

Аль-Бухайри Осам Ахмед, Н.П. Смирнов

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫПАДЕНИЯ ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ ЙЕМЕН ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 ЛЕТ

Al-Buhairi Osama Ahmed, N.P. Smirnov

LONG-TERM CHANGES IN PRECIPITATION AT REPUBLIC YEMEN OVER THE LAST 50 YEARS

Исследование закономерности изменения выпадения количества осадков на Аравийском полуострове в районе республики Йемен за последние 50 лет. Анализируются тренды в изменениях осадков. Выполнен анализ связи изменения выпадения осадков с динамикой индекса Северо-Атлантического колебания, характеризующего изменения интенсивности циркуляции атмосферы в Атлантическом регионе северного полушария. Рассмотрено также влияние Индоокеанского антициклона на изменения осадков в прибрежном районе на юге Аравийского полуострова.

Ключевые слова: многолетние колебания осадков, циркуляция атмосферы, Северо-Атлантическое колебание, Индоокеанский антициклон.

The changes in precipitation patterns on Arabian Peninsula (Republic Yemen) for the past 50 years were investigated. Trends in precipitation were analyzed. The analysis of the correlation of changes in the precipitation and index of North Atlantic Oscillation dynamics, which characterizes the change in the intensity of atmospheric circulation in the Atlantic region of Northern hemisphere, was done. We also consider the influence of Indian Ocean anticyclone on changes in precipitation in the coastal area in the south of the Arabian Peninsula.

Key words: Long-term fluctuations of precipitation, atmosphere circulation, North-Atlantic Oscillation, Indian Ocean anticyclone.

Республика Йемен расположена на Юго-западе Аравийского полуострова (рис. 1).

Для Аравийского полуострова в целом типичны пустынные ландшафты с осадками менее 100 мм [5]. В пустынях центральной части полуострова дождей иногда не бывает практически весь год и если они и выпадают, то, как правило, в виде ливней. На большей части Йемена количество осадков также мало и не превышает 100 мм в год, как и в других частях полуострова [3]. Только на крайнем западе республики количество осадков несколько увеличивается и на побережье западнее хребта Худжа (ст.Тайз) могут превышать 500 мм за год. Однако на южном побережье Йемена, в районе Баб-эль-Мандебского пролива средняя многолетняя величина осадков за год составляет всего 30 мм. Далее к востоку она несколько увеличивается и в Салала (Оман, у западной границы с Йемен) составляет 76 мм за год.

В центральной части Аравийского полуострова, как уже указывалось, величины осадков менее 100 мм, и в пунктах, взятых нами для сравнения, составляют: Медина – 54 мм за год и в Дахране, расположенном на низменном востоке на берегу Персидского залива – 74 мм за год.

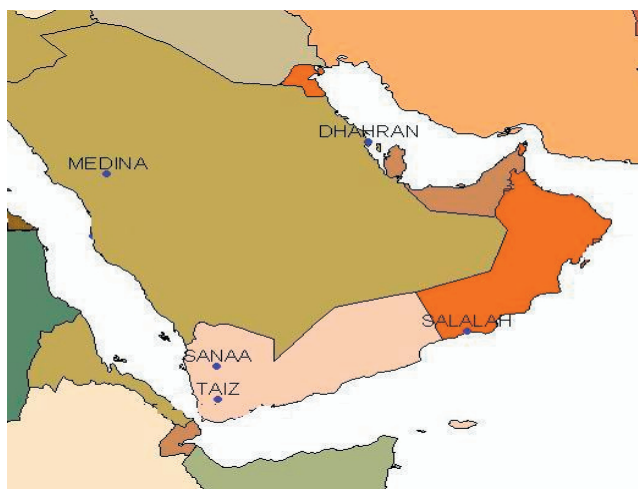


Рис. 1. Карта-схема Аравийского полуострова с указанием расположения станций наблюдения за осадками, которые использовались в данной работе

Поэтому для всего Аравийского полуострова, в том числе для республики Йемен проблема водных ресурсов одна из важнейших как в обеспечении жизни людей, так и экономики страны. Следует иметь в виду ещё значительные колебания выпадения осадков как от года к году, так и в течение года. Даже в Таизе, наиболее обеспеченному месту осадками в Йемен, количество осадков в наиболее “дождливый” летний сезон может колебаться от 24 до 142 мм в среднем за месяц. Ещё большие различия наблюдаются в другие сезоны года, и особенно в засушливых районах.

Больше всего осадков на территории Йемена выпадает весной и летом (рис. 2).

