

بررسی عوامل مؤثر در رشد شهری با استفاده از مدل F'ANP (مطالعه موردی: شهر بجنورد)*

دکتر هاله حسین پور**، دکتر اسفندیار زبردست***، دکتر حمید ماجدی****

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۱۲/۱۸

چکیده

وقوع رشد شهری و پیامدهایش بسیار گسترده است، افزایش شهرهای با اندازه‌های متوسط و بزرگ و تاثیر فضایی رشد شهرها بر اراضی پیرامون از موضوعات مهمی است که در تحلیل مسائل شهری کنونی به چشم می‌خورد. هدف این مقاله شناسایی این عوامل و بررسی میزان اثرگذاری هر یک از آنها در روند رشد شهر است. در این راستا، با مروری بر مفاهیم نظری، مؤلفه‌های مؤثر بر رشد شهری تدوین و چهارچوب تحقیق مشخص گیرد. سپس به کمک GIS و توابع مربوطه لایه‌های قابل‌سنجش به صورت کمی ارزش‌گذاری شد. در این تحقیق از روش F'ANP استفاده شده است. نتایج نشان داد که تمایل به خانه‌های تک‌خانوار و زمین بزرگ‌مقیاس، فاصله از مرکز شهر، تراکم خالص جمعیت، مطابقت با تمایل گسترش موجود شهر، تراکم تجاری، تعدد امکانات رفاهی، تراکم راه‌ها و تراکم جمعیت به ترتیب مهم‌ترین عوامل مؤثر در رشد شهر بجنورد بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی

رشد شهری، عوامل مؤثر بر رشد شهری، مدل‌سازی رشد شهری، مدل F'ANP، شهر بجنورد.

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول با عنوان «بررسی رشد شهری و تبیین عوامل مؤثر در آن در شهرهای میانی» است که با راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات انجام گرفته است.
** دانش آموخته دکتری شهرسازی، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
*** استاد دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (مسئول مکاتبات)
**** استاد، دانشکده هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Email: zebardst@ut.ac.ir

مقدمه

در بخش بعدی روش‌شناسی تحقیق بیان شده است و سپس با معرفی شهر بجنورد و روند تغییرات رشد شهر بر مدل‌سازی رشد شهری به کمک MODEL BUILDR در فضای GIS² پرداخته شده و با استفاده از روش^۳ ANP^۲ میزان اثرگذاری عوامل مؤثر در رشد شهر استخراج شده است و در نهایت به تحلیل و مقایسه عوامل محرک مستقیم و غیرمستقیم در روند رشد شهر پرداخته شده است. تا بتوان به کمک این تحلیل‌ها یک الگوی کلی برای شهرهای میانی ایران ارائه نمود.

مروری بر مفاهیم نظری و تجربی مرتبط با عوامل مؤثر بر رشد شهری در چندین مطالعه ثابت شده است که مجموعه عوامل جامعی که بتواند فرایند رشد شهری را شرح دهد وجود ندارد زیرا هر نمونه مورد مطالعه منحصر به فرد است. علاوه بر این، متغیرهایی که گسترش سکونتگاه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند، لزوماً آنها را نیستند که گسترش مناطق تجاری و صنعتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (ماجدی و همکاران، ۱۳۹۱).

از دیدگاه‌های مختلف عوامل متعددی شناسایی شده است (جدول ۱). چنگ و ماسر، در زمینه رشد شهری به چهار عامل اصلی نژاد، سیاست‌های فضایی، شیب و راه در رشد شهری اشاره کرده‌اند (Cheng & Masser, 2004). این پژوهش در ناحیه مادر شهری ووهان چین به روش CA^۴ مورد بررسی قرار گرفته است. گالستر تراکم، پیوستگی، تمرکز، خوشه‌بندی، مرکزیت، هسته‌ای یا قطبی بودن، کاربری ترکیبی و مجاورت را شاخص‌ها و مؤلفه‌های مؤثر در رشد مطرح کرده است (Glaster, 2001).

بها‌ها عوامل مؤثر را در دو بخش فضایی و غیرفضایی شناسایی کرده که می‌توان از مهم‌ترین آنها به رشد جمعیتی، رشد اقتصادی، صنعتی شدن، کمبود سیاست‌های برنامه‌ریزی مناسب، زمین بزرگ‌مقیاس، خانه‌های تک خانواری، شکست در اجرای سیاست‌های برنامه‌ریزی، عرض راه‌ها و ... اشاره نمود (Bhatta, 2010). که توسعه شهری کنترل نشده منطقه پیمبری-چینچواد^۵ به منظور درک انتقال مرکز رشد شهری و عوامل کنترل آن در طول چهار سال گذشته مورد بررسی قرار گرفته است. از دیدگاه بویسه گسترش اقتصاد پایه (مانند درآمد و سرمایه بیشتر، افزایش در تعداد افراد شاغل) نیاز به خانه‌های جدید یا فضای خانه بزرگ‌تر برای هر فرد را ایجاد می‌کند (Boyce, 1963). گشگاو قیمت مسکن، افزایش جمعیت و افزایش هزینه حمل‌ونقل را از دلایل رشد معرفی می‌کند (Geshkov, 2010). از نظر دورانتون و پوگا هزینه‌های حمل‌ونقل، رشد جمعیت و رشد اقتصادی رشد شهر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Duranton & Puga, 2014).

وربورگ، پنج نوع عامل تعیین‌کننده، عوامل زیست-کالبدی،

زمانی که شهرها بر اثر عوامل مختلفی مانند تغییر نقش اقتصادی و سیاسی و یا اجتماعی با رشد سریع مواجه می‌شوند دچار تغییرات فراوان در ساختار فضایی خود می‌گردند. این پدیده به خصوص در دهه‌های اخیر بر اثر رشد بی‌رویه جمعیت شهری و افزایش مهاجرت به شهرها بیشتر از گذشته در شهرهای ایران به چشم می‌خورد. در این فرآیند شهرها تحت تأثیر عوامل چندوجهی رشد شهری قرار گرفته و در زمان کوتاهی پهنه‌های طبیعی تبدیل به زمین‌های شهری می‌شوند. در این میان برخی از عوامل مانند میزان رشد جمعیت، شبکه راه‌های شهری، تغییر کاربری زمین، سیاست‌های دولت و گرایش‌های بازار تأثیر بیشتری در شکل و حدود این تغییرات دارند.

