

## تحلیلی بر وضعیت مصرف انرژی در چارچوب آینده پژوهی مطالعه موردی: شهرستان تبریز

دکتر ابوالفضل قنبری (مسئول مکاتبات)

دانشیار گروه پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

a\_ghanbari@tabrizu.ac.ir

موسی واعظی

دانش آموخته کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی آمایش سرزمین دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

زهرا امجدی

دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی آمایش سرزمین دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷/۰۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۰

### چکیده

زمینه: اهمیت روزافزون منابع انرژی در شکل‌گیری و رشد فرآیندهای اقتصادی و نیز ضرورت بهره‌برداری از این منابع بر پایه ملاحظات زیست‌محیطی و توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی موضوع شناسایی و آینده‌پژوهی عوامل تأثیرگذار بر مصرف انرژی را برجسته می‌کند. هدف: تحقیق حاضر به بررسی وضعیت میزان مصرف انرژی شهرستان تبریز در چارچوب آینده‌پژوهی پرداخته است. این پژوهش از نوع کاربردی و روش پژوهش آن، توصیفی-تحلیلی می‌باشد. روش‌ها: جهت شناسایی عوامل تأثیرگذار بر میزان مصرف انرژی از روش دلفی و گروه متخصصان استفاده شده است. بعد از تجزیه و تحلیل عوامل، ۴۰ عامل به عنوان عوامل تأثیرگذار شناسایی و انتخاب شدند و با استفاده از روش تحلیل اثرات متقابل عوامل شناسایی شده وارد نرم‌افزار MICMAC شده است. در نهایت از میان ۴۰ عامل ۱۶ عامل اصلی به عنوان پیشران‌های کلیدی مؤثر انتخاب شده است. یافته‌ها: بر اساس داده‌های وارد شده پرسشنامه و تحلیل نرم‌افزار سناریو ویزارد ۵ سناریوی قوی که از میان آنها دو سناریو شرایط مطلوب، یک سناریو شرایط بحرانی و دو سناریوی دیگر شرایط بینابین دارند. ۱۳ سناریو با سازگاری بالا و ۲۹۲ سناریوی ضعیف گزارش شده است. بررسی‌های اولیه‌ی سناریوهای ۱۳گانه حاکی از سیطره‌ی نسبت اعداد و وضعیت‌های نامطلوب بر وضعیت‌های مطلوب است. غیر از چند سناریوی محدود که دارای ویژگی‌های مطلوب و رو به پیشرفت هستند بقیه‌ی سناریوها آینده‌ی مطلوبی ندارند. نتیجه‌گیری: نتیجه‌ی اصلی این تحقیق حاکی از آن است که وضعیت آینده‌ی مصرف انرژی در شهرستان تبریز بیشتر ادامه دهنده‌ی شرایط فعلی با روندی نامطلوب و نامساعد شدن شرایط خواهد بود. واژگان کلیدی: مصرف انرژی، پیش‌بینی، آینده‌پژوهی، شهرستان تبریز.

## مقدمه

انرژی یکی از عوامل اساسی تولید در میان تمامی بخش‌های اقتصادی است که دارای اثرات قابل توجهی در اقتصاد می‌باشد (عمادزاده و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۵). پژوهش‌های انجام گرفته در سطح دنیا نشان می‌دهد که روند شتابان توسعه اقتصادی و صنعتی در کشورهای جهان، تا حدود زیادی به سطح مصرف حامل‌های انرژی ارتباط می‌یابد و انرژی بیش‌ترین سهم را در فعالیت‌ها و تجارت جهانی به خود اختصاص داده است. با شروع انقلاب صنعتی و شکل‌گیری صنایع، حامل‌های انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید شناخته شدند. بدین ترتیب با تداوم روند رشد و توسعه اقتصادی، مصرف انرژی پس از تکانه نفتی ۱۹۷۳، به صورت جدی مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جلال‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۴: ۴۵). انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید نقش مهمی در رشد و توسعه اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. وجود منابع انرژی فراوان در ایران نیز باعث تمرکز بیشتر در استفاده از منابع طبیعی و فشار بیشتر جهت نیل به رشد اقتصادی شده است (یاوری و احمدزاده، ۱۳۸۹: ۴۲). به طوری که در کنار سایر عوامل تولید، نقش تعیین‌کننده‌ای در حیات اقتصادی کشورها دارد (تقی‌زاده مهرجردی، ۱۳۹۴: ۱۶۰). از آنجا که انجام هر فعالیت اقتصادی مستلزم مصرف انرژی است، لذا، از یک طرف انرژی به منزله عامل محرک توسعه اقتصادی، اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسان تلقی می‌شود و از سوی دیگر، موجب تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌گردد. افزایش تقاضای انرژی، محدودیت منابع انرژی فسیلی و افزایش قیمت آن و عدم امنیت و ثبات بازار انرژی در دهه اخیر هم‌سو با مسئله آلودگی و گرم شدن زمین است (Alam et al., 2007: 827). میزان مصرف انرژی در کشور بسیار سرسام‌آور بوده که این مسئله تاکنون جز اتلاف سرمایه، سودی به همراه نداشته است. با توجه به این نکته و همچنین آمار ارایه شده توسط مراجع ذی‌صلاح، چنانچه روند رشد کنونی مصرف انرژی ادامه یابد، در میان مدت،

ایران به یک کشور واردکننده حامل‌های انرژی تبدیل خواهد شد (مقصودی، ۱۳۹۵: ۱۴۲) که این وضعیت در کلان‌شهرهای کشور از قبیل شهرستان تبریز با توجه به این که در آن همواره توسعه اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و توسعه در تمام ابعاد اتفاق می‌افتد حادث‌تر به نظر می‌رسد. از سوی دیگر امروزه تغییرات با نرخ سریع‌تری به وقوع می‌پیوندند. تغییرات فناوری و متعاقباً تغییر در دیگر جنبه‌های زندگی، افزایش روزافزون وابستگی متقابل کشورها و ملل، تمرکززدایی جوامع و نهادهای موجود که به دلیل گسترش فناوری اطلاعات شتاب بیشتری یافته است، تمایل روزافزون به جهانی شدن به همراه حفظ ویژگی‌های ملی، قومی و فرهنگی و بسیاری عوامل دیگر، لزوم درک بهتر از "تغییرات" و "آینده" را برای دولت‌ها، کسب و کارها، سازمان‌ها و مردم ایجاب می‌کند (جمالی جافی، ۱۳۸۸: ۷۴). آینده‌اساساً قرین به عدم قطعیت است. با این همه آثار و رگه‌هایی از اطلاعات و واقعیت‌ها که ریشه در گذشته و حال دارند، می‌توانند رهنمون ما به آینده باشند. (پدرام، ۱۳۸۸: ۹). با توجه به توضیحات ارایه شده در منطقه مورد مطالعه و نیز با توجه به تجمع امکانات و خدمات و متناسب با آن کشیده شدن جمعیت به شهر تبریز باعث رشد و توسعه گسترده کالبدی، اجتماعی و اقتصادی شده است به گونه‌ای که بزرگ‌ترین قطب اقتصادی منطقه شمال غرب ایران و مرکز اداری، ارتباطی، بازرگانی، سیاسی، صنعتی، فرهنگی و نظامی این منطقه شناخته می‌شود که با تشدید این حالت در سال‌های گذشته و ادامه این روند جمعیت شهرستان بر اساس سرشماری ۱۳۹۵ به ۱۷۷۳۰۳۳ رسیده است که از این تعداد تقریباً ۹۲ درصد در نقاط شهری و ۸ درصد در نقاط روستایی سکونت داشته‌اند و با توجه به اقلیم سرد و خشک منطقه مورد مطالعه و تجمع بیش از ۵۰ درصد کارخانه‌ها و کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان در آن باعث افزایش مصرف انرژی در طول زمان و همگام با چنین رشد و توسعه شده است. هم‌چنین عدم توجه به اصول شهرسازی و تراکم‌سازی اصولی در شهر و گسترش و توسعه شهر در

تصویری از مراحل توسعه دانش در علم اقتصاد ارایه می دهد. جایگاه و اهمیت متغیر مصرف را می توان با مطالعه نظریات ارایه شده از سوی اقتصاددانانی همچون کینز<sup>۱</sup>، فریدمن<sup>۲</sup>، آندومودیکلیانی<sup>۳</sup>، دوزنبری<sup>۴</sup> و ... که در حوزه های خرد و کلان اقتصاد به آن پرداخته اند درک کرد. تئوری هایی که توسط آن ها برای توضیح مصرف ارایه شده است، از یک زیربنای اساسی از نظریات خرد اقتصادی درباره انتخاب مصرف کننده برخوردار بوده اند؛ بدین صورت که رفتار مشاهده شده مصرف کننده، نتیجه تلاش عقلایی وی برای حداکثر کردن مطلوبیت خود از طریق تخصیص جریان درآمدی دوره زندگی<sup>۵</sup> به یک الگوی بهینه مصرف در طول زندگی است. با ارایه مفهوم روانشناسی مصرف از جانب کینز (۱۹۳۶)، رابطه درآمد و مخارج مصرفی، به صورت یک رابطه کلیدی در تحلیل های اقتصاد کلان درآمد، همچنین فریدمن (۱۹۵۷)، در نظریه مصرف و درآمد دایمی بیان می دارد که مصرف در یک سال معین، فقط به درآمدی که فرد در همان سال به دست می آورد، بستگی ندارد، بلکه به میزان درآمد دایمی یا درآمد انتظاری که فرد دارد نیز وابسته است. به همین دلیل وی درآمد افراد را به دو جز درآمد دایمی و درآمد موقتی یا زودگذر تقسیم می کند. درآمد موقتی گاهی منفی و گاهی مثبت است و در بلندمدت همدیگر را خنثی می کنند، لذا، نقش پس انداز موجب می شود که مصرف در سطح مصرف دایمی حفظ شود. به دنبال این نظریه، مودیکلیانی (۱۹۶۳)، درآمد دایمی را در چارچوب نظریه سیکل زندگی<sup>۶</sup> معرفی کرد (برانسون، ۱۳۸۱). بر اساس این نظریه، هدف مصرف کننده این است که مطلوبیت ناشی از مصرف در طول زندگی فرد با در نظر گرفتن محدودیت منابع مالی به حداکثر برسد. این نظریه نیز همانند نظریه درآمد دایمی فریدمن بر ثروت جامعه و نرخ بازدهی آن استوار است که بر اساس آن سطح مصرف تعیین می شود. با این وجود نوع استدلال در زمینه نظریه درآمد دایمی

