

بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی عمران

پروژه درس قابلیت اعمار ريسک
و تاب آوری

عنوان

بررسی احتمالاتی عرضه و تقاضا سفر ریلی تهران مشهد

نگارندگان

اميرپويا هادی زاده یزدی

مهیار ظفر خواه

یوسف رضائی صالح

استاد مربوطه

مجتبی محصولی

بهمن ۱۴۰۲

چکیده

هدف از این متن، آموزش نگارش فنی می‌باشد. این خود یکی از اهداف مهم از ارائه پایان‌نامه کارشناسی ارشد است. جمله اول چکیده در یک پیشنهاد پژوهشی بیان‌کننده هدف نهایی از انجام پژوهش می‌باشد. جملات بعدی به منظور توضیح پیرامون هدف اصلی آورده می‌شوند. سپس، روش‌هایی که برای انجام پروژه مورد استفاده قرار خواهند گرفت به طور خلاصه و کلی مورد اشاره قرار می‌گیرند. در نهایت، نتایج مورد انتظار، نوآوری‌ها و کاربردهای این پژوهش عنوان می‌گردند. در چکیده از ارجاع به منابع، ذکر روابط ریاضی و بیان تاریخچه خودداری می‌شود.

یادداشت‌های زردرنگ در این متن حاوی نکات مربوط به قالب‌بندی در نرم‌افزار Microsoft Word می‌باشند. به جای ساختن یک فایل جدید و تلاش در شبیه ساختن آن به این متن، توصیه می‌شود تا با ویرایش فایل پیش رو به نگارش پیشنهاد پژوهشی خود بپردازید.

فهرست مطالب

چکیده.....	أ
فهرست مطالب.....	ب
فهرست شکل ها.....	ج
فهرست جدول ها.....	ج
۱ مقدمه و بیان مساله.....	۱
۲ واژه های کلیدی:.....	۱
۳ روش انجام پژوهش.....	۱
۴ برنامه زمانی.....	۱۱
۵ مراجع.....	۱۲

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱: سایت علی بابا ۲
- شکل ۲: جدول های نمونه برداری شده ظرفیت باقیمانده ۳
- شکل ۳: نمودار ظرفیت برای قطار های ۴ تخته روز ۲۲ دی ۴
- شکل ۴: نمودار میانگین و برازش ظرفیت باقیمانده برای قطار های ۴ تخته روز ۲۲ دی ۴
- شکل ۵: نمودار ظرفیت باقیمانده برای قطار های ۴ تخته روز ۲۸ دی ۵
- شکل ۶: نمودار میانگین و برازش ظرفیت باقیمانده برای قطار های ۴ تخته روز ۲۸ دی ۵
- شکل ۷: برخی از نمودار های ظرفیت باقیمانده ۶
- شکل ۸: معرفی ۶ متغیر تفاوت عرضه و تقاضا ۸
- شکل ۹: مقدار احتمال کمبود عرضه به ترتیب از چپ به راست برای آخر هفته و وسط هفته ۸
- شکل ۱۰: توزیع احتمال قیمت قطار ۴ و ۶ تخته ۹
- شکل ۱۱: تعریف متغیر قیمت در RTX ۱۰
- شکل ۱۲: خسارت وسط و آخر هفته ۱۰

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱: نمونه برداری ظرفیت باقی مانده قطار های روز ۲۲ دی ۲
- جدول ۲: مقادیر برازش شده تفاوت عرضه و تقاضا کل قطار ها، میانگین و انحراف معیار آن ۷
- جدول ۳: مقادیر قیمت ها ۹

۱ مقدمه و بیان مساله

سفر ریلی از ابتدای ظهور به دلیل ایمنی، پاکی و حتی در برخی موارد سرعت آن، برتری قابل توجهی نسبت به سایر حالات سفر به صنعت حمل و نقل شناسانده است، بنابراین تمامی کشورها در سرتاسر جهان بودجه هنگفتی را صرف برنامه ریزی و تامین زیرساخت ها و ناوگان حمل و نقل ریلی می نمایند. برنامه ریزی حمل و نقل در سطوح استراتژیک و عملیاتی، نیاز به اطلاعات تقاضای آینده سفر دارد. مسیر تهران-مشهد مهمترین و پرترددترین محور بوده و بررسی تقاضا و عرضه آن بسیار قابل ملاحظه و مهم می باشد.

۲ واژه های کلیدی

تقاضا-عرضه- محور تهران مشهد- قطار چهارتخته- قطارشش تخته- قطاراتوبوسی-برازش خطی-میانگین - انحراف معیار

۳ روش انجام پژوهش

در ابتدای کار، برای پیشبینی تقاضا مازاد یا کمبود آن از روش نمونه برداری استفاده شده است (بدلیل عدم دسترسی به دیتا بیس سایت های عرضه کننده بلیط) به این ترتیب از سایت علی بابا، از تاریخ ۱۷ تا ۲۸ دی به مدت ۱۲ روز به جمع آوری ظرفیت باقی مانده قطارها در هر تاریخ پرداخته شده است. در سایت علی بابا مشخصات قطارهای عازم به مشهد در تاریخ های مختلف نمایش داده شده است. این ویژگی ها شامل ساعت حرکت، نوع قطار (۴ تخته، ۶ تخته، اتوبوسی)، هزینه بلیط و تعداد صندلی های خالی است.