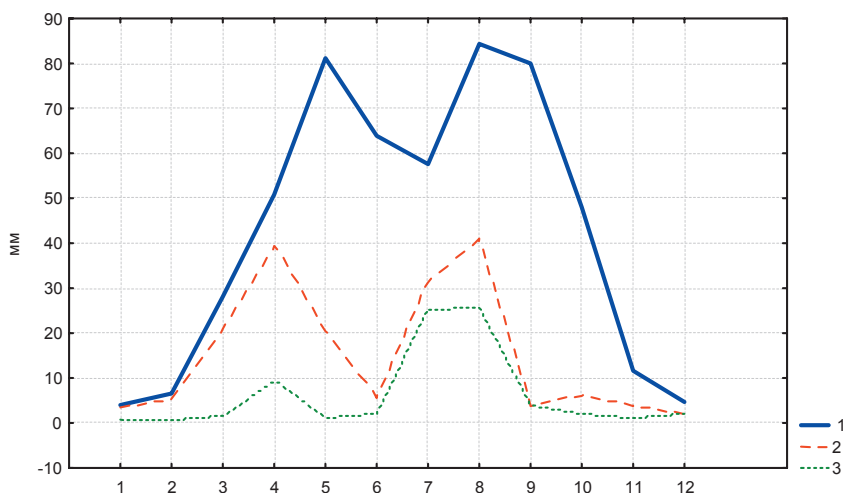


Рис. 2. Сезонный ход количества осадков за месяц на станциях Таиз (1), Сана (2) и Салала (3)

В основном это апрель–май и июль, август. Минимум выпадения осадков: декабрь, январь, февраль. Снижение осадков, особенно в засушливой части страны наблюдается в мае–июне, когда осадки практически не выпадают.

Следует отметить, что в центральной части Аравийского полуострова максимальные осадки выпадают весной на западе (Медина) и зимой на востоке (Дахран).

Такой характер распределения осадков на Аравийском полуострове связан с особенностью циркуляции атмосферы в этой области земли. Над красным морем и западным побережьем Аравийского полуострова вдоль горного хребта до 19° с.ш. преобладают северо-западные ветра [6]. С октября по декабрь они слабые (2,4–4,4 м/с). В этот период южнее 19° с.ш. наблюдаются юго-восточные ветра с Аравийского континента. К летнему периоду северо-западные ветра усиливаются и полностью преобладают вплоть до океана, всё более отклоняясь к востоку по мере приближения к океану. Эти ветра и приносят влагу на западное побережье Йемена.

Что касается восточной части Аравийского полуострова, то в летний период на юге начинает сказываться влияния индоокеанского максимума давления с переносом влаги с Индийского океана. В зимний же период ветра в основном с востока, с Персидского залива и северной части Аравийского моря.

В Центральной и Северной частях Аравийского полуострова в основном господствуют слабые западные ветра в зимний период, которые усиливаются к весне и меняют направление на северо-западное, особенно, в восточной части полуострова. По-видимому, именно с ними и связано поступление влаги в северную половину Аравийского полуострова.

Что касается тропических циклонов, то они не оказывают заметного влияния на Аравийский полуостров и в основном под их воздействием находится полуостров Индостан (рис. 3 [2]).

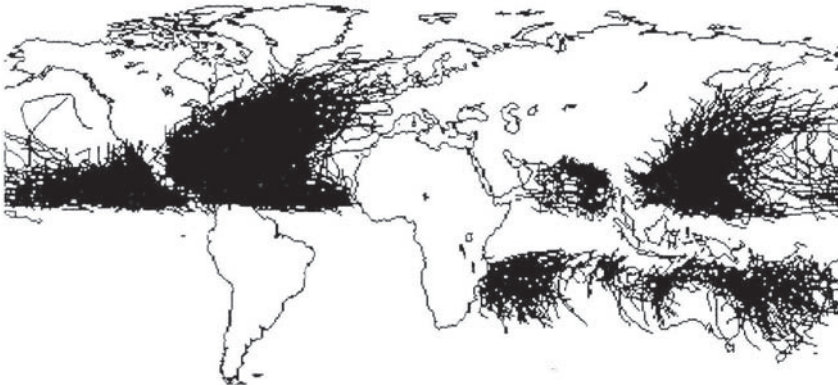


Рис. 3. Треки тропических циклонов по данным базы www.csc.noaa.gov/hurricane_tracks (по [2]).

На рис. 4 и 5 представлены значения осадков за год по пяти рассматриваемым станциям и значения их трендов.

