فصلنامه آینده پژوهی مدیریت
سال بیست و هشتم /شماره ۱۱٤ / پائیز ۱۳۹۷

تحلیلی بر وضعیت مصرف انرژی در چارچوب آینده‌پژوهی 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 دریافت: ۹۶/۱۱/۱۰ **تاریخ پذیرش:** ۹۷/۰۷/۰۲

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 شناسایی‌شده 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 نسبیت اعداد و ضعیت‌های 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 قابل‌توجهی در اقتصاد می باشد (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 تعیین کننده‌ای 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 می شود 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 هم سو با مسأله آلودگی و گرم شدن زمین است (Alam et al., 2007: 827). میزان مصرف انرژی در کشور بسیار سرسام‌آور بوده که این مسأله 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 وارد کننده حامل‌های انرژی تبدیل خواهد شد (مقصدی، 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 حادتر به نظر می‌رسد. از سوی دیگر امروزه تغییرات با نرخ سریع‌تری به وقوع می پیوندند. 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 وکارها، سازمان‌ها و مردم ایجاب می‌کند (جمالی جافی، ۱۳۸۸: ۷۴). آینده اساساً قرین به عدم قطعیت است. با این همه آثار و رگه‌هایی از اطلاعات و واقعیت‌ها که ریشه در گذشته و حال دارند، می توانند 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 گونه ای که بزرگ‌ترین قطب اقتصادی منطقه شمال‌غرب ایران و مرکز اداری، ارتباطی، بازرگانی، سیاسی، صنعتی، فرهنگی و نظامی این منطقه شناخته می شود 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 در صد 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 تراکم سازی اصولی در شهر و گسترش و توسعه شهر در

پهنه‌ای 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 ناشـــی از آن که به مرور زمان در حال افزایش می‌باشد 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 بزرگ‌ترین مشکل زیســت‌محیطی شــهر تبریز یعنی مســأله آلودگی هوا شــده است که با توجه به روند فعلی نیازمند توجه ویژه به مسأله مصرف انرژی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بنابراین باید مسئولان و نهادهای مرتبط تلاش کنند تا با پیش‌بینی هرچه دقیق‌تر مصـــرف انرژی در بخش‌های مختلف و برنامه‌ریزی صــحیح در هدایت مصــرف، پارامترهای عرضــه و تقاضــای انرژی در بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه را به نحو مطلوب کنترل کنند.