پهنه ای وسیع که باعث بالا رفتن سطح ساخته شده شهر و به تناسب آن باعث افزایش مصرف انرژی شده است. از طرف دیگر توجه به مشکلات زیست محیطی فراوان در شهر تبریز و خطرات ناشی از آن که به مرور زمان در حال افزایش می باشد که ناشی از توسعه و رشد فراوان در تمامی جوانب توسعه و توسعه خارج از حد معقول و در حد توان شهر است که به صورت مستقیم و غیرمستقیم باعث بزرگ ترین مشکل زیست محیطی شهر تبریز یعنی مسأله آلودگی هوا شده است که با توجه به روند فعلی نیازمند توجه ویژه به مسأله مصرف انرژی در منطقه مورد مطالعه می باشد. بنابراین باید مسئولان و نهادهای مرتبط تلاش کنند تا با پیش بینی هرچه دقیق تر مصرف انرژی در بخش های مختلف و برنامه ریزی صحیح در هدایت مصرف، پارامترهای عرضه و تقاضای انرژی در بخش های مختلف منطقه مورد مطالعه را به نحو مطلوب کنترل کنند.

در زمینه پیش بینی مصرف انرژی مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام گرفته است که از مطالعات داخل کشور می توان به مطالعات (بغزبان و نصرآبادی، ۱۳۸۵)، (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱)، (گلستانی و همکاران، ۱۳۹۱)، (اکبری شهربندی و همکاران، ۱۳۹۴) و از مطالعات خارجی (Pousinho, 2012)، (Liu et al., 2016)، (Mat, Ruiz et al., 2018)، (Daut et al., 2017) اشاره کرد که در اکثر تحقیقات انجام گرفته از مدل هایی از قبیل هوش مصنوعی، شبکه عصبی، مدل های اقتصادسنجی، الگوریتم ژنتیک استفاده شده است و وجه تمایز این تحقیق در استفاده از چارچوب آینده پژوهی و سناریونویسی با استفاده از سناریویوارد می باشد. از این رو، تحقیق حاضر به دنبال این سؤال است که وضعیت مصرف انرژی در شهرستان تبریز در آینده در چه شرایطی خواهد بود؟

### مصرف انرژی

مصرف، از متغیرهای اصلی و مرتبط با سطوح تولید و درآمد ملی در اقتصاد است. در حقیقت تابع مصرف،

نهایتاً توسعه انسانی نمی‌باشد. زیرا افزایش مصرف انرژی، ارایه‌دهنده خدمات برای بسیاری از نیازهای اساسی انسان، از قبیل مراقبت‌های بهداشتی، آموزش و ارتباطات است و عدم دسترسی به انرژی به طور چشم‌گیری روی تضعیف سلامت، فرصت محدود برای آموزش و کاهش جمعیت بالقوه که منجر به افزایش فقر می‌شود. پس مصرف انرژی در بلندمدت با رفاه انسان گره‌خورده است، ولی چگونگی تأثیرگذاری آن بر رفاه انسان تا حدودی نامشخص است (یوسفی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴: ۲).

### جمعیت و مصرف انرژی

اندازه جمعیت و رشد آن عواملی هستند که بیشترین توجه را در مباحث مربوط به رابطه میان ویژگی‌های جمعیتی و محیط‌زیست در یافت کرده‌اند. ولی بیشتر بررسی‌های انجام گرفته در این زمینه برای تبیین این موضوع، به منحنی‌های زیست‌محیطی کوزنتس اشاره دارند. بر اساس این نظریه؛ در مراحل اولیه رشد و توسعه، که سطوح درآمدی و رشد پایین است، با افزایش درآمد سرانه و در نتیجه افزایش مصرف انرژی، میزان تخریب محیط‌زیست نیز افزایش می‌یابد. این روند افزایشی رشد اقتصادی، همراه تخریب و آسیب محیط‌زیست ادامه می‌یابد، تا این‌که پس از مدتی به نقطه اوج خود می‌رسد. پس از آن اگر افزایش رشد اقتصادی ادامه پیدا کند، آثار سوء زیست‌محیطی به تدریج کاهش خواهد یافت (Zhang, 2003: 162). از سوی دیگر در آموزه‌های اقتصادی، توسعه اقتصادی به صورت اجتناب‌ناپذیر به توسعه مصرف منابع و ذخایر انرژی وابسته است و همراه با توسعه اقتصادی، اثر شهرنشینی نیز به عنوان یکی از موضوعات مطرح در مباحث دموگرافیکی، روی مصرف انرژی و محیط‌زیست، قابل تأمل است (York et al., 2003). استدلال می‌کنند که اثرات زیست‌محیطی ممکن است از رابطه کوزنتس نسبت به پدیده شهرنشینی و توسعه اقتصادی پیروی کند. زیرا شهرنشینی با خود جنبه‌های کلیدی نوسازی به همراه دارد و ممکن است به بهبود در کارایی و مدیریت منجر شود. از سوی دیگر (Foster, 1992)، معتقد است که شهرنشینی یک عامل کلیدی است که به انهدام و تخریب طبیعت و جامعه منتهی می‌شود. در حقیقت کارهای تجربی، نتایج متفاوتی از تأثیر شهرنشینی روی محیط‌زیست نشان داده است. همچنین در این راستا، نقش شرایط دموگرافیکی به عنوان عامل کلیدی

متفاوت است. تولید انرژی و نحوه مصرف آن از جمله مسایل چالش برانگیز در بین اقتصاددانان و سیاست‌گذاران در طول تاریخ زندگی بشر بوده است. پس از وقوع انقلاب صنعتی، انرژی و کاربرد آن در رفع نیازهای روزمره انسان‌ها و جایگزینی‌های صورت گرفته در ترکیب استفاده از این عامل، رو به افزایش نهاد. با افزایش تعداد صنایع کوچک و بزرگ و کارخانه‌های کوچک تولیدی- خدماتی و افزایش تولید انواع گوناگونی از کالاها و خدمات توسط آن‌ها، که این خود منتج از افزایش جمعیت و نیاز جامعه به تولیدات بیشتر بود، نیاز به استفاده از حامل‌های مختلف انرژی در راستای پاسخ‌گویی به افزایش تقاضای شکل گرفته، احساس شد (دامن‌کشیده و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۹).

### توسعه اقتصادی و مصرف انرژی

جهان امروز، جهانی است که در آن همواره توسعه اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و توسعه در تمام ابعاد اتفاق می‌افتد و روند این توسعه در طول دهه‌های اخیر شتاب بسیاری گرفته است. انرژی، مهم‌ترین کالای تجاری که بیشترین سهم را در تجارت جهانی دارد، برای فعالیت‌های بشر از اهمیت فراوان برخوردار است (Sajjad, 2010). با شروع انقلاب صنعتی و شکل گرفتن صنایع ماشینی، انرژی بیش‌ازپیش اهمیت خود را در صنایع و روند رشد اقتصادی کشورها به اثبات رساند. انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید نقش مهمی در رشد و توسعه اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. وجود منابع انرژی فراوان در ایران نیز باعث تمرکز بیشتر در استفاده از منابع طبیعی و فشار بیشتر جهت نیل به رشد اقتصادی شده است. از این رو، درک ارتباط بین مصرف انرژی و توسعه برای سیاست‌گذاران و دولت‌مردان حایز اهمیت است (فطرس و ترکمنی، ۱۳۹۳). رشد اقتصادی شرط لازم برای بهبود سطح زندگی افراد جامعه است، ولی شرط کافی برای آن نمی‌باشد. بنابراین اگر چه رشد اقتصادی عامل مهم در کاهش فقر و افزایش منابع لازم برای توسعه انسانی و حفاظت از محیط‌زیست است اما به لحاظ ضرورت، مصرف انرژی برای تولید بیشتر که همراه با افزایش آلاینده‌هایی است، قادر به توضیح در مورد افزایش توسعه اقتصادی