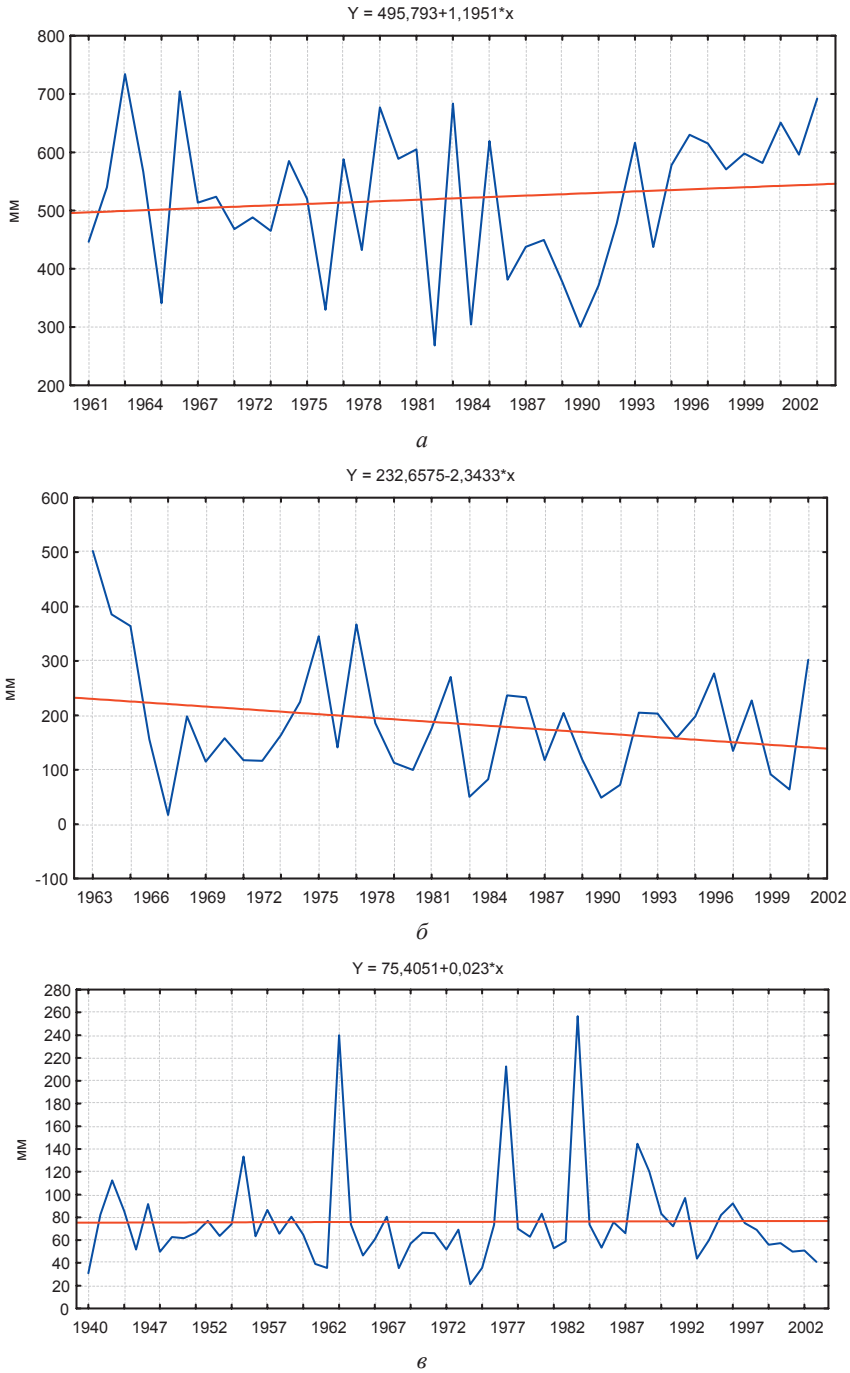


Рис. 4. Значения осадков за год на станциях Таиз (а), Сана (б) и Салала (в) и их тренды

