

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

حکمتنیا حسن ۱۳۴۵ -  
کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای / حسن حکمتنیا، میرنجف  
موسوی - - یزد: علم نوین، ۱۳۸۵  
۳۹۶ ص.  
ISBN: 964-8946-06-8  
فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیپا:  
کتابنامه: ص ۳۹۰-۳۹۶  
۱. شهرسازی - - الگوهای ریاضی. الف. میرنجف موسوی، ۱۳۵۵ - . ب. عنوان.  
ک ۸ ح / ۱۶۶ HT ۳۰۷  
/۱۲۱۶۰۱۵۱۱۸  
م ۸۴-۴۶۶۶۸  
کتابخانه ملی ایران:



## کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای

مؤلفان: دکتر حسن حکمت‌نیا، دکتر میرنجف موسوی

ناشر: انتشارات علم نوین

طرح جلد و صفحه‌آرایی: واحد رایانه انتشارات علم نوین

شمارگان: ۱۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: دوم

سال انتشار: ۱۳۹۰

شابک: ۹۶۴-۸۹۴۶-۰۶-۸

قیمت: ۶۴۰۰ تومان

انتشارات علم نوین: یزد، میدان آزادی (باغ ملی)، ابتدای بلوار طالقانی، جنب مجتمع ستاره

تلفکس: ۰۳۵۱۶۲۶۸۶۰۰ - همراه: ۰۹۱۳۳۵۶۴۷۳۰ - صندوق پستی: ۸۹۱۶۵-۱۵۳۳

همراه مؤلفان: ۰۹۱۳۳۵۱۷۵۷۸ - ۰۹۱۴۴۲۱۱۷۰۲

کلیه حق و حقوق کتاب متعلق به مؤلفان می باشد.

کاربرد مدل در جغرافیا  
با  
تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای

مؤلفان

دکتر میرنجف موسوی  
عضو هیأت علمی دانشگاه ارومیه

دکتر حسن حکمت نیا  
عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

تقدیم به:  
روح پرفتوح پدرم

«حسن حکمت‌نیا»

تقدیم به:  
پدر و مادر عزیزم

«میرنجف موسوی»

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۵.....	مقدمه
۱۹.....	<b>فصل اول: کلیات</b>
۱۹.....	مفهوم مدل
۲۰.....	مدل در جغرافیا
۲۲.....	مشخصات مدل
۲۳.....	انواع مدل‌ها
۲۴.....	طبقه‌بندی مدل‌ها بر اساس خواست استفاده کننده
۲۴.....	طبقه‌بندی مدل‌ها بر اساس اهداف مورد نظر در برنامه‌ریزی
۲۶.....	کاربرد مدل‌ها
۲۹.....	<b>فصل دوم: مدل‌های جمعیتی</b>
۲۹.....	مدل‌های جمعیتی در مطالعات جغرافیایی
۲۹.....	۱- روش‌های تجمعی
۳۰.....	مدل رشد خطی
۳۲.....	مدل رشد نمایی

صفحه	عنوان
۳۳	مدل رشد نمایی تعدیل شده
۳۵	مدل نمایی مضاعف
۳۷	مدل منحنی لجستیک
۳۸	مدل مقایسه‌ای
۴۰	مدل رگرسیون خطی ساده
۴۲	مدل رگرسیون چند متغیره
۴۴	روش‌های نسبت
۴۶	روش‌های ترکیبی
۴۶	مدل ترکیب جمعیت
۴۸	مدل ماتریسی بقای عمر کوهرت
۵۱	مدل ترکیبی
۵۵	روش‌های برآورد مهاجرت
۵۵	۱- برآورد تعداد کل مهاجران
۵۶	برآورد تعداد خالص مهاجران با احتساب مرگ و میر
۵۶	روش برآورد ترکیب سنی و جنسی مهاجران
۵۹	<b>فصل سوم: مدل‌های اقتصادی</b>
۶۰	مدل ترسیمی طولی - عرضی ایزارد
۶۲	روش ضریب مکانی
۶۳	ضریب عدم تشابه
۶۴	ضریب تفکیک
۶۵	ضریب همبستگی جغرافیایی
۶۶	ضریب تخصص و تنوع

عنوان	صفحه
شاخص‌های تمرکز و پیوستگی .....	۶۸
مراحل اصلی .....	۶۹
نقاط قوت و ضعف .....	۷۱
ضریب تغییرات ساختاری .....	۷۲
روش تعیین نقش اقتصادی شهر .....	۷۳
روش تعیین قوه جذب صنایع (مناطق صنعتی) .....	۷۴
مدل بخشی .....	۷۵
مدل پیش‌بینی اشتغال به روش اقتصاد پایه .....	۷۶
مدل تغییر سهم .....	۷۹
مدل داده - ستانده .....	۸۲
مدل فزاینده اشتغال و جمعیت .....	۹۴
مدل فزاینده اشتغال و جمعیت در شکل چند منطقه‌ای .....	۹۷
روش برآورد نرخ مشارکت .....	۱۰۶
روش برنامه‌ریزی خطی .....	۱۰۷
<b>فصل چهارم: مدل‌های مسکن و زمین .....</b>	<b>۱۱۳</b>
شاخص‌های مسکن .....	۱۱۵
روش تعیین کمبود واحد مسکونی .....	۱۱۶
روش‌های برآورد نیاز به مسکن .....	۱۱۷
روش انبوهه .....	۱۱۷
روش شاخص .....	۱۱۸
روش نرخ‌های سرپرستی .....	۱۱۹
روش کلی .....	۱۱۹

عنوان	صفحه
روش خام	۱۲۰
مدل لجستیک	۱۲۱
برآورد نیاز به زمین برای تأمین مسکن	۱۲۳
روش استفاده از تراکم متوسط ساختمانی	۱۲۳
روش استفاده از گروه نما	۱۲۴
روش استفاده از سرانه مسکونی و تراکم خالص	۱۲۶
روش برآورد مساحت واحدهای مسکونی مورد نیاز خانوارها از دیدگاه فرهنگی (شاخص‌سازی فرهنگی مسکن)	۱۲۷
مدل آنتروپی شانون	۱۲۹
مدل هلدرن	۱۳۱
<b>فصل پنجم: مدل‌های جاذبه، دسترسی و کاربری زمین</b>	۱۳۵
تئوری مدل جاذبه	۱۳۶
ارزش مرکزیت	۱۳۷
مدل تحلیل جاذبه (گرانشی)	۱۳۹
تئوری تأثیر متقابل	۱۴۰
تئوری نقطه جدایی	۱۴۱
قانون جاذبه تجارت خرده فروشی	۱۴۲
مدل هاف	۱۴۳
مدل تخمین میزان خرید	۱۴۴
مدل تغییر مراکز خرید	۱۴۴
مدل مکان‌یابی مرکز خرید	۱۴۵
مدل پیش‌بینی فضاهای گذران اوقات فراغت	۱۴۶



عنوان	صفحه
مدل‌های دسترسی .....	۱۴۷
مدل جاذبه‌ای/ پتانسیل هنسِن .....	۱۴۹
مدل جاذبه‌ای تک قیدی .....	۱۵۴
مدل جاذبه دو قیدی برای پراکنش سفر .....	۱۵۹
مدل لاوری .....	۱۶۱
<b>فصل ششم: مدل‌های رشد، اندازه و ساختار فضایی شهر .....</b>	<b>۱۷۷</b>
مدل مکان مرکزی وان تونن .....	۱۸۱
مدل مکان مرکزی والتر کریستالر .....	۱۸۳
مدل ساخت نیمرخ سلسله مراتب شهری .....	۱۸۶
مدل حد اختلاف طبقه‌ای .....	۱۹۲
ضریب آنتروپی .....	۱۹۳
مدل قانون رتبه - اندازه .....	۱۹۵
شاخص‌های بررسی میزان نخست شهری .....	۲۰۱
۱- شاخص نخست شهر .....	۲۰۱
۲- شاخص دو شهر .....	۲۰۲
۳- شاخص چهار شهر .....	۲۰۳
۴- شاخص چهار شهر مهتا .....	۲۰۵
۵- شاخص تمرکز هرفیندال .....	۲۰۶
۶- شاخص موماو و الوصابی .....	۲۰۶
نقدی بر روش‌های تعیین نخست شهری ارائه شده .....	۲۰۷
ارائه شاخص جدیدی برای تعیین نخست شهر (تسلط شهری موسوی) .....	۲۰۸
منحنی لورنز .....	۲۱۴

عنوان	صفحه
مدل‌های تعیین اندازه شهر .....	۲۱۷
اندازه شهر و اشتغال .....	۲۲۱
شاخص رشد جمعیت شهری .....	۲۲۳
مدل ضریب کشش‌پذیری .....	۲۲۴
<b>فصل هفتم: مدل‌های سطح‌بندی سکونتگاه‌ها و تعیین مکان بهینه.....</b>	<b>۲۱۹</b>
فرآیند سنجش سطح‌بندی سکونتگاه‌ها .....	۲۲۵
انتخاب شاخص‌ها .....	۲۲۶
شاخص‌های اقتصادی .....	۲۲۷
شاخص‌های توسعه صنعتی .....	۲۲۷
شاخص‌های کشاورزی .....	۲۲۸
شاخص‌های مسکن و کالبدی .....	۲۲۸
شاخص‌های زیر بنایی .....	۲۲۹
شاخص‌های آموزشی .....	۲۳۰
شاخص‌های بهداشتی و درمانی .....	۲۳۰
شاخص‌های فرهنگی و اجتماعی .....	۲۳۱
مدل امتیاز استاندارد شده .....	۲۳۲
شاخص Z .....	۲۳۴
شاخص ترکیبی توسعه انسانی .....	۲۳۷
شاخص توسعه‌ی انسانی تعدیل شده بر حسب جنسیت (GDI) .....	۲۴۰
شاخص ارتقای توانمندی‌ها بر حسب جنسیت (GEM) .....	۲۴۰
شاخص نابرابری جنسی (GI) .....	۲۴۱
شاخص فقر انسانی (HPI) .....	۲۴۱

صفحه	عنوان
۲۴۲	مدل تاکسونومی عددی.....
۲۵۲	مدل تحلیلی عاملی .....
۲۵۵	مراحل انجام تحلیل عاملی .....
۲۶۰	تحلیل عاملی در SPSS.....
۲۶۶	تحلیل خوشه‌ای .....
۲۷۰	روش ساده جمعیت .....
۲۷۱	روش کارکردی .....
۲۷۳	روش مجموع حداقل فواصل .....
۲۷۴	روش ارتباطات مستقیم.....
۲۷۵	مدل پتانسیل جمعیتی و ضریب دسترسی مراکز .....
۲۷۶	مدل مثلث مکانی .....
۲۷۸	مدل ضریب ویژگی .....
۲۸۰	روش شاخص مرکزیت .....
۲۸۲	روش پرستون .....
۲۸۴	میزان سنج گاتمن .....
۲۸۸	تحلیل مقیاس تراکمی اسکان .....
۲۹۰	الگوی پراکنش سکونتگاه‌های شهری .....
۲۸۳	<b>فصل هشتم: مدل‌های و شاخص‌های فقر و نابرابری .....</b>
۲۹۳	۱- ضریب تغییر .....
۲۹۵	۲- ضریب پراکندگی .....
۲۹۶	۳- ضریب جینی .....

عنوان	صفحه
۴- شاخص هرفیندال .....	۲۹۷
ب) شاخص‌های اندازه‌گیری نابرابری درآمدها .....	۲۹۷
۱- مقایسه سهم گروه‌های درآمدی .....	۲۹۷
۲- منحنی لورنز و ضریب جینی .....	۲۹۸
۳- شاخص نابرابری اتو - فریگی .....	۳۰۰
۴- شاخص دالتون .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۵- شاخص تایل .....	۳۰۱
۶- شاخص آتکینسون .....	۳۰۳
ج) شاخص‌های اندازه‌گیری فقر .....	۳۰۴
۱- شاخص سرشماری فقر .....	۳۰۴
۲- روش تعیین خط فقر .....	۳۰۵
۳- نسبت شکاف درآمدی .....	۳۱۰
۴- روش تعیین شکاف فقر .....	۳۱۱
۵- شاخص فوستر، گریر و توربک .....	۳۱۲
۶- شاخص سن .....	۳۱۳
۷- شاخص پوشش فقر .....	۳۱۳
۸- شاخص فقر بخشی .....	۳۱۴
<b>فصل نهم: مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک و ارزیابی</b>	
۱- برنامه‌ریزی استراتژیک .....	۳۱۷
مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک .....	۳۲۰
مدل ماتریس صنعت .....	۳۲۰
مدل تجزیه و تحلیل SWOT .....	۳۲۲

عنوان	صفحه
ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE).....	۳۲۴
ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE).....	۳۲۵
تجزیه و تحلیل عوامل استراتژیک (SFAS).....	۳۲۷
ماتریس تهدیدات، فرصت‌ها، نقاط قوت و نقاط ضعف (SWOT).....	۳۲۸
ماتریس داخلی و خارجی (IE).....	۳۳۲
تهیه جدول برنامه‌ریزی کمی استراتژیک (اولویت‌بندی راهبردهای قابل قبول) ..	۳۳۳
تکنیک دلفی.....	۳۳۶
اجزاء و عناصر اصلی دلفی.....	۳۳۸
انواع فن دلفی.....	۳۳۹
مزایای بکارگیری تکنیک دلفی.....	۳۴۰
شرایط مناسب‌تر به‌کارگیری تکنیک دلفی.....	۳۴۱
استخراج نتایج دلفی.....	۳۴۲
محدودیت‌های تکنیک دلفی.....	۳۴۴
۲- ارزیابی.....	۳۴۵
مفهوم ارزیابی.....	۳۴۵
مدل‌های ارزیابی.....	۳۴۶
روش تجزیه و تحلیل هزینه و سود (SCBA).....	۳۴۶
روش تجزیه و تحلیل هزینه و کارایی.....	۳۴۹
روش جدول موازنه برنامه‌ریزی (PBSA).....	۳۴۹
روش‌های بررسی اهداف - اقدامات.....	۳۵۰
۱- ماتریس ارزیابی کردیتور.....	۳۵۲
۲- روش‌های تکمیل شده به وسیله اشلاگر و هلمز.....	۳۵۲
۳- روش ماتریس کارآیی.....	۳۵۳

عنوان	ص فحه
۴- روش ماتریس دستیابی به اهداف .....	۳۵۴
روش کمینه‌سازی هزینه .....	۳۵۵
روش ماتریسی گولر .....	۳۵۶
روش ماتریس آلترناتیو - عاقبت برایتمن .....	۳۵۶
<b>فصل دهم: مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره .....</b>	<b>۳۴۷</b>
فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) .....	۳۵۹
مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی .....	۳۶۰
۱- ساختن سلسله مراتبی .....	۳۶۱
۲- تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها: .....	۳۶۲
۳- تعیین ضریب اهمیت گزینه‌ها: .....	۳۶۶
۴- تعیین امتیاز نهایی (اولویت) گزینه‌ها: .....	۳۶۸
۵- بررسی سازگاری در قضاوت‌ها .....	۳۷۰
روش آنتروپی .....	۳۷۲
مدل تاپسیس .....	۳۷۴
روش الکت (ELECTRE) .....	۳۸۳
<b>منابع و مآخذ .....</b>	<b>۳۹۴</b>

## مقدمه

بدون تردید علم جغرافیا به معنای شناخت سرزمین، قدمتی به بلندای تاریخ دارد. در گذشته‌های نه چندان دور، جغرافیا را علم ویژگی‌های محیطی و علم اسامی کوه‌ها و دریاچه‌ها و غیره می‌پنداشتند. ولی امروزه این علم از روابط متقابل انسان و محیط و فعالیت‌های انسان در سیستم‌های فضایی بحث می‌کند. تعامل این علم با علوم طبیعی و دیگر رشته‌های دانشگاهی از یک سو و شکل‌گیری انقلاب کمی در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ از سوی دیگر، جغرافیا را از شیوه سنتی خارج ساخت، آن را در زمره تحقیقات علمی قرار داد و استفاده از اعداد و ارقام و روش‌های آماری را وارد مطالعات این علم نمود. با به‌کارگیری روش‌های کمی و مدل‌های ریاضی در تحقیقات جغرافیایی جهت شناخت پدیده‌ها و بیان واقعیت‌های طبیعی و انسانی سیستم‌های فضایی، جغرافیا گام نوینی در راستای قانونمند شدن در پیش گرفت.

در کشور ما با گذشت حدود پنج دهه از انقلاب کمی، استفاده از مدل‌ها و روش‌های کمی آن‌چنان باید و شاید جایگاه ویژه‌ای را برای خود باز نکرده است. هرچند که باید به این نکته اذعان نمود که مدل‌ها در بیان حقایق جغرافیایی پایه نظری محکمی ندارند و سیستم‌های فضایی و پدیده‌های جغرافیایی پیچیده‌تر از آن هستند که بتوان با مدل حقایق آن‌ها را روش نمود. مدل‌ها فقط می‌توانند به‌عنوان یک ابزار در توصیف و شناخت پدیده‌ها مفید واقع گردند. به همین منظور، جهت آشنایی دانشجویان با روش‌های کمی

و مدل‌های جغرافیایی (برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای) به تهیه این مجموعه اقدام گردیده است.

کتاب حاضر در ده فصل نگاشته شده است. در فصل اول به مفهوم مدل، ویژگی‌ها، مشخصات و انواع مدل و کاربرد آن در مطالعات جغرافیایی اشاره می‌شود. در فصل دوم به مدل‌های جمعیتی همچون رشد خطی، نمایی، نمایی مضاعف، رگرسیونی ساده و چند متغیره، مدل ترکیبی بقای عمر کوهرت و ... اشاره می‌گردد. در فصل سوم به مدل‌های تجزیه و تحلیل ساختار اقتصادی شهر و منطقه و مدل‌های پیش‌بینی اشتغال از جمله؛ مدل طولی - عرضی والتر ایزارد، مدل تغییر سهم، داده - ستانده، برنامه‌ریزی خطی و غیره پرداخته می‌شود. در فصل چهارم به مدل‌های مسکن و زمین در زمینه پیش‌بینی و برنامه‌ریزی واحدهای مسکونی، مدل‌های برآورد نیاز به زمین و توسعه فیزیکی شهر از جمله؛ مدل آنتروپی شانون و مدل هلدرن و غیره پرداخته می‌شود. در فصل پنجم به کاربرد مدل‌های جاذبه در دسترسی به خدمات و تعیین حوزه نفوذ، تخصیص بهینه جمعیت و اشتغال به نواحی شهری پرداخته می‌شود. در فصل ششم در ارتباط با مدل‌های ساختار فضایی شهری همچون مدل وان‌تونن، والتر کریستالر، رتبه - اندازه، حد اختلاف طبقه‌ای، منحنی لورنز و غیره بحث می‌شود. در فصل هفتم به بررسی شاخص‌ها و مدل‌های سطح‌بندی سکونتگاه‌ها و تعیین مکان‌های بهینه از جمله مدل تاکسونومی عددی، شاخص ترکیبی توسعه انسانی، مدل امتیاز استاندارد شده، مدل تحلیل عاملی و ... اشاره شده است. در فصل هشتم، مدل‌ها و شاخص‌های نابرابری و فقر و کاربرد آن‌ها در مطالعات شهری از جمله؛ شاخص‌های ضریب پراکندگی، دالتون، اتکینسون، تایلر، شاخص سن و غیره بررسی گردیده است. در فصل نهم به مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک و ارزیابی طرح‌های فضایی (شهری و منطقه‌ای) پرداخته شده است. در نهایت در فصل دهم، روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه‌ریزی شهری از قبیل؛ روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش آنتروپی، مدل تاپسیس و روش الکت (ELECTRE) به طور کامل و مفصل مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.



---

در مجموع کتاب حاضر می‌تواند به‌عنوان راهنمایی مناسب برای دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و پژوهشگران در رشته‌های مختلف از جمله جغرافیا، برنامه‌ریزی شهری، برنامه‌ریزی روستایی، برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای و شهرسازی مفید واقع شود.

مؤلفان ادعا ندارند که مجموعه حاضر بی‌عیب و خالی از کاستی‌ها است. لذا با طبع نظر از اساتید محترم تقاضا می‌شود، با انتقادات و پیشنهادات سازنده، نویسندگان را در رفع کاستی‌های و هرچه بهتر شدن مجموعه حاضر در چاپ‌های بعدی یاری فرمایند.

**حکمت نیا - موسوی**

**سال یک‌هزار و سیصد و نود هجری خورشیدی**



## • فصل اول

### کلیات

#### مفهوم مدل

مدل نمادی از واقعیت است. مدل مهم‌ترین ویژگی‌های وضعیت دنیای واقعی را به صورتی ساده و کلی بیان می‌دارد. برداشتی است از واقعیت که برای توضیح مفاهیم و تقلیل پیچیدگی جهان به نحوی که قابل درک بوده و ویژگی‌های آن به راحتی مشخص شود به کار می‌رود.<sup>۱</sup>

یک مدل به طور ساده یک توصیف شماتیک، اما دقیق از سیستم است که ظاهراً با رفتار گذشته آن انطباق دارد و بنابراین این امید وجود دارد که بتوان از آن برای پیش‌بینی رفتار آینده نیز استفاده کرد. مدل ممکن است بسیار ساده باشد و همچنین از لحاظ محاسباتی بسیار پیچیده باشد.<sup>۲</sup>

مدل‌ها (الگوها) در واقع پلی میان سطح مشاهده و سطح تئوریک به شمار می‌آیند. آن‌ها از نقشی برخوردارند که عبارتند از بیان چگونگی عملکرد یک پدیده، که به طور کلی واقعیتی خنثی (یعنی فی‌نفسه نه درست‌اند نه نادرست) هستند.<sup>۳</sup> از نظر پیتر تایلور<sup>۴</sup>، تعریف مدل شامل ارائه و نمایش دقیق و طراحی شده از واقعیت می‌باشد. احتمال دارد که یک مدل رونوشتی از یک شیئی و یا از یک رویداد تلقی گردد.<sup>۵</sup>

---

۱- لی، (۱۳۶۶)، ص ۸،

۲- آسایش و مشیری، (۱۳۸۱)، ص ۲۵۶،

۳- دولفوس، (۱۳۷۳)، ص ۱۳۷.

۴- Peter J. Taylor.

۵- بهفروز، (۱۳۷۸)، ص ۱۵۱.

پیتر هاگت<sup>۱</sup> یکی از جغرافیدانان سرشناس، معتقد است دنیای واقعی خیلی پیچیده است، لذا جغرافیدانان برای سهولت در مطالعه به ساختن مدل‌ها پرداخته‌اند. به عبارت دیگر، مدل تمثالی است ایده‌آل که بر طبق دنیای واقعی ساخته می‌شود تا پاره‌ای از صفات خاص آن را نشان دهد.<sup>۲</sup>

در واقع مدل‌ها نمایش‌های مطلوبی از واقعیت را بیان می‌دارند. تصاویر روشنی از اشکال و ناهمواری‌های نواحی را به وجود می‌آورند. آن‌ها بیان‌کننده پیچیدگی حقیقت هستند. اگرچه مدل‌ها نمی‌توانند تمام حقیقت را بیان کنند، اما ابزاری هستند که مسائل و قسمت‌های مفیدی از آن را آشکار می‌سازند.

مهمترین مشخصات مدل‌ها نیز به شرح زیر است:<sup>۳</sup>

(۱) انتخابی بودن اطلاعات و حذف اطلاعات کم‌اهمیت‌تر،

(۲) ساده و جامع بودن مدل،

(۳) توجه به ارتباطات در انتخاب اطلاعات با اهمیت‌تر،

(۴) توانایی پیشنهاد فرضیه‌های جدید و فرموله کردن آن فرضیه‌ها،

(۵) ایجاد ارتباط بین سطوح نظری و مشاهداتی،

(۶) توانایی احتضار حداکثر داده‌ها،

(۷) تمام قوانین مدل هستند، ولی تمام مدل‌ها قانون نیستند.

### مدل در جغرافیا

در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم، علم جغرافیا در اروپا و به خصوص در آمریکا دست‌خوش انقلاب عظیمی شد که از آن به عنوان انقلاب کمی در جغرافیا یاد شده است. با توجه به این دگرگونی علم جغرافیا از آن شیوه سنتی توصیف خارج گردیده و برای بیان دقیق مطالب جغرافیایی از اعداد و ارقام که از مطالعه پدیده‌های طبیعی و انسانی حاصل می‌آید، سود برد.<sup>۴</sup> ارائه نظریه‌های مکان‌های کشاورزی فن‌تونن<sup>۱</sup> (۱۸۲۶)،

۱- Peter Haggett.

۲- هاگت، (۱۳۷۹)، ص ۳۹.

۳- پاپلی یزدی و ابراهیمی، (۱۳۸۱)، ص ۱۸.

۴- مهدوی، (۱۳۷۷)، ص ۵.

آلفرد وبر<sup>۲</sup> (۱۹۰۹) و والتر کریستالر<sup>۳</sup> (۱۹۳۳) زمینه را برای پیدایش مکتب سازمان فضایی هموار ساختند. فرد کورت شیفر<sup>۴</sup> (۱۹۵۳-۱۹۰۴) اقتصاددان آلمانی در سال ۱۹۵۳ با ارائه‌ی مقاله معروف خود، تحت عنوان «استثناگرایی در جغرافیا» موضع ریچارد هارتشون<sup>۵</sup> را در کتاب ماهیت علم جغرافیا مشتمل بر بررسی این علم به طور جدا از سایر علوم به شدت زیر سؤال می‌برد و بیان می‌کند که جغرافیا اساساً از علوم قانونمند است<sup>۶</sup>. نگرش علمی و سیستماتیکی به جغرافیا به عنوان علم پراکندگی، جغرافیا را بیش از پیش به علوم ریاضی وابسته کرد<sup>۷</sup>. بنابراین روش‌های آماری و کمی وارد جغرافیا شد؛ که از آن به عنوان انقلاب کمی یاد می‌کنند. انقلاب کمی ابتدا در ایالات متحده و بعد در انگلستان شروع شد. در دهه اول انقلاب کمی، در مکتب جغرافیا به عنوان علم فضایی، مطالعات و تحقیقات مهمی صورت گرفت که از آن میان می‌توان به مکان مرکزی اثر براین بری، بررسی‌های مربوط به حمل و نقل اثر ویلیام گریسون، مدل‌های شهری از ویلسون و بتی و جغرافیا به عنوان علم ترکیبی از پیتر هاگت و ریچارد چورلی اشاره کرد<sup>۸</sup>.

ریچارد چورلی و پیتر هاگت در سال ۱۹۶۷، با انتشار کتاب «مدل‌های جغرافیا» از کاربرد و عملکرد مدل‌ها در جغرافیا ستایش می‌کنند. کارایی مدل‌ها را در زمینه سکونتگاه‌ها و مکان‌یابی آن‌ها و شناخت عوارض و پدیده‌های جغرافیایی معرفی می‌کنند<sup>۹</sup>. براین بری نیز برای اولین بار در تاریخ علم جغرافیا با روش‌های کمی به تحلیل الگوهای سکونتگاهی پرداخت و با توجه به میزان جمعیت، موقع شهرها،

۱- Jhon Heinrich Von Thunen.

۲- Alfred Weber.

۳- Walter Christaller.

۴- F.K.Schafer.

۵- Hartchon.

۶- Stoddart, (1988), PP.2-3.

۶- شکونی، (۱۳۷۷)، ص ۴۳.

۷- همان، (۱۳۷۴)، صص ۵۴-۵۶.

۹- Willmott and Gaile (1992), PP.104-105.

شهرک‌ها، روستاها، محله‌ها و مراکز ناحیه‌ای در یافتن نظام فضایی با روش‌های کمی توفیق بسیاری به دست آورد<sup>۱</sup>. در واقع ساخت مدل‌ها یکی از دستاوردهای سازمان فضایی و نظریه عمومی سیستم‌ها به منظور مصالحه و مداخله در نظام‌ها بود. با رواج کامپیوتر در سال ۱۹۶۰، در غرب نوعی برنامه‌ریزی سیستمی به وجود آمد که اساس آن بر مدل استوار بود. به طوری که با ساختن مدل‌ها می‌توان تصویری از واقعیت را بیان نمود. امروز با تخصصی شدن علم جغرافیا در گرایش‌های مختلف، کاربرد روش‌های کمی و مدل‌ها اهمیت بسزایی یافته است. اگرچه تنها با استفاده از مدل نمی‌توان به تجزیه و تحلیل سیستم واقعی دست پیدا نمود؛ ولی آن‌ها به مشابه ابزاری مستقیم و قانونمند، برای درک بهتر پدیده‌های جغرافیایی و سیستم واقعی و پیش‌بینی آن‌ها کمک فراوانی می‌کنند.

#### مشخصات مدل

تجارب حاصله در زمینه مدل‌های جغرافیایی نشان می‌دهد که مدل‌ها نمی‌توانند به کل فرایند پدیده‌های جغرافیایی پاسخ دهند، فقط می‌توانند به عنوان یکی از وسایل و ابزارهای مفید به مطالعه سیستم‌های فضایی و پیشگویی رفتار آن‌ها کمک کنند. در واقع مدل‌سازان علمی، تصاویر ایده‌آلی از حقیقت خلق می‌کنند تا به کمک آن‌ها، پاره‌ای از صفات خاص آن را نشان دهند<sup>۲</sup>.

یکی از مهم‌ترین خصوصیات مدل‌ها آن است که ساختمان آن‌ها یک حالت به شدت انتخابی از اطلاعات را در برمی‌گیرند یعنی علائم و ویژگی‌های کم اهمیت‌تر را حذف می‌کنند تا قادر شوند بخش‌های با اهمیت‌تر و به اصطلاح «قلب داده‌ها» و پاره‌ای از صفات خاص را مشخص نمایند. در شبیه‌سازی مدل، موارد و خصوصیات جالب و اساسی دنیای واقعی به شکل کلی نمایش داده می‌شود و به اصطلاح آن را در زیر نورافکن قرار می‌دهند که در این صورت سایر ویژگی‌ها در حاشیه قرار می‌گیرند<sup>۳</sup>.

۹- شکوئی، (۱۳۷۴)، ص ۱۱۵.

۱- شکوئی، (۱۳۷۴)، ص ۱۱۵.

۲- افراخته، (۱۳۷۴)، ص ۱۳.

ویژگی برجسته مدل‌های شبیه‌سازی، ماهیت پویا و سعی آن‌ها در بیان ساده و کوتاه وقایع مهمی است که در بستر زمان به وقوع می‌پیوندند. تلاش این مدل‌ها در آن است که توسعه‌ی تدریجی یک پدیده در چند دوره زمانی را به عنوان نتیجه تأثیرات متقابل رقابت در جامعه توجیه کنند.<sup>۱</sup>

ویژگی مهم دیگر مدل، آن است که مدل‌ها در مفهومی ساخته می‌شوند که جنبه‌های با اهمیت انتخاب شده یا ژرفای واقعیت بر حسب ارتباطات آن‌ها استخراج می‌شوند. جالب آن است آن‌چه اغلب به وسیله منطقیون، مدل نامیده می‌شود، توسط استفاده‌کنندگان از روش‌های آماری در بررسی‌های اقتصادی «ساختار» خوانده می‌شود.<sup>۲</sup>

#### انواع مدل‌ها

مدل‌ها را می‌توان به صورت کلی به دو دسته فیزیکی و انتزاعی تقسیم کرد. مدل‌های فیزیکی با نمونه‌برداری از روی الگوی اصلی در مقیاس‌های مختلف ساخته می‌شوند، اما مدل‌های انتزاعی از به‌کارگیری واژه‌ها، هنجارها، نشانه‌ها یا معادلات ریاضی به وجود می‌آیند.<sup>۳</sup>

مدل‌های فیزیکی به راحتی قابل درک بوده و اکثریت مردم با آن آشنا هستند. این نوع مدل‌ها ماکت شیئی مورد مطالعه می‌باشند؛ به طوری که قادر به توصیف کامل رفتار سیستم مورد نظر برنامه‌ریزان می‌باشند.<sup>۴</sup>

مدل‌ها را می‌توان به شیوه‌های مختلفی طبقه‌بندی کرد. در قالب تقسیم‌بندی کلی دو نوع طبقه‌بندی از مدل‌ها می‌توان انجام داد.

۱- ممدوحی و رموک، (۱۳۸۱)، ص ۲۹،

۲- افراخته، (۱۳۷۴)، ص ۱۳،

۳- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، ص ۱۷،

۴- لی، (۱۳۶۶)، ص ۹،

### طبقه‌بندی مدل‌ها براساس خواست استفاده‌کنندگان<sup>۱</sup>

الف) مدل‌های توصیفی،

ب) مدل‌های پیش‌بینی‌کننده،

ج) مدل‌های برنامه‌ریزی.

- مدل‌های توصیفی آن‌هایی هستند که بر روی اوضاع موجود بنیان یافته‌اند و تنها به بیان وضع موجود پرداخته و با کم کردن تنوع روابط پیچیده جهان واقعی و بیان به زبان ساده و به صورت روابط ریاضی، ابعاد ناشناخته پدیده‌ها را توصیف و نحوه تأثیر هر پدیده را بر دیگری بیان می‌کند.

- مدل‌های پیش‌بینی‌کننده در عملکرد شبیه مدل‌های توصیفی هستند، اما چون باید به شبیه‌سازی آینده بپردازند و به پیش‌بینی نیازهای دقیق‌تر و بیشتری نسبت به مدل‌های توصیفی احتیاج دارند.

- مدل‌های برنامه‌ریزی به دنبال مدل پیش‌بینی‌کننده به وجود می‌آیند اما به گونه‌ای ساخته شده‌اند که فقط نتایج حاصل از فرضیات خاص را بیان نمی‌کنند، بلکه حیطه عملکرد ممکن را در رابطه با اهداف مشخص تعیین می‌کنند.

### طبقه‌بندی مدل‌ها براساس اهداف مورد نظر در برنامه‌ریزی<sup>۲</sup>

۱- مدل‌های ایستا و پویا: مدل‌های ایستا مدل‌های ساده‌ای هستند که با صرف نظر کردن از عوامل تأثیرگذار غیرمستقیم و با لحاظ کردن عوامل اصلی ساخته می‌شوند. «معروف‌ترین مدل‌های توسعه فضایی ایستا هستند. یعنی سیستم را تنها برای یک زمان معین در آینده که در آن سیستم به نحوی به تعادل می‌رسد، تصویر می‌کنند.»<sup>۳</sup> مانند پیش‌بینی فضاهای مسکونی به صورت حاصل ضرب سرانه‌ها در عدد جمعیت

۵- پورمحمدی، (۱۳۸۲)، ص ۶۳.

۱- پورمحمدی، (۱۳۸۲)، ص ۶۴.

۲- هال، (۱۳۸۱)، ص ۳۲۵.



آینده مشخص. در حالی که اگر مدل، تحولات گذشته را در نظر بگیرد و به طریق اولی به تغییرات آینده توجه کند، مدلی پویا خواهد بود.

۲- مدل‌های معین و احتمالی: مدل‌های معین رابطه علت و معلول را بیان می‌کنند و مدل‌های احتمالی برای نشان دادن رابطه بختی یا تصادفی هستند.

۳- مدل‌های تصویری: مدل‌هایی هستند که واقعیت را آن قدر کوچک می‌نمایند تا بتوان با یک نقشه نشان داد.

۴- مدل‌های قیاسی: در این مدل‌ها از یک بعد کالبدی برای نمایش بعد کالبدی دیگری استفاده می‌شود. مثلاً ترافیک در خیابان‌های شهر با جریان الکترون‌ها در سیم و مدار الکتریکی نمایش داده می‌شود.

۵- مدل‌های انتزاعی، ریاضی و نمادی: این نوع مدل‌ها که معمولاً بر حسب اصطلاحات ریاضی و با استفاده از نمادها برای بیان جهان حقیقی به کار می‌روند پرمعنی‌ترین انواع مدل‌ها هستند.<sup>۱</sup> به عبارت دیگر مدل‌های ریاضی مجموعه‌ای از معادلات است که سیستم واقعی را بر حسب ویژگی‌های فیزیکی، سازمانی، کاری و اقتصادی آن تعریف و تشریح می‌کند.

بیشترین اهمیت مدل ریاضی در این است که امکان بررسی روش‌مند سلسله وسیعی از پارامترهای سیستم را به محقق و طراح می‌دهد، که برای دستیابی به کارکرد و کارایی بهینه سیستم لازم است.<sup>۲</sup>

هر مدل ریاضی معمولاً شامل عناصری به شرح ذیل است:

الف) مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل یا تصمیم‌گیری؛

ب) تابع هدف، یا کمیتی که کارایی خط‌مشی خاصی را متناسب می‌نماید و آن را به صورت تابعی از متغیرهای تصمیم‌گیری بیان می‌کند.

ج) مجموعه‌ای از محدودیت‌ها که تحقق شرایطی را تحت مقادیر موجه از متغیرهای تصمیم، مد نظر دارند.

۱- پورمحمدی، (۱۳۸۲)، ص ۶۴،

۲- حمیدی، (۱۳۸۲)، ص ۸۰.

هدف تمامی مدل‌های ریاضی یا روش‌های تحقیق در عملیات، تصمیم‌گیری و رسیدن به جواب‌های بهینه است.<sup>۱</sup>

البته طبقه‌بندی مدل‌ها به هدف برنامه‌ریزی وابسته است. آن را می‌توان به شیوه‌های مختلفی طبقه‌بندی کرد. نوع دیگری از تقسیم‌بندی که بیشتر در مطالعات فضایی به کار می‌رود، طبقه‌بندی مدل‌ها به مدل‌های مجتمع و متفرق می‌باشد. مدلی که نوعی زیرسیستم را بر کل منطقه ترسیم می‌کند، اصطلاحاً از لحاظ فضایی مدل متمرکز یا مجتمع گفته می‌شود. مدلی که عملکرد داخلی و منطقه به منطقه آن سیستم را مورد بررسی قرار می‌دهد از لحاظ فضایی، تفکیک شده و متفرق گفته می‌شود.<sup>۲</sup>

چورلی<sup>۳</sup> و هاگت در کتاب خود، انواع مدل‌ها را معرفی کرده‌اند که شامل مدل‌های اصول طبیعی، اصول اجتماعی و اقتصادی می‌باشند. هاروی<sup>۴</sup> نیز به پیروی از چورلی، انواع مدل‌ها را بر اساس طبقه‌بندی اصولی و مشتمل بر اصول قیاسی نهادی (قیاس تاریخی، فضایی)، اصول طبیعی (مقیاس، قیاس، ریاضی، طراحی تجربی) و اصول عمومی فهرست‌بندی کرده است.<sup>۵</sup>

بنابراین طبقه‌بندی مدل‌ها ممکن است بر اساس زمان و گاه بر اساس مفهوم فضایی و یا ساختار فیزیکی مدل و غیره باشد. انتخاب نوع طبقه‌بندی بر اساس هدف برنامه‌ریزی متفاوت است.

### کاربرد مدل‌ها

اکنون کاربرد روش‌های متعدد مدل‌ها در مطالعات فضایی، منطقه‌ای و مسائل شهری قدمت زیادی یافته است. به گونه‌ای که از سالیان دور مدل‌های ریاضی برای حل مسائل و معضلات فضایی، شهری و ... متداول بوده است.

۳- همان منبع.

۱- آسایش و مشیری، (۱۳۸۱)، ص ۲۵۷.

۳- Chorley.

۴- D. Harvey.

۴- بهفروز، (۱۳۷۸)، ص ۱۵۲.

مدل‌ها اگرچه پایه‌ی تئوریکی خاص و محکمی ندارند، ولی به کمک آن‌ها می‌توان سیستم‌های پیچیده و بغرنج دنیای واقعی را به سیستم‌های ساده‌تر و قابل فهم تجزیه نمود و سپس به تحلیل آن پرداخت.

کاربرد دیگر مدل‌ها آن است که آن‌ها از طریق مقایسه بعضی پدیده‌ها با یک پدیده شناخته شده، عملکرد «تجویزی - دستوری»<sup>۱</sup> ایفا می‌کنند. عملکرد سیستماتیک مدل‌سازی، اغلب روی این موضوع تأکید دارد که حقیقت بر حسب سیستم‌های به هم پیوسته دیده می‌شود.<sup>۲</sup> مدل‌ها امکان مقایسه عملکردها را میان سیستم‌هایی که به ظاهر از هم متمایزند فراهم می‌آورد. از این‌رو می‌توان به ارزش و اعتبار معرفت‌شناسانه مدل‌ها پی برد.<sup>۳</sup>

لی به نقل از بیلز (۱۹۶۸) مراحل را که بهترین نتیجه را از کاربرد مدل در برنامه‌ریزی به دست می‌دهد به صورت ذیل مطرح نموده است:<sup>۴</sup>

۱- استفاده از مدل (مدل‌ها) برای پیش‌بینی روند طبیعی تحولات در سیستم شهری.

۲- تمایز میان خصایص مقبول و نامقبول سیستم شهری آینده.

۳- تعیین الگوهای مطلوب توسعه.

۴- تعیین سیاست‌هایی که توسعه مطلوب را با توجه به این گزینه‌ها مقدور سازد.

۵- نتایج این سیاست‌ها را می‌توان در مدل جای داده و با استفاده از آن به پیش‌بینی‌های جدیدتری رسید.

هنگامی که مجموعه‌ای از سیاست‌ها، که به اهداف مطلوب رهنمون می‌شوند تدوین شد، قابلیت اجرا و میزان تأثیر گزینه‌های مختلف بررسی شده و ترکیب گزینه مطلوب انتخاب می‌شود.

---

۱- Normative.

۱- افراخته، (۱۳۷۴)، ص ۱۴.

۲- حاتمی‌نژاد، (۱۳۷۵)، ص ۹۴.

۳- لی، (۱۳۶۶)، ص ۳۴.



## • فصل دوم

### مدل‌های جمعیتی

#### مدل‌های جمعیتی در مطالعات جغرافیایی

یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد کانون‌های زیستی و اجزاء و عناصر تشکیل‌دهنده آن انسان و فعالیت‌های مختلف وی در سرزمین است. بنابراین هیچ تردیدی نیست که اساس مطالعات شهری - منطقه‌ای و فضایی را بررسی‌های جمعیتی در شاخص‌های مختلف جمعیت در گذشته، حال و آینده تشکیل می‌دهد. بنابراین پیش‌بینی جمعیت در برنامه‌ریزی اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و ... اولین گام در برنامه‌ریزی است. برای برآورد جمعیت مدل‌های مختلفی وجود دارد. بعضی از این مدل‌ها فقط کل جمعیت را به دست می‌دهند؛ برخی دیگر از روش‌ها و مدل‌ها، ویژگی‌های خاصی دارند؛ یعنی با مقایسه چگونگی رشد بخشی از جمعیت با بخش دیگری از آن، به پیش‌بینی‌های خاصی دست می‌یابند. از انواع مختلف مدل‌های جمعیتی هر کدام ویژگی‌های خاص خود را دارند که انتخاب نوع مدل و استفاده از آن در درجه اول به اطلاعات موجود در زمان و سپس به هدف برنامه‌ریزی بستگی دارد. در این فصل، مدل‌های مختلف پیش‌بینی جمعیت به طور کامل مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. مدل‌های جمعیتی به طور کلی به دو دسته روش‌های تجمعی و روش‌های ترکیبی قابل تقسیم هستند.

#### ۱- روش‌های تجمعی

این روش‌ها که برای برآورد کل جمعیت ناحیه مورد مطالعه به کار می‌روند، عبارتند از:

- مدل رشد خطی<sup>۱</sup>،
- مدل رشد نمایی<sup>۲</sup>،
- مدل رشد نمایی تعدیل شده<sup>۳</sup>،
- مدل رشد نمایی مضاعف<sup>۴</sup>،
- مدل منحنی لجستیک<sup>۵</sup>،
- مدل مقایسه‌ای<sup>۶</sup>،
- مدل رگرسیون خطی ساده<sup>۷</sup>،
- مدل رگرسیون چند متغیره<sup>۸</sup>،
- روش تناسبی<sup>۹</sup>.

#### مدل رشد خطی

این مدل الگویی از رشد جمعیت را توصیه می‌کند که در آن میزان جمعیت همچنان با نرخ فعلی خود تغییر می‌کند. به همین ترتیب میزان تراکم جمعیت متناسب با زمان، افزایش یا کاهش خواهد داشت. اگر میزان افزایش یا کاهش در طول برابر با مشخصه  $a$  باشد، متعاقب آن، سطوح جمعیتی  $P_1, P_2, \dots, P_n$ ، در سال اول، دوم ... و  $n$ ام برابر خواهد بود با:<sup>۱۰</sup>

- 
- ۱- The Linear Growth Model.
  - ۲- The Modified Exponential Growth Model.
  - ۳- The Exponential Growth Model.
  - ۴- The Double Exponential Model.
  - ۵- Logistic Model.
  - ۶- The Comparative Method.
  - ۷- Linear Regression Model.
  - ۸- Multivariate Regression Model.
  - ۹- Ratio Method.

۱۰- اپنهام، (۱۳۷۹)، صص ۴۱-۴۰.

$$p_1 = p_0 + a$$

$$p_2 = p_1 + a = (P_0 + a) + a = P_0 + 2a$$

$$p_3 = p_2 + a = (P_0 + 2a) + a = P_0 + 3a$$

$$p_n = p_{n-1} + a = (P_0 + (n-1)a) + a = P_0 + na$$

بنابراین میزان جمعیت در زمان  $n$  برابر خواهد بود با:

$$P_n = P_0 + na$$

(۱-۲)

$P_n$ : میزان جمعیت در زمان  $n$ ,

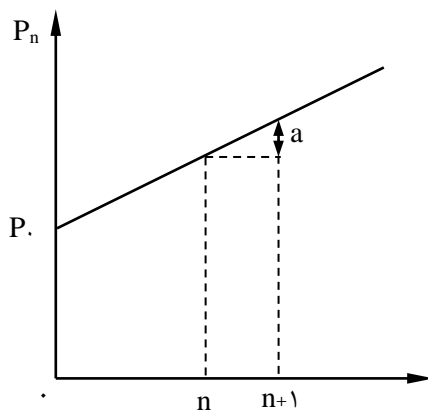
$P_0$ : میزان جمعیت پایه،

$a$ : میزان رشد در واحد زمان،

$n$ : دوره زمانی بر حسب (ماه، سال، نیمسال و ...).

این مدل به صورت گرافیک توسط یک خط مستقیم در شکل (۱-۲) نشان داده

شده است.



شکل (۱-۲): مدل رشد خطی

منبع: اپنهایم، ۱۳۷۹: ۴۱

مدل رشد خطی به دلیل آن که میزان جمعیت آینده را بر مبنای این فرض که الگوی خطی رشد همچنان در آینده نیز ثابت باقی خواهد ماند، برآورد می‌کند؛ مدل قیاسی رشد خوانده می‌شود. ویژگی اصلی آن، تغییر در جمعیت طی یک دوره زمانی ممکن، مثلاً با  $K$  واحد از زمان، ثابت و مساوی است با  $K_a$  و مستقل از زمان برآورد است. در وضعیت کاهش (مداوم) در میزان جمعیت، مشخصه‌ی  $a$ ، مقداری منفی دارد. نمودار روند تغییرات  $P_n$  اگرچه هنوز خطی است، اما در این حالت سیر نزولی دارد.<sup>۱</sup>

مثال: اگر شهری در حال حاضر ۵۰۰۰۰ نفر جمعیت داشته باشد، و در عرض ۵ سال گذشته سالانه ۵۰۰۰ نفر افزایش یافته باشد، مطلوب است جمعیت این شهر را برای ۱۰ سال آینده محاسبه کنید؟

$$P_{10} = 50000 + 10 \times 5000 = 100000 \text{ نفر}$$

#### مدل رشد نمایی

در روش قبلی فرض بر این بود که تغییرات در سطوح جمعیتی متناسب با زمان سپری شده است. اما در این روش، مقدار افزایش جمعیت متناسب با میزان جمعیت موجود است. به طوری که نسبت بین افزایش جمعیت و جمعیت کل، ثابت است ولی افزایش صعود می‌کند. به زبان ریاضی<sup>۲</sup>:

$$P_{(t+n)} = P_{(t)}(1+r)^n \quad (2-2)$$

$P_{(t+n)}$ : جمعیت در سال  $t+n$  (پایان دوره)،

$P_{(t)}$ : جمعیت در سال  $t$  (آغاز دوره)،

$n$ : دوره زمانی (بر حسب ماه، سال، نیمسال و ...)،

$r$ : نرخ رشد جمعیت سالانه.

به طوری که  $r$  یعنی نرخ رشد سالانه جمعیت از طریق فرمول ذیل به دست می‌آید:

۱- اپنهایم، (۱۳۷۹)، صص ۴۲-۴۱.

۲- Field and Macgregor, (1987), P.23-25.



$$r = \left( \sqrt[n]{\frac{P_{(t)}}{P}} - 1 \right) \times 100$$

مثال: اگر جمعیت شهر A در سال ۱۳۷۰ برابر ۲۰۰۰۰ نفر و در سال ۱۳۸۰ برابر ۳۲۰۰۰ نفر بوده است، مطلوب است جمعیت این شهر با استفاده از مدل رشد نمایی برای سال ۱۳۹۰ محاسبه نماید.

$$r = \left( \sqrt[10]{\frac{32000}{20000}} - 1 \right) \times 100 = 4/8 \quad \text{در سال}$$

$$P_{1390} = 32000 \cdot \left( 1 + \frac{4/8}{100} \right)^{10} = 51140 \quad \text{نفر}$$

#### مدل رشد نمایی تعدیل شده

کاربرد مدل‌های رشد خطی و نمایی را می‌توان در موارد مختلفی تجسم نمود، لیکن از مشکلات بزرگ و محدودیت‌های اصلی این دو مدل آن است که در آن جمعیت قابلیت افزایش بی‌نهایت یا کاهش بی‌نهایت را دارد. فرض اصلی این مدل آن است که باقی‌مانده رشد جمعیت (تفاضل بین سطح جمعیت آخرین و سطح جمعیت فعلی) تابعی از نسبت ثابتی است از این تفاضل در یک دوره قبل. فرمول ریاضی آن طبق رابطه (۳-۲) است<sup>۱</sup>:

$$P_n = P_\infty - V^n (P_\infty - P) \quad (3-2)$$

V: مقدار افزایش یا سرعت جمعیت،

$P_\infty$ : تعداد جمعیت مطلوب،

P: جمعیت حال حاضر،

$P_n$ : جمعیت مورد انتظار،

n: تعداد سال برای جمعیت مورد انتظار.

۱- صباغ کرمانی، (۱۳۸۰)، صص ۲۵۹-۲۵۸.

در این مدل، پیش‌بینی جمعیت برای دوره  $n$  را از طریق تفاضل بین جمعیت نهایی یا (مطلوب) با نسبت نهایی کاهش یابنده‌ای از نرخ رشد کلی، به دست می‌آوریم. این نسبت قوه  $n$  عامل  $V$  می‌باشد.

در نتیجه، هرچه مقدار  $V$  بیشتر و بزرگتر باشد، افزایش جمعیت کندتر می‌شود. نهایتاً در حالتی که  $V = 1$  باشد، سطح جمعیت ثابت مانده و هیچ‌گونه افزایشی نخواهد داشت. برعکس اگر  $V = 0$  گردد، سطح جمعیت فوراً و یک دفعه برابر با جمعیت نهایی یا مطلوب می‌شود (در طی یک دوره زمانی)<sup>۱</sup>.

مثال: اگر مقدار جمعیت مطلوب شهری ۲۰۰۰۰ نفر باشد و جمعیت کنونی آن ۱۰۰۰۰ نفر باشند، با اتخاذ سیاست منطقه‌ای، به طوری که این شهر طوری مهاجرپذیر باشد که هر ۱۰ سال فقط  $\frac{1}{4}$  رشد سالانه قبلی به این شهر اضافه شود، در آن صورت چند سال طول می‌کشد جمعیت این شهر به ۱۵۰۰۰ نفر برسد.

$$\begin{aligned} P_{\infty} &: 20000 \\ P_n &: 15000 \\ P &: 10000 \\ V &: \frac{1}{4} \\ n &: ? \end{aligned}$$

$$15000 = 20000 - \frac{1^n}{4} (20000 - 10000)$$

$$15000 = 20000 - (0/25)^n (10000)$$

می‌توان معادله را به صورت ذیل نوشت:

$$0/25^n (10000) = 20000 - 15000$$

در آن صورت می‌توان نوشت:

$$0/25^n (10000) = 5000$$

طرفین به ضریب مجهول تقسیم شده در آن صورت خواهیم داشت:

$$0/25^n = 0/5$$

در این صورت می‌توانیم بنویسیم:

۱- صباغ کرمانی، (۱۳۸۰)، صص ۲۶۰-۲۵۹.

$$n = \frac{\log 0/5}{\log 0/25}$$

$$n = 0/5 \quad 0/5 \times 10 = 5 \quad \text{۵ سال طول می کشد}$$

$$\text{نفر } p_1 = 200000 - (0/25)^1 (200000 - 100000) = 175000 \quad \text{جمعیت در ۱۰ سال بعد}$$

$$\text{نفر } p_2 = 200000 - (0/25)^2 (200000 - 100000) = 193750 \quad \text{جمعیت در ۱۰ سال بعد}$$

$$\text{نفر } p_3 = 200000 - (0/25)^3 (200000 - 100000) = 201562 \quad \text{جمعیت در ۱۰ سال بعد}$$

### مدل نمایی مضاعف

مدل دیگری که بر مبنای یک سطح نهایی محدود جمعیتی استوار است، مدل نمایی مضاعف است<sup>۱</sup>:

این مدل بر این فرض متکی است که نرخ رشد جمعیت متناسب است با میزان جمعیت، همانند مدل نمایی فوق ولی با یک فاکتور نسبی که به جای ثابت بودن به صورت نمایی همراه با زمان، افزایش پیدا می کند. این امر، کندتر کردن نرخ رشد را در جهت محدودیت عنوان شده برای میزان جمعیت، فراهم می سازد.

$$P_t = P_\infty \times a^{b^t} \quad (4-2)$$

مزیت اصلی این مدل در آن است که پس از یک تبدیل مناسب در واحدهای اندازه گیری، میزان جمعیت به صورت یک مدل خطی ساده از رشد درمی آید. در واقع، اگر از طرفین معادله لگاریتم گرفته شود، خواهیم داشت:

$$\log P_t = \log P_\infty + b^t \log a \quad \log P_t = \log P_\infty + b^t \log a$$

$$\log\left(\frac{P_\infty}{P_t}\right) = b^t \log a^{-1} = b^t \log \frac{1}{a}$$

و اگر مجدداً لگاریتم گرفته شود:

۱- اپنهایم، (۱۳۷۹)، صص ۴۹-۵۲.

$$\log \log \left( \frac{P_\infty}{P_t} \right) = \log \log \left( \frac{1}{a} \right) + t \log b \quad (۵-۲)$$

بدین ترتیب با استفاده از لگاریتم‌های مضاعف  $(P_\infty/P_t)$  و معکوس مشخصه  $a$ ، مدل به صورت یک مدل خطی تبدیل می‌شود. به هر حال، این جنبه از مدل نمایی مضاعف ما را قادر می‌سازد که معنی فیزیکی متغیرهای  $a$  و  $b$  آن را مشخص سازیم. در واقع در زمان  $t = 0$  داریم:

$$\log \log \left( \frac{P_\infty}{P_t} \right) = \log \log \left( \frac{1}{a} \right) \quad \text{یا} \quad \left( \frac{P_\infty}{P_t} \right) = \left( \frac{1}{a} \right)$$

یا سرانجام:

$$a = \left( \frac{P_t}{P_\infty} \right) \quad (۶-۲)$$

بنابراین،  $a$  نمایانگر نسبت میزان جمعیت پایه به میزان نهایی است. همچنین  $\log$  مشخصه  $b$  شیب خط مستقیم است، یعنی نرخ تغییرات واحد جدید اندازه‌گیری میزان جمعیت:  $\log \log (P/P_\infty)$  نسبت به زمان  $t$ . لزوم یک سطح نهایی محدود بر این امر دلالت دارد که به سبب آن که  $a = P_t/P_\infty$  کوچک‌تر از یک است،  $b$  نیز باید کوچک‌تر از یک باشد. در واقع، در زمان  $t = \infty$ ،  $P_t$  برابر  $P_\infty$  می‌گردد، یعنی  $P_t = P_\infty = P_\infty a^{b^\infty}$  یا  $a^{b^\infty} = 1$ . بنابراین،  $b < 1$  است و در غیر این صورت  $b^\infty$  بسیار بزرگ خواهد شد و  $P_\infty$  نامحدود می‌گردد. اگر  $b < 1$  باشد،  $b^\infty$  مساوی صفر خواهد شد و  $P_\infty = P_\infty a^b = P_\infty$  و قید میزان محدود  $P_\infty$  رعایت می‌گردد. از آنجا که  $b$  کوچکتر از یک است، لگاریتم آن منفی می‌باشد و شیب خط مستقیم به پایین خط خواهد بود. به عنوان مثال: فرض می‌کنیم که می‌خواهیم یک مدل نمایی مضاعف را برای سیر تغییرات یک سطح جمعیتی که از مقدار پایه ۸۰۰۰۰ نفر شروع و سرانجام در مقدار ۲۰۰۰۰۰ نفر ثبت می‌شود، به کار ببندیم. این مدل به شکل  $P_t = P_\infty = P_\infty a^{b^\infty}$  خواهد بود. با این حال باید آن را برای نیازهای خود سازگار کنیم، یعنی مشخصه‌های  $a$  و  $b$  مدل را تخمین زنیم. معادله (۶-۲) نشان می‌دهد که  $a$  برابر با  $P_t/P_\infty$  است. بنابراین:

$$a = \frac{۸۰۰۰۰}{۲۰۰۰۰۰} = ۰/۴$$

مقدار  $b$  از معادله (۶-۲) به دست خواهد آمد. هر چند به سبب این که معادله وابسته به زمان است، نیاز به تعیین جمعیت در یک زمان معین داریم. بدین ترتیب، فرض کنید که انتظار داریم میزان جمعیت بعد از ۱۰ سال به سطح ۱۵۰۰۰۰ نفر برسد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\log \log = \frac{۲۰۰۰۰۰}{۱۵۰۰۰۰} = \log \log \left( \frac{۱}{۰/۴} \right) + ۱ \cdot \log \log b$$

$$-۰/۹ = ۰/۴ + ۱ \cdot \log \log b$$

$$\log \log b = \frac{-۰/۹ + ۰/۴}{۱}$$

$$\log b = -۰/۰۵$$

$$\log b = ۰/۸۹$$

بنابراین، مدلی که منطبق بر شرایط مورد نظر ماست، به صورت ذیل است:

$$P_t = (۲۰۰۰۰۰) \cdot ۴^{(-/۸۹)^t}$$

بنابراین برآورد جمعیت در سال مورد نظر را می‌توان با جایگزین آن در رابطه فوق به دست آورد.

#### مدل منحنی لجستیک

در مدل‌های رشد نمایی، فرض اصلی این بود که نرخ رشد جمعیت نسبت به سطح جمعیت ثابت است. اگر این نرخ رشد را به جای ثابت بودن آن، تابع خطی کاهش یابنده‌ای از سطح جمعیت (برای مثال به صورت  $a - bP_t$ ) فرض نماییم، نتیجه مدل لجستیک خواهد بود. یعنی:

$$P_t = \frac{۱}{\left(\frac{۱}{p} - \frac{b}{a}\right)e^{-at} + \frac{b}{a}} \quad (۷-۲)$$

$P_t$ : برآورد جمعیت در سال  $t$ ،

$P$ : جمعیت سال پایه (اولیه)،

$a$  و  $b$ : ضرایبی هستند که در فرمول رشد مضاعف طریقه محاسبه آن توضیح داده شده است.

$e$ : عدد نپری برابر ۲/۷۱۸،

در صورت نقطه‌گذاری اعداد در محور مختصات جمعیت و زمان، شکل این تابع به

صورت «s» درمی‌آید. در این مدل سطح نهایی جمعیت برابر با  $\frac{a}{b}$  خواهد شد و در

حالتی که  $b = 0$  باشد، همان مدل رشد نمایی ساده به دست می‌آید.<sup>۱</sup>

#### مدل مقایسه‌ای

این مدل مبنای پیش‌بینی جمعیت را در یک منطقه خاص قرار نمی‌دهد، بلکه رشد جمعیت یک منطقه را نسبت به مناطق دیگر در نظر می‌گیرد. برای مثال ممکن است مشاهده کنیم که در یک شهر جمعیت و رشد آن همواره رابطه با رشد استان مربوطه داشته باشد. در این حالت می‌توان از مدل مقایسه‌ای استفاده نمود.

بنابراین اگر جمعیت در استان  $s$  در زمان  $t$  در دست باشد  $(P_t^s)$ ، جمعیت شهر مربوطه  $(P_t^c)$  را می‌توان از طریق رابطه زیر به دست آورد:<sup>۲</sup>

$$P_t^c = KP_t^s \quad (۸-۲)$$

$P_t^c$ : جمعیت شهری  $c$  در زمان  $t$ ،

$K$ : همان فاکتور نسبت،

$P_t^s$ : جمعیت استان  $S$  در زمان  $t$ .

مثال: فرض کنیم جمعیت شهر  $c$  همواره ۱۰ درصد جمعیت استان مربوطه بوده

است و جمعیت استان نیز بر اساس مدل خطی  $P_t^s = ۲ + ۰/۱t$  قابل پیش‌بینی است ( $P$ )

۱- صباغ کرمانی، (۱۳۸۰)، ص ۲۶۳.

۲- همان منبع، ص ۲۶۴.

به میلیون نفر و  $t$  به سال). مطلوب است؛ ابتدا جمعیت شهر  $c$  را در زمان صفر به دست آورده، سپس محاسبه کنید که جمعیت شهر  $c$  چند سال دیگر دو برابر خواهد شد.

$$P^c = 0.1(2 + 0.1(0)) = 0.2$$

جمعیت شهر  $c$ ،  $0.2$  میلیون نفر در زمان صفر است. حال اگر بخواهیم قسمت دوم

مسأله را محاسبه کنیم عبارتند از:

$$P^c_t = 0.4 = 0.1(2 + 0.1t)$$

طرفین را به ضریب مجهول تقسیم می‌کنیم، آنگاه خواهیم داشت:

$$\frac{0.4}{0.1} = 2 + 0.1t$$

$$4 = 2 + 0.1t$$

آنگاه خواهیم داشت:

$$4 - 2 = 0.1t \Rightarrow 2 = 0.1t$$

$$t = \frac{2}{0.1} = 20 \quad \text{سال}$$

معادله فوق در صورتی بود که جمعیت رشد خطی داشته باشد. حال اگر جمعیت به صورت  $U$  رشد کند، منتها با یک فاصله زمانی  $T$ ، در این صورت خواهیم داشت:

$$P^u_t = KP^s_t - T \quad (9-2)$$

مثال: اگر سطح جمعیت در استان  $S$  ( $P^s$ ) تابعی است از سطح جمعیت در استان دیگر ( $P^u$ ) منتها با یک وقفه زمانی  $10$  ساله و می‌دانیم که رشد جمعیت تابعی است نمایی که از میزان  $3$  میلیون نفر شروع شده و رشدی معادل  $4$  درصد را به صورت ذیل دارا است.

$$P^u_t = 3(1 + 0.04)^t$$

حال می‌خواهیم بدانیم در طی چند سال جمعیت استان  $S$  به  $5$  میلیون نفر می‌رسد.

می‌توان به صورت ذیل عمل کرد:

$$P^s_t = P^s_{t-10} = 3(1 + 0.04)^{t-10}$$

$$5 = 3(1 + 0.04)^{t-10} \Rightarrow \frac{5}{3} = 1.04^{t-10}$$

$$۱/۶۷ = ۱/۰۴^{t-۱۰} \quad \text{یا}$$

معادله را می‌توان به صورت ذیل ساده نمود:

$$\log ۱/۶۷ = (t - ۱۰) \log ۱/۰۴$$

$$(t - ۱۰) = \frac{\log ۱/۶۷}{\log ۱/۰۴} = ۱۳/۱۲ \quad \text{یا}$$

$$(t - ۱۰) = ۱۳/۱۲$$

$$t = ۱۳/۱۲ + ۱۰$$

$$t = ۲۳/۱۲$$

حدود ۲۳/۱۲ سال طول می‌کشد جمعیت استان S به سطح ۵ میلیون برسد.

#### مدل رگرسیون خطی ساده

در این مدل با استفاده از روابط میان دو متغیر می‌توان متغیری را از روی متغیر دیگری برآورد نمود. بدین صورت که متغیر  $y$  در رابطه با زمان  $x$  تغییر می‌نماید. در این صورت می‌توان بین این دو گروه متغیر یک رابطه خطی به صورت ذیل نوشت:

$$y = ax + b \quad (۱۰-۲)$$

مقادیر  $a$  و  $b$  ضرایبی هستند که از طریق فرمول‌های ذیل به دست می‌آیند:

$$a = \frac{\sum xy}{\sum x^2} \quad (۱۱-۲)$$

$$b = \frac{\sum y}{N} \quad (۱۲-۲)$$

مثال: جمعیت شهر A از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۰ به شرح جدول (۲-۱) می‌باشد خط رگرسیون جمعیت آن را در رابطه با زمان به دست آورده و برآورد نمایید که در سال ۱۴۰۰ جمعیت آن چقدر خواهد بود.



جدول (۲-۱): داده‌های جمعیتی شهر A طی سال‌های ۱۳۴۰-۱۳۸۰

سال	جمعیت (y)
۱۳۴۰	۱۲۰۰۰
۱۳۵۰	۱۴۰۰۰
۱۳۶۰	۱۶۵۰۰
۱۳۷۰	۱۸۸۰۰
۱۳۸۰	۲۱۵۰۰
$\Sigma$	۸۲۸۰۰

حال می‌توان با استفاده از جدول ذیل مقادیر b را محاسبه کنیم.

$$b = \frac{۸۲۸۰۰}{۵} = ۱۶۵۶۰$$

N نیز تعداد دوره‌ها است که هر ۱۰ سال به عنوان یک دوره در نظر گرفته شده است. برای به‌دست آوردن مقادیر a بایستی مقادیر x و  $x^2$  را به‌دست آورد. با در نظر گرفتن یکی از دوره‌ها به عنوان دوره مبدأ می‌توان مقدار x را به‌دست آورد. در این صورت هرکدام از چند ده سال قبل از مبدأ و بعد از آن مقادیر x خواهند بود، که در این مثال ۱۳۶۰ به عنوان سال مبدأ که دوره‌های بعد و قبل نسبت به آن سنجیده می‌شود.

جدول (۲-۲): محاسبه جمعیت شهر A

سال	y	x	$X^2$	xy
۱۳۴۰	۱۲۰۰۰	-۲	۴	-۲۴۰۰۰
۱۳۵۰	۱۴۰۰۰	-۱	۱	-۱۴۰۰۰
۱۳۶۰	۱۶۵۰۰	۰	۰	۰
۱۳۷۰	۱۸۸۰۰	۱	۱	۱۸۸۰۰
۱۳۸۰	۲۱۵۰۰	۲	۴	۴۳۰۰۰
$\Sigma$	۸۲۸۰۰	-	۱۰	۲۳۸۰۰

حال می‌توان مقدار  $a$  را به دست آورد:

$$a = \frac{23800}{10} = 2380$$

حال می‌توانیم با جایگزینی مقادیر  $b$  و  $a$  در معادله خطی، جمعیت را برای سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی کنیم:

$$y = 2380x + 16560$$

با توجه به این که در جدول (۲-۲) هر ۱۰ سال به عنوان یک دوره نسبت به سال مبدأ در نظر گرفته شده است، سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۶۰، ۴ دوره می‌شود که مقادیر  $x$ ، ۴ خواهد بود. حال خواهیم داشت:

$$y = 2380 \times 4 + 16560$$

$$y = 26080 \quad \text{نفر}$$

جمعیت در سال ۱۴۰۰ به ۲۶۰۸۰ نفر خواهد رسید.

#### مدل رگرسیون چند متغیره

تحلیل‌های رگرسیون چند متغیره براساس این فرضیه است که بین جمعیت و متغیرهای دیگر، رابطه ثابتی وجود دارد. این روش در ساده‌ترین شکل خود، تنها از یک متغیر مستقل به صورت زیر استفاده می‌کند:

$$P_{(t)} = a + bx_{(t)} \quad (13-2)$$

در این فرمول،  $x_{(t)}$  متغیر مستقل است. گفتنی است که معادله‌های روش‌های خط - روند و روش‌های نسبت، گونه‌ای دیگر از این فرمول به شمار می‌آیند. با شناخت این معادله، می‌توان از آن برای پیش‌بینی استفاده کرد. معمولاً معادله یاد شده، به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$\Delta P_t^{t+n} = a + b\Delta X_t^{t+n} \quad (14-2)$$

در رابطه بالا:

$\Delta P_t^{t+n}$ : تغییر در جمعیت بین زمان  $t$ ،  $t+n$

$\Delta X_t^{t+n}$ : تغییر در متغیر مستقل بین زمان  $t$ ،  $t+n$

گونه تغییر یافته‌تر، عامل فاصله زمانی را نیز در فرمول دخالت می‌دهد، یعنی می‌پذیرد که تغییر در متغیر مستقل برای مؤثر بودن، نیازمند زمان است، بنابراین:

$$\Delta P_t^{t+n} = a + b \Delta X_s^{s+m} \quad (15-2)$$

در این فرمول،  $s$  و  $s+m$  دو تاریخ هستند که بر حسب ضرورت و تناسب گزینش شده‌اند. احتمال دارد که رابطه غیرخطی باشد که در نتیجه پیش از محاسبه خط رگرسیون باید انتقال لگاریتمی صورت گیرد:

$$\log P_{(t)} = a + b X_{(t)} \quad (16-2)$$

$$P_{(t)} = a + b \log X_{(t)} \quad (17-2)$$

معمولاً رگرسیون چند متغیره مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$p_{(t)} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad (18-2)$$

که به صورت فشرده می‌توان نوشت:

$$p_{(t)} = a + \sum_i b_i X_i \quad (19-2)$$

متغیرهای به کار رفته ممکن است متغیرهای واقعی ( $X_i$ )، تغییر در متغیرها ( $\Delta X_i$ )، یا بدون فاصله زمانی، یا انتقال لگاریتمی (لگاریتم  $X_i$  یا لگاریتم  $\Delta X_i$  با تغییرات لگاریتم  $X_i$ ) باشد. برای نمونه، می‌توان متغیرهای قابلیت دسترسی، هزینه مسکن، سطوح دستمزد، فرصت‌های خالی اشتغال، بیکاری و سرمایه‌گذاری صنعتی را نام برد. در برخی از مطالعات، به جای برازش خط رگرسیون بر اساس داده‌های قدیمی موجود در یک ناحیه، آن را بر یک پایه داده‌های زمان حال یا داده‌های اخیر چند ناحیه برازش می‌دهند. سطح پیچیدگی این گونه الگوها، سبب پنهان کردن نقص اساسی تئوریک می‌شود. ساختار علی الگو ضعیف می‌باشد و ممکن است متغیرهای مستقل، تعداد زیادی از عوامل علی ویژه‌ای را پنهان کنند، که به شیوه‌های گوناگون با متغیر مستقل مرتبط هستند. همچنین به نظر نمی‌رسد آن گونه که برای پیش‌بینی ضروری است، پارامترهای

$a$  و  $b_i$  ثابت باقی بمانند. مسائل دیگری وجود دارد که از نیازهای آمار کاربرد تکنیک سرچشمه می‌گیرند، متغیرهای مستقل باید دارای پراکنش نرمال بوده و مستقل باشند<sup>۱</sup>.

### روش‌های نسبت

روش‌های نسبت به گونه‌ای از فنون گفته می‌شود که جمعیت ناحیه مورد مطالعه را با یک متغیر نسبت در همان زمان مقایسه می‌کنند. این روش متغیر نسبت را پیش‌بینی کرده و سپس با ضرب آن در یک نسبت، پیش‌بینی جمعیت ناحیه مورد مطالعه را به دست می‌دهد. این روش‌ها را می‌توان به آسانی برحسب متغیرهای نسبت مورد استفاده، طبقه‌بندی کرد<sup>۲</sup>:

الف) روش نسبت ناحیه<sup>۳</sup>،

ب) روش نسبت ترکیبی<sup>۴</sup>،

ج) روش نسبت نماینده<sup>۵</sup>.

### الف) روش نسبت ناحیه

در این نوع از روش نسبت، ناحیه مطالعه با ناحیه الگویی، مقایسه می‌شود که خود بخشی از آن است. برای مثال، یک منطقه از یک کشور را می‌توان با تمام کشور مقایسه کرد. اگر در ناحیه الگو و ناحیه مطالعه، تغییرات جمعیتی تحت تأثیر نیروهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی همانندی قرار داشته باشد؛ می‌توان فرضیه‌ای مبنی بر وجود رابطه بین رشد در دو ناحیه را ارائه کرد. فرض بر آن است که<sup>۶</sup>:

۱- زیاری، (۱۳۸۱)، ص ۱۱۶-۱۱۵.

۲- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، ص ۴۱.

۳- Area Ratio Method.

۴- Composite Ratio Method.

۵- Symptomatic Ratio Method.

۶- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، ص ۴۲.

$$P^s(t) = RP^P(t) \quad (2-20)$$

$P^s(t)$ : جمعیت ناحیه مورد مطالعه در زمان  $t$ ,

$P^P(t)$ : جمعیت ناحیه الگو در زمان  $t$ ,

$R$ : نسبت، که می‌توان از روش ثابت، میانگین و غیره استفاده کرد.

### ب) روش نسبت ترکیبی

در این روش، فرض بر این است که بین یکی از اجزای کل جمعیت و کل جمعیت، رابطه موجود است. یکی از اجزای جمعیت که در آمریکا استفاده گسترده‌ای دارد، نام‌نویسی در مدرسه است که می‌توان آن را بر حسب گروه نسبی تفکیک کرد. همچنین می‌توان از تعداد شاغلان و تفکیک آن‌ها بر حسب شغل استفاده کرد. در این زمینه، استفاده از وقایع تولد و مرگ رواج بیشتری دارد. معمولاً لازم است با استفاده از داده‌های گذشته برای هر یک از انواع یاد شده، نسبت یا نسبت‌هایی بین جزء مورد نظر و کل جمعیت، محاسبه شود. نسبت محاسبه شده ممکن است همچون گذشته ثابت یا متغیر باشد. با استفاده از اطلاعات مربوط به زمان حال جزء مورد نظر، جمعیت زمان حال را می‌توان محاسبه کرد!

### ج) روش نسبت نماینده

در این روش از کالاها یا خدمات مربوط به جمعیت به عنوان پایه استفاده می‌کنند. برای مثال می‌توان از تعداد منازل، تعداد تلفن، مشترکان برق، آب و غیره به ثبت رسیده نام برد. در اینجا نیز از نسبت ثابت یا متغیر استفاده می‌کنند!

۱- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، ص ۴۶.

۲- همان منبع.

### روش‌های ترکیبی<sup>۱</sup>

روش‌های تجمعی عموماً برای پیش‌بینی کل جمعیت به کار می‌روند. در برنامه‌ریزی و مطالعات جغرافیایی گاهی ممکن است برای پیش‌بینی جمعیت عوامل تغییردهنده شمار و ساختمان سنی و جنسی جمعیت لازم باشد. در این گونه موارد، ضروری است از روش‌های ترکیبی جهت پیش‌بینی استفاده شود. روش‌های ترکیبی مورد بحث در این فصل عبارتند از:

- ۱- مدل ترکیب جمعیت<sup>۲</sup>،
- ۲- مدل ماتریسی بقای عمر کوهرت<sup>۳</sup>،
- ۳- مدل ترکیبی<sup>۴</sup>.

### مدل ترکیب جمعیت

در این روش برآورد با تجزیه و تحلیل عناصر اصلی، شامل زاد و ولد، مرگ و میر و مهاجرت به داخل و خارج صورت می‌گیرد. به گونه‌ای که اگر شاخص‌های فوق معلوم باشند، رابطه به شکل ذیل است<sup>۵</sup>:

$$P_t = P + B - D + I - E \quad (21-2)$$

$P_t$ : جمعیت در زمان  $t$ ،

$P$ : جمعیت در زمان مبدأ،

$B$ : تعداد موالید،

$D$ : تعداد مرگ و میر،

$I$ : مهاجرت به داخل،

۱- Composite Approaches Model.

۲- Population Composition Model.

۳- Chorot Survival Model.

۴- Composite Model.

۵- پولارد و همکاران، (۱۳۷۶)، ص ۱۸۶.

E: مهاجرت به خارج.

اگر تعداد موالید و درون کوچی (مهاجرت به داخل) بیش از مرگ و میر برون کوچی (مهاجرت به خارج) باشد، جمعیت افزایش می‌یابد. در حالت بالعکس جمعیت رو به کاهش است. اگر به فرض مهاجرتی وجود نداشته باشد، در این روش ابتدا نرخ خام موالید<sup>۱</sup> و نرخ خام مرگ و میر<sup>۲</sup> را محاسبه می‌کنیم سپس جمعیت سال افق به این صورت پیش‌بینی می‌شود:

$$b = \frac{B}{P} \quad \text{نرخ موالید} \quad d = \frac{D}{P} \quad \text{نرخ مرگ و میر}$$

با در اختیار داشتن نرخ موالید و مرگ و میر، می‌توان از طریق رابطه (۲-۲۲) به پیش‌بینی جمعیت اقدام کرد. ساختار کلی به شرح ذیل است.<sup>۳</sup>

$$P_{(t+n)} = P_t + b_n P_{(t)} - d_n P_{(t)} \quad (۲-۲۲)$$

$P_{(t+n)}$ : جمعیت در زمان  $t + n$

$P_t$ : جمعیت در زمان  $t$

$b_n$ : نرخ خام تولد در سال  $n$

$d_n$ : نرخ مرگ و میر در سال  $n$

مثال: اگر جمعیت شهر A در سال ۱۳۸۰ حدود ۱۸۰۰۰۰ نفر باشد و نرخ خام تولد ۱۰ ساله، برابر با ۰/۲۲ و نرخ خام مرگ و میر برابر ۰/۱۸ باشد، مطلوب است جمعیت شهر A را برای سال ۱۳۹۰ پیش‌بینی کنید.

$$P_{(۱۳۹۰)} = P_{(۱۳۸۰)} + b_1 \cdot P_{(۱۳۸۰)} - d_1 \cdot P_{(۱۳۸۰)}$$

$$P_{(۱۳۹۰)} = ۱۸۰۰۰۰ + (۰/۲۲ \times ۱۸۰۰۰۰) - (۰/۱۸ \times ۱۸۰۰۰۰)$$

$$P_{(۱۳۹۰)} = ۱۸۷۲۰۰ \quad \text{نفر}$$

۱- کاظمی‌پور، (۱۳۷۶)، ص ۷۷.

۲- همان منبع، ص ۳۶.

۳- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، ص ۵۲.

## مدل ماتریسی بقای عمر کوهرت

در این روش جمعیت را بر حسب سن و جنس، به  $n$  گروه تقسیم می‌کنند، به طوری که دوره پیش‌بینی مساوی با فاصله سنی گروه (نسل) خواهد بود. اگر جمعیت را به گروه‌های سنی ۵ ساله تقسیم شود، دوره پیش‌بینی را نیز ۵ ساله تعیین می‌گردد. اگر  $P_{i(t)}$  نمایانگر جمعیت واقع در گروه سنی  $i$  در زمان  $t$  یا سال پایه بوده و  $P_{i(t+1)}$  نمایانگر جمعیت پیش‌بینی شده، واقع در گروه سنی  $i$  باشد، و نیز  $s_i$  نرخ بازماندگی ویژه سنی و  $b_i$  نرخ تولد ویژه سنی به شمار می‌آید، خواهیم داشت:

$$P_{i(t+1)} = S_{i-1} P_{i-1(t)} \quad i=2 \text{ و } \dots \text{ و } n-1$$

$$P_{n(t+1)} = S_{n-1} P_{n-1(t)} + S_n P_{n(t)} \quad (23-2)$$

$P_{i(t+1)}$  از متولدان به دست می‌آید. اگر  $P_k$  و  $P_1$ ، گروه‌های سنی فرزندزایی باشند، می‌توان گفت:

$$P_{1(t+1)} = b_k P_{k(t)} + b_1 P_{1(t)} \quad (24-2)$$

گروه‌های سنی فرزندزایی از گروه‌های سنی زنان ۱۵-۴۹ ساله خواهد بود. جبر مربوطه را می‌توان به صورت ماتریس خلاصه کرد. گروه‌های سنی در زمان  $t$  و  $t+1$  (سال پیش‌بینی) را می‌توان به ترتیب، به صورت  $n \times 1$  بردار ستونی به شکل زیر نمایش داد:

$$P_{(t)} = \begin{bmatrix} P_{1(t)} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{n(t)} \end{bmatrix} \quad \text{و} \quad P_{(t+1)} = \begin{bmatrix} P_{1(t+1)} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{n(t+1)} \end{bmatrix}$$

اگر  $S$  ماتریس بازماندگی و  $B$  ماتریس تولد باشد، خواهیم داشت:

$$P_{(t+1)} = SP_{(t)} + BP_{(t)} \quad (25-2)$$

$$P_{(t+1)} = (S+B)P_{(t)} \quad (26-2)$$



$$P_{1385} = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ S_1 & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & S_2 & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & S_3 & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & S_{n-1} & S_n \end{bmatrix}$$

9

$$P_{1385} = \begin{bmatrix} \cdot & \dots & \cdot & b_k & b_1 & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \end{bmatrix}$$

با استفاده از رابطه (۲-۲۵)، ماتریس‌ها و بردارها را در هم ضرب کنیم، معادله‌های رابطه (۲-۲۳) و (۲-۲۴) به دست می‌آید. از ترکیب دو ماتریس  $S$  و  $B$ ، ماتریس  $C$  یا ماتریس تغییر به وجود می‌آید. اگر بخواهیم دوره بعدی پیش‌بینی را انجام دهید کافی است که  $P_{(t+1)}$  را در  $C$  ضرب کنیم. بنابراین<sup>۱</sup>:

$$\begin{aligned} P_{(t+2)} &= CP_{(t+1)} && (27-2) \\ &= C(CP_{(t)}) \\ &= C^2 P_{(t)} \end{aligned}$$

۱- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، صص ۶۰-۵۸.

مثال: با استفاده از داده‌های جدول (۲-۳)، جمعیت شهر فرضی در سال ۱۳۸۰ بوده که با استفاده از مدل ماتریسی عمر بقای کوهرت برای سال ۱۳۸۵ پیش‌بینی نماید. جدول (۲-۳): داده‌های جمعیت شهر فرضی در گروه‌های عمده سنی

نرخ تولد	نرخ بازماندگی	تعداد	گروه‌های سنی
	۰/۹	۱۶۰۰	۰-۱۴
۱	۰/۸	۱۹۰۰	۱۵-۲۹
۰/۶	۰/۷	۱۸۵۰	۳۰-۴۴
	۰/۶	۱۱۰۰	۴۵-۵۹
	۰/۴	۸۰۰	+۶۰

شایان ذکر است که محقق استفاده کننده از این مدل، بایستی آشنایی کامل به ریاضیات پایه داشته باشد.

$$P_{1385} = \begin{bmatrix} 1600 \\ 1900 \\ 1850 \\ 1100 \\ 800 \end{bmatrix} S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0/9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0/8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0/7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0/6 & 0/2 \end{bmatrix} B = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0/6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

طبق رابطه (۲-۲۶) ماتریس‌ها را جایگزین می‌کنیم:

$$P_{1385} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0/9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0/8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0/7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0/6 & 0/2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0/6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1600 \\ 1900 \\ 1850 \\ 1100 \\ 800 \end{bmatrix}$$

از ترکیب دو ماتریس S و D ماتریس C را به دست می‌آوریم.

$$P_{1385} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0/6 & 0 & 0 \\ 0/9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0/8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0/7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0/6 & 0/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1600 \\ 1900 \\ 1850 \\ 1100 \\ 800 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3010 \\ 1440 \\ 1520 \\ 1295 \\ 820 \end{bmatrix}$$

نرخ های تولد به گروه های به ترتیب ۲ و ۳ ضرب می شوند تا با مجموع نتیجه آن ها، تعداد اولین گروه به دست آید و در آخر نیز به ترتیب به گروه های ۴ و ۵ بعد از ضرب با هم جمع می شوند و تعداد رده آخر را تشکیل می دهند.

حال می توان، با به توان ۲ رساندن ماتریس C و جایگزینی آن در رابطه (۲-۲۷) جمعیت را برای سال ۱۳۹۰ پیش بینی کرد.

#### مدل ترکیبی

این مدل که به نام روش ترکیبی پیش بینی جمعیت نامیده می شود، امروز بیش از هر روش دیگری برای پیش بینی جمعیت به کار می رود. علت اطلاق کلمه ترکیبی آن است که در این روش، جمعیت پیش بینی شده براساس عملکرد مجموع عوامل مؤثر بر تغییر و تحول جمعیت به دست می آید، این عوامل عبارتند از: باروری، مرگ و میر، مهاجرت و ترکیب سنی و جنسی جمعیت. از بین چهار عامل فوق، تنها عامل چهارم یعنی جمعیت و ترکیب سنی و جنسی را در اختیار داریم و تغییرات سه عامل دیگر را باید از طریق بررسی و تدوین فرضیات، حدس زد. بهترین حالت در این مورد در اختیار داشتن ترکیب سنی و جنسی جمعیت در گروه های منظم پنج ساله است. در این روش باید سطوح باروری و مرگ و میر برای سال پایه پیش بینی، قبلاً محاسبه و در اختیار باشد. تا محقق بتواند گرایش های آینده آن ها را نیز برآورد کند و به عنوان فرضیات پیش بینی جمعیت مطرح سازد.

مقادیر باروری و ضرایب احتمال بقا نیز باید در قالب همان گروه بندی های سنی و در فواصل زمانی پنج ساله داده شود تا هماهنگی سنی و زمانی محاسبات حاصل آید. در این

روش به دلیل نداشتن جمعیت به تفکیک در هر سن، استفاده از میزان باروری عمومی اولویت دارد.

در این روش جمعیت هر گروه سنی را در ضرایب احتمال بقای مربوط به آن گروه ضرب می‌کنند تا جمعیت گروه سنی پنج ساله و بالاتر از آن در ۵ سال بعد به دست آید. با انجام این عمل جمعیت کلیه گروه‌های سنی به استثنای گروه سنی ۴-۰ ساله، تعداد موالید دوره پنج‌ساله مورد بحث را محاسبه و پس از تفکیک آن بر حسب جنس، آن‌ها را در ضریب احتمال بقای ذی‌ربط ضرب می‌نمایند و تعداد ۴-۰ ساله هر جنس را به دست می‌آورند و پس از جمع آن‌ها تعداد موالید دوره پنج‌ساله را محاسبه می‌کنند. بدین ترتیب میزان‌های باروری در گروه‌های پنج‌ساله را در تعداد زنان واقع در آن سنین ضرب می‌کنند، این عمل را یک‌بار در جمعیت آغاز دوره و بار دیگر در جمعیت پایان دوره انجام می‌دهند. میانگین ارقام حاصل، تعداد موالید سالانه در میان دوره خواهد بود که با ضرب کردن آن در عدد پنج، تعداد موالید دوره پنج ساله به دست می‌آید. در مواردی که میزان‌های باروری بر حسب گروه‌های سنی معلوم نباشد، می‌توان تعداد زنان واقع در میزان باروری عمومی ضرب نمود تا تعداد موالید سالانه جمعیت در آن مقطع زمانی به دست آید!

در جدول (۲-۴) توزیع جمعیت شهر مراغه در سال ۱۳۷۵ به تفکیک سن و جنس و ضریب احتمال بقای آن ارائه شده است که مراحل پیش‌بینی جمعیت را تا سال ۱۳۸۰ نشان می‌دهد.

جدول (۲-۴): پیش‌بینی جمعیت با رشد طبیعی در یک دوره پنج‌ساله (شهر مراغه)

سن	زن			مرد			کل
	جمعیت ۱۳۷۵	ضریب احتمال بقا	جمعیت پیش‌بینی ۱۳۸۰	جمعیت ۱۳۷۵	ضریب احتمال بقا	جمعیت پیش‌بینی ۱۳۸۰	
کلیه سنین	۶۵۶۹۲	۰/۹۵۱۰	۶۹۲۶۰	۶۶۶۲۵	۰/۹۴۵۱	۶۹۹۱۱	۱۳۹۱۷۱
۰-۴	۵۴۲۴	۰/۹۹۱۱	۵۶۰۵	۵۶۷۳	۰/۹۹۱۲	۵۸۴۴	۱۱۴۴۹
۵-۹	۸۳۸۸	۰/۹۹۴۶	۵۳۷۶	۸۶۵۶	۰/۹۹۷۶	۵۶۲۳	۱۰۹۹۹
۱۰-۱۴	۹۴۴۷	۰/۹۹۳۶	۸۳۴۳	۹۹۰۸	۰/۹۹۴۱	۸۶۳۵	۱۶۹۷۸
۱۵-۱۹	۷۹۲۱	۰/۹۹۱۸	۹۳۸۶	۸۰۵۵	۰/۹۸۱۶	۹۸۵۰	۱۹۲۳۶
۲۰-۲۴	۶۰۴۴	۰/۹۹۰۹	۷۸۵۶	۵۱۱۲	۰/۹۸۰۱	۷۹۰۷	۱۵۷۶۰
۲۵-۲۹	۵۳۴۵	۰/۹۸۸۱	۵۹۸۹	۵۳۳۷	۰/۹۸۶۵	۵۰۱۰	۱۰۹۹۹
۳۰-۳۴	۴۸۲۶	۰/۹۸۵۲	۵۲۸۱	۴۶۸۰	۰/۹۸۴۲	۵۲۶۵	۱۰۵۴۶
۳۵-۳۹	۴۲۱۵	۰/۹۸۱۱	۴۷۵۵	۴۴۴۸	۰/۹۸۴۱	۴۶۰۶	۹۳۶۱
۴۰-۴۴	۳۱۶۵	۰/۹۷۵۹	۴۱۳۵	۳۴۱۹	۰/۹۷۵۴	۴۳۷۷	۸۵۱۲
۴۵-۴۹	۲۳۱۹	۰/۹۶۶۹	۳۰۸۹	۲۳۵۸	۰/۹۷۳۲	۳۳۳۵	۶۴۲۴
۵۰-۵۴	۱۹۲۷	۰/۹۵۰۰	۲۲۴۲	۲۰۷۴	۰/۹۴۳۱	۲۲۹۵	۴۵۳۷
۵۵-۵۹	۱۸۱۵	۰/۹۴۱۲	۱۸۳۱	۱۸۶۰	۰/۹۱۱۲	۱۹۵۶	۳۷۸۷
۶۰-۶۴	۱۶۶۲	۰/۸۹۷۶	۱۷۰۸	۱۷۴۱	۰/۸۴۳۲	۱۶۹۵	۳۴۰۳
۶۵-۶۹	۱۶۵۴	۰/۸۲۵۹	۱۴۹۲	۱۶۰۲	۰/۷۹۷۳	۱۴۶۸	۲۹۶۰
۷۰-۷۴	۸۸۷	۰/۶۴۵	۱۳۶۶	۹۰۸	۰/۶۳۱۲	۱۲۷۷	۲۶۴۳
+۷۵	۶۵۳	۰/۳۶۲۵	۸۰۹	۶۹۴	۰/۲۸۱۴	۷۶۸	۱۵۷۷

در جدول (۲-۴) کلیه گروه‌های جنسی به استثنای گروه سنی ۰-۴ از طریق ضرب کردن تعداد جمعیت هر یک از گروه‌های سنی پنج‌ساله ۱۳۷۵ در ضریب احتمال بقای آن، جمعیت گروه سنی پنج‌ساله بعد، در سال ۱۳۸۰ به‌دست آمده است. برای به‌دست آوردن تعداد موالید این دوره با توجه به این که سطح باروری بر اساس میزان باروری عمومی مشخص شده است، ابتدا تعداد زنان واقع در سنین باروری را در آغاز دوره به‌دست می‌آوریم، مجموع جمعیت زنان ۱۵-۴۹ ساله در سال ۱۳۷۵ مساوی ۳۳۸۳۵

نفر و در سال ۱۳۸۰ مساوی ۴۰۴۹۱ نفر بوده است. میانگین آن برابر ۳۷۱۶۳ نفر خواهد بود که با  $GFR=۰/۰۶۵$  مولید سالانه آنان برای کل دوره به این شرح محاسبه می‌شود:

$$\text{نفر} = ۲۴۱۶ = ۳۷۱۶۳ \times ۰/۰۶۵ = \text{متوسط مولید یک ساله}$$

$$۱۲۰۸۰ = ۲۴۱۶ \times ۵ = \text{کل مولید دوره پنج‌ساله}$$

$$۵۸۹۵ = ۱۲۰۸۰ \times ۰/۴۸۸ = \text{تعداد مولید دختر}$$

$$۶۱۸۵ = ۱۲۰۸۰ \times ۰/۵۱۲ = \text{تعداد مولید پسر}$$

حال با توجه به مقادیر احتمال بقا که در ستون ضریب احتمال بقا در داخل پرانتز نوشته شده و برای مردان (۰/۹۴۵۱) و برای زنان (۰/۹۵۱۰) داده شده است تعداد افراد ۰-۴ ساله به تفکیک جنس مساوی:

$$۵۶۰۶ = ۵۸۹۵ \times ۰/۹۵۱۰ = \text{زنان}$$

$$۵۸۴۵ = ۶۱۸۵ \times ۰/۹۴۵۱ = \text{مردان}$$

شایان ذکر است که جمعیت پیش‌بینی شده آخرین گروه سنی (آخرین سن را آمگا می‌نامند) همواره بازماندگان مجموع جمعیت دو گروه سنی آخر سال پایه را پیش‌بینی می‌باشد.

$$P_{f_{۷۰-۷۴}} = ۰/۶۴۵ \times ۸۸۷ = ۵۷۲(۷۰-۷۴) \text{ گروه ما قبل آخر}$$

$$P_{f_{+۷۵}} = ۰/۳۶۲۵ \times ۶۵۳ = ۲۳۷(+۷۵) \text{ گروه آخر}$$

$$P_{f_{+۷۵}} = P_{f_{۷۰-۷۴}} + P_{f_{+۷۵}}$$

$$P_{f_{+۷۵}} = ۵۷۲ + ۲۳۶ = ۸۰۹$$

$$P_{m_{۷۰-۷۴}} = ۰/۶۳۱۲ \times ۸۰۹ = ۵۱۰$$

$$P_{m_{+۷۵}} = ۰/۲۸۱۴ \times ۶۹۴ = ۱۹۵$$

$$P_{m_{+۷۵}} = ۷۰۵$$

## روش‌های برآورد مهاجرت

## ۱- برآورد تعداد کل مهاجران

هنگامی که فقط تعداد جمعیت در آغاز و پایان دوره مورد مطالعه و میزان رشد طبیعی سالانه جمعیت در آن دوره در دست باشد، با استفاده از میزان رشد طبیعی ابتدا تعداد جمعیت با رشد طبیعی را در پایان دوره به دست می‌آورند و سپس با کسر آن از جمعیت واقعی پایان دوره، خالص پایان دوره مورد مطالعه را محاسبه می‌کنند و از روی آن برآورد اثر مهاجران بر میزان رشد جمعیت می‌پردازند.<sup>۱</sup>

جدول (۲-۵): شکل کلی برآورد تعداد جمعیت در آغاز و پایان دوره مورد مطالعه و میزان

## رشد طبیعی آن دوره

۶	۵	۴	۳	۲	۱
میزان خالص مهاجرتی سالانه $1 - r'$	مانده مهاجرتی خالص مهاجران در پایان دوره $[P_{t+n} - P_t(1+r')^n]$	تعداد جمعیت با رشد طبیعی در پایان دوره $P_t(1+r')^n$	میزان رشد طبیعی سالانه $r'$	جمعیت در پایان دوره $P_{t+n}$	جمعیت در آغاز دوره $P_t$

منبع: زنجانی، (۱۳۷۸)، ص ۲۱۵.

در این روش، با تقسیم کردن  $P_{t+n}$  بر  $P_t$  از همان آغاز می‌توان دریافت که جامعه در فاصله زمانی  $t$  و  $t+n$  از نظر مهاجرت چه وضعیتی داشته است. در صورتی که خارج قسمت این تقسیم بزرگتر از یک به علاوه میزان رشد طبیعی باشد، جامعه مهاجرپذیر است؛ در حالت مساوی بودن با آن، جامعه به دور از جریانات مهاجرتی بوده یا خالص مهاجرت در آن نزدیک به صفر است و در صورتی که حاصل تقسیم کمتر از رقم مورد ذکر باشد، باید آن جامعه را مواجه با مهاجرت فرستی دانست.<sup>۲</sup>

۱- زنجانی، (۱۳۷۸)، ص ۲۱۵.

۲- همان منبع، ص ۲۱۶.

### برآورد تعداد خالص مهاجران با احتساب مرگ و میر

برآورد تعداد خالص مهاجران یک منطقه در پایان یک دوره زمانی معین وقتی امکان‌پذیر است که تعداد مهاجران خارج شده از آن منطقه و تعداد مهاجران وارد شده به آن منطقه در پایان دوره مورد مطالعه و احتمال بقای آنان در آن دوره در دست باشد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$M = (I_{t+n} - S_i I_t) + (S_e E_t - E_{t+n}) \quad (2-28)$$

M: تعداد خالص مهاجران،

I<sub>e</sub>: مهاجران وارد شده تا زمان t،

I<sub>t+n</sub>: مهاجران وارد شده تا زمان t+n،

E<sub>t</sub>: مهاجران خارج شده تا زمان t،

E<sub>t+n</sub>: مهاجران خارج شده تا زمان t+n،

S<sub>i</sub>: احتمال بقای وارد شدگان t،

S<sub>e</sub>: احتمال بقای خارج شدگان t+n.

حال اگر حاصل پیرانتز اول را M<sub>۱</sub> و حاصل پیرانتز دوم را M<sub>۲</sub> بنامیم، در آن صورت M=M<sub>۱</sub>+M<sub>۲</sub> خواهد بود. با این فرمول می‌توان هم تعداد خالص مهاجران و هم اجزای تشکیل دهنده آن را از زمان t+n به دست آوریم.

### روش برآورد ترکیب سنی و جنسی مهاجران

برای محاسبه جمعیت مهاجر در گروه‌های سنی لازم است جمعیت را به صورت گروه‌های سنی و جنسی در سال پایه مرتب نمود. سپس این جمعیت را در احتمال بقای هر گروه ضرب نمود تا جمعیت طبیعی به صورت گروه قبلی به دست آید (مثال شهر مراغه ۱۳۷۵ در مدل ترکیبی جمعیت). آنگاه این جمعیت را از جمعیت سرشماری شده همان سال کسر نموده، مانده در گروه سنی جمعیت مهاجر به صورت مثبت

۱- زنجانی، (۱۳۷۸)، صص ۲۱۸-۲۱۷.



(مهاجرپذیری) و منفی (مهاجر فرستی) خواهد بود. ساختار کلی به شرح جدول (۶-۲) است<sup>۱</sup>:

جدول (۶-۲): شکل کلی برآورد خالص مهاجران از روی توزیع جمعیت بر حسب گروه‌های

سنی و ضرایب احتمال بقا

۶	۵	۴	۳	۲	۱
خالص مهاجرتی در گروه‌های سنی n ساله به بالا در سال t+n (۴) - (۵)	جمعیت سرشماری شده در سال t+n $P'(x+n, x+\delta+n)$	جمعیت نظری در گروه‌های سنی n ساله به بالا در سال t+n (۲) × (۳)	ضرایب احتمال بقا در فاصله t و t+n $n^P(x, x+\delta)$	تعداد در زمان t $P(x, x+\delta)$	گروه‌های سنی $x, x+\delta$

منبع: همان منبع، ص ۲۲۲.

۱- زنجانی، (۱۳۷۸)، صص ۲۱۹-۲۲۲.



