

تحلیل و پهنه‌بندی فراوانی توفان‌های گرد و غباری ایران با استفاده از

خوشه‌بندی فازی (FCM)

Analysis and Clustering of Dust Storm Frequency in Iran by Fuzzy Clustering (FCM)

Saeed Jahanbakhsh¹, Batool Zeinali²,
Sayyad asghari saraseconrod³

Accepted: 25/02/2014 Received: 06/08/2014

سعید جهانبخش^۱، بتول زینالی^۲، صیاد اصغری سراسکانرود^۳

پذیرش: ۹۳/۰۵/۱۵

دریافت: ۹۲/۱۲/۰۶

Abstract

Since dust is one of the atmospheric phenomena which leaves undesirable environmental effects and consequences such as threat to public health, decline of production and economic efficiency, residents' dissatisfaction and finally forced migration in urban and rural areas. Therefore, the purpose of this study was to classify Iran in terms of dust storm frequency and determine critical regions, provinces and cities for national and international planning. To do this, we utilized dust hourly data, annual average and maximum data of wind speed and MODIS satellite images. The method used in this study was FCM in a way that Iran was classified into 5 clusters and cluster 5 was again divided into 3 clusters because of its vastness. Maximum cores of dust storms were Zabol station (cluster 1), Abadan, Kenarak, Ahvaz and Zahedan (cluster 2), Dezfol, Bandar Mahshahr, Bostan, Masjed Soleyman, Bushehr, Khash, Iranshahr (cluster 3) and Minimum cores of dust storms (cluster 5-3) included the northern cities, the north-west of Iran, the Zagros and the north-west of Northern Khorasan. According to the results of clustering, Khuzestan and Sistan-Baluchistan provinces are part of the clusters with many, so many and critical dust storms which require serious national and international planning.

Keywords: dust storms, Iran, ecological damages, environmental instability, Fuzzy clustering.

چکیده

با توجه به اینکه گردوغبار یکی از پدیده‌های جوی است که آثار و پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی نظیر تهدید سلامت عمومی، کاهش تولید و بهره‌وری اقتصادی، نارضایتی ساکنین و در نهایت مهاجرت اجباری در مناطق شهری و روستایی برجای می‌گذارد، بنابراین هدف این بررسی، ناحیه‌بندی ایران از نظر فراوانی گردوغبارهای شدید و تعیین نواحی، استان‌ها و شهرستان‌های بحرانی کشور برای برنامه‌ریزی‌های ملی و بین‌المللی می‌باشد. بدین منظور از داده‌های ساعتی گردوغبار، میانگین و حداکثر سالانه سرعت باد و تصاویر ماهواره‌ای مودیس استفاده گردید. روش به‌کار رفته در این تحقیق، خوشه‌بندی فازی می‌باشد در این تحقیق، ایران از نظر فراوانی توفان‌های گردوغباری به پنج ناحیه طبقه‌بندی شد که به‌علت وسیع بودن ناحیه پنج این ناحیه مجدداً به سه ناحیه تفکیک شد. هسته بیشینه توفان‌ها، ایستگاه زابل (خوشه ۱)، آبادان، کنارک، اهواز و زاهدان (خوشه ۲)، دزفول، بندر ماهشهر، بستان، مسجد سلیمان، بوشهر، خاش، ایرانشهر (خوشه ۳) و هسته کمینه توفان‌ها (خوشه ۵-۳) شامل شهرستان‌های شمالی، شمال‌غرب ایران، ارتفاعات بلند زاگرس و شمال‌غرب خراسان شمالی می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از خوشه‌بندی، استان‌های خوزستان و سیستان و بلوچستان جزو پهنه‌های با توفان‌های گردوغباری زیاد، بسیار زیاد و بحرانی قرار گرفت که نیازمند برنامه‌ریزی‌های ملی و بین‌المللی جدی می‌باشند.

واژگان کلیدی: توفان‌های گردوغباری، ایران، آسیب‌های زیست‌محیطی، ناپایداری محیطی، خوشه‌بندی فازی.

1. Professor of Climatology, Tabriz University.
(s.jahan@tabrizu.ac.ir).

2. PHD student of climatology, Tabriz University
(Corresponding Author). (e_zeinali_1364@yahoo.com).

3. Assistant of Geomorphology, Urmia University.
(s.asghari@urmia.ac.ir).

۱. استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تبریز. (S.jahan@tabrizu.ac.ir).

۲. دانشجوی دکتری اقلیم، دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول).
(e_zeinali_1364@yahoo.com).

۳. استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه ارومیه. (s.asghari@urmia.ac.ir).

مقدمه

نارسایی گردوغبار در حوزه‌های تخریب محیط زیست و اکوسیستم منطقه (Bochani and Fazeli, 2011: 1) شامل ابتلا به انواع بیماری‌ها از جمله نارسایی‌های قلبی و تنفسی (و تهدید سلامت عمومی)، نارضایت‌مندی اجتماعی و شهروندی، کاهش تولید و بهره‌وری، آلودگی منابع و مخازن سطحی آب، تخریب زیرساخت‌ها و ابنیه‌های شهری و روستایی، کاهش جذب سرمایه‌گذاری و پایین‌آمدن نرخ اشتغال نیروی انسانی، نارسایی اکولوژی زراعی و چشم‌انداز محیطی باغات و مزارع، مهاجرت اجباری در سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی و در نهایت ایجاد نگاه منفی به دستگاه‌های رسمی به دلیل عدم توانایی در حل مسأله می‌باشد. توفان‌های گردوغبار به‌عنوان نوعی از رویداد غباری، در بیشتر موارد نتیجه بادهای متلاطم شامل بادهای قوی هم‌رفتی هستند که ذرات زیادی از گردوغبار را از سطوح بیابانی بالابرده و با گسترش آنها در نواحی وسیع، قدرت دید را به کمتر از یک کیلومتر کاهش می‌دهند (McTainsh & Pitblado, 1987:415; Goudie and Middleton, 2006: 4). در رویدادهای شدید تمرکز گردوغبار به بیش از ۶۰۰۰ میکروگرم در متر مکعب می‌سد (Goudie, 2009: 89). مسیره‌های انتقالی گردوغبار (Kinoshita et al, 2005: 89-100; John et al, 2006: 484-486; Tavooosi et al, 2010: 97-118)، تأثیرات آنها در انسان، محیط و منابع جهانی (Barnett et al, 2012: 719-726; Goudie, 2009: 89-90; Han et al, 2008: 1476-1489)، فراوانی وقوع آنها در مقیاس‌های زمانی مختلف و دلایل متفاوت بودن فراوانی آنها (Gao et al, 2011:265-278; Dodangeh et al, 2012: 91-99; Zhao et al, 2013: 25-31; Yang et al, 2013: 119-127 and Rasouli et al, 2010: 15-28) از جمله مواردی هستند که در سال‌های اخیر بحث و بررسی پیرامون آنها پیشرفت زیادی داشته‌اند. فراوانی وقوع گردوغبار در یک منطقه به عواملی از جمله سرعت باد بالا، خاک بدون پوشش، شرایط هوایی خشک

(Khosravi, 2008: 2; Mei et al, 2008: 965) رطوبت خاک، پوشش گیاهی (Huang et al, 2006:216)، سیستم هوای محلی و بیرونی، بارش کوتاه مدت، وسعت جنگل‌زدایی، خشکسالی‌های بلند مدت، تغییرات کاربری زمین و فعالیت‌های انسانی (John et al, 2006: 484) بستگی دارد.