در زمینه پیش‌بینی مصرف انرژی مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام گرفته است که از مطالعات داخل کشور می‌توان به مطالعات (بغزیان و نصرآبادی، ۱۳۸۵)، (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱)، (گلســتانی و همکاران، ۱۳۹۱)، (اکبری شــهربندی و همکاران، ۱۳۹۴) و از مطالعات خارجی (Pousinho, 2012)، (Liu et al., 2016)، (Mat et al, 2017)، (Ruiz et al., 2018) اشاره کرد که در اکثر تحقیقات انجام گرفته از مدل‌هایی از قبیل هوش مصنوعی، شبکه عصبی، مدل‌های اقتصاد سنجی، الگوریتم ژنتیک اســتفاده شــده اســت و وجه تمایز این تحقیق در استفاده از چارچوب آینده‌پژوهی و سناریونویسی با استفاده از ســناریوویزارد می‌باشــد. از این‌رو، تحقیق حاضــر 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 اقتصـــاد اســـت. در حقیقت تابع مصـــرف، تصــویری از مراحل توســعه دانش در علم اقتصــاد ارایه می دهد. جایگاه و اهمیت متغیر مصـــرف را می‌توان با مطالعه نظریات ارایه شــده از ســوی اقتصــاددانانی همچون کینز[1]، فریدمن[2]، آندومودیگلیانی[3]، دوزنبری[4] و ... که در حوزه‌های خرد و کلان اقتصاد به آن پرداخته‌اند درک کرد. تئوری‌هایی که توسط آن‌ها برای توضیح مصرف ارایه شده است، از یک زیربنای اســاســی از نظریات خرد اقتصــادی درباره انتخاب مصـــرف‌کننده برخوردار بوده‌اند؛ بدین‌صـــورت که رفتار مشاهده شده مصرف‌کننده، نتیجه تلاش عقلایی وی برای حداکثر کردن مطلوبیت خود از طریق تخصـــیص جریان درآمدی دوره زندگی[5] به یک الگوی بهینه مصـــرف در طول زندگی است. با ارایه مفهوم روانشناسی مصرف از جانب کینز (۱۹۳۶)، رابطه درآمد و مخارج مصرفی، به صورت یک رابطه کلیدی در تحلیل‌های اقتصاد کلان درآمد، همچنین فریدمن (۱۹۵۷)، در نظریه مصــرف و درآمد دایمی بیان می‌دارد که مصرف در یک سال معین، فقط به درآمدی که فرد در همان سال به دست می‌آورد، بستگی ندارد، بلکه به میزان درآمد دایمی یا درآمد انتظاری که فرد دارد نیز وابســته اســت. به همین دلیل وی درآمد افراد را به دو جز درآمد دایمی و درآمد موقتی یا زودگذر تقسیم می‌کند. درآمد موقتی گاهی منفی و گاهی مثبت اســت و در بلندمدت همدیگر را خنثی می‌کنند، لذا، نقش پس‌انداز موجب می‌شــود که مصــرف در ســطح مصـــرف دایمی حفظ شـــود. به دنبال این نظریه، مودیگلیانی (۱۹۶۳)، درآمد دایمی را در چارچوب نظریه سیکل زندگی[6] معرفی کرد (برانسون، ۱۳۸۱). بر اساس این نظریه، هدف مصرف‌کننده این است که مطلوبیت ناشی از مصـــرف در طول زندگی فرد با در نظر گرفتن محدودیت منابع مالی به حداکثر برســـد. این نظریه نیز همانند نظریه درآمد دایمی فریدمن بر ثروت جامعه و نرخ بازدهی آن استوار است که بر اساس آن سطح مصرف تعیین می‌شود. با این وجود نوع اســـتدلال در زمینه نظریه درآمد دایمی

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: 1945). 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 و 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 می شود. 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 ویژگی های جمعیتی و محیط‌زیست دریافت کرده‌اند. ولی بیشتر بررسی های 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 کارآیی 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

و بالقوه مصـرف انرژی برجسـته می‌شـود. سـاختار سـنی جمعیت ممکن است ساختار اقتصاد را به روش‌های مختلفی تحت تأثیر قرار دهد، که پیامدهایی نیز برای مصـرف انرژی به همراه دا شته با شد. دلایلی وجود دارد که ن شان می‌دهد جمعیت‌های دارای افراد سـالخورده نسـبت به افراد جوان و کم‌سـال، انرژی بیشـتری مصـرف می‌کنند. اسـتفاده از پس‌اندازها برای تأمین نیازهای مصـرفی و بهداشـتی، تمایل به دا شتن خودرو در این دوره سنی و... بیانگر این مو ضوع هستند. از سوی دیگر تغییرات در نرخ‌های باروری و الگوهای مهاجرت نیز نه تنها اندازه و رشد جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه نسـبت گروه‌های سـنی مختلف را نیز متأثر می‌کنند (Liu, 2009: 1854).

۱- مواد و روش

با دقت در محتوای این پژوهش، می‌توان دریافت که این پژوهش از نوع کاربردی بوده و در قالب تحقیقات توصیفی- تحلیلی قرار می‌گیرد. در برر سی و ضعیت م صرف انرژی در چهارچوب آینده‌نگاری در شهرستان تبریز ابتدا جهت تدوین وضـع یت های احت مالی از طریق روش دلفی از ۲۰ نفر کارشـناس متخصـص نظرخواهی شـده و در مرحله بعد به تحلیل کلی سی ستم پرداخته شده ا ست که طبق نتایج به دسـت آمده این عوامل در مرحله‌ی اول شـناسـایی شـده و میزان و چگونگی تأثیر گذاری این عوا مل بر یکدیگر و بر وضعیت مصرف انرژی با توجه به میزان ارتباطات مستقیم و غیرم ستقیم در نرم‌افزار MICMAC برر سی شده و برای بد ست آوردن سناریوها از نرم‌افزار ضروری و حیاتی سناریو ویزارد اسـتفاده شـده اسـت. نرم‌افزار سـناریو ویزارد با محاسـبات پیچیده و بسـیار سـنگین، امکان اسـتخراج سناریوهای با احتمال قوی، سناریوهای با احتمال ضعیف و سناریوهای با احتمال سازگاری و انطباق بالا را برای محقق فراهم می‌آورد.

