

بررسی روند تغییرات و همبستگی تعداد وقوع گرد و غبار در ایران

مهدی بروغنی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۵)

چکیده

پدیده گرد و غبار یکی از پدیده‌های مخرب و رایج در نواحی خشک و بیابانی ایران و جهان است که آثار زیان‌باری بر زندگی انسان و محیط‌زیست دارد. هدف از این پژوهش، بررسی آماری تعداد وقوع گرد و غبار برای بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ برای کل ایران می‌باشد. در این تحقیق تغییرات تعداد وقوع گرد و غبار در ماه‌های سال‌های مورد مطالعه (۲۰۱۶-۱۹۹۰) برای ۳۰ ایستگاه کشور مورد تحلیل قرار گرفت و به بررسی همبستگی بین ایستگاه‌ها در چهار منطقه و کل کشور پرداخته شد. نتایج تعداد وقوع گرد و غبار در فصول مختلف در کشور حاکی از آن است که تابستان و زمستان به ترتیب بیشترین و کمترین رخداد گرد و غبار را در کشور دارد. همچنین نتایج نشان دهنده آن است که ماه‌های جولای و دسامبر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد گرد و غبار را در بیشتر ایستگاه‌های کشور نسبت به سایر ماه‌ها دارند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که زابل و زنجان به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد گرد و غبار را به ترتیب با ۳۶۶۶ و ۱۳۰ رخداد در طول سال دارند. نتایج بیان‌کننده آن است بیشتر ایستگاه‌های کشور دارای همبستگی معنی‌داری از لحاظ وقوع گرد و غبار در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد بودند که حاکی از آن است که تقریباً بیشتر کشور دارای شرایط مشابه از نظر توفان گرد و غبار می‌باشند. نتایج هم‌چنین حاکی از آن بود که ایستگاه‌هایی که از لحاظ جغرافیایی که نزدیک همدیگر بودند دارای ضریب همبستگی بالاتری بودند.

واژه‌های کلیدی: گرد و غبار، همبستگی، ایستگاه سینوپتیک، ایران

بروغنی م. ۱۴۰۱. بررسی روند تغییرات و همبستگی تعداد وقوع گرد و غبار در ایران. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۰ شماره ۱. صفحه: ۶۹-۸۱.

۱- استادیار مرکز پژوهشی علوم جغرافیا و مطالعات اجتماعی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

*پست الکترونیک: m.boroughani@hsu.ac.ir

مقدمه

پدیده گرد و غبار از مهم‌ترین بحران‌های محیطی در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان است (Goudie, 2014; Raei *et al.*, 2020) و هنگامی که باد متلاطم منجر به انتشار گرد و غبار در سطح هوا شود، رخ می‌دهد. در حقیقت، زمانی که سرعت باد در بیابان‌ها از حد آستانه بیشتر (هشت متر بر ثانیه) می‌شود، بسته به زبری سطح خاک، رطوبت و بافت خاک، اندازه دانه، پوشش گیاهی و پستی و بلندی‌های زمین، ذرات ریز وارد هوا شده و گرد و غبار ایجاد می‌شود. این ذرات ممکن است تا ارتفاع شش کیلومتری از سطح زمین صعود کرده و تا مسافت ۲۰۰۰۰ کیلومتر انتقال یابند (chaternour *et al.*, TaheriShahriayni *et al.*, 2015;) (2020) و در نتیجه باعث کاهش دید افقی (Yang *et al.*, 2004; Xuan *et al.*, 2008) در مناطق مختلف جهان گردند. در سال‌های اخیر فراوانی روزهای همراه با توفان‌های گرد و غبار افزایش چشمگیری یافته است که این سبب بروز اثرات نامطلوب زیستی و خسارات فراوان در زمینه‌های کشاورزی، صنعتی و اجتماعی می‌گردد. تکامل توأم این رخداد با روند شتابان توسعه، صنعتی شدن و افزایش جمعیت در مناطق شهری، تنش‌های زیست محیطی را دو چندان کرده است (Ansari ghoghhar, 2019). خاورمیانه یکی از پنج منطقه جهان می‌باشد که بیش‌ترین تولید گرد و غبار را دارد (Rezazadeh *et al.*, 2013). ایران به علت قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، در معرض سیستم‌های متعدد گرد و غبار محلی و فرامنطقه‌ای می‌باشد (Rashki *et al.*, 2013). توفان گرد و غبار می‌تواند صنعت حمل و نقل را با کاهش دید تحت تأثیر قرار دهد و باعث خسارت به زیرساخت‌ها، ارتباطات راه دور و محصولات شود. علاوه بر این، به واسطه تشدید بیابان‌زایی و خشکسالی، کاهش منابع آب و افزایش شوری خاک، توفان گرد و غبار باعث ضرر و زیان‌های اجتماعی-اقتصادی بیشتری می‌شود (Cao *et al.*, 2015). این پدیده مقدار قابل توجهی از گرد و غبار را در جو حمل می‌کند که می‌تواند به‌وسیله انتقال مواد حساسیت‌زا و عوامل بیماری‌زا عواقب بسیار جدی برای سلامتی داشته باشد (kheirfam & Azizi *et al.*, 2012; Asadzadeh, 2020). مطالعات اخیر هم‌چنین حاکی از این است که علاوه بر تعداد توفان گرد و غبار مقدار گرد و غبار نیز در منطقه افزایش پیدا کرده