نگاهی به آمار شهرنشینی در ایران نشان می‌دهد که از جمعیت ایران در سال ۱۲۸۰ در حدود ۷ میلیون نفر، تنها ۲۰٪ در شهرها زندگی می‌کردند که جمعیتی معادل دو میلیون نفر را شامل می‌شد. این نرخ در سرشماری سال ۱۳۳۵ که جمعیت کشور حدود ۱۹ نفر بود، ۳۱٪ بود و جمعیتی معادل ۶ میلیون نفر را شامل می‌شد. نرخ و جمعیت شهرنشینی در ایران روند رو به رشد خود را ادامه داده و در سرشماری عمومی در سال ۱۳۸۵ با جمعیت حدود ۷۰ میلیون نفر، نرخ شهرنشینی به ۷۰٪ رسیده و جمعیت شهرنشین بالغ بر ۴۸ میلیون نفر شده است. این روند در سرشماری سال ۱۳۹۰ ادامه داشته و تعداد جمعیت شهرنشین در این دوره حدود ۵۴ میلیون نفر و سهم آن معادل ۷۱ درصد بوده است^۱. این روند رشد شهرنشینی در طول بیش از پنج دهه و تعداد ۱۳۳۱ شهر، بیانگر این واقعیت است که گسترش در بسیاری از شهرها تا مدت‌ها ادامه خواهد داشت.

در زمانی که شهرها با این شرایط در حال تغییر می‌باشند برنامه‌ریزی شهری وظیفه دارد با هدایت و نظارت آگاهانه به شهر، اثرات منفی این تغییرات را به حداقل برساند. از آنجایی که این عوامل در حالت کلی منحصر به فرد است در این مقاله سعی بر آن شده تا عوامل فوق در شهرهایی که به لحاظ ویژگی‌های کلی دارای ساختار یکسانی هستند مورد آزمون قرار بگیرند تا بتوان یک نسخه نه جامع بلکه کاملی را در جهت برنامه‌ریزی شهرهای فوق ارائه نمود. بنابراین هدف این مقاله، بررسی عوامل مؤثر در رشد شهری با استفاده از رویکرد مدل‌سازی از طریق مقایسه نقاط مشترک با سایر نمونه‌هاست.

در راستای هدف تحقیق، ابتدا با مروری بر مفاهیم نظری مرتبط، عوامل مؤثر بر رشد شهری از نظر صاحب‌نظران شناسایی می‌شود، سپس مؤلفه‌های مؤثر کمی و کیفی تفکیک شده و عوامل قابل اندازه‌گیری برای رشد شهری تدقیق می‌شوند. تا به عنوان یک چهارچوب مناسب برای بررسی عوامل مؤثر در رشد شهر بجنورد مورد مطالعه قرار گیرند.

جدول ۱. دسته‌بندی عوامل مؤثر در رشد شهری از دیدگاه نظریه‌پردازان

دسته‌بندی کلان عوامل	عوامل مؤثر در رشد شهری	نام محقق
طبیعی و محیطی	شیب زمین، مناطق حفاظت‌شده، زمین ناهموار، رودخانه، کوه، باتلاق، خاک، آب، زمین‌شناسی، گسل، شیب، جهت شیب، سیل، زلزله.	Harvey & Clark (1965), Hasse (2002), Cheng & Masser (2003), Verburg (2004), Angel (2005), ماجدی و همکاران (۱۳۹۱)
عوامل اجتماعی	میزان جمعیت، رشد جمعیتی (طبیعی و مهاجرت)، تراکم جمعیت، مطابقت با تمایل گسترش موجود شهر.	Barnes et al., (2001), Harvey & Clark (1965), Ewing (2008), Glaster (2001), Bhatta (2010), Cheng & Masser (2003), Pendall (1999), Afandiyev (2014), Duranton & Puga (2014), Angel (2005), Olajoke (2007) ماجدی و همکاران (۱۳۹۱)
عوامل اقتصادی	فاصله از مرکز شهر، فاصله از شبکه جاده‌ها، دسترسی کاری و اشتغال، تمرکز، هسته‌ای یا قطبی بودن، ارزش زمین، صنعتی شدن (استقرار صنعت در یک محدوده)، پیوستگی، خوشه‌بندی.	Harvey & Clark (1965), Glaster (2007), Glaster (2001), Bhatta (2010), Cheng & Masser (2003), Boyce (1963), Acioly & Davidson (1996), Cudwallader (1985), Afandiyev (2014), Chin (2002), Duranton & Puga (2014), Angel (2005), Olajoke (2007), Geshkov(2010)
عوامل کالبدی	جاده‌ها، تراکم، پیوستگی، مرکزیت، کاربری ترکیبی، مجاورت، دسترسی ضعیف، فقدان فضای باز، تراکم کاربری زمین، توسعه نواری در طول بزرگراه‌ها، گسترش به سمت فضاهای باز حساس و حفاظت‌شده، صنعتی شدن، خانه‌های تک خانواری، محدودیت حرایم مصنوعی، اندازه قطعات، میانگین اندازه بلوک‌ها، دسترسی به مراکز اداری، مدارس، مراکز خرید، تمرکز، خوشه‌بندی.	Harvey & Clark (1965), Cheng & Masser (2003), Ewing (2008), Glaster (2001), Hasse (2002), Bhatta (2010), Acioly & Afandiyev (2014), chin (2002), Angel (2005) ماجدی و همکاران (۱۳۹۱)

مؤثر در رشد شهر شناسایی گردد و مؤلفه‌های کمی و قابل اندازه‌گیری تدوین شود تا بتوان از آن به‌عنوان یک چهارچوب مناسب در اندازه‌گیری رشد شهری بجنورد استفاده نمود. بررسی مطالعات انجام‌شده نشان‌دهنده رویکردهای مختلف در تحلیل رشد شهری و عوامل مؤثر کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی -سیاسی در شهرهای مختلف است؛ بنابراین بررسی هر کدام از عوامل به‌تنهایی ممکن است سبب نادیده گرفتن سایر ابعاد موضوع باشد و یا تناسبی با شهر مورد مطالعه نداشته باشد. لذا از مجموع شاخص‌های بررسی شده، در حدود ۳۰ شاخص قابل اندازه‌گیری با توجه به دسترس بودن داده‌های شهر و قابل تعمیم برای مقایسه با عوامل رشد سایر شهرهای میانی به ترتیب زیر انتخاب شده‌اند (جدول ۲).

روش پژوهش

روند پژوهش در این مقاله در چند بخش قابل بررسی است. بررسی الگوی فضایی زمانی رشد شهری، الگوسازی رشد شهری با استفاده از تحلیل‌های مکانی سیستم اطلاعات جغرافیایی و استخراج میزان تأثیر عوامل مؤثر بر رشد شهر با استفاده از روش F²ANP است.

