نشریّهٔ مطالعات نواحی شهری، دانشگاه شهید باهنرکرمان
سال اوّل، شمارهٔ ۱، زمستان ۱۳۹۳

کاربرد مدل فازی در ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعهٔ فیزیکی شهر کرمان بر پایهٔ فاکتورهای طبیعی*

دکتر امیر کرم
استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی
حمیده افشارمنش**
دانشجوی دکترای اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی
زهرا شریفی
کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی
مرضیه آقاعلیخانی
دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی

چکیده

تمایل به شهر نشینی و افزایش سریع جمعیت شهرها، منجر به توسعهٔ فیزیکی و کالبدی شهرها گردیده است. از آنجا که پدیده‌های طبیعی، اثر بسزایی در توسعهٔ فیزیکی شهر دارند، مطالعهٔ دینامیسم محیط طبیعی و خصوصیات زمین می تواند از خسارات جبران ناپذیری که در نتیجهٔ توسعهٔ فیزیکی بی‌برنامهٔ شهر به وجود می‌آید، جلوگیری کند. در این پژوهش سعی شده، با شناسایی و ارزیابی عوامل اثرگذار، جهات بهینه و راهبردی آیندهٔ توسعه فیزیکی شهر کرمان مشخص شود. بدین منظور از معیارهای شیب، ارتفاع، کاربری زمین، خطر زمین لرزه، خاک، فاصله از جاده، فاصله از رود، فاصله از شهر، فاصله از روستا و لایه های اقلیمی دما و بارش استفاده شده است. هر کدام از معیارها با توجه به توابع فازی و سپس عملگر های ضرب، جمع و مقادیر مختلف گامای فازی (۰/۵ ، ۰/۷، ۰/۹) روی آن ها اجرا شده است. در نهایت جهت انتخاب گامای بهینهٔ فازی، با توجه به بازدید میدانی و شناخت منطقه و با به کارگیری تصاویر ماهواره ای مشخص شد که گامای ۰/۹ ، مناسب‌ترین همخوانی را دارد. نقشهٔ نهایی به پنج کلاس، تناسب بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم طبقه بندی گردید و نتایج نشان داد که سطوح با تناسب بسیار زیاد در شمال شرقی شهر کرمان، بهترین ناحیه و بخش های دیگری در جنوب،غرب و شمال غرب، نواحی مناسب دیگری را برای توسعهٔ شهری تشکیل می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، تناسب زمین، توسعهٔ فیزیکی، شهر کرمان، مدل فازی

---

* دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۷/۱۶ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱
** نشانی پست الکترونیک نویسنده مسئول: std_afsharmanesh@khu.ac.ir

۱- مقدمه

توسعهٔ فیزیکی به افزایش کمی و کیفی کاربری‌ها و فضاهای کالبدی (مسکونی، تجاری، مذهبی، ارتباطی و ...) یک شهر در ابعاد عمودی و افقی که در طول زمان انجام می‌گیرد، اطلاق می‌شود (بمانیان و همکاران،۲۲:۱۳۸۷). عمده‌ترین دلیل آن تمایل به شهرنشینی و افزایش سریع جمعیت شهرها است. در دورهٔ زمانی«۱۹۹۰-۱۹۵۰» جمعیت شهری جهان رشد سه برابری داشته و از ۷۳۰ میلیون نفر به ۲/۳ میلیارد نفر رسیده است و احتمال می‌رود که بین سالهای ۲۰۲۰-۱۹۹۰ میلادی این میزان دو برابر شود(کرم،۲:۱۳۸۹). همچنین پیش بینی می گردد تا سال ۲۰۲۵ افزون بر ۶۵ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (کایا، ۲۰۰۶: ۱۹). شهر نیز همچون ظرفی است که قدرت تحمل فشاری را در حد معینی از جانب جمعیت دارد، و به محض آن که جمعیت از حد متناسب خود گذشت، شهر را می‌شکند و مرزهای آن را فرو می‌ریزد (فرید،۱۵۸:۱۳۸۸). این رشد روزافزون منجر به ساخت و سازهای بدون برنامه و تغییرات زیاد در ساختار فضایی، به‌ویژه توسعهٔ فیزیکی شهر در مکان‌های نامساعد طبیعی گشته است که هدایت آگاهانه و سازمان‌دهی اساسی را می‌طلبد (نظریان و همکاران،۲:۱۳۸۸). در غیر این صورت به ترکیب فیزیکی مناسبی از فضای شهری نخواهد انجامید و شهر را با مشکلاتی روبرو می‌کند (طاهری،۱۳۸۱: ۱).

استقرار و توسعهٔ فیزیکی شهرها در وهلهٔ اول تابع شرایط محیطی و جغرافیایی آنهاست. عوامل گوناگون محیط طبیعی از جمله شکل ناهمواری ها، همجواری شهر با عوارض طبیعی و همچنین شرایط اقلیمی در چگونگی توسعهٔ شهرها، نقش تعیین‌کننده‌ای دارد (حسین زاده دلیر و همکاران،۵:۱۳۸۵). به طوری که شهرها به تبعیت از این شرایط طبیعی شکل می‌گیرند و این عوامل طبیعی اغلب شکل خاصی را به شهر تحمیل کرده‌اند و گاهی برای طراحی و عمران شهری، محدودیت‌های زیادی به وجود آورده‌اند. عدم توجه به عوامل و شرایط محیط طبیعی و نقش عناصر طبیعی در روند توسعهٔ شهری، در آینده نیز همواره روند شهرنشینی را با مخاطرات طبیعی و مشکلات شهرسازی متعددی روبرو خواهد ساخت و حاصل سرمایه‌گذاری‌های طولانی، ناگهان نابود شده و منابع ارزشمند توسعه که با صرف منابع و سرمایه‌گذاری‌های زیادی در زمان طولانی بدست آمده، از بین می‌رود.

همچنین لازم است جهت‌یابی توسعهٔ فیزیکی با توجه به عوامل تأثیرگذار در آن به گونه-ای صورت گیرد که همگام با توسعهٔ فیزیکی مطلوب شهر، کمترین خسارت به محیط زیست

وارد گشته و بتوان با حفظ محیط زیست به توسعهٔ پایدار شهر دست یافت.امروزه بحث توسعهٔ کالبدی- فیزیکی شهرها در ابعاد مختلف، یکی ازمعضلات کشورهای جهان سوم به ویژه کشور ماست. به دنبال انقلاب صنعتی و افزایش جمعیّت شهرها و به تبعیت از آن توسعه و گسترش شدید شهرها، در کشورهای مختلف از جمله ایران، مسئولان و مدیران شهری به فکر افتادند، تا با طرح و برنامه ریزی های علمی، این مشکل را به شکل سازمان یافته و کنترل شده ای حل نمایند (موسوی،۱۳۸۴:۱). در ایران توسعهٔ فیزیکی و رشد جمعیت شهرها تا چند دههٔ پیش دارای افزایش هماهنگ و متعادلی بود. با بروز تحولات جدید، شهرها به سرعت دگرگونی‌هایی یافتند که به شکل افزایش جمعیت و گسترش سریع شهرها به صورت نامتعادل نمایان شد (خوشنودتکرمی،۱۳۸۳:۱). علیرغم نقش عوامل اقتصادی، اجتماعی و سیاسی در تحولات نظام شهری ایران، خصوصیات طبیعی کشور نیز گویای بسیاری از واقعیّت‌های محیطی و نقش آن در استقرار جوامع انسانی و تکوین فعالیّت و معیشت آنهاست. بدین ترتیب در توزیع جغرافیایی و همچنین توسعهٔ فیزیکی شهرهای ایران، خارج از عوامل مذکور، ویژگی‌های جغرافیای طبیعی از جمله موقعیت، ناهمواری‌ها، ارتفاع مکان (توپوگرافی)، اقلیم، منابع آب، پوشش گیاهی و خاک از عواملی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند. برخی از پدیده‌های طبیعی و ژئومورفولوژیکی نه تنها همیشه به عنوان عوامل مخرب و بازدارنده در استقرار و توسعهٔ شهرها محسوب نمی‌شوند، بلکه اگر برنامه‌ریزان شهری آگاهی کامل از نوع و کاربرد همه جانبهٔ ژئومورفولوژیکی این پدیده‌ها داشته باشند، آن‌ها را به عاملی مثبت دراستقرار و توسعهٔ شهرها تبدیل خواهند ساخت و استفاده‌ای بهینه و معقول از آن‌ها به عمل خواهند آورد (نگارش،۱۳۸۲:۱۳۴).

