مطالعه گردش عملیات درون کارخانه ای بکمک تکنیک شبیه سازی

* محسن قانون ۱ , منوچهر فروتن نژاد ۲

Email : mohsenghanoon@yahoo.com
Email : foroutannejad@yahoo.com

واژه های کلیدی : شبیه سازی ، عنصر گلوگاهی ، گردش عملیات درون کارخانه ای ، آنالیز حساسیت .

چکیده

در این مقاله گردش عملیات درون کارخانه ای ، از دیدگاه تاثیر سطوح موجودی در جریان (مواد و محصول) بر گردش فرایند ، با کمک تکنیک شبیه سازی ، مورد بررسی قرار گرفته است . بکارگیری مدل سازی سیستم ها از طریق شبیه سازی ، امکان ایجاد ابزاری جهت مطالعه رفتار عناصر سیستم در شرائطی خاص را فراهم خواهد ساخت و این مهم ضمن ایجاد امکان پیش بینی وقایع آتی ، نیازمندی های فرایند جهت دستیابی به اهداف برنامه ریزی شده را مشخص می سازد ، لذا در این تحقیق کاربردی ، ضمن ایجاد مدلی از فرایند مورد مطالعه ، نسبت به تحلیل عملکرد عناصر و واکنش متقابل آنها نسبت به رفتار دیگر عناصر سیستم ، اقدام گردیده است .

۱- مقدمه

سیستم های عملیاتی متشکل از عناصری می باشند ، که رفتارهر عنصر تاثیر مستقیم و غیرقابل انکاری بر عملکرد کل سیستم خواهدداشت و لذا هدایت عناصر تشکیل دهنده ، بسوی تبادلات متعادل و برنامه ریزی شده با سایر عناصر ، از الزامات بهبود بهره گیری از سیستمهای تولیدی است . بر این اساس مطالعه سیستماتیک جریان مواد و محصول و تاثیر آن بر عملکرد عناصر سیستم ، از ضروریات دستیابی به جریان سیالی از ترابی درون کارخانه ای خواهد بود .

در مقاله حاضرتلاش گردیده با تکیه بر تکنیک شبیه سازی ، شرائط شناسائی رفتار عناصر موثر در ترابری درون کارخانه ای درراستای تحلیل سیستم حمل و نقل و برآورد تجهیزات مورد نیاز فراهم شود ، لازم بذکراست سیستم حمل نقل از گونه سیستم های پیچیده ای است که در آن کمیت های جاری در سیستم در طول زمان متغیر بوده که این ویژگی ، ایجاد و بکارگیری ابزار لازم جهت مطالعه رفتار سیستم را ضروری میسازد .

۲- فرضیات تحقیق

– دراین تحقیق ، هدف تحلیل جریان حمل و نقل در یک سیستم تولید پیوسته است که درآن بعلت الزام دریافت مظروف تولید (بعنوان بخشی از ملزومات تولید یا مواد اولیه) از بیرون کارخانه ، ارتباط مستقیمی میان تعداد ظروف وارده به انبار مرکزی و میزان محصولات تولیدی وجود دارد . همچنین بعلت محدودیت گنجایش انبار مرکزی (انبار ظروف پر و خالی) و ویژگی نرخ ثابت برای خروجی خط تولید ، امکان تبدیل دپارتمان انبار به گلوگاه سیستم ، دور از ذهن نیست .

– حمل های قبل از دپارتمان انبار (حمل پالتهای وارده به کارخانه) توسط ترکیبی از کامیون (جهت ورود مواد اولیه به کارخانه و یا خروج محصول از محل کارخانه) و لیفتراک (جهت انتقال پالتها از روی کامیون به انبار و برعکس) وحمل و نقل های میان انبار و خط تولید نیز فقط توسط لیفتراک انجام می پذیرد ، بنابراین یکی از اهداف این مطالعه دستیابی به روشی برای صحه گذاری تعداد تجهیزات موجود و همچنین تعیین روشی جهت برآورد میزان تجهیزات حمل مورد نیاز ، در راستای برقراری امکان پاسخگوئی مناسب تجهیزات حمل ، به نیازمندی های مواد و محصول در گردش بوده است .

تذکر : در این تحقیق منظور از پالت مواد اولیه ، پالت حامل ظروف خالی و منظور از پالت محصول ، پالت ظروف پر می باشد .

۳- متدولوژی تحقیق

فرایند حمل و نقل درون کارخانه ای بعنوان عنصری تاثیر گذار برگردش عملیات و توان تولید سیستم ، توسط تکنیک های زمان سنجی ، تحلیل آماری و شبیه سازی کامپیوتری ، مورد ارزیابی قرار گرفته تا بر اساس نتائج حاصله ، شرائط طرحریزی نیازمندیهای عناصر تشکیل دهنده سیستم حمل و نقل درون کارخانه ای (شامل کامیون ها و لیفتراکها) وهمچنین طرحریزی تاسیسات و ایستگاههای کاری موثر بر حمل و نقل (از جمله دپارتمان انبار مواد و محصول) فراهم گردد .

لازم بذکر است تکنیک شبیه سازی روشی سریع ، کم خرج و نسبتا دقیق برای تجزیه و تحلیل و بهسازی سیستم ها از جمله سیستم های تولیدی ، خدماتی و ترابری است . با استفاده از این روش می توان در هر یک از مراحل طراحی ، راه اندازی و بکارگیری سیستم ها ، امکان دستیابی به تصمیم مناسب را فراهم ساخت . تکنیک شبیه سازی در یکی از چهار مورد ذیل بکار میرود:

الف . بعنوان وسیله ای برای تعریف و تشریح سیستم .

ب . بعنوان وسیله ای برای آنالیزسیستم بمنظور تعیین عناصر بحرانی و گلوگاهها .

ج . بعنوان وسیله ای برای ارزیابی طراحی و راه حلهای ارائه شده .

د . بعنوان وسیله ای برای تخمین مسائلی که درطرح ریزی توسعه و بهبود سیستم یاری می رساند .

شبیه سازی کامپیوتری به علل ذیل کاربرد گسترده ای در مطالعه رفتار سیستم ها از جمله سیستم های ترابری یافته است:

الف . داشتن قدرت فشرده سازی زمان

ب . داشتن قدرت گسترش زمان

ج . امکان توقف زمان (تهیه برشی از زمان گردش سیستم)

د .امکان حفظ شرائط بعضی از عناصر سیستم و تغییر ویژگی سایر عناصر

در این تحقیق تلاش گردیده بکمک تکنیک شبیه سازی ، امکان تغییر یکی یا بخشی از متغیر ها را برای مطالعه رفتار سایر عناصر ، در صورت ثابت نگهداشتن آنها ، فراهم ساخت و به این ترتیب دیدگاه جدیدی نسبت به سیستم مورد مطالعه فراهم خواهد شد در حالیکه چنین مسئله ای در شرائط واقعی پرهزینه و زمان بر خواهد بود .