۲- یافته‌ها

در پژوهش حا ضر، جهت شنا سایی عوامل تأثیرگذار بر میزان مصـرف انرژی در تبریز از روش دلفی از طریق گروه متخصصان استفاده شده است . بعد از انتخاب متخصصان با تو جه به روش های مختلف پرسـشـگری فرآیند انجام پرسـشـگری و اسـتخراج نظرات آنها در حوزه‌ی مورد نظر انجام گرفت و در مرحله بعد از متخصصان خواسته می شود تا در نظرات سـایر اعضـا نیز داوری کنند به گونه‌ای که پرسشنامه‌ها ۲ بار برای تصحیح رفت و برگشت داشته است یعنی در دور اول برای اخذ نظرات به کار شناسان ارایه شده ا ست و در دور دوم جواب‌های دور اول برای تصحیح نظرات ارسـال شـده اسـت تا جواب دیگر کارشـناسـان 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 سـخنوری 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 اسـاس روش دلفی که در بالا اشـاره شـد، ۴۰ متغیر به عنوان عوامل مؤثر شنا سایی و سپس با روش تحلیل اثرات متقابل/ ساختاری با نرم‌افزار MICMAC جهت ا ستخراج عوامل اصـلی تأثیرگذار بر وضـعیت آینده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه مورد تحلیل قرار گرفتند. بر اسـاس تعداد متغیرها ابعاد ماتریس ۴۰×۴۰ بود. تعداد تکرارها ۲ بار در نظر گرفته شـد. از مجموع ۱۵۶۰ رابطه‌ی قابل ارزیابی در این ماتریس ۴۰ رابطه‌ی عدد صفر، ۳۲۸ رابطه‌ی عدد یک، ۷۶۹ رابطه‌ی عدد دو و ۴۶۳ رابطه‌ی عدد سـه بوده اسـت. از طرف دیگر ماتریس بر اسـاس شـاخص‌های آماری با ۲ بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت و بهینه‌شـدگی ۱۰۰ درصـد برخوردار بوده که حاکی از روایی بالای پرسـشـنامه و پاسـخ‌های آن است. در ادامه جهت تحلیل کلی محیط سیستم و در نهایت جهت شنا سایی پی شران‌ها، عوامل کلیدی مؤثر به برر سی پلان تأثیر گذاری و تأثیر پذیری متغیر ها و همچنین به بررسی رتبه‌بندی و جابجایی متغیرها پرداخته شد.

۳-۱- شناسایی پیشران‌های کلیدی

جدول ۱- تحلیل اولیه‌ی داده‌های ماتریس اثرات متقابل

شاخص	مقدار
ابعاد ماتریس	۴۰

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

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	۴۱	جمع	3255	3255
21	عوامل سیاسی	84	88				

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۲- انواع متغییرها

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 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 شمال‌شرقی قرار دارند. متغیرهای دو وجهی ظرفیت بسیار

