دانشور
رفتار
مدیریت و پیشرفت

Management and Achievement

• دریافت مقاله: ۸۵/۱۲/۲۰
• پذیرش مقاله: ۸۷/۶/۲۵

Scientific-Research Journal Of Shahed University Seventeenth Year, No.41 Jun.-Jul. 2010

دوماهنامه علمی – پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال هفدهم – دوره جدید
شماره ۴۱
تیر ۱۳۸۹

تخصیص بهینه منابع به کمک شبیه‌سازی

نویسندگان: جاوید آزمون*[۱] و دکتر سعید صفری[۲]

۱. پژوهشگر دانشگاه تربیت مدرس
۲. استادیار دانشگاه شاهد

*E-mail: j_azmoun@modares.ac.ir

چکیده

در این مقاله به شرح چگونگی و نتایج بکارگیری تکنیک شبیه‌سازی به منظور بکارگماری مطلوب جرثقیل‌ها برای حمل و نقل محصولات فولادی در مجموعه‌ای از انبارهای یکی از کارخانه‌های مطرح فولاد کشور پرداخته‌ایم. مدل‌سازی ورود محصولات از خطوط تولید به درون انبارها وسپس خروج از انبارها به سوی نقاط مصرف، با استفاده از زبان شبیه‌سازی Visual SLAM & AweSim انجام شد. دراین روش، چهار سناریو برای شبیه‌سازی و بررسی شرایط عملیات، تعریف شد. در اینجا، محدوده عملیاتی جرثقیل‌ها در هریک از سناریوها به شکلی متفاوت تعریف گردید. نتایج حاصل از اجرای سناریوها علاوه بر تعیین محل مطلوب عملیات و توقف جرثقیل‌ها، نشان داد که با تغییر محل عملیات جرثقیل‌ها، می‌توان ضمن برقراری توازن در بهره‌برداری از آنها، از تشکیل صف‌های طویل، جلوگیری کرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از اجرای سناریوها، سناریوی چهارم به عنوان سناریوی برتر انتخاب شد. نتایج به‌دست آمده ازاین بررسی‌ها، موجب ارائه پیش نهادهائی جهت بکارگماری مطلوب‌تر جرثقیل هادر عملیات حمل ونقل محصولات گردید. پیش نهاد چگونگی چیدمان محصولات وارده به انبار به منظور اعمال آن در سیستم MIS کارخانه مذکور، از دیگر نتایج این طرح تحقیقاتی بود.

کلید واژه‌ها: شبیه‌سازی، مدل‌سازی، گسسته، تخصیص منابع، چیدمان، کلاف، حمل و نقل، برنامه‌ریزی

مقدمه

امروزه از شبیه‌سازی به عنوان یکی از ابزارهای علم مدیریت، برای شرح رفتار سیستم‌ها استفاده می شود [۱]. تکنیک شبیه‌سازی از جمله پر استفاده ترین تکنیک‌های مورد توجه در رشته‌های «علم مدیریت (Management science)» و «مهندسی صنایع (Industrial engineering)» است و عمدتاً دربرخی از زمینه‌های تکنیکی این رشته‌ها، از جمله در برنامه‌ریزی و کنترل، برنامه‌ریزی حمل و نقل، تخصیص منابع، و کنترل پروژه، مرسوم می‌باشد[۲]. کاربرد شبیه‌سازی در کنار مفاهیم پویائی سیستم برای تحلیل سیستم‌های صف نیز، مورد علاقه برخی پژوهشگران بوده است[۳]. تکنیک شبیه‌سازی در بحث

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱
Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41

مدیریت سیستم‌ها، در سال‌های اخیر، علاقه مندان بسیاری پیدا کرده است[٤]. از سال ۱۹۵۵ تا ۱۹۸٦ و پس از آن تا کنون، دست اندرکاران زبانهای "شبیه‌سازی واقعه گسسته (Discrete event simulation)"، نسبت به زمینه‌سازی، بررسی و تحقیق، ایجاد، شکل دهی ونهایتاً توسعه زبان‌های شبیه‌سازی گسسته اقدام کرده‌اند. توسعه و بهینه‌سازی برخی از این زبان‌ها تا به امروز به صورت‌های مختلف ادامه یافته و در آینده ادامه خواهد یافت. حداقل ۳۰ زبان شبیه‌سازی را می‌توان در دوره فوق برشمرد که در توسعه هریک از آنها، محققین سخت کوش و برجسته ای نقش کلیدی داشته‌اند[۵]. زبان شبیه‌سازی Visual SLAM & AweSim که در ادامه زبان اولیهGASP II شکل گرفت، یکی از زبانهای مذکور است که آقای "ا.آلن ب- پریتسکر (A.Alan B.Pritsker)" و دانشجویانش در ایالات متحده آمریکا، نسبت به توسعه آن همت نمودند. این زبان، علاوه بر شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته، قابلیت شبیه‌سازی سیستم‌های پیوسته و ترکیبی (گسسته و پیوسته) و ایجاد انیمیشن ۲ بعُدی را نیز دارا می‌باشد. کاربردهای بسیاری از شبیه‌سازی توسط "هیلرولیبرمن" عنوان شده است[٦]. برای آزمایش بسیاری از سیستم‌های پیچیده و خرده سیستم‌ها و اجزای وظیفه‌ای سیستم‌های بزرگ، باید از کامپیوتر وروش شبیه‌سازی استفاده کرد[۷]. هنگامیکه با وضعیت پیچیده‌ای روبرو هستیم و مدل‌سازی و تحلیل آن با تکنیک‌هایی مانند برنامه‌ریزی خطی یا تئوری صف مقدور نباشد، شبیه‌سازی، ابزار مناسبی برای اینکار به شمار می‌آید[۸]. شبیه‌سازی ابزاری است که در مقیاس وسیعی بدلیل مزایای چشمگیری که دارد، مورد توجه مدیران سازمانها قرار گرفته است[۹]. در رشته‌هایی که در بالا ذکر آنها رفت، ازدانش شبیه‌سازی برای مدل نمودن یک وضعیت درحالت ساده یا پیچیده‌ترین حالت آن می‌توان استفاده کرد. مدل‌سازی و تحلیل فرایندهای گسسته در مواردی مانند انواع فعالیت‌های حمل و نقل و جابجایی در زمین، هوا و دریا، انواع مکانیزم‌های اداری، انواع سیستم‌های خدماتی و خدمت رسانی و در مجموع هر مکانیزمی که بتوان برای آن "متغیر"، "واقعه (Event)" و برخی موارد مرتبط دیگر را تعیین و تعریف کرد، قابل بکارگیری و انجام است. بکارگیری موثر و استفاده بهینه و صحیح از تکنیک شبیه‌سازی، علاوه بر تفکر سیستمی، نیازمند آشنایی کافی با مفاهیم جبر و احتمال و بکارگیری زبان برنامه نویسی است؛ در این صورت، فرآیندی را نخواهیم یافت که در قید این تکنیک درنیاید. برای انجام مدل‌سازی وشبیه‌سازی یک مساله از جمله مسائل مدیریتی، لازم است ضمن آشنایی کامل با مساله مورد نظر، نسبت به تعیین هدف و همچنین چگونگی جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مورد نیاز، اقدام نمود.

در این مقاله ضمن بیان اجمالی نتایج حاصل از بکارگیری زبان شبیه‌سازی Visual SLAM & AweSim در برنامه‌ریزی تخصیص و بکارگماری جرثقیل‌های سقفی در انبارهای محصولات فولادی، نتایج حاصل از این مدل‌سازی و شبیه‌سازی در تعیین طرح چیدمان مناسب محصولات در انبارهای مورد نظر به‌صورت مختصر ارائه شده است.