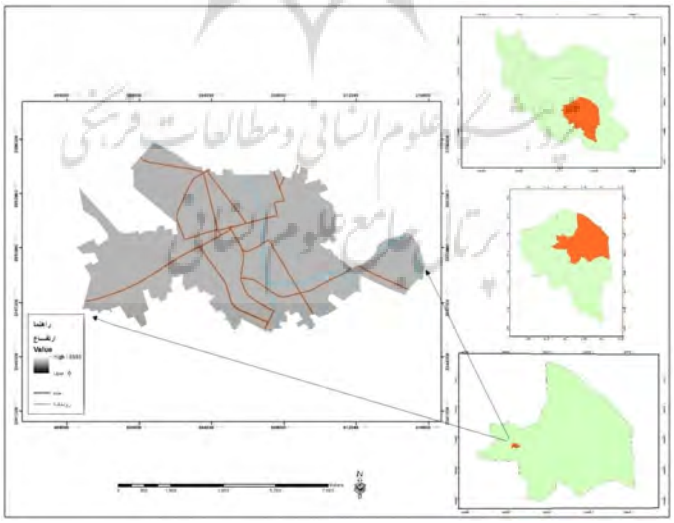
یکی از این کلان شهرهای ایران که در دهه‌های اخیر رشد سریع و توسعهٔ فیزیکی را تجربه نموده است شهر کرمان است که روند توسعهٔ آن در گذشته به صورت شعاعی بوده و امروزه در امتداد محورهای ارتباطی می باشد. وسعت شهر کرمان که تا اواخر قاجاریه و در داخل حصار حدود دویست هکتار بود، با تخریب حصارها که از دههٔ اوّل قرن حاضر شروع شد و تا دههٔ ۱۳۴۰ ادامه یافت، در سال ۱۹۶۹ میلادی مصادف با ۱۳۴۵ ه.ش بر اساس نقشه‌ای که روگراستون ترسیم نمود به ۴۰۰ هکتار رسیده است. بر اساس آمار منتشر شدهٔ شهرداری کرمان، محدودهٔ خدماتی شهر در سال ۱۳۵۷ به ۳۰۷۲ هکتار، در سال ۱۳۶۵ به ۵۰۸۸ هکتار، در سال ۱۳۷۱به ۷۶۵۲ هکتار، در سال ۱۳۷۵ به ۱۱۰۰۰ هکتار و در سال ۱۳۷۸ به حدود ۱۵۰۰۰ هکتار رسیده است.

شهرداری کرمان در حال حاضر وسعت بافت قدیم شهر را حدود ۴۵۵ هکتار برآورد نموده که شهر کنونی حدوداً ۱۳ برابر بافت قدیم وسعت دارد و دارای دو بافت جدا و قابل تشخیص(بافت قدیم و بافت جدید) می‌باشد. در سال‌های اخیر نیز شهر کرمان عملا به عنوان مرکزیت جنوب شرق ایران شناخته شده و سالانه شاهد مهاجرت‌های زیادی به خود می‌باشد، به طوری که طی سالهای ۸۵ تا ۹۰ حدود ۱۰۰ هزار نفر به کرمان مهاجرت کردند و جمعیّت آن نیز در سال ۱۴۰۰ به بیش از یک میلیون و دویست هزار نفرخواهد رسید. با توجه به این افزایش جمعیت که نیاز به فضای فیزیکی بیشتری را به همراه دارد، دور بودن از مبانی علمی شهرسازی و توسعهٔ فیزیکی شهر در مکان‌های نامساعد، نتیجه‌ای جز خسارات مادی و معنوی و اتلاف سرمایه‌گذاری‌ها در پی نخواهد داشت، لذا لزوم بررسی و تعیین پهنه‌های مناسب جهت توسعهٔ فیزیکی این شهر آشکار می‌باشد.

در این پژوهش نیز سعی شده است با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل منطق فازی پهنه های مناسب جهت توسعهٔ فیزیکی شهر کرمان تعیین گردد تا روند توسعه، کمترین اثرات سوء را در حال حاضر و در بلند مدت به دنبال داشته باشد. در عصر حاضر با توجه به گستردگی و پیچیدگی روابط حاکم بر سیستم شهر از یک طرف و توسعهٔ سریع و نامتوازن کالبدی شهرها از طرف دیگر، نیاز به استفاده از مدل در برنامه‌ریزی‌ها و پیش بینی عملکردهای پدیده‌های فضایی در سطح شهرها امری اجتناب ناپذیر تلقی می‌شوند.

شهر کرمان یکی از کلانشهرهای ایران و مرکز استان کرمان است که در جنوب شرقی کشور و در موقعیت ۵۷ درجه ۵ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی، در دامنهٔ دو رشته کوهی که از شمال شرقی و جنوب غربی آن می گذرند، گسترده شده است. وجود ناهمواری های مشرق کرمان که در فاصلهٔ نزدیک شهر قرار گرفته اند باعث جلوگیری از رشد و توسعهٔ شهر در این قسمت گردیده است.اقلیم این شهر بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن، با دارا بودن ضریب خشکی برابر با ۵/۶ جزو اقلیم بیابانی به شمار می‌آید. از مشخصات بارز این منطقه، اختلاف زیاد درجهٔ حرارت در فصول و در طول شبانه روز است.متوسط حداقل مطلق دما در شهر کرمان ۵/۹ و متوسط حداکثر دما ۲۴/۷ درجه سانتیگراد و حداکثر دمای رخ داده ۴۲ درجه سانتیگراد در تاریخ ۱۷ تیر ماه ۱۳۷۷ و تعداد روزهای یخبندان، سالانهٔ آن ۸۸ روز و میانگین بارش سالانهٔ آن ۱۵۵ میلیمتر می باشد. تابستان‌های کرمان نسبتاً خنک و زمستان‌های آن بسیار سرد و معدل بارش سالانهٔ آن ۱۴۰/۵