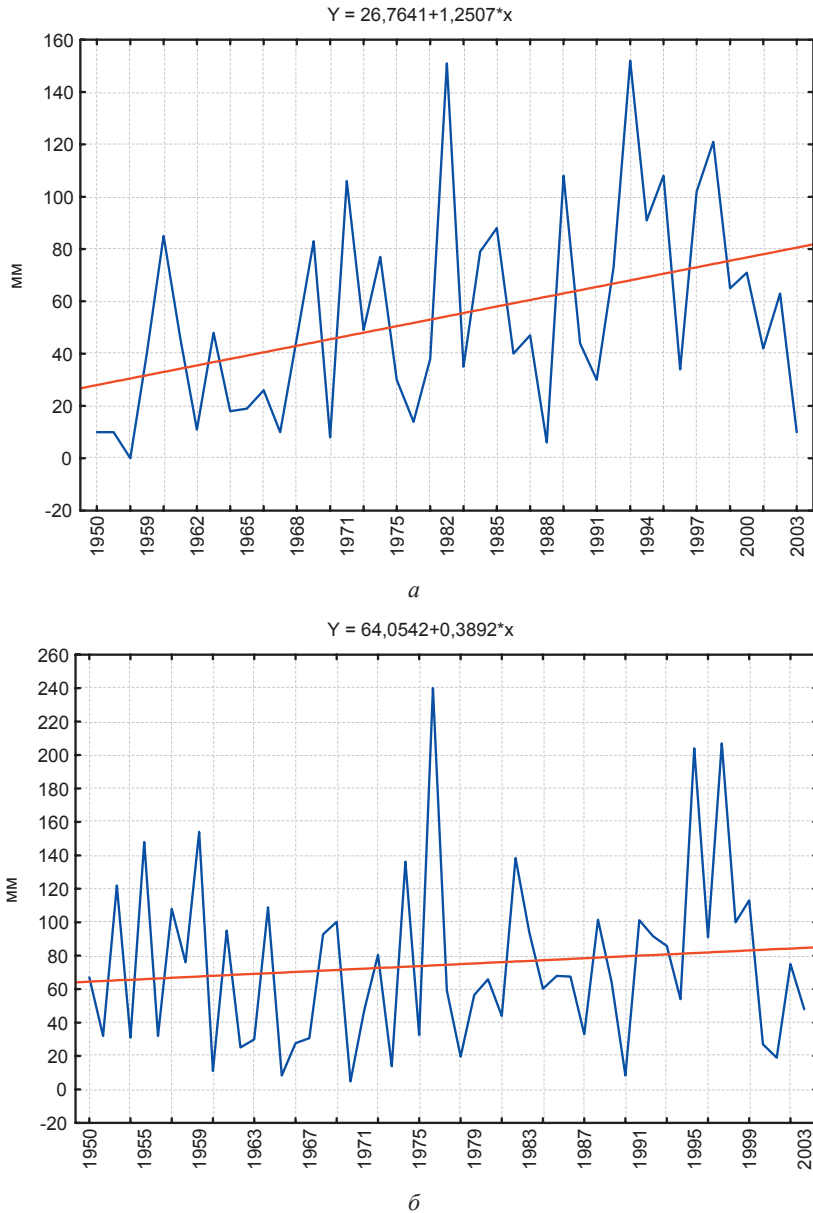


Рис. 5. Значения осадков за год на станциях Медина (а), Дахран (б) и их тренды

Из рисунков видно, что колебания осадков год от года очень велики и это относится не только к засушливым областям Аравийского полуострова, но и станциям, расположенным на юго-западе. В табл. 1 приведены статистические данные по станциям за период наблюдений.

Таблица 1

Статистические данные колебания осадков за год на станциях Аравийского полуострова

| № п/п | Название станции | Число лет | Среднее значение, мм | Максимальное значение, мм | Минимальное значение, мм | Стандартное отклонение (σ), мм |
|-------|------------------|-----------|----------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| 1 | Таиз | 41 | 520 | 734 | 268 | 121,6 |
| 2 | Сана | 39 | 186 | 502 | 17 | 105,6 |
| 3 | Салала | 62 | 76 | 256 | 21 | 43,1 |
| 4 | Медина | 43 | 54 | 152 | 0 | 39,5 |
| 5 | Дахран | 53 | 75 | 240 | 5 | 52,5 |

Как видно из табл. 1, амплитуды колебаний величины выпадающих осадков за год в засушливых областях Аравийского полуострова и Йемена, в частности, достигает трёх среднегодовых значений и только на юго-западном побережье близко к среднему значению.

На рис. 4 и 5 приведены, как уже указывалось, и линейные тренды рассматриваемых рядов. В табл. 2 приведены величины трендов для каждой станции, а также средние значения рядов и среднеквадратические отклонения.