اجتماعی، اقتصادی، سیاست‌های فضایی، فعل‌وانفعالات فضایی و ویژگی‌های محلی (همسایگی) را مطرح کرده است (Verburg, 2004). از دیدگاه افندیو و همکاران سه عمل مهاجرت، رشد طبیعی جمعیت و صنعت از عوامل مؤثر در رشد شهری شناسایی شده‌اند (Afandiyev, 2014).

برخی از رشد شهری به‌عنوان یک الگوی «گذار شهری» بحث می‌کنند. فاز اول سریع‌ترین رشد در هسته شهر، فاز دوم حاشیه‌نشینی با سریع‌ترین رشد که فقط در خارج از هسته‌های شهر اتفاق می‌افتد. مرحله سوم ضد شهرنشینی است - اصطلاحی که توسط بری در سال ۱۹۷۶ ابداع شد- در این مرحله جمعیت در هسته است و حومه در حال حرکت به مناطق روستایی بیشتر هستند؛ و مرحله چهارم شهرنشینی مجدد با افزایش جمعیت در هسته شهر است (Chin, 2002). در این تحقیق بیشتر بر نوع دوم رشد تأکید شده و سعی در شناسایی مؤلفه‌های مؤثر در رشد را دارد.

چهارچوب نظری پژوهش

در این بخش سعی بر آن شده تا با بررسی تجربیات مختلف عوامل

جدول ۲. مؤلفه‌های قابل‌سنجش برای رشد شهری

عوامل مؤثر	محدوده مطالعاتی	گروه مطالعه کننده
تراکم جمعیت، تراکم جمعیتی خالص	شهرهای آمریکای شمالی، شهر اوگوموسو در کشور نیجریه، ۳۹۴۳ شهر جهان، ۱۰۱ نقطه شهری آمریکا	Poelmans et al. (2010), Olajoke (2007), Angel (2005), Ewing (2008),
مرکزیت	۱۳ منطقه شهری آمریکا	(Glaster(2007
شیب زمین	ناحیه مادر شهری ووهان چین، شهرهای آمریکای شمالی	Cheng & Masser (2003), Clarke & Gaydos (1998), Harvey & Clark (1965), Barnes et al. (2001), Poelmans et al. (2010)
رودخانه	۳۹۴۳ شهر جهان	Angel (2005)
قیمت و ارزش زمین	آتلانا، کیلوند و دنور	Pendal (1999)
فاصله از راه‌های اصلی	ناحیه مادر شهری ووهان چین، شهرهای آمریکای شمالی	Cheng & Masser (2003), Clarke & Gaydos (1998), Poelmans et al. (2009)
فاصله از مرکز شهر دسترسی کاری و اشتغال	شهرهای آمریکای شمالی	Poelmans et al. (2010)
صنعتی شدن خانه‌های تک خانواری (یک طبقه) تمایل به زمین بزرگ‌مقیاس مسکونی	منطقه پیمپری-چینچواد، باکو	Bhatta (2003), Afandiyev (2014), Angel (2005)
هسته‌ای یا قطبی بودن مجاورت تمرکز	۱۳ منطقه شهری آمریکا	Glaster (2007)
امکانات رفاهی بیشتر	-	Barnes et al. (2001)
فقدان فضای باز	۱۰۱ نقطه شهری آمریکا	Ewing (2008)
گسترش به سمت فضاهای باز حساس و حفاظت‌شده توسعه نواری در طول بزرگراه‌ها	ایالت نیوجرسی (کالیفرن، ریدینگتون و اسکندریه)،	Hasse (2002)
اندازه قطعات	۱۰۱ نقطه شهری آمریکا	(Ewing (2008
پیوستگی، خوشه‌بندی	۱۳ منطقه شهری آمریکا	Glaster (2001)
میانگین اندازه بلوک‌ها هزینه مسکن	آمریکا	Geshkov (2010)
اختلاط کاربری	۱۰۱ نقطه شهری آمریکا	Ewing (2008)

تعیین مقدار اثر و اندازه‌گیری شاخص‌های مستخرج از مبانی نظری در محدودهای شهری و به‌ویژه در پهنه‌های گسترش‌یافته با استفاده از توابع تحلیل آماری - فضایی در محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی است. سومین مرحله نیز بر الگوسازی عوامل اندازه‌گیری شده در مدل F^*ANP به‌منظور تعیین عوامل تأثیرگذار تمرکز می‌کند که عوامل مؤثر بر و در نهایت مرحله سوم به تشریح تأثیرات عوامل

اولین قدم، بررسی الگوی فضایی رشد شهر بجنورد طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ با استفاده از داده‌های موجود و در دسترس است که بر تحلیل داده‌ها و اطلاعات مکانی برگرفته از طرح‌های جامع و تفصیلی و همچنین داده‌های سرشماری عمومی مرکز آمار ایران و بررسی تصاویر ماهواره‌ای در دوره‌های زمانی مدنظر است که از حیث مسائل اقتصادی، اجتماعی و کالبدی بر آن متکی است. دومین مرحله

یک دهه در سال ۱۳۸۵، به رقم ۱۷۲۷۷۲ نفر رسیده است. البته سرعت رشد جمعیتی شهر در سال ۹۰ نیز همچنان با یک نرخ ۳.۷ درصدی در حال افزایش بوده و میزان جمعیت شهر به رقم ۲۰۷۱۹۶ نفر رسیده است؛ که دلیل این افزایش جمعیت را می‌توان در تغییر نقش شهر در سلسله‌مراتب تقسیمات کشوری و مهاجرپذیر بودن شهر دانست.

رویکرد روش F²ANP

مدل F²ANP در سال ۲۰۱۳ توسط زبردست برای ساخت مدل شاخص مرکب تعیین میزان آسیب‌پذیری اجتماعی در مقابل زلزله و در راستای به حداقل رساندن کاستی‌های روش‌های مرسوم ساخت شاخص مرکب (Zebardast, 2013) ارائه شد.

در مدل F²ANP تلاش شده است تا با به‌کارگیری مزیت‌های ذاتی روش تحلیل عاملی، ابتدا موضوع موردبررسی به ابعاد تشکیل‌دهنده آن تجزیه شوند و سپس با استفاده از روش ANP²، این ابعاد (خوشه‌ها) و عناصر آنها و ارتباط و وابستگی‌های بین عناصر و خوشه‌ها به شکل شبکه‌ای مشخص شوند تا بتوان اهمیت نسبی عناصر تشکیل‌دهنده موضوع موردبررسی را محاسبه کرد. فرایند مدل F²ANP را می‌توان در دو مرحله و به شرح زیر (شکل ۲) خلاصه کرد (Zebardast, 2013).

آماده‌سازی داده‌ها و تحلیل به روش F²ANP

داده‌های نمونه‌سازی مدل F²ANP، نقشه رستری شهر بجنورد است که در محدوده‌های گسترش‌یافته شهر -در دوره زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰- به‌عنوان متغیر وابسته جداسازی شده است (شکل ۲).