میلی‌متر است که ۵۹ درصد بارندگی سالانه در زمستان اتفاق می‌افتد. میانگین رطوبت نسبی سالانهٔ این شهر ۳۶ درصد می‌باشد که بالاترین رطوبت نسبی را دی ماه با ۷۳ درصد و خرداد پایین ترین آن را با ۱۴ درصد، دارا هستند. حداکثر رطوبت نسبی سالانهٔ آن ۴۹ درصد و متوسط حداقل آن ۲۳درصد است. شهر کرمان با ارتفاع ۱۷۵۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا در حاشیهٔ شمالی دشت کرمان گسترش یافته و با توجه به جغرافیای طبیعی،توپوگرافی منطقه و جهت کوهها دارای شیب عمومی جنوب شرقی به شمال غربی است که حدود ۲۸ متر اختلاف ارتفاع در دو سمت شهر مشاهده می‌شود. این منطقه از نظر واحدهای ساختمانی و گسترش حوضه‌های رسوبی در زون ایران مرکزی قرار دارد و از نظر واحدهای تکتونیکی مرتبط با بلوک طبس و سلسله کوههای طبس- کرمان می‌باشد. نگاهی به نقشهٔ زلزله‌خیز جهان نشان می‌دهد که این منطقه روی کمربند زلزله‌خیز مدیترانه- ترکیه- ایران- افغانستان (کمربند کوهستانی آلپ -هیمالیا) قرار گرفته است و در آن گسل‌های متعددی وجود دارد که حرکات ناشی از آنها می‌تواند موجب وقوع زلزله‌های شدید شود.ارتفاع منطقه بین صفر تا ۵۵۹۵ متر و اکثریّت آن از ارتفاعات بین ۲۵۰۰-۱۰۰۰ متری تشکیل شده است. جمعیّت این شهر طبق سرشماری سال ۱۳۹۰ برابر با ۵۳۴۴۴۱ نفر و مساحت آن ۱۴۰۰۰هکتار می‌باشد و به دلیل وسعت شهری و جمعیّت زیاد، جزو کلان‌شهرهای ایران طبقه‌بندی شده و بزرگترین شهر جنوب شرق کشور به شمار می آید.



شکل۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور، استان و شهرستان

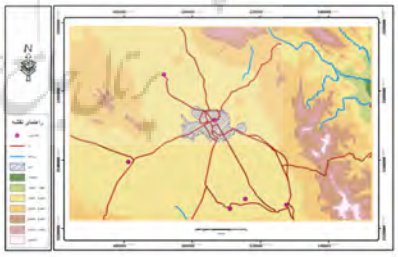
۲- داده‌ها و روش‌شناسی

روش تحقیق در این نوشتار توصیفی- تحلیلی است. روش گردآوری منابع بر اساس روش‌های کتابخانه‌ای- میدانی و مراجعه به سازمان‌ها و ادارات می‌باشد.

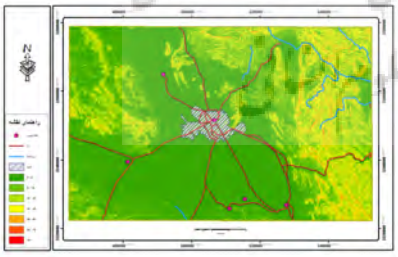
به منظور تهیهٔ لایه‌ها، ابتدا نقشه‌ها را وارد محیط ArcGIS 10 کرده و با پیکسل سایز ۲۰×۲۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند و برای پردازش های بعدی آماده شدند. لایه‌های شیب (شکل۲) و ارتفاع (شکل۳) بر اساس لایهٔ DEM تهیه شدند. لایه‌های خاک (شکل ۴)، کاربری اراضی (شکل۵) و پهنه‌بندی خطر زلزله (شکل ۶) بر اساس لایه‌های رقومی موجود از کل کشور و از طریق اجرای دستور Clip ، تهیه و برای استفاده در اجرای مدل، امتیازدهی و آماده گردیدند. همچنین لایه‌های فاصله از شهر (شکل۷)، فاصله از روستا (شکل ۸)، فاصله از جاده (شکل ۹) و فاصله از رود(شکل ۱۰) که شامل رودخانهٔ چاری در غرب شهر کرمان و رودخانهٔ کوهپایه در شرق کرمان از طریق لایه‌های اولیهٔ پراکندگی شهر، روستا، جاده و رود با اجرای دستور Distance به دست آمدند. لایه‌های اقلیمی دما (شکل۱۱) و بارش (شکل۱۲) نیز بر اساس داده‌های اقلیمی چهار ایستگاه کرمان، بم، جیرفت و رفسنجان تهیه گردید.

معادلهٔ همبستگی این دو لایه به ترتیب عبارت است از:

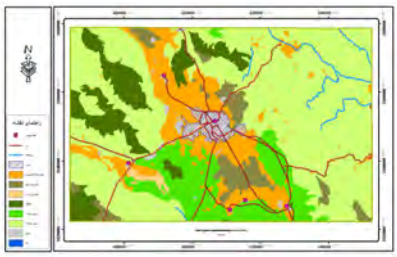
$Y= -0/007x+30/36$
$R^2= 0/953$
$Y= 0/115x-68/12$
$R^2= 0/774$