Таблица 2

Средние значения, стандартные отклонения и линейные тренды годовых значений осадков за последние 40 лет на станциях Аравийского полуострова

| № п/п | Название станции | Число лет | Среднее значение, мм | Стандартное отклонение (σ), мм | Тренд за 40 лет |
|-------|------------------|-----------|----------------------|---|-----------------|
| 1 | Таиз | 41 | 520 | 121,6 | +47,8 |
| 2 | Сана | 39 | 186 | 105,6 | -93,7 |
| 3 | Салала | 62 | 76 | 43,1 | +0,9 |
| 4 | Медина | 43 | 54 | 39,5 | +50,0 |
| 5 | Дахран | 53 | 75 | 52,5 | +15,6 |

Достаточно очевидно, из табл. 2 следует, что за последние 40 лет мы не наблюдали ни однозначного повышения осадков, ни понижения их на территории Аравийского полуострова. На трёх станциях из пяти тренд не значимый (Таиз, Салала и Дахран). На станции Сана наблюдался значимый отрицательный тренд, а на станции Медина – значимый положительный тренд. Наличие таких трендов не совсем понятно. Можно предположить, что положительный тренд на ст. Медина связан с активным освоением этого региона нефтедобывающими предприятиями, увеличением запылённости и, как следствие, увеличением количества ядер конденсации в переносимой северо-западными и северными ветрами влаге.

Что касается ст. Сана, которая расположена в горах, на их восточном склоне, то ослабления переносов влаги северо-западными ветрами и смещения основных перенос к северу, сказалось на выпадении осадков в районе этой значительно сильнее, чем расположенной на побережье к западу от хребта ст. Таиз.

Разобраться в причинах многолетней изменчивости изменения климата на Аравийском полуострове, расположенном близ границы двух океанов Атлантического и Индийского, а следовательно, и выпадающих на его территории осадков, достаточно трудно. Однако попытку оценить влияние некоторых факторов,

формулирующих колебания климата на всей территории Европы, большей территории Азии и части территории Африки, сделать можно. Таким фактором является Северо-атлантическое колебание (North Atlantic Oscillation – NAO). Индекс этого колебания, определяемый как разность давления за три зимних месяца между станциями, близко расположенными к центрам Азорского антициклона и Исландского минимума давления, описывает климатические изменения на большей территории северного полушария. В районе [4] получен обобщённый индекс NAO, который учитывает не только интенсивность указанных центров действия атмосферы, но в определённой степени и их положение. Этим индексом мы и воспользовались для рассмотрения того, насколько влияет динамика циркуляции атмосферы в Атлантическом регионе северного полушария на выпадение осадков в Йемене и других станциях Аравийского полуострова.

На рис. 6 приведено сопоставление пятилетних скользящих средних значений индекса NAO с величинами осадков за летний период наиболее дождливых на двух станциях на юго-востоке Йемена.

Как следует из рисунка, при увеличении индекса NAO количество осадков на юго-востоке Йемена уменьшается ($r = -0,50$). Это связано с тем, что при увеличении индекса пути Атлантических циклонов смещаются к северу и количество осадков выпадающих в более южных районах уменьшается [1]. Вышеуказанный факт был установлен на циклонах чисто Атлантического происхождения. Однако полученные нами результаты (рис. 7) свидетельствуют, что эта закономерность свойственна и средиземноморским циклонам.

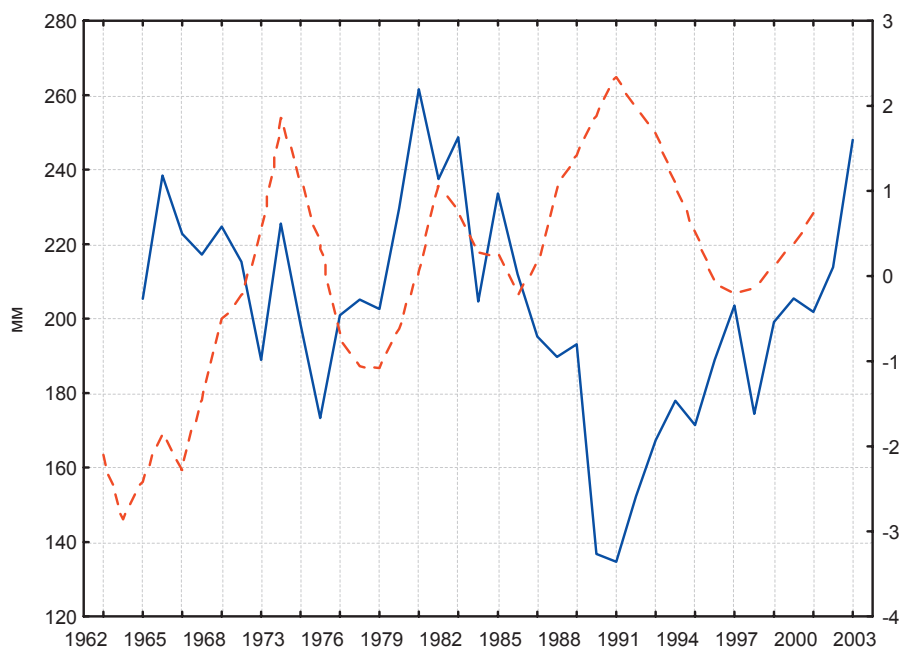
На рис. 7 мы видим, что количество осадков на станциях, расположенных севернее Саны и Таиза имеют противоположный характер связи с индексом NAO. На станциях Медина и Дахран количество осадков увеличивается с увеличением индекса NAO ($r = 0,77$). Таким образом, мы получили результат, соответствующий осадкам над территорией Европы. Это ещё раз указывает на большую универсальность индекса Северо-Атлантического колебания для исследования многолетних изменений климата.