بلیط قطار تهران به مشهد دوشنبه، ۳۰ بهمن ۱ مسافر، مسافرین عادی

مرتب‌سازی:
پیشنهاد علی‌بابا
زودترین زمان حرکت
کمترین قیمت

(i) قیمت‌ها برای یک بزرگسال محاسبه شده است.

۷,۹۲۰,۰۰۰ ریال

انتخاب بلیط

۲۵ صندلی باقی مانده

کوپه‌ای ۴ نفره

۵ ستاره ۱? ونومی پلاس • نورالرضا

تهران ۱۷:۰۵

○ ————— ●

مشهد ۰۳:۴۵

اطلاعات قطار ایستگاه‌ها قوانین استرداد

۷,۹۲۰,۰۰۰ ریال

انتخاب بلیط

۳ صندلی باقی مانده

کوپه‌ای ۴ نفره

۵ ستاره ۱? ونومی پلاس • نورالرضا

تهران ۲۱:۱۰

○ ————— ●

مشهد ۰۸:۰۰

اطلاعات قطار ایستگاه‌ها قوانین استرداد

۲,۰۰۳,۵۰۰ ریال

انتخاب بلیط

۵ صندلی باقی مانده

سالنی ۴ ردیفه

۴ ستاره اتوبوسی صبا • رجا

تهران ۰۸:۳۰

○ ————— ●

مشهد ۲۱:۱۰

اطلاعات قطار ایستگاه‌ها قوانین استرداد

شکل ۱: سایت علی‌بابا

با توجه به تعداد زیاد قطارها، تصمیم بر این شد که ۵ قطار ۴ تخته و ۲ قطار شش تخته و ۲ قطار اتوبوسی برای هر روز بررسی گردد.

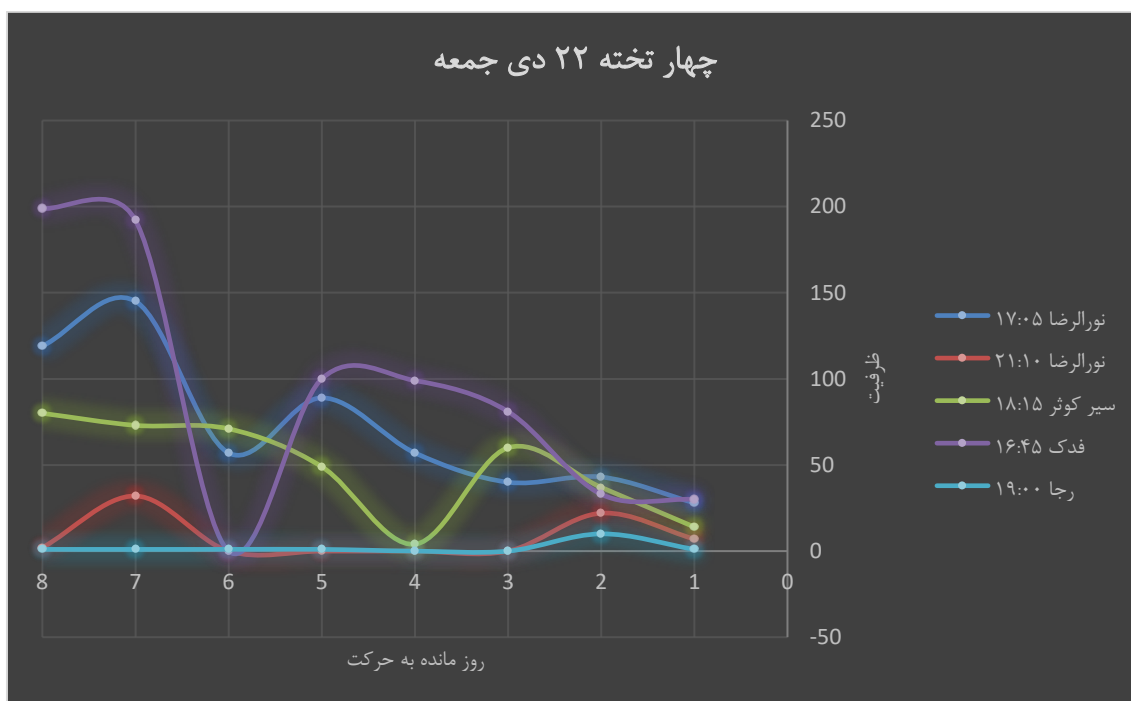
روز حرکت		تاریخ برداشت									
تاریخ حرکت قطارها	جمعه	پنجشنبه، 14 دی 1402	جمعه، 15 دی 1402	شنبه، 16 دی 1402	یکشنبه، 17 دی 1402	دوشنبه، 18 دی 1402	سه شنبه، 19 دی 1402	چهارشنبه، 20 دی 1402	پنجشنبه، 21 دی 1402		
تخته 4	ساعت حرکت	اسم قطار	ظرفیت خالی								
	17:05	نورالرضا	119	145	57	89	57	40	43	28	
	21:10	نورالرضا	2	32	0	0	0	0	22	7	
	18:15	سیر کوثر	80	73	71	49	4	60	37	14	
	16:45	فدک	199	192	0	100	99	81	33	30	
تخته 6	19:00	رجا	1	1	1	1	0	0	10	1	
	15:45	مهناب	0	0	0	0	0	0	0	0	
	23:20	مهناب	0	118	0	0	0	0	21	0	
اتوبوسی	8:30	رجا	385	380	391	276	254	142	0	26	
	8:30	رجا	0	0	0	0	0	0	0	0	