## • فصل سوم

### مدل‌های اقتصادی

الگوها یا مدل‌های اقتصادی، از مرتبه‌ای برجسته در جغرافیای نو برخوردارند، تا آنجا که نوآوری در عرصه این علم، در جریان سال‌های دهه ۱۹۵۰ با پیدایش چنین الگوهایی آغاز شد و پیشرفت در قلمرو اندیشه‌ی جغرافیا در طول حدود چندین سال، به همین عرصه محدود ماند. پیشرفت‌هایی که متعاقب آن نصیب دیگر شاخه‌های جغرافیا شد، در رویکرد خود، عملاً از نتایج و یافته‌های به‌دست آمده در این قلمرو گرتته‌برداری کرده است.<sup>۱</sup>

مدل‌های اقتصادی که فعالیت‌های اقتصادی و تغییر و تحولات آن را در درون سیستم‌های فضایی مورد بررسی قرار می‌دهند، در مطالعات امروزی جغرافیا از اهمیت بسزایی برخوردارند. زیرا فعالیت‌های اقتصادی در یک سرزمین، افراد را قادر به زندگی در آن ناحیه می‌نماید و حضور جمعیت در یک ناحیه با وجود اشتغال و فعالیت‌های اقتصادی معنی و مفهوم پیدا می‌کند که این فعالیت‌های اقتصادی ارتباط نزدیکی با سطح جمعیت دارد. رشد و نزول سطح جمعیتی مستقیماً بر میزان فعالیت‌های اقتصادی تأثیر می‌گذارد. در این فصل مدل‌های اقتصادی و اشتغال در زمینه تحلیل فعالیت‌ها و پیش‌بینی اشتغال به طور کامل و مفصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### مدل ترسیمی طولی - عرضی ایزارد

این مدل روشی است برای تحلیل موقعیت اقتصادی به منظور شناخت و پیش‌بینی سهم بخش‌های اقتصادی شهر یا منطقه در مقایسه با سطح ملی به کار گرفته می‌شود. در این روش، آهنگ رشد اقتصادی در بخش‌های مختلف اقتصادی با توجه به دو دوره سرشماری، و بر یک پایه کلی یا ملی، محاسبه می‌شود. به طور کلی این تفاوت رشد در بخش‌های اقتصادی منطقه را در مقایسه با رشد همان بخش‌ها در سطح ملی مورد بررسی قرار می‌دهد. این اختلاف و تفاوت‌ها اگر مثبت باشد، نشان‌دهنده انتقال آن بخش از فعالیت‌ها به منطقه و اختلافات و تفاوت‌های منفی، معرف انتقال آن بخش از فعالیت‌ها از منطقه می‌باشد.<sup>۱</sup>

در این نمودار، محور افقی بیانگر درصد تغییرات<sup>۲</sup> شاغلان در سطح ملی و محور عمودی درصد تغییرات شاغلان منطقه یا شهر است. ابتدا از طریق درصد تغییرات کل ملی، منطقه یا شهر به چهار قسمت تقسیم می‌شود که موقعیت هر یک از قسمت‌ها به شرح زیر می‌باشد:

اگر هر یک از بخش‌ها در قسمت I قرار گیرند، آن بخش‌ها در سطح ملی، منطقه یا شهر نسبت به متوسط رشد اقتصادی وضعیت بهتری را دارا بوده‌اند.

اگر هر یک از بخش‌ها در قسمت II قرار بگیرند، آن بخش‌ها در سطح ملی پایین‌تر و در سطح منطقه یا شهر فراتر از متوسط رشد اقتصادی بوده‌اند.

هرگاه هر یک از بخش‌ها در قسمت III قرار گیرند، آن بخش‌ها در سطح ملی و منطقه یا شهر نسبت به متوسط رشد اقتصادی وضعیت پایین‌تری را دارا بوده‌اند.

هرگاه هر یک از بخش‌ها در قسمت IV قرار گیرند، آن بخش‌ها در سطح ملی فراتر و در سطح منطقه‌ای پایین‌تر از متوسط رشد اقتصادی بوده‌اند.

۱- ایزارد، (۱۳۷۵)، ص ۳۵۹.

۲- درصد تغییرات از طریق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{\text{پایان دوره}}{\text{آغاز دوره}} \times 100$$

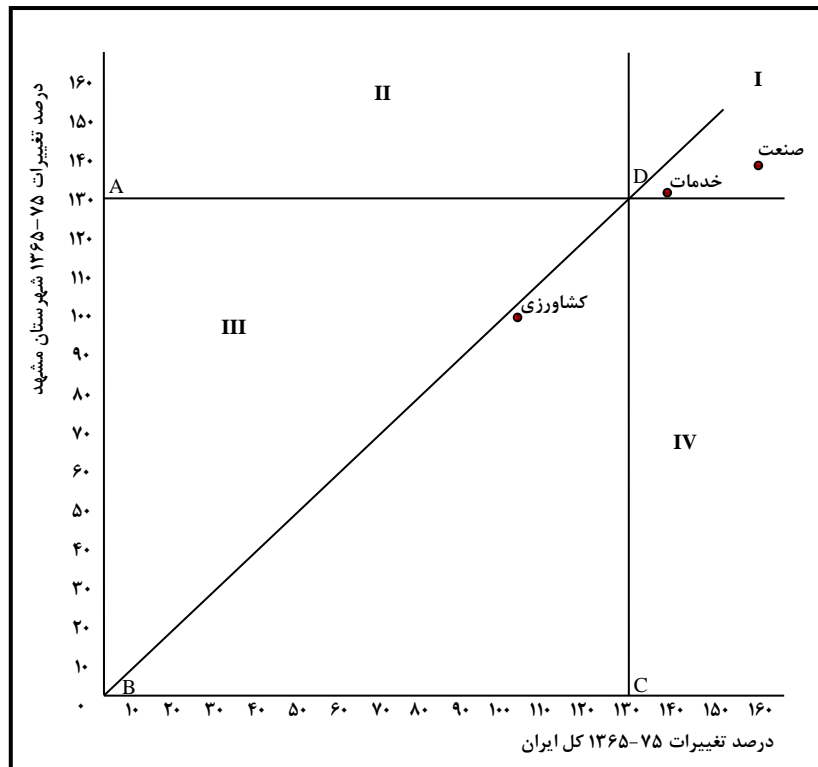
شکل (۱-۳) که بر پایه اطلاعات جدول (۱-۳) ترسیم شده است، نشان می‌دهد که بخش کشاورزی در سطح ملی و نیز در سطح شهرستان مشهد رشد کمتری از متوسط رشد اقتصادی داشته است، به طوری که در شهرستان مشهد بخش کشاورزی حدود ۳۰/۹ درصد از متوسط رشد اقتصادی این شهرستان فاصله داشته، در حالی که در سطح ملی در حدود ۲۷/۲ درصد بوده است. بخش صنعتی که در قسمت I قرار گرفته است هم در مقیاس ملی و هم در شهرستان مشهد رشدی فراتر از متوسط رشد اقتصادی کشور داشته است که ناشی از سیاست‌های دولت، تمرکز سرمایه‌گذاری‌های بخش عمومی و خصوصی در صنعت می‌باشد. بخش صنعت در شهرستان مشهد رشدی حدود ۴/۵ درصد بالاتر از متوسط رشد اقتصادی شهرستان را دارا بوده است. در حالی که در سطح ملی ۲۵/۶ درصد از متوسط رشد اقتصادی کشور فراتر بوده است.

در بخش خدمات نیز وضعیت شهرستان مشهد و ایران در حد متوسط رشد اقتصادی شهر و کشور بوده است. زاویه B که در حدود ۴۵ درجه است، بیانگر آن است که طی سال‌های ۱۳۶۵ - ۱۳۷۵ متوسط رشد اقتصادی شهرستان مشهد تقریباً برابر با متوسط رشد اقتصادی کشور بوده است. به طوری که در این دهه وضعیت کشور فقط ۲/۱ درصد فراتر از متوسط رشد اقتصادی شهرستان مشهد بوده است.

جدول (۱-۳): تغییرات کمی بخش‌های اقتصادی شهرستان مشهد و کشور بین سال‌های ۷۵-۷۵-

۱۳۶۵

بخش‌های اقتصادی	مشهد		ایران		درصد تغییرات ۶۵-۷۵
	شاغلین ۱۳۶۵ به نفر	شاغلین ۱۳۷۵ به نفر	شاغلین ۱۳۶۵ به هزار نفر	شاغلین ۱۳۷۵ به هزار نفر	
کشاورزی	۷۵۴۸۲	۷۵۰۰۲	۳۱۹۱	۳۳۵۷	۱۰۵/۲
صنعت	۱۴۹۰۱۵	۲۰۱۳۵۰	۲۸۳۱	۴۴۷۳	۱۵۸
خدمات	۲۳۵۴۵۱	۳۰۹۹۵۶	۴۹۷۹	۶۷۴۱	۱۳۵
جمع	۴۵۹۹۴۸	۵۹۹۵۳۲	۱۱۰۰۱	۱۴۵۷۱	۱۳۲/۴



شکل (۳-۱): موقعیت بخش‌های اقتصادی شهرستان مشهد و ایران بین سال‌های ۷۵-۱۳۶۵

### روش ضریب مکانی<sup>۱</sup>

در ابتدا لازم است اشاره‌ای اجمالی به نظریه اقتصاد پایه گردد. این نظریه، اقتصاد منطقه را به دو بخش پایه و غیرپایه تقسیم می‌کند. بخش پایه شامل تمام فعالیت‌هایی است که بازار نهایی آن‌ها در خارج منطقه است و منجر به صدور کالا یا خدمات می‌شود. بخش غیرپایه شامل آن قسمت از فعالیت‌های اقتصادی منطقه است که بازار نهایی آن‌ها درون منطقه است و برای مصرف داخلی کالا یا خدمات تولید می‌کند. ضریب مکانی

۱- Location Quotient.

۲- صرافعی، (۱۳۷۹)، صص ۱۰۶-۱۰۵.

یکی از روش‌های تحلیل منطقه‌ای و بررسی چگونگی ارتباط آن با دیگر مناطق است. ساختار کلی مدل به شرح ذیل است<sup>۱</sup>:

$$L.Q = \frac{\frac{TNi}{CNa}}{\frac{TNa}{CNa}} \quad (۱-۳)$$

L.Q: ضریب مکانی،

TNi: تعداد نیروی کار موجود در بخش i در شهر،

TNa: تعداد کل نیروی کار موجود در شهر،

CNi: تعداد نیروی کار موجود در بخش i در کل کشور،

CNa: تعداد کل نیروی کار موجود در کل کشور.

اگر  $L.Q > ۱$  باشد، شهر صادرکننده آن کالا و خدمات است و آن بخش جزء فعالیت‌های پایانه‌ای است. اگر  $L.Q < ۱$  باشد شهر وارد کننده است و آن بخش جزء فعالیت‌های غیرپایه‌ای است. اگر  $L.Q = ۱$  باشد، شهر خودکفا است.

### ضریب عدم تشابه<sup>۲</sup>

این شاخص روشی برای توزیع مکانی فعالیت‌های بخش پایه در یک سرزمین است. در ضریب مکانی، توزیع فضایی نسبی زیرمجموعه با خود مجموعه مقایسه می‌شود، در حالی که در این روش توزیع نسبی فعالیت‌ها با دو زیرمجموعه مقایسه می‌شود. نسبت شاغلان بخش حرفه‌ای در یک شهر ممکن است با قسمتی از شاغلان خدماتی مقایسه شود. ارزش مقداری این شاخص از صفر تا ۱۰۰ است. هرچقدر عدد به دست آمده به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده توزیع نسبی مشابه و هرچقدر به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده توزیع فضایی عدم تشابه دو زیرمجموعه می‌باشد. ساختار کلی مدل به شرح ذیل است<sup>۳</sup>.

۱- Blair, (1991), PP.193-194.

۲- Index of Dissimilarity.

۳- Duncan,(1995), p.210-217.

$$I.D = \sum_{i=1}^N \frac{|(X_i / \sum X_i) - (Y_i / \sum Y_i)|}{2} \times 100 \quad (2-3)$$

$X_i$ : تعداد شاغلان حرفه‌ای در ناحیه  $i$ ،

$\sum X_i$ : تعداد کل شاغلان حرفه‌ای در تمام نواحی،

$Y_i$ : تعداد کل شاغلان در ناحیه  $i$ ،

$\sum Y_i$ : تعداد کل شاغلان در تمام نواحی.

### ضریب تفکیک<sup>۱</sup>

این شاخص ویژگی‌های ضریب مکانی و ضریب عدم تشابه را با هم ترکیب می‌کند. در این شاخص به جای استفاده از شاغلان خدماتی در ضریب عدم تشابه از تعداد کل شاغلان ضریب مکانی استفاده می‌گردد که مقدار آن از صفر تا ۱۰۰ است. ساختار کلی مدل به شرح ذیل است.<sup>۲</sup>

$$I.S = \sum_{i=1}^N \frac{|(X_i / \sum X_i) - (N_i / \sum N_i)|}{2} \times 100 \quad (3-3)$$

$X_i$ : تعداد شاغلان حرفه‌ای در ناحیه  $i$ ،

$\sum X_i$ : تعداد کل شاغلان حرفه‌ای در تمام نواحی،

$N_i$ : تعداد کل شاغلان در ناحیه  $i$ ،

$\sum N_i$ : تعداد کل شاغلان در تمام نواحی.

۱- Index of Segregation.

۲- Ibid, p.382.



ضریب همبستگی جغرافیایی<sup>۱</sup>

یکی از موارد کاربرد این روش در خصوص روابط حاکم در عوامل مکان‌یابی، تعیین میزان و جهت ارتباط میان دو صنعت و مقایسه دو الگوی توزیع صنعتی مشاهده شده و مورد انتظار است. ضریب همبستگی جغرافیایی ساده‌ترین روش تعیین رابطه میان دو صنعت و یا مقایسه الگوی توزیع مشاهده شده با الگوی صنعتی مورد انتظار و یا بهینه است. ساختار کلی مدل به شرح ذیل است.<sup>۲</sup>

$$Cg = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N |(X_i / X_j) - (Y_i / Y_j)| \quad (۴-۳)$$

در رابطه (۴-۳):

Cg: شاخص ارزش صنعت در خرده ناحیه،

X<sub>i</sub>: شاخص ارزش صنعت i در خرده ناحیه،

X<sub>j</sub>: شاخص ارزش صنعت j در خرده ناحیه،

Y<sub>i</sub>: شاخص ارزش صنعت i در خرده ناحیه،

Y<sub>j</sub>: شاخص ارزش صنعت j در خرده ناحیه،

n: تعداد خرده نواحی.

در شرایط مقایسه میان الگوی مکان‌یابی صنعتی مشاهده شده با الگوی مورد انتظار، X و Y به ترتیب می‌توانند معرف وضعیت مورد انتظار و بهینه شرایط عینی صنعت مورد بحث باشند. دامنه تغییرات ضریب همبستگی جغرافیایی بین صفر تا یک است. وضعیت صفر نشان‌دهنده هم‌سویی دقیق و کامل میان الگوی مشاهده شده با الگوی مورد انتظار است. در نقطه مقابل، چنانچه ضریب معادل یک باشد، دو الگوی مشاهده شده و الگوی مورد انتظار کاملاً با یکدیگر متفاوتند. در مواردی نیز دو متغیر X<sub>i</sub> و Y<sub>i</sub> را در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنند. در این صورت دامنه تغییرات از صفر تا ۱۰۰ است. در هر صورت ارزش

۱- Coefficient of Geographic Association.

۱- تولایی، (۱۳۷۵)، ص ۲۳۱.

مقداری معادل نصف مجموع انحرافات میان دو الگوی مورد انتظار و الگوی مشاهده شده خواهد بود.<sup>۱</sup>

#### ضریب تخصص و تنوع

این روش میزان تخصصی بودن فعالیت‌ها و چگونگی تنوع آن را در شهر یا منطقه نشان می‌دهد. اگر سهم اشتغال بخش  $j$  در شهر  $i$  را  $S_{ij}$  بنامیم، شاخص تخصص به شرح زیر تعریف می‌شود:<sup>۲</sup>

$$ZI = Ma_j X(S_{ij}) \quad (۵-۳)$$

با توجه به این که برخی از بخش‌ها سهم بیشتری از کل اشتغال را به خود اختصاص می‌دهند، بنابراین بهتر است تخصص نسبی شهرها را با تقسیم سهم اشتغال هر بخش از کل اشتغال محلی به سهم اشتغال ملی در نظر گرفت:

$$RZI_i = Ma_j X \left[ \frac{S_{ij}}{S_j} \right] \quad (۶-۳)$$

که در آن  $S_j$  سهم بخش  $j$  از کل اشتغال ملی و  $RZI_i$  تخصص نسبی شهر  $i$  است. برای اندازه‌گیری تنوع شهری از معکوس شاخص هیرشمن هرfindال<sup>۳</sup> استفاده می‌شود:

$$DI_i = \frac{1}{\sum_j S_{ij}^2} \quad (۷-۳)$$

که در آن  $S_{ij}$  سهم اشتغال بخش  $j$  از کل اشتغال شهر  $i$  و  $DI_i$  شاخص تنوع شهر  $i$  است. برای اصلاح این شاخص به ترتیبی که سهم اشتغال در سطح ملی نیز در نظر گرفته شود، شاخص تنوع نسبی از طریق رابطه (۸-۳) محاسبه می‌شود:

$$RDI_i = \frac{1}{\sum_j |S_{ij} - S_j|} \quad (۸-۳)$$

۲- همان، ص ۲۳۲.

۱- زبردست، (۱۳۸۳)، صص ۸۱-۸۰.

۳- The Inverse Hirschman Herfindal Index.



### شاخص‌های تمرکز و پیوستگی

شاخص تمرکز، حدود نسبی تمرکز (یا برعکس، پراکندگی) متغیرهای برگزیده را در اقتصاد ناحیه مشخص می‌کند. منظور از تمرکز در اینجا، تمرکز جغرافیایی محض نیست، بلکه تنها به صورتی «تقریبی» می‌تواند نشانگر این‌گونه تمرکز باشد؛ به عبارت دیگر، در اینجا تمرکز میان واحدهای فرعی ناحیه مورد نظر است. شاخص پیوستگی شکلی از شاخص تمرکز محسوب می‌شود. در شکل سنتی شاخص تمرکز، واحدهای فرعی برحسب اندازه جغرافیایی سنجیده می‌شوند و شهرک‌ها در شمار مناطق روستایی اطراف قرار دارند. برای محاسبه شاخص تمرکز، نخست نسبت سهم کل قلمرو ناحیه به هر یک از واحدهای فرعی محسوب می‌شوند. این نسبت، نسبت مآخذ (RP)<sup>۱</sup> به شمار می‌آید. نسبت مآخذ، استاندارد مآخذی است که تمرکز یا پراکندگی نسبی را نشان می‌دهد.

آن‌گاه، نسبت سهم هر یک از واحدهای فرعی کل ناحیه، در مورد فعالیت با ویژگی مورد تحقیق (تعداد مزارع، اشتغال در یک بخش اقتصادی معین، زمین زراعی آبی، تولید ناخالص و غیره) حساب می‌شود. این نسبت به نسبت تمرکز (CP)<sup>۲</sup> موسوم است. سپس برای هر واحد فرعی CP از RP کسر می‌شود. نتیجه به‌دست آمده بسته به این‌که نسبت تمرکز از نسبت مآخذ کمتر یا بیشتر باشد، ممکن است مثبت یا منفی باشد. سپس، ارقام مثبت (RP - CP) مربوط به واحدهای فرعی با یکدیگر جمع می‌شود (جمع این ارقام مانند حاصل جمع ارقام منفی خواهد شد). حاصل جمع از عدد ۱۰۰ کسر می‌شود تا شاخص تمرکز برای ناحیه به‌دست آید.

یک شاخص تمرکز به ارزش ۱۰۰، به این معنا است که فعالیت یا ویژگی مورد سنجش، میان واحدهای فرعی ناحیه به نسبت دقیق اندازه‌های جغرافیایی آن‌ها پراکنده شده است. هرچه این شاخص کمتر باشد، به همان اندازه، فعالیت یا ویژگی مورد نظر به گونه‌ای نسبی‌تر در ناحیه تمرکز یافته است. یک شاخص کمتر از ۵۰، به این معنا است که تمرکز نسبی قابل ملاحظه‌ای وجود دارد.

۱- Reference Proportion.

۲- Concentration Proportion.

نحوه محاسبه شاخص تمرکز در جدول (۲-۳) توضیح داده شده است. از مثال‌های این شکل چنین برمی‌آید که اگر ظاهراً واحد فرعی الف نوعی مرکز تجاری است و واحد فرعی ج نیز نسبتاً فاقد تسهیلات تجارت خرده‌فروشی به نظر می‌رسد، اما به طور کلی مغازه‌های خرده‌فروشی در ناحیه، با توجه به اندازه‌های نسبی واحدهای فرعی ناحیه با منتهی درجه عدم تناسب تمرکز یافته‌اند.

جدول (۲-۳): محاسبه شاخص تمرکز

RP-CP	تعداد مغازه‌های خرده‌فروشی		اندازه‌ی واحد فرعی		
	CP	مقدار	RP	کیلومتر مربع	
-۱۸	%۲۷	۱۳۷	%۹	۵۵	واحد فرعی الف
-۸	%۳۳	۱۷۰	%۲۵	۱۵۰	واحد فرعی ب
+۱۶	%۱۷	۸۵	%۳۳	۱۹۵	واحد فرعی ج
+۱۰	%۲۳	۱۲۰	%۳۳	۲۰۰	واحد فرعی د
حاصل جمع: ±۲۶	%۱۰۰	۵۱۲	%۱۰۰	۶۰۰	کل ناحیه

شاخص تمرکز برای مغازه‌های خرده‌فروشی ناحیه  $۷۴ = ۱۰۰ - ۲۶$ .

### مراحل اصلی

مراحل اصلی برای محاسبه شاخص تمرکز توضیح داده شده است. در زیر راهنمایی که از طریق آن می‌توان محاسبه اصلی را به عنوان یک ابزار مفید برای تحلیل درون ناحیه‌ای تنظیم کرد، شرح داده می‌شود.

واضح است که هر شاخص تمرکز جداگانه، همانند شاخص تمرکز جدول (۲-۳) اصولاً دارای ارزش چندانی نیست. ولی هنگامی که شاخص‌های تمرکز براساس نسبت‌های مأخذ مشابه برای چندین نسبت گوناگون تمرکز، محاسبه و سپس با یکدیگر مقایسه شوند، می‌توان اطلاعات جامع و مفیدی در مورد مسائل توسعه ناحیه به‌دست آورد. برای نمونه، محاسبه و سپس مقایسه شاخص‌های تمرکز مربوط به تعداد مزارع، زمین زراعی آبی، مزارع بزرگ‌تر از یک اندازه معین، اشتغال در زراعت و درآمد مزارع،

اطلاعات بسیاری را درباره مناسبات میان این متغیرها در داخل یک واحد فرعی نسبتاً متوسط آشکار می‌سازد.

به همین نحو، شاخص‌های تمرکز می‌تواند از طریق به کار بردن نسبت‌های مآخذ گوناگون برای یک نسبت تمرکز واحد محاسبه شود. به عنوان مثال، در مورد توضیح جدول (۳-۲) شاخص‌های تمرکز برای مغازه‌های خرده‌فروشی، می‌توانست براساس نسبت‌های مآخذ بیشتری مانند کیلومتر مربع در مزارع، شهرک‌ها، یا مناطق بازار شهری محاسبه شود. در واقع، دلیلی وجود ندارد که اندازه واحدهای فرعی، تعداد خانوارها یا درآمد قابل استفاده می‌توانست به‌گونه‌ای هدفمند برای نسبت‌های مآخذ به کار برده شود.

شاخص‌های تمرکز که با توجه به موضوعی واحد، از چندین راه مختلف محاسبه شده‌اند، می‌توانند در کنار هم در جداول (و نیز در طرح‌های گرافیکی و نقشه‌ها) نشان داده شود. ارزش تحلیل درون ناحیه‌ای در صورتی افزایش می‌یابد که بعضی از ارقام منتهی به شاخص تمرکز، مانند CP، RP و (RP - CP) هر یک از واحدهای فرعی ناحیه، نیز در جداول گنجانده شوند. برای این که به اهمیت نسبی ارقام هر یک از واحدهای فرعی پی ببریم، یک نسخه دیگر، موسوم به «بهر توزیع» می‌تواند برای هر واحد فرعی محاسبه و در جداول نشان داده شود. فرمول مربوط به «بهر توزیع» از این قرار است:

$$\frac{CP}{RP} = \text{بهر توزیع} \quad (۳-۹)$$

بهر توزیع عبارت است؛ از نسبت تمرکز به عنوان بخشی از نسبت مآخذ برای یک واحد فرعی ناحیه. اگر CP نشانگر تمرکز نسبی کمتر از RP باشد، بهر توزیع برای واحد فرعی، کمتر از یک خواهد شد. تعداد کمتر یا بیشتر از یک، نشانگر آن است که چقدر این دو نسبت از هم دور هستند. در مورد واحد فرعی الف جدول (۳-۲) بهر توزیع از قرار  $۳ = ۲۷ \div ۹$  است، بدین ترتیب: مغازه‌های خرده‌فروشی ناحیه سه برابر بیشتر از واحد فرعی ناحیه متمرکز هستند.

گونه‌ای از شاخص تمرکز، «شاخص پیوستگی» نام دارد و عبارت است از شاخص تمرکزی که برای هر دو متغیر حساب شود، تا بدین ترتیب درجه پیوستگی آن بین آن

دو در سراسر ناحیه جستجو و کشف شود. برای مثال، اگر تجارت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی به ترتیب در مورد RP و CP به کار برده شود، نتیجه حاصله به عنوان شاخص پیوستگی ناحیه می‌تواند با شاخص مشابه که برای کل کشور محاسبه شده باشد، مقایسه شود. از این مقایسه، مشخص خواهد شد که این دو نوع فعالیت تا میزان مشابه آن چه به طور کلی میان نواحی کشور رواج دارد، پیوستگی یافته‌اند یا خیر. به علاوه ارقام مربوط به (RP - CP) با بهره‌های توزیع، در مورد یکایک واحدهای فرعی ناحیه، الگوهای تمرکز نسبی در این یا آن نوع تجارت و الگوهای هریک از انواع را در رابطه با دیگری آشکار می‌کند. پیوندهای ضمنی درون ناحیه‌ای در زنجیرهای توزیع کالاهای تجارتي نیز ممکن است به وسیله همین محاسبات پدیدار شوند.

#### نقاط قوت و ضعف

شاخص‌های تمرکز و پیوستگی به آسانی و به سرعت می‌توانند به کمک هرگونه داده‌هایی که در دسترس باشد، محاسبه شوند. محاسبه آن‌ها با توجه به موضوعی به‌خصوص، از چندین راه مختلف می‌تواند راهنمای خوبی در زمینه اولویت‌ها برای مطالعه بیشتر به دست دهد. با این حال، برای آن که این شاخص‌ها دارای فواید تحلیلی باشند، باید دقت کرد که بین نسبت‌های مآخذ و تمرکز از نظر اهمیت توسعه اقتصادی رابطه‌ای موجود باشد.

ارزش تحلیلی شاخص‌های تمرکز و پیوستگی هنگامی بیشتر می‌شود که با دسترسی به داده‌ها بتوان به موقع این شاخص‌ها را برای دو نقطه محاسبه کرد، به گونه‌ای که روندهای نسبی میان واحدهای فرعی بتواند معلوم و آشکار شود. بنابراین، هنگام در نظر گرفتن شاخص‌هایی که باید برای دوره برنامه‌ریزی محاسبه شوند، می‌توان به اولویت‌های تحلیلی امکان‌پذیر در دوره‌های آتی برنامه‌ریزی اندیشید<sup>۱</sup>.

۱- بن دیوید وال، (۱۳۷۴)، صص ۲۴۷-۲۴۲.

## ضریب تغییرات ساختاری

شاخص تغییرات ساختاری صنایع کارخانه‌ای عمدتاً توان صنعتی و تمرکز ارزش‌افزوده یک صنعت را نسبت به سال پایه نشان می‌دهد، به این ترتیب که هر اندازه این شاخص نسبت به سال پایه افزایش یافته باشد بیانگر میزان وسعت و رشد فعالیت صنعتی مورد نظر در مقایسه با سایر صنایع است. صنایعی که در مقایسه با سایر صنایع از رشد ارزش‌افزوده بیشتری برخوردار بوده‌اند و در مقایسه با سایر فعالیت‌های صنعتی توانسته‌اند توان فعالیت صنعتی خود را حداقل حفظ یا بر آن افزایش دهند، صنایعی بوده‌اند که بیش از سایر صنایع تحت‌تأثیر سیاست‌های صنعتی یا تغییرات ساختاری قرار گرفته‌اند. شاخص تغییرات ساختاری در یک دوره نسبت به سال پایه که از رابطه ذیل محاسبه می‌شود بر مبنای رابطه نرخ متوسط رشد هندسی در دوره معین استوار است.

$$X_t = X_0(1+r)^n \quad (9-3)$$

$$r = \left(\frac{X_t}{X_0}\right)^{1/n} - 1$$

$r$ : میزان نرخ متوسط رشد،

$X_t$ : مقدار متغیر در زمان  $t$ ،

$X_0$ : مقدار همان متغیر در سال صفر،

$n$ : تعداد سال‌های یک دوره.

$$IV_i = \left[ \frac{\left(\frac{V_i}{V_T}\right)^t}{\left(\frac{V_i}{V_T}\right)^0} \right] \frac{1}{n} \times 100 \quad (10-3)$$

$IV_i$ : متوسط شاخص تغییرات ساختاری بخش یا فعالیت  $i$ ام،

$V_i$ : میزان ارزش‌افزوده  $i$ ام،

$V_T$ : کل ارزش‌افزوده بخش صنعت،

$n$ : تعداد سال‌های دوره.



اگر مقدار عددی  $IV_i$  کمتر از ۱۰۰ باشد، بدان معناست که صنایع کارخانه‌ای تحت فعالیت مورد نظر در طی زمان نتوانسته بر فعالیت صنعتی سابق خود تمرکز داشته و در مقایسه با سایر صنایع از توان ایجاد ارزش افزوده آن کاسته شده است. برعکس هر افزایش مقدار عددی  $IV_i$  بیش از شاخص پایه (۱۰۰) بیانگر آن است که تغییرات ساختاری منجر به بهبود توان فعالیت صنعتی مورد نظر گردیده است.<sup>۱</sup>

### روش تعیین نقش اقتصادی شهر

برای تعیین نقش اقتصادی شهر، ژاکلین بوژوگارینه و ژرژ شاپو دو جغرافیدان فرانسوی، روشی را پیشنهاد داده‌اند که مبنای تقسیم‌بندی کولین کلارک را دارد، به دیگر سخن، به ترکیب مشاغل شهری در بطن عناوین ذیل می‌نگرند:

گروه اول مشاغل اجتماعی: نیروی انسانی وابسته به کشاورزی، جنگل‌بانی و صید ماهی و استخراج معادن.

گروه دوم مشاغل اجتماعی: نیروی انسانی فعال در صنایع و ساختمان.

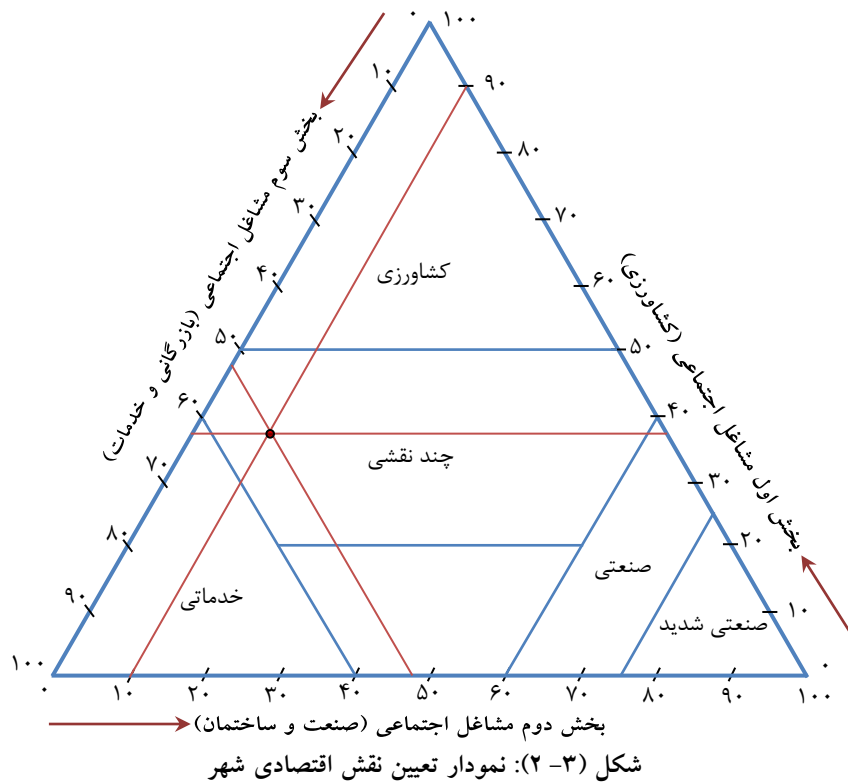
گروه سوم مشاغل اجتماعی: نیروی انسانی جذب شده در بازرگانی و خدمات و کلیه مشاغلی که نمی‌تواند در گروه اول و دوم آورده شوند.

نیروهای سه‌گانه مشاغل اجتماعی را بر مبنای درصد روی شکل (۳-۲) که بر حسب قرارداد بر شش بخش نامساوی و نامشابه تقسیم شده‌اند، منعکس می‌کنند. نقطه تلاقی خطوط درصدها که مسلماً در محدوده یکی از وظایف خواهد بود بیانگر نقش اقتصادی شهر است.<sup>۲</sup>

۱- هاشمیان و همکاران، (۱۳۷۸)، صص ۱۳۱-۱۳۰.

۲- فرید، (۱۳۶۸)، صص ۳۳۷-۳۳۵.

مثال: اگر در شهری ۳۷ درصد جمعیت فعال در بخش کشاورزی، ۵۳ درصد در بخش خدمات و ۱۰ درصد در بخش صنعت شاغل باشند، بر مبنای دیاگرام مربوطه نقش شهر از جمله شهرهای چند نقشی خواهد بود؟



### روش تعیین قوه جذب صنایع (مناطق صنعتی)

این اولین بار توسط لونسدال<sup>۱</sup> برای تعیین قوه مغناطیس (جذب) صنایع و مشخص کردن مناطق صنعتی روسیه به کار گرفته شد. در این مدل هر چقدر عدد به دست آمده

۱- Lonsdale.

بیشتر باشد نشان‌دهنده قوه جذب صنایع و شدت صنعتی بودن مناطق می‌باشد. نقاطی که قوه جذب آن‌ها کمتر از ۱۰ باشد منطقه صنعتی به حساب نمی‌آید. ساختار کلی مدل را به شرح ذیل، می‌توان بیان نمود<sup>۱</sup>:

$$M = \frac{En + Cn}{2} \quad (11-3)$$

M: قوه جذب صنایع،

$E_n$ : نماینده مقدار درصد کارگران مشغول در صنایع یک منطقه نسبت به کل کارگران صنایع،

$C_n$ : نشان‌دهنده مقدار درصد سرمایه به کار رفته در صنایع یک منطقه نسبت به کل سرمایه‌گذاری در صنایع.

### مدل بخشی<sup>۲</sup>

کاربرد اساسی این مدل در اقتصاد منطقه‌ای است که برای یافتن میزان تعامل و روابط اقتصادی میان دو منطقه می‌توان از آن استفاده کرد، که نشان‌دهنده جریان‌های مالی میان دو منطقه است. دانشگاه منچستر این الگو را برای ناحیه شمال غرب انگلستان به کار برده است و تقریباً نتایج قابل قبولی به دست آمده است. ساختار کلی مدل را به شرح زیر می‌توان نوشت<sup>۳</sup>:

$$T_{ij} = \frac{A_i C_i F_j^b}{d_{ij}^a} \quad (12-3)$$

در رابطه (۱۲-۳):

$T_{ij}$ : میزان پولی است که از منطقه  $i$  به منطقه  $j$  منتقل می‌شود،

$C_i$ : کل هزینه‌ای است که توسط مصرف‌کنندگان منطقه  $i$  مصرف می‌شود،

۱- قره‌نژاد، (۱۳۷۹)، ص ۱۱۷.

۲- Partial Model.

۳- حسین‌زاده دلیر، (۱۳۸۰)، صص ۱۷۷-۱۷۲.

$F_j$ : میزان خرید منطقه  $j$ ،

$d_{ij}$ : بعد فاصله میان دو منطقه  $i$  و  $j$ ،

$A_i$ : عامل تصاعدی،

$a$  و  $b$ : مقادیر مشخصی هستند که از طریق تجربه تعیین می‌شود.

### مدل پیش‌بینی اشتغال به روش اقتصاد پایه<sup>۱</sup>

یکی از روش‌هایی که برای پیش‌بینی اشتغال به کار می‌رود روش استفاده از اقتصاد پایه است. بر اساس تئوری اقتصاد پایه، نسبت اشتغال غیرپایه به اشتغال پایه را نسبت اقتصاد پایه می‌نامند. در مثال فرضی در برابر هر شغل پایه،  $2/4$  شغل در بخش غیرپایه وجود دارد. نسبت پایه  $1:2/4$  است. این نسبت، بدان معناست که افزایش یک شغل در بخش پایه، منجر به ایجاد دو شغل در بخش غیرپایه خواهد شد. به طوری که در این مثال ضریب اقتصاد پایه  $3/4$  است، زیرا که به یک شغل پایه،  $2/4$  شغل غیرپایه افزوده شده است. اگر  $E$  را برابر کل شاغلان،  $B$  را شاغلان بخش پایه و  $N$  را شاغلان بخش غیرپایه در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$E = B + N \quad (13-3)$$

$m$ : ضریب پایه

$$M = \frac{E}{B} \quad (14-3)$$

چون در هر زمان نماد معینی از مشاغل، از تعداد افراد معینی پشتیبانی می‌کند و شمار افراد مورد پشتیبانی هر شغل ضریب افزایش جمعیتی نام دارد. پس ضریب جمعیتی ( $\alpha$ ) برابر خواهد بود با کل جمعیت ( $P$ ) تقسیم بر کل اشتغال ( $E$ ).

$$a = \frac{P}{E} \quad (15-3)$$

۱- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، صص ۱۶۱-۱۲۱.

بنابراین در مطالعات برنامه‌ریزی بایستی شاغلان بخش پایه و غیرپایه را از هم مشخص نماییم، سپس اشتغال و تغییرات آن را در یک منطقه محلی پیش‌بینی کنیم.

$$E_{(t)} = MB_{(t)} \quad (۱۶-۳)$$

پس برای پیش‌بینی اشتغال کل در سال  $t+n$  خواهیم داشت:

$$E_{(t+n)} = MB_{(t+n)} \quad (۱۷-۳)$$

E: اشتغال کل،

M: ضریب پایه،

t: سال پایه،

t+n: سال مورد پیش‌بینی.

بنابراین در شهر فرضی جدول (۳-۳) اشتغال کل در سال ۱۳۹۰ خواهد بود:

$$E_{۱۳۹۰} = ۳/۴(۱۹۹۵) = ۶۷۸۳ \text{ نفر}$$

کل اشتغال پایه در سال پیش‌بینی، حاصل جمع اشتغال پایه در هر یک از گروه‌های فعالیت، تشکیل‌دهنده بخش پایه است. اگر K صنعت وجود دارد، می‌توانیم بنویسیم:

$$B_{(t+n)} = \sum_{i=1}^k B_{i(t+n)} \quad (۱۸-۳)$$

$B_i$ : اشتغال پایه در گروه i.

اکنون با به‌کارگیری عامل رشد مناسب برای اشتغال پایه هر یک از گروه‌ها در سال پایه، اشتغال پایه آن گروه برای سال پیش‌بینی به‌دست می‌آید. عوامل رشد را به سادگی از طریق ترکیب درصد رشد اشتغال سالانه برای سال‌های موجود در دوره پیش‌بینی (در این مورد n سال) به‌دست می‌آوریم. درصد رشد سالانه اقتصاد را با استفاده از داده‌های گذشته برای هر گروه می‌توان حساب کرد. پیش‌بینی اشتغال پایه در هر یک گروه به شرح زیر است:

$$B_{i(t+n)} = g_i B_{i(t)} \quad (۱۹-۳)$$

$g_i$ : عامل رشد ثابت در گروه i.

حال برای کل اشتغال، بخش پایه را از طریق رابطه زیر می‌توان به‌دست آورد:

$$B_{(t+n)} = \sum_{i=1}^k g_i B_{i(t)} \quad (20-3)$$

برای شهر فرضی خواهد بود:

$$B_{1390} = (1/2 \times 300) + (1/8 \times 450) + (1/5 \times 550) = 1995$$

اکنون با داشتن معادله‌های (3-15) و (3-21) می‌توان معادله (3-18) را به صورت (3-22) نوشت:

$$E_{(t+n)} = BM_{(t+n)} \quad (21-3)$$

$$= \frac{E_{(t)}}{B_{(t)}} \sum_{i=1}^k g_i B_{i(t)}$$

و برای به دست آوردن اشتغال غیرپایه می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$N_{(t+n)} = E_{(t+n)} - B_{(t+n)} \quad (22-3)$$

برای مثال فرضی در سال ۱۳۹۰ خواهد بود:

$$N_{1390} = 6783 - 1995 = 4788 \text{ نفر}$$

رقم پیش‌بینی شده برای اشتغال پایه را به کارگیری نسبت‌های هر یک از گروه‌های اقتصاد غیرپایه در سال پایه، می‌توان به صورت کلی و خام، برحسب گروه‌های ذی‌ربط تقسیم کرد، یعنی:

$$N_{i(t+n)} = N_{(t+n)} \frac{N_{i(t)}}{N_{(t)}} \quad (23-3)$$

N: اشتغال غیرپایه،

$N_i$ : اشتغال غیر پایه در گروه i،

جدول (۳-۳): پیش‌بینی اشتغال پایه و غیرپایه در نظام اقتصادی ساده (مثال فرضی)

گروه‌های فعالیت	اشتغال پایه در سال ۱۳۸۰ (t)	اشتغال غیرپایه در سال ۱۳۸۰ (t)	درصد اشتغال در گذشته	عامل رشد برای دوره ۱۰ ساله پیش‌بینی (g <sub>i</sub> )	پیش‌بینی اشتغال پایه در سال ۱۳۹۰ (t+۱۰)	پیش‌بینی اشتغال غیرپایه در سال ۱۳۹۰ (t+۱۰)
a	۳۰۰	۷۰۰	۲/۶	۱/۲	۳۶۰	۱۰۱۶
b	۴۵۰	۱۲۰۰	۳/۱	۱/۸	۸۱۰	۱۷۴۱
c	۵۵۰	۱۴۰۰	۴/۵	۱/۵	۸۲۵	۲۰۳۱
مجموع	۱۳۰۰	۳۳۰۰	—	—	۱۹۹۵	۴۷۸۸

البته با در دست داشتن اطلاعات اشتغال پایه در دوره‌های گذشته، می‌توان با استفاده از نرخ تغییرات به پیش‌بینی اشتغال پایه پرداخت:

$$r = \frac{B_{(t)} - B_{(t-n)}}{B_{(t-n)}} \quad (۲۴-۳)$$

r: نرخ تغییرات،

B<sub>(t)</sub>: اشتغال پایه در سال پایه،

B<sub>(t-n)</sub>: اشتغال پایه در دوره گذشته.

$$B_{(t+n)} = B_{(t)} + B_{(t)} \times r \quad (۲۵-۳)$$

از طریق رابطه‌های (۱۷-۳) و (۲۲-۳) می‌توان کل اشتغال غیرپایه را به دست آورد.

### مدل تغییر سهم<sup>۱</sup>

یکی از مدل‌های رایج برای تحلیل و پیش‌بینی اشتغال «مدل تغییر سهم» است. در این مدل، مقیاس مرجع به کشور اطلاق می‌شود که شهرستان یا استان نسبت به آن سنجیده می‌شود. شکل کلی مدل به شرح زیر است<sup>۲</sup>:

۱- Shift-Share Analysis.

۲- زیاری، (۱۳۸۰)، صص ۹۴-۹۳.

$$A = \frac{E^{75}_R}{E^{65}_R} - 1 \quad (26-3)$$

عنصر A تغییرات اشتغال در اقتصاد مرجع (کشور) را طی یک دهه (۶۵ و ۷۵) نشان می‌دهد.

$$C = \frac{E^{75}_i}{E^{65}_i} - \frac{E^{75}_R}{E^{65}_R} \quad (27-3)$$

$E_i$ : مبین اشتغال در بخش i در اقتصاد مرجع (کشور) است  
 عنصر B رشد یا نزول نسبی هر بخش اقتصاد را در کل اقتصاد مرجع (کشور) اندازه‌گیری می‌کند. مثبت یا منفی بودن این شاخص به معنای صعود یا نزول آن بخش در اقتصاد کشور است.

$$C = \frac{E^{75}_{Li}}{E^{65}_{Li}} - \frac{E^{75}_{Ri}}{E^{65}_{Ri}} \quad (28-3)$$

$E_{Li}$ : اشتغال بخش i در سطح شهرستان یا استان،  
 $E_{Ri}$ : اشتغال بخش i در سطح کشور.  
 عنصر C موقعیت رقابتی هر بخش اقتصادی استان را در مقایسه با اقتصاد کشور اندازه‌گیری می‌کند که ممکن است مثبت یا منفی باشد.  
 مجموع نتایج حاصل از فرمول مذکور بیانگر تغییرات اشتغال در هر بخش اقتصادی سطح مورد مطالعه است.

$$E_{Li}^{65-75} = A + B + C \quad (29-3)$$

پس از اینکه ضرایب A و b و C مشخص شد، می‌توان با استفاده از رابطه (۲-۳۰) به پیش‌بینی اشتغال اقدام نمود<sup>۱</sup>.

$$(30-2)$$

$(A+B+C) \times$  اشتغال سال پایه در بخش i + اشتغال سال پایه در بخش i = اشتغال دوره بعد در بخش i



بر اساس محاسبات انجام شده جدول (۳-۴) نشان می‌دهد نرخ رشد کل اشتغال اقتصاد مرجع (کشور) برابر ۰/۳۲۵ است.

$$A = 0/325$$

بخش کشاورزی در سطح ملی افزایش اشتغال و در سطح شهرستان مشهد کاهش اشتغال داشته است. ضرایب رشد ملی و شهرستان (C و B) هر دو منفی است. بخش صنعت هم در سطح ملی و هم در سطح شهرستان افزایش اشتغال داشته است. نرخ رشد ملی مثبت و نرخ رشد شهرستان منفی است. این بخش در واقع نسبت به سطح ملی نتوانسته آن چنان که باید و شاید، رشد پیدا کند. بخش خدمات در سطح ملی کاهش اشتغال و در سطح شهرستان افزایش اشتغال داشته است. نرخ رشد ملی منفی و نرخ رشد شهرستان مثبت است. که این بخش برنده اقتصادی شهرستان می‌باشد.

بر اساس پیش‌بینی صورت گرفته مشخص شد، که در شهرستان مشهد در طی ۱۰ سال ۱۴۰۷۰۱ فرصت شغلی ایجاد خواهد شد که ۵۶۵۷۹ فرصت شغلی در بخش صنعت ۹۷۹۴۶ فرصت شغلی در بخش خدمات خواهد بود. از بخش کشاورزی حدود ۶۰۰ فرصت شغلی در بخش‌های صنعت و خدمات جذب خواهد شد.

جدول (۳-۴): بررسی وضعیت اقتصادی در بخش‌های مختلف اقتصادی شهرستان مشهد و

پیش‌بینی آن.

پیش‌بینی اشتغال سال ۱۳۸۵	A+B+C	C	B	A	شهرستان		کشور		بخش‌های اقتصادی	ردیف
					۱۳۷۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۶۵		
۷۴۸۷۸	-۰/۰۰۸	-۰/۰۶	-۰/۲۷۳	۰/۳۲۵	۷۵۰۰۲	۷۵۴۸۲	۳۳۵۷۲۶۳	۳۱۹۰۷۶۱	کشاورزی	۱
۲۰۱۳۱۹	۰/۳۵۱	-۰/۲۲۹	۰/۲۵۵	۰/۳۲۵	۲۰۱۳۵۰	۱۴۹۰۱۵	۴۴۷۲۹۵۸	۲۸۳۱۰۰۸	صنعت	۲
۳۰۹۸۵۳	۰/۳۱۶	۰/۴۵۷	-۰/۴۶۶	۰/۳۲۵	۳۰۹۹۵۶	۲۳۵۴۵۱	۶۷۴۱۳۵۱	۷۸۵۱۴۵۱	خدمات	۳
۵۸۶۰۵۰	-	-	-	-	۵۹۹۵۳۲	۴۵۹۹۴۸	۱۴۵۷۱۵۷۲	۱۱۰۰۱۵۳۵	مجموع	۴

مدل داده - ستانده<sup>۱</sup>

مدل داده - ستانده، نتایج نهایی معاملات و جریان معاملات کالاها و خدمات واسطه‌ای را نشان می‌دهد، و به شکل ماتریس نمایش داده می‌شود که ستون‌های عمودی آن نمایشگر ستانده‌های فعالیت‌های مختلف از یکدیگر، و سطور افقی آن نمایشگر میزان داده‌های فعالیت‌ها به یکدیگر می‌باشد. تصویر از ماتریس جدول نقل و انتقالات و ضرایب مربوطه را برای  $m$  بخش تولید  $p$  بخش تقاضای نهایی و  $q$  بخش وارداتی به صورت جدول زیر می‌توان نمایش داد. جدول (۳-۵): شمایی از یک جدول داده - ستاده را به صورت کلی نشان می‌دهد.

جدول (۳-۶): شمایی از یک جدول داده - ستاده به صورت کلی

ستانده داده	۱ ۲ ۳.....j.....m	۱ ۲.....p	جمع
۱	$Z_{11} Z_{12} Z_{13} \dots Z_{1j} \dots Z_{1m}$	$X_{11} X_{12} \dots X_{1p}$	$Y_1$
۲	$Z_{21} Z_{22} Z_{23} \dots Z_{2j} \dots Z_{2m}$	$X_{21} X_{22} \dots X_{2p}$	$Y_2$
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
i	$Z_{i1} Z_{i2} Z_{i3} \dots Z_{ij} \dots Z_{im}$	$X_{i1} X_{i2} \dots X_{ip}$	$Y_i$
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
m	$Z_{m1} Z_{m2} Z_{m3} \dots Z_{mj} \dots Z_{nm}$	$X_{m1} X_{m2} \dots X_{mp}$	$Y_m$
۱	$I_{11} I_{12} \dots I_{ij} \dots I_{im}$		
۲	⋮		
⋮	⋮		
⋮	⋮		
i	⋮ $I_{ij}$ ⋮		
⋮	⋮		
⋮	⋮		
q	$I_{q1} I_{q2} \dots I_{qj} \dots I_{qm}$		

۱- Output - Input Model.

T	Y	جمع
---	---	-----

در جدول (۳-۵):

$Z_{ij}$ : برابر است با مقدار از تولید بخش  $J$  که توسط بخش  $i$  مصرف می‌شود،  
 $X_{ip}$ : برابر است با مقداری از تولید بخش  $i$  که برای تأمین تقاضای نهایی بخش  $P$  اختصاص داده می‌شود،  
 $I_{ij}$ : مقدار نهاده‌ای است که بخش  $J$  از بخش  $i$  دریافت می‌کند،  
 $Y_j$ : میزان کل نهاده و یا تولید بخش  $J$  است،  
 $T$ : برابر است با کل حجم فعالیت در اقتصاد که مجموع فعالیت‌های تمامی بخش‌ها حاصل می‌شود.

اساس کار مدل داده - ستانده این است که می‌توان بر حسب یک سری معادلات جبری، جریان‌ات خاص تولیدی یا فنی در یک بخش اصلی اقتصاد را نشان داد به صورتی که فرض بر این است که کلیه بخش‌های اقتصادی از طرفی تولید کننده کالا و از طرف دیگر مصرف کننده داده‌های دیگر بخش‌ها هستند. به عنوان مثال، بخش کشاورزی هم تولیدکننده کالا است (مثل گندم) هم مصرف‌کننده کالای تولیدی (داده‌ها) دیگر بخش‌ها (مثلاً بخش کشاورزی مصرف‌کننده ماشین‌آلات و کود شیمیایی بخش صنعت است). بنابراین می‌توان با استفاده از این مدل اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات برنامه‌ریزی شده در تقاضا برای تولیدات هر یک از بخش‌های اقتصادی، اشتغال، واردات تمام بخش‌های دیگر را در تمامی بخش‌های اقتصادی در یک شبکه وابستگی متقابل اقتصاد بررسی نمود.

مثال: جدول (۳-۶) مثال عددی یک سیستم فرضی داده - ستانده است. برای سهولت فرض می‌کنیم که در اقتصاد تنها سه بخش تولیدی وجود دارد: کشاورزی (بخش ۱)، صنعت (بخش ۲) و خدمات (بخش ۳). البته امکان دارد جدول‌های واقعی از ۲۰ تا ۴۰ بخش را در بر بگیرد. هر بخش دوباره در جدول ظاهر می‌شود. به عنوان تولیدکننده و مصرف‌کننده کالا جدول (۳-۶) هر ردیف نشان می‌دهد که چگونه هر یک از بخش‌ها تولیدات خویش را عرضه می‌کنند. به عنوان مثال ردیف اول و ستون آخر نشان می‌دهد که تولید کل بخش کشاورزی ۱۰۰ واحد است که از این مقدار ۶ واحد

توسط خود بخش کشاورزی به عنوان داده مصرف می‌شود (مثلاً بذر)، ۵۰ واحد نیز توسط بخش صنعت و معدن مصرف می‌شود (مثلاً قهوه و چای برای آماده‌سازی آن‌ها) و کل مصرف واسطه‌ای کشاورزی (یعنی استفاده برای تولید بیشتر) حدود ۵۶ واحد است. به این ارقام، اگر مقدار کالاهای کشاورزی که توسط مصرف‌کنندگان نهایی مصرف می‌شود اضافه کنیم، جمع کل تقاضای واسطه‌ای و تقاضای نهایی به میزان ۱۰۰ واحد است. به همین طریق، توزیع تولیدات کل سه بخش دیگر را می‌توان در جدول ملاحظه کرد.

جدول (۳-۷): جدول فرضی داده‌ها - ستانده‌ها.

مصارف نهایی		مصارف واسطه‌ای			داده	ستانده
جمع تولید ( $Y_i$ )	تقاضای نهایی ( $X_i$ )	جمع تقاضای واسطه‌ای $\sum_{i=1}^n Z_{ij}$	خدمات	صنعت		
$100(y_1)$	$44(x_1)$	۵۶	$-(Z_{13})$	$50(Z_{12})$	$6(Z_{11})$	کشاورزی
$105(y_2)$	$88(x_2)$	۱۷	$2(Z_{23})$	$14(Z_{22})$	$1(Z_{21})$	صنعت
$65(y_3)$	$42(x_3)$	۲۳	$3(Z_{33})$	$16(Z_{32})$	$4(Z_{31})$	خدمات
		۹۶	۵۰	۸۰	۱۱	جمع ستانده‌ها
		$100(L_1)$	$15(L_3)$	$65(L_2)$	$20(L_1)$	خانوار (کار)
	۱۷۴		۶۰	۲۵	۸۹	ارزش افزوده
۵۴۰			۶۵	۱۰۵	۱۰۰	کل داده‌ها

نقش بخش به عنوان خریدار بخش‌های دیگر در ستون ۱ نشان داده شده است. چنانچه از بالا به پایین به این ستون نگاه کنیم، می‌بینیم که بخش کشاورزی برای تولید ۱۰۰ واحد باید ۶ واحد از تولید خودش (به عنوان مثال، استفاده از جو و یا لوبیا برای کاشت مجدد)، ۱ واحد از تولیدات بخش صنایع (مانند، کود شیمیایی، سم)، ۴ واحد از تولیدات بخش خدمات (به عنوان مثال، برای حمل و نقل کالاهای فاسد شدنی به بازارهای محلی و یا به بنادر برای صادرات) را مصرف کند. بنابراین، جمع کل ستانده‌های داخلی بین بخشی، بخش کشاورزی از کالاهای و خدمات واسطه‌ای نیز معادل

۱۱ واحد است. ۸۹ واحد مابقی کالاهای خریداری شده توسط بخش کشاورزی، شامل جدول ایجاد ارزش افزوده به شکل پرداخت مالیات به دولت و غیره بوده است. فرض مهم تحلیل داده - ستانده، فرضی که به لحاظ کارکرد سیستم را کارا می‌کند، این است که در هر بخش تنها یک فرایند تابع تولید وجود دارد. این فرض در واقع دارای دو جزء مرتبط و در عین حال مجزا است. نخست، فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس<sup>۱</sup> تولید است. دوم، و بحث برانگیزترین این دو، این فرض متناظر<sup>۲</sup> است که در تولید هرگونه کالا و خدماتی امکان جایگزینی میان عوامل تولیدی وجود ندارد. به دیگر سخن، از آنجا که تنها یک روش تولید در هر صنعت وجود دارد، سطح تولید به تنهایی سطح مورد نیاز هر یک از عوامل تولیدی را تعیین می‌کند. به زبان فنی، می‌توانیم بگوییم که مشخصه فرایند تولید «ضرایب فنی تولیدی» ثابت است، یعنی هر واحد اضافی محصول جدید بدون هیچ‌گونه تغییری در ترکیب نسبی عوامل تولیدی که از بخش‌های دیگر می‌آید تولید خواهد شد. در جدول (۷-۳) می‌بینیم که بخش کشاورزی برابر تولید ۱۰۰ واحد تولیدی خود باید ۱ واحد از تولیدات بخش صنعت و معدن را به عنوان عوامل تولید واسطه‌ای خریداری کند.

با تقسیم ۱ بر ۱۰۰ درمی‌یابیم که فرض نسبت<sup>۳</sup> نشان می‌دهد که برای هر واحد از تولید بخش کشاورزی، ۰/۰۱ واحد از تولیدات بخش صنعت، تا زمانی که فرایند تولید بخش کشاورزی تغییر نکند، همواره لازم است. به همین نحوه برای بخش‌های دیگر نیز می‌توان محاسبه نمود و ضرایب فنی داده‌ها را نشان داد.

در واقع ماتریس ضرایب فنی داده‌ها، ساختار نظام اقتصادی را توصیف می‌کند. این ماتریس از طریق تقسیم مقادیر داده‌ها در هر ستون خریدار واسطه‌ای، به تعداد پایین ستون که کل داده‌های لازم برای آن رشته فعالیت است، به دست می‌آید. فرمول کلی ضرایب فنی داده‌ها به شرح زیر است:

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{Y_j}$$

۱- Constant Return to Scale.

۲- Corresponding Assumption.

۳- Proportionality Assumption.

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, n \\ j &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3-31)$$

در رابطه (۳-۳۱)،  $a_{ij}$  ضرایب فنی داده‌ها بوده و به این معنا که، اگر بخش  $j$  بخواند یک واحد تولید خود را اضافه کند به اندازه  $a_{ij}$  واحد نهاده از بخش  $i$  لازم خواهد داشت.  $Z_{ij}$  نمایانگر تعداد واحدهای کالای  $i$  به کار رفته توسط بخش  $j$  و  $Y_j$  تولید کل  $j$  که توسط آخرین عدد ردیف  $j$ ام جدول داده - ستانده نشان داده شده است. ماتریس ضرایب فنی تولید برای هر جدول داده - ستانده با  $n$  بخش دارای ماتریس  $n \times n$  عامل خواهد بود.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & & \\ \cdot & & & & \\ a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} & \dots & a_{in} \\ \cdot & & & & \\ \cdot & & & & \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

در مثال فرضی جدول داده‌ها و ستانده‌ها سه بخش وجود دارد، ماتریس  $3 \times 3$  خواهد

بود.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

با استفاده از معادله (۳-۳۱)، برای محاسبه ضرایب  $a_{ij}$  در جدول داده - ستانده ۳ بخشی فرضی، به ماتریس  $A$ ، به صورتی که در (جدول ۳-۷) نشان داده شده است، خواهیم رسید.

جدول (۳-۸): یک ماتریس ضرایب فنی A برای اقتصاد ۳ بخشی فرضی.

بخش‌ها	کشاورزی	صنعت و معدن	خدمات
کشاورزی	$\frac{6}{100} = 0/06$	$\frac{50}{105} = 0/48$	$\frac{0}{65} = 0$
صنعت و معدن	$\frac{1}{100} = 0/01$	$\frac{14}{105} = 0/13$	$\frac{2}{65} = 0/03$
خدمات	$\frac{4}{100} = 0/04$	$\frac{16}{105} = 0/15$	$\frac{3}{65} = 0/05$

بنابراین، می‌بینیم در جدول فوق مقدار کالای خدماتی لازم برای تولید یک واحد محصول کشاورزی،  $a_{31}$  برابر  $0/04$  است و مقدار کالای کشاورزی لازم برای تولید یک واحد تولید کشاورزی  $a_{11}$  برابر  $0/06$  است. چون فرض می‌شود که این ضرایب طی زمان ثابت هستند.

در جدول (۳-۶) دیدیم که مثلاً بخش کشاورزی در ناحیه مورد نظر دارای ۴۴ واحد تولید برای تقاضای نهایی و عرضه به بازار مصرف بوده است. حال اگر بخواهیم طی یک برنامه پنج‌ساله این میزان را به ۵۴ واحد برسانیم، یعنی ۱۰ واحد افزایش ارزش تولید برای عرضه به مصرف‌کننده در بخش کشاورزی داشته باشیم، می‌خواهیم ببینیم که برای تولید این میزان افزایش، بخش کشاورزی از سایر بخش‌ها چه میزان باید تغذیه گردد. حال برای برآورد میزان ستانده‌ها از بخش‌های دیگر توسط بخش کشاورزی، برای رسیدن به هدف ۱۰ واحد اضافه ارزش تولید محاسبات زیر استفاده می‌شود:

$$10 \times 0/06 = 0/6 \quad 10 \times 0/01 = 0/1 \quad 10 \times 0/04 = 0/4$$

بدین ترتیب مشخص می‌شود که اگر بخواهیم در نیمسال آینده میزان ارزش تولید برای عرضه به بازار مصرف بخش کشاورزی را از ۴۴ واحد به ۵۴ واحد برسانیم، این بخش باید از بخش خودش  $0/6$  واحد، از بخش صنعت  $0/1$  واحد و از بخش خدمات  $0/4$  واحد اضافه بر ستانده‌های مندرج در جدول (۳-۷) اخذ کند. به همین ترتیب برای برنامه‌ریزی در سایر بخش‌ها نیز استفاده می‌شود.

از جدول داده - ستانده می‌توان برای محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات در تولید هر بخش و یا تقاضای نهایی هر بخش در تمامی اقتصاد استفاده کرد. این

مطلب را می‌توان به سادگی با نمایش سیستم داده - ستانده به صورت یک سلسله معادلات جبری چند مجهوله نشان داد.

ریاضیات تحلیل داده - ستانده مشتمل بر دو دسته‌اند. اول، یک دسته معادلات حسابداری، شامل معادله برای هر بخش تولیدی در اقتصاد. اولین معادله این دسته از معادلات بیانگر این مطلب است که تولید کل بخش ۱ برابر با مجموع مقادیر جداگانه‌ای است که توسط بخش ۱ به دیگر بخش‌ها فروخته می‌شود. به علاوه تولید برای تقاضای نهایی، می‌توان این معادلات را به صورت زیر نشان داد:

$$\sum_{i=1}^n Z_{ij} + X_i = Y_i \quad (3-32)$$

که در آن  $n$  و ... و ۲ و ۱  $i$  است.

در رابطه (۳-۳۲):

$Z_{ij}$ : نمایانگر مقدار تولید بخش  $i$  که هر ساله به عنوان داده‌ی واسطه‌ای توسط بخش  $j$  جذب می‌شود،

$X_i$ : برابر با مقدار تولید بخش  $i$  که برای ارضای تقاضای نهایی تولید می‌شود،

$Y_i$ : برابر است با کل کل تولیدات سالانه بخش  $i$ .

سه معادله حسابداری برای بخش مثال مفروض به شکل زیر است:

$$Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + X_1 = Y_1 \quad \text{بخش کشاورزی}$$

$$Z_{21} + Z_{22} + Z_{23} + X_2 = Y_2 \quad \text{بخش صنعت}$$

$$Z_{31} + Z_{32} + Z_{33} + X_3 = Y_3 \quad \text{بخش خدمات}$$

و اگر اعداد متناظر را در این رابطه قرار دهیم خواهیم داشت:

$$6 + 50 + 0 + 44 = 100 \quad \text{بخش کشاورزی}$$

$$1 + 14 + 2 + 88 = 105 \quad \text{بخش صنعت}$$

$$4 + 16 + 3 + 42 = 65 \quad \text{بخش خدمات}$$

دومین و مهم‌ترین مجموعه از معادلات که در تحلیل داده - ستانده از اهمیت زیادی برخوردار است، یک مجموعه دیگر  $n$  تایی معادله است؛ یعنی برای هر بخش یکی، که داده - ستانده‌های هر بخش را برحسب یک رشته از ضرایب فنی تولید  $a_{ij}$  شرح



می‌دهند. بنابراین جریان‌های کالا،  $Z_{ij}$ ، ملحوظ در اولین معادلات موازنه، باید روابط ساختی زیر را داشته باشد:

$$Z_{ij} = a_{ij}Y_j \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n. \\ j = 1, 2, \dots, n. \end{matrix} \quad (33-3)$$

چون  $a_{ij}$  برابر است با  $Z_{ij}/Y_j$  است، معادله (۳۳-۳) راه دیگر بیان تعریف نسبت است، یعنی:

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{Y_j} \Rightarrow Z_{ij} = a_{ij}Y_j \quad (34-3)$$

چنانچه به جای  $Z_{ij}$  مقادیر متناظر را از معادله (۳۳-۳) در معادله (۳۲-۳) قرار دهیم و مقادیر را جابجا کنیم، یک سیستم از معادلات بر اساس داده - ستانده به دست خواهیم آورد:

$$Y_i - \sum_{j=1}^n a_{ij}Y_j = X_i \quad (35-3)$$

برحسب اقتصاد فرضی‌مان، معادله (۳۵-۳) مشتمل بر سه معادله خطی است می‌توان آن‌ها را به صورت زیر نوشت:

$$Y_1 = a_{11}Y_1 - a_{12}Y_2 - a_{13}Y_3 = X_1 \quad \text{بخش کشاورزی}$$

$$Y_2 = a_{21}Y_1 - a_{22}Y_2 - a_{23}Y_3 = X_2 \quad \text{بخش صنعت}$$

$$Y_3 = a_{31}Y_1 - a_{32}Y_2 - a_{33}Y_3 = X_3 \quad \text{بخش خدمات}$$

معادلات عددی:

$$100 - (0.06 \times 100) - (0.48 \times 105) - (0 \times 65) = 44 \quad \text{بخش کشاورزی}$$

$$105 - (0.01 \times 100) - (0.13 \times 105) - (0.03 \times 65) = 88 \quad \text{بخش صنعت}$$

$$65 - (0.04 \times 100) - (0.15 \times 105) - (0.05 \times 65) = 42 \quad \text{بخش خدمات}$$

برای سهولت کار می‌توان معادله (۴) را بر حسب علائم ماتریس و بردار به شرح زیر نوشت:

$$Y - A \times Y = X \quad (36-3)$$

که در آن  $Y$  نمایانگر یک بردار ستون از کل تولید مشتمل بر  $n$  عامل (در مثال،  $n=3$  است) که هر یک نماینده تولید کل یکی از  $n$  بخش است؛  $A$  نیز نماینده یک ماتریس مربع  $n \times n$  (در مثال،  $3 \times 3$  است) از ضرایب فنی است و  $X$  نیز نماینده یک بردار ستونی از کل تقاضای نهایی است.

حال اگر هر دو طرف معادله (۳-۳۶) را در یک ماتریس برابری<sup>۱</sup> یا واحد که با  $I$  نمایش می‌دهیم ضرب کنیم خواهیم داشت:

$$(I - A)Y = X \quad (3-37)$$

توجه کنید که ماتریس برابری صرفاً یک ماتریس مربع<sup>۲</sup> است که در آن تمام عنصر موجود بر روی خط قطر دو زاویه، که از چپ به راست خوانده می‌شود، ارزشی معادل ۱ دارد، در حالی که بقیه عناصر برابر با صفر هستند. بنابراین یک ماتریس برابری  $3 \times 3$  را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

برای حل معادله (۳-۳۷) بر حسب متغیر  $X$  طرفین معادله را به ضریب مجهول  $(I - A)$  تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{(I - A)Y}{(I - A)} = \frac{X}{(I - A)}$$

آن‌گاه خواهیم داشت:

$$Y = \frac{X}{(I - A)} \Rightarrow Y = X(I - A)^{-1} \quad (3-38)$$

۱- Identity Matrix.

۲- Unit Matrix.

که در آن  $(I - A)^{-1}$  به نام ماتریس لئونتیف معکوس (پدر تحلیل داده - ستانده) خوانده می‌شود و معمولاً با حرف "R" نشان داده می‌شود. به این ترتیب، معادله (۳-۳۹) را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$Y = R \times X \quad (۳-۳۹)$$

حال مثال فرضی را با استفاده از معادله (۳-۳۹) محاسبه می‌کنیم خواهیم داشت:

$$(I - A) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0/06 & 0/48 & 0 \\ 0/01 & 0/13 & 0/03 \\ 0/04 & 0/15 & 0/05 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 1-0/06 & 0-0/48 & 0-0 \\ 0-0/01 & 1-0/13 & 0-0/03 \\ 0-0/04 & 0-0/15 & 1-0/05 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0/94 & -0/48 & 0 \\ -0/01 & 0/78 & -0/03 \\ -0/04 & -0/14 & 0/95 \end{bmatrix}$$

حال معکوس ماتریس  $(I - A)$  را محاسبه کرده و با ماتریس R نشان می‌دهیم:

$$R = \begin{bmatrix} 1/3015 & 0/6576 & 0 \\ 0/0137 & 1/1919 & -0/0411 \\ -0/0548 & 0/2055 & 1/2878 \end{bmatrix}$$

برای به دست آوردن رابطه (۳-۳۹) ماتریس R را در ماتریس X ضرب می‌کنیم:

$$Y = \begin{bmatrix} 1/3015 & 0/6576 & 0 \\ 0/0137 & 1/1919 & -0/0411 \\ -0/0548 & 0/2055 & 1/2878 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 44 \\ 88 \\ 42 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 115/1348 \\ 103/7638 \\ 69/7604 \end{bmatrix}$$

در نتیجه برای تأمین تقاضای ۴۴ واحد بخش کشاورزی، ۸۸ واحد بخش صنعت و معدن و ۴۲ واحد بخش خدمات استفاده کننده، باید ستانده کلی به ترتیب برابر با ۱۱۵/۱۳۴۸ واحد از سوی بخش کشاورزی، ۱۰۳/۷۶۳۸ واحد به وسیله بخش صنعت و

۶۹/۷۶۰۴ واحد به وسیله بخش خدمات تولید شود. اگر بخواهیم اثرات احتمالی هر گونه تغییر تقاضای نهایی در تولید کل همه بخش‌های اقتصادی را برآورد کنیم از رابطه زیر استفاده می‌نماییم:

$$\Delta Y_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} \times \Delta X_{ij} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, n \end{matrix} \quad (40-3)$$

در معادله (۴۰-۳) علامت  $\Delta$  نمایانگر تغییر تقاضای نهایی،  $\Delta X$ ، یا تغییر تولید کل  $\Delta Y_i$  است.

(باید توجه داشت که هر یک از عوامل ثابت،  $r_{ij}$ ، تابعی از کلیه  $a_{ij}$ ها است و اگر روش تولید در هر بخشی بر اثر پیشرفت تکنولوژی، بهبود مدیریت و غیره تغییر کند، نیز  $r_{ij}$  تغییر خواهد کرد. در نتیجه، فرض اینکه ضرایب فنی در کوتاه مدت ثابت هستند از حیث قابلیت کاربرد مدل داده - ستانده فرضی اساسی است) به عنوان مثال، چنانچه انتظار رود یا برنامه‌ریزی شده باشد که تقاضاهای نهایی بخش صنعت و معدن، فرضاً ۱۰ واحد افزایش یابد، می‌توانیم با استفاده از معادله (۴۰-۳) مشخص کنیم که کل محصول اضافی در هر سه بخش به چه میزان خواهد بود. بنابراین اگر  $\Delta X_3 = 10$  باشد و بخواهیم  $\Delta X_1$ ،  $\Delta X_2$ ،  $\Delta X_3$  را تعیین کنیم، روش کار به شکل زیر است:

$$\Delta Y_1 = 1/3015(\Delta X_1) + 0/6576(\Delta X_2) + 0(\Delta X_3) \quad \text{بخش کشاورزی}$$

$$\Delta Y_2 = 0/0137(\Delta X_1) + 1/1919(\Delta X_2) - 0/0417(\Delta X_3) \quad \text{بخش صنعت}$$

$$\Delta Y_3 = 0/0548(\Delta X_1) + 0/2055(\Delta X_2) + 1/2878(\Delta X_3) \quad \text{بخش خدمات}$$

چون در مثال فرضی مقدار  $\Delta X_1 = 0$  و  $\Delta X_2 = 0$  هستند و آنگاه داریم:

$$\Delta Y_1 = 6/576 \quad \text{بخش کشاورزی}$$

$$\Delta Y_2 = 11/1919 \quad \text{بخش صنعت}$$

$$\Delta Y_3 = 2/055 \quad \text{بخش خدمات}$$

بر اثر افزایش تقاضای نهایی برای محصولات صنعت و معدن به میزان ۱۰ واحد، تولید کل بخش کشاورزی به مقدار ۶/۵۷۶ واحد افزایش خواهد یافت، تولیدات کل بخش‌های صنعت و معدن و خدمات به ترتیب ۱۱/۱۹۱۹ واحد و ۲/۰۵۵ واحد افزایش

خواهد داشت. چون هر بخش باید مقداری از تولیدات بخش‌های دیگر را برای تولید واحدهای بیشتری از محصولات خود خریداری کند، می‌بینیم که کل اثرات مستقیم و غیرمستقیم افزایش اولیه تقاضای نهایی به صورت روابط متقابل اقتصادی چندین برابر میزان اولیه می‌شود. به طور خلاصه، اگر تغییری، چه برنامه‌ریزی شده و چه پیش‌بینی شده، در تقاضای نهایی برای هر یک از کالاها و یا ترکیبی از آن‌ها ایجاد کنیم معادلات دستگاه داده - ستانده (۳-۴۰) اثرات کامل مستقیم و غیرمستقیم این تغییر و یا این تغییرات را در تمامی بخش‌های اقتصادی نشان خواهد داد.

مدل داده - ستانده را می‌توان در تعیین سطوح اشتغال که برای برنامه‌ریزان مهم و با ارزش است به کار برد. در جدول شماره (۳-۶) در ردیف خانوار، ۳ عدد وجود دارد که نماینده ارزش کار مورد استفاده هر یک از بخش‌ها است. حال اگر یک بردار ردیف از  $n$  ضریب کار داشته باشیم ( $n, \dots, 2, 1 = L_i$ ) که هر عنصر آن تعداد کارگران (یا اشتغال کارگر در سال) مورد نیاز برای تولید یک واحد از تولید صنعت  $i$  را نشان می‌دهد:

$$L_i = \frac{L_i}{X_{i=1,2,\dots,n}} \quad (۳-۴۱)$$

که در آن،  $L_i$  سطح اشتغال در صنعت  $i$  و  $X_i$  تولید کل صنعت  $i$  است. ضریب کار برای سه بخش عبارتند از:

$$L_1 = \frac{20}{100} = 0/2 \quad L_2 = \frac{65}{106} = 0/62 \quad L_3 = \frac{15}{65} = 0/23$$

سطح اشتغال در هر صنعت ارتباط نزدیک با میزان تولید آن در صنعت دارد. بنابراین، برای به دست آوردن میزان اشتغال کارگران در صنعت  $i$ ، می‌توانیم ضریب کار متناظر،  $L$  را در تولید کل یا  $X$  آن بخش ضرب کنیم. با جمع کردن نتایج حاصل ضرب‌های ضریب کار و سطوح تولید در هر بخش می‌توان میزان کل اشتغال را محاسبه کرد:

$$L_t = \sum_{i=1}^n L_i Y_i \quad (۳-۴۲)$$

که در آن،  $L_t$  نمایانگر کل اشتغال در اقتصاد است. به همین نحو، تغییر در اشتغال ناشی از تغییر در تولید کل را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$\Delta L_t = \sum_{i=1}^n L_i \Delta Y_i \quad (43-3)$$

بالاخره از آن‌جا که می‌دانیم:

$$\Delta Y_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} \Delta X_j$$

است رابطه (۳-۴۰) تغییر در اشتغال ناشی از هر گونه تغییر برنامه‌ریزی شده و یا مورد انتظار را در تقاضای نهایی را می‌توان با قرار دادن در رابطه (۳-۴۴) محاسبه کرد، به طوری که:

$$\Delta L_t = \sum_{i=1}^n L_i \left( \sum_{j=1}^n r_{ij} \Delta X_j \right) \quad (44-3)$$

$$\Delta L_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n L_i r_{ij} \Delta X_j \quad \text{و یا}$$

به عنوان مثال، تغییر در اشتغال کل، که نتیجه مستقیم و یا غیرمستقیم افزایش فرضی تقاضای نهایی برای محصولات بخش صنعت و معدن است (یعنی  $\Delta X_v = +10$ ) و عبارت است از:

$$L_t = L_1 r_{1v} \Delta X_v + L_2 r_{2v} \Delta X_v + L_3 r_{3v} \Delta X_v \quad \text{بخش صنعت}$$

$$L_t = 0/2(0/6576 \times 10) + 0/62(1/1919 \times 10) + 0/23(0/2055) \times 10$$

$$L_t = 1/3152 + 7/38978 + 0/47265 = 9/17763$$

چنانچه تقاضای نهایی معادل ۱۰ واحد و یا ۱۱/۴ درصد (۰/۱۱۴ = ۸۸ : ۱۰) افزایش یابد فرصت‌های شغلی معادل ۹۱۷۷۶۳ کارگر افزایش خواهند داشت:

#### مدل فزاینده اشتغال و جمعیت

با استفاده از این مدل می‌توان، تعداد کل شاغلان، جمعیت و شاغلان خدماتی را که در یک منطقه از طریق ایجاد یک شغل تولیدی به وجود می‌آیند محاسبه نمود. روش کار به این صورت است که هر شغل تولیدی که در یک منطقه ایجاد شود، نیاز به

تعدادی کارگر دارد که تعدادی را تحت تکفل دارد. این افراد تحت تکفل (خانواده) به خدمات معینی از قبیل حمل و نقل، خدمات تجاری و خرید و غیره نیاز خواهد داشت. پس تغییر در میزان اشتغال بخش‌های مورد بررسی در بالا بر کل میزان اشتغال اثر خواهد گذاشت. این تأثیر از طریق ایجاد یا از بین رفتن مشاغل مرتبط خدمات خواهد بود، و همچنین تغییر در میزان کل جمعیت ساکن از طریق تأثیر ورود یا خروج خانواده‌های کارگران بخش‌های تولید و بخش‌های خدمات خواهد بود.

در واقع فرض اساسی بر این است که هر کارگر و خانواده‌اش به میزان معینی از خدمات نیاز دارند که با توجه به کل اشتغال در بخش‌های خدمات به  $\alpha$  کارگر احتیاج است. پس این بدان معنی است که هر شغل (در هر بخش) منجر به تأمین  $\alpha$  شغل اضافی (خدماتی) در بخش خدمات خواهد شد.

چنانچه شغل‌های تولیدی را با  $E_p$  مشاغل خدماتی با  $E_s$  و تعداد شاغلان را با  $E$  نشان دهیم؛ فرمول‌های کلی به شرح زیر خواهند بود<sup>۱</sup>:

$$a = \frac{E_s}{E} \quad (۴۵-۳)$$

$$E = E_p + E_s \quad (۴۶-۳)$$

$$E_s = aE \quad (۴۷-۳)$$

بر اساس رابطه (۴۵-۳) و (۴۶-۳) می‌توان گفت:

$$E = E_p + aE \quad (۴۸-۳)$$

$$E - aE = E_p \quad (۴۹-۳)$$

$$E_p = E(1 - a) \quad (۵۰-۳)$$

در نتیجه تعداد کل اشتغال برابر خواهد بود با:

$$E = \frac{E_p}{1 - a} \quad (۵۱-۳)$$

۱- اپنهایم، (۱۳۷۹)، صص ۱۰۹-۱۰۷.

مثال: قصد داریم در یک منطقه معین ۱۰۰۰ شغل از طریق توسعه صنعتی خاص ایجاد کنیم. بر پایه مطالعات انجام شده در نواحی دارای صنعت مشابه به این نتیجه رسیدیم که برای هر کدام از این مشاغل تولیدی، ۰/۷ کارهای خدماتی نیاز است. مطلوب است تأثیر توسعه صنعتی بر کل اشتغال در ناحیه مورد بحث را محاسبه کنید؟

$$E = \frac{1000}{1 - 0.7} = \frac{1000}{0.3} = 3333$$

بنابراین با استفاده از رابطه (۳-۵۰) مشخص شد که تأثیر توسعه صنعتی باعث خواهد شد تعداد کل شاغلان به ۳۳۳۳ نفر برسد.

حال اگر بخواهیم، نیازهای خدماتی افراد ساکن در ناحیه را بر اساس کل جمعیت ساکن در ناحیه، تعریف کنیم خواهیم داشت<sup>۱</sup>:

$\beta$ : نسبت مشاغل خدماتی به کل جمعیت

$$\beta = \frac{E_s}{P} \quad (52-3)$$

$\gamma$ : نسبت جمعیت به افراد شاغل (ضریب تکفل)

$$\gamma = \frac{P}{E} \quad (53-3)$$

بنابراین تعداد کل شاغلان از طریق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = \frac{E_p}{1 - \beta\gamma} \quad (54-3)$$

همچنین کل جمعیت ناحیه برابر خواهد بود با:

$$P = \frac{\gamma EP}{1 - \beta\gamma} \quad (55-3)$$

و تعداد مشاغل خدماتی برابر خواهد بود با:

$$E_s = \frac{\beta\gamma EP}{1 - \beta\gamma} \quad (56-3)$$

۱- اپنهایم، (۱۳۷۹)، صص ۱۱۱-۱۱۰.



مثال: اگر در شهر یزد قصد داشته باشیم با ایجاد یک کارخانه اتومبیل ۱۸۰۰۰ شغل ایجاد کنیم، به طوری که ضریب تکفل  $\gamma = 1/7$  است و نسبت مشاغل خدماتی به کل جمعیت  $\beta = 0/4$  باشد، مطلوب است تعداد کل شاغلان، تعداد کل مشاغل خدماتی و جمعیت که انتظار می‌رود به منطقه مهاجرت کنند را محاسبه کنید.  
با توجه به فرمول رابطه (۳-۵۴) تعداد کل شاغلان برابر است با:

$$E = \frac{18000}{1 - (1/7)(0/4)} = 56250 \text{ نفر}$$

از طریق رابطه (۳-۵۵) میزان کل جمعیت برابر خواهد بود:

$$P = \frac{1/7(18000)}{1 - (1/7)(0/4)} = 95625 \text{ نفر}$$

و تعداد مشاغل خدماتی از طریق رابطه (۳-۵۶) به دست می‌آید:

$$E_s = \frac{(0/4)(1/7)(18000)}{1 - (1/7)(0/4)} = 38250 \text{ نفر}$$

### مدل فزاینده اشتغال و جمعیت در شکل چند منطقه‌ای<sup>۱</sup>

این مدل، مدل فزاینده تک منطقه‌ای را به مورد چند منطقه‌ای تعمیم می‌دهد. یعنی اگر تعداد مشاغل تولیدی در چند منطقه را داشته باشیم هر یک از این مشاغل موجب افزایش جمعیت در منطقه خواهند شد که این افزایش جمعیت به دلیل افزایش کارگران و خانواده‌هایشان خواهد بود، که در منطقه ساکن خواهند شد. در حالت کلی تمام کارگران در همان منطقه‌ای که کار می‌کنند زندگی نمی‌کنند و تعدادی از آن‌ها در یک منطقه کار و در یک منطقه‌ای دیگر زندگی می‌کنند.

حال فرض کنید که تعداد مشاغل تولیدی را در  $x$  منطقه به ترتیب  $E_1^p, E_2^p, \dots, E_n^p$  به دست آورده‌ایم و بخشی از کارگران ناحیه  $z$  که در ناحیه اول زندگی می‌کنند برابر  $a_{zj}$  باشد، به عبارت دیگر تعداد کارگرانی که در ناحیه  $z$  کار می‌کنند در ناحیه ۱ زندگی کنند مساوی با  $a_{zj}E_j^p$  است. در نتیجه کل تعداد کارگران  $w_1$  که در منطقه ۱ زندگی

۱- اپنهایم، (۱۳۷۹)، صص ۱۱۸-۱۱۲.

می‌کنند، برابر با مجموع تعداد کارگرانی خواهند بود که از تمام مناطق مشابه ز به این ناحیه آمده‌اند، یعنی:

$$W_1 = a_{11}E_1^p + a_{12}E_2^p + \dots + a_{1j}E_j^p + \dots + a_{1n}E_n^p$$

پس تعداد کارگران  $W_i$  را که در نواحی ۱ تا  $n$  زندگی می‌کنند را می‌توان بدین

صورت نوشت:

$$W_1 = a_{11}E_1^p + a_{12}E_2^p + \dots + a_{1j}E_j^p + \dots + a_{1n}E_n^p$$

$$W_2 = a_{21}E_1^p + a_{22}E_2^p + \dots + a_{2j}E_j^p + \dots + a_{2n}E_n^p$$

.

.

.

$$W_i = a_{i1}E_1^p + a_{i2}E_2^p + \dots + a_{ij}E_j^p + \dots + a_{in}E_n^p$$

.

.

.

$$W_n = a_{n1}E_1^p + a_{n2}E_2^p + \dots + a_{nj}E_j^p + \dots + a_{nn}E_n^p$$

حال معادل فرمول‌ها را می‌توان به شکل ماتریسی زیر نوشت:

$$\begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ W_i \\ \cdot \\ \cdot \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} E_1^p \\ E_2^p \\ \cdot \\ \cdot \\ E_i^p \\ \cdot \\ \cdot \\ E_n^p \end{bmatrix}$$

$$W = A \times E^p$$

در رابطه بالا:

$W$ : بردار ستونی محل سکونت کارگران،

$E^P$ : بردار ستونی توزیع اشتغال (مشاغل تولیدی)،

$A$ : ماتریس کار تا خانه (به صورت نسبت نوشته می‌شود).

درایه  $a_{ij}$  در ماتریس  $A$ ، نشان‌دهنده نسبت کارگران ناحیه  $j$  است که در ناحیه  $i$  زندگی می‌کنند. مرحله بعد ارزشیابی تعداد ساکنین، متناظر با تعداد کارگران هر ناحیه خواهد بود. اگر نسبت تعداد کارگران شاغل ناحیه  $W_i$  در ناحیه  $i$  به کل تعداد ساکنین برابر  $\frac{1}{\gamma_i}$  باشد، بنابراین میزان جمعیت در  $i$  مساوی خواهد بود با  $P_i = (\frac{1}{\gamma_i})W_i$  که آن را می‌توان به شکل ماتریس برای تمامی نواحی نوشت:

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_i \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\gamma_1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \frac{1}{\gamma_2} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \frac{1}{\gamma_i} & \cdot & \cdot \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{1}{\gamma_n} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdot \\ W_i \\ \cdot \\ W_n \end{bmatrix}$$

$$P = t \times W$$

در رابطه بالا:

$P$ : نشان‌دهنده کل جمعیت ساکن،

$T$ : ماتریس قطری نشان‌دهنده معکوس نسبت اشتغال می‌باشد.

با جایگزین کردن تابع توزیع جمعیت  $E^P$  به جای  $W$  خواهیم داشت:

$$P = TW = t(AE^P) = (tA)E^P = HE^P$$

$H$ : از ضرب کردن  $t$  در  $A$  به دست می‌آید و نشان‌دهنده ماتریس تبدیلی<sup>۱</sup> است که

توزیع مشاغل پایه را به توزیع جمعیت ساکن  $P$  تبدیل می‌کند.

۱- Operator Matrix.

مرحله بعد ارزشیابی ایجاد مشاغل خدماتی حاصل شده در نواحی است. اگر هر فرد ساکن در ناحیه  $i$  به معادل  $\beta_i$  مشاغل خدماتی نیاز داشته باشد، تعداد کل مشاغل خدماتی  $Q_i$  که مورد ساکنین ناحیه  $i$  می‌باشد، مساوی خواهد بود با:

$$Q_i = \beta_i P_i$$

برای کل منطقه  $n$  خواهیم داشت:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_i \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_1 & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \beta_2 & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \cdot & \cdot & \dots & \beta_i & \dots & \cdot \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \beta_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_i \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix}$$

$$Q = \beta \times P$$

در رابطه بالا:

$Q$ : بردار ستونی مشاغل خدماتی مورد نیاز هر ناحیه.

$\beta$ : ماتریس قطری نسبت‌های نیروی کار مشاغل خدماتی می‌باشد.

در این ماتریس توزیع مشاغل خدماتی واقعی نیست. چون به همان صورتی که کارگران یک ناحیه مفروض در تمام نواحی سکونت توزیع شده‌اند، نیازهای خدماتی ساکنین در یک ناحیه مفروض نیز در تمامی نواحی توزیع شده‌اند. به عبارت دیگر ممکن است ساکنین ناحیه  $i$  برای دریافت خدمات مورد نیازشان با نواحی دیگر  $j$  بروند. فرض کنیم که نسبت کل ساکنین ناحیه  $j$  که برای دریافت تمامی خدمات به ناحیه  $i$  می‌روند مسافتی  $C_{ij}$  باشد. معادل آن تعداد مشاغل خدماتی ناحیه  $i$  که توسط ساکنین ناحیه  $j$  ایجاد شده، بر  $C_{ij}Q_j$  است. در نتیجه، کل تعداد مشاغل خدماتی  $E_i^s$  که توسط ساکنین تمامی نواحی در ناحیه  $i$  ایجاد شده مساوی خواهد بود با:

$$E_i^s = C_{i1}Q_1 + \dots + C_{ij}Q_j + \dots + C_{in}Q_n$$

شکل ماتریس تساوی بالا به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{bmatrix} E_1^s \\ E_2^s \\ \vdots \\ E_i^s \\ \vdots \\ E_n^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1i} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2i} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{i1} & C_{i2} & \dots & C_{ij} & \dots & C_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{ni} & \dots & C_{nn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_i \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix}$$

$$E^s = C \times Q$$

در رابطه بالا:

$E^s$ : نشان‌دهنده توزیع مشاغل خدماتی در نواحی مربوطه،

$C$ : ماتریس خانه به محل خرید.

ماتریس  $C$  معادل ماتریس  $A$  برای سفر به مغازه است. پس  $C$  نشان دهنده الگوهای سفر متناظر با تقاضا برای خدمات از ناحیه  $z$  به ناحیه  $i$  است. با جایگزین کردن  $Q$  در تساوی  $E^s = CQ$  به جای عبارت معادل آن در عبارت  $Q = BP$  خواهیم داشت:

$$E^s = CQ = C(BP) = (CB)P = SP$$

که  $S$  از ضرب  $C$  در  $B$  به دست می‌آید و بیانگر ماتریس تبدیلی است که توزیع جمعیت ساکن را به توزیع مشاغل خدماتی  $E^s$  تبدیل می‌کند.

حال توزیع مرحله اول مشاغل خدماتی را به دست آورده‌ایم؛ و بدین ترتیب تکرار اول فرایند توزیع منطقه‌ای فرایند بی‌شمار را کامل کرده‌ایم. به هر حال، این مشاغل از طریق توزیع کارگران خدماتی در نواحی مسکونی، یک جمعیت ساکن اضافی ایجاد کرده است. در نتیجه افزایش بعدی در کل جمعیت ساکن که ناشی از کارگران خدماتی می‌باشد به صورت زیر می‌باشد:

$$P^1 = HE_1^s = H(SHE^p)$$

این ساکنین به نوبت شغل‌های خدماتی اضافه ایجاد خواهند کرد:

$$E_2^s = SP^1 = S[H(SHE^p)]$$

در حالت کلی:

$$P = HIE^p + H(SH)E^p + H(SH)^2 E^p + \dots + H(SH)^n E^p + \dots$$

با فاکتور گرفتن از H و  $E^P$  در معادله بالا داریم:

$$P = H[I + SH + (SH)^2 + \dots + (SH)^n + \dots]E^P$$

و می‌دانیم که عبارت:

$$(1 + X + X^2 + \dots + X^n + \dots + X^\infty) = \frac{1}{1 - X}$$

پس داریم:

$$(I + SH + (SH)^2 + \dots + (SH)^n + \dots + (SH)^\infty) = \frac{1}{1 - (SH)}$$

چون این یک عبارت ماتریسی است مجموع عبارت:

$$I + SH + (SH)^2 + \dots + (SH)^n + \dots + (SH)^\infty$$

مساوی با وارون ماتریس  $(I - SH)$  خواهد شد که با  $(I - SH)^{-1}$  نشان می‌دهند،

بنابراین برای توزیع کل جمعیت ساکن بردار P را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$P = H(I - SH)^{-1} E^P$$

و مشابه آن توزیع کل مشاغل خدماتی  $E^S$  مساوی خواهد بود با:

$$E^S = (I - SH)^{-1} S H E^P$$

و در آخر توزیع کل اشتغال (تولید و خدمات) برابر است با:

$$E = E^P + E^S$$

$$E = (I - SH)^{-1} E^P$$

برای فهم بهتر این مدل به مثالی در این مورد می‌پردازیم:

منطقه‌ای را با سه ناحیه در نظر بگیرید که در آن تصمیم داریم مشاغل تولیدی به

ترتیب  $E_1^P = 400$  برای ناحیه یک و  $E_2^P = 200$  برای ناحیه دو و  $E_3^P = 500$  برای

ناحیه سه افزایش دهیم. بر اساس الگوی سفر موجود می‌دانیم که ۴۰ درصد افرادی که

در ناحیه یک کار می‌کنند در همان ناحیه زندگی می‌کنند و بقیه به طور مساوی در دو

ناحیه دیگر زندگی می‌کنند. کارگران ناحیه دوم به نسبت‌های ۲۰ درصد در ناحیه یک،

۳۰ درصد در ناحیه دو و ۵۰ درصد در ناحیه سه تقسیم شده‌اند. کارگران ناحیه سوم

همگی در همان ناحیه زندگی می‌کنند و نسبت‌های نیروی کار در تمام نواحی برابر با

۰/۲۰ است. و تمام ساکنین سه ناحیه به ۰/۲۵ شغل خدماتی نیاز دارند. همچنین در گذشته ساکنان ناحیه اول منحصراً به استفاده از تسهیلات خدماتی ناحیه اول تمایل داشته‌اند و ساکنان ناحیه دوم، ۲۰ درصد به ناحیه خود و ۴۰ درصد به نواحی یک و سه تمایل داشته‌اند، و بالاخره ساکنان ناحیه سوم ۴۰ درصد به ناحیه اول و ۵۰ درصد به ناحیه دوم و ۱۰ درصد به ناحیه خود می‌رفتند. با فرض این‌که الگوهای قبلی ادامه خواهند یافت، تأثیرات پیش‌بینی شده مربوط به مشاغل تولیدی اضافی در سه ناحیه بر حسب جمعیت ساکن و ایجاد مشاغل خدماتی چگونه خواهد بود؟  
افزایش جمعیت به وسیله فرمول زیر به دست می‌آید:

$$P = H(I - SH)^{-1}EP$$

پس ابتدا به محاسبه ماتریس‌های  $H$  و  $S$  می‌پردازیم:

ماتریس  $H$  از حاصل ضرب ماتریس مربوط به معکوس نسبت‌های نیروی کار ( $t$ ) در

ماتریس سفر به محل کار ( $A$ ) به دست می‌آید:

$$t = \begin{bmatrix} \frac{1}{.02} & 0 & 0 \\ .02 & 1 & 0 \\ 0 & .02 & 1 \\ 0 & 0 & \frac{1}{.02} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 50 & 0 & 0 \\ 0 & 50 & 0 \\ 0 & 0 & 50 \end{bmatrix} \text{ و } A = \begin{bmatrix} .04 & .02 & 0 \\ .03 & .03 & 0 \\ .03 & .05 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H = t \times A = \begin{bmatrix} 50 & 0 & 0 \\ 0 & 50 & 0 \\ 0 & 0 & 50 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} .04 & .02 & 0 \\ .03 & .03 & 0 \\ .03 & .05 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1/5 & 1/5 & 0 \\ 1/5 & 2/5 & 50 \end{bmatrix}$$

بعد از آن به محاسبه ماتریس  $S$  می‌پردازیم که با ضرب ماتریس معادل مشاغل

خدماتی  $B$  در ماتریس خانه به محل خرید  $C$  به دست می‌آید.

$$C = \begin{bmatrix} 1 & .04 & .04 \\ 0 & .02 & .05 \\ 0 & .04 & 1 \end{bmatrix} \text{ و } B = \begin{bmatrix} .025 & 0 & 0 \\ 0 & .025 & 0 \\ 0 & 0 & .025 \end{bmatrix}$$

$$S = C \times B = \begin{bmatrix} 1 & 0/4 & 0/4 \\ 0 & 0/2 & 0/5 \\ 0 & 0/4 & 0/1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0/25 & 0 & 0 \\ 0 & 0/25 & 0 \\ 0 & 0 & 0/25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0/25 & 1 & 0/1 \\ 0 & 0/05 & 0/125 \\ 0 & 0/1 & 0/025 \end{bmatrix}$$

حال مقدار حاصل ضرب SH را به این ترتیب محاسبه می‌کنیم:

$$S \times H = \begin{bmatrix} 0/25 & 0/1 & 0/1 \\ 0 & 0/05 & 0/125 \\ 0 & 0/1 & 0/025 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1/5 & 1/5 & 0 \\ 1/5 & 2/5 & 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0/8 & 0/65 & 0/5 \\ 0/263 & 0/3875 & 0/625 \\ 0/188 & 0/213 & 0/125 \end{bmatrix}$$

در این مرحله ماتریس (I - SH) را محاسبه می‌کنیم:

$$I - SH = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0/8 & 0/65 & 0/5 \\ 0/263 & 0/3875 & 0/625 \\ 0/188 & 0/213 & 0/125 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0/2 & -0/65 & -0/5 \\ -0/263 & 0/613 & -0/625 \\ -0/188 & -0/213 & -0/875 \end{bmatrix}$$

حال معکوس ماتریس (I - SH) را محاسبه می‌کنیم. برای این کار ابتدا دترمینال

ماتریس (I - SH) را به روش ساروس محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{bmatrix} 0/2 & -0/65 & -0/5 \\ -0/263 & 0/613 & -0/625 \\ -0/188 & -0/213 & -0/875 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0/2 & -0/65 & -0/5 \\ -0/263 & 0/613 & -0/625 \\ -0/188 & -0/213 & -0/875 \end{bmatrix}$$

دترمینال مساوی با:

$$[(0/2 \times 0/163 \times -0/875) + (-0/65 \times -0/62 \times -0/188) + (-0/5 \times 0/263 \times -0/213)] = -0/211$$

$$[(-0/5 \times 0/613 \times -0/188) + (0/2 \times -0/625 \times -0/213) + (-0/65 \times -0/263 \times -0/875)] = -0/065$$

$$\Rightarrow -0/211 - (-0/065) = -0/146$$

و ماتریس کوفاکتور ترانهاده به قرار زیر است:



$$\begin{bmatrix} -0/669 & 0/462 & 0/71 \\ -0/113 & -0/269 & 0/257 \\ 0/171 & 0/165 & -0/048 \end{bmatrix}$$

معکوس (I-SH) از تقسیم ماتریس کوفاکتورها که جابجا شده بر دترمینال به دست

می‌آید:

$$(I-SH)^{-1} = \frac{1}{0/146} \times \begin{bmatrix} -0/669 & 0/462 & 0/71 \\ -0/113 & -0/269 & 0/257 \\ 0/171 & 0/165 & -0/048 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4/79 & 3/16 & 4/86 \\ -0/89 & -1/84 & 1/76 \\ 1/17 & 1/13 & -0/33 \end{bmatrix}$$

توزیع مشاغل خدماتی که از طریق فرمول زیر با توجه به ترتیب ضریب به دست

می‌آید:

$$E^s = (I-SH)^{-1} SHE^p$$

$$E^s = \begin{bmatrix} -4/79 & 3/16 & 4/86 \\ -0/89 & -1/84 & 1/76 \\ 1/17 & 1/13 & -0/33 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0/8 & 0/65 & 0/5 \\ 0/263 & 0/3875 & 0/625 \\ 0/188 & 0/213 & 0/125 \end{bmatrix}$$

$(I-SH)^{-1}$

SH

$$E^s = \begin{bmatrix} -2/19 & -0/85 & 0/186 \\ -0/87 & -0/92 & -1/38 \\ 1/17 & 0/013 & 1/25 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 400 \\ 200 \\ 500 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1139 \\ 1222 \\ 1319 \end{bmatrix}$$

$(I-SH)^{-1}SH$

$E^p$

سپس توزیع جمعیت ساکن P از طریق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$P = H(1 - SH)^{-1} E^p$$

$$P = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1/5 & 1/5 & 0 \\ 1/5 & 2/5 & 5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -2/19 & -0/85 & 0/186 \\ -0/87 & -0/92 & -1/38 \\ 1/17 & 1/13 & 1/25 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 400 \\ 200 \\ 500 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 5/25 & 2/62 & 1/752 \\ 4/59 & 2/66 & 2/35 \\ 11/31 & 9/23 & 9/98 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 400 \\ 200 \\ 500 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3499 \\ 3543 \\ 11360 \end{bmatrix}$$

سرانجام توزیع کل اشتغال می‌تواند به این ترتیب به دست آید:

$$E = E^s + E^p$$

$$\begin{bmatrix} 1139 \\ 1222 \\ 1319 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 400 \\ 200 \\ 500 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1539 \\ 1422 \\ 1819 \end{bmatrix}$$

حال به روش دیگر از طریق فرمول زیر نیز می‌توان محاسبه نمود.

$$E = (1 - SH)^{-1} E^p$$

$$E = \begin{bmatrix} -2/19 & -0/85 & 0/186 \\ -0/87 & -0/92 & -1/38 \\ 1/17 & 1/13 & 1/25 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 400 \\ 200 \\ 500 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1539 \\ 1422 \\ 1819 \end{bmatrix}$$

حال می‌توان گفت که تأثیر آوردن ۴۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ شغل به سه ناحیه یاد شده، به ترتیب باعث افزایش میزان جمعیت این نواحی به ۳۴۹۹، ۳۵۴۳ و ۱۱۳۶۰ نفر خواهد شد و باید ۱۱۳۹، ۱۲۲۲ و ۱۳۱۹ شغل اضافی در بخش خدمات ایجاد شود.