Bochani and Fazeli, 2011، پژوهشی در زمینه چالش‌های زیست‌محیطی و پیامدهای ناشی از گردوغبار در منطقه غرب ایران انجام دادند و اشاره کردند که بیشترین تأثیرات گرد و غبارهای اخیر به طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی انسان است که مشکلات عدیده‌ای را از نظر ناپایداری اکولوژیکی به‌خصوص در مناطق روستایی به‌وجود آورده است.

Gao et al, 2011، تأثیرات ناهنجاری‌های آب و هوا را روی افزایش چشمگیر توفان‌های گردوغباری زمین‌های ماسه‌ای هانشداک^۱ در چین شمالی در دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که خشکی (کمبود بارش محلی، دمای بالاتر، تبخیر شدید، کاهش پوشش گیاهی، رطوبت خاک و رطوبت نسبی) فاکتور تأثیرگذار در فراوانی توفان‌های گردوغبار هانشداک می‌باشد.

Wang Tianming et al, 2009، ارتباط بین گرمایش جهانی و تغییرات توفان‌های گرد و غباری در چین را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که گرمایش جهانی باعث کاهش شیب عرضی دما و در نتیجه کاهش شدت باد گردیده و این یک دلیل ممکن برای کاهش فراوانی توفان‌های گردوغباری در طی دوره ۱۹۵۴-۲۰۰۰ شده است.

با توجه به تأثیرات گردوغبار بر روی سیستم زمین که از جمله عمده‌ترین آن شامل تأثیر روی دمای هوا از طریق جذب و پخش تابش خورشیدی (Goudie and Middleton, 2001: 180)، تسریع روند خشکی از طریق افزایش هسته‌های تراکم و کاهش شعاع قطرات (Han et al, 2008 a: 1476)،

(۳۰-۳۱-۳۲-۳۳-۳۴-۳۵)^۱ از سایر پدیده‌های اقلیمی (کدهای ۱۰۰-۰) در ساعات مختلف سینوپتیکی جدا گردید. لازم به ذکر است که کدهای ۳۰ تا ۳۵ مربوط به توفان‌های گردوغباری محلی به ترتیب ضعیف تا شدید می‌باشد (Goudie, 2006: 8) ولی در این مطالعه برای تشخیص توفان‌های گردوغباری (محلی و فرامحلی) از فاکتور قدرت دید افقی کمتر از ۱ کیلومتر برای همه کدهای هواشناسی گردوغبار استفاده شده است (Goudie, 2006: 4; McTainsh & Pitblado, 1978: 415; Gao et al, 2011: 268; Zolfaghari and Abed zadeh, 2005: 178). در این تحقیق روز گردوغباری روزی می‌باشد که طی ۸ بار دیده‌بانی عناصر جوی در شبانه‌روز حداقل یک‌بار در هر ایستگاه گزارش شود و اگر در یک روز معین، گرد و غبار چندین بار در طی هشت‌بار دیده‌بانی شبانه‌روزی عناصر جوی مشاهده گردد، ساعتی که کمترین دید افقی را به همراه داشت به عنوان روز گرد و غباری انتخاب گردید. بعد از استخراج روزهای گرد و غباری در دوره مورد مطالعه برای هر ایستگاه، فراوانی روزهای گردوغباری با قدرت دید کمتر از ۱ کیلومتر در دوره مورد مطالعه، استخراج گردید و سپس با استفاده از روش FCM^۲ خوشه‌بندی گردید. با توجه به نتایج حاصل از بررسی تصاویر ماهواره‌ای (Khosravi and Raispour, 2011: 143) و اشکال ۴ و ۵ بخشی از منابع گردوغباری در کشور منشأ خارجی داشته و شرایط محلی کشور نقش زیادی در آن‌ها ندارند، همچنین یک موج گردوغباری وارد شده به کشور توسط یک سامانه گاهی بیش از نیمی از نواحی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین در این تحقیق لازم شد خوشه‌بندی و پهنه‌بندی نواحی توفان‌های گردوغباری ایران به صورت

همچنین تأثیر بر روی انسان که عمدتاً شامل تأثیر روی سلامتی انسان، اقتصاد، محیط زیست و حمل‌ونقل زمینی و هوایی به‌خاطر کاهش زیادی که در قدرت دید به‌وجود می‌آید (Khosravi, 2008: 2-11)، می‌باشند. بنابراین تغییرات آب‌وهوایی و به تبع آن مشکلات متفاوت زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیک ایجاد خواهد شد. از سوی دیگر با توجه به اینکه اکثر مطالعات صورت گرفته در ایران در زمینه گردوغبار مربوط به علل سینوپتیکی توفان‌ها، منابع تغذیه آنها و فراوانی روزهای گردوغباری در پهنه‌های کوچک‌تر می‌باشد. بنابراین ضروری گردید تا مطالعه‌ای در زمینه فراوانی گرد و غبارهای با قدرت دید افقی کمتر از ۱ کیلومتر به‌عنوان معیار اصلی در تشخیص توفان‌های گردوغباری در پهنه ایران صورت گیرد. هدف از پرداختن به این موضوع، ناحیه‌بندی ایران از نظر فراوانی گردوغبارهای شدید و تعیین نواحی، استان‌ها و شهرستان‌های بحرانی برای برنامه‌ریزی‌های ملی و بین‌المللی می‌باشد تا با شناخت این نواحی بحرانی سازمان‌ها و مؤسسات ذیربط برنامه‌ریزی‌های خود را در مکان‌هایی متمرکز نمایند که با فراوانی بالایی از این توفان‌ها مواجه می‌باشند چون مسلماً در مکان‌های با فراوانی بالای این توفان‌ها، میزان خسارات وارده نیز بیشتر خواهد بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور خوشه‌بندی ایران از نظر فراوانی وقوع توفان‌های گردوغباری، از داده‌های ساعتی گردوغبار (قدرت دید افقی و کدهای هواشناسی) ۸۷ ایستگاه سینوپتیکی کشور با طول دوره آماری (۱۹۸۷-۲۰۰۸) استفاده شده است (شکل ۱). با توجه به اینکه داده‌های گردوغبار به‌صورت تفکیک‌نشده از سایر پدیده‌های هواشناسی از سازمان هواشناسی در اختیار قرار می‌گیرد بنابراین در وهله اول کدهای مربوط به گردوغبار شامل کدهای (۶-۷-۹) و