است (Cao *et al.*, 2015). بررسی اقلیمی رخداد‌های گرد و غبار در شناخت این پدیده بسیار حائز اهمیت است. مطالعات زیادی در زمینه ارتباط هواشناسی بر وقوع گرد و غبار صورت گرفته است (Wu *et al.*, 2012; Lee & Sohn, 2011; Kim *et al.*, 2008; Prospero & Lamb, 2003; Goudie & Middleton, 2001). هر یک از این مطالعات ارتباط متغیرهای هواشناسی با وقوع گرد و غبار را بررسی کرده‌اند. نتایج این تحقیقات نشان داد که کاهش بارش و پوشش گیاهی و افزایش خشکسالی باعث افزایش وقوع گرد و غبار می‌شود. (Hahnenberger & Nicoll, 2012) طی تحقیقی به بررسی خصوصیات هواشناسی رخداد گرد و غبار در شرق حوزه یوتا در امریکا پرداختند. در این تحقیق از داده‌های هواشناسی در طی دوره ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۰ و هم-چنین آنالیز دو واقعه مهم گرد و غبار در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ استفاده شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین وقوع گرد و غبار در فصل بهار بوده و در ساعات بعد از ظهر که سرعت باد به بیش‌ترین حد می‌رسد اتفاق می‌افتد. Rezazadeh *et al.* (2013) به بررسی اقلیم شناسی رخداد‌های گرد و غبار در خاورمیانه پرداختند. این پژوهش بر روی چهار منطقه برداشت گرد و غبار در سودان، بخش‌هایی از عربستان و عراق، پاکستان و بخش‌هایی از ایران و افغانستان انجام شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد وقوع گرد و غبار در سودان اتفاق افتاده است. بیش‌ترین و شدیدترین توفان‌های گرد و غبار در سیستان در منطقه ایران و افغانستان صورت گرفته است. بیش‌ترین غلظت ذرات گرد و غبار در هوا در پاکستان اتفاق افتاده است. نتایج هم‌چنین حاکی از آن است که بیش‌ترین رخداد گرد و غبار در بخش غربی خاورمیانه در ماه‌های زمستان و در بخش شرقی در ماه‌های تابستان است. (Tan *et al.*, 2014) به بررسی شدت توفان گرد و غبار در چین از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ پرداختند. در این تحقیق از داده‌های ۱۸۶ ایستگاه هواشناسی واقع در چین استفاده شد. نتایج حاکی از آن است که بیش‌ترین وقوع گرد و غبار در سال ۱۹۸۳ بوده است. نتایج هم‌چنین نشان داد که از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۹ وقوع گرد و غبار روند کاهشی و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ روند افزایشی داشته است. (O’Loingsigh *et al.*, 2014) به پایش فرسایش بادی با استفاده از داده‌های هواشناسی سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۱ در استرالیا پرداختند. در این تحقیق از داده‌های سازمان

روش کار

و غبار) باشد (Akhlq *et al.*, 2012). برای تعیین روزهای همراه با گرد و غبار در ایستگاه سینوپتیک از کدهای هواشناسی استفاده می‌گردد. کدهایی که نشان دهنده وقوع گرد و غبارند شامل کدهای ۰۶، ۰۷، ۰۸، ۰۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۵ می‌باشد (جدول ۱)

روز همراه با پدیده گرد و غباری به روزی گفته می‌شود که در ایستگاه‌های سینوپتیک، طی هشت بار دیده‌بانی در شبانه‌روز حداقل یک بار دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر (گرد

جدول ۱- مشخصات روزهای گرد و غباری و توفانی در داده‌های هواشناسی سینوپتیک (Alijani, 2006)

Table1. Characteristics of dusty and stormy days in synoptic meteorological data

Atmospheric condition	code	Atmospheric condition	code
Light to medium dust storm	31	Dust without wind flow	06
Dust storm intensified during the last hour	32	Sand and dust with wind currents	07
Severe dust storm, weakening over the past hour	33	Sandstorm over the past hour	08
Severe dust storm, unchanged over the past hour	34	Dust storm during the last hour	09
Dust storm intensified during the last hour	35	Light to moderate dust storm	30

جدول (۲) - موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه گرد و غبار در کشور

Table2. Location of dust study stations in the country

Row	Station	Longitude (X)	Latitude (Y)
1	Tehran	1757191	1340579
2	Sabzevar	2334254	1400714
3	Birjand	2485826	1037369
4	Tabas	2270322	1110327
5	Khor	2100207	1127402
6	Ilam	1299488	1135485
7	Ghazvin	1644979	1407024
8	Arak	1609932	1169821
9	Urmia	1211428	1576367
10	Zanjan	1506803	1461404
11	Khoram Abad	1469359	1102544
12	Tabriz	1321834	1628987
13	Bandr Abas	2235285	401457
14	Chabahar	2671031	204726
15	Sirjan	2163358	649961
16	Kahnoj	2364863	488590
17	Iranshahr	2665813	418175
18	Bam	2423723	616749
19	Kerman	2285423	739525
20	Jask	2380735	229306
21	Zabol	2713287	847689
22	Zahedan	2667541	670511
23	Ahvaz	1493118	868388
24	Esfahan	1781316	1000093
25	Dezfol	1472522	987762
26	Lar	2028030	450727
27	Yasoj	1778526	802579
28	Kish	1998330	319062
29	Fasa	1969101	593236
30	Yazd	2026770	918332