شرح مسئله

کارخانه مورد مطالعه، به عنوان بزرگترین تولید کننده ورق فولادی کشور، در حال حاضر دارای یک خط شستشوی ورق با اسید می‌باشد که محصولات آن که تحت عنوان "کلاف (Coil)" شناخته می‌شوند، به انباری موسوم به انبار اسید شوئی منتقل و برای یک مدت مشخص جایابی می‌شوند. ظرفیت تولید خط شستشو، برابر ۹۰۰ هزار تن در سال است که در قالب کلاف‌هایی با وزنهای ۹، ۱۱، ۱۳، ۱٦ و ۱۸ تن به انبارهای مذکور وارد وسپس در زمان مقتضی از آنها خارج می‌گردند. محصولات مذکور، پس از خروج از خط شستشو، با قرار گرفتن روی "حمل کننده‌های زنجیری (Chain Conveyor)" به طرف "دستگاه تسمه زن" می‌روند. پس از اینکه با تسمه مهار شدند، در انتظار حمل با جرثقیل می‌مانند. یکی از جرثقیل‌ها نسبت به برداشت، جابجایی و گذاشت آن در یک نقطه مناسب از انبار، اقدام

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41

می‌نماید. پس از آن، با توجه به برنامه‌ریزی تولید و نظارت سیستم اطلاعاتی مدیریت، محصولات مورد نظر توسط جرثقیل برداشته شده و به قسمت دیگری برای انجام عملیات تکمیلی، انتقال می‌یابد. مساله مورد نظر، بررسی پی آمدهای ناشی از اجرای برنامه توسعه در زمینه‌های زیر است:

۱. نصب و راه اندازی خط شستشوی جدید (شماره ۲) با ظرفیت یک میلیون و یکصد هزار تن در سال؛
۲. افزایش ظرفیت و توان در قسمت عملیات تکمیلی بدلیل نصب تجهیزات جدید.

انجام دو موضوع فوق، موجب افزایش نرخ ورود و خروج محصولات میانی به/از انبار می‌گردد و لذا موجب ایجاد شرایط جدید در نحوه انجام عملیات و لذا طرح سؤالاتی به شرح زیر می‌شود:

- چه تعداد جرثقیل برای جابجایی محصولات پس از انجام طرح توسعه مورد نیاز است؟
- محدودهٔ کاری مطلوب جرثقیل‌ها در ظرفیت جدید، کدام است؟
- در صورتیکه محدودهٔ کاری جرثقیل‌ها به نحوه مطلوب تعیین شود، کارائی جرثقیل‌ها چقدر است؟
- برقراری توازن و تعادل در بکارگماری جرثقیل‌ها چگونه قابل حصول است؟
- چه ظرفیتی از انبار در شرایط جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

سؤالات بسیار مهم دیگری نیز قابل طرح است که از ذکر آنها در این مُجمل خودداری می‌شود.

مدل‌سازی مفهومی مسئله

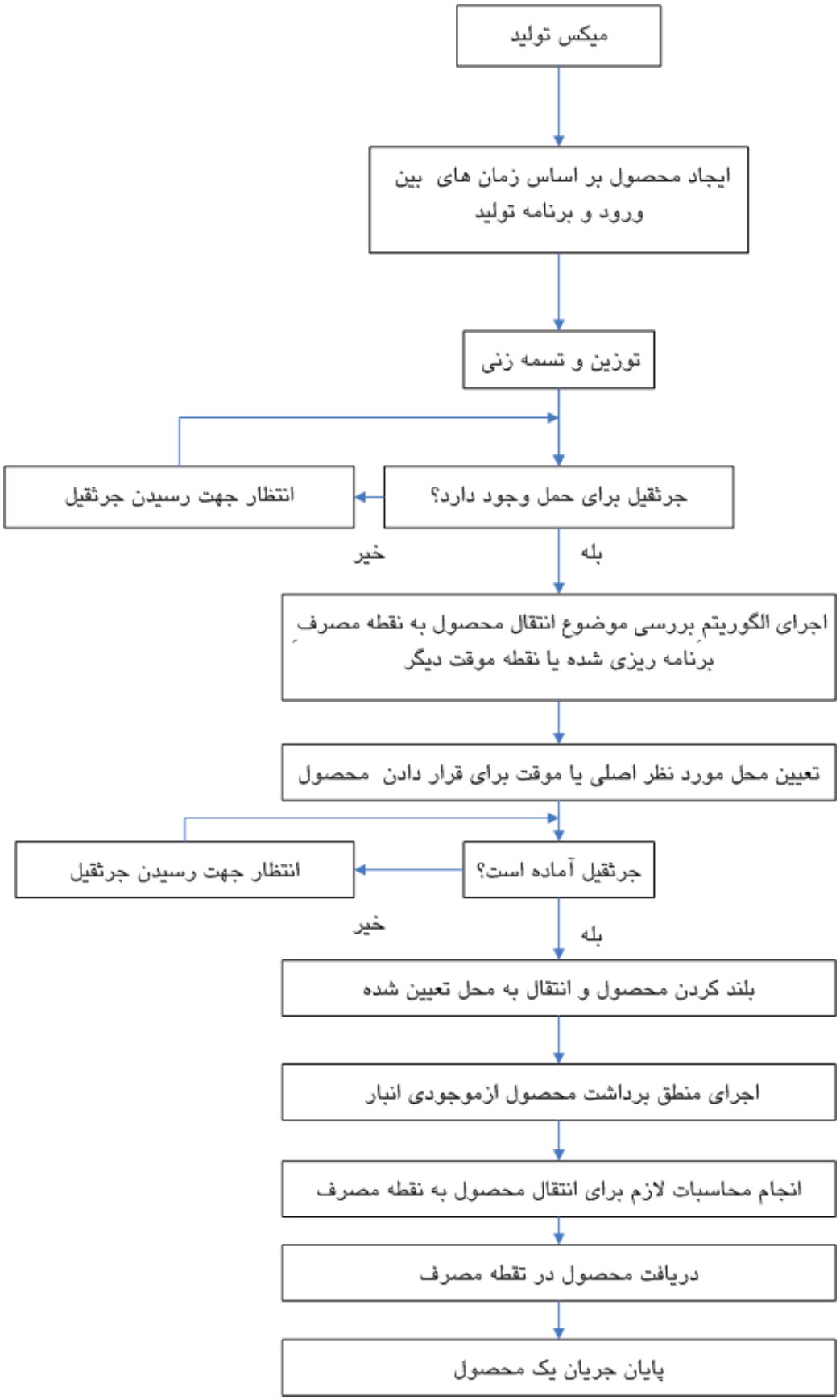
متناسب با روش انتخابی برای حل مساله، مدل‌سازی مساله نیز از اصول خاص خود پیروی می‌کند. در مدل‌سازی از نوع شبیه‌سازی، لازم است پیش از هر چیز، نسبت به شناسائی محدوده مساله اقدام نمود و سپس نسبت به تعریف چهار چوبی دقیق برای تعیین محدوده مطالعه، اقدام کرد. تعیین تجهیزات و منابع عملیاتی وفعالیت‌هایی که می‌بایست برای انجام عملیات مد نظر قرار گیرند، بسیار مهم است و درستی جمع‌آوری اطلاعات آنها نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. پس از اینکه موارد مذکور به کاملترین شکل ممکن صورت گرفت، مدل‌سازی مفهومی (Conceptual Modeling) آغاز می‌شود[۱۰].

مدل‌سازی مفهومی، بیان یک ساختار تئوریک از مساله مورد نظر به صورتی است که بیانگر چگونگی ارتباط منطقی و مقداری میان متغیرهای سیستم باشد (این تعریف، برگرفته از سایت http://en.wikipedia.org/wiki/Model_(abstract) است). در اینجا مدل مفهومی این مساله به‌طور خلاصه، ارائه شده است.

با شروع عملیات، محصولات با فواصل بین خروج مشخصی، از خطوط مربوطه به انبار وارد می‌شوند. در این انبار، حداقل ۹۰ ردیف می‌تواند در نظر گرفته شود که به‌طور متوسط در هر ردیف، ۱۳ محصول در سطح اول و ۱۲ محصول در سطح دوم آن قرار می‌گیرند. محصول وارده به انبار می‌تواند در یکی از موقعیت خالی موجود در ردیف‌های سطح اول و یا در صورت عدم وجود موقعیت خالی در سطح اول، در یکی از ۱۲ موقعیت خالی موجود در ردیف‌های سطح دوم، قرار گیرد. لازم به ذکر است که پس از ورود محصول به انبار، برای مشخص شدن اینکه موقعیت (Position) خالی برای چیدن محصول در کجا موجود است، سطح اول و سپس سطح دوم انبار از نقطه شروع تا پایان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. پس از استقرار محصولات در انبار، متناسب با نیاز قسمت بعدی، محصولات با نظم خاصی مجدداً توسط جرثقیل از انبار برداشته شده و قسمت مذکور منتقل می‌شوند. چگونگی تصمیم‌گیری در نقل و انتقال محصول در شکل ۱ دیده می‌شود.

