

УДК 551.56

**ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ПЫЛЬНЫХ БУРЬ
В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ИРАНА В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА***Ю.П. Переведенцев, Р. Занди, Т.Р. Аухадеев, К.М. Шанталинский***Аннотация**

Рассмотрено происхождение и пространственно-временное распространение пыльных бурь по территории провинции Хузестан, расположенной в юго-западной части Ирана, в условиях современного потепления климата. Выявлено, что примерно в 75% случаев пыльные бури возникают за пределами региона, остальные имеют местное происхождение. Главное внимание уделено многолетним особенностям пыльных бурь, их продолжительности, годовому и суточному ходу, ухудшению горизонтальной дальности видимости при пыльных бурях. Анализ данных о состоянии и изменчивости температурного режима в регионе за последние десятилетия показал, что в зимний период температура воздуха испытывает временные колебания, а в летний наметилась явная тенденция к ее повышению.

Ключевые слова: пыльные бури, ветер, горизонтальная видимость, повторяемость пыльных бурь, перепад давления.

Введение

Пыльные бури относятся к опасным явлениям погоды. Под пыльной бурей принято понимать явление, когда ветром в воздух поднимается большое количество пыли, песка, частиц сухой земли, вследствие чего происходит замутнение атмосферы и значительное ухудшение видимости. Перенос больших количеств густой пыли или песка сильным ветром – типичное явление пустынь и степей, в результате чего происходит ветровое разрушение или дефляция почв [1–3]. Наблюдения из космоса позволяют отслеживать направления перемещения пылевых выносов, их размеры и интенсивность [4]. В последние годы отмечается заметное увеличение повторяемости и интенсивности пыльных бурь на территории провинции Хузестан, расположенной в юго-западной части Ирана, что значительно усложняет работу транспорта, негативно влияет на сельское хозяйство и здоровье человека. Благодаря космическим наблюдениям установлено, что в южной Азии наиболее часто пылевые облака, связанные с северо-западными потоками, наблюдаются над Месопотамской низменностью. Пыль поднимается на междуречье Тигра и Ефрата, выносится в направлении Персидского залива на расстояние до 600–700 км [5], то есть на территорию провинции Хузестан. Поэтому представляет определенный научный и практический интерес рассмотреть современную статистику пыльных бурь на территории региона на фоне происходящих антропогенных, климатических и погодных процессов.

Анализ метеорологических данных в период 1948–2010 гг. в узлах сетки с разрешением 0.5° показал, что в январе температура воздуха растет с севера

на юг от 0 °С до 13 °С, что создает большие меридиональные градиенты. В предгорной части температуры самые низкие. В июле она также возрастает с севера на юг от 30 °С до 40 °С. при этом межгодовая изменчивость невелика (средне-квадратическое отклонение в январе порядка 2 °С, а в июле всего лишь 1 °С), что значительно ниже, чем в умеренных широтах. В последние десятилетия в зимний период долгопериодная компонента температуры воздуха испытывает временные колебания в пределах 1.4 °С, а в летний наблюдается хорошо выраженная тенденция к ее росту (~ на 1 °С за последние 40 лет). Таким образом, в отличие от умеренных широт в Хузестане повышение температуры происходит в летний период, а не в зимний. Это обстоятельство благоприятствует образованию пыльных бурь.

Исходный материал и методы исследования

В качестве исходных данных использовались материалы метеорологических наблюдений в период 2000–2010 гг. (11 лет) 13 станций, равномерно расположенных по всей территории Хузестана. Фиксировалось время возникновения и окончания пыльной бури, ее интенсивность, что позволило установить как число пыльных бурь, так и количество дней с пыльными бурями, дальность горизонтальной видимости. Кроме метеорологических данных к анализу привлекались аэросиноптические материалы и космические снимки. Результаты наблюдений подвергались статистической обработке.