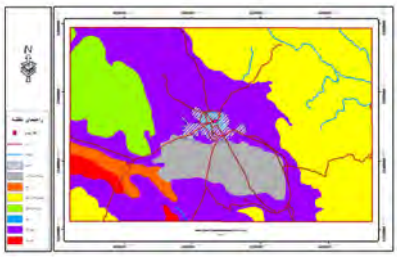
شکل۲- نقشهٔ شیب



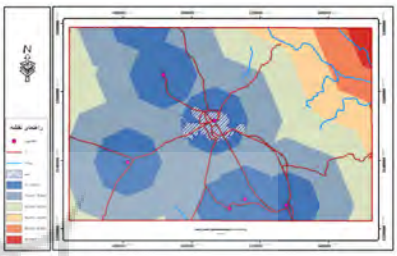
شکل۳- نقشهٔ ارتفاع



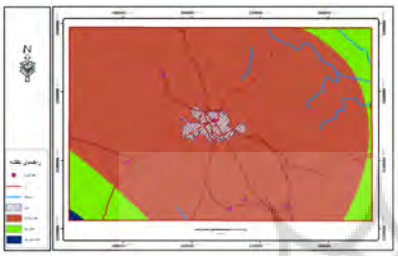
شکل۴- نقشهٔ خاک



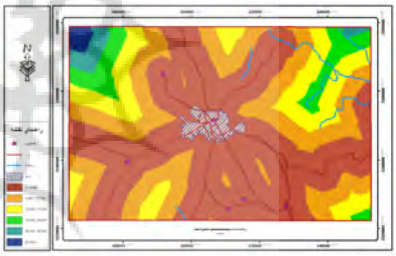
شکل۵- نقشهٔ کاربری اراضی



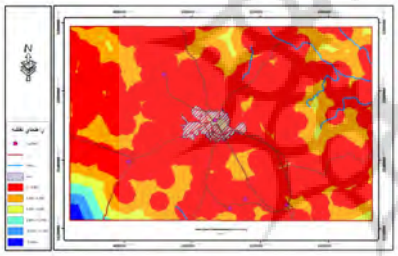
شکل۶- نقشهٔ خطر زلزله



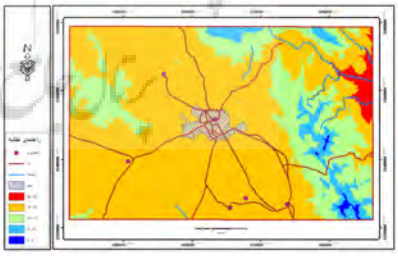
شکل۷- نقشهٔ فاصله از شهر



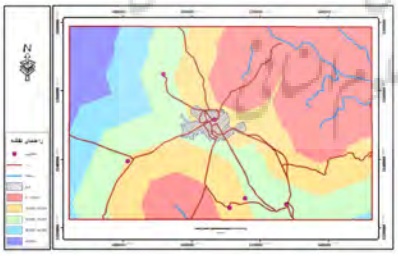
شکل۸- نقشهٔ فاصله از روستا



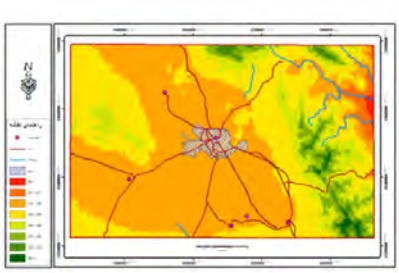
شکل۹- نقشهٔ فاصله از جاده



شکل۱۰- نقشهٔ فاصله از رود



شکل۱۱- نقشهٔ دما



شکل۱۲- نقشهٔ بارش

از آنجا که استفاده از مجموعهٔ فازی در تهیهٔ نقشه‌ها از دقت بالایی برخوردار است، بنابراین برای بیان جزئیات و پهنه‌بندی ، کارایی بالایی را برای نشان دادن واحدهای کوچکتر دارد. استفاده از این الگو مرحلهٔ کامل‌تری در گردآوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات و همچنین دقت بالاتری را نسبت به سایر الگوها ارائه می‌دهد. از این‌رو از مجموعهٔ فوق برای بیان وزن‌دهی به عوامل و پهنه‌بندی، استفاده شده است. برای لایه‌ها ابتدا با توجه به نقش هر یک از پارامترها در توسعهٔ فیزیکی شهرها توابع عضویت تعیین گردید. بر اساس این توابع در محیط ArcGIS 10 برای هر یک از لایه‌ها مقدار عضویت تعیین و لایه‌ها استاندارد و فازی شدند. سپس از عملگرهای ضرب جبری، جمع جبریو گاما ۰/۵ ، ۰/۷ ،۰/۹ استفاده شده و نقشهٔ نهایی بدست آمد. در زیر، هر یک از عملگرهای بکار رفته در اجرای مدل به اختصار شرح داده شده‌اند.

۲-۱- تابع عضویت

از آنجا که اعضای یک مجموعهٔ فازی، همه با یک نسبت عضو این مجموعه نیستند لازم است تا در هنگام مشخص کردن این مجموعه، به درجهٔ عضویت اعضا نیز توجه شود. تابع عضویت ضابطه‌ای است که هر عضو را به درجه‌اش نسبت می‌دهد. یعنی به جای آنکه برای تک‌تک اعضا بیاییم درجه عضویت را مشخص کنیم، یک ضابطه‌ای را بنویسیم که هر عضو با قرار گرفتن در آن، به درجهٔ عضویتش نسبت داده شود. به این صورت که هر چه یک شاخص، اثر قابل توجه تری بر هدف ما داشته باشد عدد بزرگتری از مجموعه (۰و۱) و هرچه کم اهمیت‌تر باشد، عدد کوچکتری از این مجموعه به آن اختصاص داده می شود. به طور کلی، صفر عدم عضویت کامل و ۱ عضویت کامل را نشان می دهد.

۲-۲- عملگر جمع جبری

ابزار کار مدل فازی با استفاده از عملگرهای مختلف صورت می‌گیرد که یکی از آنها عملگر جمع می‌باشد. در این عملگر، نقشهٔ خروجی بر اساس بیشترین اشتراک ارزش عضویت فازی هر یک از عوامل، به عنوان زیر بنای مجموعه‌ها در موضوع مورد نظر، ساخته و تهیه می‌شود، به طوری‌که پذیرش یا رد فرضیهٔ تعریف شده دربارهٔ موضوع مورد نظر، بر پایهٔ ارزش عضویت هر یک از عوامل یا زیر مجموعه‌ها محاسبه می‌شود. پس از کسر شدن از ارزش حداکثر حالت مطلوب که مساوی یک است، همواره بیشتر از ارزش هر یک از زیر مجموعه‌هاست که رابطهٔ آن به شرح زیر است :

$$\mu Combination = \prod_{i=1}^{n} (\mu_i)$$

μ_i= تابع عضویت فازی برای نقشه (i)ام

i= تعداد نقشه‌هایی که با یکدیگر تلفیق و ترکیب می‌شوند.

در این عملگرها در نقشهٔ خروجی ارزش پیکسلها به سمت یک میل می‌کند و در نتیجه تعداد پیکسل بیشتری در یک کلاس خوب قرار می‌گیرند . به همین دلیل این عملگر حساسیت کمی در پهنه‌بندی دارد . در شکل(۱۳) نقشهٔ تهیه شده با عملگر جمع جبری برای منطقهٔ مورد مطالعه نشان داده شده است.

شکل۱۳- نقشهٔ جمع جبری

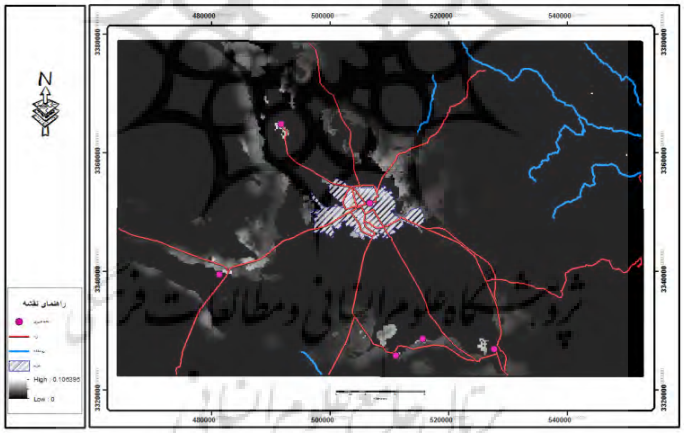
۲-۳- عملگر ضرب جبری

این عملگر بر اساس رابطهٔ زیر تعریف می شود:

$$\mu = \prod_{i=1}^{i=n} \mu_i$$

در این رابطه، μ_i بیانگر مقدار عضویت پیکسل در لایهٔ مربوط به فاکتور iام است. در این عملگر، تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب می‌شوند. در این عملگر، به دلیل تغییرات، ارزش هر یک از زیر مجموعه‌ها در حد فاصل بین ۱و ۰، که به صورت اعشاری هستند. میزان ارزش عضویت ترکیبی، همواره کوچکتر از ارزش عضویت هر یک از زیر مجموعه‌ها می‌باشد یا از عوامل مشارکت کننده، کمتر است. به عبارت دیگر نتیجهٔ به دست آمده، همواره کمتر از کوچک‌ترین تعداد و یا حداکثر مساوی ارزش هر یک از زیر مجموعه هاست.