میانگین										
تخته 4	80.2	88.6	25.8	47.8	32	36.2	29	16		
تخته 6	0	59	0	0	0	0	10.5	0		
اتوبوسی	192.5	190	195.5	138	127	71	0	13		

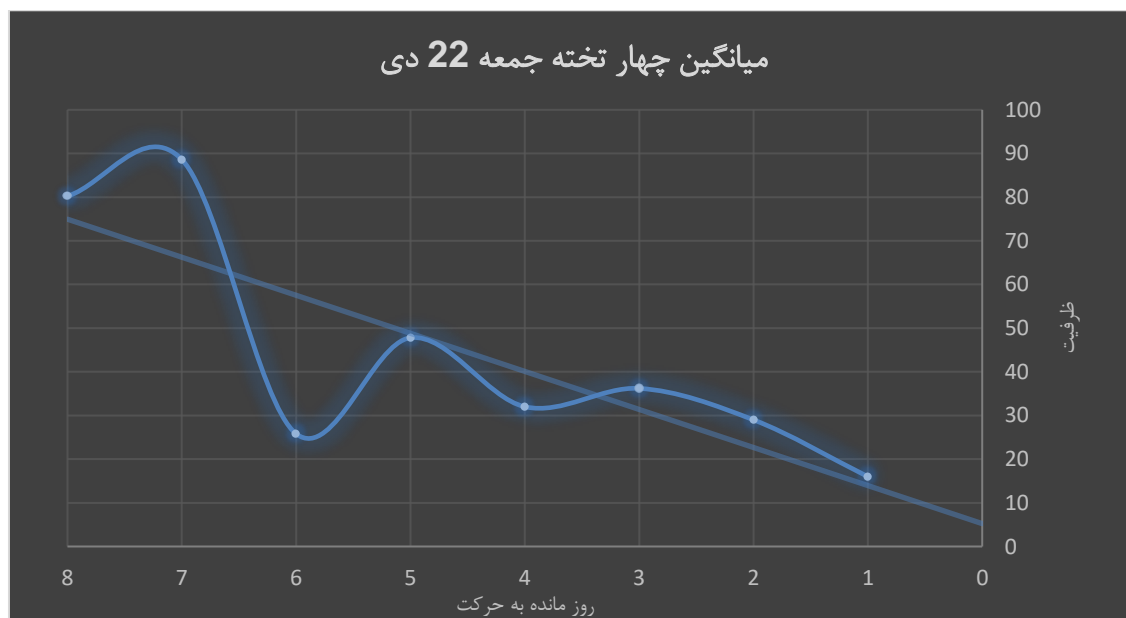
جدول ۱: نمونه برداری ظرفیت باقی مانده قطارهای روز ۲۲ دی

[illegible]

با رسم نمودار ظرفیت باقیمانده برای هر قطار در هر روز تا زمان حرکت قطار، میتوان روند پر شدن ظرفیت قطار را مشاهده کرد و به اینصورت برای لحظه حرکت میزان تفاضل عرضه و تقاضا را با برازش خطی پیشینی کرد. برای قطارهای مختلف در هرروز میانگین گرفته و برای محاسبه تفاضل عرضه و تقاضا از برازش خطی میانگینها استفاده شده است.

