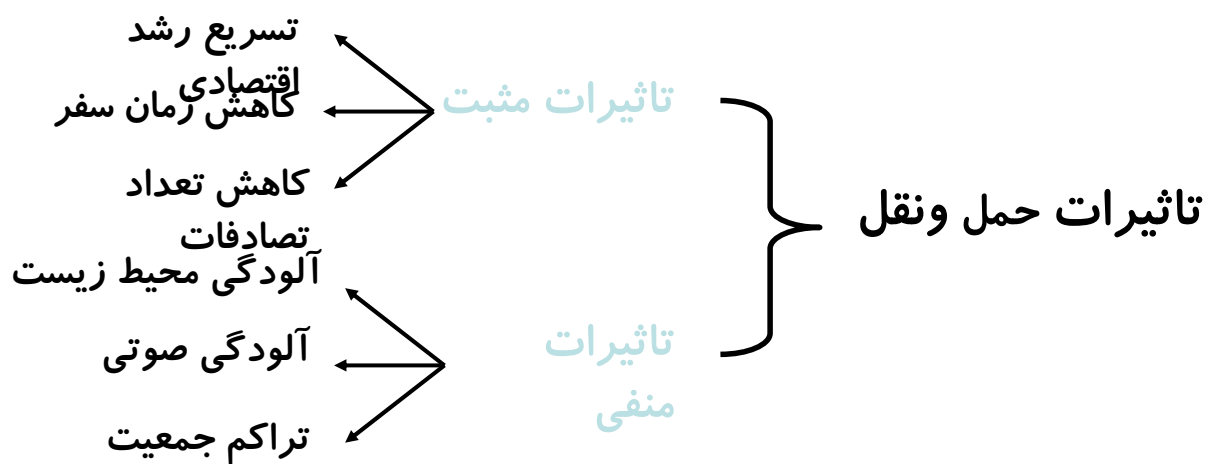


فصل اول

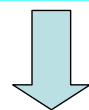
مقدمه ای دربرنامه ریزی حمل و نقل

مقدمه

از همان آغازین روزهای پیدایش انسان در این کره خاکی نیاز انسان به حمل و نقل بطور مستقیم و غیر مستقیم آشکار گردید . اینک انسان قرن حاضر با توجه به پیشرفت روزافزون فناوری احتیاج بیش از پیش را به حمل و نقل تکامل یافته و مدرن احساس میکند.



برنامه ریزی حمل و نقل



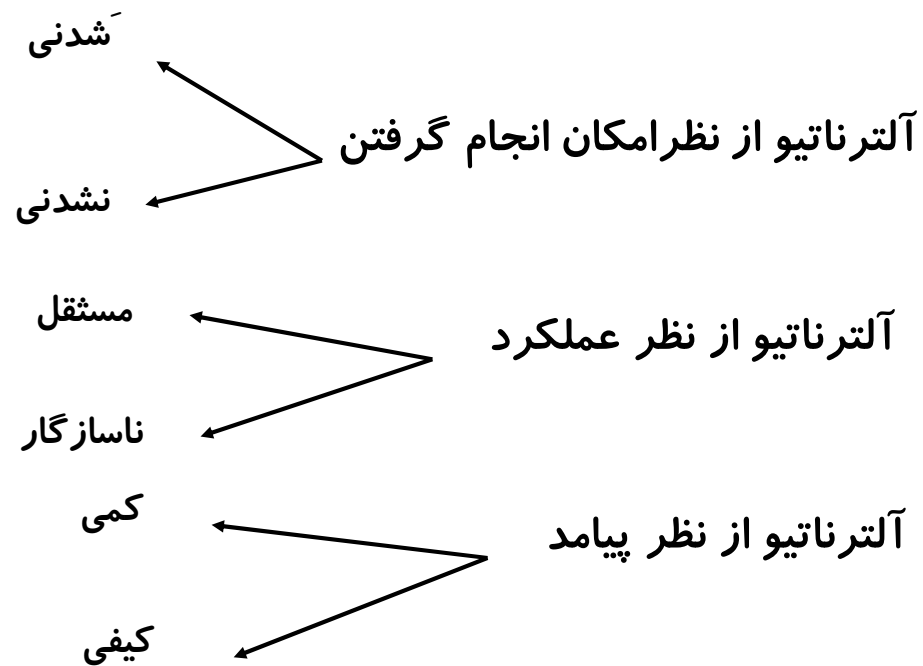
هدف - مجموعه ای از مقاصد و مطلوبیتهایی که برنامه ریزی در راستای رسید به آنها صورت می پذیرد



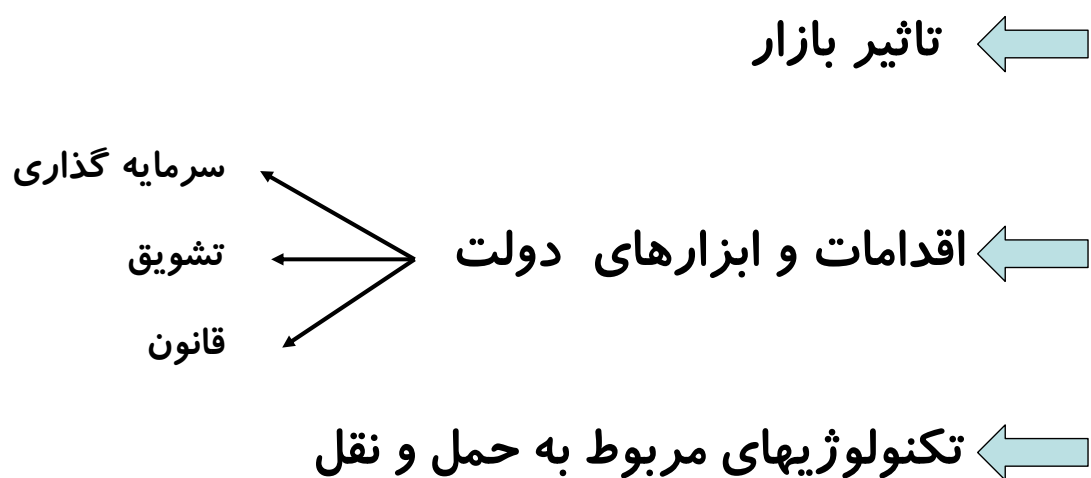
آلترناتیو - راههایی هستند که هر یک به نوعی ما را به هدف تعیین شده مورد

نظر می رساند

انواع آلترناتیو



عوامل مؤثر در تغییر سیستم حمل و نقل



بررسی کلی و اساسی دیدگاههای سیستم حمل و نقل



سیستمهای حمل و نقل و اجزای تشکیل دهنده آنها



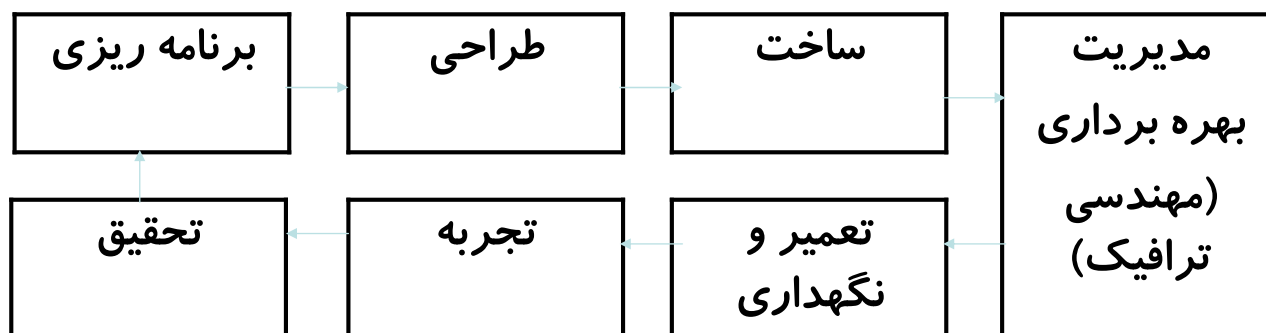
دسته بندی سیستمهای حمل و نقل وزیر سیستمهای اصلی حمل و نقل



سیستمهای حمل و نقل شهری



ارتباط بخشهای مختلف حمل و نقل با یکدیگر



سیستمهای حمل و نقل و اجزای تشکیل دهنده آنها



از این دیدگاه یک سیستم حمل و نقل شامل
قسمتهای تسهیلات ثابت ، نهادهای شناور و
سیستمهای کنترلی خواهد بود.

دسته بندی سیستمهای حمل و نقل و زیر سیستمهای اصلی حمل و نقل



حمل و نقل زمینی ، حمل و نقل هوایی ، حمل و نقل
آبی و حمل و نقل از طریق خط لوله

سیستمهای حمل و نقل شهری



معابر جمع و توزیع کننده منطقه ای (اصلی یا شریانی)

معابر جمع و توزیع کننده ناحیه ای

معابر جمع و توزیع کننده محلی

معابر دسترس پیاده
معابر عابرین پیاده

شبکه راههای شهری

PRT

LRT

METRO

SUBURBAN RAILWAY

سیستم راه آهن شهری

جدول ۱-۱- مشخصات برخی از سیستمهای راه آهن شهری^۱

مشخصات سیستمها	راه آهن سبک	مترو	راه آهن حومه
- مشخصات بهره برداری:			
حداکثر سرعت (کیلومتر در ساعت)	۷۰-۸۰	۸۰-۱۰۰	۸۰-۱۳۰
سرعت بهره برداری (کیلومتر در ساعت)	۲۰-۴۰	۲۵-۶۰	۴۰-۷۰
حداکثر تعداد قطار در هر ساعت	۴۰-۹۰	۲۰-۴۰	۳۰-۱۰۰
ظرفیت عملی (تعداد مسافر در هر ساعت)	۲۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۳۰,۰۰۰
قابلیت اعتماد (Reliability)	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد
- مشخصات قطارها- وسایل نقلیه:			
تعداد وسایل نقلیه برای هر قطار	۱-۴	۱-۱۰	۱-۱۰
طول هر وسیله نقلیه (متر)	۱۴-۳۲	۱۶-۳۲	۲۰-۲۶
تعداد مسافر برای هر وسیله نقلیه	۲۰۰	۲۵۰	۱۸۰
- تجهیزات ثابت:			
درصد مسیر انحصاری از کل مسیر	۴۰-۹۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰
ارتفاع سکوی ایستگاه	کم یا زیاد	زیاد	کم یا زیاد
- نحوه جمع آوری کرایه:			
داخل یا خارج از قطار	داخل یا خارج از قطار	خارج از قطار	داخل یا خارج از قطار
- ارتباطات سیستم:			
پوشش در مرکز شهر	خوب	متوسط	محدود
فاصله ایستگاهها (متر)	۳۰۰-۸۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
طول متوسط سفر	کوتاه یا طولانی	متوسط یا طولانی	طولانی

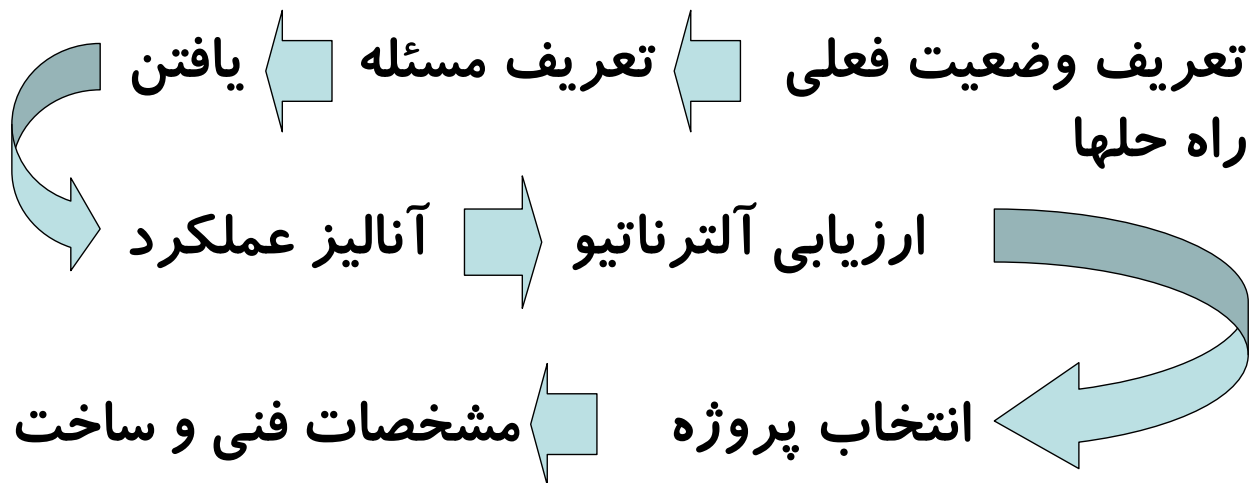
مشخصات برخی از سیستمهای راه آهن شهری

فصل دوم

برنامه ریزی در حمل و نقل

فرآیندهای برنامه ریزی حمل و نقل به دور از هرگونه
تعصب ، کاملاً واقع گرایانه میباشند و سعی دارند
اطلاعات مناسبی درباره تأثیرات اجرای پروژه های
حمل و نقل و بهره برداری از آنها بر جامعه و
استفاده کنندگان از آنها ارائه نمایند

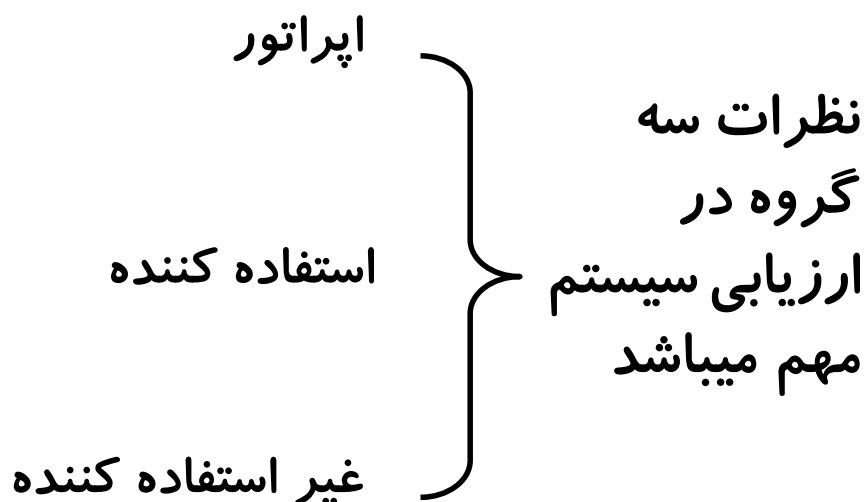
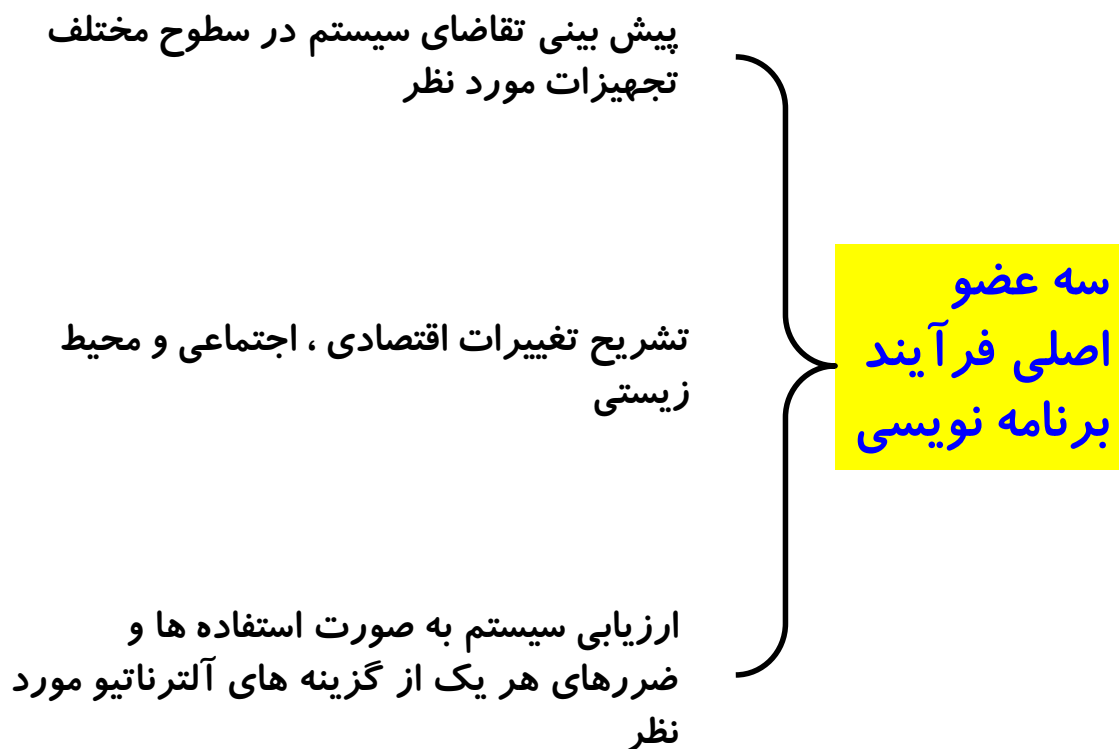
اجزای اساسی در برنامه ریزی حمل و نقل