کشور دارا می‌باشد. همچنین نتایج نشان دهنده آن است که ماه‌های جولای و دسامبر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد گرد و غبار را در بیشتر ایستگاه‌های کشور نسبت ماه‌های دیگر دارند. این نتایج با نتایج Zolfaghari & Abedzadeh (2005) و Bahraie *et al* (2011) که ماه جولای و دسامبر رو به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد گرد و غبار را دارند هم‌خوانی دارد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که زابل و زنجان به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد گرد و غبار را به ترتیب با ۳۶۶۶ و ۱۳۰ رخداد در طول دوره مورد مطالعه دارند. نتایج تعداد وقوع گرد و غبار در فصول مختلف در کشور حاکی از آن است که تابستان و زمستان به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین رخداد گرد و غبار در کشور دارا می‌باشد. نتایج هم‌بستگی در شمال شرق ایران در جدول (۴) آورده شده است. نتایج حاکی از آن است که بین تمام ایستگاه‌های این منطقه هم‌بستگی بالای ۹۹ درصد وجود دارد که نشان دهنده شرایط یکسان از نظر وقوع گرد و غبار در منطقه می‌باشد. با توجه به اینکه در این منطقه شرایط تقریباً یکسانی از نظر توپوگرافی و اقلیمی وجود دارد لذا این هم‌بستگی قابل توجیه می‌باشد. نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد که خور و بیرجند با ضریب ۰/۶۸۴ بیش‌ترین هم‌بستگی و سبزوار و بیرجند با ضریب ۰/۴۲۸ دارای کم‌ترین هم‌بستگی می‌باشند. نتایج هم‌بستگی در شمال غربی ایران حاکی از آن است که تمام ایستگاه‌های این منطقه دارای هم‌بستگی بالای ۹۹ درصد می‌باشند (جدول ۵). این محدوده دارای هشت ایستگاه سینوپتیک شامل ایلام، قزوین، اراک، ارومیه، زنجان، خرم‌آباد، تهران و تبریز می‌باشد. ارومیه و تبریز دارای بالاترین ضریب هم‌بستگی ۰/۸۳۸ می‌باشند. این دو شهر در یک اقلیم و کم‌ترین فاصله نسبت به هم‌دیگر وجود دارند. اراک و ایلام با ضریب ۰/۷۳۹ بعد از ارومیه و تبریز بیش‌ترین هم‌بستگی را دارند. زنجان با خرم‌آباد با ضریب هم‌بستگی ۰/۲۵۸ کم‌ترین هم‌خوانی را با هم دارند. این منطقه با توجه به جدول (۳) دارای تعداد وقوع گرد و غبار کمتری نسبت به بقیه نقاط کشور دارند که با توجه به شرایط کوهستانی و اقلیم مرطوب‌تر این ناحیه هم‌خوانی دارد. نتایج در منطقه جنوب شرقی ایران (ایستگاه‌های چابهار، سیرجان، کهنوج، ایران‌شهر، بم، کرمان، جاسک، زابل، زاهدان و بندرعباس) حاکی از هم‌بستگی خوبی بین ایستگاه‌ها دارد (جدول ۶). این منطقه نسبت به بخش‌های دیگر کشور دارای شرایط خشک‌تری

در این تحقیق از ایستگاه‌هایی استفاده شد که طول دوره و پراکنش مناسبی در سطح کشور برخوردار بودند. پس از انتخاب ایستگاه‌ها، بازه زمانی مشترک (۱۹۹۰-۲۰۱۶) تعیین شد. در این پژوهش از ۳۰ ایستگاه سینوپتیک که پراکنش یکنواختی در کل کشور را دارا بودند استفاده شد. مشخصات کلیه ایستگاه‌های مورد استفاده در کشور در جدول (۲) و پراکنده‌گی آن‌ها در سطح کشور در شکل (۱) ارائه شده است. برای تعیین تعداد وقوع گرد و غبار در کشور در دوره مورد مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۶) داده‌های مربوط به سرعت و جهت باد، میزان دید و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک کشور بررسی و تغییرات زمانی آن مورد تحلیل قرار گرفت. در این تحقیق با استفاده میزان دید افقی (کمتر از ۱۰ کیلومتر)، روزهای گرد و غبار در دوره مورد مطالعه مشخص و تغییرات وقوع این پدیده در ماه‌ها و فصل‌های مختلف سال تعیین شد. سپس هم‌بستگی در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد بین ایستگاه‌های کشور گرفته شد تا ارتباط تعداد وقوع گرد و غبار در کل کشور مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت ایران به چهار بخش شمال شرقی، شمال غربی، جنوب شرقی و جنوب غربی تقسیم شد و ایستگاه‌های سینوپتیکی که در این مناطق قرار گرفته بودند نیز مورد آنالیز آماری (هم‌بستگی) قرار گرفت تا در هر بخش نیز مورد بررسی قرار گرفته و ارتباط ایستگاه‌ها از لحاظ تعداد وقوع گرد و غبار مشخص شوند (Boroughani *et al.*, 2020). شرایط اقلیمی و آب و هوایی هر منطقه نقش مهمی بر وقوع گرد و غبار دارد. اقلیم خشک و نیمه خشک جهان به علت تراکم کم پوشش گیاهی و خشکی خاک بیشتر متاثر از گرد و غبار قرار دارند. لذا در این تحقیق به بررسی ارتباط بین تعداد وقوع گرد و غبار و شرایط کلیماتولوژی در ایستگاه‌های کشور پرداخته شد. و در نهایت ارتباط بین تعداد وقوع گرد و غبار با بارش و دما برای سال ۲۰۰۵ (به علت محدودیت در تهیه داده‌های بارش و دما) مورد تحلیل قرار گرفت.