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

متغیرهای تنظیمی

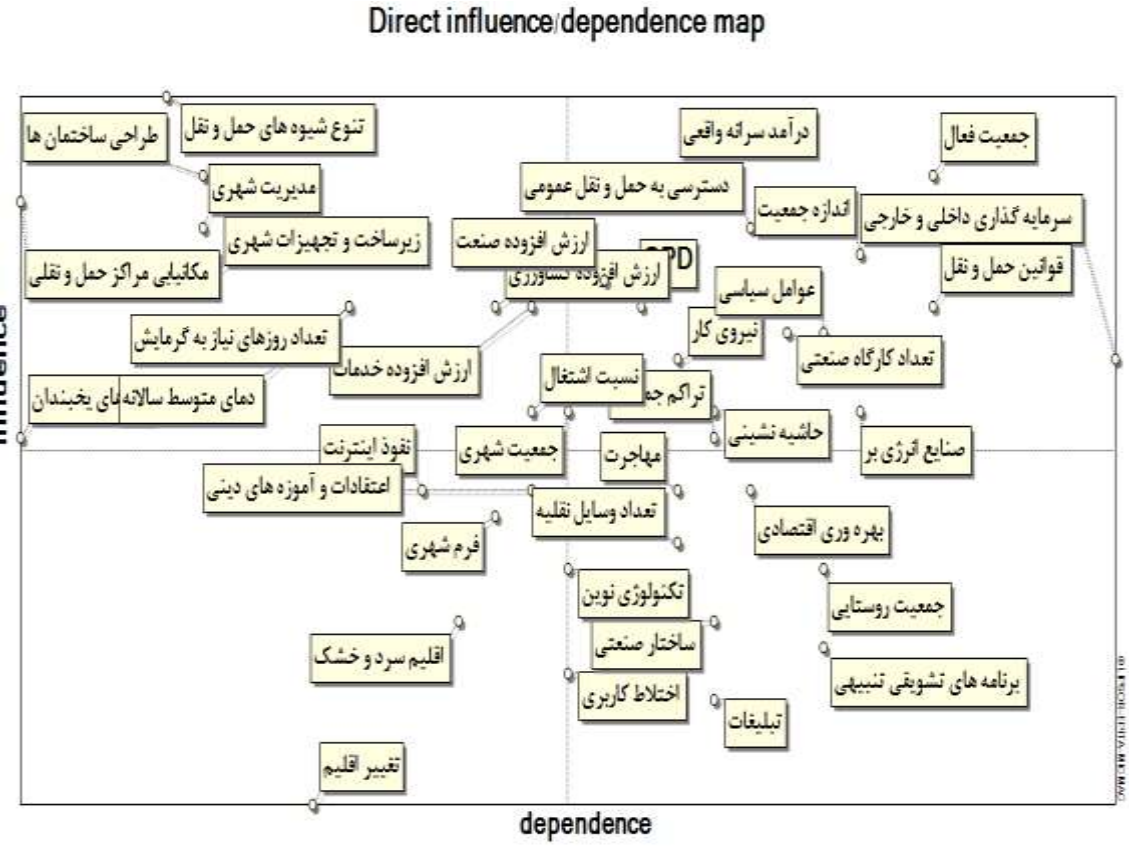
متغیرهـای تنظیمی در اطراف مرکز ثقل نمودار یا پـلان تـأثـیـرگـذاری- تأثیر پذیری قرار دارند و در برخی مواقع به عنوان اهرمی ثـانویـه (متغیرهـای هـدف ضـعیف و متغیرهای ریسـک ضعیف) عمل می‌کنند.

متغیرهای تأثیرپذیر

این متغیرها در قسـمت جـنـوب شـرقـی پـلان تأثیرگذاری- تأثیرپذیری قرار دارنـد و می توان آن‌هـا را متغیرهای صـفحه نیز نامید. این متغیر ها از تأثیر پذیری بسـیار بالا از سـیسـتم و تأثیرگذاری بسیار پایین در سیستم برخوردار هستند.