انواع برنامه ریزی های حمل و نقل

برنامه ریزی کوتاه مدت و یا میان مدت ❌

برنامه ریزی بلند مدت و یا راهبردی ❌



یک برنامه حمل و نقل موفق طرحی است که بین نیازهای اپراتور و استفاده کنندگان و استفاده ها و ضررهای غیر استفاده کنندگان بتواند **تعادلی** برقرار نماید

لزوم پیدایش و استفاده از برنامه های کوتاه مدت (TSM)

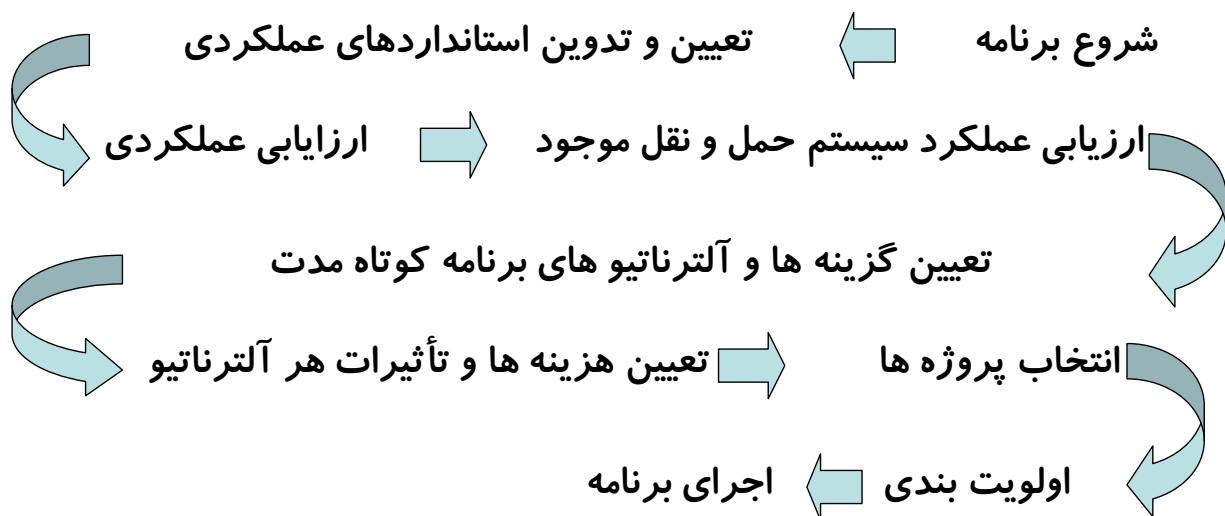
- ۱- برنامه های بلند مدت حالت کلی و سیستماتیک دارند
- ۲- امکان دارد پیش بینی های برنامه های بلند مدت اتفاق نیافتد
- ۳- بدلیل بلند بودن باعث بهبود اوضاع و رفع معضلات موجود نمی گردد
- ۴- برنامه های بلند مدت نیاز به تجهیزات جدید حمل و نقل دارد
- ۵- در برخی از موارد طرحهای راهبردی بلند مدت ، خود نیازمند اقدامات و برنامه ریزیهای کوتاه مدت میباشد

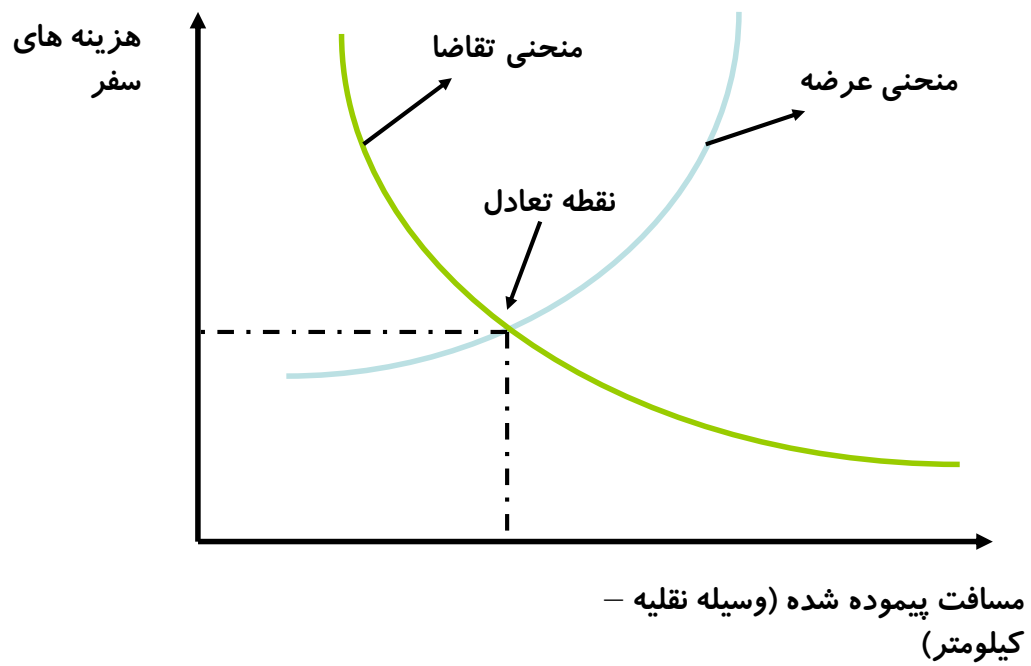
- ۶- برنامه های بلند مدت نیاز به سرمایه گذاریهای دراز مدت و گسترده دارد.
- ۷- سیستم های کنترلی برای طرحهای کوتاه مدت فعالتر و همراه با سازماندهی کمتر میباشد.
- ۸- چون برنامه کوتاه مدت با سرمایه و بودجه های نسبتا کمی اجرا میشود طبعاً دارای انعطاف بیشتری بوده و حتی میتواند بطور آزمایشی اجرا شوند.

فرایند برنامه ریزی های کوتاه مدت

بطور کلی هدف عمومی تکنیکهای مدیریت سیستم های حمل و نقل بهبود کارایی این سیستم ها یا دستیابی به عرضه بهتر با استفاده از تجهیزات موجود به منظور ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا می باشد.

مراحل اساسی شروع برنامه





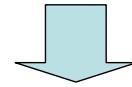
فصل سوم

مدل های پیش بینی

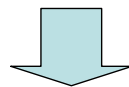
✓ پیش بینی جزئی از فرآیند کلی مدیریت تولید و برنامه ریزی می باشد. پیش بینی صحیح کمک می کند بتوان به تغییرات و نیازهای آینده سریعاً و به درستی پاسخ داد

سه مرحله برنامه نویسی و طراحی سیستم

پیش بینی تقاضای تجمعی

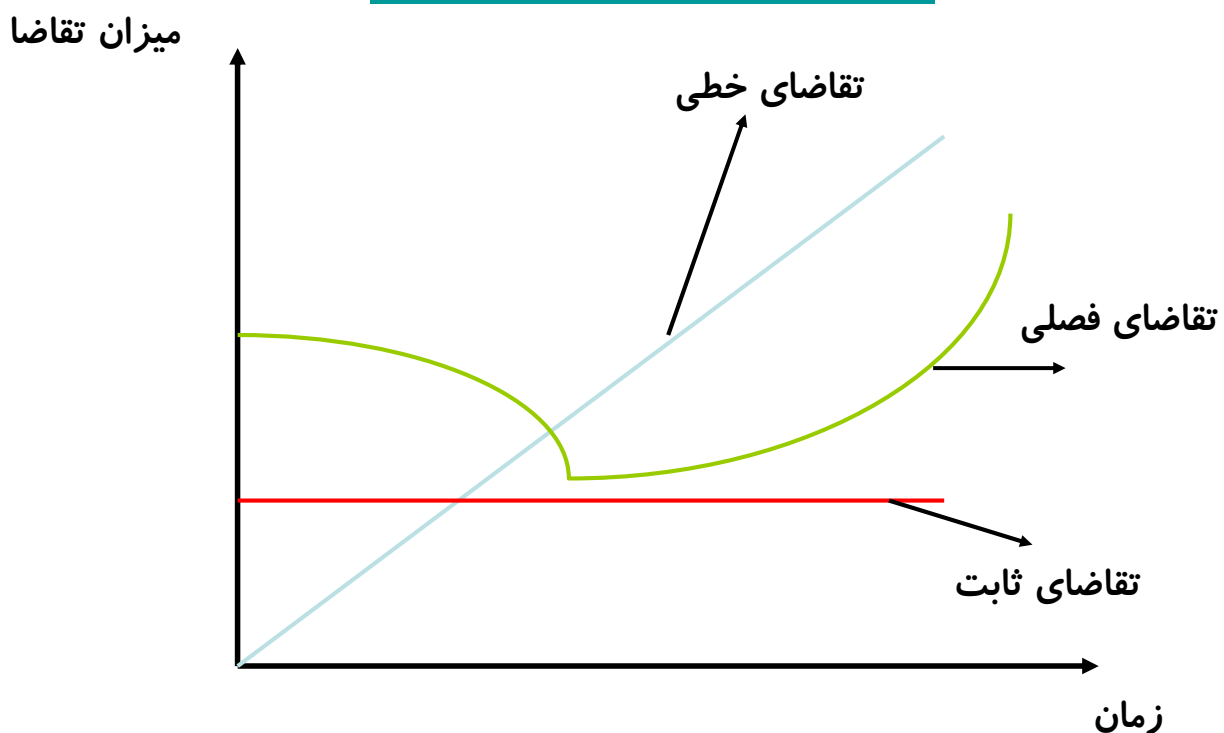


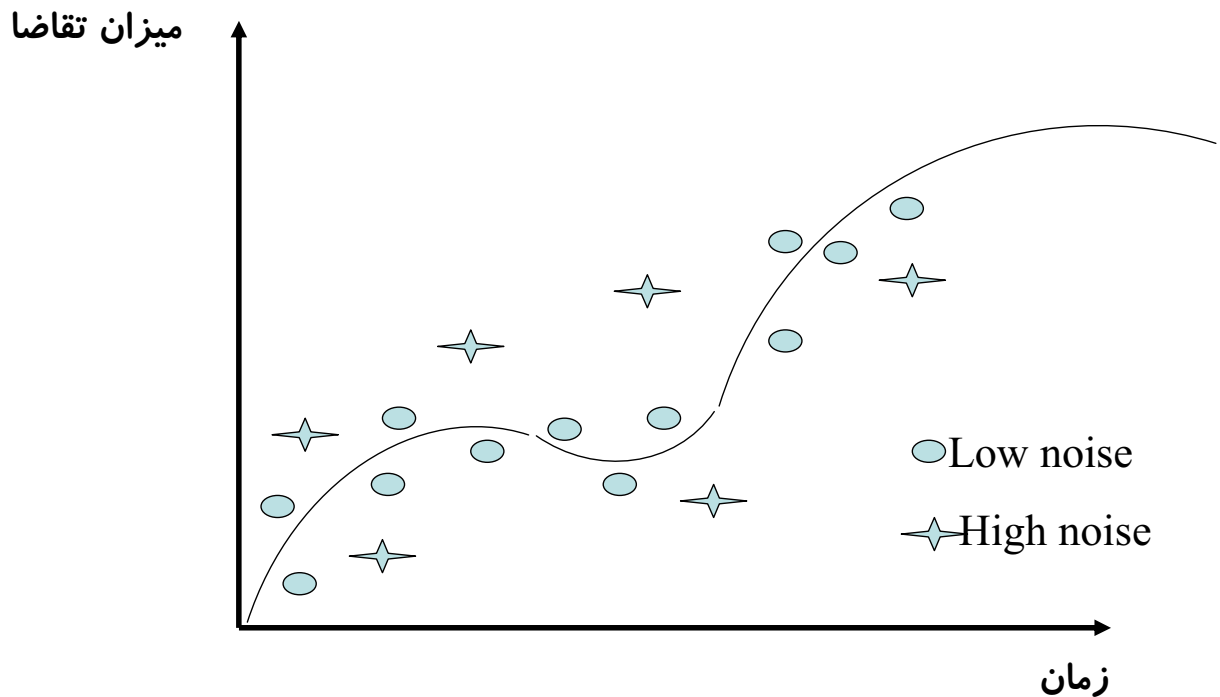
صورت کردن امکانات سیستم



کنترل نمودن سیستم

خصوصیات تقاضای طی زمان





خطای پیش بینی

Mean Absolute Deviation (MAD) •

$$\text{MAD} = \frac{|\text{مجموع خطاهای مطلق برای همه پریودها}|}{\text{تعداد پریودها}}$$

$$\text{BIAS} = \frac{(\text{مجموع خطاهای پیش بینی برای همه پریودها})}{\text{تعداد پریودها}}$$

BIAS تمایل در جهت خطاهای پیش بینی را نشان میدهد

خطای پیش بینی

Mean Square Error (MSE) •

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} = \frac{\sum \text{forecast errors}^2}{n}$$

Mean Absolute Percent Error • (MAPE)

$$MAPE = 100 \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|\text{actual}_i - \text{forecast}_i|}{\text{actual}_i}}{n}$$

یک تولید کننده قطعات خودرو پیش بینی تقاضا را برای نوع خاصی از قطعات به تعداد ۵۰۰۰ عدد در هر ماه برای یک دوره سه ماهه دارد. مقدار تقاضای حقیقی طی این سه ماهه به ترتیب ۴۰۰۰ و ۵۶۰۰ و ۷۰۰۰ میباشد **MAD** و **BIAS** را برای اطلاعات مذکور بدست آورید؟