۱. کد ۶: ذرات معلق گردوخاک در هوا نتیجه توفان شن و خاک نقاط دیگر یا خارج از ایستگاه، کد ۷: گردوغبارهای ایجادشده به‌وسیله باد در خود یا نزدیکی ایستگاه، کد ۸: گردبادهای تکامل‌یافته در زمان دیده‌بانی یا طی یک ساعت گذشته در خود ایستگاه یا اطراف آن، کد ۹: توفان‌های گردوخاک در زمان دیده‌بانی یا ساعت گذشته در اطراف ایستگاه، کدهای ۳۰ تا ۳۵: توفان‌های گردوغباری در شدت‌های به ترتیب ضعیف تا شدید محلی.

2. Fuzzy c-means clustering (FCM)

شاخص ارزیابی به‌کار می‌رود، داده‌های موجود به‌صورت بهینه خوشه‌بندی می‌شوند (Afrakhteh & Bostani, 2010: 211). در این تحقیق، روش خوشه‌بندی فازی به‌وسیله برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار مطلب^۲ اجرا شد. به‌دلیل اینکه ورودی این مدل حداقل باید دو پارامتر باشد بنابراین پارامتر داده‌های فراوانی توفان‌های گردوغباری با قدرت دید کمتر از ۱ کیلومتر برای کل ایستگاه‌های مورد مطالعه به دو دسته داده‌های فراوانی توفان‌های با قدرت دید کمتر از ۵۰۰ متر و کمتر از ۱۰۰۰ متر تفکیک شد که در ادامه الگوریتم‌های خوشه‌بندی فازی ارائه شده است.

الگوریتم FCM توسط دان (Dunn, 1974: 32-57) و بزدک (Bezdek, 1981: 1-256) مطرح گردیده و برای تحلیل فراوانی ناحیه‌ای به‌طور وسیع استفاده شده است (Dodangeh et al, 2012: 95; Rao and Srinivas, 2006: 57-79). به‌منظور بیان روش خوشه‌بندی فازی (FCM)، مجموعه‌ای از داده‌های $\{X_1, \dots, X_n\}$ مدنظر قرار می‌گیرد. هدف خوشه‌بندی فازی، دسته‌بندی داده‌ها به تعداد (C) خوشه است و به صورت ماتریس $U = [\mu_{ik}] C \cdot n$ که در آن μ_{ik} درجه عضویت و تعلق داده K به خوشه C است که به‌صورت زیر مدل می‌گردد:

$$0 \leq \mu_{ik} \leq 1 \quad .1$$

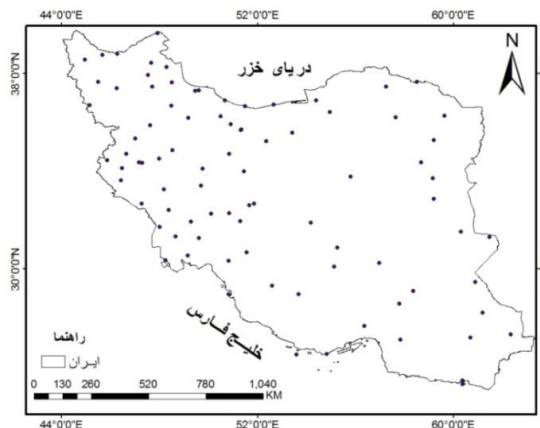
$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1 \quad .2$$

$$0 < \sum_{k=1}^n \mu_{ik} \leq n \quad .3$$

$$K = 1, 2, \dots, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, c$$

در روابط فوق i تعداد خوشه‌ها و K تعداد داده‌ها می‌باشد. از طرف دیگر می‌توان نشان داد که با کمینه‌کردن تابع هدف زیر، داده‌های موجود در هر خوشه نسبت به

یکپارچه و بدون درنظر گرفتن مرزهای سیاسی، طبیعی و اقلیمی انجام شود. در این مطالعه از داده‌های میانگین و حداکثر سالانه سرعت باد برای ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره آماری (از بدو تأسیس تا حال) به‌منظور مقایسه آن با نتایج به‌دست آمده از خوشه‌بندی توفان‌های گردوغباری ایران و میزان مطابقت با آن استفاده شده است. همچنین توفان گردوغباری روزهای ۳۰ ژوئن - ۱ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران و ۱۰ اوت ۲۰۰۸ شرق ایران به‌خاطر داشتن قدرت دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر در اکثر ایستگاه‌های زمینی به‌صورت موردی برای مطالعه انتخاب گردید تا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس از نظر منشأ توفان و مسیرهای تحت تأثیر بررسی گردد.



شکل ۱. نقشه ایستگاه‌های مورد مطالعه

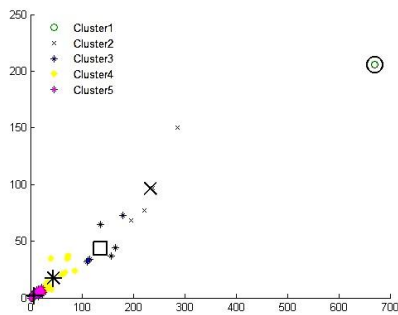
خوشه‌بندی فازی (FCM^۱)

هدف از خوشه‌بندی، تقسیم داده‌ها به مجموعه‌ای از دسته‌ها است که در آن هر دسته شباهت و نزدیکی بیشتری در مقایسه با داده‌های سایر دسته‌ها به هم دارند. الگوریتم‌های مختلفی برای خوشه‌بندی ارائه شده که از جمله آنها می‌توان به روش ابتکاری، سلسله‌مراتبی و خوشه‌بندی به روش افزایشی اشاره کرد. الگوریتم‌های خوشه‌بندی فازی، روش‌های افزایشی هستند که جهت تخصیص داده‌ها به مجموعه‌ای از خوشه‌ها به‌کار می‌روند. در این الگوریتم‌ها با استفاده از یک تابع هدف که به‌عنوان

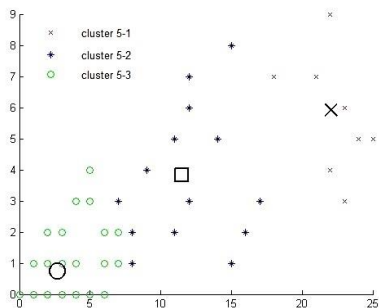
گردوغباری با روش فازی، نقشه پهنه‌بندی از وضعیت گردوغبار در سطح استان‌ها و شهرستان‌های ایران نیز ارائه گردید. میزان و شدت گردوغبار با طبقات بحرانی، خیلی زیاد، زیاد، متوسط، نسبتاً کم، کم و بسیار کم نشان داده شد.