۴- سناریوی فرایند مورد مطالعه

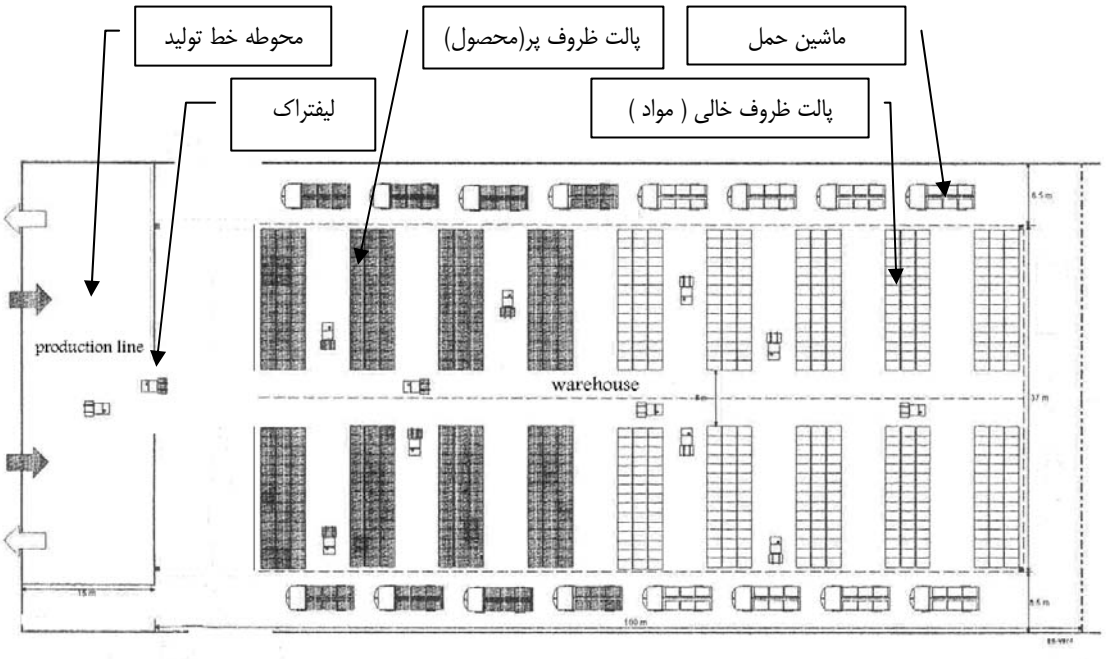
فاز ورودی سیستم شامل کامیون های حامل پالت مواد اولیه بوده که پس از تخلیه توسط لیفتراک در محل بارانداز و انتقال به انبار مواد ، بعنوان کامیون حمل محصول عمل می نمایند . سیستم تولیدی مورد نظر مشتمل بر خط تولیدی با ظرفیت ۱۲۰۰۰۰ واحد محصول در ساعت می باشد که با راندمان ۸۵% به ۱۰۲۰۰۰ واحد محصول بالغ خواهد شد و با احتصاب گنجایش یک پالت ، به تعداد ۸۵ پالت

محصول در ساعت میتوان دست یافت (در صورت انتقال بموقع پالت ها توسط لیفتراک از انبارمواد به خط تولید) همچنین پس ازطی شدن فرایند تولید نیز پالت های محصول توسط لیفتراک های مابین خط تولـید و انبار ، به محوطه انبار حمل و درآنجا پس از طی شدن زمان مانـد (زمان انتظار حمل) ، پالتهای محصول توسـط لیفتراک بر روی کامیون های حمل محصول به خارج از کارخانه هدایت میشوند .
بر اساس سناریوی فوق و در راستای تحلیل گردش عملیات درون کارخـانه ای ، برای شناسائی روابط کـمی (عددی) موجـود در فرایند ، از تکنیک شبیه سازی استفاده گردیده است که گامهای پیاده سازی آن طی بندهای ۱-۵ الی ۳-۵ ارائه شده است .

۵- گامهای پیاده سازی شبیه سازی

۱-۵- شناسائی مشخصات و روش بارگیری و حمل در محوطه بارانداز و انبار ، براساس الگوی گردش عملیات

ظرفیت بارگیری و حمل در محوطه کارخانه و بویژه انبارها ارتباط مستقیمی با الگوی گردش عملیات و تعداد تجهیزات بکارگرفته شده در عملیات حمل و نقل درون کارخانه ای دارد لذا ظرفیت بارگیری و حمل را در یک مقطع از زمان ، می توان تابعی از حاصل ضرب تعداد کامیونهای درگیر در عملیات ، در ظرفیت حمل هر کامیون (معادل شش پالت) تصور نمود که البته بدلیل دینامیک بودن سیستم مورد بحث ، مولفه های موثر در عملکرد هر عنصر، بایستی در طول یک بازه زمانی مورد بررسی قرار گیرد. در ادامه جهت درک بهتر ، طرح محوطه انبار ، خط تولید و توقفگاه خودرو ها ، در فرایند مورد نظر نمایش داده شده است . ضمنا مربع های هاشور خورده نشان دهنده دپوی پالت محصول (ظروف پر) و مربع های غیرهاشورخورده بمعنی پـالتهای مواد (ظروف خالی) می باشند.



در layout فوق موارد ذیل قابل توجه است :

- ظرفیت توقف کامیون حامل ظروف خالی (از بیرون کارخانه به انبار مرکزی) = هشت دستگاه
- ظرفیت توقف کامیون حامل ظروف پر (از انبار مرکزی به بیرون کارخانه) = هشت دستگاه
- لیفتراک حمل مواد از بارانداز تا انبار مواد = چهار دستگاه
- لیفتراک حمل مواد از انبار مواد تا خط تولید = پنج دستگاه
- لیفتراک حمل محصول از خط تولید تا انبار محصول = پنج دستگاه
- لیفتراک حمل محصول از انبار محصول تا محل بارگیری = چهار دستگاه

۲-۵ - محاسبه استاندارد زمانی عملیات و مطالعه زمان بین ورود کـامیونهای حامل پالت مواد در راستای تعیین تابع توزیع آماری ورود پالت مواد اولیه به کارخانه

در ادامه جهت دستیابی به اطلاعات مورد نیاز در شبیه سازی فرایند ، اقدام به تعیین زمانهای استاندارد عناصر تشکیل دهنده فرایند از طریق انجام عملیات زمانسنجی و استاندارد سازی زمانهای مشاهده گردیده است که مهم ترین زمانهای مورد مطالعه بشرح ذیل می باشند :

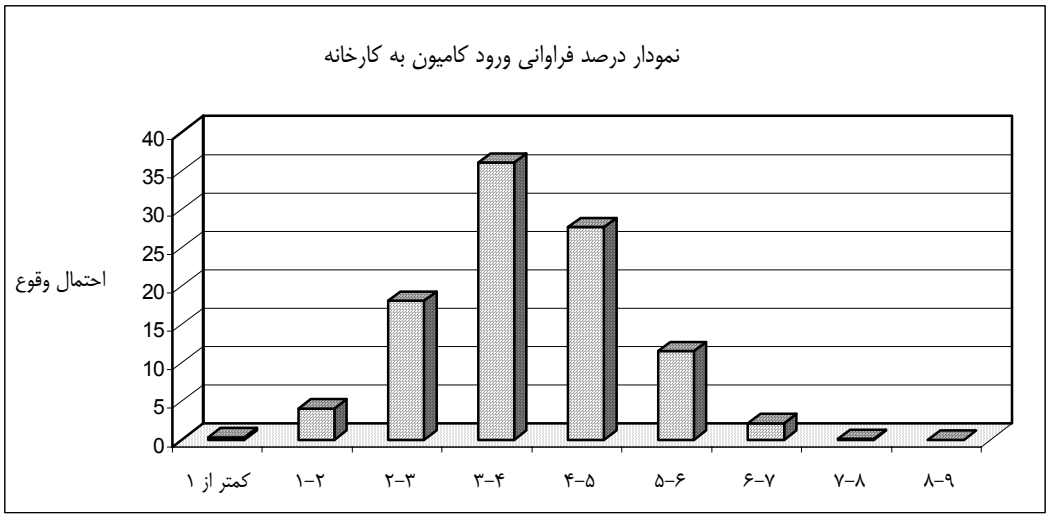
۱. زمان استاندارد عملیات تخلیه کامیون های وارده به محل بارانداز توسـط لیفتراک .
۲. زمان استاندارد عملیات حمل پالت مواد از بارانداز به محل انبار مرکزی توسـط لیفتراک .
۳. زمان استاندارد عملیات حمل پالت مواد از محل انبار مرکزی به خط تولید توسط لیفتراک .
۴. زمان استاندارد عملیات حمل پالت محصول از محل خط تولید به انبار مرکزی توسط لیفتراک .
۵. زمان استاندارد حمل پالت محصول توسط لیفتراک به محل بارانداز .
۶. زمان استاندارد عملیات بارگیری کامیون ها در محل بارانداز تـوسط لیفتراک .