این عملگر، باعث می‌شود تا در نقشهٔ خروجی، اعداد کوچکتر شده و به سمت صفر میل کنند در نتیجه، تعداد پیکسل کمتری در کلاس خوب قرار می‌گیرد. به همین دلیل این عملگر، حساسیت بالایی در پهنه‌بندی اعمال می‌کند. در این عملگر، تمامی واحدها و لایه‌ها در تلفیق دخالت داده می شود. نقشهٔ منطقهٔ مورد مطالعه بر اساس این عملگر به شکل زیر می‌باشد:



شکل ۱۴- نقشهٔ ضرب جبری

۲-۴- عملگر گاما

با در نظر گرفتن اختلاف آشکار بین نتیجهٔ استفاده از عملگرهای جمع جبری و ضرب جبری یا به عبارتی، جهت تعدیل حساسیت بسیار بالای عملگر ضرب فازی و حساسیت کم عملگر جمع جبری فازی، عملگر دیگری به نام گاما معرفی شده است که رابطه این عملگر به صورت زیر است:

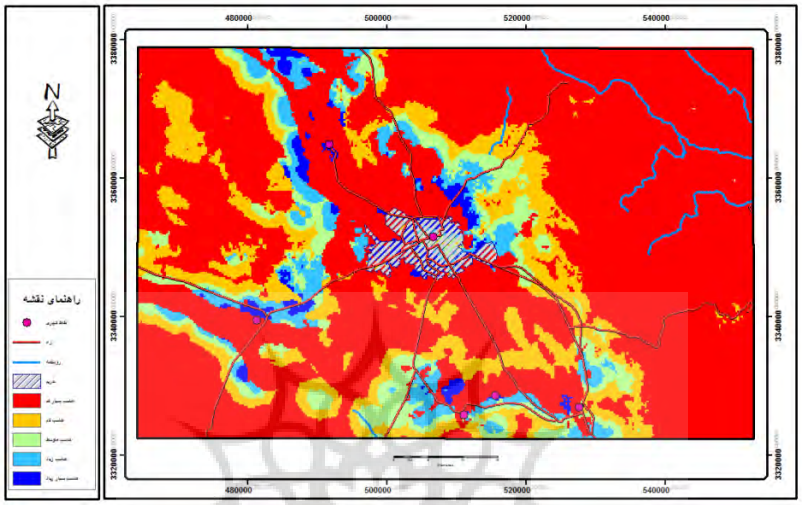
$$\mu Combination = \left[1-\prod_{i=1}^{n}(1-\mu_i)\right]^{y} \times \left[\prod_{i=1}^{n}\mu_i\right]^{1-y}$$

به منظور دست‌یابی به نتیجهٔ مناسب‌تر، به طور معمول از ضرب نمودن توابع مربوط با عملگرهای جمع و ضرب فازی به ترتیب از نمایه‌های y و y-1 می‌توان استفاده کرد که در آن مقدار گاما بین صفر و یک تغییر می‌کند(۱›y › 0). مقدار گاما از طریق قضاوت کارشناسی مبتنی بر نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده های مشاهده شده یا تجربیات موجود دربارهٔ موضوع مورد بررسی، تعیین و یا از طریق آزمون سعی و خطا در تطبیق با شواهد واقعی تعیین می شود. از این‌رو استفاده از عملگر گاما، موجب دستیابی به خروجی‌هایی می شود که مناسب‌ترین مقادیر خروجی را در تطبیق با واقعیت و یا در مقایسه با خروجی‌های حاصل از کاربرد سایر عملگرها مشخص می‌نماید؛ زیرا انتخاب مناسب‌ترین خروجی به صورت حالت میانه، مقایسه‌ای بین مقادیر حداکثر یا حداقل عضویت و اشتراک هر یک از زیر مجموعه‌هاست که به ترتیب تأثیر افزایشی و کاهشی در تلفیق موارد تعیین شده و خروجی‌ها دارند. به همین دلیل امکان در نظر گرفتن مقادیر مختلف برای نمای گاما ممکن می شود. دلیل این موضوع به ساختار تابع گاما باز می‌گردد زیرا به ازای مقادیر y=0 و y=1، خروجی به ترتیب، مساوی مقادیر حاصل از توابع جمع جبری فازی و ضرب جبری فازی خواهد بود. اگر y=1 باشد، نقشهٔ خروجی همان نقشهٔ حاصل از جمع جبری فازی خواهد بود و اگر y=0 باشد، نقشهٔ خروجی همان نقشهٔ حاصل از ضرب جبری فازی است. بنابراین محدودهٔ تغییرات y بین ۰ و ۱ است.

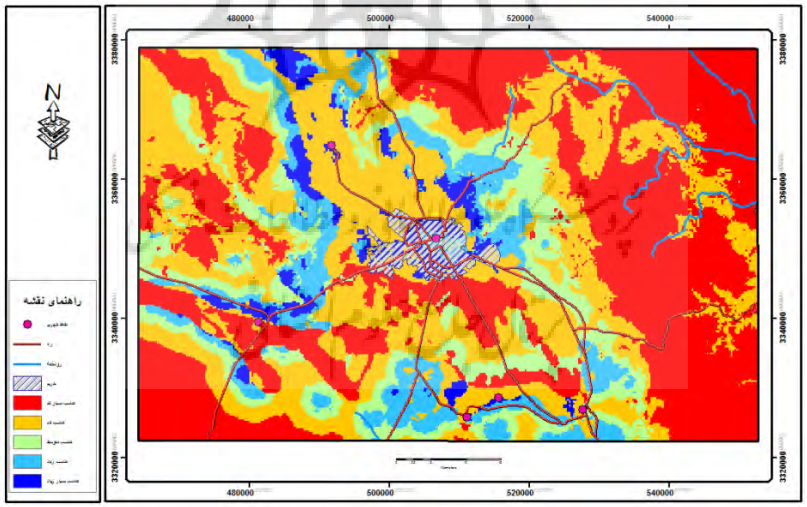
۳- بحث

نقشه‌های نهایی به دست آمده بر اساس سه گامای، ۰/۵ (شکل ۱۵)، گامای ۰/۷ (شکل ۱۶) و گامای ۰/۹ (شکل ۱۷) نشان می‌دهد که پهنه‌هایی با تناسب بسیار کم ،کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد در هر سه نقشه، تقریباً یکسان می‌باشد با این تفاوت که وسعت این پهنه‌ها در هر نقشه تغییر می‌کند. به طوری که در نقشهٔ به دست آمده بر اساس گامای ۰/۵، سطوح با تناسب بسیار کم، حداکثر گسترش را داشته و سطوح با تناسب بسیار زیاد از وسعت خیلی کم برخوردار می‌باشند. در حالی که در نقشهٔ نهایی به دست آمده بر اساس گامای ۰/۹، از وسعت سطوحی با تناسب بسیار کم کاسته شده است و سطوح با تناسب بسیار زیاد و زیاد از وسعت بیشتری برخوردار می‌باشند. با

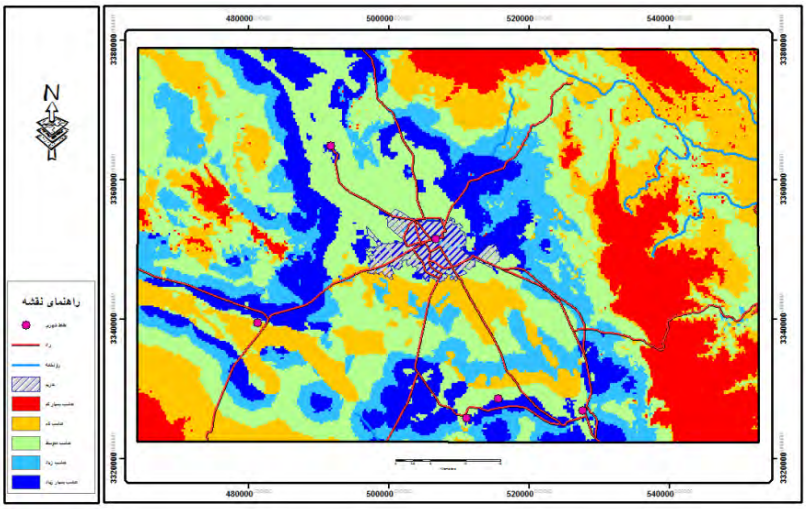
کمک تصویر ماهواره‌ای منطقه و بازدیدهای میدانی به عمل آمده، همچنین با توجه به شناخت از منطقهٔ مورد مطالعه نقشهٔ گامای ۰/۹ به عنوان نقشه مناسب انتخاب گردید.