یافته‌های تحقق

نتیجه تحلیل‌های صورت‌گرفته به‌وسیله FCM نشان داد که منطقه مورد مطالعه در شرایطی که دید افقی کمتر از ۱ کیلومتر هست به پنج خوشه (شکل ۲.الف) طبقه‌بندی می‌شود. خوشه پنج به‌علت داشتن محدوده وسیع دوباره به سه خوشه طبقه‌بندی شد (شکل ۲.ب) و براساس آن نواحی توفان‌های گردوغباری بر روی شهرستان‌ها و استان‌های ایران نشان داده شد (شکل ۳).



شکل ۲.الف. خوشه‌بندی فراوانی توفان‌های گردوغبار ایران با استفاده از الگوریتم FCM



شکل ۲.ب. خوشه‌بندی مجدد فراوانی توفان‌های گردوغباری خوشه ۵ با استفاده از الگوریتم FCM

داده‌های موجود در خوشه‌های دیگر از شباهت بیشتر برخوردار خواهند بود.

$$J(P) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c [\mu_{ik}]^m \|X_k - V_i\|^2 \quad (4)$$

در رابطه فوق m عددی بزرگ‌تر از یک است که میزان درجه عضویت را کنترل می‌کند، X_k بردار داده‌ها، V_i مرکز خوشه i ام و $\|X_k - V_i\|^2$ نیز فاصله اقلیدسی بین داده‌ها و مراکز خوشه‌هاست.

در مباحث خوشه‌بندی داده‌ها، شاخص‌های مختلفی بیان می‌گردد که غالباً مبنی مراکز خوشه‌ها هستند. برای کمینه‌کردن (۴)، باید همواره (۵) و (۶) در تکرارهای مختلف به هنگام شوند.

$$V_i = \frac{\sum_{k=1}^n [\mu_{ik}] X_k}{\sum_{k=1}^n [\mu_{ik}]}, \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (5)$$

$$\mu_{ik}^{(t+1)} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{\|X_k - V_i^{(t)}\|^2}{\|X_k - V_j^{(t)}\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} \right]^{-1} \quad (6)$$

در روابط فوق $\mu_{ik}^{(t+1)}$ درجه عضویت داده k ام از دسته C در تکرار $(t+1)$ ام است. اجرای الگوریتم پیشنهادی دارای مراحل زیر بود:

قدم اول: مقدار t را برابر صفر در نظر گرفته و یک کد اولیه $P^{(0)}$ ایجاد گردید.

قدم دوم: در هر تکرار، مراکز خوشه‌ها را با استفاده از رابطه (۵) محاسبه‌کرده و یک مقدار برای m انتخاب گردید.

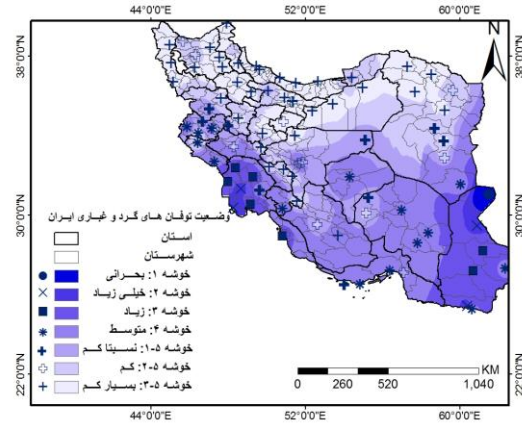
قدم سوم: $\mu_{ik}^{(t+1)}$ را با استفاده از رابطه (۶) محاسبه کرده و کد اولیه را در تکرار $(t+1)$ ام به هنگام گردید.

در نهایت نقشه خوشه‌بندی توفان‌های گردوغباری ایران بر روی نقشه استان‌ها و شهرستان‌ها، به‌منظور مقایسه فراوانی شدت توفان‌های ایجادشده در آنها، آورده شد. لازم به ذکر است که در نقشه مذکور با استفاده از درون‌یابی داده‌های فراوانی توفان‌های گردوغباری ایستگاه‌ها و با استناد به طبقه‌بندی حاصل از خوشه‌بندی توفان‌های

۲۴/۴۷	۱۶۴	۳۲
۰/۲۹	۲	۳۳
۱/۰۴	۷	۳۴
۰/۵۹	۴	۳۵

وقوع خشکسالی در منطقه دشت سیستان، به تبع آن کاهش پوشش گیاهی، خشک شدن دریاچه‌های هامون، وجود بیابان‌های مارگو، ریگستان و خاش بین مرز ایران، افغانستان و پاکستان و همچنین بیابان لوت ایران همراه با وجود بادهای ۱۲۰ روزه شرایط مناسبی جهت فرسایش بادی و وقوع توفان‌های گردو خاک این خوشه فراهم آورده است (شکل ۴). بالاترین میانگین سالانه سرعت باد در ایران، مربوط به ایستگاه منجیل با سرعت ۶/۲۵ متر بر ثانیه و پس از آن ایستگاه زابل با سرعت ۶ متر بر ثانیه می‌باشد که اختلاف زیادی با دیگر ایستگاه‌های کشور نشان می‌دهند. میانگین سرعت باد این ایستگاه در فصل تابستان به‌خاطر همراه شدن با بادهای ۱۲۰ روزه به ۱۲/۷ متر در ثانیه نزدیک می‌شود. حداکثر سرعت باد این ایستگاه در طی دوره آماری (از بدو تأسیس تا حال)، ۴۰ متر بر ثانیه بوده است. اثرات این بادهای با توجه به شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی دشت سیستان که شامل شیب و عوارض عمده ارتفاعی کم و وفور رسوبات ریزدانه دریاچه‌ای و رودخانه‌ای می‌باشند، تشدید می‌شوند. وزش این بادهای در مسیر شمال غربی - جنوب شرقی بوده که با عبور از مناطق بیابانی باعث تخریب خاک و توفان‌های گردو غباری در منطقه می‌شود (Khosravi, 2008: 19; Khosravi, 2010: 68).

با توجه به اینکه ذرات ریز نسبت به ذرات درشت‌تر قدرت دید را محدودتر می‌کنند و در کل محدودترین دید افقی حدود ۶ متری سطح اتفاق می‌افتد (Jamalzadeh et al, 2008: 514). بنابراین می‌توان گفت که از دلایل بسیار مهم توفان‌های گردو غباری شهرستان زابل نزدیکی آن به رسوبات ریزدانه بستر خشک دریاچه هامون و هماهنگی آن با جهت ۳۴۹ تا ۳۴۶ درجه بادهای صدویست‌روزه می‌باشد.