همچنین در راستای تعیین تابع توزیع آماری ورود کامیونهای حامل پالت مواد و برآورد مقادیر متوسط و انحراف از میانگین ، با توجه به نمونه گیری انجام شده ، اقدام به تحلیل اطلاعات جمع آوری شده ، مطابق جدول ذیل گردیده است :

جدول محاسبه فراوانی ورود ماشین آلات

شماره طبقه	حدودطبقات	fi	Xi	fi*Xi	Xi^2	fi*(Xi)^2	فراوانی نسبیFi	درصد فراوانیPi
1	کمتر از ۱	8	-	0	0	0	0/003369	0/336983
2	1-2	97	1/5	145/5	2/25	218/25	0/040859	4/085930
3	2-3	429	2/5	1073	6/25	2681/25	0/180707	18/070766
4	3-4	856	3/5	2996	12/25	10486	0/360572	36/057287
5	4-5	657	4/5	2957	20/25	13304/25	0/276748	27/674810
6	5-6	273	5/5	1502	30/25	8258/25	0/114995	11/499578
7	6-7	51	6/5	331/5	42/25	2154/75	0/021482	2/148272
8	7-8	3	7/5	22/5	56.25	168/75	0/001263	0/126368
9	8-9	0	-	0	0	0	0	0
		2374		9026		37271/5	1	100

لازم بذکراست که براســاس روش آزمــون فرض ، جهت تعیین تابـع تـوزیع آماری نمونه گیری فوق ، ضمن طرح دو فرضیه H0 مبنی برعدم وجود اختلاف معنی داری بین داده ها با توزیع نرمال و فرضیه H1 مبنی بر وجود اختلاف معنی دار بین داده ها با توزیع نرمال ، با توجه به مقایسه ضریب خی دو محاســباتی (۵/۹۲۰) و ضــریب خی دو برای ٤ درجه آزادی (۹/٤۸۸) ، بعلت کوچکتر بودن ضریب خی دو محاسـباتی می توان فرض H0 پذیرفت و درنتیجه به نرمال بودن تابع مورد نظر حکم نمود .



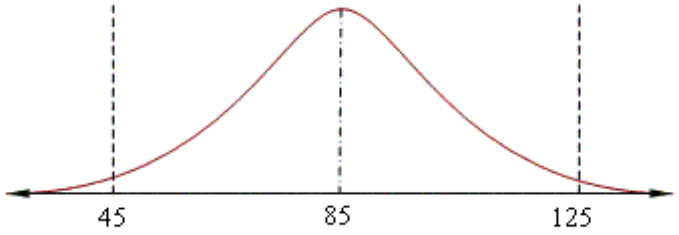
۵-۳ – ایجاد مدل شبیه سازی گردش عملیات و ترابری درون کارخانه ای

در ادامه براساس اطلاعات گردآوری شده دربندهای ۵-۱ و ۵-۲ اقدام به شبیه سازی فرایند مورد بحث ، در قالب ایجاد مدلی از سیستم مورد نظر به کمک شبیه سازی کامپیوتری گردیده است . هدف از ایجاد این مدل ، دستیابی به ابزاری است که ضمن تعیین مشخصه های کارکردی هر عنصر (از جمله تغییرات سطح موجودی) شرائط انجام آنالیز حساسیت در عنصری خاص (بعنوان مثال عناصر با قابلیت تبدیل به گلوگاه سیستم) ، در صورت اعمال پاره ای تغییرات در وضعیت سیستم (مانند وقوع نقص در یک یا چند عنصر مثل لیفتراکها و یا مواجهه با شرائط غیر معمول مثل افزایش بیش از حد اقلام وارده به سیستم و یا وقوع روند افزایشی در تقاضای بازار) را فراهم آورد .
عناصر لحاظ شده در مدل ، به ترتیب درج در مدل (از عنصر Input flow تا عنصر Output flow) بشرح ذیل می باشند :

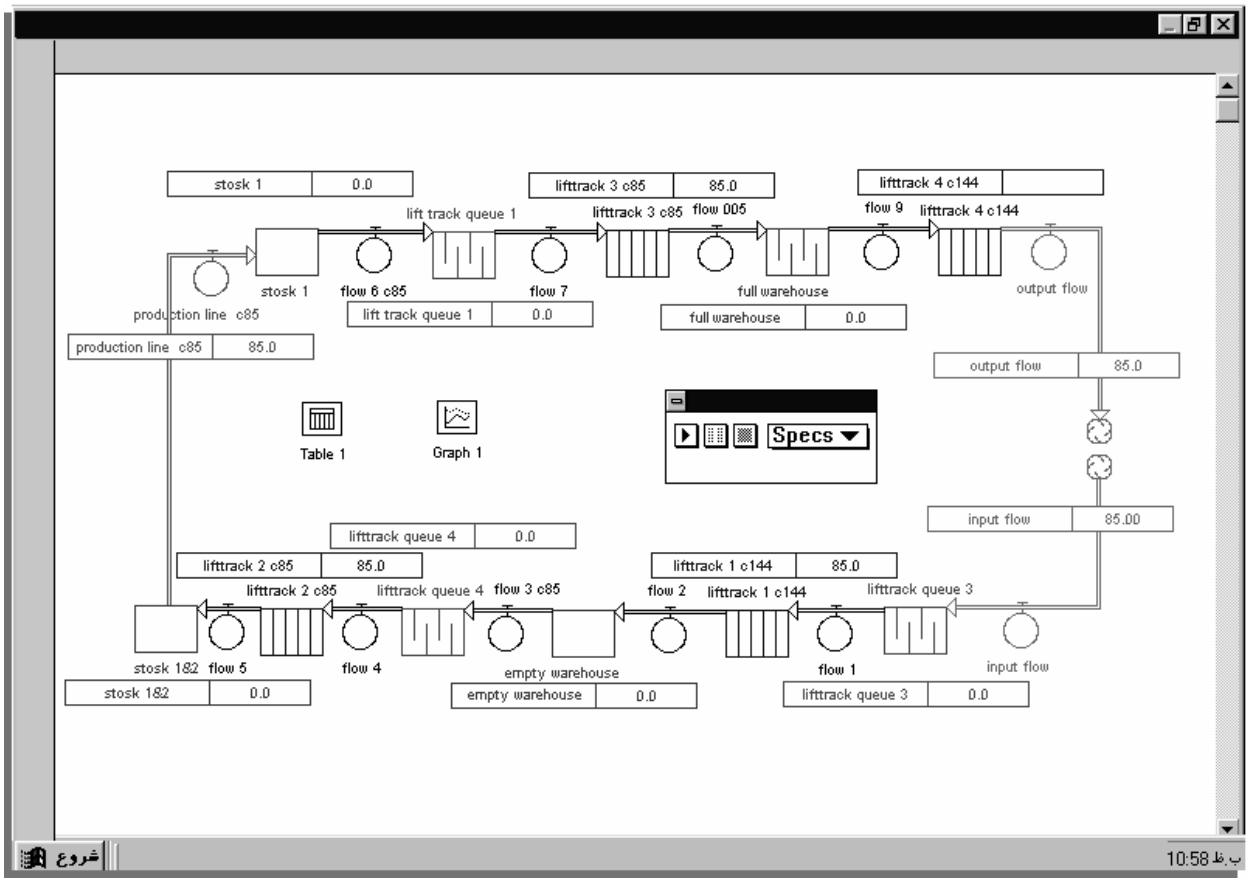
Input flow = مواد وارده به کارخانه
lifttrack queue 3 =صف انتظار لیفتراک
flow 1 = جریان مواد
lifttrack 1 =لیفتراکهای حامل مواد به انبار
flow 2 =جریان مواد
empty warehouse = انبار مواد
flow 3 =جریان مواد
lifttrack queue 4 =صف لیفتراکهای حمل مواد از انبار به خط تولید
flow 4 = جریان مواد
lifttrack 2 =لیفتراکهای حمل مواد از انبار به خط تولید
flow 5 = جریان مواد
stosk 1&2 =انبار پای کار (قبل از تولید)
production line = خط تولید
stosk 1 = انبار پای کار (بعد از تولید)
flow 6 = جریان محصول
lifttrack queue 1 =صف انتظار لیفتراک
flow 7 = جریان محصول
lifttrack 3 = لیفتراکهای حمل محصول از تولید به انبار
flow 005 = جریان محصول

full warehouse = انبار محصول
flow 9 = جریان محصول
lifttrack 4 = لیفتراکهای حمل محصول از انبار بر روی کامیونها
output flow = محصول صادره از کارخانه

در این مدل عنصر Input flow تعیین کننده نرخ ورود پالت مواد به سیستم میباشد که بعنوان گره Generate در نرم افزار شبیه سازی عمل می کند . در بررسی رفتار سیستم ، با توجه به تعیین تابع آماری نرمال برای عنصر Input flow رفتار سیستم در محدوده ۴۵ پالت (حد پائین) ، الی ۱۲۵ پالت (حد بالا) ورودی ، مورد مطالعه قرار گرفته است .