Однако выпадение осадков на станции Салала не показало значимой связи (отрицательный) соответствовал южным станциям.

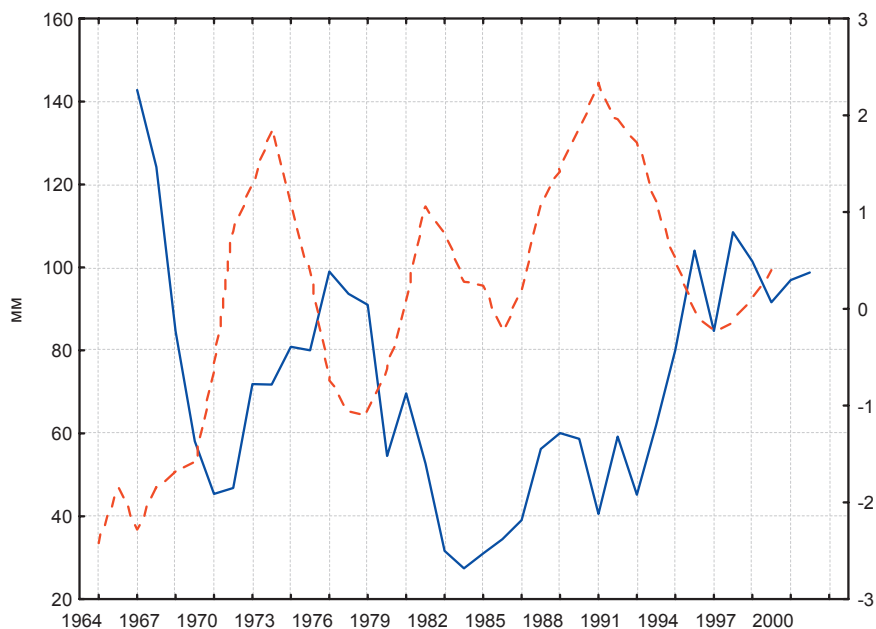
Поэтому мы сделали предположения, что на величину осадков на этой станции может влиять Индоокеанский антициклон [4]. При его смещении на юго-запад происходит и некоторое смещение летнего юго-западного муссона к северо-западу, и в этом случае в летний период происходит увеличение осадков на южном побережье Аравийского полуострова. Рис. 8 подтверждает это предположение соответственно с широтой и долготой).

В заключение можно сделать следующие выводы:

– многолетняя изменчивость выпадения осадков на Аравийском полуострове в целом, и даже на территории Йемена носит достаточно сложный характер и зависит в силу положения полуострова и особенностей рельефа от ряда факторов;