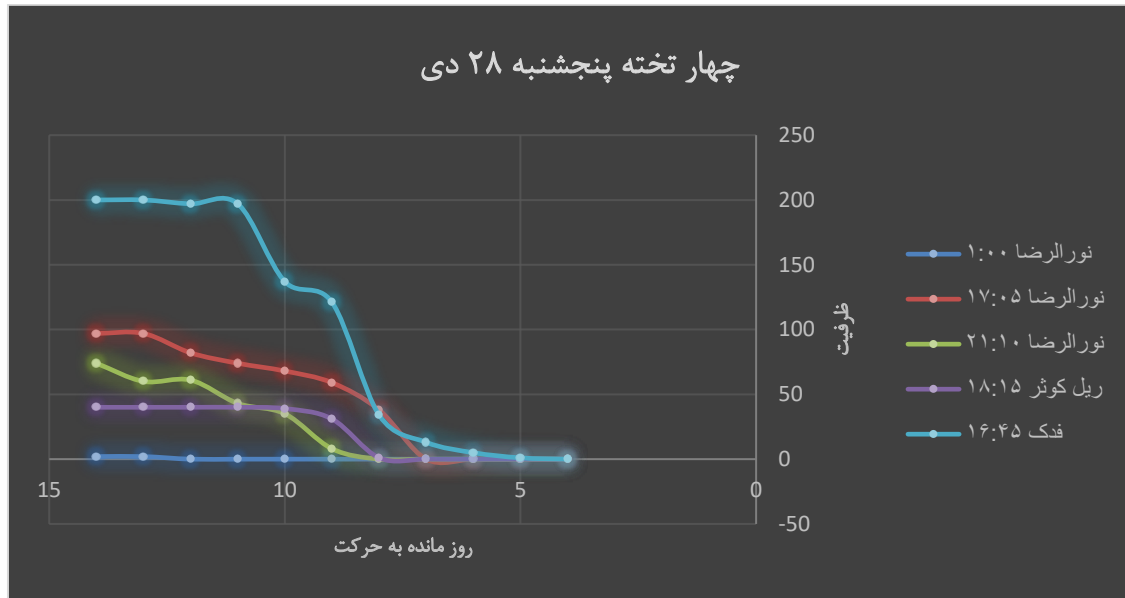


شکل ۳: نمودار ظرفیت باقی مانده برای قطارهای ۴ تخته روز ۲۲ دی

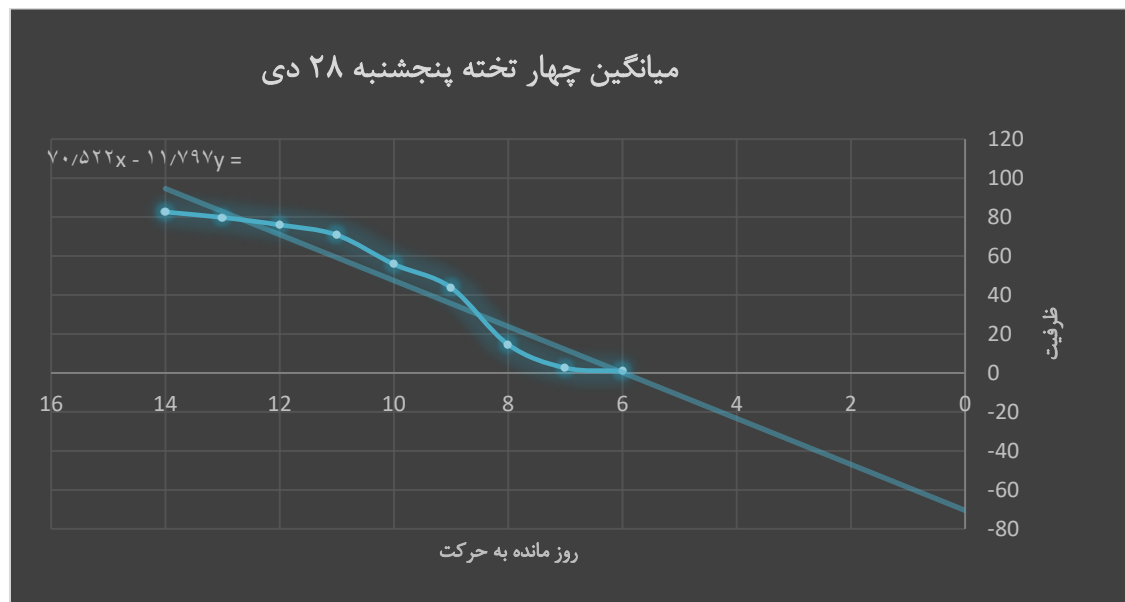


شکل ۴: نمودار میانگین و برازش ظرفیت باقی مانده برای قطارهای ۴ تخته روز ۲۲ دی

در صورت پر شدن ظرفیت قطار در روزهای پیش از حرکت، برازش برای روزهای پیش از تکمیل ظرفیت انجام شده است.