در پژوهش حاضر، جهت شنا سایی عوامل تأثیرگذار بر میزان مصرف انرژی در تبریز از روش دلفی از طریق گروه متخصصان استفاده شده است. بعد از انتخاب متخصصان با توجه به روش های مختلف پرسشگری فرآیند انجام پرسشگری و استخراج نظرات آنها در حوزه مورد نظر انجام گرفت و در مرحله بعد از متخصصان خواسته می شود تا در نظرات سایر اعضا نیز داوری کنند به گونه ای که پرسشنامه ها ۲ بار برای تصحیح رفت و برگشت داشته است یعنی در دور اول برای اخذ نظرات به کارشناسان ارایه شده است و در دور دوم جواب های دور اول برای تصحیح نظرات ارسال شده است تا جواب دیگر کارشناسان که البته به صورت گمنام هستند را مشاهده کنند تا در صورت نیاز در نظر خود تغییراتی را اعمال کنند بدون اینکه مستقیماً تحت تأثیر سخنوری و نظر دیگران قرار بگیرند. در نهایت بعد از تجزیه و تحلیل عوامل، ۴۰ عامل به عنوان عوامل تأثیرگذار بر میزان مصرف انرژی در تبریز شنا سایی و انتخاب شدند. بر اساس روش دلفی که در بالا اشاره شد، ۴۰ متغیر به عنوان عوامل مؤثر شنا سایی و سپس با روش تحلیل اثرات متقابل / ساختاری با نرم افزار MICMAC جهت استخراج عوامل اصلی تأثیرگذار بر وضعیت آینده منطقه مورد مطالعه مورد تحلیل قرار گرفتند. بر اساس تعداد متغیرها ابعاد ماتریس ۴۰×۴۰ بود. تعداد تکرارها ۲ بار در نظر گرفته شد. از مجموع ۱۵۶۰ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس ۴۰ رابطه ی عدد صفر، ۳۲۸ رابطه ی عدد یک، ۷۶۹ رابطه ی عدد دو و ۴۶۳ رابطه ی عدد سه بوده است. از طرف دیگر ماتریس بر اساس شاخص های آماری با ۲ بار چرخش داده ای از مطلوبیت و بهینه شدگی ۱۰۰ درصد برخوردار بوده که حاکی از روایی بالای پرسشنامه و پاسخ های آن است. در ادامه جهت تحلیل کلی محیط سیستم و در نهایت جهت شنا سایی پیشرانها، عوامل کلیدی مؤثر به بررسی پلان تأثیر گذاری و تأثیر پذیری متغیرها و همچنین به بررسی رتبه بندی و جابجایی متغیرها پرداخته شد.

و بالقوه مصرف انرژی برجسته می شود. ساختار سنی جمعیت ممکن است ساختار اقتصاد را به روش های مختلفی تحت تأثیر قرار دهد، که پیامدهایی نیز برای مصرف انرژی به همراه داشته باشد. دلایلی وجود دارد که نشان می دهد جمعیت های دارای افراد سالخورده نسبت به افراد جوان و کم سال، انرژی بیشتری مصرف می کنند. استفاده از پس اندازها برای تأمین نیازهای مصرفی و بهداشتی، تمایل به داشتن خودرو در این دوره سنی و... بیانگر این موضوع هستند. از سوی دیگر تغییرات در نرخ های باروری و الگوهای مهاجرت نیز نه تنها اندازه و رشد جمعیت را تحت تأثیر قرار می دهند، بلکه نسبت گروه های سنی مختلف را نیز متأثر می کنند (Liu, 2009: 1854).

## ۱- مواد و روش

با دقت در محتوای این پژوهش، می توان دریافت که این پژوهش از نوع کاربردی بوده و در قالب تحقیقات توصیفی-تحلیلی قرار می گیرد. در بررسی وضعیت مصرف انرژی در چهارچوب آینده نگاری در شهرستان تبریز ابتدا جهت تدوین وضعیت های احتمالی از طریق روش دلفی از ۲۰ نفر کارشناس متخصص نظرخواهی شده و در مرحله بعد به تحلیل کلی سیستم پرداخته شده است که طبق نتایج به دست آمده این عوامل در مرحله اول شنا سایی شده و میزان و چگونگی تأثیر گذاری این عوامل بر یکدیگر و بر وضعیت مصرف انرژی با توجه به میزان ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم در نرم افزار MICMAC بررسی شده و برای بدست آوردن سناریوهای نرم افزار ضروری و حیاتی سناریو ویزارد استفاده شده است. نرم افزار سناریو ویزارد با محاسبات پیچیده و بسیار سنگین، امکان استخراج سناریوهای با احتمال قوی، سناریوهای با احتمال ضعیف و سناریوهای با احتمال سازگاری و انطباق بالا را برای محقق فراهم می آورد.

## ۲- یافته ها

### ۳-۱- شناسایی پیشران های کلیدی

جدول ۱- تحلیل اولیه ی داده های ماتریس اثرات متقابل

مقدار	شاخص
۴۰	ابعاد ماتریس

۲	ابعاد تکرارها
۴۰	تعداد صفرها
۳۲۸	تعداد یک
۷۶۹	تعداد دو
۴۶۳	تعداد سه
۱۵۶۰	جمع
۹۷/۵	درجه‌ی پرشدگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

سپس مطابق با عوامل شناسایی شده در نرم‌افزار MICMAC پرسشنامه‌ای در اختیار متخصصان قرار می‌گیرد تا میزان ارتباط بین متغیرها را بین طیف ۰-۳ امتیازبندی نموده تا در نهایت توسط نرم‌افزار تجزیه و تحلیل و مهمترین عوامل شناسایی شوند.

جدول ۲- میزان تأثیرات مستقیم متغیرها بر یکدیگر

ردیف	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	ردیف	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
1	GPD	85	83	22	تبلیغات	70	85
2	ارزش افزوده کشاورزی	85	79	23	برنامه‌های تشویقی تنبیهی	72	88
3	ارزش افزوده صنعت	86	82	24	ساختار صنعتی	73	85
4	ارزش افزوده خدمات	85	80	25	صنایع انرژی بر	81	89
5	درآمد سرانه واقعی	90	84	26	تعداد کارگاه صنعتی	84	87
6	بهره‌وری اقتصادی	78	86	27	تعداد وسایل نقلیه	76	84
7	نفوذ اینترنت	78	77	28	قوانین حمل و نقل	85	91
8	سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی	83	96	29	تکنولوژی نوین	75	81
9	نیروی کار	83	84	30	فرم شهری	77	79
10	اختلاط کاربری	71	81	31	اقلیم سرد و خشک	73	78
11	دسترسی به حمل و نقل عمومی	88	86	32	روزهای یخبندان	80	66
12	حاشیه‌نشینی	81	85	33	تعداد روزهای نیاز به گرمایش	85	75
13	اندازه جمعیت	87	89	34	دمای متوسط سالانه	85	75
14	جمعیت شهری	81	81	35	تغییر اقلیم	66	74
15	جمعیت روستایی	75	88	36	طراحی ساختمان‌ها	90	71
16	تراکم جمعیت	80	85	37	زیرساخت و تجهیزات شهری	86	71
17	مهاجرت	78	84	38	تنوع شیوه‌های حمل و نقل	93	70
18	نسبت اشتغال	81	80	39	مدیریت شهری	88	71
19	جمعیت فعال	90	91	40	مکانیابی مراکز حمل و نقلی	89	66
20	اعتقادات و آموزه‌های دینی	78	80	41	جمع	3255	3255
21	عوامل سیاسی	84	88				

مأخذ: یافته‌های پژوهش

### متغیرهای دو وجهی

متغیرهای دو وجهی دارای تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری بالا هستند و هر عملی بر روی این متغیرها، بر روی سایر متغیرها نیز واکنش و تغییری را ایجاد خواهد کرد. موقعیت قرارگیری این متغیرها در پلان تأثیرگذاری- تأثیرپذیری در ناحیه‌ی شمال شرقی قرار دارند. متغیرهای دو وجهی ظرفیت بسیار

### ۲-۳- انواع متغیرها

#### متغیرهای تأثیرگذار

متغیرهایی که درصد تأثیرگذاری آن‌ها نسبت به تأثیرپذیری بسیار بالاتر هستند را شامل می‌شود و این متغیرها در شمال- غربی پلان تأثیرگذاری- تأثیرپذیری قرار می‌گیرند.

متغیرهای مستقل، شامل متغیرهایی که دارای تأثیرگذاری

بالایی جهت تبدیل شدن به متغیرهای کلیدی سیستم را دارا هستند.