### روش برآورد نرخ مشارکت

برای برآورد نرخ مشارکت اقتصادی از عرضه کل ساعت نیروی کار استفاده می‌گردد که فرمول کلی آن را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

$$L_s = \sum_i = \sum_i^n P_i q_i H_i W_i \quad (57-3)$$

در این رابطه:

$n$ : تعداد گروه‌های سنی،

$L_s$ : عرضه کل ساعت نیروی کار،

$P_i$ : تعداد افراد گروه سنی،

$q_i$ : نرخ مشارکت افراد گروه سنی  $i$ ،

$H_i$ : نرخ متوسط ساعات کار هفتگی افراد گروه سنی  $i$ ،

$W_i$ : تعداد هفته‌های کاری این گروه سنی در سال،

این رابطه را می‌توان به صورت تعداد افراد شاغل در هر مقطع نمونه‌گیری نیز نوشت:

$$N = \sum_i^n P_i q_i \quad (58-3)$$

بنابراین در برآورد عرضه نیروی کار، جمعیت پایه در هر گروه سنی و نرخ مشارکت آن گروه مورد بررسی قرار می‌گیرد.<sup>۱</sup>

### روش برنامه‌ریزی خطی

در این روش، سعی می‌شود تا از منابع محدود در یک ناحیه بیشترین و شایسته‌ترین استفاده را کرده تا میزان درآمد و اشتغال در ناحیه افزایش یابد؛ مثلاً ممکن است در یک ناحیه از لحاظ منابع آب، سرمایه، کارگر و ... محدودیت‌هایی وجود داشته باشد. در اینجا مسأله مهم این است که دریابیم چگونه می‌توان این منابع محدود را به حداکثر میزان کاردهی با بازدهی بالا به کار گرفت. برنامه‌ریزی خطی برای حل مسائلی به کار می‌رود که هدف آن‌ها را بتوان به طریقه ریاضی و به صورت یک تابع خطی بیان نمود. در این نوع مسائل، به حداکثر یا به حداقل رساندن این تابع خطی که دارای محدودیت‌هایی می‌باشد، مورد نظر است. قیود مرکز نمایانگر وجود محدودیت در منابع سطح ناحیه می‌باشد که آن‌ها را نیز در این روش باید به طریقه ریاضی و به صورت توابع خطی بیان نمود. همچنین از این روش روابط بین نواحی که از لحاظ ایجاد ارتباط،

۱- زیاری، (۱۳۸۳)، صص ۱۹۹-۲۰۰.

دارای محدودیت‌هایی می‌باشند، نیز استفاده می‌شود و نیز از برنامه‌ریزی خطی، برای حل برخی از مسائل در خصوص تخصیص منابع در برنامه‌ریزی‌ها بهره‌گیری می‌گردد. فرض می‌کنیم که در یک ناحیه دو نوع فعالیت کشاورزی و صنعت سودمند است. منابعی که مورد استفاده این دو فعالیت قرار می‌گیرند، قطعاً محدودیت‌هایی را دارا می‌باشند. فرض کنید وضعیت پتانسیل موجود منطقه از نظر منابع فوق به شرح زیر می‌باشد:

(... متر مکعب) ۶ واحد = منبع آب

(... هکتار) ۲۴ = زمین

(... نفر) ۳ = کارگر

همچنین فرض کنید که برای ایجاد یک واحد (... ریال) سود از هر یک از دو فعالیت، نسبت‌های زیر از منابع فوق، در هر یک از دو فعالیت به کار می‌رود:

منابع	کشاورزی	صنعت
آب	۰/۵	۰/۶
زمین	۳	۲
کارگر	۰/۴	۰/۲

می‌خواهیم ببینیم چه نسبتی از منابع فوق را باید به هر یک از دو فعالیت مذکور تخصیص داد، تا سود حاصل از هر یک از آن‌ها حداکثر باشد.

برای اینکه بتوانیم مسأله را به شکل جبری نشان دهیم، فرض می‌کنیم که برای حداکثر کردن سود،  $X_1$  واحد از فعالیت اول،  $X_2$  واحد از فعالیت دوم لازم باشد. چون هر واحد از فعالیت اول، که شامل بهره‌گیری از نسبت‌های ذکر شده در جدول فوق از منابع موجود در ناحیه می‌باشد، ایجاد یک سود واحد می‌کند. بنابراین  $X_1$  واحد آن تعداد،  $X_1$  واحد سود خواهد داد:

به همین ترتیب  $X_2$  واحد فعالیت دوم،  $X_2$  واحد سود خواهد داد. پس مجموع سود خاص ( $Z$ ) برابر است با:

$$Z = X_1 + X_2$$

معادله فوق را در برنامه‌ریزی خطی معادله هدف می‌نامند. پیدا است که یک واحد از هر یک از دو فعالیت، برای ایجاد یک واحد سود از نسبت‌های زیر، در قبال منابع موجود در ناحیه استفاده می‌کند:

- میزان بهره‌برداری از منابع آب توسط یک واحد فعالیت  $= 0/5 + 0/6$  کشاورزی و صنعت.

- میزان بهره‌برداری از منبع زمین توسط یک واحد فعالیت  $= 3 + 2$

- میزان بهره‌برداری از منبع کارگر توسط یک واحد فعالیت  $= 0/4 + 0/2$

در قبال  $X_1$  واحد فعالیت کشاورزی و  $X_2$  واحد فعالیت صنعت، خواهیم داشت:

$$0/5X_1 + 0/6X_2 \leq 6$$

$$3X_1 + 2X_2 \leq 24$$

$$0/4X_1 + 0/2X_2 \leq 3$$

چون داشتن مقدار منفی از هریک از دو فعالیت بی‌معنا است، پس دو محدودیت نامنفی دیگر به محدودیت‌های فوق افزوده می‌شود:

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

بدین ترتیب کلاً معادلات مسأله به طور جامع به قرار زیر خواهد بود:

$$Z = X_1 + X_2$$

$$0/5X_1 + 0/6X_2 \leq 6$$

$$3X_1 + 2X_2 \leq 24$$

$$0/4X_1 + 0/2X_2 \leq 3$$

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

حال از دو طریق می‌توان به جواب مسأله رسید. یکی روش سیمپلکس و دیگری روش گرافیک. در مورد اولی باید گفت که روش ماتریس تکراری است و دارای کاربردهای فراوان است.

در اینجا مسأله فوق را از روش گرافیک برنامه‌ریزی خطی حل می‌نماییم:  
در مورد محدودیت آب:

$$0/5X_1 + 0/6X_2 \leq 6$$

$$\text{اگر } X_1 = 0 \quad 0/6X_2 \leq 6 \quad X_2 \leq 10$$

$$\text{اگر } X_2 = 0 \quad 0/5X_1 \leq 6 \quad X_1 \leq 12$$

در مورد محدودیت زمین:

$$2X_1 + 2X_2 \leq 24$$

$$\text{اگر } X_1 = 0 \quad 2X_2 \leq 24 \quad X_2 \leq 12$$

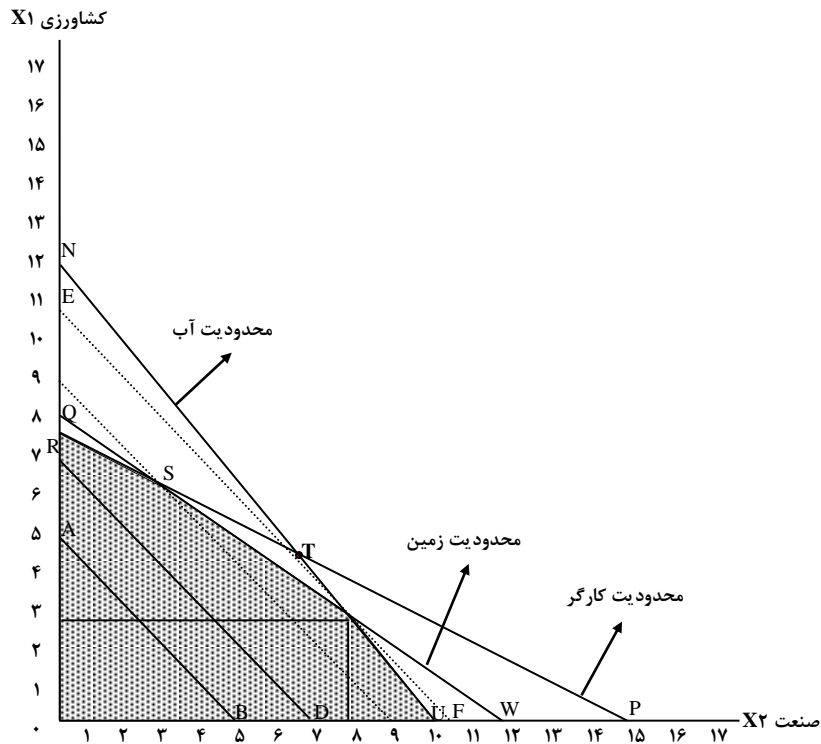
$$\text{اگر } X_2 = 0 \quad 2X_1 \leq 24 \quad X_1 \leq 12$$

در مورد محدودیت کارگر:

$$0/4X_1 + 0/2X_2 \leq 3$$

$$\text{اگر } X_1 = 0 \quad 0/2X_2 \leq 3 \quad X_2 \leq 1.5$$

$$\text{اگر } X_2 = 0 \quad 0/4X_1 \leq 3 \quad X_1 \leq 7.5$$



شکل (۳-۳): نمودار میزان محدودیت

منبع: اشکوری معصومی، (۱۳۷۶)، ص ۲۱۶.

بر اساس نقاط به دست آمده از معادلات فوق، نمودارهای مربوط به هر یک از منابع را بر روی محورهای مختصاتی که محور عمودی آن معرف فعالیت کشاورزی و محور افقی آن معرف فعالیت صنعت است ترسیم می‌شود. شکل (۳-۳) چنین حالتی را منعکس می‌کند.

با در نظر گرفتن نمودارهای فوق، مشخص می‌شود که خط  $NU$  حد محدودیت آب است و هر نقطه انتخابی روی خط مقادیر مختلف را نشان می‌دهد که تمام مقدار آب موجود در ناحیه را مصرف می‌کنند. سمت پایین یا قسمت چپ این خط، مقادیر دو

فعالیت هستند، که در آن‌ها تمام موجودی آب ناحیه مورد استفاده قرار نخواهد گرفت و سطح بالا یا سمت راست آن، مقادیری از دو فعالیت هستند که نمی‌توانند در ناحیه به کار گرفته شوند؛ زیرا آب مورد نیاز آن‌ها بیشتر از میزان موجودی منابع آب ناحیه خواهد بود. این تفسیر همچنین برای دو محدودیت زمین و کارگر نیز صادق است.

بدین ترتیب در نمودار بالا، سطح داخل قسمت (ORSTU) که هاشوری شده است، هر سه محدودیت را اغنا کرده، و جواب‌های قابل قبولی برای مسأله خواهند بود. این قسمت معروف به ناحیه قابل قبول می‌باشد.

اینک هدف، پیدا کردن نقطه‌ای داخل ناحیه می‌باشد که سود حاصل را حداکثر کند. این نقطه ترکیب واحدهای هدف، بر روی نمودار رسم می‌کنیم. تمام نقاط واقع بر روی هر یک از این خطوط، سود مساوی خواهند داشت؛ مثلاً تمام نقاط روی خط AB که ترکیبی از مقادیر مختلف دو فعالیت را نشان خواهند داد، دارای سود برابر با پنج واحد خواهند بود. برای روشن شدن مسأله، معادله خط AB را بر اساس معادله هدف نمایش می‌دهیم:

$$Z = X_1 + X_2 \quad \text{معادله هدف (سود حداکثر)}$$

$$5 = X_1 + X_2$$

همچنین تمام نقاط بر روی خط CD که با AB موازی می‌باشد، ترسیم خطوط هم‌سود را تا بالا ادامه می‌دهیم. آن خط هم‌سود که بیشترین فاصله را از مرکز محور مختصات یعنی نقطه O داشته باشد و ضمناً حداقل یک نقطه آن در ناحیه قابل قبول قرار داشته باشد، حداکثر سود را برای مسأله ما خواهد داد. در نمودار فوق EF چنین ویژگی‌هایی را دارد و تنها نقطه T در آن ناحیه قابل قبول واقع گردیده است.

پس نقطه T جواب مسأله می‌باشد که میزان دو فعالیت را برای حداکثر کردن سود نشان می‌دهد. به این ترتیب که با ترکیب سه واحد از فعالیت اول و ۷/۵ واحد از فعالیت دوم، سود حاصله حداکثر ۱۰/۵ واحد خواهد بود. میزان به‌کارگیری مقادیر مختلف از منابع سه‌گانه ناحیه در هر یک از فعالیت‌ها به ازای واحدهای به‌دست آمده به قرار زیر محاسبه می‌گردند:

$$0/5X_1 + 0/6X_2 \leq 6$$



$$0/5 \times 3 + 0/6 \times 7/5 = 1/5 + 4/5 = 6$$

$$3X_1 + 2X_2 \leq 24$$

$$3 \times 3 + 2 \times 7/5 = 9 + 14/5 = 24$$

$$0/4 X_1 + 0/2 X_2 \leq 3$$

$$0/4 \times 3 + 0/2 \times 7/5 = 1/2 + 1/5 = 2/5 < 3$$

مشخص گردید که برای ایجاد سود  $10/5$  واحد نسبت‌های زیر از منابع موجود در منطقه برای دو فعالیت باید استفاده گردد.

منابع	کشاورزی	صنعت
آب	۱/۵	۴/۵
زمین	۹	۱۵
کارگر	۱/۲	۱/۵

روشن است که براساس ترکیب فوق از فعالیت‌های دوگانه، تمام منابع موجود آب و زمین ناحیه مصرف می‌شود. اما از منابع کارگر مقداری باقی می‌ماند. اما بایستی به یاد داشت که این ترکیب بهترین تصمیمی است که می‌تواند سود حاصله را حداکثر کند و هیچ‌گونه ترکیب دیگری قادر به ایجاد چنین بازدهی در سطح ناحیه نیست. اضافه می‌گردد که روش گرافیک برنامه‌ریزی خطی بیشتر در مواقعی به کار می‌رود

## • فصل چهارم

### مدل‌های مسکن و زمین

مسکن به عنوان یکی از اساسی‌ترین نیازهای زندگی انسان‌ها به عنوان کوچکترین عنصر تشکیل‌دهنده سکونتگاه‌ها و به وجود آورنده یکی از پدیده‌های جغرافیایی به شمار می‌رود. روند شتابان شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه و بحران مسکن در شهرها باعث گسترش زاغه‌ها و اسکان غیررسمی در اکثر این شهرها شده است. فراهم آوردن سرپناه مناسب و همچنین ارائه خدمات و امکانات شهری در حال حاضر از عمده‌ترین مشکلات جمعیت شهری رو به افزایش این کشورها است. گسترده‌تر بودن قلمرو مطالعات مسکن و برنامه‌ریزی آن باعث گردیده است که برنامه‌ریزان آن را از دیدگاه‌های گوناگون از جمله معماری، فنون احداث بنا، تأسیسات بناهای مسکونی، هزینه زمین و ساختمان، اعتبارات مسکن و غیره مورد بررسی قرار دهند.

آنچه که در مطالعات جغرافیایی (برنامه‌ریزی شهری - ناحیه‌ای) مورد بررسی قرار می‌گیرد، شناخت وضع موجود و برنامه‌ریزی مطلوب نیاز به واحدهای مسکونی و مقدار زمین مورد نیاز آتی شهرها و سکونتگاه‌ها است. در این فصل ابتدا به معرفی شاخص‌های کمی، کیفی و اقتصادی که جهت شناخت وضع موجود مسکن کاربرد دارد، پرداخته می‌شود؛ سپس روش‌های برآورد نیاز به واحدهای مسکونی و زمین به طور مفصل مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

## شاخص‌های مسکن

شاخص‌های مسکن شاید مهم‌ترین و کلیدی‌ترین ابزار در برنامه‌ریزی مسکن باشد.<sup>۱</sup> بررسی شاخص‌های مسکن یکی از وسایل و شیوه‌های مختلف شناخت ویژگی مسکن به شمار می‌رود که می‌توان به کمک آن پارامترهای مؤثر در امر مسکن را شناخت و هرگونه برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در مورد مسکن را تسهیل نمود.<sup>۲</sup> به عبارت دیگر شاخص‌ها در واقع ابزارهای اندازه‌گیری و سنجش وضع مسکن و روند تحول آن و همچنین ارزیابی میزان موفقیت و تحقق سیاست‌های مسکن محسوب می‌شوند. به همین دلیل علاوه بر ارزیابی وضعیت؛ در تدوین اهداف کمی برنامه‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.<sup>۳</sup>

به طور کلی می‌توان شاخص‌های مسکن را در سه گروه عمده تقسیم‌بندی نمود:

الف) شاخص کمی مسکن،

ب) شاخص‌های کیفی مسکن،

ج) شاخص‌های اقتصادی مسکن،

## الف) شاخص کمی مسکن عبارتند از:

۱. تراکم نفر در واحد مسکونی،
۲. تراکم خانوار در واحد مسکونی،
۳. متوسط اتاق در واحد مسکونی،
۴. متوسط تعداد اتاق مورد تصرف خانوار،
۵. تراکم نفر در اتاق،
۶. تراکم خانوار در اتاق،
۷. کمبود واحد مسکونی،
۸. نسبت افزایش خانوار به واحد مسکونی،

۱- ارجمندنیا، (۱۳۵۴)، ص ۵۴.

۲- ملکی، (۱۳۵۴)، ص ۵۴.

۳- سرتیپی پور، (۱۳۸۴)، ص ۶۰.

۹. مساحت زمین واحدهای مسکونی.

(ب) شاخص‌های کیفی مسکن عبارتند از:

۱. نسبت مسکن مناسب،
۲. عمر واحدهای مسکونی،
۳. نحوه تصرف واحد مسکونی،
۴. مساحت و سطح زیربنای واحد مسکونی،
۵. سطح زیربنای طبقات ساختمان‌های تکمیل شده بر حسب نوع مصالح،
۶. واحدهای مسکونی به لحاظ برخورداری از تسهیلات.

(ج) شاخص‌های اقتصادی مسکن عبارتند از:

۱. سهم اجاره بها و دیگر هزینه‌های منزل مسکونی در کل هزینه خانوار،
۲. هزینه یک مترمربع زمین ساختمان‌های مسکونی،
۳. هزینه یک مترمربع زیربنا،
۴. اراضی واگذار شده توسط زمین شهری و هزینه هر مترمربع از آنها،
۵. مصالح ساختمانی،
۶. شاغلین بخش ساختمان،
۷. طول دوره ساخت واحدهای مسکونی.

**روش تعیین کمبود واحد مسکونی**

حاصل تفاضل واحدهای مسکونی معمولی موجود از تعداد خانوارهای معمولی را اصطلاحاً کمبود واحد مسکونی می‌نامند<sup>۱</sup>. به عبارت دیگر، با مقایسه تعداد خانوارها با تعداد مسکن موجود و بر اساس یک استاندارد معین (غالباً یک مسکن برای هر خانوار)

۱- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان فارس، (۱۳۷۰)، ص ۲۱.

می‌توان کمبود مسکن را برآورد نمود. برای مقایسه بهتر این شاخص می‌توان از درصد کمبود واحدهای مسکونی استفاده نمود، که از طریق رابطه (۱-۴) به دست می‌آید:

$$(۱-۴) \quad ۱۰۰ \text{ واحد مسکونی} - \text{تعداد خانوار} = \frac{\text{درصد کمبود واحد مسکونی}}{\text{تعداد خانوار}} \times$$

### روش‌های برآورد نیاز به مسکن

مهم‌ترین روش‌های برآورد نیاز به مسکن را به شرح زیر می‌توان برشمرد:

- روش انبوهه،
- روش شاخص،
- روش‌های نرخ سرپرستی،
- روش کلی،
- روش خام،
- روش لجستیک.

### روش انبوهه

در این روش، جمعیت پیش‌بینی شده (P) به میانگین بعد خانوار (S) تقسیم می‌گردد، تا تعداد خانوار پیش‌بینی شده (H) به دست آید. بنابراین خواهیم داشت<sup>۱</sup>:

$$H = \frac{P}{S} \quad (۲-۴)$$

در رابطه (۲-۴) اگر (K) ضریب خانوار در واحد مسکونی را دخالت دهیم، تعداد مساکن مورد نیاز (E) برآورد می‌گردد.

$$E = \frac{P}{K(S)} = \quad (۳-۴)$$

۱- زیاری و دهقان، (۱۳۸۲)، ص ۶۷.

۲- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، ص ۸۱.

مثال: اگر در یک شهر جمعیت پیش‌بینی شده تا افق ۱۳۹۰، ۲۰۰۰۰۰ نفر، میانگین بعد خانوار ۴/۲ نفر و شاخص خانوار در واحد مسکونی ۱/۰۷ باشد؛ مطلوب است تعداد مسکن مورد نیاز را تا افق ۱۳۹۰ برآورد نمایید.

$$H_{1390} = \frac{200000}{4/2(1/0.7)} = 44504 \text{ واحد مسکونی}$$

### روش شاخص

این روش، یکی دیگر از روش‌هایی است که برای برآورد تعداد واحدهای مسکونی مورد نیاز می‌توان استفاده کرد. در این روش ابتدا تعداد خانوار پیش‌بینی می‌گردد، سپس با دخالت دادن شاخص خانوار به مسکن می‌توان تعداد واحدهای مسکونی مورد نیاز را برآورد نمود. برای نمونه، فرض کنید که نسبت جمعیت ۲۰ ساله و بیشتر خانوارهای خصوصی، در ۴۰ سال گذشته به صورت شایان توجهی ثابت باقی مانده باشد. اگر برای این نسبت، مقدار فرضی قرار داده یا آن را پیش‌بینی کنیم، با ضرب این مقدار در پیش‌بینی جمعیت (P)، تعداد خانوار (H) پیش‌بینی می‌شود<sup>۱</sup>، که در نهایت با تقسیم آن با شاخص خانوار به مسکن (K)، تعداد واحدهای مسکونی مورد نیاز (E<sub>t</sub>) برآورد می‌شود.

$$H = PR \quad (4-4)$$

در این رابطه:

اگر P = ۴۰۰۰ و R = ۰/۵ باشد پس:

$$H = 40000 \times 0/5 = 20000$$

$$E_{(t)} = \frac{H}{K} \quad (5-4)$$

اگر K مساوی با ۱/۸۰ باشد، خواهیم داشت:

$$E_{(t)} = \frac{20000}{1/0.8} = 18519 \text{ واحد مسکونی}$$

### روش نرخ‌های سرپرستی

در این روش، جمعیت پیش‌بینی شده معمولاً بر حسب سن، جنس و وضع ازدواج به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند، که در هر گروه جمعیتی، سهم معینی از افراد سرپرست خانوار خواهند بود که از طریق تعداد افراد سرپرست خانوار و جمعیت سال پایه می‌توان نرخ‌های سرپرستی در هر گروه را محاسبه کرد. سپس با جمع کردن تعداد افراد هر گروه سنی به نرخ‌های سرپرستی، تعداد خانوارها پیش‌بینی می‌شود. از روی تعداد خانوارهای پیش‌بینی شده تعداد خانوارهای بالقوه محاسبه شده و واحدهای مسکونی مورد نیاز برآورد می‌گردد.<sup>۱</sup>

### روش کلی

در این روش ابتدا تعداد خانوار فعلی با تعداد مساکن موجود مقایسه و براساس یک استاندارد معین، کمبود برآورد می‌شود. سپس با اعمال نرخ رشد جمعیت و افزودن آن به مساکنی که به دلیل استهلاک و یا پایین بودن کیفیت در سال‌های آتی از رده خارج خواهند شد، تعداد مساکنی را که باید ظرف مدت معینی ساخته شوند محاسبه می‌کند. این روش، بیشتر برای نقاطی که آمارهای اساسی برآوردها در دسترس باشد، کاربرد دارد. در واقع می‌توان گفت در این روش، تمامی اجزای مؤثر در ایجاد نیاز به مسکن مورد نظر است و با  $E_{(t)}$  نشان داده می‌شود. ساختار کلی مدل به شرح زیر است:<sup>۲</sup>

$$E_{(t)} = K(E_1 + E_r + E_p + E_f + E_{f(t)}) + E_\Delta + E_{v(t)} \quad (6-4)$$

در این رابطه:

$E_{(t)}$ : واحد مسکونی مورد نیاز تا زمان  $t$ ,

$K$ : ضریب خانه‌های خالی،

۱- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، صص ۸۷-۸۲.

۲- دلال‌پور محمدی، (۱۳۷۹)، ص ۵۶.

- $E_1$ : کمبود فعلی مسکن،  
 $E_2$ : واحدهای مسکونی زیر استاندارد،  
 $E_3$ : نیاز ناشی از یک واحد مسکونی به ازای هر خانوار،  
 $E_4$ : نیاز ناشی از حذف یا کاهش یک تراکم،  
 $E_{6(t)}$ : نیاز ناشی از افزایش جمعیت در زمان  $t$ ،  
 $E_5$ : واحدهای مسکونی که نیاز تخریب و تجدید بنا دارند،  
 $E_{7(t)}$ : واحدهای مسکونی که در طول مدت برنامه‌ریزی نیاز به تخریب و تجدید بنا دارند.

### روش خام

این روش در گزارش توزیع جغرافیایی واحدهای مسکونی در نقاط شهری کشور در برنامه پنج‌ساله دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۳۷۷-۱۳۷۳) که توسط وزارت مسکن و شهرسازی تهیه شده و توسط کارشناسان سازمان ملل متحد جهت برنامه‌ریزی در چند کشور در حال توسعه مورد استفاده قرار گرفته است. در شرایطی که آمارهای موجود برای تهیه یک برآورد کلی و به صورت مجزا برای هر یک از اجزاء کافی نباشد، از روش خام استفاده می‌شود. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$E_{(t)} = H - U + H_{(t)} + rU_{(t)} \quad (۷-۴)$$

در این رابطه:

- $E_{(t)}$ : واحدهای مسکونی مورد نیاز تا زمان  $t$ ،  
 $H$ : تعداد خانوارها در شروع دوره برآورد،  
 $U$ : تعداد واحدهای مسکونی قابل قبول در شروع دوره برآورد،  
 $H_{(t)}$ : تعداد خانوارهای در پایان دوره برآورد،  
 $rU_{(t)}$ : درصد واحدهای مسکونی که تا زمان  $t$  نیاز به تخریب و تجدید بنا دارند.



برای به‌دست آوردن میزان تخریب واحدهای مسکونی می‌توان از رابطه (۸-۴) استفاده نمود<sup>۱</sup>:

(۸-۴)

$$\text{درصد تخریب در یک دوره} = \frac{\text{مسکن موجود } ۱۳۸۵ + (\text{مسکن موجود } ۱۳۷۵ + \text{مسکن ساخته شده طی } ۸۵-۱۳۷۵)}{\text{مسکن موجود } ۱۳۷۵} \times ۱۰۰$$

### مدل لجستیک

مدل لجستیک روش مناسبی برای برآورد تعداد واحد مسکونی مناسب در یک شهر است. این روش بر اساس روند گذشته به پیش‌بینی آینده مسکن مبادرت می‌کند، که بر فرض‌های زیر استوار است<sup>۲</sup>:

- ۱- میانگین وسعت خانوار تا افق برنامه‌ریزی تغییری نمی‌کند و ثابت باقی‌می‌ماند.
- ۲- حد نهایی تراکم مطلوب برابر یک واحد مسکونی به ازای یک خانوار است. بدین ترتیب کرانه زیرین شاخص مسکن به ازای نفر، معادل معکوس وسعت خانوار به‌دست می‌آید.

ساختار کلی مدل طبق رابطه (۹-۴) است<sup>۳</sup>:

$$HP_{(t)} = \frac{K}{1 + e^{(a+bt)}} \quad (۹-۴)$$

که در آن:

$HP_{(t)}$ : شاخص واحد مسکونی به ازای نفر در سال  $t$ ,

$e$ : عدد ثابت اولر،

$a$  و  $b$ : پارامترهای ثابت،

$K$ : رقم نهایی واحد مسکونی / نفر یا معادل معکوس وسعت خانوار که از رابطه (۹-۴)

۲- امیری، (۱۳۷۷)، ص ۲۲۹.

۱- رفیعی، (۱۳۷۱)، ص ۲۱۴.

۲- همان منبع، صص ۳۷-۳۸.

(۱۰) به دست می‌آید:

$$K = \frac{1}{\text{وسعت خانوار}} \quad (10-4)$$

با در دست داشتن مقدار  $K$  و اطلاعات مربوط به شاخص واحد مسکونی به ازای نفر برای سال‌های گذشته، می‌توان مقدار  $a$  و  $b$  را از رابطه (۴-۱۱) و (۴-۱۲) به دست آورد:

$$a = \text{Ln} \frac{K - HP_1}{HP_1} \quad (11-4)$$

$$b = \frac{1}{n} \text{Ln} \frac{HP_1(K - HP_1)}{HP_1(K - HP_1)} \quad (12-4)$$

در رابطه‌های بالا:

$n$ : زمان (سال)،

$HP_1$ : شاخص مسکن به ازای نفر در سال ۱۳۸۰،

$HP_n$ : شاخص مسکن به ازای نفر در سال ۱۳۹۰.

مثال: با استفاده از مدل لجستیک تعداد واحدهای مسکونی مورد نیاز برای شهر تفت در یک افق زمانی ۵ ساله پیش‌بینی گردیده به طوری که جمعیت شهر در سال ۱۳۹۵، ۲۱۴۶۱ نفر خواهد شد.

$HP_1$ : ۰/۲۲۵۴۲

$HP_5$ : ۰/۲۲۶۰۱

$K$ : ۰/۲۳۹۸۰۸

وسعت خانوار: ۴/۱۷ نفر

بنابراین با داشتن اطلاعات بالا مقادیر  $a$  و  $b$  به شرح زیر است:

$$a = \text{Ln} \frac{0/239808 - 0/22542}{0/22542} = -2/7516$$

$$b = \frac{1}{5} \text{Ln} \frac{0/22542(0/239808 - 0/22601)}{0/22601(0/239808 - 0/22542)} = -0/04448$$

$$HP_{1395} = \frac{0/239808}{1 + 2/7^{(-2/7516 - 0/04448 \times 15)}} = 0/225258$$

اگر  $HP_{1395}$  را به جمعیت سال ۱۳۹۵ ضرب کنیم تعداد واحدهای مسکونی در سال ۱۳۹۵ به دست خواهد آمد.

$$۴۸۳۴ = ۲۱۴۶۱ \times ۰/۲۲۵۲۵ = \text{تعداد واحدهای مسکونی سال } ۱۳۹۵$$

برآورد نیاز به زمین برای تأمین مسکن

با استفاده از روش‌های زیر می‌توان زمین مورد نیاز برای فعالیت‌های خانه‌سازی را پیش‌بینی کرد:

- روش استفاده از تراکم متوسط ساختمانی،
- روش استفاده از گروه نما،
- روش استفاده از سرانه مسکونی و تراکم خالص،
- روش برآورد مساحت واحدهای مسکونی از دیدگاه فرهنگی (شاخص فرهنگی مسکن).

#### روش استفاده از تراکم متوسط ساختمانی

در این روش، برای محاسبه میزان زمین مورد نیاز از رابطه بین قیمت و تراکم استفاده می‌شود. ابتدا گرایش متوسط به تراکم از طریق رابطه (۴-۱۳) به دست می‌آید، سپس با ضرب آن در بعد خانوار مساحت زمین مورد نیاز برای شهر به دست می‌آید!

$$(۴-۱۳) \quad ۱۰۰ \times \frac{\text{قیمت زمین}}{\text{تراکم متوسط ساختمانی}} \times \frac{۳}{۲} = \text{قیمت زیربنا}$$

نتیجه به دست آمده را در بعد خانوار ضرب می‌کنیم تا میزان زمین مورد نیاز در ۱۰ سال آینده به دست آید.

مثال: براساس آمار و اطلاعات منتشره از طرف دفتر اقتصاد مسکن (وابسته به وزارت مسکن و شهرسازی) قیمت یک مترمربع زمین در شهر اصفهان ۷۷۰ هزار ریال و قیمت ساختمان در شهر اصفهان ۸۸۵ هزار ریال است، بعد خانوار ۴/۵ است میزان زمین مورد نیاز سالیانه را محاسبه کنید؟

$$\text{هزار مترمربع} = \frac{۷۰}{۲} \times \frac{۱۰۰}{۸} \times ۱۰۰ = ۱۳۰ \Rightarrow ۱۳۰ \times ۴/۵ = ۵۸۵$$

۸۵

بنابراین در ۱۰ سال آینده، ۵۸۵ هزار مترمربع که هر سال ۵۸/۵ هزار مترمربع زمین مورد نیاز خواهد بود.

### روش استفاده از گروه نما

یکی از روش‌های برآورد نیاز به زمین، جهت تأمین مسکن مورد نیاز شهروندان، استفاده از روش گروه‌نما است. در این روش، ابتدا واحدهای مسکونی شهر از نظر مساحت زمین به طبقاتی تقسیم می‌شوند. مثلاً بناهای با مساحت کمتر از ۵۰ مترمربع، ۵۰ تا ۹۹ مترمربع، ۱۰۰ تا ۱۴۹ مترمربع، ۱۵۰ تا ۱۹۹ مترمربع و ... سپس درصد واحدهای مسکونی (فراوانی) هر طبقه محاسبه می‌شود. هر طبقه از واحدهای مسکونی که بالاترین درصد کمی از مسکن شهر (فراوانی) را به خود اختصاص دهد، طبقه‌نما اطلاق می‌شود. بعد از مشخص شدن طبقه‌نما، نیاز به زمین مورد نیاز از طریق رابطه (۱۴-۴) پیش‌بینی می‌شود:

$$M_t = L_t + \frac{(F_t - F_{t-1})}{(F_t - F_{t-1}) + (F_t - F_{t+1})} \times i \quad (14-4)$$

M: نمای مساحت واحدهای مسکونی،

L: کرانه پایین طبقه نما،

F<sub>۰</sub>: فراوانی در طبقه نما،

(F<sub>-۱</sub>): فراوانی طبقه پیش از نما،

(F<sub>+۱</sub>): فراوانی طبقه بعد از نما،

i: فاصله طبقات.

پس از به‌دست آوردن طبقه‌نما مساحت آن را به تعداد واحدهای مسکونی مورد نیاز ضرب می‌کنیم تا مقدار زمین مورد نیاز برای تأمین واحدهای مسکونی به‌دست آید. به عبارت دیگر<sup>۱</sup>:

تعداد واحدهای مسکونی مورد نیاز  $\times$  مساحت نما = زمین مورد نیاز  
برای روشن‌تر شدن مطلب به جدول (۴-۱) که در مورد مساحت زمین بناهای مسکونی در شهر بندرعباس تهیه شده است، توجه نمایید.

جدول (۴-۱): مساحت زمین بناهای مسکونی شهر بندرعباس

درصد ساختمان‌ها (فراوانی)	مساحت زمین به متر مربع
۱	کمتر از ۵۰
۵	۵۰-۹۹
۱۷	۱۰۰-۱۴۹
۲۱	۱۵۰-۱۹۹
۱۳	۲۰۰-۲۴۹
۹	۲۵۰-۲۹۹
۱۸	۳۰۰-۳۹۹
۹	۴۰۰-۴۹۹
۷	۵۰۰ و بیشتر
۱۰۰	مجموع

منبع: توفیق، (۱۳۶۹)، صص ۵۱-۵۰.

با استفاده از جدول (۴-۱) داریم:

$$M_i = 149/5 + \frac{(21-17)}{(21-17)+(21-13)} \times 50 = 166/17$$

در هر توزیع (از جمله توزیع بناهای مسکونی برحسب مساحت زمین)، نما کمیتی است که فراوانی آن بیش از دیگر مقادیر متغیر است. در شهر بندرعباس نمای مساحت

۲- دلال پورمحمدی، (۱۳۷۹)، ص ۱۰۹.

واحدهای مسکونی ۱۶۶/۱۷ مترمربع است. این مقدار نشان‌دهند آن است که اغلب ساختمان‌ها در شهر بندرعباس مساحتی بیش از ۱۶۶/۱۷ مترمربع ندارند.

#### روش استفاده از سرانه مسکونی و تراکم خالص

شاخص‌های سرانه زمین مسکونی که از تقسیم کردن کل مساحت زمین‌های مسکونی شهر (به مترمربع) به جمعیت آن، و تراکم خالص که از تقسیم کردن جمعیت شهر به مساحت زمین‌های مسکونی (به هکتار) به دست می‌آید مثل دو روی یک سکه‌اند. از نظر تشخیص وضع نسبی شهرها و نیز آینده‌نگری شاید این دو مهم‌ترین شاخص باشند.

در این روش، سرانه مسکونی به جمعیت پیش‌بینی شده ضرب می‌شود تا مقدار زمین مورد نیاز به دست آید. روش تراکم خالص بر اساس نفر یا خانوار در هکتار محاسبه می‌شود و از رابطه (۴-۱۵) به دست می‌آید<sup>۱</sup>:

$$A = \frac{E}{D} \quad (۴-۱۵)$$

در این رابطه:

A: مقدار زمین مورد نیاز،

E: تعداد مساکن مورد نیاز،

D: تراکم مسکونی.

به عنوان مثال اگر تعداد مساکن مورد نیاز برای یک شهر ۲۰۰۰ واحد مسکونی و تراکم مسکونی ۳۰ خانه به ازای هر هکتار باشد، خواهیم داشت:

$$A = \frac{۲۰۰۰}{۳۰} = ۶۶/۷ \text{ هکتار}$$

بنابراین زمین مورد نیاز برای شهر مورد نظر ۶۶/۷ هکتار خواهد بود.

### روش برآورد مساحت واحدهای مسکونی مورد نیاز خانوارها از دیدگاه فرهنگی (شاخص‌سازی فرهنگی مسکن)

این روش برای برآورد مساحت واحدهای مسکونی مورد نیاز خانوارها با توجه به ویژگی‌های فرهنگی پیشنهاد شده است. در این روش متغیرهای زیادی از جمله بعد خانوار، شغل، تحصیلات، نوع معیشت، سابقه شهرنشینی، میزان درآمد و ویژگی‌های اجتماعی مورد نظر است و به هر یک امتیازی داده می‌شود<sup>۱</sup> جدول (۳-۴). بنابراین موقعیت اجتماعی - اقتصادی سرپرست خانوار با توجه به جدول زیر امتیازاتی را کسب خواهد نمود، که مجموع امتیازات، میزان مساحت مسکن خانوار را مشخص خواهد کرد. به عنوان مثال فرض کنید شخصی با توجه به جدول (۳-۴) وضعیت خود را چنین مشخص کرده باشد:

- ۱- بعد خانوار: ۵ نفر، ۲- شغل: کارمند، ۳- تحصیلات: لیسانس، ۴- نوع زندگی: شهری، ۵- سابقه سکونت: ۴ سال، ۶- ویژگی‌های اجتماعی: محل کار در محل، ۷- درآمد: ۲۰۰ هزار تومان.
- امتیازها چنین خواهد بود:

$$(۴ \times ۵) + (۴ \times ۴) + (۶ \times ۴) + (۳ \times ۵) + (۳ \times ۱) + (۲ \times ۴) + (۴ \times ۶) = ۱۰۰$$

مجموع امتیازهای کسب شده، مساحت واحد مسکونی فرد مورد نظر را با توجه به متغیرهای فوق تعیین می‌کند، که در مثال فوق مجموع امتیازهای کسب شده ۱۰۰ بوده است. این مجموع امتیازات بر روی محوری که از اعداد ۴۰ تا ۴۵ شروع و به ۴۰۰ ختم می‌شود، قرار می‌گیرند تا مساحت واحد مسکونی فرد مشخص گردد. مثلاً افرادی که مجموع امتیازات آن‌ها بین ۸۰ تا ۱۰۰ باشد (مانند مثال بالا) یعنی حداکثر به ۱۰۰ مترمربع زمین نیاز دارد. البته مسأله با احتمال ۱۰ درصد خطا قابل اصلاح است. البته در این الگوها متغیرها و امتیازات با گذشت زمان و تغییر در ارزش‌ها و نگرش‌ها، قابل اصلاح و تعدیل است.

۱- دلال پورمحمدی، (۱۳۷۹)، ص ۱۱۱.

جدول (۴-۲): امتیاز و متغیرهای برآورد مساحت مورد نیاز خانوارها از دیدگاه فرهنگی

۴۰۰	...	۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۵-۴۰m
۱ نفر	۱ امتیاز	کارمندان (ساده و فنی)	۴ امتیاز								
۲ نفر	۲ امتیاز	پزشکان، استادان، مهندسان	۶ امتیاز								
۳-۴ نفر	۴ امتیاز	کشاورزان، باغداران، دامداران	۲ امتیاز								
۵-۶ نفر	۴ امتیاز	تولیدکنندگان، عمده‌فروشان	۳ امتیاز								
۷ نفر به بالا	۴ امتیاز	فرهنگیان	۴ امتیاز								
		مشاغل خدماتی	۳ امتیاز								
کمتر از سیکل	۱ امتیاز	شهری	۵ امتیاز								
دیپلم و فوق دیپلم	۳ امتیاز	روستایی	۲ امتیاز								
لیسانس	۴ امتیاز	۴- نوع زندگی (امتیاز ۳)	۱ امتیاز								
فوق لیسانس	۵ امتیاز	ایلی									
دکتری و متخصص	۶ امتیاز										
کمتر از ۵ سال	۱ امتیاز	فاقد شغل	۱ امتیاز								
۵-۸ سال	۲ امتیاز	کار در محل	۴ امتیاز								
۸-۱۰ سال	۳ امتیاز	کار در خارج از شهر	۳ امتیاز								
۱۰-۱۵ سال	۴ امتیاز	۶- ویژگی‌های اجتماعی (امتیاز ۲)	۲ امتیاز								
۱۵-۲۰ سال	۵ امتیاز	اشتغال متحرک									
۲۰ سال به بالا	۶ امتیاز										
کمتر از ۲۰ هزار تومان	۱ امتیاز										
۲۰-۴۰ هزار تومان	۲ امتیاز										
۴۰-۶۰ هزار تومان	۳ امتیاز										
۶۰-۸۰ هزار تومان	۴ امتیاز										
۸۰-۱۰۰ هزار تومان	۵ امتیاز										
۱۰۰ هزار تومان به بالا	۶ امتیاز										

منبع: دلال پورمحمدی، (۱۳۷۹)، صص ۱۱۱-۱۱۲.



مدل آنتروپی شانون<sup>۱</sup>

از این مدل برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده رشد بی‌قواره شهری<sup>۲</sup> استفاده می‌شود. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۳</sup>:

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \times \ln(P_i) \quad (۱۵-۴)$$

در این رابطه:

H: مقدار آنتروپی شانون،

P<sub>i</sub>: نسبت مساحت ساخته شده (تراکم کلی مسکونی) منطقه i به کل مساحت ساخته شده مجموع مناطق،

n: مجموع مناطق.

ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا Ln(n) است. مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است. در حالی که مقدار Ln(n) بیانگر توسعه فیزیکی پراکنده شهری است. زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار Ln(n) بیشتر باشد رشد بی‌قواره شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است.

برای روشن‌تر شدن مطلب به مثال زیر توجه نمایید:

در یک شهر فرضی سه منطقه A، B و C را داریم که در سال ۱۳۷۵، مساحت ساخته شده هر کدام از مناطق به ترتیب ۴، ۹ و ۶ هکتار بوده است. در سال ۱۳۸۵ این ارقام به ترتیب به ۸، ۱۲ و ۱۰ هکتار افزایش یافته است. حال می‌خواهیم با استفاده از مدل آنتروپی شانون، چگونگی رشد فیزیکی را مشخص نماییم.

۱- Shannon's Entropy Model.

۲-Urban Sprawl Phenomenon.

۳- Sudhira, et al, (2003), PP.299-311.

جدول (۴-۳): محاسبه آنتروپی شانون برای سال ۱۳۷۵ در شهر فرضی

منطقه	مساحت ساخته شده (هکتار)	$P_i$	$Ln(P_i)$	$P_i \times Ln(P_i)$
۱	۴	$\frac{4}{19} = 0/2105$	-۱/۵۵۸۳	-۰/۳۲۸۰
۲	۹	$\frac{9}{19} = 0/4737$	-۰/۷۴۷۲	-۰/۳۵۳۹
۳	۶	$\frac{6}{19} = 0/3159$	-۱/۱۵۲۳	-۰/۳۶۴۰
کل	۱۹	$\sum P_i = 1$	$\sum P_i \times Ln(P_i) =$	-۱/۰۴۵۹

$$H = 1/0.459$$

جدول (۴-۴): محاسبه آنتروپی شانون برای سال ۱۳۸۵ در شهر فرضی

منطقه	مساحت ساخته شده (هکتار)	$P_i$	$Ln(P_i)$	$P_i \times Ln(P_i)$
۱	۸	$\frac{8}{30} = 0/2667$	-۱/۳۲۱۶	-۱/۳۵۲۵
۲	۱۲	$\frac{12}{30} = 0/4000$	-۰/۹۱۶۳	-۰/۳۶۶۵
۳	۱۰	$\frac{10}{30} = 0/3333$	-۱/۰۹۸۷	-۰/۳۶۶۲
کل	۳۰	$\sum P_i = 1$	$\sum P_i \times Ln(P_i) =$	-۱/۰۸۵۲

$$H = 1/0.852$$

جدول‌های (۴-۳) و (۴-۴) نشان می‌دهد مقدار آنتروپی در سال ۱۳۷۵ برابر ۱/۰۴۵۹ بوده است، در حالی که حداکثر ارزش  $Ln(3) = 1/0.99$  است. نزدیک بودن مقدار آنتروپی به مقدار حداکثر نشانگر رشد پراکنده توسعه فیزیکی شهری است. این مقدار در سال ۱۳۸۵، برابر ۱/۰۸۵ بوده است که نشان می‌دهد طی ده سال توسعه فیزیکی به صورت پراکنده و غیر مترکم بوده است.

مدل هلدرن<sup>۱</sup>

یکی از روش‌های اساسی برای مشخص نمودن رشد بی‌قواره شهری استفاده از روش هلدرن است. جان هلدرن در سال ۱۹۹۱ روشی را برای تعیین نسبت رشد افقی شهر و رشد جمعیت به کار برد. با استفاده از این روش می‌توان مشخص نمود چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی‌قواره شهری بوده است. وی در این روش از فرمول سرانه ناخالص زمین استفاده کرده که مراحل معادلات این مدل به شرح زیر می‌باشد:

$$a = \frac{A}{P} \quad (۱۶-۴)$$

در این رابطه، سرانه خالص (a) برابر است با حاصل تقسیم مساحت زمین (A) به مقدار جمعیت (P). بر اساس رابطه (۱۶-۴) می‌توان گفت کل زمینی که توسط یک منطقه شهری اشغال می‌شود (A) برابر است با حاصل ضرب سرانه ناخالص (a) و تعداد جمعیت (P)، در آن صورت خواهیم داشت:

$$A = P \times a \quad (۱۷-۴)$$

بر اساس روش هلدرن اگر طی دوره زمانی ( $\Delta t$ )، جمعیت با رشدی برابر ( $\Delta P$ ) افزایش پیدا کند و سرانه مصرف زمین با ( $\Delta a$ ) تغییر یابد، کل اراضی شهری با ( $\Delta A$ ) افزایش می‌یابد که با جایگزینی در رابطه (۱۷-۴) داریم:

$$A + \Delta A = (P + \Delta P) \times (a + \Delta a) \quad (۱۸-۴)$$

با جایگزینی رابطه (۱۷-۴) در (۱۸-۴) و تقسیم کردن آن بر (A) می‌توان تغییرات مساحت محدوده ( $\Delta A/A$ ) تبدیل به شهر شده را طی فاصله زمانی ( $\Delta t$ ) به دست آورد.

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta a}{a} + \left(\frac{\Delta P}{P}\right) \times \left(\frac{\Delta a}{a}\right) \quad (۱۹-۴)$$

در این حالت رابطه (۱۹-۴) کاملاً کلی است و هیچ فرضی را درباره مدل رشد یا دوره زمانی بیان نمی‌کند. در فاصله یک سال به یک سال درصد افزایش (P) و (a) کم

۱- Holdren Model.

۲- Beck, et al, (2003), PP.101-103.

است، بنابراین می‌توان از دومین عبارت در رابطه (۴-۱۹) صرف نظر کرد. بدین ترتیب با پیروی از مدل هلدرن، رابطه (۴-۱۹) بیان می‌کند که درصد رشد وسعت یک شهر  $(\frac{\Delta A}{A} \times 100)$  با حاصل جمع درصد رشد جمعیت  $(\frac{\Delta P}{P} \times 100)$  و درصد رشد سرانه ناخالص  $(\frac{\Delta a}{a} \times 100)$  برابر است. به عبارت دیگر رابطه (۴-۱۹) برابر است با:

$$(۴-۲۰) \quad \text{درصد کل رشد سرانه ناخالص} + \text{درصد کل رشد جمعیت شهر} = \text{درصد کل رشد وسعت شهر}$$

بر این اساس، طبق روش هلدرن سهم رشد جمعیت از مجموع زمین (اسپرال)، از طریق نسبت تغییر درصد کل جمعیت در یک دوره به تغییر درصد کل وسعت زمین در همان دوره به دست می‌آید که می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

$$(۴-۲۱) \quad \frac{\text{درصد کل رشد جمعیت}}{\text{درصد کل رشد وسعت زمین}} = \text{سهم رشد جمعیت}$$

در مورد سرانه زمین به همان شکل می‌توان به کاربرد:

$$(۴-۲۲) \quad \frac{\text{درصد کل رشد سرانه کاربری زمین}}{\text{درصد کل رشد وسعت زمین}} = \text{سهم سرانه کاربری زمین}$$

هلدرن بر اساس مدل رشد جمعیت، یک مدل عمومی رشد برای تکمیل مدل خود به شکل رابطه (۴-۲۳) می‌دهد:

$$(۴-۲۳) \quad P_{(t)} = P \cdot (1 + g_p)^t$$

در رابطه (۴-۲۳)،  $P_{(t)}$  جمعیت در زمان  $t$ ،  $P$  جمعیت اولیه،  $g_p$  میزان رشد جمعیت طی فاصله زمانی است. برای حل  $g_p$  می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$(۴-۲۴) \quad \ln(1 + g_p) = \left(\frac{1}{t}\right) \ln\left(\frac{P_{(t)}}{P}\right)$$

از آنجایی که  $\ln(1 + X)$  برای مقادیر کمتر از  $X$  تقریباً برابر با  $X$  است معادله (۴-۲۴) را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$(۴-۲۵) \quad g_p = \left(\frac{1}{t}\right) \ln\left(\frac{P_{(t)}}{P}\right)$$

چنین شکل استنتاج نرخ رشد را می‌توان برای وسعت زمین (A) و سرانه کاربری زمین (a) نیز نوشت:

$$g_A = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln}\left(\frac{A(t)}{A}\right) \quad (26-4)$$

$$g_a = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln}\left(\frac{a(t)}{a}\right) \quad (27-4)$$

بنابراین براساس سه معادله نرخ رشد می‌توان معادله هلدرن را به شکل زیر نوشت:

$$g_p + g_a = g_A \quad (28-4)$$

با جایگزینی رابطه‌های (۲۵-۴) تا (۲۷-۴) برای میزان رشد و نسبت مقادیر پایان دوره و آغاز دوره متغیرهای A، a، P طی فاصله زمانی در رابطه (۲۸-۴) خواهیم داشت:

$$\text{Ln} = \left(\frac{\text{وسعت شهر در پایان دوره}}{\text{وسعت شهر در آغاز دوره}}\right) = \text{Ln}\left(\frac{\text{سرانه ناخالص پایان دوره}}{\text{سرانه ناخالص آغاز دوره}}\right) + \text{Ln}\left(\frac{\text{جمعیت پایان دوره}}{\text{جمعیت آغاز دوره}}\right) \quad (29-4)$$

به عبارت دیگر نسبت الگوریتم طبیعی جمعیت پایه دوره به آغاز دوره به علاوه نسبت الگوریتم طبیعی سرانه ناخالص پایان دوره به آغاز دوره با نسبت لگاریتم طبیعی وسعت شهر در پایان دوره به آغاز دوره برابر خواهد بود.

در مورد شهر مینسوتا<sup>۱</sup> از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۷ رابطه (۲۹-۴) به شرح زیر جایگزین می‌شود.

$$\text{Ln} = \left(\frac{۴۶۸۷۷۲۶}{۴۱۳۱۴۵۰}\right) + \text{Ln}\left(\frac{۰/۴۶۶ \text{ ساکن در هر اکر}}{۰/۴۱۶ \text{ ساکن در هر اکر}}\right) = \text{Ln}\left(\frac{۲۱۸۵۵۰۰ \text{ اکر}}{۱۷۱۹۹۰۰ \text{ اکر}}\right)$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{Ln}(1/134) + \text{Ln}(1/120) = \text{Ln}(1/270)$$

$$0/1258 + 0/1133 = 0/2390$$

۱- Minnesota.

سپس با استفاده از رابطه‌های (۳-۲۱) و (۳-۲۲) سهم‌های درصد توزیع رشد جمعیت و درصد توزیع رشد سرانه ناخالص زمین شهری با تقسیم هر طرف رابطه به  $۰/۲۳۹۰$  به دست می‌آید:

$$\frac{۰/۱۲۵۸}{۰/۲۳۹۰} + \frac{۰/۱۱۳۳}{۰/۲۳۹۰} = \frac{۰/۲۳۹}{۰/۲۳۹}$$

بنابراین نتیجه خواهد بود:

$$۰/۵۳ + ۰/۴۷ = ۱$$

بنابراین رشد فیزیکی در شهر مینسوتا از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۷ تنها ۵۳ درصد ناشی از رشد جمعیت بوده است و ۴۷ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است که نتیجه آن کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه ناخالص زمین بوده است<sup>۱</sup>.

---

۱- Ibid.



## • فصل پنجم

### مدل‌های جاذبه، دسترسی و کاربری زمین

در این فصل کاربرد مدل‌های جاذبه در عواملی همچون دسترسی به خدمات، تعیین حوزه نفوذ، مکان‌یابی مرکز خرید و فضاهای سبز و مدل‌های تخصیص جمعیت و اشتغال به نواحی مسکونی به صورت مفصل و کامل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

#### تئوری مدل جاذبه<sup>۱</sup>

اولین نظریه که واکنش متقابل تعدادی از فعالیت‌های انسانی را در سازمان فضایی سرزمین مورد بررسی قرار می‌دهد تئوری مدل جاذبه است. نام مدل جاذبه از قانون جاذبه نیوتن در فیزیک گرفته شده است. جغرافی‌دانان یکی از مهمترین امانت‌هایی که از علوم فیزیک گرفته‌اند همین مدل جاذبه است.<sup>۲</sup> بر اساس این قانون، واکنش متقابل دو جسم به جرم‌های  $M_i$  و  $M_j$  که با فاصله  $d$  از هم قرار دارند با حاصل ضرب جرم آن‌ها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله آن‌ها نسبت معکوس دارد. این رابطه به زبان ریاضی به صورت رابطه (۱-۵) بیان می‌گردد:<sup>۳</sup>

$$F_{ij} = a \frac{M_i \cdot M_j}{d_{ij}^2} \quad (1-5)$$

---

۱- The Theory of the Gravity Model.

۲- Haggett, (1968), P.35.

۳- Chisholm, (1979), PP.150-151.



$F_{ij}$ : نیروی کششی یا جاذبه بین جسم  $i$  و  $j$ ،

$a$ : ضریب ثابت،

$M_i$ : جرم جسم  $i$ ،

$M_j$ : جرم جسم  $j$ ،

$d_{ij}$ : فاصله بین جسم  $i$  و جسم  $j$ .

در مطالعات جغرافیایی این مدل توسط جغرافیدانان بسیاری مورد تعدیل قرار گرفت. به طوری که جهت استفاده از تأثیرات متقابل فضایی مراکز خرید و روابط متقابل اقتصادی بین شهر و سکونتگاه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه بحث به آن پرداخته می‌شود.

#### ارزش مرکزیت

یکی از روش‌های اساسی برای تعیین منطقه نفوذ شهر، استفاده از ارزش مرکزیت سکونتگاه‌ها است. با استفاده از این روش می‌توان مشخص نمود که مرکزیت سکونتگاه‌ها در ناحیه خود تا چه حد می‌باشد؟ آیا این سکونتگاه می‌تواند خدماتی بر سکونتگاه‌های دیگر ناحیه خود عرضه نماید. در واقع در این روش، سکونتگاه‌ها نسبت به ناحیه خود مقایسه و سنجش می‌شوند. می‌توان از شاخص‌هایی از جمله تعداد خرده‌فروشان، تلفن‌های مستقیم، تعداد نیروی انسانی فعال در خدمت و غیره استفاده نمود. ساختار فرمول را می‌توان به صورت رابطه (۲-۵) بیان نمود<sup>۱</sup>:

$$C = \frac{t}{\tau} \times 100 \quad (2-5)$$

$C$ : ارزش مرکزیت،

$t$ : تعداد شاغلان در یک عملکرد خاص در یک سکونتگاه،

$\tau$ : تعداد شاغلان در این عملکرد خاص در کل سکونتگاه‌های ناحیه.

۱- Daniael and Hopkinson, (1993), P.307.

مثال: اگر در یک ناحیه تعداد فروشندگان ۲۰۰ نفر باشد و سکونتگاه A در همین ناحیه ۲۳ فروشنده داشته باشد، ارزش مرکزیت سکونتگاه A چقدر است.

$$C = \frac{1}{200} \times 100 = 0.5$$

$$C_A = 0.5 \times 23 = 11.5$$

سون گدلند سوئدی، این فرمول را در تشخیص مرکزیت شهر و تعیین منطقه نفوذ شهری به کار برد که در آن t بیانگر تعداد نیروی انسانی فعال جذب شده در خرده‌فروشی و خدماتی است و T بیانگر کل جمعیت شهر است.

در صورتی که عدد به دست آمده از این رابطه ۳/۴ را نشان دهد مسلماً شهر بخشی از خرده‌فروشی و خدمات خود را روی ناحیه منعکس می‌کند و در نتیجه میدان جاذبه و نفوذ برای خود دارد. سون گدلند عقیده دارد، در مورد مراکز ناحیه به ویژه تکنوپل‌ها این شاخص باید از عدد ۶/۵ فراتر رود. بعد از تشخیص مرکزیت شهر ساده‌ترین روش آماری در تعیین میدان جاذبه شهری استفاده از فرمول زیر است.<sup>۱</sup>

$$I = \frac{P}{d^r} \quad (3-5)$$

I: معرف شدت جاذبه شهری روی نقطه‌ای از فضای پیرامون شهر،

P: انبوه جمعیت فعال جذب شده در بخش سوم مشاغل اجتماعی،

d: فاصله بین آن نقطه و شهر.

والتر کریستالر در تعیین مرکزیت سکونتگاه‌ها فرمول زیر را ارائه می‌دهد:<sup>۲</sup>

$$Z_z = \tau_z - E_z \frac{\tau_g}{E_g} \quad (4-5)$$

Z<sub>z</sub>: شاخص مرکزیت،

T<sub>z</sub>: تعداد تلفن‌ها یا افراد شاغل در خرده‌فروشی در شهر،

۱- فرید، (۱۳۷۲)، صص ۱۷۷-۱۷۸.

۲- Carter, (1981), P.86.

$E_z$ : جمعیت شهر،

$T_g$ : تعداد تلفن‌ها یا افراد شاغل در خرده فروشی در ناحیه،

$E_g$ : جمعیت کل ناحیه.

در این فرمول، تأکید بر جمعیت و میزان ارائه‌ی خدمات (اعم از تلفن‌ها، خرده‌فروشان و ...) است. هر چقدر ارزش مرکزیت شهر در ناحیه خود بیشتر باشد نشان‌دهنده آستانه بیشتر کالا و خدمات در آن شهر است. در این صورت شهر می‌تواند حوزه نفوذ بیشتری را داشته باشد.

#### مدل تحلیل جاذبه (گرانشی)

این مدل بر پایه تئوری جاذبه نیوتن استوار است. در این روش تأکید بر جریان‌های بالقوه بین مراکز است. در این مدل فرض می‌شود که تأثیرات متقابل دو مرکز جمعیتی دارای نسبتی مستقیم با توده این مراکز و نسبتی معکوس با فاصله بین آنها است. متغیرهایی که با عنوان شاخص توده و فاصله به کار می‌روند بستگی به ماهیت مسأله مورد مطالعه و آمار و ارقام در دسترس دارند. برای نشان دادن مقدار توده هر مرکز می‌توان از ارقام مربوط به حجم جمعیت، اشتغال، درآمد و مصرف یاری گرفت، و برای نشان دادن فاصله بین مراکز می‌توان از فاصله به کیلومتر، زمان سفر، یا هزینه حمل و نقل و هزینه فرصت‌های از دست رفته، استفاده کرد. ساختار کلی به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$\tau_{ij} = K \left[ \frac{P_i P_j}{d_{ij}^2} \right] \quad (5-5)$$

که در آن:

$\tau_{ij}$ : قدرت جاذبه بین شهر،

$P_i$  و  $P_j$ : توده دو مرکز  $i$  و  $j$ ،

$d_{ij}$ : فاصله بین  $i$  و  $j$ ،

$K$ : عدد ثابت.

۱- رفیعی، (۱۳۷۱)، صص ۱۷-۱۶.

مفهوم توان‌های جمعیتی یا گرانشی مفهومی است که در اثر کاربرد مدل‌های گرانشی در تعیین محدوده مناطق به‌دست آمده است. توان جمعیتی  $i$ ، که در اثر توده مرکز  $i$  ایجاد می‌شود، بدین گونه نشان داده می‌شود:

$${}_iV_j = K \left[ \frac{P_i}{d_{ij}} \right] \quad (۶-۵)$$

که در آن:

$V_j$ : توان جاذبه مرکز  $i$  از مرکز  $j$ ؛

حال اگر  $i$  توسط تعدادی واحدهای جمعیتی پیرامونی ( $n$ ) احاطه شده باشد، در این صورت کل توان جذب مرکز  $i$  عبارت است از:

$${}_iV_j = K \sum_{j=1}^n \left[ \frac{P_i}{d_{ij}} \right] \quad (۷-۵)$$

بدین ترتیب، با محاسبه توان جذب جمعیتی در منطقه مورد بررسی، می‌توان محدوده حوزه نفوذ را مشخص نمود.

### تئوری تأثیر متقابل<sup>۱</sup>

تئوری تأثیر متقابل که از فرمول جاذبه نیوتن گرفته شده است، سعی دارد که روابط اقتصادی بین دو مرکز را مشخص نماید. در این تئوری فزونی جمعیت بین دو مرکز، بیشترین تأثیر را دارد در حالی که فاصله بیشتر، کمترین تأثیر را دارد. به طوری که رابطه اقتصادی بین دو مرکز با اندازه جمعیت نسبت مستقیم و با فاصله بین آن دو مرکز رابطه عکس دارد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۲</sup>:

$$i = \frac{P_1 P_2}{d} \quad (۸-۵)$$

$i$ : تأثیر متقابل،

$P_1$ : جمعیت شهر اول،

۱- The Interaction Theory.

۲- Alexander and Gibson, (1979), PP.448-449.

$P_2$ : جمعیت شهردوم،

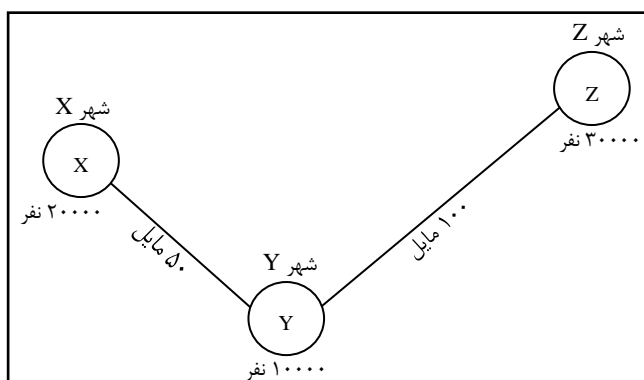
$d$ : فاصله بین دو مرکز.

فرض کنید جمعیت شهر  $X$  برابر ۲۰۰۰۰ نفر، شهر  $Y$  برابر ۱۰۰۰۰ نفر و جمعیت شهر  $Z$  برابر ۳۰۰۰۰ نفر است. به طوری فاصله شهر  $Y$  از  $X$  برابر ۵۰ مایل و از شهر  $Z$  برابر ۱۰۰ مایل است، مطلوب است محاسبه کنید شهر  $Y$  تحت تأثیر کدام مرکز قرار دارد؟

$$i_{xy} = \frac{10000 \times 20000}{50} = 400000$$

$$i_{yz} = \frac{10000 \times 30000}{100} = 300000$$

بنابراین شهر  $Y$  تحت تأثیر روابط اقتصادی شهر  $X$  قرار دارد.



شکل (۵-۱): موقعیت شهر  $X$ ،  $Y$  و  $Z$

### تئوری نقطه جدایی<sup>۱</sup>

این تئوری اولین تغییر و تعدیل در تئوری تأثیر متقابل است. این مدل سعی می‌کند خط مرز منطقه تجاری بین دو شهر را از هم مشخص و جدا کند. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

۱- The Breaking-Point Theory.

$$B.P.D_{(1)} = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{P_L}{P_S}}} \quad (9-5)$$

B.P.D: فاصله نقطه جدایی بین دو شهر،

d: فاصله بین دو شهر،

$P_L$ : جمعیت شهر بزرگتر،

$P_S$ : جمعیت شهر کوچکتر.

$$B.P.D_{(2)} = d - B.P.D_{(1)}$$

مثال: جمعیت شهر  $y$  برابر ۱۰۰۰۰ نفر و جمعیت شهر  $z$  برابر ۳۰۰۰۰ نفر است. فاصله بین این دو شهر ۱۰۰ مایل است مطلوب است فاصله نقطه جدایی بین دو شهر را مشخص نمایید؟

$$B.P.D_y = \frac{100}{1 + \sqrt{\frac{30000}{10000}}} = \frac{100}{1 + \sqrt{3}} \Rightarrow \frac{100}{1 + 1.73} = \frac{100}{2.73} = 36.6 \text{ مایل}$$

$$B.P.D_z = 100 - 36.6 = 63.4 \text{ مایل}$$

بنابراین در بین دو شهر  $z$  و  $y$  تا ۳۶/۶ مایل منطقه تجاری شهر  $y$  بوده و ۶۳/۴ مایل در منطقه تجاری شهر  $z$  می‌باشد.

### قانون جاذبه تجارت خرده‌فروشی<sup>۲</sup>

دومین تغییر و تعدیل در تئوری تأثیر متقابل قانون جاذبه تجارت خرده‌فروشی ریلی<sup>۳</sup> (۱۹۲۹) است. او سعی کرد با استفاده از تئوری تأثیر متقابل حجم تجارت خرده‌فروشی و حمایت مردم هر شهر دیگر را پیش‌بینی کند، یعنی اگر شهری در میان

۱- Ibid, PP,449-450.

۲- Law of Retail Trad Gravitation.

۳- W-J-Reilly's.

دو شهر دیگر قرار گیرد، چقدر مردم ساکن آن از هر کدام از دو شهر خرید می‌کنند و میزان حمایت آن‌ها از آن شهرها چقدر است. ساختار کلی مدل ریلی به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$\frac{D_y}{D_x} \times \frac{P_x}{P_z} = \frac{\text{حجم حمایت مردم ساکن در شهر } y \text{ از شهر } x}{\text{حجم حمایت مردم ساکن در شهر } y \text{ از شهر } z} \quad (۱۰-۵)$$

با استفاده از مثال مدل تبعی خواهیم داشت:

$$\frac{200}{300} \times \left( \frac{100}{5} \right)^2 = \frac{100}{200} \times \left( \frac{100}{5} \right)^2 = \frac{100}{200} \times 400 = 200$$

بنابراین، اگر این رقم با واحد پولی در نظر گرفته شود، به ازای هر ۳ واحدی که مردم شهر  $y$  از  $z$  خریداری می‌کنند ۸ واحد از شهر  $x$  خرید خواهند کرد. روشن است که حمایت مردم  $y$  از خرده فروشان شهر  $x$  حدود سه برابر بیشتر از شهر  $z$  است. البته این اصول همیشه ثابت نیست ممکن است تغییراتی در آن صورت گیرد.

### مدل هاف<sup>۲</sup>

یکی دیگر از مدل‌هایی که بر پایه قانون جاذبه نیوتن پایه‌ریزی شده، مدل هاف است. هاف در سال (۱۹۷۳) با تعدیل در قانون ریلی (۱۹۲۹) مدلی را جهت تعیین مرز مناطق تجاری معرفی نمود. این مدل قادر است، احتمال خرید فردی در محل  $i$  از مکانی خاص را تخمین بزند. ایشان با استفاده از این مدل در سال (۱۹۷۳) حوزه نفوذ تجاری هفتاد و دو شهر آمریکا را مشخص نمود. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۳</sup>:

۱- Ibid, P.450.

۲- Huff.

۳- Huff, (1973), PP.323-329.

$$P_{ij} = \frac{\frac{S_j}{D_{ij}^\beta}}{\sum_{j=1}^n \frac{S_j}{D_{ij}^\beta}} \quad (11-5)$$

$P_{ij}$ : برابر است با احتمال اینکه فردی در محل  $i$  از محل  $j$  خرید کند،

$S_j$ : برابر است با اندازه محل مرکزی،

$D_{ij}$ : برابر است با فاصله  $i$  و  $j$  به زمان،

$\beta$ : ضریب ثابت که معمولاً ۲ در نظر گرفته می‌شود.

بنابراین از رابطه (۱۱-۵)، روشن است که خرید فرد از محل خاصی به عواملی همچون اندازه مکان مرکزی، فاصله آن‌ها به زمان بستگی دارد.

#### مدل تخمین میزان خرید

از این مدل برای محاسبه تخمین میزان خریدی که در یک مکان مورد نظر انجام می‌شود، استفاده می‌گردد. این مدل می‌تواند به عنوان ابزاری مهم در مکان‌یابی مراکز خرید مورد استفاده قرار گیرد. ساختار کلی مدل به شرح زیر بیان می‌شود<sup>۱</sup>:

$$TS_{ij} = P_{ij} \times PoP_i \times E \quad (12-5)$$

در رابطه بالا:

$TS_{ij}$ : تخمین میزان خرید منطقه  $i$  از  $j$ ،

$P_{ij}$ : میزان جمعیت که از منطقه  $i$  به  $j$  برای خرید می‌آیند (احتمال خرید)،

$PoP_i$ : جمعیت منطقه  $i$ ،

$E$ : میزان خرید سرانه هر شخص در آن مکان.

#### مدل تغییر مراکز خرید

سیاست کاربری زمین در رابطه با خرده‌فروشی، بیش از هر فعالیت دیگری بایستی دارای سودمندی باشد. ایجاد یک مرکز فروش جدید در بخشی از شهر ممکن است

۱- صباغ کرمانی، (۱۳۸۰)، ص ۱۰۵.



خیلی موفقیت‌آمیز باشد اما اغلب این موقعیت به زیان مراکز قدیمی‌تر تمام می‌شود. بنابراین انجام برخی هماهنگی‌ها حیاتی است. بنابراین برنامه‌ریزان برای دستیابی به برنامه‌ریزی خرده‌فروشی، روز به روز مدل‌های دقیق‌تری را به کار می‌برند. یکی از مدل‌های معروف مدل جاذبه است. مطالعات تجربی که در دهه ۱۹۴۰ توسط زیپت (۱۹۴۹) و استوارت به صورت مستقل انجام گرفت، نشان می‌دهد که تعدادی از فعالیت‌های انسانی که مستلزم واکنش متقابل در فضا است با دقت شگفت‌از طریق مدل نیوتن قابل پیش‌بینی است که به شرح ذیل قابل بیان است<sup>۱</sup>:

$$I_{AB} = K \frac{P_A P_B}{d_{AB}^\lambda} \quad (۱۳-۵)$$

که در فرمول (۱۳-۵):

$I_{AB}$ : واکنش متقابل بین نواحی،

$P_A$  و  $P_B$ : اندازه‌های مربوط به نواحی A و B (جمعیت)،

$d_{AB}$ : فاصله بین ناحیه A و B،

$\lambda$ : توان مربوط به متغیر فاصله،

K: ضریب ثابتی که با تجربه تعیین می‌شود.

#### مدل مکان‌یابی مرکز خرید

یکی از روش‌هایی که برای مکان‌یابی مراکز خرده‌فروشی در سطح یک شهر مورد استفاده قرار می‌گیرد و بر پایه مدل جاذبه نیوتن پایه‌ریزی شده است، به شرح زیر می‌توان بیان نمود<sup>۲</sup>:

$$T_{ij} = \frac{K P_i^a H_i^\beta}{d_{ij}^\lambda} \quad (۱۴-۵)$$

۱- زیاری، (۱۳۸۱)، صص ۱۵۴-۱۵۳.

۲- فیلد و مک گرگور، (۱۳۷۶)، صص ۱۵۶-۱۵۵.

این رابطه، بیان می‌کند که در دوره زمانی مشخص، تعداد سفرهای ساکنان  $i$  به محل فعالیت یا مرکز واقع در نقطه  $j$ ، به نسبت تعداد سفرکنندگان ( $P$ ) که در نقطه  $i$  وجود دارند و نیز به نسبت تعداد فرصت‌ها ( $H$ ) موجود برای تأمین تقاضای سفرکنندگان در نقطه  $j$  افزایش می‌یابد. تعداد سفرها با فاصله ( $d$ ) یا هزینه مسافت از  $i$  به  $j$  کاهش می‌یابد. در الگوی ارائه شده  $K$  همانند ضریب ثابت جاذبه‌ای است و  $\alpha$ ،  $\beta$  و  $\lambda$  پارامترهایی هستند که به صورت تجربی در مرحله اندازه‌گیری درجه‌ها تعیین می‌شوند.

#### مدل پیش‌بینی فضاهای گذران اوقات فراغت

از کاربردهای دیگر مدل جاذبه، پیش‌بینی مراکز تفریح است. ابتدا با استفاده از نرخ‌های مشارکت می‌توان تعداد شرکت‌کنندگان را به دست آورد سپس تسهیلات لازم برای مراکز تفریحی فراهم آورد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$r = \frac{N}{P} \quad (۱۵-۵)$$

در رابطه (۱۵-۵):

$r$ : نرخ مشارکت،

$P$ : جمعیت،

$N$ : تعداد مشارکت‌کنندگان.

از رابطه (۱۵-۵)، رابطه (۱۶-۵) را با طرفین وسطین کردن می‌توان به دست آورد:

$$N = rP \quad (۱۶-۵)$$

آن‌گاه تعداد مشارکت‌کنندگان، به نیاز به تسهیلات تبدیل می‌شود.

کاربرد مدل جاذبه در پیش‌بینی مراکز تفریحی به شرح زیر است<sup>۲</sup>:

$$V_{ij} = \frac{GPA_j}{D_{ij}^b} \quad (۱۷-۵)$$

در رابطه (۱۷-۵):

۱- زیاری، (۱۳۸۱)، صص ۱۵۶-۱۵۵.

۲- همان منبع.

$V_{ij}$ : تعداد بازدیدکنندگان از ناحیه به تسهیلات  $j$ ،

$P_i$ : جمعیت ناحیه  $i$ ،

$A_j$ : جذب تسهیلات  $j$ ،

$D_{ij}$ : فاصله بین  $i$  و  $j$ ،

$b$  و  $G$ : ضرایب ثابت.

#### مدل‌های دسترسی

مدل‌های دسترسی تقریباً شکل تکامل یافته مدل جاذبه هستند که به وسیله اندیشمندان مختلف اصلاح، توسعه و تکامل یافته‌اند<sup>۱</sup>. جغرافی‌دانان و برنامه‌ریزان از دسترسی به عنوان یک شاخص نام برند. اسمیت<sup>۲</sup> از دسترسی به عنوان مبنا در برنامه‌ریزی مکان یاد می‌کند، ضمن اینکه پرد<sup>۳</sup> و ناکس<sup>۴</sup> هر دو معتقدند که اهمیت اندازه‌گیری «کیفیت زندگی»<sup>۵</sup> در دسترسی به خدمات و سرویس‌ها، عامل کلیدی است<sup>۶</sup>. اشنایدر و سیمونز<sup>۷</sup> (۱۹۷۱) شاخص فرصت دسترسی را به شرح زیر مطرح می‌کنند:

$$Ao_i = \sum_j \frac{S_j}{t^{b_{ij}}} \quad (۱۸-۵)$$

که در این فرمول،  $Ao_i$  شاخص فرصت،  $S$  اندازه‌ای از خدمات منطقه  $j$ ،  $i$  و  $t$  زمان سفر و  $b$  شاخص کاهش فاصله است<sup>۸</sup>.

ناکس با وارد کردن پارامترهایی چون سرعت مسافرت به وسیله سواری یا حمل و نقل عمومی  $Ao_i$  را به صورت زیر درمی‌آورد<sup>۱</sup>:

۱- پورمحمدی، (۱۳۸۲)، ص ۶۷.

۲- Smith, (1977).

۳- Pred, (1977).

۴- Knox.

۵- Quality of Life.

۶- پرهیزگار، (۱۳۷۷)، ص ۱۲۱.

۷- Schneider and Symons.

۸- پرهیزگار، (۱۳۷۷)، ص ۱۲۴.

$$T_{Aj} = C_i \left( \frac{A_i}{S_a} \right) + (1.0 - C_i) \left( \frac{A_i}{S_i} \right) \quad (19-5)$$

که در آن TA شاخص جدید دسترسی برای منطقه i، Ci درصد اتومبیل شخصی در منطقه i و Sa و Si به ترتیب زمان سفر در یک فاصله معین توسط سواری و وسیله نقلیه عمومی است.

اینگرام<sup>۲</sup> (۱۹۷۱) آن را با توجه به سنجی گوسی<sup>۳</sup> به صورت زیر بیان می‌کند:

$$A_i = \sum S_j \exp \left( \frac{-d_{ij}^\gamma}{P\gamma} \right) \quad (20-5)$$

متغیرها در فرمول، همانند مدل‌های یاد شده هستند و  $\gamma$  مقداری ثابت است. ابرگ<sup>۴</sup> سنجه فرصت‌های تجمعی را به شرح رابطه (۲۱-۵) توسعه داده است:

$$A_i = O_i(D) \left( D - \sum \frac{d_{ij}}{O_i(D)} \right) \quad (21-5)$$

که در آن  $O_i(D)$  مجموع فرصت‌های قابل دسترسی به خانوار i در فاصله D از خانه است. D مقیاسی از بیشینه (Max) فاصله پیاده‌روی محسوب می‌گردد. گای<sup>۵</sup> مثالی از خرده‌فروشی را به صورت زیر بیان کرده است:

$$A_i = \frac{\sum d^{\min_{ij}}(K)EK}{\sum KEK} \quad (22-5)$$

که در آن  $d^{\min_{ij}}$  حداقل فاصله تا فروشگاه‌های در ز است که در آن کالای K وجود دارد و EK هزینه متوسط هر خانوار برای کالای K است.

۹- همان منبع.

۲- Ingram.

۳- Gaussian Measure.

۴- Oberge.

۵- Guy.

اسمیت با استفاده از کار اشنایدر و سیمونز از طریق تقسیم مجموع حاصل ضرب‌های AO مربوط به هر محل در جمعیت آن‌ها N بر جمعیت کل به یک شاخص کارایی به شرح رابطه (۲۳-۵) دست یافت.

$$A = \frac{\sum(AO_i \times N_i)}{\sum N_i} \quad (23-5)$$

کونینک<sup>۱</sup> روش رفتاری سنج‌های دسترسی را که بر مفهوم سودمندی استوار است، شرح می‌دهد. وی رابطه مناسب برای دسترسی را بر مبنای رفتارگرایی برای انتخاب مقصد بکار برده است:

$$U^{tj} = \gamma^{tj} - C_{ij}^t + \varepsilon^t \quad (24-5)$$

که در آن  $U^{tj}$  سودمندی فرد t است که در i زندگی می‌کند و مقصدش در j قرار دارد،  $\gamma^{tj}$  سود ناخالص رسیدن فرد t به مقصد j است،  $C_{ij}^t$  یعنی هزینه سفر تولید شده یا وقت صرف شده فرد t برای سفر از i به j جمله تصادفی است. آن‌گاه مسأله، تشخیص یک تابع احتمالی مناسب برای متغیر تصادفی  $\varepsilon^t$  است.<sup>۲</sup>

### مدل جاذبه‌ای / پتانسیل هنسن<sup>۳</sup>

یکی از نخستین نمونه‌های کاربرد مدل جاذبه‌ای برای برنامه‌ریزی، مدلی است که هنسن ابداع نمود. مدل هنسن مدلی مکانی است که برای پیش‌بینی مکان جمعیت طراحی شده است. این مدل بر این فرض استوار است که دسترسی به اشتغال عامل مهمی در تعیین مکان جمعیت است. در واقع این مدل یک مدل صرفاً جاذبه‌ای نیست؛ زیرا بر اساس روابط متقابل میان مناطق ساخته نشده است. صحیح‌تر آن است که این مدل را به عنوان مدل پتانسیلی توصیف نمود، زیرا مدل هنسن به روابط متقابل پتانسیلی یا دسترسی نسبی مناطق توجه دارد.

۱- Koenig.

۱ پرهیزگار، (۱۳۷۷)، صص ۱۲۶-۱۲۴.

۲- لی، (۱۳۶۶)، صص ۹۷-۹۵.

هنسن مطرح نمود که برای بیان رابطه میان مکان جمعیت و اشتغال می‌توان از شاخص دسترسی استفاده نمود. این شاخص دسترسی به اشتغال را برای هر منطقه تعیین می‌کند و به صورت زیر محاسبه می‌گردد<sup>۱</sup>.

$$A_{ij} = \frac{E_j}{d_{ij}^b} \quad (25-5)$$

$A_{ij}$ : شاخص دسترسی منطقه  $i$  در رابطه با منطقه  $j$ ،

$E_j$ : کل اشتغال در  $j$ ،

$d_{ij}$ : مسافت میان  $i$  و  $j$ ،

$b$ : ضریب یا توان  $d_{ij}$  می‌باشد.

این عبارت نمایانگر دسترسی منطقه  $i$  در رابطه با یک منطقه  $j$  می‌باشد. شاخص کلی برای منطقه  $i$  مجموع تمام تک شاخص‌ها است. بنابراین:

$$A_i = \sum_j \frac{E_j}{d_{ij}^b} \quad (26-5)$$

همچنین هنسن متوجه شد که علاوه بر دسترسی، یکی از عوامل مهمی که جمعیت را به یک منطقه خاص جذب می‌کند، مقدار زمین موجود برای کاربرد مسکونی می‌باشد. او این زمین‌های خالی را امکان رشد<sup>۲</sup> یک منطقه نامید. بنابراین پتانسیل توسعه را به این صورت می‌توان نشان داد:

$$D_i = A_i H_i \quad (27-5)$$

$H_i$ : امکان رشد منطقه  $i$  می‌باشد.

پتانسیل توسعه را می‌توان به عنوان میزان جاذبه هر منطقه بر اساس اشتغال و مقدار زمین مناسب برای توسعه مناطق مسکونی تصور نمود. جمعیت بر اساس پتانسیل نسبی توسعه هر منطقه به مناطق تخصیص داده می‌شود. یعنی پتانسیل توسعه هر ناحیه تقسیم بر پتانسیل توسعه تمام مناطق:

۱- W-C-Holding.

۲- Capacity Holding.

$$\frac{A_i H_i}{\sum_i A_i H_i} \quad (28-5)$$

به عبارتی، هنس‌ن این مسأله را مطرح نمود که سهم رشد کل جمعیت هر منطقه به میزان جاذبه آن منطقه در رابطه با تمام مناطق رقیب می‌باشد. اگر رشد کل جمعیت  $C_i$  باشد، میزان سهم رشد در هر منطقه  $i$  برابر است با:

$$G_i = C_i \frac{D_i}{\sum_i D_i} \quad \text{یا} \quad G_i = C_i \frac{(A_i H_i)}{(\sum_i A_i H_i)} \quad (29-5)$$

شمای کلی گردش مدل هنس‌ن را می‌توان در شکل (۲-۵) نشان داد:



شکل (۲-۵): نمودار نمای گردش مدل هنس‌ن

منبع: لی، (۱۳۶۶)، ص ۹۸.

مثال: در یک منطقه شهری فرضی که به چهار ناحیه تقسیم شده است و تعداد کل شاغلان برای هر ناحیه مشخص شده است. به دنبال تخصیص بهینه جمعیت بین نواحی

شهری از طریق مدل هسن هستیم و فرض بر این است که توان به‌دست آمده از عمل تنظیم برابر ۲ است.

جدول (۵-۱۱): داده‌های جمعیت و اشتغال برای منطقه فرضی

ناحیه	شرح	کل شاغلان	مجموع جمعیت	امکان رشد
۱		۴۵۰۰	؟	۱۵۰
۲		۳۵۰۰	؟	۱۰۰
۳		۶۵۰۰	؟	۱۵۰
۴		۲۵۰۰	؟	۱۲۵
مجموع		۱۷۰۰۰	۳۸۰۰	۵۲۵

جدول (۵-۲): ماتریس مساحت / زمان سفر

از i	به j	j = ۱	j = ۲	j = ۳	j = ۴
i = ۱		۲	۶	۳	۸
i = ۲		۶	۳	۳	۴
i = ۳		۳	۳	۴	۶
i = ۴		۸	۴	۶	۲

مرحله اول: محاسبه شاخص دسترسی برای هر ناحیه از طریق رابطه (۵-۲۵).

جدول (۵-۳): محاسبه شاخص دسترسی برای هر ناحیه.

ناحیه	j = ۱	j = ۲	j = ۳	j = ۴	$\sum_j A_{ij}$
i = ۱	$\frac{4500}{2^2} = 1125$	$\frac{3500}{6^2} = 97/22$	$\frac{6500}{3^2} = 722/22$	$\frac{2500}{8^2} = 39/06$	۱۹۸۳/۵
i = ۲	$\frac{4500}{6^2} = 125$	$\frac{3500}{3^2} = 388/89$	$\frac{6500}{3^2} = 722/22$	$\frac{2500}{4^2} = 156/25$	۱۳۹۲/۳۲
i = ۳	$\frac{4500}{3^2} = 500$	$\frac{3500}{3^2} = 388/89$	$\frac{6500}{4^2} = 406/25$	$\frac{2500}{6^2} = 69/44$	۱۳۶۴/۵۷



$i = 4$	$\frac{4500}{8^2} = 70/31$	$\frac{3500}{4^2} = 218/75$	$\frac{6500}{6^2} = 180/56$	$\frac{2500}{4^2} = 625$	۱۰۹۴/۶۲
---------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	---------

مرحله دوم: محاسبه کل پتانسیل توسعه برای هر یک از نواحی از طریق رابطه (۲۷-۵)

جدول (۵-۴): محاسبه پتانسیل توسعه.

ناحیه	$A_i$	$H_i$	$D_j = A_i H_i$
۱	۱۹۸۳/۵	۱۵۰	۲۹۷۵۲۵
۲	۱۳۹۲/۳۲	۱۰۰	۱۳۹۲۳۲
۳	۱۳۶۴/۵۷	۱۵۰	۲۰۴۶۸۵/۵
۴	۱۰۹۴/۶۳	۱۲۵	۱۳۶۸۲۷/۵

$$\sum D_i = 778270$$

مرحله سوم: محاسبه پتانسیل نسبی توسعه برای هر ناحیه، یعنی جاذبه آن با جاذبه تمام مناطق دیگر.

جدول (۵-۵): محاسبه پتانسیل نسبی توسعه.

ناحیه	$D_i$	$D_i \div \sum_i D_i$
۱	۲۹۷۵۲۵	۰/۳۸۲
۲	۱۳۹۲۳۲	۰/۱۷۹
۳	۲۰۴۶۸۵/۵	۰/۲۶۳
۴	۱۳۶۸۲۷/۵	۰/۱۷۶
جمع	۷۷۸۲۷۰	۱

مرحله چهارم: تخصیص جمعیت به هر یک از نواحی با استفاده از جمعیت پیش‌بینی شده از طریق رابطه (۲۵-۵).

جدول (۵-۶): پیش‌بینی جمعیت و تخصیص آن در هر یک از نواحی

ناحیه	$D_i \div \sum_i D_i$	$G_i = G_i \times (D_i \div \sum_i D_i)$
۱	۰/۳۸۲	۱۴۵۱/۶

۲	۰/۱۷۹	۶۸۰/۲
۳	۰/۲۶۳	۹۹۹/۴
۴	۰/۱۷۶	۶۶۸/۸
جمع	۱/۰۰۰	۳۸۰۰

### مدل جاذبه‌ای تک قیدی

یکی دیگر از مدل‌هایی که بر پایه قانون جاذبه نیوتن استوار است مدل جاذبه‌ای تک قیدی است که کاربرد اصلی آن مکان‌یابی خرده‌فروشی در مناطق شهری است. به این علت تک قیدی خوانده می‌شود که شرط یا قیدی را مراعات می‌کند، ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad (30-5)$$

اگر سفر از هر منطقه مبدأ  $i$  به تمام مناطق  $j$  با یکدیگر جمع گردند، مجموع آن‌ها برابر تعداد مبدأها از هر منطقه‌ای که به عنوان داده به مدل داده شده است،  $O_i$  می‌باشد از طرف دیگر اگر مدل در وضعیتی به کار رود که هم مبدأها و هم مقصدها  $(D_j, O_i)$  معلوم باشند، این مدل قادر به بازسازی مقدار معلوم  $D_j$  نخواهد بود، یعنی:

$$\sum_j T_{ij} \neq D_j \quad (31-5)$$

یا، اگر سفرها از تمام مناطق مبدأ به هر منطقه مقصد با یکدیگر جمع شوند، تعداد کل برابر مقصدهای معلوم  $D_j$  نخواهد بود با وجود این، مدل در مواقعی مفید خواهد بود که ارزش  $D_j$  (مقصدهای پیش‌بینی شده) معلوم نباشد. بنابراین از این مدل می‌توان برای پیش‌بینی یا برآورد مقصد استفاده نمود. در مثال زیر، مدل برای توصیف جریان پرداخت‌ها مورد استفاده قرار گرفته است تاجریان افراد، اما شکل مدل به همان صورت است. مدلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد شبیه مدلی است که لکشمن<sup>۲</sup> ابداع نموده است و به‌طور وسیعی در مطالعات برنامه‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل، جریان

۱- لی، (۱۳۵۵)، صص ۱۰۵-۱۰۲.

۲- Lakshmanan.

پرداخت‌ها میان نواحی مسکونی و مراکز خرید را تعیین می‌کند و مقدار فروش هر مرکز را با جمع کردن جریان پرداخت‌ها از تمام نواحی به مرکز خاص را به نوبت برآورد می‌کند. مدل این نکته را بیان می‌سازد که فروش یا بازده خرده فروشی یا یک مرکز خرید نسبت مستقیمی با اندازه یا جاذبه مرکز و نسبت معکوس با مسافت از نواحی مسکونی و رقابت با دیگر مناطق دارد.

$$S_{ij} = C_i A_j F^a d_{ij}^{-b} \quad (۳۲-۵)$$

در رابطه (۳۲-۵):

$S_{ij}$ : پرداخت از ناحیه مسکونی  $i$  به مرکز خرید  $j$ ،

$C_i$ : کل پرداخت‌ها در ناحیه مسکونی  $i$ ،

$F_j$ : اندازه یا جاذبه مرکز خرید  $j$ .

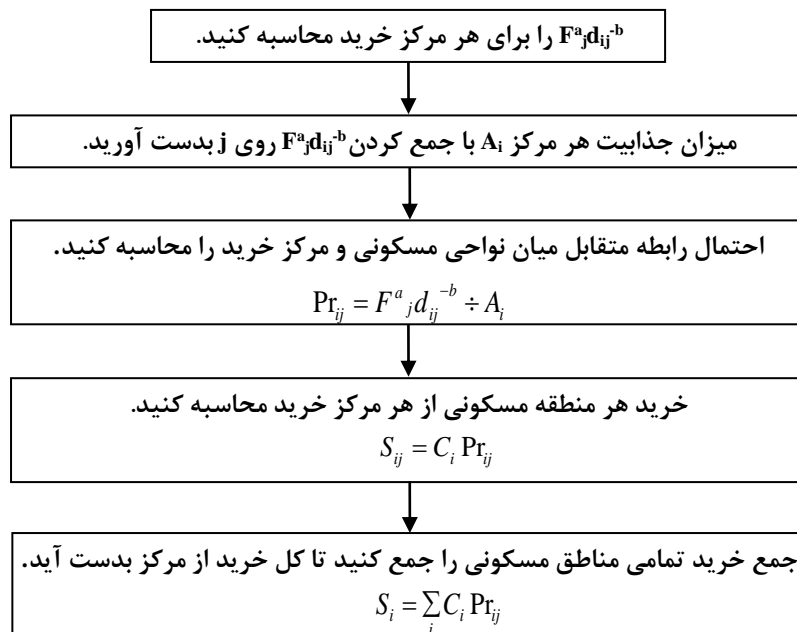
$$(\sum_j F_j d_{ij}^{-b})^{-1} = A_i \quad (۳۳-۵)$$

$d_{ij}$ : فاصله از ناحیه مسکونی  $i$  تا مرکز خرید  $j$ ،  $a$  و  $b$  توان هستند.

بنابراین کل فروش در مرکز خرید از حاصل جمع هزینه کردن تمام نواحی مسکونی در آن مرکز خرید به دست می‌آید:

$$S_j = \sum_i C_i A_i F^a d_{ij}^{-b} = \sum_i S_{ij} \quad (۳۴-۵)$$

توان  $a$  در ارتباط با جاذبه مراکز خرید است که در اکثر مطالعات ضروری می‌باشد. زیرا که مراکز خرید بزرگ داد و ستد بیشتری را نسبت به اندازه‌شان جذب می‌کنند. در این مدل علاوه بر ماتریس زمان / مسافت به آمار پرداخت‌ها و سطح زیربنا احتیاج است.



شکل (۳-۴): شمای گردش مدل مکان خرده‌فروشی‌ها

منبع: همان منبع.

مثال: چهار منطقه شهری داریم و به دنبال آن هستیم که کل خریدهای مناطق مسکونی را از مراکز خود با استفاده از مدل تک قیدی جاذبه محاسبه کنیم. به صورتی که زمان / مسافت از مثال مدل هنسن استفاده شده است. مقدار  $a=1$  و  $b=2$  در نظر گرفته شده است. و سطح زیربنا و هزینه در ناحیه  $i$  در جدول (۷-۵) نشان داده شده است. حال مطلوب است خرید مناطق مسکونی از مراکز خرید را محاسبه کنید.

جدول (۷-۵): آمار داده‌های زیربنا و هزینه در مثال فرضی.

نواحی	داده‌ها	جاذبه (زیربنا) فوت مربع	هزینه در ناحیه $i$ (پوند)
۱		۴۰۰۰۰	۱۴۰۰۰۰۰
۲		۵۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰
۳		۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰
۴		۸۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰

مرحله اول: محاسبه  $F_j^1 d_{ij}^{-\tau}$ .

جدول (۵-۸): محاسبه مرحله اول مدل جاذبه تک قیدی.

i \ j	j=1	j=2	j=3	j=4	$\sum_i F_j^1 d_{ij}^{-\tau}$
i=1	$\frac{4 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{2^{\tau}} = 1 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0$	$\frac{5 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{6^{\tau}} = 1388/89$	$\frac{1 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{3^{\tau}} = 1111/11$	$\frac{8 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{8^{\tau}} = 125 \cdot 0$	۲۳۷۵۰
i=2	$\frac{4 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{6^{\tau}} = 1111/11$	$\frac{5 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{3^{\tau}} = 5555/56$	$\frac{1 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{3^{\tau}} = 1111/11$	$\frac{8 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{4^{\tau}} = 5 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0$	۲۲۷۷۷/۷۸
i=3	$\frac{4 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{3^{\tau}} = 4444/44$	$\frac{5 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{3^{\tau}} = 5555/56$	$\frac{1 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{4^{\tau}} = 625 \cdot 0$	$\frac{8 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{6^{\tau}} = 2222/22$	۱۸۴۷۲/۲۲
i=4	$\frac{4 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{8^{\tau}} = 625$	$\frac{5 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{4^{\tau}} = 31125$	$\frac{1 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{6^{\tau}} = 2777/78$	$\frac{8 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0}{2^{\tau}} = 2 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0$	۲۶۵۲۷/۷۸

مرحله دوم: محاسبه  $A_i F_j^1 d_{ij}^{-\tau}$  که آن برابر است با  $Pr_{ij} = \frac{F_j^1 d_{ij}^{-\tau}}{\sum_j F_j^1 d_{ij}^{-\tau}}$

جدول (۵-۹): محاسبه مرحله دوم

$i \setminus j$	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$
$i=1$	$\frac{10000}{23750} = 0.421$	$\frac{1388/89}{23750} = 0.058$	$\frac{1111/11}{23750} = 0.468$	$\frac{1250}{23750} = 0.053$
$i=2$	$\frac{1111/11}{22777/78} = 0.49$	$\frac{5555/56}{22777/78} = 0.244$	$\frac{1111/11}{22777/78} = 0.488$	$\frac{5000}{22777/78} = 0.220$
$i=3$	$\frac{4444/44}{18472/22} = 0.241$	$\frac{5555/56}{18472/22} = 0.301$	$\frac{6250}{18472/22} = 0.338$	$\frac{2222/22}{18472/22} = 0.120$
$i=4$	$\frac{625}{26527/78} = 0.24$	$\frac{3125}{16527/78} = 0.118$	$\frac{22777/78}{26527/78} = 0.105$	$\frac{20000}{26527/78} = 0.754$

مرحله سوم: محاسبه  $S_{ij} = C_i A_i F_j^1 d_{ij}^{-\tau}$ ، در مرحله اول و دوم  $Pr_{ij} = A_i F_j^1 d_{ij}^{-\tau}$  محاسبه شده است. حال در مرحله سوم رابطه (۵-۳۴) مدل مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

$$S_{11} = C_1 Pr_{11} = 140000 \times 0.421 = 589400$$

$$S_{12} = C_1 Pr_{12} = 140000 \times 0.058 = 81200$$

$$S_{13} = C_1 Pr_{13} = 140000 \times 0.468 = 655200$$

$$S_{14} = C_1 Pr_{14} = 140000 \times 0.053 = 74200$$

$$S_{21} = C_2 Pr_{21} = 70000 \times 0.49 = 34300$$

$$S_{22} = C_2 Pr_{22} = 70000 \times 0.244 = 170800$$

$$S_{23} = C_2 Pr_{23} = 70000 \times 0.488 = 341600$$

$$S_{24} = C_2 Pr_{24} = 70000 \times 0.220 = 154000$$

$$S_{31} = C_3 Pr_{31} = 100000 \times 0.241 = 24100$$

$$S_{32} = C_3 Pr_{32} = 100000 \times 0.301 = 30100$$

$$S_{33} = C_3 Pr_{33} = 100000 \times 0.338 = 33800$$

$$S_{34} = C_3 Pr_{34} = 100000 \times 0.120 = 12000$$

$$S_{41} = C_4 Pr_{41} = 60000 \times 0.24 = 14400$$

$$S_{42} = C_4 Pr_{42} = 60000 \times 0.118 = 70800$$

$$S_{43} = C_4 Pr_{43} = 60000 \times 0.105 = 63000$$

$$S_{ff} = C_f Pr_{ff} = 600000 \times 0.754 = 452400$$

اگر این نتایج را در جدولی نمایش دهیم، به راحتی می‌توان مجموع جریان هزینه از هر ناحیه به مرکز را به دست آورد.