همچنین عناصر مندرج در مدل ، در قالب چهار مفهوم queue , conveyor , Reservior و Oven ایجاد شده اند و مقادیر عددی مرتبط با هر عنصر ، بطور مجزا در آن درج و ارتباطات میان عناصر تعریف شده و به این ترتیب مدل مورد بحث توانائی شبیه سازی تغییرات سطح موجودی و تاثیر آن بر رفتار عناصر فرایند را یافته است .
نمایش مدل گرافیکی فرایند مورد نظر ، مطابق طرح ذیـــل می باشد :



۱-۳-۵- نمونه اطلاعات مندرج در مدل

الف : اطلاعات مربوط به حمل پالت مواد از بارانداز تا انبار مرکزی

- نرخ ساعتی ورود پالت به کارخانه = ۸۵ پالت در ساعت با تابع توزیع Normal (میانگین ۸۵ پالت در ساعت)
- تعداد پالت مستقر بر روی هر کامیون = ٦
- زمان برداشت هر پالت از روی ماشین حامل پالت و آمادگی برای انتقال توسط لیفتراک = ۱ دقیقه
- زمان حمل ٦ پالت برداشته شده از روی ماشین حامل پالت مواد تا محل انبار مرکزی = ٤ دقیقه
- زمـــان تخلیه و انتقال پالتهای هر کامیون (٦ پالت) توسط لیفتراک = ۱۰ دقیقه
- توان تخلیه پالت طی ۱۰ دقیقه از روی ٤ کامیون = ۲٤ پالت
- توان تخلیه پالت طی ٦۰ دقیقه = ۱٤٤ پالت
- تعداد لیفتراک مورد نیاز = ٤ لیفتراک

ب : اطلاعات مربوط به حمل پالت مواد از انبار مرکزی تا انبار پای کار

- زمان برداشت ، حمل و استقرار یک پالت مواد = ۳/٥ دقیقه
- ظرفیت حمل یک لیفتراک در ساعت = ۱۷ پالت خالی
- تعداد لیفتراک مورد نیاز برای حمل ۸٥ پالت مواد به انبار پای کار = ٥

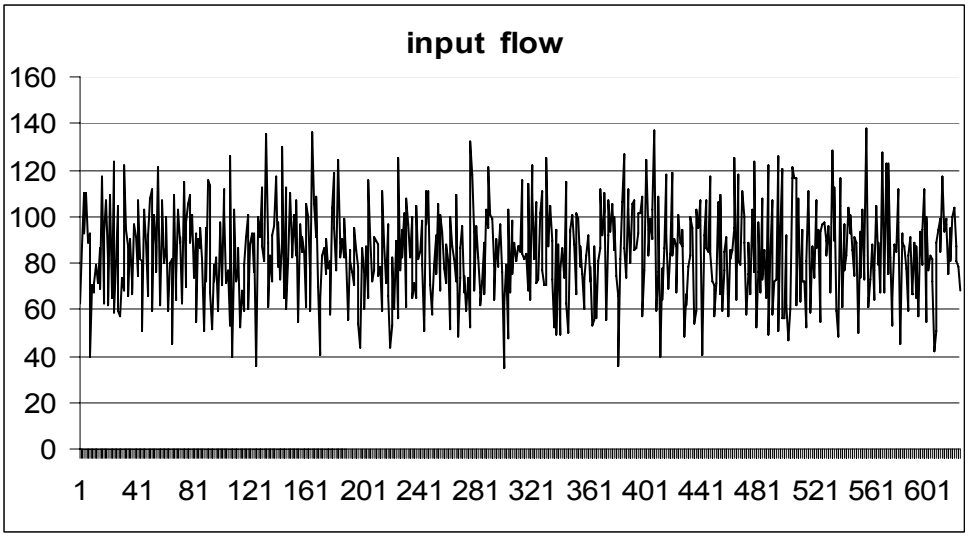
ج : اطلاعات مربوط به حمل پالت محصول از خط تولید تا انبار محصول

- زمان برداشت ، حمل و استقرار یک پالت محصول = ۳/٥ دقیقه
- ظرفیت حمل یک لیفتراک در ساعت = ۱۷ پالت پـر
- تعداد لیفتراک مورد نیاز برای حمل ۸٥ پالت محصول به انبار محصول = ٥
- خروج ماشینهای حامل پالت محصول با تابع توزیع آماری continuous (بعلت توقف ماشین ها در توقفگاه خودرو ها و حرکت برنامه ریزی شده خودرو ها از طریق صدور حکم کار)

۶- تحلیل نتائج شبیه سازی رفتار عناصر فرایند (مطابق مدل گرافیکی ، بند ۳-٥)

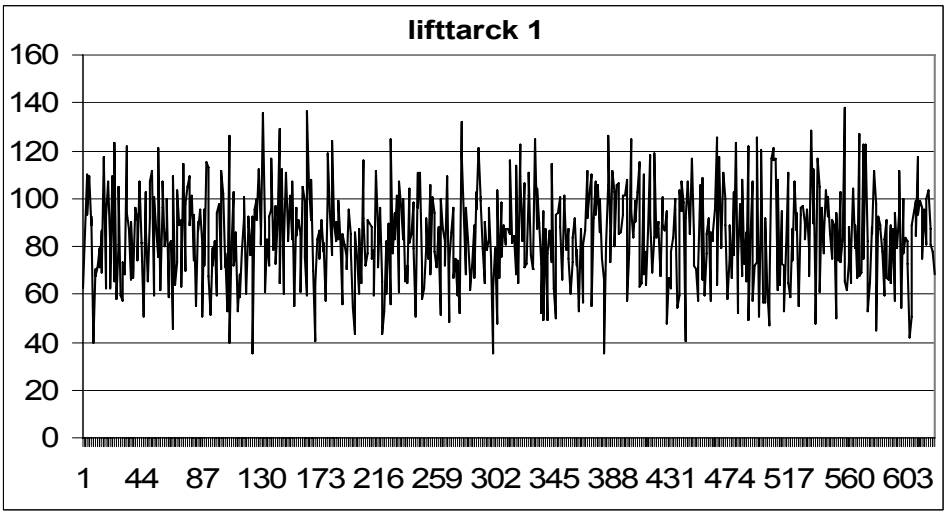
۱-۶- عنصر input flow که درمدل موردنظر به عنوان گره generat عمل می نماید ، وظیفه ایجاد ورودی های سیستم را بر عهده دارد . براساس آزمون فرض انجام شده و تعیین تابع توزیع نرمال با میانگین ۸٥ پالت در ساعت برای عنصر مذکور ، تغییرات میزان ورودی های سیستم مطابق گراف ذیل است .

* تذکر : در کلیه گراف ها محور افقی نماینده زمان (تعداد ساعات) شبیه سازی و محور عمودی معرف تعداد پالت می باشد .