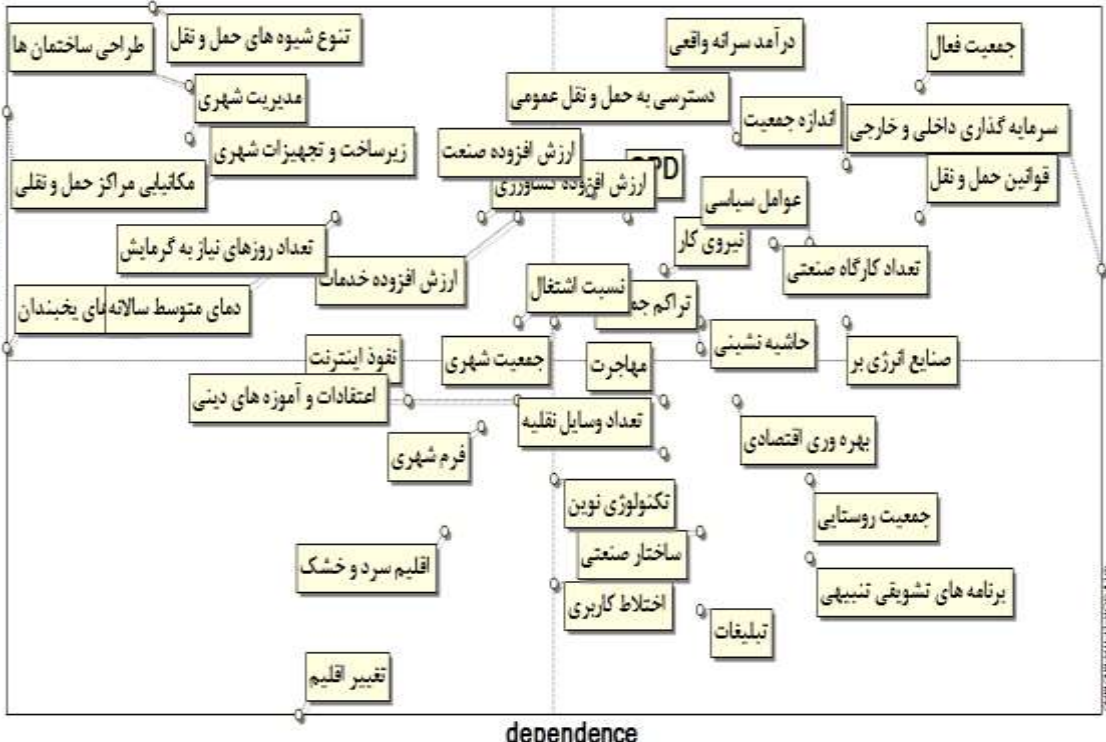
Direct influence/dependence map

متغیرهای تنظیمی

متغیرهای تنظیمی در اطراف مرکز ثقل نمودار یا پلان تأثیرگذاری- تأثیر پذیری قرار دارند و در برخی مواقع به عنوان اهرمی ثانویه (متغیرهای هدف ضعیف و متغیرهای ریسک ضعیف) عمل می کنند.

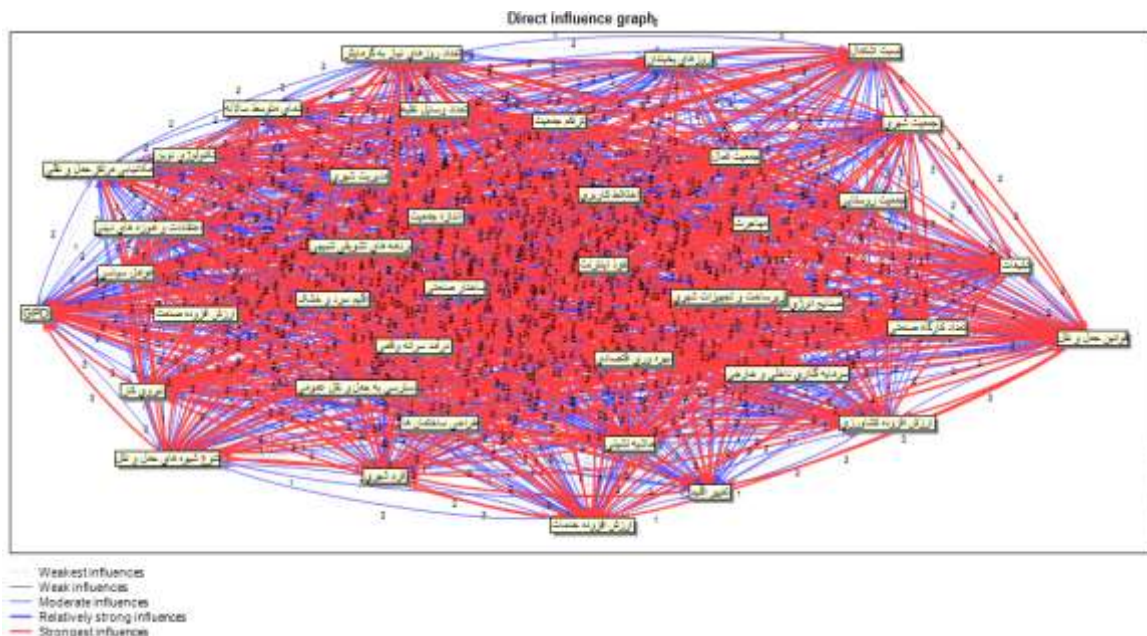
متغیرهای تأثیر پذیر

این متغیرها در قسمت جنوب شرقی پلان تأثیرگذاری- تأثیر پذیری قرار دارند و می توان آن ها را متغیرهای صفحه نیز نامید. این متغیرها از تأثیر پذیری بسیار بالا از سیستم و تأثیرگذاری بسیار پایین در سیستم برخوردار هستند. متغیرهای مستقل



پایین و همچنین میزان تأثیر پذیری آن ها هم پایین می باشد. این متغیرها در قسمت جنوب غربی پلان تأثیرگذاری- تأثیر پذیری قرار دارند.

شکل ۱- پراکندگی متغیرها بر اساس تأثیرات مستقیم متغیرها  
 مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۲- روابط مستقیم بین متغیرها (بسیار قوی تا بسیار ضعیف)  
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

۲. متغیرهای دو وجهی (متغیرهای ریسک و متغیرهای هدف)؛
۳. متغیرهای تنظیمی؛
۴. متغیرهای تأثیرپذیر یا نتیجه‌ی مستقیم؛
۵. متغیرهای مستقل؛

آنچه که از مقایسه‌ی نتایج تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم بدست آمده این است که این پنج دسته از متغیرها را در سیستم با کمترین تغییرات و جابجایی در ارزیابی تأثیرات غیرمستقیم متغیرها تکرار شده‌اند که در جدول ۳ به آنها اشاره شده است.

جدول ۳- میزان تأثیرات غیرمستقیم متغیرها بر همدیگر

مأخذ: یافته‌ی پژوهش

ردیف	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	ردیف	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
1	GPD	563914	551215	22	تبلیغات	467368	562784
2	ارزش افزوده کشاورزی	559036	522616	23	برنامه‌های تشویقی تنبیهی	476529	578672
3	ارزش افزوده صنعت	571348	543006	24	ساختار صنعتی	484440	562756

### ۳-۳- ارتباط غیر مستقیم بین متغیرها

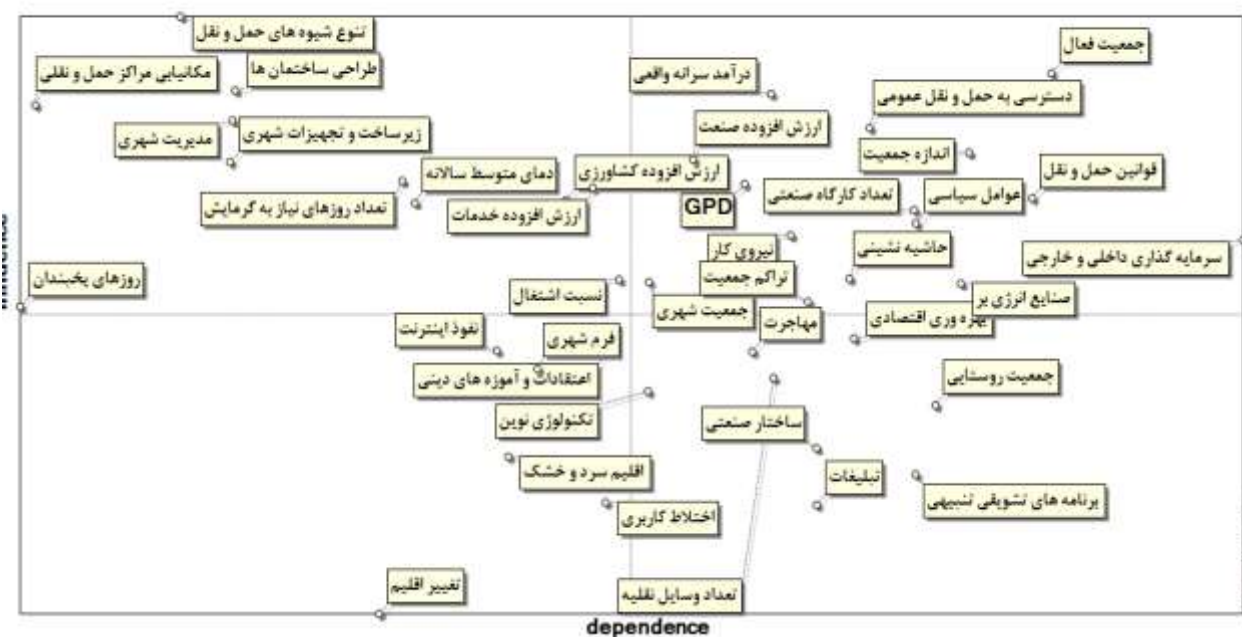
در این روش هر کدام از روابط متغیرها توسط نرم افزار MICMAC به توان ۲، ۳، ۴، ۵ و ... رسانده و بر این اساس اثرات غیرمستقیم متغیرها سنجیده شده است. در تحلیل صفحه‌ی پراکندگی تأثیرات غیرمستقیم متغیرهای مؤثر بر وضعیت مصرف انرژی شهرستان تبریز همانند صفحه‌ی پراکندگی تأثیرات مستقیم متغیرها می‌توان این دسته از متغیرها را در سیستم شناسایی کرد:

۱. متغیرهای تأثیرگذار؛



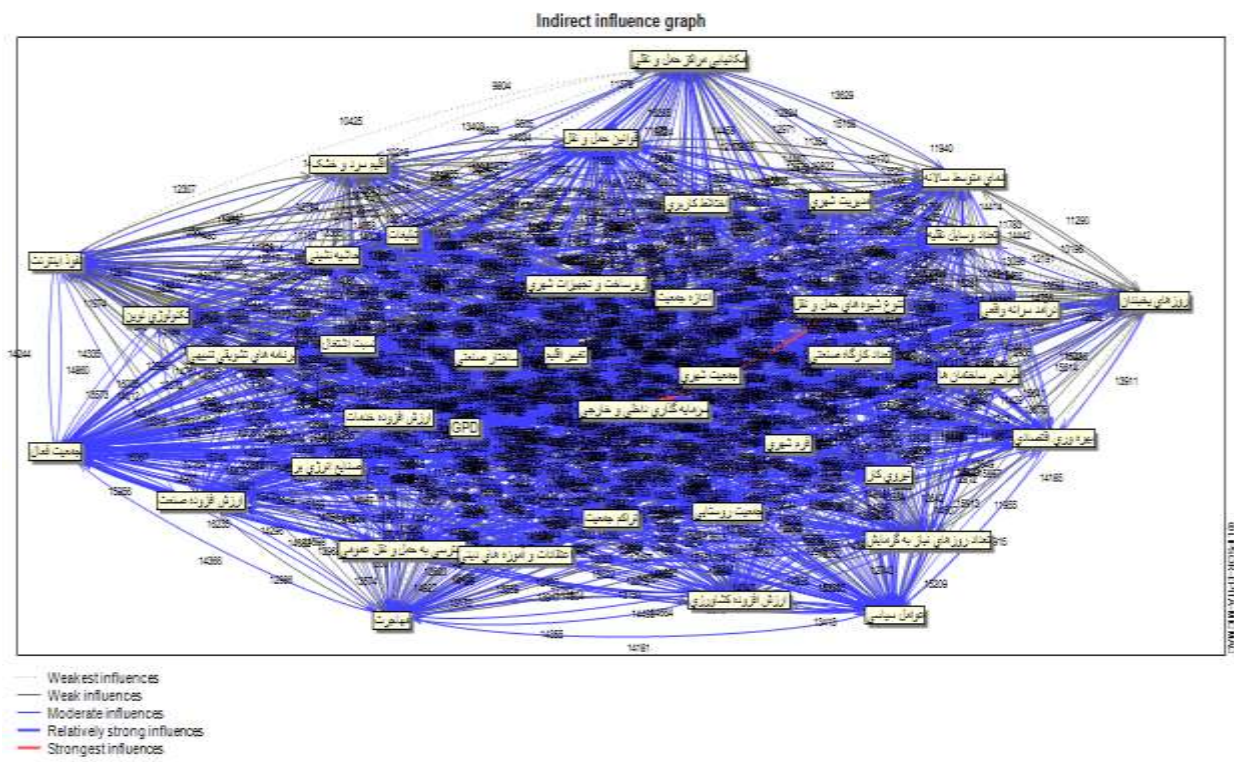
585913	533994	صنایع انرژی بر	25	526911	562853	ارزش افزوده خدمات	4
578433	556139	تعداد کارگاه صنعتی	26	555487	591115	درآمد سرانه واقعی	5
555878	505562	تعداد وسایل نقلیه	27	568788	517490	بهره‌وری اقتصادی	6
597338	559684	قوانین حمل و نقل	28	511526	513769	نفوذ اینترنت	7
535753	501567	تکنولوژی نوین	29	631182	547191	سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی	8
518048	508254	فرم شهری	30	558620	548538	نیروی کار	9
513367	481895	اقلیم سرد و خشک	31	528957	468045	اختلاط کاربری	10
435097	527093	روزهای یخبندان	32	571284	580871	دسترسی به حمل و نقل عمومی	11
496353	564856	تعداد روزهای نیاز به گرمایش	33	568047	535482	حاشیه نشینی	12
498402	558225	دمای متوسط سالانه	34	587235	573399	اندازه جمعیت	13
492649	434537	تغییر اقلیم	35	535910	534495	جمعیت شهری	14
469566	592139	طراحی ساختمان‌ها	36	581848	497333	جمعیت روستایی	15
468755	570579	زیرساخت و تجهیزات شهری	37	561418	528543	تراکم جمعیت	16
460811	614409	تنوع شیوه‌های حمل و نقل	38	552471	513491	مهاجرت	17
469140	583051	مدیریت شهری	39	531117	535198	نسبت اشتغال	18
437509	587759	مکانیابی مراکز حمل و نقلی	40	600406	597329	جمعیت فعال	19
3255	3255			529057	513400	اعتقادات و آموزه های دینی	20
				578726	552131	عوامل سیاسی	21

Indirect influence dependence map



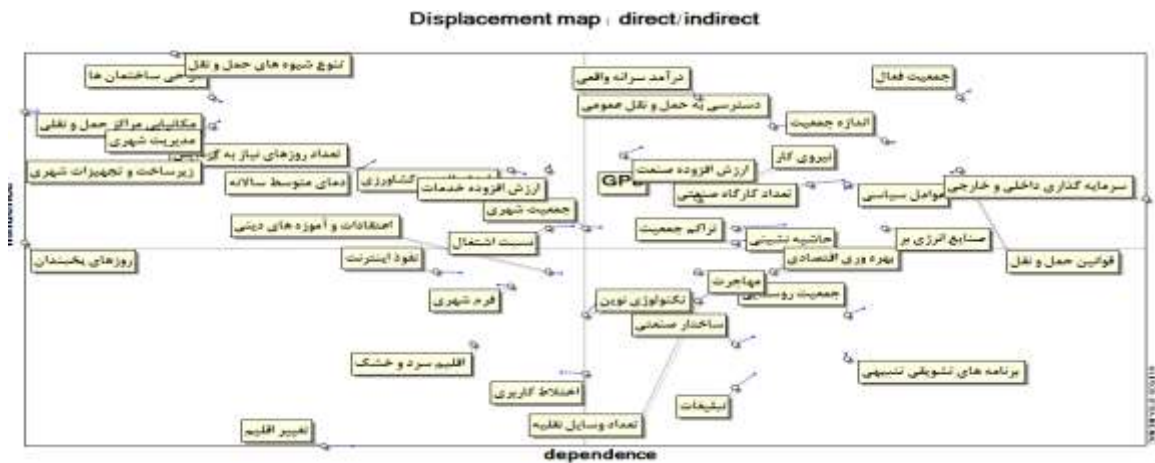
شکل ۳- پراکندگی متغیرها بر اساس تأثیرات غیرمستقیم

مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۴- روابط غیرمستقیم بین متغیرها (بسیار قوی تا بسیار ضعیف)

مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۵- میزان جابجایی متغیرها در تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم  
مأخذ: یافته های تحقیق

این عوامل بر یکدیگر و بر وضعیت مصرف انرژی شهرستان با توجه به روش مستقیم و غیرمستقیم بررسی شده و در نهایت از میان ۴۰ عامل بررسی شده ۱۶ عامل اصلی به عنوان پیشرانهای کلیدی مؤثر انتخاب شده است که همه ۱۶ عامل در هر دو روش مستقیم و غیر مستقیم تکرار شده است.

۳-۴- جمع بندی و انتخاب نهایی عوامل مؤثر

ابتدا به بررسی وضعیت عوامل مؤثر بر مصرف انرژی شهرستان تبریز و در چهارچوب آینده نگاری به تحلیل کلی سیستم پرداخته شد که طبق نتایج بدست آمده این عوامل در مرحله اول شناسایی شده و میزان و چگونگی تأثیرگذاری

جدول ۴- پیشرانهای کلیدی مؤثر بر میزان مصرف انرژی

مأخذ: یافته های تحقیق

پیشرانهای کلیدی (مستقیم و غیرمستقیم)			
ردیف	متغیر	تأثیرگذاری مستقیم	تأثیرگذاری غیرمستقیم
۱	تنوع شیوه های حمل و نقل	۲۸۵	۲۸۵
۲	درآمد سرانه واقعی	۲۷۶	۲۷۷
۳	جمعیت فعال	۲۷۶	۲۷۵
۴	طراحی ساختمان ها	۲۷۶	۲۷۴
۵	مکانیابی	۲۷۳	۲۷۳
۶	دسترسی به حمل و نقل عمومی	۲۷۰	۲۷۱
۷	مدیریت شهری	۲۷۰	۲۷۰
۸	اندازه جمعیت	۲۶۷	۲۶۶
۹	ارزش افزوده صنعت	۲۶۴	۲۶۵
۱۰	زیرساخت و تجهیزات شهری	۲۶۴	۲۶۵
۱۱	GPD	۲۶۱	۲۶۲
۱۲	ارزش افزوده کشاورزی	۲۶۱	۲۶۲
۱۳	ارزش افزوده خدمات	۲۶۱	۲۶۱
۱۴	قوانین حمل و نقل	۲۶۱	۲۶۰
۱۵	تعداد روزهای نیاز به گرمایش	۲۶۱	۲۵۹
۱۶	دمای متوسط سالانه	۲۶۱	۲۵۹

دقیق شرایط پیش رو و تعریف وضعیت های احتمالی لازمی اصلی تدوین سناریوها است. در این راستا جهت تدوین وضعیت های احتمالی در این مرحله از طریق روش دلفی از کارشناسان متخصص نظرخواهی شده که در نهایت با

۳-۵- تدوین وضعیت های احتمالی عوامل کلیدی

۱۶ عامل به عنوان عوامل کلیدی مؤثر در وضعیت آینده مصرف انرژی شهرستان تبریز ایفاگر نقش عمده بوده و به عنوان بازیگران اصلی شناخته شدند. به همین دلیل تحلیل

وضعیت‌های نامطلوب تا مطلوب است که بعضاً این طیف به ۵، ۴ و یا ۳ وضعیت متناسب با شرایط کلیدی تفکیک شده است.