نتایج

نتایج تغییرات تعداد روزهای گرد و غبار در ماه‌های مختلف سال در کشور در دوره مورد مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۶) در جدول (۳) آورده شده است. نتایج حاکی از آن است که ماه جولای در ایستگاه زابل با ۶۱۹ روز بیش‌ترین تعداد گرد و غبار را نسبت به ماه‌های دیگر سال در تمام ایستگاه‌های

می‌باشد. تعداد وقوع گرد و غبار نیز در این ناحیه نسبت به
و بندرعباس با ضریب ۰/۶۸۶ می‌باشد که نشان دهنده تعداد
بقیه مناطق بالاتر است. بیشترین همبستگی بین ایران شهر
وقوع گرد و غبار تقریباً نزدیکی برای این دو شهر می‌باشد.

جدول ۳- تغییرات تعداد روزهای گرد و غبار ماه‌های سال در کشور در دوره مورد مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۶)

Table 3. Changes in the number of dust days of the months of the year in the country in the study period (1990-2016)

Station	January	february	march	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Tehran	14	20	44	68	102	87	47	31	45	41	18	9
Sabzevar	3	13	56	53	68	82	63	36	37	33	19	0
Birjand	14	42	67	64	104	90	100	64	22	19	8	9
Tabas	21	74	130	184	264	220	207	137	81	75	34	20
Khor	19	48	89	86	112	82	58	20	24	25	14	19
Ilam	4	32	52	75	87	102	89	34	26	16	3	4
Ghazvin	2	8	13	30	53	33	19	12	9	16	9	2
Arak	3	26	68	105	123	162	169	68	72	62	4	3
Urmia	1	6	25	51	66	49	33	21	16	18	3	1
Zanjan	0	4	7	21	43	30	8	3	5	8	1	0
Khoram	5	44	75	89	112	104	125	57	35	16	4	3
Abad												
Tabriz	8	22	62	100	140	108	78	51	59	54	12	6
Bandr	74	152	266	364	390	379	436	406	262	136	119	88
Abas												
Chabahar	59	105	137	170	165	167	162	108	56	49	36	51
Sirjan	5	12	30	26	25	18	6	10	2	4	0	0
Kahnoj	7	8	28	9	19	15	30	14	1	3	2	9
Iranshahr	46	107	146	209	243	283	363	310	152	68	17	36
Bam	32	72	109	102	129	128	178	133	61	29	33	24
Kerman	28	53	77	73	92	45	43	26	9	11	15	26
Jask	139	233	265	232	211	220	214	183	155	149	126	133
Zabol	98	162	178	214	349	480	619	582	456	280	137	112
Zahedan	180	216	256	253	260	329	280	263	161	138	112	139
Ahvaz	64	158	172	224	283	302	309	202	169	142	85	55
Esfahan	15	36	78	109	156	152	117	81	54	62	23	11
Dezfol	5	21	25	31	42	39	39	20	7	4	2	8
Lar	0	11	37	24	33	23	27	21	8	2	2	3
Yasoj	1	18	59	48	71	63	53	37	16	8	3	1
Kish	63	130	161	197	164	123	168	156	115	92	72	74
Fasa	10	46	107	150	209	184	204	130	62	31	17	7
Yazd	41	114	155	194	231	177	127	63	57	50	35	32

جدول ۴- همبستگی تعداد وقوع گرد و غبار بین شهرهای شمال شرق ایران

Table 4. Correlation of dust incidence between cities in northeastern Iran

		tabas	birjand	sabzevar	khor
tabas	Pearson Correlation	1	0.547**	0.545**	0.505**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000
	N	324	324	323	324
birjand	Pearson Correlation	0.547**	1	0.428**	0.684**
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.000	0.000
	N	324	324	323	324
sabzevar	Pearson Correlation	0.545**	0.428**	1	0.475**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000		0.000
	N	323	323	323	323
khor	Pearson Correlation	0.505**	0.684**	0.475**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	
	N	324	324	323	324

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

** معنی داری در سطح ۹۹ درصد

اخیر این منطقه از ایران تحت تأثیر گرد و غبار زیادی از خارج از کشور بخصوص عراق و سوریه می‌باشد. تمام ایستگاه‌های منطقه جنوب غربی ایران با هم هم‌بستگی معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد دارند. بیش‌ترین هم‌بستگی در جنوب غرب ایران مربوط به اصفهان و فسا با ضریب ۰/۷۰۵ می‌باشد. کم‌ترین ضریب تأثیر مربوط به دزفول و کیش با ۰/۱۷۰ هم‌بستگی می‌باشد.

هم‌چنین نتایج بیان کننده آن است که سیرجان در این منطقه با شهرهای ایران شهر، بم، زابل، زاهدان و بندرعباس هم‌بستگی معناداری در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد ندارد. سیرجان در ارتفاع بالاتر و شرایط آب و هوایی معتدل‌تری نسبت به بقیه شهرهای منطقه دارد لذا تعداد وقوع گرد و غبار کمتری دارد. بررسی هم‌بستگی گرد و غبار در جنوب غربی ایران (ایستگاه‌های اهواز، اصفهان، دزفول، لار، یاسوج، کیش، فسا و یزد) در جدول (۷) آورده شده است. در دهه