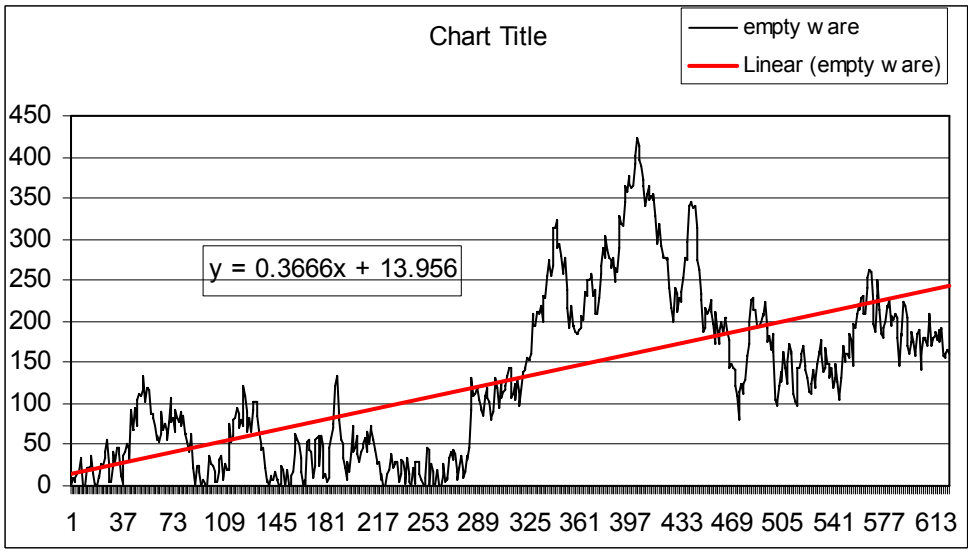


همانطور که مشاهده میگردد بیشترین تغییرات تعداد پالتهای وارده به سیستم با تابع توزیع نرمال و در محدوده ۴۵ الی ۱۲۵ و با میانگین ۸۵ پالت در ساعت به وقوع می پیوندد . لذا ضروری است ، طرح ریزی عناصر متشکه فرایند بنحوی باشد که امکان پاسخگوئی به تغییرات سطح موجودی جاری در سیستم را فراهم آورد .

۶-۲- عنصر lifttrack 1 که شامل تجهیزات حمل پالت مواد از بارانداز به محل انبار مرکزی است ، دارای ظرفیت ۱۴۴ پالت در ساعت می باشد . همانطور که در نمودار ذیل مشاهده می گردد سطح موجودی و گردش کار در این عنصر ، تبعیت کاملی از میزان اقلام وارده به سیستم داشته و صف انتظار خدمت گیری (lifttrack queue 3) در عنصر مورد بحث مطابق نمودار ارائه شده در بند ۶-۱۰ ، تنها در پریودهای زمانی کوتاهی روند صعودی یافته و تا سقف ۵۲ پالت بالغ میگردد و در سایر موارد سطح موجودی صف ، معادل صفر خواهد بود .

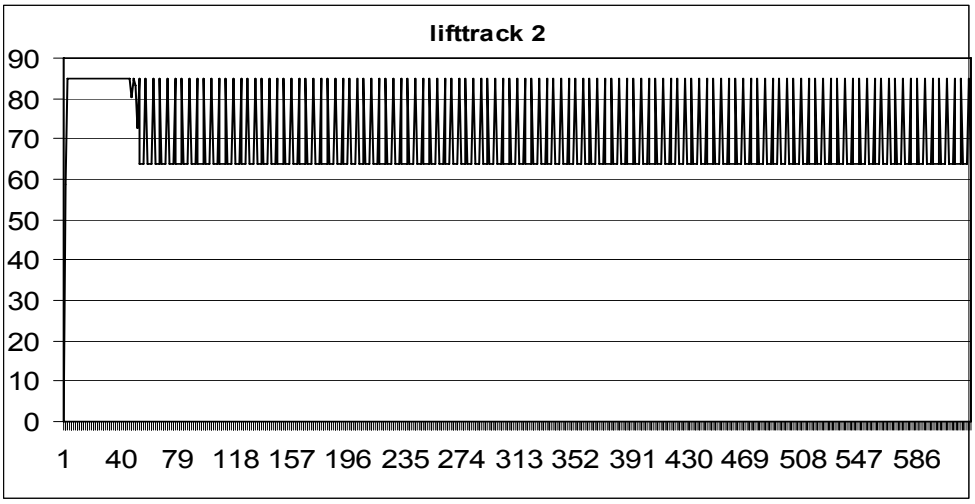


۶-۳- عنصر Empty warehouse نشان دهنده تغییرات سطح موجودی در انبار مرکزی (ناحیه انباشت پالت مواد) می باشد . این عنصر با توجه به تاثیر پذیری شدید از عملکرد عناصر قبلی و بعدی بعنوان یکی از حساس ترین عناصر فرایند تلقی می گردد به نحوی که در صورت عدم برنامه ریزی مناسب موجودی ها ، امکان تبدیل آن به یک عنصر گلوگاهی کاملا وجود دارد . همانطور که در گراف شبیه سازی مشاهده میگردد بعلت محدودیت ظرفیت خط تولید (تولید پیوسته با ظرفیت ۸۵ پالت در ساعت) رسوبی از موجودی پالت مواد در انبار مواد باقیمانده که به مرور و با شیب صعودی ، اولا: امکان توقف ورود پالت جدید به سیستم ثانیا: امکان تکمیل ظرفیت انبار و اختلال درگردش کار انبار را فراهم می آورد . بدیهی است در صورت عدم برنامه ریزی مناسب ، مواجهه با صف طویل ماشینهای حامل مواد و اختلال در گردش فرایند متصور خواهد بود .

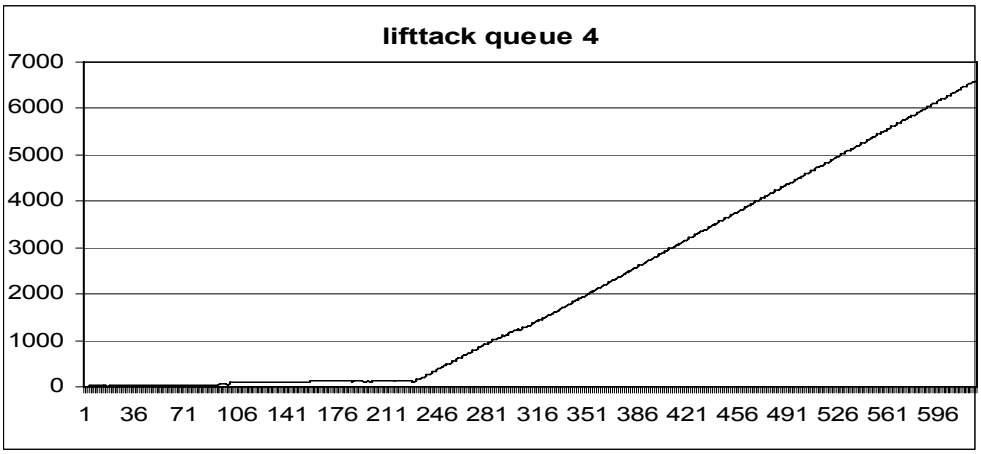


در گراف فوق برآورد سطوح موجودی بر اساس زمان شبیه سازی بسادگی قابل اجرا است ، لذا برنامه ریزان سازمان می توانند با توجه به افق برنامه ریزی ، نسبت به برآورد فضای مورد نیاز جهت انبارش پالت مواد اقدام نمایند . همچنین با استفاده ازمعادله خط روند به موازات نتائج شبیه سازی ، امکان دستیابی به پیشبینی دقیقتری نیز از تغییرات سطح موجودی فراهم می گردد .لازم به ذکر است درصورتی که این محاسبات برای سیستمی با انبارهای غیر قابل توسعه و انعطاف انجام شود ، محاسبه زمان مرگ سیستم ، دور از دسترس نخواهد بود .