متغیرهای مستقل

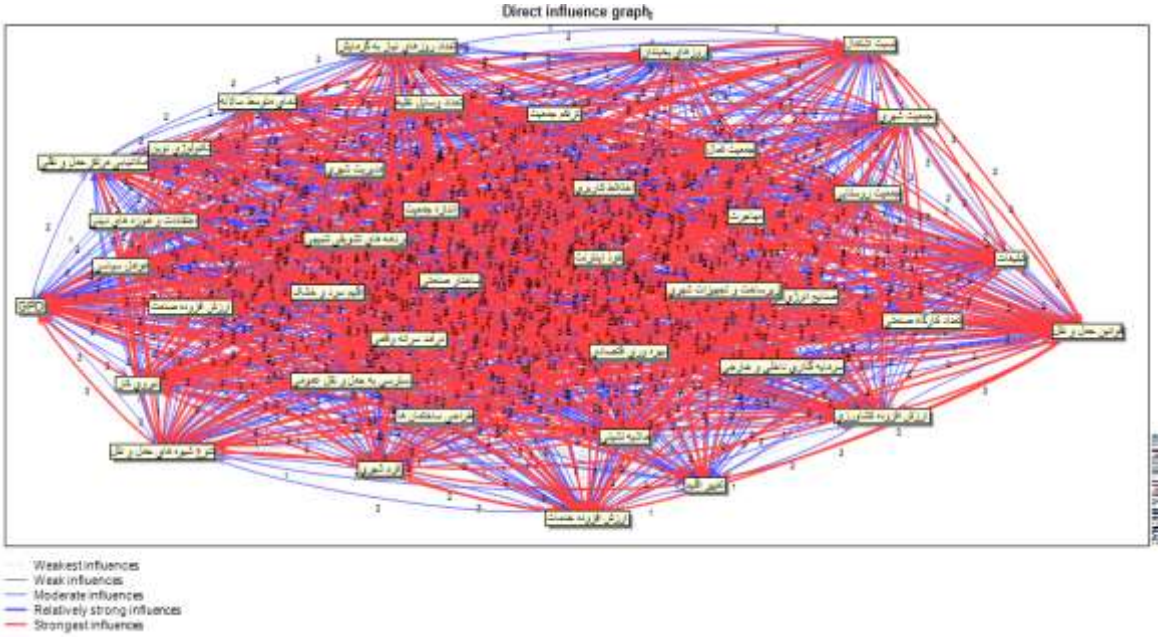
متغیرهای مستقل، شامل متغیرهایی که دارای تأثیرگذاری



پایین و همچنین میزان تأثیرپذیری آن‌ها هم پایین می‌باشـد. این متغیرهـا در قسـمـت جنوب‌غربی پلان تـأثیرگـذاری- تأثیرپذیری 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

۳-۳- ارتباط غیر مستقیم بین متغیرها

در این روش هر کدام از روابط متغیر ها توسط نرم‌افزار MICMAC به توان ۵، ۴، ۳، ۲ و ... ر سانده و بر این ا ساس 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؛
۲. متغیرهای دو وجهی (متغیرهای ریسک و متغیرهای هدف)؛
۳. متغیرهای تنظیمی؛
۴. متغیرهای تأثیرپذیر یا نتیجه‌ی مستقیم؛
۵. متغیرهای مستقل؛

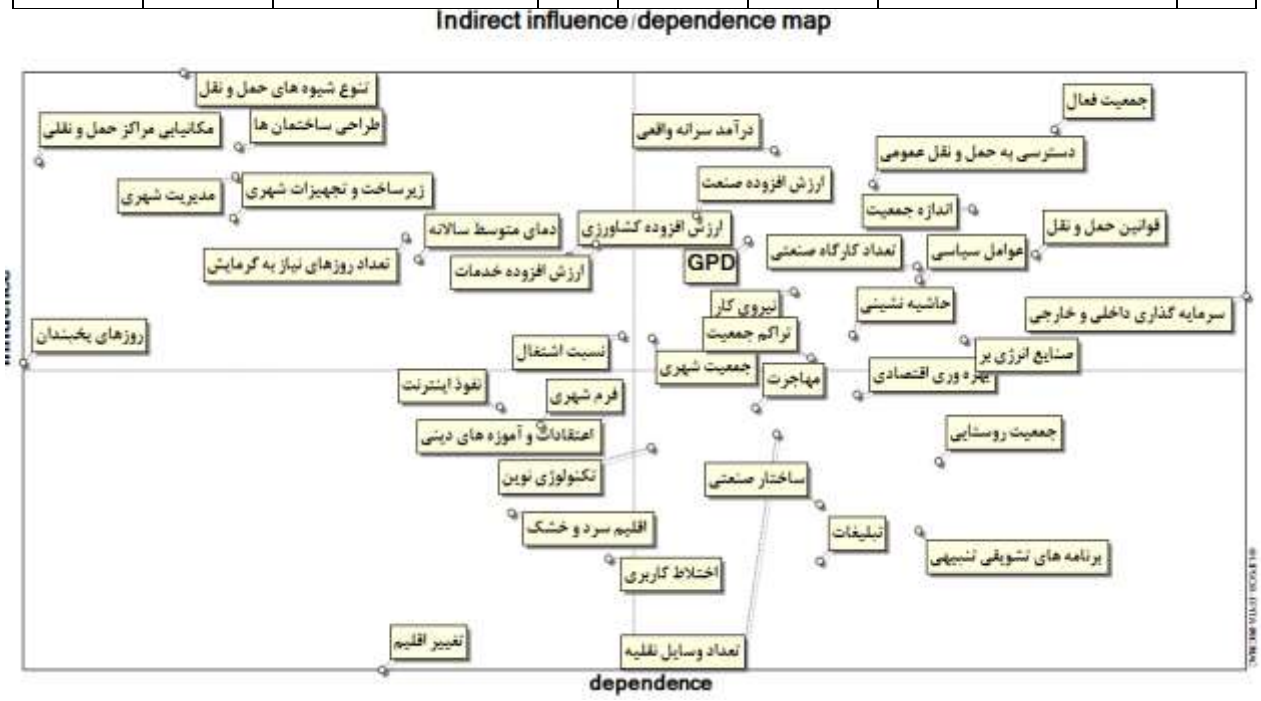
آنچه که از مقایسه‌ی نتایج تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم بدست آمده این است که این پنج دسته از متغیرها را در سیستم با کمترین تغییرات و جابجایی در ارزیابی تأثیرات غیرمستقیم متغیرها تکرار شده‌اند که در جدول ۳ به آنها اشاره شده است.