شرح تفصیلی چگونگی ورود محصولات از خطوط تولید به انبار

براساس سوابق و باتوجه به اطلاعاتی که درمورد پیش بینی میزان تولید و برنامه تولید خطوط تولید محصول



شکل ۱: شرح عملیات ورود و خروج محصول (کلاف) به/از انبار

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41

مورد بررسی قرارگرفت، یک برنامه تولید که در آن محصول از ابتدا درگروه‌های مختلف تولید می‌شود، مدنظر قرار گرفت و مبنای ایجاد محصول در مدل شبیه‌سازی قرار داده شد. در این حالت یک دوره مشخص برای تولید انواع محصول متناسب با سهم هر یک از گروه‌های محصول تهیه شد و به صورت یک سیاست تکرار شونده،مبنای ایجاد محصول قرارگرفت. محصولات خروجی از خط شماره ۱ با گروه بندی مربوطه، به ترتیب وارد انبار می‌گردند. محصولات پس از ورود به انبار، منتظر آمدن جرثقیل می‌مانند تا نسبت به حمل آنها اقدام گردد.

لازم به ذکر است، که بر اساس شرایط مورد نظر در هر سناریو، معلوم خواهد شد که کدام جرثقیل می‌بایستی نسبت به حمل محصول خروجی از خط شماره ۱ اقدام نماید.

محدوده عملیاتی جرثقیل‌ها برای چیدن محصولات خروجی از خطوط تولید در انبار، قابل تعریف است که در هر سناریو به‌طور خاصی، تعریف شده است. جرثقیل پس از حمل وجایگذاری محصول، آماده حمل محصول بعدی می‌شود.

محصولات خروجی از خط تولید شماره ۲ نیز می‌توانند در قسمت‌هایی خاص از انبار چیده شوند. این محصولات پس از خروج از خط تولید شماره ۲، در انتظار رسیدن جرثقیل a ۲ می‌مانند. جرثقیل a ۲ پس از حضور در محل، نسبت به برداشتن محصول و حمل و قراردادن آن در موقعیت تعیین شده که می‌تواند یکی از موقعیت‌های خالی موجود در قسمت‌های خاصی از انبار باشد، اقدام می‌کند.

منطق تصمیم‌گیری درمورد ورود محصول از خط تولید به انبار در مدل شبیه‌سازی

محصول در این حالت، قبل از ورود به انبار، منتظر رسیدن جرثقیل می‌ماند. پیش از قرار دادن محصول در انبار، بهترین موقعیت بر اساس منطقی که برنامه کامپیوتری آن در مدل شبیه‌سازی تعیین شده، مشخص می‌شود. در صورتی که موقعیت خالی وجود داشته باشد، یک موقعیت به محصول تخصیص می‌یابد و ضمن کم شدن یک واحد از موقعیت‌های آزاد در سطح مربوطه، جرثقیل نسبت به حمل آن اقدام می‌کند. لازم به ذکر است که جستجو برای یافتن یک موقعیت خالی در سطح اول و سپس در سطح دوم به شکل مکرر صورت می‌پذیرد. بدیهی است که اگر موقعیت خالی پیدا نشود، محصول در انتظار یک موقعیت خالی باقی می‌ماند و در این صورت "صف (Queue)" در محل انتظار محصول می‌تواند تشکیل شود.

برداشت محصول از انبار برای انتقال به قسمت بعدی

شکل ۲، بیانگر منطق اجرائی چگونگی عملکرد برداشت محصول از انبار و انتقال آنها به قسمت بعدی است. فرض بر این است که یکی از جرثقیل‌های شماره ۲ یا ۳، متناسب با الگوی تعیین شده، برداشت محصول از انبار و انتقال آن به قسمت مورد نظرراانجام می‌دهند. در این حالت پس از آمادگی قسمت بعدی برای دریافت محصول، یکی ازجرثقیل‌های ۲ یا ۳، اقدام به حمل آن می‌نمایند.

منطق مربوط به برداشت محصول از انبار برای انتقال به قسمت عملیات تکمیلی

قسمت عملیات تکمیلی، براساس ظرفیت تولید سالیانه و با توجه به الگوی تولید، اقدام به مصرف (برداشت) کلاف از انبار می‌نماید. برنامه‌سازی براساس الگوی تعیین شده از میان محصولات موجود در انبار صورت می‌گیرد. فرض اولیه بر این است که جرثقیل می‌تواند از میان محصولات موجود در انبار، اقدام به انتخاب محصول نماید. بررسی این موضوع که محدوده‌های عملیاتی تعیین شده تا چه حد مناسب می‌باشند، تحت سناریوهای مختلف شبیه‌سازی، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مورد چگونگی انتخاب محصول برای انتقال به قسمت عملیات تکمیلی، محصولی که بیشترین زمان

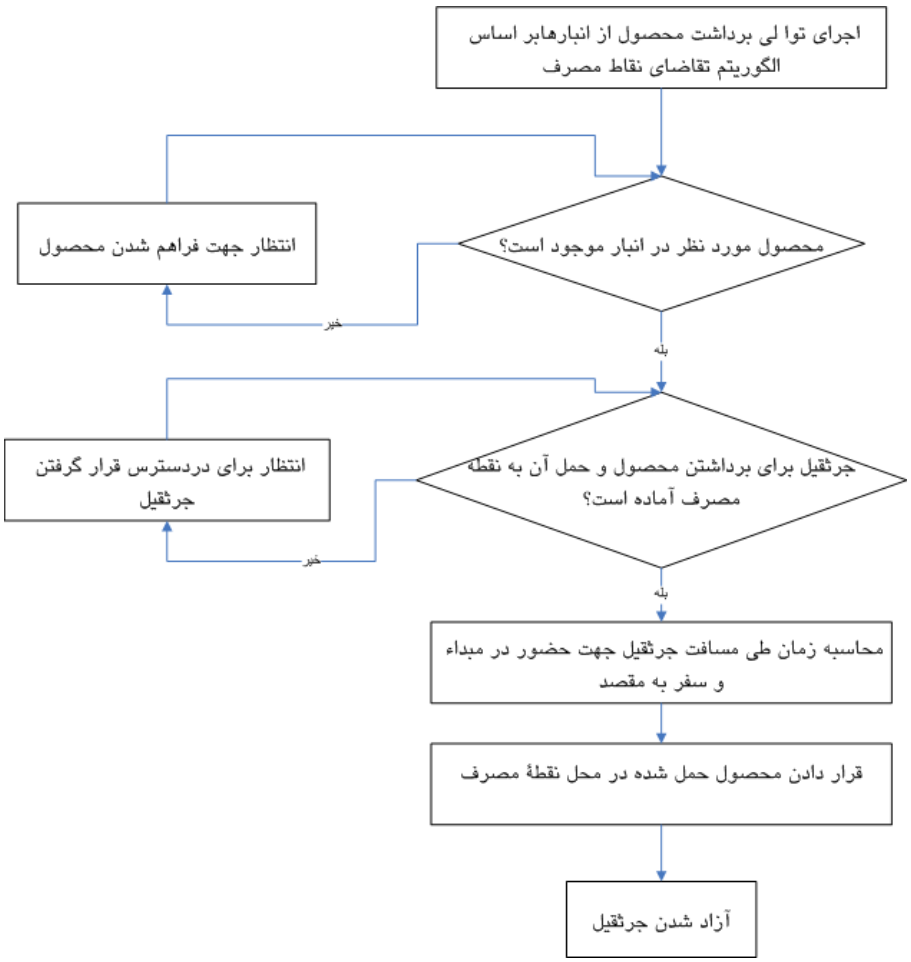
انتظار را دارد انتخاب شده و حمل آن توسط جرثقیل انجام می‌پذیرد. در صورتی که جرثقیل برای حمل محصول به قسمت عملیات تکمیلی در دسترس نباشد، جرثقیل دیگری می‌تواند در صورت آزاد بودن و عدم تداخل با جرثقیل اول، نسبت به حمل اقدام نماید.

اجزاء و قسمت‌های مدل شبیه‌سازی در Visual SLAM & AweSim یک مدل شبیه‌سازی در Visual SLAM & AweSim، می‌تواند دارای اجزای نمایش یافته در شکل ۳ باشد.