مؤثر و تعیین نیروهای محرک اصلی رشد شهر بجنورد می‌پردازد.

بررسی و شناخت شهر بجنورد

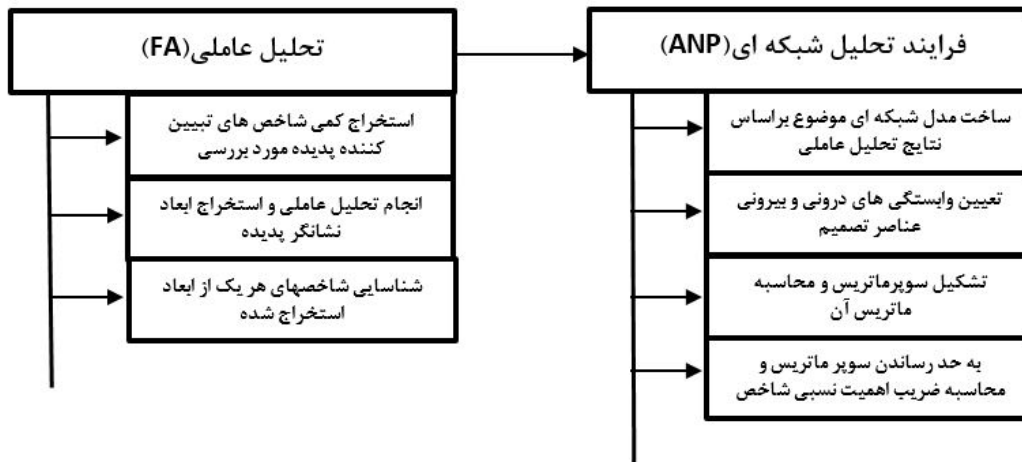
بستر فعلی شهر بجنورد به حدود ۳۱۵ سال قبل برمی‌گردد. هسته اولیه شهر را می‌توان در بخش شمالی هسته مرکزی آن جستجو کرد. هسته اولیه شهر کنونی بجنورد بر روی اراضی پست و همواری که از شمال غرب به دشت‌های دامنه‌ای و از جنوب به فلات‌ها محدود می‌شود بنا نهاده شد، عارضه طبیعی مهمی که مانع توسعه فیزیکی شهر باشد، نبوده است. بدین لحاظ در پی تحولات اقتصادی و اجتماعی قرن اخیر و افزایش جمعیت شهر، بافت نسبتاً متمرکز شهر تقریباً در همه جهات شروع به گسترش نموده و نزدیک ۲۰ درصد از اراضی دشت بجنورد را به خود اختصاص داده است.

بافت درهم تنیده منطقه شهری بجنورد در دو دهه اخیر توسعه فیزیکی قابل‌توجهی داشته است در گذر زمان، هسته اولیه شهر با احداث خیابان‌های جدید و فلکه‌های ارتباطی تلفیق گشته و شکل شهر دستخوش تغییرات کالبدی وسیعی شده است. به‌طوری‌که حدود ۱۹۰۰ هکتار از اراضی دشت را شامل می‌شود و در حال حاضر نیز با توسعه اراضی عمران شده شهری در نواحی جنوبی، شرقی و غرب شهر در امتداد جاده‌های تهران، اسفراین و جاده منتهی به شیروان ساخت‌وسازهایی در حال انجام بوده (شکل ۱) و دائماً در حال گسترش است (مهندسین مشاور فجر توسعه، ۱۳۸۶).

بررسی تغییرات جمعیتی شهر بجنورد نشان می‌دهد که در سال ۱۳۳۵، جمعیت شهر ۱۹۲۵۳ نفر شمارش شده است و با یک نرخ رشد همواره مثبت ۵ درصدی بین سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۷۵، به ۱۳۴۸۳۵ نفر در سال ۱۳۷۵ رسیده است و با یک نرخ رشد ۲.۵ درصد طی



شکل ۱. الگوی کلی روند گسترش شهر بجنورد



شکل ۲. مراحل مدل F'ANP (مأخذ: زبردست، ۱۳۹۳).

برخی از شاخص‌ها امتحان شدند. برای سنجش کفایت داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی، مقدار معیار کایسر-مه‌یر-اوکلین، بیش از ۰.۶ ($KMO > 0.68$) و همچنین نتیجه آزمون بارتلت با ۹۹ درصد اطمینان برای انجام این مرحله (تحلیل عاملی) مناسب تشخیص داده شد. برای تعیین تعداد عامل‌هایی که باید برای مجموعه داده‌ها در این تحلیل استخراج شوند، از معیار کایسر استفاده شد (Kaiser, 1960). بر اساس این معیار، تنها عامل‌های دارای مقدار ویژه ۱ یا بیشتر به‌عنوان منبع ممکن تغییرات در داده‌ها پذیرفته می‌شوند و عاملی بیشترین اولویت را دارد که بیشترین مقدار ویژه را داشته باشد. هنگامی که تحلیل عاملی با استفاده از روش دوران واریماکس و اعمال این معیار انجام شد، ساختار روشنی از عامل‌ها با ۴ عامل به دست آمد. عوامل استخراج شده، میزان بار عاملی آنها، نام‌گذاری این عوامل و نیز شاخص‌های ذیل هر عامل در جدول ۳ نشان داده شده است.