جدول (۵) هم‌بستگی تعداد وقوع گرد و غبار بین شهرهای شمال غرب ایران

Table 6 Correlation of dust incidence between cities in northwestern Iran

		Ilam	ghazvin	arak	uromiye	zanjan	khoramabad	tehran	tabriz
Ilam	Pearson Correlation	1	0.433**	0.739**	0.629**	0.664**	0.365**	0.343**	0.601**
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ghazvin	Pearson Correlation	0.433**	1	0.453**	0.632**	0.684**	0.343**	0.485**	0.542**
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Arak	Pearson Correlation	0.739**	0.453**	1	0.586**	0.567**	0.467**	0.500**	0.661**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
uromiye	Pearson Correlation	0.629**	0.632**	0.586**	1	0.650**	0.530**	0.467**	0.838**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
zanjan	Pearson Correlation	0.664**	0.684**	0.567**	0.650**	1	0.258**	0.374**	0.613**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
khoramabad	Pearson Correlation	0.365**	0.343**	0.467**	0.530**	0.258**	1	0.385**	0.636**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
tehran	Pearson Correlation	0.343**	0.485**	0.500**	0.467**	0.374**	0.385**	1	0.566**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
Tabriz	Pearson Correlation	0.601**	0.542**	0.661**	0.838**	0.613**	0.636**	0.566**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

** معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد

نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که داده‌های تعداد وقوع گرد و غبار با بارش و دما دارای برآزش متوسط می‌باشد لذا با توجه گسترده‌گی منطقه مورد مطالعه و تنوع آب و هوایی دارای ضریب تبیین قابل قبولی می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که بین گرد و غبار با دما دارای هم‌بستگی معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد وجود دارد که نشان دهنده‌ی آن است که با افزایش دما تعداد وقوع گرد و غبار افزایش داشته است. هم‌چنین بین گرد و غبار با بارش هم‌بستگی معکوسی وجود دارد که البته معنی‌دار نیست. این نتایج حاکی از آن است که با افزایش بارندگی گرد و غبار کاهش داشته است.

نتایج در چهار بخش کشور (شمال شرقی، شمال غربی، جنوب شرقی و جنوب غربی) نشان داد که شهرهای مورد مطالعه در بخش‌های خود دارای هم‌بستگی بالای ۹۹ درصد هستند و هم‌چنین شهرهایی که در نزدیک همدیگر قرار دارند دارای ضریب بالاتری هستند. این نتایج با نتایج (Rafiee Majomard *et al* (2016)، rashki *et al* (2013)، Antoine & Nobileau (2006) و Rezazadeh *et al* (2013) که در مناطق مختلف دنیا روند گرد و غبار در ایستگاه‌های با شرایط اقلیمی مشابه هم‌بستگی بالایی دارند هم‌خوانی دارد.

نتایج ضریب تبیین و هم‌بستگی بین تعداد وقوع گرد و غبار با بارش و دمای برای سال ۲۰۰۵ در (جدول ۸ و ۹)

جدول ۶- همبستگی تعداد وقوع گرد و غبار بین شهرهای جنوب شرق ایران
Table 6. Correlation of dust occurrence between cities in southeastern Iran

		bandarabas	chabahar	sirjan	kahnoj	iranshar	bam	kerman	jask	zabol	zahedan
bandarabas	Pearson	1	0.452**	0.095	0.306**	0.686**	0.417**	0.250**	0.534**	0.577**	0.561**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.089	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
chabahar	Pearson	0.452**	1	0.208**	0.336**	0.482**	0.336**	0.302**	0.520**	0.277**	0.461**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
sirjan	Pearson	0.095	0.208**	1	0.197**	0.035	-0.035	0.284**	0.195**	0.022	0.077
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.089	0.000		0.000	0.529	0.530	0.000	0.000	0.694	0.168
kahnoj	Pearson	0.306**	0.336**	0.197**	1	0.270**	0.056	0.274**	0.395**	0.160**	0.324**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000		0.000	0.318	0.000	0.000	0.004	0.000
iranshar	Pearson	0.686**	0.482**	0.035	0.270**	1	0.580**	0.218**	0.361**	0.654**	0.513**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.529	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
bam	Pearson	0.417**	0.336**	-0.035	0.056	0.580**	1	0.296**	0.135*	0.376**	0.376**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.530	0.318	0.000		0.000	0.015	0.000	0.000
kerman	Pearson	0.250**	0.302**	0.284**	0.274**	0.218**	0.296**	1	0.275**	0.048	0.264**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.390	0.000
jask	Pearson	0.534**	0.520**	0.195**	0.395**	0.361**	0.135*	0.275**	1	0.288**	0.458**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000		0.000	0.000
zabol	Pearson	0.577**	0.277**	0.022	0.160**	0.654**	0.376**	0.048	0.288**	1	0.415**
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	.694	.004	0.000	0.000	.390	0.000		0.000
zahedan	Pearson	0.561**	0.461**	0.077	0.324**	0.513**	0.376**	0.264**	0.458**	0.415**	1
	Correlation										
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

*معنی داری در سطح ۵ درصد

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

** معنی داری در سطح ۹۹ درصد

خیلی خشک قرار دارند. هم چنین مناطق با اقلیم خشک بعد از خیلی خشک بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار را دارا هستند و مناطقی در شرایط نیمه مرطوب و مرطوب قرار دارند دارای کمترین تعداد وقوع گرد و غبار است. این نتایج با نتایج محققانی هم چون Nicoll & Hahnenberger (2014) و Miller et al (2012) و Zobeck et al (2013) که مناطق خشک و نیمه خشک را به عنوان بیشترین رخداد گرد و غبار ثبت کردند هم خوانی دارد. نتایج بیان کننده آن است که بخش های مرکزی ایران با توجه به وجود دو بیابان بزرگ دشت کویر و دشت لوت دارای اقلیم خیلی خشک هستند که بیشترین تعداد گرد و غبار را در دوره مورد مطالعه داشتند. هم چنین جنوب غربی ایران دارای تعداد زیاد رخداد گرد و غبار در کشور می باشد که دلیل آن توفان های گرد و غباری است که از کشورهای همسایه بخصوص عراق و سوریه وارد کشور می شود.