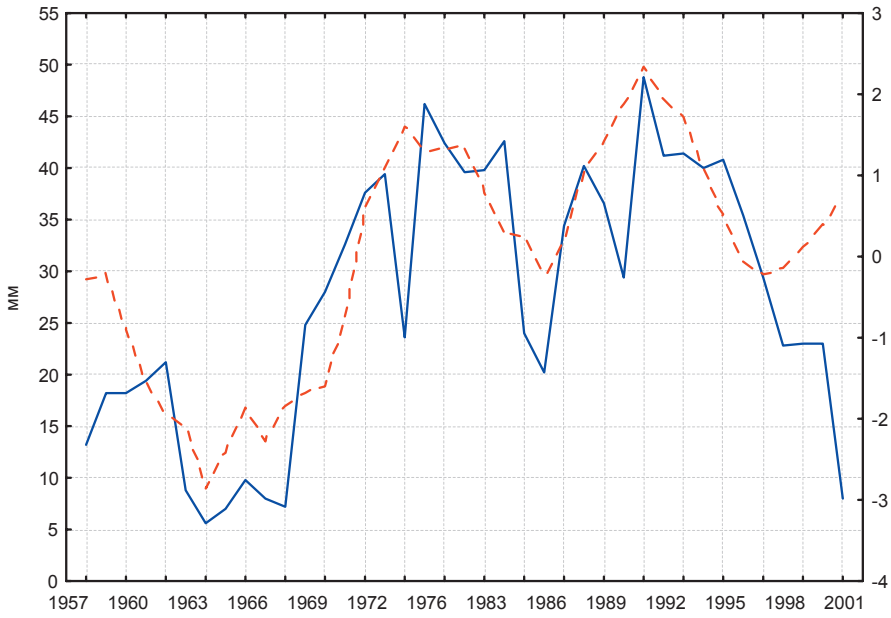


a

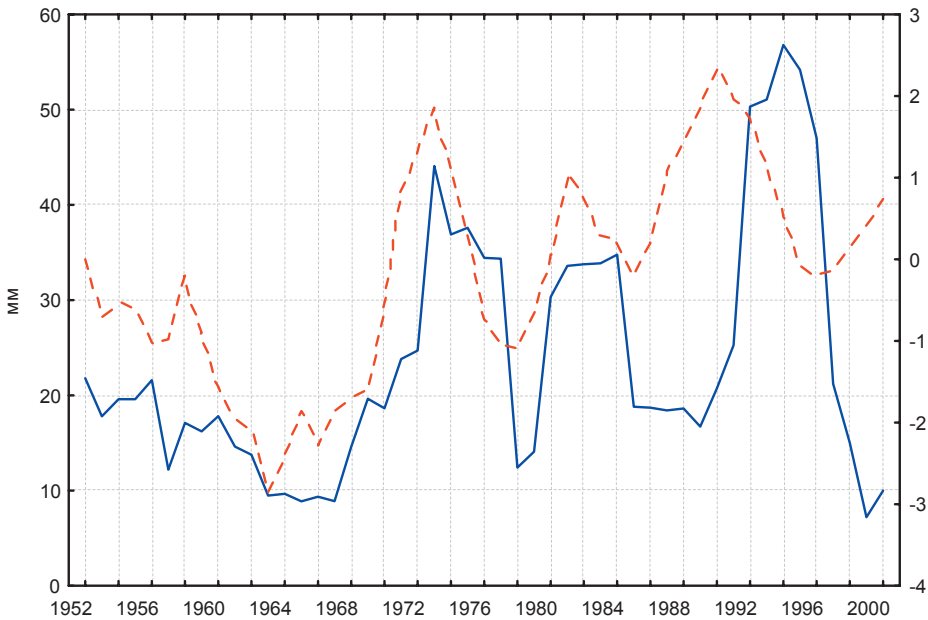


б

Рис. 6. Сопоставление пятилетних скользящих средних значений NAO (штриховая линия) с осадками за лета на станция Сана (*a*) со сдвигом на 2 года вперед и Таиз (*б*) (сплошная линия)