مثال

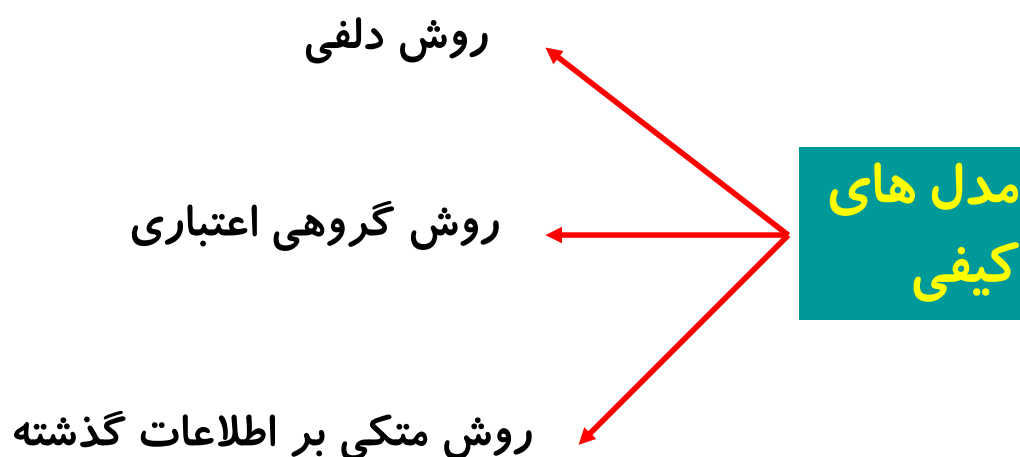
$$MAD = \frac{|5000 - 4000| + |5000 - 5600| + |5000 - 7000|}{3} = 1200$$

$$BIAS = \frac{(5000 - 4000) + (5000 - 6000) + (5000 - 7000)}{3} = -533$$

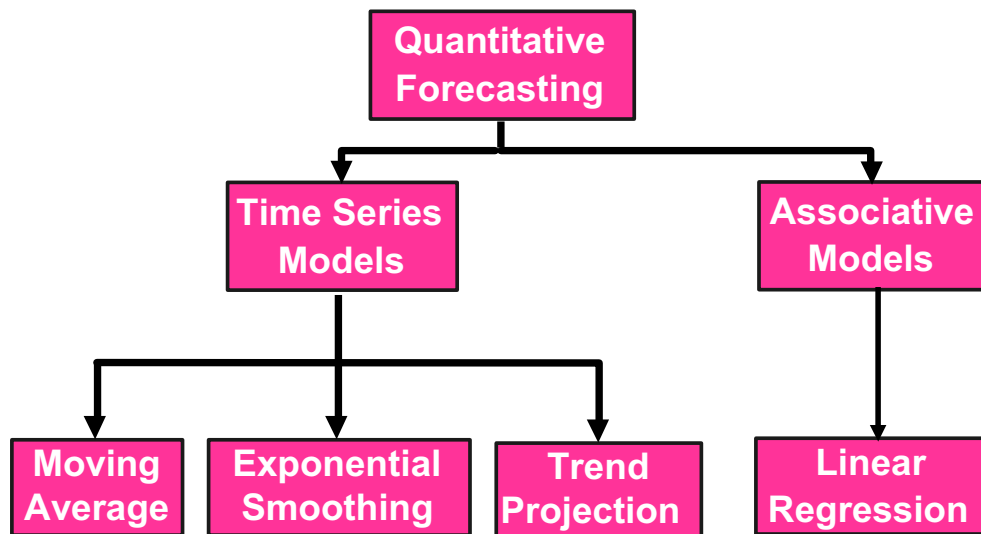
مدل های پیش بینی معمول

مدل های کیفی)

مدل های کمی)

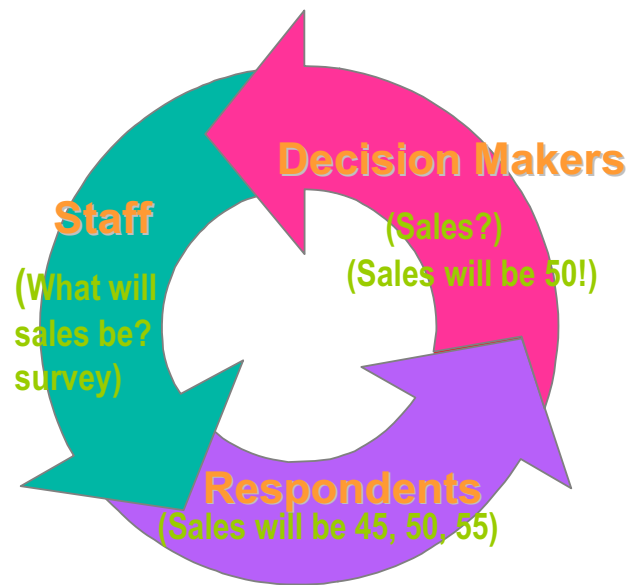


Quantitative Forecasting Methods (Non-Naive)



روش دلفی

۱. تشکیل گروهی از متخصصین داخل و خارج سازمان
 ۲. پاسخ به سوالات به صورت کیفی به شرح ذیل :
 - طرح سوالات از جانب هماهنگ کننده و پاسخ کیفی سوالات
 - جمع بندی پاسخ های دریافتی
 - ارایه سوالات جدید بر اساس جمع بندی سوالات قبلی و تجدید نظر در جواب سوالات قبلی در صورت صلاحدید
 - جمع بندی مجدد پاسخ های دریافتی و تکرار مراحل تا رضایت کامل از پیش بینی
- ❑ مزیت : ارتباط مستقیم و بدون واسطه
- ❑ مثال : موفقیت آمیز بودن این روش در پیش بینی تکنولوژیهای مخصوص انرژی خورشیدی برای سال ۲۰۰۰



روش گروهی اعتباری

۱. این روش شبیه روش دلفی است و هر کدام از افراد هیات میتوانند با بقیه مشورت کنند .
 ۲. تعداد افراد معمولاً بین ۷ تا ۱۰ نفر
 ۳. جمع ایده ها و یادداشت آنها روی تابلو مخصوص و جمع بندی آنها و انتخاب ۱۵ تا ۲۰ ایده
 ۴. اولویت بندی ایده ها با توجه به اهمیت
- مزیت : خلاقیت و رایحه جواب قابل قبول برای همه

روش متکی بر اطلاعات گذشته

۱. جمع آوری اطلاعات تاریخی مناسب در ارتباط با پیش بینی ها
۲. همانند دو روش قبل پس از ارایه نظرات متخصصین با تلفیق نظرات مشابه و بحث و گفتگو در مورد ایده های مناسب تر بهترین انتخاب میشود.



روش میانگین ساده SA و روش میانگین ساده متحرک SMA

$$SA = \frac{(\sum D_i)}{n}$$

$$SMA = \frac{\left(\sum_{i=1}^n D_i\right)}{n}$$

- D_i = تقاضای i امین دوره (وزن تقاضاها مساوی است)
- n = تعداد پریودهای موثر



✓ یک کارخانه یخچال سازی میزان تقاضا برای یک نوع کلمن مسافرتی راطی ۶ ماه به شرح زیر دارد. مقدار تقاضا را برای ماه ۷ با در نظر گرفتن تقاضای یک دوره ۶ ماهه / ۳ ماهه / ۱ ماهه بدست آورید؟

ماه	تقاضا
Jan	۲۰۰
Feb	۳۰۰
Mar	۲۰۰
Apr	۴۰۰
May	۵۰۰
June	۶۰۰
July	؟

$$SMA = (200 + 300 + 200 + 400 + 500 + 600) / 6 = 367$$

$$SMA = (400 + 500 + 600) / 3 = 500$$

$$SMA = 600$$

روش میانگین وزنی متحرک

$$WMA = \sum_{i=1} C_i D_i \quad , \quad 0 \leq C_i \leq 1 \quad , \quad \sum C_i = 1$$

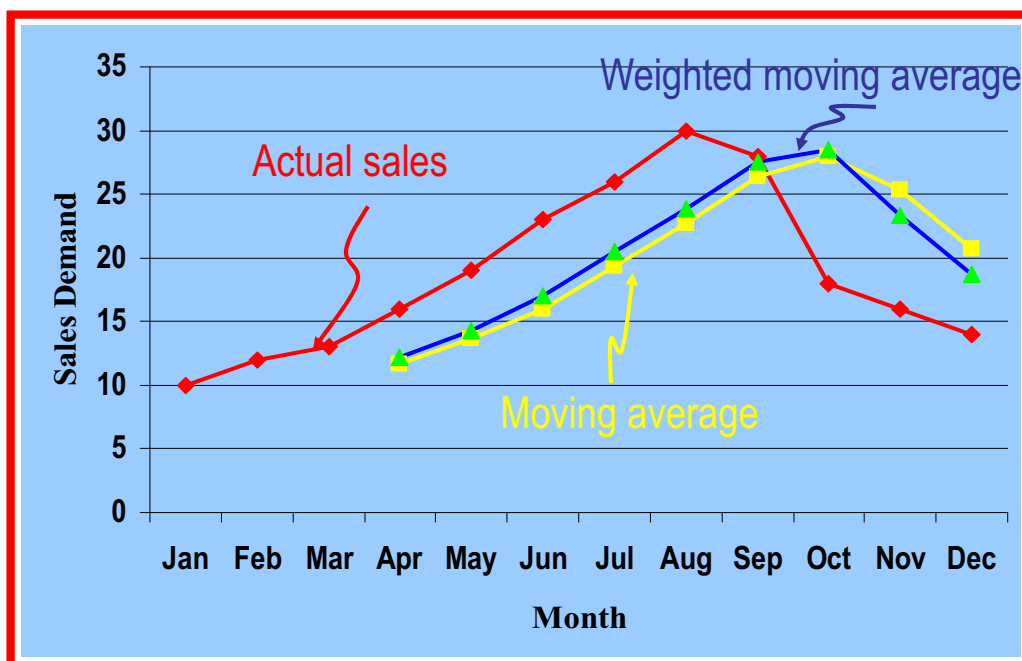
- این روش این امکان را میدهد که دوره های قدیمی را با وزن کمتر و دوره های جدیدتر را با وزن بیشتر در محاسبه تاثیر دهد و برای تقاضاهای اخیر دو برابر تقاضاهای دوره قبل وزن دهد.

مثال

✓ در مثال قبل پیش بینی تقاضا برای ماه آخر را با استفاده از تقاضای سه دوره آخر و با در نظر گرفتن وزن دو برابر برای دوره آخر بدست آورید؟

$$WMA = 0.25(400) + 0.25(500) + 0.5(600) = 525$$

یک مثال گرافیکی جهت مقایسه روشهای SA و WMA و مقادیر واقعی



روش نمایی یکنواخت (ES)

- اساس کار این روش برپایه وزن دادن به اطلاعات تقاضای گذشته بوده و الگوی این وزن دادن به شکل تابع نمایی است. تقاضاهای اخیر دارای وزن بیشتر و قدیمی ترها دارای وزن کمتری میباشند و ارزش گذاری تابع هندسی نزولی است.

$$F_i = \alpha D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^1 D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-3} + \alpha(1-\alpha)^3 F_{t-3}$$

- F_i = پیش بینی تقاضا برای دوره i ام
- $(1-\alpha)$ = ضریب تصاعد میباشد و مجموع باید برابر ۱ باشد
- D_{t-1} و D_{t-2} و D_{t-3} = به ترتیب تقاضای حقیقی دوره های ماقبل میباشد
- F_{t-3} = پیش بینی تقاضا برای قدیمی ترین دوره
- ضریب نمو $0 \leq \alpha \leq 1$
- n = تعداد اطلاعات

روش نمایی یکنواخت (ES)

- مراحل زیر جهت انتخاب مدل و محاسبه پارامتر توصیه میگردد:
- دسته بندی اطلاعات : ۱- جهت فیت کردن اطلاعات و پارامترها ۲- جهت پیش بینی
 - انتخاب مقیاس اندازه گیری برای صحت پیش بینی (BIAS, MAD)
 - فرض یک مقدار برای α و پس از پیش بینی محاسبه مقدار خطا توسط MAD, BIAS و تکرار مقدار α تا ناچیز شدن خطا.

در ۸ محله قسمتی از شهر بالتیمور مقادیر مصرفی غلات به شرح زیر آمده است. به روش ES مقدار محله ۹ را پیش بینی کنید. در ضمن مقدار پیش بینی مرحله اول ۱۷۵ می باشد؟

$(\alpha = .10)$

Actual	Quarter
180	1
168	2
159	3
175	4
190	5
205	6
180	7
182	8
?	9

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Quarter	Actual	Forecast, F_t ($\alpha = .10$)
1	180	175.00 (Given)
2	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
3	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
4	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
5	190	$173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$
6	205	$173.36 + .10(190 - 173.36) = 175.02$
7	180	$175.02 + .10(205 - 175.02) = 178.02$
8	182	$178.02 + .10(180 - 178.02) = 178.22$
9	?	$178.22 + .10(182 - 178.22) = 178.58$

روش نمایی یکنواخت درجه اول

$$F_i = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad , \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

- F_i = پیش بینی تقاضا برای دوره بعدی
- $(1 - \alpha)$ = ضریب تصاعد میباید و مجموع باید برابر ۱ باشد
- D_{t-1} = تقاضای حقیقی برای آخرین دوره
- F_{t-1} = تقاضای پیش بینی شده برای آخرین دوره

روش نمایی یکنواخت دوگانه (DES)

- اگر روند آمار افزایشی و یا کاهشی باشد روش قبلی ارقام را به ترتیب کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی نشان میدهد و با کمک ضرایب محاسبه شده روش دوبل این روند اصلاح میگردد.
- مراتب حل مساله بدین صورت است که ارقام محاسبه شده از روش قبلی به جای ارقام واقعی در رابطه ذیل قرار داده و مجددا ارقام نمو محاسبه شده و در انتها ارقام بدست آمده از مرحله قبل را بمنظور نشان دادن روند موجود اصلاح میکنیم.

Forecast Effects of Smoothing Constant α

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha) A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Weights		
	Prior Period	2 periods ago	3 periods ago
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$	90%	9%	0.9%

روشهای فیت کردن اطلاعات

۱- روش انتخاب نقاط

۲- روش متوسط و معدل گیری

۱- روش انتخاب نقاط

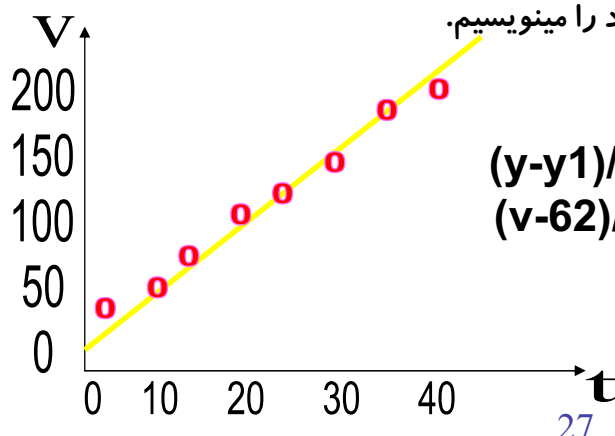
- در دستگاه مختصات دکارتی: ترسیم خطی که یا حداکثر نقاط را پوشش دهد یا بصورت بینابین عمل کند.