شکل۱۵- نقشهٔ گامای ۰/۵



شکل۱۶- نقشهٔ گامای ۰/۷



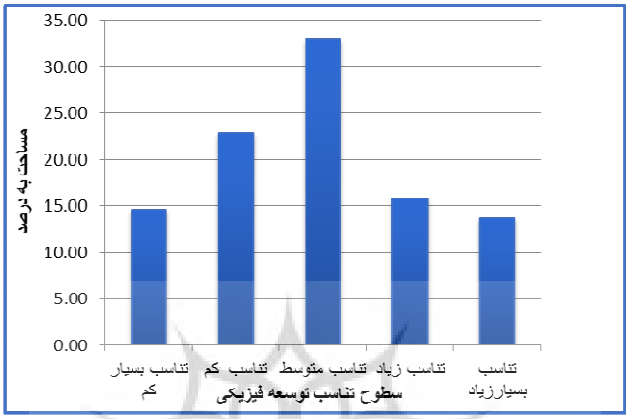
شکل۱۷- نقشهٔ گامای ۰/۹

همانطور که در شکل(۱۶) مشاهده گردید سطوح با تناسب بسیار بالا در اطراف شهر کرمان در بخش‌های شمال شرقی شهر واقع گردیده است. علاوه بر این بخش‌های دیگری نیز در منطقهٔ مورد مطالعه در قسمت‌های جنوبی، غربی و شمال غرب نواحی مناسبی را برای توسعهٔ شهری تشکیل می‌دهند. این سطوح شامل نواحی هستند که به صورت مصنوعی جنگل کاری شده‌اند. اغلب سطوح با تناسب کم و بسیار کم نیز در قسمت‌های شمال شرقی منطقهٔ مورد مطالعه واقع گردیده است و بخش‌های کوچکی در قسمت‌های جنوب غربی و غرب منطقه را تشکیل می‌دهد.

جدول۱- مساحت پهنه‌ها بر اساس میزان تناسب بر اساس نقشهٔ گامای۰/۹

طبقه بندی تناسب	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد
بسیار کم	۴/۶۹	۱۴/۶۴
کم	۷/۳۱	۲۲/۸۱
متوسط	۱۰/۵۶	۳۲/۹۴
زیاد	۵/۰۸	۱۵/۸۶
بسیار زیاد	۴/۴۱	۱۳/۷۵
مجموع	۳۲/۰۵	۱۰۰

بیشتر منطقهٔ مورد مطالعه دارای تناسب متوسطی به لحاظ توسعهٔ فیزیکی شهر می‌باشد (۳۲/۹۴ درصد منطقه) و کمترین مساحت نیز مربوط به سطوح با تناسب بسیار زیاد (۱۳/۷۵ درصد منطقه) و بسیار کم (۱۵/۸۶ درصد منطقه) است.



شکل۱۸- نمودار مساحت پهنه ها بر اساس میزان تناسب

نقش عواملی چون پراکندگی شهرها و روستاها، کاربری‌ها و راههای ارتباطی در توسعهٔ فیزیکی شهر انکارناپذیر است. شهرهای منطقهٔ مورد مطالعه شامل: باغین، کرمان، زنگی‌آباد و اختیارآباد می‌باشند که با توجه به نقشهٔ به دست آمده، به جز شهر باغین که در سطوحی با تناسب متوسط و کم توسعه یافته است، دیگر شهرها در محدوده هایی با تناسب زیاد واقع گردیده و به وسیلهٔ سطوحی با تناسب متوسط احاطه شده اند. پراکندگی روستاها در منطقهٔ مورد مطالعه، رابطهٔ مشخصی با سطوح تناسب به دست آمده در نقشه نهایی را نشان نمی‌دهد، امّا به طور کلی پراکندگی روستاها در سطوحی با تناسب بسیار کم، کمتر از سایر بخش‌ها در منطقه می‌باشد.

فاصله از خطوط ارتباطی، معیار دیگری است که در مکان گزینی‌ها بطور قابل توجهی بر آن تاکید می‌گردد. توسعهٔ شهر کرمان در امتداد سه محور اصلی بلوار جمهوری، هفت باغ و محور کرمان-زنگی‌آباد می‌باشد که توسعه در محور کرمان-زنگی‌آباد محدود و بیشترین میزان توسعه در محور بلوار جمهوری صورت گرفته است. امّا با توجه به اینکه در قسمت جنوب غربی شهر پهنه هایی با تناسب متوسط و کم قرار دارند، باید توسعه در امتداد این محور مورد کنترل قرار گرفته و مانع از توسعهٔ بیشتر

شهر در این جهت گردد. در امتداد محور هفت باغ نیز سطوحی با تناسب بسیار زیاد و زیاد را مشاهده می‌کنیم لذا بهتر است توسعهٔ آتی شهر در امتداد این محور صورت گیرد. نقش و کارکردهای نواحی پیرامون شهرها در روند توسعهٔ فیزیکی شهرها نقش دارد و برخی از این کاربری‌ها برای توسعهٔ فیزیکی و ساخت و سازها در مرکز توجه قرار می‌گیرند. هستهٔ اصلی و عملی برنامه‌ریزی شهری، برنامه‌ریزی کاربری زمین است که راهنمایی برای جهت دادن به توسعهٔ شهری است (کومن و همکاران؛ ۲۰۰۹: ۲۸). با توجه به نوع کاربری و بر اساس نتایج بدست آمده به‌وسیلهٔ روش جداول متقاطع، سطوح با تناسب توسعهٔ بسیار زیاد در نواحی پوشیده شده به وسیلهٔ مراتع درجه ۳، مراتع درجه۲، جنگل و کشاورزی دیمی می‌باشند و سطوحی که به وسیلهٔآب و کاربری کشاورزی پوشیده شده‌اند،کمترین نقش را در سطوح با تناسب بالا دارا می‌باشند. امّا مؤثرترین کاربری با تناسب بسیار کم مربوط به مراتع درجه سوم می‌باشد.