جمع‌بندی آنها ۵۶ وضعیت محتمل برای ۱۶ عامل تعریف گردید. وضعیت‌های محتمل برای هر عامل متفاوت از سایر عوامل بود و تنها ویژگی مشترک آنها وجود طیفی از

جدول ۵- عوامل کلیدی و وضعیت‌های احتمالی آن در آینده

وضعیت‌های احتمالی	عوامل کلیدی	نام اختصاری عامل
A1: توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل A2: ادامه روند فعلی A3: عدم توجه به حمل و نقل	تنوع شیوه‌های حمل و نقل	<b>A</b>
B1: رشد و افزایش بالا B2: رشد تدریجی B3: ادامه‌ی وضعیت فعلی B4: رشد منفی	درآمد سرانه واقعی	<b>B</b>
C1: افزایش جمعیت فعال C2: رشد تدریجی C3: ادامه وضعیت فعلی C4: روند منفی	جمعیت فعال	<b>C</b>
D1: طراحی بهینه ساختمان‌ها D2: ادامه‌ی روند فعلی D3: عدم توجه به طراحی ساختمان‌ها	طراحی ساختمان‌ها	<b>D</b>
E1: مکانیابی بهینه مراکز حمل و نقل E2: ادامه روند منفی E3: عدم توجه به مکانیابی بهینه مراکز حمل و نقل	مکانیابی مراکز حمل و نقل	<b>E</b>
F1: توسعه تجهیزات دسترسی به حمل و نقل عمومی F2: ادامه وضعیت فعلی F3: عدم توجه به تجهیزات دسترسی به حمل و نقل عمومی	دسترسی به حمل و نقل عمومی	<b>F</b>
G1: مدیریت توسعه‌گرا G2: مدیریت محافظه کارانه G3: ادامه وضعیت فعلی G4: بحران مدیریتی	مدیریت شهری	<b>G</b>
H1: پایداری جمعیت H2: ادامه روند فعلی H3: رشد منفی	اندازه جمعیت	<b>H</b>
I1: رشد بالای ارزش افزوده صنعت I2: رشد تدریجی و مستمر I3: ادامه‌ی وضعیت فعلی I4: روند کاهشی	ارزش افزوده صنعت	<b>I</b>

نام اختصاری عامل	عوامل کلیدی	وضعیت‌های احتمالی
J	زیرساخت و تجهیزات شهری	J1: توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات شهری J2: توسعه تدریجی J3: عدم توجه به تجهیزات شهری
K	GPD	K1: رشد بالا K2: رشد مستمر و تدریجی K3: ادامه‌ی روند فعلی K4: رشد منفی K5: عدم توجه GPD
L	ارزش افزوده کشاورزی	L1: رشد بالای ارزش افزوده کشاورزی L2: روند تدریجی و مستمر L3: ادامه وضعیت فعلی L4: روند کاهشی
M	ارزش افزوده خدمات	M1: رشد بالای ارزش افزوده خدمات M2: رشد تدریجی و مستمر M3: ادامه روند فعلی M4: روند کاهشی
N	قوانین حمل و نقل	N1: توسعه قوانین حمل و نقل N2: ادامه روند فعلی N3: عدم توجه به حمل و نقل
O	تعداد روزهای نیاز به گرمایش	O1: کاهش روزهای نیاز به گرمایش O2: ادامه روند فعلی O3: رشد منفی و افزایش تعداد روزهای نیاز به گرمایش
P	افزایش دمای متوسط سالانه	P1: افزایش دمای متوسط سالانه P2: ادامه روند فعلی P3: کاهش دمای متوسط سالانه

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۶- طیف رنگی و درجه‌ی مطلوبیت وضعیت‌های عوامل کلیدی

وضعیت‌های احتمالی عوامل کلیدی	درجه‌ی مطلوبیت وضعیت‌های احتمالی	طیف رنگی وضعیت‌ها
A1: توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل A2: ادامه روند فعلی A3: عدم توجه به حمل و نقل	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز
B1: رشد و افزایش بالا B2: رشد تدریجی B3: ادامه‌ی وضعیت فعلی B4: رشد منفی	مطلوبیت روندی مطلوب روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز نسبتاً سبز نسبتاً قرمز قرمز

وضعیت‌های احتمالی عوامل کلیدی	درجه‌ی مطلوبیت وضعیت‌های احتمالی	طیف رنگی وضعیت‌ها
C1: افزایش جمعیت فعال C2: رشد تدریجی C3: ادامه وضعیت فعلی C4: روند منفی	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز زرد نسبتاً قرمز قرمز
D1: طراحی بهینه ساختمان‌ها D2: ادامه‌ی روند فعلی D3: عدم توجه به طراحی ساختمان‌ها	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز
E1: مکانیابی بهینه مراکز حمل و نقل E2: ادامه روند منفی E3: عدم توجه به مکانیابی بهینه مراکز حمل و نقل	مطلوبیت روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز نسبتاً قرمز قرمز
F1: توسعه تجهیزات دسترسی به حمل و نقل عمومی F2: ادامه وضعیت فعلی F3: عدم توجه به تجهیزات دسترسی به حمل و نقل عمومی	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز
G1: مدیریت توسعه گرا G2: مدیریت محافظه کارانه G3: ادامه وضعیت فعلی G4: بحران مدیریتی	مطلوبیت روندی مطلوب روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز نسبتاً سبز نسبتاً قرمز قرمز
H1: پایداری جمعیت H2: ادامه روند فعلی H3: رشد منفی	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز
I1: رشد بالای ارزش افزوده صنعت I2: رشد تدریجی و مستمر I3: ادامه‌ی وضعیت فعلی I4: روند کاهشی	مطلوبیت روندی مطلوب روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز نسبتاً سبز نسبتاً قرمز قرمز
J1: توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات شهری J2: توسعه تدریجی J3: عدم توجه به تجهیزات شهری	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز
K1: رشد بالا K2: رشد مستمر و تدریجی K3: ادامه‌ی روند فعلی K4: رشد منفی K5: عدم توجه GPD	مطلوبیت روندی مطلوب حفظ وضع موجود و حالتی بینابین روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز نسبتاً سبز زرد نسبتاً قرمز قرمز

وضعیت‌های احتمالی عوامل کلیدی	درجه‌ی مطلوبیت وضعیت‌های احتمالی	طیف رنگی وضعیت‌ها
L1: رشد بالای ارزش افزوده کشاورزی L2: روند تدریجی و مستمر L3: ادامه وضعیت فعلی L4: روند کاهشی	مطلوبیت روندی مطلوب روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز نسبتاً سبز نسبتاً قرمز قرمز
M1: رشد بالای ارزش افزوده خدمات M2: رشد تدریجی و مستمر M3: ادامه روند فعلی M4: روند کاهشی	مطلوبیت روندی مطلوب روندی نامطلوب و در آستانه بحران بحرانی	سبز نسبتاً سبز نسبتاً قرمز قرمز
N1: توسعه قوانین حمل و نقل N2: ادامه روند فعلی N3: عدم توجه به حمل و نقل	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز
O1: کاهش روزهای نیاز به گرمایش O2: ادامه روند فعلی O3: رشد منفی و افزایش تعداد روزهای نیاز به گرمایش	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز
P1: افزایش دمای متوسط سالانه P2: ادامه روند فعلی P3: کاهش دمای متوسط سالانه	مطلوبیت حفظ وضع موجود و حالتی بینابین بحرانی	سبز زرد قرمز

مأخذ: یافته‌های تحقیق

### جدول ۷- طیف رنگی وضعیت‌های احتمالی عوامل کلیدی در نرم‌افزار Scenariowizard

حالت ۵	حالت ۴	حالت ۳	حالت ۲	حالت ۱	شاخص‌ها
		عدم توجه	ادامه روند فعلی	توسعه زیرساخت‌ها	تنوع شیوه‌های حمل و نقل
	روند منفی	ادامه وضعیت فعلی	رشد تدریجی	رشد و افزایش بالا	درآمد سرانه واقعی
	روند منفی	ادامه وضعیت فعلی	رشد تدریجی	افزایش جمعیت	جمعیت فعال
		عدم توجه به طراحی	ادامه وضعیت فعلی	طراحی بهینه	طراحی ساختمان‌ها
		عدم توجه به مکانیابی	ادامه روند فعلی	مکانیابی بهینه	مکانیابی مراکز حمل و نقل
		عدم توجه به توسعه حمل و نقل	ادامه وضعیت فعلی	توسعه تجهیزات دسترسی	دسترسی به حمل و نقل عمومی
	بحران مدیریتی	ادامه وضعیت فعلی	مدیریت محافظه کارانه	مدیریت توسعه‌گرا	مدیریت شهری
		رشد منفی جمعیت	ادامه روند فعلی	پایداری جمعیت	اندازه جمعیت
	روند کاهشی	ادامه روند فعلی	رشد تدریجی و مستمر	رشد بالا	ارزش افزوده صنعت