اطلاعات زیر از سرعت و زمان حرکت یک اتومبیل داده شده است با استفاده از روش انتخاب نقاط معادله تابع سرعت و زمان را بدست آورید؟

مثال

زمان (t)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
سرعت (v)	۲۴	۳۳	۶۲	۷۷	۱۰۵	۱۲۳	۱۵۱	۱۷۰	۱۸۸

با تعیین نقاط در دستگاه مختصات و سپس حرکت خط کش زوی صفحه دکارتی خطی که از حداکثر نقاط گذشته و یا اینکه حداقل یطوز متعادل از بین آنها عبور مینماید را رسم میکنیم و دو نقطه (۱۰ و ۶۲) و (۴۰ و ۱۸۸) را مشخص کرده معادله خطی که از نقاط فوق میگذرد را مینویسیم.



$$\frac{(y-y_1)}{(x-x_1)} = \frac{(y_2-y_1)}{(x_2-x_1)}$$

$$\frac{(v-62)}{(t-10)} = \frac{(188-62)}{(40-10)}$$

$$V = 4.2t + 20$$

۲- روش متوسط و معدل گیری { کمترین مجذورات (حداقل مربعات) }

- این روش بر پایه یک رابطه خطی بین دو متغیر وابسته و مستقل است که مقدار خطا را حداقل میکند.
- $e = y_i - y_i^e$
- $y_i = \text{اطلاعات حقیقی سال } i$
- $y_i^e = \text{اطلاعات تخمینی سال } i$

کمترین مجذورات خطا:

$$\min : \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^e)^2$$

$$y_i^e = \alpha + \beta x_i \quad \text{برای}$$

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)^2$$

پس از مشتق گیری نسبت به آلفا و بتا داریم:

$$\beta = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sum y_i - \beta \sum x_i}{n}$$

$$y_i^e = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \quad \text{و برای}$$

$$\sum y_i = \sum \alpha + \beta_1 \sum x_1 + \beta_2 \sum x_2$$

$$\sum x_1 y_i = \alpha \sum x_1 + \beta_1 \sum x_1^2 + \beta_2 \sum x_1 x_2$$

$$\sum x_2 y_i = \alpha \sum x_2 + \beta_1 \sum x_1 x_2 + \beta_2 \sum x_2^2$$

اگر جدول زیر در ارتباط با متغیرهای ساعت کارگر (x1) و مواد اولیه (x2) و هزینه بالاسری (y) در طول ۷ ماه برای یک کارگاه باشد معادله تخمینی را برای این اطلاعات بدست آورید؟



ماه	y	x ₁	x ₂	x ₁ y	x ₂ y	x ₁ x ₂	x ₁ ²	x ₂ ²
۱	۳/۱	۳/۹	۲/۹	۱۲/۰۷	۷/۴۴	۹/۳۶	۱۵/۲۱	۵/۷۵
۲	۲/۶	۳/۶	۲/۱	۹/۳۶	۵/۴۶	۷/۵۶	۱۲/۹۶	۴/۴۱
۳	۲/۹	۳/۸	۲/۳	۱۱/۰۲	۶/۶۷	۸/۷۴	۱۴/۴۴	۵/۲۹
۴	۲/۷	۳/۹	۱/۹	۱۰/۵۳	۵/۱۳	۷/۴۱	۱۵/۲۱	۳/۶۱
۵	۲/۸	۳/۷	۱/۹	۱۰/۳۶	۵/۳۲	۷/۰۳	۱۳/۶۹	۳/۶۱
۶	۳	۳/۹	۲/۱	۱۱/۷	۶/۳۰	۸/۱۹	۱۵/۲۱	۴/۴۱
۷	۳/۲	۳/۸	۲/۴	۱۲/۱۶	۷/۶۸	۹/۱۲	۱۴/۴۴	۵/۷۶
Σ	۲۰/۳	۲۶/۶	۱۵/۱	۷۷/۲	۴۴	۵۷/۴	۱۰۱/۱	۳۲/۸

$$Y = -1.39563 + 0.74614 x_1 + 0.6769 x_2$$

$$\text{برای } y_i^e = \alpha_0 + \alpha_1 x_i + \alpha_2 x_i^2 :$$

$$\sum y_i = \sum \alpha_0 + \alpha_1 \sum x_i + \alpha_2 \sum x_i^2$$

$$\sum y_i x_i = \sum \alpha_0 x_i + \alpha_1 \sum x_i^2 + \alpha_2 \sum x_i^3$$

$$\sum y_i x_i^2 = \sum \alpha_0 x_i^2 + \alpha_1 \sum x_i^3 + \alpha_2 \sum x_i^4$$

- برای تعیین شدت میزان رابطه بین متغیرهای مطرح شده در مدل رگریشن از این ضریب استفاده میشود.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_k y_k - \sum_{i=1}^n x_k \sum_{i=1}^n y_k}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_k^2 - (\sum_{i=1}^n x_k)^2)(n \sum_{i=1}^n y_k^2 - (\sum_{i=1}^n y_k)^2)}}$$

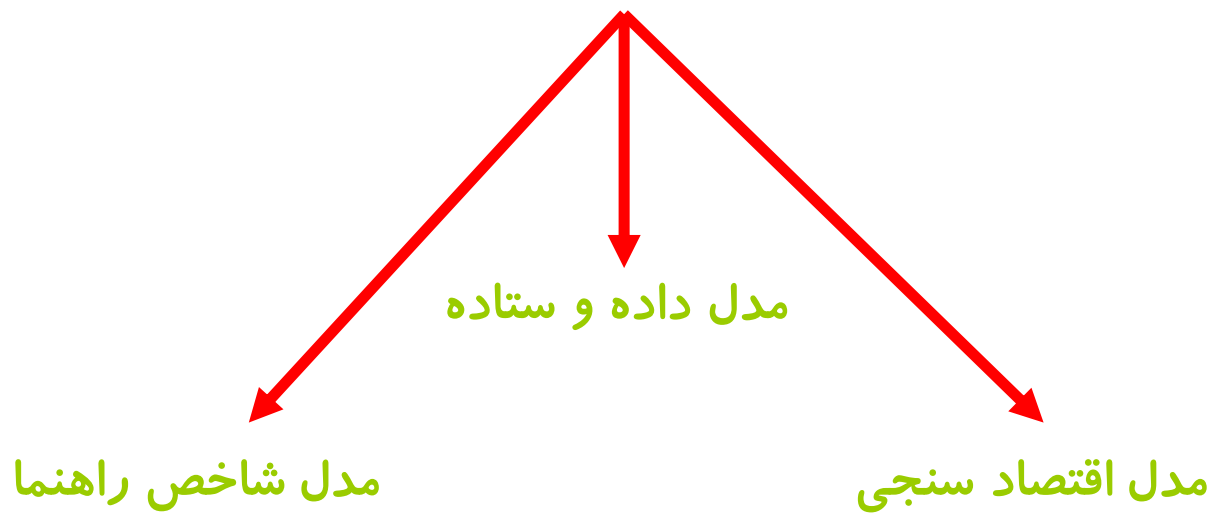
- اگر رابطه بین X و Y مستقیم باشد : $0 < r < 1$
- اگر رابطه بین X و Y غیر مستقیم باشد : $-1 < r < 0$

زمانیکه سنجش شدت و جهت رابطه بین سه متغیر مد نظر باشد:

$$R = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 r_{yz}^2 - 2r_{xy} r_{yz} r_{zx}}{1 - r_{xz}^2}}$$

• r_{xy} ضریب همبستگی بین y و X است.

سایر مدل های پیش بینی



چهارم فصل

پیش بینی سفر فرآیندهای و سازی مدل در مهندسی حمل و نقل

Travel Forecasting Process

صفحه اصلی

فهرست مطالب :

➤ مدل‌های تولید سفر

➤ مدل‌های توزیع سفر

➤ مدل‌های تفکیک سفر

➤ مدل‌های تخصیص سفر

مدلهای تولید سفر

- مدلهای عامل رشد 
- مدلهای رگریشن چند گانه 
- مدل طبقه بندی عرضی 

صفحه اصلی

مدلهای توزیع سفر

- مدل ضریب رشد یکنواخت 
- مدل ضریب رشد متوسط 
- مدل ضریب رشد دترویت 
- مدل فراتر 
- مدل جاذبه یا مدل ثقلی 
- روش برنامه ریزی خطی 

صفحه اصلی

مدلهای تفکیک سفر

مدلهای تفکیک طریق سفر تبادلی

مدل تبادلی تفکیک طرق سفر 

مدل تخمین و برآورد سریع سفرهای درون شهری 

مدلهای انتخاب

مدل لوجیت 

مدل لوجیت چند گانه 

صفحه اصلی

مدلهای تخصیص سفر

روش تخصیص همه یا هیچ 

روش منحنی انحراف 

روش تخصیص با محدودیت ظرفیتی 

روشهای احتمالی محض 

مدل TRC 

صفحه اصلی

مدلهای تولید سفر

مدلهای عامل رشد

$$T_i = F_i \cdot t_i$$

T_i : تعداد سفرهای آینده ناحیه i

t_i : تعداد سفرهای فعلی ناحیه i

F_i : عامل رشد (وابسته به متغیرهایی مانند جمعیت ، درآمد و مالکیت وسیله نقلیه)

$$F_i = \frac{f(P_i^d, I_i^d, C_i^d)}{f(P_i^c, I_i^c, C_i^c)}$$

P_i^d, P_i^c : جمعیت در سال پایه و در سال طراحی

I_i^d, I_i^c : درآمد در سال پایه و در سال طراحی

C_i^d, C_i^c : مالکیت وسیله نقلیه در سال پایه و در سال طراحی

صفحه اصلی

مثال

ناحیه ای دارای ۳۰۰ خانوار با یک وسیله نقلیه و ۳۰۰ خانوار بدون وسیله نقلیه

نرخ متوسط تولید سفر در هر یک از دو گروه به صورت زیر :

- هر خانوار با وسیله نقلیه ، ۶ سفر در روز تولید می کند.

- هر خانوار بدون وسیله نقلیه ، ۲/۵ سفر در روز تولید می کند.

$$t_{ij} = (2.5 * 300) + (6 * 300) = 2550 \quad \text{سفر در هر روز}$$

$$F_i = C_i^d / C_i^c = 1 / 0.5 = 2 \quad \text{عامل رشد}$$

$$T_i = F_i \cdot t_i = 2 * 2550 = 5100 \quad \text{تعداد سفرهای آینده در هر روز}$$

$$T_i = (300 * 2) * 6 = 3600 \quad \text{تعداد سفرهای آینده با روش دیگر}$$

$$(5100 - 3600) / 3600 = 0.416 = 41.6\% \rightarrow 42\%$$

صفحه اصلی

🚩 مدل‌های تولید سفر

🎯 مدل‌های رگریشن چند گانه

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n$$

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$:

متغیرهای مستقل مانند درآمد خانوار، مالکیت وسیله نقلیه و تعداد وسایل نقلیه خانوار، اندازه خانوار و ...

$b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$:

ضرایب متغیرهای مستقل (از آنالیز همبستگی بدست می آیند.)

صفحه اصلی

🚩 مدل‌های توزیع سفر

⊕ مدل ضریب رشد یکنواخت

$$T_{ij} = F \cdot t_{ij}$$

T_{ij} : حجم سفرهای ردوبدل شده بین دو ناحیه در زمان آینده

t_{ij} : حجم سفرهای ردوبدل شده بین دو ناحیه در زمان حال

F_i : ضریب رشد برای کل ناحیه تحت مطالعه (یا تمامی شهر)

صفحه اصلی

مثال

حجم سفرهای موجود بین دو ناحیه ۳ و ۸ از یک شهر در حال حاضر برابر با ۴۲۰ سفر در روز و ضریب رشد یکنواخت شهر در ۲۰ سال آینده برابر با ۱/۶۵ محاسبه شده است.

حجم سفرهای بین دو ناحیه ۳ و ۸ در ۲۰ سال آینده :

$$T_{3,8} = t_{3,8} \times F = 420 \times 1.65 = 693 \quad \text{سفر در روز}$$

صفحه اصلی

مدلهای توزیع سفر

مدل ضریب رشد متوسط

$$T_{ij} = t_{ij} \frac{F_i + F_j}{2}$$

T_{ij} : حجم سفرهای ردوبدل شده بین دو ناحیه در زمان آینده

t_{ij} : حجم سفرهای ردوبدل شده بین دو ناحیه در زمان حال

F_i : ضریب رشد برای کل ناحیه تحت مطالعه (یا تمامی شهر)

صفحه اصلی



حجم سفرهای موجود بین دو ناحیه ۳ و ۸ از یک شهر در حال حاضر برابر با ۴۲۰ سفر در روز و ضریب رشد در ۲۰ سال آینده برابر با ۱/۵ و ۲/۷ محاسبه شده است.

حجم سفرهای بین دو ناحیه ۳ و ۸ در ۲۰ سال آینده :

$$T_{3,8} = t_{3,8} \times (F_3 + F_8) / 2 = 420 \times (1.5 + 2.7) / 2 = 882$$

سفر در روز

صفحه اصلی

مدهای توزیع سفر

مدل ضریب رشد دترویت

$$T_{ij} = t_{ij} \frac{F_i \times F_j}{F_{average}}$$

T_{ij} : حجم سفرهای ردوبدل شده بین دو ناحیه در زمان آینده

t_{ij} : حجم سفرهای ردوبدل شده بین دو ناحیه در زمان حال

F_j, F_i : ضریب رشد برای دو ناحیه خاص

$F_{average}$: متوسط ضرایب رشد برای تمام نواحی موجود در منطقه مطالعاتی (یا همه ناحیه های شهر)

$$\Rightarrow \sum T_{ij} = F_i \sum_{All j} t_{ij}$$

تکرار

صفحه اصلی

مدلهای توزیع سفر

مدل فراتر

$$T_{ij} = T_{ji}$$

$$T_{ij} = (t_i \cdot F_i) \frac{t_{ij} \cdot F_j}{\sum_i t_{ij} \cdot F_i}$$

T_{ij} : تعداد سفرهای پیش بینی شده از ناحیه i به ناحیه j برای سال طراحی

t_{ij} : تعداد کل سفرهای تولید شده فعلی از ناحیه i به ناحیه j

$$F_i = \sum_j T_{ij} / \sum_j t_{ij} \quad F_j, F_i : \text{ضرایب رشد اولیه برای نواحی } i, j$$

صفحه اصلی

مدلهای توزیع سفر

مدل جاذبه یا مدل ثقلی

شکل اولیه مدل

$$F_{12} = G \frac{M_1 \cdot M_2}{d_{12}^2}$$

$$T_{ij} = P_i \frac{A_i / d_{ij}^b}{(A_1/d_{14}^b) + (A_2/d_{12}^b) + \dots + (A_j/d_{ij}^b) + \dots + (A_n/d_{in}^b)}$$

T_{ij} : تعداد سفرهای تولید شده در منطقه i که به منطقه j جاذب می شوند

P_i : تعداد سفرهای تولید شده توسط منطقه i

A_j : تعداد سفرهای تولید شده توسط منطقه j

d_{ij} : فاصله بین منطقه i و منطقه j که معمولاً به صورت کل زمان مسافرت بین دو ناحیه منظور می شود

b : توان به صورت تجربی تعیین می شود و با توجه به شرایط کالیبره می گردد

شکل ریاضی دیگری از مدل جاذبه :

$$T_{ij} = P_i \frac{A_j \cdot F_{ij} \cdot K_{ij}}{\sum_j A_j \cdot F_{ij} \cdot K_{ij}}$$

T_{ij} : تعداد سفرهای تولید شده در منطقه j که به منطقه i جذب می شوند

P_i : تعداد سفرهای تولید شده توسط منطقه i

A_j : تعداد سفرهای تولید شده توسط منطقه j

K_{ij} : ضریبی برای تنظیم و در نظر گرفتن عوامل اجتماعی و اقتصادی موجود بین دو ناحیه (امکان مسافرت بین دو ناحیه)

F_{ij} : فاکتور زمان مسافرت که معمولاً به صورت عکس فاصله $(1/d_{ij}^b)$ و یا به صورت عکس زمان سفر $(1/t_{ij}^b)$ تعریف می شود

ادامه ...