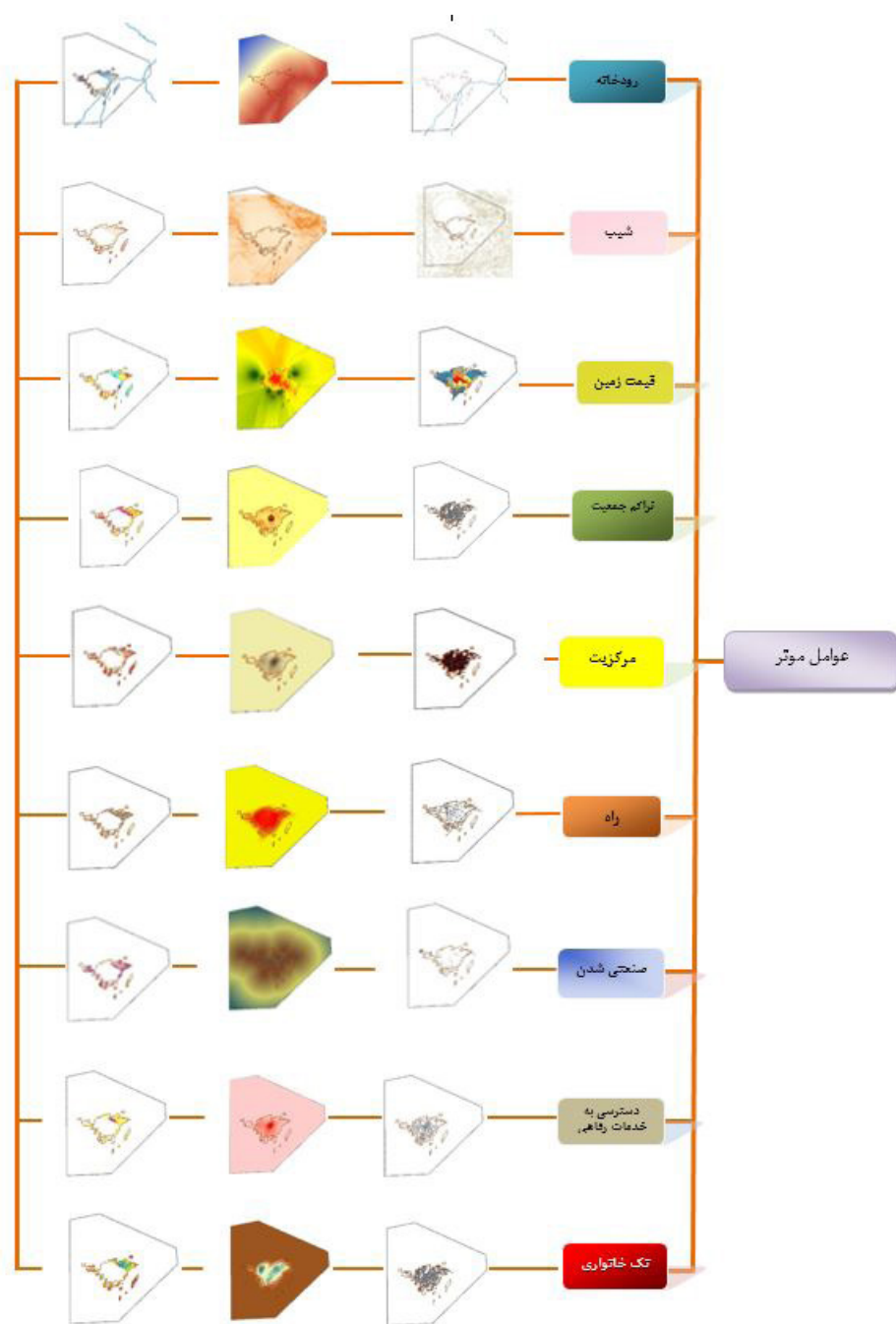
در ادامه و در چهارچوب مدل F'ANP عوامل مستخرج از تحلیل عاملی و شاخص‌های آنها با استفاده مدل ANP مورد تحلیل قرار می‌گیرد تا ضریب اهمیت نسبی آنها محاسبه شود. برای این منظور با توجه به مدل شبکه‌ای ساخته شده، سوپر ماتریس اولیه تشکیل شده و ماتریس‌های انفرادی آن ساخته شد.

بردار [W21] رابطه بین اهداف مطالعه و عوامل چهارگانه رشد را نشان می‌دهد؛ بنابراین، برای محاسبه [W21] همانند مراحل مرسوم در ANP، باید مقایسه دودویی بین عوامل به‌منظور دستیابی به اهداف مطالعه صورت پذیرد. در مدل ANP این مقیاس دودویی بر اساس مقیاس ۹ کمیته ساعتی و بر پایه نظرات کارشناسی (قضاوت ذهنی) صورت می‌پذیرد. در مدل پیشنهادی F'ANP، برای بررسی رابطه

شاخص‌هایی هستند که نشانگر متغیرهای مستقل می‌باشند (شکل ۳) و در ارتباط با یکدیگر تحلیل شده‌اند. برای فراهم کردن داده‌ها، از نقشه‌های آماده‌سازی شده بر پایه تصاویر ماهواره‌ای در سال ۱۳۷۵ به‌عنوان دوره اول و نقشه‌های برگرفته از طرح جامع، مرکز آمار ایران و تصاویر ماهواره‌ای در سال ۱۳۹۰ به‌عنوان دوره دوم استفاده شده است. شاخص‌ها با توجه به نوع عامل مکانی، با استفاده از توابع موردنظر در نرم‌افزار Arc GIS 10.2 تعیین مقدار شدند. تمام داده‌های ورودی دارای محدوده فضایی و اندازه سلولی یکسان می‌باشند و در سیستم تصویر UTM^۷ در ناحیه ۴۰ شمالی بر مبنای WGS^{۱۹۸۴} هندسی شده است. همچنین نوع نقشه‌های شاخص به‌صورت پیوسته است.

کلیه لایه‌ها در فرمت شبکه سلولی ذخیره شده‌اند که مقادیر هر سلول نشان‌دهنده میزان تأثیر آن شاخص (مثبت یا منفی) در سلول است. سپس مقادیر هر شاخص در محدوده‌های گسترش‌یافته در واحد بلوک‌های شهری تفکیک گردید. متوسط مقادیر سلول‌های هر بلوک به‌عنوان نماینده آن شاخص در بلوک تعیین شد. سپس مقادیر به‌دست‌آمده به محدوده ۰ تا ۱ منتقل شده‌اند. سپس به‌منظور سنجش یکپارچه، شاخص‌ها با تأثیر منفی همسو شدند تا نهایتاً اعدادی که در هر لایه سلولی به عدد ۱ نزدیک‌تر هستند، نشان‌دهنده تمایل بیشتر برای رشد شهری باشند (شکل ۳).

مدل F'ANP با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS، SUPER، DECISIONS و MATLAB برای تحلیل عوامل مؤثر بر رشد شهر بجنورد مورد استفاده قرار گرفت. قبل از اجرای نهایی مدل به‌منظور دستیابی به بهترین خروجی از تحلیل عاملی نرم‌افزار مذکور چندین بار اجرا گردید. بدین‌صورت که تحلیل چهار و پنج عاملی هر کدام با حذف



شکل ۳. عوامل مؤثر در رشد شهری در شهر بجنورد

بجای استفاده از مقیاس ۹ کمیته ساعتی، از درصد تغییراتی که هر یک از عوامل توضیح می‌دهند، استفاده می‌شود (جدول ۳). به‌عنوان مثال، در ماتریس مقایسه دودویی [A21]، عنصر a₁₂ از تقسیم درصد تغییراتی که عامل ۱ توضیح می‌دهد (۹۸/۳۰) به درصد

بین اهداف مطالعه و ابعاد نشانگر موضوع، از درصد تغییراتی که هر یک از عوامل استخراج شده در تحلیل عاملی توضیح می‌دهند، به‌عنوان معیاری برای محاسبه ضریب اهمیت آنها در مقایسه‌های دودویی استفاده می‌شود؛ یعنی در ساخت ماتریس مقایسه دودویی [A21]