در غالب موارد، از قسمت "شبکه" برای ایجاد نهاد و مدل‌سازی فرایند عملیات استفاده به عمل می آید و در قسمت "کنترل" نیز شرایط اولیه برای شروع شبیه‌سازی تعیین می‌گردد. در صورتی‌که مدل‌ساز با شرایطی در مدل‌سازی مواجه گردد که نتواند با امکانات موجود در شبکه، آنها را مدل‌سازی کند، می‌تواند در قسمت "برنامه نویسی" اقدام به کُد گذاری منطق عملیات برای فرایند مورد نظر (به زبان Visual BASIC یا C) بنماید.

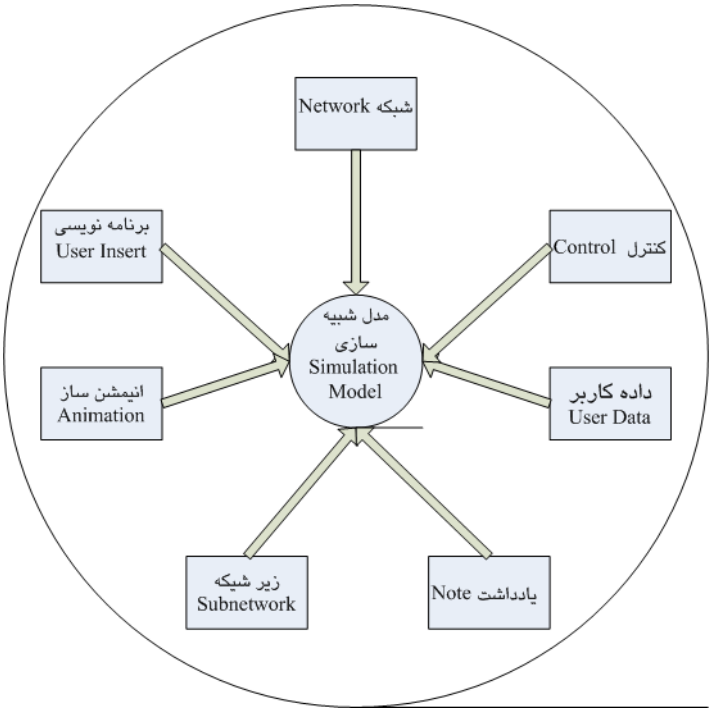
در قسمت " انیمیشن" نیز امکان طراحی صفحات ۲ بعُدی انیمیشن برای نمایش گرافیکی مدل شبیه‌سازی فراهم شده است.

از قسمت "زیرشبکه" نیز برای ایجاد شبکه‌های زیر مجموعه (در صورت نیاز) و بکار گیری منطق مدل‌سازی "سلسله مراتبی (Hierarchical)" استفاده به عمل می‌آید. قسمت "داده کاربر" نیز برای ورود داده‌هایی که توسط مدلساز به مدل وارد می‌گردد، بکار می‌رود. هرگونه شرح و توضیحات لازم در مورد مدل در قسمت "یادداشت" توسط مدل‌ساز درج می‌گردد.



شکل ۲: شرح عملیات برداشت محصول (کلاف) از انبار

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41



شکل ۳: اجزاء یک مدل شبیه‌سازی در Visual SLAM

مدل‌سازی شبکه‌ای (Network modeling)

در مدل شبکه ای Visual SLAM برای این مطالعه، ورود نهاد به شبکه، از طریق گره "ایجاد (Create)" که ایجاد کننده محصول خروجی از خط تولید است صورت می‌گیرد. "ویژگی (Attribute)" شماره ۲ نهاد، برابر ۱ قرار داده می‌شود تا مشخص کننده محصول خروجی از خط تولید شماره ۱ باشد. نهاد در ادامه مسیر وارد گره "واقعه (Event)" شماره ۱ میگردد که بر اساس منطق آن، زمانهای بین ورود محصولات بعدی از خط تولید شماره ۱، تعیین می‌شود و در صورت لزوم عمل جلوبری زمان صورت می‌گیرد. لازم به ذکر است که برنامه تولید متناسب با آنچه بیان گردید دراین واقعه از یک الگوی تکراری پیروی میکند و در طول اجرای مدل با جلو رفتن زمان تغییر کرده و مشخص میگردد. نهاد در ادامه مسیر خود، متناسب با منطق و احتمالات تعیین شده به قسمت‌های دیگر مدل وارد شود و این حرکت تا هنگام ورود به قسمت عملیات تکمیلی که البته پایان عملیات است، ادامه می‌یابد.

شکل ٤ در پیوست، بخشی از مدل شبکه‌ای که شرح آن در ابتدای توضیحات فوق گذشت را نشان می‌دهد.

تشریح مدل شبیه‌سازی و اعتبار آن

لازم است منطق و عملیات آن بخش از عملیات را که نتوانسته ایم در مدل شبکه‌ای بنا کنیم، در قسمت "برنامه کاربر"، کدنویسی نمائیم [۱۱]. در این قسمت، منطق‌های مورد نظر برای اموری مانند چیدمان صحیح محصولات در انبار، تعیین زمان‌های ورود محصولات بعدی با توجه به جلو رفتن زمان، تخصیص مقدار به ویژگی‌های نهادها که بیانگر محصولات هستند، اجرای حرکت صحیح جرثقیل‌ها و جلوگیری از تداخل آنها، افزایش و کاهش برخی مقادیر(مانند موجودی انبار) و همچنین نمایش حرکت جرثقیل‌ها و جابجایی محصولات در قسمت انیمیشن مدل، کد نویسی شده است. شکل شماره ۵ در پیوست، یک نمونه کوچک از یکی از وقایع کد نویسی شده که با اجرای آن، موجودی انبار با کاهش متغییر VS.XX(vs6_xx_start) کاهش می‌یابد را نشان می‌دهد.

در این مدل شبیه‌سازی، متغیرها، توابع و وقایع متعددی برنامه نویسی شده است که برخی از آنها به همراه شرح علت بکارگیری شان، در شکل ٦ پیوست، نشان داده شده است.

«اعتبار (Validation)» مدل با بررسی حرکت نهاد در مدل شبکه‌ای و آمارگیری از قسمت‌های مختلف عملیات در مدل شبیه‌سازی و همچنین با مشاهده انیمیشن و بررسی درستی تغییر مقدار متغیرها در مقاطع گوناگون زمان و شرایط مختلف، محرز گردید.

تشریح سناریوها و آزمایش‌ها

پس از انجام مدل‌سازی شبیه‌سازی واجرای اولیه آن، مشخص شد که میزان استفاده از جرثقیل‌های شماره ۲ و ۳ درحد فاصل محل خروج محصول از خط تولید شماره ۱ و قسمت عملیات تکمیلی، از سایر نواحی، بیش‌تر است ولازم است این موضوع تحت چند سناریوی مختلف، مورد بررسی وتجزیه وتحلیل قرار گیرد. در این رابطه، سناریوهای مختلف و بالطبع برخی موارد و فاکتورهای مهم، مورد توجه قرار گرفتند تا بر اساس آنها، اقدام به انتخاب بهترین سناریو بنمائیم. مهم‌ترین موارد و موضوعاتی که برای تعریف و تعیین سناریوها مورد توجه قرار گرفتند به شرح زیر هستند:

۱. تعیین تعداد جرثقیل مورد نیاز؛
۲. تعیین ناحیه عملیاتی جرثقیل‌ها به شکلی که میزان استفاده از آنها تقریبا وتاحدممکن متوازن شده و توازن در به‌کارگیری آن‌ها جهت حفظ بهره وری برقرار شود؛
۳. ارائه طرح استقرار و تعیین محل و تعداد ردیف‌های قابل چیدن وتعداد موقعیت‌های مورد نیاز در هر یک؛
٤. تعیین میزان استفاده از جرثقیل‌ها نسبت به مجموع زمان در دسترس بودن آنها؛
۵. تعیین تعداد محصولات منتظر در صف برای حمل با جرثقیل.

باتوجه به نکات فوق، چهار سناریو به شرح زیر جهت شبیه‌سازی و انجام تجزیه و تحلیل، مورد توجه قرارگرفت که نتایج هر یک را نیز در ادامه این گزارش تشریح نموده‌ایم.