		عدم توجه به زیرساخت	توسعه تدریجی	توسعه زیرساخت‌ها	زیرساخت‌های شهری
عدم توجه	روند کاهشی و منفی	ادامه وضعیت فعلی	رشد تدریجی و مستمر	رشد بالا	GDP
	روند کاهشی	ادامه روند فعلی	رشد تدریجی و مستمر	رشد بالا	ارزش افزوده کشاورزی
	روند کاهشی	ادامه روند فعلی	رشد تدریجی و مستمر	رشد بالا	ارزش افزوده خدمات
		عدم توجه به حمل و نقل	ادامه روند فعلی	توسعه قوانین	قوانین حمل و نقل
		رشد منفی و افزایش روزها	ادامه روند فعلی	کاهش روزها	روزهای نیاز به گرمایش
		کاهش دما	ادامه روند فعلی	افزایش دما	دمای متوسط سالانه

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

### ۳-۶- تهیه و تحلیل سناریوهای احتمالی در آینده

با توجه به مباحث گذشته و بر اساس وضعیت‌های احتمالی آینده‌ی پیش‌روی مجموعاً ۵۶ وضعیت مختلف برای ۱۶ عامل کلیدی طراحی گردید که این وضعیت‌ها طیفی از شرایط مطلوب تا نامطلوب را شامل می‌شدند تعداد وضعیت‌های هر عامل متناسب با میزان پیچیدگی شرایط استان بین ۳ تا ۵ حالت متغیر بوده است. با طراحی وضعیت‌ها و تهیه‌ی ماتریس ۵۶×۵۶ مجدداً مانند مرحله‌ی قبل در تعیین عوامل کلیدی پر سشنامه‌ی مفصلی با راهنمای کار تهیه و در اختیار متخصصان قرار گرفت. همانطوری که در بخش روش‌شناسی به تفصیل بیان شد متخصصان با طرح این سؤال که «اگر هر یک از وضعیت‌های ۵۶ گانه اتفاق بیفتد چه تأثیری بر وقوع و یا عدم وقوع سایر وضعیت‌ها خواهد داشت؟» به تکمیل پرسشنامه بر اساس سه ویژگی توانمند ساز، بی‌تأثیر و محدودیت ساز اقدام کردند و با درج ارقامی بین ۳ تا -۳ میزان تأثیرگذاری هر کدام از وضعیت‌ها را بر سیستم مشخص کردند. برای بدست آوردن سناریوهای کمک ارزشمند نرم‌افزار سناریوویزارد ضروری است. بر اساس داده‌های وارد شده‌ی پرسشنامه تحلیل و تعداد سناریوهای زیر گزارش داد:

- سناریوهای قوی: ۵ سناریو؛
- سناریوهای با سازگاری بالا (سناریوهای باورکردنی): ۱۳ سناریو؛
- سناریوهای ضعیف: ۲۹۲.

**تحلیل سناریوهای قوی**

نتایج حاکی از آن است؛ ۵ سناریو با امتیاز بالا در شرایط پیش‌روی متصور هستند که از میان آنها دو سناریو شرایط امیدوار کننده و مطلوب، یک سناریو شرایط بحرانی و دو سناریوی دیگر شرایط بینابین را نشان می‌دهند.

#### تحلیل سناریوهای با سازگاری بالا

تحلیل داده‌های مربوط به وضعیت‌های مختلف با نرم‌افزار پیشرفته‌ی سناریوویزارد، احتمال وقوع ۱۳ سناریو را بیش از سایر سناریوها دانسته و احتمال وقوع سایر سناریوها را در حد بسیار ناچیز و ضعیف ارزیابی کرده است. این سناریوها از هم‌کنشی بین وضعیت‌های هر یک از عوامل در ارتباط با وضعیت‌های هر یک از عوامل دیگر استخراج می‌شوند. بررسی‌های اولیه‌ی سناریوهای ۱۳ گانه حاکی از سیطره‌ی نسبت عداد وضعیت‌های نامطلوب بر وضعیت‌های مطلوب است غیر از چند سناریوی محدود که دارای ویژگی‌های مطلوب و رو به پیشرفت هستند بقیه‌ی سناریوها آینده‌ی مطلوبی ندارند. جهت تحلیل وضعیت‌های احتمال در شهرستان به تحلیل هر یک از سناریوهای محتمل استان پرداخته می‌شود.



جدول ۸- درجهی مطلوبیت وضعیت‌های هر یک از عوامل به تفکیک هر سناریو بر اساس طیف پنج‌گانه‌ی مطلوبیت تا بحران

درجهی مطلوبیت	سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم	سناریوی پنجم	سناریوی ششم	سناریوی هفتم	سناریوی هشتم	سناریوی نهم	سناریوی دهم	سناریوی یازدهم	سناریوی دوازدهم	سناریوی سیزدهم
درجهی متوسط سالانه	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
تعداد روزهای نیاز به گرمایش	مطلوبیت	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
فرایمن حمل و نقل	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
ارزش افزوده خدمات	مطلوبیت	روندی مطلوب	روندی مطلوب و تراشه بحران	مطلوبیت	روندی مطلوب	روندی مطلوب	بحری	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران
ارزش افزوده کشاورزی	مطلوبیت	روندی مطلوب	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب	روندی مطلوب	مطلوبیت	بحری	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	بحری	بحری	بحری
GPD	مطلوبیت	مطلوبیت	روندی مطلوب و تراشه بحران	مطلوبیت	مطلوبیت	روندی مطلوب	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	روندی مطلوب و تراشه بحران
زیورساخت و تجهیزات شهری	مطلوبیت	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	بحری
ارزش افزوده صنعت	مطلوبیت	مطلوبیت	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب	روندی مطلوب	روندی مطلوب	بحری	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران
اندازه جمعیت	مطلوبیت	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	روندی مطلوب	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
مدیریت شهری	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	روندی مطلوب و تراشه بحران	مطلوبیت	مطلوبیت	روندی مطلوب	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	بحری	بحری	بحری	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران
دسترسی به حمل و نقل عمومی	مطلوبیت	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	روندی مطلوب	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
مکانیابی مراکز حمل و نقل	مطلوبیت	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران
مطراحی ساختمان‌ها	مطلوبیت	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
جمعیت فعال	مطلوبیت	روندی مطلوب و تراشه بحران	روندی مطلوب و تراشه بحران	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
درآمد سرانه واقعی	مطلوبیت	مطلوبیت	روندی مطلوب و تراشه بحران	مطلوبیت	مطلوبیت	روندی مطلوب	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری
نوع شیوه‌های حمل و نقل	مطلوبیت	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	خطه واقع موجود و حاشی بی‌نیاز	مطلوبیت	مطلوبیت	مطلوبیت	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری	بحری

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## ۴- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به بررسی و شناسایی مهمترین پیشران‌ها یا عوامل مؤثر، میزان و چگونگی تأثیرگذاری و تبیین وضعیت‌های محتمل و نهایتاً تدوین سناریوهای احتمالی و شناسایی سناریوهای مطلوب و مؤثر در وضعیت آینده‌ی مصرف انرژی در شهرستان تبریز پرداخته است. سپس با روش تحلیل اثرات متقابل/ ساختاری با نرم‌افزار MICMAC جهت استخراج عوامل اصلی تأثیرگذار بر وضعیت آینده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه مورد تحلیل قرار گرفتند. نهایتاً در نتیجه‌ی تحلیل‌های ماتریس و ارزیابی پلان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل کلیدی با روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تعداد ۱۶ عامل کلیدی که بیشترین نقش را در وضعیت آینده مصرف انرژی شهرستان تبریز ایفا می‌کند، انتخاب شدند که با تعریف وضعیت‌های احتمالی هر عامل در آینده تعداد ۵۶ وضعیت ممکن طراحی گردید. نرم‌افزار سناریو ویزارد با محاسبات پیچیده و بسیار سنگین، امکان استخراج سناریوهای با احتمال قوی، سناریوهای با احتمال ضعیف و سناریوهای با احتمال سازگاری و انطباق بالا را برای محقق فراهم می‌آورد.

✓ سناریوهای قوی: ۵ سناریو؛ که از میان آنها دو سناریو شرایط امیدوارکننده و مطلوب، یک سناریو شرایط بحرانی و دو سناریوی دیگر شرایط بینابین را نشان می‌دهند.

✓ سناریوهای با سازگار بالا (سناریوهای باور کردنی): ۱۳ سناریو؛ بررسی‌های اولیه‌ی سناریوهای ۱۳ گانه حاکی از سیطره‌ی نسبت عداد وضعیت‌های نامطلوب بر وضعیت‌های مطلوب است غیر از چند سناریوی محدود که دارای ویژگی‌های مطلوب و رو به پیشرفت هستند بقیه‌ی سناریوها آینده‌ی مطلوبی ندارند.