شکل ۳. نواحی توفان‌های گردو غباری ایران

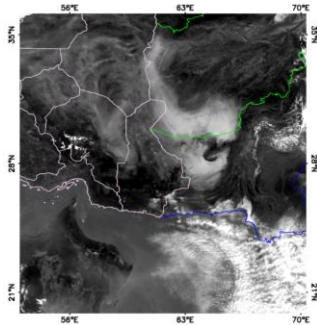
خوشه یک فقط شامل ایستگاه زابل می‌باشد. این ایستگاه در جنوب شرق ایران، شمال شرق دشت سیستان و جنوب غربی مرز مشترک ایران و افغانستان قرار دارد. در این خوشه فراوانی وقوع توفان‌های گردو غباری ۶۷۰ روز در ۲۲ سال می‌باشد. با توجه به اینکه، کدهای هواشناسی ۹-۷ و ۳۵-۳۰ مربوط به گردو غبارهای نشأت گرفته از منابع محلی می‌باشد بنابراین مطابق با ثبت‌های هواشناسی جدول (۱)، ۹۹/۷ درصد از توفان‌های گردو غباری رخ داده در این خوشه محلی بوده و از خود منطقه نشأت گرفته است. گردو غبارهای خارج از منطقه نقش بسیار جزئی (۰/۲۹ درصد) در فراوانی توفان‌های گردو غباری این خوشه داشته است. این خوشه بر روی نقشه شهرستان و استان‌ها (شکل ۳) فقط شهرستان زابل را دربر می‌گیرد که در پهنه وضعیت بحرانی از نظر فراوانی توفان‌های گردو غباری با دید کمتر از ۱۰۰۰ متر قرار می‌گیرد و نسبت به پهنه‌های دیگر به حفاظت زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی‌های ملی و بین‌المللی بیشتری نیاز دارد.

جدول ۱. فراوانی توفان‌های گردو غباری زابل (خوشه ۱) (۱۹۸۷-۲۰۰۸)

کدهای DS ^۱	فراوانی	درصد
۶	۲	۰/۲۹
۷	۲۷۵	۴۱/۰۴
۸	۰	۰
۹	۱	۰/۱۴
۳۰	۷۸	۱۱/۶۴
۳۱	۱۳۷	۲۰/۴۴

شدت توفان‌های ایجادشده یکنواخت می‌باشند. در این خوشه میانگین سالانه سرعت باد ۳ متر در ثانیه می‌باشد که در طبقه بندی بادی ایران جزء طبقه کم باد (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷، ص ۴۲) محسوب می‌گردد. حداکثر سرعت سالانه باد در ایستگاه اهواز ۳۴، آبادان ۲۵، زاهدان ۴۱ و کنارک ۲۹/۶ متر بر ثانیه می‌باشد.

غرب کشور در دوره سرد سال تحت تأثیر سیستم‌های مهاجر بادهای غربی (سیکلون‌ها و آنتی‌سیکلون‌ها) و رودباد جبهه قطبی و در دوره گرم سال تحت تأثیر کم فشارهای حرارتی سطح زمین می‌باشد (علی‌جانی، ۱۳۸۳، ص ۳۸-۲۷) که این عوامل در صورت فراهم‌بودن سایر شرایط باعث ورود گردوغبار از بیابان‌های کشورهای همسایه غربی می‌شود ولی علت اینکه ایستگاه‌های آبادان و اهواز نسبت به سایر ایستگاه‌های منطقه غرب دارای فراوانی توفان‌های با شدت بالاتری هستند می‌تواند مربوط به موقعیت جغرافیایی آنها، قرارگیری در مسیرهای اصلی ورود سیستم‌های جوی، دوری یا نزدیکی به منابع گردوغباری، ویژگی‌های فیزیکی، طبیعی منطقه باشد. عوامل توفان‌های ایستگاه‌های زاهدان و کنارک نیز همانند زابل می‌باشد ولی علت کم‌تر بودن شدت توفان‌های این ایستگاه‌ها نسبت به زابل را باید دور بودن این ایستگاه‌ها از منبع اصلی گردوغبار شرق، کاهش سرعت باد و سایر ویژگی‌های اقلیم محلی این منطقه جستجو کرد.



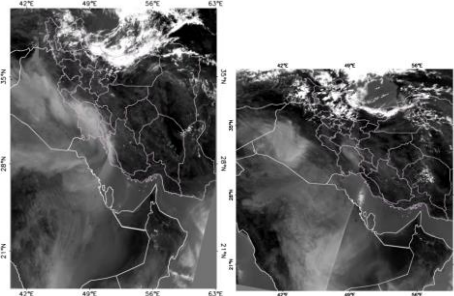
شکل ۴. توفان گردوغباری ۱۰ اوت ۲۰۰۸ شرق ایران

خوشه دو شامل ایستگاه‌های آبادان، کنارک، اهواز و زاهدان می‌باشد. در این خوشه فراوانی وقوع توفان‌های گردوغباری به ترتیب ۲۸۷، ۲۳۸، ۲۲۱، ۱۹۶ روز در دوره مورد مطالعه می‌باشد. این خوشه بر روی نقشه شهرستان‌ها و استان‌ها شامل شهرستان‌های آبادان، اهواز، کنارک و زاهدان بوده و با وضعیت توفان‌های گردوغباری خیلی زیاد مشخص گردیده‌اند که بعد از شهرستان زابل از این نظر حائز اهمیت می‌باشند. با توجه به کدهای هواشناسی (جدول ۲)، ۷۲/۸۷ درصد توفان‌های گردوغباری آبادان و ۷۱/۹۵ درصد توفان‌های گردوغباری اهواز منشأ فرامحلی، ۹۵ درصد توفان‌های گردوغباری کنارک و ۷۴/۵۰ درصد توفان‌های گردوغباری زاهدان منشأ محلی دارد. این ایستگاه‌ها بعد از زابل به عنوان هسته‌های اصلی توفان‌های گردوغباری در غرب، شرق و جنوب‌شرق می‌باشند. ایستگاه‌های واقع در این خوشه از نظر موقعیت جغرافیایی و آب‌وهوا همگن نمی‌باشند ولی از نظر قدرت دید و

جدول ۲. فراوانی توفان‌های گردوغباری خوشه ۲ در دوره (۱۹۸۷-۲۰۰۸)