جدول ۳. عوامل استخراج شده، میزان بار عاملی آنها و نیز نام گذاری این عوامل

بار عاملی	شاخص‌ها	کد شاخص	عوامل
0/965	تراکم جمعیت	s1	عامل تراکم
0/924	تراکم راه‌ها	s21	
0/922	امکانات رفاهی بیشتر-تعداد	s19	
0/919	تراکم تجاری	s32	
0/762	فاصله از مرکز شهر	s11	
0/719	خانه‌های تک خانواری (یک طبقه)	s34	
0/698	تمایل به زمین بزرگ‌مقیاس مسکونی	s4	
0/686	تراکم جمعیتی خالص/مرکزیت	s2	
0/657	مطابقت با تمایل گسترش موجود شهر	s5	
0/546	قیمت و ارزش زمین	s9	
0/465	گسترش به سمت فضاهای باز حساس و حفاظت شده	s23	کاربری زمین
0/734	اختلاط کاربری	s33	
0/728	محدودیت حرایم مصنوعی	s26	
0/727	فاصله از راه‌های اصلی	s10	
0/639	دسترسی کاری و اشتغال	s12	
0/536	رودخانه	s7	
0/506	تراکم ساختمانی	s31	
0/450	تراکم صنعتی در یک محدوده	s25	
0/874	صنعتی شدن (گرایش به سمت مناطق صنعتی)	s13	
0/872	توسعه نواری در طول بزرگراه‌ها	s24	
0/887	گسل	s8	عوامل بیرونی
0/816	تمرکز (تعداد کاربری در مساحت)	s29	
0/514	فقدان فضای باز	s22	
0/453	شیب زمین	s6	عامل محیطی

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{هدف} \\ \text{معیار های اصلی} \\ \text{زیر معیار ها} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{هدف} \\ 0 \\ W_{21} \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{خوشه ها} \\ \text{معیار های اصلی} \\ 0 \\ 0 \\ W_{32} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{زیر معیار ها} \\ 0 \\ 0 \\ W_{33} \end{matrix} \end{matrix}$$

شکل ۴. سوپر ماتریس اولیه

$$[V] = [v_i] = \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

و ماتریس مقایسه دودویی حاصل از آن را $[A]$ بنامیم:

$$[A] = [a_{ij}]$$

که در آن $[vi/vj]=aij$ است. میانگین هندسی ردیف عناصر ماتریس $[A]$ ، یعنی $[GM]$ ، به شرح ذیل قابل محاسبه است:

تغییرات عامل ۲ (۱۳/۳۲)، یا (۲،۳۲=۱۳،۳۲/۳۰،۹۸)، به دست آمده است. بدیهی است عنصر ۲۱ معکوس عنصر ۱۲ خواهد بود. بدین ترتیب ماتریس مقایسه $[A21]$ تکمیل می‌شود. برای محاسبه ضریب اهمیت عوامل، ابتدا میانگین هندسی ردیف ماتریس $[A21]$ را به دست آورده و سپس آنها را نرمالیزه می‌کنیم تا بردار $[W21]$ به دست آید (جدول ۳).
حال، اگر بردار درصد تغییرات عوامل را $[v]$ بنامیم، یعنی:

جدول ۴. ضریب اهمیت نسبی شاخص‌های مؤثر در رشد حاصل از مدل F'ANP

عوامل	علائم اختصاری	ضریب اهمیت شاخص‌ها
تراکم جمعیت	s1	0.6200
تراکم راه‌ها	s21	0.6411
امکانات رفاهی بیشتر-تعداد	s19	0.6419
تراکم تجاری	s32	0.6428
فاصله از مرکز شهر	s11	0.6677
خانه‌های تک خانواری	s34	0.6716
تمایل به زمین بزرگ‌مقیاس مسکونی	s4	0.6701
تراکم جمعیتی خالص/مرکزیت	s2	0.6636
مطابقت با تمایل گسترش موجود شهر	s5	0.6542
قیمت و ارزش زمین	s9	0.5850
گسترش به سمت فضاهای باز حساس و حفاظت‌شده	s23	0.5182
اختلاط کاربری	s33	0.2281
محدودیت حرایم مصنوعی	s26	0.2292
فاصله از راه‌های اصلی	s10	0.2294
دسترسی کاری و اشتغال	s12	0.2311
رودخانه	s7	0.2259
تراکم ساختمانی	s31	0.2212
تراکم صنعتی در یک محدوده	s25	0.2049
صنعتی شدن (گرایش به سمت مناطق صنعتی)	s۱۳	0.2979
توسعه نواری در طول بزرگراه‌ها	s۲۴	0.2979
گسل	s8	0.2126
تمرکز	s29	0.2193
فقدان فضای باز	s22	0.2184
شیب زمین	s6	0.2081

بیان نمود.

در خصوص ارتباط بین عوامل در رشد شهری بجنورد، نتایج نشان داد که عامل‌های تراکم جمعیتی، تراکم راه‌ها، تعدد امکانات رفاهی، شدت یا تراکم کاربری تجاری، فاصله از مرکز شهر، توسعه خانه‌های تک خانواری، تمایل به زمین بزرگ‌مقیاس مسکونی، تراکم خالص جمعیتی، مطابقت با تمایل گسترش موجود شهر، قیمت و ارزش زمین و گسترش به سمت فضاهای باز حساس و حفاظت‌شده دارای بیشترین ارتباط با یکدیگر بوده‌اند و در گروه اول عوامل مؤثر دسته‌بندی شدند. ویژگی و صفت مشترک بیشتر این عوامل را می‌توان تراکم در هر یک از این شاخص‌ها دانست. به همین دلیل این گروه از عوامل با نام «عامل تراکم» نام‌گذاری شده است. گروه دوم از عوامل شامل اختلاط کاربری، محدودیت حرایم مصنوعی، فاصله از راه‌های اصلی، دسترسی کاری و اشتغال، رودخانه، تراکم ساختمانی و استقرار صنعت در یک محدوده است. مجموعه این شاخص‌ها را می‌توان تحت عنوان «عامل کاربری زمین» انست. دو شاخص توسعه نواری در طول بزرگراه‌ها و گرایش به سمت مناطق صنعتی نیز در یک گروه قرار گرفتند که دلیل آن در شهر بجنورد را می‌توان به استقرار صنایع خارج از محدوده شهری و در حاشیه راه‌های برون‌شهری نسبت داد. به همین دلیل این گروه با نام «عوامل بیرونی مؤثر» نام‌گذاری شده است. شاخص‌های گسل، شیب زمین، فقدان فضای باز و تعداد کاربری‌ها در هر کیلومتر مربع نیز به دلیل نوع ارتباط با یکدیگر در یک گروه از عوامل قرار گرفته‌اند که می‌توان با توجه به حضور بیشتر شاخص‌های طبیعی و محیطی آن را «عوامل محیطی» نامید.