تعاریف دیگر فاکتور یا تابع زمان مسافرت :

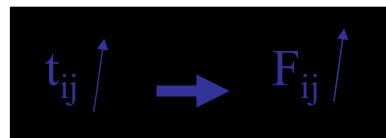
$$F_{ij} = 1 / t_{ij}^b$$

$$F_{ij} = 1 / d_{ij}^b$$

$$F_{ij} = at_{ij}^{-b}$$

$$F_{ij} = at_{ij} e^{-bt^2+ct+d}$$

$$F_{ij} = 1 / (a+bt_{ij})$$



مدل‌های توزیع سفر روش برنامه ریزی خطی

$$\text{Minimize } Z = \sum_i \sum_j T_{ij} \cdot d_{ij}$$

Z مجموع زمان سفر مسافرین بین زوجهای مبدا - مقصد در شبکه

$$T_{ij} \geq 0$$

T_{ij} تعداد سفرهای مبدا - مقصد

$$O_i \geq 0$$

d_{ij} مقدار بازدارندگی بین مبدا و مقصد

$$D_j \geq 0$$

$$\sum_i O_i = \sum_j D_j$$

صفحه اصلی

مدل‌های تفکیک سفر


 مدل تبادلی تفکیک طرق سفر

در این مدل انتخاب وسیله سفر توسط سفرکننده تابعی از
 چهار متغیر در نظر گرفته می شود :

زمان نسبی سفر

هزینه نسبی سفر

وضعیت اقتصادی سفرکننده

سرویس نسبی سفر

زمان نسبی سفر

زمان نسبی سفر

$$TTR = \frac{\text{کل زمان سفر ، در سفر با وسیله نقلیه حمل و نقل عمومی}}{\text{کل زمان سفر ، در سفر به وسیله نقلیه شخصی}}$$



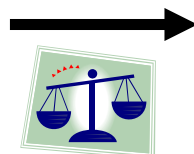
$$TTR = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{X_6 + X_7 + X_8}$$

ادامه ...

- X_1 زمانی که سفرکننده در داخل وسیله حمل و نقل عمومی قرار دارد
- X_2 زمان انتقال از یک وسیله نقلیه عمومی به یک وسیله نقلیه عمومی دیگر
- X_3 زمان انتظار برای رسیدن وسیله نقلیه عمومی به ایستگاه
- X_4 زمان پیاده روی تا رسیدن به ایستگاه وسیله حمل و نقل عمومی
- X_5 زمان پیاده روی از ایستگاه وسیله حمل و نقل عمومی تا مقصد نهایی
- X_6 زمان رانندگی در اتومبیل شخصی
- X_7 زمان پارک کردن اتومبیل شخصی در پارکینگ مقصد
- X_8 زمان پیاده روی از محل پارکینگ تا مقصد نهایی

$$TTR = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{X_6 + X_7 + X_8}$$

$$\begin{cases} TTR < 1 \\ TTR > 1 \end{cases}$$



سفر با وسیله نقلیه عمومی مناسبتر است
سفر با وسیله نقلیه شخصی مناسبتر است

هزینه نسبی سفر

هزینه نسبی سفر

$$CR = \frac{X_9}{(X_{10} + X_{11} + 0.5X_{12}) / X_{13}}$$

X_9 کرایه سفر با وسیله حمل و نقل عمومی (هزینه تهیه بلیط)

X_{10} هزینه سوخت (هزینه بنزین اتومبیل)

X_{11} هزینه تعویض روغن و هزینه های مشابه برای اتومبیل شخصی

X_{12} هزینه پارکینگ در مقصد برای اتومبیل شخصی

X_{13} متوسط تعداد سرنشینان اتومبیل شخصی

ادامه ...

وضعیت و شرایط اقتصادی سفرکننده

EC → میانگین درآمد سالیانه فرد سفرکننده



سرویس نسبی سفر

سرویس نسبی سفر

$$L = \frac{X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{X_7 + X_8}$$

X_2 زمان انتقال از یک وسیله نقلیه عمومی به یک وسیله نقلیه عمومی دیگر

X_3 زمان انتظار برای رسیدن وسیله نقلیه عمومی به ایستگاه

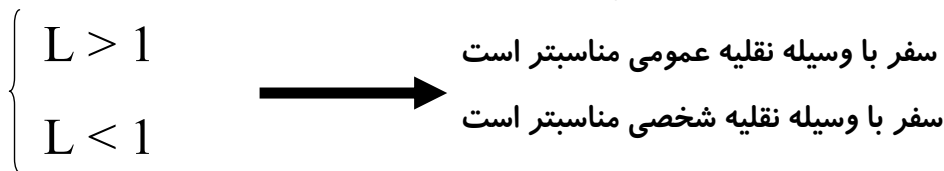
X_4 زمان پیاده روی تا رسیدن به ایستگاه وسیله حمل و نقل عمومی

X_5 زمان پیاده روی از ایستگاه وسیله حمل و نقل عمومی تا رسیدن به مقصد نهایی

X_6 زمان رانندگی در اتومبیل شخصی

X_7 زمان پارک کردن اتومبیل شخصی در پارکینگ مقصد

X_8 زمان پیاده روی از محل پارکینگ تا مقصد نهایی



ادامه ...

$CR_1 = 0 \text{ TO } 0.5$

$CR_2 = 0.5 \text{ TO } 1.0$

$CR_3 = 1.0 \text{ TO } 1.5$

$CR_4 = 1.5 \text{ TO } \dots$

تفسیر کلی نتایج :

$EC_1 = 0 \text{ TO } 3100 \text{ \$/YEAR}$

$EC_2 = 3100 \text{ TO } 4700 \text{ \$/YEAR}$

$EC_3 = 4700 \text{ TO } 6200 \text{ \$/YEAR}$

$EC_4 = 6200 \text{ TO } 7500 \text{ \$/YEAR}$

$EC_5 = 7500 \text{ TO } \dots \text{ \$/YEAR}$

$L_1 = 0 \text{ TO } 1.5$

$L_2 = 1.5 \text{ TO } 3.5$

$L_3 = 3.5 \text{ TO } 5.5$

$L_4 = 5.5 \text{ TO } \dots$

مدلهای تفکیک سفر

مدل تخمین و برآورد سریع سفرهای درون شهری QRS

$$MS_t = \frac{I_{ijt}^{-b}}{I_{ijt}^{-b} + I_{ija}^{-b}} \times 100$$

$$MS_a = (1 - MS_t) \times 100$$

$$MS_t = \frac{I_{ijt}^b}{I_{ijt}^b + I_{ija}^b} \times 100$$

MS_t نسبتی از سفرهای بین دو ناحیه با استفاده از حمل و نقل عمومی (بر حسب درصد)

MS_a نسبتی از سفرهای بین دو ناحیه با استفاده از وسیله نقلیه شخصی (بر حسب درصد)

I_{ijm} ارزش بازدارندگی سفر بین دو ناحیه به وسیله طریق سفر m

b ارزشی است که به هدف سفر بستگی دارد

$m=a$ → وسیله نقلیه شخصی
 $m=t$ → وسیله حمل و نقل عمومی

ادامه ...

ارزش بازدارندگی

$$I_{ijm} = \{ \text{زمان سپری شده در وسیله نقلیه (بر حسب دقیقه)} \} + \{ 2/5 \text{ برابر} \\ \text{زمان اضافی (بر حسب دقیقه)} \} + \{ 3 \text{ برابر هزینه سفر تقسیم بر} \\ \text{درآمد (بر حسب دقیقه)} \}$$

آمار مورد نیاز برای استفاده از مدل و تخمین انتخاب طرق سفر :

فاصله بین نواحی برای سفر به وسیله حمل و نقل عمومی و سفر با وسیله نقلیه شخصی

هزینه یا کرایه حمل و نقل عمومی

هزینه وسیله نقلیه شخصی (شامل هزینه های مختلف وسیله)

هزینه پارکینگ

متوسط سرعت برای وسیله نقلیه شخصی و سیستم حمل و نقل عمومی

مقدار b (این مقدار عملاً بین ۱/۸ تا ۲/۰ می باشد.)

درآمد (میان آماری درآمد)

زمان اضافی: زمان اضافی شامل زمان لازم برای پیاده روی تا ایستگاه وسیله نقلیه عمومی، زمان انتظار تا رسیدن وسیله، زمان تغییر خط (تغییر وسیله نقلیه عمومی)، زمان پارک وسیله شخصی و ... می باشد.

در این مدل معمولاً سالیانه معادل ۱۲۰,۰۰۰ دقیقه کاری در نظر گرفته می شود

سفرهای بین دو ناحیه آمارگیری شده است و درآمد سالیانه بر اساس میانه آماری درآمد برابر با ۱,۲۰۰,۰۰۰ تومان می باشد. تفکیک طرق سفر بین وسیله نقلیه شخصی و عمومی :



نوع اطلاعات موجود	برای وسیله نقلیه شخصی	برای وسیله نقلیه عمومی
فاصله (کیلومتر)	10	8
هزینه در هر کیلومتر (تومان)	15	10
مجموع زمانهای خارج از وسیله (دقیقه)	5	8
هزینه پارکینگ (تومان)	150	-
متوسط سرعت (کیلومتر در ساعت)	30	20
ارزش مربوط به هدف سفر	b=2	

ادامه ...

$$I_{SDa} = 10 \cdot 60 / 30 + 2.5 \cdot 5 + 3(15 \cdot 10 + 15/2) / (1200000 / 120000) = 100$$

معادل دقیقه ای

$$I_{SDt} = 8 \cdot 60 / 20 + 2.5 \cdot 8 + 3(10 \cdot 8) / 10 = 68$$

معادل دقیقه ای

$$MS_a = (68)^2 / (68^2 + 100^2) \cdot 100 = 31.62\% \rightarrow 31.6\%$$

$$MS_t = (1 - 0.3162) \cdot 100 = 68.38\% \rightarrow 68.4\%$$

$$1240 \cdot 0.316 = 392$$

معادل دقیقه ای

$$1240 \cdot 0.684 = 848$$

معادل دقیقه ای

$$I_{SDa} = 66.25$$

$$I_{SDt} = 56$$

$$MS_a = 41.7\%$$

$$MS_t = 58.3\%$$



$$1240 \cdot 0.417 = 517$$

$$1240 \cdot 0.583 = 723$$

سفر با وسیله خصوصی

سفر با وسیله عمومی

$$U_X = \sum_{i=1}^n a_i \cdot X_i$$

U_X تابع مطلوبیت سفر X

n تعداد مشخصه های مورد نظر

A_i ضریب مشخصه i

X_i ارزش مشخصه i (مشخصه هایی مانند زمان سفر ، هزینه سفر و ...)

صفحه اصلی

به طور مثال در دو حالت حمل و نقل توسط وسایل نقلیه عمومی و T وسایل نقلیه شخصی A داریم :

احتمال انتخاب طریق سفر A
$$P(A) = \frac{e^{U_A}}{e^{U_A} + e^{U_T}}$$

برابری نسبی دو آلترناتیو
$$\frac{P(A)}{P(T)} = \frac{e^{U_A}}{e^{U_T}}$$

$$\ln \left[\frac{P(A)}{P(T)} \right] = U_A - U_T$$

صفحه اصلی

تابع مطلوبیت برای سفرهای بین دو ناحیه به صورت زیر کالیبره شده است و تعداد کل سفرها ۵۰۰۰ در روز است.



$$U_K = a_K - 0.025X_1 - 0.032X_2 - 0.015X_3 - 0.002X_4$$

U_K تابع مطلوبیت سفر K

X_1 زمان دسترسی و زمان پیاده روی (دقیقه)

X_2 زمان انتظار (دقیقه)

X_3 زمان صرف شده در وسیله نقلیه (دقیقه)

X_4 هزینه کلی سفر (تومان)

متغیر	X_1	X_2	X_3	X_4	a_k
A اتومبیل شخصی	5	0	20	100	$a_A = -0.12$
B اتوبوس محلی	10	15	40	50	$a_B = -0.56$

مطلوبیت هر یک از طرق
سفر = ؟

درصد و تعداد سفرهای انجام
شده بین دو ناحیه = ؟

ادامه ...

$$U_A = -0.12 - (0.025 \cdot 5) - (0.032 \cdot 0) - (0.015 \cdot 20) - (0.002 \cdot 100) = -0.745$$

$$U_B = -0.6 - (0.025 \cdot 10) - (0.032 \cdot 15) - (0.015 \cdot 40) - (0.002 \cdot 50) = -1.99$$

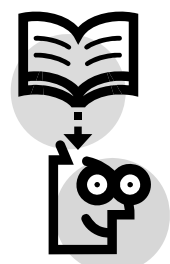
$$P(A) = e^{-0.745} / (e^{-0.745} + e^{-1.99}) = 0.7764 \longrightarrow 78\%$$

$$P(B) = 1 - P(A) = 0.2236 \longrightarrow 22\%$$

$$T_{ij}(A) = 5000 \cdot 0.78 = 3900 \quad \text{سفر در روز}$$

$$T_{ij}(B) = 5000 \cdot 0.22 = 1100 \quad \text{سفر در روز}$$

$$I_T = 1100 \cdot 50 = 55000 \quad \text{تومان}$$



مدلهای تفکیک سفر

مدل لجیت چند گانه

$$P(K) = \frac{e^{U_K}}{\sum_X e^{U_X}} \quad \text{نسبت سفرهای انجام شده توسط یک طریق سفر از بین چندین طریق سفر}$$

$$P(K) = \frac{U_K}{\sum_X U_X} \quad P_K^1 = \frac{P_K^0 \cdot e^{(V_K - V_K^0)}}{\sum_K P_K \cdot e^{(V_K - V_K^0)}}$$

P_K^1 قسمت جدیدی از سفرها که به وسیله طریق سفر K انجام می گیرد
 P_K^0 قسمت اولیه از سفرها که به وسیله طریق سفر K انجام می گیرد
 $(V_K - V_K^0)$ تغییرات در مطلوبیت استفاده از طریق سفر K

صفحه اصلی

مثال

سیستم حمل و نقل با سه طریق اتومبیل، اتوبوس و راه آهن با سهم های ۰/۴ و ۰/۴۵ و ۰/۱۵ با تابع مطلوبیت زیر می باشد. اگر تغییرات در تواتر سرویس اتوبوس و راه آهن باعث کاهش زمان انتظار قطار از ۱۰ دقیقه به ۷/۵ دقیقه و افزایش زمان انتظار اتوبوس از ۳ دقیقه به ۴ دقیقه شود، مطلوبیت سهم های جدید هر یک از طریقها.



$$(V_r - V_r^0) = -0.2(7.5 - 10) = 0.5$$

$$(V_b - V_b^0) = -0.2(4 - 3) = -0.2$$

$$(V_a - V_a^0) = 0$$

$$P_r^1 = 0.15e^{0.5} / (0.15e^{0.5} + 0.45e^{-0.2} + 0.4e^0) = 0.243 \rightarrow 24\%$$

$$P_b^1 = 0.45e^{-0.2} / (0.15e^{0.5} + 0.45e^{-0.2} + 0.4e^0) = 0.362 \rightarrow 36\%$$

$$P_a^1 = P_a^0 = 0.4 = 40\%$$

	سهم اتومبیل	سهم اتوبوس	سهم راه آهن
حالت اولیه	0.4	0.45	0.15
حالت دوم	0.4	0.36	0.24

صفحه اصلی

➤ مدل‌های تخصیص سفر

❖ روش تخصیص همه یا هیچ

ساده ترین روش تخصیص و انتخاب مسیر

فرضیات روش :

تراکم تاثیری در انتخاب مسیر ندارد
همه رانندگان عوامل یکسانی را برای انتخاب مسیر در نظر می گیرند
همه رانندگان هزینه یکسانی را برآورد می نمایند و در نتیجه در سفر از
یک مبدا به یک مقصد خاص ، مسیر مشترکی انتخاب می شود

فرضیات بالا در مورد شبکه های غیر متراکمی صحت دارد که در
آنها مسیرها به صورت آلترناتیوهای با هزینه های متفاوت وجود داشته
باشد.