Результаты и их обсуждение

Пыльные бури, фиксируемые на территории провинции Хузестана, имеют как местное, так и внешнее (адвективное) происхождение, они возникают, как правило, на территории Ирана, Саудовской Аравии, Сирии, откуда пыль сильными северными и северо-западными ветрами переносится в юго-западные районы Ирана. Анализ данных наблюдений позволяет установить неравномерный характер распределения пыльных бурь как во времени, так и в пространстве.

Табл. 1

Повторяемость пыльных бурь местного и адвективного происхождения на территории провинции Хузестан (%) в период 2000–2010 гг.

Тип бури	Годы											За все годы
	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	
Местный	8.98	14.29	21.18	22.05	35.29	38.32	13.9	28.26	47.33	24.87	23.86	25.30
Адвективный	91.02	85.71	78.82	77.95	64.71	61.68	86.1	71.74	52.67	75.13	76.14	74.70

Как видно из табл. 1, пыльные бури чаще всего возникают за пределами Хузестана (до 75% от общего количества за 11-летний период), особенно это заметно в последние годы. Так, в 2010 г. 91% случаев возникновения пыльных бурь приходится на прилегающие районы Ирака и Саудовской Аравии и лишь 9% от числа всех отмеченных бурь возникло в самом регионе. Следует отметить, что разрушительные войны, происходившие в регионе в конце XX в., нанесли

Табл. 2

Число дней с пыльной бурей по годам на станциях Хузестана в период 2000–2010 гг.

Станции	Годы												Сред- нее за год
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Сум- ма	
Все пыльные бури													
Бостан	23	14	6	38	82	22	37	102	62	97	78	561	51
Абадан	31	46	26	54	84	40	39	84	49	79	85	617	56.1
Дизфуль	79	105	50	76	112	46	58	124	94	117	115	976	88.7
Ахваз	26	38	12	54	97	47	53	108	64	102	96	697	63.4
Шуштер	20	20	7	36	53	10	7	35	16	35	32	271	24.6
Махшехр	11	30	7	35	76	20	27	49	35	64	54	408	37.1
Месджеде-Сoleyман	57	70	8	50	116	40	45	129	47	63	78	703	63.9
Рамхормоз	11	30	7	35	76	20	27	49	37	50	46	388	35.3
Агаджери	9	13	9	16	70	7	5	51	35	49	52	316	28.7
Дизфуль Сафи Абад	71	98	45	62	98	37	48	108	83	105	96	851	77.4
Изе	24	25	19	16	12	23	27	24	23	21	25	293	21.7
Бехбехан	9	12	8	13	62	6	3	49	31	44	47	284	25.8
Омидийе	9	14	9	17	71	8	5	51	35	49	52	320	29.1
Пыльные бури местные													
Бостан	18	7	6	13	12	7	20	51	24	16	9	183	16.6
Абадан	7	26	23	24	20	28	25	31	19	16	18	237	21.5
Дизфуль	21	17	20	27	35	28	39	34	32	35	30	318	28.9
Ахваз	7	9	4	14	10	10	9	12	5	15	11	106	9.6
Шуштер	8	9	5	11	8	6	4	20	0	2	2	75	6.8
Махшехр	5	22	4	20	11	8	4	8	10	8	6	106	9.6
Месджеде-Сoleyман	2	2	4	0	5	1	4	2	2	0	0	22	2
Рамхормоз	0	2	1	2	3	4	5	3	2	2	1	25	2.3
Агаджери	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0.4
Дизфуль Сафи Абад	18	13	17	20	28	20	32	25	26	30	22	251	22.8
Изе	0	1	1	2	2	1	4	5	0	2	1	19	1.7
Бехбехан	0	2	3	2	1	2	0	0	0	0	0	10	0.9
Омидийе	0	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	8	0.7
Пыльные бури внешние (адвективные)													
Бостан	5	7	0	25	70	5	17	51	38	81	69	368	33.5
Абадан	24	20	3	30	64	12	14	53	30	63	67	380	34.5
Дизфуль	58	88	30	49	77	18	19	90	62	82	85	658	59.8
Ахваз	19	29	8	40	87	37	44	96	56	87	85	588	53.5
Шуштер	12	11	2	25	45	4	3	15	16	33	30	196	17.8
Махшехр	6	8	3	15	65	12	23	41	25	56	48	302	27.5
Месджеде-Сoleyман	55	68	4	50	111	39	41	127	45	63	78	681	61.9
Рамхормоз	11	28	6	33	73	16	22	46	35	48	45	363	33
Агаджери	9	12	8	15	69	7	5	51	35	49	52	312	28.4
Дизфуль Сафи Абад	53	85	28	42	70	17	16	81	57	75	74	598	54.4
Изе	24	24	18	14	10	22	23	19	23	19	24	220	20
Бехбехан	9	10	5	11	61	4	3	49	31	44	47	274	24.9
Омидийе	9	12	8	15	69	7	5	51	35	49	52	312	28.4