جدول (۵-۱۰): نمایش ارقام  $S_{ij}$  هر مرکز را می‌توان محاسبه نمود:

i \ j	j=1	j=2	j=3	j=4	جمع
i=1	۵۸۹۴۰۰	۸۱۲۰۰	۶۵۵۲۰۰	۷۴۲۰۰	۱۴۰۰۰۰۰
i=2	۳۴۳۰۰	۱۷۰۸۰۰	۳۴۱۶۰۰	۱۵۴۰۰۰	۷۰۰۷۰۰
i=3	۲۴۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۳۸۰۰	۱۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰
i=4	۱۴۴۰۰	۷۰۸۰۰	۶۳۰۰۰	۴۵۲۴۰۰	۶۰۰۶۰۰
جمع	۶۶۲۲۰۰	۳۵۲۹۰۰	۱۰۹۳۶۰۰	۶۹۲۶۰۰	۲۸۰۱۳۰۰

$$S_j = \sum_i S_{ij}$$

کل فروش،  $S_j$  هر مرکز را می‌توان محاسبه نمود:

$$S_1 = S_{11} + S_{21} + S_{31} + S_{41} = 589400 + 34300 + 24100 + 14400 = 662200$$

$$S_2 = S_{12} + S_{22} + S_{32} + S_{42} = 81200 + 170800 + 30100 + 70800 = 352900$$

$$S_3 = S_{13} + S_{23} + S_{33} + S_{43} = 655200 + 341600 + 33800 + 63000 = 1093600$$

$$S_4 = S_{14} + S_{24} + S_{34} + S_{44} = 74200 + 154000 + 120000 + 452400 = 692600$$

#### مدل جاذبه دو قیدی برای پراکنش سفر

مدل جاذبه تک قیدی، به دنبال مکان‌یابی مراکز خرده‌فروشی بود. اما در مدل جاذبه دو قیدی در حالی که مکان سکونت کارگران و مشاغل آن‌ها معلوم است برای تعیین تعداد سفرهای موجود میان دو ناحیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j d_{ij}^{-b} \quad (35-5)$$

۱- لی، (۱۳۶۶)، صص ۱۱۰-۱۰۸.

در رابطه (۳۵-۵):

$T_{ij}$ : سفرهای میان مناطق  $i$  و  $j$ ،

$O_i$ : کل سفرهایی که از ناحیه  $i$  آغاز گردیده،

$D_j$ : کل سفرهایی که به ناحیه  $j$  ختم می‌گردد.

$$A_i = (\sum_j B_j D_j d_{ij}^{-b})^{-1} \quad (۳۶-۵)$$

$$B_j = (\sum_i A_i O_i d_{ij}^{-b})^{-1} \quad (۳۷-۵)$$

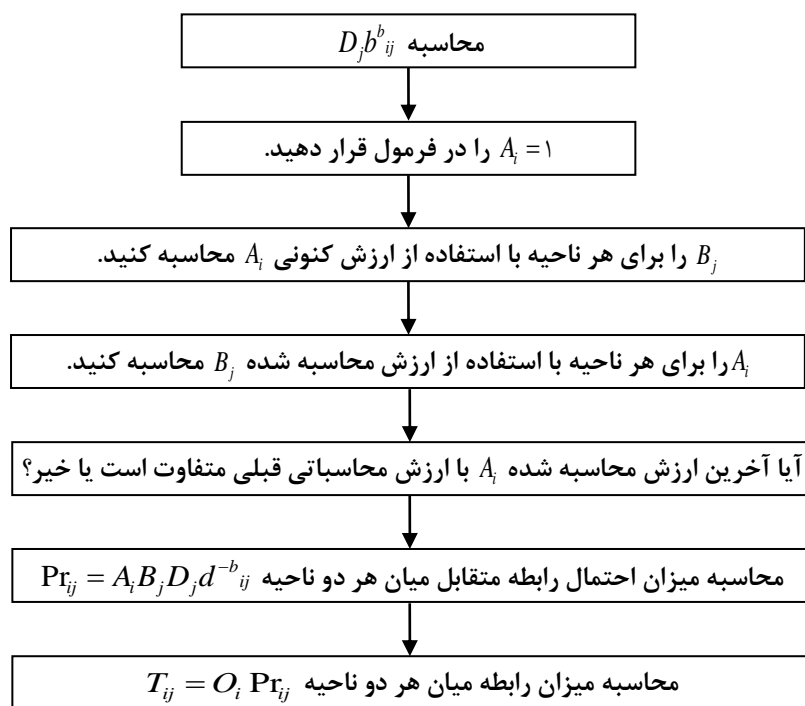
افزودن جمله  $B_j$  به مدل رعایت دو قید را تضمین می‌کند.

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad (۳۸-۵)$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j \quad (۳۹-۵)$$

مبدأها ( $O_i$ ) و مقصدهای ( $D_j$ ) معلوم را می‌توان به طور دقیق از اطلاعات رابطه متقابل به‌دست آورد. این نکته حائز اهمیت است که عبارت  $A_i$  شامل جمله  $B_j$  می‌باشد، در حالی که  $B_j$  نیز شامل  $A_i$  می‌باشد. این بدان مفهوم است که  $A_i$  و  $B_j$  باید به عملی مکرر محاسبه شوند؛ یعنی با استفاده از ارزش  $A_i$  در یک مرحله ارزش  $B_j$  به‌دست می‌آید. سپس ارزش محاسبه شده  $B_j$  برای محاسبه ارزش جدید  $A_i$  به‌کار می‌رود، این ارزش جدید با ارزش اولیه  $A_i$  متفاوت است. ارزش جدید  $A_i$  را در معادله برای محاسبه  $B_j$  قرار داده، ارزش جدیدی برای  $B_j$  به‌دست می‌آید. سپس این ارزش جدید  $B_j$  در معادله‌ای که برای محاسبه  $A_i$  به‌کار می‌رود قرار داده و ارزش جدیدی برای  $A_i$  محاسبه می‌گردد. این فرایند تا آن‌جا که تفاوتی میان ارزش‌های قبلی  $A_i$  و  $B_j$  ارزش جدیدی که محاسبه گردیده وجود نداشته باشد ادامه می‌یابد! البته بایستی توجه نمود که به‌دست آوردن ارزش  $A_i$  و  $B_j$  به صورت دستی، خسته‌کننده و دشوار است که بهتر است از برنامه رایانه‌ای استفاده گردد. شکل (۳-۵) شمای کلی گردش مدل دو قیدی را نشان می‌دهد.





شکل (۵-۳): شمای گردش مدل جاذبه دو قیدی

منبع: همان منبع

### مدل لاوری<sup>۱</sup>

در سال (۱۹۶۴) لاوری مدلی را برای یک کلان‌شهر ارائه داد. ابداع مهم لاوری، مدل‌سازی شهری است که وی در ساخت این مدل، فرآیند پیش‌بینی و تخصیص را با هم ترکیب کرد. سه عنصر مهم سیستم شهری در چهارچوب یک مدل با یکدیگر مرتبط می‌شود و مدل به توصیف آن سه عنصر جمعیت، اشتغال و ابزار ارتباط میان آن‌ها می‌پردازد و تحولات شهر را پیش‌بینی می‌کند. میزان فعالیت‌ها در مدل لاوری به کمک روش اقتصاد پایه تعیین می‌شود. در واقع این مدل ابعاد کاربری زمین را وابسته به رابطه

۱- Lowry Model.

اشتغال پایه و غیرپایه در یک منطقه سکونت و کار و غیره می‌پردازد. برای شروع کار این مدل، ابتدا بایستی فعالیت‌های پایه و غیرپایه را از هم تفکیک کرد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$E = B + S \quad (۴۰-۵)$$

E: تعداد مشاغل،

B: مشاغل پایه،

$$P = aE \quad (۴۱-۵)$$

S: مشاغل خدماتی،

P: جمعیت،

$$a = \frac{P}{E} \quad (۴۲-۵)$$

$\alpha$ : ضریب وابستگی،

P: نسبت مشاغل خدماتی به کل جمعیت.

$$S = \beta P \quad (۴۳-۵)$$

$$\beta = \frac{S}{P} \quad (۴۴-۵)$$

با داشتن مقادیر  $\alpha$  و  $\beta$  می‌توان نحوه پیش‌بینی جمعیت و اشتغال را بر اساس روش اقتصاد پایه محاسبه نمود.

$$P_{(۱)} = aB \quad (۴۵-۵)$$

می‌توان مشاغل خدماتی را بر اساس مورد نیاز جمعیت پایه  $P_{(۱)}$  را به صورت زیر به‌دست آورد:

$$D_{(۱)} = \beta P_{(۱)} \quad (۴۶-۵)$$

و اگر جمعیت وابسته را  $P_{(۲)}$  بنامیم می‌توان گفت:

$$P_{(۲)} = aD_{(۱)} \quad (۴۷-۵)$$

و این جمعیت اضافی نیاز به تعدادی مشاغل خدماتی  $D_{(r)}$  دارند، بنابراین:

$$D_{(r)} = \beta P_{(r)} \quad (48-5)$$

به همین ترتیب رشد اخیر مشاغل خدماتی  $D_{(r)}$  جمعیت وابسته به خود  $P_{(r)}$  را به دنبال خواهد داشت. این جمعیت نیز تعداد بیشتری مشاغل خدماتی را ایجاد خواهد نمود. و به همین ترتیب این دور تسلسل ادامه می‌یابد. در واقع میزان رشد خدماتی و جمعیت به آن در هر دور تسلسل کمتر می‌شود تا این‌که به حد ناچیز و بی‌اهمیتی می‌رسد. مجموع رشد مشاغل خدماتی در هر دور تسلسل نمایانگر کل مشاغل خدماتی پیش‌بینی شده است و مجموع رشد جمعیت وابسته به خدمات کل جمعیت وابسته به خدمات را تعیین می‌کند. زمانی که این میزان رشد به حد ناچیزی تقلیل یابد، گفته می‌شود که حاصل جمع‌ها در هر دور تسلسل به هم نزدیک می‌شوند و تغییر چندانی نمی‌یابند.

$$D_{(1)} + D_{(r)} = D_{(r)} + \dots + D_{(N)} \quad (49-5)$$

بعد از پیش‌بینی جمعیت و اشتغال، تعیین مکان احتمالی استقرار این فعالیت‌ها در منطقه نیز مورد نظر آنان می‌باشد. با هدف فرض معلوم نمودن مکان مشاغل پایه یا حتی دگرگونی‌های احتمالی مکان صنایع، به دنبال یافتن مکان مناسب برای جمعیت در رابطه با مکان اشتغال مورد نظر است. ساختار کلی مدل برای توزیع فعالیت‌ها و جمعیت در مناطق به شرح زیر می‌باشد.

$$P_i = G \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{d_{ij}} \quad (50-5)$$

$P_j$ : میزان جمعیت تخصیص داده شده به  $j$ ؛

$E_i$ : مشاغل پایه در  $i$ ؛

$d_{ij}$ : شاخص سفر که منعکس‌کننده میزان موانع یا عوامل بازدارنده میان  $i$  و  $j$

می‌باشد.

$G$ : ضریب اطمینان اینکه مقدار  $\sum_j P_j$  کل رشد پیش‌بینی شده جمعیت ( $P$ ) برابر

می‌باشد.

شکل‌های خاصی از مدل لاوری که بر اساس اصلاحات انجام شده توسط گرین<sup>۱</sup> (۱۹۶۶) به وجود آمده‌اند، بیش از همه مورد استفاده قرار گرفته‌اند، گرین از نسبت روابط متقابل بر اساس مدل جاذبه‌ای برای اصلاح مدل لاوری استفاده نمود. در واقع پایه و اساس آن مدل جاذبه تک قیدی بنا نهاده شده است که به شرح ذیل می‌باشد:

$$T_{ij} = E_i A_i P_j d_{ij}^{-1} \quad (51-5)$$

$T_{ij}$ : مقدار فعالیت تخصیص داده شده از منطقه  $i$  به منطقه  $j$  است.

$E_i$ : کل مقدار فعالیت تخصیص داده شده از منطقه  $j$  می‌باشد (یعنی تعداد شاغلین در منطقه  $i$ ).

$$A_i = \left( \sum_{j=1}^n P_j d_{ij}^{-1} \right)^{-1} \quad \text{در} \quad A_i P_j d_{ij}^{-1} \quad (52-5)$$

حالی که

احتمال رابطه متقابل میان منطقه‌های  $i$  و  $j$  بوده و  $P_j$  میزان جاذبه منطقه می‌باشد. بنابراین تعداد شاغلان که در هر منطقه  $j$  کار می‌کنند:

$$\sum_{i=1}^n T_{ij} = P_j \quad (53-5)$$

بوده و تعداد کل جمعیتی که در هر منطقه زندگی می‌کنند:

$$P_j = a \sum_{i=1}^n T_{ij} \quad (54-5)$$

می‌باشد. یا به عبارتی دیگر حاصل ضرب کارگرانی که در منطقه  $j$  زندگی می‌کنند در ضریب جمعیت ( $a$ ). تاکنون در تمام موارد کاربرد این مدل، اساس میزان جاذبه هر منطقه را جمعیت موجود آن منطقه تشکیل داده است، اگر جمعیت موجود در منطقه  $j$  را با  $P_j$  نشان دهیم عنصر مکان مسکونی مدل گرین - لاوری می‌توان چنین نوشت:

$$T_{ij} = A_i E_i P_j d_{ij}^{-b} \quad (55-5)$$

در حالی که:

۱- Garin.

$$A_i = \left( \sum_{j=1} P_j d_{ij}^{-b} \right)^{-1} \quad (56-5)$$

مدلی که لاوری پیشنهاد کرده بود تنها به بررسی تعداد کل شاغلین و جمعیت می‌پرداخت و بررسی تفکیک مشاغل پایه و خدماتی را نیز انجام می‌داد. به دنبال اصلاحات گرین، این مدل با استفاده از ترکیب اقتصاد پایه و فرآیند تخصیص میان جمعیت وابسته به مشاغل پایه و خدماتی تمایز قایل شد. در این مدل ابتدا با استفاده از بخش مکان مسکونی (مدل جاذبه‌ای) مکان سکونت شاغلین پایه مشخص می‌شود. پس مکان مشاغل به عنوان داده مدل می‌باشد. سپس در اولین مرحله شاغلین پایه با استفاده از مدل جاذبه به مناطق مسکونی تخصیص می‌یابند. حال اگر  $E_i$  فقط شاغلین پایه در منطقه  $i$  و  $T_{ij}$  تعداد شاغلین پایه‌ای که در منطقه  $i$  کار کرده و در منطقه  $j$  زندگی می‌کنند باشد، می‌توان جمعیت پایه‌ای که در منطقه زندگی می‌کنند را با ضرب کردن کل تعداد کارگران پایه‌ای در  $(\sum_i T_{ij})$  زندگی می‌کنند در ضریب جمعیت  $\alpha$  به دست آورد. اگر جمعیت پایه در  $Z$  را با  $P_{(j)(\cdot)}$  نشان دهیم، پس:

$$P_{j(\cdot)} = a \sum_i T_{ij} \quad (57-5)$$

برای به دست آوردن مشاغل خدماتی مورد نیاز می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$D_{j(\cdot)} = \beta P_{j(\cdot)} \quad (58-5)$$

این معادله تعداد مشاغل خدماتی مورد نیاز افرادی که در منطقه  $Z$  زندگی می‌کند را نشان می‌دهد. مرحله بعدی تخصیص این مشاغل به مراکز خدماتی است. این عمل با استفاده از مدل جاذبه تک قیدی انجام می‌پذیرد.

$$S_{ij(\cdot)} = B_j D_{j(\cdot)} S_i d_{ij}^{-a} \quad (59-5)$$

در حالی که:

$$B_j = \left( \sum_i S_i d_{ij}^{-a} \right)^{-1} \quad (60-5)$$

بار دیگر میزان جاذبه هر منطقه بر حسب مقدار فعالیت موجود در منطقه (در این مورد مشاغل خدماتی در منطقه  $i$  تا  $S_i$ ) محاسبه می‌گردد. سپس  $S_{ij(\cdot)}$  نمایانگر تعداد مشاغل خدماتی مورد نیاز جمعیت ساکن در منطقه  $Z$  که در منطقه  $i$  کار می‌کنند

می‌باشد. بنابراین اولین جزء مشاغل خدماتی  $S_{i(1)}$  با جمع  $S_{ij(1)}$  برای تمام مقادیر به دست می‌آید:

$$S_{i(1)} = \sum_j S_{ij} \quad (61-5)$$

حاصل این معادله نشان‌دهنده تعداد مشاغل خدماتی در منطقه (i) می‌باشد. تعداد کل مشاغل خدماتی در تمام مناطق از مجموع مشاغل خدماتی هر منطقه به دست خواهد آمد، یعنی:

$$S_{(1)} = \sum_i \sum_j S_{ij} \quad (62-5)$$

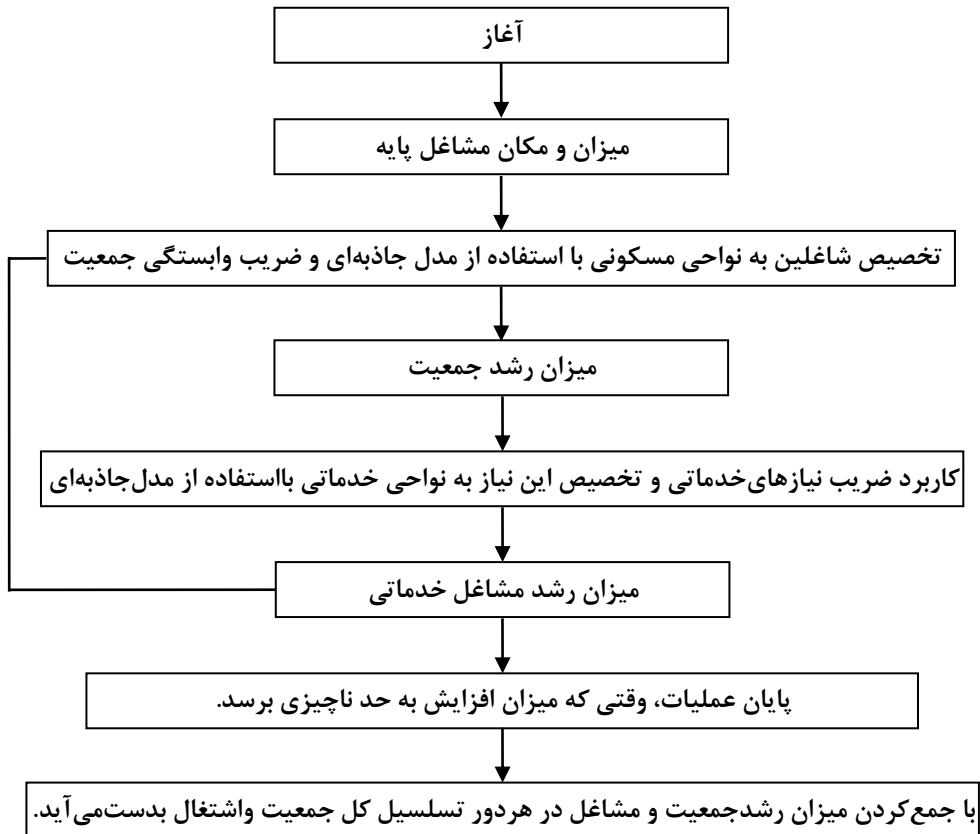
پس باید میزان جمعیت وابسته به  $S_{i(1)}$  را به دست آورد. این عمل با جایگزینی  $S_{i(1)}$  به جای  $E_{i(1)}$  در معادله (5-55) مسیر می‌گردد؛ این عمل محاسبه مکان شاغلین خدماتی در مناطق مسکونی را ممکن می‌سازد. پس معادله (5-58) جمعیت وابسته به خدمات را با استفاده از ضریب جمعیت محاسبه می‌نماید، این سلسله عملیات مرتباً تکرار می‌شود تا اینکه میزان افزایش جمعیت وابسته به خدمات ناچیز و بی‌اهمیت شده و در نتیجه نهایی تأثیر چندانی نداشته باشد. سلسله محاسبات مدل در شکل (5-4) نمایش داده شده است.

مثال: می‌خواهیم در یک منطقه‌ای که دارای سه ناحیه است، با استفاده از مدل لاوری که مکان شاغلین پایه مشخص است مکان جمعیت و شاغلین خدماتی را پیش‌بینی کنیم. (البته چون مکان‌های واقعی مشخص است به دنبال آنیم که نتایج مدل را با واقعیت مقایسه کنیم، در صورتی که مدل برای پیش‌بینی به کار رود می‌توان از اطلاعات پایه استفاده نمود). و فرض بر این است که نمای  $b$  و  $a$  بر اساس عمل تنظیم برابر دو است.

جدول (5-11): جدول وضع موجود کل جمعیت و مشاغل نواحی سه‌گانه.

ناحیه	مشاغل پایه	مشاغل خدماتی	کل مشاغل	کل جمعیت
۱	۱۲۰۰	۶۰۰	۲۰۰۰	۹۵۰۰
۲	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۱۷۵۰۰
۳	۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۲۰۵۰۰

جمع	۹۴۰۰	۱۲۶۰۰	۲۲۰۰۰	۴۷۵۰۰
-----	------	-------	-------	-------



شکل (۵-۴): شمای گردش مدل لاوری

منبع: همان منبع، ص ۱۳۰.

جدول (۵-۱۲): ماتریس زمان / مسافت.

از \ به	۱	۲	۳
۱	۲	۸	۶
۲	۸	۳	۴

۳	۶	۴	۳
---	---	---	---

مرحله اول: محاسبه ضریب جمعیت و نسبت مشاغل خدماتی به کل جمعیت:

$$a = \frac{P}{E} = \frac{۴۷۵۰۰}{۲۲۰۰۰} = ۲/۱۵۹$$

$$\beta = \frac{۱۲۶۰۰}{۴۷۵۰۰} = ۰/۲۶۵$$

مرحله دوم: تخصیص شاغلین پایه،  $E_i$  به نواحی مسکونی است، این عمل با استفاده از مدل جاذبه تک قیدی انجام می‌شود:

$$T_{ij} = E_i A_i P_j d_{ij}^{-\tau}$$

در حالی که:

$$A_i = (\sum_j P_j d_{ij}^{-\tau})^{-1}$$

اول باید احتمال رابطه متقابل را محاسبه نمود، این محاسبه با این جمله نشان داده شود:

$$(Pr_{ij})^P = A_i P_j d_{ij}^{-\tau}$$

برای انجام این عمل باید محاسبه  $(P_j d_{ij}^{-\tau})$  را برای هر دو ناحیه انجام دهیم:

جدول (۵-۱۳): محاسبه محاسبه  $(P_j d_{ij}^{-\tau})$ .

i \ j	j=۱	j=۲	j=۳	$\sum_j P_j d_{ij}^{-\tau}$
i=۱	$\frac{۹۵۰۰}{۲^{\tau}} = ۲۳۷۵$	$\frac{۱۷۵۰۰}{۸^{\tau}} = ۲۷۳/۴۳$	$\frac{۲۰۵۰۰}{۶^{\tau}} = ۵۶۹/۴۵$	۳۲۱۷/۸۸
i=۲	$\frac{۹۵۰۰}{۸^{\tau}} = ۱۴۸/۴۳$	$\frac{۱۷۵۰۰}{۳^{\tau}} = ۱۹۴۴/۴۴$	$\frac{۲۰۵۰۰}{۴^{\tau}} = ۱۲۸۱/۲۵$	۳۳۷۴/۱۳
i=۳	$\frac{۹۵۰۰}{۶^{\tau}} = ۲۶۳/۸۸$	$\frac{۱۷۵۰۰}{۴^{\tau}} = ۱۰۹۳/۷۵$	$\frac{۲۰۵۰۰}{۳^{\tau}} = ۲۲۷۷/۷۸$	۳۶۳۵/۴۲



---

حال می‌توان رابطه متقابل را به صورت زیر محاسبه نمود:

جدول (۵-۱۴): محاسبه  $(Pr_{ij})^p = (A_i P_i d_{ij}^{-r})$

$i \backslash j$	$j=1$	$j=2$	$j=3$
$i=1$	$\frac{2375}{3217/88} = 0.738$	$\frac{273/43}{3217/88} = 0.85$	$\frac{569/45}{3217/88} = 0.177$
$i=2$	$\frac{148/43}{3217/88} = 0.44$	$\frac{1944/44}{3374/13} = 0.576$	$\frac{1281/25}{3374/13} = 0.38$
$i=3$	$\frac{263/88}{3635/42} = 0.73$	$\frac{1093/75}{3635/42} = 0.301$	$\frac{2277/78}{3635/42} = 0.626$

تخصیص شاغلین پایه به نواحی به سادگی محاسبه می‌گردد:

جدول (۵-۱۵): محاسبه  $T_{ij(1)} = E_j(Pr_{ij})^p$

$i \backslash j$	$j=1$	$j=2$	$j=3$
$i=1$	$1400 \times 0.738 = 1033$	$1400 \times 0.85 = 119$	$1400 \times 0.177 = 248$
$i=2$	$2000 \times 0.44 = 88$	$2000 \times 0.576 = 1152$	$2000 \times 0.38 = 760$
$i=3$	$6000 \times 0.73 = 438$	$6000 \times 0.301 = 1806$	$6000 \times 0.626 = 3756$
$\sum_j T_{ij(1)}$	۱۵۵۹	۳۰۷۷	۴۷۶۴

هر یک از اعداد نشان‌دهنده تعداد شاغلین پایه در ناحیه  $i$  می‌باشد، که در ناحیه  $j$  زندگی می‌کنند. بنابراین کل شاغلینی که در هر ناحیه زندگی می‌کنند از جمع اعداد ستون‌ها به دست می‌آید:

$$J = \sum T_{ij(1)} \quad (\text{کل شاغلین پایه ساکن در هر ناحیه})$$

برای به دست آوردن کل جمعیت پایه در هر ناحیه، باید شاغلین ساکن را در ضریب جمعیت ضرب نمود.

$$P_{j(1)} = a \sum_i T_{ij(1)}$$

بنابراین جمعیت پایه هر ناحیه را به ترتیب زیر می‌توان محاسبه نمود:

$$P_1(1) = 2/159 \times 1559 = 3366$$

$$P_2(1) = 2/159 \times 3077 = 6643$$

$$P_3(1) = 2/159 \times 4764 = 10285$$

مرحله سوم: محاسبه مشاغل خدماتی مورد نیاز جمعیت در هر ناحیه، که از طریق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D_{j(i)} = \beta P_{j(i)}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$P_1(1) = 0/265 \times 3366 = 892$$

$$P_2(1) = 0/265 \times 6643 = 1760$$

$$P_3(1) = 0/265 \times 10286 = 2726$$

مرحله چهارم: مکان‌یابی مشاغل خدماتی مورد نیاز نواحی مسکونی (j) به نواحی اشتغال (i) از طریق مدل جاذبه. همان طوری که احتمال رابطه متقابل برای مدل مکان جمعیت  $(P_{ij})^p$  محاسبه گردید، حال باید احتمال رابطه متقابل را برای مدل مکان اشتغال خدماتی از طریق رابطه‌های زیر محاسبه نماییم:

$$S_{ji(i)} = B_j D_{j(i)} S_i d_{ij}^{-\tau}$$

در حالی که:

$$B_j = (\sum_i S_i d_{ij}^{-\tau})^{-1}$$

بنابراین احتمال رابطه متقابل چنین است:

$$(\text{Pr}_{ij})^s = B_j S_i d_{ij}^{-\tau}$$

به صورت قبل  $S_i d_{ij}^{-\tau}$  را برای هر دو ناحیه محاسبه نمود. سپس مجموع آن‌ها را به دست آورد:

جدول (۵-۱۶): محاسبه رابطه  $S_i d_{ij}^{-\tau}$ .

$i \backslash j$	$j=1$	$j=2$	$j=3$
$i=1$	$\frac{600}{2^2} = 150$	$\frac{600}{8^2} = 9/38$	$\frac{600}{6^2} = 16/67$
$i=2$	$\frac{2000}{8^2} = 31/25$	$\frac{2000}{3^2} = 222/22$	$\frac{2000}{4^2} = 125$
$i=3$	$\frac{10000}{6^2} = 227/78$	$\frac{10000}{4^2} = 625$	$\frac{10000}{3^2} = 1111/11$
$\sum_i S_i d_{ij}^{-\tau}$	۴۵۹/۰۳	۸۵۶/۶	۱۲۵۲/۷۸

حال می‌توان  $(Pr_{ij})^s$  را محاسبه نمود:

جدول (۵-۱۷): محاسبه  $(Pr_{ij})^s = S_i d_{ij}^{-\tau} (\sum_i S_i d_{ij}^{-\tau})^{-1}$ .

$i \backslash j$	$j=1$	$j=2$	$j=3$
$i=1$	$\frac{150}{459/0.3} = 0/33$	$\frac{9/38}{856/6} = 0/01$	$\frac{16/67}{1252/78} = 0/01$
$i=2$	$\frac{31/25}{459/0.3} = 0/07$	$\frac{222/22}{856/6} = 0/26$	$\frac{125}{1252/78} = 0/1$
$i=3$	$\frac{227/78}{459/0.3} = 0/6$	$\frac{625}{856/6} = 0/73$	$\frac{1111/11}{1252/78} = 0/89$

اکنون می‌توانیم مشاغل خدماتی مورد نیاز ساکنین هر ناحیه را به نواحی اشتغال

تخصیص دهیم:

$$S_{ji} = D_{j(i)} (Pr_{ji})^s$$

$$S_{11} = D_1(i) (Pr_{11})^s = 892 \times 0/33 = 294$$

$$S_{12} = D_1(i) (Pr_{12})^s = 892 \times 0/07 = 63$$

$$S_{13} = D_1(i) (Pr_{13})^s = 892 \times 0/6 = 535$$

$$S_{21} = D_2(i) (Pr_{21})^s = 1760 \times 0/01 = 18$$

$$S_{33} = D_1(1)(Pr_{33})^5 = 1760 \times 0.26 = 458$$

$$S_{32} = D_1(1)(Pr_{32})^5 = 1760 \times 0.73 = 1285$$

$$S_{31} = D_1(1)(Pr_{31})^5 = 2726 \times 0.1 = 28$$

$$S_{23} = D_1(1)(Pr_{23})^5 = 2726 \times 0.1 = 273$$

$$S_{22} = D_1(1)(Pr_{22})^5 = 2726 \times 0.89 = 2426$$

حال نتایج را می‌توان به شکل ماتریس نشان داد:

جدول (۵-۱۸): نمایش  $S_{ji}$  در ماتریس.

i \ j	j=۱	j=۲	j=۳	$\sum_j S_{ji}$
i=۱	۲۹۴	۱۸	۲۸	۳۴۰
i=۲	۶۳	۴۵۸	۲۷۳	۷۹۴
i=۳	۵۳۵	۱۲۸۵	۲۴۲۶	۴۲۴۶

اکنون یک دور تسلسل اقتصاد پایه را کامل نمودیم و یک بخش از جمعیت و مشاغل خدماتی را به دست آوردیم. نتایج دور اول به شرح زیر است:

جدول (۵-۱۹): نتایج دور اول محاسبات.

ناحیه	اشتغال پایه	جمعیت وابسته	تعداد اشتغال خدماتی
۱	۱۴۰۰	۳۳۶۶	۳۴۰
۲	۲۰۰۰	۶۶۴۳	۷۹۴
۳	۶۰۰۰	۱۰۲۸۶	۴۲۴۶

حال مدل همان توالی محاسبات را تا آنجا تکرار خواهد نمود تا جمعیت و مشاغل خدماتی مورد نیاز به دست آید. دومین دور محاسباتی مدل به صورت دور اول، با مشاغل پایه شروع نمی‌شود بلکه با بخشی از مشاغل خدماتی که دور اول محاسبه گردید آغاز می‌شود.

اولین مرحله تخصیص شاغلین خدماتی به نواحی مسکونی است. در این مرحله احتمالات رابطه متقابل در هر دو مدل جاذبه‌ای که برای تخصیص مورد استفاده قرار گرفته است، از یک دور محاسباتی تا دور محاسباتی دیگر بدون تغییر باقی خواهد ماند. زیرا این احتمالات بر اساس ارزش‌هایی که توسط مکانیزم اقتصاد پایه ایجاد شده است نبوده بلکه این بر اساس اطلاعات و آمار گذشته که در تکرار محاسبات تغییر نمی‌کند استوار است. بنابراین لازم نیست که احتمالات رابطه متقابل را دوباره محاسبه نمود. پس، در آغاز باید شاغلین پایه را در مناطق مسکونی قرار داد: برای انجام این عمل،  $S_{i(1)}$  را به جای  $E_i$  جایگزین می‌سازیم. بنابراین:

$$T_{ij^{(2)}} = S_{i(1)} (Pr_{ij})^p$$

جدول (۵-۲۰): محاسبه  $T_{ij^{(2)}}$ .

$i \backslash j$	$j=1$	$j=2$	$j=3$
$i=1$	$34 \times 0.738 = 251$	$34 \times 0.085 = 28$	$34 \times 0.177 = 60$
$i=2$	$794 \times 0.044 = 35$	$794 \times 0.576 = 457$	$794 \times 0.380 = 302$
$i=3$	$4246 \times 0.073 = 310$	$4246 \times 0.301 = 1278$	$4246 \times 0.626 = 2658$
$\sum_i T_{ij^{(2)}}$	596	1764	3020

حال جمعیت مسکونی وابسته به شاغلین خدماتی را محاسبه می‌کنیم

$$P_{j^{(2)}} = a \sum_i T_{ij^{(2)}}$$

بنابراین:

$$P_1^{(2)} = 2/159 \times 596 = 1287$$

$$P_2^{(2)} = 2/159 \times 1764 = 3809$$

$$P_3^{(2)} = 2/159 \times 3018 = 6516$$

دوباره این جمعیت خدمات جدیدی احتیاج خواهند داشت:

$$D_{j^{(2)}} = \beta P_{j^{(2)}}$$

$$D_1^{(2)} = 0.265 \times 1284 = 341$$

$$D_r(2) = 0.265 \times 38.09 = 10.09$$

$$D_r(2) = 0.265 \times 65.19 = 17.28$$

اکنون مشاغل خدماتی افزوده شده باید به مناطق اشتغال تخصیص یابند.

$$S_{ji(r)} = D_{j(r)} (Pr_{ji})^s$$

جدول (۵-۲۱): محاسبه  $S_{ji}$ .

i \ j	j=1	j=2	j=3	$\sum_j S_{ji}$
i=1	$341 \times 0.33 = 113$	$10.09 \times 0.1 = 1.0$	$17.28 \times 0.1 = 1.7$	140
i=2	$341 \times 0.7 = 24$	$10.09 \times 0.26 = 2.63$	$17.28 \times 0.1 = 1.73$	460
i=3	$341 \times 0.6 = 205$	$10.09 \times 0.73 = 7.37$	$17.28 \times 0.89 = 15.38$	4279

نتایج دومین دور محاسبات در جدول (۵-۲۲) نشان داده شده است. باید توجه داشت که نتایج میزان جمعیت و اشتغال در این دور کمتر از اولین دور است. در واقع این بخش‌ها در هر دور محاسباتی کمتر می‌شود.

جدول (۵-۲۲): نتایج دور دوم.

ناحیه	جزء جمعیت	جزء مشاغل خدماتی
۱	۱۲۸۷	۱۴۰
۲	۳۸۰۹	۴۶۰
۳	۶۵۱۶	۲۴۷۹

شروع محاسبات دور سوم نیز همانند دور دوم است. ابتدا با  $T_{ij(r)}$  محاسبه می‌گردد.

$$T_{ij(r)} = S_{i(r)} (Pr_{ij})^p$$

جدول (۵-۲۳): محاسبه  $T_{ij(r)}$ .

i \ j	j=1	j=2	j=3
i=1	$140 \times 0.738 = 103$	$140 \times 0.85 = 12$	$140 \times 0.177 = 25$
i=2	$460 \times 0.44 = 20$	$460 \times 0.576 = 265$	$460 \times 0.38 = 175$
i=3	$2479 \times 0.73 = 181$	$2479 \times 0.301 = 746$	$2479 \times 0.626 = 1551$
$\sum_i T_{ij(r)}$	304	1023	1751

حال جمعیت مسکونی وابسته به شاغلین خدماتی را محاسبه می‌کنیم:

$$P_{j(\tau)} = a \sum_i T_{ij(\tau)}$$

بنابراین:

$$P_1(\tau) = 2/159 \times 304 = 656$$

$$P_2(\tau) = 2/159 \times 1023 = 2209$$

$$P_3(\tau) = 2/159 \times 1751 = 3780$$

دوباره این جمعیت خدمات جدیدی احتیاج خواهند داشت:

$$D_{j(\tau)} = \beta P_{j(\tau)}$$

$$D_1(\tau) = 0/265 \times 656 = 174$$

$$D_2(\tau) = 0/265 \times 2209 = 585$$

$$D_3(\tau) = 0/265 \times 3780 = 1002$$

اکنون مشاغل خدماتی افزوده شده باید به مناطق اشتغال تخصیص یابند.

$$S_{ji(\tau)} = D_{j(\tau)} (Pr_{ji})^s$$

جدول (۵-۲۴): محاسبه  $S_{ji(\tau)}$ .

i \ j	j=1	j=2	j=3	$\sum_j S_{ji}$
i=1	$174 \times 0/33 = 57$	$585 \times 0/01 = 6$	$1002 \times 0/01 = 10$	73
i=2	$174 \times 0/07 = 12$	$585 \times 0/26 = 152$	$1002 \times 0/1 = 100$	264
i=3	$174 \times 0/6 = 104$	$585 \times 0/73 = 427$	$1002 \times 0/89 = 892$	1423

نتایج دور سوم در جدول (۵-۲۵) نشان داده شده است.

جدول (۵-۲۵): نتایج دور سوم محاسباتی

ناحیه	جزء جمعیت	جزء مشاغل خدماتی
۱	۶۵۶	۷۳
۲	۲۲۰۹	۲۶۴



۳	۳۷۸۰	۱۴۲۳
---	------	------

به صورتی این توالی محاسباتی را تا آنجا تکرار خواهیم نمود تا جمعیت و مشاغل خدماتی مورد نیاز به دست آید. در واقع برای این مثال، ۱۵ دور محاسباتی برای متعادل ساختن جمعیت و کل مشاغل لازم است که در این جا فقط سه دور آورده شده در بقیه دورها فقط نتایج دورها نشان داده شده است. بعد از انجام آخرین دور محاسباتی، بخش‌ها با یکدیگر جمع می‌شوند تا برآورد مدل از هر کدام از فعالیت‌های (جمعیت و مشاغل) بر حسب منطقه مشخص گردد.

جدول (۵-۲۶): نتایج دوره‌های محاسباتی.

شمار دور محاسباتی	ناحیه اشتغال خدماتی				جمعیت ناحیه			
	۱	۲	۳	جمع	۱	۲	۳	جمع
۱	۳۴۰	۷۹۲	۴۲۴۶	۵۳۸۰	۳۳۶۶	۶۶۴۳	۱۰۲۸۶	۲۰۲۹۵
۲	۱۴۰	۴۶۰	۲۴۷۹	۳۰۷۹	۱۲۸۴	۳۸۰۹	۶۵۱۸	۱۱۶۱۱
۳	۷۳	۲۹۴	۱۳۲۷	۱۶۹۴	۶۵۶	۲۲۰۹	۳۷۸۰	۶۶۴۵
۴	۴۴	۱۵۲	۸۱۶	۱۰۱۲	۳۷۲	۱۲۶۸	۲۱۷۳	۳۸۱۳
۵	۲۵	۸۷	۲۶۸	۵۸۰	۲۱۲	۷۲۷	۱۲۴۵	۲۱۸۴
۶	۱۲	۴۶	۲۶۸	۳۲۸	۱۲۱	۴۱۷	۷۱۳	۱۲۵۱
۷	۸	۲۹	۱۵۳	۱۹۰	۷۰	۲۳۹	۴۰۹	۷۱۸
۸	۵	۱۷	۸۸	۱۱۰	۴۰	۱۳۶	۲۳۴	۴۱۰
۹	۳	۹	۵۰	۶۲	۲۳	۷۸	۱۳۴	۲۳۵
۱۰	۲	۵	۲۹	۳۷	۱۳	۴۵	۷۷	۱۳۵
۱۱	۱	۳	۱۷	۲۱	۸	۲۶	۴۴	۷۸
۱۲	۱	۲	۱۰	۱۳	۵	۱۵	۲۵	۴۵
۱۳	۰	۱	۵	۶	۳	۹	۱۵	۲۷
۱۴	۰	۱	۳	۴	۲	۵	۹	۱۶
۱۵	۰	۰	۲	۲	۱	۳	۵	۹
جمع	۶۵۶	۱۹۰۰	۹۹۶۱	۱۲۵۱۷	۶۱۷۶	۱۵۶۲۹	۲۵۶۶۷	۴۷۴۷۲

حال میزان جمعیت و اشتغال پیش‌بینی شده را می‌توان با مقادیر واقعی مقایسه نمود.

جدول (۵-۲۷): مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی.

ناحیه	اشتغال خدماتی		کل اشتغال		کل جمعیت	
	واقعی	پیش‌بینی شده	واقعی	پیش‌بینی شده	واقعی	پیش‌بینی شده
۱	۶۰۰	۶۵۶	۲۰۰۰	۲۰۵۶	۹۵۰۰	۶۱۷۶
۲	۲۰۰	۱۹۰۰	۴۰۰۰	۳۹۰۰	۱۷۵۰۰	۱۵۶۲۹
۳	۱۰۰۰۰	۹۹۶۱	۱۶۰۰۰	۱۵۹۶۱	۲۰۵۰۰	۲۵۶۶۷
جمع	۱۲۶۰۰	۱۲۵۱۷	۲۲۰۰۰	۲۱۹۱۷	۴۷۵۰۰	۴۷۴۷۲

چنین به نظر می‌رسد که مدل در پیش‌بینی میزان و توزیع اشتغال موفق بوده است، پیش‌بینی جمعیت و اشتغال دقیق بوده هر چند که در توزیع آن پیش‌بینی تقریباً خوب نبوده است.



## • فصل ششم

### مدل‌های رشد، اندازه و ساختار فضایی شهر

اندازه و سلسله مراتب شهری مدت‌های مدید منبع جالب توجهی برای محققین بوده است، از جمله مباحثی است که از گذشته‌های دور ذهن جغرافی‌دانان را به خود معطوف داشته است. منظور از سلسله مراتب شهری، طبقه‌بندی شهرها برحسب اهمیت کارکردی‌شان است که به موجب آن کنش‌های متقابل بین مناطق شهری و ارتباطات بین بخش‌های مختلف یک نظام سلسله مراتبی، نشان‌دهنده جنبه‌های خود نظام خواهد بود.

مرکز ثقل مدل‌های مکان مرکزی به کشور آلمان برمی‌گردد. اولین مدل‌های مکان مرکزی توسط والتر کریستالر در سال ۱۹۳۳ عنوان شد. او در مطالعات خود به وجود یک شبکه شهری که هر شهر از لحاظ وسعت به طبقه به خصوصی متعلق است پی برد. و مهم‌تر از همه متوجه شد که رابطه مستقیمی بین اندازه شهر و تعداد شهرهایی که در آن طبقه از اندازه شهر است، وجود دارد.<sup>۱</sup> در واقع وی می‌خواست بداند چه چیزهایی تعداد، اندازه و توزیع شهرها را تعیین می‌کنند. او با توجه به «مرتبیه» و «آستانه» کالا و خدمات به این سؤال پاسخ داد که کالاها با آستانه بالاتر و مرتبه‌های وسیع‌تر، به کالاها و خدمات مرتبه بالا معروف هستند. کالاها و خدمات با مرتبه پایین‌تر، آستانه‌های کوچک‌تر و مرتبه‌های محدودتری دارند.<sup>۲</sup> در این فصل مدل‌های مختلف مکان مرکزی سلسله مراتب شهری از جمله مدل وان تونن، والتر کریستالر، زیپف و ... همراه با روش‌های مختلف رشد و اندازه شهری به طور مفصل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

---

۱- شیرانی، (۱۳۸۲)، صص ۱۲۷-۱۲۶.

۲- شورت، (۱۳۸۱)، صص ۵۸-۵۷.

### مدل مکان مرکزی وان تونن

یکی از مدل‌های معروف مکان‌یابی مربوط به «یوهان هنریک وان تونن»<sup>۱</sup> آلمانی است که در سال ۱۸۲۶م. ارائه شد. وی عنوان کرد که الگوی کاربردی زمین با قیمت کالاهای کشاورزی و هزینه تولید آن‌ها رابطه مستقیمی دارد و یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده هزینه تولید کالاهای مختلف، فاصله محل تولید تا مرکز فروش است. وان تونن برای تبیین مدل خود درباره ارتباط بین سکونتگاه‌های شهری و روستایی به فرض‌هایی توجه می‌کند که عبارتند از<sup>۲</sup>:

- ناحیه فرضی به قدری دور افتاده است که در آن تنها یک شهر و حومه کشاورزی قرار دارد،

- حومه شهر محل سکونت کشاورزانی است که می‌خواهند سود خود را بنا بر تقاضای بازار به حداکثر برسانند،

- دسترسی میان حومه و شهر تنها به وسیله یک نوع وسیله نقلیه امکان‌پذیر است،

- هزینه حمل و نقل ارتباط مستقیمی با فاصله محل تولید از بازار دارد.

در این شرایط، هزینه حمل و نقل عامل اصلی تعیین‌کننده نوع کشت است<sup>۳</sup>.

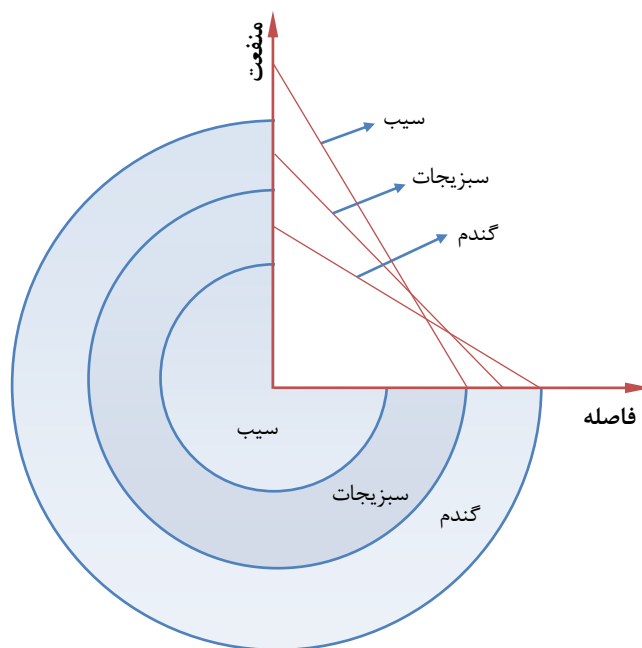
براساس تئوری‌های این مدل، اگر شهری را داشته باشیم که دور تا دورش کشاورزی باشد، و تمام محصولات کشاورزی، برای فروش به شهر حمل شوند، چه نوع محصولاتی در پیرامون شهر و چه فاصله‌ای از شهر کشت شوند تا بیشترین بازدهی را داشته باشند. فرض کنیم سه نوع محصول، سیب، سبزیجات و گندم داشته باشیم در این صورت منفعت حاصل از هر هکتار زمین تحت کشت سیب، سبزیجات و گندم برابر با درآمد منهای هزینه تولید و حمل و نقل است. اگر درآمد و هزینه تولید ثابت فرض شود، منفعت بستگی به هزینه حمل و در نتیجه بستگی به فاصله محصولات تولید شده تا شهر دارد. برای اینکه محصولی منفعت هر هکتارش حداکثر شود باید در مکان خاصی از

۱- Von Thunen.

۲- پاپلی یزدی و رجبی سناجردی، (۱۳۸۲)، صص ۱۸۲-۱۸۱.

۳- همان منبع.

شهر قرار گیرد<sup>۱</sup>. بدین ترتیب سیب در اولین حلقه اطراف شهر، سبزیجات در طبقه دوم و گندم در طبقه سوم تولید شده است. هیچ محصولی دیگر، خارج از این فاصله تولید نخواهد شد چون هیچ منفعتی نخواهد داشت.



(۶-۱):

شکل

مدل وان تونن

باید توجه داشته باشیم که کاهش قیمت یک محصول موجب می‌شود که درآمد هر هکتار کاهش یابد و منحنی منفعت محصول به طرف مبدأ مختصات انتقال یابد. محصولی که قیمت آن خیلی کاهش یابد، تولید نخواهد شد و درآمد بستگی به میزان اختصاص یافته به هر محصول خواهد داشت. اگر زمین خیلی زیادی به تولید سیب اختصاص داشته باشد سیب خیلی زیادی تولید شده و در این صورت قیمت سیب بسیار

۱- شیرانی، (۱۳۸۲)، صص ۱۹۷-۱۹۶.

کاهش خواهد یافت، بنابراین منحنی منفعت میوه به طرف مبدأ مختصات انتقال خواهد یافت و این موجب کاهش تولید خواهد شد تا تعادل برقرار گردد. محصولاتی که از نظر حمل و نقل گران‌تر هستند در فاصله دورتری از شهر تولید می‌شوند و محصولاتی که دارای کمترین هزینه حمل و نقل هستند در نزدیک‌ترین قسمت از شهر تولید می‌شوند. مدل ریاضی که وان تونن ارائه می‌دهد به شرح رابطه (۱-۶) است<sup>۱</sup>:

$$Rd = Q(P - C) - Qtd \quad (1-6)$$

در این رابطه:

Rd: سود یا بهره موقعیتی،

Q: مقدار تولید،

P: قیمت هر واحد بازده،

C: هزینه هر واحد زمینی در هر واحد فاصله،

t: نرخ حمل و نقل،

d: فاصله نسبت به شهر بازاری.

#### مدل مکان مرکزی والتر کریستالر

در واقع اولین تئوری مکان‌های مرکزی و سلسله مراتب سکونتگاه‌ها توسط کریستالر<sup>۲</sup> که یک جغرافی‌دان بود در سال ۱۹۳۳، در مورد نواحی جنوب آلمان عنوان شد. او در مطالعات خود به وجود یک شبکه شهری، که هر شهر از لحاظ وسعت به طبقه بخصوصی متعلق است، پی برد و از آن مهم‌تر او متوجه شد که رابطه مشخصی بین اندازه شهر و تعداد شهرهایی که در آن طبقه از اندازه شهر است، وجود دارد و بالاخره برای پی بردن به اندازه شهر، باید در مورد تمام کالاها و یا خدماتی که در آن شهر تولید و عرضه می‌شوند، اطلاعاتی داشت. هر شهر که در هر طبقه - اندازه خاصی

۱- شیرانی، (۱۳۸۲)، صص ۱۹۷-۱۹۶.

۲- Christaller.

قرار دارد، تمام کالاها و خدماتی را که شهرهای کوچک‌تر عرضه می‌کنند به علاوه کالاها و خدمات بیشتری که به بازار بزرگتری احتیاج دارند، تولید و عرضه می‌کند. در حدود دو سال بعد، در سخت‌ترین سال‌های جنگ جهانی دوم، لوش<sup>۱</sup> بعضی از فرض‌های مدل کریستالر را تغییر داد و یک نظام شهری را بنیاد نهاد که با حقیقت بیشتر سازگاری داشت. برعکس مدل کریستالر، در مدل لوش، شهرهای هم اندازه، می‌توانند کالا و خدمات مختلف را تولید و عرضه کنند. به غیر از این دو، افراد دیگری هم مطالعاتی در این زمینه انجام داده‌اند.

نظام سلسله مراتب شهری را که منتج از نظریه مکان مرکزی است، می‌توان در ساده‌ترین حالت خود با استفاده از ابزارهای ریاضی نشان داد. از آنجایی که طبقه هر شهر با تعداد و تنوع فعالیت‌هایی که عرضه می‌کند تعیین می‌شود و معمولاً رابطه مستقیم بین تعداد و تنوع فعالیت‌ها و جمعیت شهر وجود دارند، بنابراین، می‌توان گفت شهرهایی که در طبقات بالاتر قرار دارند، جمعیت بیشتری هم دارند. در این صورت شهری که در طبقه اول قرار گرفته، کوچک‌ترین اندازه شهر در نظام سلسله مراتب شهری است و شهری که در طبقه آخر قرار گرفته، دارای بزرگترین اندازه شهر در آن نظام است. برای راحتی بحث چند فرض در نظر گرفته می‌شود.

اول، فرض می‌کنیم که جمعیت هر شهر برابر است با ضریبی ثابت از کل جمعیتی که به وسیله این شهر به آن‌ها کالا و خدمات عرضه می‌شود.

$$P_m = KH_m \quad (۲-۶)$$

m: طبقه هر شهر،

$P_m$ : اندازه شهری که طبقه آن m است،

$H_m$ : جمعیتی که به وسیله این شهر به آن‌ها خدمات و کالا عرضه می‌شود،

K: ضریبی ثابت که مقدار آن بین صفر و یک است.

برای به دست آوردن K می‌توان این طور تفسیر کرد اگر جمعیت ۱۰۰۰ نفر باشد و این شهر به جمعیتی معادل ۴۰۰۰ نفر خدمات و کالا عرضه کند در آن صورت K برابر

۱- Losch.



است با  $\frac{1000}{4000} = 0.25$  (این نسبت در واقع همان  $K$  است). البته باید توجه داشت دلیلی

وجود ندارد که  $K$  برای شهرهای تمام طبقات ثابت و یکسان باشد.

فرض دوم این است که هر شهر در هر طبقه  $m$ ام، به تعدادی برابر با  $S$  شهر از طبقه پایین‌تر کالا و خدمات عرضه می‌کند:

$$H_m = P_m + SH_{m-1} \quad (3-6)$$

با جایگزینی معادله (۲-۶) در معادله (۳-۶) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \frac{P_m}{K} &= P_m + \frac{S}{K} P_{m-1} \\ P_m &= KP_m + SP_{m-1} \end{aligned} \quad (4-6)$$

$$P_m = \frac{S}{1-K} P_{m-1}$$

معادله (۴-۶) نشان می‌دهد که جمعیت هر شهر در طبقه  $m$ ام، برابر است با

$$S/(1-K)$$

ام جمعیت شهری که در طبقه پایین‌تر قرار دارد.

نکته دیگر اینکه، اگر تعداد طبقات ۵ طبقه از اندازه شهر باشد، تعداد شهرهای

موجود در طبقه  $m$ ام برابر است با  $S^{5-m}$  خواهد بود.

از خصوصیات سلسله مراتب شهری براساس نظریه مکان‌های مرکزی این است که فاصله بین شهرهای موجود در هر طبقه با طبقه‌ای که آن شهرها در آن واقع شده‌اند، رابطه عکس دارد. بدین ترتیب فاصله بین شهرهایی که در طبقه پایین‌تر قرار دارند، کمتر از فاصله بین دو شهری است که در طبقه بالاترند<sup>۱</sup>.

برای روشن‌تر شدن موضوع نحوه توزیع شهرها، در استان آذربایجان غربی با استفاده از این مدل مورد محاسبه قرار گرفته است. کلیه شهرهای این استان به ۵ طبقه تقسیم شده ( $m=5$ ) که کوچک‌ترین طبقه دارای جمعیتی بین ۲۰-۲ هزار نفر است. همین‌طور فرض شده است که هر شهر در هر طبقه بالاتر به ۲ شهر در طبقه پایین خدمات عرضه می‌کند ( $S=2$ ) و  $K=0.1$  در نظر گرفته شده است. حال با داشتن مقادیر  $S$  و  $K$  و  $P_1$  به راحتی می‌توان با استفاده از نظریه مکان‌های مرکزی، اندازه جمعیت شهرهایی که در

۱- عابدین درکوش، (۱۳۸۱)، صص ۸۶-۹۰.

طبقات بالاتر قرار دارند و همچنین تعداد شهرهای موجود در هر طبقه را محاسبه کرد. البته در این مثال به دلیل نبود آمار فقط جمعیت شهرها در نظر گرفته شده است. جدول (۶-۱): سلسله مرتب شهری برپایه نظریه مکان‌های مرکزی در استان آذربایجان غربی

۱۳۷۵

تعداد طبقات	متوسط جمعیت		حداقل جمعیت		تعداد شهرها		اندازه شهرها (هزار نفر)
	واقعی	نظریه	واقعی	نظریه	واقعی	نظریه	
۱	۸۶۶۲	۸۶۶۲	۳۰۹۳	۲۰۹۳	۸	۱۶	۲-۲۰
۲	۳۰۴۹۹	۲۳۰۹۸	۲۰۲۶۶	۵۵۸۱	۷	۸	۲۰-۵۰
۴	۱۲۵۵۸۸	۱۶۲۱۵۲	۱۰۷۷۹۹	۳۹۶۵۸	۳	۴	۵۰-۱۰۰
۴	۱۲۵۵۸۸	۱۶۲۱۵۲	۱۰۷۷۹۹	۳۹۶۵۸	۳	۲	۱۰۰-۲۵۰
۵	۴۳۵۲۰۰	۴۲۱۵۹	۴۳۵۲۰۰	۱۰۵۷۵۴	۱	۱	۲۵۰-۵۰۰

همان طور که مشاهده می‌شود نظام توزیع شهرها در طبقات سوم، چهارم و پنجم با نظریه مکان مرکزی تقریباً هماهنگی دارد. البته باید توجه داشت که سیستم توزیع آبادی به تنهایی نمی‌تواند دلیل معتبر بودن در این نظریه باشد. زیرا که شرایط جغرافیایی و اقتصادی نیز باید با فرض‌های مرکزی هماهنگ باشند.

#### مدل ساخت نیمرخ سلسله مراتب شهری

این مدل توسط فیلیپ پنشمل و فرانسوا زکاریز به کار گرفته می‌شود. در پیاده کردن این روش عوامل و داده‌های آماری بیشتری به کار گرفته می‌شود. مشکل اجرا و در عین حال ظرافت آن به چشم می‌خورد. برای ترسیم نیمرخ سلسله مراتبی شهرها مراتب زیر را باید انجام داد:

- ۱- طبقه‌بندی اندام جغرافیایی شهرها با معیارهای جمعیتی،
- ۲- تبدیل تعداد جمعیت شهرها به مقیاس مساحت و وسعت،
- ۳- تبدیل اندام جغرافیایی شهرها به مقیاس و وسعت و مشخص کردن متوسط آماری آن

۴- محاسبه تعداد آماری شهرها از طریق رابطه زیر:

اگر در هر یک از طبقات شهری، تعداد شهرها با حرف  $N$  و مجموع جمعیت شهری همان گروه با حرف  $P$  نشان داده شود، در آن صورت جمعیت برابر است با حاصل ضرب تعداد شهرها در اندام متوسط  $T_m$  جغرافیایی همان طبقه، به عبارت دیگر خواهیم داشت:

$$P = N \times T_m \quad (۵-۶)$$

همین اندام متوسط  $T_m$  بدون اشکال می‌تواند با اندام متوسط آماری  $T_{ms}$  جایگزین شود (یعنی با نصف مجموع ارقام هر طبقه) و در این صورت خواهیم داشت:

$$P = N \times T_{ms} \quad (۶-۶)$$

وقتی تعداد شهرها برابر است با  $N = \frac{P}{T}$  می‌توان  $N_s$  (یعنی تعداد آبادی شهرها) را به جای  $N$  جایگزین کرد و آن وقت این رابطه را خواهیم داشت:

$$N_s = \frac{P}{T_{ms}} \quad (۷-۶)$$

۵- ترسیم نیمرخ سلسله مراتب شهری، به صورتی که هر طبقه از اندام شهری با ذوزنقه قائم‌الزاویه‌ای نشان داده می‌شود که هر قاعده آن عمود بر محور عرضی گرافیک و مبین مرز اندام جغرافیایی شهرها ( $T$ ) و ارتفاع ذوزنقه که روی محور طولی نشان داده شده است با تعداد آبادی شهرها و  $N_s$  متناسب است. در این نیمرخ ترسیمی تعداد شهرها مشخص نیست، اما همین نیمرخ شهری مبنایی است برای تحلیل‌های جغرافیایی، چرا که نیمرخ شهری، تصویری از جمعیت هریک از طبقات شهری است. نیمرخ شهری به دست آمده به سه شکل بسته، معمولی، گسترده خواهد بود. البته لازم به ذکر است که اصولاً باید نیمرخ شهری به مقتضای افزایش هندسی اندام و جمعیت شهری (به سبب آن که شهرهای بلند اندام در تصاویر جای بسیاری اشغال می‌کند) ناممکن می‌نماید و چاره‌ای نیست که اندام جغرافیایی شهرها با محاسبات لگاریتمی نمایانده شود!

برای روشن‌تر شدن مسأله، سلسله مراتب شهری استان آذربایجان غربی را با استفاده از این روش انجام خواهیم داد.

---

مرحله اول، طبقه‌بندی اندام جغرافیایی شهرهای استان معیارهای جمعیتی.

جدول (۶-۲): طبقات جمعیتی شهرهای استان آذربایجان غربی (۱۳۷۵)

طبقات شهری	۲-۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۵۰	۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۵۰۰
تعداد شهر	۱	۵	۲	۷	۳	۳	۱
تعداد جمعیت شهرها	۳۰۹۳	۳۵۷۰۷	۳۰۴۹۴	۲۱۳۵۳۹	۲۲۰۳۶۴	۳۷۶۷۶۳	۴۳۵۲۰۰

مرحله دوم، تبدیل تعداد جمعیت شهرها به مقیاس مساحت، در این مثال هر ۵۰۰۰۰ نفر برابر  $1 \text{ cm}^2$  در نظر گرفته شده است.

$$P_1 = \frac{3093}{50000} = 0.06 \text{ cm}^2$$

$$P_2 = \frac{35707}{50000} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$P_3 = \frac{30494}{50000} = 0.61 \text{ cm}^2$$

$$P_4 = \frac{213539}{50000} = 4.27 \text{ cm}^2$$

$$P_5 = \frac{220364}{50000} = 4.41 \text{ cm}^2$$

$$P_6 = \frac{376763}{50000} = 7.54 \text{ cm}^2$$

$$P_7 = \frac{435200}{50000} = 8.70 \text{ cm}^2$$

مرحله سوم، تبدیل اندام جغرافیایی شهرها به مقیاس مساحت، در این مثال، هر ۲۰۰۰۰ نفر برابر  $1 \text{ cm}$  در نظر گرفته شده است.

تبدیل به مقیاس مساحت (به سانتیمتر)	اندام جغرافیایی شهر (به هزار نفر جمعیت)
۰/۱ cm	۲
۰/۲۵ cm	۵
۰/۵ cm	۱۰

۲۰	۱ cm
۵۰	۲/۵ cm
۱۰۰	۵ cm
۲۰۰	۱۲/۵ cm
۵۰۰	۲۵ cm

حال با داشتن مساحت اندام جغرافیایی شهرها می‌توان متوسط اندام آماری را به‌دست آورد:

$$T_{s1} = \frac{.1 + .25}{2} = .175$$

$$N_{s2} = \frac{.25 + .25}{2} = .375$$

$$N_{s3} = \frac{1 + .25}{2} = .75$$

$$T_{s4} = \frac{2/5 + 1}{2} = 1/75$$

$$T_{s5} = \frac{5 + 2/5}{2} = 3/75$$

$$T_{s6} = \frac{5 + 12/5}{2} = 8/75$$

$$T_{s7} = \frac{12/5 + 25}{2} = 18/75$$

مرحله چهارم، محاسبه تعداد آماری شهرها:

$$N_{s1} = \frac{.6}{.175} = .34$$

$$N_{s2} = \frac{.7}{.375} = 1.87$$

$$N_{s3} = \frac{.61}{.75} = .81$$

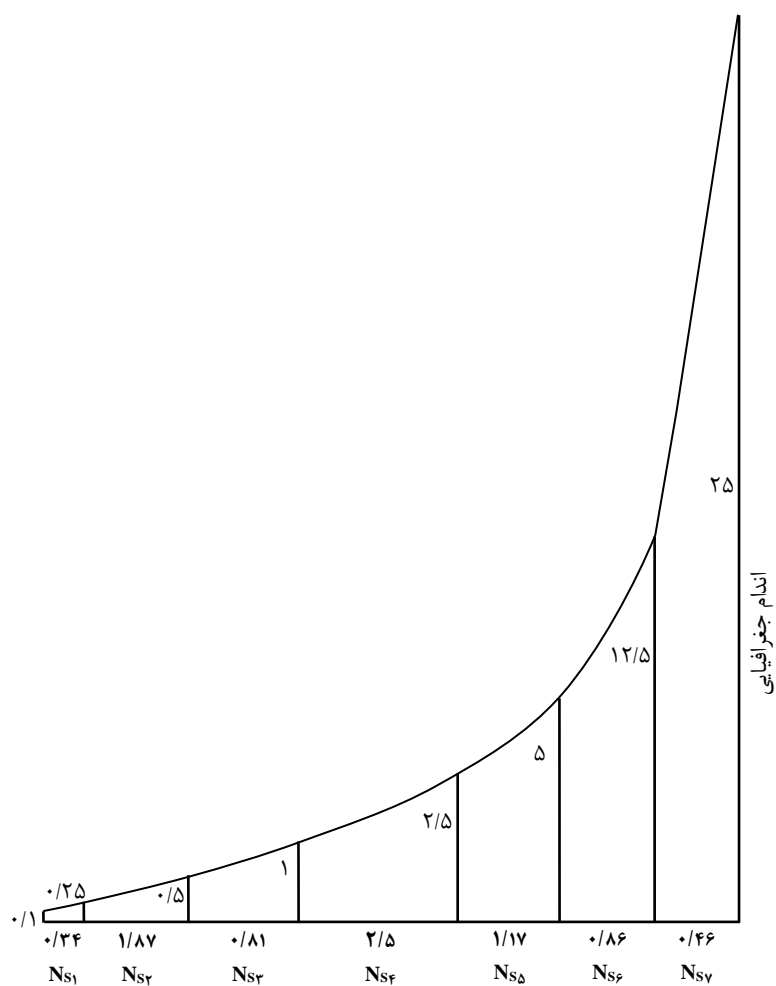
$$N_{s4} = \frac{4/3}{1/75} = 2/5$$

$$N_{s5} = \frac{4/4}{3/75} = 1/17$$

$$N_{s6} = \frac{7/5}{8/75} = 0/86$$

$$N_{s7} = \frac{8/7}{18/75} = 0/46$$

مرحله پنجم، ترسیم نیمرخ سلسله مراتب شهری:



شکل (۶-۲): ترسیم نیمرخ شهری سلسله مراتب شهری استان آذربایجان غربی ۱۳۷۵

## مدل حد اختلاف طبقه‌ای

این روش علمی، با استفاده از فرمول‌های آماری به ویژه با بیشترین تعداد جمعیت<sup>۱</sup> و با کمترین تعداد جمعیت<sup>۲</sup> قابل اجرا می‌باشد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۳</sup>:

مرحله اول: تعیین دامنه نوسانی جمعیتی شهرها:

$$R = \text{Max}(P) - \text{Min}(P) \quad (۸-۶)$$

مرحله دوم: تعیین تعداد طبقات با استفاده از فرمول استورجس:

$$K = 1 + \frac{3}{3} \log N \quad (۹-۶)$$

K: تعداد طبقات،

N: تعداد شهرها،

مرحله سوم: تعیین میزان حد اختلاف طبقه‌ای:

$$H = \frac{R}{K} \quad (۱۰-۶)$$

مرحله چهارم: تشکیل ماتریس و تقسیم‌بندی شهرها:

جمعیت شهرهای استان آذربایجان غربی با استفاده از مدل فوق محاسبه گردید، نتایج عبارتند از:

$$R = ۴۳۵۲۰۰ - ۳۰۹۲ = ۴۳۲۱۰۸ \quad (۱۱-۶)$$

$$K = 1 + \frac{3}{3} \log ۲۲ = ۵/۴ \cong ۶ \quad (۱۲-۶)$$

$$H = \frac{۴۳۲۱۰۸}{۶} = ۷۲۰۱۸ \quad (۱۳-۶)$$

۱- Maximum-Population.

۲- Minimum-Population.

۳- زیاری و موسوی، (۱۳۸۴)، صص ۱۸۳-۱۶۷.



جدول (۶-۳): طبقه‌بندی شهرهای آذربایجان غربی مطابق با روش حد اختلاف طبقه‌ای ۱۳۷۵

ردیف	گروه‌های جمعیتی شهرها	تعداد شهرها	درصد کل	اسامی شهرها
۱	۳۶۳۱۸۲-۴۳۵۲۰۰	۱	۴/۵	ارومیه
۲	۲۹۱۱۶۴-۳۶۳۱۸۲	-	-	-
۳	۲۱۹۱۴۶-۲۹۱۱۶۴	-	-	-
۴	۱۴۷۱۲۸-۲۱۹۱۶۴	۱	۴/۵	خوی
۵	۷۵۱۱۰-۱۴۷۱۲۸	۳	۱۳/۵	مهاباد
۶	۳۰۹۲-۷۵۱۱۰	۱۷	۷۷/۵	سایر شهرها
مجموع	-	۱۲	۱۰۰	-

منبع: زیاری و موسوی، (۱۳۸۴۹)، صص ۱۸۳-۱۶۷.

نتایج حاصله از ارقام جدول نشان‌دهنده این واقعیت است که تقسیم‌بندی شهرهای استان آذربایجان غربی هماهنگ و منظم نبوده و گسیختگی آماری فاحشی در آن وجود دارد. بیش از ۷۷ درصد از نقاط شهری در گروه جمعیتی رده ششم قرار دارد.

### ضریب آنتروپی<sup>۱</sup>

این مدل، معیاری برای سنجش توزیع جمعیت شهری و توزیع شهرها در طبقات شهری یک منطقه است. با استفاده از این مدل، می‌توان به میزان تعادل فضایی استقرار جمعیت و تعداد شهرها در سطح شبکه شهری، استانی، منطقه‌ای و ملی پی برد. ساختار کلی مدل به شرح رابطه (۴-۱۶) است:<sup>۲</sup>

$$H = -\sum P_i \ln P_i \quad (۱۴-۶)$$

$$G = \frac{H}{\ln K}$$

H: مجموع فراوانی در لگاریتم نپری فراوانی،

۱- Entropy Index.

۲- Wheeler and Muller, (1986), PP.384-385.

$P_i$ : فراوانی،

$\text{Ln}P_i$ : لگاریتم نپری فراوانی،

$K$ : تعداد طبقات،

$G$ : میزان آنتروپی.

اگر آنتروپی به طرف صفر میل کند حکایت از تمرکز بیشتر و یا افزایش تمرکز یا عدم تعادل در توزیع جمعیت بین شهرها دارد و حرکت به طرف یک و بالاتر از آن توزیع متعادل‌تری را در عرصه منطقه‌ای نشان می‌دهد.

مثال: توزیع فضایی تعداد شهرها در طبقات شهری استان آذربایجان غربی با استفاده از ضریب آنتروپی مورد محاسبه واقع گردید. جدول (۶-۴) نشان می‌دهد که میزان آنتروپی در سال ۱۳۶۵، ۰/۸۷ بوده که در سال ۱۳۷۵ به ۱/۰۷۸ افزایش یافته است. یعنی توزیع فضایی تعداد شهرها در طبقات شهری استان نسبت به ۱۳۶۵ متعادل‌تر شده است.

جدول (۶-۴): محاسبات تغییرات ضریب آنتروپی در طبقات شهری استان آذربایجان غربی

۱۳۷۵			۱۳۶۵			سال
$P_i \cdot \text{Ln}P_i$	$\text{Ln}P_i$	$P_i$	$P_i \cdot \text{Ln}P_i$	$\text{Ln}P_i$	$P_i$	طبقات شهری
-۰/۱۳۹۵	-۰/۱	۰/۰۴۵	-۰/۲۷۱	-۱/۹۹	۰/۱۳۶	کمتر از ۴۹۹۹
-۰/۳۳۶	-۱/۴۸	۰/۲۲۷	-۰/۳۰۹۴	-۱/۷	۰/۱۸۲	۵۰۰۰-۹۹۹۹
-۰/۳۰۹۴	-۱/۷	۰/۱۸۲	-۰/۳۶۵۷	-۱/۱۵	۰/۳۱۸	۱۰۰۰۰-۲۴۹۹۹
-۰/۳۳۶	-۱/۴۸	۰/۲۲۷	-۰/۱۳۹۵	-۳/۱	۰/۰۴۵	۲۵۰۰۰-۴۹۹۹۹
-۰/۲۷۱	-۱/۹۹	۰/۱۳۶	-۰/۳۳۵۹۶	-۱/۴۸	۰/۲۲۷	۵۰۰۰۰-۹۹۹۹۹
-۰/۳۶۷	-۱/۰۲	۰/۳۶	-۰/۱۳۹۵	-۳/۱	۰/۰۴۵	۱۰۰۰۰۰-۲۴۹۹۹۹
-۰/۳۶	-۰/۷۹۹	۰/۴۵	-۰/۱۳۹۵	-۳/۱	۰/۰۴۵	۲۵۰۰۰۰-۴۹۹۹۹۹
-۲/۱۲	-۱۱/۵۶۹	۱	-۱/۷	-۵۱/۶۲	۱	$\Sigma$

$$H_{1365} = +1/7$$

$$H_{1375} = +2/12$$

$$G_{1365} = 0/87$$

$$G_{1375} = 1/087$$

$$K = 7 \Rightarrow \text{Ln}7 = 1/95$$

مدل قانون رتبه - اندازه<sup>۱</sup>

اولین تجزیه و تحلیل جغرافیایی توزیع اندازه شهرها در نظام‌های شهری به اوایل قرن بیستم برمی‌گردد. فلیکس اوئرباخ<sup>۲</sup>، جغرافی‌دان آلمانی در سال ۱۹۱۳ قانون مرتبه-اندازه شهری را ارائه داد که بین اندازه شهرها و رتبه آن‌ها رابطه معکوس وجود دارد<sup>۳</sup>. بعدها توسط کسانی همچون لوتکا<sup>۴</sup> (۱۹۲۴)، گودریچ<sup>۵</sup> (۱۹۲۶) و سینگر<sup>۶</sup> (۱۹۳۶) مورد استفاده قرار گرفت<sup>۷</sup>. بالاخره در سال (۱۹۴۹) این نوع بررسی در شهرها توسط جورج زیپف<sup>۸</sup> به صورت کامل فرمول‌بندی و مورد عمل و بررسی واقع گردید. زیپف بیان می‌کند که اگر سکونتگاه‌های شهری را به ترتیب اندازه جمعیتی مرتب کنیم، جمعیت شهر دوم حدود  $\frac{1}{2}$  جمعیت شهر اول، شهر درجه سوم حدود  $\frac{1}{3}$  شهر نخست و بالاخره جمعیت شهر  $n$  حدود  $\frac{1}{n}$  جمعیت شهر اول خواهد بود. او معتقد بود وجود همبستگی بین جمعیت شهرها و مرتبه آن‌ها به صورت خط مستقیم با همبستگی خطی مطرح است. بنابراین هر اندازه سیستم شهری یک کشور توسعه پیدا کند به توزیع نرمال نزدیک‌تر است<sup>۹</sup>. رابطه ریاضی چنین مفهومی را می‌توان به شرح زیر عنوان کرد<sup>۱۰</sup>:

$$P_r = \frac{P_1}{R^b} \quad (۱۵-۶)$$

$P_1$ : جمعیت شهر نخست در منطقه مورد نظر،

- 
- ۱- The Rank-Size Rule.
  - ۲- Felix-Auerbach.
  - ۳- Carter, (1981), P.70.
  - ۴- Lotka.
  - ۵- Goodrich.
  - ۶- Singer.
  - ۷- Delgado and Godinho, (2004), P.1.
  - ۸- G- K- Zipf-
  - ۹- Clark, (2000), PP.25-28.
  - ۱۰- Guerin, (1995), PP.551-562.

$P_r$ : جمعیت شهر در مرتبه مورد نظر یا جمعیت شهر  $R$ ،

$R$ : مرتبه شهر در منطقه،

$b$ : شیب خط مرتبه - اندازه.

سلسله مراتب شهرهای استان آذربایجان غربی با استفاده از تئوری زیف نشان داده شده است. جدول (۵-۶) بیانگر آن است که جمعیت شهر ارومیه به عنوان اولین شهر، ۳ برابر دومین شهر (خوی)، ۴ برابر سومین شهر آن (بوکان) و ۱۴۲ برابر آخرین شهر یا ۱۲۲ام شهر (قوشچی) است.

جدول (۶-۵): اندازه واقعی و تئوری مرتبه - اندازه شهرهای آذربایجان غربی ۱۳۷۵

ردیف	اسم شهر	مرتبه	تعداد جمعیت واقعی	تعداد جمعیت در ارتباط با تئوری مرتبه - اندازه
۱	ارومیه	۱	۴۳۵۲۰۰	۴۳۵۲۰۰
۲	خوی	۳	۱۴۸۹۴۴	۲۱۷۶۰۰
۳	بوکان	۴	۱۲۰۰۲۰	۱۴۵۰۶۷
۴	مهاباد	۵	۱۰۷۷۹۹	۱۰۸۸۰۰
۵	میاندوآب	۶	۹۰۱۴۱	۸۷۰۴۰
۶	سلماس	۷	۶۵۴۱۶	۷۲۵۳۳
۷	نقده	۸	۶۴۸۰۷	۶۲۱۷۱
۸	تکاب	۱۰	۴۲۵۶۹	۵۴۴۰۰
۹	پیرانشهر	۱۳	۳۳۸۰۵	۴۸۳۵۶
۱۰	ماکو	۱۴	۳۳۴۰۶	۴۲۵۲۰
۱۱	سردشت	۱۵	۳۰۹۰۴	۳۹۵۶۴
۱۲	شاهین دژ	۱۶	۲۹۰۲۰	۳۶۲۶۷
۱۳	اشنویه	۱۸	۲۳۵۶۹	۳۳۴۷۷
۱۴	قره‌ضیاالدین	۲۱	۲۰۲۶۶	۳۱۰۸۶
۱۵	شوط	۲۵	۱۷۴۸۲	۲۹۰۱۳
۱۶	سیه چشمه	۳۳	۱۳۰۱۲	۲۷۲۰۰
۱۷	فیروزق	۵۳	۸۰۵۰	۲۵۶۰۰
۱۸	پلدشت	۵۷	۷۶۸۶	۲۴۱۷۸
۱۹	تازه‌شهر	۵۸	۷۴۶۶	۲۲۹۰۵
۲۰	محمدیار	۶۴	۶۷۹۷	۲۱۷۶۰

۲۰۷۲۳	۵۷۰۸	۷۸	نوشین	۲۱
۱۹۷۸۱	۳۰۹۳	۱۴۲	قوشچی	۲۲

جورج زیپف رابطه (۶-۱۵) را به صورت رابطه لگاریتمی بیان می‌کند که در آن شکل توزیع اندازه شهری حالت خاصی از توزیع پارتو است. در واقع در این رابطه  $b = 1$  است. در آن صورت جمعیت شهر  $n$  برابر  $\frac{1}{n}$  شهر نخست خواهد بود. اگر  $b = 0$  باشد تمام شهرها به یک اندازه خواهد بود و اگر  $b = \infty$  باشد فقط یک شهر وجود خواهد داشت<sup>۱</sup>.

$$\text{Log}P_r = \text{Log}P_1 - b\text{Log}R \quad (۱۶-۶)$$

$$b = \frac{\text{Log} \frac{P_1}{P_r}}{\text{Log}R} \quad (۱۷-۶)$$

بهترین روش برای استفاده توزیع رتبه - اندازه شهری و به دست آوردن شیب خط (b) استفاده از مدل رگرسیون، روش حداقل مربعات است که مقدار b هرچقدر به طرف ۱- میل کند توزیع اندازه شهری به طرف توزیع لگاریتمی نرمال سوق خواهد نمود. اگر مقدار  $b < 1$  باشد نشان‌دهنده اهمیت نسبی شهرهای متوسط و میانی در نظام شهری و اگر  $b > 1$  باشد حاکی از تسلط نخست شهری در نظام شهری است<sup>۲</sup>.

ساختار ریاضی آن به شکل رابطه (۶-۱۸) است:

$$y = a + bx \quad (۱۸-۶)$$

b: شیب خط،

a: مقدار ثابت،

x: لگاریتم رتبه شهر،

y: لگاریتم اندازه (جمعیت شهر).

توزیع لگاریتمی رتبه - اندازه شهرهای استان آذربایجان غربی در ۱۳۷۵ با استفاده از مدل رگرسیونی به دست آمده است که نشان می‌دهد:

۱- Alperovich, (1984), PP.232-239.

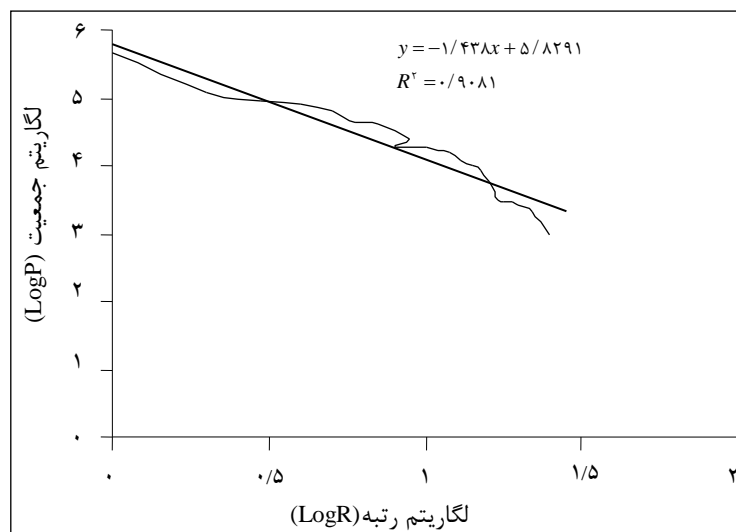
۲- Nishiyama, et al, (2005).

۱- همبستگی معکوس قوی بین لگاریتم مرتبه شهرها (X) و لگاریتمی اندازه شهرها (Y) برقرار بوده است. در واقع هرچه لگاریتم رتبه‌ها افزوده می‌شود از میزان لگاریتم جمعیت آن‌ها کاسته می‌شود.

۲- مقدار ضریب خط یا شیب خط رتبه - اندازه با خط تعادل برای سال مورد بررسی ۱/۴۳۷- بوده است. یعنی عدم تعادل در شیب خط رگرسیون در نظام و شبکه شهری استان آذربایجان غربی برقرار بوده است که اعداد به‌دست آمده نشان‌دهنده تسلط نخست شهر (ارومیه) بر شبکه شهری استان است.

۳- معادله خط برای شبکه شهری استان به شرح ذیل به‌دست آمده است:

$$y = 1/4376x + 5/8$$



شکل (۶-۳): نمودار توزیع لگاریتمی رتبه-اندازه شهری آذربایجان غربی در سال ۱۳۷۵

جدول (۶-۶): لگاریتم رتبه - اندازه شهرهای استان آذربایجان غربی در سال ۱۳۷۵

رتبه شهر R	اسم شهر	جمعیت شهر	LogR=x	LogR=y
۱	ارومیه	۴۳۵۲۰۰	۰	۵/۶۳۹
۲	خوی	۱۴۸۹۴۴	۰/۳۰۱	۵/۱۷۳
۳	بوکان	۱۲۰۰۲۰	۰/۴۷۷	۵/۰۷۹
۴	مهاباد	۱۰۷۷۹۹	۰/۶۰۲	۵/۰۳۳
۵	میاندوآب	۹۰۱۴۱	۰/۶۹۹	۴/۹۵۵
۶	سلماس	۶۵۴۱۶	۰/۷۷۸	۴/۸۱۶
۷	نقده	۶۴۸۰۷	۰/۸۴۵	۴/۸۱۲
۸	تکاب	۴۲۵۶۹	۰/۹۰۳	۴/۶۲۹
۹	پیرانشهر	۳۳۸۰۵	۰/۹۵۴	۴/۵۲۹
۱۰	ماکو	۳۳۴۰۶	۱	۴/۵۲۴
۱۱	سردشت	۳۰۹۰۴	۱/۰۴۱	۴/۴۹۰
۱۲	شاهین‌دژ	۲۹۰۲۰	۱/۰۷۹	۴/۴۶۳
۱۳	اشنویه	۲۳۵۶۹	۱/۱۱۴	۴/۳۷۲
۱۴	قره‌ضیال‌الدین	۲۰۲۶۶	۱/۱۴۶	۴/۳۰۶
۱۵	شوط	۱۷۴۸۲	۱/۱۷۶	۴/۲۴۳
۱۶	سیه‌چشمه	۱۳۰۱۲	۱/۲۰۴	۴/۱۱۴
۱۷	فیروزق	۸۰۵۰	۱/۲۳۰	۳/۹۰۶
۱۸	پلدشت	۷۶۸۶	۱/۲۵۵	۳/۹۳۹
۱۹	تازه‌شهر	۷۴۶۶	۱/۲۷۹	۳/۸۷۳
۲۰	محمدیار	۶۷۹۷	۱/۳۰۱	۳/۸۳۲
۲۱	نوشین	۵۷۰۸	۱/۳۲۲	۳/۷۵۶
۲۲	قوشچی	۳۰۹۳	۱/۳۴۲	۳/۴۹۰

رسل<sup>۱</sup> در تجزیه و تحلیل رتبه - اندازه‌ی شهری برای شهرهای انگلستان از رابطه (۱۸-۶) استفاده کرد. با استفاده از اندازه جمعیتی شهر نخست، جمعیت شهرهای رتبه‌های از ۲ تا n را به دست می‌آورد. به صورتی که به توزیع جمعیتی نرمال و رتبه - اندازه نزدیک باشد. ساختار کلی مدل به شرح ذیل است<sup>۲</sup>:

$$P_r = P_1 \frac{(1 + \sqrt{r-1})}{r} \quad (18-6)$$

$P_r$ : جمعیت شهر در رتبه r در یک منطقه،

$P_1$ : جمعیت شهر نخست در یک منطقه،

r: رتبه اندازه شهر.

البته فرمول فوق در نظام‌های شهری مثل اکثر کشورهای در حال توسعه دارای الگوهای نخست شهری<sup>۳</sup> هستند، نمی‌تواند درست باشد. هیچ دلیلی وجود ندارد که شهرهای درجه دوم، سوم تا nام توزیع اندازه جمعیت شهری از شهر نخست پیروی کنند. در این گونه نظام شهری، تمرکززدایی از نخست شهر با ارائه‌ی استراتژی‌های کلان، می‌تواند راه‌حل بهینه باشد. در این زمینه خانم دکتر فاطمه بهفروز به ارائه فرمولی مبادرت ورزیده که در اکثر کشورهای جهان سوم و نظام‌های شهری آن‌ها می‌تواند الگوی مناسب باشد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۴</sup>:

$$P_{rth} = \frac{\sum P_{1-n} \div R_{rth}}{\sum \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} \quad (18-6)$$

$P_{rth}$ : جمعیت هر شهری که در مرتبه r قرار دارد،

$\sum P_{1-n}$ : مجموع جمعیت واقعی شهرهای مورد مطالعه،

۱- J-C-Russell.

۲- Smith, (1967), PP.304-305.

۳- Pramite City.

۴- بهفروز، (۱۳۷۴)، ص ۳۳۰.



$R_{nth}$ : مرتبه شهر  $i$

مجموع نسبت‌های مرتبه‌ای تمام شهرهای مورد مطالعه.  $\sum \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

فرمولی که استاد گرانقدر مبادرت به طراحی آن نموده است از مجموع جمعیتی شهرها استفاده نموده است که با استفاده از این فرمول می‌توان در نظام شهری دارای الگوی نخست شهر استفاده نمود. استفاده از این فرمول، جمعیت شهر نخست را کاهش می‌دهد و شهرهای رتبه‌های بعدی را به صورتی تنظیم می‌نماید که به الگوی رتبه - اندازه شهری نزدیک‌تر گردند.

### شاخص‌های بررسی میزان نخست شهری

طبق تعریف سازمان ملل، ویژگی نخست شهری، تمرکز بالای جمعیت شهری کشورها در یک شهر یا مجموعه شهری است.<sup>۱</sup>  
مروری بر روش‌ها و شاخص‌های بررسی نخست شهری نشان می‌دهد تاکنون ۶ شاخص برای بررسی نخست شهری ارائه شده است.

#### ۱- شاخص نخست شهر<sup>۲</sup>

نخست شهری عبارت است از تسلط جمعیتی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی یک شهر بر تمامی شهرهای دیگر در داخل نظام شهری<sup>۳</sup>. مارک جفرسون جغرافیدان آمریکایی در سال ۱۹۳۹ برای تعیین درجه نخست شهری با استفاده از داده‌های جمعیت شهرها در ۴۴ کشور پیشرفته جهان، مشاهده کرد که در میان این کشورها، ۱۴ کشور اندازه شهر نخست دو برابر شهر دوم و در ۱۰ مورد دیگر شهر اول سه برابر شهر دوم بود. اگر چه در این بررسی روش اندازه‌گیری و تعیین شاخص نخست شهری چندان

۱- United Nations, (2004), p.97.

۲- Urban Primacy Index.

۳- دراکاکیس اسمیت، (۱۳۷۷)، ص ۱۳.

دقیق بیان نشده بود، لیکن به طور کلی مشخص بود که از «روش نسبی» استفاده شده بود که بر طبق آن محاسبه براساس نسبت شهر نخست به شهر دوم انجام می‌گرفت. شاخص نخست شهر از تقسیم کردن جمعیت بزرگترین شهر ( $P_1$ ) به کل جمعیت شهری ( $P$ )، نظام شهری کشور یا منطقه به دست می‌آید.

$$UPI = \frac{P_1}{p} \quad (۱۸-۶)$$

هرچه مقدار عددی این شاخص بیشتر باشد، شهر نخست دارای تسلط بیشتری است.<sup>۱</sup> اگر چه محاسبه این شاخص بسیار ساده است ولی اشکال اساسی این شاخص در آن است که اولاً رتبه شهرها را در نظر نمی‌گیرد، ثانیاً به مبنای واحدی ختم نمی‌شود که محقق بداند چه میزانی تعادل یا چه میزانی تسلط نخست شهری است.<sup>۲</sup> برخی از پژوهشگران نیز نخست شهری را به ماکرو سفالی تعبیر کرده‌اند که در آن نظام شهری دارای سری بی‌اندازه بزرگ و تنی لاغر و نحیف است.<sup>۳</sup>

## ۲- شاخص دو شهر<sup>۴</sup>

یکی از متداول‌ترین روش‌های تعیین نخست شهری، شاخص دو شهر است که به دلیل سادگی در سطحی وسیع‌تر توسط برنامه‌ریزان شهری و منطقه‌ای به کار رفته است. این شاخص مرتبط با قانون زیپف (رتبه - اندازه) است و دارای مبنای مشخصی است. که از طریق محاسبه نسبت جمعیت شهر نخست به دومین شهر به دست می‌آید. ساختار کلی مدل بر طبق رابطه (۱۹-۶) است.

$$TCI = \frac{P_1}{P_2} \quad (۱۹-۶)$$

۱- Krugman, (1996), p.70.

۲- تقوایی و موسوی، (۱۳۸۸)، ص ۲۷.

۳- توفیق، (۱۳۷۶)، ص ۲.

۴- Two City Index

در این شاخص مقدار عددی به‌دست آمده اگر به ۲ ختم شود، دارای تعادل بوده و نخست شهری حاکمیت ندارد، ولی اگر بالاتر از ۲ باشد شاخص نخست شهری تسلط دارد<sup>۱</sup>. اشکال عمده این روش، در این است که بقیه شهرهای نظام شهری را در نظر نمی‌گیرد. زیرا که ممکن است در یک نظام شهری، شهر اول نسبت به شهر دوم حاکمیت نداشته باشد ولی نسبت به شهرهای دیگر دارای نخست شهری باشد. به عبارت دیگر این شاخص، نخست شهری را نسبت به کل شهرهای نظام شهری محاسبه نمی‌کند. بدین ترتیب این شاخص از لحاظ نظری، مفهوم نظام شهری و نخست شهری را زیر سؤال می‌برد<sup>۲</sup>.

### ۳- شاخص چهار شهر<sup>۳</sup>

کلارک پیشنهاد کرد که بهتر است به جای دو شهر، چهار شهر اول نظام شهری برای محاسبه انتخاب گردد. از همین رو اصطلاحاً «شاخص چهار شهر» نامیده شد. این شاخص همانند شاخص دو شهر مبتنی بر توزیع رتبه - اندازه شهری است و نسبت شهر نخست به مجموع جمعیت شهرهای دوم، سوم و چهارم را شامل می‌شود و از طریق رابطه (۶-۲۰) به‌دست می‌آید<sup>۴</sup>.

$$FCI = \frac{P_1}{P_2 + P_3 + P_4} \quad (۶-۲۰)$$

مبنای عددی این شاخص ۰/۹۲۳ می‌باشد که بیشتر از آن نشان‌دهنده تسلط نخست شهری است<sup>۵</sup>. بر پایه چنین معیاری، درجه تسلط و برتری شهر اول بر نظام شهری بر اساس جدول (۶-۷) پیشنهاد شده است، که در آن دامنه تسلط و برتری

۱- Henderson, (2003), p.67.

۱- تقوایی و موسوی، (۱۳۸۸)، ص ۲۷.

۳- Four City Index.

۴- Henderson, (1974), P.646.

۴ - تقوایی و موسوی، (۱۳۸۸)، ص ۲۷.

---

مطلوب شهر نخست بین شاخص ۰/۴۱ تا ۰/۵۴ فرض شده است و برای فوق برتری، شاخص بین ۰/۶۵ تا ۱ پیشنهاد شده است.<sup>۱</sup>

جدول (۶-۷): درجه نخست شهری در نظام شهری بر پایه شاخص چهار شهر

نوع برتری شهر	شاخص چهار شهر
فوق برتری	۶۵٪ تا ۱
برتری	۵۴٪ تا ۶۵٪
برتری مطلوب	۴۱٪ تا ۵۴٪
حداقل برتری	کمتر از ۴۱٪

منبع: عظیمی، (۱۳۸۱)، ص ۶۷.

اشکال وارده بر این روش مانند شاخص دو شهر عدم توجه به دیگر شهرهای نظام شهری است. این امر، امکان دارد در بعضی از نظام‌های شهری که از تعداد شهرهای بالایی برخوردارند، موجب اشتباه در واقعیت موجود گردد.

#### ۴- شاخص چهار شهر مهتا<sup>۱</sup>

مهتا (۱۹۶۴) با اصلاح فرمول چهار شهر کلارک، بهترین روش برای تشخیص نخست شهری را نسبت اندازه شهر نخست به چهار شهر اول نظام شهری به صورت رابطه (۶-۲۱) پیشنهاد کرد:

$$MFCI = \frac{P_1}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4} \quad (۶-۲۱)$$

بعدها ریچاردسون شاخص چهار شهر را با معیارهای قاعده رتبه - اندازه تطبیق داد. بدین صورت که اگر براساس قاعده رتبه - اندازه شهری، اندازه مطلوب شهرها در نظام شهری این گونه باشد که شهر اول، ۲ برابر شهر دوم، ۳ برابر شهر سوم و ۴ برابر شهر چهارم باشد، بنابراین نسبت شهر اول به مجموعه چهار شهر نخست نظام شهری باید برابر ۰/۴۸ باشد<sup>۲</sup>.

$$FCI = \frac{1}{1 + 0/5 + 0/33 + 0/25} = 0/48$$

۱- Mahta Four City Index.

۲- عظیمی، (۱۳۸۱)، ص ۶۶.

اشکالات عمده این روش نیز مانند سایر روش‌ها بی‌توجهی به دیگر شهرهای نظام شهری است.

#### ۵- شاخص تمرکز هرفیندال<sup>۱</sup>

این شاخص میزان تمرکز در نظام شهری را مورد بررسی قرار می‌دهد که از طریق رابطه (۲۲-۶) به دست می‌آید.<sup>۲</sup>

$$HI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P}\right)^2 \quad (22-6)$$

که در آن  $(P_i)$  جمعیت شهر  $i$  و  $P$  کل جمعیت شهری منطقه مورد مطالعه است. اشکال وارده بر سایر روش‌های بحث شده‌ی نخست شهری، بر این روش نیز تقریباً صادق است. زیرا که این روش، نسبت هر شهر را نسبت به کل جمعیت شهری مورد بررسی قرار می‌دهد. اما به مبنای یک ختم نمی‌شود و همچنین نسبت شهرها به کل جمعیت شهری موجب می‌شود رتبه شهرها و اصول قاعده رتبه - اندازه در آن دخیل نباشد.<sup>۳</sup>

#### ۶- شاخص موماو و الوصابی<sup>۴</sup>

این شاخص از تقسیم مجموع جمعیت دو شهر اول و دوم به مجموع جمعیت دو شهر سوم و چهارم به دست می‌آید. که از طریق رابطه (۲۳-۶) است.

$$\text{شاخص موماو و الوصابی} = \frac{P_1 + P_2}{P_3 + P_4} \quad (23-6)$$

هرچه مقدار این شاخص بزرگتر باشد، نظام شهری مورد نظر دارای نخست شهری بیشتری است.<sup>۱</sup> این شاخص نیز مانند شاخص‌های تمرکز هرفیندال و نخست شهری به

۱- Herfindahl Concentration Index.

۲- زبردست، (۱۳۸۶)، ص ۳۵.

۳- تقوایی و موسوی، (۱۳۸۸)، ص ۲۷.

۴- Moomav and Alwosabi Index.

مبنای واحد ختم نمی‌شود و از طرف دیگر شهرهای دیگر نظام شهری را نادیده می‌انگارد و هیچ‌گونه تطابقی با اصول رتبه - اندازه ندارد.

#### نقدی بر روش‌های تعیین نخست شهری ارائه شده

نقد مفهوم شاخص نخست شهری و روش محاسبه آن مانند نقد هر مفهوم و روش دیگری، زمینه تکامل آن را فراهم می‌آورد و این انتقادات نیز صرفاً از همین زاویه مطرح می‌گردند. اصولاً ضعف شاخص‌های ارائه شده زمانی بروز می‌کند که روش‌های ارائه شده با انجام مطالعات موردی در کنار هم قرار گیرند و هدف این باشد که نتایج شاخص‌های بدست آمده با همدیگر مقایسه گردند، تا نقاط ضعف و قوت هر کدام مشخص گردد. البته به طور طبیعی، منتقدان آنچه را نقطه ضعف می‌بینند بیشتر نکته‌سنجی می‌کنند و پژوهشگران آنچه را که نقطه قوت می‌بینند بیشتر پافشاری می‌کنند. از زمان جفرسون تاکنون براساس ایده اولیه وی، روش‌های زیادی برای تعیین نخست شهری ارائه شده است. در شاخص‌های ارائه شده به دو نکته اساسی اشاره نشده است که به نوعی می‌توان گفت شاخص‌های ارائه شده نمی‌توانند مفهوم اساسی نخست شهری را در قالب نظام شهری بیان نمایند.

۱- بی‌توجهی به تمامی شهرهای نظام شهری، به طوری که رتبه آن شهرها در محاسبه آن‌ها دخیل باشد، به عبارت دیگر اصول قاعده رتبه - اندازه در محاسبه نخست شهرها رعایت نشده است.

۲- بعضی از شاخص‌های ارائه شده به یک مبنای واحدی ختم نمی‌شوند، اصولاً این مشکل زمانی بروز می‌کند که بخواهیم نظام‌های شهری متفاوتی را با همدیگر مقایسه کنیم.

چون تعیین نخست شهری، همان طوری که از مفهوم و تعریف آن مشخص است در برگیرنده تسلط نخست شهر نسبت به تمامی شهرهای نظام شهری است. بنابراین پایه نظری روش‌های ارائه شده مشکوک است، زیرا در شاخص‌های ارائه شده فقط به چند

شهر اول یا کل جمعیت شهری اهمیت داده می‌شود. در حالی که امکان دارد در چند شهر اول ترتیب رتبه - اندازه رعایت شده باشد ولی در شهرهای رده‌های پایین شهر نخست حاکمیت پیدا کند، یا شهرهای پایینی نسبت به شهر نخست حاکمیت پیدا کنند که در آن صورت روش‌های ارائه شده قادر نیستند به میزان تسلط نخست شهری در ساختار فضایی یک نظام شهری دست یابند. بنابراین در اینجا سعی شده است برای حل این مشکل شاخص بهتری نسبت به شاخص‌های مورد اشاره ارائه گردد.

#### ارائه شاخص جدیدی برای تعیین نخست شهر (تسلط شهری موسوی)<sup>۱</sup>

شاخصی که در اینجا ارائه می‌شود، مشکلات موجود در شاخص‌های عرضه شده را نخواهد داشت. برای نیل به این مهم، شاخص چهار شهر را به صورت رابطه (۶-۲۴) که در برگیرنده تمامی شهرهای نظام شهری است، ارائه می‌گردد:

$$\frac{P_1}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n} = \frac{P_1}{P} \quad (۶-۲۴)$$

رابطه (۶-۲۴)، اگرچه تمامی شهرها را در برمی‌گیرد ولی قاعده رتبه - اندازه در آن دخیل نیست. به عبارت دیگر، رتبه شهرها در آن دخالت داده نشده است. بدین ترتیب به دنبال آن هستیم که قاعده رتبه - اندازه را با فرمول (۶-۲۴) تلفیق کرده تا شاخص نخست شهر جدیدی طراحی شده تا رتبه شهرها در آن به کار گرفته شود. ساختار کلی مدل رتبه - اندازه به صورت زیر می‌باشد<sup>۲</sup>.

$$P_r = \frac{P_1}{r^q} \quad (۶-۲۵)$$

که در این رابطه:

$P_r$ : جمعیت شهر رتبه  $r$

۱- Mousavi Primacy City

- این مدل توسط یکی از نگارندگان (میرنجف موسوی) در سال ۱۳۸۷، زیر نظر دکتر مسعود تقوایی در دانشگاه اصفهان ساخته شده است.

۲- Guerin, (1995), p.562.



$P_1$  جمعیت شهر نخست،

$q$ : شیب خط می‌باشد.