با توجه به اینکه گرد و غبار فاصله زیادی را طی می کند و همچنین ایران متأثر از گرد و غباری است که از خارج از کشور وارد می شود لذا دلیل این عدم معنی داری می تواند حرکت گرد و غبار از مناطق با بارش کم به مناطق با بارندگی زیاد باشد. این نتایج با نتایج محققانی هم چون Lee & Kim et al (2008), Prospero & lamb (2003), Sohn (2011), Wu et al (2013), Song et al (2017) و Namdari et al (2018) که نشان دادند کاهش بارش، افزایش دما و خشکسالی باعث افزایش وقوع گرد و غبار می شود هم خوانی دارد. نتایج ارتباط بین کلیماتولوژی و تعداد وقوع گرد و غبار در کشور در (شکل ۲) نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که ایستگاه هایی که در مناطق خیلی خشک قرار دارند دارای بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار هستند. شهرهای زابل، زاهدان، چابهار، یزد، اصفهان، کرمان و بندر عباس که بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار را در کشور دارا هستند در منطقه اقلیمی

جدول ۷- همبستگی تعداد وقوع گرد و غبار بین شهرهای جنوب شرق ایران
Table 7. Correlation of dust occurrence between cities in southeastern Iran

		ahvaz	esfahan	dezfol	lar	yasoj	kish	fasa	yazd
ahvaz	Pearson	1	.549**	.322**	.396**	.537**	.367**	0.632**	0.497**
	Correlation								
esfahan	Sig. (2-tailed)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Pearson	0.549**	1	0.562**	0.491**	0.654**	0.201**	0.705**	0.682**
dezfol	Correlation								
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
lar	Pearson	0.322**	0.562**	1	0.348**	0.555**	0.170**	0.467**	0.419**
	Correlation								
yasoj	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
	Pearson	0.396**	0.491**	0.348**	1	0.586**	0.411**	0.623**	0.437**
kish	Correlation								
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
fasa	Pearson	0.537**	0.654**	0.555**	0.586**	1	0.466**	0.661**	0.544**
	Correlation								
yazd	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Pearson	0.367**	0.201**	0.170**	0.411**	0.466**	1	0.451**	0.291**
	Correlation								
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Pearson	0.632**	0.705**	0.467**	0.623**	0.661**	0.451**	1	0.596**
	Correlation								
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Pearson	0.497**	0.682**	0.419**	0.437**	0.544**	0.291**	0.596**	1
	Correlation								
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

** معنی داری در سطح ۹۹ درصد

جدول ۸- نتایج ضریب تبیین برای تعداد وقوع گرد و غبار به عنوان متغیر وابسته و بارش و دما به عنوان متغیر مستقل

Table 8. Explanation coefficient results for the number of occurrences of dust as a dependent variable and precipitation and temperature as an independent variable

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.443	.196	.137	40.67261	.196	3.292	2	27	.053

a. independent variable: rain, temperature

الف- متغیر مستقل: بارش، دما

b. Dependent Variable: dust

ب- متغیر وابسته: گرد و غبار

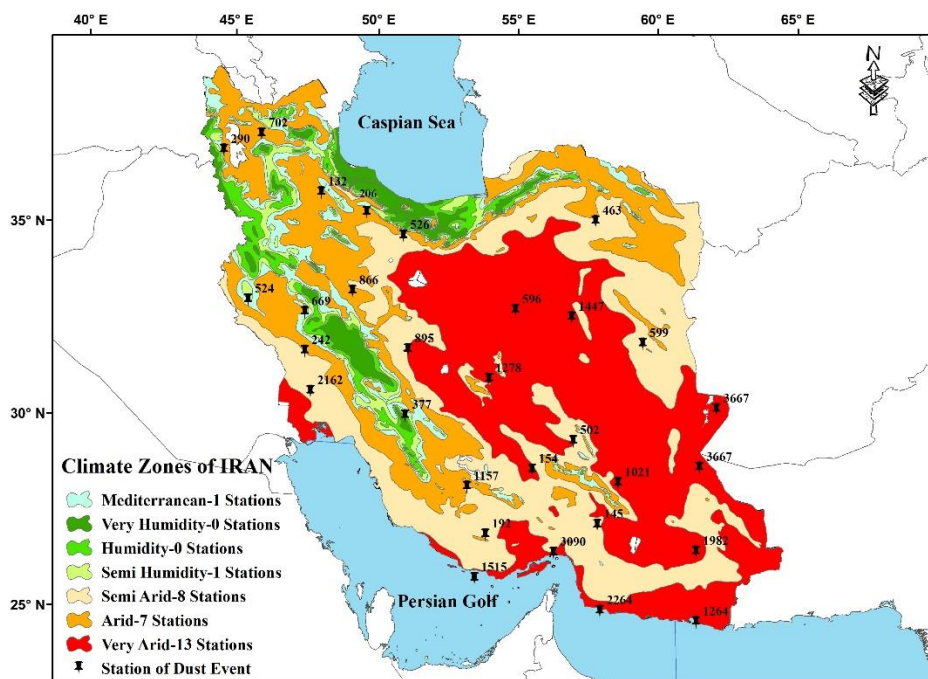
جدول ۹- همبستگی بین تعداد وقوع گرد و غبار با بارش و دمای سال ۲۰۰۵ برای منطقه مورد مطالعه

Table 9. Correlation of between dust event with rain and temperature for case study