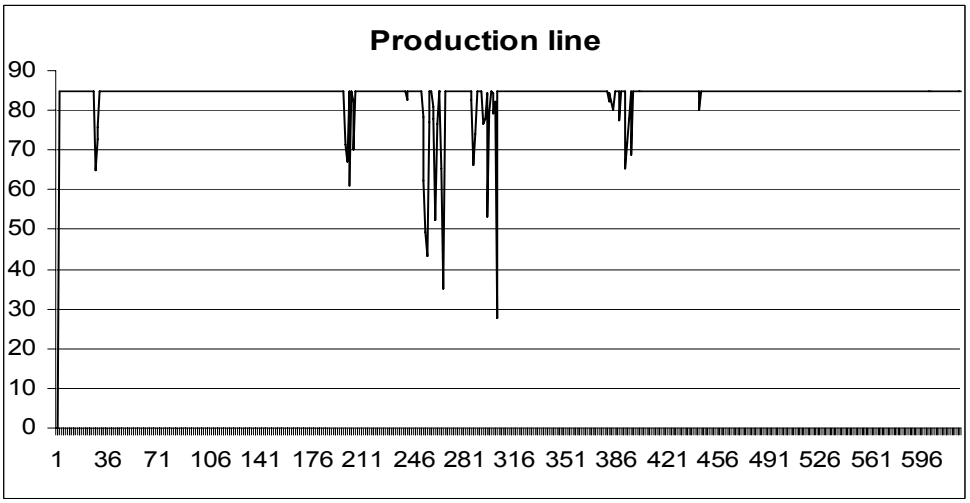
۴-۶- عنصرlifttrack 2 که وظیفه انتقال پالت مواد از محل انبار به محل دپوی پای خط را بر عهده دارد شامل تجهیزات حملی است که با ظرفیتی معادل ۸۵ پالت در ساعت و بصورت پیوسته ، به فعالیت مشغول می باشند . تغییرات سطح موجودی در این عنصر بنحوی است که عملکرد آن در دامنه ۶۵ الی ۸۵ در نوسان است و بعلت ثابت بودن نرخ ورودی خط تولید (عنصر Priduction line) به ۸۵ پالت ، ظرفیت تجهیزات حمل مورد بحث با ظرفیت خط تولید تطابق دارد .



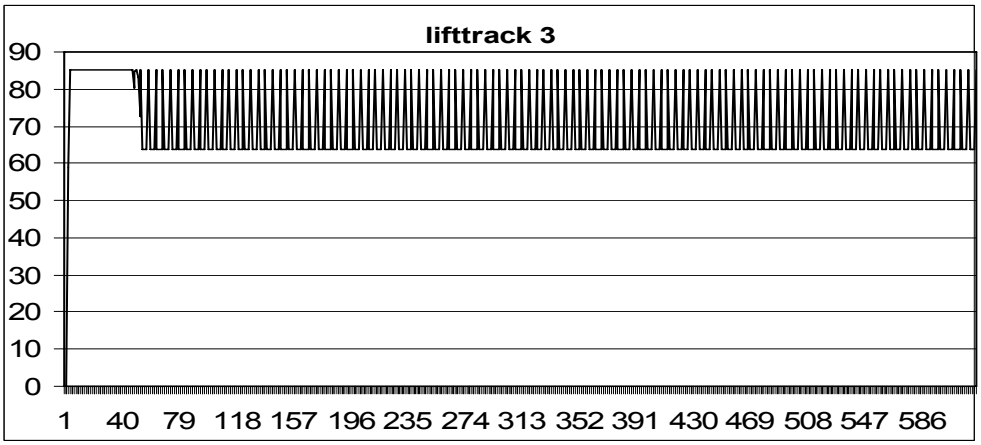
اما کماکان بدلیل عدم انطباق ظرفیت خط با میزان مواد وارده به سیستم ، روند افزایشی در صف انتظار خدمت گیری از تجهیزات حمل مذکور مشهود است که این روند پس از گذشت ۲۳۰ ساعت از گردش عملیات ، شیب کاملا صعودی می یابد . قابل توجه است که شناسائی و تعیین روند تغییرات سطح موجودی و تاثیر آن بر عملکرد عنصر لیفتراک ، تاثیر مستقیمی بر فرایند تصمیم گیری در زمینه تعداد تجهیزات حمل خواهد داشت .



۶-۵- عنصر Production line که براساس ماهیت فرایند ، دارای ظرفیت ثابت تولید معادل ۸۵ پالت در ساعت ، در شرائط حداکثر بهره گیری از خط تولید می باشد ، لذا در این عنصر ، امکان همگام سازی ظرفیت خط تولید با اقلام موجود در انبار مواد وجود ندارد .

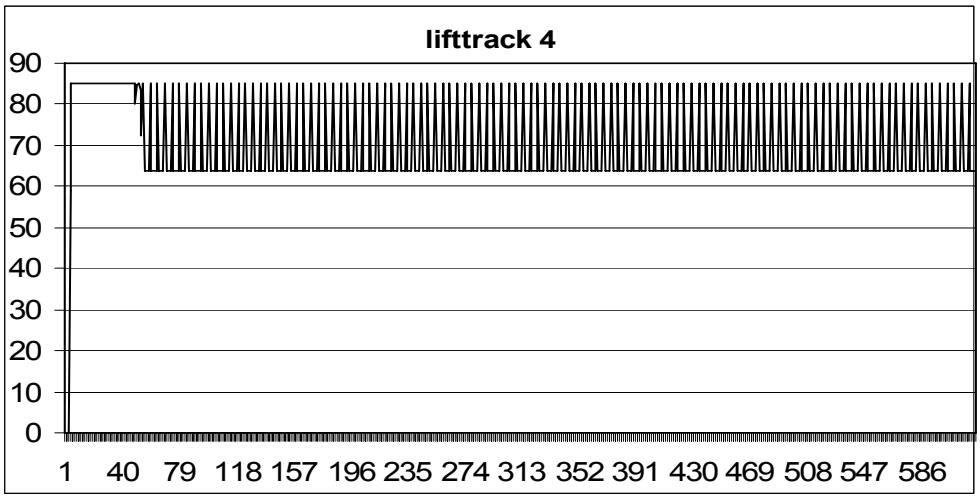


۶-۶- عنصر lifttrack 3 نیز که مسئول حمل پالت محصول از خط تولید به انبار محصول می باشد مشتمل بر تجهیزات حملی با حداکثر ظرفیت ۸۵ پالت در ساعت است که بدلیل خروجی ثابت فرایند تولید ، پاسخگوی الزامات گردش عملیات و عدم انباشت محصول در انبار پای کار خواهد بود ، ضمنا موجودی صف انتظار این عنصر (lifttrack queue 1) نیز مطابق گراف بند ۶-۱۰ معادل صفر می باشد .

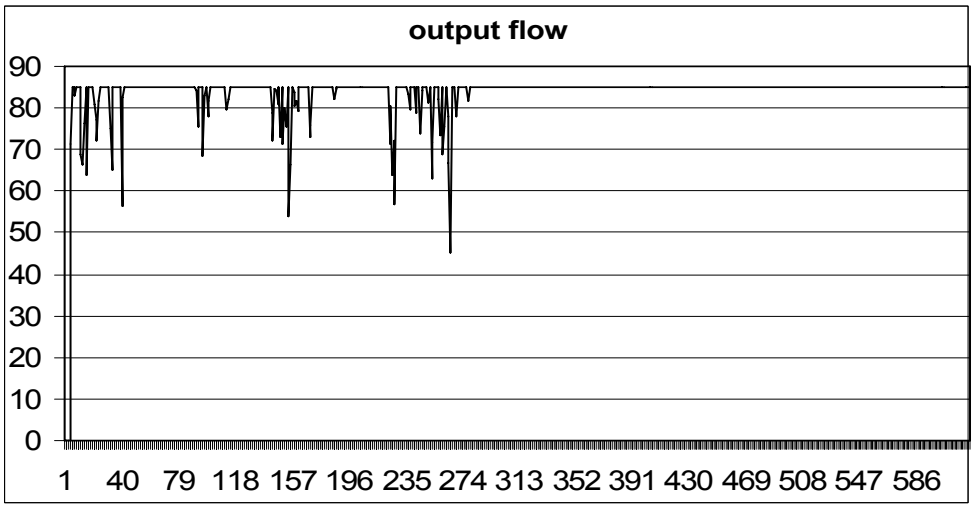


۶-۷- عنصر Full warehouse که نمایشگر مکان انبارش پالت محصول است ، بعلت بالاتر بودن ظرفیت تجهیزات حمل محصول به خارج از انبار (۱۴۴ پالت در ساعت) ، نسبت به ظرفیت لیفتراکهای حامل محصول از خط تولید به انبار (۸۵ پالت در ساعت) ، از جریان سیالی از پالت محصولات (ارسالی به خارج از انبار و کارخانه) بر خوردار است و فاقد ویژگی سطح فزاینده موجودی می باشد .