Табл. 3

Среднемесячное распределение продолжительности (в часах) пыльных бурь в провинции Хузестан

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Продолжительность	7.5	24.1	33.3	45.7	82.6	74.2	111.7	37.5	26.5	16.6	10.5	3.8

огромный ущерб лесным насаждениям, что создало дополнительные предпосылки для возникновения пыльных бурь при соответствующих синоптических условиях.

Важным показателем, характеризующим пыльные бури, является число дней с этим явлением. Эта характеристика весьма неустойчива во времени.

Распределение числа дней с пыльными бурями по годам и их происхождению (местные, адвективные) для 13 рассматриваемых станций в период 2000–2010 гг. представлено в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что число дней с пыльной бурей распределено по годам и станциям неравномерно, особенно это заметно в случае анализа местных бурь. Наиболее благоприятные условия для возникновения пыльных бурь складываются на равнинной территории, прилегающей к Персидскому заливу. Этому способствуют термобарические условия, сильные ветры и состояние почвы.

Энергия воздушного потока, воздействующего на подстилающую поверхность и вызывающего разрушение почвенного покрова, перенос эолового материала в пространстве, рассчитывается по формуле [6]:

$$E_p = 0.625(V^3 - V_{кр}^3)t, \quad (1)$$

где V – заданная скорость ветра в определенном диапазоне; $V_{кр}$ – критическая скорость ветра для эональной почвы; t – время воздействия ветра в диапазоне скорости, соответствующей величине V .

Для основных почвенных разновидностей критическая скорость составляет от 5.7 до 14.4 м/с. По нашим оценкам энергия воздушного потока во время сильных пыльных бурь может достигать нескольких сот миллионов Дж/м²·мес.

Теория отрыва частиц от поверхности почвы во время пыльных бурь разработана в [7, 8], согласно которой это явление происходит в турбулентном пограничном слое атмосферы при достижении динамической скоростью u_* некоторого критического значения ~20–30 см/с. Интересно отметить и то обстоятельство, что при наличии пыли в воздухе происходит ускорение потока (ветра) [9]. Свидетельством этому являются интенсивные пыльные бури на планете Марс [4].

В течение года пыльные бури распределяются крайне неравномерно. Было подсчитано среднее число часов с пыльной бурей для каждого месяца за 11-летний период (табл. 3).