سناریوی اول

بررسی انجام عملیات توزیع محصولات خطوط تولید ۱ و ۲ در حالتیکه صرفاً جرثقیل ۳ نسبت به حمل محصولات موجود در ۱۵ ردیف اول در سمت چپ خط تولید شماره ۱ به قسمت عملیات تکمیلی، اقدام نماید وبقیه عملیات حمل محصول، توسط جرثقیل ۲ انجام شود. (تاکید می‌شود که در این سناریو، در رابطه با حمل محصولات ۱۵ ردیف اول به قسمت عملیات تکمیلی، جرثقیل ۲ مشارکت نمی‌کند و فقط جرثقیل ۳ این وظیفه را انجام می‌دهد). همچنین حمل محصول از بقیه قسمت‌های انبار به قسمت عملیات تکمیلی، توسط جرثقیل ۲ انجام می‌شود.

سناریوی دوم

جرثقیل ۳ نسبت به حمل محصولات موجود در تمام ناحیه سمت چپ خط تولید شماره یک (۳۱ ردیف اول) به قسمت عملیات تکمیلی اقدام می‌نماید. جرثقیل ۲، نسبت به تخلیه خط تولید شماره ۱ به راست و حمل محصولات سمت راست به‌طور مستقیم به قسمت عملیات تکمیلی، اقدام می‌نماید. (تاکید می‌شود که در این سناریو، در رابطه با حمل محصولات سمت چپ خط تولید شماره ۱ به عملیات تکمیلی، جرثقیل ۲ مشارکت نمی‌کند و فقط جرثقیل ۳ اینکار را انجام می‌دهد)؛

سناریوی سوم

در این سناریو، جرثقیل ۳ نسبت به تخلیه خط تولید شماره ۱ به سمت چپ آن، اقدام می‌نماید. همچنین جرثقیل ۳ نسبت به برداشت وحمل محصول از این منطقه (سمت چپ خط تولید شماره ۱) به قسمت عملیات تکمیلی، اقدام می‌نماید. جرثقیل شماره ۲ نسبت به تخلیه خط تولید شماره ۱ به طرف ناحیه راست آن اقدام کرده و همچنین عمل حمل محصول به قسمت

عملیات تکمیلی را از سمت راست خط تولید شماره ۱ را به صورت مستقیم نیز انجام می‌دهد.

سناریوی چهارم

در این سناریو، جرثقیل ۳ نسبت به تخلیه خط تولید شماره ۱ به طرف سمت چپ آن اقدام می‌نماید. همچنین جرثقیل ۳ نسبت به برداشت و حمل محصول از این منطقه (سمت چپ خط تولید شماره ۱) به قسمت عملیات تکمیلی، اقدام می‌نماید. جرثقیل شماره ۲ در صورت لزوم، نسبت به تخلیه خط تولید شماره ۱ به ناحیه راست آن اقدام کرده ولی تنها جابجایی محصول از سمت راست به چپ خط تولید شماره ۱ (نه به قسمت عملیات تکمیلی) برا ی شارژ در مراحل بعدی به قسمت عملیات تکمیلی توسط جرثقیل ۳ را، انجام می‌دهد.

لازم به تذکر است که در مورد تمام سناریوهای فوق‌الذکر، جرثقیل شماره ۲، در رابطه باحمل مستقیم یا غیر مستقیم محصولات موجود درحد فاصل سمت راست خط تولید شماره ۱ تا سمت چپ خط تولید شماره ۲ به قسمت عملیات تکمیلی، اقدام می‌نماید.

نتایج حاصل از اجرای سناریوها

با بررسی‌های انجام شده روی سناریوهای مذکور، سناریوی ٤ با نتایج زیر به عنوان سناریوی برتر، انتخاب گردید:

نتایج حاصل از سناریوی ٤

با توجه به اینکه در این سناریو، بارِ کاری جرثقیل ۲ از وضعیت متعادل و منطقی‌تری برخوردار می‌گردد و تقسیم کار مطلوبی بین این جرثقیل و دیگر جرثقیل‌ها برقرار می‌شود، اجرای آن در عمل، موجب کارائی بیشتری در استفاده از منابع موجود شده و لذا به عنوان بهترین حالت تجویز می‌گردد. خلاصه نتایج اجرای این سناریو در جدول ۲ آمده است.

استخراج طرح استقرار انبارها

پس از بررسی شرایط موجود واجرای مدل شبیه‌سازی، طرح پیشنهادی چیدمان انبارها بر مبنای سناریوی ٤، به دو صورت زیرمورد نظر قرار گرفت:

طرح چیدمان شماره ۱

آمار موجود در جدول ۳، نشان‌دهنده تعداد ردیف‌ها و سطوح مورد نیاز در هر ردیف است.

طرح چیدمان شماره ۲

در طرح چیدمان۱، که در شکل شماره ۷ درپیوست دیده می‌شود، دو نقطه بارگیری در نظر گرفته شده بود، اما با توجه به اینکه محاسبات نشان داد که میزان استفاده از جرثقیل شماره ٤۰ در انبار فروش بحرانی نمی‌باشد و به عبارت دیگر وجود جایگاه بارگیری دوم در انتهای انبار فروش، ضرورتی ندارد، طرح چیدمان شماره ۲ باافزایش تعداد موقعیت‌های قابل استفاده برای چیدن محصولات بالقوه، پیشنهاد گردید. با این توضیحات، جدول و ظرفیت محاسبه شده برای انبارها با تاکید بر انبار فروش در طرح چیدمان شماره ۲، به شرح جدول ٤ پیشنهاد شد.

جدول ۲: نتیجه اجرای سناریوی ٤

نتیجه اجرای سناریو ی ٤				
شماره جرثقیل	ناحیه عملیاتی	حداکثرتعداد محصول در صف انتظار برای جرثقیل	درصد آزاد بودن جرثقیل	درصد مشغول بودن جرثقیل
۳	حمل محصولات ۳۱ ردیف اول انبار به قسمت عملیات تکمیلی و جابجایی محصولات در سمت چپ خط تولید شماره ۱ و تخلیه خط تولید شماره ۱ به طرف چپ	۱	٪۱۳	٪۸۷
۲	حمل محصول خط تولید شماره ۱ به ردیف‌های سمت راست آن و انتقال محصولات خط تولید شماره ۲ از سمت راست آن به سمت چپ.	۵	٪۱٦	٪۸٤
۲a	حمل و جابجایی محصول خروجی از خط تولید شماره ۲ به ٦۰ ردیف موجود در سمت راست و چپ آن	۱	٪۳٤	٪٦٦

جدول ۳: مجموع محصولات در سطوح ۱ و ۲ انبارها در طرح ۱

مجموع تعداد محصول در سطوح ۱ و ۲ در هر انبار در طرح چیدمان ۱					
نام انبار ها	تعداد ردیف	تعداد سطح	تعداد در سطح اول	تعداد در سطح دوم	مجموع در سطح ها
عملیات تکمیلی	۹۱	۲	۱۱۸۳	۱۰۹۲	۲۲۷۵
نورد دو قفسه	٤۱	۲	۵۳۹	٤۹۷	۱۱۳٦
فروش	٤۵	۲	۷۵٦	۷۱۱	۱٤٦۷

جدول ٤: مجموع محصولات در سطوح ۱ و ۲ انبارها در طرح ۲

مجموع تعداد محصول در سطوح ۱ و ۲درطرح چیدمان ۲					
نام انبارها	تعداد ردیف	تعداد سطح	تعداد در سطح اول	تعداد در سطح دوم	مجموع در سطح ها
عملیات تکمیلی	۹۱	۲	۱۱۸۳	۱۱۹۲	۲۲۷۵
نورد دو قفسه	٤۲	۲	۵۳۹	٤۹۷	۱۰۳٦
فروش	۵۲	۲	۸۸۲	۸۳۰	۱۷۱۲

لازم به ذکر است که در محل فعلی بارگیری، می‌توان در صورت لزوم به‌طور همزمان بیشتر از یک تریلر را بارگیری کرد و حتی در صورت لزوم می‌توان از جرثقیل ۳۹ که به نوعی در مجاورت جرثقیل ٤۰ است برای بارگیری محصول روی تریلراستفاده نمود و بنابر این به نقطه بارگیری دوم در انتهای سالن نیازی نبوده و در عوض می‌توان از آن به عنوان فضای چیدمان محصول استفاده نمود. نمای این طرح چیدمان محصولات در شکل ۸ در پیوست نشان داده شده است.