در رابطه (۶-۲۵)، اندازه مطلوب شهرها زمانی است که  $q$  برابر با ۱ یا ۱- باشد، که در آن صورت شهر دوم،  $\frac{1}{3}$  شهر اول و شهر سوم،  $\frac{1}{3}$  شهر اول و شهر  $n$ م،  $\frac{1}{n}$  شهر اول خواهد بود. اگر  $q$  بیشتر از یک باشد شهر نخست تسلط دارد، و اگر  $q$  کمتر از یک باشد، تسلط با شهرهای میانی و کوچک است. بدین ترتیب در شاخصی که به دنبال ارائه آن هستیم، در نظر داریم شاخص را طوری ارائه نمایم که طبق قاعده رتبه - اندازه عدد به دست آمده به یک ختم شود. بیشتر و کمتر از آن شرایطی باشد که در رتبه - اندازه حاکم است. یعنی شاخص‌ها را به مبنای واحد ختم کنیم تا بتوانیم نظام‌های شهری متفاوتی را با همدیگر مقایسه نمائیم. بنابراین در این صورت خواهیم داشت:

$$P_1 = \frac{P_1}{R_1} \Rightarrow P_1 = P_1 R_1 \quad (۶-۲۶)$$

برای شهر رتبه  $n$ م خواهیم داشت:

$$P_n R_n \Rightarrow P_1 \frac{P_1}{R_n} P_n \quad (۶-۲۷)$$

در واقع رابطه (۶-۲۷) برابر است با رابطه (۶-۲۸):

$$\frac{P_n}{P_1} = \frac{1}{R_n} \quad (۶-۲۸)$$

به عبارت دیگر برابر است با رابطه (۶-۲۹):

$$\frac{P_1}{P_n} = R_n \quad (۶-۲۹)$$

برای این که مبنا را به یک ختم شود، قسمت اول و دوم رابطه (۶-۲۸) و (۶-۲۹) را با هم تلفیق می‌کنیم در آن صورت خواهیم داشت:

$$\frac{P_n}{P_1} \times R_n = \frac{P_1}{P_n} \times \frac{1}{R_n} = 1 \quad (۶-۳۰)$$

اگر رابطه (۳۰-۶) را برای هر کدام از شهرها در نظر بگیریم مساوی با یک خواهد بود. اگر رابطه (۳۰-۶) را برای تمامی شهرها در نظر بگیریم در صورتی که نظام شهری طبق قاعده رتبه - اندازه دارای شیب خط ۱ باشد، عدد بدست آمده برابر با تعداد شهرها خواهد بود.

$$\left(\frac{P_1}{P_1} \times \frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{P_1}{P_2} \times \frac{1}{R_2}\right) + \dots + \left(\frac{P_1}{P_n} \times \frac{1}{R_n}\right) \quad (31-6)$$

چون در رابطه (۳۱-۶) تعداد شهرها برابر است با:

$$1+1+1+\dots+1=N \quad (32-6)$$

بنابراین، برای این که بتوان شاخص‌های طراحی شده را مطابق رتبه - اندازه به یک ختم کرد، ناگزیر باید رابطه (۳۱-۶) را به رابطه (۳۲-۶) یعنی تعداد شهرها تقسیم نمود تا عدد بدست آمده برابر با یک گردد. اگر بالای یک باشد نشان‌دهنده تسلط نخست شهری است در صورتی کمتر از یک باشد بیانگر تسلط شهرهای میانی و کوچک است. بنابراین شاخص نخست شهری را به شرح رابطه (۳۳-۶) ارائه می‌گردد:

$$PC = \frac{\left(\frac{P_1}{P_1} \times \frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{P_1}{P_2} \times \frac{1}{R_2}\right) + \dots + \left(\frac{P_1}{P_n} \times \frac{1}{R_n}\right)}{N} \quad (33-6)$$

در نتیجه با توجه به رابطه (۳۳-۶) شاخص نخست شهری به صورت رابطه (۳۴-۶) ارائه می‌شود:

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_1}{P_i} \times \frac{1}{R_i}\right)}{N} \quad (34-6)$$

قابلیت اساسی این شاخص در آن است که شاخص‌های قبلی تسلط شهر اول را به چند شهر نشان می‌دادند ولی این شاخص قادر است تسلط شهر نخست را به تمامی

شهرهای نظام شهری بر مبنای رتبه آن‌ها نشان دهد. در یک نظام شهری ممکن است شهر اول نسبت به چند شهر بعدی تسلط چندانی نداشته باشد، ولی نسبت به شهرهای رتبه بعدی تسلط بسیار بالایی داشته باشد که این شاخص قادر است آن تسلط را محاسبه و تعیین کند.

برای فهم بهتر شاخص‌های نخست شهری مورد اشاره، در اینجا به بررسی الگوی نخست شهری استان آذربایجان غربی طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ می‌پردازیم:

بررسی الگوی سلسله مراتب شهری در استان آذربایجان غربی نشان می‌دهد که قانون نخست شهری در استان حاکم است. برای بررسی میزان نخست شهری در سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵، از شاخص‌های نخست شهر، دو شهر، چهار شهر، چهار شهر مهتا، تمرکز هرفیندال، موماو و الوصابی و شاخص تسلط شهری موسوی استفاده گردید. مقادیر عددی این شاخص‌ها در استان آذربایجان غربی برای سال‌های مورد بررسی محاسبه گردید و نتیجه‌ی محاسبات در جدول (۶-۸) و شکل (۶-۴) منعکس شده است.

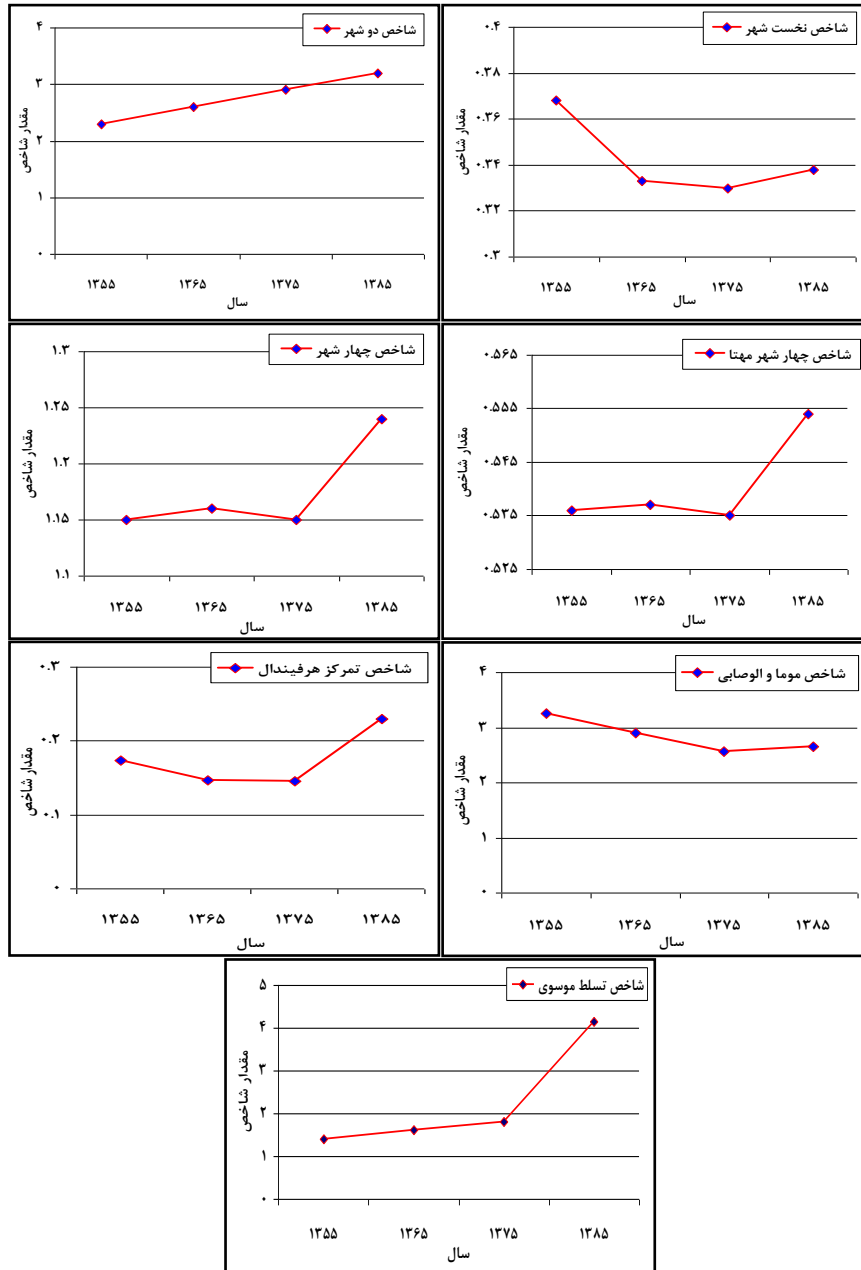
بر پایه شاخص تسلط شهری موسوی، درجه نخست شهری و برتری شهر ارومیه در نظام شهری استان مورد بررسی قرار گرفت. درجه نخست شهری طی سال‌های ۸۵-۱۳۵۵ به ترتیب ۱/۴۱، ۱/۶۲، ۱/۸۰ و ۴/۱۴۰ بوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند درجه نخست شهری طی سال‌های ۸۵-۱۳۵۵ یک روند افزایشی با فاصله نسبی کم را طی می‌کند که نتایج حاصل از محاسبات شاخص‌های نخست شهری به شرح زیر است:

۱- روند افزایش و کاهش میزان نخست شهری در شاخص‌های «نخست شهری»، «چهارشهر»، «تمرکز هرفیندال»، «موما و الوصابی» همسو و سازگار بوده در حالی که با شاخص‌های «دو شهر» و «چهار شهر مهتا» (که تا حدودی با یکدیگر همسو هستند) ناسازگاری را نشان می‌دهد.

۲- علی‌رغم کاهش میزان نخست شهری در استان آذربایجان غربی در سال‌های ۵۵ تا ۶۵ نسبت به سال‌های ۸۵-۷۵ در تمامی شاخص‌ها همچنان نخست شهری در نظام شهری استان وجود دارد؛ به طوری که براساس شاخص دو شهر و سنجش شدت نخست شهری در تمام سال‌های مورد بررسی نخست شهری در حد «فوق برتری» است.

---

۳- نتایج کلیه شاخص‌ها نشان می‌دهد که پدیده نخست شهری استان آذربایجان غربی در همه سال‌های اولیه مورد مطالعه (۱۳۵۵)، چندان چشمگیر نبوده اما شدت این نخست شهری در سال‌های بعدی تا سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است (جدول ۶-۸).



شکل (۶-۴): روند افزایش و کاهش میزان نخست شهری در استان آذربایجان غربی ۸۵-۱۳۵۵.

جدول (۶-۸): شاخص‌های نخست شهری در استان آذربایجان غربی طی سال‌های ۸۵-۱۳۵۵.

شاخص	سال	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	وضعیت
شاخص نخست شهر	۰/۳۶۸	۰/۳۳۳	۰/۳۳۰	۰/۳۳۸	کاهشی - افزایشی	
شاخص دو شهر	۲/۳	۲/۶	۲/۹	۳/۲	افزایشی	
شاخص چهار شهر	۱/۱۵	۱/۱۶	۱/۱۵	۱/۲۴	کاهشی - افزایشی	
شاخص چهار شهر مهتا	۰/۵۳۶	۰/۵۳۷	۰/۵۳۵	۰/۵۵۴	افزایشی - کاهشی	
شاخص تمرکز هرفیندال	۰/۱۷۴	۰/۱۴۷	۰/۱۴۶	۰/۲۳۰	کاهشی - افزایشی	
شاخص موماو و الوصابی	۳/۲۶	۲/۹۰	۲/۵۶	۲/۶۶	کاهشی - افزایشی	
شاخص تسلط شهری موسوی	۱/۴۱	۱/۶۲	۱/۸۰	۴/۱۴۰	افزایشی	

### منحنی لورنز<sup>۱</sup>

یکی از روش‌های اندازه‌گیری سلسله مراتب شهری و چگونگی توزیع جمعیت در شهرهای یک منطقه، استفاده از منحنی لورنز است. این منحنی دارای دو محور افقی و عمودی است که از صفر تا ۱۰۰ درجه‌بندی شده و بیانگر درصد فراوانی تجمعی است. برای نشان دادن چگونگی توزیع و جمعیت‌یابی نقاط شهری بر روی منحنی لورنز، درصد تراکمی تعداد شهرها در محور طول‌ها (OX) و درصد تراکمی گروه‌های شهری بر روی محور عرض‌ها (OY) استفاده می‌شود. سپس با استفاده از آمارهای موجود درصد تراکمی مقدار شهرها و درصد تراکمی گروه‌های شهری در یک منطقه، برای هر یک از دوره‌های سرشماری نقاطی را در صفحه تعیین کرده و این نقاط را به هم وصل کنیم، به منحنی می‌رسیم که به خاطر نام ابداع‌کننده آن منحنی لورنز خوانده می‌شود. هرچقدر منحنی به طرف خط نرمال سوق یابد، جمعیت‌یابی نقاط شهری منطقه مطلوب‌تر بوده است، و هرچقدر جهت‌یابی نقاط شهری در منطقه نامتعادل‌تر باشد، منحنی لورنز از خط نرمال فاصله بیشتری خواهد گرفت. برای سنجش وضعیت توزیع جمعیت در نقاط شهری منطقه می‌توان از ضریب جینی<sup>۲</sup> استفاده نمود. فرمول ضریب جینی عبارتند از:

۱- Lorenz Curve.

۲- Gini Coefficient.

$$J = \frac{A}{A+B} \quad (۳۵-۶)$$

J: ضریب جینی،

A: مساحت بین منحنی لورنز و خط نرمال،

A + B: مساحت مثلث.

مقدار ضریب جینی بین صفر و یک خواهد بود. اگر منحنی لورنز بر خط نرمال منطبق باشد، جمعیت‌یابی نقاط شهری در منطقه کاملاً متعادل است. مساحت A برابر صفر بوده و بنابراین ضریب جینی برابر صفر خواهد شد. ضریب جینی برابر با یک، زمانی حاصل می‌شود که مساحت B صفر شود، یعنی جمعیت‌یابی نقاط شهری کاملاً نامتعادل است. البته حالت‌های کاملاً متعادل و نامتعادل در عمل وجود ندارد. می‌توان مقدار ضریب جینی را به چهار دسته تقسیم بندی نمود:

$$\begin{aligned} J &= 0/75 - 0/5 = \text{نیمه متعادل} & J &= 0 - 0/25 = \text{متعادل} \\ J &= 0/75 - 1 = \text{نامتعادل (بحرانی)} & J &= 0 - 0/5 = \text{تقریباً متعادل} \end{aligned}$$

در جدول (۶-۹)، درصد معمولی و تراکمی طبقات شهری و جمعیت شهری ساکن در آذربایجان غربی تنظیم شده است. سپس براساس ستون‌های درصد تراکمی، منحنی لورنز برای سال‌های ۵۵، ۶۵، ۷۵ تهیه شده است. در کلیه سرشماری‌های مورد بررسی استان، منحنی لورنز دارای فرورفتگی و تعقر نه‌چندان زیادی است که می‌توان این اختلاف را در فاصله‌گیری از خط توزیع و یکنواخت اساس نمود و برای تعیین میزان تعادل یا عدم تعادل از ضریب تراکمی استفاده شده است. ضریب تراکمی برای سال‌های مورد بررسی به شرح زیر می‌باشد:

$$0/60 = \text{ضریب تراکمی سال } 1375.$$

$$0/59 = \text{ضریب تراکمی سال } 1365.$$

$$0/59 = \text{ضریب تراکمی سال } 1355.$$

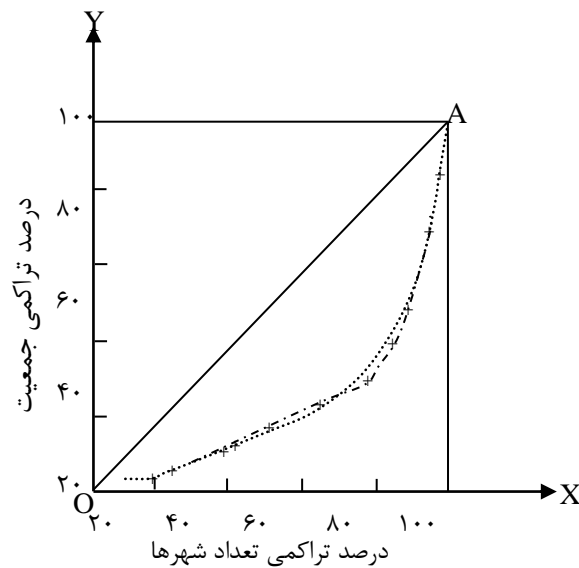
در حقیقت در تمام دوره‌های مورد بررسی ضریب تراکمی بین ۰/۷۵ - ۰/۵ بوده است. نتیجه این که توزیع جمعیت شهرها و گروه‌ای شهری نیمه متعادل است و سلسله

مراتب شهری در استان آذربایجان غربی نسبت به سایر استان‌های کشور دارای تعادل بیشتری است.

جدول (۶-۹): درصد تراکمی گروه‌های جمعیت شهرنشین آذربایجان غربی از سال ۵۵ تا ۷۵

رتبه	فاصله جمعیتی شهرها	۱۳۵۵				۱۳۶۵				۱۳۷۵			
		شهرها		جمعیت شهری		شهرها		جمعیت شهری		شهرها		جمعیت شهری	
		ت	د	ت	د	ت	د	ت	د	ت	د	ت	د
۱	کمتر از ۴۹۹۹	۳۶/۴	۳۶/۴	۵/۸	۵/۸	۱۳/۶	۱۳/۶	۱/۳	۱/۳	۴/۵	۴/۵	۰/۲	۰/۲
۲	۵۰۰۰-۹۹۹۹	۱۳/۶	۵۰	۴/۷	۱۰/۵	۳۱/۸	۱۸/۲	۲/۹	۴/۲	۲۲/۷	۲۷/۲	۲/۷	۲/۹
۳	۱۰۰۰۰-۲۴۹۹۹	۲۷/۳	۷۷/۳	۱۸/۹	۲۹/۵	۳۱/۸	۶۳/۹	۱۲/۸	۱۷/۱	۱۸/۲	۴۵/۴	۵/۶۹	۸/۶
۴	۲۵۰۰۰-۴۹۹۹۹	۱۳/۶	۹۱	۲۰/۹	۵۰/۴	۴/۵	۶۸/۱	۳/۶	۲۰/۷	۲۲/۷	۶۸/۱	۱۳	۳/۶
۵	۵۰۰۰۰-۹۹۹۹۹	۴/۵	۹۵/۵	۱۴/۸	۶۵/۲	۲۲/۷	۹۱	۳۳/۶	۵۴/۳	۱۳/۶	۸۱/۷	۱۶/۹	۳۸/۵
۶	۱۰۰۰۰۰-۲۴۹۹۹۹	۴/۵	۱۰۰	۳۴/۷	۱۰۰	۴/۵	۹۵/۵	۱۲/۷	۶۶/۹	۳/۶	۹۵/۵	۲۸/۹	۶۷/۴
۷	۲۵۰۰۰۰-۴۹۹۹۹۹	۰	۰	۰	۰	۴/۵	۱۰۰	۳۳	۱۰۰	۴/۵	۱۰۰	۳۲/۶	۱۰۰
۸	بیش از ۵۰ هزار نفر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

منبع: زیاری و موسوی، (۱۳۸۴)، صص ۱۸۳-۱۶۷.



شکل (۶-۵): نمودار توزیع گروه‌های شهری و جمعیت شهری با استفاده از منحنی لورنز



### مدل‌های تعیین اندازه شهر

ارائه تعریف جامعی از اندازه شهرها که بتواند در تقسیمات شهری، کلیه شهرهای جهان صادق باشد، کاملاً دشوار است. اما این اتفاق نظر وجود دارد که بسیاری از صاحب‌نظران معیار «اندازه نسبی جمعیت» را به عنوان عامل اصلی در تعیین اندازه شهر می‌دانند. کوین لینچ در تعیین اندازه شهرها، متغیر جمعیت ساکن را به عنوان عامل اصلی تعیین‌کننده می‌داند.<sup>۱</sup> رینر و پار<sup>۲</sup> (۱۹۸۰) نیز جمعیت را به عنوان بعد اصلی مقیاس شهر در مطالعات شهری می‌دانند.<sup>۳</sup> آرتور اسمایلز نیز مثل اکثر اندیشمندان بر عامل جمعیت تأکید می‌کند، وی براساس عامل جمعیت و فواصل آماری، اندازه شهرها را در شش گروه به شرح زیر طبقه‌بندی نموده است:<sup>۴</sup>

- ۱- شهرهای ۲ تا ۵ هزار نفر در مرحله نوزادی شهر،
  - ۲- شهرهای ۵ تا ۲۰ هزار نفر در مرحله نوجوانی،
  - ۳- شهرهای ۲۰ تا ۱۰۰ هزار نفر در مرحله جوانی،
  - ۴- شهرهای ۱۰۰ تا ۵۰۰ هزار نفر در مرحله میان‌سالی،
  - ۵- شهرهای ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ نفر در مرحله تکامل،
  - ۶- شهرهای با جمعیت بیش از یک میلیون نفر به نام مادرشهر.
- مطالعات طرح پایه آمایش سرزمین (مرحله اول) ۱۳۶۴ در تعیین اندازه شهرهای ایران، آن‌ها براساس عامل جمعیت به پنج طبقه به شرح زیر طبقه‌بندی نمود:<sup>۵</sup>

- ۱- شهرهای کوچک (کمتر از ۵۰ هزار نفر)،
- ۲- شهرهای متوسط کوچک (۵۰ تا ۱۰۰ هزار نفر)،
- ۳- شهرهای متوسط بزرگ (۱۰۰ تا ۲۵۰ هزار نفر)،
- ۴- شهرهای بزرگ میانی (۲۵۰ تا ۵۰۰ هزار نفر)،

۱- لینچ، (۱۳۷۶)، ص ۳۱۷.

۲- Reiner and Par.

۳- زبردست، (۱۳۸۳)، ص ۹.

۴- مستوفی الممالکی، (۱۳۸۰)، ص ۱۴۵.

۵- سازمان برنامه و بودجه، (۱۳۶۴)، صص ۸۷-۸۹.

۵- شهرهای بزرگ و بسیار بزرگ (۵۰۰ تا ۲ میلیون نفر).

تعیین اندازه شهرها براساس جمعیت، در کشورهای مختلف یکسان نمی‌باشد. به عنوان مثال در کشوری که اندازه بزرگترین شهر، در حد جمعیت شهر کوچک یا متوسط کشور دیگری است، مقیاس اندازه شهرها با اندازه شهرهای کشورهای دیگر متفاوت خواهد بود.

برخی دیگر از صاحب‌نظران در تعیین اندازه شهر به عامل اقتصادی تأکید می‌کنند. آلنسو جزو این دسته از صاحب‌نظران معتقد است، متوسط درآمد سرانه (AI) <sup>۱</sup> و متوسط هزینه سرانه (AC) <sup>۲</sup> می‌تواند به عنوان معیار مناسبی برای تعیین اندازه شهر باشد. به طوری که شهرها با افزایش اندازه‌شان امکان تأمین درآمدهای بیشتر را مهیا می‌سازند. این افزایش تا حدی استمرار می‌یابد، اما پس از حدی به دلیل ظهور هزینه‌های اضافی ناشی از «بزرگی مقیاس» <sup>۳</sup> روند افزایش درآمد سرانه متوقف شده و سپس فرو می‌افتد. هزینه سرانه هر شهروند نیز با بزرگ‌تر شدن مقیاس شهری به دلیل بروز «مطلوبیت‌های مقیاس» <sup>۴</sup> به طور تدریجی کاهش می‌یابد اما پس از حدی این کاهش متوقف شده و هزینه‌های سرانه افزایش می‌یابد. در واقع در محدوده حاصل از برخورد دو تابع متوسط هزینه حوزه‌ای به وجود می‌آید که در آن درآمدها، هزینه‌ها را تأمین یا جبران می‌کنند، یعنی نقاط A و B که در آن تفاضل AI و AC معادل صفر است (۶-۳۶). در میان این حوزه (یعنی محدوده میان دو نقطه A و B)، به طور مستمر متوسط درآمد سرانه بیشتر از متوسط هزینه سرانه است (۶-۳۷). در حالی که خارج از این دو نقطه (A و B) میزان متوسط هزینه سرانه نسبت به متوسط درآمد سرانه افزایش می‌یابد، یعنی تفاضل AI و AC کوچک‌تر از صفر، یعنی منفی است (۶-۳۸)°.

۱- Average Incom.

۲- Average Cost.

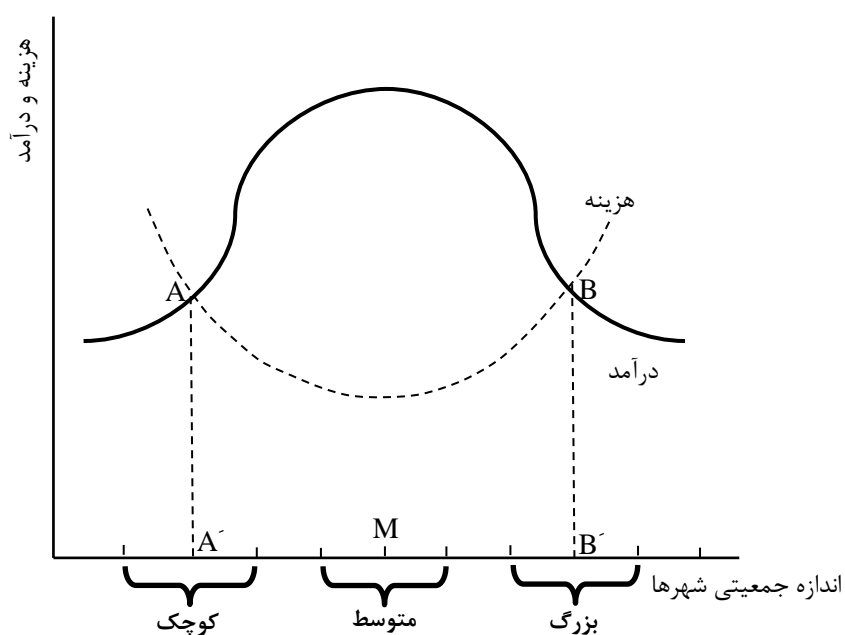
۳- Diseconomies of Scale.

۴- Economics of Scale.

محل تقاطع دو تابع درآمد و هزینه  $AI - AC = 0$  (۳۶-۶)

محدوده زیر در تابع درآمد و هزینه  $AI - AC > 0$  (۳۷-۶)

محدوده خارج از توابع درآمد و هزینه  $AI - AC < 0$  (۳۸-۶)



شکل (۶-۶): نمودار درآمد و هزینه شهر در محدوده شهرهای کوچک و متوسط و بزرگ.

منبع: امکچی، (۱۳۸۳) ص ۱۵.

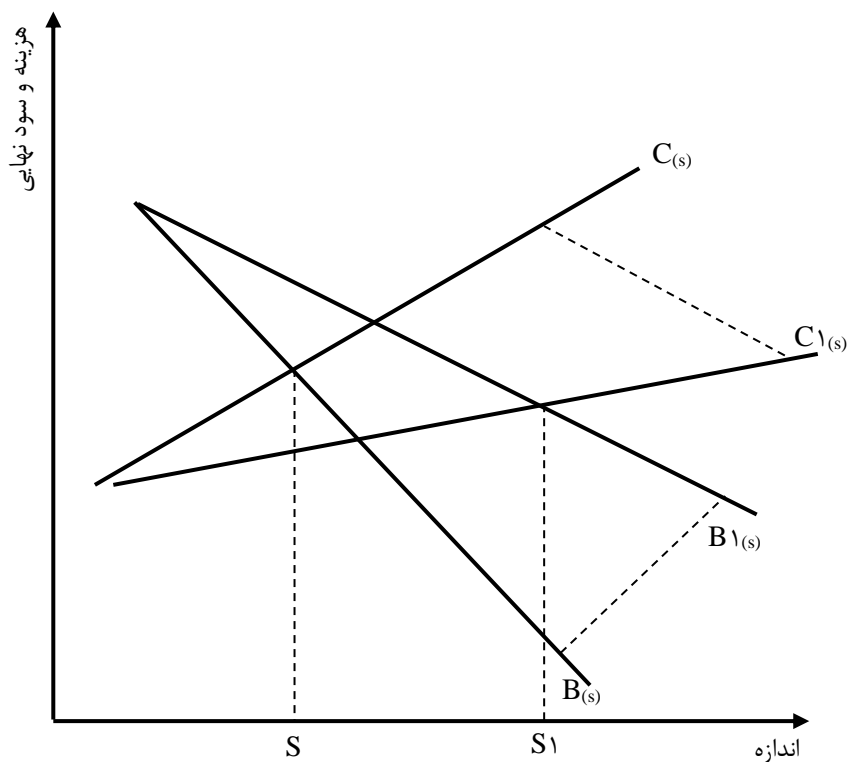
بنابراین، شکل (۶-۶) نشان می‌دهد که در محدوده نقاط  $A'$  شهرهای کوچک اندام،  $M$  شهرهای متوسط اندام و  $B'$  شهرهای بزرگ قرار خواهند داشت. به نظر آلسو در نقطه  $M$  که تفاوت بین درآمد و هزینه به حداکثر می‌رسد، شهر از نظر کارایی اقتصادی مطلوب‌ترین شرایط را خواهد داشت.

پرودوهم و لی<sup>۱</sup> در مطالعات خود در مورد ۲۳ شهر فرانسه، سه عامل، اندازه شهر، میانگین فاصله بالقوه بین محل کار و سکونت (پراکندگی) و در نهایت میانگین سرعت مسافرت‌ها به مقصد کار را عاملی تعیین‌کننده در کارآیی شهرها دانسته‌اند. آن‌ها با اشاره به مقاله ارزشمند آلسو (۱۹۷۱)، در مورد اندازه بهینه شهر اظهار می‌دارند که فرض اساسی آلسو در مدلش، افزایش سود و هزینه به موازات (رشد) اندازه شهر است. در مدل وی با افزایش اندازه شهر از آستانه‌ای خاص، سیر افزایشی منحنی کمتر و کمتر می‌شود، در حالی که منحنی هزینه سیر صعودی خود را حفظ می‌کند. به نظر آلسو اندازه‌ای از شهر وجود دارد که در آن نقطه اختلاف بین سودها و هزینه‌ها، و به عبارت دیگر سود خالص، بخ بیشترین حد خود می‌رسد. این نقطه حد اندازه بهینه شهرها است. در مدل آلسو، منحنی سود نهایی که شیبی رو به پایین دارد ( $B(s)$ )، و منحنی هزینه نهایی که شیب آن رو به بالاست ( $C(s)$ ). محل تقاطع این دو منحنی ( $S$ )، اندازه بهینه شهر خواهد بود، شکل (۶-۷).

به اعتقاد آن‌ها، آلسو یک بعد بسیار مهم یعنی مدیریت شهری را می‌تواند سود و هزینه را تعدیل کند، نادیده گرفته است. زیرا که همه شهرها به یک اندازه خوب مدیریت نمی‌شوند. آن‌ها با اضافه کردن بعد مدیریت شهری به منحنی آلسو، مدعی می‌شوند که مدیریت خوب شهری می‌تواند منحنی هزینه نهایی را کاهش دهد و آن را به حالت  $C_1(s)$  برساند. همچنین باید افزایش منحنی سود نهایی آن را به حالت  $B_1(s)$  تغییر دهد. نقطه محل تلاقی این دو منحنی،  $S_1$  اندازه بهینه جدید شهر است که در قسمت راست نقطه قبلی ( $S$ ) قرار می‌گیرند. بنابراین مدیریت خوب می‌تواند به طور نامحدودی اندازه بهینه شهر را افزایش دهد.

۱- Prydhomme and Lee.

۲- پرودوهم و لی، (۱۳۸۰)، صص ۲۶-۲۵.



شکل (۶-۷): نمودار اندازه بهینه شهر به عنوان تابعی از مدیریت شهری.

منبع: پرودوهم و لی، (۱۳۸۰)، ص ۲۵.

### اندازه شهر و اشتغال

در اکثر شهرها بین اشتغال و اندازه شهر رابطه معنی‌داری وجود دارد. این بدین معناست که با افزایش اندازه شهرها و ایجاد فرصت‌های شغلی بیشتر، اشتغال نیز افزایش می‌یابد. ولی اشتغال در بخش‌های مختلف (مثل کشاورزی، صنعت، خدمات و غیره) با اندازه شهر رابطه‌های معنی‌دار متفاوتی دارند. در بعضی از شهرها که نقش صنعتی دارند، اندازه شهرها با بخش صنعتی و خدماتی رابطه قوی‌تری را نشان می‌دهد و نسبت به بخش کشاورزی رابطه آن‌چنان معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در استان فرضی رابطه اشتغال و اندازه شهر با بهره‌گیری از نرم‌افزار رایانه‌ای SPSS و استفاده از مدل

رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت<sup>۱</sup>. در این بررسی جمعیت (بیانگر اندازه شهر) به عنوان متغیر تابع و بخش‌های کشاورزی و قسمت خدمات به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد.

جدول (۶-۱۰): داده‌های آماری بخش اقتصادی و جمعیت در استان فرضی

جمعیت	بخش‌های اقتصادی			نام شهر
	خدمات	صنعت	کشاورزی	
۴۰۲۶۹	۴۴۷۳	۵۰۸۱	۳۵۷۰	A
۵۹۱۹۷	۷۸۱۲	۱۳۰۷۷	۲۶۵۹	B
۴۱۴۱۰	۳۷۵۶	۴۹۳۱	۱۵۳۲	C
۵۴۹۱۱	۴۹۷۱	۸۹۴۱	۶۷۳۵	D
۷۳۲۶۵	۶۹۱۷	۱۰۷۲۱	۷۹۸۶	E
۵۷۸۹۰	۷۱۱۹	۵۴۶۹	۱۵۹۲	F
۴۰۹۰۰۸	۵۰۹۵۴	۴۶۵۰۷	۶۵۰۱	J

نتایج بررسی‌ها نشان داد که بین اندازه شهر در این استان فرضی با بخش کشاورزی هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری وجود ندارد. ولی بین اندازه شهر و بخش صنعت و خدمات رابطه معنی‌دار مثبت وجود دارد که با افزایش جمعیت در بخش‌های صنعت و خدمات فرصت‌های شغلی ایجاد می‌گردد.

در رابطه با بخش کشاورزی:

$$y = 1725/370 + 20/12x \quad \text{Sig} = 0/376$$

در رابطه با صنعت:

$$y = 15594/5 + 8/922x \quad \text{Sig} = 0/000$$

در رابطه با خدمات:

$$y = 5775/596 + 7/843x \quad \text{Sig} = 0/000$$

۱- کینبر و آروکولین، (۱۳۸۱)، صص ۵۵۴.

در معادلات فوق، اشتغال در بخش کشاورزی با اندازه شهر معنی‌دار نبوده و در بخش‌های صنعت و خدمات معنی‌دار بوده‌اند. مقادیر  $\beta$  برای صنعت و خدمات به ترتیب ۰/۹۷۶ و ۰/۹۹۸ بوده که نشان می‌دهد به ازای یک واحد تغییر در اندازه شهر (جمعیت)، ۰/۹۷۶ در بخش صنعت و ۰/۹۹۸ در بخش خدمات تغییر ایجاد می‌شود.

#### شاخص رشد جمعیت شهری

این شاخص، روشی است که رابط میان نسبت رشد کل جمعیت، نسبت رشد جمعیت شهری و روستایی و بخشی از جمعیت را که در حال حاضر شهری است، نشان می‌دهد. رابطه ریاضی آن به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

$$g_t = \left[ g_u \times \frac{U}{P} \right] + \left[ g_r \times \left( 1 - \frac{U}{P} \right) \right] \quad (39-6)$$

در رابطه (۳۹-۶):

$g_t$ : برابر است با رشد کل جمعیت،

$g_u$ : برابر است با رشد جمعیت شهری،

$g_r$ : برابر است با رشد جمعیت روستایی،

$U$ : جمعیت شهر،

$P$ : جمعیت کل.

رابطه (۳۹-۶) بدین معنی است که نسبت رشد کل جمعیت برابر است با نسبت رشد جمعیت شهری ضربدر بخشی از جمعیت که شهری است به علاوه نسبت رشد جمعیت روستایی ضربدر بخشی از جمعیت که روستایی است. بنابراین اگر رابطه (۳۹-۶) را آرایشی دیگر دهیم نسبت رشد جمعیت شهری را می‌توان به صورت زیر بیان نمود<sup>۲</sup>:

$$g_u = \frac{g_t}{U/P} - g_r \frac{1-U/P}{U/P} \quad (40-6)$$

۱- میلز و همیلتون، (۱۳۷۵)، ص ۵۵۴.

۲- همان منبع.

اگر نسبت رشد جمعیت روستایی صفر باشد، نسبت رشد شهری، نسبت رشد ملی تقسیم بر بخشی از جمعیت است که شهری است.

#### مدل ضریب کشش‌پذیری

این مدل شاخصی است که به‌وسیله آن می‌توان درصد جمعیت شهرنشین را در مقابل جمعیت کل برآورد نمود. یعنی در مقابل هر یک درصد افزایش جمعیت کل (کشور، استان، شهرستان) در دوره زمانی مشخص، جمعیت شهرنشین (در شهر مورد نظر) چه میزان افزایش یا کاهش دارد. همچنین از طریق این شاخص می‌توان گرایش‌های موجود در فضای منطقه و میزان کشش‌پذیری جمعیتی آن را محاسبه و در مقیاس منطقه‌ای با سایر کانون‌های جمعیتی مقایسه نمود. فرمول این ضرایب به شرح رابطه (۴۰-۶) است<sup>۱</sup>:

$$E_{(t,t+10)} = \frac{Y_u(t,t+10)}{r(t,t+10)} \quad (40-6)$$

E: برابر است با ضریب کشش‌پذیری در فاصله زمانی  $t, t+10$ .

$Y_u$ : نرخ رشد سالانه جمعیت شهری،

r: نرخ رشد سالانه جمعیت کل.

۱- فنی، (۱۳۸۲)، ص ۱۰۷.



## • فصل هفتم

### مدل سطح‌بندی سکونتگاه‌ها و تعیین مکان‌های بهینه

یکی از مشکلات اساسی توسعه فضایی و ناحیه‌ای، گسیختگی سازمان فضایی و عدم سلسله مراتب مبتنی بر رابطه تعاملی میان سکونتگاه‌ها است. در همین راستا تعیین و تشکیل سلسله مراتبی از سکونتگاه‌ها که بتواند چارچوب مؤثری برای توزیع جمعیت، فعالیت‌ها، خدمات و کارکردها در سطح مختلف باشد، ضروری است. بنابراین بکارگیری معیارها و روش‌های کمی، جهت سطح‌بندی سکونتگاه‌ها در سیستم فضایی مناطق، نه تنها موجب شناخت تفاوت میان سکونتگاه‌ها می‌گردد، بلکه این سطح‌بندی معیاری برای تعیین مرکزیت، همچنین تعیین انواع خدمات مورد نیاز و تعدیل نابرابری بین سکونتگاه‌ها است. امروزه با پیشرفت روش‌های آماری و رایانه‌ای در مطالعات جغرافیایی، استفاده از شاخص‌های مختلف در زمینه‌های گوناگون متداول‌ترین معیار سطح‌بندی سکونتگاه‌ها است. در این فصل سعی می‌شود ابتدا به معرفی شاخص‌های گوناگون سطح‌بندی، سپس به تجزیه و تحلیل روش‌های متداول در مطالعات جغرافیایی پرداخته شود.

#### فرآیند سنجش سطح‌بندی سکونتگاه‌ها

برای سنجش سطوح توسعه و سطح‌بندی سکونتگاه‌ها باید مراحل طی شود که این مراحل به شرح ذیل‌اند<sup>۱</sup>:

۱- تعیین هدف مطالعه و تدوین چارچوب آن،

---

۱- کلانتری، (۱۳۸۰)، صص ۱۱۱-۱۱۰.

- ۲- تعیین سطح مطالعه،
- ۳- شناخت نوع آمار قابل دسترس،
- ۴- انتخاب شاخص‌های توسعه.

### انتخاب شاخص‌ها

شناخت بهتر و دقیق‌تر از وضعیت مکان‌های جغرافیایی در زمینه‌های مختلف در سطوح متفاوت منوط به در دسترس داشتن اطلاعات کامل و پردازش شده از مکان‌های مورد نظر است. برای نیل به این مهم، از یک سری شاخص‌های ترکیبی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، آموزشی، بهداشتی و غیره استفاده می‌شود. این شاخص‌های ترکیبی می‌توانند سطحی از آسایش و رفاه و رشد و توسعه مکان‌های جغرافیایی را بر اساس معیارهای انتخاب شده نشان‌دهند. تعیین این شاخص‌ها، مهم‌ترین قدم در مطالعات توسعه ناحیه‌ای است؛ در واقع بیان آماری پدیده‌های موجود در ناحیه است.

برای بیان اهمیت شاخص‌های توسعه و نقش آن در بیان آماری پدیده‌ها ضروری است تا مفاهیم مربوط به متغیر و شاخص به طور عمیق‌تر روشن شود. متغیرها ارقام خامی هستند که نمی‌توانند سطح توسعه مکان‌های جغرافیایی را در معیارهای انتخاب شده نشان‌دهند. مثل تعداد پزشکان، تعداد شاغلان بخش صنعت و غیره. زیرا که بالا بودن پزشکان و شاغلان و غیره دلیل بر توسعه مکان‌های مورد نظر نمی‌تواند باشد. چون امکان دارد یک مکانی جمعیت بیشتری داشته باشد، طبیعی است که تعداد پزشکان و یا متغیرهای دیگر نیز بالا خواهند بود. در حالی که شاخص‌ها ارقامی هستند که برای اندازه‌گیری و سنجش نوسان‌های عوامل متغیر در طول زمان به کار می‌رود. به عبارت دیگر، با تبدیل متغیرها به سرانه‌ها، نسبت‌های مختلف، درصدها و غیره می‌توان به شاخص‌سازی متغیرها اقدام کرد. مثل تعداد پزشکان در ده هزار نفر جمعیت، درصد شاغلان بخش صنعت نسبت به کل شاغلان. مسأله بعدی در ارتباط با متغیرها و شاخص‌ها، مربوط به مفاهیم آنها است. بعضی از شاخص‌ها منفی هستند، بیانگر عدم توسعه یک مکان جغرافیایی است. بنابراین موقع شاخص‌سازی بایستی از انتخاب این شاخص‌ها صرف نظر کرد، یا این که این شاخص‌ها را معکوس و از مقادیر ثابتی کم کرد.

مثلاً نرخ بیکاری ناحیه A را می‌توان با تقسیم کردن جمعیت فعال ناحیه A به تعداد بیکاران همان ناحیه معکوس کرد.

### شاخص‌های اقتصادی

- ۱- میزان بار تکفل (معکوس)،
- ۲- درصد شاغلان بخش صنعت نسبت به کل شاغلین،
- ۳- درصد شاغلان بخش خدمات نسبت به کل شاغلین،
- ۴- درصد شاغلان بخش حمل و نقل نسبت به کل شاغلین،
- ۵- درصد شاغلان بخش آموزش نسبت به کل شاغلین،
- ۶- درصد شاغلان بخش بهداشت و مددکاری اجتماعی نسبت به کل شاغلین،
- ۷- نرخ بیکاری (معکوس)،
- ۸- ضریب اشتغال زنان،
- ۹- ضریب اشتغال مردان،
- ۱۰- ضریب کل اشتغال،
- ۱۱- نرخ مشارکت،
- ۱۲- درصد شاغلان و متخصصین مرد نسبت به کل جمعیت،
- ۱۳- درصد شاغلان و متخصصین زن نسبت به کل جمعیت،
- ۱۴- درصد شاغلان قانون‌گذار و مقامات عالی رتبه نسبت به کل جمعیت.

### شاخص‌های توسعه صنعتی

- ۱- تعداد واحدهای صنعتی به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۲- سرانه تولید در بخش معدن،
- ۳- مقدار مصرف برق صنعتی در هر منطقه،
- ۴- تعداد کارگاه‌های بیش از ۵۰۰-۱۰۰ نفر کارکن به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۵- تعداد کارگاه‌های بیش از ۵۰۰ نفر کارکن به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۶- میزان سهم ارزش‌افزوده در بخش صنعت،

- ۷- میزان سهم‌ارزش افزوده در بخش معدن،
- ۸- سرانه ارزش افزوده در واحدهای صنعتی،
- ۹- تولید سرانه هر کارگر صنعتی،
- ۱۰- تولید به ازای هر واحد صنعتی،
- ۱۱- تعداد دار قالی روستا،
- ۱۲- درصد شاغلین قالیباف،
- ۱۳- درصد کارگران صنعتی نسبت به کل جمعیت،
- ۱۴- درصد کارگران صنعتی نسبت به کل شاغلین،
- ۱۵- تعداد واحدهای معدنی به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت.

#### شاخص‌های کشاورزی

- ۱- تعداد دام،
- ۲- تعداد گاو و گوساله،
- ۳- نسبت زمین‌های آبی به کل زمین‌های قابل کشت،
- ۴- تعداد تراکتور به ازای هر صد هکتار زمین کشاورزی،
- ۵- تعداد تراکتور به ازای هر صد بهره‌بردار،
- ۶- تعداد پمپ آب به ازای هر صد هکتار زمین کشاورزی،
- ۷- تعداد پمپ آب به ازای هر صد بهره‌بردار،
- ۸- عملکرد هر هکتار محصول گندم،
- ۹- عملکرد هر هکتار محصول جو،
- ۱۰- میزان اعتبارات بانکی به ازای هر ۱۰۰ هکتار زمین کشاورزی،
- ۱۱- میزان مصرف کود شیمیایی به ازای هر هزار هکتار از اراضی کشت شده.

#### شاخص‌های مسکن و کالبدی

- ۱- درصد مسکن با دوام در مناطق شهری،
- ۲- درصد مسکن با دوام در مناطق روستایی،

- ۳- تراکم خانوار در مسکن (معکوس)،
- ۴- درصد خانوارهای دارای مسکن شخصی،
- ۵- سرانه مسکونی،
- ۶- درصد مساحت کاربری فضای سبز،
- ۷- درصد مساحت شبکه ارتباطی،
- ۸- درصد مساحت کاربری آموزشی،
- ۹- درصد مساحت کاربری درمانی،
- ۱۰- درصد مساحت کاربری ورزشی،
- ۱۱- درصد مساحت کاربری خدماتی - تجاری،
- ۱۲- درصد مساحت کاربری فرهنگی و مذهبی.

#### شاخص‌های زیر بنایی

- ۱- طول جاده‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع،
- ۲- درصد روستاهای دارای جاده،
- ۳- درصد روستاهای دارای دفاتر پستی،
- ۴- درصد خانوارهای دارای وسایل نقلیه،
- ۵- درصد روستاهای دارای برق،
- ۶- درصد روستاهای دارای تلفن،
- ۷- درصد روستاهای دارای آب لوله‌کشی،
- ۸- مصرف سرانه برق،
- ۹- درصد خانوارهای دارای برق،
- ۱۰- درصد خانوارهای دارای تلفن،
- ۱۱- درصد خانوارهای دارای آب لوله‌کشی،
- ۱۲- نسبت روستاهای برخوردار از راه آسفالت،
- ۱۳- نسبت روستاهای برخوردار از راه شوسه،
- ۱۴- نسبت روستاهای برخوردار از شرکت تعاونی روستایی،

۱۵- نسبت روستاهای برخوردار از مرکز خدمات روستایی.

### شاخص‌های آموزشی

- ۱- نسبت دانش‌آموز دختر به پسر در دوره ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان،
- ۲- نسبت کلاس به دانش‌آموز ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان،
- ۳- نسبت معلم به دانش‌آموز ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان،
- ۴- سرانه آموزشی برای هر دانش‌آموز در دوره ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان،
- ۵- تعداد دانش‌آموزان رفوزه در هر مقطع در ۱۰۰ دانش‌آموز همان مقطع (معکوس)،
- ۶- تعداد مدرسه به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۷- تعداد مدرسه به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر،
- ۸- نسبت معلمان لیسانس و بالاتر در مقطع ابتدایی برای ۱۰۰ دانش‌آموز ابتدایی،
- ۹- ضریب پوشش تحصیلی ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان،
- ۱۰- متوسط معدل دانش‌آموزان در ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان،
- ۱۱- نسبت دانش‌آموزان قبولی در کنکور سراسری به ازای هر ۱۰۰ نفر دانش‌آموز  
پیش‌دانشگاهی.

### شاخص‌های بهداشتی و درمانی

- ۱- تعداد بیمارستان به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۲- تعداد بیمارستان به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع،
- ۳- تعداد تخت بیمارستانی به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۴- تعداد پزشک عمومی به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۵- تعداد پزشک متخصص به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۶- تعداد روانپزشک به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۷- تعداد ماما یا پرستار به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۸- تعداد داروخانه‌ها به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۹- تعداد آزمایشگاه به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،

- ۱۰- تعداد آزمایشگاه به ازای هر ۱۰۰ نفر جمعیت،
- ۱۱- تعداد داروخانه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع،
- ۱۲- درصد روستاهای دارای مرکز بهداشت،
- ۱۳- نسبت روستاهای برخوردار از دامپزشک،
- ۱۴- تعداد درمانگاه‌های شبانه‌روزی به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت.

### شاخص‌های فرهنگی و اجتماعی

- ۱- درصد با سواد کل،
- ۲- درصد با سواد زنان نسبت به کل جمعیت زنان،
- ۳- درصد با سواد مردان نسبت به کل جمعیت مردان،
- ۴- درصد با سواد در مناطق شهری به تفکیک زن و مرد،
- ۵- درصد با سواد در مناطق روستایی به تفکیک زن و مرد،
- ۶- درصد جمعیت روستایی تحت پوشش رادیو،
- ۷- درصد جمعیت روستایی تحت پوشش سیما،
- ۸- تعداد کتابخانه‌ها در ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۹- تعداد کتب موجود کتابخانه‌ها در ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۱۰- تعداد اماکن مذهبی در ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۱۱- تعداد مساجد در ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۱۲- درصد جمعیت دسترسی به روزنامه،
- ۱۳- تعداد سینماها در ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۱۴- نرخ مرگ و میر کودکان زیر ۵ سال (معکوس)،
- ۱۵- بعد خانوار (معکوس)،
- ۱۶- درصد شهرنشینی،
- ۱۷- تعداد دانشجویان به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۱۸- تعداد طلاب به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،
- ۱۹- تعداد دانشگاه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع،

- ۲۰- تعداد حوزه علمیه به ازای هر ۱۰۰ کیلو متر مربع،  
 ۲۱- تعداد فارغ‌التحصیلان زن دانشگاهی نسبت به ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،  
 ۲۲- تعداد فارغ‌التحصیلان مرد دانشگاهی نسبت به ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت،  
 ۲۳- تعداد فارغ‌التحصیلان فوق و دکتری در ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت.

#### مدل امتیاز استاندارد شده

این مدل یکی از روش‌های تعیین نابرابری‌های منطقه‌ای و رتبه‌بندی مناطق در پهنه سرزمین است. این روش میزان تفاوت میان مناطق را آشکار می‌سازد. ساختار کلی این مدل به شرح زیر است<sup>۱</sup>:

(۱) تشکیل ماتریس داده‌ها: در این ماتریس  $C_j \rightarrow j=1,2,\dots,n$  معرف شاخص‌ها و  $A_i \rightarrow i=1,2,\dots,m$  معرف مناطق بوده و  $X_{ij}$  نشان‌دهنده ارزش منطقه  $i$ ام نسبت به شاخص  $j$ ام می‌باشد.

$$\begin{matrix}
 & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\
 & \underbrace{\hspace{10em}}_C & & & \\
 A_1 & \left[ \begin{array}{cccccc}
 X_{11} & X_{12} & \dots & \dots & X_{1n} \\
 X_{21} & X_{22} & \dots & \dots & X_{2n} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 A_m & \left[ \begin{array}{cccccc}
 X_{m1} & X_{m2} & \dots & \dots & X_{mn}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \right.
 \end{matrix}
 \quad (1-7)$$

(۲) تشکیل ماتریس نرمال استاندارد: برای این کار هر یک از عناصر ماتریس داده‌ها از طریق رابطه (۲-۷) محاسبه می‌گردد.



$$SS_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{\delta_i} \quad (۲-۷)$$

$SS_{ij}$ : برابر با امتیاز استاندارد شده شاخص  $i$  در منطقه  $j$ ،

$X_{ij}$ : برابر مقدار شاخص  $i$  در منطقه  $j$ ،

$\bar{X}_i$ : میانگین شاخص  $i$ ،

$\delta_i$ : انحراف معیار شاخص  $i$ .

(۳) رتبه‌بندی: در این مرحله، امتیاز استاندارد شده هر یک از شاخص‌ها برای مناطق مورد مطالعه با هم جمع و نتیجه به تعداد کل شاخص‌ها تقسیم می‌شود. امتیاز به‌دست آمده، معدل امتیازهای استاندارد شده مناطق مورد مطالعه است که به صورت یک شاخص واحد، امکان مقایسه نواحی را از نظر فعالیت میسر می‌سازد:

$$SS_{.j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n SS_{ij} \quad (۳-۷)$$

$SS_{.j}$ : برابر شاخص توسعه برای منطقه  $j$ ،

$n$ : برابر تعداد شاخص‌های در نظر گرفته شده است.

سپس مناطق از طریق هر یک از مقادیر، از بزرگ به کوچک رتبه‌بندی می‌گردد. مثال: برنامه‌ریزان منطقه‌ای قصد دارند پنج منطقه زیرا را با استفاده از ۴ شاخص؛ تعداد مدارس، تعداد خانه بهداشت، تعداد دفتر خدمات ارتباطی و تعداد شرکت تعاونی رتبه‌بندی نمایند. در آن صورت خواهیم داشت:

(۱) تشکیل ماتریس داده‌ها: در این مرحله ماتریس داده‌ها را تشکیل داده و اطلاعات جمع‌آوری شده را در آن قرار می‌دهیم، جدول (۷-۱).

جدول (۷-۱): تشکیل ماتریس داده‌ها

شاخص‌ها مناطق	تعداد مدارس	تعداد خانه بهداشت	تعداد دفتر خدمات ارتباطی	تعداد شرکت تعاونی
۱	۷	۱	۲	۱
۲	۶	۰	۳	۰
۳	۵	۱	۰	۰
۴	۳	۲	۲	۱
۵	۴	۱	۱	۱

میانگین	۵	۱	۱/۶	۰/۶
انحراف معیار	۱/۵۸	۰/۷۰۷	۱/۱۴	۰/۵۴۷

(۲) تشکیل ماتریس نرمال استاندارد: در این مرحله به کمک رابطه (۲-۷) ماتریس داده‌ها به ماتریس استاندارد شده تبدیل می‌گردد.

جدول (۲-۷): تشکیل ماتریس داده‌ها

شاخص‌ها مناطق	تعداد مدارس	تعداد خانه بهداشت	تعداد دفتر خدمات ارتباطی	تعداد شرکت تعاونی
۱	۱/۲۶۴۹۱	۰/۰۰۰۰	۰/۳۵۰۸۲	۰/۷۳۰۳
۲	۰/۶۳۳۴۶	-۱/۴۱۴۲۱	۱/۲۲۷۸۸	-۱/۰۹۵۴۵
۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	-۱/۴۰۳۲۹	-۱/۰۹۵۴۵
۴	-۰/۲۶۴۹۱	۱/۴۱۴۲۱	۰/۳۵۰۸۲	۰/۷۳۰۳۰
۵	-۰/۶۳۳۴۶	۰/۰۰۰۰	-۰/۵۲۶۲۳	۰/۷۳۰۳۰

(۳) رتبه‌بندی: در این مرحله میانگین حسابی هریک از سطرهاى ماتریس استاندارد شده از طریق رابطه (۳-۷) در جدول (۳-۷) محاسبه می‌گردد.

جدول (۳-۷): تشکیل ماتریس داده‌ها

مناطق	میانگین	رتبه
۱	۲/۳۵	۱
۲	-۰/۶۵	۴
۳	-۲/۵۰	۵
۴	۱/۲۳	۲
۵	-۰/۴۳	۳

### شاخص Z

این شاخص روشی است که برای تعیین درجه توسعه اقتصادی مناطق، نواحی، استان و ... به کار می‌رود. براساس این شاخص می‌توان درجه توسعه یافتگی مناطق را مشخص نمود و آن‌ها را رتبه‌بندی کرد. مقدار شاخص Z هر چقدر بیشتر باشد

نشان‌دهنده درجه توسعه اقتصادی آن منطقه می‌باشد. ساختار کلی شاخص را به زبان ریاضی می‌توان رابطه (۴-۷) بیان نمود<sup>۱</sup>:

$$Z = S_1(W_1X) + S_2(W_2Y) \quad (۴-۷)$$

در رابطه (۴-۷):

Z: شاخص مرکب توسعه اقتصادی،

$S_1$ : نسبت بهره‌وری کارگر در بخش کشاورزی و در سطح ملی به بهره‌وری کارگر در کل اقتصاد،

$W_1$ : سهم بخش کشاورزی از اشتغال در سطح منطقه،

X: شاخص مرکب توسعه کشاورزی،

$S_2$ : نسبت بهره‌وری کارگر در بخش غیرکشاورزی و در سطح ملی به بهره‌وری کارگر در کل اقتصاد،

$W_2$ : سهم بخش کشاورزی از اشتغال در سطح منطقه،

Y: شاخص مرکب توسعه بخش غیرکشاورزی.

جدول (۴-۷) شاخص توسعه اقتصادی استان‌های کشور را در سال‌های ۱۳۵۰، ۱۳۷۰ نشان می‌دهد، بیانگر آن است که در سال ۱۳۵۰، استان‌های تهران، مرکزی و یزد توسعه یافته بوده‌اند. در همین سال استان توسعه نیافته در پهنه سرزمین وجود نداشت. به طوری که در سال ۱۳۷۰ استان یزد به رتبه پنجم نزول کرده و استان گیلان از رتبه چهارم به رتبه دوم ارتقاء یافته است. استان‌های کهگیلویه و بویراحمد و کردستان در رتبه‌های پایین جزو استان‌های توسعه نیافته می‌باشند.

۱- سلیمی‌فر، (۱۳۷۶)، صص ۱۷۸-۱۷۷.

جدول (۷-۴): طبقه‌بندی استان‌ها بر اساس شاخص مرکب Z

سال ۱۳۷۰				سال ۱۳۵۰			
درجه توسعه یافتگی	رتبه	مقدار (Z)	استان	درجه توسعه یافتگی	رتبه	مقدار (Z)	استان
توسعه یافته	۱	۳/۱۸	تهران و مرکزی	توسعه یافته	۱	۴/۷۵	تهران و مرکزی
	۲	۱/۰۳	گیلان		۲	۱/۰۳	یزد
نسبتاً توسعه یافته	۳	۰/۷۴	اصفهان	نسبتاً توسعه یافته	۳	۰/۹۵	اصفهان
	۵	۰/۶۲	سمنان		۵	۰/۹۱	گیلان
	۵	۰/۵۳	یزد		۵	۰/۳۳	سمنان
	۶	۰/۴۷	خوزستان		۶	۰/۳۱	مازندران
	۷	۰/۳۶	کرمان		۷	۰/۳۰	خوزستان
	۸	۰/۲۷	مازندران		۸	۰/۱۴	خراسان
کمتر توسعه یافته	۹	۰/۱۳	فارس	۹	۰/۱۲	کرمانشاه	
	۱۰	-۰/۱۴	بوشهر و هرمزگان	۱۰	۰/۰۹	فارس	
	۱۱	-۰/۱۶	آذربایجان غربی	۱۱	-۰/۰۵	کرمان	
	۱۲	-۰/۲۷	کرمانشاه	۱۲	-۰/۰۸	آذربایجان شرقی	
	۱۳	-۰/۲۷	سیستان و بلوچستان	۱۳	-۰/۰۱۶	آذربایجان غربی	
	۱۴	-۰/۳۷	زنجان	۱۴	-۰/۳۲	لرستان	
	۱۵	-۰/۴۵	آذربایجان شرقی	۱۵	-۰/۳۳	سیستان و بلوچستان	
	۱۶	-۰/۴۷	ایلام	۱۶	-۰/۳۴	همدان	
	۱۷	-۰/۵۵	لرستان	۱۷	-۰/۴۸	چهارمحال و بختیاری	
	۱۸	-۰/۶۵	همدان	۱۸	-۰/۶۰	کردستان	
توسعه نیافته	۱۹	-۰/۷۱	خراسان	۱۹	-۰/۶۵	کهگیلویه و بویراحمد	
	۲۰	-۰/۹۰	چهارمحال و بختیاری	۲۰	-۰/۶۶	بوشهر و هرمزگان	
توسعه نیافته	۲۱	-۱/۰۳	کهگیلویه و بویراحمد	۲۱	-/۶۷	زنجان	
	۲۲	-۱/۰۴	کردستان	۲۲	-۰/۶۸	ایلام	
			توسعه نیافته	-	-	-	

منبع: سلیمی‌فر، (۱۳۷۶)، صص ۱۷۷-۱۷۸.

شاخص ترکیبی توسعه انسانی<sup>۱</sup>

برنامه عمران سازمان ملل متحد<sup>۲</sup>، برای اولین بار در سال ۱۹۹۰ برای درجه‌بندی کشورها از لحاظ توسعه انسانی الگویی را به کار برد که با قائل شدن اهمیت یکسان شاخص‌ها برای رتبه‌بندی به کار گرفته می‌شود. برنامه عمران ملل متحد، در این مدل از سه شاخص امید به زندگی، درصد با سواد و درآمد سرانه برای درجه‌بندی کشورها استفاده نموده است. ولی در سطح مناطق، شهرها، نواحی به منظور بررسی و درجه توسعه یافتگی می‌توان از شاخص‌های زیادی استفاده نمود. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۳</sup>:

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها: در این ماتریس  $C_j \rightarrow j=1,2,3,\dots,n$  بیانگر شاخص‌ها و  $A_i \rightarrow i=1,2,3,\dots,m$  معرف مناطق می‌باشد  
و  $X_{ij} \rightarrow i=1,2,3,\dots,m, j=1,2,3,\dots,n$  نشان‌دهنده ارزش شاخص  $j$  به  $i$ ام می‌باشد که به صورت ماتریس می‌باشد، رابطه (۵-۷).

$$\begin{array}{c}
 C_1 \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \quad C_n \\
 \\
 C \\
 \begin{array}{l}
 A_1 \\
 A_2 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 A_m
 \end{array}
 \left[ \begin{array}{cccccc}
 X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1n} \\
 X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{2n} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 X_{m1} & X_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{mn}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \quad (5-7)$$

۲- حداکثر و حداقل هر یک از ماتریس داده‌ها در رابطه (۵-۷) محاسبه شده که به کمک رابطه (۶-۷) محاسبه می‌گردد.

۱- Human Development Composite Index.

۲- United Nations Development Programme (UNDP).

۳- Neumayer, (2001), PP.101-114.

$$I_{ij} = \frac{X_{ij} \text{ اندازه واقعی} - X_{ij} \text{ اندازه حداکثر}}{X_{ij} \text{ اندازه حداقل} - X_{ij} \text{ اندازه حداکثر}} \quad (6-7)$$

۳- در این مرحله، تعریف شاخص میانگین، برای هر یک از مناطق یا کشور است.

$$I_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij} \rightarrow i=1,2,3,\dots,m \quad (7-7)$$

۴- در این مرحله، محاسبه توسعه انسانی است که مقدار آن ما بین صفر و یک است. مقدار به دست آمده هر چقدر به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده درجه توسعه‌یافتگی است.

$$HDI = (1 - I_j) \quad (8-7)$$

با انجام این محاسبات و مشخص شدن میزان شاخص ترکیبی توسعه انسانی برای هر یک از مناطق می‌توان به سه دسته، توسعه یافته، نیمه توسعه یافته و محروم تقسیم کرد. اگر مقدار  $0/5 < HDI \leq 0/8$  باشد منطقه دارای سطح توسعه محروم است. اگر  $0/8 < HDI \leq 0/5$  باشد منطقه از سطح توسعه متوسط و اگر  $0/8 \leq HDI \leq 1$  باشد منطقه از سطح توسعه بالا برخوردار است.

مثال: برنامه‌ریزان یک شهر قصد دارند مناطق چهارگانه شهر را به لحاظ شاخص‌های درمانی، فضای سبز، آموزش و خدمات ارتباطی رتبه‌بندی نمایند. در این صورت خواهیم داشت:

(۱) تشکیل ماتریس داده‌ها: داده‌های جمع‌آوری شده در قالب جدول (۷-۵) قرار داده می‌شود.

جدول (۷-۵): تشکیل ماتریس داده‌ها.

شاخص‌ها مناطق	تعداد درمانگاه	سرانه فضای سبز (m <sup>۲</sup> )	سرانه فضای آموزشی (m <sup>۲</sup> )	تعداد دفتر خدمات ارتباطی
۱	۵	۳	۴	۶
۲	۴	۴	۲	۷
۳	۳	۲	۳	۸

۴	۶	۵	۵	۵
---	---	---	---	---

(۲) محاسبه ماتریس بی‌مقیاس شده از طریق رابطه (۶-۷)، که محاسبه آن را در جدول (۶-۷) می‌توان مشاهده کرد.

جدول (۶-۷): ماتریس بی‌مقیاس شده.

شاخص‌ها مناطق	تعداد درمانگاه	سرانه فضای سبز ( $m^2$ )	سرانه فضای آموزشی ( $m^2$ )	تعداد دفتر خدمات ارتباطی
۱	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۲۳	۰/۶۶
۲	۰/۶۶	۰/۳۳	۱	۰/۳۳
۳	۱	۱	۰/۶۶	۰
۴	۰	۰	۰	۱

(۳) یافتن میانگین حسابی سطرهای ماتریس بی‌مقیاس شده: در این مرحله میانگین حسابی سطرهای ماتریس بی‌مقیاس شده محاسبه می‌شود که نتایج آن به شرح جدول (۷-۷) است.

جدول (۷-۷): میانگین حسابی سطرهای ماتریس بی‌مقیاس شده.

مناطق	میانگین
۱	۰/۴۹۵
۲	۰/۵۸
۳	۰/۶۶۵
۴	۰/۲۵

(۴) یافتن شاخص توسعه انسانی هر منطقه: در این مرحله به کمک رابطه (۸-۷) توسعه انسانی برای هر یک از مناطق محاسبه می‌گردد که نتایج آن در جدول (۸-۷) آمده است.

جدول (۸-۷): میانگین حسابی سطرهای ماتریس بی‌مقیاس شده.

مناطق	$HDI(1-I_i)$
۱	۰/۵۰۵
۲	۰/۴۲
۳	۰/۳۳۵

۰/۷۵	۴
------	---

(۵) رتبه مناطق شهر: نتایج به دست آمده نشان‌دهنده آن است که منطقه ۴ به عنوان توسعه یافته‌ترین منطقه و منطقه ۳ به عنوان محروم‌ترین منطقه شناخته شده است.

#### شاخص توسعه‌ی انسانی تعدیل شده بر حسب جنسیت (GDI)<sup>۱</sup>

در محاسبه‌ی شاخص توسعه‌ی انسانی بر حسب جنسیت (GDI) نیز همان متغیرهای شاخص توسعه‌ی انسانی مورد توجه قرار می‌گیرد. با این تفاوت که شاخص توسعه‌ی انسانی بر حسب جنسیت، میزان موفقیت کشور در زمینه ارتقای امید به زندگی، دسترسی به آموزش و کسب درآمد بیشتر برای افراد جامعه را با توجه به اختلاف زنان و مردان در برخورداری از آنها نشان می‌دهد.<sup>۲</sup>

#### شاخص ارتقای توانمندی‌ها بر حسب جنسیت (GEM)<sup>۳</sup>

این شاخص به جای تمرکز بر توانایی‌های زنان به فرصت‌های در اختیار زنان می‌پردازد. این شاخص میانگین وزنی شاخص مشارکت سیاسی و قدرت تصمیم‌گیری، مشارکت اقتصادی و قدرت تصمیم‌گیری و قدرت بر منافع اقتصادی است. این شاخص با استفاده از رابطه (۷-۹) درصد توزیع مساوی (EDEP) و با توجه به میانگین وزنی جمعیت محاسبه می‌شوند.

(۷-۹)

$$DEEP = \left[ \frac{1}{1-\varepsilon} (\text{شاخص مردان})^{1-\varepsilon} \right] + \left[ \frac{1}{1-\varepsilon} (\text{شاخص زنان})^{1-\varepsilon} \right]$$

$\varepsilon$  انحراف از نابرابری را نشان می‌دهد. در GEM و GDI،  $\varepsilon = 2$  فرض می‌شود. به عبارت دیگر یک جریمه متوسط بر نابرابری اعمال می‌شود.<sup>۴</sup>

۱- Gender-Related Development Index.

۲- کریم‌کشته و زمانیان، (۱۳۸۳)، صص ۳۹-۴۰.

۳- Gender Empowerment Measur.

۴- افشاری و شیبانی، (۱۳۸۲)، ص ۱۴.



شاخص نابرابری جنسی (GI)<sup>۱</sup>

برای محاسبه شاخص نابرابری جنسیتی در هر کشور از رابطه (۷-۹) استفاده می‌شود.

$$GI = \frac{HDI - GDI}{HDI} \quad (۷-۱۰)$$

این شاخص بین صفر و یک در نوسان است.  $GI = 0$  به این معنا است که زنان در مقایسه با مردان، به آموزش، درآمد و امید به زندگی یکسانی دست یافته‌اند.<sup>۲</sup>

شاخص فقر انسانی (HPI)<sup>۳</sup>

شاخص فقر انسانی به وضعیتی گفته می‌شود که مردم به حداقل منابع و امکانات برای زندگی کردن سالم دسترسی نداشته باشند.<sup>۴</sup> شاخص فقر انسانی در کشورهای در حال توسعه محرومیت اولیه (طول عمر) به وسیله‌ی درصد مردمی توجیه می‌شود (درصد کل از جمعیت) که انتظار نمی‌رود تا سن ۴۰ سالگی زنده بمانند؛ در واقع تا سن مذکور فوت می‌کنند ( $p_1$ ) و محرومیت از تحصیل از طریق (بی‌سوادی بزرگسالان و بی‌سوادی ۱۵ ساله و بیشتر) ( $p_2$ ) و محرومیت از سطح زندگی مناسب ( $p_3$ ) که از ترکیب سه متغیر زیر تعیین می‌گردد:

$P_1^x$ : درصد مردمی که به آب سالم دسترسی ندارند،

$P_2^x$ : درصد مردمی که به خدمات بهداشتی دسترسی ندارند،

$P_3^x$ : درصد کودکان کم وزن زیر ۵ سال (کودکانی که وزن آنها کمتر از وزن متعارف سن آنها می‌باشد).

متغیر  $P_3^x$  از طریق میانگین ساده بین  $P_1^x$ ،  $P_2^x$  و  $P_3^x$  به دست می‌آید:

۱- Gender Inequality.

۲- زندگی آبادی و موسوی، (۱۳۸۸)، ص ۴۳.

۳- Human Poverty Index.

۴- Acharya, (2004), pp.198.

بنابراین شاخص فقر انسانی برای کشورهای در حال توسعه (HPI-۱) با استفاده از رابطه (۷-۱۱) محاسبه می‌گردد.<sup>۱</sup>

$$(HPI - 1) = \left[ \frac{1}{3} (P_1^r + P_2^r + P_3^r) \right]^{\frac{1}{3}} \quad (11-7)$$

### مدل تاکسونومی عددی<sup>۲</sup>

یکی از روش‌های درجه‌بندی نواحی از لحاظ درجه توسعه یافتگی، روش آنالیز تاکسونومی است. نوع خاصی از این روش، آنالیز تاکسونومی عددی است. این روش برای اولین بار توسط آدانسون در سال ۱۷۶۳ میلادی پیشنهاد گردید. این روش در سال ۱۹۵۰ میلادی توسط عده‌ای از ریاضی‌دانان لهستانی بسط داده شد و در سال ۱۹۶۸ میلادی به عنوان وسیله‌ای برای طبقه‌بندی درجه توسعه یافتگی بین ملل مختلف، توسط پروفیسور زیگموت هلوینگ<sup>۳</sup> از مدرسه عالی اقتصاد ورکلا<sup>۴</sup> در یونسکو مطرح شده است. این روش قادر است یک مجموعه را به زیر مجموعه‌های کم و بیش همگن تقسیم کرده، یک مقیاس را که مورد استفاده در امر برنامه‌ریزی باشد برای شناخت درجه توسعه یافتگی ارائه دهد.<sup>۵</sup>

برای روشن‌تر شدن مدل با استفاده از یک مثال ساختار کلی آن شرح داده می‌شود.

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده‌ها:

برای این منظور، n منطقه مختلف را که دارای m شاخص هستند در نظر می‌گیریم، بنابراین می‌توان بردارها را به صورت زیر تعریف کرد:

۱- UNDP, (1997), pp.122-125.

۲- Numerical Taxonomy Model.

۳- Adunson.

۴- Worklaw.

۵- حکمت نیا و موسوی، (۱۳۸۳)، صص ۲۷-۳۵.

$$B_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$$

$$B_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$$

.

.

.

.

$$B_n(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$$

هر کدام از مناطق (n منطقه) با توجه به تعدادی شاخص (m شاخص) معرفی شده‌اند. بردارهای فوق را می‌توان به صورت ماتریسی نیز نوشت. بنابراین ماتریس X را به صورت رابطه (۷-۱۲) تعریف می‌کنیم:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2m} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \dots & X_{3m} \\ \cdot & \cdot & X_{33} & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdot & \dots & X_{nm} \\ & & X_{n3} & & \end{bmatrix} \quad (7-12)$$

در این ماتریس،  $X_{11}$  بیانگر منطقه اول و شاخص اول است و  $X_{12}$  بیانگر شاخص دوم منطقه اول است که اندیس اول مربوط به سطر (منطقه مورد نظر) و اندیس دوم مربوط به ستون (معرف شاخص مورد نظر) می‌باشد، لذا  $X_{nm}$  بیانگر شاخص mام منطقه nام است.



جدول (۷-۹): شاخص زیربنایی (ماتریس داده‌ها) استان یزد ۱۳۷۵

منطقه / شاخص	درصد مساکن شهری دارای آب لوله‌کشی	درصد مساکن روستایی دارای آب لوله‌کشی	طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع	درصد مساکن روستایی دارای تلفن	سرانه مصرف انرژی	درصد مساکن با دوام
یزد	۹۹/۳۱	۹۲/۶۴	۱۳/۹۵	۳۹/۹۴	۱/۸	۰/۹
اردکان	۹۹/۵۲	۸۹/۳۲	۹/۲۸	۲۵/۶۱	۱/۳	۰/۰۴
میبد	۹۹/۴۲	۹۸/۶۸	۴۳/۵۷	۲۹/۲۴	۱/۳	۰/۰۳
مهریز	۹۷	۶۹/۴۴	۱۱/۳۷	۲۴	۰/۷	۰/۰۴
تفت	۹۶/۸۳	۶۵/۰۳	۲۱/۴۱	۳۶/۰۲	۰/۸	۰
ابركوه	۹۹/۶	۹۸/۴۸	۴/۹۸	۲۸/۳۷	۰/۱	۰
باقق	۹۹/۴۵	۷۹/۸۲	۷/۱۷	۳۲/۲۸	۱/۶۹	۰/۰۲
میانگین	۹۸/۷۳	۸۴/۷۷	۱۵/۹۶	۲۹/۴۹	۱/۱	۰/۱۵
انحراف معیار	۱/۱۵	۱۲/۶۱	۱۲/۳۰	۵/۸۲	۰/۵۶	۰/۳۱

میانگین ستون‌ها از طریق رابطه (۷-۱۳) به دست می‌آید:

$$\bar{X}_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (۷-۱۳)$$

انحراف معیار بر هر ستون از ماتریس  $X_{ij}$  از طریق رابطه (۷-۱۴) به دست می‌آید:

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_{ij})^2}{n}} \quad (۷-۱۴)$$

مرحله دوم: تشکیل ماتریس استاندارد داده‌ها:

از آنجایی که هر یک از عضوهای ماتریس فوق بر شاخص‌های مختلفی که لزوماً واحدهای یکسانی ندارند دلالت دارد برای مستقل کردن شاخص‌ها از واحد، آن را استاندارد می‌کنیم تا مشکل ناهمسانی واحدها از بین برود. برای استاندارد کردن ماتریس  $X$ ، ابتدا میانگین و انحراف معیار هر ستون را محاسبه می‌کنیم. پس از آن، از طریق فرمول  $Z$  استاندارد شده برای استاندارد کردن ماتریس داده‌ها استفاده می‌کنیم و در قالب ماتریس جدیدی به نام  $Z$  قرار می‌دهیم.

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} \quad (15-7)$$

بنابراین ماتریس Z به شکل زیر خواهد بود:

$$Z := \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & \dots & Z_{1m} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & \dots & Z_{2m} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} & \dots & Z_{3m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & Z_{n3} & \dots & Z_{nm} \end{bmatrix} \quad (16-7)$$

بزرگترین مقدار هر ستون را مقادیر ایده‌آل می‌گویند. ویژگی ماتریس استاندارد داده‌ها این است که اولاً شاخص‌ها به مقیاس واحد تبدیل شده است ثانیاً انحراف معیار یک و میانگین صفر می‌باشد به عبارت دیگر:

$$Z \approx N(0,1)$$

جدول (۷-۱۰): شاخص زیربنایی (ماتریس استاندارد داده‌ها) استان یزد ۱۳۷۵

شاخص منطقه	درصد مساکن شهری دارای آب لوله‌کشی	درصد مساکن روستایی دارای آب لوله‌کشی	طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع	درصد مساکن روستایی دارای تلفن	درصد مساکن صرف انرژی	درصد مساکن با دوام
یزد	۰/۵	۰/۶۲	۰/۱۶	۱/۸	۱/۲۶	۲/۷۵
اردکان	۰/۶۸	۰/۳۶	-۰/۵۴	-۰/۶۷	۰/۳۶	-۰/۳۵
میبد	۰/۶	۱/۱	۲/۲۴	-۰/۰۴	۰/۳۶	-۰/۳۸
مهریز	-۱/۵	-۱/۲۲	-۰/۳۷	-۰/۹۴	-۰/۷۲	-۰/۳۵
تفت	-۱/۶۵	-۱/۵۷	۰/۴۴	۱/۱۲	-۰/۵۴	-۰/۴۸
ابركوه	۰/۷۵	۱/۰۹	-۰/۸۹	-۰/۱۹	-۱/۷۹	-۰/۴۸
بافق	۰/۶۲	-۰/۳۹	-۰/۷۱	-۱/۰۷	-۱/۰۶	-۰/۴۱
مقادیر ایده‌آل	۰/۷۵	۱/۱	۲/۲۴	۱/۸	۱/۲۶	۲/۴۵

مرحله سوم: محاسبه فواصل مرکب بین مناطق و تعیین کوتاه‌ترین فواصل:

با در اختیار داشتن ماتریس استاندارد  $Z$  می‌توان تفاوت (فاصله) هر منطقه نسبت به دیگر منطقه را در هر یک از شاخص‌ها پیدا کرد، آنگاه با استفاده از فرمول زیر، فواصل مرکب بین مناطق از لحاظ مجموعه شاخص‌ها را به‌دست آورد:

$$D_{ab} = \sqrt{\sum (Z_{aj} - Z_{bj})^2} \quad (۱۷-۷)$$

$a$  و  $b$  نشان‌دهنده دو منطقه مورد ارزیابی از نظر فاصله مرکبشان هستند به‌طوری‌که:

$$D_{aa} = 0 \quad D_{bb} = 0 \quad D_{ab} = D_{ba}$$

فواصل مرکب به‌دست آمده را می‌توان در ماتریس فاصله نشان داد:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & D_{12} & D_{13} & \dots & D_{1m} \\ D_{21} & 0 & D_{23} & \dots & D_{2m} \\ D_{31} & D_{32} & 0 & \dots & D_{3m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ D_{n1} & D_{n2} & D_{n3} & \dots & D_{nm} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (۱۸-۷)$$

جدول (۷-۱۱): ماتریس فواصل مرکب بین مناطق استان یزد ۱۳۷۵

کوته‌ترین فاصله	بافق	ابرکوه	تفت	مهریز	میبد	اردکان	یزد	ناحیه / ناحیه
۳/۸۶۳۹۸	۴/۲۱۵۲۶	۴/۷۵۸۹۹	۴/۶۹۲۳۷	۵/۱۶۴۳۹	۴/۲۶۸۰۹	۳/۸۶۳۹۸	۰/۰۰۰	یزد
۱/۱۲۰۸۴	۱/۱۲۰۸۴	۳/۳۵۴۹۵	۳/۷۶۱۰۷	۲/۹۱۹۷۸	۲/۹۵۲۴	۰/۰۰۰	۳/۸۶۳۹۸	اردکان
۲/۹۵۲۴۰	۳/۵۴۰۰۸	۳/۸۱۳۶۶	۴/۱۹۲۸۵	۴/۳۱۲۹۴	۰/۰۰۰	۲/۹۵۲۴۰	۴/۲۶۸۰۹	میبد
۲/۶۴۵۰	۲/۹۱۳۵۶	۳/۵۲۰۷۹	۲/۲۶۴۵۰	۰/۰۰۰	۴/۳۱۲۹۴	۲/۹۱۹۷۸	۵/۱۶۴۳۹	مهریز
۲/۲۶۴۵۰	۳/۹۰۲۶۷	۴/۲۳۰۳۸	۰/۰۰۰	۲/۲۶۴۵۰	۴/۱۹۲۸۵	۳/۷۶۱۰۷	۴/۶۹۲۳۷	تفت
۲/۳۵۴۹۵	۳/۳۴۲۱۶	۰/۰۰۰	۴/۲۳۰۳۸	۳/۵۰۲۷۹	۳/۸۱۳۶۶	۳/۳۵۴۹۵	۴/۷۵۸۹۹	ابرکوه
۱/۱۲۰۸۴	۰/۰۰۰	۳/۳۴۲۱۶	۳/۹۰۲۶۷	۲/۹۱۳۵۶	۳/۵۴۰۰۸	۱/۱۲۰۸۴	۴/۲۱۵۲۶	بافق
$\bar{X}(D) = ۲/۲۷۷۴۳$							$S(D) = ۰/۸۹۸۷۷$	
$D(+)= ۴/۰۷۴۹۶$							$D(+)= ۰/۴۷۹۸۹$	

همان‌طور که دیده می‌شود، قطر ماتریس فاصله، صفر بوده و متقارن نیز هست. هر عنصر ماتریس فاصله نشان‌دهنده فاصله بین دو منطقه است. در این ماتریس در هر سطر کوتاه‌ترین فاصله بین دو منطقه را مشخص می‌کنیم که شاخصی است برای شباهت آن منطقه با منطقه دیگر، به عبارت دیگر منطقه‌ای که با منطقه مورد نظر نزدیک‌تر است و شباهت بیشتری دارد منطقه‌ای است که فاصله مرکب آن کمترین مقدار را دارا است. با توجه به اهمیت این کمترین فواصل، ستون جداگانه‌ای در امتداد ماتریس D در نظر گرفته و کمترین مقدار هر ردیف در آن درج می‌گردد (البته به جز رقم صفر که مربوط به فاصله هر منطقه با خودش می‌باشد). این ستون نشان‌دهنده کوتاه‌ترین فاصله بین منطقه سطر IIام و بقیه مناطق است. نزدیک‌ترین منطقه به منطقه IIام اصطلاحاً «مدل» منطقه IIام و خود منطقه IIام اصطلاحاً «شبه» نزدیک‌ترین منطقه خوانده می‌شود. مثلاً اگر در مثال به سطر اول ماتریس فواصل مرکب توجه کنیم کوتاه‌ترین فاصله ردیف ۳/۸۶۳۹۸ مربوط به شهرستان اردکان است. به شهرستان اردکان، شهرستان شبه و به شهرستان یزد شهرستان مدل گفته می‌شود.



مرحله چهارم: پیدا کردن مناطق همگن:

اگر هر شبه به مدل‌اش به وسیله یک بردار وصل گردد یک مجموعه گراف نامتصل از زیر مجموعه‌های درجه یکم به دست می‌آید که نشان‌دهنده مناطق همگن می‌باشد. جهت پیکان‌های بردار تا منطقه الگو بوده و طول بردار با طول کوتاه‌ترین فاصله بین دو منطقه است. اگر دومین کوتاه‌ترین فاصله برای هر منطقه مشخص و در ستون دیگری درج گردد و به این طریق هر شبه به مدل‌اش متصل شود اتصالات درجه دوم به دست خواهد آمد. می‌توان این عمل را به همین ترتیب تکرار کرد تا اتصالات درجات بعدی به دست آید این عمل را تا جایی می‌توان ادامه داد تا تمام مناطق گراف به هم متصل شوند، می‌توان اتصالاتی که فواصل آن‌ها بالاتر و یا پایین‌تر از مقادیر خاصی هستند معنی‌دار تلقی نکرد. این مقادیر در واقع محدودیت‌های حد بالا و حد پایین می‌باشند و می‌توان آن‌ها را به طریق زیر به دست آورد:

$$D_+ = \bar{D} + 2Sd$$

$$\bar{D} = \frac{\sum d_i}{n} \quad Sd = \sqrt{\dots\dots\dots} \quad (19-7)$$

به طوری که عدد ۲ در اینجا همان مقدار Z در سطح ۹۵ درصد است که در این روش گرد شده است.

تمام اتصالاتی که طول آن‌ها بزرگ‌تر از حد بالا (فاصله بحرانی بالا) هستند، می‌توانند کنار گذارده شوند. چون طول این فواصل بیشتر از آن است که جزیی از یک گراف واحد به شمار آیند. همچنین تمام اتصالاتی که طول آن‌ها کوچک‌تر از حد پایین (فاصله بحرانی پایین) هستند می‌توانند کنار گذارده شوند، چون طول این فواصل کمتر از آن است که تفاوتی بین این دو منطقه نشان دهند، به عبارتی دیگر در چنین حالتی و آن منطقه آن قدر به هم شبیه هستند که نمی‌توان به عنوان دو منطقه متفاوت در نظر گرفته شوند یعنی «مدل» و «شبه» آن یکی هستند. معمولاً فاصله بحرانی بالا است که به صورت یک معیار بحرانی عمل می‌کند، این مقدار را حتی می‌توان به عنوان یک معیار نسبی تشابه به کار برد و هر قدر که  $D_+$  کوچک‌تر باشد تشابه بین مناطق بیشتر است و بالعکس.

نتیجه نهایی، گرافی است که به گراف اپتیمم معروف است، هنگامی که این گراف مورد مطالعه قرار می‌گیرد باید در نظر داشت که قسمت‌های مختلف این گراف تصاویر دو بعدی از یک فضای چند بعدی هستند، بنابراین فقط طول و جهت اتصالات هستند که مهم می‌باشند و بقیه خصوصیات اختیاری می‌باشند.

مناطق که فواصل آن‌ها بین دو حد  $D_+$  و  $D_-$  باشند، همگن هستند و در یک گروه قرار می‌گیرند و دو منطقه که فاصله مرکبشان بیش از  $D_+$  باشد بیانگر آن است که به هیچ وجه تشابهی از لحاظ توسعه ندارند. در استان یزد در شاخص انتخابی زیربنایی تمام شهرستان‌ها در یک گروه همگن قرار گرفته‌اند.

مرحله پنجم: دسته‌بندی مناطق همگن و تعیین مقدار سرمشق توسعه

اگر تمام مناطق در مرحله قبل در یک گروه همگن قرار بگیرند، در این صورت داده‌های مربوط به اولین ماتریس  $X$  را برای گروه همگن تشکیل می‌دهیم و بعد از آن که مجدداً ماتریس استاندارد را حساب کردیم در ماتریس استاندارد برای هر ستون بزرگ‌ترین مقدار را پیدا می‌کنیم و نام آن را مقدار ایده‌آل می‌نامیم.

فاصله هر شهرستان و شهرستان ایده‌آل در مورد هر یک از شاخص‌ها، یک جزء از یک فرم را به دست می‌دهد که شاخص مرکب این فواصل یک فرم کلی را به وجود آورده که نشان‌دهنده فاصله از مرکب یک منطقه از منطقه ایده‌آل است و آن را با  $C_{io}$  نشان می‌دهیم که عبارت است از فاصله منطقه  $i$  تا منطقه  $o$  و از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$C_{io} = \sqrt{\sum (Z_{ij} - Z_{oj})^2} \quad (۲۰-۷)$$

در رابطه بالا:

$C_{io}$ : سرمشق توسعه نامیده می‌شود. هر قدر کوچک باشد، دال بر توسعه یافتگی آن منطقه است، یعنی فاصله بین منطقه  $i$  با منطقه ایده‌آل کمتر است و هر چقدر  $C_{io}$  بیشتر باشد، دلیلی بر عدم توسعه منطقه  $i$  خواهد بود.

جدول (۷-۱۲): سرمشق توسعه استان یزد ۱۳۷۵

نام شهرستان	سرمشق توسعه
یزد	۲/۴۶۷۵۳
میبد	۳/۴۹۳۷۶
اردکان	۴/۷۹۶۶۰
بافق	۵/۲۳۶۷۳
تفت	۵/۳۲۵۹۴
ابرقوه	۵/۶۲۸۲۶
مهریز	۶/۰۴۳۹۳

مرحله ششم: محاسبه درجه توسعه مناطق

پس از تعیین سرمشق توسعه برای هر یک از مناطق، درجه توسعه یافتگی مناطق از طریق رابطه زیر مشخص می‌گردد:

$$F_i = \frac{C_{io}}{C_o} \quad (۲۱-۷)$$

$$C_o = \bar{C}_{io} + 2S_{io} \quad (۲۲-۷)$$

که  $C_{io}$  میانگین و  $S_{io}$  انحراف معیار بوده و عبارتند از:

$$\bar{C}_{io} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{io}}{n} \quad (۲۳-۷)$$

$$S_{io} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_{io} - \bar{C}_{io})^2}{N}} \quad (۲۴-۷)$$

مقدار  $F_i$  بین صفر و یک متغیر است. هر چقدر به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده توسعه یافتگی بیشتر و هر قدر به یک نزدیک‌تر باشد علامت عدم توسعه یافتگی است.

جدول (۷-۱۳): درجه توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان یزد ۱۳۷۵

نام شهرستان	سرمشق توسعه
یزد	۰/۳۴۸۵۷
میبد	۰/۴۹۳۵۳
اردکان	۰/۶۷۷۵۸
بافق	۰/۷۳۹۷۵
تفت	۰/۷۵۲۳۵
ابركوه	۰/۷۹۵۰۶
مهریز	۰/۸۵۳۷۸

### مدل تحلیلی عاملی<sup>۱</sup>

گالتون<sup>۲</sup> دانشمند اواخر قرن نوزده و آغاز قرن بیستم، اولین کسی بود که بنیان‌های اولیه تحلیل عاملی را بنا نهاد. تحلیل عاملی نام عمومی است، برای برخی از روش‌های آماری چند متغیره که هدف اصلی آن خلاصه کردن اطلاعات زیاد است<sup>۳</sup>. در عین حال خلاصه کردن اطلاعات به ترتیبی صورت می‌گیرد که نتیجه خلاصه شده از نظر مفهوم معنی‌دار است<sup>۴</sup>. البته تحلیل عاملی کاربردهای مختلفی می‌تواند داشته باشد. اگر در تحلیل عاملی هدف خلاصه کردن تعداد شاخص‌ها به عوامل معنی‌دار باشد باید از تحلیل عاملی نوع R استفاده گردد؛ در صورتی که هدف ترکیب و تلخیص تعدادی از مکان‌ها و نواحی جغرافیایی در گروه‌های همگن در درون یک سرزمین باشد از تحلیل عاملی نوع Q باید استفاده شود<sup>۵</sup>. در مطالعات جغرافیایی تحلیل عاملی نوع R بیشتر برای

۱- Factor Analysis.

۲- Galton.

۳- کلاتری، (۱۳۸۲)، صص ۲۸۱-۲۸۲.

۴- طالبی و زنگی‌آبادی، (۱۳۸۰)، ص ۱۲۸.

۵- کلاتری، (۱۳۸۲)، صص ۲۹۱-۲۸۱.

سطح‌بندی مناطق، شهرها و روستاها به کار برده می‌شود که در این مقوله به تشریح چگونگی روند تحلیل عاملی نوع R پرداخته می‌شود.

در تحلیل عاملی چند اصطلاح عمده وجود دارد که در زیر به آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- مقدار خاص<sup>۱</sup>: میزان تبیین شده به وسیله هر عامل را بیان می‌کند.

۲- عامل<sup>۲</sup>: عبارت است از ترکیب خطی متغیرهای اصلی، که نشان‌دهنده جنبه‌های خلاصه شده از متغیرهای مشاهده شده است.

۳- بار عاملی<sup>۳</sup>: عبارت است از همبستگی بین متغیرهای اصلی و عوامل. اگر مقادیر بار عاملی مجذور شوند، نشان می‌دهند که چند درصد از واریانس در یک متغیر توسط آن عامل تبیین می‌شود.

۴- ماتریس عاملی<sup>۴</sup>: جدولی است که بارهای عاملی کلیه متغیرها را در هر عامل نشان می‌دهد.

۵- چرخش عاملی<sup>۵</sup>: فرآیندی است که برای تعدیل محور عامل به منظور دستیابی به عامل‌های معنی‌دار و ساده.

۶- وزن عاملی<sup>۶</sup>: وزنی هستند که به متغیرها داده می‌شوند، تا در تعیین امتیاز عاملی مشکل ایجاد نشود.

۷- امتیاز عاملی<sup>۷</sup>: وزن عددی است که هر یک از نواحی پس از ضرب وزن عاملی در مقدار شاخص اصلاح شده از طریق رابطه (۲۵-۷) به دست می‌آید<sup>۸</sup>:

$$X_i = \frac{(X_i - \bar{X})}{\delta} \quad (25-7)$$

۱- Eigenvalue.

۲- Factor.

۳- Factor Loading.

۴- Factor Matrix.

۵- Factor Rotation.

۶- Factor Weight.

۷- Factor Score.

۸- کلاتری، (۱۳۸۲)، صص ۲۹۱-۲۸۱.



### مراحل انجام تحلیل عاملی

#### ۱- تشکیل ماتریس داده‌ها

ماتریس داده‌ها عبارت است از ماتریسی که ستون‌های آن شامل شاخص‌ها و سطرهای آن شامل مناطق خواهد بود. بنابراین اگر در منطقه‌ای  $m$  شاخص را به  $n$  شهر داشته باشیم ماتریس  $n \times m$  خواهد بود. در استان یزد، می‌خواهیم هفت شهرستان را با استفاده از چهار شاخص رتبه‌بندی کنیم، بنابراین ماتریس  $4 \times 7$  به شرح زیر خواهد بود:

جدول (۷-۱۴): تشکیل ماتریس داده‌ها برای استان یزد (۱۳۷۵)

شاخص / شهرستان	طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع	درصد مساکن روستایی / دارای تلفن	سراجه مصرف انرژی	درصد مساکن با دوام
یزد	۱۳/۹۵	۳۹/۹۴	۱/۸	۰/۹
اردکان	۹/۲۸	۳۵/۶۱	۱/۳	۰/۰۴
میبد	۴۳/۵۷	۲۹/۲۴	۱/۳	۰/۰۳
مهریز	۱۱/۳۷	۲۴	۰/۷	۰/۰۴
تفت	۲۱/۴۱	۳۶/۵۲	۰/۱	۰
ابرقوه	۴/۹۸	۲۸/۳۷	۱/۶۹	۰
بافق	۷/۱۷	۳۲/۲۸	۱/۱	۰/۰۲

#### ۲- محاسبه ماتریس همبستگی

برای انجام محاسبات در مراحل بعدی و ارتباط درونی بین شاخص‌ها از ماتریس همبستگی استفاده می‌شود. اگر همه شاخص‌ها در جهت مثبت مرتب شده باشند و کیفیت بیشتر نشانگر وضع بهتر باشد، همبستگی‌ها مثبت خواهد بود. یعنی افزایش مقادیر هر یک از شاخص‌ها با افزایش مقادیر شاخص‌های دیگر خواهد بود. همبستگی میان  $m$  شاخص را می‌توان به صورت ماتریس  $m \times m$  نوشت. برای استان یزد با ۴ شاخص ماتریس  $4 \times 4$  خواهیم داشت. مقادیر قطر آن همگی ۱ و اعداد زیر قطر آن

تکرار اعداد بالای قطر است، زیرا همبستگی هر شاخص، با خود شاخص یک و همبستگی شاخص ۲ به ۱ همواره مساوی همبستگی شاخص ۱ با شاخص ۲ است.<sup>۱</sup>

جدول (۷-۱۵): محاسبه همبستگی بین شاخص‌ها برای استان یزد (۱۳۷۵)

شاخص‌ها	طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر	درصد مسکن روستایی دارای تلفن	سرانه مصرف انرژی	درصد مسکن با دوام
طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر	۱	-۰/۰۴	-۰/۱۵۶	-۰/۰۶۱
درصد مسکن روستایی دارای تلفن	-۰/۰۴	۱	۰/۱۱۳	۰/۶۰۳
سرانه مصرف انرژی	-۰/۱۵۶	۰/۱۱۳	۱	۰/۵
درصد مسکن با دوام	-۰/۰۶۱	۰/۶۰۳	۰/۵	۱

### ۳- استخراج عامل‌ها

استخراج عامل‌ها با استفاده از ماتریس همبستگی بین شاخص‌ها به دست می‌آید. با استفاده از ماتریس عاملی، عوامل مشترک<sup>۲</sup> و اهمیت نسبی هر یک از شاخص‌ها معلوم می‌گردد. سپس بردارهای ویژه برای تمامی مقادیر ویژه غیر صفر محاسبه می‌گردد. بردارهای ویژه در حقیقت مقدار بارگذاری متناظر با هر شاخص برای عامل مربوطه است که اصطلاحاً بار عاملی تعریف می‌شوند. در تحلیل عاملی در اتصال شاخص‌ها با هم در عوامل، شخص‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که همبستگی آن‌ها بالای ۰/۵ باشد.<sup>۳</sup> نتیجه حاصل برای استان یزد تقلیل ۴ شاخص به عامل بوده است که جمعاً ۷۲/۵۳۲ درصد از واریانس را می‌پوشاند و نشانگر رضایت‌بخش بودن تحلیل عاملی و شاخص‌های مورد مطالعه است.

۱- توفیق، (۱۳۷۲)، صص ۱۱-۱۵.

۲- Common Factor.

۳- Anderson, (1958), PP.331-351.



جدول (۷-۱۶): استخراج عامل‌ها برای استان یزد (۱۳۷۵)

استخراج عوامل			مقدار ویژه			عوامل
درصد واریانس تجمعی	درصد واریانس	کل	درصد واریانس تجمعی	درصد واریانس	کل	
۴۶/۵۹۵	۴۶/۵۹۵	۱/۸۶۴	۴۶/۵۹۵	۴۶/۵۹۵	۱/۸۶۴	۱
۷۲/۵۳۲	۲۵/۹۳۷	۱/۰۳۷	۷۲/۵۳۲	۲۵/۹۳۷	۱/۰۳۷	۲
-	-	-	۹۳/۳	۲۰/۷۹۱	۰/۸۳۲	۳
-	-	-	۱۰۰	۶/۶۷۸	۰/۲۶۷	۴

جدول (۷-۱۷): شاخص‌های بارگذاری شده در عوامل برای استان یزد (۱۳۷۵)

عوامل	عوامل اول	عوامل دوم	شاخص‌ها
۰/۸۵۲	-	عامل دوم	طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومترمربع
-	۰/۷۳۵	عامل اول	درصد مسکن روستایی دارای تلفن
-	۰/۶۶۵	عامل اول	سرانه مصرف انرژی
-	۰/۹۱۳	عامل اول	درصد مسکن با دوام

#### ۴- دوران عامل‌ها

اگر شاخص روی یک عامل حمل شود و یا مقادیر بارگذاری شده هر شاخص در عامل، بزرگ و مثبت و یا نزدیک به صفر باشد، در آن صورت کار تفسیر عوامل ساده خواهد بود. در صورتی که مقادیر بارگذاری شده هر شاخص شامل مقادیر متوسط روی چند عامل باشد، کار تفسیر عامل سخت خواهد بود برای رسیدن به حالت مطلوب عوامل چنان دوران داده می‌شود تا ساختار ساده‌ای به دست آید. برای دوران عامل‌ها از روش‌های واریماکس<sup>۱</sup> و کواریماکس<sup>۲</sup> و اکوماکس<sup>۱</sup> می‌توان استفاده کرد. نتیجه دوران عامل‌ها برای استان یزد به شرح زیر است:

۱- Varimax.

۲- Quartimax.

جدول (۷-۱۸): عامل‌های دوران داده شده برای استان یزد (۱۳۷۵)

مقادیر ویژه و واریانس عوامل دوران داده شده			عوامل
مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	
۱/۷۶	۴۳/۹۹۷	۴۳/۹۹۷	۱
۱/۱۴	۲۸/۵	۷۲/۵۳۲	۲

جدول (۷-۱۹): شاخص‌های بارگذاری شده در عوامل دوران یافته برای استان یزد (۱۳۷۵)

عوامل	شاخص‌ها	عوامل اول	عوامل دوم
طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع	۰/۸۴۷	-	
درصد مساکن روستایی دارای تلفن	-	۰/۸۲۸	
سرانه مصرف انرژی	-	-	۰/۵۷۶
درصد مساکن با دوام	-	۰/۹۰۷	

##### ۵- نام‌گذاری عامل‌ها

با توجه به میزان همبستگی هریک از شاخص‌ها، می‌توان اسامی یا عناوین مناسبی را برای هر یک از آن‌ها انتخاب نمود، که برای استان یزد به شرح زیر خواهد بود.