صفحه اصلی

➤ مدل‌های تخصیص سفر

❖ روش منحنی انحراف

یکی از روابط پیشنهادی برای اسن روش :

$$P = 50 + \frac{50(d+0.5t)}{\sqrt{(d-0.5t)^2 + 4.5}}$$

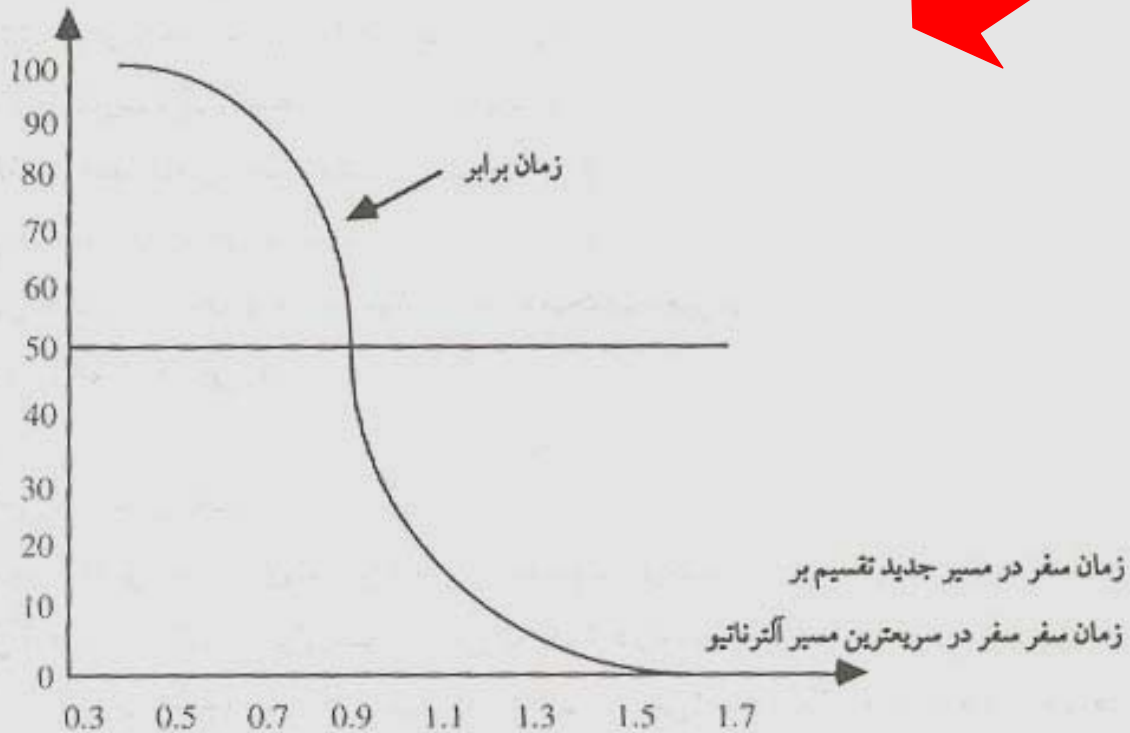
P درصد وسایل نقلیه انتقالی (جذب شده) به مسیر جدید

d فاصله کاهش یافته از طریق مسیر جدید بر حسب مایل

t زمان کاهش یافته از طریق مسیر جدید بر حسب دقیقه

صفحه اصلی

درصد سفرهای انتقال یافته به مسیر جدید



مثالی از یک منحنی فرضی. (درصد سفرهای انتقال یافته به مسیر جدید براساس زمان سفر.)

صفحه اصلی

مدلهای تخصیص سفر

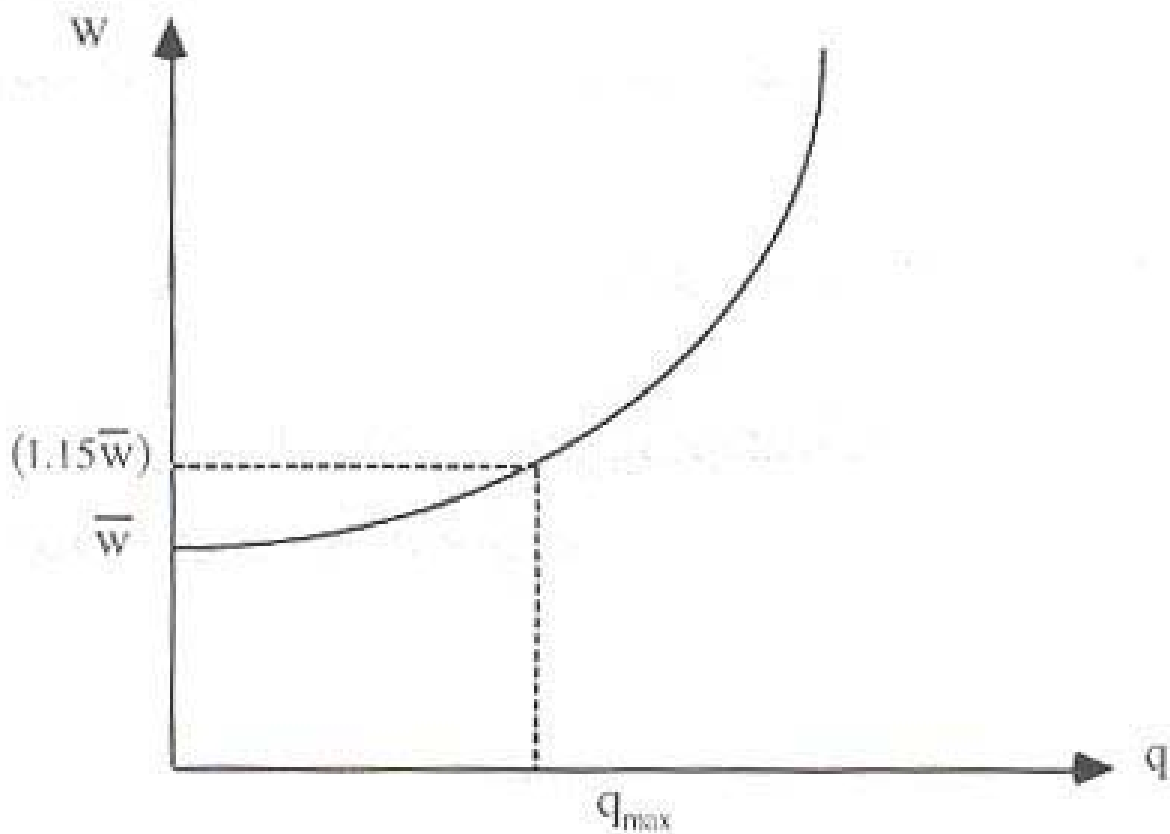
روش تخصیص با محدودیت ظرفیتی

$$W = \bar{w} \left[1 + 0.15 \left(\frac{q}{q_{\max}} \right)^4 \right]$$

W بازدارندگی یا هزینه کمان مورد نظر هنگامی که جریان برابر با q باشد
 $\bar{w}$ بازدارندگی یا هزینه کمان بدون تاثیر جریان (هنگامی که جریان آزاد در کمان مورد نظر وجود داشته باشد).

q جریان در کمان مورد نظر

$q_{\max}$ ظرفیت کمان مورد نظر



نمایش منحنی مربوط به تابع ظرفیت کمان .

صفحه اصلی

➤ مدل‌های تخصیص سفر

🔷 روش‌های احتمالی محض

P_{ij}^a نسبت سفرهای انجام گرفته از ناحیه i به ناحیه j و عبوری از کمان a

اگر سفر انجام شده از ناحیه i به ناحیه j از کمان a عبور کند $\leftarrow P_{ij}^a = 1/0$

$$P_{ij}^a = 0$$

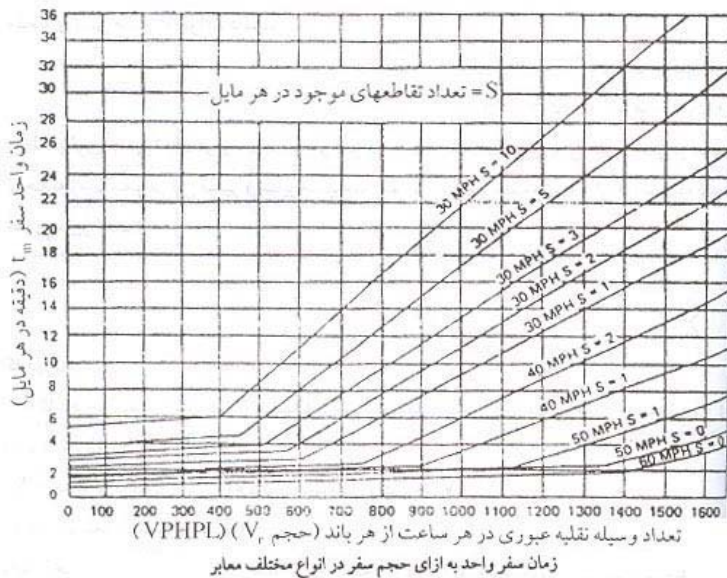
$$0 < P_{ij}^a < 1$$

➤ مدل‌های تخصیص سفر

♦ مدل TRC

وابستگی زمان سفر به حجم سفر ← تکرار پیش بینی حجم سفر

تا چهار مسیر مجزا بین دو منطقه قابل استفاده است.



نتایج حاصل از مطالعه و تعیین
حجم در معابر مربوط به ۸
تقاطع دارای چراغ راهنمایی در
شهر تورنتو

ادامه ...

$$t_r = t_{rc} + \frac{d(V_r + V_{rc})}{V_{rc}} \cdot L_r$$

t_r زمان سفر در مسیر r (دقیقه)

V_r حجم ترافیک در مسیر r (وسیله نقلیه در هر ساعت در هر باند)

V_{rc} حجم بحرانی مربوط به مسیر r (وسیله نقلیه در هر ساعت در هر باند)

t_{rc} زمان سفر واحد در حجم بحرانی (دقیقه بر مایل)

L_r طول مسیر r (مایل)

$$V_r < V_{rc} \rightarrow d=0.5$$

d پارامتر تاخیر (دقیقه بر مایل)

$$V_r > V_{rc} \rightarrow d=10$$

پیش بینی حجم سفر در مسیر با توجه به زمان سفر در این مسیر و سایر مسیرهای موجود بین دو منطقه :

$$V_r = \frac{1/t_r}{\sum_{r=1}^m 1/t_r} \cdot V$$

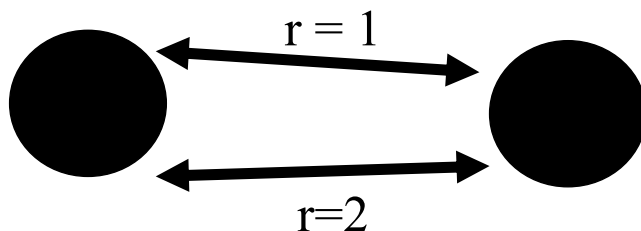
V کل سفر از منطقه r به منطقه r که از طریق همه مسیرهای موجود بین دو منطقه انجام می گیرد

V_r حجم ترافیک در مسیر r (همان واحد به کار رفته برای V)

t_r زمان سفر در مسیر r (دقیقه)

صفحه اصلی

مثال



شماره مسیر	تعداد خطوط	حدود سرعت_مایل در ساعت	تعداد تقاطع در هر مایل	طول مسیر به مایل	زمان سفر بحرانی_دقیقه بر مایل	حجم بحرانی سفر وسیله در هر ساعت در هر خط
1	1	30	1	2.5	3	600
2	1	50	1	1.5	2	1100

بین دو منطقه در هر روز ۱۲۰۰ سفر انجام می شود. مطلوبست تخصیص سفرها برای دو مسیر موجود.

$$t_1^0 = 2.5 * 3 = 7.5 \text{ min}$$

$$t_2^0 = 1.5 * 4 = 6 \text{ min}$$

$$V_1^1 = (1/7.5) / (1/7.5 + 1/6) * 1200 = 532 \quad \text{VPHPL}$$

$$V_2^1 = (1/7.5) / (1/7.5 + 1/6) * 1200 = 532 \quad \text{VPHPL}$$

$$d = 0.5$$

$$t_1^1 = [3 + 0.5(532-600)/600] * 3 = 8.82 \text{ min}$$

$$t_2^1 = [2 + 0.5(668-1100)/1100] * 4 = 7.20 \text{ min}$$

$$V_1^2 = (1/8.82) / (1/8.82 + 1/7.2) * 1200 = \underline{536} \quad \text{VPHPL}$$

$$V_2^2 = (1/7.2) / (1/8.82 + 1/7.2) * 1200 = \underline{664} \quad \text{VPHPL}$$

$$t_1^2 = [3 + 0.5(536-600)/600] * 3 = \underline{8.85} \text{ min}$$

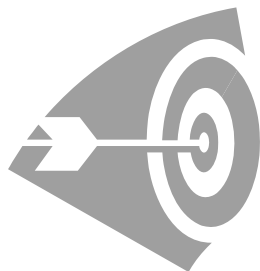
$$t_2^2 = [2 + 0.5(664-1100)/1100] * 4 = \underline{7.18} \text{ min}$$

$$t_1^2 - t_1^1 = 8.85 - 8.82 = 0.03 \text{ min} = 1.8 \text{ sec}$$

$$t_2^2 - t_2^1 = 7.20 - 7.18 = 0.02 \text{ min} = 1.2 \text{ sec}$$

صفحه اصلی

پایان



فصل پنجم

برنامه ریزی حمل و نقل عمومی

-5-1 مقدمه

برنامه ریزی حمل و نقل عمومی زیر مجموعه ای یک پارچه از کل برنامه ریزی حمل و نقل درون شهری است..

مسیرها و ترمینالهای حمل و نقل عمومی باید یک ساختار یکپارچه جهت انجام رفت و آمدهای روز افزون در منطقه مورد نظر را تشکیل دهند .

اهداف این برنامه ریزی ممکن است از بهبود خدمات فعلی تا ارائه یک طرح جامع از یک سیستم توسعه یافته جدید را شامل گردد.

برنامه ریزی بلند مدت (۱۵ ساله یا بیشتر) دارای هدف پیش بینی و یا تاثیر گذاری بر تحولات آینده در محدوده مورد نظر و تهیه ملزومات مورد نیاز برای برآورد تقاضای خدمات حمل و نقل عمومی می باشد .

برنامه ریزی کوتاه مدت (در طی یک پریرود زمانی ۵ ساله طرح و اجرا می شوند) ، معمولاً به منظور انجام برنامه های سریع اقدام و یا برنامه های ارتقا دهنده تکمیلی بکار گرفته میشود .

5-1-1- مراحل کلی برای انجام برنامه ریزی حمل و نقل عمومی

۱- تعیین و تعریف مقاصد و اهداف

تنها با استفاده و تکیه بر اهداف و مقاصد انعکاس یافته از جمعیت ، طرحهای حمل و نقل عمومی می توانند دارای کاربرد موفقیت آمیز در برآورده کردن نیازهای جامعه باشند .

۲- تعیین پتانسیل موجود برای حمل و نقل عمومی

بدین منظور باید با استفاده از بانکهای اطلاعاتی موجود در زمینه حمل و نقل عمومی ، پتانسیل های مربوط به حالتهای بالقوه و بالفعل تعیین گردند . بیشترین مطلوبیت در حالتی که از منابع اطلاعاتی صحیح موجود استفاده گردد ، حاصل خواهد شد .

۳- تجزیه و تحلیل تمایلات سفرها (شامل پیش بینی رسد سفرها)

تخمینهای فعلی متشکل از تمایلات سفرهای مربوط به حال حاضر و آینده و ارتباط این تمایلات با سیستم حمل و نقل عمومی پیشنهادی و سطوح سرویس مختلف آن می باشد .

فرموله کردن و ارزیابی سیستمهای آلترناتیو (سیستمهای جایگزین احتمالی) ۴-

بر مبنای تجزیه و تحلیل پتانسیلهای سرویس ، آلترناتیوهای جایگزین نیز در جهت رفع نیازها ، مورد توجه قرار میگیرند . هر یک از آلترناتیوهای جایگزین از نظر منافع و مخارج عمومی ، منافع اقتصادی جامعه ، سطح سرویس خدمات ، تاثیرات محیطی ، ملاحظات مالی و مقبولیت سیاسی ، مورد نقد و بررسی قرار می گیرند .