ابعاد مدیریتی این مطالعه

لازم به ذکر است که اساس شکل‌گیری و انجام این مطالعه، بر مبنای دانش مدیریت محققین از یک سو و نیازها و مسائل مدیریتی موجود در محل تحقیق از سوی دیگر بوده است. به نظر می‌رسد ایجاد پیوند میان دانش مدیریت از یک سو و کاربردهای عملی آنهااز سوی دیگر با توجه به چند بعدی بودن دانش مدیریت، موضوع ساده‌ای نیست. اینکه دانش مدیریت دارای ابعاد گوناگونی است که در یک زمان نمی توان همگی آنها را مورد توجه قرار داد موضوعی آشکار است، لذا ضرورت دارد یک بعد و دربرخی موارد، چند بعد را

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41

به‌طور مستقل مورد مشاهده و بررسی قرارداد. در این مطالعه ابعاد مختلفی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت که هر یک از آنها، ممکن است یک بخش مستقل و به عنوان بخش مهمی از دانش مدیریت در نظر آیند.

جایابی و مکان یابی منابع تولید، برنامه‌ریزی حمل و نقل، تخصیص و بکارگماری، اندازه‌گیری کارائی، برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری، روش تحقیق، تحلیل آماری، تصمیم گیری، کاربرد کامپیوتر و بکارگیری بسته‌های نرم افزاری، زمانبندی وکنترل پروژه، پیش‌بینی و تصمیم گیری، استراتژی‌های طرح استقراروفرآیندهای تولید و دیگر جنبه‌های دانش مدیریت، از جمله ابعاد مهم این مطالعه می‌باشند که هریک به نوعی در به نتیجه رسیدن این مطالعه، نقش آفرینی کرده‌اند. شاید تکنیک شبیه‌سازی، تنها ابزار در دسترسی باشد که اجازه می‌دهد محقق، ابعاد مختلف یک مساله واقعی را به‌طور همزمان مورد مشاهده و سپس تجزیه وتحلیل قرار دهد. از اینرو است که اجرای این مطالعه بیش از ۱۲ ماه بطول انجامید و البته نتایج آن در عمل مورد استفاده قرار گرفت.

کمک این مطالعه به مدیریت انبارها

برخلاف تصوراولیه از این مطالعه که یک مطالعه فنی و مهندسی به نظر می‌رسد، باید اذعان کرد که پایه آن، نگرش‌های مدیریتی و مشاوره‌ای بوده و دانش مدیریت محققین موجب شکل‌گیری این مطالعه و اجرای آن گردید. دلیل شکل‌گیری این مطالعه، وجود ابهام و عدم وجود یقین (Certainty) در به‌کارگماری مطلوب جرثقیل‌ها به نواحی مختلف انباربود. به عبارت دیگر مدیریت انبار نمی توانست بدون استفاده از یک مدل احتمالی و تنها با استفاده از "مدل‌های تخصیص (Assignment models)"، چگونگی تخصیص منابع (جرثقیل ها) به مکانهای عملیاتی (نواحی مختلف انبار) را تعیین کند. موضوع مهم دیگر که مدیریت با آن روبرو بود، حداکثرفضای مورد استفاده انبار در شرایط مختلف بکارگیری جرثقیل‌ها و ظرفیت‌های مختلف تولید بود. به عبارت دیگر، تداخل‌های اجتناب ناپذیری که ممکن است بر اثر ترافیک دیگر جرثقیل‌ها و جابجایی‌های پیش‌بینی نشده وقوع یابند، عرصه مطالعه را بر بکارگیری «تکنیک‌های متداول مطالعه مدیریت (در این رابطه می‌توان به تکنیک‌هایی مانند برنامه‌ریزی خطی، آرمانی، حمل و نقل، پویا وغیره اشاره کرد)» تنگ می‌کرد. در همین راستا، ظرفیت‌سنجی انبار برای محصولات مختلف و چگونگی طرح استقرار (layout) و چیدمان انبار برای نگهداری مقطعی محصولات، بسیار مهم بود زیرا این طرح استقرار می‌بایستی برای کنترل‌های روزمره قطعی می‌گردید و برای استفاده صحیح به سیستم هوشمند اطلاعاتی معرفی می‌شد. کارائی (Efficiency)، یکی دیگر از موضوعات مهم مورد توجه مدیران، علی الخصوص مدیران تولید و عملیات است. محاسبه این مقادیر برای منابع تولید از جمله جرثقیل‌ها نیاز به دقت نظر وافر دارد.

توجه به موضوعات فوق، نشان می‌دهد، «بینش مدیریتی (Management view)» در شکل‌گیری و انجام این نوع از مطالعات بسیار مهم بوده و برای به ثمر رسیدن آن، صِرف برخورداری از دید مهندسی و دانش فنی مربوطه، کافی نیست.

بررسی اجمالی آمار به‌کارگیری تکنیک شبیه‌سازی از این نوع در مطالعات مدیریت، نشان‌دهنده این است که هر چند درایران انجام این نوع تحقیقات و تعداد آنها آنچنان که باید، محسوس نیست اما در کشورهای پیشرفته و توسعه‌یافته، نمونه‌های متعدد آن در سطوح خرد و کلان مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

پس از اجرای مدل شبیه‌سازی و با توجه به سناریوی مطلوب، نتایج و یافته‌های زیر حاصل شد:

- تعیین تعداد منابع مورد نیاز از قبیل تعداد جرثقیل‌ها و موقعیت‌های مورد نیاز برای چیدمان محصولات و نحوه تخصیص آنها پس از اجرای طرح توسعه؛
- مشخص شدن محل عملیات جرثقیل‌ها وهمچنین محل توقف آنها جهت انجام سرویس‌های دوره‌ای؛

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41

- **توازن در بکارگیری جرثقیل‌ها با آرایش به‌دست آمده در سناریوی مطلوب، حاصل شد؛**
- **طرح‌های چیدمان مناسب انبار با توجه به سناریوها، مشخص و ارائه شد؛**

همچنین پیشنهادهای زیر در حوزه کاربردی، ارائه شد:

- **تغییر برخی سیاست‌های توالی و تعاقب انجام عملیات؛**
- **تغییر کاربری برخی از مکان‌های انبار.**

در مورد ارزش اقتصادی انجام این طرح، موارد ذیل قابل ذکر است:

- **جلوگیری از بروز هزینه‌های ناشی از توقفات خطوط تولید به دلیل بروز تاخیر در عملیات حمل و نقل؛**
- **صرفه‌جویی در هزینه‌ها به دلیل تشخیص عدم نیاز به ساخت و تجهیز منابع جدید؛**
- **افزایش راندمان جرثقیل‌ها از طریق تعیین نواحی عملیاتی مربوطه در انبارها.**

منابع

1. Turban, Efraim, (1990), Fundamental of management science, Toppan co ltd, Tokyo, Japan, pp. 697.

2. B.Pritsker ,A.Alan and J.O'Reilly , Jean.(1999).Simulation with Visual SLAM and AweSim. West Lafayette: John Wiley Corporation, pp. 57.

۳. مومنی، منصور، مروتی شریف آبادی، علی، مدل‌سازی پویائی‌های یک سیتم صف، (دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه شاهد)، سال ۱۳، شماره ۱۷، صفحات ۱ الی ۱۴، ۱۳۸۵.

۴. آذر، عادل. مومنی، منصور،(مولفین)، آمار و کاربرد آن در مدیریت. تهران. انتشارات سمت.۱۳۸۴، جلد اول. ص۴.

5. Richard E.Nance. (1996), A history of discreet event simulation programming languages. ACM Press New York, NY, USA. pp: 369 – 427.

۶. محلوجی، هاشم. (مولف). شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته پیش آمد. تهران. موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف. ۱۳۸۵، ص ۵.

۷. رضائیان، علی، (مولف) تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم. تهران. انتشارات سمت. ۱۳۸۵، ص ۹۱ و ص ۳۴۳.