Как видно из табл. 3, с апреля отмечается усиление пыльных бурь, при этом максимум приходится на июль, затем начиная с августа происходит их значительное уменьшение до декабря – января, когда повторяемость минимальна. Таким образом, преобладающее число случаев приходится на период май – июль,

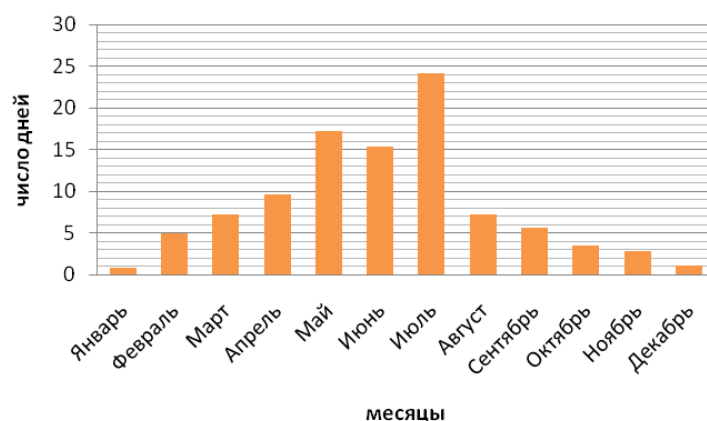


Рис. 1. Среднее число дней с пыльной бурей по месяцам (%) по территории Хузестан

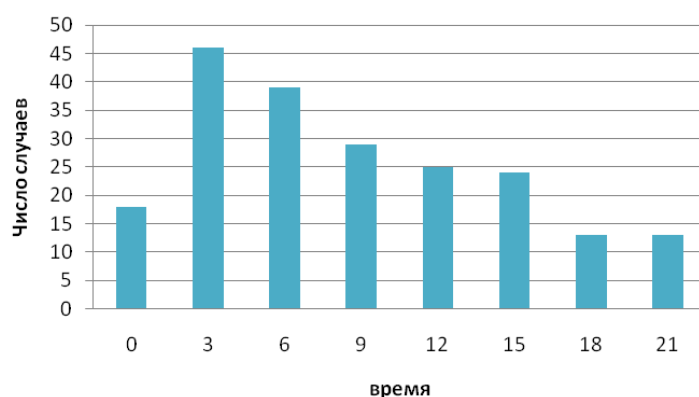


Рис. 2. Время возникновения пыльных бурь (по Гринвичу)

а минимальное – на октябрь – февраль. Оценка числа дней с пыльной бурей показала, что на июль приходится почти четверть от числа дней с пыльной бурей в году по всей территории Хузестана (рис. 1).

При этом следует заметить, что в июле среднемесячная температура повсеместно превышает 30 °С, отсутствуют атмосферные осадки и относительная влажность ниже 30%, что соответствует условиям засухи. Сильные ветры завершают картину. Отметим для сравнения, что в отдельных районах Прикаспийской низменности (Россия) число дней с пыльными бурями очень велико, например, в районе озера Баскунчак оно достигает 50–60 дней в год [10].

В суточном ходе, как правило, максимальная повторяемость начала пыльных бурь приходится преимущественно на полуденные и послеполуденные часы, когда более развит турбулентный обмен и усиливается скорость ветра, минимум приходится на ночные часы. Однако на территории Хузестана наибольшая повторяемость наблюдается в утренние часы, что обусловлено региональными факторами: различный прогрев суши и моря порождает усиление ветра в утренние часы. На рис. 2 представлен суточный ход возникновения пыльных бурь (время по Гринвичу, для перехода к местному времени необходимо прибавлять 3.5 ч).

Следует отметить, что наиболее часто на территории Хузестана возникают пыльные бури с продолжительностью до 4 дней, на долю градаций 0–2 и 2–4 дня,

Табл. 4

Распределение количества пыльных бурь по продолжительности в днях на территории Хузестана за период 2000–2010 гг.