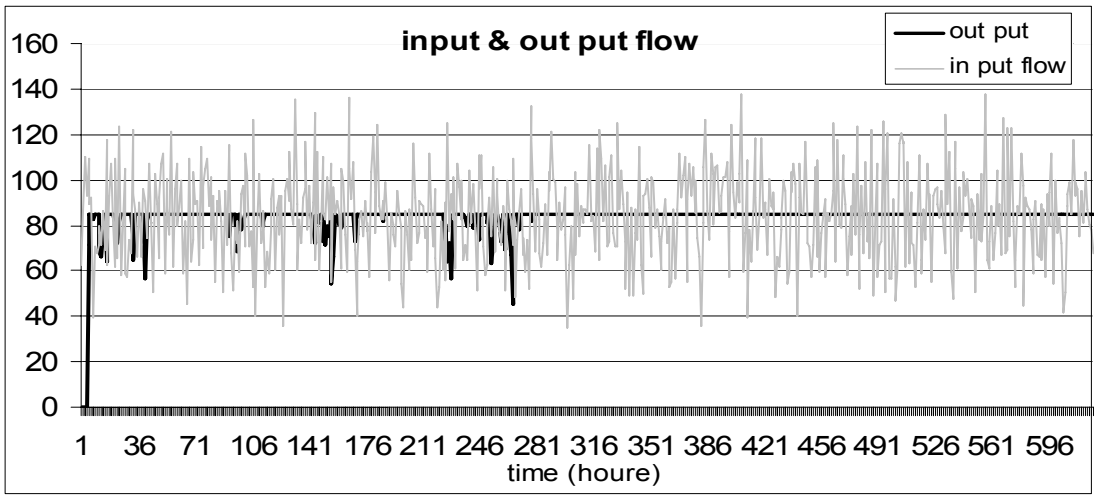
۶-۸- عنصر lifttrack 4 که شامل تجهیزات حمل با ظرفیت ۱۴۴ پالت در ساعت است نیز مسئول انتقال پالت محصولات از انبار به بارانداز بوده و بدلیل دارا بودن ظرفیت مازاد بر نیاز ، تنها در محدوده ۶۵ الی ۸۵ پالت فعالیت می نماید .



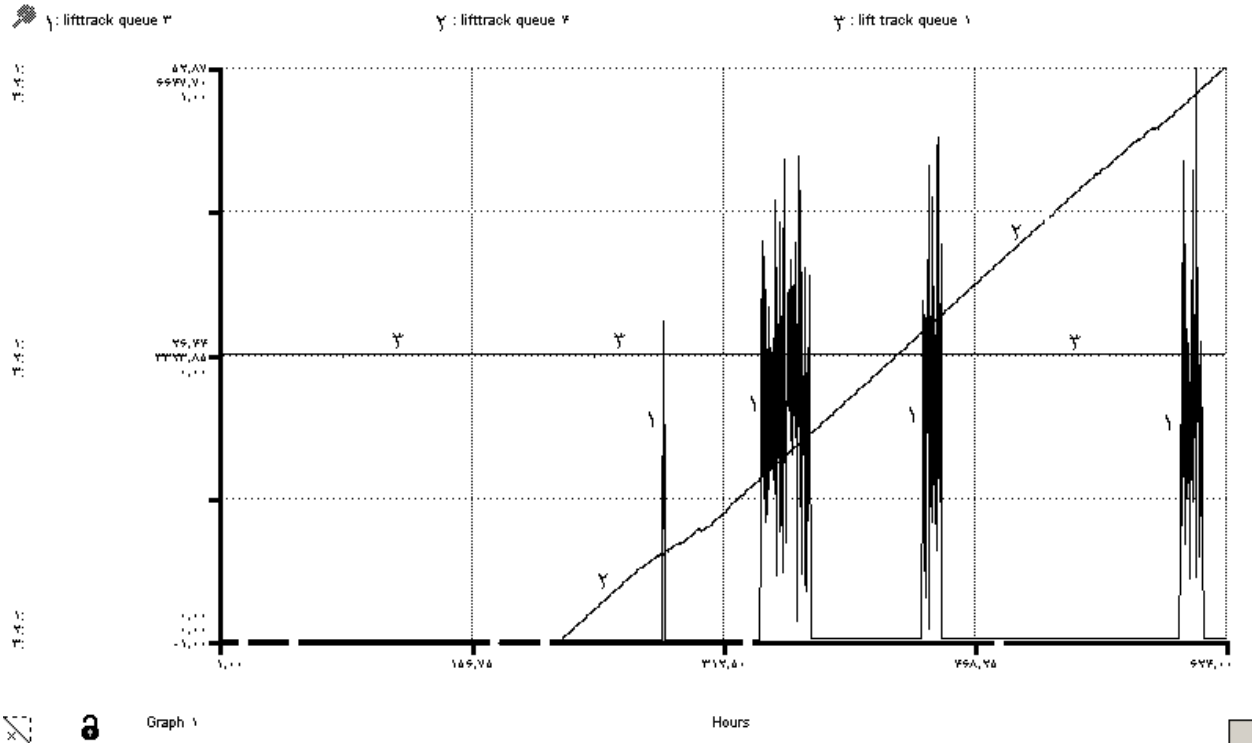
۶-۹- عنصر output flow که در این مدل بعنوان عنصر Terminate عمل می نمایند وظیفه خروج محصولات تولیدی از مدل را بر عهده دارد لذا بر اساس شیوه انتقال محصولات از انبار ، خروجی این عنصر نیز حداکثر معادل ۸۵ پالت محصول خواهد بود .



لازم بذکر است رفتار عنصر output flow بدلیل امکان برنامه ریزی گردش عملیات درون کارخانه ای ، از روند نسبتا ثابتی برخوردار است در حالی که عنصر input flow کاملا ماهیت نرمال داشته و خارج از حیطه اختیار برنامه ریزان سازمان عمل می نماید .

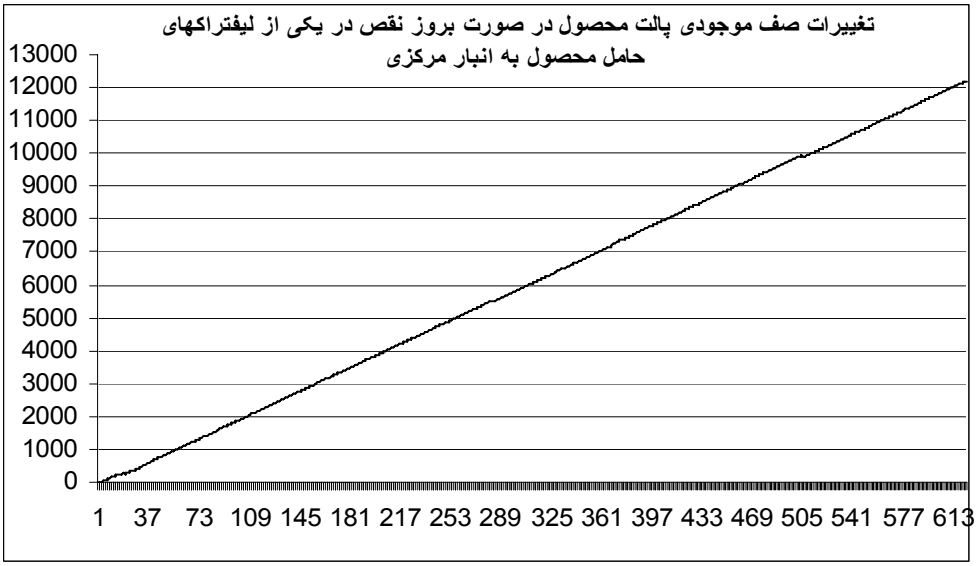


۱۰-۶- در مقایسه سطح موجودی در صف انتظار خدمت گیری از سه گروه متفاوت از لیفتراکها ، توجه به روند صعودی صف lifttrack queue 4 (مربوط به lifttrack 2) که طی ۶۲۴ ساعت به رقم ۶۶۴۷ پالت بالغ خواهد گردید بسیار ضروری است ، اما در صف سایر لیفتراکها بدلیل نوسان در محدوده عددی [۰ الی ۵۲] مشکل حادی وجود نخواهد داشت .