جدول ۳- میزان تأثیرات غیرمستقیم متغیرها بر همدیگر

ماخذ: یافته‌ی پژوهش

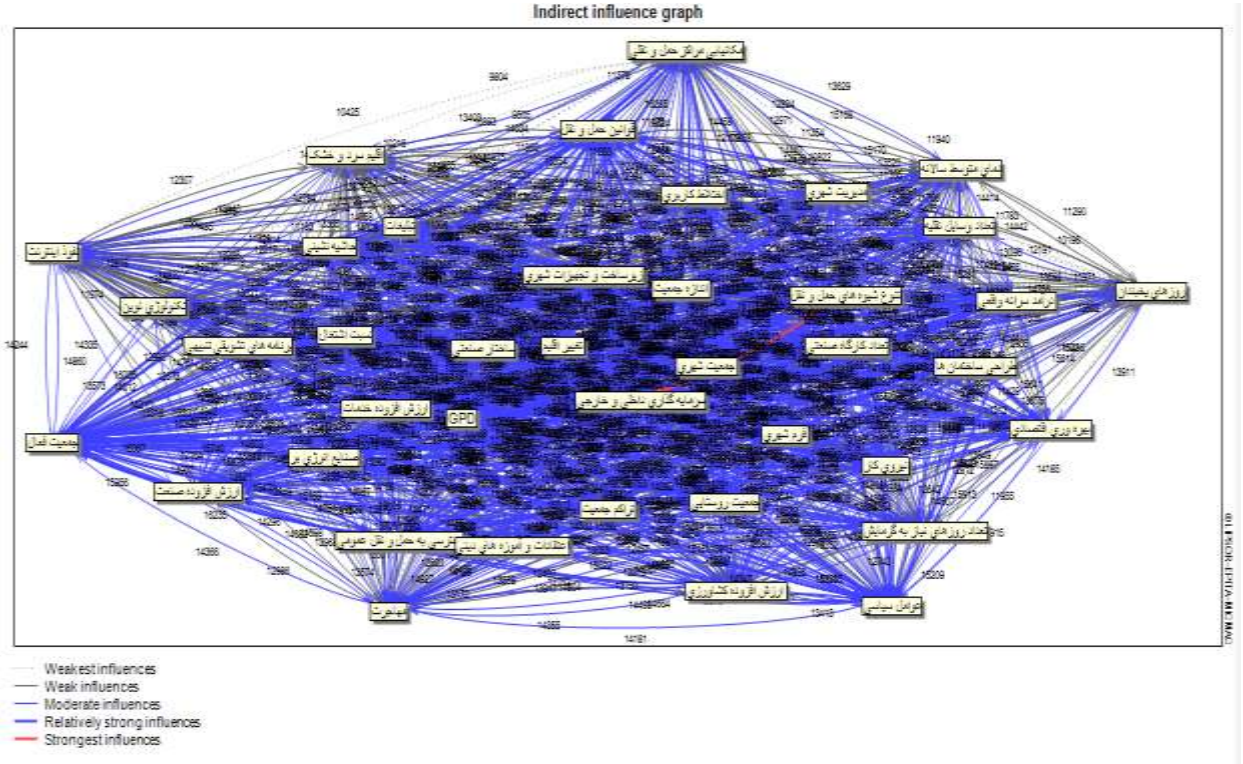
ردیف	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	ردیف	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
1	GPD	563914	551215	22	تبلیغات	467368	562784
2	ارزش‌افزوده کشاورزی	559036	522616	23	برنامه‌های تشویقی تنبیهی	476529	578672
3	ارزش‌افزوده صنعت	571348	543006	24	ساختار صنعتی	484440	562756