در خصوص میزان اثرگذاری عوامل مؤثر در رشد شهری بجنورد، نیز نتایج ضریب اهمیت حاصل از مدل F'ANP نشان می‌دهد که تمایل به خانه‌های تک خانواری و زمین بزرگ‌مقیاس، همچنین فاصله از مرکز شهر، تراکم خالص جمعیتی، مطابقت با تمایل گسترش موجود شهر، تراکم تجاری، تعدد امکانات رفاهی، تراکم راه‌ها و تراکم جمعیتی به ترتیب مهم‌ترین عوامل مؤثر در رشد شهر بجنورد بوده‌اند. همچنین تراکم کاربری‌های صنعتی، شیب زمین، گسل، فقدان فضای باز، تعداد کاربری در واحد مساحت (تمرکز) و تراکم ساختمانی نیز به ترتیب دارای کمترین اهمیت در گسترش شهر بجنورد بوده‌اند.

اگرچه فاصله از مراکز صنعتی در شهر و پیرامون بجنورد از علل مؤثر با اهمیت متوسط می‌باشد ولی الزاماً گسترش‌های صورت گرفته در متراکم‌ترین نقاط صنعتی بجنورد نیست. همچنین به دلیل همسانی شیب عمومی شهر و منطقه پیرامون عملاً شیب زمین تأثیر چندانی در جهت‌گیری رشد شهری نداشته است. همچنین به دلیل بعد مسافت و عدم توجه کافی به مسائل جنس زمین، عامل گسل در جهت‌گیری

$$[GM] = \frac{\left[\frac{v_i}{\left[\prod_{j=1}^n v_j \right]^{\frac{1}{n}}} \right]}{\left[\frac{v_i}{\left[\prod_{j=1}^n v_j \right]^{\frac{1}{n}}} \right]} = \frac{v_i}{\left[\prod_{j=1}^n v_j \right]^{\frac{1}{n}}}$$

بردار وزن عوامل، یعنی [Wn]، از طریق نرمالیزه کردن میانگین هندسی فوق، یعنی [GM] و به شرح زیر به دست می‌آید:

$$[W_n] = \frac{\left[\frac{v_i}{\left[\prod_{j=1}^n v_j \right]^{\frac{1}{n}}} \right]}{\left[\frac{v_i}{\left[\prod_{j=1}^n v_j \right]^{\frac{1}{n}}} \right]} = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

حال اگر همان بردار درصد تغییرات عوامل را مستقیماً نرمالیزه کنیم، نتیجه به دست آمده، یعنی [Wn1]، به شرح ذیل به دست می‌آید:

$$[W_{n1}] = \frac{\left[\frac{v_i}{\sum_{i=1}^n v_i} \right]}{\left[\frac{v_i}{\sum_{i=1}^n v_i} \right]} = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

باید مقایسه دودویی بین عوامل چهارگانه مؤثر در رشد برای دستیابی به اهداف مطالعه صورت پذیرد که نتایج آن در مدل F'ANP مستقیماً از طریق نرمالیزه کردن درصد تغییرات عوامل می‌توان به دست آورد. بر این اساس با نرمالیزه کردن عوامل اصلی، ارتباط بین عوامل و اهداف تبیین می‌گردد. همچنین برای به دست آوردن ارتباط بین عوامل و شاخص‌های آنها (عناصر ماتریس [W32]) و نیز عناصر ماتریس [W33] یعنی نمایش وابستگی درونی بین شاخص‌های تشکیل‌دهنده هر یک از عوامل مانند مرحله قبل عمل می‌شود. در ادامه با جایگزینی عناصر موزون در سوپر ماتریس اولیه، سوپر ماتریس موضوع به دست می‌آید. سپس آن را به حد می‌رسانیم تا ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها به دست آید (زبردست، ۱۳۹۳).

نتیجه‌گیری

بررسی عوامل مؤثر در رشد شهری بر اساس مبانی نظری تحقیق استخراج و با توجه به ویژگی و منابع آنها در چهار گروه عوامل اجتماعی-جمعیتی، طبیعی-محیطی، اقتصادی و کالبدی دسته‌بندی شدند. سپس ارتباط و میزان اثرگذاری این عوامل در رشد شهری بجنورد با استفاده از سنجش‌های آماری-فضایی و مدل F'ANP موردسنجش قرار گرفت. نتایج مستقیم تحقیق را می‌توان در دو بخش ارتباط بین عوامل مؤثر و میزان اثرگذاری آنها در رشد شهر بجنورد

7. Acioly, C., & Davidson, F. (1996). Density in urban development. *Building Issues*, 8(3), 3–25.

8. Afandiyev, V., & Zakir, E., & Nagiyev, S. (2014). Economic and Geographic Factors Affecting The Development Of Greater BAKU. *Journal of Urban and Regional Analysis*, 2, 203 – 218.

9. Angel, S., Sheppard, S., Civco, D. L., Buckley, R., Chabaeva, A., Gitlin, L., ... & Perlin, M. (2005). *The dynamics of global urban expansion* (p. 205). Washington, DC: World Bank, Transport and Urban Development Department.

10. Barnes, K. B., Morgan III, J. M., Roberge, M. C., & Lowe, S. (2001). *Sprawl development: its patterns, consequences, and measurement*. Towson University, Towson.

11. Bhatta, B. (2010). *Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data*. Springer.

12. Boyce, R.R. (1963). Myth versus reality in urban planning. *Land Economics*, 39(3), 241–251.

13. Cheng, J., & Masser, I. (2004). Understanding spatial and temporal processes of urban, growth: cellular automata modelling. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 167 – 194.

14. Chin, N. (2002). *Unearthing the Roots of Urban Sprawl: A Critical Analysis of Form, Function and Methodology*, Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, London.

15. Clark, D. (1982). *Urban Geography: An Introductory Guide*. London: Taylor & Francis.

16. Duranton, G., & Diego, P. (2014). *The growth of cities*. In Philippe Aghion and Steven N. Durlauf (eds.) *Handbook of Economic Growth*, volume 2B. Amsterdam: North-Holland.

17. Ewing R.H. (2008) *Characteristics, Causes, and Effects of Sprawl: A Literature Review*. In: Marzluff J.M. et al. (eds) *Urban Ecology*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_34

18. Galster, J., Hanson, R., Ratcliffe, M., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: Defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, 12, 4, 15-28.