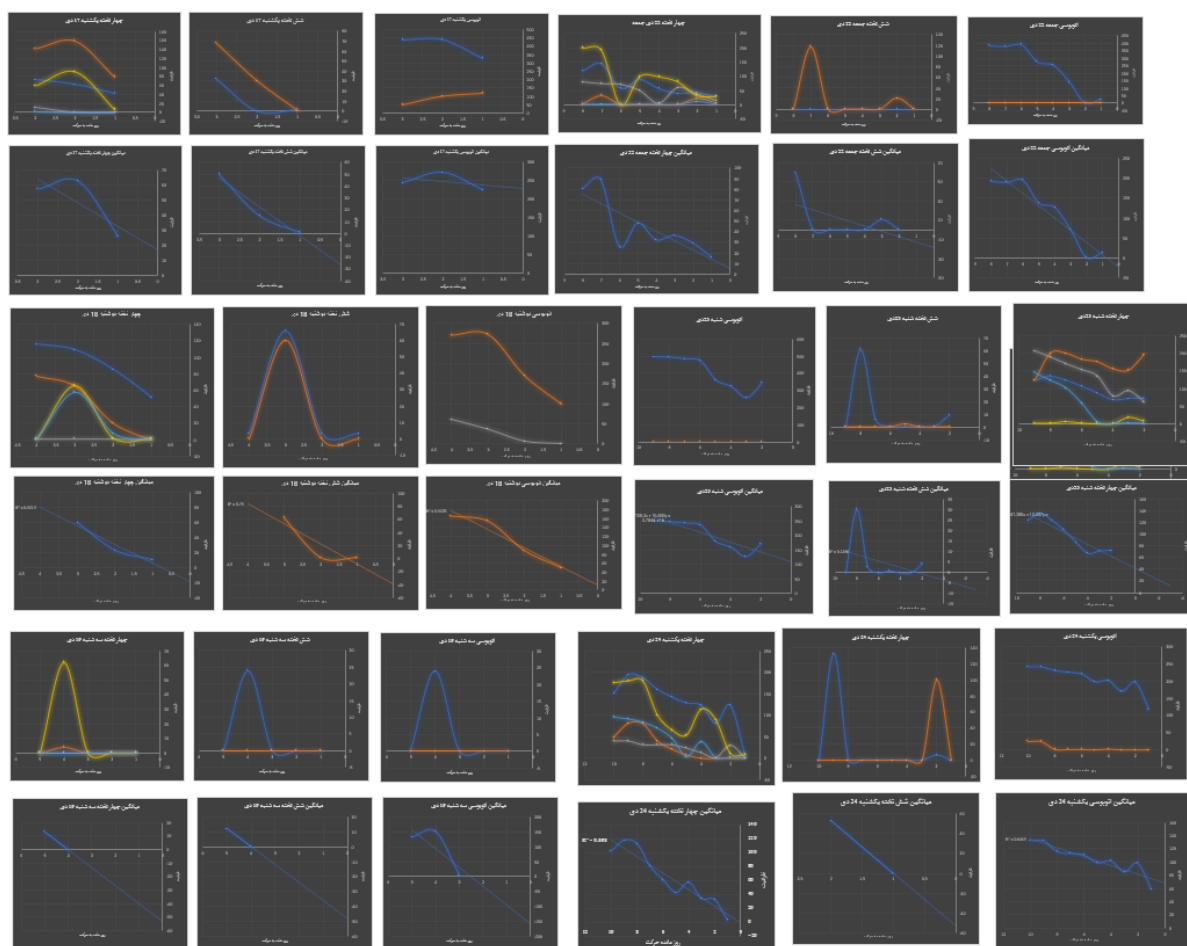


شکل ۵: نمودار ظرفیت باقی مانده برای قطار های ۴ تخته روز ۲۸ دی



شکل ۶: نمودار ظرفیت باقی مانده برای قطار های ۴ تخته روز ۲۸ دی

همانند بالا، برای ۱۰ روز باقیمانده نیز نموداری مشابه تهیه شده است.



شکل ۷: برخی از نمودارهای ظرفیت باقی مانده

مقدار برآزش شده تفاضل عرضه و تقاضا برای میانگین قطارهای چهارتخته، شش تخته و اتوبوسی در هر روز جمع آوری شد.

داده های جمع آوری شده براساس شباهت به دو قسمت وسط هفته و آخر هفته تقسیم گردید به این صورت که وسط هفته شامل روزهای جمعه، شنبه، یکشنبه و دوشنبه و آخر هفته شامل روزهای سه شنبه، چهارشنبه و پنجشنبه می باشد. (به زمان رسیدن قطار توجه گردد).

روز	تفاضل عرضه و تقاضا			تعداد قطار بررسی شده			تعداد کل قطار عرضه شده			ضرب (نسبت کل به بررسی شده)			ضرب (تفاضل عرضه و تقاضا)		
	چهار تخته	شش تخته	اتوبوسی	چهار تخته	شش تخته	اتوبوسی	چهار تخته	شش تخته	اتوبوسی	چهار تخته	شش تخته	اتوبوسی	چهار تخته	شش تخته	اتوبوسی
روز کاری	یکشنبه ۱۷ دی	۱۸	۲۵	۲۴۰	۵	۲	۲۹	۵	۲	۵.۸	۲.۵	۱	۱۰۴.۴	-۶۲.۵	۲۴۰
	دوشنبه ۱۸ دی	۱۱	۱.۵	۲.۵	۵	۲	۲۵	۶	۳	۵	۳	۱.۵	۵۵	۴.۵	۳.۷۵
	جمعه ۲۲ دی	۵	-۲۰	-۳۰	۵	۲	۲۲	۵	۳	۴.۴	۲.۵	۱.۵	۲۲	۵۰	۴۵
	شنبه ۲۳ دی	۴۰	-۳.۵	۱۰.۹	۵	۲	۲۶	۵	۲	۵.۲	۲.۵	۱	۲۰.۸	-۸.۷۵	۱۰.۹
	یکشنبه ۲۴ دی	۱	-۱۰.۶	۶۷.۵	۵	۲	۲۳	۷	۳	۴.۶	۳.۵	۱.۵	۴.۶	-۳۷.۱	۱۰۱.۲۵
	دوشنبه ۲۵ دی	Error	۰	۵۲	۵	۲	۲۲	۴	۲	۴.۴	۲	۱	Error	۰	۵۲
میانگین															۷۶.۸
انحراف معیار															۹۹.۱
آخر هفته	سهشنبه ۱۹ دی	۵۳	-۴۸	-۱۶۰	۵	۲	۲۴	۵	۲	۴.۸	۲.۵	۱	۲۵۴.۴	-۱۲۰	-۱۶۰
	چهارشنبه ۲۰ دی	۴	-۱۲	۶۴.۵	۵	۲	۲۲	۵	۳	۴.۴	۲.۵	۱.۵	-۱۷.۶	۳۰	-۹۶.۷۵
	پنجشنبه ۲۱ دی	۱.۵	-۱۴۵	۷	۵	۲	۲۵	۵	۲	۵	۲.۵	۱	-۷.۵	-۳۶۲.۵	-۷
	سهشنبه ۲۶ دی	۲۲	-۶۰۰	-۱۷۰	۵	۲	۲۳	۵	۳	۴.۶	۲.۵	۱.۵	-۱۰۱.۲	-۱۵۰۰	۲۵۵
	چهارشنبه ۲۷ دی	-۳۶.۲۵	-۶۲۵	-۲۳۹	۵	۲	۲۲	۶	۲	۴.۴	۳	۱	-۱۵۹.۵	-۱۸۷۵	۲۳۹
	پنجشنبه ۲۸ دی	۷۱	۶۵۰	۵۰	۵	۲	۲۴	۵	۲	۴.۸	۲.۵	۱	۳۴۰.۸	۱۶۲۵	۵۰
میانگین															۱۴۶.۸
انحراف معیار															۱۰۰.۹