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



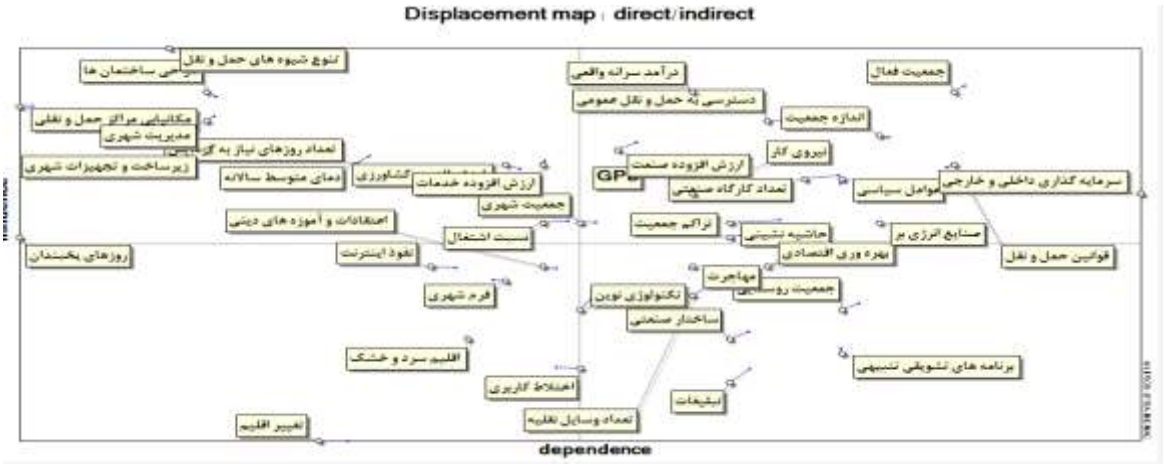
شکل ۳- پراکندگی متغیرها بر اساس تأثیرات غیرمستقیم

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: یافته‌های تحقیق

۳-۴- جمع‌بندی و انتخاب نهایی عوامل مؤثر

ابتدا به بررسی وضعیت عوامل مؤثر بر مصرف انرژی شهرستان تبریز و در چهارچوب آینده‌نگاری به تحلیل کلی سیستم پرداخته شد که طبق نتایج بدست آمده این عوامل در مرحله‌ی اول شناسایی شده و میزان و چگونگی تأثیرگذاری 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 همه‌ی ۱۶ عامل در هر دو روش مستقیم و غیر مستقیم تکرار شده است.

جدول ۴- پیشران‌های کلیدی مؤثر بر میزان مصرف انرژی
مأخذ: یافته‌های تحقیق

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

۳-۵- تدوین وضعیت‌های احتمالی عوامل کلیدی

۱۶ عامل به عنوان عوامل کلیدی مؤثر در وضعیت آینده‌ی مصرف انرژی شهرستان تبریز ایفاگر نقش عمده بوده و به عنوان بازیگران اصلی شناخته شدند. به همین دلیل تحلیل دقیق شرایط پیش‌رو و تعریف وضعیت‌های احتمالی لازمه‌ی اصلی تدوین سناریوها است. در این راستا جهت تدوین وضعیت‌های احتمالی در این مرحله از طریق روش دلفی از کارشناسان متخصص نظرخواهی شده که در نهایت با

جمع‌بندی آنها ۵۶ وضـــعیت محتمل برای ۱۶ عامل تعریف گردید. وضـــعیت‌های محتمل برای هر عامل متفاوت از ســـایر عوامـل بود و تنهـا ویژگی مشـــترک آنهـا وجود طیفی از وضعیت‌های نامطلوب تا مطلوب است که بعضاً این طیف به ۵، ۴ و یا ۳ وضعیت متناسب با شرایط کلیدی تفکیک شده است.