عامل اول: مقدار ویژه این ۱/۷۶ می‌باشد که به تنهایی قادر است ۴۳/۹۹ درصد از واریانس را محاسبه و توضیح دهد. در این عامل سه شاخص بارگذاری شده است که بیشترین تأثیر را در بین عوامل دوگانه دارند. شاخص‌های بارگذاری شده در این عامل، درصد مساکن روستایی دارای تلفن، سرانه مصرف انرژی و درصد مساکن روستایی بادوام هستند. تجمع این شاخص در این عامل بیانگر وجود رابطه معنی‌دار بین آن‌ها است. بدین ترتیب می‌توان با توجه به شاخص‌های بارگذاری شده در این عامل، این عامل را «عامل زیربنایی» نامید.

عامل دوم: مقدار ویژه این عامل ۱/۱۴ است که قادر است ۲۸/۵ درصد از واریانس را تبیین کند. در این عامل یک شاخص (طول راه‌ها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع) بارگذاری شده است، که می‌توان این عامل را «عامل دسترسی» نامید.

#### ۶- رتبه‌بندی شهرستان‌ها

بعد از انجام مراحل ذکر شده، می‌توان با استفاده از امتیاز عاملی که برای هر یک از شهرستان‌ها محاسبه می‌شود، به رتبه‌بندی شهرستان‌ها مبادرت ورزید. در مثال استان یزد، برای هفت شهرستان با استفاده از چهار شاخص نتایج زیر به‌دست آمد. شهرستان یزد با امتیاز ۱/۶۵ به عنوان برخوردارترین ناحیه و ابرکوه با امتیاز ۱/۷۷- به عنوان محروم‌ترین شهرستان شناخته شد.

جدول (۷-۲۰): امتیاز عاملی هر یک از شهرستان‌های استان یزد (۱۳۷۵)

رتبه	شاخص ترکیبی	امتیاز هر یک از عوامل		شهرستان	ردیف
		عامل دوم	عامل اول		
۱	۱/۶۵	-۰/۴۱۸	۲/۰۶۴	یزد	۱
۴	-۰/۲۸	-۰/۳۸۵	۰/۱۰۷	اردکان	۲
۲	۱/۴۳	۱/۴۵۲	-۰/۰۲۵	میبد	۳
۶	-۱/۴	-۰/۲۵۳	-۱/۱۴۵	مهریز	۴
۳	۱/۱۹	۱/۳۲۳	-۰/۱۳۳	تفت	۵
۷	-۱/۷۷	-۱/۲۳۱	-۰/۵۳۹	ابرکوه	۶
۵	-۰/۸۲	-۰/۴۸۸	-۰/۳۲۹	بافق	۷

البته باید توجه نمود که برای به‌دست آوردن امتیازات عاملی از روش استاندارد کردن استفاده شده است. از آنجایی که این روش دارای اشکالات اساسی است. استفاده از این روش علاوه بر اینکه باعث تغییر در مبدأ می‌شود و واریانس را برای کلیه متغیرها برابر می‌کند. در مواقعی نیز وزن منفی برای برخی شاخص‌ها محاسبه می‌نماید در حالی که نباید به هیچ یک از شاخص‌ها وزن منفی اختصاص یابد. برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌شود به جای استفاده از روش متعارف تحلیل مؤلفه‌های اصلی در تحلیل عاملی، به

منظور رفع کاستی‌های این روش از روش اصلاح شده آن استفاده گردد. شاخص ترکیبی روش اصلاح شده از طریق رابطه (۲۶-۷) به دست می‌آید<sup>۱</sup>:

$$CI = \sum_{i=1}^n \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i} \times W_{ij} \quad (26-7)$$

در این رابطه:

$CI$ : شاخص ترکیبی،

$X_{ij}$ : مقدار متغیر  $i$  مربوط به منطقه  $j$ ،

$\bar{X}_i$ : میانگین شاخص  $X_i$ ،

$W_{ij}$ : وزن مربوط به شاخص  $i$  که از طریق بردار اولین عامل به دست می‌آید.

### تحلیل عاملی در SPSS

یکی از روش‌هایی که در تحلیل عاملی برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از آماره  $KMO^2$  می‌باشد. در صورتی که مقدار این آماره بالاتر از  $0/5$  باشد، تحلیل عاملی برای مجموعه متغیرهای مورد استفاده در مسأله تصمیم‌گیری مد نظر مناسب می‌باشد. باید توجه داشت که هر چقدر مقدار آماره  $KMO$  بیشتر باشد، نشان‌دهنده بهتر بودن و مناسب‌تر بودن تحلیل عاملی برای داده‌ها است. در صورتی که مقدار این آماره کمتر از  $0/5$  باشد، استفاده از روش تحلیل عاملی برای تحلیل متغیرهای مسأله به عامل‌ها مناسب نبوده و ممکن است گمراه کننده باشد.

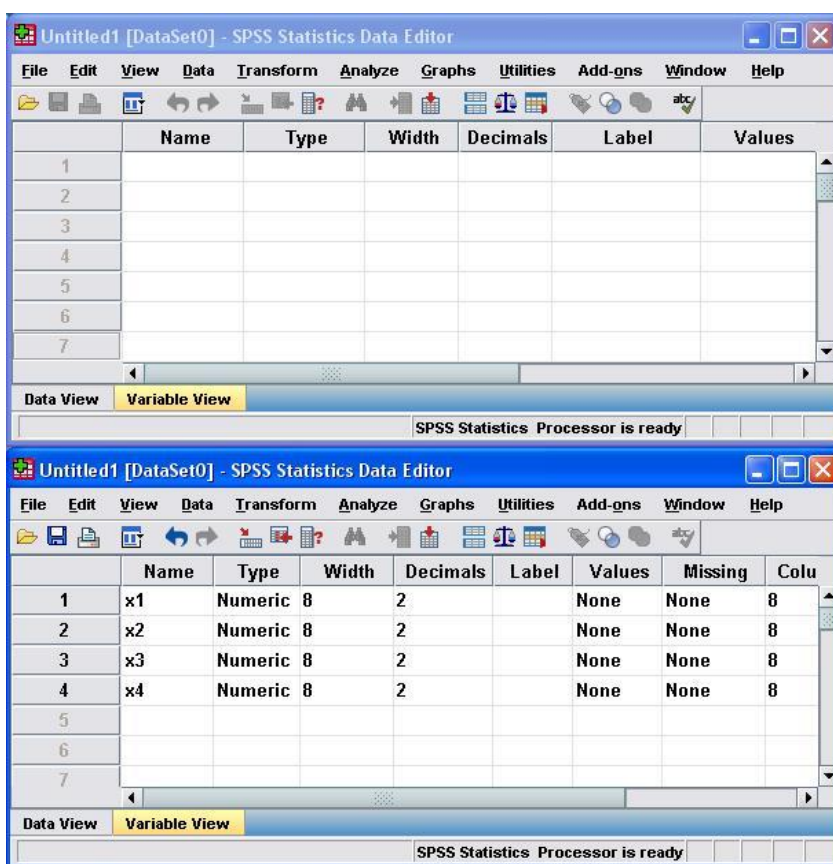
روش کلی استفاده از دستور، با ذکر یک مثال در ادامه می‌آید.

مثال: ۷ شهر استان یزد از طریق ۴ شاخص که در بخش قبلی (مراحل انجام تحلیل عاملی) آورده شده، با تحلیل عاملی در SPSS نشان داده می‌شود. ابتدا پنجره SPSS را باز کرده تا صفحه SPSS ظاهر می‌شود.

۱- کلاتری، (۱۳۸۰)، ص ۱۶۴.

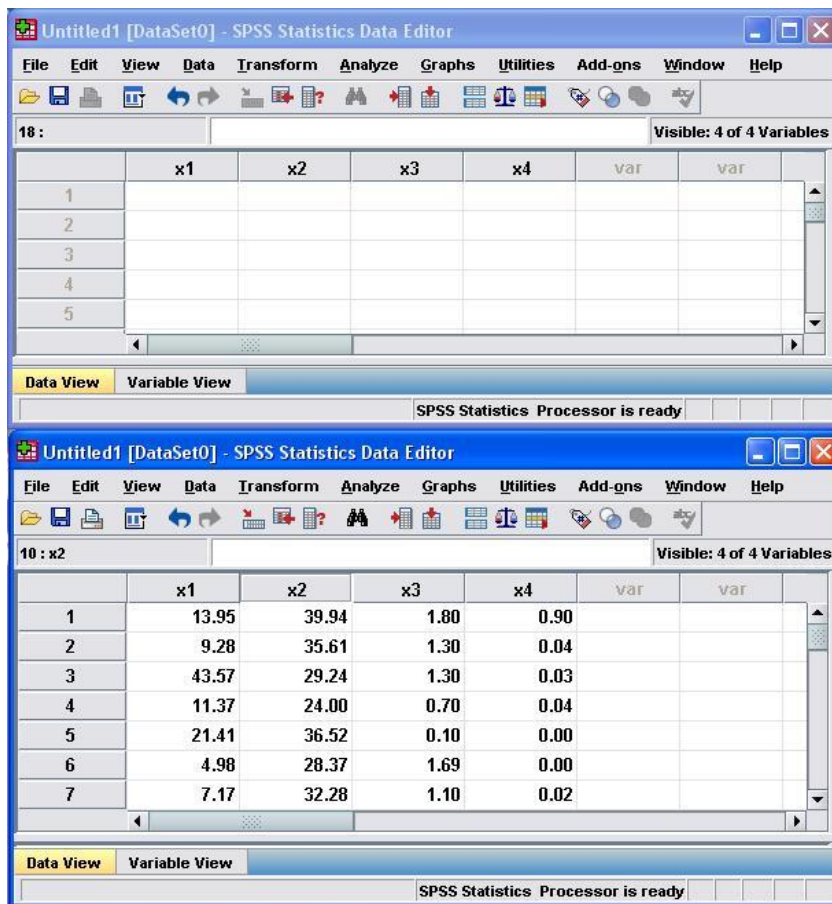
در پایین سمت چپ پنجره‌ی SPSS Statistics Data Editor دو برگه با نام‌های Data View و Variable View وجود دارد که همانند بخش بالایی شکل (۱-۷) دیده می‌شود.

برگه Variable View را انتخاب کرده و در آنجا شاخص‌های مورد نظر را تعریف می‌نماییم، همانند بخش پایین شکل (۱-۷).



شکل (۱-۷)

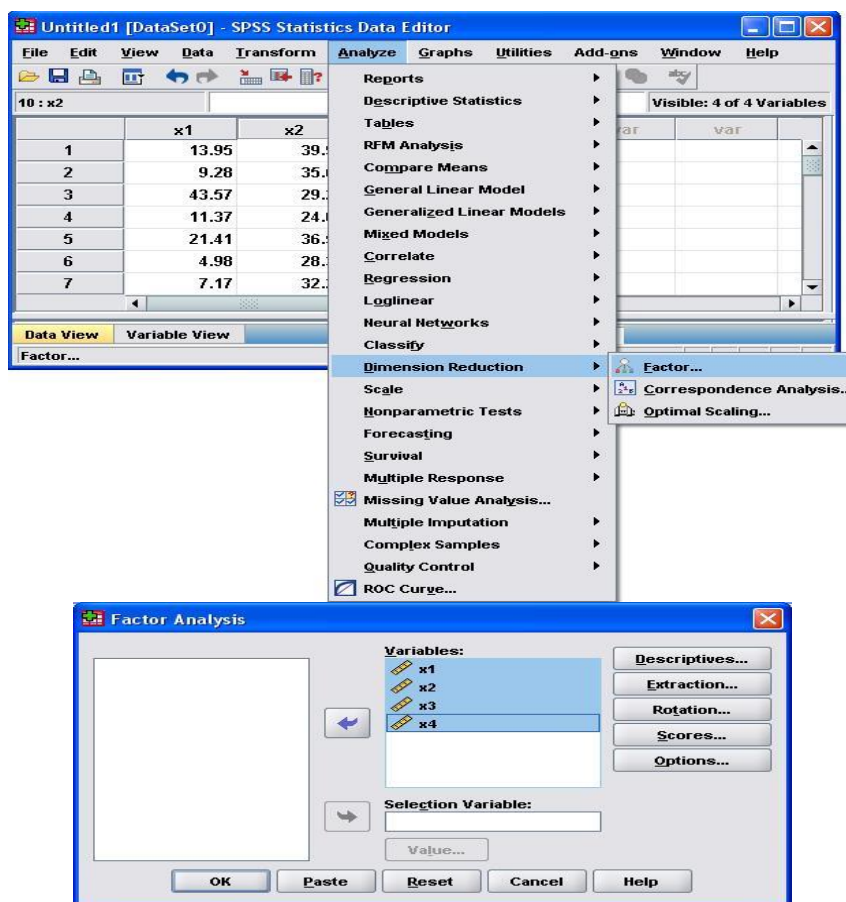
پس از این مرحله، دوباره بر روی برگه Data View کلیک کرده تا شکل (۲-۷) ظاهر شود. داده‌های مورد بررسی را وارد نموده تا برای محاسبه تحلیل عاملی آماده گردد.



شکل (۲-۷)

دستور  $Analyze \rightarrow Dimension Reduction \rightarrow Factor \dots$  را اجرا کرده تا پنجره‌ی Factor Analysis باز شود. در پنجره Factor Analysis بایستی همه

متغیرهای مورد نظر را از سمت چپ پنجره به ناحیه مستطیلی Variables منتقل نمود  
 شکل (۳-۷).



شکل (۳-۷)

قبل از اجرای تحلیل می‌توان گزینه‌های مورد نظر را با کلیک روی دکمه‌های موجود در پایین پنجره تنظیم نمود.

- ۱- روی دکمه Descriptives... (توصیفی...) کلیک کرده و آماره‌های مورد نظر و همچنین گزینه‌های به‌کار رفته در Correlation Matrix (ماتریس همبستگی) به ویژه Coefficient و ... KMO and را تیک زد و روی دکمه Continue کلیک نمود.
- ۲- روی دکمه Extraction... (استخراج) کلیک کرده و روش به‌کار رفته جهت تحلیل، نوع تحلیل و ... را تعیین نموده، سپس بر روی دکمه Continue کلیک شود.
- ۳- روی دکمه Rotation (دوران) کلیک کرده و روش دوران عاملی (Varimax) مورد نظر را انتخاب نمود و روی دکمه Continue کلیک گردد.
- ۴- روی دکمه Scores... کلیک کرده و گزینه Save as Variables تیک زده و پس از آن روی دکمه Continue کلیک گردد.
- ۵- روی دکمه Options... کلیک کرده و گزینه Suppress Small Coefficients را تیک زده و در قسمت Absolute value below عدد ۰/۵ را وارد نموده و پس از آن روی دکمه Continue کلیک شود.
- پس از طی مراحل بالا، روی گزینه OK در صفحه Factor Analysis کلیک کرده تا صفحه Output مطابق شکل (۷-۵) ظاهر شود.
- در ادامه بر روی پنجره SPSS Statistics Data Editor، روی برگه Data View کلیک کرده تا شکل (۷-۴) ظاهر شود.

	x1	x2	x3	x4	FAC1_1	FAC2_1	var
1	13.95	39.94	1.80	0.90	2.06414	-0.41757	
2	9.28	35.61	1.30	0.04	0.10692	-0.38505	
3	43.57	29.24	1.30	0.03	-0.02500	1.45190	
4	11.37	24.00	0.70	0.04	-1.14468	-0.25336	
5	21.41	36.52	0.10	0.00	-0.13252	1.32339	
6	4.98	28.37	1.69	0.00	-0.53920	-1.23100	
7	7.17	32.28	1.10	0.02	-0.32967	-0.48831	

شکل (۷-۴)



در شکل (۷-۴)، تحلیل عاملی داده‌های مورد نظر را به دو عامل تقلیل داده و امتیازات عاملی هر عامل را برای ۷ شهر استان یزد نشان می‌دهد. از روی امتیازات عاملی می‌توان شهرها را از بیشترین به کمترین مقدار امتیاز رتبه‌بندی کرد.

		x1	x2	x3	x4
Correlation	x1	1.000	-.040	-.156	-.061
	x2	-.040	1.000	.113	.603
	x3	-.156	.113	1.000	.500
	x4	-.061	.603	.500	1.000

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	.449
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	df
	Sig.
	3.240
	6
	.778

	Initial	Extraction
x1	1.000	.773
x2	1.000	.697
x3	1.000	.574
x4	1.000	.857

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1.864	46.595	46.595	1.864	46.595	46.595	1.760	43.997	43.997
2	1.037	25.937	72.532	1.037	25.937	72.532	1.141	28.535	72.532
3	.832	20.791	93.322						
4	.267	6.678	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

	Component	
	1	2
x1		.852
x2	.735	
x3	.665	
x4	.913	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

	Component	
	1	2
x1		.874
x2	.828	
x3		-.576
x4	.907	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

شکل (۷-۵): صفحه out put

### تحلیل خوشه‌ای<sup>۱</sup>

تحلیل خوشه‌ای یکی از روش‌های پر کاربرد در مطالعات جغرافیای ناحیه‌ای است. در واقع روشی برای سطح‌بندی مناطق، شهرها، روستاها و... است. به طوری که در این سطح‌بندی، مکان‌های واقع در یک سطح، شباهت زیادی با همدیگر داشته، اما تفاوت قابل توجهی با مکان‌های سطوح دیگر دارد. سطح‌بندی مکان‌های همگن در این روش به شیوه‌های مختلفی صورت می‌گیرد. تعیین ضریب همبستگی و اندازه‌گیری فاصله<sup>۲</sup>، به ویژه فاصله اقلیدسی<sup>۳</sup> از مهم‌ترین روش‌های تعیین مکان‌های همگن می‌باشد.

تحلیل خوشه‌ای به دو روش، خوشه‌ای سلسله مراتبی<sup>۴</sup> و خوشه‌ای غیر سلسله مراتبی<sup>۵</sup> صورت می‌گیرد که در این مبحث روش خوشه‌ای سلسله مراتبی که بیشتر در مطالعات جغرافیایی کاربرد دارد مورد بحث قرار می‌گیرد.

در روش خوشه‌ای سلسله مراتبی تراکمی هر مکان با خوشه‌ای خاص آغاز می‌شود، سپس دو مکان با هم ترکیب شده خوشه‌ای جدید می‌سازند. بنابراین در هر مرحله تعداد خوشه‌ها به صورت یک به یک کاهش می‌یابد. در بعضی موارد، مکان سوم با خوشه دو مکانی ادغام شده و خوشه‌ای جدید را به وجود می‌آورند، و بعضی موارد نیز ممکن است دو خوشه دو مکانه با هم ترکیب شوند و خوشه‌ای جدید را به وجود آورند. بدین ترتیب به تدریج تمام مکان‌ها با همدیگر ادغام شده و نهایتاً یک خوشه بزرگی را پدید می‌آورند. روش‌های متفاوتی برای تشکیل خوشه‌های تراکمی در روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی وجود دارند که عبارتند از:

۱- پیوند تکی<sup>۶</sup>

۲- پیوند کامل<sup>۱</sup>

۱- Cluster Analysis.

۲- Distance Measures.

۳- Euclidean Distance.

۴- Hierarchical Cluster.

۵- Nonhierarchical Cluster.

۶- Single Linkage.

۳- پیوند متوسط<sup>۲</sup>۴- روش وارد<sup>۳</sup>۵- روش مرکز ثقل<sup>۴</sup>

این روش‌ها از نظر نحوه محاسبه فاصله بین خوشه‌ها از هم متفاوتند و انتخاب هر کدام از این روش‌ها بستگی به داده‌های آماری و هدف برنامه‌ریزی دارد<sup>۵</sup>. برای محاسبه این روش می‌توان از نرم افزارهای SPSS، Minitab، Statgraphics و غیره استفاده کرد. براساس شاخص‌های قبلی استان یزد در مثال تاکسونومی عددی، سطوح توسعه را در استان یزد به سه سطح با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی تقسیم کرده‌ایم که نتیجه زیر به دست آمد.

جدول (۷- ۲۱): ماتریس مجاورت برای شهرستان‌های استان یزد (۱۳۷۵)

case	Squared Euclidean Distance						
	یزد	اردکان	میبد	مهریز	تفت	ابركوه	بافق
یزد		۱۳/۹۲۶	۱۶/۲۵۹	۲۴/۲۱۹	۱۸/۹۱۵	۲۰/۱۶۴	۹/۹۸۹
اردکان	۱۳/۹۲۶		۷/۵۴۵	۷/۳۲۷	۱۲/۷۳۲	۴/۷۹۷	۲/۳۱۳
میبد	۱۶/۲۵۹	۷/۵۴۵		۱۶/۱۰۷	۱۵/۳۳۸	۱۲/۴۷۰	۱۰/۱۳۲
مهریز	۲۴/۲۱۹	۷/۳۲۷	۱۶/۱۰۷		۵/۱۹۴	۱۰/۷۴۲	۹/۳۷۹
تفت	۱۸/۹۱۵	۱۲/۷۳۲	۱۵/۳۳۸	۵/۱۹۴		۱۵/۶۷۸	۹/۳۷۹
ابركوه	۲۰/۱۶۴	۴/۷۹۷	۱۲/۴۷۰	۱۰/۷۴۲	۱۵/۶۷۸		۹/۳۹۵
بافق	۹/۹۸۹	۲/۳۱۳	۱۰/۱۳۲	۹/۳۷۹	۹/۳۷۹	۹/۳۹۵	

This is a dissimilarity matrix

۱- Complet Linkage.

۲- Average Linkage.

۳- Ward's Method.

۴- Centroid Method.



جدول (۷-۲۲): ماتریس تراکمی به روش پیوند متوسط

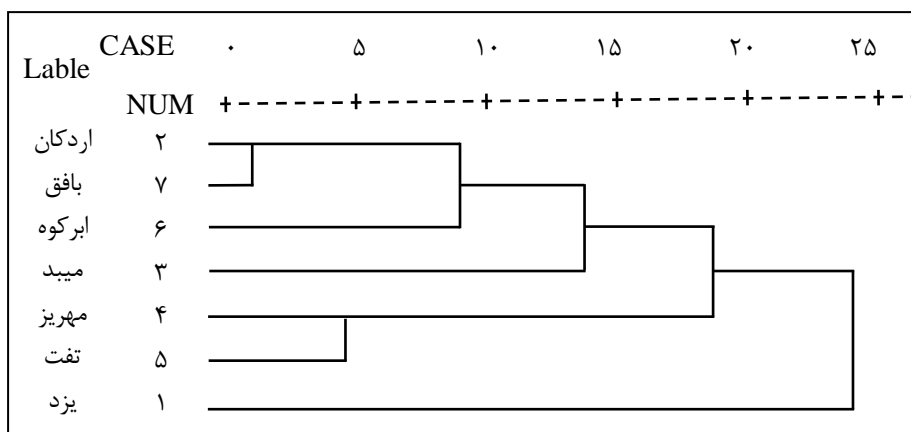
Stage	Cluster combined		Coefficient S	Stage cluster first Appears		Next Stage
	Cluster1	Cluster2		Cluster1	Cluster2	
1	2	7	2.313	0	0	3
2	4	5	5.194	0	0	5
3	2	6	7.096	0	0	4
4	2	3	10.049	0	0	5
5	2	4	12.085	2	2	6
6	1	2	17.245	5	3	0

جدول (۷-۲۳): خوشه شهرستان‌ها

Case	3Clusters
یزد	۱
اردکان	۲
میبد	۲
مهریز	۳
تفت	۳
ابركوه	۲
بافق	۲

جدول (۷-۲۴): قنبدیل عمودی برای استان یزد (۱۳۷۵)

Number of Clusters	Case												
	5:Case 5		4:Case 4		3:Case 3		6:Case 6		7:Case 7		2:Case 2		1:Case 1
۱	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
۲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
۳	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×		×
۴	×	×	×		×		×	×	×	×	×		×
۵	×	×	×		×		×		×	×	×		×
۶	×		×		×		×		×	×	×		×



شکل (۷-۵): نمودار درختی شهرستان‌های استان یزد (۱۳۷۵)

در شکل (۷-۶)، نمودار نشان می‌دهد که شهرستان یزد در سطح اول، شهرستان‌های اردکان، بافق، میبد و ابرکوه در سطح دوم و شهرستان‌های مهریز و تفت در سطح سوم قرار گرفته‌اند.

#### روش ساده جمعیت

در این روش، جمعیت سکونتگاه تعیین‌کننده اهمیت نسبی آن سکونتگاه به حساب می‌آید. بنابراین یک سکونتگاه با جمعیت ۵۰۰ نفر نسبت به سکونتگاهی که جمعیت ۲۵۰ نفر دارد دارای شانس بیشتری است که به عنوان مرکز انتخاب گردد. در این روش مقدار یا اندازه جمعیت تا اندازه‌ای منعکس‌کننده میزان نقش و کارکرد سکونتگاه در جواب‌گویی به سطحی از نیازهای خدماتی و رفاهی است. یکی از محاسن این روش سهولت آن است که با داشتن اندازه جمعیت سکونتگاه‌ها می‌توان مرکزیت منطقه را مشخص نمود. اگر چه این روش دارای محاسن است ولی معایبی هم دارد که با آگاهی و

از روی عمد به افرادی که در سکونتگاه‌های بزرگ‌تر زندگی می‌کنند اهمیت بیشتری داده می‌شود، که این امر عادلانه نمی‌باشد.<sup>۱</sup>

### روش کارکردی

در این روش، هر مکان به اندازه‌ی میزان نقشی که در جواب‌گویی به نیازهای گوناگون مردم دارد و تعداد خدماتی که ارائه می‌دهد، امتیازهای مثبت دریافت می‌کند و جمع امتیاز رتبه و موقعیت هر مکان را در تعیین مکان بهینه مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، در این روش به جای افزونی جمعیت که در روش ساده جمعیتی ملاک و معیار تعیین مکان بهینه بود، وجود هرچه بیشتر تأسیسات اقتصادی و اجتماعی در یک مکان موجب گرفتن امتیاز بیشتر در رتبه‌بندی مکان‌های مختلف یک منطقه و بالاخره تعیین مکان بهینه می‌گردد. در این روش تأسیسات و خدمات در هر رشته براساس خدماتی که به مردم منطقه ارائه می‌دهند، دارای یک سلسله مراتب هستند که بر مبنای آن می‌بایست امتیاز بگیرند. البته باید توجه داشت که این امتیازها نسبی است و به طور مطلق گویای اختلاف کارکرد واحد خدماتی نمی‌باشد. کارکردهای هر روستا را می‌توان در چند گروه (آموزشی، اداری، بهداشتی، درمانی، تأسیساتی، اقتصادی و...) طبقه‌بندی کرد.<sup>۲</sup>

از محاسن این روش می‌توان به حداکثر استفاده از امکانات و خدمات، ارتباطات و حمل و نقل موجود در روستاها اشاره کرد، زیرا که مجبور نیستیم به سبب تغییر محل مرکز خدماتی متحمل هزینه گردیم. جدای از این محاسن، معایب آن را می‌توان در اختیاری بودن و دقیق نبودن امتیازات، نسبی بودن و عدم مطلق بودن آن‌ها، همگن نبودن واحد امتیاز تأسیسات و کارکردها در موارد مختلف، مثلاً عدم توجه به انسان،

۱- آسایش، (۱۳۷۹)، صص ۱۰۹-۱۰۵.

۲- همان، ص ۱۴۰.

ملاک قرار دادن وضع موجود برای برنامه‌ریزی آینده و برخورد موضعی و عدم ارتباط سیستمی بین اجزاء و غیره اشاره کرد<sup>۱</sup>.

در دهستان فرضی کارکردهای خدماتی روستاها را در پنج گروه طبقه‌بندی کردیم که به هر یک از کارکردها امتیازات خاصی را به شرح زیر در نظر گرفتیم:

دبستان: ۳ امتیاز  
 مرکز بهداشت: ۲ امتیاز  
 مدرسه راهنمایی: ۴ امتیاز  
 دبیرستان: ۵ امتیاز  
 دفتر مخابرات: ۵ امتیاز

جدول (۷-۲۵): تعداد و امتیاز کارکردهای خدماتی روستاهای دهستان فرضی

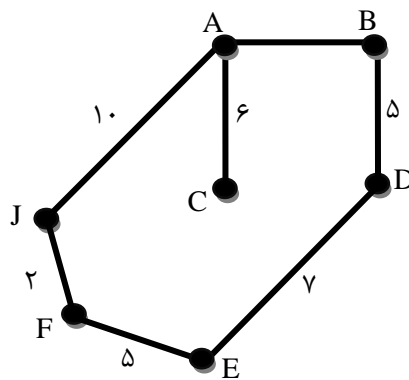
خدمات روستا	دبستان		مدرسه‌راهنمایی		دبیرستان		مرکز بهداشت		دفتر مخابرات		جمع امتیاز
	تعداد	امتیاز	تعداد	امتیاز	تعداد	امتیاز	تعداد	امتیاز	تعداد	امتیاز	
A	۴	۱۲	۲	۸	۱	۵	۱	۲	۱	۵	۳۳*
B	۲	۶	۱	۴	۰	۰	۰	۰	۱	۵	۱۵
C	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
D	۲	۶	۱	۴	۰	۰	۱	۲	۱	۵	۱۷
E	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
F	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۵	۸
J	۲	۶	۱	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰

مجموع امتیاز جدول فوق بیانگر آن است که روستای A با کسب ۳۳ امتیاز به عنوان مکان مناسب جهت مرکزیت انتخاب می‌گردد. در واقع می‌توان گفت این روستا امتیازات خود را بر اساس کارکردهای خدماتی که داشته کسب نموده است.



## روش مجموع حداقل فواصل

یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای تعیین مکان‌های بهینه توسعه و مرکزیت، استفاده از روش مجموع حداقل فواصل است. در این روش با استفاده از فاصله هر روستا تا روستای دیگر به کیلومتر استفاده می‌شود. روش کار بدین صورت است که ماتریسی که برای روستاهای مورد نظر تهیه می‌شود و فواصل روستاها نسبت به یکدیگر در ماتریس وارد می‌گردد. در این روش عامل فاصله به عنوان یک عامل بازدارنده محسوب می‌شود و روستایی که از لحاظ مجموع کل فواصل کمترین مقدار را به دست آورد، دارای مرکزیت می‌باشد و از بقیه روستاهای منطقه برای کلیه روستاها قابل دسترس‌تر است! در شکل زیر روستای A نسبت به روستاهای دیگر از لحاظ مجموع کل فواصل (۵۷) دارای حداقل است و به عنوان مرکز انتخاب می‌شود جدول (۷-۱۹). البته می‌توان عوامل و متغیرهای دیگری را همچون عوامل طبیعی، سیستم راه‌های ارتباطی، موانع و غیره را نیز در نظر گرفت، که اگر روستای A مشکلات فوق را داشته باشد روستای دیگری که در اولویت (B)، در اولویت قرار دارد به عنوان مرکز انتخاب نمود.



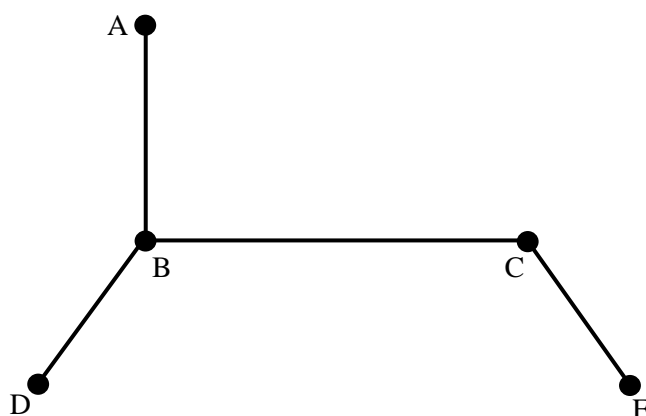
شکل (۷-۶): موقعیت قرارگیری دهستان فرضی

جدول (۷-۲۶): ماتریس حداقل فواصل دهستان فرضی

مقصد \ مبدأ	A	B	C	D	E	F	J	مجموع
A	۰	۴	۶	۹	۱۶	۱۲	۱۰	۵۷*
B	۴	۰	۱۰	۵	۱۲	۱۶	۱۴	۶۱
C	۶	۱۰	۰	۱۵	۲۱	۱۸	۱۶	۸۶
D	۹	۵	۱۵	۰	۷	۱۲	۱۴	۶۲
E	۱۶	۱۲	۲۲	۷	۰	۵	۷	۶۹
F	۱۲	۱۶	۱۸	۱۲	۵	۰	۲	۶۵
J	۱۰	۱۴	۱۶	۱۴	۷	۲	۰	۶۳

### روش ارتباطات مستقیم

در این روش با استفاده از ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم می‌توان معیار مرکزیت و قابلیت دسترسی را به دست آورد. بدین ترتیب ابتدا ماتریس را برای هر شبکه از سکونتگاه‌ها و جاده‌های ارتباطی آن تشکیل داده، سپس در صورت وجود ارتباط مستقیم سکونتگاه‌ها با دیگر نقاط عدد یک و در صورت عدم وجود ارتباط مستقیم عدد صفر منظور می‌شود. بدین منظور می‌توان عناصری سطری یا ستونی این ماتریس را با یکدیگر جمع کرد. سکونتگاهی که دارای بزرگ‌ترین مقدار در حاصل جمع سطری یا ستونی شد، دارای بالاترین درجه قابلیت دسترسی بین سایر سکونتگاه‌هاست. این بدین معنی است که این سکونتگاه دارای امکان ارتباط مستقیم بیشتری با سایر سکونتگاه‌ها دارد و برای مرکزیت مناسب می‌باشد. برای روشن‌تر شدن موضوع به مثال فرضی زیر توجه نمایید. در دهستان فرضی که دارای ۵ سکونتگاه است با استفاده از روش فوق سکونتگاه مرکزی را مشخص می‌کنیم. نتایج ماتریس نشان‌دهنده آن است که سکونتگاه B دارای امکان ارتباط مستقیم با سه سکونتگاه دیگر بوده و برای مرکزیت مناسب است.



شکل (۷-۷): دهستان فرضی و سکونتگاه‌های آن

جدول (۷-۲۷): ماتریس وجود یا عدم وجود ارتباط مستقیم بین سکونتگاه‌های دهستان فرضی

مبدا \ مقصد	A	B	C	D	E	جمع
A	۰	۱	۰	۰	۰	۱
B	۱	۰	۱	۱	۰	۳*
C	۰	۱	۰	۰	۱	۲
D	۰	۱	۰	۰	۰	۱
E	۰	۰	۱	۰	۰	۱
جمع	۱	۳	۲	۱	۱	۰

#### مدل پتانسیل جمعیتی و ضریب دسترسی مراکز

یکی از روش‌های شناخته شده در تعیین مرکزیت مدل پتانسیل جمعیتی است، که در آن عامل جمعیت و ضریب دسترسی نقش اساسی دارند. در این مدل شرط بر آن است که کلیه شرایطی فضای جغرافیایی یکسان و همگن است و فضای رقابتی بین مکان‌ها وجود دارد. در این روش روستایی به عنوان مرکز تهیه خدمات انتخاب خواهد

شد که دارای کمترین میزان دسترسی مراکز به یکدیگر می‌باشد به عبارت دیگر بهترین موقعیت دسترسی را دارد. ساختار کلی مدل به صورت رابطه (۷-۲۷) است:

$$D_i = \sum \frac{P_i}{P} \times \frac{P_i}{d_{ij}} \quad (۷-۲۷)$$

در این رابطه:

$D_i$ : پتانسیل جمعیتی نقطه  $i$ ،

$P_i$ : جمعیت نقطه  $i$ ،

$P$ : جمعیت کل منطقه،

$D_{ij}$ : فاصله بین نقطه  $i$  و  $j$ .

### مدل مثلث مکانی<sup>۱</sup>

آلفرد وبر<sup>۲</sup> اولین کسی بود که درباره موضوع مکان‌یابی بهینه<sup>۳</sup> تحقیق کرده است. وی رویکرد کمترین هزینه<sup>۴</sup> را در راستای مکان‌یابی بهینه در سال ۱۹۰۹ ارائه نمود. وی برای درک بهتر این مفهوم، مثلث مشهور خود را که به مثلث مکانی معروف است را ارائه نمود.<sup>۵</sup> به نظر آلفرد وبر زمانی که واحد تولید معینی ماده اولیه (A) را با منابع انرژی (B) مورد استفاده قرار می‌دهد و کالا را در بازار مشخص (C) به فروش می‌رساند، سود واحد صنعتی زمانی تضمین می‌شود که مرکز ثقل (X) را که از تقاطع میانه اضلاع سه گوش ABC به دست می‌آید به عنوان مکان بهینه واحد تولیدی انتخاب کند، که کمترین هزینه را از لحاظ ترابری مواد، انرژی و جریان کالاهای مصنوع به بازار می‌طلبد. هر یک از نقاطی که در رأس سه گوش قرار گرفته‌اند، نشانگر وزن نسبی از مقادیر لازم

۱- پورا احمد و سلطانی، (۱۳۸۱)، ص ۱۵۸.

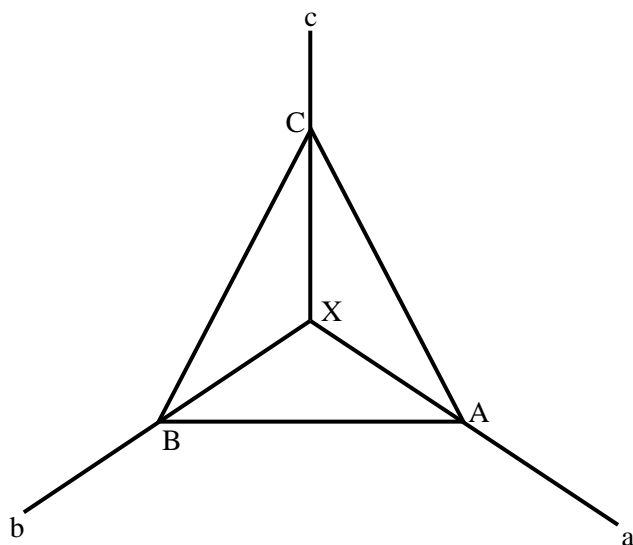
۲- Locational Triangle Model.

۳- Weber.

۴- Optimum Location.

۵- Least Cost Approach.

مواد اولیه (a)، انرژی (b)، تولیدات ساخته شده (c) قابل جذب در بازار می‌باشد. بنابراین زمانی که در مورد کالا و مصنوع معینی قیمت فروش در بازار ثابت و مقیاس تولید مشخص می‌باشد، برای بهره‌مندی از سود بیشتر بایستی با انتخاب مکان بهینه برای واحد تولیدی هزینه را به حداقل کاهش داد<sup>۱</sup>. (شکل ۷-۸) مثلث مکانی را نشان می‌دهد.



شکل (۷-۸): مثلث مکانی

برای به‌دست آوردن نقطه‌ای که نقطه بهینه و به منابع اولیه یا بازار مصرف نزدیک‌تر باشد، وبر از «شاخص مواد اولیه» استفاده می‌کند که به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$(۲۸-۷) \quad \frac{\text{وزن داده‌های مواد اولیه محلی}}{\text{وزن محصولات تولید شده}} \quad \text{شاخص مواد اولیه}$$

۱- فرید، (۱۳۷۹)، ص ۴۴۹.

که اگر شاخص بزرگ‌تر از عدد غلبه با مواد اولیه و اگر کمتر از یک باشد غلبه با بازار است!

### مدل ضریب ویژگی

در این، سرویس‌ها در چند دسته (بهداشتی، فرهنگی، اجتماعی و...) تقسیم می‌شوند، سپس به نقش سرویس‌های خدماتی در تعیین مرکز سکونتگاه‌ها پرداخته می‌شود. برای سنجش نقش و اهمیت هر عنصر در یک سیستم منطقه‌ای (سرویس‌های خدماتی) به درجه سرویس‌دهندگی آن عنصر در کل سیستم، می‌توان توجه نمود. ساختار کلی مدل به صورت رابطه (۲۹-۷) است:

$$OSd_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^m X_{ij}}{\sum_{j=1}^m X_{ij}} \cdot X_{ij} \quad (29-7)$$

در این رابطه:

$OSd_{ij}$ : ضریب ویژگی هر سرویس در یک مرکز جمعیتی،

$\sum_{i=1}^m X_{ij}$ : جمع کل سرویس‌ها در مرکز جمعیتی  $j$ ،

$\sum_{j=1}^m X_{ij}$ : جمع سرویس نوع  $i$  در تمام مرکز جمعیتی،

$X_{ij}$ : جمع سرویس نوع  $i$  در مرکز جمعیتی  $j$ .

با استفاده از انواع خدمات آموزشی، بهداشتی - درمانی، ارتباطات و تسهیلات عمومی، و با بهره‌گیری از مدل ضریب ویژگی، روستاهای دهستان سفالگران رتبه‌بندی گردید، نتایج نشانگر آن است که روستای تازه‌کند و روستای میرزا حصار به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین رتبه را به خود اختصاص داده‌اند و از میان خدمات ارائه شده به مراکز سکونتگاهی دهستان سفالگران، سرویس‌دهی تسهیلات عمومی بیشترین تعداد را شامل شده است، جدول (۲۸-۷).



جدول (۷-۲۸): تعداد و ضریب ویژگی سرویس‌های خدماتی دهستان سفالگران

رتبه روستاها	جمع ضریب ویژگی	جمع تعداد خدمات	تسهیلات		ارتباطات		بهداشتی-درمانی		آموزشی		سرویس نام روستا
			ضریب ویژگی	تعداد	ضریب ویژگی	تعداد	ضریب ویژگی	تعداد	ضریب ویژگی	تعداد	
۱	۹/۵۱	۱۱	۱/۶۵	۳	۳/۶۷	۳	۱/۸۳	۲	۲/۳۶	۳	تازه‌کند
۳	۵/۸۴	۹	۱/۸	۴	۲	۲	۰/۷۵	۱	۱/۲۹	۲	دینارآباد
۲	۹/۳۳	۱۱	۱/۶۵	۳	۲/۴۴	۲	۳/۶۷	۴	۱/۵۷	۲	گنج‌تپه
۶	۲/۴۶	۶	۰/۶	۲	۰	۰	۱	۲	۰/۸۶	۲	کتبدان
۵	۳/۴۱	۷	۱/۰۵	۳	۰/۷۸	۱	۰/۵۸	۱	۱	۲	دهنجرده
۴	۴/۳	۸	۱/۶	۴	۰/۸۹	۱	۰/۶۷	۱	۱/۱۴	۲	هارون‌آباد
۷	۰/۶۱	۳	۰/۱۵	۱	۰	۰	۰/۲۵	۱	۰/۲۱	۱	میرزااحصاری
-	۳۵/۴۶	۵۵	۸/۵	۲۰	۹/۷۸	۹	۸/۷۵	۱۲	۸/۴۳	۱۴	مجموع

منبع: پوراحمد و سلطانی، (۱۳۸۱)، صص ۱۶۴-۱۶۲.

### روش شاخص مرکزیت

شاخص مرکزیت یکی از روش‌های نشان دادن میزان مرکزیت سکونتگاه‌هاست. این شاخص اهمیت کارکردی عملکردها را نه تنها بر مبنای تعداد عملکردها در یک مکان، بلکه بر اساس فراوانی این عملکردها در کل منطقه اندازه‌گیری می‌کند. عملکردهای وزنی معادل نسبت معکوس آن‌ها به خود می‌گیرند که ضریب مکانی<sup>۱</sup> نامیده می‌شود و از طریق رابطه (۷-۳۰) می‌آید:

$$C_i = \frac{1}{T_i} \times 100 \quad (7-30)$$

در این رابطه:

$C_i$ : ضریب مکانی عملکرد  $i$ ،

$T_i$ : کل عملکردهای موجود در منطقه.

بنابراین به یک بیمارستان عمومی و یا هنرستان فنی که فقط در بعضی از سکونتگاه‌ها وجود دارند، وزن بیشتری داده می‌شود تا یک دبستان ابتدایی و یا بقالی که

۱- Location Coefficient.



در اغلب سکونتگاه‌ها وجود دارند. شاخص مرکزیت برای یک مکان، برابر است با مجموع وزن عملکردهای موجود در آن مکان. هرچه میزان این شاخص بیشتر باشد، اهمیت کارکردی آن بیشتر است!

در جدول (۷-۲۹) تعداد عملکردهای موجود در سکونتگاه‌های یک منطقه فرضی و نحوه محاسبه ضریب مکانی  $C_i$  برای عملکردهای پنج‌گانه موجود در این منطقه نشان داده شده است. از ضرب کردن ضریب مکانی هر عملکرد، به تعداد آن عملکرد در هر یک از سکونتگاه‌ها برای هر یک از عملکردهای موجود به دست آمده و نهایتاً از جمع امتیازات عملکردهای موجود در هر سکونتگاه شاخص مرکزیت آن سکونتگاه‌ها به دست می‌آید.

جدول (۷-۲۹): نحوه محاسبه ضریب مکانی (C عملکردها)

سکونتگاه‌ها	عملکردها					جمع عملکردها
	۱	۲	۳	۴	۵	
A	۴	۲	۳	۱	۲	۱۲
B	۳	۱	۳	۱	۱	۹
C	۲	۱	۱	۱	۰	۵
D	۳	۱	۲	۱	۱	۸
E	۲	۱	۱	۱	۰	۵
جمع عملکردها	۱۴	۶	۱۰	۵	۴	۳۹
ضریب مکانی	۷/۱	۱۶/۷	۱۰	۲۰	۲۵	-

جدول (۷-۳۰): نحوه محاسبه شاخص مرکزیت سکونتگاه‌ها

سکونتگاه‌ها	عملکردها					جمع مرکزیت
	۱	۲	۳	۴	۵	
A	۲۸/۶	۳۳/۳	۳۰	۲۰	۵۰	۱۶۱/۹
B	۲۱/۴	۱۶/۶	۳۰	۲۰	۲۵	۱۱۳
C	۱۴/۳	۱۶/۶	۱۰	۲۰	۰	۶۰/۹
D	۲۱/۴	۱۶/۶	۲۰	۲۰	۲۵	۱۰۳
E	۱۴/۳	۱۶/۶	۱۰	۲۰	۰	۶۰/۹
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰۰

### روش پرستون

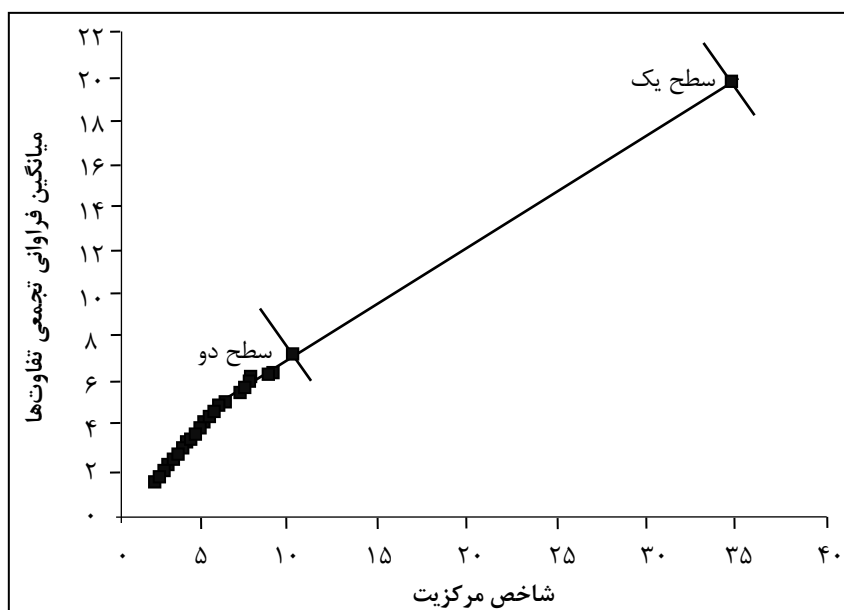
این روش را اولین بار ریچارد پرستون<sup>۱</sup> برای سطح‌بندی سکونتگاه‌ها پیشنهاد داد. در واقع روش پیشنهادی پرستون برای سطح‌بندی سکونتگاه‌ها که روشی است شبیه به میانگین متحرک<sup>۲</sup> و معمولاً برای تشخیص روندها<sup>۳</sup> در مطالعات مربوط به سری‌های زمانی به کار گرفته می‌شود؛ از نقاط قوت این روش می‌توان به خدمات تغییرات تصادفی موجود در داده‌ها اشاره کرد که می‌تواند در تعیین سطوح متفاوت مرکزیت (سطح‌بندی) مفید واقع شود. در این روش ابتدا شاخص مرکزیت سکونتگاه‌ها به طور نزولی (از بیشترین به کمترین) مرتب می‌شود. سپس تفاوت بین شاخص مرکزیت سکونتگاه‌ها متوالی از یکدیگر (بالاترین رتبه در شاخص مرکزیت منهای رتبه بعدی و به همان ترتیب) محاسبه شده و میانگین این تفاوت‌ها حساب می‌شود. سپس مقدار تجمعی میانگین تفاوت‌ها محاسبه می‌شود. نهایتاً مقدار تجمعی میانگین تفاوت‌ها در محور (Y) با شاخص مرکزیت در محور (X) در یک نمودار ترسیم می‌شود. منطق این روش، چنین است که اگر سکونتگاه‌ها در یک سطح قرار داشته باشند، وقتی مقدار تجمعی میانگین

۱- Richard Preston.

۲- Moving Average.

۳- Trends.

تفاوت آنها با شاخص مرکزیت‌شان رسم شود، نمودار حاصله دارای شیب یکنواختی خواهد بود. بنابراین در جاهایی که شیب نمودار تغییر پیدا کند (شکستگی در شیب نمایان شود) تغییر در سطح مرکزیت سکونتگاه‌ها اتفاق افتاده است. یا به عبارت دیگر شکستگی در شیب نمودار نشان‌دهنده جدایی یک سطح از سطح دیگری است.<sup>۱</sup>



شکل (۷-۹): نمودار پرستون برای سطح‌بندی سکونتگاه‌های بخش آلوت

جدول (۷-۳۱): محاسبات مربوط به روش پرستون در بخش آلود شهرستان بانه

ردیف	بخش	روستا	شاخص مرکزیت	تفاوت‌ها	میانگین تفاوت‌ها	میانگین تجمعی تفاوت‌ها
۱	آلود	ارمرده	۳۳/۸	۲۷/۷۷	۱۴/۶۵	۱۹/۹
۲	آلود	کوچر	۶/۰۳	۱/۵۳	۱/۱	۵/۴
۳	آلود	نازان	۴/۷۷	۰/۶۷	۰/۳۷	۴/۴
۴	آلود	کانی گوریز	۴/۱۰	۰/۰۷	۰/۱	۴/۱
۵	آلود	کوخ شیخ‌الاسلام	۴/۰۳	۰/۱۳	۰/۴۲	۳/۹۷
۶	آلود	بایزیدآباد	۳/۹۰	۰/۷	۰/۱۵	۳/۶
۷	آلود	سرداو	۳/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۴	۳/۱
۸	آلود	کانی بند	۲/۹۸	۰/۲۶	۰/۱۶۵	۲/۹
۹	آلود	بله که	۲/۷۲	۰/۰۷	۰/۱۵	۲/۷
۱۰	آلود	نیزه رود	۲/۶۵	۰/۲۲	۰/۱۴	۲/۵۴
۱۱	آلود	کوخ مامو	۲/۴۳	۰/۰۶	۰/۰۶۵	۲/۴
۱۲	آلود	گندمان	۲/۳۷	۰/۰۷	۰/۰۶۵	۲/۳
۱۳	آلود	کنده سوره	۲/۳۰	۰/۰۶	۰/۱۹	۲/۲۷
۱۴	آلود	تاژیان	۲/۲۴	۰/۳۱	۰/۲۵	۲/۱
۱۵	آلود	ناوه	۱/۹۳	۰/۱۹	۰/۱۵۵	۱/۸
۱۶	آلود	سوارو	۱/۷۴	۰/۱۲	۰/۰۶	۱/۷
۱۷	آلود	دوله گویر	۱/۶۲	۰	۰/۰۶۵	۱/۶۲
۱۸	آلود	توکل	۱/۶۲	۰/۱۳	۰/۰۸۵	۱/۶
۱۹	آلود	گرماب	۱/۴۹	۰/۰۴	۰/۰۶۵	۱/۴۷
۲۰	آلود	نیروان	۱/۴۵	۰/۰۹	۰/۰۴۵	۱/۴

منبع: عظیمی، (۱۳۸۲)، ص ۱۰۰ و محاسبات نگارندگان.

میزان سنج گاتمن<sup>۱</sup>

یکی از روش‌هایی که برای محاسبه میزان مرکزیت به کار می‌رود؛ روش میزان سنج گاتمن است. این روش از حضور و عدم حضور مؤسساتی که خدمات فعالیت‌های

---

۱- Guthman Scalogram.

اقتصادی و غیره را تأمین می‌کنند، به عنوان ضابطه‌ای جهت تشکیل سلسله مراتب استفاده می‌کند. این روش بر روش (جمعیت به عنوان شاخص مرکزیت) ارجحیت دارد؛ به ویژه وقتی هدف تمامی این عملیات انتخاب مکان‌هایی باشد که بتواند خدمات گوناگون را برای جمعیت مناطقی که در داخل یک محدوده قرار دارند، به وجود آورد.

روش بنا کردن این میزان‌سنج به ترتیب زیر است:

- ۱- تشکیل ماتریس: در سطرهای ماتریس اسامی سکونتگاه‌ها و در ستون‌های آن خدمات و مؤسسات موجود در سطح منطقه.
- ۲- درج تعداد خدمات و مؤسسات موجود هر سکونتگاه در ماتریس.
- ۳- در مرحله سوم باید مجموع انواع (مجموع خدمات موجود در یک سکونتگاه) بدون در نظر گرفتن تعداد آن و مجموع مؤسسات (مجموع تعداد کل خدمات موجود در یک سکونتگاه) محاسبه گردد.
- ۴- در پایین ماتریس جمع انواع و جمع واحدها محاسبه گردد.
- ۵- در منتهی‌الیه دست چپ ماتریس، تمام سکونتگاه‌ها به ترتیب، جمع تعداد مؤسسات رتبه‌بندی می‌گردد، در مواردی که سکونتگاه‌ها دارای امتیاز مساوی باشند از عامل جمعیت می‌توان بهره گرفت.
- ۶- پس از تکمیل رتبه‌بندی سکونتگاه‌ها، حال می‌توان سکونتگاه‌ها را به ترتیبی در ستون یک جدول جای داد که کمترین تعداد صفرها در اولین رج سکونتگاه‌ها قرار گیرند. تعداد صفرها به همان ترتیب که به طرف سکونتگاه‌های درجه دوم و سوم و الی آخر می‌رویم زیادتر می‌شوند. به این ترتیب، سلسله مراتب اسکانی را به وجه بهتر نشان می‌دهد.
- ۷- قدم شش را برای مؤسسات هم تکرار کنید، تعداد سکونتگاه‌هایی که هر نوع مؤسسه‌ای را دارند، جمع کنید، جمع آن‌ها را در پایین ستون درج کنید. سپس تعداد واحدهای موجود از هر مؤسسه‌ای را در سکونتگاه‌ها در زیر آن در رج دیگری قید کنید. اولین رتبه از مؤسساتی است که بیشترین تعداد واحدها را در تمام سکونتگاه‌ها دارا می‌باشند. پس این مؤسسه از همه بیشتر مورد نیاز است.

با تکمیل تمامی این مراحل میزان سنج نهادی برای تفسیر آماده می‌شود، که تفسیر این میزان سنج به ترتیب زیر است:

الف) سکونتگاه‌های سطوح بالاتر تقاضای کمتری جهت مؤسساتی دارند که در رتبه‌بندی بالاتری می‌گیرند.

ب) سکونتگاه‌های سطوح پایین‌تر مانند دهکده‌ها تقاضای بیشتری برای مؤسساتی دارند که در رتبه‌بندی درجه بالاتر دارند.

ج) مؤسساتی که رتبه بالاتری دارند را مردم در فاصله نزدیک‌تری نیاز دارند.

د) مؤسساتی که رتبه پایین‌تری می‌گیرند، آنهایی هستند که به ندرت مورد نیازند، بنابراین در فواصل دورتری قرار می‌گیرند.

این روش، تصویر روشنی از وضع موجود را ارائه می‌دهد. ولی عدم توجه به زمان و آینده‌نگری، تکیه بر وضع موجود، یکسان فرض کردن میزان و اهمیت سرویس‌دهندگی خدمات گوناگون و عدم توجه به ابعاد کیفی آنان از معایب این روش می‌باشد.<sup>۱</sup>

در جدول (۷-۳۲)، برای دهستان فرضی که دارای ۱۰ روستا هستند براساس نوع مؤسسه و خدمات رتبه‌بندی گردیده که سکونتگاه A رتبه اول را کسب نموده است. کارکرد یک که بیشتر درجه واحد را دارا است نشان می‌دهد که این نوع کارکرد برای اکثر روستاها مورد نیاز است.

جدول (۷-۳۲) میزان‌سنج گاتمن برای دهستان فرضی (۱۰ روستا و ۲۰ کارکرد و مؤسسه)

نام سکونتگاه	جمعیت سال ۱۳۸۵	کارکردها (امکانات، خدمات و مؤسسات)																			امتیازات				
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	مجموع انواع	مجموع مؤسسات	رتبه	رتبه بدون وابستگی
A	۲۳۹۰	۶	۲	۱	۰	۷	۲	۱	۱	۱	۲	۵	۳	۰	۰	۱	۲	۱	۲	۱	۱	۱۷	۲۹	۱	۱
B	۲۱۸۰	۴	۳	۲	۱	۳	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۲	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۴	۲۳	۲	۲
C	۱۹۶۰	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱۳	۱۶	۳	۳
D	۱۸۵۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱۰	۴	۴
E	۱۶۸۰	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۹	۱۰	۴	۵
F	۱۴۳۰	۱	۲	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۷	۹	۵	۶
J	۱۳۸۰	۲	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۵	۷	۶	۸
H	۱۲۴۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۵	۵	۸	۱۰
P	۱۱۱۶	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۶	۶	۷	۹
R	۸۹۹	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۸	۹	۵	۷
جمع انواع	۱۶۱۲۵	۱۰	۸	۷	۵	۴	۲	۲	۵	۶	۶	۳	۵	۴	۲	۴	۴	۲	۳	۷	۹۴	-	-	-	-
جمع واحدها	-	۲۳	۱۲	۸	۵	۱۲	۳	۲	۵	۶	۸	۷	۷	۵	۲	۴	۷	۴	۳	۷	-	-	-	-	-
درجه واحدها	-	۱	۲	۳	۶	۲	۷	۸	۶	۵	۳	۴	۴	۶	۸	۷	۴	۷	۷	۴	-	-	-	-	-

### تحلیل مقیاس تراکمی اسکان<sup>۱</sup>

مقیاس تراکمی کارکردهای اسکان، ماتریسی است که جهت سنجش سطح برخورداری نقاط شهری و روستایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این ماتریس، فهرست شهرهای ناحیه در ستون سمت راست، به ترتیب نزولی تعداد جمعیت درج می‌شود؛ تعداد جمعیت هر شهر همراه با اسم آن، نشان داده می‌شود. در امتداد قسمت فوقانی این ماتریس، کارکردهای برگزیده شهر (فعالیت‌های اقتصادی، خدمات شهری) درج می‌شوند. نمونه کارکردهای شهری ممکن است شامل خرده‌فروشی مواد غذایی، خرده‌فروشی منسوجات برای مصرف‌کننده، میزان بازار عمومی، خدمات شخصی، رستوران‌ها، بازاریابی کشاورزی و غیره باشد. در هر یک از خانه‌های ماتریس که در آن، کارکرد ستون مربوطه با ردیف مربوط به شهر تلاقی کند، علامت «X» گذاشته می‌شود. برای تسهیل در امر تفسیر، مقیاس تراکمی کارکردهای اسکان، معمولاً به صورت مثلثی ساخته می‌شود که لازمه آن، جابجایی ستون‌ها و ردیف‌ها تا جایی است که علامت‌های «X» الگویی را تشکیل دهند که حتی‌المقدور، با امتداد از گوشه راست فوقانی در ماتریس، شبیه مثلث شوند. نتیجه حاصله عبارت است از یک فهرست تنظیمی مجدد از شهرها به ترتیب نزولی از اعداد منظور شده برای کارکردها و نیز یک فهرست تنظیمی مجدد از کارکردهایی که به ترتیب نزولی بر حسب شدت گسترش آن‌ها در شهرهای ناحیه پس از یکدیگر قرار گرفته‌اند. جدول (۷-۳۴)، نشان می‌دهد که داده‌های جدول (۷-۳۳) پس از تغییر به صورت مثلثی، به چه شکلی درمی‌آیند.

ترتیب قرار گرفتن شهرها در مقیاس تراکمی مثلثی، یک الگوی تقریبی از سلسله مراتب اسکان به دست می‌دهد. این الگو به سهم خود دارای اهمیت است؛ زیرا نشانگر نقش شهرهای مختلف نسبت به یکدیگر و نیز نمایانگر طرح کلی اقتصاد ناحیه است. اهمیت خاص این الگو اولاً در شکاف‌های آن است، آن هم در جاهایی که هیچ علامت «X» در سمت راست خط مورب به عنوان لبه مثلثی وجود ندارد، و ثانیاً در جاهای متفرقه و نامنظمی است که هیچ علامت «X» در سمت چپ خط فرضی پیدا نمی‌شود.

۱- Settlement Scalogram.



اگر همه چیزهای دیگر در سرتاسر ناحیه یکسان بودند (زمین، جمعیت تراکم، نیازها و سلیقه‌های مصرف‌کننده، دسترسی به شهرها و بسیاری دیگر) منطقاً می‌شد انتظار داشت که فعل و انفعالات هزینه‌های حمل و نقل و صرفه‌جویی‌های مقیاس به یک الگوی مثلثی - یعنی کاملاً سلسله‌مراتبی - بیانجامد. شکاف‌ها و نقاط نامنظم بدین دلیل در آن وجود دارند که همه چیزهای دیگر یکسان نیستند. در نتیجه ممکن است در مورد این شکاف‌ها و نقاط نامنظم تحقیقاتی صورت گیرد تا تعیین شود که آیا آن‌ها با رشته‌های اصلی نیازهای خدماتی در بعضی از واحدهای فرعی معین در ناحیه، امکانات بالقوه بازاری برآورد نشده برای بعضی شهرها و سایر ویژگی‌های محلی شده اقتصاد ناحیه که از نظر برنامه‌ریزی توسعه دارای اهمیت هستند، ارتباطی دارند یا خیر. این روش در مواقعی که داده‌ها به صورت کیفی باشند، برای تعیین سلسله‌مراتب سکونتگاه‌ها ابزار مفید و مناسبی می‌باشد<sup>۱</sup>.

جدول (۷-۳۳): مقیاس تراکمی کارکردهای اسکان در ناحیه فرضی

کارکردها												کارکرد روستا یا شهر
۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	A
	×		×		×	×	×		×		×	B
			×	×	×	×		×		×		C
			×		×						×	D
					×				×			E
			×	×	×		×				×	F
					×						×	J

۱- بن دیوید، (۱۳۷۴)، صص ۲۸۴-۲۸۱.

جدول (۷-۳۴): مقیاس تراکمی مثلثی کارکردهای اسکان در ناحیه فرضی

کارکردها												کارکرد روستا یا شهر
۱۲	۱۱	۴	۲	۱۰	۸	۶	۳	۵	۹	۱	۷	
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	A
	×					×	×	×	×	×	×	B
		×	×		×	×			×		×	C
					×			×	×	×	×	D
									×	×	×	E
							×				×	F
										×	×	J

## الگوی پراکنش سکونتگاه‌های شهری

برای تعیین نوع پراکنندگی سکونتگاه‌ها از روش «تحلیل نزدیکترین همسایگی»<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. در نتیجه بکارگیری این روش، شاخصی بنام «Rn»<sup>۲</sup> (میزان مجاورت) به دست می‌آید که دامنه آن بین عدد صفر تا ۲/۱۵ متغیر است. این شاخص پراکنندگی سکونتگاه‌ها را در سطح ناحیه جدا از عوامل مؤثر در شکل‌گیری آن بیان می‌کند و در نتیجه آن هر چقدر مقدار Rn به صفر نزدیکتر باشد، نشانگر الگوی توزیع متراکم و خوشه‌ای و هر چه به ۲/۱۵ نزدیکتر باشد بیانگر الگوی توزیع منظم و عدد یک نیز بیان‌کننده الگوی تصادفی توزیع سکونتگاه‌ها است، شکل (۷-۱۱). مراحل اندازه‌گیری Rn به شرح زیر است.<sup>۳</sup>

الف: ابتدا باید فاصله هر سکونتگاه شهری را از نزدیکترین همسایه آن بدون در نظر گرفتن طبقات شهرها اندازه‌گیری نمود.

ب: محاسبه میانگین فواصل به دست آمده از طریق رابطه (۷-۳۱) می‌باشد:

1- Nearest-Neighbor Analysis.

2- Rate Neighbourhood.

۳- Mayer and Hagget, (1978), p.33.

$$Dobs = \frac{\sum D}{N} \quad (31-7)$$

D = فاصله سکونتگاه‌ها

N = تعداد اندازه گیری‌ها

ج: به دست آوردن مقدار متوسط توزیع تصادفی از طریق رابطه (۳۲-۷) می‌باشد:

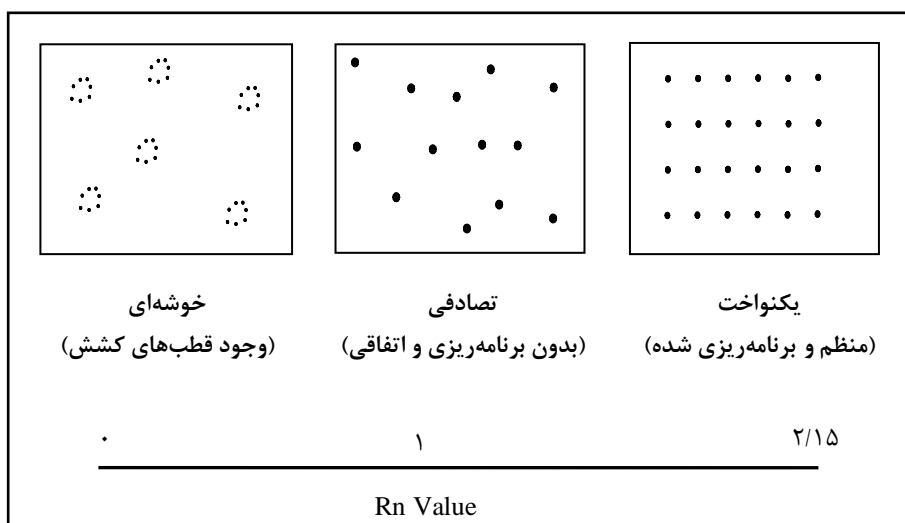
$$Dran = 0.5 \sqrt{\frac{A}{N}} \quad (32-7)$$

A = مساحت حوزه

N = تعداد سکونتگاه‌ها

د: محاسبه شاخص نزدیکترین همسایگی (Rn) از طریق رابطه (۳۳-۷) می‌باشد:

$$Rn = \frac{Dobs}{Dran} \quad (33-7)$$



شکل (۷-۱۰): الگوهای پراکندگی سکونتگاه‌ها در روش تحلیل نزدیکترین همسایگی

منبع: آسایش و استعلاجی، (۱۳۸۲)، ص ۱۹۱.



## • فصل هشتم

### مدل‌ها و شاخص‌های فقر و نابرابری

امروزه فقر و نابرابری به عنوان مهم‌ترین چالش جامعه بشری محسوب می‌شود. گسترش فقر و نابرابری در کنار تخریب رو به تزاید منابع و چالش‌های فرهنگی، از معضلات مهمی است که کارشناسان موضوعی و سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان امر توسعه در سطح ملی و بین‌المللی با آن دست به گریبان‌اند. اهمیت این موضوع آن‌چنان حیاتی است که سران کشورها طی دهه‌های گذشته، نگرانی‌ها و دغدغه‌های خود را نسبت به این موضوع و ابعاد آن در نشست‌های بین‌المللی متعدد و سایر مرحله‌های سیاستی نمایان ساخته‌اند. این معضلات در بستر جهان سوم از عمق و پیچیدگی بیشتری برخوردار است. شناسایی میزان این معضلات می‌تواند مهم‌ترین قدم در راه کاهش فقر و نابرابری محسوب گردد. فصل حاضر روش‌ها و شاخص‌های سنجش نابرابری و فقر را به طور کامل و مفصل مورد بررسی قرار می‌دهد.

#### الف) شاخص‌های اندازه‌گیری نابرابری‌های منطقه‌ای

برای به‌دست آوردن نابرابری‌های منطقه‌ای و مابین منطقه‌ای علاوه بر مفاهیم آماری می‌توان از شاخص‌های دیگری نیز استفاده نمود. با استفاده از این شاخص‌ها می‌توان میزان نابرابری بین مناطق را مشخص نمود. این شاخص‌ها عبارتند از:

#### ۱- ضریب تغییر

یکی از روش‌های برآورد شاخص‌های نابرابری و به‌دست آوردن نابرابری‌های منطقه‌ای استفاده از ضریب تغییر است. از این روش ویلیامسون (۱۹۶۵) برای محاسبه نابرابری‌های منطقه‌ای میان ۱۱ کشور استفاده نمود. این روش معیار مهمی برای تحلیل

وضعیت عدالت در شهر و چگونگی توزیع خدمات شهری است. ویلیامسون اولین کسی بود که بحث نابرابری درآمدی را به مناطق تعمیم داده است.<sup>۱</sup> ساختار کلی فرمول به شرح زیر است:<sup>۲</sup>

$$V_w = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \cdot \left(\frac{n_i}{n}\right)}{\bar{y}}} \quad (1-8)$$

در این رابطه:

- $n_i$ : برابر است با جمعیت منطقه  $i$ ،
- $n$ : برابر است با جمعیت ملی،
- $y_i$ : درآمد سرانه منطقه  $i$ ،
- $\bar{y}$ : برابر است با درآمد سرانه ملی.

$$V_{uw} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 / N}{\bar{y}}} \quad (2-8)$$

$N$ : برابر تعداد مناطق.

مقدار به‌دست آمده ما بین یک و صفر است. هرچقدر رقم به‌دست آمده به طرف صفر گرایش یابد نشان‌دهنده کاهش نابرابری‌های منطقه‌ای است.

مثال: براساس شاخص ضریب تغییر ویلیامسون، ۱۲ نوع خدمات شهری تعیین و مناطق سه‌گانه شهری زاهدان باهم ارزیابی شده‌اند. نتایج جدول (۱-۸) نشان می‌دهد:<sup>۳</sup>

۱- در سال ۱۳۷۵، توزیع خدمات در مناطق نابرابر است.

۲- پس از گذشت یک ۱۰ سال، خدمات‌رسانی در سال ۱۳۸۵ نسبت به ۱۳۷۵ وضعیت نامتعادل‌تری پیدا نموده است. عملکرد مدیریت شهری در برابر رشد فزاینده جمعیت و تبع آن نیازها ناتوان بوده و در نتیجه میزان نابرابری‌ها افزایش یافته است.

۱- Tadjoeeddin, (2003), p.1.

۲- گیلبرت و گاگلر، (۱۳۷۵)، ص ۶۰.

۳- وارثی و همکاران، (۱۳۸۷)، صص ۱۵۲-۱۵۱.

۳- ضریب تغییرات سال ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که منطقه ۲ همانند سال ۱۳۷۵ نامتعادل تر و به عبارتی روند قبلی حفظ و تشدید نیز گردیده است.

۴- در مقایسه‌ی کلی نیز ضریب تغییر از ۰/۵۶ به ۰/۶۴ رسیده است این رقم نشان می‌دهد شهر زاهدان نه تنها به لحاظ ارائه خدمات عمومی نامتعادل بوده، بلکه پس از گذشت یک دهه نامتعادل تر نیز شده است.

جدول (۸-۱): محاسبه‌ی ۱۲ نوع خدمات شهری براساس شاخص ضریب تغییر (ویلیامسون)

برای مناطق سه‌گانه‌ی شهر زاهدان ۱۳۷۵-۱۳۸۵

نوع خدمات	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳	
	۱۳۸۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۷۵
کودکستان	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۸۱	۰/۶۷	۰/۷۷	۰/۶۹
دبستان	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۳۵	۰/۴۲
راهنمایی	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۵۱
دیپارستان	۰/۶۲	۰/۷۹	۰/۶۲	۰/۷۶	۰/۶۰	۰/۷۸
پیش‌دانشگاهی	۱/۴۳	۰/۹۸	۱/۴۳	۰/۹۴	۱/۳۸	۰/۹۷
هنرستان	۰/۳۳	۰/۹۲	۰/۳۳	۰/۸۹	۰/۳۲	۰/۹۱
کانون فرهنگی	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۳۴	۰/۴۱
مرکز بهداشتی	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۵
داروخانه	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۴۹	۰/۵۴
بیمارستان	۰/۸۳	۰/۸۹	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۹۰	۰/۹۳
مراکز پستی و ارتباطی	۰/۱۸	۰/۶۴	۰/۱۸	۰/۶۲	۰/۱۷	۰/۶۴
مراکز ورزشی	۰/۷۲	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۷۹

منبع: وارثی و همکاران، (۱۳۸۷)، ص ۱۵۱.

## ۲- ضریب پراکندگی<sup>۱</sup>

یکی از روش‌های اساسی برای به‌دست آوردن نابرابری منطقه‌ای، روش ضریب پراکندگی است. با استفاده از این روش، می‌توان مشخص نمود یک شاخص تا چه حد به طور نامتعادل در بین مناطق توزیع شده است. ساختار کلی فرمول به شرح زیر است<sup>۲</sup>:

۱- Coefficient of Variation.

۲- کلاتری، (۱۳۸۰)، ص ۱۲۹.

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}}{\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}} \quad (۳-۸)$$

در این رابطه:

$CV$ : ضریب پراکندگی،

$X_i$ : برابر است با مقدار یک متغیر در یک منطقه خاص،

$\bar{X}$ : برابر است با مقدار متوسط همان متغیر،

$n$ : تعداد مناطق.

مقدار بالای  $CV$  نشان‌دهنده نابرابری بیشتر در توزیع شاخص‌ها در بین مناطق است.

### ۳- ضریب جینی

برای به‌دست آوردن میزان نابرابری و توزیع امکانات در بین مناطق مختلف کشور، استان و سرزمین می‌توان از ضرایب جینی استفاده نمود. مقدار این شاخص هر چقدر به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده توزیع بهینه و متعادل امکانات در بین مناطق است. مقادیر بزرگ‌تر نشان‌دهند تمرکز امکانات در مناطق خاص و نابرابری بیشتر در توزیع آن است. ضریب جینی از رابطه زیر به‌دست می‌آید<sup>۱</sup>:

$$G = 1 + \frac{1}{n} - \frac{\sum [ny_1 + (n-1)y_2 + \dots + y_n]}{n^2 \times \bar{Y}}, y_1 < y_2 \dots < y_n \quad (۴-۸)$$

$G$ : برابر است با ضریب جینی،

$n$ : تعداد مناطق،

$\bar{Y}$ : میانگین شاخص مورد نظر.

۱- سلیمی‌فر، (۱۳۸۱)، ص ۹۰.



**۴- شاخص هرفیندال**

روش دیگر به دست آوردن نابرابری توزیع امکانات در جامعه، استفاده از شاخص هرفیندال است. هرچه این شاخص به صفر نزدیک‌تر باشد به معنی برابری بیشتر بوده و مقادیر بزرگتر به معنی تمرکز بیشتر می‌باشد. که از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود<sup>۱</sup>.

$$H = S \times S \quad (۵-۸)$$

H: شاخص هرفیندال،

S × S: مجذور هر سهم منطقه در شاخص مربوطه.

**ب) شاخص‌های اندازه‌گیری نابرابری درآمدها**

شاخص‌های اندازه‌گیری نابرابری درآمدها، معیارهای آماری هستند که جهت سنجش کلی درجه نابرابری درآمدها در جامعه به کار برده می‌شوند. با استفاده از این شاخص‌ها می‌توان گفت به طور مطلق نابرابری درآمدها میان افراد جامعه چقدر است و این میزان نابرابری درآمدها کم یا زیاد است. برای انجام این کار علاوه بر مفاهیم آماری متداول نظیر انحراف معیار، انحراف الگوریتمی، ضریب تغییرات؛ ضریب چولگی، ضریب کشیدگی و انحراف از میانگین نسبی، از شاخص‌های مهم دیگری که در ادامه می‌آید، می‌توان استفاده نمود.

**۱- مقایسه سهم گروه‌های درآمدی**

یکی از روش‌های کلی اندازه‌گیری و بررسی توزیع درآمد و نابرابری آن، مقایسه سهم گروه‌های مختلف جمعیت در درآمد ملی است. برای این منظور، کل جمعیت را برحسب درآمدهای دریافتی، به ترتیب از پایین (فقیرترین) به بالا (ثروتمندترین) اغلب به ۵ گروه، ۲۰ درصدی، یا ۱۰ گروه ۱۰ درصدی، و یا ۲۰ گروه ۵ درصدی تقسیم می‌کنند؛ اگر در هر گروه تفاوتی بین درصد جمعیت و درصد درآمد آن‌ها در درآمد ملی مشاهده شود، می‌توان به وجود مسأله نابرابری پی برد<sup>۲</sup>.

۱- سلیمی‌فر، (۱۳۸۱)، ص ۹۱.

۲- جعفری صمیمی، (۱۳۷۱)، ص ۱۲۴.

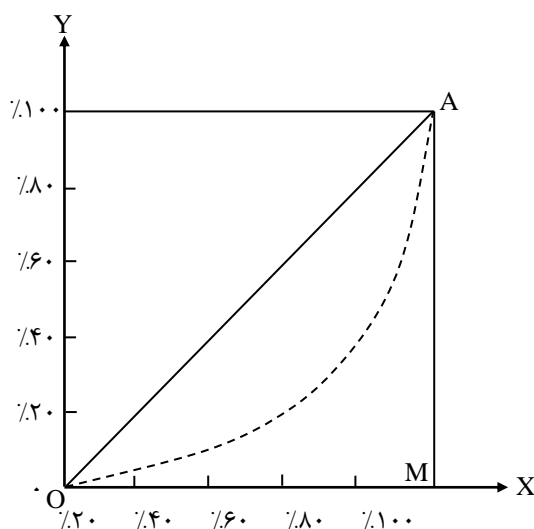
همچنین اگر (خانوارها) برحسب درآمدشان به ترتیب، صعودی در ۱۰ گروه مرتب شوند، در آن صورت دهک‌ها سهم درآمدی هر ۱۰ درصد (خانوارها) را از درآمد کل نشان می‌دهند. مجموع سهم دهک‌های اول تا چهارم، سهم ۴۰ درصد خانوارهای کم درآمد را از درآمد کل نشان می‌دهد. حاصل جمع دهک‌های پنجم تا هشتم، سهم ۴۰ درصد خانوارهای با درآمد متوسط را به دست می‌دهد، و بالاخره مجموع سهم دهک‌های نهم و دهم، سهم ۲۰ درصد خانوارهای پر درآمد را تشکیل می‌دهد. نسبت سهم ۲۰ درصد گروه پردرآمد از درآمد ملی به سهم ۴۰ درصد کم درآمد از درآمد ملی، شاخصی است که عموماً برای سنجش میزان نابرابری در توزیع درآمد به کار می‌رود. هرچقدر میزان این نسبت بیشتر باشد نشانه نابرابری در توزیع درآمد در جامعه است.<sup>۱</sup>

## ۲- منحنی لورنز و ضریب جینی

منحنی لورنز، در حقیقت نمایش هندسی توزیع درآمد واقعی افراد یک کشور است. این منحنی سهم درصدهای مختلف جمعیت از درآمد ملی را نشان می‌دهد. برای رسم این منحنی، ابتدا جمعیت را براساس درآمد آن‌ها به ترتیب از پایین به بالا در گروه‌های مختلف قرار می‌دهیم. تعداد این گروه‌ها معمولاً ۵ تا هستند که در هر گروه ۲۰ درصد جمعیت برحسب درآمد از پایین به بالا مشخص می‌شوند، سپس برای هر گروه سهم درآمدی دریافتی از کل درآمد ملی را محاسبه می‌کنیم و با این عمل، سهم هر گروه ۲۰ درصدی از درآمد ملی را محاسبه می‌کنیم و با این عمل، سهم هر گروه ۲۰ درصدی از درآمد ملی مشخص می‌شود. با داشتن این اطلاعات می‌توان منحنی لورنز را رسم کرد. اگر  $x$  (درصد تجمعی جمعیت) بر روی محور افقی و  $y$  (درصد تجمعی درآمدها) بر روی محور عمودی نشان داده شوند، سهم تمامی گروه‌های مختلف جمعیتی از درآمد، یکسان باشد، نمایش هندسی خط برابری کامل و مطلق توزیع درآمد را می‌توان به صورت خط  $OA$  که خط ۴۵ درجه است در شکل (۸-۱) نشان داد.

۱- حق‌جو، (۱۳۷۶)، صص ۴۱-۴۰.

نمایش هندسی توزیع درآمد واقعی معمولاً به صورت یک منحنی است که از نقطه O شروع می‌شود و سپس با انحراف از خط برابری کامل توزیع درآمد (OA) به نقطه A خواهد رسید. این منحنی که به منحنی لورنز معروف است، می‌تواند چگونگی نابرابری توزیع درآمد را تشریح کند. به عبارت دیگر، هرچقدر این منحنی از خط توزیع کاملاً برابر، انحراف و فاصله بیشتری داشته باشد، نتیجه‌ی آن افزایش میزان نابرابری است.



شکل (۸-۱): نمودار منحنی لورنز

برای به‌دست آوردن میزان نابرابری لورنز از ضریب جینی می‌توان استفاده نمود. این ضریب جینی برای اولین بار توسط آماردان ایتالیایی کورادو جینی<sup>۱</sup> در سال ۱۹۲۱ ارائه شد. این ضریب (G) رابطه نزدیکی با منحنی لورنز دارد که می‌توان به صورت رابطه (۸-۶) محاسبه کرد:

۱- Corrado Gini.

$$G = \frac{\text{مساحت بین منحنی لورنز و خط}}{\text{مساحت زیر خط}} \quad (۶-۸)$$

از نظر عددی ضریب جینی بین یک و صفر تغییر می‌کند. اگر توزیع درآمد، کاملاً برابر باشد، منحنی لورنز بر خط ۴۵ درجه منطبق می‌شود. و ضریب جینی برابر با صفر خواهد شد؛ اما اگر توزیع درآمد، کاملاً نابرابر باشد، منحنی لورنز به صورت خط OMA مطابق شکل (۸-۱) تبدیل می‌شود، در نتیجه ضریب جینی برابر یک خواهد شد<sup>۱</sup>.

### ۳- شاخص نابرابری اتنو - فریگی<sup>۲</sup>

یکی از روش‌های سنجش میزان نابرابری در جامعه استفاده از شاخص نابرابری اتنو - فریگی است. این روش برای مشخص نمودن نابرابری توزیع درآمد در جامعه به کار برده می‌شود. یکی از قابلیت‌های این روش علاوه بر آشکار نمودن توزیع نابرابر درآمد در جامعه، نابرابری آن را در میان گروه‌های کم درآمد نشان می‌دهد.

اگر  $Y$  میانگین درآمد جامعه و  $Y_1$  و  $Y_2$  به ترتیب میانگین درآمد خانوارهایی که درآمدی کمتر و بیشتر از  $Y$  دارند تعریف شوند در آن صورت نابرابری توزیع درآمد میان خانوارهایی با درآمد کمتر از  $Y$ ، یعنی  $U^\circ$ ، نابرابری توزیع درآمد میان خانوارهایی با درآمد بیشتر از  $Y$ ، یعنی  $W^\circ$  و بالاخره نابرابری توزیع درآمد در کل جامعه، یعنی  $V^\circ$ ، از رابطه‌های زیر مشخص می‌گردد.

$$U^\circ = (\bar{Y} - \bar{Y}_1) / Y \quad (۷-۸)$$

$$W^\circ = (\bar{Y}_2 - \bar{Y}) / Y_2 \quad (۸-۸)$$

$$V^\circ = (\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1) / Y_2 \quad (۹-۸)$$

مقادیر این شاخص‌ها بین صفر و یک می‌باشد، که هرچقدر به ۱ نزدیک‌تر باشند، نشانه نابرابری بیشتر در توزیع درآمدها در جامعه است<sup>۳</sup>.

۱- منطقی، (۱۳۶۹)، صص ۱۱۰-۱۰۸.

۲- Eteto- Frigyes Inequality Index.

۳- طاهری، (۱۳۷۶)، ص ۱۹۰.

۵- شاخص تایل<sup>۱</sup>

تایل در سال ۱۹۶۷ شاخص جدیدی برای سنجش نابرابری درآمدها تعریف نمود. وی اساس شاخص توزیع درآمد خود را از نظریه اطلاعات که به وسیله خودش بسط یافته است، استخراج نموده است. براساس دو برداشت از این نظریه، دو تابع توزیع درآمد مطرح می‌شود. اولین شاخص را می‌توان به اندازه‌گیری تفاوت بین سهم درآمد مورد نظر از سهم درآمد جامعه تعبیر نمود.

$$H(x) = \sum^n \left(\frac{x_i}{x}\right) \log\left(\frac{x}{x_i}\right) \quad (۱۱-۸)$$

در تابع فوق کل اطلاعات فردی که با معکوس درصد تغییرات خود وزن گرفته است به دست می‌آید. اگر  $\left(\frac{x_i}{x}\right)$  را سهم درآمد تعبیر کنیم،  $H(x)$  شاخص برابری است که بالاترین مقدار خود را در زمانی که سهم هر فرد برابر سهم جامعه باشد، کسب می‌کند. (یعنی  $\frac{1}{n} \log n$  در صورتی که  $n$  جمعیت جامعه باشد). اگر  $H(x) = 0$  باشد، عدم برابری کامل به وجود می‌آید و این در صورتی است که یک نفر کل درآمد را به خود اختصاص می‌دهد. به این صورت شاخص اول تایل به صورت ذیل بیان می‌شود:

$$T = \log n - \log(x) = \sum^n \left(\frac{x}{x_i}\right) \log\left(\frac{x}{\frac{1}{n}}\right) \quad (۱۲-۸)$$

شاخص دوم تایل با جابجایی نقش سهم درآمد مورد نظر و سهم درآمد جامعه به دست می‌آید. یعنی:

$$L = \sum^n \left(\frac{1}{n}\right) \log\left(\frac{\frac{1}{x_i}}{\frac{1}{x}}\right) \quad (۱۳-۸)$$

---

۱- Theil's Index.

این شاخص نیز انحراف سهم درآمد مورد نظر را از سهم درآمد جامعه اندازه می‌گیرد. شاخص‌های دوگانه تایل را می‌توان به جای استخراج برای کل جامعه برای مجموعه زیر گروه‌ها نوشت یعنی:

$$T = \sum^n (X_i) \log\left(\frac{x_i}{n_i}\right) \quad L = \sum^n n_i \log\left(\frac{n_i}{x_i}\right) \quad (14-8)$$

در این رابطه،  $x_i$  نسبت درآمد زیر گروه  $i$  به کل درآمد جامعه،  $n_i$  نسبت جمعیت زیر گروه  $i$  به کل جامعه و  $n = 1, \dots, n$  تعداد زیر گروه‌ها است. در نتیجه  $\frac{x_i}{n_i}$  نسبت درآمد متوسط زیر گروه  $i$  به درآمد متوسط کل جامعه است. تایل اظهار می‌کند که استفاده از شاخص  $T$  اهمیت بیشتری به افراد ثروتمند می‌دهد و شاخص  $L$  اهمیت بیشتر به افراد فقیر می‌دهد. اندازه شاخص تایل بین صفر (برابر کامل توزیع درآمد) و  $\log n$  (نابرابری کامل توزیع درآمد) تغییر می‌کند. بای تأمین استقلال اندازه شاخص تایل از تعداد افراد جامعه، از شاخص تایل تعدیل شده استفاده می‌شود<sup>۱</sup>.

$$T' = \frac{T}{\log n} \quad (15-8)$$

از شاخص تایل می‌توان برای به دست آوردن نابرابری‌های درون منطقه‌ای و مابین منطقه‌ای استفاده نمود، که بدین گونه بیان می‌شود<sup>۲</sup>:

$$T = T(y : x) = \sum_{i=1}^n y_i \log \left[ \frac{y_i}{x_i} \right] \quad (16-8)$$

در این رابطه:

$x_i$ : برابر با جمعیت منطقه  $i$  در سطح کشور،

$y_i$ : برابر است با GDP منطقه  $i$  در سطح کشور.

با استفاده از رابطه (۱۶-۸) اختلاف درون و مابین منطقه‌ای را به روش زیر می‌توان تخمین زد:

۱- تراپی، (۱۳۷۷).

۲- Gezici and Hewings, (2002), PP.3-4.

$$T = \sum_{i=1}^n y_i \log \left[ \frac{y_i}{x_i} \right] + \sum_{g=1}^n y_g T_y(y : x) \quad (17-8)$$

در رابطه فوق سمت راست شاخص تایل اختلاف مابین منطقه را اندازه‌گیری می‌کند.  $y_g$ : برابر است با میزان مشارکت منطقه‌ای از کل GDP،  $T_y(x:y)$ : میزان اختلاف درون منطقه‌ای ناحیه  $g$  را نشان می‌دهد.

### ۶- شاخص آتکینسون<sup>۱</sup>

آتکینسون (۱۹۷۰) سعی کرده، با استفاده از قضاوت‌های ارزشی، یک معیار دستوری برای اندازه‌گیری نابرابری توزیع درآمد وارد کرده است. معیار آتکینسون بر مبنای زیان ایجاد شده در رفاه اجتماعی، در نتیجه نابرابری استوار است. وی شاخص نابرابری آتکینسون را به شرح رابطه (۸-۱۸) تعریف می‌نماید:

$$I = 1 - \left[ \sum \left( \frac{y_i}{y} \right)^{1-e} f_i \right]^{\frac{1}{1-e}} \quad \text{و} \quad 0 \leq I \leq 1 \quad (18-8)$$

$(i = 1, 2, 3, \dots, n)$

در رابطه (۸-۱۷)،  $(y_i)$  درآمد کسانی است که در گروه  $(i)$  قرار دارند.  $(f_i)$  درصد جمعیت کسانی که با درآمد  $(y_i)$  در گروه  $(i)$  واقع شده‌اند.  $(y)$  میانگین درآمد جامعه است.  $(e)$  میزان اهمیتی است که جامعه برای نابرابری قایل است. این شاخص تعبیر ساده‌ای دارد. به طور مثال، اگر  $I = 0/12$  باشد به این معناست که در صورتی که درآمد بین افراد به طور مساوی توزیع می‌شدند، با ۸۸ درصد درآمد فعلی می‌شد به همین سطح رفاه اجتماعی فعلی دست یافت. تعبیر دیگر این مثال این است که چنانچه به نحوی درآمد ملی به طور مساوی در جامعه میان افراد توزیع شود به مثابه آن است که از نظر رفاه عمومی درآمد ملی به میزان ۱۲ درصد رشد داشته است.<sup>۲</sup>

در رابطه بالا پارامتر  $e$  نقش مهم و کلیدی دارد.  $e$  در واقع میزان اهمیتی است که جامعه به برابری توزیع درآمد در جامعه می‌دهد. اگر مقدار  $e = 0$  باشد، یعنی جامعه

۱- The Atkinson Coefficient.

۱- حق جو، (۱۳۷۶)، صص ۴۸-۴۷.

نسبت به اجرای سیاست بازتوزیع درآمد بی‌تفاوت است در آن صورت  $I=0$  است و اگر  $e=\infty$  باشد، یعنی جامعه تنها به بهتر شدن وضع درآمدی گروه‌های کم درآمد توجه دارد. لذا شاخص فوق علاوه بر آن که منافع بالقوه ناشی از بازتوزیع درآمدها را نشان می‌دهد جهت اندازه‌گیری تأثیر سیاست‌های بازتوزیع درآمدها بر نابرابری درآمد کاربرد مناسبی دارد.<sup>۱</sup>

### ج) شاخص‌های اندازه‌گیری فقر

معیارهای اندازه‌گیری فقر بر دو نوع عمده بنا شده‌اند، نوع اول این معیارها براساس رهیافت‌های رفاه‌گرا می‌باشد. در این نوع معیارها، هدف مقایسه رفاه و تصمیم‌گیری سیاست عمومی صرفاً بر مطلوبیت‌های فردی افراد می‌باشد که این معیار اغلب در کشورهای توسعه یافته به کار گرفته می‌شوند. نوع دوم معیارهای سنجش فقر براساس رهیافت غیر رفاه‌گرا می‌باشد. در این رهیافت ارزیابی بر پیشرفت‌های مقدماتی معین نظیر توانایی تغذیه و غیره مبتنی است و به اطلاعات مربوط به مطلوبیت فی‌نفسه توجه کمی دارد یا اینکه اصلاً توجه ندارد. این شاخص‌ها اغلب در کشورهای در حال توسعه به کار گرفته می‌شوند در زیر برخی از شاخص‌ها به طور مفصل ذکر می‌شوند:<sup>۲</sup>

#### ۱- شاخص سرشماری فقر

رایج‌ترین و ساده‌ترین روش برای شناختن شاخص فقر، تعیین تعداد افراد فقیر و محاسبه درصد این افراد به کل جمعیت می‌باشد. این شاخص که می‌توان از آن با نام درصد افراد فقیر یاد نمود به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H = \frac{q}{n} \quad (18-8)$$

q: تعداد افراد فقیر،

n: کل جمعیت جامعه.

۲- طاهری، (۱۳۷۶)، ص ۱۹۱.

۱- زیدی، (۱۳۷۹)، صص ۲۶-۲۵.



این شاخص، شاخص خام و ناقص برای اندازه‌گیری فقر است. برای مثال اگر تحت شرایطی بدون اینکه تعداد افراد فقیر تغییر کند، میزان کمبود درآمد آن‌ها نسبت به خط فقر ممکن است افزایش یابد. این به معنی فقر بیشتر است، ولی شاخص H این مسأله را نشان نمی‌دهد. این معیار برای انواع خاصی از مقایسه‌های فقر چون ارزیابی پیشرفت کلی در کاهش فقر می‌تواند کافی باشد، ولی برای مقاصد چون تحلیل اثرات سیاست‌های خاص بر فقرا کاربردی ندارد. زیرا این شاخص نسبت به نحوه توزیع درآمد بین فقرا و عمق افراد فقیر بی‌تفاوت است. این شاخص سه اصل: اصل یکنواختی و انتقال و حساسیت نسبی را نقض می‌کند. اندازه این شاخص مابین صفر (حالتی که هیچ فرد فقیر در جامعه وجود ندارد) و یک (حالتی که درآمد کلیه افراد جامعه مساوی یا کمتر از درآمد متناظر با خط فقر باشد) تغییر می‌کند.<sup>۱</sup>

## ۲- روش تعیین خط فقر

برای محاسبه خط فقر در یک جامعه، قدم اولین انتخاب شاخص‌های اساسی فقر در یک جامعه است. اگر شاخص رژیم غذایی را معیار فقر در یک جامعه فرض کنیم، و بخواهیم از طریق آن خط فقر را محاسبه نماییم، نخستین قدم، محاسبه حداقل هزینه یک رژیم غذایی (FC) می‌باشد که جواب‌گوی یک استاندارد کافی تغذیه باشد. در مرحله دوم تخمین نسبی از درآمد (FR) است که روی غذا در خانوارها با اندازه‌های مختلف صرف می‌شود. آنگاه خط فقر (PL) از حاصل ضرب معکوس نسبت فوق در هزینه رژیم غذایی فوق به دست می‌آید.

$$PL = \frac{FC}{FR} \quad (۱۹-۸)$$

با تمسک به یک نمونه تصادفی از خانوارها می‌توان نسبتی از درآمد که روی مواد غذایی صرف می‌شود FR را برآورد کرده و سپس PL را با محاسبه FC تخمین زد و آنگاه درصد تعداد خانوارهایی که در مطالعات هزینه خانوارها، هزینه سالانه آن‌ها زیر این رقم می‌باشد را به دست آورد که منعکس کننده شدت فقر است.<sup>۲</sup>

۲- راولیون، (۱۳۷۶)، ص ۵۹.

۱- کازرونی، (۱۳۷۵)، ص ۱۳۷.

جمشید پژویان (۱۳۷۴) با تمسک به آمار خام بودجه خانوار و پرسش‌نامه خط فقر را در تهران مشخص نموده است که برای روشن‌تر شدن مسأله نتایج محاسباتی ایشان را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

بعد از جمع‌آوری اطلاعات، ماتریس مقادیر کالاهای خوراکی را که از ۴۰ قلم عمده مواد خوراکی است تشکیل داده و برای استفاده از ماتریس‌ها مقدار دریافت سرانه روزانه ارزش‌های غذایی عمده را برای بیستک‌های هزینه‌ای به‌دست آورده است. بیستک‌های هزینه‌ای از تفکیک کل جامعه مورد مطالعه که قبلاً براساس هزینه سرانه طبقه‌بندی شده‌اند به بیست قسمت برابر به‌دست آورده است. در نتیجه بیستک اول شامل پنج درصد از فقیرترین خانوارها می‌شود و هرچه به سمت بیستک‌های بالاتر می‌رویم خانوارها ثروتمندتر می‌شوند. تا بالاخره به بیستک بیستم تا آخر شامل پنج درصد از ثروتمندترین گروه جامعه خواهد شد.

جدول (۸-۲): ماتریس ارزش‌های غذایی در جامعه شهری استان تهران.

شرح	کالری	پروتئین	فسفر	آهن	کلسیم
بیستک ۱	۱۹۲۷	۶۱	۶۸۶	۳۰	۴۰۱
بیستک ۲	۲۰۹۳	۶۵	۷۵۹	۳۱	۴۷۰
بیستک ۳	۲۲۳۵	۷۲	۸۳۱	۳۱	۵۰۱
بیستک ۴	۲۳۳۲	۷۵	۸۹۳	۳۳	۵۴۲
بیستک ۵	۲۴۱۰	۷۸	۹۴۷	۳۳	۵۹۰
بیستک ۶	۲۵۵۱	۸۴	۱۰۰۶	۳۵	۶۱۵
بیستک ۷	۲۶۵۶	۷۹	۱۰۹۷	۳۶	۶۶۸
بیستک ۸	۲۴۹۴	۸۳	۱۰۴۷	۳۴	۶۷۱
بیستک ۹	۲۶۳۱	۱۳۱	۱۱۲۲	۳۶	۷۳۹
بیستک ۱۰	۲۸۱۰	۹۰	۱۱۹۵	۳۹	۸۰۸
بیستک ۱۱	۲۸۵۸	۹۱	۱۲۲۹	۳۹	۸۰۸
بیستک ۱۲	۲۸۸۴	۹۲	۱۲۴۷	۳۹	۸۳۱
بیستک ۱۳	۳۱۸۷	۱۰۹	۱۴۳۲	۴۰	۹۰۰
بیستک ۱۴	۲۹۸۳	۹۷	۱۳۷۲	۳۸	۹۷۲
بیستک ۱۵	۳۴۶۴	۱۲۴	۱۷۱۹	۴۷	۱۱۳۰
بیستک ۱۶	۳۳۰۲	۱۰۸	۱۵۵۴	۴۱	۱۱۰۵

۱۲۰۷	۴۲	۱۶۳۹	۱۱۳	۳۴۱۹	بیستک ۱۷
۱۴۳۴	۴۵	۱۸۸۰	۱۲۸	۳۷۲۸	بیستک ۱۸
۱۴۷۷	۴۵	۱۹۵۹	۱۳۱	۳۸۰۴	بیستک ۱۹
۱۹۴۶	۴۹	۲۳۶۱	۱۵۴	۴۳۶۰	بیستک ۲۰
۸۹۰	۳۸	۱۲۹۸	۹۵	۲۹۰۶	متوسط

منبع: پژوهان، (۱۳۷۸)، ص ۹۵.

جدول (۸-۳): برآورد قیمت‌های صنعتی در جامعه شهری استان تهران.