کد های DS	فراوانی توفان های زاهدان	فراوانی توفان های اهواز	فراوانی توفان های کنارک	فراوانی توفان های آبادان
۶	۲۴/۵۰	۷۱/۹۵	۵/۰۴	۷۲/۸۷
۷	۵۵/۶۲	۲۵	۸۸	۲۵/۴۳
۸	۰/۵۱	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰/۳
۳۰	۲/۵۵	۰	۱/۶	۰
۳۱	۳/۰۶	۱/۳۵	۱/۲	۰/۷
۳۲	۸/۱۶	۱/۳۵	۲/۹۴	۰/۳۵
۳۳	۰/۵	۰	۰/۴۲	۰
۳۴	۱/۰۲	۰	۰	۰
۳۵	۴/۰۸	۰/۴۵	۰	۰/۳۵
مجموع	۱۹۶	۱۰۰	۲۲۸	۱۰۰

درصد فرامحلی و ۵۶/۸ درصد محلی) هم از توفان‌های گردوغبار محلی و هم فرامحلی متأثر می‌شوند (جدول ۴). این خوشه در منطقه غرب شامل دامنه غربی و ارتفاعات پایین‌تر زاگرس می‌باشد. بقیه ایستگاه‌های این خوشه شامل استان‌های یزد، کرمان، سیستان و بلوچستان و بندرعباس می‌باشد. میانگین سالانه سرعت باد در ایستگاه‌های نهبندان، سراوان، چابهار، بم، کرمان، یزد، بندرعباس، بندرلنگه، کرمانشاه و ایلام ۲-۳ متر در ثانیه بوده و در طبقه‌بندی باد ایران جزو طبقه کم‌باد (Masoudian and Kaviyani, 2008: 42) می‌باشد. ایستگاه‌های دوگنبدان، سرپل ذهاب، جیرفت، اسلام‌آباد غرب میانگین سالانه باد کمتر از ۲ متر در ثانیه بوده و در طبقه بادی آرام قرار می‌گیرند. حداکثر سرعت سالانه باد در ایستگاه‌های بم ۳۷، سراوان ۲۲، دهلران ۲۵، بندرعباس ۳۰، بندرلنگه ۲۵، کرمانشاه ۳۰، ایلام ۲۲، یزد ۳۳، کرمان ۴۹، چابهار ۲۰، سرپل ذهاب ۴۰، جیرفت ۲۹ و اسلام‌آباد غرب ۲۰ متر در ثانیه می‌باشد. مطابق با (شکل ۳)، شهرستان‌های واقع در این خوشه جزو پهنه با توفان‌های گردوغباری متوسط می‌باشند. با توجه به شکل ۳ می‌توان گفت که استان‌های خوزستان و سیستان و بلوچستان دارای وضعیت گردوغباری بحرانی، خیلی زیاد و زیاد و همچنین استان‌های بوشهر، هرمزگان، کرمان، یزد، قسمت‌های جنوبی فارس، خراسان جنوبی، کرمانشاه، ایلام، لرستان و کهگیلویه و بویراحمد دارای شرایط متوسط از نظر توفان‌های گردوغباری می‌باشند. لذا در استان‌هایی که با فراوانی بالایی از گردوغبار مواجه هستند مسلماً میزان آسیب‌های محیطی، اقتصادی، اجتماعی وارده نیز بیشتر خواهد بود، بنابراین برنامه‌ریزی‌های ملی و بین‌المللی می‌تواند در کاهش این آسیب‌ها مؤثر واقع شود.



شکل ۵. توفان گرد و غبار ۳۰ ژوئن - ۱ ژوئیه ۲۰۰۸ غرب ایران

خوشه چهار شامل ایستگاه‌های بم، سراوان، دهلران، بندرعباس، بندر لنگه، کرمانشاه، ایلام، یزد، کرمان، نهبندان، چابهار، دوگنبدان، سرپل ذهاب، جیرفت، اسلام‌آباد می‌باشد. در این خوشه فراوانی توفان‌های گردوغباری ۲۸ تا ۸۶ روز در دوره مورد مطالعه می‌باشد. کمترین فراوانی (۲۸) مربوط به ایستگاه چابهار و بیشترین آن (۸۶) مربوط به ایستگاه بندرعباس می‌باشد. ایستگاه‌های واقع در غرب کشور که در این خوشه قرار گرفته‌اند شامل ایلام، کرمانشاه، سرپل ذهاب، دهلران، دوگنبدان، اسلام‌آباد شامل استان‌های کرمانشاه، ایلام و کهگیلویه و بویراحمد می‌باشند که به ترتیب ۱۰۰، ۹۰/۹، ۹۷/۴، ۶۵/۸، ۸۳/۹ و ۸۶/۷ درصد از توفان‌های گردوغباری آنها فرامحلی بوده و از کشورهای همسایه غربی شامل صحرای سوریه، عربستان، آفریقا، عراق توسط سیستم‌های سینوپتیکی وارد می‌شوند. در ایستگاه‌های جیرفت، نهبندان، یزد، سراوان، بم و بندرعباس به ترتیب ۷۲، ۱۰۰، ۸۸/۱، ۸۳/۶، ۷۱/۸ و ۷۲/۱ درصد از توفان‌های گردوغباری محلی بوده و از شرایط اختلاف فشار محلی، خشکی اقلیمی، عدم پوشش گیاهی، ویژگی‌های توپوگرافیکی و وضعیت سرعت و جهت آن تأثیر می‌پذیرند. توفان‌های گردوغباری ایستگاه‌های کرمان (۴۱/۲ درصد فرامحلی و ۵۸/۸ درصد محلی) و چابهار (۵۷/۱۴ درصد فرامحلی و ۴۲/۸۶ درصد محلی) بندر لنگه (۴۳/۲

سرعت باد ایستگاه‌های بیرجند، شهربابک، شیراز، سارارود، تهران، اردبیل، تبریز، جلفا، اصفهان و شرق اصفهان ۲-۴ متر در ثانیه بوده و جزو طبقه کم‌باد می‌باشد. ایستگاه‌های قم، میناب، خرم‌آباد، مشهد دارای سرعت کمتر از ۲ متر در ثانیه بوده و جزو طبقه بادی آرام می‌باشد. حداکثر سرعت باد در ایستگاه‌های بیرجند ۲۶، مشهد ۲۳، شهربابک ۳۳، اصفهان ۲۹/۶، شرق اصفهان ۳۰/۶، تهران ۲۵، قم ۲۵، میناب ۲۵، شیراز ۲۹/۶، خرم‌آباد ۲۹/۶، سارارود کرمانشاه ۲۴، اردبیل ۳۴/۷، جلفا ۲۹/۶ متر در ثانیه می‌باشد. شهرستان‌های واقع در پهنه با توفان‌های گردوغباری کم جزو این خوشه می‌باشند.