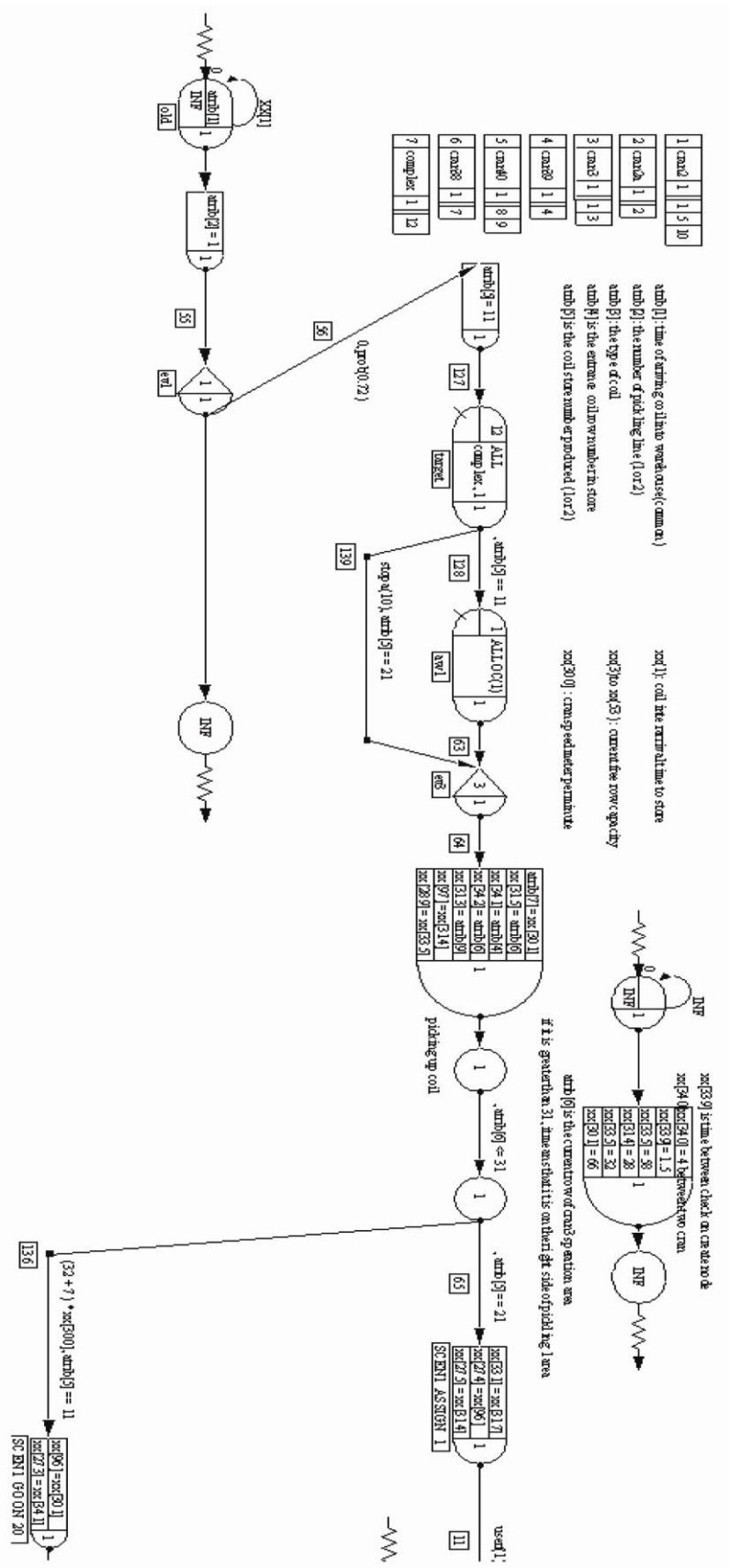
8. Kathryn M.Bartol and David C.Martin , (1991), Management, New York, McGRAW-HILL, inc, pp. 313.

9. Heizer, Jay and Render, Barry. (1991). Production and operations managements. Allyn and Bacon, Boston, pp 232.

۱۰. اقدسی، محمد.(مترجم). شبیه‌سازی با SLAM. تهران. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی شریف. ۱۳۶۹.

11. Visual SLAM quick reference manual, (1997), Pritsker Corporation, Indianapolis, pp. 73.

پیوست



پیوست۱: بخشی از مدل شبکه‌ای Visual SLAM

```
public sub ev6(coil as vsentity, first6_count as integer, last6_count as integer, a6trib6 as integer, vs6_xx_start as integer, a as integer)
dim counter6 as integer
for counter6 = first6_count to last6_count step a
if coil.atrib(6) = a6trib6 then
vs.xx(vs6_xx_start) = vs.xx(vs6_xx_start) - 1
exit sub
end if
a6trib6 = a6trib6 + 1
vs6_xx_start = vs6_xx_start + 1
next counter6
end sub
```

یک نمونه کوچک از یکی از وقایع کدنویسی شده که با اجرای آن، موجودی انبار با کاهش متغیر (VS.XX(vs6_xx_start کـاهش می‌یابد

- Alloc(1) : تخصیص جرثقیل‌ها؛

- Event(1) : واقعه تعیین کننده الگوریتم و آمیخته تولید و زمان‌های بین خروج محصول از خط تولید شماره ۱ و جلوبری زمان؛
- Event(2) : واقعه آزادسازی جرثقیل ۲؛
- Event(3) : واقعه تعیین کننده ردیف و خصوصیات محصول خروجی از خط تولید شماره ۱ و ورودی به انبار ۱ و اضافه کردن موجـودی بـه ردیـف انتخابی در انبار؛
- Event(4) : واقعه تعیین کننده الگوریتم و آمیخته تولید و زمان‌های بین خروج محصول از خط تولید شماره ۲ و جلو بری زمان؛
- Event(5) : واقعه پایان فعالیت stopa(1) با توجه به تابع nnact؛
- Event(6) : واقعه کاهش تعداد محصول در یکی از ردیف‌های انتخابی۳۵ الی ٦٥ (که به نوعی بـا atrib[6] تعیـین مـی‌شـود) و بـا جرثقیـل ۳ جابجـا می‌شوند؛
- Event(7) : واقعه پایان فعالیت stopa(3) (مورد استفاده برای جلوگیری از تداخل جرثقیل‌های ۲ و ۳)

- Userf(1) : این تابع، زمان رفت جرثقیل ۲ را به چپ و راست تعیین می‌کند؛
- Userf(2) : این تابع, زمان رفت جرثقیل ۳ را به راست تعیین می‌کند؛

- Atrib(1) : زمان ورود محصول به انبار؛
- Atrib(2) : تعیین کد ۱ برای محصول خروجی از خط تولید شماره ۱ و کد ۲ برای محصول خروجی از خط تولیدشماره ۲؛
- Atrib(3) : نوع محصول؛
- Atrib(4) : شماره ردیف‌های سمت چپ و راست خط تولید شماره ۱ که فاصله آنها از روبروی خط تولید شماره ۱ بـه طـرف چـپ و راسـت مـورد احتساب قرار گرفته است و برای سمت چپ از ۲ و برای سمت راست از ٤ شروع می‌گردد. از این اعداد درمحاسـبه مـدت زمـان حرکـت جرثقیـل‌هـا استفاده می‌شود؛

- xx(1) : عبارت است از زمان بین ورود محصول از خط تولید شماره ۱ به انبار؛
- xx(2) الی xx(32) : تعیین۳۱ ردیف برای چیدن محصولات خروجی از خط تولید شماره ۱؛
- xx(2) الی xx(32) : ۳۱ ردیف جهت برداشت محصول برای مصرف در عملیات تکمیلی؛
- xx(211) الی xx(271) در مجموع ٤۳ ردیف برای برداشت محصول جهت مصرف در عملیات تکمیلی؛
- xx(272) الی xx(288) (در محدوده عملیاتی گذاشت و برداشت محصول توسط جرثقیل ۲a برابر ١٦ ردیف)؛

- stopa(1) : بررسی امکان ادامه مسیر جرثقیل شماره ۳
- stopa(3) : بررسی امکان ادامه مسیر جرثقیل شماره ۲