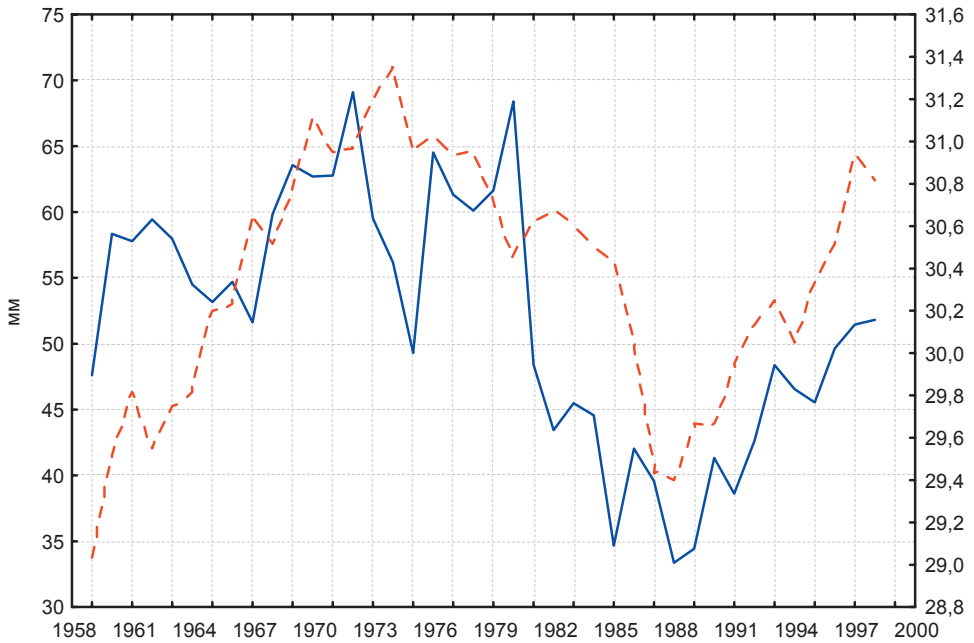


a

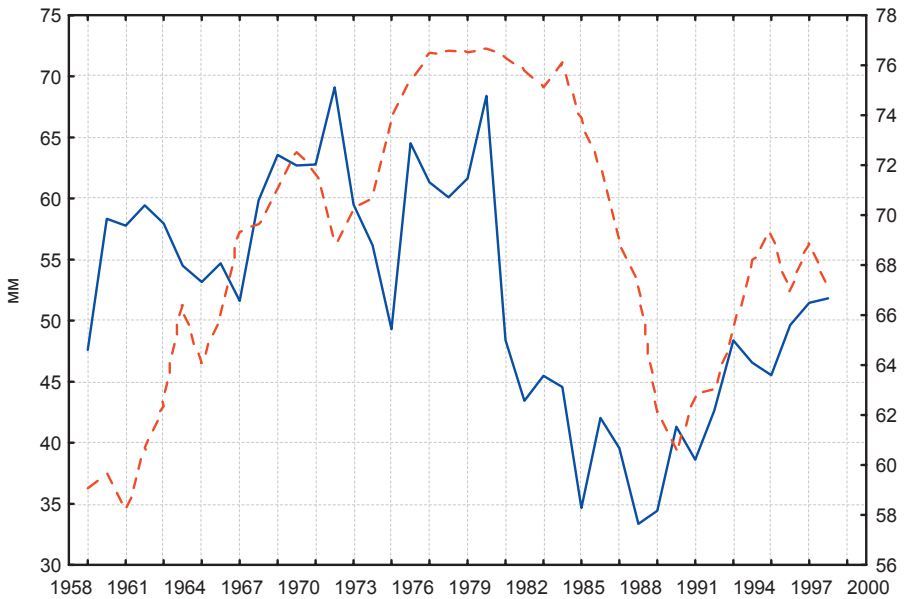


б

Рис. 7. Сопоставление пятилетних скользящих средних значений NAO (штриховая линия) с осадками за весну на станции Медина (*a*) и на станции Дахран (*б*) (сплошная линия)



a



б

Рис. 8. Сопоставление пятилетних скользящих средних значений осадков за летний период на станции Салала (штриховая линия) со среднегодовыми значениями широты (*a*) и долготы (*б*) центра Индоокеанского антициклона

– многолетний характер изменчивости выпадения осадков в центральной и северной частях полуострова и на его юго-западе прежде всего определяется изменениями в циркуляции атмосферы в Атлантическом регионе северного полушария, определяемыми индексом Северо-Атлантического колебания. При этом характер связи с Северо-Атлантическим колебанием на севере полуострова и на юго-западе является противоположным;

– количество осадков на южном побережье Йемена во многом зависит от летнего юго-западного муссона, который в зависимости от положения индоокеанского антициклона может захватывать в большей или уменьшая выпадающие осадки.

Литература

1. *Бабкин В.И. и др.* Северо-Атлантическое колебание и многолетняя динамика стока рек Европы / В сб.: "Современные проблемы гидрометеорологии". – СПб.: изд. РГГМУ, 1999, с. 114-121.
2. *Воротников М.В., Горшков В.Л.* Региональное проявление Солнечной активности на атмосферные процессы // Уч. зап. РГГМУ. 2008. № 8, с. 38-46.
3. Географический атлас, ГУГК. – М., 1980.
4. *Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю.* Северо-Атлантическое колебание и климат. – СПб.: изд. РГГМУ, 1998. – 121 с.
5. *Швер Ц.А.* Закономерности Распределения количества осадков на континентах. – Л.: Гидрометиздат, 1984. – 285 с.
6. *Patzert W.C.* Seasonal variations in structure and circulation the Red Sea. Hawaii, Journ. of Geophys., Univ. of Hawaii, 1972, 58p.