خوشه ۲-۵ شامل ایستگاه‌های بیرجند (خراسان جنوبی)، مشهد (خراسان شمالی)، شهربابک، اصفهان، شرق اصفهان، قم، تهران (زاگرس شرقی)، میناب (جنوب)، شیراز (جنوب غرب)، خرم‌آباد و سارارود کرمانشاه (غرب ایران) و اردبیل، تبریز و جلفا (شمال غرب) است که فراوانی توفان‌های گردوغباری این خوشه ۷ تا ۱۷ روز در دوره مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۶). کمترین فراوانی مربوط به تهران و بیشترین فراوانی مربوط به میناب می‌باشد. طبق آمار هواشناسی توفان‌های گردوغباری ایستگاه‌های بیرجند، مشهد، شهربابک، اصفهان، شرق اصفهان، قم، تهران، میناب، تبریز، اردبیل و جلفا محلی و ایستگاه‌های خرم‌آباد، سارارود کرمانشاه، شیراز فرامحلی می‌باشد. میانگین سالانه

جدول ۶. فراوانی توفان‌های گرد و غباری خوشه ۲-۵ در دوره (۱۹۸۷-۲۰۰۸)

کد های DS	جلفا	تبریز	اردبیل	سارارود	خرم آباد	شیراز	میناب	تهران	قم	شرق اصفهان	اصفهان	شهر بابک	مشهد	بیرجند
۶	۰	۳۳/۳	۰	۸۷/۵	۱۰۰	۸۱/۲۵	۴۱/۱۷	۱۴/۲۸	۰	۲۰	۲۵	۷/۱۴	۳۳/۳	۱۶/۷
۷	۲۵	۲۵	۰	۱۲/۵	۰	۱۸/۷۵	۴۱/۱۷	۷۱/۴	۹/۱	۴۰	۳۷/۵	۵۰	۵۵/۵	۷۵
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶۷	۰	۰	۰	۰
۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴/۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳۱	۱۶	۲۵	۱۸/۲	۰	۰	۰	۱۱/۳۶	۰	۱۸/۲	۱۳/۳	۱۲/۵	۷/۱۴	۱۱/۱	۰
۳۲	۲۵	۱۶/۷	۳۶/۴	۰	۰	۰	۵/۸۸	۰	۴۵/۴	۲۰	۲۵	۷/۱۴	۰	۸/۳
۳۳	۸/۳	۰	۲۷/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳۴	۰	۰	۱۸/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۹/۱	۰	۰	۷/۱۴	۰	۰
۳۵	۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸/۲	۰	۰	۲۱/۴۲	۰	۰

کشور به جز منجیل دارای میانگین سالانه سرعت کمتر از ۲ متر در ثانیه و در طبقه بادی آرام می‌باشند. ایستگاه‌های شمال غرب خراسان شمالی دارای میانگین ۲-۵ متر در ثانیه و در طبقه بادی، کم‌باد می‌باشند. شمال غرب کشور به جز ایستگاه‌های اردبیل، تبریز و جلفا و ایستگاه‌های واقع در ارتفاعات بلند زاگرس میانی دارای سرعت سالانه باد کمتر از ۲ متر در ثانیه بوده و جزو طبقه بادی آرام می‌باشند و حداکثر سرعت باد ایستگاه‌های این خوشه بیشتر از ۴۰ متر بر ثانیه نمی‌باشد.

خوشه ۳-۵ شامل شهرستان‌های حاشیه شمالی کشور، شمال غرب خراسان شمالی، شمال غرب کشور و ارتفاعات بلند زاگرس میانی می‌باشد. در این خوشه به علت کثرت تعداد ایستگاه‌ها و شهرستان‌ها، نام آنها آورده نشد. فراوانی توفان‌های گردوغباری این محدوده ۰ تا ۷ روز در دوره مورد مطالعه می‌باشد. شهرستان‌های واقع در این خوشه به علت دور بودن از منابع گردوغبار خارجی و داخلی، شرایط پوشش گیاهی و اقلیم محلی مناسب و ویژگی توپوگرافیکی عاری از توفان‌های شدید و مکرر گردوغباری می‌باشد. در این خوشه، ایستگاه‌های شمالی

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اثرات سوئی که توفان‌های گردوغباری به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر زندگی انسان‌ها و فعالیت‌های آن‌ها می‌گذارد، شناخت هرچه بیشتر این پدیده در استان‌های مختلف کشور و انجام اقدامات و برنامه‌ریزی‌های لازم می‌تواند در حفظ محیط زیست و شرایط پایدار اکولوژیکی در مناطق شهری و روستایی مؤثر واقع گردد. در این تحقیق، با استفاده از روش خوشه‌بندی فازی، ایران از نظر فراوانی توفان‌های گردوغباری به پنج ناحیه طبقه‌بندی شد که به‌علت وسیع بودن ناحیه پنج این ناحیه مجدداً به سه ناحیه تفکیک شد. هسته بیشینه توفان‌ها ایستگاه زابل (خوشه ۱)، آبادان، کنارک، اهواز و زاهدان (خوشه ۲)، دزفول، بندر ماهشهر، بستان، مسجدسلیمان، بوشهر، خاش، ایرانشهر (خوشه ۳) می‌باشد که ۶۷۰ تا ۱۱۱ روز در دوره ۱۹۸۷-۲۰۰۸ دارای توفان‌های گردوغباری بوده است که جزو مناطق بحرانی از نظر وقوع پدیده توفان گردوغباری می‌باشند. هسته کمینه توفان‌های گردوغباری (خوشه ۵-۳) نیز شامل شهرستان‌های شمالی، شمال‌غرب ایران، ارتفاعات بلند زاگرس و شمال‌غرب خراسان شمالی می‌باشد که میزان توفان‌های گردوغباری آنها ۷۰- روز در دوره مورد مطالعه می‌باشد. مطابق آمار هواشناسی و تصاویر ماهواره‌ای مطالعه‌شده منشأ توفان‌های گردوغباری غرب کشور فرامحلی می‌باشد به‌طوری که این منطقه در دوره سرد سال تحت تأثیر سیستم‌های مهاجر بادهای غربی و رودباد جبهه قطبی و در دوره گرم سال تحت

تأثیر کم فشارهای حرارتی سطح زمین می‌باشد که این عوامل در صورت فراهم‌بودن شرایط باعث ورود گردوغبار از بیابان‌های کشورهای همسایه غربی می‌شود ولی علت اینکه شهرستان‌های آبادان و اهواز (خوشه ۲) نسبت به سایر شهرستان‌های منطقه غرب دارای فراوانی توفان‌های بالاتری هستند می‌تواند مربوط به موقعیت جغرافیایی آنها، قرارگیری در مسیرهای اصلی ورود سیستم‌های جوی، دوری یا نزدیکی به منابع گردوغباری، ویژگی‌های فیزیکی، طبیعی منطقه باشد. همچنین با توجه به آمارهای ثبت‌شده هواشناسی، منشأ توفان‌های گردوغباری شرق ایران محلی می‌باشد ولی با توجه به تصویر ماهواره‌ای مطالعه‌شده و همچنین وجود مناطق بیابانی افغانستان و پاکستان در مجاورت ایران می‌توان گفت که گردوغبارها هم منشأ داخلی و هم خارجی دارند. وقوع خشکسالی در منطقه دشت سیستان، کاهش پوشش گیاهی، خشک‌شدن دریاچه‌های هامون، وجود بیابان‌های مارگو، ریگستان و خاش بین مرز ایران، افغانستان و پاکستان و همچنین بیابان لوت ایران همراه با وجود بادهای ۱۲۰ روزه شرایط مناسبی جهت فرسایش بادی و وقوع توفان‌های گردوخاک شرق ایران فراهم آورده است. نتایج پهنه‌بندی وضعیت گردوغبار در استان‌های مختلف کشور نشان داد که استان‌های سیستان و بلوچستان و خوزستان در معرض توفان‌های گردوغباری مکرر بوده و مشکلات عدیده‌ای را برای ساکنین شهرها و روستاهای آنها ایجاد کرده است.