جدول ۵- عوامل کلیدی و وضعیت‌های احتمالی آن در آینده

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

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

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

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

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول۷- طیف رنگی وضعیت‌های احتمالی عوامل کلیدی در نرم‌افزار Scenariowizard

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

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

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 پرسشنامه‌ی 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 سناریوها 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 ۱۳گانه حاکی از سیطره‌ی نسبیت 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

	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
نوع شیوه های حمل و نقل	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
درآمد سرانه واقعی	مطلوب	مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	مطلوب	مطلوب	روندی نامطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
جمعیت فعال	مطلوب	مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	مطلوب	مطلوب	روندی نامطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
طراحی ساختمان‌ها	مطلوب	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
مکانیابی مراکز حمل و نقل	مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
دسترسی به حمل و نقل عمومی	مطلوب	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	روندی مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
مدیریت شهری	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	مطلوب	روندی مطلوب	روندی مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
اندازه جمعیت	مطلوب	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	روندی مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
ارزش افزوده صنعت	مطلوب	مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی مطلوب	روندی مطلوب	روندی مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
زیرساخت و تجهیزات شهری	مطلوب	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	روندی نامطلوب و در آستانه بحران
GPD	مطلوب	مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	روندی نامطلوب و در آستانه بحران
ارزش افزوده کشاورزی	مطلوب	روندی مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی مطلوب	روندی مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	بحرانی
ارزش افزوده خدمات	مطلوب	روندی مطلوب	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	مطلوب	مطلوب	روندی مطلوب	بحرانی	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	بحرانی	روندی نامطلوب و در آستانه بحران	بحرانی
قوانین حمل و نقل	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
تعداد روزهای نیاز به گرمایش	مطلوب	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
دمای متوسط سالانه	مطلوب	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	حفظ وضع موجود و حالتی بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی

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 امیدوار کننده 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 ۱۳گانه حاکی از سیطره‌ی نسبیت عداد وضعیت های 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 می شود وضعیت مصرف انرژی شهرستان تبریز با استفاده از مدل‌های و الگوهای دیگر بررسی شود تا کارآیی 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 هم سو 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 کعه در بررسی و پیش‌بینی آینده از روش های متفاوت از قبیل روش‌های کمی و مدل‌های رگرسیونی، اقتصاد سنجی، شبکه عصبی و الگوریتم‌های ترکیبی و فازی استفاده کرده‌اند.

فهرست منابع

۱. اکبری شهربندی، زهرا، رمضانی، فرهاد و همایون موتمنی (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 فراورده های نفتی: مقایسه سیستم معادلات اقتصاد سنجی و شبکه عصبی»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال سوم، شماره ۱۰، صص ۴۷-۶۷.

۴. پدرام، عبدالرحیم (۱۳۸۸)، «آینده‌پژوهی: مفاهیم، روش ها، مقاله اول: آینده‌پژوهی حوزه‌ای نو برای کندوکاو»، تهران، چاپ اول، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

۵. تقی‌زاده مهرجردی، روح‌الله، فتاحی اردکانی، احمد، طهاری، 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. جلال آبادی، 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)، «آینده‌پژوهی: مفاهیم، روش‌ها، مقاله پنجم: آشنایی با آینده‌نگاری»، تهران، چاپ اول، مرکز آینده‌پژوهی 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، صص۶۳-۷۹.

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 ۱۱۸-۹۵.

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 اوپکم»، 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، سید حیدر، بابایی میبدی، حمید و علی مروتی شریف آبادی (۱۳۹۱)، «پیش‌بینی مصرف انرژی ایران با استفاده از مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن

با الگوهای سنتی»، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۷، شماره ۲، صص ۱۹۶-۲۲۲.

۱۵. یاوری، 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 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.

یادداشت‌ها

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