ارتفاع، شیب، خطرپذیری زلزله و خاک نیز از عوامل مورفولوژیکی مؤثر در توسعهٔ فیزیکی شهر می‌باشند که لازم است نقش آنها در توسعهٔ شهر مورد بررسی قرار گیرد. بر اساس نقشهٔ نهایی به دست آمده و همپوشانی آن با لایهٔ ارتفاع منطقه، نشان می‌دهد که بیش از ۹۵ درصد از سطوح با تناسب بسیار بالا و ۶۳/۰۳ درصد از سطوح با تناسب بالا در محدودهٔ دامنهٔ ارتفاعی بین ۲۰۰۰-۱۵۰۰ متر واقع گردیده است. به طور کلی سطوح با تناسب بسیار زیاد و زیاد شامل سطوح کمتر از ۱۵۰۰ متر می‌باشد که مناطق پست را در منطقه تشکیل می‌دهند و سطوح بیش از ۲۵۰۰ متر که مناطق مرتفع را به وجود می‌آورند، در این محدوده قرار نمی‌گیرد. اهمیّت میزان شیب در انجام فعالیّت‌های شهری قابل توجه می‌باشد. وجود شیب اگر چه از بعضی جهات مانند زیبایی شهر، شستشوی طبیعی معابر توسط رواناب و غیره حائز اهمیّت است امّا شیب سطح شهرها (بخصوص شیب‌های بحرانی و بیش از اندازه) می‌تواند مشکلاتی نظیر وقوع سیل، دشواری حمل و نقل درون شهری، حرکات دامنه‌ای و امثال آن را به بار آورد.

بر اساس استاندارد ارائه شده از طرف اتحادیهٔ جغرافیایی بین المللی، سطوح هموار و کم شیب برای استقرار شهرها مناسب هستند. با توجه به وضع توپوگرافیک، توسعهٔ شهر باید در زمین‌های با شیب متوسط(حداکثر ۱۵ درصد) صورت گیرد و تا حد امکان از توسعه در اراضی پرشیب با قطعات نامنظم بویژه با شیب معکوس اجتناب شود

(نظریان و همکاران،۱۳۸۴:۶). در منطقهٔ مورد مطالعه، بیش از ۹۵ درصد سطوح با تناسب بسیار زیاد و بیش از ۹۰ درصد سطوح با تناسب زیاد دارای شیب کمتر از ۱۵ درصد می‌باشند و تقریباً سطوحی با این میزان تناسب در شیب‌های بیش از ۴۵ درصد وجود ندارند. بیشترین سطوح مربوط به تناسب بسیار کم نیز مربوط به نواحی با شیب بین ۱۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد که شامل بیش از یک سوم این سطوح است.

میزان خطرپذیری شهر در مقابل رخدادهای طبیعی، از دیگر عواملی است که در توسعهٔ شهر اثرگذار است. خطرناک‌ترین مکان‌های ساختمان‌سازی، نواحی با خطر لرزه‌خیزی زیاد هستند، لذا برای کاهش میزان خسارات و تلفات و کاهش آسیب‌پذیری زیر ساخت‌ها، لازم است که با ارزیابی سطح خطر و اجرای برنامه‌های لازم، اثر میزان خطرپذیری زلزله در توسعهٔ شهرها مورد توجه قرار گیرد و از احداث مناطق مسکونی و ساختمانی در این مناطق اجتناب شود. تا ضمن رعایت حریم لازم از گسل ها، ضوابط فنی در احداث بناها به کار گرفته شود (ثروتی و همکاران، ۱۳۸۸:۱۳).

منطقهٔ مورد مطالعه به لحاظ خطر زلزله در سه گروه خطر بالا، نسبتاً بالا و متوسط قرار گرفته است که تقریباً تمامی سطوح با تناسب بسیار زیاد در پهنه با خطر متوسط قرار دارند. خاک از جمله مواهب طبیعی است که فرسایش آن سبب تخریب اراضی و کاهش تولید می‌گردد. از این‌رو ضرورت جلوگیری از فرسایش خاک امری انکارناپذیر است. توسعهٔ فیزیکی شهرها می‌تواند یکی از عوامل مؤثر در نابودی خاک باشد و احتمال بروز فرسایش خاک را افزایش دهد. لذا ضروری است که از توسعهٔ شهر در نواحی با خاک‌های مناسب جلوگیری به عمل آید و توسعه به سوی اراضی برود که از انهدام خاک‌های حاصلخیز جلوگیری کند.

تفسیر چشمی لایهٔ خاک در منطقهٔ مورد مطالعه نشان می‌دهد که سطوح با تناسب بسیار کم اغلب مربوط به خاک‌های آنتی سل و رخنمون‌های سنگی و زمین‌های سنگی می‌باشند و اغلب سطوح با تناسب بسیار زیاد دارای خاکی از نوع اریدوسل می‌باشند که برای توسعهٔ شهری مناسب است.

دانش اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی شهری اهمیت زیادی دارد چراکه اقلیم و شرایط آب و هوایی نقش بسیار مهمی را در زندگی انسان‌ها ایفا می‌کنند. علی‌رغم این که بدون در نظر گرفتن مسائل اقلیمی، بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها ناقص، نامطلوب و

هزینه‌بر، خواهد بود ولی در عمل چندان مورد توجه قرار نگرفته است. شرایط میکروکلیمایی شهر می تواند بر روی تمایل ساکنین در سکونت در بخش های خاصی از شهر مؤثر باشد. دما و بارش از جمله پارامترهای اساسی در میکروکلیما هستند که تحت تأثیر عوامل بسیاری نظیر ارتفاع می‌باشد. منطقهٔ مورد مطالعه دارای محدودهٔ میانگین دمای سالانه بین ۰/۹ تا ۲۵ درجه سانتیگراد است امّا بیش از ۹۹/۹۹ درصد از سطوح، با تناسب بسیار زیاد دارای میانگین دمایی بین ۱۵ تا ۲۰ می باشد. از لحاظ بارش نیز منطقه، دارای بارندگی سالانهٔ بین ۱۷ تا ۴۰۰ میلی‌متر است. سطوح با تناسب بسیار زیاد بارندگی سالانهٔ بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر دارد و سطوح با بارندگی بیش از ۲۰۰ میلی متر اغلب نواحی کوهستانی مرتفع را تشکیل می‌دهند که برای توسعهٔ شهری نامناسب است.

علاوه بر معیارهای ذکر شده، عوامل دیگری نیز در توسعهٔ فیزیکی شهر کرمان اثرگذار هستند. برداشت‌های بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی باعث بروز پدیدهٔ فرونشست زمین در بیشتر دشت‌های استان کرمان و وارد شدن خسارت به مناطق مسکونی یا بخش‌های کشاورزی وصنعت شده است. در محدودهٔ شهر کرمان نیز به دلیل اجرا نشدن شبکهٔ فاضلاب شهری در بسیاری از نقاط شهر، چاه‌های جذبی فاضلاب، نفوذ آب را به لایه‌های زمین وارد می‌کند، به همین دلیل سطح آب‌های زیرزمینی در این شهر بالا آمده، از سوی دیگر با تخلیهٔ سریع و ناگهانی این آب‌ها به وسیلهٔ شبکهٔ فاضلاب یا پمپاژ، خطر بروز پدیدهٔ فرو نشست زمین به بالاترین حد خود می‌رسد. البتّه در این پژوهش، با توجه به در دسترس نبودن نقشه‌های مورد نیاز و عدم وجود اطلاعات کافی در این زمینه، عوامل مذکور در تهیهٔ نقشه‌های پهنه بندی دخالت داده نشده است.

