل اقتصادی
تحلیل هزینه
واحد مالکیت-هزینه منابع
واحد عملیاتی-هزینه منابع
سیستم تعاملی
شروع
اطلاعات ورودی کاربر
محدودیت های برطرف شده
No
Yes
انتخاب تجهیزات
مالک
اجاره ای
بهینه سازی ناوگان

جمع بندی مطالعات منتخب ماشین آلات و ناوگان عملیات خاکی

ردیف	پژوهشگر	رویکرد حل			ابزار فرموله				روش حل (در صورت وجود)
		بخشی	تک ناوگانه	چند ناوگانه	شبیه سازی	چند معیاره	مدل ریاضی	فراکاوش ی	
۱	Seung C. Ok, et. Al, 2006	❊						❊	شبکه عصبی
۲	B. Hola et. Al, 2010	❊						❊	شبکه عصبی
۳	M. Marinelli et. Al, 2012	❊					❊		
۴	M. Marzouk et. Al, 2004		❊		❊				الگورتم ژنتیک
۵	C.Lin et. Al, 2012		❊		❊				الگورتم ژنتیک
۶	H. Zhang, 2008		❊		❊				
۷	J. Fu, 2012		❊		❊				
۸	J. Fu 2013		❊		❊				الگورتم ژنتیک
۹	A. Montaser et. Al, 2013		❊		❊				
۱۰	H. Chen et. Al, 2013		❊		❊				
۱۱	F. Pena-Mora et. Al, 2008		❊		❊				پویایی سیستم
۱۲	L. Song et. Al, 2012		❊		❊				
۱۳	V. Puri et. Al, 2013		❊		❊				
۱۴	K. M. Shawki et. Al, 2015		❊		❊				

جمع بندی مطالعات منتخب ماشین آلات و ناوگان عملیات خاکی

ردیف	پژوهشگر	رویکرد حل			ابزار فرموله				روش حل (در صورت وجود)
		بخشی	تک ناوگانه	چند ناوگانه	شبیه سازی	چند معیاره	مدل ریاضی	فراکاوشی	
۱۵	J. Jingsheng Shi, 1999		❊					❊	شبکه عصبی
۱۶	Amirkhanian et. Al, 1992	❊						❊	سیستم خبره
۱۷	C. John et. Al, 1996	❊						❊	سیستم خبره
۱۸	R. Ganguli et. Al, 2002			❊				❊	سیستم خبره
۱۹	A. Jrade et. Al, 2012		❊				❊	❊	سیستم خبره
۲۰	N. Markiz et. Al, 2016		❊				❊	❊	سیستم خبره
۲۱	K.M.Shawki, 2016		❊		❊			❊	سیستم خبره
۲۲	Alkass et. Al, 2003		❊			❊		❊	تحلیل سلسله مراتبی
۲۳	Tayeb et. Al, 2007		❊			❊		❊	تاپسیس
۲۴	M. V. S. Phogat et. Al, 2013			❊		❊		❊	چند روش مقایسه‌ای
۲۵	O. Moselhi et. Al, 2009		❊				❊	❊	الگوریتم ژنتیک
۲۶	A. Jrade et. Al, 2012		❊				❊		
۲۷	A. Alshibani 2012		❊		❊		❊		
۲۸	C. Bogenberger, 2015		❊				❊		
۲۹	C. Burt et. Al, 2016		❊				❊		