✓ سناریوهای ضعیف: ۲۹۲

در مجموع ۱۳ سناریوی باورکردنی را با توجه به درجه‌ی مطلوبیت آنها به ۳ گروه تقسیم شدند که هر یک از گروه‌ها شامل چند سناریو با ویژگی‌های تقریباً مشترک با تفاوت کم در یک یا چند وضعیت از میان ۱۶ عامل کلیدی هستند این گروه‌ها به شرح ذیل می‌باشند:

✓ سناریوهای بسیار مطلوب و با روندی مطلوب: سناریوی اول، چهارم، پنجم و ششم؛

✓ سناریوهای ادامه‌ی وضع موجود با حالتی بینابین؛ دوم و سوم؛

✓ سناریوی دارای روندی نامطلوب، در آستانه‌ی بحران و بحرانی: سناریوی هفتم، هشتم، نهم، دهم، یازدهم، دوازدهم و سیزدهم.

در مجموع باید گفت نتیجه‌ی اصلی این تحقیق حاکی از آن است که وضعیت آینده مصرف انرژی در شهرستان تبریز بیشتر ادامه دهنده‌ی شرایط فعلی با روندی نامطلوب و نامساعد شدن شرایط خواهد بود و از این‌رو نیازمند توجه ویژه مسئولان و نهادهای مدیریتی و مرتبط در جهت بهبود شرایط می‌باشد و پیشنهاد می‌شود وضعیت مصرف انرژی شهرستان تبریز با استفاده از مدل‌های و الگوهای دیگر بررسی شود تا کارایی مدل‌ها مشخص گردد و مدل‌ها و روش‌های مناسب در جهت پیش‌بینی وضعیت مصرف انرژی مشخص گردد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج اکثر تحقیق‌های انجام گرفته در این زمینه هم‌سو می‌باشد به گونه‌ای که با توجه به شرایط موجود در اکثر مناطق دنیا نتایج تحقیق‌های (بغزیان و نصرآبادی، ۱۳۸۵)، (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱)، (گلستانی و همکاران، ۱۳۹۱) با نتایج این تحقیق مبنی بر نامساعد شدن وضعیت مصرف انرژی در آینده هم‌سو می‌باشد با این تفاوت که در بررسی و پیش‌بینی آینده از روش‌های متفاوت از قبیل روش‌های کمی و مدل‌های رگرسیون، اقتصادسنجی، شبکه عصبی و الگوریتم‌های ترکیبی و فازی استفاده کرده‌اند.

فهرست منابع

علوم و فناوری دفاعی، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

۸. دامن کشیده، مرجان، نظری، محسن و الهام سادات رضایی (۱۳۸۹)، «بررسی عوامل مؤثر بر انتشار در ایران، مطالعه موردی نیروگاه‌ها»، فصلنامه علوم اقتصادی، سال سوم، شماره ۱۲، صص ۶۳-۷۹.

۹. صادقی، حسین، افضلیان، علی‌اکبر، حقانی، محمود و حسین سهرابی‌وفا (۱۳۹۱)، «پیش‌بینی تقاضای بلندمدت انرژی الکتریکی با استفاده از الگوریتم ترکیبی عصبی- فازی و انبوه ذرات»، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۱۰، صص ۲۱-۵۶.

۱۰. عمادزاده، مصطفی و همکاران، (۱۳۸۲)، «تحلیلی از روند انرژی در کشورهای OECD»، فصلنامه پژوهش‌نامه بازرگانی، شماره ۲۸، صص ۹۵-۱۱۸.

۱۱. فطرس، محمدحسین و اسماعیل ترکمنی (۱۳۹۳)، «مصرف انرژی، مصرف الکتریسیته و توسعه انسانی در ایران (رویکرد آزمون باند)»، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی، دوره ۳، شماره ۱۰، صص ۱۲۷-۱۴۴.

۱۲. گلستانی، شهرام، گرگینی، مصطفی و فاطمه حاج عباسی (۱۳۹۱)، «مقایسه توانایی مدل‌های VAR, ARIMA و شبکه‌های عصبی: تقاضای جهانی نفت اوپک»، فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی، سال اول، شماره ۴، صص ۱۴۵-۱۶۸.

۱۳. مقصدی، محمدامین (۱۳۹۵)، «عملکرد ساختمان با مصرف انرژی صفر با رویکرد پایدار»، ششمین همایش پژوهش‌های نوین در علوم و فناوری.

۱۴. میرفخرالدینی، سیدحیدر، بابایی میبیدی، حمید و علی مروتی شریف‌آبادی (۱۳۹۱)، «پیش‌بینی مصرف انرژی ایران با استفاده از مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن

۱. اکبری شهربندی، زهرا، رضایی، فرهاد و همایون مومنی (۱۳۹۴)، «پیش‌بینی مصرف انرژی الکتریکی با استفاده از مدل رگرسیون، مطالعه موردی شرکت توزیع نیروی برق مازندران»، کنفرانس ملی فن‌آوری، انرژی و داده با رویکرد مهندسی برق و کامپیوتر، تهران.

۲. برانسون، ویلیام (۱۳۸۱)، تئوری و سیاست‌های اقتصاد کلان، ترجمه: عباس شاکری، تهران، نشر نی.

۳. بغزیان، البری و ابراهیم نصرآبادی (۱۳۸۵)، «پیش‌بینی مصرف فرآورده‌های نفتی: مقایسه سیستم معادلات اقتصادسنجی و شبکه عصبی»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال سوم، شماره ۱۰، صص ۴۷-۶۷.

۴. پدرام، عبدالرحیم (۱۳۸۸)، «آینده پژوهی: مفاهیم، روش‌ها، مقاله اول: آینده پژوهی حوزه‌های نو برای کندوکاو»، تهران، چاپ اول، مرکز آینده پژوهی علوم و فناوری دفاعی، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

۵. تقی‌زاده مهرجردی، روح‌الله، فتاحی اردکانی، احمد، طهارتی، محمدحسین و حمید بابایی (۱۳۹۴)، «پیش‌بینی مصرف انرژی بخش کشاورزی ایران با استفاده از مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی»، نشریه اقتصاد کشاورزی، دوره ۷، شماره ۳، صص ۱۴۹-۱۶۶.

۶. جلال‌آبادی، اسدالله و شراره رخشان (۱۳۸۴)، «تحلیل حامل‌های مصرف انرژی در ایران با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری (۱۳۴۶-۸۰)»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۲، صص ۱۳۲-۱۱۵.

۷. جمالی‌جافی، حسین (۱۳۸۸)، «آینده پژوهی: مفاهیم، روش‌ها، مقاله پنجم: آشنایی با آینده‌نگاری»، تهران، چاپ اول، مرکز آینده پژوهی

- etitive market by a hybrid PSO–ANFIS approach”, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 39, pp. 29-35.
21. Ruiz, L.G.B. Rueda, R. M.P. Cuéllar, Pegalajar, M.C (2018), “Energy consumption forecasting based on Elman neural networks with evolutive optimization”, *Expert Systems with Applications*, Volume 92, pp. 380-389.
22. Sajjad, S. H (2010), “The preliminary study of urbanization, fossil fuels consumptions and CO2 emission in Karachi”, *African Journal of Biotechnology*, 9(13), pp. 1941-1948.
23. Yaobin, L (2009), “Exploring the relationship between urbanization and energy consumption in China using ARDL (autoregressive distributed lag) and FDM (factor decomposition model)”, *Energy*, 34, pp. 1846–1854.
24. York, R., Rosa, E.A., & Dietz, T (2003), STIRPAT, IPAT and Impact: analytical tools forum packing the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics* 46, PP. 351–365.
25. Zhang, G. P (2003), “Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model”, *Neuro computing*, 50, pp. 159-175.
- با الگوهای سنتی»، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۷، شماره ۲، صص ۱۹۶-۲۲۲.
۱۵. یاورى، کاظم و خالد احمدزاده (۱۳۸۹)، «بررسی رابطه مصرف انرژی و ساختار جمعیت (مطالعه موردی: کشورهای آسیایی جنوب غربی)»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۵، صص ۶۲-۳۳.
۱۶. یوسفی‌نژاد، مریم (۱۳۹۴)، «تحلیل مصرف انرژی، رفاه و توسعه اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه (۱۹۹۵-۲۰۱۱)»، همایش ملی انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی‌شهر، صص ۱-۸.
17. Alam, S., Ambreen, F. & B. Muhammad (2007), “Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation”, *Journal of Asian Economics*, 18: pp. 825-837.
18. Liu, Xiuli. Moreno, Blanca, Garcia, Ana Salome (2016), “A grey neural network and input-output combined forecasting model. Primary energy consumption forecasts in Spanish economic sectors”, *Energy*, Volume 115, Part 1, 15, pp. 1042-1054.
19. Mat Daut, M. A., Hassan, M. Y., Hayati, A. & A. R. Hasimah (2017), “Building electrical energy consumption forecasting analysis using conventional and artificial intelligence methods: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 70, pp. 1108-1118.
20. Pousinho, H. M. I., Mendes, V.M.F., Catalão, J.P.S (2012), “Short-term electricity prices forecasting in a comp

#### یادداشت‌ها

- 1- Keynes
- 2- Friedman
- 3- Modigliani
- 4- Duesenberry
- 5- Lifetime
- 6- LCH= Life Cycle Hypothesis