شرح	هزینه کل	کالری	ضمنی کالری
بیستک ۱	۵۸۱۱۴۱	۱۹۲۷	۳۰۲
بیستک ۲	۸۴۶۴۳۵	۲۰۹۳	۴۰۴
بیستک ۳	۱۰۱۱۴۳۶	۲۲۳۵	۴۵۳
بیستک ۴	۱۱۶۳۰۰۱	۲۳۳۲	۴۹۹
بیستک ۵	۱۳۱۴۱۱۸	۲۴۱۰	۵۴۵
بیستک ۶	۱۴۵۰۲۳۱	۲۵۵۱	۵۶۸
بیستک ۷	۱۶۱۳۹۱۰	۲۶۵۶	۶۰۸
بیستک ۸	۱۷۷۷۶۵۰	۲۴۹۴	۷۱۳
بیستک ۹	۱۹۳۸۶۱۸	۲۶۳۱	۷۳۷
بیستک ۱۰	۲۱۲۲۵۰۷	۲۸۱۰	۷۵۵
بیستک ۱۱	۲۳۲۸۸۱۹	۲۸۵۸	۸۱۵
بیستک ۱۲	۲۵۵۷۶۱۶	۲۸۸۴	۸۸۷
بیستک ۱۳	۲۷۸۶۷۹۳	۳۱۸۷	۸۷۴
بیستک ۱۴	۳۰۸۶۲۵۶	۲۹۸۳	۱۰۳۵
بیستک ۱۵	۳۴۸۲۰۴۷	۳۴۶۴	۱۰۰۵
بیستک ۱۶	۳۹۳۹۲۳۱	۳۳۰۲	۱۱۹۳
بیستک ۱۷	۴۵۶۲۱۹۱	۳۴۱۹	۱۳۳۴
بیستک ۱۸	۵۴۲۳۵۹۷	۳۷۲۸	۱۴۵۵
بیستک ۱۹	۷۰۴۸۱۴۹	۳۸۰۴	۱۸۵۳
بیستک ۲۰	۱۳۴۳۴۲۸	۴۳۶۰	۳۰۸۱
متوسط	۳۱۲۱۵۷۳	۲۹۰۶	۱۰۷۴

منبع: پژوهان، (۱۳۷۸)، ص ۹۵.

با توجه به نیاز انرژی افراد مختلف درون یک خانوار و بعد خانوار نمونه، مقدار لازم سرانه روزانه کالری ۲۲۰۹ کیلو کالری برآورد شده است. مراجعه به ماتریس ارزش‌های غذایی که در جدول (۸-۱) آمده است، نشان می‌دهد کسانی که انرژی ضروری را دریافت می‌نمایند، همراه با آن عمده ارزش‌های غذایی دیگر مثل پروتئین، آهن، ... را نیز براساس معیار تغذیه کسب خواهند نمود. در نتیجه محاسبات خط فقر براساس

دریافت سرانه روزانه ۲۲۰۹ کالری برای شهرنشینان استان تهران برای سال ۱۳۷۴ به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} CALB_p &= 2093 && \text{مقدار کالری بیستک دوم که زیر معیار انرژی است} \\ CALB_p &= 2235 && \text{مقدار کالری بیستک سوم که بالای معیار انرژی است} \\ CALB_p - CALB^0 &= 2235 - 2209 = 26 && \text{مازاد کالری بیستک سوم} \end{aligned}$$

$$CALB_p - CALB_p = 2235 - 2093 = 142 \quad \text{فاصله کالری دو بیستک دوم و سوم}$$

با محاسبه محل کالری شاخص بین دو بیستک فوق، درصد افراد در خط فقر حدود ۱۱/۵ درصد به دست می‌آید.

برای محاسبه ریالی خط فقر به بردار هزینه‌های خانوار در بیستک‌های مختلف مراجعه می‌کنیم و با استفاده از بردار انرژی به محاسبه قیمت ضمنی هر کالری دریافتی برای بیستک‌ها می‌پردازیم.

حال با در نظر گرفتن هزینه متوسط بیستک‌های دوم و سوم و جایگاه خط فقر، این خط را محاسبه می‌کنیم:

$$TCB_p = 846435 \quad \text{کل هزینه خانوار متوسط بیستک دوم}$$

$$TCB_p = 1011436 \quad \text{کل هزینه خانوار متوسط بیستک سوم}$$

با توجه به دو روش تقریبی و نزدیک که یکی از قیمت ضمنی کالری استفاده نموده و دیگری مستقیماً از یک تناسب به دست می‌آید، دو حد خط فقر که با  $PL_1$  و  $PL_2$  معرفی می‌کنیم، محاسبه شده‌اند.

$$\begin{aligned} PL_1 &= 999944 \quad \text{ریال} && \text{خط فقر شهرنشینان (سال ۱۳۷۴)} \\ PL_2 &= 978436 \quad \text{ریال} && \text{خط فقر شهرنشینان (سال ۱۳۷۴)} \end{aligned}$$

حال با تقسیم ارقام فوق به ۱۲ و ضرب در بعد خانوار، خط فقر ماهانه شهری به دست می‌آید. بعد خانوار مناطق شهری استان تهران ۴/۵۶ نفر است<sup>۱</sup>.

$$\text{خط فقر ماهانه شهری} = ۹۹۹۹۴۴ \left( \frac{۴/۵۶}{۱۲} \right) = ۳۷۹۹۷۹ \text{ ریال}$$

$$\text{خط فقر ماهانه شهری} = ۹۷۸۴۳۶ \left( \frac{۴/۵۶}{۱۲} \right) = ۳۷۱۸۰۵ \text{ ریال}$$

### ۳- نسبت شکاف درآمدی

شاخص نسبت شکاف درآمدی به صورت نسبت میانگین شکاف درآمد افراد فقیر به خط فقر تعریف می‌شود.

$$I = ۱ - \frac{y_z}{z} \quad (۲۰-۸)$$

I: برابر است با شاخص شکاف درآمدی،

$y_z$ : میانگین درآمد افراد فقیر جامعه،

$z$ : خط فقر.

این شاخص نشان‌دهنده متوسط هزینه‌ای است که باید به افراد فقیر پرداخته شود تا درآمد آن‌ها به خط فقر برسد. اندازه این شاخص بین صفر (حالتی که میانگین درآمد افراد زیر خط فقر برابر با خط فقر است) و یک (حالتی که میانگین درآمد افراد زیر خط فقر صفر است) تغییر می‌کند. این شاخص درجه ناتوانی افراد فقیر را نشان می‌دهد. این شاخص سه اصل - اصل انتقال، نسبت تعداد افراد فقیر و حساسیت نسبی - را نقض می‌کند<sup>۲</sup>.

۱- پژوهان، (۱۳۷۸)، صص ۹۸-۹۴.

۲- زیدی، (۱۳۷۹)، ص ۲۷.

## ۴- روش تعیین شکاف فقر

این معیار فواصل کلی فقرای پایین‌تر از خط فقر - عمق فقر - را نشان می‌دهد و به صورت زیر بیان می‌شود:

$$PG = \sum (1 - \frac{y_i}{z}) / n \quad (21-8)$$

PG: میانگین فقر نسبی،

$y_i$ : میانگین درآمد افراد فقیر،

$z$ : خط فقر،

$n$ : تعداد افراد جامعه (مورود مطالعه).

این شاخص نشان‌دهنده هزینه‌ای است که باید به افراد فقیر پرداخته شود. تا درآمد آن‌ها به مرز خط فقر برسد. اندازه این شاخص مابین صفر و یک تغییر می‌کند. هرچه مقدار این شاخص بیشتر باشد، به معنی آن است که شکاف فقر بیشتر می‌باشد و باید هزینه زیادی پرداخت گردد تا درآمد افراد فقیر به خط فقر برسد. این شاخص اصل حساسیت و انتقال را نقض می‌کند<sup>۱</sup>.

در رابطه بالا می‌توان به جای تابع توزیع درآمد از بیستک‌های هزینه‌ای استفاده نمود. شکاف فقر به طور تقریبی از فاصله متوسط هر بیستک تا خط فقر برای آن بیستک به دست می‌آید. بدیهی است که شکاف فقر برای هر بیست نفر متوسط جامعه شهری از مجموع شکاف‌های هر بیستک حاصل خواهد شد، یعنی:

$$P(G) = \sum_{i=1}^{f(x^\circ)} (X^\circ - B_i) \quad (22-8)$$

در رابطه (۲۲-۸)،  $B_i$  متوسط بیستک  $i$  و  $F(x^\circ)$  درصد افراد زیر خط فقر است.

با استفاده از مثال تعیین خط فقر و با در نظر گرفتن متوسط هزینه کل بیستک‌های شهری که زیر خط فقر هستند، شکاف فقر محاسبه می‌گردد<sup>۲</sup>.

۱- زیدی، (۱۳۷۹)، ص ۲۷.

۲- پژوهان، (۱۳۷۸) صص ۱۱۱-۱۱۰.

$TCB_1 = 581141$	کل هزینه خانوار متوسط بیستک اول
$TCB_2 = 846435$	کل هزینه خانوار متوسط بیستک دوم
$TCB_3 = 1011436$	کل هزینه خانوار متوسط بیستک سوم
$PL = X^0 = 999944$	خط فقر

$$P(G)_r = (999944 - 581141) + (999944 - 846435) + \frac{1/5}{5} (999944 - 1011436) = 610940$$

شکاف فقر برای هر بیست نفر از شهرنشینان استان تهران در سال ۱۳۷۴ حال می‌توان با توجه به جمعیت جامعه شهری استان تهران شکاف فقر برای کل جامعه شهری را به صورت زیر تخمین زد:

$$P(G) = 610940 \left( \frac{9404754}{20} \right) = 287287020338 \text{ ریال}$$

شکاف فقر شهری در بالا نشان می‌دهد که ۲۹ میلیارد تومان لازم است تا گروه زیر خط فقر را به خط فقر برسانیم.

##### ۵- شاخص فوستر، گریر و توربک

فوستر، گریر و توربک، شاخص خود را به صورت گروهی از شاخص‌ها تعمیم داده‌اند که دارای پارامتر  $a$  است. این پارامتر میزان گریز از فقر در جامعه را نشان می‌دهد. هرچه اندازه  $a$  بزرگ‌تر باشد به معنی آن است که جامعه از فقر گریزان بوده و به افراد فقیر اهمیت بیشتری می‌دهد. حالت تعمیم یافته شاخص FGT به صورت زیر می‌باشد:

$$FGTa = \sum \left( \frac{g_i}{z} \right)^a \quad a > 0 \quad (23-8)$$

شاخص فوق نسبت به شاخص‌های قبلی کلی‌تر می‌باشد. زیرا هم‌زمان اثر توزیع نابرابری درآمد بین فقرا و خط فقر را در نظر می‌گیرد. این شاخص به ازای  $a=0$  به شاخص H (نسبت افراد فقیر)، به ازای  $a=1$  به شاخص PG (نسبت شکاف فقر) تبدیل می‌گردد و به ازای  $a=2$  به صورت  $PGT_r = H(I^2 + (1-I^2)CP^2)$  تبدیل می‌گردد که در آن  $CP^2$  مربع ضریب پراکندگی درآمد بین افراد فقیر جامعه است.<sup>۱</sup>

۱- ابوالفتحی، (۱۳۷۱).



## ۶- شاخص سن

یکی از مهم‌ترین روش‌های اندازه‌گیری فقر، شاخص سن می‌باشد. در این معیار، تابع مطلوبیت همه افراد یکسان در نظر گرفته می‌شود و به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$S = H(I + (1 - I)GP) \quad (24-8)$$

S: شاخص سن،

GP: برابر است با ضریب جینی بین فقرا،

I: شکاف درآمدی.

این معیار تعداد افراد فقیر، وسعت ناتوانی فقرا و توزیع درآمد افراد فقیر را دربرمی‌گیرد. اندازه شاخص سن بین صفر و یک تغییر می‌کند. هرچقدر به یک نزدیک‌تر باشد، نشانگر افزایش فقر و نابرابری می‌باشد. این شاخص تنها بر موقعیت فقرا توجه دارد و موقعیت فقرا نسبت به ثروتمندان را در نظر نمی‌گیرد.<sup>۱</sup>

## ۷- شاخص پوشش فقر

این شاخص به وسیله افرادی چون آمارتیاسن<sup>۲</sup> و کاکاوانی<sup>۳</sup> عنوان شده است. با استفاده از این شاخص می‌توان درصد افراد بالای خط فقری که می‌توانند شکاف فقر را پوشش دهند تعیین کرد. این شاخص را می‌توان به صورت زیر بیان نمود<sup>۴</sup>:

$$P = F(x^\circ) \frac{X^\circ - \mu^\circ}{\mu} \quad (25-8)$$

$x^\circ = PL$ : برابر است با خط فقر،

$\mu^\circ$ : درآمد متوسط گروه زیر خط فقر،

$F(x^\circ)$ : درصد افراد زیر خط فقر،

$\mu$ : درآمد متوسط جامعه.

۱- گایها، (۱۳۷۸)، صص ۲۷-۲۹.

۲- Sen, A.

۳- Kakawani, N-C.

۴- پژوهان، (۱۳۷۸)، صص ۱۱۱.

اگر براساس آمار مثال‌های قبلی بخواهیم این شاخص مشخص کنیم خواهیم داشت:

$$P = \% 1/5 \left( \frac{999944 - 713788}{3121573} \right) = \% 1/0.5$$

به عبارت دیگر اگر فقط ۱/۰۵ درصد از هزینه‌هایی را که افراد بالای خط فقر انجام می‌دهند به گروه زیر خط فقر منتقل کنیم، تمامی افراد به بالای خط فقر خواهند رسید.

#### ۸- شاخص فقر بخشی<sup>۱</sup>

یکی دیگر از شاخص‌هایی که در تعیین میزان فقر در مطالعات جغرافیایی کاربرد بسیاری دارد شاخص فقر بخشی است. از این شاخص برای به‌دست آوردن میزان فقر نواحی مختلف شهر استفاده می‌شود. اساس کار این شاخص تقسیم قسمت‌های مختلف شهر براساس متوسط میزان درآمد به بخش‌های طبقاتی است. پس درصد فراوانی خانوارهای هر یک از بخش‌های طبقاتی را مشخص نموده و در نهایت میزان شاخص فقر بخشی را برای هر یک بخش جداگانه محاسبه می‌کنند تا نواحی شهری ثروتمند، متوسط و فقیر مشخص گردد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است<sup>۲</sup>:

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^n SEPC_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad (25-8)$$

$$i = (I, II, \dots, n)$$

WPI: برابر است با فقر بخشی،

$C_i$ : برابر است با طبقه  $i$ .

$SEP_i$ : برابر است با شاخص‌های موقعیت اجتماعی - اقتصادی در هر طبقه که از طریق رابطه (۲۶-۸) به‌دست می‌آید. فرض کنید اگر در شهر،  $n$  طبقه از درآمد باشد در آن صورت خواهیم داشت:

$$(26-8)$$

$$[I + II + III + \dots + n]$$

درصد فراوانی خانوارهای هر یک از طبقات

SEP هر یک از طبقات به صورت زیر خواهد بود:

۱- Ward Poverty Index.

۲- Orford, (2004), PP.701-717.

$(\frac{1}{\rho})[I + II + III + \dots + n]$	طبقه I
$(1 + \frac{II}{\rho})[I + II + III + \dots + n]$	طبقه II
$(1 + II + \dots + \frac{n}{\rho})[I + II + \dots + n]$	طبقه n

مقدار این شاخص مابین صفر و یک است هرچقدر به طرف یک میل کند، نشان‌دهنده فقر زیاد در آن و هرچقدر به طرف صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده کاهش فقر در آن قسمت‌ها است.



## • فصل نهم

### مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک و ارزیابی

برنامه‌ریزی استراتژیک و ارزیابی از جمله مباحثی است که از بکارگیری آن در عرصه علم جغرافیا به طور اعم و برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای به طور اخص مدت زمان زیادی نمی‌گذرد. برنامه‌ریزان استراتژیک سعی می‌کنند با سنجش تمام جوانب برنامه‌ها و پروژه‌ها به اتخاذ بهترین و استراتژیکی‌ترین تصمیم بپردازند. در حالی که در ارزیابی برنامه‌ریزان درصدد هستند عملکردهای واقعی را با عملکرد مطلوب مقایسه کنند و با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی، طرحی را برگزینند که مطلوب‌ترین است. سابقه بسیار کم برنامه‌ریزی استراتژیک و ارزیابی در ایران مانع به وجود آمدن تصویری روشن از آن‌ها گردیده است. بدین ترتیب در این فصل تأکید بر مدل‌ها و روش‌های مختلف برنامه‌ریزی استراتژیک و ارزیابی و کاربرد آن در مطالعات جغرافیایی (شهری - ناحیه‌ای) لازم تشخیص داده شده است.

#### ۱- برنامه‌ریزی استراتژیک<sup>۱</sup>

برنامه‌ریزی فرآیند ذهنی و عملی مجموعه‌ای از تصمیم‌گیری‌های سنجیده‌ای است که براساس قیودات کمی، کیفی، زمانی و مکانی شیوه دخالت انسان را در موضوعی مشخص بیان می‌کند.<sup>۲</sup>

استراتژی فرآیندی همه جانبه و تلفیقی است که محاسن یا نقاط قوت اصلی سیستم را با عوامل و تغییرات محیط مربوط می‌سازد. و به نحوی طراحی شده است که با اجرای صحیح آن از دستیابی اهداف اصلی سیستم اطمینان حاصل می‌شود.<sup>۱</sup>

---

۱- Strategic Planning.

۲- رهنمایی و شاه‌حسینی، (۱۳۸۳)، ص ۶.

سیر تحول برنامه‌ریزی و استراتژی طی سالیان متمادی باعث تلفیق و ترکیب این دو مفهوم گردید که حاصل آن برنامه‌ریزی استراتژیک است.<sup>۲</sup>

برنامه‌ریزی استراتژیک گونه‌ای از برنامه‌ریزی است که در واقع شیوه‌ای است نظام‌یافته جهت اخذ تصمیمات و اجرای فعالیت‌ها در خصوص شکل‌دهی و رهنمود یک سیستم، کارکرد و علل آن عواملی همچون شیوه گردآوری اطلاعات به صورت گزینشی، تحلیل هدفمند و تعیین اهداف، اقدامات کنونی و اجرای موفقیت‌آمیز برنامه این برنامه‌ریزان را از اشکال دیگر برنامه‌ریزی متمایز ساخته است.<sup>۳</sup>

برنامه‌ریزی استراتژیک در واقع، از بطن «مدیریت استراتژیک»<sup>۴</sup> زاده شده است که ابتدا در دهه ۱۹۶۰ در قلمرو فعالیت شرکت‌های تجاری در آمریکا رواج پیدا کرد و به همین دلیل عنوان «برنامه‌ریزی استراتژیک شرکتی» به آن اطلاق گردید. در واقع مدیریت استراتژیک و برنامه‌ریزی استراتژیک از نیاز شرکت‌های بزرگ آمریکایی به حفظ بقا و دوام خود در شرایط ناامن و متغیر اقتصادی نشأت گرفته است.<sup>۵</sup>

مدیریت استراتژیک عبارت است از فرآیندی که از طریق آن سیستم‌ها، محیط داخلی (نقاط قوت و ضعف) و محیط خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) خود را تحلیل کرده و از آن شناخت کسب می‌کنند، علاوه بر آن مسیر استراتژیک خود را پایه‌گذاری کرده، استراتژی‌هایی خلق می‌کنند که آنها را برای رسیدن به اهداف تعیین شده کمک نماید.<sup>۶</sup> برنامه‌ریزی استراتژیک یک نوع برنامه‌ریزی فرایندی است. دلیل فرایندی بودن برنامه‌ریزی در نوع و گونه‌ی پدیده‌هایی است که برای آن‌ها برنامه‌ریزی صورت می‌گیرد. در برخورد و برنامه‌ریزی این پدیده‌ها از آنجا که در حال تغییر هستند باید به گونه‌ای این برنامه‌ریزی انجام گیرد که قابلیت بازخورد و تطبیق با شرایط جدید در آن وجود

۳- گلوک و جاچ، (۱۳۸۲)، ص ۱۴.

۱- زیاری، (۱۳۸۳)، ص ۲۳۳.

۲- مرادی مسیحی، (۱۳۸۱)، ص ۸.

۴- Strategic Management.

۴- مهدیزاده و همکاران، (۱۳۸۲)، ص ۱۷۵.

۵- هریسون و جان، (۱۳۸۲)، ص ۱۹.

داشته باشد<sup>۱</sup>. در برنامه‌ریزی استراتژیک اصل اساسی بر این است که با بهره جستن از فرصت‌های خارجی و پرهیز از اثرات ناشی از تهدیدات خارجی و با کاهش دادن آن‌ها به تدوین راهبرد پرداخت و از سوی دیگر در تدوین این استراتژی‌ها، هدف این نیست که بهترین استراتژی مشخص شود، بلکه هدف تعیین استراتژی‌های قابل اجرا می‌باشد<sup>۲</sup>. از نظر برایسون، برنامه‌ریزی استراتژیک فرایندی هشت مرحله‌ای و بسیار منظم‌تر، مدبرانه‌تر و مشارکتی‌تر از سایر فرایندهاست که عبارتند از: آغاز برنامه‌ریزی استراتژیک و حصول توافق درباره محتوای آن، تعیین و شناسایی دستورها، روشن ساختن رسالت‌ها و ارزش‌ها، ارزیابی محیط خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها)، ارزیابی محیط داخلی (نقاط قوت و ضعف)، شناسایی مسائل استراتژیک، تنظیم استراتژی‌هایی برای مدیریت مسائل و تدوین دیدگاه کارساز برای آینده. این هشت مرحله باید در هر مرحله از فرایند، اجرا، ارزیابی و به نتیجه‌گیری منتهی گردد همچنین تأکید می‌شود که اجرا، نتیجه‌گیری و ارزشیابی باید در هر مرحله از فرایند صورت پذیرد<sup>۳</sup>.

فرایند اصلی مدیریت و برنامه‌ریزی استراتژیک از چهار عنصر اساسی تشکیل یافته است<sup>۴</sup>:

- ۱- بررسی محیطی: عبارت است از نظارت و ارزیابی و نشر اطلاعات مربوط به محیط‌های داخلی و خارجی سیستم.
- ۲- تدوین استراتژی<sup>۵</sup>: عبارت است از طراحی طرح‌های بلندمدت برای مدیریت مؤثر فرصت‌ها و تهدیدهای محیطی و بررسی نقاط قوت و ضعف سیستم.
- ۳- اجرای استراتژی<sup>۶</sup>: فرایندی است که به وسیله آن استراتژی‌ها و سیاست‌ها در تمام مراحل تهیه برنامه‌ها، بودجه‌ها و رویه مورد توجه قرار می‌گیرند و اعمال می‌شوند.

۱- Evans, (2003), p.4.

۱- ابراهیم‌زاده و همکاران، (۱۳۹۰)، صص ۱۱۷.

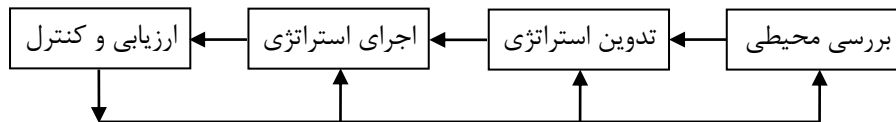
۲- بهزادفر و زمانیان، (۱۳۸۷)، صص ۹۰.

۳- هانگر و ویلن، (۱۳۸۴)، صص ۲۹-۲۰.

۵- Strategy Formulation.

۶- Strategy Implementation.

۴- کنترل و ارزیابی: فرآیندی است که توسط آن بر فعالیت‌ها و نتایج عملکرد سیستم نظارت می‌شود تا بتوان عملکرد واقعی سیستم را با عملکرد مطلوب مقایسه کرد.



شکل (۹-۱): نمودار عناصر اصلی فرایند برنامه‌ریزی و مدیریت استراتژیک

منبع: هانگر ویلن، (۱۳۸۴)، ص ۲۱.

مدیریت و برنامه‌ریزی استراتژیک نحوه تعامل فی‌مابین این عنصر را شامل می‌شوند. مدیریت و برنامه‌ریزی استراتژیک هم محیط خارجی را به منظور کشف فرصت‌ها و تهدیدها و هم محیط داخلی را به منظور کشف و درک نقاط قوت و ضعف سیستم بررسی می‌کنند. عواملی که در آینده سیستم بیشترین تأثیر را دارند، اصطلاحاً عوامل استراتژیک<sup>۱</sup> نامیده می‌شوند: نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها<sup>۲</sup>. در واقع می‌توان گفت برنامه‌ریزی استراتژیکی به عنوان مجموعه‌ای از تصمیمات و اقدامات تعریف می‌شود که نتیجه آن تنظیم و تحلیل سیستماتیکی مناسب قوت‌ها و فرصت‌ها برای به حداقل رساندن ضعف و تهدیدها است<sup>۳</sup>.

#### مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک

##### مدل ماتریس صنعت<sup>۴</sup>

این مدل، در علم مدیریت استراتژیک برای مقایسه شرکت‌ها و رقبا در صنعت خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این مدل می‌توان در مطالعات فضایی و منطقه‌ای در

۱- Strategic Factors.

۲- Strengths, Weaknesses, Oppartunities, and Threats (SWOT).

۳- Hussey, (1991), PP.16-18.

۴- Industry Matrix.



زمینه‌های مختلف همچون مقایسه شهرهای مختلف یک استان در زمینه بخش‌های اقتصادی و غیره استفاده نمود. مدل ماتریس صنعت، عوامل استراتژیک خارجی فراروی یک صنعت خاص برای (فرصت‌ها و تهدیدها) خلاصه و دسته‌بندی می‌کند. در این ماتریس به هر عامل و براساس اهمیت نقش آن عامل در آینده صنعت، وزنی می‌دهد. این ماتریس همچنان نشان می‌دهد که شهرهای مختلف چگونه به هر یک از آن عوامل پاسخ می‌دهند. برای تهیه یک ماتریس صنعت، برای دو رقیب صنعت (الف و ب)، پس از تجزیه و تحلیل موقعیت هر شهر در آن صنعت، قدم زیر را انجام دهید:

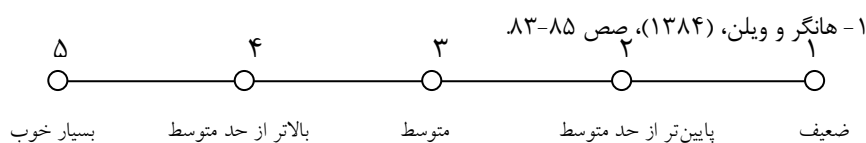
جدول (۹-۱): ماتریس صنعت

عوامل استراتژیک	وزن	درجه‌بندی شهر الف		درجه بندی شهر ب		امتیاز وزنی شهر ب	
		۳	۲	۵	۴	۶	۱
مجموع	۱/۰۰	-		-			

✓ در ستون یک (عوامل استراتژیک)، هشت تا ده عدد از مهم‌ترین فرصت‌ها و تهدیدهای فراروی صنعت نام ببرد.

✓ در ستون دو (وزن)، با توجه به اثر احتمالی هر عامل برآینده و موقعیت آتی صنعت، به هر یک از آن عوامل وزن ۱ (مهم‌ترین) تا ۰ (بی‌اهمیت) بدهید با توجه به تعداد عوامل استراتژیک، مجموع کل وزن‌ها باید عدد یک شود.

✓ در ستون سه (درجه‌بندی عوامل استراتژیک در شهر الف)، یک شهر را در صنعت مورد بررسی قرار بدهید، مثلاً شهر الف سعی کنید، با اعمال بهترین قضاوت، به



هریک از عوامل و با توجه به نحوه موقعیت عامل در شهر الف، از ۵ (بسیار خوب) تا ۱ (ضعیف)، امتیاز بدهید.

✓ در ستون چهار (امتیاز وزنی شهر الف)، وزن عوامل استراتژیک شهر را در درجه‌بندی آن ضرب کنید، تا امتیاز وزنی آن شهر به دست آید. با این کار، هر عامل یک امتیاز وزنی از ۵ (بسیار خوب) تا ۱ (ضعیف) می‌گیرد.

✓ در ستون پنج (درجه‌بندی شهر ب)، شهر ب را در صنعت مورد بررسی قرار دهید. با توجه به نحوه موقعیت عوامل استراتژیک صنعت مورد بررسی در آن شهر، به هر یک از عوامل خاص، امتیاز بین ۵ تا ۲ بدهید.

✓ در ستون شش (امتیاز وزنی شهر ب)، وزن هر عامل را در درجه‌بندی آن عامل ضرب کنید، تا به این امتیاز وزنی هر عامل در مورد شهر ب به دست آید.

✓ بالاخره، امتیاز وزنی تمام عوامل را در دو ستون ۴ و ۶ جمع بزنید تا بتوانید امتیاز وزنی کل شهرهای الف و ب را به دست آورید. امتیاز وزنی کل نشان می‌دهد که هر یک از شهرها چگونه، به عوامل موجود و بالقوه موجود در صنعت مورد بررسی، پاسخ می‌دهند.

می‌توان ماتریس را توسعه داد و چندین شهر را در یک صنعت خاص مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داد.

### مدل تجزیه و تحلیل SWOT

تکنیک SWOT، ابزاری برای شناخت تهدیدها و فرصت‌های موجود در محیط خارجی یک سیستم و بازشناسی ضعف‌ها و قوت‌های داخلی آن به منظور سنجش وضعیت و تدوین راهبرد برای هدایت و کنترل آن سیستم است. به عبارت دیگر این مدل یک نوع تجزیه و تحلیل سازمانی است که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا بتوانند منابع داخلی خود را در دوره‌های قدرت و ضعف تجزیه و تحلیل کرده و آن‌ها را در

برابر محیط خارجی در دوره‌های فرصت و تهدید با هم هماهنگ کنند. در واقع این روش، بهترین استراتژی برای سازماندهی فضا است.<sup>۱</sup>

مدل SWOT یکی از ابزارهای استراتژیک تطابق نقاط قوت و ضعف درون سیستمی با فرصت‌ها و تهدیدات برون سیستمی است.<sup>۲</sup> اساساً SWOT یک ابزار برنامه‌ریزی استراتژیک است.<sup>۳</sup> روش SWOT (نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات) نتیجه مستقیم دانشکده تجاری هاروارد می‌باشد.<sup>۴</sup>

تجزیه و تحلیل SWOT در تقسیمات مربوط به انتخاب راهبردی مورد استفاده قرار می‌گیرد. رایج‌ترین کاربرد آن، فراهم کردن یک چهارچوب منطقی برای هدایت نظام‌مند بحث‌های سیستم، راهبردهای مختلف و در نهایت انتخاب راهبرد است. آنچه که یک برنامه‌ریز به عنوان فرصت می‌بیند برنامه‌ریز دیگر ممکن است آن را یک تهدید تلقی کند. همچنین یک نقطه قوت را احتمال دارد دیگری ضعف ببیند. بدین ترتیب تشخیص‌های متفاوت ممکن است بازتاب ملاحظات اساسی قدرت در درون سیستم و یا تفاوت چشم‌اندازهای واقعی باشد، نقطه کلیدی در این مدل، تجزیه و تحلیل دامنه‌ای از همه جنبه‌های موقعیتی سیستم و در نتیجه فراهم‌کننده چهارچوب مفیدی برای انتخاب راهبرد است.<sup>۵</sup>

تجزیه و تحلیل SWOT، شناسایی نظام‌مند عواملی است که استراتژی باید بهترین سازگاری را با آن‌ها داشته باشد. منطق رویکرد مذکور این است که استراتژی اثربخش باید قوت‌ها و فرصت‌های سیستم را به حداکثر برساند و ضعف‌ها و تهدیدات را به حداقل برساند. این منطق اگر درست به کار گرفته شود نتایج بسیار خوبی برای انتخاب و طراحی یک راهبرد اثربخش خواهد داشت.<sup>۶</sup>

۱- مرادی مسیحی، (۱۳۸۱)، ص ۴۰.

۱- هریسون و جان، (۱۳۸۲)، ص ۱۹۲.

۳- Hom-Haacke, (2001), P.3.

۳- مهدوی، (۱۳۸۲)، ص ۱۱۸.

۴- پیرز و رابینسون، (۱۳۸۲)، ص ۱۵۷.

۵- پیرز و رابینسون، (۱۳۸۲)، ص ۱۵۵.

### ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE)<sup>۱</sup>

برنامه‌ریزان راهبردی با استفاده از ماتریس ارزیابی عوامل خارجی می‌توانند عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، بوم‌شناسی، محیطی، سیاسی و ... را مورد ارزیابی قرار دهند (دیوید، ۱۳۸۳: ۳۵). برای تهیه ماتریس عوامل خارجی باید پنج مرحله به شرح زیر را طی کرد:

۱- در ستون اول پس از بررسی عوامل خارجی، عوامل ساخته شده‌ای فهرست می‌شوند که موجب فرصت می‌گردد و یا سیستم را مورد تهدید قرار می‌دهد.

۲- در ستون دوم، به هریک از عوامل خارجی براساس اثر احتمالی آن‌ها بر موقعیت استراتژیکی فعلی سیستم، وزنی از صفر (بی‌اهمیت ترین) تا ۱ (مهمترین) داده می‌شود. ضریب وزن، نشان‌دهنده اهمیت نسبی یک عامل می‌باشد. اغلب به عواملی که موجب فرصت یا موقعیت می‌شوند در مقایسه با عوامل تهدیدکننده ضریب وزنی بیشتری داده می‌شود؛ ولی اگر عوامل تهدیدکننده نیز شدید باشند، باید به آن‌ها ضریب وزنی بالایی داد. در واقع هرچقدر وزن بیشتر باشد، تأثیر آن بر موقعیت کنونی و آینده آن سیستم بیشتر خواهد بود. در اینجا مجموع عوامل خارجی بدون توجه به تعداد عوامل آن، باید عدد ۱ باشد.

۳- در ستون سوم، به هریک از عواملی که موجب موفقیت می‌شود رتبه‌ای از ۱ تا ۴ داده می‌شود. این عدد می‌تواند بیانگر میزان اثربخشی راهبردهای کنونی سیستم در نشان دادن واکنش نسبت به عامل مزبور باشد. عدد ۴ به معنای این است که واکنش بسیار عالی بوده است. عدد ۳ یعنی واکنش از حد متوسط بالاتر بوده است، عدد ۲ یعنی واکنش در حد متوسط است و عدد ۱ بدین معنی است که واکنش ضعیف می‌باشد. این رتبه‌ها برحسب اثربخشی راهبردهای سیستم تعیین می‌شوند.

۴- در ستون چهارم ضریب هریک از عوامل خارجی در رتبه مربوطه ضرب (ستون ۲ × ستون ۳) می‌شود؛ تا بدین وسیله امتیاز وزنی آن به دست آید.

۱- External Factor Evaluation (EFE) Matrix

۵- مجموع امتیازهای متعلق به هر یک از متغیرها به دست آورده می‌شود تا بدین طریق؛ بتوان مجموع امتیازهای سیستم را تعیین کرد. در ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، صرف نظر از تعداد عواملی که موجب فرصت یا تهدید می‌شوند، هیچ‌گاه مجموع امتیازهای نهایی برای سیستم به بیش از ۴ و هیچ‌گاه این جمع به کمتر از ۱ نمی‌رسد. میانگین این جمع ۲/۵ است جدول (۹-۲).

جدول (۹-۲): نتایج تجزیه و تحلیل عوامل خارجی در برنامه‌ریزی‌ها (EFE)

امتیاز وزنی	رتبه	وزن	فرصت‌ها
			$S_1$
			$S_2$
			$S_3$
			.
			.
			.
امتیاز وزنی	رتبه	وزن	تهدیدها
			$T_1$
			$T_2$
			$T_3$
			.
			.
			.
$\Sigma$ (۱ تا ۴)		$\Sigma$ ۱/۰۰	جمع

#### ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE)<sup>۱</sup>

ماتریس ارزیابی عوامل داخلی، حاصل بررسی عوامل داخلی سیستم می‌باشد. این ماتریس، نقاط قوت و ضعف اصلی سیستم را تدوین و ارزیابی می‌نماید.

۱- Internal Factor Evaluation (IFE) Matrix

همچنین برای شناسایی و ارزیابی روابط بین موضوعات مختلف، راهکارهایی ارائه می‌نماید<sup>۱</sup>. در ماتریس ارزیابی عوامل داخلی، می‌توان با طی پنج مرحله همانند ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، این ماتریس را تهیه کرد. در ماتریس عوامل داخلی، صرف‌نظر از تعداد عواملی که در این ماتریس گنجانده می‌شوند همانند ماتریس عوامل خارجی، جمع نمرات نهایی بین ۱ تا ۴ خواهد بود. اگر یک عامل داخلی یا خارجی به صورت همزمان دارای نقاط مثبت و منفی باشد، این عامل را باید دوبار در ماتریس مربوطه گنجانید و برای هر نوبت به آن ضریب و امتیاز داد، (جدول ۹-۳).

جدول (۹-۳): نتایج تجزیه و تحلیل عوامل داخلی در برنامه‌ریزی‌ها (IFE)

امتیاز وزنی	رتبه	وزن	نقاط قوت
			O <sub>۱</sub>
			O <sub>۲</sub>
			O <sub>۳</sub>
			⋮
			⋮
امتیاز وزنی	رتبه	وزن	نقاط ضعف
			W <sub>۱</sub>
			W <sub>۲</sub>
			W <sub>۳</sub>
			⋮
			⋮
∑ (۱ تا ۴)		∑ ۱/۰۰	جمع

تجزیه و تحلیل عوامل استراتژیک<sup>۱</sup> (SFAS)

با ترکیب جدول تجزیه و تحلیل عوامل خارجی و داخلی، می‌توان جدول خلاصه تجزیه و تحلیل عوامل استراتژیک را استخراج کرد. با کمک این جدول می‌توان عوامل استراتژیک مجموعه را خلاصه کرد. فردی که تصمیم‌های استراتژیک را اتخاذ می‌کند با توجه به جدول (SFAS) این فرصت را دارد که کلیه عوامل T, O, W, S را به تعداد عامل کمتری محدود کند. این کار با بررسی دوباره وزن‌های هر یک از جداول عوامل EFE و IFE انجام می‌گیرد. در واقع سنگین‌ترین عوامل موجود در این دو جدول از حیث وزن، باید به جدول تجزیه و تحلیل عوامل استراتژیک منتقل شوند<sup>۲</sup>، جدول (۹-۴).

جدول (۹-۴): نتایج تجزیه و تحلیل عوامل استراتژیک (SFAS) در برنامه‌ریزی‌ها

برنامه‌ریزی			امتیاز وزنی	رتبه بندی	وزن	عوامل استراتژیک
بلند مدت	میان مدت	کوتاه مدت				
						S <sub>۱</sub>
						S <sub>۲</sub>
						S <sub>۳</sub>
						W <sub>۱</sub>
						W <sub>۲</sub>
						W <sub>۳</sub>
						O <sub>۱</sub>
						O <sub>۲</sub>
						O <sub>۳</sub>
						T <sub>۱</sub>
						T <sub>۲</sub>

۱- Strategic Factors Analysis Summary (SFAS).

۱- هانگر و ویلن، (۱۳۸۶)، صص ۱۲۷-۱۳۰.

						T <sub>۳</sub>
						جمع

اینک پس از این عملیات، جدول اولویت‌بندی هر یک از اجزای SWOT را به تفکیک نقاط ضعف (W)، نقاط قوت (S)، فرصت‌ها (O) و تهدیدها (T) و به نسبت تأثیرگذاری آن‌ها بصورت نزولی تهیه می‌شود، جدول (۹-۵). سپس با تداخل هریک از عوامل بر یکدیگر به تدوین راهبردهای مختلف پرداخته می‌شود، که در ادامه آمده است.

جدول (۹-۵): اولویت‌بندی نهایی عوامل مؤثر در برنامه‌ریزی‌ها به تفکیک نقاط ضعف (W)، قوت (S)، فرصت‌ها (O) و تهدیدها (T) و به نسبت تأثیرگذاری آن‌ها به صورت نزولی

اولویت‌بندی عوامل خارجی			اولویت‌بندی عوامل داخلی		
تهدیدها (T)	ردیف	فرصت‌ها (O)	نقاط ضعف (W)	ردیف	نقاط قوت (S)
	۱			۱	
	۲			۲	
	۳			۳	
	.			.	
	.			.	
	.			.	

#### ماتریس تهدیدات، فرصت‌ها، نقاط قوت و نقاط ضعف (SWOT)<sup>۱</sup>

این ماتریس یکی از ابزارهای بسیار مهم در فرایند تدوین راهبرد است. که به وسیله آن اطلاعات مقایسه می‌شود. بعلاوه با استفاده از این ماتریس، امکان تدوین چهار انتخاب یا استراتژی متفاوت از نظر درجه کنشگری‌های متفاوت در فضا فراهم می‌شود.

۱- Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)

رویکرد دیگری در ارتباط با این ماتریس مطرح است که تأکید برنامه‌ریزی را بر عوامل خارجی بنا می‌نهد و این ماتریس را به صورت TOWS تشکیل می‌دهد.



---

البته در جریان عمل برخی از استراتژی‌ها با یکدیگر همپوشانی داشته و یا به طور هم‌زمان و هماهنگ با یکدیگر به اجرا درمی‌آیند،<sup>۱</sup> جدول (۹-۶).

---

۲- هریسون و کارون، (۱۳۸۲)، ص ۱۹۲.

جدول (۹-۶). استراتژی‌های چهارگانه ماتریس SWOT و نحوه‌ی تعیین آن

ماتریس SWOT		نقاط قوت (S)		نقاط ضعف (W)	
		فرصت‌ها (O)	تهدیدها (T)	فرصت‌ها (O)	تهدیدها (T)
فرصت‌ها (O)	فرصت‌ها فهرست می‌شود)	استراتژی‌های SO [حداکثر - حداکثر]	استراتژی‌های WO [حداقل - حداکثر]	نقاط ضعف (نقاط قوت فهرست می‌شود)	فرصت‌ها (فرصت‌ها فهرست می‌شود)
تهدیدها (T)	تهدیدها فهرست می‌شود)	استراتژی‌های ST [حداکثر - حداقل]	استراتژی‌های WT [حداقل - حداقل]	نقاط قوت (نقاط ضعف فهرست می‌شود)	تهدیدها (تهدیدها فهرست می‌شود)

منبع: برگرفته از (دیوید، ۱۳۸۳: ۳۶۵) و (گلکار، ۱۳۸۴: ۳۴)

۱- راهبردهای تدافعی (WT): هدف کلی راهبرد دفاعی یا حداقل - حداقل، که می‌توان آن را "راهبرد بقا" نیز نامید، کاهش ضعف‌های سیستم برای کاستن و خنثی‌سازی تهدیدها است. در این راهبردها تأکید بر رفع آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه است.

۲- راهبردهای بازنگری یا انطباقی (WO): راهبر انطباقی یا راهبرد حداقل - حداکثر، تلاش دارد تا با کاستن از ضعف‌ها بتواند حداکثر استفاده را از فرصت‌های موجود ببرد. یک سازمان ممکن است در محیط خارجی خود متوجه وجود فرصت‌هایی شود ولی به واسطه ضعف‌های سازمانی خود قادر به بهره‌برداری از آن نباشد. در چنین شرایطی اتخاذ راهبرد انطباقی می‌تواند امکان استفاده از فرصت را فراهم آورد.

۳- راهبردهای اقتضایی یا تنوع (ST): این راهبرد مبتنی بر حداکثر - حداقل در تنوع بخشی بر نقاط قوت درونی و تهدیدهای بیرونی متمرکز بوده و بر پایه بهره‌گرفتن از قوت‌های سیستم برای مقابله با تهدیدات تدوین می‌شود و هدف آن به حداکثر رساندن نقاط قوت و به حداقل رساندن تهدیدات است. با این وجود از آنجا که تجارب گذشته نشان داده است که کاربرد نابجای قدرت می‌تواند نتایج نامطلوبی به بار آورد هیچ سازمانی نباید به طور نسنجیده از قدرت خود برای رفع تهدیدات استفاده کند.

۴- راهبردهای رقابتی/تهاجمی (SO): در این راهبردها تمرکز بر حداکثر - حداکثر نقاط قوت درونی و فرصت‌های بیرونی استوار است که اصولاً تمام سیستم‌ها خواهان چنین وضعیتی هستند که قادر باشند همزمان قوت و فرصت‌های خود را به حداکثر برسانند. بر خلاف راهبرد دفاعی که یک راه حل واکنشی است راهبرد تهاجمی یک راه حل کنشگر است. در چنین وضعیتی سازمان با استفاده از نقاط قوت خویش برای گسترش بازار تولیدات و خدمات خود گام برمی‌دارد<sup>۱</sup>.

جدول (۹-۷): ماتریس راهبردها و راهکارها در برنامه‌ریزی‌ها

تهديد‌ها	فرصت‌ها	تحليل SWOT
T <sub>۱</sub>	O <sub>۱</sub>	
T <sub>۲</sub>	O <sub>۲</sub>	
T <sub>۳</sub>	O <sub>۳</sub>	
.	.	
.	.	
راهبردهای تنوع (ST)	راهبردهای رقابتی/تهاجمی (SO)	نقاط قوت
ST <sub>۱</sub>	SO <sub>۱</sub>	S <sub>۱</sub>
ST <sub>۲</sub>	SO <sub>۲</sub>	S <sub>۲</sub>
ST <sub>۳</sub>	SO <sub>۳</sub>	S <sub>۳</sub>
.	.	.
.	.	.
.	.	.
راهبردهای تدافعی (WT)	راهبردهای باز نگری (WO)	نقاط ضعف
WO <sub>۱</sub>	WO <sub>۱</sub>	W <sub>۱</sub>
WO <sub>۲</sub>	WO <sub>۲</sub>	W <sub>۲</sub>
WO <sub>۳</sub>	WO <sub>۳</sub>	W <sub>۳</sub>
.	.	.
.	.	.
.	.	.

### ماتریس داخلی و خارجی (IE)

ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی، بخش‌های مختلف سیستم را به صورت نمودار در ۹ قسمت جداگانه قرار می‌دهد شکل (۹-۲) بررسی‌های قبل و بعد از تهیه ماتریس چنین امکاناتی را به وجود می‌آورد که اثرات مورد انتظار تصمیمات استراتژیک بر سیستم پیش‌بینی گردد. ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی براساس استقرار داده‌ها در دو بعد اصلی شکل می‌گیرد؛

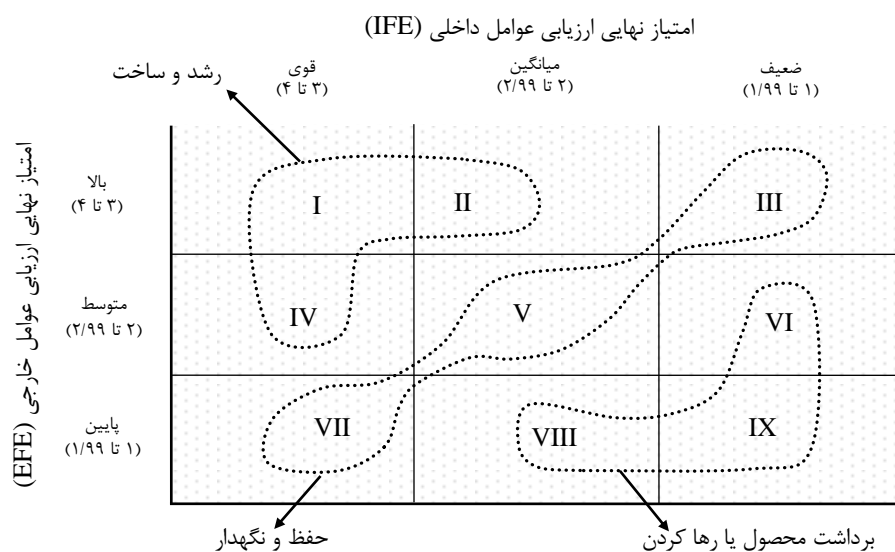
الف) جمع امتیاز نهایی ماتریس ارزیابی عوامل داخلی که بر روی محور Xها نشان داده می‌شود.

ب) جمع امتیاز نهایی ماتریس ارزیابی عوامل خارجی که بر روی محور Yها نوشته می‌شود.

در ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی؛ جمع امتیاز نهایی عوامل داخلی بر روی محور Xها، چنانچه در محدوده‌ای از ۱ تا ۱/۹۹ قرار گیرد، نشان‌دهنده ضعف داخلی سیستم است. امتیازهای ۲ تا ۲/۹۹ نشان از قرارگیری سیستم در وضع متوسط دارد و بالاخره امتیازهای ۳ تا ۴ بیانگر قوت سیستم است. به همین شیوه جمع امتیاز نهایی عوامل خارجی بر روی محور Yها از ۱ تا ۱/۹۹ بیانگر ضعف سیستم، امتیازهای ۲ تا ۲/۹۹ بیانگر این واقعیت است که سیستم در وضع متوسط قرار داشته و نهایتاً امتیازهای ۳ تا ۴ بیانگر قرار گرفتن سیستم در وضع عالی است.

ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی را می‌توان به سه ناحیه‌ی عمده تقسیم کرده و برای هر یک از نواحی استراتژی‌های متفاوتی استفاده نمود. نخست، برای بخش‌هایی که در خانه‌های ۱، ۲ یا ۴ (از بالا و از چپ به راست) قرار می‌گیرند می‌توان استراتژی‌هایی را به اجرا درآورد که موجب رشد و شناخت شوند. در این واحدها باید استراتژی تمرکز متضمن رسوخ در بازار، توسعه بازار و توسعه محصول به اجرا درآورد. به علاوه، می‌توان استراتژی‌های مبتنی بر یکپارچگی عمودی به بالا، یکپارچگی عمودی به پایین و یکپارچگی افقی را به اجرا درآورد؛ که مناسب‌ترین استراتژی می‌باشند. دوم، برای واحدهایی از سیستم که در خانه‌های ۳، ۵ یا ۷ قرار می‌گیرند، باید استراتژی‌هایی را به اجرا درآورد که هدف حفظ و نگهداری وضع موجود باشد. در این واحدهای

استراتژیک رسوخ در بازار و توسعه محصول بسیار متداول است. سوم، برای واحدهایی که در خانه‌های ۶، ۸ و ۹ قرار می‌گیرند، باید استراتژی‌های برداشت محصول یا رها کردن را به اجرا درآورد. در این ماتریس سیستم‌هایی که دارایی‌های خود را در واحدهایی سرمایه‌گذاری کنند که در خانه شماره ۱ قرار گیرد، قطعاً موفق‌ترند.



شکل (۹-۲): ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی SWOT

منبع: دیوید، (۱۳۸۳)، ص ۳۷۹.

تهیه جدول برنامه‌ریزی کمی استراتژیک (اولویت‌بندی راهبردهای قابل قبول) تصمیم‌گیری درباره استراتژی‌های قابل قبول در برنامه‌ریزی‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل علمی و قضاوت شهودی صورت می‌گیرد. در این مرحله در ارتباط با استراتژی‌های قابل قبول تصمیم‌گیری می‌شود. جذابیت هر استراتژی با استفاده از ماتریس برنامه‌ریزی کمی مشخص شده و استراتژی‌های دارای جذابیت بالا به عنوان استراتژی‌های مورد تأکید و اولویت‌دار در برنامه‌ریزی‌ها تعیین می‌گردد. برای تهیه جدول برنامه‌ریزی کمی استراتژیک در برنامه‌ریزی‌ها مراحل زیر طی می‌شود:

- ۱- ابتدا عوامل داخلی و خارجی و امتیاز وزنی هریک از آن‌ها به جدول برنامه‌ریزی استراتژیک منتقل شده، سپس کلیه‌ی استراتژی‌های قابل قبول پیشنهاد شده، در ردیف بالای ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک فهرست می‌شوند.
- ۲- برای تعیین جذابیت هر استراتژی در یک مجموعه از استراتژی‌ها، بنا به اهمیت آن در تدوین هر استراتژی امتیازی از ۱ تا ۴ داده می‌شود.
- ۳- برای به‌دست آوردن جمع امتیاز جذابیت<sup>۱</sup> وزن‌های مرحله‌ی اول را در امتیاز جذابیت مرحله دوم ضرب می‌کنیم، بدین ترتیب مجموع امتیاز جذابیت هریک از عوامل هر استراتژی به‌دست می‌آید. جمع امتیازهای جذابیت نشان‌دهنده جذابیت هریک از عوامل در یک مجموعه از استراتژی‌ها است.
- ۴- از جمع امتیازهای جذابیت هر ستون جدول برنامه‌ریزی کمی استراتژیک، امتیاز جذابیت نهایی هریک از استراتژی‌ها به دست می‌آید، که نشان‌دهنده استراتژی‌هایی است که از جذابیت بیشتری برخوردار هستند. امتیاز جذابیت بیشتر، نشان‌دهنده مطلوبیت استراتژی نسبت به سایر استراتژی‌ها است، در نتیجه بهترین استراتژی‌ها را اولویت بندی می‌کند، جدول (۸-۹).

---

۱- Total Attractiveness Scores.

جدول (۹-۸): ماتریس برنامه‌ریزی کمی در برنامه‌ریزی‌ها

استراتژی‌ها								ضریب اهمیت	عوامل داخلی و خارجی	
... و $WT_2, WT_1$		... و $ST_2, ST_1$		... و $SO_2, SO_1$		... و $WO_2, WO_1$				
جمع امتیاز جذابیت	امتیاز جذابیت	جمع امتیاز جذابیت	امتیاز جذابیت	جمع امتیاز جذابیت	امتیاز جذابیت	جمع امتیاز جذابیت	امتیاز جذابیت			
									$S_1$	نقاط قوت (S)
									$S_2$	
									$S_3$	
									...	
									$W_1$	نقاط ضعف (W)
									$W_2$	
									$W_3$	
									...	
									$O_1$	فرصت‌ها (O)
									$O_2$	
									$O_3$	
									...	
									$T_1$	تهدیدات (T)
									$T_2$	
									$T_3$	
									...	
امتیاز	-	امتیاز	-	امتیاز	-	امتیاز	-			امتیاز

### تکنیک دلفی

تکنیک دلفی که در سال ۱۹۶۴ توسط داکلی و هلمر<sup>۱</sup> معرفی شد<sup>۲</sup>. تمرین ارتباط گروهی در میان متخصصانی است که از لحاظ جغرافیایی دور از یکدیگرند. این تکنیک به متخصصان اجازه می‌دهد به طور سیستماتیک مسائل یا وظایف پیچیده را حل نمایند. به عبارت دیگر، تکنیک دلفی یک روش نظام‌مند برای حل مسأله به شکل گروهی است که گروه تشکیل شده از کارشناسان و صاحب نظران رشته‌های گوناگون این افراد با یکدیگر تعامل می‌کنند اما نظر جمع بر روی نظر تک تک افراد تأثیری نخواهد داشت. به بیان دیگر، با استفاده از تکنیک دلفی پدیده‌ی تفکر گروه گرایانه<sup>۳</sup> کمرنگ خواهد شد.

هدف از تکنیک دلفی، جمع‌آوری اطلاعات و نظرات از حضار و کارشناسان به منظور تسهیل فرآیند حل معضل تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی می‌باشد. این کار بدون جمع شدن فیزیکی افراد در کنار هم صورت می‌پذیرد. به جای این کار، اطلاعات از طریق پست، فکس و یا پست الکترونیک منتقل می‌شوند. این تکنیک جهت بهره‌مندی بیشتر از نظرات و ابتکارات کارشناسان و حضار طراحی شده است. و همچنین گره‌گشای فعل و انفعالات درون گروهی نیز می‌باشد. همچنین بر تقویت توان گروه برای حل مسأله و کاهش نقاط ضعف گروه استوار است.

اساساً فلسفه تکنیک دلفی این است که افراد در این تکنیک به صورت کلامی و رو در رو درگیر بحث نمی‌کنند، بلکه یک هماهنگ‌کننده به عنوان دبیر گروه، مسئول سازماندهی و هماهنگی امور می‌باشد. هماهنگ‌کننده مسئولیت تهیه پرسشنامه و برقراری ارتباط با جامعه مورد نظر را نیز بر عهده دارد. در واقع تکنیک دلفی نیازمند یک کانال ارتباطی قوی جهت برقراری ارتباط میان شخص هماهنگ‌کننده با هر یک از اعضای جامعه می‌باشد. سپس هریک از افراد به طور جداگانه ایده‌هایشان را به صورت کتبی (حتی می‌تواند بدون ذکر نام باشد) برای دبیر گروه ارسال می‌کنند. سپس دبیر

۱- Dalkey and Helmer.

۲- Kennedy, (2004), p.509.

۳- Group Think.



گروه تمام ایده‌های پیشنهادی را برای تک تک اعضا ارسال و از آن‌ها می‌خواهد که نسبت به ایده‌های پیشنهادی دیگران فکر کنند و اگر ایده‌ی جدیدی هم‌خوان با نظر قبلی و در تکمیل آن به نظرش می‌رسد به آن‌ها اضافه کنند. این عمل چندین بار تکرار می‌شود تا در نهایت اتفاق آرا به دست آید. استفاده از پست در این روش معمول است. ولی فکس و ایمیل می‌توانند زمان کامل شدن تکنیک دلفی را کاهش دهند.

از آنجایی که کاربرد آینده‌نگری و پیش‌بینی در تکنیک دلفی نسبت به سایر کاربردهای آن (تصمیم‌گیری و افزایش آن، قضاوت، تسهیل حل مسأله، تعیین سیاست‌ها، جمع‌آوری گروهی اطلاعات، تعیین اولویت، هدف‌گذاری، نیازسنجی و ...) مقدم‌تر است. بنابراین دلفی را در شاخه‌های اصلی آینده‌نگری دسته‌بندی می‌شود.

گسترش روش دلفی به دنبال رواج فعالیت‌های مرتبط با پیش‌بینی آینده فناوری‌ها که از سال ۱۹۴۴ میلادی آغاز شد، صورت گرفت. در این تاریخ و بنا به سفارش نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا، پروژه‌ای به نام RAND برگرفته از عبارت (Research and Development) در شرکت هواپیماسازی دوگلاس و با هدف پیش‌بینی فناوری‌های آینده با کاربرد نظامی تعریف شد.<sup>۱</sup>

از دیدگاه روش دلفی، قضاوت‌های انسانی به مثابه ورودی‌هایی مشروع و سودمند برای انجام پیش‌بینی‌ها می‌باشند. بعضاً خبرگان و متخصصان منفرد می‌توانند در معرض خطر یک جانبه‌نگری قرار گیرند ضمن اینکه گروه‌های خبره نیز می‌توانند تحت تأثیر تمایلات رهبر گروه، از تجدید نظر بر روی ایده‌های قبلی اکراه داشته باشند. به منظور غلبه بر چنین نارسایی، روش دلفی با مبانی نظری و دستورات عمل‌های روش‌مند در طول دهه‌های پنجاه و شصت میلادی در مؤسسه رند توسعه یافت. عبارت دلفی کنایه از مکانی مقدس در یونان باستان است که در آن‌جا با واسطه‌گری پیشگویان بلند پایه، پیش‌بینی‌ها و سخنان خدایان یونانی اعلام می‌شده است. بنظر می‌رسد استفاده از این نام مورد تأیید بنیان‌گذاران این روش یعنی هلمر و دالکی نبوده است. بنابر اظهارات دالکی در سال ۱۹۶۸، کلمه دلفی به نوعی القای‌کننده وابستگی روش آنان به غیب‌گویی

۱- سرور و همکاران، (۱۳۸۹)، ص ۱۶۹.

بوده و جنبه‌ای اسرار آمیز دارد. حال آنکه آنچه توسط این دو ارائه شده است، روشی است برای بهبود دادن به پیش‌بینی‌ها به کمک استفاده کامل از اطلاعات ناکافی که در اختیار می‌باشد.

بسیاری از نویسندگان نیز مبنای درک‌شان از تکنیک دلفی این تعریف لینستون و توروف بوده است: «یک روش برای ساختاردهی به یک فرایند ارتباطی گروهی است، به طوری که در مسایل و مشکلات پیچیده دخالت کنند و تصمیم بگیرند»<sup>۱</sup> با توجه به اهمیت موضوعات شهری و اثرگذاری نتایج تصمیمات در گروه‌های خاص مورد هدف پروژه‌های شهری و همچنین اهمیت درک نظرات مردم و بهره‌مندی از مشارکت آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها، در فرایند متوالی تکنیک دلفی حضور جدی مردم و نمایندگان منتخب آن‌ها در کلیه راندها ضروری است.

بر خلاف روش‌های تحقیق پایشی، اعتبار روش دلفی به تعداد شرکت‌کنندگان در تحقیق بستگی ندارد بلکه وابسته به اعتبار علمی متخصصان شرکت‌کننده در پژوهش است.<sup>۲</sup> حداقل تعداد اعضای پنل‌ها برای حصول به نتیجه قابل اتکاء بستگی به طراحی پژوهش دارد. بنا بر نظر برکهوف در شرایط آرمانی حتی گروه‌های چهار نفره هم می‌توانند عملکرد مناسبی داشته باشند.<sup>۳</sup>

### اجزاء و عناصر اصلی دلفی

- پرسشنامه دلفی: دلفی یکسری از راندهای پیمایشی یا پرسشنامه‌ای بوده که با پرسشنامه اولیه، پرسشنامه‌های بعدی نیز شکل می‌گیرد.
- سؤالات پرسشنامه: (دربرگیرنده سؤالات متمرکز تا وسیع است) در صورتی که راهنمایی شرکت‌کنندگان نسبت به موضوع خاص هدف باشد، از سؤالات متمرکز و دارای ساختار استفاده می‌شود.

۱- سرور و همکاران، (۱۳۸۹)، ص ۱۷۰.

۲- Dunham, (1998), p.7.

۳- سرور و همکاران، (۱۳۸۹)، ص ۱۷۲.

- متخصصین (خبرگان و پانلیست‌ها): باید چهار ویژگی؛ دانش و تجربه در موضوع، تمایل، زمان کافی برای شرکت، مهارت‌های ارتباطی مؤثر را داشته باشند.
- تکرار یا بازگویی (منظور تکرار یکسری راندها به صورت فرایندی، سیستماتیک و نوشتاری به‌وسیله پرسشنامه و با هدف روشن تا اجماع نظرات است).
- بازخورد کنترل شده (اعضا، فرصت بازنگری نظرات خود و ارزشیابی نظرات دیگران را دارند)
- گمنامی اعضا
  - تسهیل کننده حقیقت‌گویی،
  - فرصت برابر به تمامی اعضا جهت اظهار عقاید بدون فشار روانی و شناسایی به‌وسیله سایر اعضا،
  - گمنامی متخصصین، به آن‌ها اجازه می‌دهد که در نظرات خود تجدید نظر کنند و نظرات خود را با نظرات دیگران مقایسه کنند بدون اینکه تحت تأثیر نظرات دیگران قرار گیرند.
- آنالیز نتایج: (در تکنیک دلفی، اطلاعات کمی و کیفی می‌تواند جمع‌آوری شود و روش‌های آنالیز براساس؛ هدف دلفی، ساختار راندها، نوع سؤالات و تعداد شرکت‌کنندگان تعیین می‌شود).
- زمان: (فعالیت قبل از شروع تکوین سؤال پژوهش و پیش‌آزمون برای مناسب بودن کلمات از قبیل ابهام و عدم وضوح است و انجام پایلوت پروژه، راند اول، دوم و ...)
- تیم و دبیرخانه هماهنگ کننده

### انواع فن دلفی

گابتا و کلارک در سال ۲۰۰۳، فن دلفی را به سه دسته تقسیم‌بندی کرده‌اند:

دلفی کلاسیک (سنتی): این نوع از روش پژوهش دلفی، به وسیله پنج ویژگی؛ گمنامی، تکرار، بازخورد کنترل شده، واکنش گروه آماری و پایداری در واکنش‌ها شناخته می‌شود. در میان کسانی که با تخصص‌های مختلف وارد مباحث ویژه می‌شوند،

مشارکت کنندگان در این نوع تکنیک دلفی، تخصص‌های گوناگونی دارند و نظرات مختلفی را برای دستیابی به ثبات در تصمیم ارائه می‌دهند.

تکنیک دلفی سیاسی: در این تکنیک هدف دستیابی به ثبات در پاسخ‌های متخصصین نیست بلکه تولید آلترنیوهای سیاسی با به‌کارگیری مجادلات ساختار یافته عمومی (کلامی) می‌باشد.

دلفی تصمیم‌گیری: این نوع تکنیک دلفی برای تصمیم‌سازی در خصوص مباحث توسعه اجتماعی به کار گرفته می‌شود. واقعیت ایجاد شده به وسیله یک گروه تصمیم‌ساز، به جای تصمیم‌های موقتی (غیررسمی) اشخاص محدود، به کار گرفته می‌شود. آنچه در این نوع تکنیک دلفی مسلم است، تصمیم‌سازان درگیر مشارکت در حل مشکل هستند؛ آن‌ها بر مبنای موقعیت‌شان در سلسله مراتب تصمیم‌سازی انتخاب شده‌اند و هدف ساختاردهی به این تفکر است که وفاق جمعی می‌تواند نهایتاً به دست آید. مشخصه این نوع تکنیک شبه گمنامی است. (افراد با تخصص‌های مختلف به وسیله ذکر نام شناخته می‌شوند ولی پرسشنامه‌ها در گمنامی پر می‌شوند)<sup>۱</sup>.

بر اساس کاربردهای متنوع دلفی انواع دیگری از دلفی همچون؛ دلفی عددی، دلفی تاریخی، دلفی تعدیل شده و دلفی زمان واقعی را نیز می‌توان نام برد<sup>۲</sup>.

### مزایای بکارگیری تکنیک دلفی

بیشترین مزایای تکنیک دلفی، گمنامی تضمین شده در پاسخ به سؤالات شخصی است که احتمالاً پاسخ‌گویان را تشویق می‌نماید از هر گونه نفوذ و تأثیر دیگران به دور باشند. بنابراین به احتمال زیاد، پاسخ صحیح‌تر به نظر می‌رسد.

از دیگر مزایای استفاده از پرسشنامه دلفی این است که قابلیت اخذ دامنه وسیعی از متغیرهای بین رشته‌ای و وضعیت‌های چند بعدی را ارائه می‌دهد. همچنین گروه‌های نواحی جغرافیایی محروم را در جهت ایجاد فهم پاسخ‌دهندگان که می‌توانند پرسشنامه

۱- Gupta and Clarke, (2003), p.43.

۲- ایمانی جاجرمی، (۱۳۸۷)، ص ۱۷۶.

را در وقت آزاد خود تکمیل کنند توانمند می‌سازد. و این، فشارهای زمانی را کاهش می‌دهد و پاسخ‌دهندگان را به همکاری بیشتر تشویق می‌کند و می‌تواند مسئولیت پاسخ‌دهندگان و اطمینان همکاران را افزایش دهد.

سیندرهال پرن مزایای اولیه تکنیک دلفی را چنین توصیف می‌کند<sup>۱</sup>:

- ایجاد وفاق سریع،
- عدم محدودیت جغرافیایی برای شرکت،
- قابلیت پوشش دادن طیفی وسیع از کارشناسان،
- جلوگیری از غلبه تفکر گروه گرایانه.
- قدرت پیش‌بینی موضوعات تک بعدی پیچیده.

#### شرایط مناسب‌تر به کارگیری تکنیک دلفی

با توجه به گفته‌های پیشین و همچنین در صورت وقوع موارد زیر استفاده از تکنیک دلفی می‌تواند از دیگر فنون کارآمدتر باشد:

- ✓ چنانچه مؤسسات و سازمان‌ها، دارای سیستم‌های اتوماسیون اداری و یا دست کم کارشناسان دارای مهارت کافی در استفاده از اینترنت و رایانه باشند.
- ✓ چنانچه استفاده از نظرات افرادی با بینش و تجربه زیاد در مقایسه با رویکردهای نظری و یا برون‌یابی روندها برای پیش‌بینی آینده از قدرت بیشتری برخوردار باشد.
- ✓ چنانچه موضوع، پیچیده باشد.
- ✓ چنانچه کارشناسان و صاحب‌نظران شرکت‌کننده، از سابقه کافی برای ارتباط‌گیری مؤثر برخوردار نباشند.
- ✓ چنانچه سوابق و تجربیات مورد نیاز تحقیق، طیف گسترده‌ای از سوابق و تجربیات را در بر بگیرد.
- ✓ چنانچه تبادل نظر از طریق برگزاری جلسات و گردهمایی‌ها ممکن نباشد.

۱- Snyder Halpern, (2002), P.36.

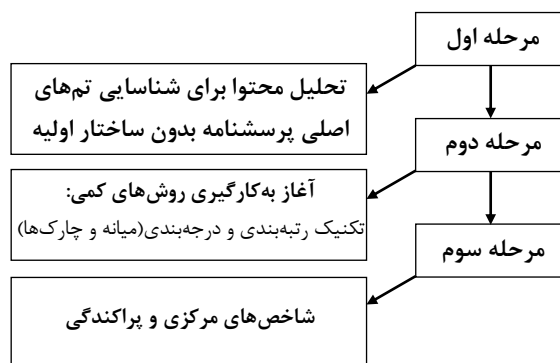
۲- Trend Extrapolations

- ✓ اگر ناسازگاری میان افراد زیاد بوده و یا شرایط سیاسی مطلوبی وجود نداشته باشد.
- ✓ چنانچه می‌خواهید نظر اعضای یک گروه را در مورد شخصی به دست آورید؛ بدون آن که روبرو شدن با آنان، سبب احتمال خطا در قضاوت شود.
- ✓ هنگامی که اعضای یک تیم در یک جا مستقر نباشند.
- ✓ هنگامی که لازم است اعضای یک تیم نسبت به تصمیمی که می‌گیرند و عواقب آن به طور کامل آگاه و مسئول باشند.
- ✓ هنگامی که حضور چهره‌های بالادست و فشار همتایان بر تصمیم‌گیری اثرمی‌گذارد؛
- ✓ جلوگیری از غلبه یافتن تفکر گروه‌گرایانه و سکوت‌گرایی اقلیت.
- ✓ پیش‌بینی یک موضوع تک بعدی مشخص در آینده.
- ✓ هنگامی که یک مسأله از تکنیک‌های تحلیلی دقیق استفاده نکرده اما می‌تواند از تنظیمات اهداف بر مبنای اجتماع بهره‌مند شود.
- ✓ در جایی که متخصصین مربوطه در حوزه‌های مختلف و مشاغل گوناگون مشغول هستند و مستقیماً با یکدیگر در ارتباط نیستند.
- ✓ در جایی که تعداد متخصصان خیلی زیاد است و همچنین زمان، سرمایه و جلسات سازمان‌یافته گروهی محدود است برای ایجاد تعامل مؤثر رودر رو استفاده می‌شود.
- ✓ در جایی که عناصر اجتماعی و قومی بر عوامل تکنیکی و اقتصادی مسلط هستند.

### استخراج نتایج دلفی

در فرایند انجام تکنیک دلفی و در هر یک از راندهای رفت و برگشتی اطلاعات کمی و کیفی از پرسشنامه‌ها و سایر ابزارهای پژوهش جمع‌آوری می‌شوند. روش‌های تحلیل براساس اهداف دلفی، ساختار راندها، نوع سؤالات و تعداد شرکت‌کنندگان تعیین

می‌شود.<sup>۱</sup> آمارهای اصلی استفاده شده در مطالعات دلفی شاخص‌های مرکزی (میانگین، میانه و نما) و شاخص‌های پراکندگی (انحراف معیار و محدوده میان چارکی) است.<sup>۲</sup> در این میان، استفاده از میانه و نما مطلوب‌تر می‌باشد و در بعضی پژوهش‌ها، استفاده از میانه برای پرسشنامه‌های طراحی شده براساس مقیاس لیکرت به شدت توصیه شده است.<sup>۳</sup> استفاده از نما نیز برای گزارش داده‌های دلفی مناسب و توصیه شده است؛ چرا که فرایند دلفی تمایل به نمایش همگرایی یا تقارب داشته که خود یک نقطه یا دو نقطه مناسب است و اصولاً شاید استفاده از میانگین و میانه گمراه‌کننده باشد<sup>۴</sup> شکل (۹-۳).



شکل (۹-۳): روش‌های تحلیل در مراحل مختلف تکنیک دلفی

۱- Powell, (2003), p.378.

۲- Kennedy, (2004), p.510.

۳- Okoli and Pawlowski, (2004), p.18.

۴- ایمانی جاجرمی، (۱۳۸۷)، ص ۱۷۹.

### محدودیت‌های تکنیک دلفی

روش دلفی در معرض انتقاداتی نیز می‌باشد. بیشترین انتقادات از طرف ساکنین<sup>۱</sup> صورت گرفته است، مارتینو<sup>۲</sup> و برخی دیگر دغدغه‌های خود را از روش دلفی، به شرح زیر بیان کرده‌اند<sup>۳</sup>:

- تنزل آینده: از نظر مخاطبان پرسش‌نامه‌ها، آینده (و گذشته) به اهمیت‌تر از آنچه در زمان اکنون می‌گذرد نمی‌باشند، بنابراین ممکن است تمایل به کم اهمیت دانستن وقایع آتی در آنان وجود داشته باشد.
- انگیزه‌های ساده‌انگاری: متخصصان تمایل دارند تا نسبت به وقایع آینده به صورتی مجرد و جدا از سایر تحولات بنگرند. در این شرایط اهمیت ندادن به تأثیر متقابل رویدادهایی که در آینده می‌تواند به وقوع بپیوندد، محتمل است. در این موارد تجزیه و تحلیل آثار متقابل می‌تواند مفید باشد.
- تخصص‌های گمراه‌کننده: اصولاً ممکن است بعضی از صاحبان تخصص، پیش‌بینی کنندگانی قوی نباشند.
- بی‌نظمی در اجرا: مسیرهای مختلفی (نظیر دست کم گرفتن دشواری‌های رایج و ساده‌انگاری در به‌کارگیری این روش) وجود دارند که می‌توانند کار را به انحراف بکشانند و شرکت‌کنندگان را از بذل توجه کافی باز دارند.
- انحراف قالب‌ها: قالب‌بندی پرسش‌نامه ممکن است برای برخی از شرکت‌کنندگان مناسب نباشد.
- دستکاری در نتایج: پاسخ‌ها می‌توانند با امید به این که در دور بعدی منجر به تمایل به سمتی خاص شوند، توسط مجریان دستکاری شوند.

۱- Sackman, (1994).

۲- Martino, (1978).

۵- سرور و همکاران، (۱۳۸۹)، ص ۱۶۹.



## ۲- ارزیابی

### مفهوم ارزیابی

تاکنون تعریف استاندارد و جامعی از «ارزیابی» ارائه نشده است. تعاریف ارائه شده برای ارزیابی، از حیث جامع بودن، روانشناسی‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها متفاوت هستند. در فرهنگ فارسی عمید، واژه ارزیابی به معنی برآورد ارزش و بهای یک شیئی تعریف شده است.<sup>۱</sup>

ارزیابی عبارت از فرآیندی که برای تعیین اولویت‌ها اجرا می‌شود.<sup>۲</sup>

ارزیابی عبارت است از تنظیم معیارهای موفقیت، جمع‌آوری تعدادی نمونه به طور منظم از واحدهای مورد نظر، تبدیل نمونه‌ها به اطلاعات به دست آمده با معیارهای تدوین شده و سرانجام تعیین موفقیت، کارآیی و قبولی پدیده مورد مطالعه.<sup>۳</sup>

ارزیابی عبارت از تعیین تغییرات اتفاق افتاده، به عنوان نتایج برنامه‌های طراحی شده که از طریق مقایسه تغییرات عملی (نتایج) با تغییرات مورد نظر انتظار (اهداف) و تعیین میزان تغییراتی که بر اثر برنامه حاصل آمده است انجام می‌گیرد.<sup>۴</sup>

از بررسی تعاریف فوق می‌توان به این نکته پی برد که بررسی و ارزیابی پروژه‌ها بر کارکرد یا عملکرد و تأثیر پروژه‌ها تأکید می‌کند. کارکرد پروژه بسیاری از فعالیت‌های عادی را در بر می‌گیرد که به طور منظم یا متناوب انجام می‌شوند و برای پیشبرد صحیحی پروژه ضرورت دارند. در ارزیابی مداوم، عوامل محدود کننده یا حمایت کننده بیرونی بر کارکرد و عملکرد پروژه مورد تأیید قرار می‌گیرد. بنابراین، ارزیابی شامل تجزیه و تحلیل مستمر اطلاعات حاصل شده از بررسی‌ها می‌باشد که توسط مدیریت پروژه به منظور امکان تبدیل مجدد سیاست‌ها، اهداف و منابع مؤثر در طول اجرای پروژه انجام

۱- عمید، (۱۳۶۲).

۲- هال و جنکینز، (۱۳۸۲)، ص ۸۶.

۳- مهندسان مشاور شامند، (۱۳۷۹)، ص ۱۸.

۴- قربانی، (۱۳۷۴)، ص ۴.

می‌شود. در بررسی و ارزیابی پروژه میزان رسیدن به هدف‌های از پیش تعیین شده مشخص می‌شود. در صورتی که عواملی مانع رسیدن به آن‌ها باشد، شناسایی و بررسی می‌شوند.<sup>۱</sup>

### مدل‌های ارزیابی

#### روش تجزیه و تحلیل هزینه و سود<sup>۲</sup> (SCBA)

این روش برای ارزیابی و برآورد ارزش خالص برنامه‌ها یا پروژه‌های دولتی به وجود آمده است. روشی برای گزینش یک پروژه از میان پروژه‌های مختلف، با توجه به هزینه و سود است. اندازه‌ای که معمولاً برای ارزیابی پروژه‌ها محاسبه می‌شود، نسبت سود برنامه به نسبت هزینه است  $(B/C)$ .

$(B)$  نسبت اندازه‌گیری سودمندی‌هایی است که پیش‌بینی می‌شود در مدت زمانی از برنامه ایجاد شود و  $(C)$  اندازه‌گیری‌کننده هزینه‌های ناشی از یک برنامه در برهه‌ای از زمان است. یک برنامه، پروژه در طرحی دخالت داده می‌شود در صورتی که سود برنامه‌ها، از هزینه آن بیشتر شود  $(B/C > 1)$ . معمولاً اندازه‌گیری هزینه و سود، با واحد پولی انجام می‌شود، که نشان‌دهنده میزان کمک اقتصادی یک برنامه در راستای کفایت اقتصادی است. در این روش تعیین اولویت‌ها براساس مشاهده رفتارها و عملکردها مشخص می‌شود و هر طرحی که بیشترین سود را در بر داشته باشد به عنوان طرح برتر انتخاب می‌شود. مراحل به کارگیری این روش عبارتند از:<sup>۳</sup>

- ۱- شناخت گزینه‌های موجود.
- ۲- شناخت همه افرادی که تحت تأثیر برنامه قرار می‌گیرند، نوع سودها و هزینه‌هایی که انتظار می‌رود از گزینه‌ها ایجاد شود.
- ۳- تجزیه و تحلیل سودها و هزینه‌ها، برای هر یک اندازه خاص مشخص شود.
- ۴- تبدیل هزینه‌ها و سودها به صورت واحد پولی با توجه به ارزش کنونی.
- ۵- انتخاب گزینه بهینه با توجه به معیارهای از پیش تعیین شده.

۲- قادری، (۱۳۸۳)، صص ۱۳۵-۱۳۴.

۲- Cost-Benefit Analysis.

۱- سیف‌الدینی، (۱۳۸۳)، صص ۱۴۲-۱۳۸.

از مراحل مهم حیاتی در محاسبه سودمندی‌ها و هزینه‌ها، محاسبه نرخ تنزیل و تبدیل همه ارزش‌های پولی به ارزش کنونی آن‌هاست. معمولاً نرخ‌های تنزیلی که استفاده می‌شود، بین ۳ تا ۱۵ درصد نوسان دارد و برای مدت زمانی تا ۵۰ سال یا بیشتر استفاده می‌شود. به کارگیری نرخ مناسب بسیار مهم است، زیرا نسبت  $B/C$  ممکن است صرفاً به دلیل نرخ تنزیل، به میزان پس‌انداز افراد، سیاست‌های دولت در رابطه با رشد اقتصادی، توازن بین سود کنونی و سود نسل‌های آینده بستگی دارد. از نظر عملی نیز اغلب نرخ بهره بلند مدت برای استفاده مناسب است.

برای محاسبه ارزش کنونی سودمندی‌ها و هزینه‌های آینده از نرخ تنزیل و تعداد سال‌هایی که در آینده ارزش پول می‌یابد، استفاده می‌گردد.

۱- اگر سودمندی‌ها و هزینه‌ها برای سال‌های آینده یکنواخت نباشند، از فرمول محاسبه عامل کاهش برای ارزش یک دلار در آینده استفاده می‌گردد<sup>۱</sup>.

$$\text{عامل کاهش برای یک دلار} = \frac{1}{(1+r)^N}$$

در رابطه بالا:

$r$ : برابر است با تعداد سال‌هایی که ارزش دلار باید برای آن کاهش یابد،

$N$ : نرخ تنزیل.

مثلاً محاسبه ارزش کنونی ۲۳۰ هزار دلار سودمندی‌های آینده با نرخ تنزیل ۱۰ درصد در مدت ۵ سال برابر است با:

$$\frac{1}{(1+0.10)^5} = 0.621/0 \text{ عامل کاهش برای یک دلار}$$

مقدار سودمندی  $\times$  عامل (نرخ) کاهش برای واحد پول = ارزش کنونی

$$\text{ارزش کنونی} = 230/000 \times 0.621 = 142830$$

۲- اگر میزان سودمندی‌ها و هزینه‌ها در مدت پروژه یکنواخت و هزینه و سود سالانه یکسان باشد، ارزش کنونی یک دلار برای تعداد سال‌های  $N$  می‌تواند فرمول زیر محاسبه گردد:

$$\text{عامل نرخ کاهش سالانه دلار} = \frac{1 - \left(\frac{1}{1+r}\right)^N}{r}$$

ارزش سالانه دلار  $\times$  عامل نرخ کاهش سالانه = ارزش کنونی

مثال: محاسبه ارزش کنونی ۹۰ هزار دلار هزینه سالانه در مدت ۳۰ سال، با نرخ تنزیل ۱۰ درصد برابر است با:

$$\text{عامل (نرخ) کاهش سالانه دلار} = \frac{1 - \left(\frac{1}{1+0.10}\right)^{30}}{0.10} = 8.514$$

$$\text{ارزش کنونی} = 8.514 \times 90,000 = 766,260$$

### روش تجزیه و تحلیل هزینه و کارایی

این روش، کاربرد اصول تجزیه و تحلیل هزینه و سود برای مقایسه برنامه‌ها از نظر کارایی یا کفایت بوده که در چارچوبی محدود صورت می‌گیرد. کاربرد اصلی این روش، چگونگی اختصاص منابع به یک پروژه یا برنامه در ناحیه‌ای ویژه است.

در روش تجزیه و تحلیل هزینه و کارایی، تجزیه و تحلیل هزینه و سود، در زمینه محدودتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش امکان دخالت دادن و محاسبه اثرات نامحسوس و برونی را مورد توجه قرار می‌دهد. در این حالت، گزینه‌های مختلف طوری مقایسه می‌شوند، که سطح کارایی برنامه ثابت نگه داشته شود. و برنامه‌ها از نظر هزینه مقایسه بشوند، یا این که سطح هزینه ثابت نگه داشته می‌شود و برنامه‌ها از نظر کارایی با هم مقایسه می‌شوند. پس این روش، به ایجاد بیشترین کارایی با کمترین هزینه توجه دارد. در این روش، هزینه‌ها و اثر بخشی گزینه‌های مختلف در ارزیابی برنامه‌هایی با اهداف همسان یا یکسان می‌توانند مقایسه شوند و گزینه‌ای انتخاب می‌شود که بیشترین اثربخشی را برای هر سطح هزینه فراهم می‌آورد و یا کمترین هزینه را برای هر سطح اثربخش فراهم می‌سازد.<sup>۱</sup>

### روش جدول موازنه برنامه‌ریزی (PBSA)<sup>۲</sup>

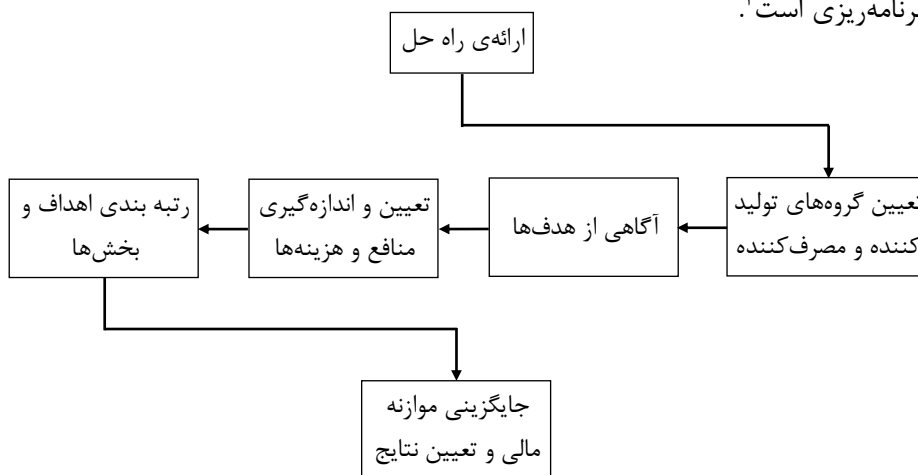
این روش کاربرد خاصی از روش تجزیه و تحلیل هزینه و سود در ارزیابی است. ابتدا در سال ۱۹۵۶ توسط لیچفیلد<sup>۳</sup> در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای به کار گرفته شد. دلایل ابداع این روش ضعف روش (SCBA) در ملحوظ داشتن انصاف و برابری از یک سو و عدم امکان تبدیل تمامی معیارهای کیفی به مقادیر کمی پولی بوده است. در این روش پروژه‌هایی که از نظر مکانی و زمانی به هم مربوط هستند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. در روش جدول موازنه برنامه‌ریزی افرادی که در طرح درگیر هستند، به دو گروه تولیدکنندگان (که مسئول راه‌اندازی طرح و آثار و نتایج حاصل آن می‌باشند) و

۱- سیف‌الدینی، (۱۳۸۳)، صص ۱۶۱-۱۵۹.

۲- The Planning Balance Sheet.

۳- Lichfield.

مصرف‌کنندگان (که نتایج طرح یا پروژه را دریافت می‌دارند) تقسیم می‌شوند. هر بخش تا جایی که امکان دارد به واحد پولی تبدیل می‌شود و در غیر اینصورت، به شکل اثراتی نامحسوس ثبت می‌شوند. سپس اثر طرح‌های مختلف بر روی گروه‌های تحت تأثیر طرح به صورت بخش به بخش مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته و به عنوان هزینه‌ها و منافع طرح در جدول موازنه آورده می‌شود. نمودار زیر بیانگر مراحل ارزیابی در جدول موازنه برنامه‌ریزی است.<sup>۱</sup>



شکل (۹-۴): نمودار مراحل ارزیابی در جدول موازنه برنامه‌ریزی.

منبع: قربانی، (۱۳۷۴)، ص ۱۶.

### روش‌های بررسی اهداف - اقدامات

روش‌های اهداف و اقدامات به طور معمول از یک نگرش اصلی پیروی می‌کنند و آن کوشش برای تعیین میزان دستیابی طرح‌های آلترناتیو به مجموعه‌ای از اهداف یا مقاصد از پیش تعیین شده می‌باشد. کاربرد عناوین اهداف و مقاصد از نظر حامیان این روش تا حدودی متفاوت است. اما کاربرد هر دو مبین منظورها و مقصودهایی است که برنامه‌ریزی باید به آنها دست یابد. پیشرفت طرح به سمت رسیدن به اهداف یا مقاصد

۱- قربانی، (۱۳۷۴)، ص ۱۶.

مشخص و یا حرکت آنها در خلاف جهت اهداف و مقاصد به ترتیب معرف مزایا و معایب طرح‌های آلترناتیو می‌باشد. این روش دارای چهار ویژگی اصلی به شرح زیر می‌باشد:

الف) اهداف یا مقاصد همیشه قبل از مرحله تهیه طرح‌های آلترناتیو و نیز بررسی پی‌آمدهای آنها صورت‌بندی می‌شوند. با این که اهداف و مقاصد در ابتدای روند برنامه‌ریزی تعیین می‌شوند، هیچ دلیلی وجود ندارد که در پرتو تجربیات جدید در طول برنامه‌ریزی، نتوانند، تغییر یابند.

ب) مقاصد چند بعدی هستند، یعنی علاوه بر داشتن ویژگی اقتصادی به نحوی طرح شده‌اند که تنها طرح‌های ناساگار از نظر ارائه راه‌حل‌ها مقایسه کنند.

ج) تمام روش‌های اهداف و اقدامات به نحوی طرح شده‌اند که تنها طرح‌های ناسازگار از نظر ارائه راه‌حل‌ها را مقایسه کنند.

د) مقاصدی که در ارزیابی به کار می‌روند، بیش از تحلیل نسبی پی‌آمدهای طرح، کلاً یا بار معینی به آنها اختصاص داده می‌شود که بازتاب اهمیت نسبی‌شان باشد و یا برحسب اهمیت فرضی‌شان درجه‌بندی شوند.

این روش‌ها نسبت به روش‌های دیگر دارای دو امتیاز عمده هستند:

الف) این که هدف‌ها (که منظور اهداف خاص و قابل حصول هستند) حتی‌المقدور به صورت عملیاتی درمی‌آیند. یعنی دستیابی یا عدم دستیابی به آنها قابل اندازه‌گیری است.

ب) به هریک از اهداف وزن عددی داده می‌شود تا اهمیت نسبی هر هدف را برای قشر خاص جامعه مشخص سازد.

روش‌های بررسی اهداف - اقدامات برحسب درجه پیچیدگی انسان و پیشرفت انسان به دو گروه قابل تقسیم هستند، دسته اول آنهایی که رده‌بندی ساده طرح‌ها را از نظر مقاصد مختلف شامل می‌شوند، دسته دوم آنهایی که اقدامات عملکردی را به منظور

۱- لیچفیلد و همکاران، (۱۳۶۵)، صص ۸۸-۸۷.

۲- بحرینی، (۱۳۷۷)، ص ۴۱۷.

سنجش احتمالی دستیابی طرح‌ها به مقاصد شامل می‌شوند، که بعضی از روش‌ها عبارتند از<sup>۱</sup>:

#### ۱- ماتریس ارزیابی کردیتور<sup>۲</sup>

در این روش، تنها به ذکر مقاصد، بدون اهمیت نسبی آنها، اکتفا می‌شود. در طرح کردیتور، کارایی طرح‌های آلترناتیو در رابطه با حصول مقاصد معین و استراتژیک به صورت‌های زیر بیان می‌شود: کارایی کاملاً مثبت، کارایی جزئی یا کم، کارایی کاملاً منفی و یا ظاهراً بدون ربط. در این روش انتساب بهترین گزینه بر مبنای این تقسیم‌بندی انجام می‌شود، وی قاعده و دستوری را جهت استفاده در گزینش پیشنهاد نمی‌کند<sup>۳</sup>.

#### ۲- روش‌های تکمیل شده به وسیله اشلاگر<sup>۴</sup> و هلمز<sup>۵</sup>

در این روش، مقاصد به ترتیب اهمیت دستیابی آنها درجه‌بندی می‌شوند، با این وجود، مقاصد پیش از بررسی بازتاب‌های پیشنهادات درجه‌بندی می‌گردد. او روش خود را « ارزش‌گذاری بر اساس درجه‌بندی<sup>۶</sup>» نامید. در این روش فرض بر این است که راهی وجود دارد که توسط آن می‌توان مقاصد را برحسب درجه مطلوبیت حصول آنها درجه‌بندی کرد، و این بستگی به قابلیت محاسبه « ارزش مورد انتظار» (یا نمره) هر طرح از لحاظ نیل به هریک از مقاصد دارد. اگر نمره‌ای داده شده به هر طرح در رابطه با هریک از مقاصد را در عدد مبین ارزش‌گذاری آن مقصد ضرب کنیم و سپس ضریب

۱- لیچفیلد و همکاران، (۱۳۶۵)، ص ۸۹.

۲- Kreditor.

۳- لیچفیلد و همکاران، (۱۳۶۵)، ص ۸۹.

۴- Schlager.

۵- Holmes.

۶- Rank-Based Expected Value Method.



احتمال اجرا طرح را در مجموع این حاصل ضربها دخالت کنیم « ارزش کل طرح » به دست خواهد آمد. جدول زیر پراکندگی کاربرد این روش را نشان می‌دهد:  
جدول (۹-۹): کاربرد روش ارزش‌گذاری بر اساس درجه‌بندی اشلاگر و هلمز

طرح	مقاصد معین →	A	B	C	V ارزش طرح: مجموع حاصل ضرب‌های نمرات طرح برای هر یک از مقاصد در عدد مبیین ارزش‌گذاری آن مقصد بوده که ضریب احتمال اجرا در آن داده شده است.
	ارزش‌گذاری مقاصد →	۲	۳	۱	
↓	احتمال اجرا →	نمره طرح ↓	نمره طرح ↓	نمره طرح ↓	↓
	۱	$P_1$	۳	۱	۳
۲	$P_2$	۲	۲	۱	$V_2 = P_2(2 \times 2 + 3 \times 2 + 1 \times 1)$
۳	$P_3$	۱	۳	۲	$V_3 = P_3(2 \times 1 + 3 \times 3 + 1 \times 3)$

منبع: لیچفیلد و همکاران، (۱۳۶۵)، ص ۹۰.

### ۳- روش ماتریس کارآیی

این روش، توسط شیمپلر<sup>۲</sup> و گرکو<sup>۳</sup> برای ارزیابی راه‌حل‌های آلترناتیو حمل و نقل پیشنهاد گردید. در روش ماتریس کارآیی، هر یک از مقاصد برحسب سودمندی ارزش‌گذاری عددی می‌شود تا بدین وسیله اهمیت نسبی آنها مشخص شود. سپس ارزش کارآیی آلترناتیوها، در امر رسیدن به هر یک از مقاصد، به نوبت تعیین می‌شود، این امر نیز با بحث مختصری در مورد اصول سنجش صورت می‌گیرد. ارزش عددی یک بالاترین سطح دستیابی ممکنه طرح را به یک مقصد نشان می‌دهد و ارزش صفر عدم دستیابی با دستیابی صفر را می‌رساند. بدین ترتیب ماتریس کارآیی طرح ترسیم می‌شود

۷- لیچفیلد و همکاران، (۱۳۶۵)، صص ۸۹-۹۰.

۲- Schimpeler.

۳- Grecco.

و سودمندی کل که از اجرای یک طرح معین انتظار می‌رود، از طریق مجموع حاصل ضرب‌های نمرات دستیابی‌ها به مقاصد در نمرات سودمندی به دست می‌آید.<sup>۱</sup>

#### ۴- روش ماتریس دستیابی به اهداف<sup>۲</sup>

یکی از مؤثرترین روش‌های ارزیابی روش «ماتریس دستیابی به اهداف» (GAM) است. این روش در سال ۱۹۶۶ توسط موریس هیل مطرح شد. او این روش را برای فائق آمدن بر نقاط ضعف روش‌های موجود ارزیابی، به خصوص در مورد روش‌های SCBA و PBSA ارائه نمود. هیل استدلال می‌کرد که هیچ یک از این روش‌ها خواسته‌های برنامه‌ریزی منطقی را جوابگو نمی‌باشد. او مدعی بود که ارزیابی طرح‌های آلترناتیو باید شامل سنجش قیاسی از میزان دستیابی آنها به اهداف (یا مقاصد) مشخص سیستم تحت برنامه‌ریزی باشد. بدین منظور وی پیشنهاد کرد که اهداف یا مقاصد یک طرح باید به طور صحیح بیان شوند و گزینه‌های مختلف براساس میزان دسترسی به این مقاصد مورد سنجش قرار گیرند.<sup>۳</sup>

بر طبق روش پیشنهادی هیل، ابتدا اهداف و گروه‌ها مشخص شده و بارگذاری می‌شوند، سپس بار یا وزن گروه‌ها در بار اهداف ضرب شده و از مجموع حاصل ضرب آنها اهمیت گزینه‌ها برآورد می‌شود و هر طرحی یا گزینه‌ای که بالاترین امتیاز را کسب نماید به عنوان طرح یا گزینه برتر انتخاب می‌گردد به عبارت دیگر در این روش، قبل از تدوین آلترناتیوها، مجموعه‌ای از آرمان‌ها و مقاصد طرح صورت‌بندی شده، آنگاه مقاصد به صورت عمومی و اجرایی تشریح می‌گردند تا بدین وسیله سنجش میزان دستیابی طرح‌ها به مقاصد تعیین شده که معمولاً توسط مجموعه‌ای از ارزش‌های عددی نشان داده می‌شوند، ممکن گردد. سطوح دستیابی طرح به هریک از مقاصد به نوبت تخمین زده شده و بعد توسط ارزش‌های عددی بارگذاری می‌شوند تا سطح کل دستیابی طرح به مقاصد در یک شاخص معین به دست آید. در نهایت ارزش شاخص مذکور با

۳- لیچفیلد و همکاران، (۱۳۶۵)، صص ۸۹-۹۰.

۲- Goals Achievement Mayrix.

۲- لیچفیلد و همکاران، (۱۳۶۵)، صص ۱۲۱-۱۲۰.

ملاحظات عدالت و برابری در توزیع سودها و ضررها تطبیق داده می‌شود، تا مقایسه کامل گردد<sup>۱</sup>. جدول (۹-۱۰) یک نمونه از ماتریس دستیابی به اهداف را نشان می‌دهد.

جدول (۹-۱۰): یک نمونه از ماتریس دستیابی به اهداف (هیل).

شرح هدف ارزش نسبی		$-\alpha$ ۲	$-\beta$ ۳	$\gamma$ ۵	$\delta$ ۴				
چگونگی اثرات وارده		سودمندی‌ها	هزینه‌ها	سودمندی‌ها	هزینه‌ها	سودمندی‌ها	هزینه‌ها		
گروه‌های تحت‌تأثیر	بار نسبی								
گروه a		A	D	E	-	N	Q	R	
گروه b		H		-	R		-	S	T
گروه c		L	-J	-	S	-M	-	V	W
گروه d		-		-T	-		-	-	-
گروه o		-	K		V		P	-	-
		$\Sigma$	$\Sigma$			$\Sigma$	$\Sigma$		

منبع: همان منبع، ص ۹۳.

### روش کمینه‌سازی هزینه<sup>۲</sup>

از نقطه نظر تئوری این روش در رابطه با هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه برای از میان برداشتن محدودیت‌های متوالی توسعه شهری در یک دهکده، شهر یا منطقه مطرح شده است. براساس آن شهرها در روند توسعه خود با محدودیت‌های متوالی مواجه می‌شوند که این محدودیت‌ها، آستانه‌های شهری نامیده می‌شود. برای برطرف نمودن این آستانه‌های شهری، نیاز به سرمایه‌گذاری زیادی است. با برطرف شدن این محدودیت‌ها، متوسط هزینه‌های توسعه شهری کاهش می‌یابد. در حقیقت در طرح‌های شهری سه مقوله اساسی آستانه‌ای را می‌توان شناسایی کرد:

۳- قربانی، (۱۳۷۴)، صص ۱۸-۱۷.

۲- Cost-Minimization Techniques.

- ۱- آستانه‌های فیزیکی مانند باطلاق‌ها، رودخانه‌ها و شیب‌های تند که گسترش شهر را محدود می‌سازند.
- ۲- آستانه‌های کمی تحمیل شده توسط حداکثر ظرفیت تأسیسات عمومی نظیر شبکه‌های آب و فاضلاب‌ها و خیابان‌ها.
- ۳- آستانه‌های ساختاری که در رابطه با ساخت شهر و ظرفیت فضاهای آن مطرح می‌گردد. روش تحلیلی آستانه‌ای در مشخص نمودن رشد بالقوه و جهات مناسب توسعه شهر و همچنین تنظیم و اولویت‌بندی پروژه‌های عمومی نقش اساسی دارند. از معایب این روش تکیه و تمرکز آن بر روی هزینه‌های سرمایه‌ای اولیه و هزینه‌های راه‌اندازی بعدی و نادیده گرفتن تغییر در هزینه‌ها با استفاده از تکنولوژی در طول زمان و همچنین عدم امکان تشخیص تمامی آستانه‌ها می‌توان اشاره کرد<sup>۱</sup>.

#### روش ماتریسی گولر

یکی از روش‌های ساده و سریع برای ارزیابی طرح‌ها و پروژه‌ها، روش ماتریسی گولر است. با استفاده از این روش می‌توان اثرات و پیامدهای آلترناتیوها را در واحدهای طبیعی (پول، زمان، واحدهای فیزیکی) و سایر موارد کمی و کیفی تشریح نمود. هر ردیف ماتریس نمایانگر یک تأثیر و هر ستون نشانگر یک طرح آلترناتیو است. اطلاعات در مورد پیامدها و اثرات هر یک از آلترناتیوها در مقابل آن به صورت عدد یا تصویر نشان داده می‌شوند، همچنین یک ستون تمامی اثرات و پیامدهای یک آلترناتیو را بیان می‌کند. ارزش هر آلترناتیو براساس معیار داده شده، در ردیف آن برآورده می‌شود<sup>۲</sup>.

#### روش ماتریس آلترناتیو - عاقبت برایتمن

در این روش، آلترناتیوها را در یک محور و معیارها و اهداف را در محور دیگری قرار می‌دهند. سپس منافع و معایب هر آلترناتیو را با توجه به معیارهای مربوطه در مقابل آن

۱- زبردست، (۱۳۶۹)، صص ۴-۲.

۲- همان منبع، ص ۵.