References

1. Afrakhteh, H. Bostani Amlashi, Y. (2010), the new method for clustering of wind speed data in wind power stations by FCM and PSO algorithm, computer and electric engineering journal of Iran, 3: pp. 210-214.
2. Alijani, B. (2003), Iran Climate, Payam noor Publication, pp. 1-122.
3. Barnett, A. G., Fraser, J. F., Munck, L. (2012), The effects of the 2009 dust storm on emergency admissions to a hospital in Brisbane, Australia, International Journal of Biometeorology, Volume 56, Issue 4, pp 719-726.

4. Bezdek, J. C., (1981), Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms, Plenum Press, New York, pp. 1-256.
5. Bochani, MH. Fazeli, D. (2011), the environmental challenges and their damages, Aerosols and its damages in west of Iran, Path of a policy, 3: pp. 125-145.
6. Dodangeh, E., Shao, Y., and Daghestani, M., (2012), L-Moments and fuzzy cluster analysis of dust storm frequencies in Iran, Aeolian Research, 5, pp. 91-99
7. Dunn, J. C, (1974), A Fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact, well- separated clusters. J. Cybernetics 3 (3), pp. 32-57.
8. Gao, T.; Han, J.; Wang, Y.; Pei, H., and Lu, Sh., (2011), Impacts of climate abnormality on remarkable dust storm increase of the Handshake Sandy Lands in northern China during : 2001-2008, Meteorological Applications, pp. 265-278.
9. Goudie, A. S., and Middleton, N. J., (2006), Desert Dust in the Global System, Springer, pp 1-287. Goudie, A. S., and Middleton, N. J., (2001), Saharan dust storms: nature and consequences, Earth- Science Reviews, 56, pp. 179- 204.
10. Goudie, A.S., (2009), Dust storms: Recent developments, Journal of Environmental Management, 90, pp. 89-94.
11. Han, Y., Dai, X., Fang, X., Chen, Y., and Kang, F., (2008), Dust aerosols: a possible accelerant for an increasingly arid climate in North China, J. Arid Environ, 72, 1476-1489.
12. Huang, M.; Peng, G.; Zhang, J., and Zhang, Sh., (2006), Application of artificial neural networks to the prediction of dust storms in Northwest China, Global and Planetary Change, 52, pp. 216-224.
13. Jamalizadeh, M. R., Moghaddamnia, A., Piri, J.; Arbabi, V., Homayounifar, M., Shahryari, A., (2008), Dust Storm Prediction Using ANNS Technique (A Case Study: Zabol City), World Academy of Science, Engineering and Technology 43.
14. John J. Qu., and Kafatos M., (2006), Asian dust storm monitoring combining Terra and Aqua MODIS SRB measurements, Geosciences and Remote Sensing letters, 3(4), pp. 484- 486.
15. Khosravi, M and Raispour, K. (2011), investigation cut of low in creating dust storms of west south Iran, the eleventh conference of Iranian geographer, Shahid Beheshti of Tehran, p. 143.
16. Khosravi, M. (2008), spatial analysis of dust storms pollution due winds of 120 days in Sistan by remote sensing, the eleventh of health national conference in Zahedan, medical sciences university, pp. 1-11.
17. Khosravi, M. (2008), the environmental effects of relation between Hirmand river fluctuations and winds of 120 days of Sistan, Geographical researches, 23 (4), pp. 19-48.
18. Khosravi, M. (2010), spatial- temporal analysis of Hamoon lakes stability, Iran water sources research journal, 6 (3), pp. 68-79.
19. Kinoshita, K., Ning, W., Gang, Z., Tupper, A., Iino, N., Hamada, S., and Tsuchida, S., (2005), Long-Term Observation of Asian Dust Inchangchun and Kagoshima, Water, Air, and Soil Pollution: Focus 5: 89-100.
20. Masoudian, SA. Kaviyani, MR. (2008), Iran Climate, Isfahan Publication, pp. 1- 179.
21. McTainsh, GH., and Pitblado JR., (1987), Dust storm and related phenomena measured from meteorological record in Australia, Earth Surf Process Land forms 12:415-424.
22. Mei, D., Xiushan, L., Lin, S., and Ping, W., (2008), A Dust-Storm Process Dynamic Monitoring With Multi-Temporal MODIS Data, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B7, pp. 965-970.
23. Rao, A. R., and Srinivas, V. V., (2006), Regionalization of watersheds by fuzzy cluster analysis, Journal of Hydrology, 318: (1-4), pp. 57-79.
24. Rasouli, AA. Sari Saraf, B. Mohamadi, GH, (2010), the analysis of dust trend at west Iran in 55 years of recent, physical Geography Journal, 9, pp. 15-28.
25. Tavoosi, T. Khosravi, M. Raispour, K. (2010), Synoptic analysis of dusts in Khuzestan province, Geography and development, 20, PP. 97-118.
26. Wang Tianming, L. A., Shichang, K., Pang Deqian, L. A., (2009), On The Relationship

- between Global Warming and Dust Storm Variation in China, International Conference on Environmental Science and Information Application Technology, pp. 59-62.
27. Yang, Y., Wang, J., Niu, T., Zhou, C., Chen, M., and Liu, J., (2013), The variability of spring sand-dust storm frequency in Northeast Asia from 1980 to 2011, *Acta Meteorological Sinica*, volume 27, Issue 1, pp. 119-127.
28. Zhao, Y., Li, H., Huang, A., He, Q., Huo, W., and Wang, M., (2013), Relationship between thermal anomalies in Tibetan Plateau and summer dust storm frequency over Tarim Basin, China, *Journal of Arid Land*, Volume 5, Issue 1, pp. 25-31.
29. Zolfaghari, H. Abed Zadeh, H. (2004), synoptic analysis of dust system in west Iran, *Geography and development Journal*, pp. 173-188.