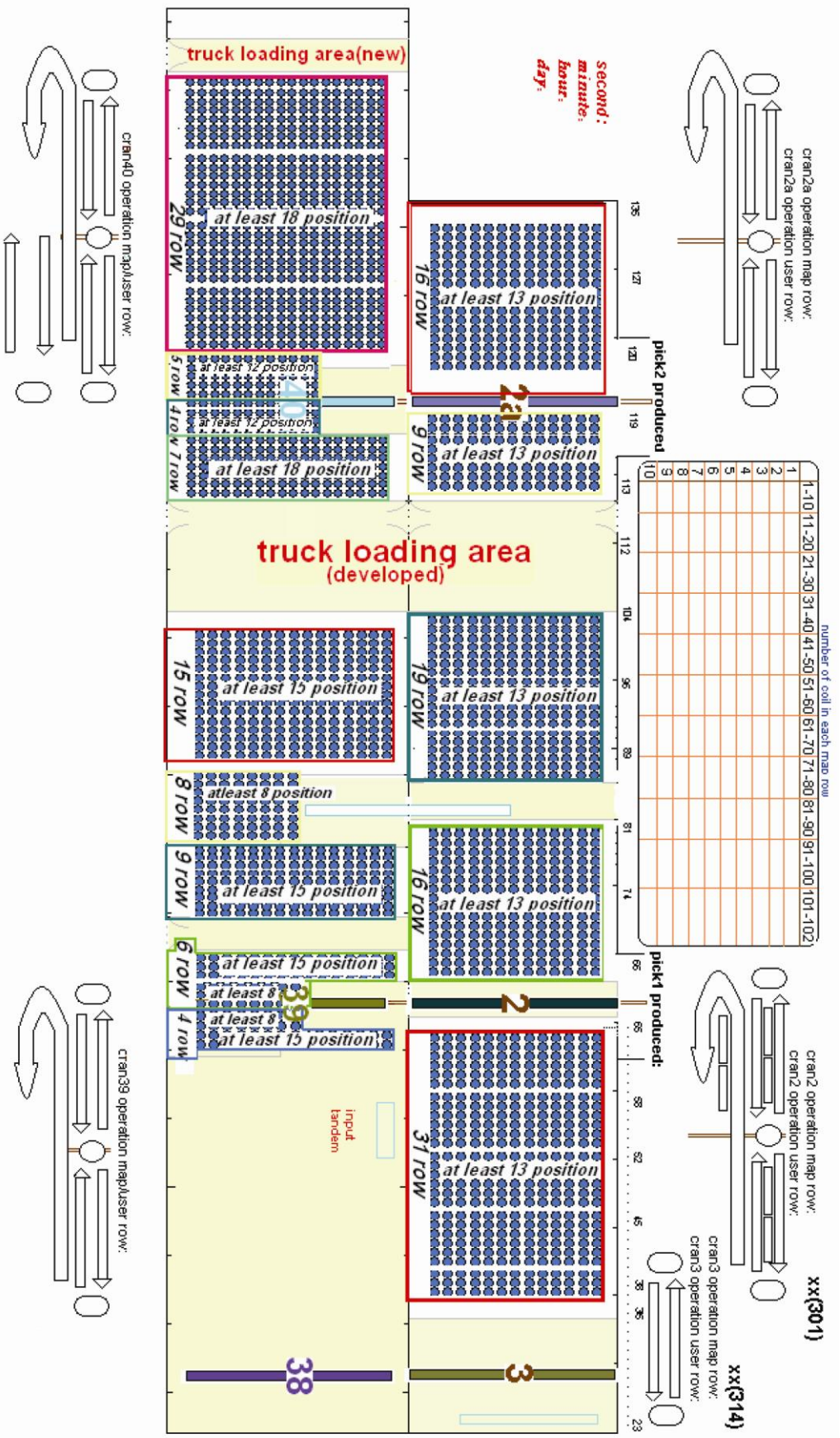
- * uupath(1) و uupath(2) : انیمیشن مسیر رفت و برگشت جرثقیل ۲؛
- uupath(3) و uupath(4) : انیمیشن مسیر رفت و برگشت جرثقیل ۳؛

- * uupnt(1): انیمیشن (filling color) برای حرکت جرثقیل ۲ به چپ؛
- uupnt(2): انیمیشن (filling color) برای حرکت جرثقیل ۲ به راست (شامل رفت، برداشت، برگشت و گذاشت محصول در قسمت عملیات تکمیلی؛
- uupnt(3): انیمیشن (filling color) برای برداشت محصول از جلوی خط تولید شماره ۲؛
- uupnt(4): انیمیشن (filling color) برای حمل محصول توسط جرثقیل ۲a به سمت چپ خط؛
- uupnt(5): انیمیشن (filling color) برای گذاشت محصول در موقعیت تعیین شده توسط جرثقیل ۲a؛
- uupnt(6) : انیمیشن تغییر رنگ برای نشان دادن حرکت برگشت جرثقیل ۲a ازچپ؛

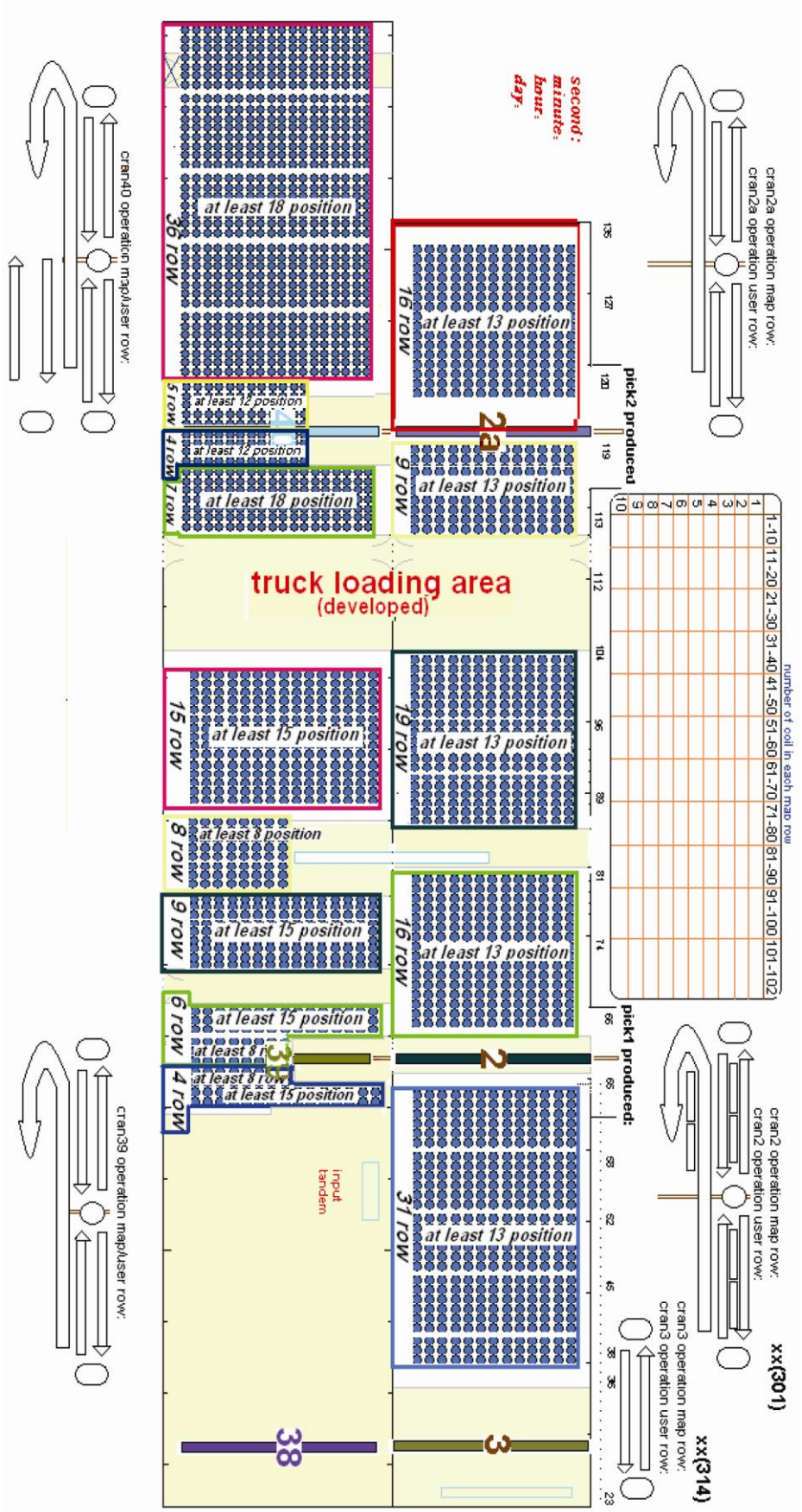
* توابع uupath و uupnt دو تابع از توابع انیمیشن‌سازی در AweSim می‌باشند (6).

پیوست۲: برخی از متغیرهای مورد استفاده در مدل شبیه‌سازی

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / تیر ۸۹ / سال هفدهم / شماره ۴۱ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 17th Year / 2010 / No.41



پیوست۱-۲: طرح چیدمان شماره ۱



پیوست۲-۲: طرح چیدمان شماره ۲