۵- انتخاب یکی از آلترناتیو های جایگزین جهت تجهیز

آخرین اقدام لازم ، تعیین یکی از سیستم های حمل و نقل عمومی جایگزین ، بر اساس تجزیه و تحلیل ها و دستورالعملهای تکمیل شده ، می باشد .

چون معمولاً در برنامه ریزی های مربوط به حمل و نقل عمومی بیشتر از برنامه های بلند مدت استفاده می شود ، در نتیجه ، مراحل مذکور بیشتر در قالب برنامه های بلند مدت ، طرح و اجرا می گردند .

5-2 ارزیابی عملکرد سیستم

در طی دهه های اخیر ، در صنعت حمل و نقل عمومی ، هزینه های عملیاتی به سرعت و به صورت فزاینده ای موجب تاکید بیشتر بر مدیریت پیشرفته و بکارگیری بهتر تجهیزات موجود شده است . معیارهای عملکرد یک سیستم حمل و نقل عمومی شامل ظرفیتی که سیستم عرضه می نماید ، کیفیت سرویس ارائه شده توسط سیستم ، نسبت منافع به مخارج و تاثیرات زیست محیطی می باشد . این معیارها نمای واضحی از چگونگی خدمات حمل و نقل ارائه شده به عموم در منقه تحت سزويس را ارائه می دهند.

5-2-1 شاخصهای عملکرد

عملکرد حمل و نقل عمومی معمولاً به صورت بازده بیان میگردند . بازده ، منابع ورودی از قبیل سرمایه و نیروی انسانی را به خروجی یعنی تعداد کل مسافران و مسافت طی شده توسط مسافران ارتباط می دهد .
کارایی و معیار مؤثر بودن : بطور ساده می توان گفت ، کارایی در ارتباط با انجام صحیح کارها و معیار مؤثر بودن در ارتباط با انجام کارهای صحیح می باشد .

شاخصهای مختلفی ، اهداف مختلف کارایی و مؤثر بودن حمل و نقل عمومی را توصیف می کند . برخی از این شاخصها جهت ارزیابی کل سیستم و یا عملکرد مسیرها بکار میروند و برخی دیگر تنها یک عمل خاص را انجام می دهند ، مثلاً فقط نگهداری را ارزیابی می نمایند .

این منابع عموماً دارای دو نوع کاربرد می باشند ، یکی کاربرد مدیریتی و دیگری کاربرد در سیاستگذاری عمومی .

کاربرد های عملکرد سیستم در مدیریت:

- 1- شناسایی اهداف عملکرد حمل و نقل عمومی جهت انجام امتحانات دقیق .
- 2- ارزیابی عملکرد زیر سیستمها .
- 3- ارزیابی عملکرد مسیر .
- 4- تسهیل نمودن مشارکت مدیریت و نیروی انسانی .

کاربردهای شاخصهای عملکرد سیستم برای سیاستگذاری عمومی:

- 1- سوق دادن سیاستگذاری عمومی به سمت حمل و نقل عمومی .
- 2- ارزیابی برنامه ها و تکنولوژی .
- 3- ارزیابی در مورد سرمایه گذاریهای عمومی .
- 4- تهیه مقدمات جهت عملکرد .

عنوان	ترکیب و ساخت (شکل فرمول)	شاخص
کارایی هزینه	<u>مجموع کل هزینه های عملیاتی</u> <u>کل درآمد هر وسیله نقلیه در هر مایل</u> <u>مجموع کل هزینه عملیاتی</u> <u>کل درآمد هر وسیله نقلیه در هر ساعت</u>	هزینه عملیاتی بر درآمد هر وسیله نقلیه در هر مایل * هزینه عملیاتی بر درآمد هر وسیله نقلیه در هر ساعت
بهره وری نیروی انسانی	<u>مجموع درآمدهای هر وسیله نقلیه در هر ساعت</u> <u>مجموع کل تعداد پرسنل شاغل در سیستم</u> <u>مجموع درآمدهای هر وسیله نقلیه در هر مایل</u> <u>مجموع کل تعداد پرسنل شاغل در سیستم</u>	درآمد هر وسیله نقلیه در هر ساعت بر تعداد پرسنل درآمد هر وسیله نقلیه در هر مایل بر تعداد پرسنل
مطابقت وسایل نقلیه سیستم	<u>مجموع درآمدهای وسایل نقلیه در هر مایل</u> <u>تعداد کل وسایل نقلیه</u> <u>مجموع کل درآمدهای وسایل نقلیه در هر ساعت</u> <u>مجموع کل درآمدهای وسایل نقلیه</u> <u>تعداد کل مسافریین</u> <u>تعداد کل وسایل نقلیه</u>	درآمد هر مایل برای هر وسیله نقلیه درآمد ساعتی هر وسیله نقلیه مجموع کل مسافران در هر وسیله نقلیه
کارایی (بازدهی) انرژی	<u>مجموع کل انرژی مصرف شده</u> <u>کل درآمد وسایل نقلیه در هر مایل</u> <u>مجموع کل انرژی مصرف شده</u> <u>کل درآمد وسایل نقلیه در هر ساعت</u> <u>معیار موثر بودن</u>	مصرف انرژی بر درآمد وسیله نقلیه در مایل مصرف انرژی بر درآمد وسیله نقلیه در ساعت
اندازد گیرهای مطلوبیت خدمات	<u>کل درآمد حاصل از فروش بلیط به مسافران</u> <u>کل درآمد وسیله نقلیه در هر مایل</u> <u>تعداد کل سفرهای مسافریین</u> <u>تعداد کل جمعیت منطقه تحت پوشش</u> <u>کل جمعیت منطقه گیرنده سرویس</u> <u>کل جمعیت تحت پوشش</u>	درآمد از مسافران بر درآمد وسیله نقلیه در مایل درآمد از مسافران بر جمعیت منطقه تحت پوشش درآمد جمعیت سرویس گیرنده
کیفیت خدمات (کیفیت سفر)	<u>کل سفرهای سر وقت (بموقع) انجام گرفته</u> <u>کل تعداد سفرها</u> <u>کل درآمد وسیله نقلیه در مایل</u> <u>کل مساحت منطقه تحت سرویس بر حسب مایل مربع</u> <u>موثر بودن / کارایی</u>	اعتبار و قابل اعتماد بودن سیستم درآمد وسیله نقلیه در مایل بر مساحت منطقه تحت سرویس بر حسب مایل مربع * موثر بودن / کارایی
حالتکام مالی	<u>کل درآمد های عملیاتی</u> <u>کل هزینه های عملیاتی</u> <u>کل هزینه های عملیاتی</u> <u>کل تعداد سفرهای انجام گرفته توسط مسافران</u> <u>کل هزینه های عملیاتی</u> <u>مجموع کل مایلهای سفر مسافران</u>	نسبت عملیاتی هزینه بر سفر مسافران هزینه بر مایل مسافر

برخی از شاخصهای عملکردی سیستم

5-2-2- معیارهای کارایی سیستم

5-2-2-1- کارایی هزینه

معیارهای کارایی هزینه نمایانگر هزینه عملیاتی سیستم می باشند. این معیارها عمدتاً از محیط عملیاتی و تغییرات بیشینه تا پایه پرید سفر با وسیله نقلیه تاثیر می پذیرند.

دو معیاری که عموماً بکار برده می شود عبارتند از نسبت هزینه عملیاتی به درآمد یا عایدی (وسیله نقلیه - مسافت (مایل)) و نسبت هزینه عملیاتی به درآمد یا عایدی (وسیله نقلیه - زمان (ساعت)).

اولین معیار، هزینه را به تعداد سرویس ارائه شده مربوط می نماید و تحت تاثیر زیاد سرعت عملیات می باشد. دومین معیار به نسبت یا نرخ هزینه عملیاتی، ساعات سرویس روزانه و تاثیر اتحادیه های کاری، بستگی دارد.

5-2-2-2- بهره وری نیروی انسانی (بازده نیروی کار)

معیارهای بازده نیروی کار شامل نسبت درآمد سالیانه (وسیله نقلیه - زمان (ساعت)) بر تعداد مستخدمین و نسبت درآمد سالیانه (وسیله نقلیه - مسافت (مایل)) بر تعداد مستخدمین و نسبت کل ساعات در معرض استفاده بودن بر ساعات پرداخت و تعداد سفرهای انجام گرفته توسط مسافران بر تعداد مستخدمین، می باشد.

دو معیار معمولتر عبارتند از نسبت درآمد یا عایدی سالیانه (وسیله نقلیه - زمان (ساعت)) بر تعداد مستخدمین، نسبت عایدی یا درآمد سالیانه (وسیله نقلیه - مسافت (مایل)) بر تعداد مستخدمین.

معیار نسبت کل ساعات در معرض استفاده بودن به ساعات پرداخت ، با ارزش ترین معیار زمانی برای بازده نیروی کار می باشد . اما اطلاعات لازم برای محاسبه این معیار در اغلب اوقات در دسترس نمی باشد . نسبت سفرهای مسافری به تعداد مستخدمین نیز اصولاً بیانگر سطوح سفر ارائه شده توسط حمل و نقل عمومی می باشد که خود تحت تاثیر چگالی جمعیت و ترکیب شهری می باشد .

3-2-2-5- مطلوبیت استفاده از وسایل نقلیه

معیارهای معمول شامل نسبت عایدی یا درآمد سالیانه هر مایل بر وسیله نقلیه ، و نسبت عایدی یا درآمد سالیانه در ساعت بر وسیله نقلیه ، و نسبت کل مسافران بر وسیله نقلیه ، می باشد . دو شاخص اول دقیقاً از ساعات سرویس سیستم و نسبت یا نرخ اوج به غیر اوج و تعداد وسایل نقلیه روزانه ، متاثر می شوند . معیار آخر ، از طول متوسط سفر ، نرخ انتقال در سیستم در مواقع اوج و غیر اوج و نسبتهای مربوط به سرویس روزانه به کل تعداد وسایل نقلیه ناوگان حمل و نقل عمومی متاثر میگردد.

4-2-2-5- کارایی انرژی

معیارهای کارایی انرژی ، نسبت مصرف انرژی به عایدی یا درآمد (وسیله نقلیه - مسافت) ، و نسبت مصرف انرژی به عایدی یا درآمد (وسیله نقلیه - زمان) ، و انرژی مصرفی به کل مسافت طی شده بر حسب مایل توسط خودرو می باشد .

3-2-5- معیارهای مؤثر بودن سیستم حمل و نقل عمومی

1-3-2-5- اندازه گیریهای مربوط به مطلوبیت سرویس ارائه شده

از معیارهای مربوط به مطلوبیت استفاده از سرویس ، اغلب در مورد ارزیابی سطوح مختلف سرویسی که می توانند در مسیرهای مختلف یک سیستم ارائه شوند ، استفاده می شود .

بعضی معیارهای عمده شامل ، نسبت تعداد سفرهای گذری به نفرات سرویس داده شده ، نسبت

تعداد مسافران به عایدی یا درآمد (خودرو - مسافت) ، و مسافت طی شده به وسیله مسافران به عایدی یا درآمد بر حسب (خودرو - مسافت) می باشند .

2-3-2-5- معیارهای قابلیت جذب یا دسترسی

معیارهای قابلیت دسترسی ، نمایانگر تعداد افرادی که طی مسافتی پیاده قادر به دسترسی به حمل و نقل عمومی می باشند و بدین ترتیب بر سیاستگذاری در مورد پوشش مسیرها تاثیر می گذارند . به عنوان مثال ، نسبت مسافران سرویس گیرنده ، به محدوده تحت سرویس ، و درصد جمعیت سرویس گیرنده میباشد . از آنجا که مسافران سرویس گیرنده ضرورتاً با سفرهای گذری و مقصدی مترادف می باشند ، اولین معیار ذکر شده فوق ، عددی را که نمایانگر نسبت سفرها به سرمایه در محدوده تحت سرویس می باشد ، بدست می آورد.

3-3-2-5- معیارهای مربوط به کیفیت سرویس

دو شاخص مطمئن برای کیفیت سرویس ، قابلیت اطمینان سیستم (درصد سفرهای به موقع و سر وقت انجام گرفته) و نسبت عایدی یا درآمد خودرو در واحد مسافت به مساحت منطقه تحت سرویس ، می باشند . این معیارها منعکس کننده مؤثر بودن برنامه ریزی و بدنبال آن کمیت سرویس قابل دسترسی می باشند . ولی توصیف کامل و با معنی کیفیت سرویس سیستم تنها با در نظر گرفتن این دو شاخص ، کاری مشکل و دشوار است .

در ادامه شش جدول شامل : قابلیت دسترسی ، زمان سفر ، قابلیت اطمینان ، مستقیم بودن سرویس ، تناوب سرویس ، و چگالی مسافر آورده شده است .

دسترسی به حمل و نقل عمومی برای یک انتهای سفر (آغاز یا پایان سفر)

مقطع سرویس	زمان دسترسی (دقیقه)	مسافت پاده روی (متر)	دسترسی یا اتومبیل (کیلومتر)	پارک اتومبیل و استفاده از وسایل عمومی (پارک سوارها) (کیلومتر)
A	۰/۰-۰/۰	۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	-
B	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰
C	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰
D	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰
E	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰
F	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰	۰/۰-۰/۰

زمان سفر

شرح هر حالت	شاخص TTR	سطح سرویس
بهترین نوع سرویس، حمل و نقل عمومی سریع تر از اتومبیل شخصی می باشد.	$< 1/100$	A
حمل و نقل عمومی فقط ۱۰ درصد کندتر از اتومبیل شخصی می باشد.	$1/100 - 1/10$	B
حمل و نقل عمومی حداکثر تا ۳۴ درصد کندتر از اتومبیل شخصی می باشد.	$1/11 - 1/34$	C
حمل و نقل عمومی تا ۵۰ درصد کندتر از اتومبیل شخصی می باشد.	$1/35 - 1/50$	D
زمان سفر با حمل و نقل عمومی هنوز بیش از ۲ برابر زمان سفر با اتومبیل شخصی نیست.	$1/51 - 2/100$	E
زمان سفر با حمل و نقل عمومی بیش از ۲ برابر زمان سفر با اتومبیل شخصی است. سرویس فقط برای افراد وابسته به حمل و نقل عمومی (Captive Passengers) که ناچارند، قابل دسترسی و استفاده است.	$> 2/100$	F

$$TTR = \text{زمان سفر با اتومبیل شخصی} / \text{زمان سفر با اتوبوس}$$

شاخص قابلیت اطمینان سیستم

درصد مواقع بروز تاخیر به مدت ۲۱ دقیقه یا کمی بیشتر	درصد مواقع بروز تاخیر به مدت ۱۳ تا ۲۰ دقیقه	درصد مواقع بروز تاخیر بین ۹ تا ۱۲ دقیقه	درصد مواقع بروز تاخیر ۸ دقیقه یا کمتر از آن*	سطح سرویس
۹۸-۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۸۵-۱۰۰	A
۹۵-۹۷	۹۰-۹۴	۸۰-۸۹	۷۵-۸۴	B
۹۰-۹۴	۸۰-۸۹	۷۰-۷۹	۶۶-۷۴	C
۷۵-۸۹	۶۵-۷۹	۶۰-۶۹	۵۵-۶۵	D
۵۰-۷۴	۵۰-۶۴	۵۰-۵۹	۵۰-۵۴	E
< 50	< 50	< 50	< 50	F

در تعریف مربوط به (بموقع و سر وقت بودن سرویس)، معمولاً متوسط زمان انتظار به اندازه نصف فاصله زمانی بین دو وسیله نقلیه متوالی می باشد.

در مورد درصد مواقع بروز تاخیر برای کمتر از ۸ دقیقه، منظور زود رسیدن وسیله نقلیه بیش از یک دقیقه و یا دیر رسیدن آن، بیش از ۳ دقیقه و کمتر از ۸ دقیقه می باشد.