جدول ۲: مقادیر برازش شده تفاضل عرضه و تقاضای کل قطارها، میانگین و انحراف معیار آن

از جدول بالا میانگین و انحراف معیار کمبود یا مازاد تقاضا پیشبینی شده برای دو تقسیم بندی آخر هفته و وسط هفته بدست می آید. با ضرب کردن نسبت کل قطار ها به قطار های رصد شده، اعداد نهایی برای تفاضل عرضه و تقاضا کل در روز بدست می آید.

حال با داشتن میانگین تفاضل عرضه و تقاضا پیشبینی شده برای آخر و وسط هفته میتوان این تفاضل را به صورت یک توزیع نرمال بیان کرد.

کار با RTX:

با استفاده از نرم افزار RTX احتمال کمبود تقاضا بررسی میشود. ابتدا مازاد یا کمبود تقاضا پیشبینی شده هر نوع قطار در آخر یا وسط هفته به صورت ۶ متغیر تصادفی با توزیع نرمال تعریف شده است (weekend4-weekend6-weekday4-weekday6-weekdaybus-weekendbus).

اتوبوسی آخر هفته		تخته آخر هفته 6		تخته آخر هفته 4	
Property	Value	Property	Value	Property	Value
Object Name	WeekendBus	Object Name	Weekend6	Object Name	Weekend4
Current Value	-134.6	Current Value	-918.8	Current Value	-146.8
Distribution Type	Normal (mean, stdv)	Distribution Type	Normal (mean, stdv)	Distribution Type	Normal (mean, stdv)
Mean	-134.6	Mean	-918.8	Mean	-146.8
Standard Deviation	100.9	Standard Deviation	835.3	Standard Deviation	132.3

اتوبوسی وسط هفته		تخته وسط هفته 6		تخته وسط هفته 4	
Property	Value	Property	Value	Property	Value
Object Name	WeekdayBus	Object Name	Weekday6	Object Name	Weekday4
Current Value	76.8	Current Value	-81.3	Current Value	78.8
Distribution Type	Normal (mean, stdv)	Distribution Type	Normal (mean, stdv)	Distribution Type	Normal (mean, stdv)
Mean	76.8	Mean	-81.3	Mean	78.8
Standard Deviation	99.1	Standard Deviation	144.6	Standard Deviation	81.6

شکل ۸: معرفی ۶ متغیر تفاضل عرضه و تقاضا

سپس برای محاسبه احتمال کمبود تقاضا قطارهای آخر یا وسط هفته، تابعی به صورت حاصل جمع مازاد یا کمبود تقاضا مجموع قطارها تعریف میشود. (gWeekend, gWeekday) سپس با روش نمونه گیری احتمال کمبود تقاضا محاسبه میشود همچنین بدلیل اینکه توابع خطی میباشند استفاده از روش FOSM نیز جواب دقیقی میدهد.

Sampling analysis results for the function "gweekend" : The reliability index: Beta = -1.41134 The probability of failure: pf = 0.920928 The coefficient of variation of sampling Cov = 0.000293021 The total number of samples = 1000000 ##### SAMPLING ANALYSIS DONE IN 6.443 SECONDS.	Sampling analysis results for the function "gweekday" : The reliability index: Beta = 0.391397 The probability of failure: pf = 0.347752 The coefficient of variation of sampling Cov = 0.0199937 The total number of samples = 4693 ##### SAMPLING ANALYSIS DONE IN 0.109 SECONDS.
--	---

شکل ۹: مقدار احتمال کمبود عرضه به ترتیب از چپ به راست برای آخر هفته و وسط هفته

همانطور که مشاهده میشود احتمال کمبود عرضه برای آخر هفته برابر 0.92 و وسط هفته برابر 0.35 می باشد.