گسترش شهری تأثیر چندانی نداشته است. با توجه به نتایج حاصله شاخص‌های «عامل تراکم» را می‌توان مهم‌ترین عوامل در رشد شهر بجنورد دانست. از طرفی بررسی مکانی این عوامل در نقشه شهر بجنورد نشان می‌دهد که بیشترین تمرکز این عوامل در محدوده‌های شمال غربی (به سمت گلستان) و شمال شرقی شهر (به سمت مشهد) بجنورد بوده است که در نهایت منجر به شکل فضایی گسترش پیوسته شهر بجنورد شده است. علاوه بر این، گسترش‌های گسسته و رشد در نقاط پیرامونی و به‌ویژه در جنوب شهر صورت گرفته است که بررسی‌ها نشان می‌دهد عمدتاً ناشی از عوامل قیمت کمتر زمین و مسکن، فاصله از مرکز، وجود خدمات رفاهی اولیه، تمایل به اندازه زمین بزرگ‌تر، خوشه‌بندی و پیوستگی و در نهایت تمایل به خانه‌های تک خانواری بوده است.

پی‌نوشت‌ها

۱. برگرفته از سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن در دوره‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۰
2. Geographic Information Systems
3. A Fuzzy Analytic Network Process
4. Cellular Automata
5. Pimpri-Chinchwad
6. Analytic Network Process
7. Universal Transverse Mercator
8. World Geodetic System

فهرست مراجع

۱. زبردست، اسفندیار. (۱۳۸۹). کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. *هنرهای زیبا*، ۴۱، ۷۹-۹۰.
۲. زبردست، اسفندیار. (۱۳۹۳). کاربرد مدل (F²ANP) در شهرسازی. *هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*، ۲(۱۹)، ۲۳-۳۸.
۳. مرکز آمار ایران، (۱۳۸۵). *سرشماری عمومی نفوس و مسکن*. تهران: نگارنده.
۴. مرکز آمار ایران، (۱۳۹۰). *سرشماری عمومی نفوس و مسکن*. تهران: نگارنده.
۵. ماجدی، حمید؛ زبردست، اسفندیار؛ و مجربی کرمانی، بهاره. (۱۳۹۱). تحلیل عوامل مؤثر بر الگوی رشد کالبدی شهرهای بزرگ (نمونه موردی: شهر رشت). *هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*، ۱۷(۳)، ۴۹-۶۰.
۶. مهندسین مشاور فجر توسعه. (۱۳۸۶). *طرح بلندمرتبه‌سازی شهر بجنورد*. تهران: وزارت راه و شهرسازی.

19. Geshkov, M. V. (2010). *The effect of land-use controls on urban sprawl*, Graduate Theses and Dissertations, Graduate School, University of South Florida.
20. Harvey, R.O., & Clark, W.A.V. (1965). The nature and economics of urban sprawl. *Land Economics*, 41(1), 1-9.
21. Hasse, J. (2002). Is It Sprawl Or Smart Growth? *A Dozen Geospatial Indices Of Urban Sprawl*, Department of Geography Rowan University.
22. Olajoke, Abolade. (2007). The Pattern Direction and Factors Responsible for Urban Growth in a Developing African City: A Case Study of Ogbomoso. *J. Hum. Ecol*, 22(3), 221-226 .
23. Poelmans, L., & VanRompae, A. (2010). Complexity and performance of urban expansion models. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34 (1), 17-27.
24. Verburg ,P. H., Ritsema Van Eck, J., R.,de Nijs, T. C. M of land-use change patterns in the Netherlands. ., Dijst, M. J., & Schot, P.(2004). Determinants Environment and Planning, *Planning and Design*, 31(1), 125 – 150.
25. Zebardast, E. (2013). Constructing a social vulnerability index to earthquake hazards using a hybrid factor analysis and analytic network process (F'ANP) model. *Natural hazards*, 65(3), 1331-1359.

Investigating Factors Affecting the Urban Growth Using F'ANP Model (Case Study: Bojnoord City)

Haleh Hoseinpour, Ph.D. Urban Planning Department, Faculty of Art and Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Esfandiar Zebardast, Professor, Urban Planning Department, University of Tehran, Tehran, Iran.*

Hamid Majedi, Professor, Urban Planning Department, Faculty of Art and Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

When cities grow rapidly due to various factors such as changing economic, political or social roles, they undergo many changes in their spatial structure. This phenomenon, especially in recent decades because of the uncontrolled growth of urban population and increasing migration to cities is more visible in the cities of Iran in compare with the past. In this process, cities are affected by multifaceted factors of urban growth and in a short time, natural areas become urban lands. Meanwhile, some factors such as population growth rate, urban road network, land usage change, government policies and market trends have a greater impact on the shape and extent of these changes. The occurrence of urban growth and its consequences have wide dimensions, the increase of medium and large cities and the spatial impact of urban growth on the surrounding lands is one of the important issues in the analysis of current urban issues. Because no attention to the unplanned growth of these cities in the near horizon will lead to the transformation of medium-sized cities into large cities. Therefore, studying urban growth and explaining the factors affecting help to identify and understand the process of urban development and test existing urban theories. The purpose of this article is identifying these factors and assessing the amount of impact of each of them in the process of urban growth through considering Bojnoord samples that had significant growth in recent years. In this regard, by reviewing the theoretical concepts related to urban growth, the factors affecting urban development was codified, so to be used as a framework for analysis of the factors influencing the growth of Bojnoord. Then quantitatively is rated with the help of GIS and measurable relevant functions layers. Some of the most important factors are; population density, roads density, number of amenities, distance from the town center, the development of single-family homes, faults, slope, etc. Then, from among the various methods of measurement and quantitative assessment F'ANP keeps all the capabilities of factor analysis, because F'ANP manages to use the capability of factor analysis in converting subject to specified dimensions and determining the relationship between indicators. Since the relationship between these extracted dimensions is objective, there is no problems arising from subjective judgments and there is no effect on the results of research. The results showed that the most important factors in growth of Bojnoord City were; tendency to single-family homes and large-scale land, the distance from the city center, the net density of the population, accordance with the desire of the city, commercial density, number of amenities, roads and population density respectively.

Therefore, "density factor" indicators can be considered as the most important factors in the growth of Bojnoord city. On the other hand, the spatial study of these factors in the map of Bojnoord shows that the greatest concentration of these factors has been in the northwest (towards Golestan) and northeast of the city (towards Mashhad) in Bojnoord, which ultimately leads to the spatial form of continuous expansion of Bojnoord.

Keywords: Urban Growth, Factors Affecting Urban Growth, Urban Growth Modeling, F'ANP Model, Bojnoord City.

* Corresponding Author Email: zebardst@ut.ac.ir