شاخص مربوط به یکسره و مستقیم به مقصد رسیدن

زمان انتظار (دقیقه)	تعداد انتقالها	سطح سرویس
-	۰	A
< ۵	۱	B
۵-۱۰	۱	C
> ۱۰	۱	D
< ۵	۲	D
> ۵	۲	E
-	۳ یا بیشتر	F

شاخص مربوط به تواتر سرویس تحت شرایط مختلف چگالی جمعیت

سطح سرویس	زمان انتظار		جمعیت بین ۷۵۰ تا ۲۰۰۰ نفر در کیلومتر مربع		جمعیت بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ نفر در کیلومتر مربع		جمعیت بین ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ نفر در کیلومتر مربع		برای پاسخگویی
	به تقاضای		جمعیت بین ۷۵۰ تا ۲۰۰۰ نفر در کیلومتر مربع		جمعیت بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ نفر در کیلومتر مربع		جمعیت بین ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ نفر در کیلومتر مربع		
	سرویس (دقیقه)	هدوی غیر اوج (دقیقه)	هدوی اوج (دقیقه)	هدوی غیر اوج (دقیقه)	هدوی اوج (دقیقه)	هدوی غیر اوج (دقیقه)	هدوی اوج (دقیقه)	هدوی غیر اوج (دقیقه)	
A	۹	≤ ۱۴	≤ ۹	≤ ۱۴	≤ ۹	≤ ۱۴	≤ ۴	≤ ۵	< ۲
B	۱۰-۱۴	۱۵-۲۹	۱۰-۱۴	۱۵-۱۹	۱۰-۱۴	۱۵-۱۹	۱۰-۱۴	۵-۹	۲-۴
C	۱۵-۲۵	۳۰-۴۴	۱۵-۲۴	۲۰-۳۰	۱۵-۲۴	۲۰-۳۰	۱۵-۱۹	۱۰-۱۴	۵-۹
D	۲۶-۶۰	۴۵-۵۹	۲۵-۳۹	۳۱-۴۵	۲۵-۳۹	۳۱-۴۵	۲۰-۲۹	۱۵-۱۹	۱۵-۲۰
E	> ۶۰	۶۰-۹۰	۴۰-۶۰	۴۰-۶۰	۴۰-۶۰	۴۰-۶۰	۳۰-۶۰	۲۰-۳۰	۲۱-۳۰
F	یک روز یا بیشتر	> ۹۰	> ۶۰	> ۶۰	> ۶۰	> ۶۰	> ۶۰	> ۳۰	> ۲۰

فاصله عبور زمانی ، هدوی یا سربه سری عبارت است از فاصله زمانی بین دو وسیله نقلیه متوالی . هر قدر تواتر سرویس ر به سری کمتر خواهد بود .

تراکم یا چگالی مسافران

سطح مردم	چگالی یا تراکم مسافران
A	وجود صندلی جداگانه و اختصاصی برای هر نفر همراه با تکیه گاه راحت در پشت سر هر مسافر.
B	وجود یک صندلی برای هر نفر و حداقل $0/46$ متر مربع سطح به ازای هر نفر از مسافران.
C	وجود یک صندلی با کیفیت پایین تر از حالت قبل برای هر نفر و حداقل $0/46$ متر مربع سطح به ازای هر نفر از مسافران.
D	وجود بین $0/28$ تا $0/46$ متر مربع سطح به ازای هر نفر از مسافران، یا تعداد مسافران بین 100 تا 110 درصد ظرفیت صندلی ها.
E	وجود بین $0/19$ تا $0/28$ متر مربع به سطح به ازای هر نفر از مسافران، یا تعداد مسافران بین 111 تا 125 درصد ظرفیت صندلی ها.
F	وجود $0/19$ متر مربع یا کمتر از آن سطح به ازای هر نفر از مسافران، یا تعداد مسافران بیش از 125 درصد ظرفیت صندلی ها.

وزنهای مربوط به هر یک از شاخص های ارزیابی عملکرد سیستم حمل و نقل عمومی

وزن	شاخص
۲	- دسترسی به حمل و نقل عمومی
۳	- زمان سفر
۲	- قابلیت اطمینان
۲	- مستقیم و یکسره بودن سرویس
۱	- توان سرویس
۱	- تراکم یا چگالی مسافران

شماره طبقه یا ضریب مربوط به هر یک از سطوح سرویس

شماره طبقه (ضریب)	سطح سرویس
۵	A
۴	B
۳	C
۲	D
۱	E
.	F

لازم به یادآور است که مدلهای زیادی در (MCDM (Multi-Criteria Decision Making دارند که از نظر علمی ارزشمندند و قابلیت کاربرد در این مسئله را دارند .

مثال (۱-۵ :)

نتایج مطالعات بر روی عملکرد سیستم حمل و نقل عمومی یک منطقه به صورت جدول زیر می باشد . با توجه به این نتایج ، سطح سرویس این سیستم را در حالت کلی تعیین نمایید.

شماره شاخص	شاخص	سطح سرویس مربوطه
۱	دسترسی به حمل و نقل عمومی	C
۲	زمان سفر	B
۳	قابلیت اطمینان	E
۴	مستقیم و یکسره بودن سرویس	A
۵	تواتر سرویس	D
۶	چگالی یا تراکم مسافران	C

$$\begin{aligned}
 35 &= (1 * 3) + (1 * 2) \\
 &= (2 * 3) + (3 * 4) + (2 * 1) + (2 * 5) + \text{نمره کلی سیستم} \\
 11 &= (1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 2) = \text{مجموع وزنهای شاخصها} \\
 3.2 &= (11 / 35) = \text{ضریب یا طبقه کلی سیستم} \\
 \text{LOS (C)} &= \text{سطح سرویس سیستم}
 \end{aligned}$$

4-2-5- معیارهای توام کارایی و مؤثر بودن

- معیارهای توام کارایی و مؤثر بودن ، به وسیله برآوردهای مالی که منعکس کننده مجموع تاثیرات خط مشی ها و تصمیم گیریها ، سفرهای انجام شونده با وسایل نقلیه ، کارایی مدیریت و عملکردهای محلی درباره موضوع محیط زیست می باشند ، اندازه گیری و ارزیابی می شوند .
- کاربردی ترین معیار برآورد مالی ، نسبت درآمد عملیاتی به هزینه های عملیاتی می باشد که دانستن آن به اپراتورهای ترانزیت در تصمیم گیری در مورد سطوح مختلف سرویس ، کمک می نماید .
- معیارهای مرتبط اما دورتر در این زمینه ، یکی نسبت هزینه به تعداد سفرهای مسافران ، و دیگری نسبت هزینه به مسافت طی شده به وسیله مسافر می باشد . هر دو این شاخصها منعکس کننده تعداد سفرهای انجام گرفته با وسایل نقلیه و سطوح سرویس ارائه شده ، می باشند . اما معیار اول هزینه را بدون توجه به طول سفر محاسبه می نماید ، در حالی که معیار دوم هزینه یک سفر را بر اساس مسافت طی شده ، ارزیابی می کند و از اینرو ، اهمیت کمتری به سفرهای کوتاه و اهمیت بیشتری به سفرهای بلند می دهد .

3-5- ارزیابی اقتصادی سیستم

بطور کلی هزینه های سیستم حمل و نقل عمومی را می توان به پنج گروه تقسیم نمود :

- ۱- **منافع و دستمزدهای اپراتورها :** شامل ، دستمزدهای مستقیم زمانی ، دستمزدهای زمانهای مرده یا تلف شده ، حق بیمه و مزایای مربوط به زمانهای اضافه کاری و ایام تعطیل ، و مزایای همه اپراتورها (تعطیلات ، پزشکی و پانسیون و ...)
- ۲- **هزینه های حمل و نقل :** شامل ، سوخت و روغن ، تعمیر و نگهداری و سرویسها ، لاستیکها و قطعات و ...
- ۳- **هزینه های وسایل نقلیه :** شامل ، بیمه ، موارد و شکایات ، خرابیها و خسارات ، گواهینامه ، لباسهای فرم و ...
- ۴- **هزینه های عمومی ثابت :** شامل ، مدیریت و دفاتر ، حقوق و منافع ، نظارت بر حمل و نقل (مراقبین و بازرسان و ، (... ملزومات دفتر (گرما ، روشنایی ، تلفن ، اجاره و ...) ، مخارج محل ثابت و ساختمان ، خدمات حمایتی (ترفیعات ، میزبانی قانونی ، خریدها و ، (... مالیاتها
- ۵- **هزینه های سرمایه ای :** شامل ، هزینه های سرمایه مستهلک شده و یا تنزل پیدا کرده .

4-5- تامین مالی ترانزیت (اختصاص بودجه ها و سرمایه های لازم)

عموما منابع لازم برای پایه گذاری و بنا نمودن یک مجموعه ترانزیتی توسط دولتها ، دارای پنج شکل متفاوت است .

- 1- **مالیتهای عمومی :** شامل ، مالیات بر درآمد ، مالیات بر دارایی ، و مالیات بر فروش .
- 2- **مالیتهایی که تمایل به استفاده از اتومبیل شخصی را کاهش می دهند :**
این مالیاتها ، مالیاتهای مستقیم یا غیر مستقیمی هستند که از صاحبان وسایل نقلیه شخصی دریافت می گردند . مثل ، مالیات بر بنزین ، وضع و تعیین حق الورود برای اتومبیلها ، مالیات بر پارکینگ و ...
- 3- **تامین مالی ترانزیت از طریق درآمد مستقیم :** شامل ، کرایه ها و وجوه حاصل از فروش بلیط و یا نصب آگهی بر روی وسایل حمل و نقل عمومی و ...
- 4- **مالیتهای نامربوط به ترانزیت :** شامل ، مالیات بر مصرف سیگار ، مالیات بر نوشابه ها ، مالیات بر بلیط های بخت آزمایی و ...
- 5- **تامین مالی ترانزیت از راههای خاص :** این روش یکی از غیر معمول ترین راههای تامین مالی ترانزیت بوده و نمی تواند بطور وسیع مورد استفاده قرار بگیرد .

5-5- کرایه های وسایل حمل و نقل عمومی

- مقدار درآمد حاصل از دریافت کرایه ها به سیاستهای مالی از قبیل حداکثر نمودن تعداد مسافران و یا حداکثر نمودن درآمد دفاتر حمل و نقل بستگی دارد .
- کشش کرایه وسایل حمل و نقل عمومی متغیر بوده و به هدف سفرها ، سطح درآمد ها ، و سطح سرویس موجود برای سیستم حمل و نقل عمومی بستگی دارد . کشش کرایه ، درصد تغییرات در تقاضای سفر با وسایل حمل و نقل عمومی را که توسط دزسد تغییرات در سطوح کرایه ها تعیین می گردد ، نشان می دهد .
- ساختمان سیستم دریافت کرایه را می توان به دو گروه اصلی تقسیم نمود . یکی از این دو گروه به مسافت بستگی داشته و دیگری از طول سفر مستقل می باشد . استفاده از طول سفر به عنوان یک ملاک و معیار ، موجب می گردد دو سیستم ساختمانی ممکن به صورت اخذ کرایه به صورت منطقه ای و دریافت کرایه به صورت درجه بندی شده (چیزی مانند تاکسی متر) بوجود آیند .
- در سیستم منطقه ای ، بر اساس تعداد مناطق عبوری توسط مسافران به وسیله ترانزیت ، از آنان کرایه دریافت می شود . در سیستم درجه بندی شده ، خطوط عبور و مرور ترانزیت به بخشهایی تقسیم می شوند و محاسبه مقدار کرایه بز اساس تعداد بخشهای طی شده توسط مسافران صورت میگیرد .

معمولا اندازه بخشهای سیستم درجه بندی شده از اندازه مناطق در سیستم منطقه ای کوچکتر می باشد . ساختار سیستم کرایه بخشی یا درجه بندی شده بسیار بیشتر از سیستم کرایه منطقه ای به مسافت وابستگی دارد .

روش اخذ کرایه به صورت یکنواخت و یکسان و یا عدم اخذ کرایه به صورت یکسان برای همه مسافران : برای همه سفرهای دارای طول سفرهای مختلف ، کرایه های یکسان دریافت می گردد . از این سیستم در سهرهای مختلف ایران استفاده می شود .

مقدار کرایه برای انجام یک سفر بین دو نقطه از طریق خطوط ترانزیت برای هر سه مورد مذکور :

$$F = F_b + Kn$$

F = مقدار کرایه محاسبه شده پرداختی

F_b = کرایه پایه (ورودی اولیه)

K = قیمت پرداختی بر عبور از یک بخش یا منطقه (قیمت افزوده جهت عبور از یک منطقه)

n = تعداد مناطق یا بخشهای عبوری

مقایسه برخی از خصوصیات روشهای مختلف اخذ کرایه

نوع سیستم اخذ کرایه			خصوصیات مهم
یکسان	منطقه ای	بخشی یا درجه بندی شده	
ضعیف	خوب	عالی	- عدالت اجتماعی
ضعیف	خوب	عالی	- جاذبه برای مافر
متغیر	خوب	عالی	- جمع آوری درآمد
عالی	خوب	ضعیف	- سادگی در جمع آوری کرایه
عالی	خوب	ضعیف	- سادگی در کنترل
عالی	خوب	ضعیف	- سادگی برای مسافران
کوتاه (کوچکتر متوسط	متوسط	طولانی	- طول مسیر
از ۳ مایل یا ۴/۸۳ کیلومتر)			
کوتاه	متغیر	متغیر	- مسافت سفرها

5-6 ملاحظات مسایل محیط زیستی

- 1- **کاربری زمین و توسعه شهری** : با توسعه سیستم حمل و نقل عمومی ، کاربری اراضی دستخوش تغییراتی می گردد (مانند کاربری زمینهای نزدیک به ایستگاههای مترو .) قابلیت تطبیق پروژههای حمل و نقل عمومی با برنامه های موجود فعلی باید طوری باشد که موجب تغییر الگوهای کاربری اراضی نگردد .
- 2- **کیفیت هوا** : پیش بینی آلودگی هوا ، ناشی از عملکرد سیستم حمل و نقل عمومی ، همواره باید مورد توجه قرار گیرد .
- 3- **کیفیت آب و هیدرولوژی** : این پارامتر متر نیز مانند کیفیت هوا باید مورد نظر باشد .
- 4- **آلودگی صوتی** : توسعه و گسترش سیستم ترانزیت می تواند منابع جدیدی که در محیط شهری ایجاد سرو صدا می کنند را نیز بوجود آورد .
- 5- **بهبود اقتصادی و اجتماعی محیط** : نتیجه توسعه سیستم ترانزیت ، دامنه وسیعی از تاثیرات بر روی اقتصاد و اجتماع را هم در بر می گیرد . مثل تاثیر بر جابجایی ها ، دسترسی به سرئیس و تسهیلات ، راحتی و ایمنی ، تاثیر بر فعالیتهای تجاری ، تاثیر بر استخدامها و تاثیر بر مالیات بر دارایی پایه و ...

5-7 تخصیص در حمل و نقل عمومی

- در تخصیص حمل و نقل عمومی ، هزینه تعمیم یافته را می توان به صورت مجموع موارد زیر تعریف نمود :
- 1- مدت زمانی که در داخل وسیله نقلیه (از مبدا تا مقصد) سپری می گردد .
 - 2- مدت زمان پیاده روی تا ایستگاه (یا از ایستگاه تا مقصد) .
 - 3- مدت زمان انتظار در ایستگاه .
 - 4- مدت زمان انتقال و تغییر خط یک جریمه به صورت واحد زمانی (معمولاً بین ۲ تا ۵ دقیقه) برای تغییر خطها در نظر گرفته می شود .
 - 5- هزینه یا کرایه سفر بین مبدا تا مقصد .
- در برخی از موارد ، به دلیل پیچیدگی تخصیص در حمل و نقل عمومی ، از روش (همه یا هیچ) برای تخصیص استفاده می گردد .