		Rain	Temperature	Dust
Rain	Pearson Correlation	1	-0.341	-0.338
	Sig. (2-tailed)		0.065	0.068
Temperature	Pearson Correlation	-0.341	1	0.384*
	Sig. (2-tailed)	0.065		0.036
Dust	Pearson Correlation	-0.338	0.384*	1
	Sig. (2-tailed)	0.068	0.036	

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

* معنی داری در سطح ۵ درصد



شکل ۲- نقشه ارتباط بین اقلیماتولوژی با تعداد وقوع گرد و غبار در کشور
 Figure 2. Map of the relationship between climatology and dust event in the country

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق به بررسی روند وقوع گرد و غبار در ایران و تعیین همبستگی بین ایستگاه‌های سینوپتیک ایران در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ پرداخته شد. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که ماه‌های جولای و دسامبر به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد گرد و غبار را در بیشتر ایستگاه‌های کشور نسبت به ماه‌های دیگر دارند. همچنین نتایج تعداد وقوع گرد و غبار در فصول مختلف در کشور حاکی از آن است که تابستان و زمستان به ترتیب بیشترین و کمترین رخداد گرد و غبار در کشور دارا می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که تقریباً همبستگی معنی‌داری در کل کشور بین ایستگاه‌های سینوپتیک وجود دارد که نشان دهنده شرایط مشابه از لحاظ وقوع گرد و غبار در ایران می‌باشد. با توجه به اینکه بخش زیادی از

کشور (ایستگاه‌های مورد مطالعه) در اقلیم خشک و نیمه خشک وجود دارد لذا وقوع گرد و غبار در اکثر نقاط کشور بالا می‌باشد. شهرهای نزدیک دارای شرایط آب و هوایی تقریباً یکسانند و کانون‌های برداشت گرد و غبار مشترکی سبب ایجاد توفان گرد و غبار در شهرهای همجوار می‌شوند در نتیجه دارای ضریب همبستگی بالایی نسبت به شهرهای با فاصله بیشتر هستند. به طور کلی نتایج بررسی روند گرد و غبار در ایران حاکی از آن است که تقریباً اکثر نقاط کشور با این پدیده درگیر هستند و شهرهای زابل و اهواز دارای شرایط بحرانی تری نسبت به بقیه نقاط کشور دارند. با توجه به نتایج حاضر تحقیق در زمینه شناسایی کانون‌های اصلی گرد و غبار در کل منطقه توصیه می‌شود و در نهایت پیشنهاد می‌شود با همکاری کشورهای منطقه راهکارهای مدیریتی و اجرایی جهت کاهش این پدیده انجام شود.

References

- Akhlaq M., Sheltami T.R., and Mouftah H.T. 2012. A review of techniques and technologies for sand and dust storm detection. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 11(3): 305–22.
- Alijani B. 2006. *Synoptic Climatology*, Second Edition, Tehran, Samat Publications. 285.
- Ansari Ghojari M., Araghinejad S.h., Bazrafshan J., and Horfer A.H. 2019. Investigation of the frequency of days with dust storms and its relationship with climatic elements (Case study: Lorestan provinc). *Iranian Soil and Water Research*, 50(9): 2289-2301. (In Persian)

- Antoine D., and Nobileau D. 2006. Recent increase of Saharan dust transport over the Mediterranean Sea, as revealed from ocean color satellite (SeaWiFS) observations. *J. Geophys. Res.*, 111: D12214. doi:10.1029/2005JD006795.
- Azizi G., Shamsipour A., Miri M., and Safarrad T. 2012. Synoptic and remote sensing analysis of dust events in southwestern Iran. *Natural Hazards*, 61: 2214-2293.
- Bahiraie H., Ayazi M.H., Rajaie M.A., and Ahmadi H. 2011. Synoptic statistical analysis of dust phenomenon in Ilam province. *Quarterly Journal of New Attitudes in Human*, 4(1): 47-67. (In Persian)
- Boroughani M., Pourhashemi S., Hashemi H., Salehi M., Amirahmadi A., Zanganeh Asadi M.A., and Berndtsson R. 2020. Application of remote sensing techniques and machine learning algorithm in dust source detection and dust source susceptibility mapping. *Ecological Informatics*, 56(2020): 101059.
- Boroghani M., Mirnia S.K., Vahhabi J., and Ahmadi S.J. 2015. Investigation of nanozeolite effects on soil erosion decreasing using FEL3 rainfall simulator. *Journal of Watershed Management Research*, 5(9): 95-109.
- Cao H., Amiraslani F., Liu J., and Zhou N. 2015. Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. *Science of the Total Environment*, 502: 224-235.
- Chaternour M., Landi A., Farrokhian firouzi A., Noroozi A., and Bahrami H. 2020. Application of hyperspectral images in quantification of soil gypsum in center areas of Khuzestan Province Prone to dust generation. *Applied Soil Research*, 8(3):1-13. (In Persian)
- Goudie A. 2014. Review desert dust and human health disorders. *Environment International*, 63(3): 101-113.
- Goudie A.S., and Middleton N.J. 2001. Saharan dust storms: nature and consequences. *Earth Science Reviews*, 56(6): 179-204.
- Hahnenberger M., and Kathleen N. 2014. Geomorphic and land cover identification of dust sources in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A. *Geomorphology*, 204(2): 657-672.
- Hahnenberger M., and Nicoll K. 2012. Meteorological characteristics of dust storm events in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A. *Atmospheric Environment*, 60(15): 601- 612.
- Kim S.W., Yoon S.C., and Kim J. 2008. Columnar Asian dust particle properties observed by sun/sky radiometers from 2000 to 2006 in Korea. *Atmospheric Environment*, 42(3): 492-504.
- Kheirfam F., and Asadzadeh F. 2020. Soil feasibility of mowing sands stabilization in the dried-up beds of Lake Urmia using inoculation and stimulation of soil native cyanobacteria. *Applied Soil Research*, 8(1): 31-43. (In Persian)
- Lee E.H., and Sohn B.J. 2011. Recent increasing trend in dust frequency over Mongolia and Inner Mongolia regions and its association with climate and surface condition change. *Atmospheric Environment*, 45(27): 4611-4616.
- Miller M.E., Bowker M.A., Reynolds R.L., and Goldstein H.L. 2012. Post-fire land treatments and wind erosion lessons from the Milford Flat Fire, UT, USA. *Aeolian Research*, 7(4): 29-44.
- Namdari S., Karimi N., Sorooshian A., Mohamadi G.H., and Sehatkashani S. 2018. Impacts of climate and synoptic fluctuations on dust storm activity over the Middle East. *Atmospheric Environment*, 173: 265-276.
- O'Loingsigh T., McTainsh G.H., Tews E.K., Strong C.L., Leys J.F., Shinkfield P., and Tapper N.J. 2014. The dust storm index (DSI): a method for monitoring broadscale wind erosion using meteorological records. *Aeolian Research*, 12: 29-40.
- Prospero J.M., and Lamb P.J. 2003. African droughts and dust transport to the Caribbean: climate change implications. *Journal of Science*, 302(8): 1024-1027.
- Rafiee Majomard Z., Yazdani M.R., and Rahimi M. 2016. Analysis of the trend of the number of days with dust in Iran. *Arid Biome*, 6(2): 11-23. (In Persian)
- Raei B., Ahmadi A., Neyshaburi M.R., Ghorbani M.A. and Asadzadeh F. 2020. Determination of soil wind erodibility in eastern Urmia Lake and its relationship with soil physicochemical properties. *Applied Soil Research*, 8(2):82-98. (In Persian)
- Rashki A., Kaskaoutis D.G., Goudie A.S., and Kahn R.A. 2013. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: The case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. *Science of the total environment*, 434(3): 552-564.