در قسمت تحلیل ریسک به این صورت پرداخته میشود که ریسک عدم فروش بلیط توسط راه آهن بدست می آید (یعنی خسارت ناشی از عدم درآمد از فروش بلیط). برای اینکار سه متغیر (Price4, Price6, PriceBus) در

نظر گرفته میشود. برای تعیین کردن مقادیر متغیر ها باتوجه به جدول زیر از سایت علی بابا مقادیر قیمت ها و فراوانی آنها برداشت شده و میانگین و انحراف معیار هر دسته محاسبه شد.

وسط هفته ۴ تخته																		
داده ها	۷۹۲	۷۸۸.۵	۷۵۰	۶۹۶	۴۹۵	۴۹۲	۴۷۵.۵	۴۵۰	۴۴۱	۴۲۰	۴۱۵	۴۰۴	۴۰۲	۳۹۲	۳۸۷	۳۸۱.۵	۳۵۱	۳۳۳
تعداد	۲۳	۱	۳	۲	۵	۱	۴	۲	۹	۲	۲	۴	۳	۶	۲	۴	۳	۱
داده ها * تعداد	۱۸۲۱۶	۷۸۸.۵	۱۵۰۰	۱۳۹۲	۲۴۷۵	۴۹۲	۱۹۰۲	۹۰۰	۳۹۶۹	۸۴۰	۸۳۰	۱۶۱۶	۸۰۴	۲۳۵۲	۷۷۴	۱۵۲۶	۷۰۲	۴۲۰۸۲.۵

آخر هفته ۴ تخته																		
داده ها	۷۹۲	۷۸۸.۵	۷۵۰	۶۹۶	۴۹۵	۴۹۲	۴۷۵.۵	۴۵۰	۴۴۱	۴۲۰	۴۱۵	۴۰۴	۴۰۲	۳۹۲	۳۸۷	۳۸۱.۵	۳۵۱	۳۳۳
تعداد	۱۷	۱	۱	۲	۳	۳	۲	۰	۹	۰	۱	۲	۳	۵	۲	۳	۱	۱
داده ها * تعداد	۱۳۴۶۴	۷۸۸.۵	۷۵۰	۱۳۹۲	۱۹۸۰	۱۴۷۶	۹۵۱	۰	۳۹۶۹	۰	۴۱۵	۸۰۸	۸۰۴	۱۹۶۰	۷۷۴	۱۱۴۴.۵	۳۵۱	۳۳۳

۶ تخته									
داده ها	۲۶۸.۵	۲۸۰	۲۷۴.۵	۲۷۰	۲۶۷	۲۶۴	۲۲۳	جمع	میانگین
تعداد	۸	۴	۳	۴	۱	۴	۶	۳۰	۳۰
داده ها * تعداد	۲۱۴۸	۱۱۲۰	۸۲۳.۵	۱۰۸۰	۲۶۷	۱۰۵۶	۱۳۳۸	۸۰۷۲.۵	۲۶۹.۰۸

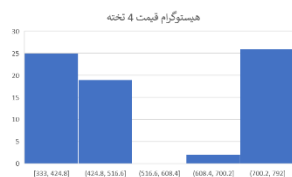
اتوبوسی
۲۰۲.۵

جدول ۳: مقادیر قیمت ها

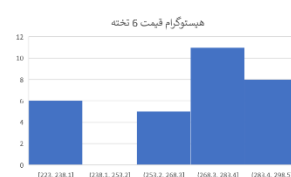
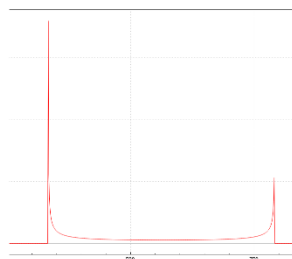
قیمت قطار های اتوبوسی ثابت و برابر ۲۰۳.۵ هزار تومان میباشد.

قیمت های قطار چهار تخته به علت تعداد زیاد به دو دسته وسط هفته و آخر هفته تقسیم شده است و همانطور که مشاهده میشود تفاوت معنا داری در میانگین آنها وجود ندارد .

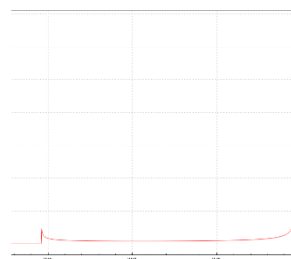
با توجه به فراوانی و مقدار داده های قیمت قطار چهار تخته و شش تخته که هیستوگرام آن رسم شده است و وجود مینیمم و ماکسیمم برای این داده ها توزیع این دو متغیر به صورت تابع توزیع احتمال بتا می باشد.