Станция	Число пыльных бурь с продолжительностью					Всего
	≥ 8 сут	6–8 сут	4–6 сут	2–4 сут	0–2 сут	
Бостан	9 (3.71%)	7 (2.89%)	26 (10.74%)	109 (45.04%)	91 (37.60%)	242
Абадан	16 (5.57%)	11 (3.83%)	19 (6.62%)	145 (50.52%)	101 (35.19%)	287
Дизфуль	22 (5.83%)	9 (2.38%)	26 (6.89%)	140 (37.13%)	180 (47.74%)	377
Ахваз	15 (4.04%)	17 (4.50%)	23 (6.19%)	179 (48.24%)	137 (36.92%)	371
Шуштер	5 (2.89%)	5 (2.89%)	9 (5.20%)	81 (46.82%)	73 (42.19%)	173
Махшехр	5 (2.14%)	7 (3.00%)	10 (4.29%)	105 (45.06%)	106 (45.49%)	233
Месджеде-Сoleyман	12 (4.02%)	14 (4.69%)	22 (7.37%)	152 (51.00%)	98 (32.88%)	298
Рамхормоз	7 (3.50%)	7 (3.50%)	15 (7.50%)	91 (45.50%)	80 (40.00%)	200
Агаджери	14 (5.24%)	7 (2.62%)	18 (6.74%)	116 (43.44%)	112 (41.94%)	267
Дизфуль Сафи Абад	16 (5.31%)	12 (3.98%)	25 (8.30%)	125 (41.52%)	123 (40.86%)	301
Изе	4 (2.12%)	9 (4.78%)	31 (16.48%)	96 (51.06%)	48 (25.53%)	188
Бехбехан	9 (4.26%)	3 (1.42%)	20 (9.47%)	101 (47.86%)	78 (36.96%)	211
Омидийе	7 (3.03%)	4 (1.73%)	18 (7.79%)	95 (41.12%)	107 (46.32%)	231

согласно данным табл. 4, приходится более 80% случаев и значительно реже встречаются пыльные бури с продолжительностью 4 сут и более. Это наиболее сильные бури, представляющие наибольшую опасность, так как они сопровождаются сильными ветрами и значительным ухудшением видимости. В частности, эти бури парализуют работу международного аэропорта в г. Эль-Кувейте.

Пыльные бури сопровождаются ухудшением горизонтальной видимости до 1 км и менее. Всю выборку по дальности видимости при пыльных бурях на отдельных станциях поделили на градации: менее 500, 500–1000, 2000–5000 и 5000–10000 м. Как видно из табл. 5, наибольшее число случаев с ухудшением видимости приходится на градации 5000–10000 м, то есть запыленность атмосферы не столь высока, а наименьшее – на градацию менее 500 м, что является косвенной оценкой интенсивности пыльных бурь. При этом чаще всего пыльные бури возникают в Ахвазе и в Абадане, реже – на станциях Рамхормоз, Изе, Бехбехан, Омидийе, что объясняется их расположением и ростом атмосферных осадков. За весь период наблюдений зафиксировано 6 случаев пыльных бурь с ухудшением горизонтальной видимости до 100 м и меньше, 11 случаев с пыльной бурей, когда видимость уменьшалась до 200 м и ниже.

Согласно международному коду метеорологической дальности видимости [11], видимость от 2000 до 10000 м соответствует дымке, а начиная с 2000 м и ниже – различным стадиям развития тумана. Так, при дальности видимости 50–200 м отмечается густой туман, при котором полеты авиации категорически запрещены, а в малозапыленном и достаточно сухом воздухе видимость может достигать многих десятков километров [1]. Таким образом, пыльные бури создают неблагоприятные условия по видимости, эквивалентные такому известному метеорологическому явлению, как туман, и при этом оказывающие дополнительное вредное воздействие на здоровье человека.

Табл. 5

Распределение значений горизонтальной видимости на территории Хузестана за период 2000–2010 гг.