- Rezazadeh M., Irannejad P., and Shao Y. 2013. Climatology of the middle east dust events. *Aeolian Research*, 10(2013): 103-109.
- Song H., Wang K., Zhang Y., Hong C., and Zhou S. 2017. Simulation and evaluation of dust emissions with WRF-Chem (v3.7.1) and its relationship to the changing climate over East Asia from 1980 to 2015. *Atmospheric Environment*, 167: 511-522.
- TaheriShahriayni H., Karimi K., HabibiNokhandan M., and HafeziMoghadas N. 2015. Monitoring of dust storm and estimation of aerosol concentration in the Middle East using remotely sensed images. *Arab J Geosci*, 8(2015): 2095-2110.
- Tan M., Li X., and Xin L. 2014. Intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: A new definition. *Atmospheric Environment*, 85(4): 215-222.
- Wu J., Zhao L., Zheng Y., and LU A. 2013. Regional differences in the relationship between climatic factors, vegetation, land surface conditions, and dust weather in China's Beijing-Tianjin Sand Source Region. *Natural Hazards*, 62(1): 31-44.
- Xuan J., Sokolik I.N., Hao J., Guo F., Mao H., and Yang G. 2004. Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia. *Atmos. Environ*, 38: 6239-625.
- Yang X., Zhu B., Wang X., Zhou L.Z., Chen J., Yin J., and Lu Y. 2008. Late quaternary environmental changes and organic carbon density in the Hunshandake Sandy land eastern Inner Mongolia, China. *Global and Planetary Change*, 65: 71-73.
- Zobeck T., Baddock M., Pelt R., Tatarko J., and Acosts-Martinez V. 2013. Soil property effects on wind erosion of organic soils. *Aeolian Research*, 10: 43-51.
- Zolfaghari H., and Abedzadeh H. 2005. Analysis of dust synoptic systems in western Iran. *Journal of Geography and Development*, (3): 173-181. (In Persian)

Investigating the Trend of Changes and Correlation Between the Occurrence of Dust in Iran

Mahdi Boroughani^{1*}

(Received: December 2020 Accepted: February 2021)

Abstract

Dust phenomenon is one of the destructive and common phenomena in arid and desert areas of Iran and the world that has harmful effects on human life and the environment. The purpose of this study is to statistically investigate the number of dust occurrences for the period 1990 to 2016 for the whole of Iran. In this study, the number changes of dust occurrences in months of the studied years (1990-2016) were analyzed at 30 stations in the country, and the correlation between stations at four regions and the whole country was investigated. The results of the occurrence number of dust in different seasons in the country indicated that the highest and lowest occurrence of dust in the country were in summer and winter, respectively. The highest and lowest dust levels were on July and December, respectively, in most stations in the country compared to other months. Also, the results showed that Zabol and Zanzan had the highest and lowest dust levels with 3666 and 130 events during the year, respectively. Most of the stations in the country had a significant correlation in terms of dust occurrence at the level of 95 and 99%, which indicates that almost most of the country have similar conditions in terms of dust storm. The results also showed that the stations that were geographically close to each other had a higher correlation coefficient.

Key words: Correlation, Dust, Iran, Synoptic Station

Boroughani M. 2022. Investigating the trend of changes and correlation between the occurrence. *Applied Soil Research*, 10(1): 69-81.

1- Assistant Professor of Research Center for Geoscience and Social Studies, Hakim Sabzevari University, Iran

* Corresponding Author [Email: m.boroughani@hsu.ac.ir](mailto:m.boroughani@hsu.ac.ir)