PDF تابع بتا قیمت قطار 4 تخته



PDF تابع بتا قیمت قطار 6 تخته



شکل ۱۰: توزیع احتمال قیمت قطار ۴ و ۶ تخته

قیمت اتوبوسی (ثابت)		قیمت 6 تخته (توزیع بتا)		قیمت 4 تخته (توزیع بتا)	
Property	Value	Property	Value	Property	Value
Object Name	PriceBus	Object Name	Price6	Object Name	Price4
Current Value	203.5	Current Value	269	Current Value	552
		Distribution Type	Beta (a, b, min, max)	Distribution Type	Beta (a, b, min, max)
		Mean	269	Mean	552
		Standard Deviation	26	Standard Deviation	177

شکل ۱۱: تعریف متغیر قیمت در RTX

حال برای محاسبه خسارت ناشی از ازدست رفتن فرصت فروش بلیط به دلیل کمبود عرضه دو تابع (WeekdayLoss, WeekendLoss) تعریف میشود. راهکاری که برای این موضوع صورت گرفته استفاده از تابع sign برای لحاظ کردن نمونه هایی که عرضه از تقاضا کمتر است استفاده میشود:

$$x > 0: \quad \text{sign}(x) = 1$$

$$x < 0: \quad \text{sign}(x) = -1$$

$$x > 0: \quad \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(x) - 1) = 0$$

$$x < 0: \quad \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(x) - 1) = 1$$

در RTX دو تابع WeekdayLoss, WeekendLoss به صورت زیر تعریف شده است:

$$Loss_{Weekend} := \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(Weekend_4) - 1) \cdot Weekend_4 \cdot Price_4 + \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(Weekend_6) - 1) \cdot Weekend_6 \cdot Price_6 + \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(Weekend_{bus}) - 1) \cdot Weekend_{bus} \cdot Price_{bus}$$

$$Loss_{Weekday} := \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(Weekday_4) - 1) \cdot Weekday_4 \cdot Price_4 + \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(Weekday_6) - 1) \cdot Weekday_6 \cdot Price_6 + \frac{-1}{2} \cdot (\text{sign}(Weekday_{bus}) - 1) \cdot Weekday_{bus} \cdot Price_{bus}$$

در نهایت با استفاده از sampling مقدار خسارت برای آخر هفته و وسط هفته به شرح ذیل درآمده:

```
Histogram sampling analysis is complete.
Function "WeekdayLoss" : Mean = -35529.2 Standard Deviation = 33293.8
The total number of samples = 100000
##### SAMPLING ANALYSIS DONE IN 1.485 SECONDS.

##### STARTING SAMPLING ANALYSIS ...
Histogram sampling analysis is complete.
Function "WeekendLoss" : Mean = -377455 Standard Deviation = 215576
The total number of samples = 100000
##### SAMPLING ANALYSIS DONE IN 1.56 SECONDS.
```

شکل ۱۲: خسارت وسط و آخر هفته

خسارت در آخر هفته برابر ۳۷۷.۵ میلیون تومان در هرروز و برای وسط هفته برابر ۳۵.۵ میلیون تومان در هرروز میباشد.

$$(377.5 \times 3 + 35.5 \times 4) \times 4 = 5098$$

۵.۱ میلیارد تومان در ماه!

دقت شود که منظور از خسارت تنها خسارت ناشی از عدم استفاده فرصت فروش بلیط در کمبود عرضه است. خطاهای مشکل زا در روند کار وجود داشت که در ادامه به بعضی از آنها اشاره میکنیم:

۱- در روند پروژه روزهای هفته به دو قسمت آخر هفته و روزهای کاری تقسیم شده است تحلیل روی این دو قسمت انجام شده است در صورتی که شاید بعضا روزهای هر قسمت با هم تفاوت قابل توجه داشته باشند برای مثال افرادی که چهارشنبه به مشهد سفر میکنند با افرادی که پنجشنبه سفر میکنند میانگین متفاوتی دارند.

۲- وابستگی میان افزایش تقاضا برای یک قطار در سایر قطارها نادیده گرفته شد به این معنا که در روند تحلیل، مقدار مازاد یا کمبود تقاضا برای هر قطار حساب شده و میانگین محاسبه شده و در پایان به نسبت کل عرضه به تعداد نمونه ها ضرب شده است که در اینصورت تاثیر افزایش ظرفیت یک قطار بر کاهش تقاضای دیگر قطارها نادیده گرفته شد.

۳- با استفاده از برازش خطی کمبود یا مازاد تقاضا محاسبه شده است که هر برازش خطای خود را خواهد داشت.

۴- کمبود داده ها و تعداد روز رصد کردن قطارها مخصوصا برای روزهای آخر هفته که بعضا از مدت بیشتر از دو هفته قبل از حرکت قطار پر میشوند تحلیل را دچار خطا میکند.

۵- مجموعه قطارهای مورد بررسی نیاز به جامع بودن دارد زیرا برای مثال قطارهای پنج ستاره و با هزینه بالاتر نسبت به قطارهای چهار ستاره با سرعت متفاوتی تکمیل میشوند که در این پروژه هزینه بلیط لحاظ نشده است.

۴ برنامه زمانی

مرحله	زمان تقریبی
مشورت و تعیین و تایید موضوع	۸ دی تا ۱۴ دی
برداشت داده ها	۱۴ دی تا ۲۲ دی
انجام تحلیل ها و تفسیر نتایج	۴ بهمن تا ۷ بهمن

۵ مراجع

- ۱- Alibaba.ir
- ۲- Rtx.civil.sharif.edu
- ۳- مطالب ارائه شده در کلاس قابلیت اعتماد، ریسک و تاب آوری