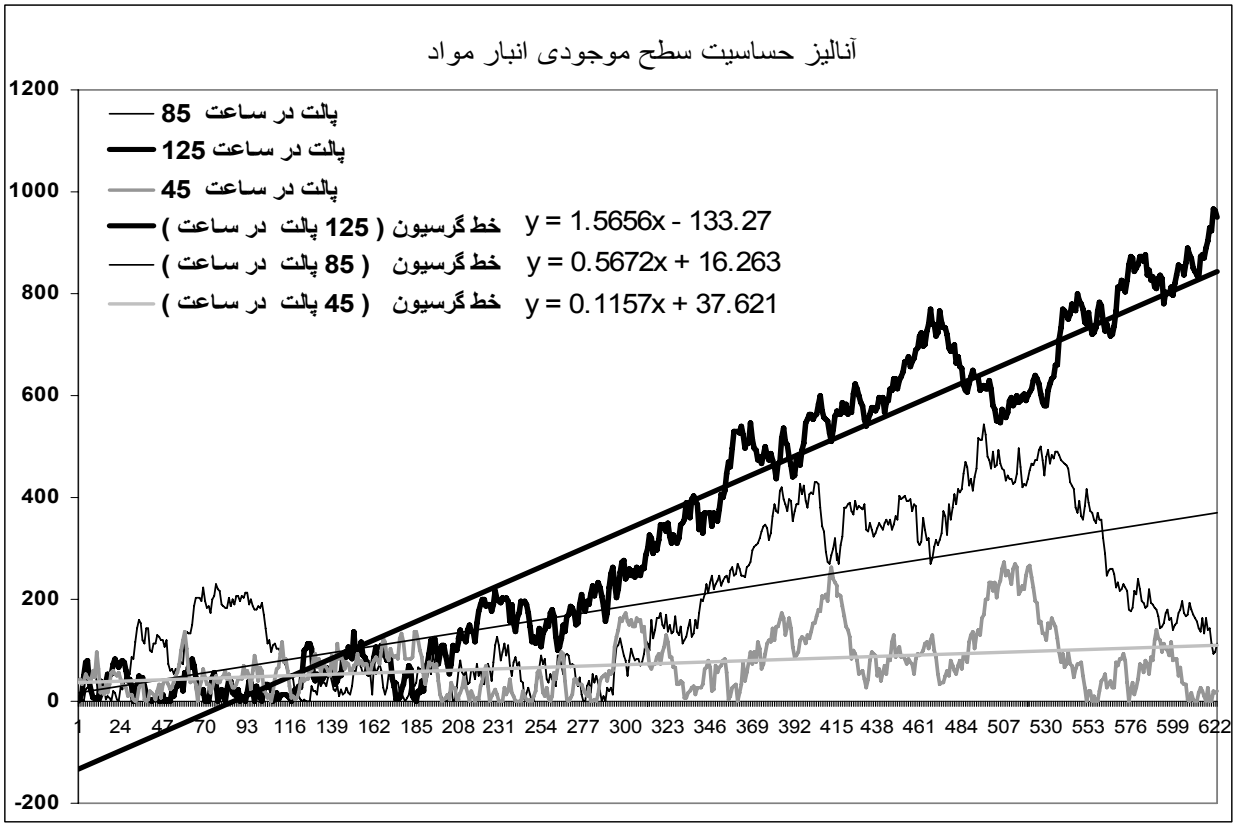


لازم بذکر است بکمک مدل شبیه سازی شده فوق ، امکان مشاهده نتائج حاصل از برخی اختلالات فرایند ، جهت برنامه ریزی و دستیابی به راههای مناسب مقابله با مشکلات احتمالی نیز وجود دارد ، بعنوان مثال بررسی بروز نقص در یکی از مولفه های مدل مانند خرابی یکی از لیفتراکهای مسئول حمل پالت محصول از خط تولید به محل انبار ، تغییراتی در موجودی صف انتظار آن ناحیه پدید خواهد آورد که تغییرات آن در قالب گراف ذیل قابل پیش بینی است و با توجه به گنجایش دپوی مربوطه ، امکان محاسبه زمان توقف فعالیت در اثر انباشتگی پالت محصول

وجود خواهد داشت . همچنین باتوجه احتمال خرابی لیفتراکها ، امکان تعدیل نرخ خدمت دهی عنصر مربوطه در مدل شبیه سازی برای تعیین حداقل تجهیزات حمل مورد نیاز نیز بسهولت وجود دارد .



۱۱-۶- آنالیز حساسیت رفتار عنصر Empty warehouse **:** آنالیز رفتار این عنصر بدلیل استعداد آن برای تبدیل شدن به عنصر گلوگاهی سیستم ، ضروری است . همانطور که در گراف مشاهده میشود سطح موجودی انبار با توجه به نتائج آنالیز حساسیت در سه سطح ۴۵ ، ۸۵ و ۱۲۵ پالت وارده به سیستم ، از حدود ۲۵۵ ساعت (۱۵ روز کاری ۱۶ ساعته) پس از آغاز به کار فرایند ، روند صعودی یافته که در حداکثر انباشت موجودی به حدود ۹۹۰ پالت بالغ می گردد ، لذا بر اساس نتائج آنالیز حساسیت ، سیستم تولیدی مذکور ، ۱۵ روز فرصت دارد تا با بکارگیری تمهیداتی از جمله برنامه ریزی و زمان بندی حمل مواد به کارخانه ، از بروز تراکم انبار و اختلال در گردش کار سیستم جلوگیری بعمل آورد .



۷- خلاصه

در تحقیق حاضر بدلیل تاثیر رفتار هریک از عناصر تشکیل دهنده سیستم ، بر نحوه چرخش عملیات در یک سیستم پیوسته و پویای تولیدی ، اقدام به شبیه سازی عناصر سیستم گردیده تا با دستیابی به مولفه های عددی مربوط به هر عنصر ، شرائط تحلیل رفتار سیستم و همچنین ابزاری برای مواجهه با پیش آمدهای احتمالی ، از جمله بروز نقص در بعضی از تجهیزات ، موجودی مازاد بر ظرفیت ، تبدیل بعضی از عناصر به عنصر گلوگاهی و . . . . فراهم شود . در این راستا اقدام به ساخت مدل کامپیوتری سیستم گردش عملیات درون کارخانه ای نموده و ضمن اجرای مدل مکانیزه ، خروجی های حاصله مورد بررسی قرار گرفته است . بعنوان مثال در سیستم مورد مطالعه حساس ترین عنصر سیستم مربوط به انبار مواد بوده که بدلیل احتمال تبدیل آن به عنصر گلوگاهی ، توجه به مبانی برنامه ریزی گلوگاهی را ضروری می سازد .

۸- فهرست منابع

1- Michael Pidd , Computer Simulation in Management Science , Fifth Sdition , Johon Wiley & son. Ltd
2-Sushil , System Dynamics A Practical Approch for Managerial Problems , Wiley , 1993
3-Joseph G. Whelan , Mental Simulation of Simple Positive Feedback , Massachusetts Institute of Technology , 1995
4 –محمد رضا حمیدی زاده ، پویائیهای سیستم ، چاپ اول ، مرکز نشر دانشگاه شهید بهشتی ، ۱۳۷۹
5 –رونالد جی.اسکین و چارلز ار.استندریج ، مدل سازی و تجزیه و تحلیل سیستمهای ساخت و تولید ، دکتر قاسم مصلحی و مهندس بهروز نصر آزادانی ، چاپ اول ، انتشارات ارکان ، ۱۳۸۰