Станция	Число ухудшения видимости до					Всего
	менее 500 м	1000–500 м	2000–1000 м	5000–2000 м	10000–5000 м	
Бостан	16 (6.61%)	46 (19.00%)	27 (11.15%)	56 (23.14%)	97 (40.00%)	242
Абадан	29 (10.10%)	57 (19.86%)	44 (15.33%)	33 (11.49%)	124 (43.20%)	287
Дизфуль	6 (1.59%)	39 (10.34%)	30 (7.95%)	40 (10.61%)	262 (69.49%)	377
Ахваз	18 (4.85%)	51 (13.74%)	41 (11.05%)	83 (22.37%)	178 (47.97%)	371
Шуштер	14 (8.09%)	30 (17.34%)	27 (15.60%)	19 (10.98%)	83 (47.97%)	173
Махшехр	15 (6.43%)	37 (15.87%)	41 (17.59%)	36 (15.45%)	104 (44.63%)	233
Месджеде-Сoleyман	4 (1.34%)	18 (6.04%)	22 (7.38%)	96 (32.21%)	158 (53.02%)	298
Рамхормоз	3 (1.50%)	8 (4.00%)	10 (5.00%)	38 (19.00%)	141 (70.50%)	200
Агаджери	7 (2.62%)	13 (4.86%)	32 (11.98%)	50 (18.72%)	165 (61.79%)	267
Дизфуль Сафи Абад	5 (1.66%)	33 (10.96%)	27 (8.97%)	38 (12.62%)	198 (65.78%)	301
Изе	8 (4.25%)	14 (7.44%)	19 (10.10%)	40 (21.27%)	107 (56.91%)	188
Бехбехан	8 (3.79%)	14 (6.63%)	13 (6.16%)	26 (12.32%)	150 (71.09%)	211
Омидийе	7 (3.03%)	14 (6.06%)	12 (5.19%)	25 (10.82%)	173 (74.89%)	231

Заключение

В работе представлены многолетние особенности проявления пыльных бурь в провинции Хузестан, на следующем этапе исследований планируется рассмотреть зависимость пыльных бурь от метеорологических факторов, особенностей термобарического поля и прохождения атмосферных фронтов.

Подытоживая все вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

На территории Хузестана преобладают адвективные (внешние) пыльные бури, формирующиеся в южном Ираке и юго-восточной Аравии.

В последние годы наблюдается увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности пыльных бурь.

Причиной поступления пыли из Ирака является сильный ветер, возникающий из-за перепада атмосферного давления между юго-восточной Турцией и западом Ирака, с одной стороны, и провинцией Хузестан, с другой, где возникает область низкого давления.

Повторяемость и интенсивность пыльных бурь уменьшаются в направлении с юго-запада на северо-восток, при переходе от равнинной местности к гористой.

Пыльные бури чаще всего возникают в период март – июль и преимущественно в первую половину дня.

Большинство пыльных бурь имеет продолжительность менее 4 сут и горизонтальную видимость более 1000 м.

Литература

1. Хромов С.П., Мамонтова Л.Н. Метеорологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 568 с.
2. Агаркова А.П. Пыльные бури и их прогноз. – М.: Моск. отд. Гидрометеиздата, 1981. – 105 с.

3. Захаров П.С. Пыльные бури. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 164 с.
4. Григорьев А.А., Кондратьев К.Я. Пылевые бури на Земле и Марсе. – М.: Знание, 1981. – 64 с.
5. Григорьев А.А., Кондратьев К.Я. Экодинамика и геополитика. Т. I–II. Экологические катастрофы. – СПб., 2001. – 687 с.
6. Сажин А.Н., Судаков А.В. Сравнительно-географический анализ эоловых процессов в степях Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин // Степи Северной Евразии: Материалы IV междунар. симпозиума. – Оренбург: ИПК «Газпром-печать», 2006. – С. 633–636.
7. Гледзер Е.Б., Гранберг И.Г., Чхетиани О.Г. Динамика воздуха вблизи поверхности почвы и конвективный вынос аэрозоля // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 46, № 1. – С. 35–47.
8. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of mature dust storms // J. Atmospheric Sci. – 1974. – V. 31. – P. 1917–1932.
9. Баренблатт Г.И. Автомодельность. Промежуточная асимптотика. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 255 с.
10. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 214 с.
11. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 415 с.