۴- نتیجه‌گیری

توسعهٔ فیزیکی برای اکثر شهرها به دلیل محدودیت‌های فیزیکی به یک مسأله تبدیل شده است (قاسمیان و عابدینی، ۱:۱۳۹۱). این توسعه که جزو ملزومات رشد شهری است اگرمکان‌یابی بهینه نشود، اثرات منفی بسیاری را چه از جنبهٔ زیست محیطی و طبیعی و چه از لحاظ عوامل انسانی، برای شهرها به بار می‌آورد. بنابراین لزوم توجه به توسعهٔ فیزیکی و جهت‌یابی توسعهٔ شهری، امری ضروری است. در این پژوهش، تحلیل انجام شده بر روی پارامتر های طبیعی و انسانی مورد استفاده و به

کارگیری مدل منطق فازی، به این نتیجه منتهی شد که لایه حاصل از گامای ۰/۹ به دلیل انطباق بیشتر با منطقهٔ مورد مطالعه، بعنوان مناسب‌ترین لایهٔ پهنه‌بندی تناسب زمین جهت توسعهٔ فیزیکی شهر کرمان می‌باشد. پس از طبقه‌بندی لایهٔ ذکر شده مشخص شد، که ۲۹/۶۱ درصد از منطقهٔ مورد مطالعه که معادل ۱۰ کیلومتر مربع است در کلاس با قابلیت زیاد و بسیار زیاد قرار دارد. این مقدار برای کلاس با قابلیت کم و بسیار کم برابر ۳۷/۴۱ درصد معادل ۱۲ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه می‌باشد و۳۲/۹۴ درصد معادل ۱۰/۵۶ کیلومتر مربع از منطقه در طبقه یا قابلیت متوسط قرار دارد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که حدود ۶۲/۵۵ درصد از منطقهٔ مورد مطالعه (۲۰/۵۶ کیلومترمربع) برای توسعهٔ شهر مناسب است. پهنه‌های مناسب بیشتر در بخش شمال شرقی و تا حدودی در نواحی جنوب، غرب و شمال غرب منطقهٔ مطالعاتی دیده می‌شوند. نتایج و خروجی‌های حاصل از این پژوهش، که با اجرای مدل منطق فازی به صورت نقشه تهیه گردیده است، با توجه به شناخت و بازدید از منطقه و تطبیق با عکس‌های هوایی تا حد زیادی قابل قبول می‌باشد.بدیهی است دقت نقشهٔ نهایی تا حد زیادی وابسته به دقت نقشه‌های پایه و اندازهٔ پیکسل‌ها می‌باشد. چنانچه دقت بالاتری مد نظر باشد باید ارزیابی در وسعت کمتر، مقیاسی بزرگتر و پیکسلهایی کوچکتر صورت گیرد. انتخاب معیارهای مناسب و کافی نیز از دیگر مسائلی است که باید برای ارزیابی های دقیق تر بدان توجه کرد (کرم، ۱۹:۱۳۸۷). لذا این نتیجه حاصل می شود که منطق فازی جهت طراحی ها و برنامه‌ریزیهای شهری مناسب می‌باشد و امکان مکان‌یابی صحیح برای توسعهٔ شهری را فراهم می‌آورد و نتایج مفید و واقعی‌تری را به دلیل لحاظ نمودن پیچیدگی‌های مسائل شهری در پی دارد.

یادداشت‌ها:

1- Membership Function
2- Product
3- Sum
4- Gamma

فهرست منابع

۱. بمانیان، محمدرضا. محمودنژاد، هادی. (۱۳۸۷). **نظریه‌های توسعهٔ کالبدی شهر**. تهران. انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

۲. ثروتی، محمدرضا. خضری، سعید. رحمانی، توفیق. (۱۳۸۸). **بررسی تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره۶۷، صفحات ۲۹-۱۳

۳. حسین زاده، دلیر، کریم. هوشیار، حسن. (۱۳۸۵). **دیدگاه‌ها، عوامل و عناصر مؤثر در توسعهٔ فیزیکی شهرهای ایران. مجلهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای**. شمارهٔ ۶، صفحات ۲۱۳-۲۲۶.

۴. حیدری، مهناز. (۱۳۸۵). **تحلیل برنامه‌ریزی توسعهٔ فیزیکی شهر کوهدشت**. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، اصفهان.

۵. خوشنودتکرمی، محمدرضا. (۱۳۸۳). **بررسی روند توسعهٔ فیزیکی و ارائهٔ الگوی مناسب توسعهٔ شهری فومن**. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

۶. زیاری، کرامت الله. مهدنژاد، حافظ. پرهیز، فریاد. (۱۳۸۸). **مبانی و تکنیک‌های برنامه-ریزی شهری**. انتشارات دانشگاه بین‌المللی چابهار.

۷. طاهری، غلامرضا. (۱۳۸۱). **ارزیابی الگوی توسعهٔ فیزیکی شهر رامشیر و ارائهٔالگوی مناسب آن.** پایان نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

۸. کرم، امیر. (۱۳۸۴). **تحلیل تناسب زمین برای توسعهٔ کالبدی در محور شمال غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چند معیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)**. پژوهش‌های جغرافیایی، شمارهٔ ۵۴، صفحات ۱۰۶-۹۳.

۹. کرم، امیر. محمدی، اعظم. (۱۳۸۸). **ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعهٔ فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایهٔ فاکتورهای طبیعی و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)**. فصلنامهٔ جغرافیای طبیعی، سال۱، شمارهٔ ۴، صفحات ۷۴-۵۹.

۱۰. موسوی، عنایت‌الله. (۱۳۸۴). **نقش عوامل جغرافیایی در توسعهٔ کالبدی- فیزیکی شهر ایذه**. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان.

۱۱. نگارش، حسین. (**۱۳۸۲). کاربرد ژئومورفولوژی در مکان گزینی شهرها و پیامدهای آن.** مجله جغرافیا و توسعه، شمارهٔ ۱، صفحات ۱۵۰-۱۳۳.

۱۲. نظریان، اصغر. کریمی، ببراز. روشنی، احمد. (۱۳۸۸). **ارزیابی توسعهٔ فیزیکی شهر شیراز با تأکید بر عوامل طبیعی**. فصلنامهٔ جغرافیایی چشم‌انداز زاگرس، سال۱، شمارهٔ۱. صفحات ۱۸-۵.

۱۳. نظریان، اصغر. ضیائیان، پرویز. عبداللهی، علی‌اصغر. (۱۳۸۴). **آشکارسازی مکان‌های بهینه جهت توسعهٔ فیزیکی آتی شهر کنگان با استفاده از مدل منطق بولین و تکنیک‌های GIS و RS**. مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین-شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، صفحات ۱۰۶-۹۲.

14. Bullard, R.D., (2003). **Atlanta Megasprawl**. Forum for Applied Research and Public Policy, No.14, pp:17-23.
15. Kaya, S., Curran, P.J.C., (2006). **Monitoring urban growth on the European side of the Istanbul metropolitan area**. International Journal of applied earth observation and geo information, No.8, pp:18-25.
16. Koomen, Eric., StillWell, John., Bakema, Aldrik., Schoiten, Henk J., (2009). **Modeling land use change progress and pplications**. Puplished by Springer, ISBN 975-1-4020-5648-2 (e-book).
17. Sietchiping, R., Wyatt, R., Hossain, H., (2004). **Urban Informal Settlements within Less Developed Countries - A Simulation**. Planning Institute Australia, Hobart, pp:22-26.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی