



جغرافیا و روابط انسانی، پاییز ۱۳۹۸، دوره ۲، شماره ۲، پیاپی ۶

جایگاه مطالعات تغییر اقلیم در مکان‌گزینی صنایع - مطالعه موردی: شمال استان همدان

علی خاکی^۱، فاطمه پرک^{۲*}

^۱دکتری معماری، عضو هیات علمی دانشگاه فنی و حرفه ای

^۲دکتری آب و هواشناسی، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزش و پرورش، گروه شیمی

f.parak@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۳

چکیده

در کشور ما، ایران، که شرایط اقلیمی متفاوت و متنوعی را داراست، توجه به مکان‌یابی محل استقرار صنایع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به آثار تبعی آن که ممکن است حتی سال‌ها پس از بهره‌برداری از پروژه صنعتی بروز کند باید اهمیت داد. در بیشتر نقاط کشور استقرار واحدهای تولیدی بدون توجه به مسایل جغرافیایی و اقلیمی صورت گرفته است و این امر موجب بروز خسارت‌هایی در نواحی مختلف کشور شده است. از سوی دیگر توجه به اثرات دراز مدت استقرار صنایع در یک مکان با توجه به تأثیرات آن بر روی اقلیم باید مد نظر قرار گیرد. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در شمال استان همدان قرار گرفته است.

صنایع را براساس حجم تولید به پنج کد "الف"، "ب"، "ج"، "د" و "ه" تقسیم نموده که، میزان تولید صنایع به ترتیب از کد "الف" به سوی کد "ه" افزایش می‌یابد. عوامل و عناصری که در این مطالعه جهت مکان‌یابی صنایع در محدوده مورد مطالعه مورد تأکید و تحلیل قرار گرفته‌اند، پارامترهای محیطی، عوامل اقلیمی و عوامل انسانی می‌باشند. جهت بررسی اهمیت و ضابطه پارامترهای اقلیمی در مکان‌یابی، عوامل بارش، دما و باد انتخاب شده است. پس از بررسی مدل‌های مختلف مکان‌یابی و انتخاب مدل مناسب مورد پژوهش، پایگاه داده‌های GIS شامل داده‌های مکانی ایجاد شده و سپس با استفاده از امکانات مدل‌های مبتنی بر منطق فازی (*Fuzzy*) و نهایتاً مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP، داده‌های طبقه‌بندی شده، بازیابی، تجزیه، تحلیل و ارزیابی می‌شوند و رویهم اندازی لایه‌ها براساس ترکیب خطی - وزنی لایه‌ها (*WLC*) انجام شده و بر اساس مدل مورد نظر ضمن تحلیل وضع موجود، خروجی داده‌ها، تولید نقشه‌ی نهایی خواهد بود که مکان‌های مناسب برای احداث مناطق صنعتی را نمایش می‌دهد.

سپس موقعیت مناطق منتخب با استفاده از شاخص‌های تغییر اقلیم مورد بررسی قرار گرفته است. برای نیل به هدف فوق، از آستانه‌های دما و بارش که از طرف کارگروه تغییر اقلیم *WMO (ETCCDI)*، تعیین گردیده است استفاده کردیم.

کلمات کلیدی: مکان‌گزینی، صنعت، عناصر اقلیمی، تغییر اقلیم.

انتخاب موقعیت مناسب برای استقرار یک کاربری جستجویی است جهت یافتن مکانی که بتواند با نیازهای خاص کاربری مربوطه هماهنگ گردد. فرآیند یافتن و انتخاب موقعیت محل کاربری‌ها با توجه به معیارهای مورد نظر، مکان‌یابی نامیده می‌شود. قابلیت و توان یک مکان با توجه به اینکه برای چه فعالیتی در نظر گرفته شود متفاوت خواهد بود، شاخص‌ها و معیارهای انتخاب مکان، نسبت به نوع کاربرد متفاوت هستند، اما در جهت انتخاب مکان مناسب هم‌سو هستند (شه‌بایان، ۱۳۷۶، ص ۲۱).

در کشور ما، ایران، که شرایط اقلیمی متفاوت و متنوعی را داراست، توجه به مکان‌یابی محل استقرار صنایع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به آثار تبعی آن که ممکن است حتی سال‌ها پس از بهره‌برداری از پروژه صنعتی بروز کند باید اهمیت داد (پولاددژ، ۱۳۷۷).

در بیشتر نقاط کشور استقرار واحدهای تولیدی بدون توجه به مسایل جغرافیایی و اقلیمی صورت گرفته است و این امر موجب بروز خسارت‌هایی در نواحی مختلف کشور شده است (رضویان، ۱۳۷۶). از سوی دیگر توجه به اثرات دراز مدت استقرار صنایع در یک مکان با توجه به تأثیرات آن بر روی اقلیم باید مد نظر قرار گیرد، چرا که، شاید چرخش عمومی جو سراسر اعصار پایدار بوده است. اما، دما به طور واقعی در طول زمان تغییر کرده است. موقعیت و شدت اجزاء کلیدی چون سیکلون‌های عرض‌های میانه و سلول‌های مراکز پرفشار جنب حاره تغییر کرده است و بعضی از اجزاء حاضر مانند موسمی‌های آسیا - آفریقا تضعیف و حتی غیر فعال شده است. تغییر اقلیم تغییر متوسط شرایط جوی در یک مکان یا ناحیه خاص می‌باشد. تشخیص تغییرات اقلیمی از تغییرپذیری اقلیم بخصوص در اقلیم‌های فصلی شدیداً مشکل است. تغییرپذیری اقلیمی تفاوت‌های میان میانگین حالت‌های جوی از همان نوع است. اعتقاد عمومی بر این است که تغییر اقلیم همه جنبه‌های هوا و اقلیم، از جمله آستانه‌های دما و بارش را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Radinovic and Curic, 2009). تغییر در فراوانی وقوع آستانه‌های دما می‌تواند در بارش و الگوهای بارشی مناطق به طور مستقیم و غیر مستقیم دارای تأثیرات فوق‌العاده‌ای باشد. امروزه، تحقیقات و کارهای علمی بسیاری در زمینه روندیابی تغییرات شاخص‌های اقلیمی دما و بارش در مقیاس‌های جهانی، منطقه‌ای و ملی صورت می‌گیرد. دمای هوای مجاور سطح زمین در طول قرن بیستم در حال افزایش بوده است، در ادامه این روند گرم شدن جهانی در حال افزایش می‌باشد و این گرم شدن در ربع آخر قرن بیستم بسیار سریع بوده است. گرم شدن جهانی پدیده‌ای است که با تغییراتی در آستانه‌های حوادث هوا و اقلیم همراه می‌باشد (A, kelin and et, 2003). هنوز در خصوص کمیت طبیعت این تغییرات اطلاعات اندکی داریم. نتایج مطالعات

نشان داده است که تعداد وقوع و تراکم وقوع آستانه‌های حداقل دما به طور معنی داری کاهش یافته، در حالی که عکس این موضوع در خصوص وقوع آستانه‌های حداکثر دما با روند بسیار ضعیفی صادق است. این امر در حالی است که بیشتر آستانه‌های بارندگی در گستره وسیعی از زمین به ویژه در عرض‌های متوسط و بالا به وقوع می‌پیوندند (IPCC, 2001, 2007). اثرات بسیار زیاد اقتصادی و اجتماعی آستانه‌ها سبب افزایش حمایت‌ها از چنین مطالعاتی گردیده است.

فرقانی و دیگران (۱۳۸۶)، به ارایه چهارچوبی برای مکان‌یابی مراکز صنعتی در سطح ملی پرداختند. روشنی (۱۳۸۸)، نتایج ارزیابی چند معیاره را در تابع *Index Overlay* در پتانسیل‌یابی مناطق پرورش سیب در دماوند مورد تحلیل قرار داده است.

کاربرد روش‌های فازی در علوم خاک توسط (Burrough, 1986)، معرفی گردید. همچنین برخی کاربردهای سیستم‌های استنتاج فازی در مطالعات حوضه آبخیز را می‌توان در (Zhu & Band, 1994) و (Zhu et al, 1997) یافت.

تحقیقات گسترده‌ای در خصوص مطالعه روندهای دما در نواحی مختلف از جمله آمریکای شمالی (kunlen et al, 2004)، آمریکای مرکزی (peterson, 2002)، افریقا (Mokssit, 2003)، خاورمیانه (Zhang, 2005) و اروپا (Kelin Tank, 2002) صورت گرفته است. اما الگوهای متفاوت بارش برای نواحی مختلفی چون، کارائیب (peterson, 2002)، افریقا (Mokssit, 2003)، خاورمیانه (Zhang, 2005)، آمریکای مرکزی و آمریکای شمالی (Haylock, 2006) تعیین شده است که اکثر آنها تغییرپذیری فضایی و فصلی بارش را نسبت به تغییرات دما بررسی نموده‌اند.

چندین مطالعه نیز در سطح ملی روندها را در میانگین‌های حداقل و حداکثر دما و بارش در ایران در کانون بررسی‌های خود قرار داده‌اند از آن جمله علیجانی (۱۹۹۷)، جهادی (۲۰۰۰) و رسولی (۲۰۰۲) قبلاً بر روی تعداد محدودی ایستگاه کار کرده‌اند. همچنین رحیم زاده (۲۰۰۹) داده‌های روزانه چندین ایستگاه را به طور محدود مورد بررسی قرار داده است.

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در شمال استان همدان و در بین ۴۷/۸۶ و ۴۹/۴۶ درجه طول شرقی و ۳۴/۵۸ و ۳۵/۷۴ درجه عرض شمالی قرار گرفته است، که علاوه بر دارا بودن فعالیت‌های زراعی و تجاری به عنوان یک منطقه نیمه صنعتی و در حال رشد قابلیت‌های زیادی را دارا می‌باشد.



نقشه (۱): موقعیت منطقه مطالعاتی

مواد و روش‌ها

پس از بررسی مدل‌های مختلف مکان‌یابی و انتخاب مدل مناسب موضوع مورد پژوهش، پایگاه داده‌های GIS شامل داده‌های مکانی به صورت نقشه رقومی و عکس و داده‌های توصیفی به صورت اسناد، اطلاعات و آمار ایجاد شده و سپس با اتصال داده‌های مکانی به داده‌های توصیفی و استفاده از امکانات مدل‌های مبتنی بر منطق فازی (*Fuzzy*) و نهایتاً مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP، داده‌های طبقه‌بندی شده، بازیابی، تجزیه، تحلیل و ارزیابی می‌شوند و رویهم اندازی لایه‌ها براساس ترکیب خطی - وزنی لایه‌ها (*WLC*) انجام شده و بر اساس مدل مورد نظر ضمن تحلیل وضع موجود، خروجی داده‌ها، تولید نقشه‌ی نهایی خواهد بود که مکان‌های مناسب برای احداث مناطق صنعتی را نمایش می‌دهد.

سپس موقعیت مناطق منتخب با استفاده از شاخص‌های تغییر اقلیم مورد بررسی قرار گرفته است. برای نیل به هدف فوق، از آستانه‌های دما و بارش که از طرف کارگروه تغییر اقلیم *WMO ETCCDI*، تعیین گردیده است استفاده کردیم. برای انجام این تحقیق داده‌های روزانه حداقل و حداکثر دما و بارندگی در دو ایستگاه سینوپتیک (فرودگاه همدان و نورژه) در گستره منطقه مطالعاتی و در دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۷۶)، مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. پس از آن با اخذ داده‌های مورد نظر (دما و بارش)، وارد مرحله کنترل کیفیت و آماده‌سازی و پردازش داده‌ها جهت تحلیل خواهیم شد. در این مرحله بعد شاخص‌های مختلف را در خصوص متغیرهای اقلیمی اعمال نموده، داده‌های جدیدی بدست می‌آوریم. در این مرحله با مطالعه طبیعت و ویژگی‌های داده‌ها از بین روش‌های آماری موجود روش‌های ناپارامتری و تست « من کندال » به عنوان بهترین روش برای برآورد روند انتخاب گردید. علاوه بر آن روندهای موجود با تأییدپذیری از ایجاد مناطق صنعتی گسترده نیز تحلیل شده است.

عوامل مهم جغرافیایی و اقلیمی در مطالعات مکان‌یابی مناطق صنعتی

عوامل و عناصری که در این مطالعه جهت مکان‌یابی صنایع در محدوده مورد مطالعه مورد تأکید و تحلیل قرار گرفته‌اند عبارتند از: پارامترهای محیطی شامل: توپوگرافی و گسل‌ها، شبکه آب‌های سطحی، سطح آب‌های زیرزمینی و چاه، عوامل اقلیمی نظیر: شرایط دمایی، بارندگی و باد (سرعت و جهت)، نوع اقلیم، ریسک سیلاب، و عوامل انسانی شامل: خطوط مواصلاتی، خطوط انتقال نیرو، کاربری زمین و پوشش اراضی، قابلیت اراضی، چاه، قنات و مناطق حفاظت شده می‌باشند.

معیارهای مورد استفاده در مکان‌گزینی صنایع

بر اساس مصوبه هیئت وزیران در خصوص ضوابط و معیارهای استقرار صنایع در تاریخ ۱۳۸۰/۳/۲۱ و به استناد تبصره ۲ ماده ۱۳ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا، صنایع به ۱۱ گروه صنعتی و ۵ کد ظرفیت تولید صنعتی تقسیم شده‌اند (تصویب نامه هیئت وزیران، ۱۳۸۱). طبقه بندی صنایع در این تحقیق براساس آیین‌نامه فوق‌الذکر می‌باشد، که صنایع را براساس حجم تولید به پنج کد "الف"، "ب"، "ج"، "د" و "ه" تقسیم نموده است. میزان تولید صنایع به ترتیب از کد "الف" به سوی کد "ه" افزایش می‌یابد.

استانداردسازی لایه‌ها با استفاده از توابع طراحی فازی

سیستم‌های فازی، سیستم‌هایی هستند که پدیده‌های غیرقطعی و نامشخص را با یک تئوری دقیق توصیف می‌کنند. اساساً کاری که یک سیستم فازی انجام می‌دهد، تبدیل دانش بشری به یک فرمول ریاضی است (تشنه‌لب، ۱۳۷۸). در مجموعه‌های کلاسیک، برای هر عضو تنها دو درجه عضویت وجود داشت: یک، به معنای عضویت کامل در یک دسته و صفر، به معنای عدم عضویت در مجموعه (زاهدی، ۱۳۷۸). توابع فازی استفاده شده جهت استانداردسازی لایه‌ها به شرح ذیل می‌باشند:

الف) روش *Minimum standardization* برای کلاس مطلوبیت بالا: این روش استانداردسازی برای کلاس مطلوبیت بالا استفاده می‌شود. در این روش چنانچه با افزایش مقادیر معیار مورد نظر، مطلوبیت آن نسبت به هدف افزایش یابد، آنگاه از رابطه ذیل استفاده می‌گردد

$$Z_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

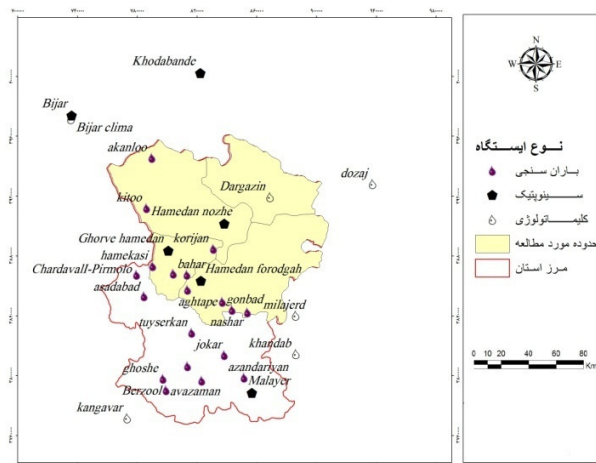
ب) روش *Maximum standardization* برای کلاس مطلوبیت پایین: در این روش کلاس‌های با ارزش پایین‌تر،

امتیاز بالاتری می‌گیرند. برای استاندارد کردن لایه‌ها به این روش از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$Z_i = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}} \quad (2)$$

عوامل اقلیمی

جهت بررسی اهمیت و ضابطه پارامترهای اقلیمی در مکان‌یابی، عوامل بارش، دما و باد انتخاب شده است. از آنجا که تعداد ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه مطالعاتی محدود بوده و از لحاظ موقعیت مکانی، توزیع مناسبی ندارند، در این تحقیق از آمار هواشناسی ماهانه و سالانه ۳۱ ایستگاه باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و سینوپتیک در یک دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۵) در گستره منطقه مورد مطالعه استفاده شده است.



نقشه (۲): موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

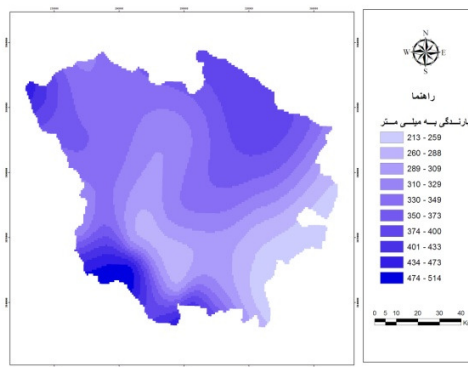
واسطه‌یابی عناصر اقلیمی

دو گروه اصلی از تکنیک‌های درون‌یابی وجود دارد ۱- روش‌های ریاضی (غیراحتمالی) و ۲- روش‌های زمین‌آمار (ESRI, ۲۰۰۳). ممکن است هر یک از این روش‌ها به تناسب داده‌های در اختیار و نوع داده‌ها و همچنین دقت مورد انتظار، مورد استفاده قرار گیرند، بدیهی است بهترین روش استفاده، مقایسه، تحلیل و انتخاب روش بهینه خواهد بود. به

طور کلی، مدلی بهتر است که میانگین استاندارد شده نزدیک به صفر، کمترین مقدار $RMSE$ خطای استاندارد متوسط نزدیک به خطای $RMSE$ و خطای $RMSE$ استاندارد شده نزدیک به یک داشته باشد (ESRI, ۲۰۰۳).

برآورد بارش با استفاده از روش *Spline*

روش‌های ریاضی از ویژگی‌های هندسی یا چند جمله‌ای مجموعه‌ای از مشاهدات نقطه‌ای در پدید آوردن سطوح پیوسته فضایی استفاده می‌کنند. این روش‌ها جزء تکنیک‌های دقیق به شمار می‌آیند (فرج زاده، ۱۳۸۶). نقشه (۳)، برآورد مقادیر مجهول بارش را با استفاده از تابع *Spline* در گستره منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



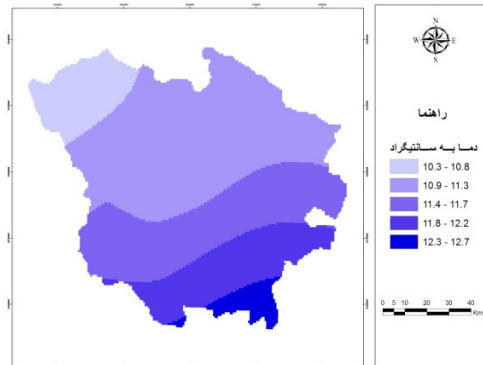
نقشه (۳): سطوح هم باران سالیانه منطقه مورد مطالعه

برآورد دما با استفاده از روش کریجینگ

امروزه، زمین آمار بطور گسترده‌ای در بسیاری از زمینه‌ها استفاده می‌شود و شامل شاخه‌ای از آمار فضایی می‌شود. در آمار فضایی زمین آمار با کریجینگ شناخته می‌شود که نسخه آماری درونیابی است (ESRI, ۲۰۰۳). لازم به ذکر است که داده‌های به صورت رویدادهای نقطه‌ای جمع‌آوری می‌شوند، اما ارزش‌ها به لحاظ واقعی در هر کجای منطقه رخ می‌دهند، که در این حالت گفته می‌شود ارزش‌ها دارای پیوستگی فضایی هستند (ESRI, ۲۰۰۳).

پس از بررسی مدل‌های مختلف درونیابی و برآورد میزان $RMSE$ در هر یک، مدل *Universal Kriging* به عنوان مدل بهینه در نظر گرفته شد. به دلیل وجود روند در داده‌ها از این روش درونیابی استفاده شده است، این درونیابی مخصوص داده‌هایی است که دارای روند می‌باشند.

نقشه (۴)، برآورد مقادیر مجهول دما را با استفاده از تابع سطح در روش *Universal Kriging* در گستره منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



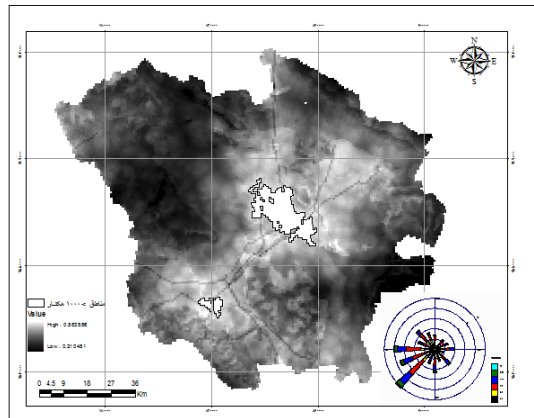
نقشه (۴): سطوح هم‌دمای سالیانه منطقه مورد مطالعه

نتایج اعمال وزن‌های نهایی در لایه‌های فازی به تفکیک صنایع

نتایج اعمال وزن‌های نهایی در لایه‌های فازی شده صنایع کد "الف"

نقشه (۵)، خروجی نهایی مکان‌های مناسب استقرار صنایع کد "الف" می‌باشد و از ضرب نمودن وزن هر لایه در لایه مورد نظر و نهایتاً جمع کل لایه‌ها به دست آمده است. طبق اطلاعات این نقشه بهترین مناطق جهت استقرار صنایع در اطراف شهر کبودرآهنگ و منطقه کوچکی نیز در اطراف شهر همدان و بهار است. از آنجا که ظرفیت تولید در این کد پایین است، لذا درجه آلودگی و خروجی‌های زائد ناشی از این واحدهای تولیدی نیز بسیار اندک است. بنابراین قرار گرفتن این صنایع در اطراف و داخل منطقه شهری و روستایی از نظر قوانین و آیین‌نامه‌ها بلامانع است. همانطور که از راهنمای نقشه نهایی درک می‌شود، دامنه استقرار صنایع کد "الف" در منطقه مورد مطالعه از ۰/۲۱ تا ۰/۵۸ دارای درجه عضویت است. کاهش درجه عضویت از یک به ۰/۵۸ حاکی از اعمال تدابیر سخت و معیارهای بسیار سخت‌گیرانه نسبت به عوامل موثر در مکان‌یابی است. این امر به گونه‌ای است که بالاترین درجه عضویت در بین تمامی کدها مربوط به کد "الف" است. لذا این مطلب بیانگر این موضوع است که گستره‌ای از مکان مورد مطالعه که قابلیت استقرار صنایع کد "الف" را دارا می‌باشد، بسیار وسیع‌تر از گستره مکانی استقرار صنایع دیگر است. طبق نقشه (۵)، مناطقی که با رنگ سفید مشخص شده‌اند، دارای درجه عضویت بالاتر از ۰/۵ می‌باشند که جهت استقرار صنایع مناسب هستند. با توجه به اینکه، شهرک‌های صنعتی جهت احداث حداقل نیاز به زمینی به مساحت ۱۰۰۰ هکتار دارند، تلاش شده است تا مناطق دارای بیش از ۱۰۰۰

هکتار وسعت تعیین شوند. این دو مکان بدست آمده براساس انطباق با عوامل محیطی و انسانی سازگاری نسبتاً بالایی را نشان می‌دهد.

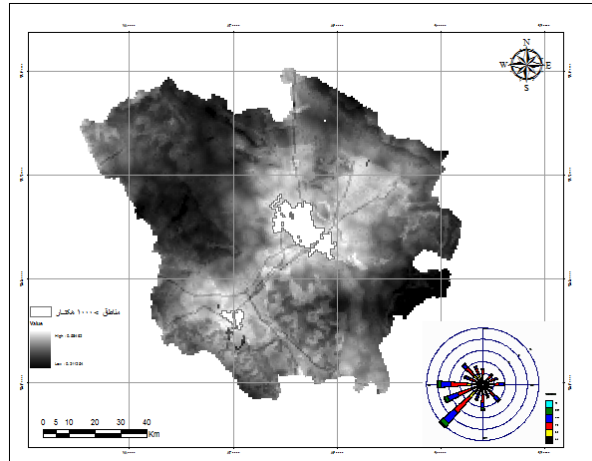


نقشه (۵): صنایع کد "الف"

نتایج اعمال وزن‌های نهایی در لایه های فازی شده صنایع کد "ب"

نقشه (۶)، خروجی نهایی مکان‌های مناسب احداث صنایع کد "ب" را نشان می‌دهد. مقدار عضویت در این کد به $0/58$ از یک رسیده است. بنابراین نسبت به کد "الف" تغییر چشم‌گیری در درجات عضویت مشاهده نمی‌شود، اما از نظر مساحت در این کد نسبت به کد "الف" در حدود 100 هکتار کاهش وسعت قابل مشاهده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تناسب منطقه با صنایع کد "ب" کمتر از کد "الف" است. در این نقشه نیز پیکسل‌های دارای ارزش بالاتر از $0/5$ مناسب‌ترین مناطق بوده و لذا در نقشه نیز مناطق دارای وسعت بیش از 1000 هکتار وسعت، در محدوده ارزش $0/511$ تا $0/585$ قرار گرفته‌اند، به عنوان بهترین مناطق استقرار صنایع کد "ب" معرفی شده که در نقشه (۶) مشاهده می‌شود. مناطق مساعد در کد "ب" نیز با مناطق کد "الف" دارای انطباق بسیار زیادی هستند، با این تفاوت که میزان مساحت در کد "ب" اندکی کاهش یافته است. این مناطق به طور وسیع در جنوب شرقی شهر کبودرآهنگ و به شکل جزئی‌تر در محل تلاقی جاده‌های منتهی به شهر همدان و به طرف شهرستان بهار مشاهده می‌شود. در استقرار صنایع کد "ب" میزان فاصله از مناطق شهری و روستایی کاملاً رعایت شده است، به همین دلیل مناطق بدست آمده در خارج از مناطق مسکونی قرار دارند. با توجه به رعایت فاصله از منابع آب سطحی و سطح آب زیرزمینی، در مناطق خروجی مدل، احتمال آلوده شدن این منابع بسیار اندک است. از سوی دیگر نزدیکی مناطق منتخب به شهرها بعنوان مبادی مواصلاتی می‌تواند در موفقیت مکان‌های مستخرج تأثیرگذار باشد. همچنین رعایت فاصله موردنظر از خطوط انتقال نیرو، از یک سو سبب افزایش امنیت استقرار

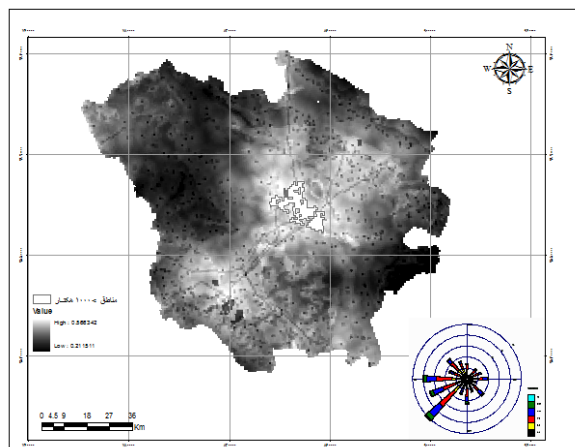
گشته و از سوی دیگر نزدیکی منطقه صنعتی به خطوط انتقال نیرو و هم در هزینه‌های احداث خطوط و پست‌های فشارقوی و هم در مقدار هدررفت انرژی صرفه‌جویی خواهد شد.



نقشه (۶): صنایع کد "ب".

نتایج اعمال وزن‌های نهایی در لایه‌های فازی شده صنایع کد "ج"

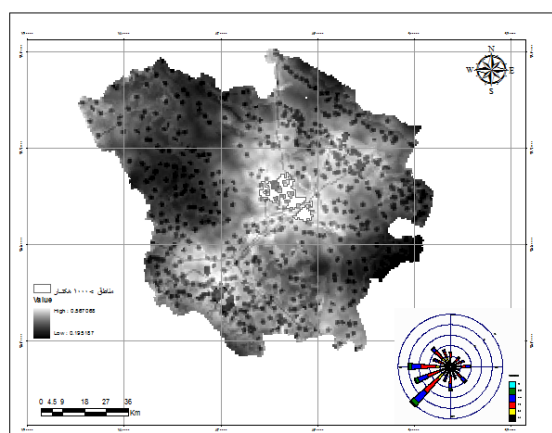
به طور کلی تمرکز مناطق بهینه تنها در جنوب شرقی شهر کبودرآهنگ مشاهده می‌شود، لذا پهنه‌های بسیار کم وسعتی نیز به طور پراکنده در بخش‌های دیگر منطقه قابل مشاهده هستند، اما از آنجا که حداقل وسعت مورد نظر برای ایجاد مناطق صنعتی ۱۰۰۰ هکتار است و با توجه به اینکه متراژ این مناطق بسیار کمتر از آستانه معین شده است، این مناطق در خروجی نهایی دارای ارزش و اعتبار کافی نیستند. در نقشه مربوط به کدهای بالای صنعتی، نقاط سیاه رنگ پراکنده مربوط به رعایت ضوابط از مناطق شهری و روستایی می‌باشند.



نقشه (۷): صنایع کد "ج"

نتایج اعمال وزن‌های نهایی در لایه‌های فازی شده صنایع کد "د"

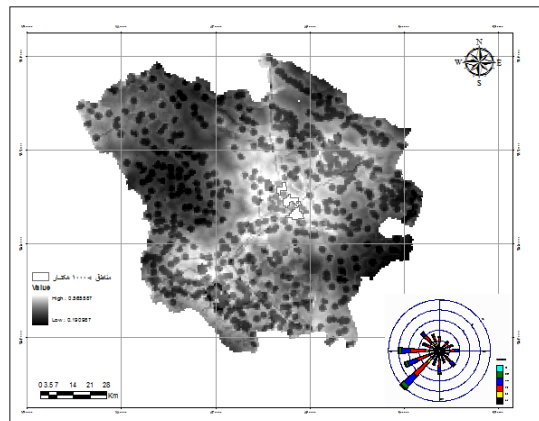
نقشه (۸)، خروجی نهایی کد "د" صنایع را نشان می‌دهد. در این نقشه تنها مناطق مساعد استقرار صنایع کد "د" در جنوب شرقی شهر کبودرآهنگ و در محل تلاقی خطوط ارتباطی و خطوط انتقال نیرو قرار گرفته است. مناطق مورد نظر در این کد به لحاظ مساحت، محدوده بسیار کوچک‌تری را نسبت به کدهای قبلی در اختیار گرفته است. از سوی دیگر روند نزولی کم شدن وسعت در کدهای مختلف نشان‌گر بکارگیری قوانین و مقررات سخت‌گیرانه‌تر نسبت به کدهای دارای صنایع سنگین می‌باشد.



نقشه (۸): صنایع کد "د"

نتایج اعمال وزن‌های نهایی در لایه‌های فازی شده صنایع کد "ه"

نقشه (۹)، خروجی مکان‌های مناسب احداث صنایع کد "ه" را براساس مدل فازی نشان می‌دهد. همان‌طور که در راهنمای نقشه مشاهده می‌شود، کمترین مقدار عضویت ارائه شده در بین لایه‌های مختلف در این کد دیده می‌شود. این امر در حالی است که مناطق دارای درجه عضویت بالا در این کد بسیار کاهش یافته و به بخش‌های جنوب شرقی شهر کبودرآهنگ محدود می‌گردد. از آنجا که ظرفیت تولیدی و فاضلاب‌های ناشی از این تولیدات در کد "ه" بسیار بالا است، لذا حساسیت معیارهای زیست محیطی نسبت به استقرار این صنایع افزایش یافته و تنها مناطقی را مساعد می‌داند که کلیه قواعد زیست محیطی را رعایت نموده باشند.



نقشه (۹): صنایع کد "ه"

بررسی وضعیت مناطق مختلف با توجه به عوامل محیطی و باد غالب

صنایع کد "الف"، ب": همان‌طور که در بخش‌های قبلی نیز ذکر شد، نتایج مدل فازی در کدهای "الف" و "ب" دارای دو منطقه مجزا، یکی در قسمت‌های شمالی شهر همدان و دیگری در جنوب شهر کبودرآهنگ می‌باشد، بنابراین به علت انطباق بسیار زیاد موقعیت این مناطق به یکدیگر، تحلیل موقعیت گلباد برای هر دو در اینجا بیان می‌شود. نقشه‌های (۵) و (۶)، مناطق مکان‌یابی شده در کدهای "الف" و "ب" و همچنین موقعیت گلباد نسبت به مناطق هدف را نیز نمایش می‌دهد. باد غالب در منطقه مورد مطالعه دارای جهت جنوب‌غربی است، این امر بیانگر انتقال آلاینده‌ها از مناطق صنعتی نزدیک به شهر همدان به فضای بیرونی شهر به سمت شمال استان می‌باشد. بنابراین در حالت عادی آلاینده‌های صنعتی وارد مناطق مسکونی شهر همدان و بهار نخواهند شد. در خصوص مکان‌های تعیین شده در جنوب شرقی شهر کبودرآهنگ

نیز این مسأله صادق است. در اینجا شهر کبودرآهنگ در قسمت شمال غرب منطقه صنعتی قرار گرفته است، لذا تأثیر آلاینده‌ها توسط باد غالب را نمی‌توان بر سکونتگاه‌های انسانی متصور شد و در صورت وزش باد آلاینده‌ها بدون ورود به مناطق مسکونی از قسمت‌های شمال شرقی منطقه خارج خواهند شد. ضمناً به علت شرایط توپوگرافی منطقه که غالباً از دشت‌ها تشکیل شده است، از انباشته شدن آلاینده‌ها در مکان خاصی جلوگیری می‌شود.

صنایع کد "ج، د، ه": علاوه بر شرایط محیطی منطقه، جهت باد غالب و استقرار صحیح صنایع نسبت به باد غالب می‌تواند تأثیر آلاینده‌ها را کاهش دهد. نقشه‌های (۷)، (۸) و (۹)، موقعیت بهترین مناطق تعیین شده با وسعت بیش از ۱۰۰۰ هکتار را برای صنایع کد "ج"، "د" و "ه" نشان می‌دهد. مناطق بهینه این سه کد تنها در قسمت جنوب شرقی شهرستان کبودرآهنگ مشاهده می‌شود. از آنجا که جهت باد غالب در منطقه نشان‌گر انتقال آلاینده‌های زیست‌محیطی به فضای خارج از مناطق مسکونی است، می‌توان در این منطقه برای برنامه‌ریزی‌های آتی به عنوان قطب صنایع سنگین در استان بهره‌برداری نمود.

تحلیل موقعیت مناطق منتخب با توجه به شاخص‌های تغییر اقلیم

استقرار صنایع در منطقه مورد نظر می‌تواند روندهای موجود در عناصر دما و بارش را تحت تأثیر قرار دهد، از این رو تحلیل مناطق منتخب بر اساس روندیابی دما و بارش ضروری به نظر می‌رسد.

در این مبحث ما به دنبال بررسی چگونگی تأثیرگذاری گرم شدن گذشته بر روی فراوانی وقوع آستانه‌های دمایی و همچنین این مطلب که آیا تأثیر گرم شدن گذشته با یک روند قابل تشخیص در آستانه‌های بارش همراه می‌باشد؟ هستیم.

جهت بررسی آستانه‌های دما، از شانزده شاخص به شرح ذیل استفاده شده است.

No.	Index	Definition	Unit
1	FD	Frost days: Annual count when TN (daily minimum) $< 0^{\circ}\text{C}$	Days
2	SU25	Summer days: Annual count when TX (daily maximum) $> 25^{\circ}\text{C}$	Days
3	ID	Ice days: Annual count when TX (daily maximum) $< 0^{\circ}\text{C}$	Days
4	TR20	Tropical nights: Annual count when TN (daily minimum) $> 20^{\circ}\text{C}$	Days
5	GSL	Growing season length: Annual (1 Jan–31 Dec in NH; 1 July–30 June in SH) count between first span of at least 6 days with daily mean temperature $\bar{T} > 5^{\circ}\text{C}$ and first span after July 1st (January 1st in SH) of 6 days with $\bar{T} < 5^{\circ}\text{C}$.	Days
6	TXx	Max Tmax: Monthly maximum value of daily maximum temperature	$^{\circ}\text{C}$
7	TXn	Min Tmax: Monthly minimum value of daily maximum temperature	$^{\circ}\text{C}$
8	TNx	Max Tmin: Monthly maximum value of daily minimum temperature	$^{\circ}\text{C}$
9	TNn	Min Tmin: Monthly minimum value of daily minimum temperature	$^{\circ}\text{C}$
10	TN10p	Cool nights: Percentage of days when TN $<$ 10th percentile	Days
11	TX10p	Cool days: Percentage of days when TX $<$ 10th percentile	Days
12	TN90p	Warm nights: Percentage of days when TN $>$ 90th percentile	Days
13	TX90p	Warm days: Percentage of days when TX $>$ 90th percentile	Days
14	WSDI	Warm spell duration indicator: Annual count of days with at least 6 consecutive days when TX $>$ 90th percentile	Days
15	CSDI	Cold spell duration indicator: Annual count of days with at least 6 consecutive days when TN $<$ 10th percentile	Days
16	DTR	Diurnal temperature range: Monthly mean difference between TX and TN	$^{\circ}\text{C}$

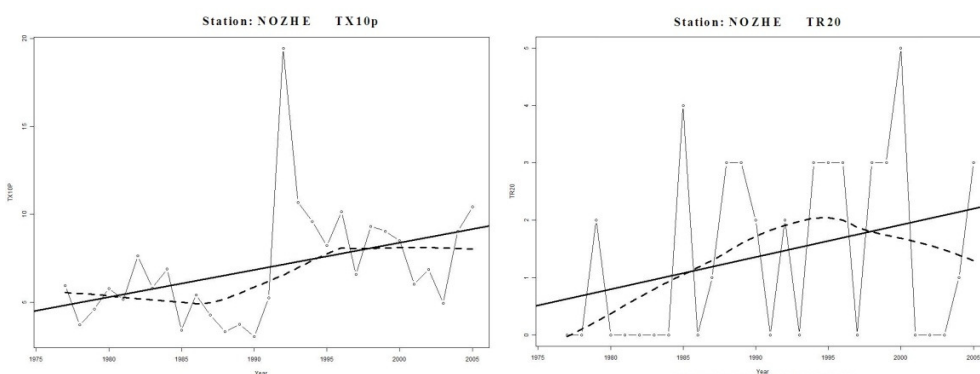
همچنین آستانه‌های بارش، نیز به شرح ذیل مورد استفاده قرار گرفته‌اند:

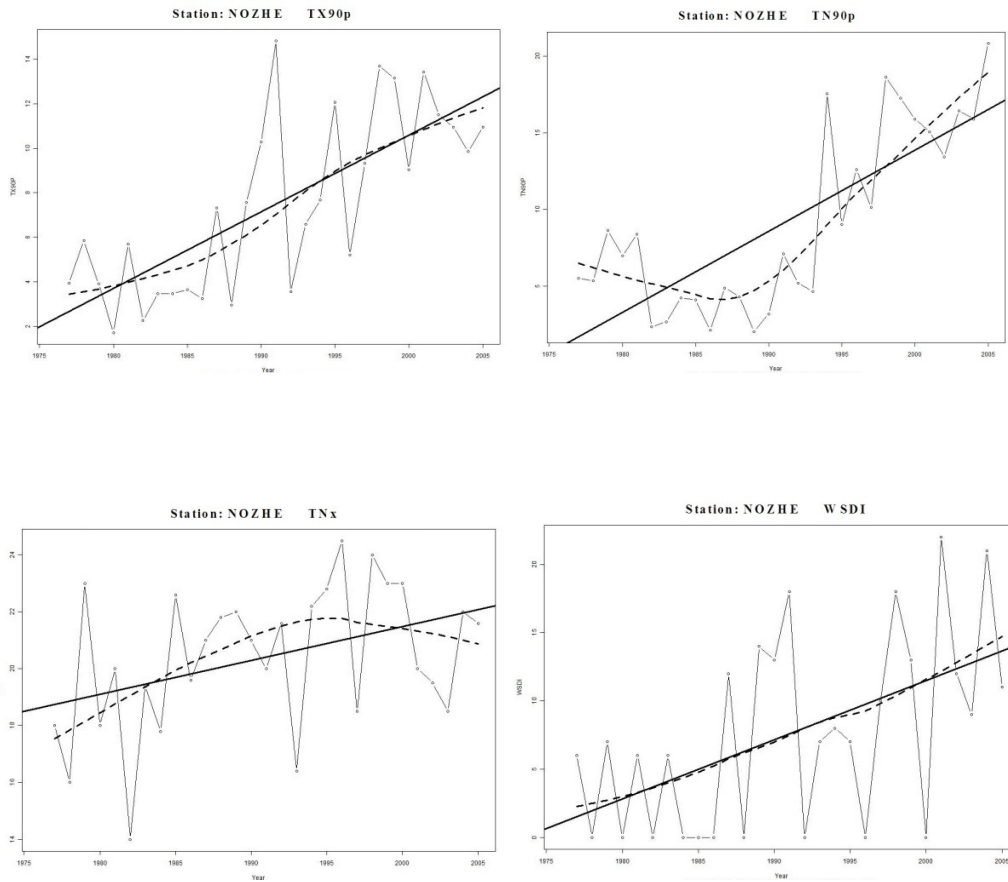
No.	Index	Definition	Unit
1	CDD	Consecutive dry days: Maximum number of consecutive days with precipitation < 1 mm	Days
2	CWD	Consecutive wet days: Maximum number of consecutive days with precipitation ≥ 1 mm	Days
3	PRCPTOT	Wet days precipitation: Annual total precipitation in wet days with precipitation ≥ 1 mm	mm
4	R10mm	Heavy precipitation days: Number of days with precipitation ≥ 10 mm	Days
5	R20mm	Very heavy precipitation days: Number of days with precipitation ≥ 20 mm	Days
6	R25mm	Very heavy precipitation days: Number of days with precipitation ≥ 25 mm	Days
7	Rx1DAY	Max 1-day precipitation: Monthly maximum 1 day precipitation	mm
8	Rx5DAY	Max 5-day precipitation: Monthly maximum consecutive 5 days precipitation	mm
9	SDII	Simple daily intensity index: Annual total precipitation on wet days divided by number of these days with precipitation ≥ 1 mm	mm/day
10	R95p	Very wet days: Fraction of annual total precipitation exceeding the 1961–1990; 95th percentile	%
11	R99p	Extremely wet days: Fraction of annual total precipitation exceeding the 1961–1990; 99th percentile	%

براساس تعداد روزهای وقوع داده‌های حدی، به تحلیل روند نتایج پرداخته، همچنین تغییر در وقوع آستانه‌های دما و بارش برای هر ایستگاه به طور جداگانه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

نتایج روندیابی تغییرپذیری شاخص‌های دما و بارش

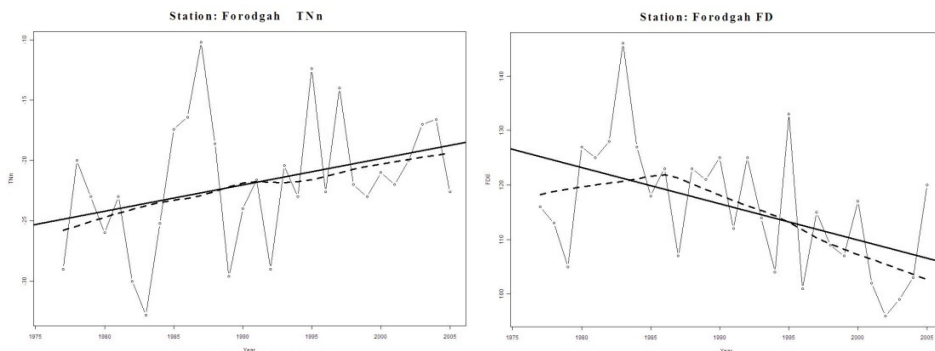
از نظر شاخص‌های دما در برخی ایستگاه‌ها روندهایی مشاهده می‌شود. در ایستگاه نوزه، شاخص‌های $TR20$, TNx , $WSDI$ و $TX10p$, $TN90p$, $TX90p$ دارای روندهای معنادار مثبت می‌باشند.

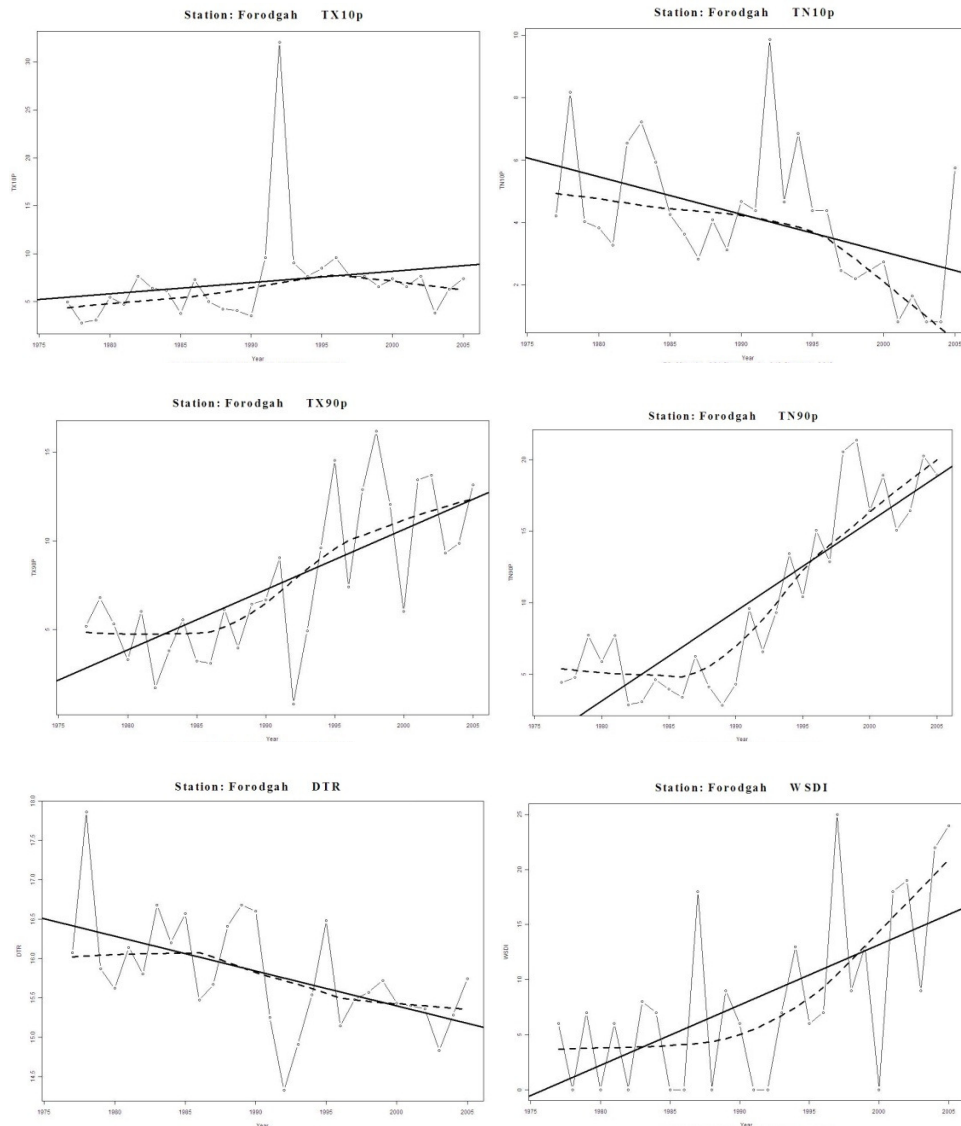




شکل (۱) روندها در شاخص‌های مورد نظر در ایستگاه نوزه

همچنین در ایستگاه فرودگاه، شاخص‌های $TN10p$, FD , و DTR دارای روند معنادار منفی و شاخص‌های TNn , $WSDI$ و $TX10p$, $TN90p$, $TX90p$ دارای روند معنادار مثبت می‌باشند.





شکل (۲): روندها در شاخص‌های موردنظر در ایستگاه فرودگاه

در هر دو ایستگاه علیرغم وجود روندهای بسیار ضعیف مثبت و منفی در برخی از شاخص‌های بارش، اما روند معنادار با اهمیتی مشاهده نمی‌شود. به عنوان نمونه در شاخص *SDII* روند مثبت نسبتاً ضعیفی دیده می‌شود اما چندان قابل توجه نیست.

بر اساس نتایج تحلیل آماری، روزهای گرم، شب‌های گرم و روزهای سرد در طی دهه‌های اخیر و بویژه در ۱۰ سال گذشته دارای روند صعودی بوده است، وجود روند صعودی در این مقادیر فاصله گرفتن مقدار دما از میانگین را نشان می‌دهد و ادامه این روند سبب بوجود آمدن ناهنجاری در عناصر اقلیمی خواهد شد.

همچنین افزایش مقدار بالاترین دمای حداقل روزانه در ماه (TN_x) نشان می‌دهد که این عنصر به سوی دماهای گرمتر و بالاتر در حال حرکت است.

با آنکه شاخص شب‌های گرمسیری ($TR20$) دارای روند صعودی نسبتاً ضعیفی است اما شاخص تداوم گرما ($WSDI$) دارای روند صعودی شدیدی است و این امر نشان دهنده پایداری روزها و دماهای گرم در منطقه است.

علاوه بر این، $TN10p$ که نشان‌دهنده شب‌های سرد می‌باشد، دارای روند منفی بسیار شدیدی است که همراهی این روند با روندهای منفی در روزهای یخبندان (FD)، از کاهش آستانه‌های حداقل دما در منطقه حکایت دارد. از سوی دیگر کاهش شاخص DTR نیز موارد بالا را تأیید می‌کند و نشان دهنده خیز قابل توجه دماهای حداقل به سوی مقادیر بالاتر و گرمتر است.

نتیجه گیری

مکان‌یابی صحیح صنایع نقش زیادی در کاهش آثار مخرب زیست محیطی داشته و جایگاه مطالعات جغرافیایی در این رابطه اهمیتی بسیار دارد. برپا داشتن نسنجیده صنایع، بدون در نظر گرفتن تأثیر شرایط اقلیمی و محیطی می‌تواند آثار زیانباری به همراه داشته باشد، از سوی دیگر عدم توجه به روندهای موجود در عناصر اقلیمی می‌تواند نتایج غیر قابل جبرانی را به همراه داشته باشد. با توجه به موارد ذکر شده فوق، هدف نهایی این پژوهش عبارت است از، بررسی و پهنه‌بندی شرایط محیطی، شناسایی بسترهای مستعد احداث صنایع در منطقه مورد مطالعه، به گونه‌ای که از آن طریق در جهت توسعه پایدار و منطقی بین فعالیت‌های مختلف صنعتی و غیر صنعتی گام بردارد. با توجه به وزن نهایی لایه‌ها که از روش AHP ، بدست آمده است، در بین عوامل مختلف، عوامل انسانی خطوط انتقال نیرو و جاده، عامل محیطی رودخانه و عامل اقلیمی بارش بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. از پیاده‌سازی وزن‌های نهایی بر روی لایه‌های استاندارد شده، خروجی نهایی مکان‌های مناسب استقرار صنایع در پنج کد صنعتی (الف، ب، ج، د، ه) بدست آمده است. خروجی مکان‌های مناسب به لحاظ موقعیت برای کدهای "الف" و "ب" تقریباً یکسان و برای کدهای "ج، د، ه" نیز دارای همپوشانی می‌باشد. این مناطق در صنایع کد "الف" و "ب" در شمال شهر همدان و همچنین در جنوب‌شرقی شهر کبودرآهنگ قرار گرفته و در کدهای "ج، د، ه" تنها در جنوب‌شرقی شهر کبودرآهنگ قابل مشاهده هستند. از آنجا که در خروجی نهایی کد "الف" ضوابط ارائه شده نسبت به پارامترهای موثر در مکان‌یابی سخت‌گیری کم‌تری داشته است، لذا

بیشترین درجه عضویت و همچنین مساحت مناسب در این کد مشاهده می‌شود، که این مقادیر در سایر کدها به نسبت درجه سنگینی صنایع کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهند. مدنظر قرار دادن موقعیت‌های نهایی استقرار صنایع براساس جهت باد غالب منطقه، حاکی از این مطلب است که در هر دو منطقه مناسب جهت باد غالب جنوب‌غربی بوده و بنابراین، احتمال پراکنش آلودگی‌ها را در سطح سکونتگاه‌های جمعیت انسانی باید بسیار ضعیف دانست. قرارگیری مناطق مناسب در نزدیکی شهر همدان، بسیار به واقعیت امروزی این منطقه نزدیک‌تر است به طوری که در بررسی میدانی، این منطقه به عنوان منطقه صنعتی فعال شناخته شده است، البته در برخی نقاط اصول مکان‌یابی علمی رعایت نشده است که سبب بوجود آمدن مشکلات زیست محیطی در منطقه شده است. اما در منطقه کبودرآهنگ در حال حاضر منطقه صنعتی خاصی مشاهده نمی‌شود.

از سوی دیگر، توجه به تأثیرات استقرار دراز مدت صنایع، بویژه صنایع سنگین بر روی اقلیم و روندهای موجود در عناصر اقلیمی ضروری می‌باشد.

عدم وجود روندهای معنادار در شاخص‌های بارش نشان‌دهنده این مطلب است که روندهای دمایی در منطقه در دهه‌های اخیر شروع شده و بویژه در دو دهه گذشته تشدید گردیده است. بنابراین احتمالاً در دهه‌های آینده شاهد تأثیر تغییرات دما در شاخص‌های بارش خواهیم بود.

با توجه به وجود روندهای تشریح شده در دو ایستگاه شاخص منطقه و همچنین روند کلی موجود که حرکت به سوی آستانه‌های گرم می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که در طی سه دهه گذشته منطقه مورد مطالعه به سوی گرم شدن حرکت نموده است، اما برای تعیین میزان این گرم شدن نیاز به تحقیقات دقیق‌تری می‌باشد. از منظر دیگر این مسئله پیش روی ماست که ایجاد مناطق صنعتی گسترده در منطقه و بویژه ایجاد صنایع سنگین سبب تسریع این روند شده و حداقل، عناصر اقلیمی را در مقیاس محلی و ناحیه‌ای دچار ناهنجاری خواهد نمود. با این توضیحات به نظر می‌رسد بهترین راه عدم ایجاد صنایع سنگین و بویژه صنایعی است که دارای مصرف بالای سوخت فسیلی می‌باشند.

منابع و مأخذ

- پولاد دژ، محمد، ۱۳۷۶، مکان‌یابی و کارآیی پروژه صنعتی، هما، تهران.
- تشنهب، م. ۱۳۷۸. سیستم‌های فازی و کنترل فازی. انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

- تصویب نامه هیئت وزیران، ۱۳۸۱، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت صنایع و معادن.
- سازمان هواشناسی کشور، آمار و اطلاعات ایستگاه های مورد مطالعه دوره آماری مورد نظر دفتر خدمات ماشینی.
- شهابیان، شهرام، ۱۳۷۶، مکان یابی فضایی ایستگاههای آتش نشانی با استفاده از *GIS*، مطالعه موردی ناحیه شهران (شمال غرب تهران)، فصلنامه شهر نگار، ص ۲۱.
- خالدی، شهریار، روشنی، احمد، ۱۳۸۸، پتانسیل یابی مناطق بهینه کشت و پرورش درخت سیب با استفاده از *GIS*، مجله علمی پژوهشی جغرافیا، انجمن جغرافیایی ایران، شماره ۱۶ و ۱۷، ص ۱۴۵.
- خالدی، شهریار، روشنی، احمد، ۱۳۸۸، نقش سبلان در پیدایش آب و هواهای منطقه اردبیل، مجله علمی پژوهشی جغرافیا، انجمن جغرافیایی ایران، شماره ۱۰ و ۱۱، ص ۹۵.
- رضویان، محمدتقی، ۱۳۷۶، مکان گزینی واحدهای صنعتی بحثی در اقتصاد فضا، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد اهواز)، تهران.
- زاهدی، م، ۱۳۷۸، تئوری مجموعه های فازی و کاربرد های آن، نشر کتاب دانشگاهی.
- فرج زاده، منوچهر، ۱۳۸۶، تکنیک های اقلیم شناسی، انتشارات سمت، تهران.
- فرقانی، علی (۱۳۸۶)، یزدان شناس، نیما و آخوندی، علیرضا، ارایه چارچوبی برای مکانیابی مراکز صنعتی در سطح ملی همراه با مطالعه موردی، نشریه دانش مدیریت، شماره ۷۷، از صفحه ۸۱ تا ۱۰۴.
- فرقانی، علی و پورابراهیم، علی، ۱۳۸۷، مسایل مکان یابی مراکز صنعتی، ماهنامه تدبیر، سال نوزدهم، شماره ۱۹۶.
- علیجانی، بهلول و کاویانی، محمد رضا، ۱۳۷۱، مبانی آب و هوا شناسی، انتشارات سمت.
- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۸، آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور.
- علیزاده، امین، ۱۳۷۴، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
- نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، سازمان نقشه برداری کشور.

- وزارت نیرو، شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران، آمار ایستگاه های باران سنجی.

- A. Karagiannidis, T. Karacostas, P. Maheras, and T. Makrogiannis, *Trends and seasonality of extreme precipitation characteristics related to mid-latitude cyclones in Europe, the European Geosciences Union. 2009.*
- A. M. G. KLEIN TANK AND G. P. KO " NNEN, 2003, *Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–9۸*, □□□□□□□□□□
Meteorological Society.
- Babuskaa, R, Verbruggen, H.B, 1996, *An Overview of Fuzzy Modeling for Control, Control Eng. Practice, Vol.4, No.11, PP.1593-1۶۰۶*, □□□□□□□□□□.
- Bezdek. J.C, Pal. S.K, 1992, *Fuzzy Models for Pattern Recognition, (Paper Collection), PP.539, IEEE Press, New York.*
- Bezdek. J.C, 1995, *Hybrid Modeling in Pattern Recognition and Control, Knowledge – Based Systems, Vol.8, No.6, PP.359-۳۷۱*, □□□□□□□□□□.
- Rahimzadeh. Fatemeh, A. Asgari and E. Fattahi, *Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades, INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY Int. J. Climatol. 29 : 329–343 (2009).*
- IPCC, *Climate Models and Their Evaluation, 2007.*
- Jang, J.R., 1993, *Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System, IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics, Vol. 23, No.3, PP.665-6۸۵.*
- Zadeh, L.A, 1965, *Fuzzy Sets, Information and Control, 8, PP.338-3۵۳.*