Поступила в редакцию
07.02.14

Переведенцев Юрий Петрович – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: Yuri.Perevedentsev@kpfu.ru

Занди Рахман – аспирант кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: rahmanzandi@gmail.com

Аухадеев Тимур Ринатович – аспирант кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: tauhadeev@yandex.ru

Шанталинский Константин Михайлович – кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: Konstantin.Shantalinsky@kpfu.ru

* * *

SPECIAL CHARACTERISTICS OF DUST STORMS IN THE SOUTHWESTERN PART OF IRAN IN THE EARLY 21 CENTURY

Yu.P. Perevedentsev, R. Zandi, T.R. Aukhadeev, K.M. Shantalinskii

Abstract

The article considers the origin and spatio-temporal distribution of dust storms within the territory of Khuzestan Province located in the southwestern part of Iran. It was found that approximately 75% of the dust storms occur outside the region, the rest are of local origin. The main attention is focused on the long-term features of dust storms, their duration, annual and daily cycle, and horizontal visibility deterioration caused by dust storms. The analysis of state and variability of temperature conditions in the

region over the past few decades showed that in winter temperature experiences temporary fluctuations, and there is a clear upward trend in summer.

Keywords: dust storms, wind, horizontal visibility, frequency of dust storms, pressure difference.

References

1. Khromov S.P., Mamontova L.N. Meteorological Dictionary. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1974. 568 p. (In Russian)
2. Agarkova A.P. Dust Storms and Their Forecast. Moscow, Mosk. otd. Gidrometeoizdata, 1981. 105 p. (In Russian)
3. Zakharov P.S. Dust Storms. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1965. 164 p. (In Russian)
4. Grigorev A.A., Kondratev K.Ya. Dust Storms on the Earth and Mars. Moscow, Znanie, 1981. 64 p. (In Russian)
5. Grigorev A.A., Kondratev K.Ya. Ecodynamics and Geopolitics. Vol. I–II. Ecological Disasters. Saint Petersburg, 2001. 687 p. (In Russian)
6. Sazhin A.N., Sudakov A.V. Comparative geographical analysis of eolian processes in the steppes of the East European and West Siberian Plains. *Stepi Severnoi Evrazii. Materialy IV mezhdunar. simpoziuma* [The Steppes of Northern Eurasia. Mater. Int. Symp.], Orenburg, Gazprompechat, 2006, pp. 633–636. (In Russian)
7. Gledzer E.B., Granberg I.G., Chkhetiani O.G. Air dynamics near the soil surface and convective emission of aerosol. *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*, 2010, vol. 46, no. 1, pp. 29–40.
8. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of mature dust storms. *J. Atmospheric Sci.*, 1974, vol. 31, pp. 1917–1932.
9. Barenblatt G.I. Self-Similarity. Intermediate Asymptotics. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1983. 255 p. (In Russian)
10. Buchinskii I.E. Droughts and Hot Winds. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1976. 214 p. (In Russian)
11. Semenchenko B.A. Physical Meteorology. Moscow, Aspekt Press, 2002. 415 p. (In Russian)

Received
February 7, 2014

Perevedentsev Yuri Petrovich – Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Meteorology, Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan Federal University, Kazan, Russia.
E-mail: Yuri.Perevedentsev@kpfu.ru

Zandi Rahman – PhD Student, Department of Meteorology, Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan Federal University, Kazan, Russia.
E-mail: rahmanzandi@gmail.com

Aukhadeev Timur Rinatovich – PhD Student, Department of Meteorology, Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan Federal University, Kazan, Russia.
E-mail: tauhadeev@yandex.ru

Shantalinskii Konstantin Mikhailovich – PhD in Geography, Associate Professor, Department of Meteorology, Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan Federal University, Kazan, Russia.
E-mail: Konstantin.Shantalinsky@kpfu.ru