نشان می‌دهند. در این روش برخلاف روش ماتریسی گولر عواقب اندازه‌گیری شده به صورت‌های «قبول» یا «رد» و یا نمره‌های عددی تعیین می‌شوند. معیارهای اصلی «باید» با ملاک قبولی یا ردی سنجیده می‌شوند و اگر یک آلترناتیو جوابگوی معیارهای «باید» باشد، نمره «قبولی» و در غیر این صورت «رد» دریافت می‌کند. بعد از این مرحله، تنها آلترناتیوهایی که پذیرفته شده‌اند مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در مرحله بعدی، آلترناتیوهای برتر برای سنجش و دارا بودن معیار خواستن بررسی می‌شوند. این معیارها حداقل در مقیاس ترتیبی قابل اندازه‌گیری هستند<sup>۱</sup>.

---

۱- زبردست، (۱۳۶۹)، صص ۴-۲.



## • فصل دهم

### مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌سازی یکی از مهمترین مشخصه‌های انسانی است و هر فرد در طول شبانه‌روز تصمیم‌های فراوانی اتخاذ می‌کند. برخی از این تصمیم‌ها اهمیت چندانی نداشته و برخی دیگر از اهمیت بالایی برخوردار هستند. هرچه مسئولیت و اختیارات انسان بیشتر باشد تصمیم‌گیری اهمیت بیشتری خواهد داشت. از آنجا که اتخاذ تصمیم صحیح و به موقع می‌تواند تأثیر بسزایی در زندگی انسان‌ها داشته باشد، ضرورت وجود یک تکنیک قوی که بتواند انسان را در این زمینه یاری کنند کاملاً احساس می‌شود.<sup>۱</sup> در چنین شرایطی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری، با توجه به این که در این روش‌ها فرض بر این است که هر یک از معیارها محور یا "بعد" جداگانه‌ای هستند<sup>۲</sup>، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

#### فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۳</sup>

یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک که براساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت ساده و در عین حال جامعی که دارد، مورد استقبال مدیران و کاربران مختلف واقع شده

---

۱- قدسی‌پور، (۱۳۷۹).

۲- توفیق، (۱۳۷۲)، ص ۴۰.

۳- Analytical Hierarchy process (AHP).

است.<sup>۱</sup> در واقع فرایند تحلیل سلسله مراتبی، روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد<sup>۲</sup> و تصمیم‌گیری باید در یک فضای چند بعدی صورت پذیرد، مورد استفاده قرار می‌گیرد<sup>۳</sup> و تاکنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است.<sup>۴</sup> فرایند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل: هدف‌ها، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند. فرایند شناسایی عناصر و ارتباط بین آن‌ها که منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌شود؛ "ساختن سلسله مراتب" نامیده می‌شود. سلسله‌مراتبی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌گیری (گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری) را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کرد.<sup>۵</sup> بنابراین، اولین قدم در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی می‌باشد که در آن اهداف، معیارها، گزینه‌ها و ارتباط بین آنها نشان داده می‌شود. چهار مرحله بعدی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه وزن (ضریب اهمیت) معیارها (و زیرمعیارها در صورت وجود)، محاسبه وزن (ضریب اهمیت) گزینه‌ها، محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها را شامل می‌شود.<sup>۶</sup>

#### مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی

برای توضیح مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی از مثال زیر استفاده خواهد شد. فرض کنید که از سه سایت A، B و C که به عنوان گزینه‌های مورد نظر برای مکان‌یابی مشخص شده‌اند. قرار است سایت مناسب برای اسکان براساس چهار معیار پستی و

۴- قدسی‌پور، (۱۳۷۹).

۱- زبردست، (۱۳۸۰)، ص ۱۳.

۲- توفیق، (۱۳۷۲)، ص ۴۰.

۳- زبردست، (۱۳۷۶)، ص ۱.

۵- Bowen, (1993), p.333.

۵- زبردست، (۱۳۸۰)، ص ۱۵.



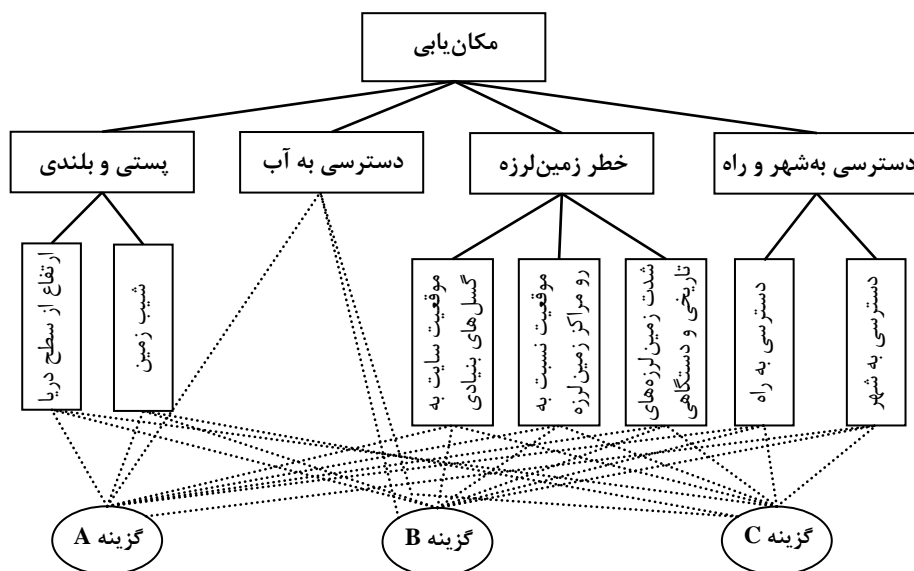
بلندی، دسترسی به آب، خطر زمین‌لرزه و دسترسی به شهر و راه انتخاب شود. معیار پستی و بلندی را دو زیرمعیار ارتفاع از سطح دریا و شیب زمین؛ معیار خطر زمین‌لرزه به سه زیرمعیار موقعیت سایت نسبت به گسل‌های بنیادی، موقعیت نسبت به رو مراکز زمین‌لرزه و و شدت زلزله‌های تاریخی و دستگامی و معیار دسترسی به شهر و راه با دو زیرمعیار دسترسی به شهر و دسترسی به راه تقسیم شده‌اند.

### ۱- ساختن سلسله مراتبی

در اولین اقدام، ساختار سلسله مراتبی مربوط به این موضوع را مشخص می‌کنیم شکل (۱۰-۱). در این شکل، ما با یک سلسله مراتب چهار سطحی شامل: هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها مواجه هستیم. تبدیل موضوع یا مسأله مورد بررسی به یک "ساختار سلسله مراتبی" مهمترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌شود. زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها را به شکلی ساده که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می‌کند. به عبارت دیگر، فرایند تحلیل سلسله مراتبی مسائل پیچیده را از طریق تجزیه آن به عناصر جزئی که به صورت سلسله مراتبی به هم مرتبط بوده و ارتباط هدف اصلی مسأله با پایین‌ترین سطح سلسله مراتبی مشخص است. به شکل ساده‌تری درمی‌آورد.

### ۲- تبیین وزن معیارها و زیرمعیارها:

برای تبیین ضریب اهمیت (وزن) معیارها و زیرمعیارها، دو به دو آنها را به هم مقایسه می‌کنیم. به عنوان مثال، برای هدف این مسأله که مکان‌یابی است، معیار "پستی و بلندی" دارای اهمیت بیشتری می‌باشد یا "دسترسی به منابع آب"؟ مبنای مقایسه در این امر مقایسه‌ای جدول ۹ کمیته ساعتی است جدول (۱۰-۱)، که براساس آن و با توجه به هدف بررسی، شدت برتری معیار A نسبت به معیار B تعیین می‌شود. تمامی معیارها دو به دو با هم مقایسه می‌شوند، چون چهار معیار در این مسأله وجود دارد، بنابراین شش قضاوت باید صورت پذیرد.



پستی و بلندی = D؛ دسترسی به آب = E؛ خطر زمین‌لرزه = F؛ دسترسی به شهر و راه = G؛ ارتفاع از سطح دریا = H؛ شیب زمین = I؛ موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی = J؛ موقعیت نسبت به رو مراکز زمین‌لرزه = K؛ شدت زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی = L؛ دسترسی به راه = M؛ دسترسی به شهر = N

شکل (۱۰-۱): فرایند تحلیل سلسله مراتبی - ساختن سلسله مراتبی مکان‌یابی مورد نظر

منبع: زبردست، (۱۳۸۰)، ص ۱۵.

جدول (۱۰-۱): مقیاس ۹ کمیته ساعتی برای مقایسه دودوئی گزینه‌ها

امتیاز (شدت اهمیت)	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیت A بیشتر از J است.
۵	اهمیت بیشتر	برای تحقق هدف، اهمیت A خیلی بیشتر از J است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	برای تحقق هدف، اهمیت A خیلی بیشتر از J است.
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر A نسبت به J به طور قطعی به اثبات رسیده است.
		هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد.

منبع: توفیق، ۱۳۷۳، ص ۲۴.

مقایسه‌های دو به دو در یک ماتریس  $n \times n$  (در این مثال  $4 \times 4$ ) ثبت شده که این ماتریس را "ماتریس مقایسه دودوئی معیارها"  $A = [a_{ij}]_{n \times n}$  می‌نامند. عناصر این ماتریس همگی مثبت بوده و با توجه به اصل "شروط معکوس" در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (اگر اهمیت  $i$  نسبت به  $j$  برابر  $1/k$  باشد، اهمیت عنصر  $j$  نسبت به  $i$  برابر  $1/k$  خواهد بود).<sup>۱</sup> در هر مقایسه دودوئی، دو مقدار عددی  $a_{ij}$  و  $1/a_{ij}$  را خواهیم داشت. در زیر ماتریس مقایسه دودوئی معیارها برای مسأله مورد نظر ارائه شده است.

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{l}
 ۱. پستی و بلندی \\
 ۲. دسترسی به آب \\
 ۳. خطر زلزله \\
 ۴. دسترسی به شهروراه
 \end{array} \\
 \begin{array}{cccc}
 ۱ & ۲ & ۳ & ۴ \\
 \left[ \begin{array}{cccc}
 ۱ & \frac{۱}{۹} & \frac{۱}{۷} & \frac{۱}{۵} \\
 ۹ & ۱ & ۱ & ۳ \\
 ۷ & ۱ & ۱ & ۳ \\
 ۵ & \frac{۱}{۳} & \frac{۱}{۳} & ۱
 \end{array} \right] = A
 \end{array}
 \end{array}$$

در این ماتریس، مقدار عددی عنصر  $a_{۲۱}$  (ردیف ۲ و ستون ۱) که ۹ می‌باشد؛ نشان می‌دهد که معیار دسترسی به آب در مکان‌یابی در مقایسه با "پستی و بلندی" دارای اهمیت مطلق بوده و با توجه به شرط معکوس، بنابراین مقدار عددی عنصر  $a_{۱۲}$  برابر با  $1/9$  خواهد بود. عناصر قطر این ماتریس، با توجه به اهمیت برابر هر معیار نسبت به خود در دستیابی به هدف، برابر با ۱ است.

برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها، از روش بردار ویژه استفاده می‌شود. اما اگر ماتریس  $A$  دارای ابعاد بزرگتری باشد، محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه، طولانی و وقت‌گیر خواهد بود، مگر اینکه از نرم افزارهای رایانه‌ای برای حل آن کمک گرفته شود. به همین دلیل، ساعتی چهار روش تقریبی؛ مجموع سطری، مجموع ستونی، میانگین حسابی و میانگین هندسی را ارائه کرده است. در اینجا از روش میانگین هندسی به دلیل برخورداری از دقت بیشتر استفاده می‌شود. در این روش برای محاسبه ضریب

۱- قدسی‌پور، (۱۳۷۹)، ص ۶.

اهمیت معیارها، ابتدا میاگین هندسی ردیف‌های ماتریس  $A$  را به دست آورده و آنها را نرمالیزه می‌کنیم:

$$1. \text{ پستی و بلندی} : \left[ (1) \left(\frac{1}{9}\right) \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{5}\right) \right]^{\frac{1}{4}} = 0.2374$$

$$2. \text{ دسترسی به آب} : \left[ (9)(1)(1)(3) \right]^{\frac{1}{4}} = 2.2795$$

$$3. \text{ خطر زلزله} : \left[ (7)(1)(1)(3) \right]^{\frac{1}{4}} = 2.1497$$

$$4. \text{ دسترسی به شهر و راه} : \left[ (5) \left(\frac{1}{3}\right) \left(\frac{1}{3}\right) (1) \right]^{\frac{1}{4}} = \frac{0.1633}{5/52.9}$$

ضریب اهمیت معیارها از نرمالیزه کردن این اعداد، یعنی از تقسیم هر عدد به سر جمع آنها به دست می‌آید.

$$\text{ضریب اهمیت پستی و بلندی} : W_1 = \frac{0.2374}{5/52.9} = 0.043$$

$$\text{ضریب اهمیت دسترسی به آب} : W_2 = 0.4129$$

$$\text{ضریب اهمیت خطر زلزله} : W_3 = 0.3877$$

$$\text{ضریب اهمیت دسترسی به شهر و راه} : W_4 = 0.1564$$

همانطور که مشاهده می‌شود، مجموع ضریب اهمیت معیارهای چهارگانه مزبور (سطح دوم سلسله مراتبی) معادل یک است و این نشان‌دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است.

برای به دست آوردن ضرایب اهمیت زیرمعیارها، همان مراحل که در بالا برای به دست آوردن ضریب اهمیت معیارها طی شده را انجام می‌دهیم. معیار پستی و بلندی از دو زیرمعیار "ارتفاع از سطح دریا" و "شیب زمین" تشکیل یافته است. بنابراین، ماتریس مقایسه دودویی معیارها را برای این دو زیرمعیار، براساس همان جدول ۹ کمیته ساعتی تشکیل می‌دهیم.

$$\begin{array}{l} \text{H} \quad \text{I} \\ \text{H=پستی و بلندی} \\ \text{I=دسترسی به آب} \end{array} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{5} \\ 5 & 1 \end{bmatrix} = A_1$$

ضریب اهمیت این دو زیرمعیار، با استفاده از روش میانگین‌هندسی به دست می‌آید.

$$\text{ضریب ارتفاع از سطح دریا} : W_H = 0/167$$

$$\text{ضریب اهمیت شیب زمین} : W_I = 0/833$$

به همیت ترتیب، ضرایب اهمیت زیرمعیارهای دو معیار دیگر یعنی زلزله و دسترسی به شهر و راه را به دست می‌آوریم. مقایسه دودوئی معیارها برای زیرمعیارهای موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادین، موقعیت نسبت به رو مراکز زمین‌لرزه  $A_2$  و همین مقایسه برای زیرمعیارهای دسترسی به شهر و دسترسی به راه به وسیله ماتریس  $A_3$  نشان داده شده است.

$$\begin{array}{l} \text{J} \quad \text{K} \quad \text{L} \\ \text{J:موقعیت گسل نسبت به گسل‌های بنیادین} \\ \text{K:موقعیت نسبت به رو مراکز زمین‌لرزه} \\ \text{L:شدت زلزله‌های تاریخی و دستگامی} \end{array} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} = A_4$$

$$\text{ضریب اهمیت موقعیت گسل نسبت به گسل‌های بنیادین} : W_J = 0/327$$

$$\text{ضریب اهمیت موقعیت نسبت به رو مراکز زمین‌لرزه} : W_K = 0/413$$

$$\text{ضریب اهمیت شدت زلزله‌های تاریخی و دستگامی} : W_L = 0/260$$

$$\begin{array}{l} \text{M} \quad \text{N} \\ \text{M:دسترسی به راه} \\ \text{N:دسترسی به شهر} \end{array} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{7} \\ 7 & 1 \end{bmatrix} = A_5$$

ضریب ارتفاع از سطح :  $W_M = 0/125$

دریا

ضریب اهمیت شیب :  $W_N = 0/875$

زمین

### ۳- تعیین ضریب اهمیت گزینه‌ها:

بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، ضریب اهمیت گزینه‌ها را باید تعیین کرد. در این مرحله، ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها و اگر معیاری زیرمعیار نداشته باشد (مثل دسترسی به آب) مستقیماً با خود آن معیار، مورد قضاوت و داوری قرار می‌گیرد. مبنای این قضاوت همان مقیاس ۹ کمیته ساعتی است. با این تفاوت که در مقایسه گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها (یا معیارها)، بحث کدام گزینه ارجح‌تر است؟ و چقدر مطرح می‌باشد.

فرایند به‌دست آوردن وزن (ضریب اهمیت) گزینه‌ها نسبت به هر یک از زیرمعیارها شبیه تعیین ضریب اهمیت معیارها نسبت به هدف است. در هر دو حالت، قضاوت‌ها ر مبنای مقایسه دودوئی معیارها یا گزینه‌ها و براساس مقیاس ۹ کمیته ساعتی صورت می‌گیرد و نتیجه در ماتریس مقایسه دودوئی معیارها یا گزینه‌ها ثبت شده و از طریق نرمالیزه کردن میانگین هندسی ردیف‌های این ماتریس‌ها، ضرایب اهمیت مود نظر به‌دست می‌آید. با این حال، باید به یک تفاوت عمده در این مقایسه‌ها اشاره شود. مقایسه گزینه‌های مختلف نسبت به زیرمعیارها و یا معیارها (اگر معیاری زیرمعیاری نداشته باشد) صورت می‌پذیرد. در صورتی که مقایسه معیارها با یکدیگر نسبت به هدف مطالعه صورت می‌پذیرد.

جدول (۱۰-۲): مقیاس ۹ کمیته ساعتی برای مقایسه دودوئی گزینه‌ها

تعریف	امتیاز (شدت ارجحیت)
ترجیح یکسان (Equally Preferred)	۱
کمی مرجح (Moderately Preferred)	۳
ترجیح بیشتر (Strongly Preferred)	۵

ترجیح خیلی بیشتر (Very Strongly Preferred)	۷
کاملاً مرجح (Extremely Preferred)	۹
ترجیحات بینابین (وقتی حالت‌های میانه وجود دارد)	۸، ۶، ۴، ۲

منبع: زیردست، (۱۳۸۰)، ص ۱۷.

در جدول (۲-۱۰) که بیشتر به ماتریس ارزیابی معروف است، ارزش هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با زیرمعیارها و معیار دسترسی به آب (که زیرمعیار ندارد) ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، زیرمعیارها هم کمی هستند و هم کیفی، و این نشان‌دهنده مزیت نسبی دیگر تحلیل سلسله مراتبی است که با ترکیبی از معیارهای کمی و کیفی سر و کار دارد.

جدول (۳-۱۰): ماتریس ارزیابی برای مکان‌یابی مورد نظر

گزینه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	شیب زمین (درصد)	دسترسی به آب	موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	موقعیت نسبت به رومراکز زمین‌لرزه	شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی	دسترسی به راه	دسترسی به شهر
A	۵۶۹	۵	دسترسی خوب	مناسب	نامناسب	کم	دسترسی نسبتاً خوب	دسترسی نسبتاً خوب
B	۹۲۰	۱۰	دسترسی نسبتاً خوب	نامناسب	نسبتاً نامناسب	متوسط	دسترسی کم	دسترسی کم
C	۶۱۰۰	۳	دسترسی بسیار کم	نامناسب	مناسب	متوسط	دسترسی نسبتاً کم	دسترسی نسبتاً کم

در ادامه ماتریس مقایسه دودوئی گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از معیارها و نیز زیرمعیارها و نیز معیار دسترسی به آب ارائه شده است.

$$\begin{array}{ccc}
 A & B & C \\
 A \begin{bmatrix} 1 & 3 & 8 \\ 1/3 & 1 & 4 \\ 1/8 & 1/4 & 1 \end{bmatrix} & A \begin{bmatrix} 1 & 6 & 1/4 \\ 1/6 & 1 & 1/7 \\ 4 & 7 & 1 \end{bmatrix} & A \begin{bmatrix} 1 & 5 & 8 \\ 1/5 & 1 & 4 \\ 1/8 & 1/4 & 1 \end{bmatrix} \\
 \text{ارتفاع از سطح دریا} & \text{شیب زمین} & \text{دسترسی به آب}
 \end{array}$$

A B C	A B C	A B C
$A \begin{bmatrix} 1 & 8 & 8 \\ 1/8 & 1 & 1 \\ 1/8 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$A \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5 \\ 1/5 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$A \begin{bmatrix} 1 & 6 & 4 \\ 1/6 & 1 & 1/3 \\ 1/4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$
موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	دسترسی به راه	دسترسی به شهر

A B C	A B C
$A \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/7 \\ 5 & 1 & 1/5 \\ 7 & 5 & 1 \end{bmatrix}$	$A \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5 \\ 1/5 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

موقعیت نسبت به رو مراکز زمین‌لرزه

شدت زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی

ضریب اهمیت گزینه‌ها در ارتباط با زیرمعیارها، از طریق نرمالیزه کردن میانگین

هندسی ردیف‌های ماتریس‌های مقایسه دودوئی تعیین می‌شود.

#### ۴- تعیین امتیاز نهایی (اولویت) گزینه‌ها:

تا این مرحله، ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در ارتباط با هدف مطالعه و نیز ضرایب اهمیت (امتیاز) گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از معیارها و نیز زیرمعیار "دسترسی به آب" تعیین شده است. در این مرحله، از تلفیق ضرایب اهمیت مزبور، "امتیاز نهایی" هر یک از گزینه‌ها تعیین خواهد شد. برای این کار از "اصل ترکیب سلسله مراتبی" ساعتی که منجر به یک "بردار اولویت" با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می‌شود، استفاده خواهد شد.

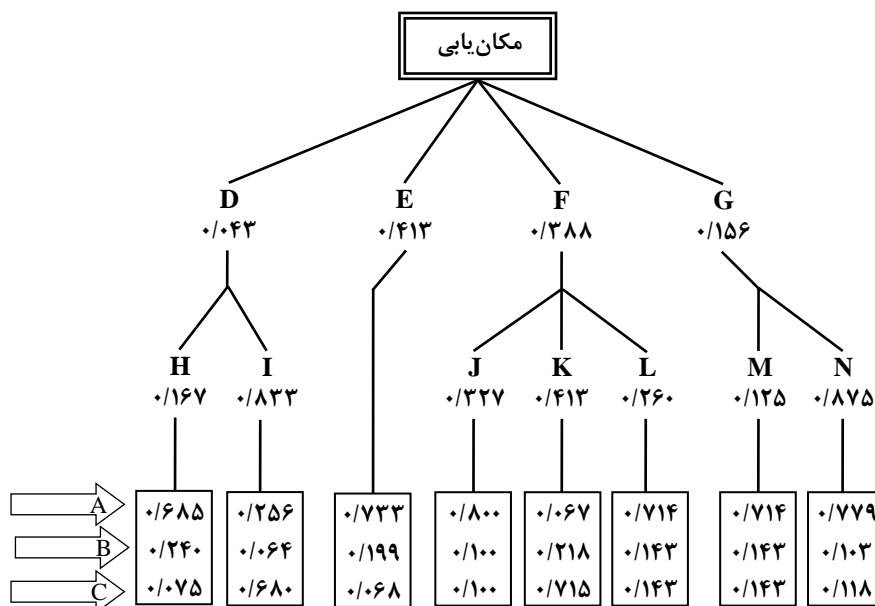
$$\text{امتیاز نهایی (اولویت) گزینه } j = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m W_k W_i (g_{ij}) \quad (1-10)$$

که در آن:

 $W_k$ : ضریب اهمیت معیار  $K$ , $W_i$ : ضریب اهمیت زیرمعیار  $i$ .



g: امتیاز گزینه J در ارتباط با زیرمعیار i.  
 ضرایب اهمیت معیارها، زیرمعیارها و امتیاز گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها در شکل (۲-۱۰) ارائه شده است.



شکل (۲-۱۰): ضرایب اهمیت معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در ساختار سلسله مراتبی

نحوه تعیین امتیاز نهایی گزینه‌ها، براساس اصل ترکیب سلسله مراتبی و با استفاده از ضرایب اهمیت ارائه شده در شکل (۲-۱۰) در جدول (۴-۱۰) ارائه شده است. امتیازات نهایی گزینه‌ها نشان می‌دهد که گزینه A (سایت A) برای اهداف مکان‌یابی بهترین گزینه و گزینه‌های C و B به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

جدول (۴-۱۰): تعیین امتیاز نهایی گزینه‌ها

گزینه	D پستی و بلندی		دسترسی به آب E	F خطر زمین لرزه			G دسترسی به شهر و راه		امتیاز نهایی
	H ارتفاع از سطح دریا	I شیب زمین		موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی J	موقعیت نسبت به رومراکز زمین لرزه K	شدت زمین لرزه‌های تاریخی و دستگاهی L	M دسترسی به راه	N دسترسی به شهر	
A	(-0.167)(-0.43)(-0.685)	(-0.833)(-0.43)(-0.256)	(-0.413)(-0.733)	(-0.337)(-0.413)(-0.80)	(-0.337)(-0.388)(-0.67)	(-0.26)(-0.388)(-0.714)	(-0.125)(-0.165)(-0.714)	(-0.875)(-0.165)(-0.779)	-/1225
B	(-0.167)(-0.43)(-0.240)	(-0.833)(-0.43)(-0.64)	(-0.413)(-0.199)	(-0.337)(-0.413)(-0.10)	(-0.337)(-0.388)(-0.218)	(-0.26)(-0.388)(-0.143)	(-0.125)(-0.165)(-0.143)	(-0.875)(-0.165)(-0.104)	-/1652
C	(-0.167)(-0.43)(-0.75)	(-0.833)(-0.43)(-0.680)	(-0.413)(-0.68)	(-0.337)(-0.413)(-0.10)	(-0.337)(-0.388)(-0.714)	(-0.26)(-0.388)(-0.143)	(-0.125)(-0.165)(-0.143)	(-0.875)(-0.165)(-0.18)	-/2136

### ۵- بررسی سازگاری در قضاوت‌ها

یکی از مزیت‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. به عبارت دیگر در تشکیل ماتریس مقایسه دودوئی معیارها (ماتریس A)، چقدر سازگاری در قضاوت‌ها رعایت شده است؟ وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر برآورد می‌شود، احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. یعنی اگر  $A_i$  از  $A_j$  مهمتر باشد و  $A_j$  از  $A_k$  مهمتر، قاعدتاً باید  $A_i$  از  $A_k$  مهمتر باشد. اما علی‌رغم همه کوشش‌ها، رجحان و احساس‌های مردم غالباً ناهماهنگ و نامتعدي است. پس باید سنجش‌های را یافت که میزان ناهماهنگی داوری‌ها را نمایان سازد<sup>۱</sup>.

مکانیزمی که ساعتی برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری (I.R.) است که از تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I.) به شاخص تصادفی بودن (R.I.) حاصل می‌شود. چنانچه مقدار نسبت توافق (CR) از  $0/1$  باشد، نشان‌دهنده این است که سازگاری لازم در قضاوت‌ها رعایت شده و در صورتی که این مقدار از  $0/1$  بیشتر باشد در آن صورت بایستی تجدید نظر در قضاوت‌ها صورت گیرد.

$$I.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2-10)$$

شاخص تصادفی بودن با توجه به تعداد معیارها (n) از (جدول ۱۰-۵) قابل استخراج است.

جدول (۱۰-۵): شاخص تصادفی بودن

۱	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	n
---	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

۵																
۵ ۱/۹	۱/۵۷	۱/۵۶	۱/۴۸	۱/۵۱	۱/۴۹	۱/۴۵	۱/۴۱	۱/۳۲	۱/۳۴	۱/۱۲	۰/۹	۰/۵۸	۰	RI		

منبع: Bowen, (1993), p-346.

در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است. به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم ( $\lambda_{max}$ ) از  $L$  به شرح زیر استفاده می‌شود.

$$L = \frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^n (AW_i / W_i) \right] \quad (3-10)$$

که در آن  $AW_i$  برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه دودوئی معیارها (ماتریس  $A$ ) در بردار  $W_i$  (بردار وزن یا ضریب اهمیت معیارها) به دست می‌آید. بررسی سازگاری قضاوت‌ها در ماتریس‌های مقایسه دودوئی معیارها، حاکی از آن است که سازگاری در قضاوت‌ها رعایت شده است.

بررسی سازگاری در قضاوت‌ها برای تعیین ضرایب اهمیت معیارها:

۱- محاسبه بردار  $AW$ :

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 9 & 1 & 1 & 3 \\ 7 & 1 & 1 & 3 \\ 5 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0/043 \\ 0/4129 \\ 0/3877 \\ 0/1564 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0/1755 \\ 1/6569 \\ 1/5708 \\ 1/6383 \end{bmatrix}$$

۲- محاسبه  $L$ :

$$L = \frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^n (AW_i / W_i) \right]$$

$$L = \frac{1}{4} \left[ \frac{0/1755}{0/043} + \frac{1/6569}{0/4129} + \frac{1/5708}{0/3877} + \frac{1/6383}{0/1564} \right] = 4/0567$$

۳- محاسبه شاخص سازگاری  $CI$ :

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4/0567 - 4}{4 - 1} = 0/189$$

۴- محاسبه ضریب سازگاری  $CR$ :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0/0.189}{0/9} = 0/0.21 < 0/1$$

در مثال حاضر مقدار نسبت توافق برابر ۰/۰۲۱ برآورد شده است، یعنی سازگاری در قضاوت‌ها رعایت شده است.

### روش آنتروپی

یکی از روش‌های وزن‌دهی به شاخص‌ها، روش آنتروپی است. زمانی که داده‌های یک ماتریس مشخص باشد؛ از این طریق می‌توان وزن‌های شاخص‌ها را محاسبه نمود. اساس این روش براین پایه استوار است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است. مراحل استفاده از این روش به شرح ذیل می‌باشد.

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها: این ماتریس را می‌توان در رابطه (۴-۱۰) مشاهده کرد.

$$\begin{array}{c}
 C_1 \quad \quad \quad \quad \quad C_n \\
 \quad \quad \quad \quad \quad C \\
 A_1 \left[ \begin{array}{cccccc} X_{11} & X_{12} & \dots & \dots & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & \dots & \dots & X_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ A_m \left[ \begin{array}{cccccc} X_{m1} & X_{m2} & \dots & \dots & \dots & X_{mn} \end{array} \right.
 \end{array} \right.
 \end{array}
 \quad (4-10)$$

۲- بی‌مقیاس سازی ماتریس داده‌ها: ماتریس داده‌ها از طریق رابطه (۵-۱۰) بی‌مقیاس سازی می‌شود.

$$n_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (5-10)$$

۳- محاسبه آنتروپی: آنتروپی هر یک از شاخص‌ها از طریق رابطه (۶-۱۰) محاسبه می‌گردد.

$$E_j = -K \sum_{i=1}^n [n_{ij} \ln(n_{ij})] \Rightarrow \begin{cases} \forall j=1,2,\dots,n \\ K = \frac{1}{\ln(m)} \end{cases} \quad (6-10)$$

مقدار آنتروپی هریک از شاخص‌ها، مقداری بین صفر و یک است.

$$0 \leq E_j \leq 1 \rightarrow (\forall j=1,2,\dots,n)$$

۴- محاسبه درجه انحراف: انحراف اطلاعات هر یک از شاخص‌ها از مقدار آنتروپی آن شاخص از طریق رابطه (۷-۱۰) محاسبه می‌گردد.

$$d_j = 1 - E_j \quad (7-10)$$

۵- محاسبه وزن هریک از شاخص‌ها: با استفاده از رابطه (۸-۱۰) مقدار اوزان هریک از شاخص‌ها را می‌توان محاسبه نمود.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n d_j} \rightarrow (\forall j=1,2,\dots,n) \quad (8-10)$$

لازم به ذکر است مجموع اوزان به دست آمده برای کلیه شاخص‌های مورد نظر مساوی یک می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^n W_j = 1 \rightarrow (\forall j=1,2,\dots,n)$$

مثال: اگر در یک منطقه، ۵ شهر از طریق ۶ شاخص یک ماتریس داده را تشکیل دهد، اوزان هریک از شاخص‌ها به شرح جدول (۶-۱۰) خواهد بود.

جدول (۶-۱۰): ماتریس تشکیل داده‌ها

	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۳</sub>	C <sub>۴</sub>	C <sub>۵</sub>	C <sub>۶</sub>
A <sub>۱</sub>	۳	۹	۲۰	۱۰	۷	۱
A <sub>۲</sub>	۴	۱۰	۲۴	۱۱	۴	۷
A <sub>۳</sub>	۵	۱۱	۲۷	۸	۳	۳
A <sub>۴</sub>	۶	۱۲	۳۲	۴	۵	۲
A <sub>۵</sub>	۷	۱۵	۵۰	۳	۲	۱

از طریق رابطه (۱۰-۶) ماتریس داده‌ها بی‌مقیاس سازی می‌شود.

جدول (۱۰-۷): ماتریس داده‌ها بی‌مقیاس سازی شده

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
$A_1$	۰/۱۲	۰/۱۵۷۸۹۵	۰/۱۳۰۷۱۹	۰/۲۷۷۷	۰/۳۳۳	۰/۰۷۱۴
$A_2$	۰/۱۶	۰/۱۷۵۴۳۹	۰/۱۵۶۸۶۳	۰/۳۰۵۵۵۶	۰/۱۶۰۴۷۹	۰/۵
$A_3$	۰/۲	۰/۱۹۳۹۸۲	۰/۱۷۶۴۷۱	۰/۲۲۲۲	۰/۱۴۲۸۵۷	۰/۲۱۴
$A_4$	۰/۲۴	۰/۲۱۰۵۲۶	۰/۲۰۹۱۵	۰/۱۱۱۱	۰/۲۳۸۰۹۵	۰/۱۴۲۸
$A_5$	۰/۲۸	۰/۲۶۳۱۵۸	۰/۳۲۶۷۹۷	۰/۸۳۳۳	۰/۰۹۵۲۳۸	۰/۰۷۱۴

سپس آن‌تروپی، انحراف معیار و وزن‌های هریک از شاخص‌ها از طریق رابطه‌های (۱۰-۶)، (۱۰-۷) و (۱۰-۸) به دست می‌آید.

جدول (۱۰-۸): آن‌تروپی، انحراف معیار و وزن‌های هریک از شاخص‌ها

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
E	۰/۹۷۴	۰/۹۹۰	۰/۹۶۶	۰/۹۳۴	۰/۹۴۷۹	۰/۸۲۷۴۱
D	۰/۰۲۵	۰/۰۰۹۸	۰/۰۳۳	۰/۰۶۵۷	۰/۰۵۲۰	۰/۱۷۲۵۹
W	۰/۰۷۰۸	۰/۰۲۷۳	۰/۰۹۳۴	۰/۱۸۳	۰/۱۴۴۸	۰/۴۸۰۳

$$WC_1, C_2, \dots, C_6 = 1$$

### مدل تاپسیس<sup>۱</sup>

تاپسیس به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه<sup>۲</sup>، روشی ساده ولی کارآمد در اولویت‌بندی محسوب می‌گردد. این روش در سال ۱۹۹۲ توسط چن و هوانگ<sup>۳</sup> با ارجاع به کتاب هوانگ و یون<sup>۴</sup> در سال ۱۹۸۱ مطرح شده است.<sup>۵</sup>

۱- Topsis.

۲- Mutiple Attribute Decision Making (MCDM).

۳- Chen and Hwang.

۴- Hwang and Yoon.

۵- Serafim Opricovic, (2004), p.445.

تکنیک تاپسیس جزو مدل‌های جبرانی (مدل‌هایی که در مبادله‌ی بین شاخص‌ها مهم است) و از زیرگروه سازشی<sup>۱</sup> (در مدل‌های زیرگروه سازشی، گزینه‌ای ارجح خواهد بود که نزدیک‌ترین گزینه به راه‌حل ایده‌آل است) می‌باشد.<sup>۲</sup>

الگوریتم Topsis همان‌طور که (شکل ۱۰-۳) نشان می‌دهد، یک تصمیم‌گیری چند شاخصه جبرانی بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده‌آل می‌باشد که به نوع تکنیک وزن‌دهی، حساسیت بسیار کمی داشته و پاسخ‌های حاصل از آن، تغییر عمیقی نمی‌کند. در این روش گزینه انتخاب شده، بایستی کوتاهترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد. از محاسن این روش نسبت به سایر تکنیک‌های اولویت‌بندی مکانی، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.<sup>۳</sup>

- معیارهای کمی و کیفی را توأمأ در مبحث مکان‌یابی دخالت می‌دهد.  
- خروجی آن می‌تواند ترتیب اولویت گزینه‌ها را مشخص و این اولویت را به صورت کمی بیان کند.

- تضاد و تطابق بین شاخص‌ها را در نظر بگیرد.

- روش کار، ساده و سرعت آن مناسب است.

- ضرایب وزنی اولیه را پذیر است.

- نتایج حاصل از این مدل کاملاً منطبق با روش‌های تجربی است.

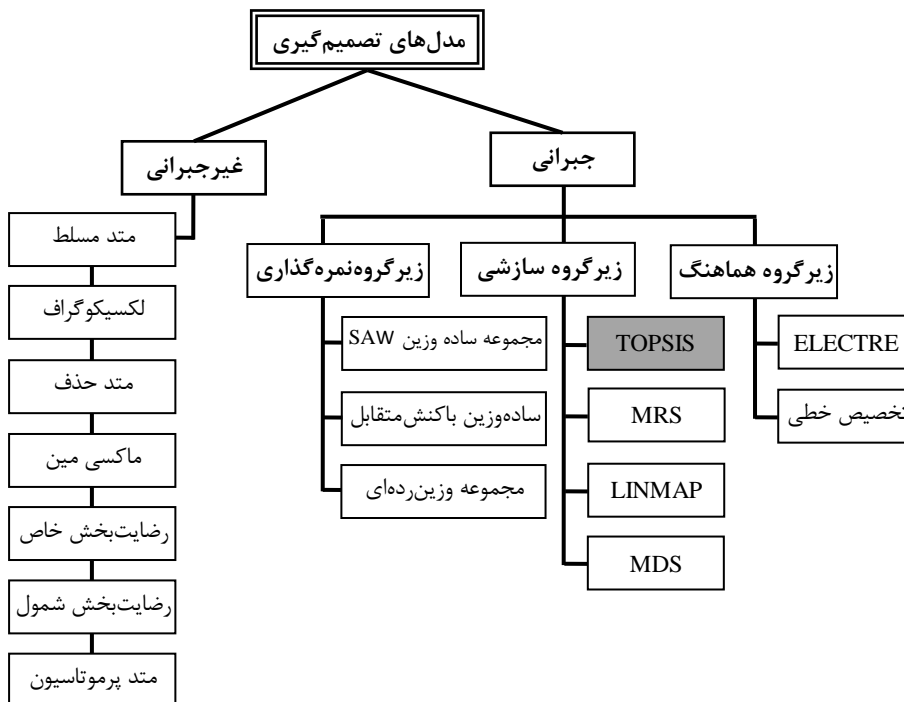
به طور اجمال در روش تاپسیس، ماتریس  $n \times m$  که دارای  $m$  گزینه و  $n$  معیار می‌باشد؛ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این الگوریتم، فرض می‌شود هر شاخص و معیار در ماتریس تصمیم‌گیری، دارای مطلوبیت افزایش و یا کاهش‌ی یکنواختی است. به بیان دیگر، مقادیر بیشتری را که معیارها در این ماتریس کسب می‌کنند چنانچه از نوع سود بود، هرچه مقدار آن بیشتر باشد دارای مطلوبیت بالاتر است و اگر از نوع هزینه باشد، دارای مطلوبیت پایین‌تری می‌باشد. از امتیازات مهم این روش آن است که به‌طور

۱- Compromising-Subgroup.

۲- اصغرپور، (۱۳۸۷)، ص ۲۷۰-۲۱۳.

۳- شایان، (۱۳۸۵)، ص ۳.

همزمان می‌توان از شاخص‌ها و معیارهای عینی و ذهنی استفاده نمود<sup>۱</sup>. با این حال، لازم است در این مدل جهت محاسبات ریاضی، تمامی مقادیر نسبت داده شده به معیارها بایستی از نوع کمی بوده و در صورت کیفی بودن نسبت داده شده به معیارها، بایستی آنها را به مقادیر کمی تبدیل نمود. با این وجود پیشنهاد می‌شود که روش تاپسیس در هنگامی که تعداد شاخص‌ها و اطلاعات در دسترس محدود است، مورد استفاده قرار گیرد<sup>۲</sup>. جهت بهره‌گیری از این تکنیک مراحل زیر به اجرا گذاشته می‌شود<sup>۳</sup>.



شکل (۱۰-۳): انواع مدل‌های تصمیم‌گیری

۱- John, (1988), p.2.

۲- Naumann, (1998), p.8.

۴- اصغرپور، (۱۳۸۷)، ص ۲۷۰-۲۱۳.





$$0 \leq n_{ij} \leq 1 \rightarrow i = 1, 2, \dots, m : j = 1, 2, \dots, n$$

ملاحظه می‌گردد که ماتریس بی‌مقیاس شده را می‌توان به صورت رابطه (۱۰-۱۱) نشان داد.

$$\begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & \dots & n_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \quad (11-10)$$

۴- ماتریس بی‌مقیاس شده موزون: این ماتریس، از طریق ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده در ماتریس وزن هر شاخص، حاصل می‌گردد.

$$\begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & \dots & n_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & w_2 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (12-10)$$

$$= \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & w_2 n_{12} & \dots & \dots & w_n n_{1n} \\ w_1 n_{21} & w_2 n_{22} & \dots & \dots & w_n n_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 n_{m1} & w_2 n_{m2} & \dots & \dots & w_n n_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & \dots & v_{mn} \end{bmatrix}$$

در این ماتریس  $v_{ij} = w_j n_{ij} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m : j = 1, 2, \dots, n$  می‌باشد.

۵- یافتن ایده‌آل‌های مثبت و منفی: در این مرحله، بزرگ‌ترین مقدار هر شاخص به عنوان ایده‌آل مثبت ( $A^+$ ) و کمترین مقدار هر شاخص، به عنوان ایده‌آل منفی ( $A^-$ ) تعیین می‌شود. بیان ریاضی جواب ایده‌آل مثبت و منفی به صورت رابطه‌های (۱۰-۱۳) و (۱۰-۱۴) می‌باشد.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} = \{(\max_i v_{ij} | j \in J^+), (\min_i v_{ij} | j \in J^-) | i = 1, 2, \dots, m\} \quad (13-10)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} = \{(\min_i v_{ij} | j \in J^+), (\max_i v_{ij} | j \in J^-) | i = 1, 2, \dots, m\} \quad (14-10)$$

در این رابطه‌ها  $J^+$  و  $J^-$  به ترتیب معرف مجموعه اندیس، شاخص‌های مثبت و منفی در مسأله تصمیم‌گیری می‌باشند.

۶- محاسبه‌ی اندازه‌ی جدایی: این مرحله به کمک مرحله‌ی پنجم فاصله اقلیدسی هریک از گزینه‌ها، از جواب‌های ایده‌آل مثبت و منفی مربوط به هر شاخص مسأله، محاسبه می‌گردد.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m \quad (15-10)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m \quad (16-10)$$

رابطه (۱۰-۱۵) و (۱۰-۱۶) به ترتیب معرف فاصله شاخص‌ها از جواب‌های ایده‌آل مثبت و منفی برای گزینه نام می‌باشد.

۷- محاسبه‌ی نزدیکی نسبی  $A_i$  به راه‌حل ایده‌آل: این نزدیکی نسبی، به صورت رابطه (۱۰-۱۷) تعریف می‌گردد.

$$CL_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m; 0 \leq CL_i \leq 1 \quad (17-10)$$

باید توجه داشت که جواب حاصل همواره عددی بین صفر و یک خواهد بود.

۸- در مرحله‌ی آخر، هریک از گزینه‌ها، براساس نتایج  $CL_i$  رتبه‌بندی می‌شوند.

مثال: برنامه‌ریزان شهری در نظر دارند ۵ شهر را از طریق ۴ شاخص و با استفاده از مدل تاپسیس با روش وزن‌دهی آنتروپی رتبه‌بندی کنند. در آن صورت خواهیم داشت:

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها:

جدول (۱۰-۹): ماتریس داده‌ها

شاخص‌ها / مناطق	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	۵۰	۳	۷	۱۹
$A_2$	۶۰	۲	۶	۲۰
$A_3$	۷۰	۱	۴	۲۴
$A_4$	۸۰	۴	۵	۳۰
$A_5$	۹۰	۵	۲	۳۲

۲- وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مدل آنتروپی:

جدول (۱۰-۱۰): ماتریس داده‌ها

شاخص‌ها / مناطق	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	۰/۱۴۲۸۵	۰/۲	۰/۲۹۱۶۷	۰/۱۵۲
$A_2$	۰/۱۷۱۴۲	۰/۱۳۳	۰/۲۵	۰/۱۶
$A_3$	۰/۲	۰/۰۶۶۶	۰/۱۶۶۶	۰/۱۹۲
$A_4$	۰/۲۲۸۷۵	۰/۲۶۶۶	۰/۲۰۸۳	۰/۲۴
$A_5$	۰/۲۵۷۱۴	۰/۳۳	۰/۰۸۳	۰/۲۵۶

جدول (۱۰-۱۱): آنتروپی، انحراف معیار و وزن‌های هر یک از شاخص‌ها

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
E	۰/۹۸۷۲	۰/۹۲۵۶	۰/۹۵۵۸۹	۰/۹۸۶۵۲
D	۰/۰۱۲۸	۰/۰۷۴۳	۰/۰۴۴۱۱	۰/۰۱۳۴۸
W	۰/۰۸۸۶	۰/۵۱۳۶	۰/۳۰۴۶۵	۰/۰۹۳۱۱

۳- کمی‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری: این مرحله از طریق رابطه (۱۰-۱۱) محاسبه می‌گردد.

جدول (۱۰-۱۲): کمی‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری

شاخص‌ها مناطق	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	۰/۳۱۳۱۱۲	۰/۴۰۴۵۲	۰/۶۱۳۹۴۱	۰/۳۳۲۷۱۹
$A_2$	۰/۳۷۵۷۳	۰/۲۶۹۶۸	۰/۵۲۶۲۳۵	۰/۳۵۰۲۳۱
$A_3$	۰/۴۳۸۳۵۷	۰/۱۳۴۸۴	۰/۳۵۰۸۲۳	۰/۴۲۰۲۷۷
$A_4$	۰/۵۰۰۹۷۹	۰/۵۳۹۳۶	۰/۴۳۸۵۲۹	۰/۵۲۵۳۴۷
$A_5$	۰/۵۶۳۶	۰/۶۷۴۲	۰/۱۷۵۴۱۲	۰/۵۶۰۳۷

۴- ماتریس اوزان شاخص‌ها: همان مواردی که در جدول (۱۰-۱۲) ملاحظه می‌گردد، درایه‌های روی قطر اصلی ماتریس معرف اوزان شاخص‌ها و در مابقی درایه‌ها صفر قرار داده شده است.

جدول (۱۰-۱۳): ماتریس اوزان شاخص‌ها

$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
۰/۰۸۶۲۳	.	.	.
.	۰/۵۱۳۶۱۵	.	.
.	.	۰/۳۰۴۶۴۸	.
.	.	.	۰/۰۹۳۱۱۳
.	.	.	.

۵- ماتریس بی‌مقیاس شده موزون: از ضرب ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس در ماتریس اوزان شاخص‌ها، ماتریس بی‌مقیاس شده موزون حاصل می‌گردد که می‌توان آن را در جدول (۱۰-۱۴) مشاهده کرد.

جدول (۱۰-۱۴): ماتریس بی‌مقیاس شده موزون

شاخص‌ها مناطق	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	۰/۰۲۷۷۴۹	۰/۲۰۷۷۶۸	۰/۱۸۷۰۳۶	۰/۰۳۰۹۸۱

$A_2$	۰/۰۳۳۲۹۹	۰/۱۳۸۵۱۲	۰/۱۶۰۳۱۶	۰/۰۳۲۶۱۱
$A_3$	۰/۰۳۸۸۴۹	۰/۰۶۹۲۵۶	۰/۱۰۶۸۷۸	۰/۰۳۹۱۳۳
$A_4$	۰/۰۴۴۳۹۹	۰/۲۷۷۰۲۴	۰/۱۳۳۵۹۷	۰/۰۴۸۹۱۷
$A_5$	۰/۰۴۹۹۴۸	۰/۲۴۶۲۷۹	۰/۰۵۳۵۴۳۹	۰/۰۵۲۱۷۸

۶- یافتن جواب‌های ایده‌آل مثبت و منفی برای هر یک از شاخص‌ها:

جدول (۱۰-۱۵): جواب‌های ایده‌آل مثبت و منفی

	$V_1^+$	$V_2^+$	$V_3^+$	$V_4^+$
$A^+$	۰/۰۴۹۹۴۸	۰/۳۴۶۲۷۹	۰/۱۸۷۰۳۶	۰/۰۵۲۱۷۸
	$V_1^-$	$V_2^-$	$V_3^-$	$V_4^-$
$A^-$	۰/۰۲۷۷۴۹	۰/۰۶۹۲۵۶	۰/۰۵۳۴۳۹	۰/۰۳۰۹۸۱

۷- یافتن فواصل منفی و مثبت و تعیین فاصله نسبی برای هر یک از گزینه‌ها

جدول (۱۰-۱۶): فواصل منفی و مثبت

	$Di^+$	$Di^-$
$A_1$	۰/۱۴۱۹	۰/۱۹۳۴۴۱
$A_2$	۰/۲۱۱۰۴	۰/۱۲۷۴۸۶
$A_3$	۰/۲۸۸۸۹	۰/۰۵۵۱۸۵
$A_4$	۰/۰۸۷۷۱	۰/۲۲۴۰۳۵
$A_5$	۰/۱۳۳۵۹۷	۰/۲۷۸۷۱۹

۸- رتبه بندی مناطق: این مرحله از طریق رابطه (۱۰-۱۶) به دست می‌آید.

جدول (۱۰-۱۷): رتبه بندی مناطق

مناطق	میزان تاپسیس	رتبه
$A_1$	۰/۵۷۵۶۳۲	۳

$A_2$	۰/۳۷۶۵۸۲	۴
$A_3$	۰/۱۶۰۳۸۴	۵
$A_4$	۰/۷۱۸۶۴۲	۱
$A_5$	۰/۶۷۵۹۸۴	۲

روش الکت (ELECTRE)<sup>۱</sup>

در این روش به جای رتبه‌بندی گزینه‌ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم «غیر رتبه‌ای»<sup>۲</sup> استفاده می‌شود، بدین صورت که مثلاً  $A_k \rightarrow A_l$  بیانگر آن است که اگرچه گزینه‌های  $K$  و  $l$  هیچ ارجحیتی از نظر ریاضی به یکدیگر ندارند، اما  $DM$  و آنالیست ریسک بهتر بودن  $A_k$  را بر  $A_l$  می‌پذیرند.

در این روش کلیه گزینه‌ها با استفاده از مقایسات غیررتبه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه‌های غیرمؤثر حذف می‌شوند.

مقایسات زوجی بر اساس درجه توافق از اوزان  $(W_j)$  و درجه اختلاف از مقادیر ارزیابی‌های موزون  $(V_{ij})$  استوار بوده و توأمأً برای ارزیابی گزینه‌ها مورد آزمون قرار می‌گیرند.

کلیه این مراحل برمبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ پایه‌ریزی می‌شوند که روش بدین لحاظ معروف به آنالیز هماهنگی هم می‌باشد.<sup>۳</sup>

به منظور به‌کارگیری روش الکت برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های موجود، باید مراحل زیر را به ترتیب طی نمود:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: این ماتریس از  $n$  شاخص و  $m$  مکان تشکیل شده است.

۱- Elimination et choice Transling reality

۲- Outranking

۱- اصغرپور، (۱۳۸۷)، صص ۲۹۳-۲۸۶.

در این ماتریس  $C_j \rightarrow j = 1, 2, \dots, n$  معرف شاخص‌ها و  $A_i \rightarrow i = 1, 2, \dots, m$  معرف منطبق است.  $X_{ij} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m$  و  $j = 1, 2, \dots, n$  نشان‌دهنده ارزش گزینه نام نسبت به شاخص نام می‌باشد. تشکیل ماتریس داده‌ها را در رابطه (۱۰-۱۸) می‌توان مشاهده کرد.

$$\begin{matrix}
 & C_1 & C_2 & \dots & \dots & C_n \\
 A_1 & \left[ \begin{array}{cccc} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{array} \right. \\
 A_2 & & & & & \\
 \dots & & & & & \\
 \dots & & & & & \\
 A_m & & & & & 
 \end{matrix} \quad (18-10)$$

۲- وزن‌دهی به شاخص‌ها: وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق روش آنتروپی صورت می‌گیرد که فرایند انجام این روش در مبحث قبلی توضیح داده شده است.

۳- بی‌مقیاس سازی ماتریس داده‌ها: ماتریس داده‌ها از طریق رابطه (۱۰-۱۹) بی‌مقیاس سازی می‌شود.

$$n_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (19-10)$$

رابطه (۱۰-۱۹) تحت عنوان بی‌مقیاس سازی نرم مشهور است. باید توجه داشت که تمامی درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس شده، باید اعدادی بین صفر و یک باشند، به عبارت ساده‌تر:

$$0 \leq n_{ij} \leq 1 \rightarrow i = 1, 2, \dots, m : j = 1, 2, \dots, n$$

ملاحظه می‌گردد که ماتریس بی‌مقیاس شده را می‌توان به صورت رابطه (۱۰-۲۰) نشان داد.



$$\begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \quad (20-10)$$

۴- ماتریس بی‌مقیاس شده موزون: این ماتریس، از طریق ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده در ماتریس وزن هر شاخص، حاصل می‌گردد.

$$\begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & w_2 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (21-10)$$

$$= \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & w_2 n_{12} & \dots & w_n n_{1n} \\ w_1 n_{21} & w_2 n_{22} & \dots & w_n n_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 n_{m1} & w_2 n_{m2} & \dots & w_n n_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix}$$

در این ماتریس  $v_{ij} = w_j n_{ij} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$  می‌باشد.

۵- مشخص نمودن مجموعه هماهنگی و مجموعه ناهماهنگی برای هر زوج از گزینه‌های:  $k, 1 = 1, 2, \dots, m; 1 \neq k$ . مجموعه شاخص‌های موجود  $J = \{j | j = 1, 2, \dots, n\}$ . را به دو زیرمجموعه متمایز هماهنگ  $(S_{k1})$  و ناهماهنگ  $(D_{k1})$  تقسیم می‌نماییم.

مجموعه هماهنگ ( $S_{k_1}$ ) از گزینه‌های  $A_k$  و  $A_1$  مشتمل بر کلیه شاخص‌هایی خواهد بود که  $A_k$  بر  $A_1$  به ازای آنها ترجیح داده می‌شود، یعنی خواهیم داشت:

$$S_{k_1} = \{j | x_{kj} \geq x_{1j}\} \quad (22-10)$$

( $x_{ij}$  با مطلوبیت افزایشی مفروض است).

و برعکس زیرمجموعه مکمل به نام مجموعه ناهماهنگ ( $D_{k_1}$ ) مجموعه‌ای از شاخص‌ها است که به ازای آنها داشته باشیم:

$$D_{k_1} = \{j | x_{kj} < x_{1j}\} = J - S_{k_1} \quad (23-10)$$

۶- محاسبه ماتریس هماهنگی: ارزش ممکن از مجموعه هماهنگی ( $S_{k_1}$ ) به وسیله اوزان موجود از شاخص‌های هماهنگ در آن مجموعه اندازه‌گیری می‌شود. یعنی معیار هماهنگی برابر با مجموع اوزان ( $W_j$ ) از شاخص‌هایی است که مجموعه  $S_{k_1}$  را تشکیل می‌دهند، بدین صورت معیار ( $I_{k_1}$ ) هماهنگی بین  $A_k$  و  $A_1$  بدین قرار است:

$$I_{k_1} = \sum_{j \in S_{k_1}} w_j; \sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (24-10)$$

معیار هماهنگی ( $I_{k_1}$ ) منعکس‌کننده اهمیت نسبی از  $A_k$  در رابطه با  $A_1$  است. به طوری که  $0 \leq I_{k_1} \leq 1$  خواهد بود. ارزش بیشتر از  $I_{k_1}$  بدان مفهوم است که ارجحیت  $A_k$  بر  $A_1$  بیشتر هماهنگ است.

بنابراین ارزش‌های متوالی از معیارهای  $I_{k_1}$  ( $k=1, 2, \dots, m, k \neq 1$ ) تشکیل ماتریس نامتقارن هماهنگی ( $I$ ) را می‌دهند، بدین قرار:

$$I := \begin{bmatrix} - & I_{1,2} & I_{1,3} & \dots & I_{1,m} \\ I_{2,1} & - & I_{2,3} & \dots & I_{2,m} \\ \cdot & \cdot & - & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & - & \cdot \\ I_{m,1} & I_{m,2} & \dots & I_{m(m-1)} & - \end{bmatrix} \quad (25-10)$$

۷- محاسبه ماتریس ناهماهنگی: معیار ناهماهنگی (نظیر به مجموعه  $D_{k_1}$ ) برعکس معیار  $I_{k_1}$  نشان‌دهنده شدت بدتر بودن ارزیابی در رابطه با  $A_1$  می‌باشد. این معیار  $(NI_{k_1})$  با استفاده از عناصر  $V$  (امتیازات موزون شده) به ازای مجموعه ناهماهنگ  $D_{k_1}$  محاسبه می‌گردد، بدین قرار:

$$NI_{k_1} = \frac{\max_{j \in D_{k_1}} |V_{kj} - V_{1j}|}{\max_{j \in J} |V_{kj} - V_{1j}|} \quad (26-10)$$

از این رو ماتریس ناهماهنگی به ازای کلیه مقایسات زوجی از گزینه‌ها عبارت خواهد بود از:

$$NI = \begin{bmatrix} - & NI_{1,2} & \dots & NI_{1,m} \\ NI_{2,1} & - & \dots & NI_{2,m} \\ \dots & \dots & - & \dots \\ NI_{m,1} & - & NI_{m(m-1)} & - \end{bmatrix} \quad (27-10)$$

مورد توجه است که اطلاعات موجود از  $I$  و  $NI$  با یکدیگر اختلاف فاحش داشته و مکمل یکدیگرند، به طوری که ماتریس  $I$  منعکس‌کننده اوزان  $w_j$  از شاخص‌های هماهنگ بوده و ماتریس نامتقارن  $NI$  منعکس‌کننده بیشترین اختلاف نسبی از  $V_{ij} = n_{ij} \times w_j$  به ازای شاخص‌های ناهماهنگ است.

۸- مشخص نمودن ماتریس هماهنگ مؤثر: ارزش‌های  $I_{k_1}$  از ماتریس هماهنگی باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند تا شانس ارجحیت  $A_k$  بر  $A_1$  بهتر مورد قضاوت واقع شود. این شانس در صورتی که  $I_{k_1}$  از یک حداقل آستانه ( $\bar{I}$ ) تجاوز کند نیز بیشتر خواهد شد، بدان معنی که باید:

$$I_{k_1} \geq \bar{I} \quad (28-10)$$

$\bar{I}$  (دلخواه) را مثلاً می‌توان به صورت متوسط از معیارهای هماهنگی به دست آورد:

$$\bar{I} = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m I_{k,l} / m(m-1) \quad (29-10)$$

براساس  $\bar{I}$  (حداقل آستانه) سپس یک ماتریس بولین F (با عناصر صفر و یک) تشکیل می‌دهیم، به گونه‌ای که:

$$\begin{aligned} f_{k1} = 1 &\rightarrow I_{k1} \geq \bar{I} \\ f_{k1} = 0 &\rightarrow I_{k1} < \bar{I} \end{aligned} \quad (30-10)$$

آنگاه هر عنصر واحد در ماتریس F (ماتریس هماهنگ مؤثر) نشان‌دهنده یک گزینه مؤثر و مسلط بر دیگری است.

۹- مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ مؤثر: عناصر  $NI_{k,1}$  از ماتریس ناهماهنگ نیز همانند مرحله هشتم باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند. این ارزش آستانه ( $\bar{NI}$ ) را به‌طور مثال می‌توان به طریق زیر محاسبه نمود:

$$\bar{NI} = \sum_{k=1}^m \sum_{1=1}^m NI_{k,1} / m(m-1) \quad (31-10)$$

سپس یک ماتریس بولین G (معروف به ماتریس ناهماهنگ مؤثر) تشکیل می‌دهیم، به‌طوری که:

$$\begin{aligned} g_{k1} = 1 &\rightarrow NI_{k1} \leq \bar{NI} \\ g_{k1} = 0 &\rightarrow NI_{k1} > \bar{NI} \end{aligned} \quad (32-10)$$

عناصر واحد در ماتریس G نیز نشان‌دهنده روابط مسلط در بین گزینه‌ها می‌باشد. ۱۰- مشخص نمودن ماتریس کلی و مؤثر: عناصر مشترک ( $h_{k,1}$ ) به‌گونه زیر از دو ماتریس F و G تشکیل یک ماتریس کلی (H) را برای تصمیم‌گیری می‌دهند:

$$h_{k,1} = f_{k,1} \times g_{k,1} \quad (33-10)$$

۱۱- حذف گزینه‌های کم‌جاذبه: ماتریس کلی H نشان‌دهنده ترتیب ارجحیت‌های نسبی هر یک از گزینه‌ها است، بدان معنی که  $h_{k,1} = 1$  نشان می‌دهد که  $A_k$  بر  $A_1$  هم از نظر معیار هماهنگی و هم از نظر معیار ناهماهنگی ارجح است. لیکن  $A_k$  هنوز ممکن است تحت تسلط گزینه‌های دیگری باشد. بنابراین شرط اینکه  $A_k$  با استفاده از روش "الکتر" یک گزینه مؤثر باشد، عبارت است از:

$$h_{k1} = 1 \rightarrow 1 = 1, 2, \dots, m; k \neq 1 \quad (34-10)$$

برای کلیه  $i = 1, 2, \dots, m; i \neq k; i \neq 1$

آنها  $h_{k_1} = 0 \rightarrow$

وجود این دو شرط توأم امکان نادر باشد. لیکن به سادگی می‌توان گزینه‌های مؤثر را از ماتریس H تشخیص داد، بدین طریق که هر ستونی از H را که حداقل دارای یک عنصر برابر با واحد باشد می‌توان حذف نمود، زیرا آن ستون تحت تسلط ردیف یا ردیف‌هایی می‌باشد.

مثال: در اینجا سه منطقه از طریق ۵ شاخص به روش الکر رتبه‌بندی می‌گردد.

(۱) تشکیل ماتریس داده‌ها

جدول (۱۰-۱۸): تشکیل ماتریس داده‌ها

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$A_1$	۳	۵	۹	۲۴۰۰۰	۱
$A_2$	۱/۲	۷	۵	۲۵۰۰۰	۳
$A_3$	۱/۵	۹	۳	۳۲۰۰۰	۷

(۲) تشکیل ماتریس بی‌مقیاس شده از طریق رابطه (۱۰-۱۹)

جدول (۱۰-۱۹): تشکیل ماتریس بی‌مقیاس شده

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$A_1$	۰/۸۴۲	۰/۴۰۲	۰/۸۳۹	۰/۵۰۹	۰/۱۳
$A_2$	۰/۳۳۷	۰/۵۶۲	۰/۴۶۶	۰/۵۳۰	۰/۳۹۰
$A_3$	۰/۴۲۱	۰/۷۲۳	۰/۲۸۰	۰/۶۷۸	۰/۹۱۱

(۳) وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مدل آنتروپی

جدول (۱۰-۲۰): وزن‌دهی به شاخص‌ها

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
--	-------	-------	-------	-------	-------

$A_1$	۰/۵۲۶	۰/۲۳۸	۰/۵۲۹	۰/۲۹۶	۰/۰۹۰۹
$A_2$	۰/۲۱۰	۰/۳۳۳	۰/۲۹۴	۰/۳۰۸	۰/۲۷۲
$A_3$	۰/۲۶۳	۰/۴۲۸	۰/۱۷۶	۰/۳۹۵	۰/۶۳۶

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
E	۰/۹۲۶	۰/۹۷۴	۰/۹۱۳	۰/۹۹۲	۰/۷۸۳
D	۰/۷۴۱	۰/۰۲۵	۰/۰۸۷۳	۰/۰۰۷۷۱	۰/۲۱۷
W	۰/۱۷۹	۰/۰۶۲	۰/۲۱۱	۰/۰۱۷	۰/۵۳۱

(۴) تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون

جدول (۱۰-۲۱): تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$A_1$	۰/۱۵۱	۰/۰۲۵	۰/۱۷۷	۰/۰۰۹	۰/۰۶۹
$A_2$	۰/۰۶۰	۰/۰۳۵	۰/۰۹۸	۰/۰۰۹	۰/۲۰۷
$A_3$	۰/۰۷۵	۰/۰۴۵	۰/۰۵۹	۰/۰۱۱	۰/۴۸۴

(۵) مشخص نمودن مجموعه هماهنگی  $S_{k,1}$  و مجموعه ناهماهنگی  $D_{k,1}$ .

$$S_{k,1} = S_{A_1, A_2} = S_{1,2} = \{j = 3\}$$

$$D_{k,1} = D_{1,2} = \{1, 2, 4, 5\}$$

$$S_{1,3} = \{3\}$$

$$D_{1,3} = \{1, 2, 4, 5\}$$

$$S_{2,1} = \{1, 2, 4, 5\}$$

$$D_{2,1} = \{3\}$$

$$S_{2,2} = \{1, 3\}$$

$$D_{2,2} = \{2, 4, 5\}$$

$$S_{2,3} = \{1, 2, 4, 5\}$$

$$D_{2,3} = \{3\}$$

$$S_{3,2} = \{2, 4, 5\}$$

$$D_{3,2} = \{1, 3\}$$

(۶) محاسبه ماتریس هماهنگی: با توجه به  $I_{k,1} = \sum_{j \in S_{k,1}} w_j$  و بردار معلوم  $w$  به صورت:

$$W = \{0/179, 0/062, 0/211, 0/017, 0/531\}$$

خواهیم داشت:

$$I = \begin{bmatrix} - & ۰/۲۱۱ & ۰/۲۱۱ \\ ۰/۷۸۹ & - & ۰/۳۹ \\ ۰/۷۸۹ & ۰/۶۱ & - \end{bmatrix}$$

به طور نمونه برای  $I_{r,1}$  با توجه به  $S_{r,1} = \{1,2,4,5\}$  داریم:

$$I_{r,1} = \sum_{j \in S_{r,1}} w_j = w_1 + w_2 + w_4 + w_5 = ۰/۷۸۹$$

(۷) محاسبه ماتریس ناهم‌هنگی: با توجه به جدول (۱۰-۲۱) مثلاً برای معیار

ناهم‌هنگی  $NI_{1,2}$  داریم:

$$NI_{1,2} = \frac{\max_{j \in D_{1,2}} |V_{1j} - V_{2j}|}{\max_{j \in J} |V_{1j} - V_{2j}|} = \frac{\max \{|V_{11} - V_{21}|, |V_{12} - V_{22}|, |V_{14} - V_{24}|, |V_{15} - V_{25}|\}}{\max \{|V_{11} - V_{21}|, |V_{12} - V_{22}|, |V_{13} - V_{23}|, |V_{14} - V_{24}|, |V_{15} - V_{25}|\}} = \frac{\max \{۰/۰۹۱, ۰/۰۱, ۰/۱۳۸\}}{\max \{۰/۰۹۱, ۰/۰۱, ۰/۰۷۹, ۰/۱۳۸\}} = \frac{۰/۱۳۸}{۰/۱۳۸} = ۱$$

$$NI_{1,3} = \frac{\max \{۰/۰۷۶, ۰/۰۲, ۰/۰۰۲, ۰/۴۱۵\}}{\max \{۰/۰۷۶, ۰/۰۲, ۰/۱۱۸, ۰/۰۰۲, ۰/۴۱۵\}} = \frac{۰/۴۱۵}{۰/۴۱۵} = ۱$$

$$NI_{r,3} = \frac{\max \{۰/۰۱, ۰/۰۰۲, ۰/۲۲۷\}}{\max \{۰/۰۱۵, ۰/۰۱, ۰/۰۳۹, ۰/۰۰۲, ۰/۲۲۷\}} = \frac{۰/۲۲۷}{۰/۲۲۷} = ۱$$

$$NI = \begin{bmatrix} - & ۱ & ۱ \\ ۰/۵۷۲ & - & ۱ \\ ۰/۲۸۴ & ۰/۱۴۱ & - \end{bmatrix}$$

(۸) مشخص نمودن ماتریس هم‌هنگ مؤثر، داریم:

$$\bar{I} = \frac{۳}{۶} = ۰/۵$$

و برای ماتریس F خواهیم داشت:

$$NI = \begin{bmatrix} - & \cdot & \cdot \\ ۱ & - & \cdot \\ ۱ & ۱ & - \end{bmatrix}$$

(۹) مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ مؤثر، داریم:

$$NI = \frac{۳/۹۹۷}{۶} = ۰/۶۶۶$$

و برای ماتریس G داریم:

$$G = \begin{bmatrix} - & \cdot & \cdot \\ ۱ & - & \cdot \\ ۱ & ۱ & - \end{bmatrix}$$

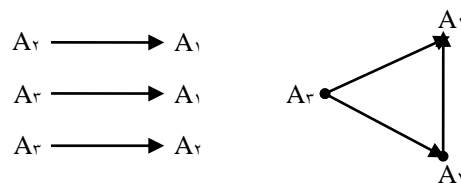
(۱۰) مشخص نمودن ماتریس کلی H، داریم:

$$A_۱ \quad A_۲ \quad A_۳$$

$$H = \begin{bmatrix} A_۱ & \begin{bmatrix} - & \cdot & \cdot \\ ۱ & - & \cdot \\ A_۲ & \begin{bmatrix} ۱ & ۱ & - \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

(۱۱) حذف گزینه‌های کم جاذبه

ملاحظه می‌شود که ستون‌های یکم و دوم از ماتریس H دارای حداقل یک عنصر واحد بوده و بنابراین می‌توان آنها را حذف نمود، بدین معنی که گزینه  $A_۳$  مؤثرترین برای انتخاب است. ضمناً روابط بین گزینه‌ها را از ماتریس H می‌توان به صورت ذیل نشان داد:





---

بدان مفهوم که  $A_3$  در رتبه یکم اهمیت،  $A_2$  در رتبه دوم، و  $A_1$  در رتبه آخر واقع شده‌اند.

## منابع و مأخذ

۱. آسایش، حسین و سید رحیم مشیری، روش‌شناسی و تکنیک‌های تحقیق علمی در علوم انسانی با تأکید بر جغرافیا، انتشارات قومس، تهران، ۱۳۸۱.
۲. آسایش، حسین، استعلاجی، علیرضا، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای (مدل‌ها، روش‌ها و فنون)، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری، ۱۳۸۲.
۳. آسایش، حسین، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، انتشارات دانشگاه پیام‌نور، تهران، ۱۳۷۷.
۴. آسایش، حسین، برنامه‌ریزی روستایی در ایران، انتشارات دانشگاه پیام‌نور، تهران، ۱۳۷۹.
۵. ابراهیم‌زاده، عیسی؛ کاظمی‌زاد، شمس‌اله و محمد اسکندری‌ثانی، برنامه‌ریزی استراتژیک توسعه گردشگری، با تأکید بر گردشگری مذهبی، (مطالعه موردی: شهر قم)، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۱۳۹۰، ۷۶.
۶. ابوالفتحی قمی، ابوالفضل، درآمدی بر شناخت شاخص‌های فقر و نابرابری درآمد، مرکز آمار ایران، تهران، ۱۳۷۱.
۷. اپنهایم، نوربرت، مدل‌های کاربردی در تحلیل مسائل شهری و منطقه‌ای، ترجمه و اضافات منوچهر طیبیان، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۹.

۸. ارجمندنیا، اصغر، تحلیلی از شاخص‌های مسکن در ایران، مجله محیط‌شناسی، شماره ۵، دانشگاه تهران، ۱۳۵۴.
۹. اصغری‌پور، محمدجواد، تصمیم‌گیری‌های چند معیاری، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۷.
۱۰. افراخته، حسن، مدل در جغرافیا، انتشارات جهاد دانشگاهی زاهدان، ۱۳۷۴.
۱۱. افشاری، زهرا و ایمان شیبانی، بررسی اثر فناوری اطلاعات بر نابرابری جنسیتی، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۶، دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
۱۲. افشاری، زهرا، برنامه‌ریزی اقتصادی، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۰.
۱۳. اکبری، نعمت‌اله و مهدی زاهدی کیوان، کاربرد روش‌های رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری چند شاخصه، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران، ۱۳۸۷.
۱۴. امکچی، حمیده، شهرهای میانی و نقش آن‌ها در چارچوب توسعه ملی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران، ۱۳۸۳.
۱۵. امیری، حکمت و مهرداد ژند، برنامه‌ریزی فضایی مسکن، نمونه موردی شهر کرج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۷.
۱۶. ایزارد، والتر، روش‌های تحلیل منطقه‌ای، ترجمه داریوش کاظم‌زاده صمیمی، جلد اول، انتشارات دانشگاه ملی، تهران، ۱۳۵۷.
۱۷. ایمانی جاجرمی، حسین، آشنایی با روش دلفی و کاربرد آن در تصمیم‌گیری، فصلنامه مدیریت شهری، ۱۳۸۷.
۱۸. بحرینی، سیدحسین، فرآیند طراحی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
۱۹. بن دیوید وال آورم، برنامه‌ریزی توسعه نواحی روستایی، اصول، رهیافت‌ها و ابزارهای تجزیه و تحلیل اقتصادی، ترجمه، عباس حکیمی، نشریه سلسله انتشارات روستا و توسعه، شماره ۲۱، مرکز تحقیقات و بررسی مسائل روستایی وزارت جهاد سازندگی، تهران، ۱۳۷۴.

۲۰. بهزادفر مصطفی و زمانیان روزبه، برنامه‌ریزی راهبردی توسعه‌ی گردشگری با تکیه بر بخش محصول، نمونه موردی شهرستان نیشابور، نشریه بین‌المللی علوم مهندسی، جلد ۱۹، شماره ۶، ۱۳۸۷.
۲۱. بهفروز، فاطمه، زمینه‌های غالب در جغرافیای انسانی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.
۲۲. بهفروز، فاطمه، فلسفه روش‌شناسی تحقیق علمی در جغرافیا، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.
۲۳. پاپلی‌یزدی، محمدحسین و حسین رجبی سناجردی، نظریه‌های شهر و پیرامون، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۲.
۲۴. پرودوهم، رمی و چانگ و ونلی، اندازه، پراکنش، سرعت و کارآیی شهرها، ترجمه ایرج اسدی و قادر احمدی، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۷، تهران، ۱۳۸۰.
۲۵. پرهیزگار، اکبر، مدل‌های جاذبه و دسترسی در برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، مجله مدرس، شماره هشتم، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۱۳۷۷.
۲۶. پژوهان، جمشید، بررسی فقر و شرایط اقتصادی خانوارهای استان تهران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی تهران، ۱۳۷۸.
۲۷. پوراحمد، احمد و نبی‌اله سلطانی، تعیین مراکز بهینه توسعه روستایی به منظور ایجاد الگوی سلسله‌مراتبی مطلوب سکونتگاه‌های روستایی در بخش لاله‌جین، همدان، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۲۸. پورمحمدی، محمدرضا، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، سمت، تهران، ۱۳۸۲.
۲۹. پورمحمدی، محمدرضا، برنامه‌ریزی مسکن، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۷۹.
۳۰. پولارد، ا.اچ و همکاران، روش‌های تحلیل جمعیتی، ترجمه ع. آیت‌اللهی و همکاران، مرکز نشر دانشگاهی شیراز، ۱۳۷۶.
۳۱. پیرز، جان، ای و ریچاردی. رابینسون، مدیریت راهبردی (برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل)، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۳.

۳۲. ترابی، تقی، اندازه شاخص‌های فقر و نابرابری توزیع درآمد در ایران طی سال‌های ۷۵-۶۵، مرکز آمار ایران، دفتر حساب‌های اقتصادی، تهران، ۱۳۷۷.
۳۳. تقوایی، مسعود و میرنجف موسوی، نقدی بر شاخص‌های تعیین نخست شهری و ارائه شاخص جدید (با نگاهی بر شاخص‌های نخست شهری در ایران)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال اول، شماره اول، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، ۱۳۸۸.
۳۴. تودارو، مایکل، توسعه اقتصادی در جهان سوم، ترجمه غلامعلی فرجادی و حمید سهرابی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران، ۱۳۶۶.
۳۵. توفیق، فیروز، ارزشیابی چند معیاری در طرح‌ریزی کالبدی، فصلنامه آبادی، شماره ۱۱، ۱۳۷۲.
۳۶. توفیق، فیروز، تحلیل عاملی، تلفیق شاخص‌های منطقه‌ای، مجله آبادی، شماره ۱۰، تهران، ۱۳۷۲.
۳۷. توفیق، فیروز، شبکه شهرها و خدمات، جلد اول، مبانی نظری و ادبیات موجود، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران، ۱۳۷۶.
۳۸. توفیق، فیروز، مجموعه مباحث روش‌های شهرسازی، مسکن، مرکز تحقیقات معماری و شهرسازی ایران، تهران، ۱۳۶۶.
۳۹. تولایی، سیمین، درآمدی بر مبانی جغرافیایی اقتصادی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم، تهران، ۱۳۷۵.
۴۰. جعفری، صمیمی، احمد، اقتصاد بخش عمومی (۲)، انتشارات سمت تهران، ۱۳۷۱.
۴۱. حاتمی‌نژاد، حسین، جغرافیای کمی کنش متقابل حوزه‌های نفوذ شهری، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال یازدهم، شماره ۴۲، مشهد، ۱۳۷۵.
۴۲. حسین‌زاده دلیر، کریم، برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۰.
۴۳. حق‌جو، ناصرالدین، برآورد الگوی نابرابری هزینه و منحنی انگل در مازندران ۱۳۷۳-۱۳۵۱، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مازنداران، نشریه شماره ۱۱۱، ۱۳۷۶.

۴۴. حکمت‌نیا، حسن و موسوی، میرنجف، بررسی تحلیل روند تغییرات سطوح توسعه و نابرابری‌های ناحیه‌ای در استان یزد (۱۳۷۵-۱۳۵۵)، طرح پژوهشی، پیام نور، منطقه ۴، ۱۳۸۳.
۴۵. حکمت‌نیا، حسن و همکاران، بررسی و تحلیل شاخص‌های کمی و کیفی مسکن در شهر تفت و برنامه‌ریزی آتی آن، طرح پژوهشی، دانشگاه پیام نور منطقه ۴، یزد، ۱۳۸۳.
۴۶. حمیدی، ناصر، کاربردهای تحقیق در عملیات در فرآیند شهرسازی، فصلنامه مدیریت شهری، سال چهارم، شماره‌های ۱۶-۱۵، تهران، ۱۳۸۲.
۴۷. دراکاکیس اسمیت، دیوید، شهر جهان سومی، ترجمه فیروز جمالی، نشر توسعه، تهران، ۱۳۷۷.
۴۸. دولفوس، اولیویه، تحلیل جغرافیایی، ترجمه سیروی سهامی، انتشارات نیکا، مشهد، ۱۳۷۳.
۴۹. دیوید فرد آر، مدیریت استراتژیک، ترجمه علی پارسائیان و سید محمد اعرابی، چاپ ششم، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۸۳.
۵۰. راولیون، مارتین، مقایسه فقر، ترجمه حمیدرضا اشرف‌زاده، سلسله انتشارات روستا و توسعه، شماره ۲۶، انتشارات مرکز تحقیقات و بررسی مسائل روستایی وزارت جهاد سازندگی، تهران، ۱۳۷۶.
۵۱. رفیعی، مینو، سنجش توسعه صنعتی مناطق کشور، مرکز تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۷۰.
۵۲. رفیعی، مینو، مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی، جلد اقتصاد، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران، ۱۳۷۱.
۵۳. رفیعی، مینو، مسکن و درآمد در تهران؛ گذشته، حال، آینده، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری، تهران، ۱۳۷۱.
۵۴. رهنمایی، محمدتقی و پروانه شاه‌حسینی، فرآیند برنامه‌ریزی شهری ایران، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۳.

۵۵. زبردست، اسفندیار، ارزیابی روش‌های سلسله مراتب و سطح‌بندی سکونتگاه‌ها در رویکرد عملکردهای شهری در توسعه روستایی، نشریه هنرهای زیبای دانشگاه تهران، شماره ۱۳، تهران، ۱۳۸۲.
۵۶. زبردست، اسفندیار، بررسی تحولات نخست شهری در ایران، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۲۹، دانشگاه تهران، ۱۳۸۶.
۵۷. زبردست، اسفندیار، روش‌های ارزیابی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای (جزوه درسی)، کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
۵۸. زبردست، اسفندیار، کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰، ۱۳۸۰.
۵۹. زنجانی، حبیب‌اله، تحلیل جمعیت‌شناسی، سمت، تهران، ۱۳۷۸.
۶۰. زنگی‌آبادی، علی و میرنجف موسوی، تحلیل فضایی نابرابری‌های جنسیتی و شاخص‌های مربوط به آن در کشورهای خاورمیانه، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، سال سوم، شماره ۷، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، ۱۳۸۸.
۶۱. زیاری، کرامت‌اله و مهدی دهقان، بررسی وضعیت مسکن و برنامه‌ریزی آن در شهر یزد، نشریه صفا، شماره ۳۶، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۸۲.
۶۲. زیاری، کرامت‌اله و میرنجف موسوی، بررسی سلسله مراتب شهری در استان آذربایجان غربی، مجله علوم انسانی دانشگاه اصفهان، شماره ۱۸، ۱۳۸۴.
۶۳. زیاری، کرامت‌اله، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای، انتشارات دانشگاه یزد، ۱۳۷۸.
۶۴. زیاری، کرامت‌اله، بررسی، تحلیل برنامه‌ریزی اشتغال در استان یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۱، مشهد، ۱۳۸۰.
۶۵. زیاری، کرامت‌اله، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات دانشگاه یزد، ۱۳۸۱.
۶۶. زیاری، کرامت‌اله، مکتب‌ها، نظریه‌ها و مدل‌های برنامه و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، انتشارات دانشگاه یزد، ۱۳۸۳.

۶۷. زیدی، مرضیه، تبیین خط فقر و توزیع درآمد در استان آذربایجان غربی (۱۳۷۶-۱۳۵۱)، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی آذربایجان غربی، ارومیه، ۱۳۷۹.
۶۸. سازمان برنامه و بودجه، مطالعات طرح پایه آمایش سرزمین، مرحله اول، تهران، ۱۳۶۴.
۶۹. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان فارس، اوضاع اقتصادی و اجتماعی استان فارس، مسکن، مرکز انفورماتیک و مطالعات توسعه جنوب، نشریه ۱۱-۷۰، ۱۳۷۰.
۷۰. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، سالنامه آماری استان یزد، سال ۱۳۷۵.
۷۱. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، سالنامه آماری کشور، سال ۱۳۶۵.
۷۲. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، سالنامه آماری کشور، سال ۱۳۷۵.
۷۳. سرتیپی‌پور، محسن، شاخص‌های معماری مسکن روستایی در ایران، نشریه هنرهای زیبا دانشگاه تهران، شماره ۲۲، تهران، ۱۳۸۴.
۷۴. سرور، رحیم؛ پریزادی طاهر و حسن حسینی امینی، جایگاه تکنیک دلفی در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری؛ فصلنامه مدیریت شهری، سال دوم، شماره ۴، ۱۳۸۹.
۷۵. سلیمی‌فر، مصطفی، مطالعه روند تغییرات سطوح توسعه صنعتی و توسعه منطقه‌ای در ایران طی دوره ۷۵-۱۳۵۵، مجله تحقیقات اقتصادی دانشگاه تهران، شماره ۶۱، ۱۳۸۱.
۷۶. سلیمی‌فر، مصطفی، ناهمگونی‌های اقتصادی منطقه‌ای در ایران، اطلاعات سیاسی - اقتصادی، شماره‌های ۱۲۲-۱۲۱، تهران، ۱۳۷۶.
۷۷. سیف‌الدینی، فرانک، ارزشیابی طرح و برنامه‌ها، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، تهران، ۱۳۸۳.
۷۸. شایان، علی، کاربرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در انتخاب راهبرد مناسب جهت اجرای پروژه فناوری اطلاعات، سازمان مدیریت صنعتی ایران، ۱۳۸۵.
۷۹. شکوئی، حسین، جغرافیای کاربردی و مکتب‌های جغرافیایی، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۷۷.
۸۰. شکوئی، حسین، دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری، سمت، تهران، ۱۳۷۴.



۸۱. شورت، جان رنه، نظم شهری، درآمدی بر شهرها، فرهنگ و قدرت، ترجمه اسماعیل چاوشی، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، تهران، ۱۳۸۱.
۸۲. شیرانی، حسین، ساماندهی مکان، انتشارات دانش آفرین، تهران، ۱۳۸۲.
۸۳. صباغ کرمانی، مجید، اقتصاد منطقه‌ای (تئوری و مدل‌ها)، سمت، تهران، ۱۳۸۰.
۸۴. صدرالدین، سیدمحمود، برنامه‌ریزی منطقه‌ای و تعیین مکان بهینه، دانشگاه شیراز، ۱۳۶۱.
۸۵. صرافی، مظفر، مبانی برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران، ۱۳۷۹.
۸۶. طالبی، هوشنگ و علی زنگی‌آبادی، تحلیل شاخص‌ها و تعیین عوامل مؤثر در توسعه انسانی شهرهای بزرگ کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۰، مشهد، ۱۳۸۰.
۸۷. طاهرخانی، مهدی، کاربرد تکنیک TOPSIS در اولویت‌بندی مکانی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال ۶، شماره ۳، ۱۳۸۶.
۸۸. طاهری، شهنام، توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، نشر آروین، تهران، ۱۳۷۹.
۸۹. عابدین درکوش، سعید، درآمدی بر اقتصاد شهری، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۸۱.
۹۰. عزیزی، محمد مهدی، تراکم در شهرسازی؛ اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۹۱. عظیمی، ناصر، پویای شهرنشینی و مبانی نظام شهری، نشر نیکا، تهران، ۱۳۸۱.
۹۲. عظیمی، ناصر، طرح‌های کالبدی منطقه‌ای، روش‌شناسی شبکه سکونتگاه‌ها، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران، ۱۳۸۲.
۹۳. عمید، حسن، فرهنگ فارسی عمید، انتشارات امیرکبیر، تهران، ۱۳۶۲.
۹۴. فرید، بداله، جغرافیا و شهرشناسی، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۶۸.

۹۵. فرید، یداله، شناخت‌شناسی و مبانی جغرافیایی انسانی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد اهر، ۱۳۷۹.
۹۶. فرید، یداله، کاربرد جغرافیا در روش تحقیق شهر و روستا، انتشارات دانشگاه تبریز؛ ۱۳۷۲.
۹۷. فنی، زهره، شهرهای کوچک رویکردی در توسعه منطقه‌ای، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران، ۱۳۸۲.
۹۸. فیلد، برایان، و برایان مک گرگور، فنون پیش‌بینی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، ترجمه فاطمه تقی‌زاده، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۶.
۹۹. قادری، زاهد، اصول برنامه‌ریزی توسعه پایدار گردشگری روستایی، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران، ۱۳۸۳.
۱۰۰. قدسی‌پور، سید حسن. مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره؛ فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۹.
۱۰۱. قربانی، رسول، ارزیابی طرح جامع ارومیه، مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری وزارت کشور، نشریه شماره ۳۸، تهران، ۱۳۷۴.
۱۰۲. قره‌نژاد حسن، مقدمه‌ای بر جغرافیای صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان، ۱۳۷۹.
۱۰۳. کازرونی، علیرضا، تحلیلی بر اندازه‌گیری و منشاء فقر و سیاست‌های فقرزدایی در ایران، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، سال دوم، شماره ۴، ۱۳۷۵.
۱۰۴. کاظمی‌پور، شهلا، روش‌های تحلیل جمعیت، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ۱۳۷۶.
۱۰۵. کلانتری، خلیل، برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای، انتشارات خوشبین، تهران، ۱۳۸۰.
۱۰۶. کلانتری، خلیل، پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی - اقتصادی با استفاده از نرم‌افزار SPSS، نشر شریف، تهران، ۱۳۸۲.

۱۰۷. کلانتری، خلیل، نقدی بر متدولوژی سنجش سطح توسعه انسانی، UNDP، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۱، مشهد، ۱۳۸۰.
۱۰۸. کلاوال، پل، جغرافیای نو، ترجمه سیروس سهامی، ناشر مولف، مشهد، ۱۳۷۳.
۱۰۹. کینبر، پال ود. گری آروکلین، کتاب آموزشی SPSS10، ترجمه اکبر فتوحی اردکانی، انتشارات شایگان، تهران، ۱۳۸۱.
۱۱۰. کریم کشته، محمدحسین و غلامرضا زمانیان، بررسی شاخص توسعه انسانی در استان سیستان و بلوچستان (۱۳۶۸-۱۳۷۹)، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۳.
۱۱۱. گایها، آر، طراحی راهبرد کاهش فقر در نواحی روستایی، سلسله انتشارات روستا و توسعه، شماره ۳۲، انتشارات مرکز تحقیقات و بررسی مسائل روستایی جهاد، تهران، ۱۳۷۸.
۱۱۲. گلکار کورش، مناسب‌سازی تکنیک تحلیلی سوات (SWOT) برای کاربرد در طراحی شهری، مجله صفا، سال یازدهم، شماره ۴۱، ۱۳۸۴.
۱۱۳. گلوک، ویلیام اف و لارنس آر. جاچ، سیاست بازرگانی و مدیریت استراتژیک، موسسه انتشارات یادواره کتاب، تهران، ۱۳۸۲.
۱۱۴. گیلبرت، آلن و ژوزف گاگلر، شهرها، فقر و توسعه: شهرنشینی در جهان سوم، ترجمه پرویز کریمی ناصری، انتشارات اداره کل روابط عمومی و بین‌الملل شهرداری تهران، ۱۳۷۵.
۱۱۵. لی، کولین، مدل‌ها در برنامه‌ریزی شهری، مقدمه‌ای بر کاربرد مدل‌های کمی در برنامه‌ریزی، ترجمه مصطفی عباس‌زادگان، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران، ۱۳۶۶.
۱۱۶. لیچفیلد و دیگران، نقش ارزیابی در روند برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای و تکنیک‌های رایج آن، ترجمه زهره فراگزلو، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۵.
۱۱۷. لینچ، کوین، تئوری شکل خوب شهر، ترجمه سیدحسن بحرینی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.

۱۱۸. مرادی مسیحی و آراز، برنامه‌ریزی استراتژیک و کاربرد آن در شهرسازی ایران، انتشارات پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران، ۱۳۸۴.
۱۱۹. مرادی مسیحی، و آراز، برنامه‌ریزی استراتژیک در کلان‌شهرها، انتشارات پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران، ۱۳۸۱.
۱۲۰. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان تفت، ۱۳۵۵.
۱۲۱. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان تفت، ۱۳۷۵.
۱۲۲. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان سرانه، ۱۳۷۵.
۱۲۳. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان مشهد، ۱۳۶۵.
۱۲۴. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان مشهد، ۱۳۷۵.
۱۲۵. مستوفی‌الممالکی، رضا، شهر و شهرنشینی در بستر جغرافیای ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ۱۳۸۰.
۱۲۶. معصومی اشکوری، سید حسین، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ناشر مؤلف، صومعه‌سرا، ۱۳۷۶.
۱۲۷. ملکی، سعید، بررسی نقش شاخص‌های اجتماعی در برنامه‌ریزی توسعه مسکن (شهر ایلام)، فصلنامه مسکن و انقلاب، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، شماره ۱۰۴، تهران، ۱۳۸۲.
۱۲۸. ممدوحی، امیررضا و میترا موک، برآورد جمعیت و اشتغال تهران و حومه‌ها براساس مدل کاربری زمین، فصلنامه مدیریت شهری، سال سوم، شماره‌های ۱۱ و ۱۲، تهران، ۱۳۸۱.
۱۲۹. منطقی، خسرو، اندازه‌گیری نابرابری درآمد، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۴۲، ۱۳۶۹.
۱۳۰. موسوی، میرنجف، سنجش درجه توسعه یافتگی نواحی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد، ۱۳۸۲.
۱۳۱. مهدوی، مسعود، آمار و روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها در جغرافیا، انتشارات قومس، تهران، ۱۳۷۷.

۱۳۲. مهدوی؛ داوود: نقش توریسم در توسعه نواحی روستایی پیرامون شهرها و ارائه مدل استراتژیک (نمونه موردی: دهستان لواسان کوچک)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۲
۱۳۳. مهدیزاده، جواد و همکاران، برنامه‌ریزی راهبردی توسعه شهری (تجربیات اخیر جهانی و جایگاه آن در ایران)، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران، ۱۳۸۲.
۱۳۴. مهندسان مشاور شارمند، شیوه‌های تحقیق طرح‌های توسعه شهری در ایران، تدوین شیوه‌های مناسب تهیه طرح‌های شهری در ایران، جلد سوم، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران، ۱۳۷۹.
۱۳۵. میلز، ادوین و بروس همیلتون، اقتصاد شهر، ترجمه عبدالله کوثری، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران، ۱۳۷۵.
۱۳۶. وارثی، حمیدرضا؛ زنگی‌آبادی، علی و حسین یغفوری، بررسی تطبیقی توزیع خدمات عمومی شهری از منظر عدالت اجتماعی مورد؛ زاهدان، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، ۱۳۸۷.
۱۳۷. هاشمیان، مسعود و همکاران، تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری صنعتی جهت تقویت مزیت‌های نسبی صادرات صنعتی، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران، ۱۳۷۸.
۱۳۸. هاگت، پیتر، جغرافیا ترکیبی نو، جلد اول، ترجمه شاپور گودرزی‌نژاد، سمت، تهران، ۱۳۷۸.
۱۳۹. هال، پیتر، برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، ترجمه جلال تبریزی، انتشارات پردازش برنامه‌ریزی شهری وابسته به سازمان شهرداری‌ها، تهران، ۱۳۸۱.
۱۴۰. هال، کالین مایکل و جان‌ام، جنکینز، سیاست‌گذاری جهانگردی، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، تهران، ۱۳۸۲.
۱۴۱. هانگر جی دیوید و توماس ال ویلن، مبانی مدیریت استراتژیک، ترجمه سیدمحمد اعرابی و داوود ایزدی، چاپ اول، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۸۱.

۱۴۲. هانگر، جی‌دیوید و توماس ال ویلن، مبانی مدیریت استراتژیک، ترجمه سیدمحمد اعرابی و داودایزدی، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی، تهران، ۱۳۸۴.
۱۴۳. هریسون، جفری و کارون جان، مدیریت استراتژیک، ترجمه بهروز قاسمی، انتشارات هیات، تهران، ۱۳۸۲.
۱۴۴. یزدانی، فردین، و طهمورث الیاسی، بررسی اقتصادی عرضه و تقاضای مسکن در مناطق شهری اصفهان، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان، ۱۳۸۰.

145. Acharya, Sanjaya., Measuring and Analyzing Poverty (With a Particular Reference to the Case of Nepal), the European Journal of Comparative Economics , VoL.1, N. 2, PP195-215. 2004

146. Alexander, John., Gibson, J.Lay., Economic Geography, Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1979.

147. Alperovich, G.A., The Size Distribution of Cities: on the Empirical Validity of Rank-Size Rule, Journal of Urban Economics, Vol.16, 1984.

148. Anderson, T.W., Introduction to Moltivariate Statiscal Analysis, John Wiley and Sons, New York, 1958.

149. Beck, Roy., Kolankiewicz, Loen., Camarota, Steven.A., Outsmarting Smart Growth, Population Growth, Immigration, and the Problem of Sprawl, Center for Immigration Studies, Washington, 2003.

150. Blair, J., Urban and Regional Economics, Richard D, Irwin Inc, New York, 1991.

151. Bowen, William.M., AHP: Multiple Criteria Evaluation, in Klosterman, R.et al Eds, Spreadsheet Models for Urban and Regional Analysis, new Brunswick: Center for Urban Policy Research, 1993.

152. Carter, Harold., Urban and Geography, Routledge, New York, 1981.

153. Chisholm, Michael., Human Geography: Evolution or Revolution, Richard Clay, ltd, Bunyay, Suffolk, 1979.

154. Clark, David., Urban World /Global City, Routledge, Iindon, 2000.

155. Daniel, Peter., Hopkinson, Michael., The Geography of Settlement, an Imprint of Lonman Group UK Ltd, 1993.

- 
156. Delgado, A.P., Godinho, I.M., The Evolution of City Size Distriution in Portugal: 1864-2001, Paper Presentd at the World Confernce of International Regional Science Association, April 2004, Port Elizabet, South Africa 2004.
157. Dunham, R., The Delphi Technique, University of Wisconsin School of Business, 1998.
158. Edwards, L.Allen., Statistical Analysis, Seattle, Washington, 1973.
159. Evans, Nigel., Campbell, David., Stonehouse, George., Strategic Management for Travel and Tourism, Butterworth, Oxford, 2003.
160. Field, B.G., Manager or, Forecasting Tevhniques for Urban and Regional Planning, London, 1987.
161. Gezici, Ferhan., Hewings, Geoffrey J.D., Spatial Analysis of Regional Inequalities in Turkey, Real Discussion Paper, Agust 2002.
162. Guerin, Pace.F., Rank-Size Distributions and the Process of Urban Growth, Journal of Urban Study, Vol.32, No30, 1995
163. Guerin-Pace, F., Rank-Size Distributions and the Process of Urban Growth, Journal of Urban Studies, Vol 32, No 30, 1995.
164. Gupta, U.G., Clarke, R.E., Theory and Applications of the Delphi, 2003
165. Henderson, V., The Size and Type of Cities, American Economic Review, 64(4), pp 640-656, 1974.
166. Henderson, V., The Urbanization Process and Economic Growth, N.6, pp 47-71, 2003.
167. Hom Haacke. L., Using SWOT for Project Planning Sessions, PN.3 Hughes. A. Tourism as sustainable Industry in the Rural Community of Arising, West Scotland, MSc Thesis, Napier University, 2000.
168. Huff, D. L., The Delineation of National System of Plannig Regions on the Basis of Urban Spheres of Influence, Regional Studies, No 7, 1973.
169. Huggett, Petter., Locational Analysis in human Geography, London, 1968.
170. Hussey, David., Strategy and Planning, John Wiley & Sons, New York, 1991.

- 
171. John, F. Affisco., An empirical investigation of integrated spatial-proximity MCDM-Behavioral problem solving technology group decision models, *Developments in Business Simulation & Experiential Exercises*, Vol.15, Hofstra University, 1988.
172. Kennedy, H.P., Enhancing Delphi Research: Methods and Results. *J Adv Nurse*, 45(5): 504-511, 2004.
173. Krugman. P., *The self-organizing Economy*, Blackwell, Malden, 1996.
174. Naumann. Flex., "Data fusion and data quality" Institut fur informatik, Humboldt-Universitat ZU Berlin, 1998.
175. Neumayer, Eric., Analysis the Human Development Index and Sustainability: A Constructive Proposal, *Journal of Ecological Economics*, N 39, 2001.
176. Nishiyama. Y., et at., Estimation and Testing for Rank Size Rule Regression under Pareto Distribution, School of Economics, Kyoto University, 2005.
177. Oford, Scott., Identifying and Computers, *Environment and Urban Poverty and Urban Systems*, No 28, 2004.
178. Okoli. C., Pawlowski, S.D., The Delphi Method as a Research Tool: an Example, Design Considerations and Applications. *Information and Management*, 42(1): 15-29, 2004
179. Powell, C., The Delphi technique: myths and realities. *J Adv Nurse*, Feb; 41(4): 376-382, 2003
180. Sackman, H., *Delphi Critiques* Lexington Book, Massachusetts Lexington, 1975.
181. Serafim, O., Gwo-Hshiong, T., Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS; *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455, 2004.
182. SmithT, C.T., *An Historical Geography O Weterm Europe before*, Longmans, 1967.
183. Snyder-Halpern. R., *Indicators of Organizational Readiness for Clinical*, 2002.



- 
184. Stoddart, D.R., *On Geography*, Basil Blakwell, Ltd, Oxford, UK, 1988.
  185. Sudhira, H.S., Ramachandra, T.V., Jagadish, K.s., *Urban Growth Analysis Using Spatial Temporal Data*, Journal of Society of Remote Sensing, Volume 31 Issue 4, India, 2003.
  186. Tadjoeeddin, M.Z., *Aspiration to Inequality:Regional Disparity and Center-Regional Conflicts in Indonesia*, Conference on Spatial Inequality in Aasi,United Nations university Center,Tokyo, March 2003.
  187. Turoff. M., Linstone. H.A., *The Delphi Method: Techniques and Applications*, Cited, 2008. Available: <http://is.njit.edu/pubs/delphibook>
  188. UNDP., *Human Development Report*, New York, 1997.
  189. UNDP., *Human Development Report*, New York, 2000.
  190. Wheeler, J.O., Muller, P.O., *Economic Geography*, Jhon Wiley & Sons, Inc, Canada, 1986.
  191. Willmott, C.J., Gary, L.G., *Modeling Geography's Inner Worlds, Pervasive Themes in Contemporary American Geography*, Edited by Abler Marcus, Olson, Rutgers University Press, New Jersey, USA, 1992.