

УДК 551.577.3

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РЕЖИМ ОСАДКОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

Канд. геогр. наук С.Г. Сафаров

Исследуется изменение режима осадков на территории Азербайджана по данным метеорологических наблюдений за период 1961...2006 гг. Показано, что на фоне повсеместного потепления на большей части территории республики происходит уменьшение среднегодового количества атмосферных осадков, в основном за счет сокращения осадков теплого периода (апрель – октябрь).

Сложность орографии, особенности характера подстилающей поверхности, различная ориентация горных хребтов относительно направления господствующих влажных воздушных потоков создает своеобразную картину распределения количества атмосферных осадков по территории Азербайджана. На характер распределения осадков существенно влияет взаимодействие вторгающихся холодных воздушных масс с рельефом местности и непосредственно Каспийским морем [1].

На рис. 1 представлено распределение среднегодового количества атмосферных осадков по данным метеорологических станций за период 1961... 2006 гг. Как видно, наименьшее количество осадков наблюдается в восточной части республики, точнее – на островных станциях Каспийского моря, а наибольшее – в высокогорьях южного склона Большого Кавказского хребта и в Ленкоран-Астаринской зоне. В общих чертах наблюдается увеличение количества осадков по мере возрастания высоты местности над уровнем моря и удаления от морского побережья. Но вместе с этим в ряде регионов эта зависимость нарушается и даже приобретает противоположный характер (Ленкоран-Астаринская зона).

Как известно, в последние годы средняя температура воздуха у поверхности Земли возрастает практически во всех регионах мира. Средняя глобальная температура за последние сто лет (1906...2005 гг.) выросла на $0,74 \pm 0,18$ °C [3]. Средняя скорость потепления, рассчитанная для последних 50 лет ($0,13 \pm 0,03$ °C за 10 лет), почти в два раза больше, чем та же величина, рассчитанная для последних ста лет. Согласно 4-му Докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), за последние

15 лет (1991...2005 гг.) изменение средней глобальной температуры происходило еще большими темпами – 0,3...0,4 °C/15 лет [3]. На территории Азербайджана за этот период повышение температуры в среднем составило около 0,5 °C, варьируя для различных регионов в пределах 0,3...0,8 °C [2].

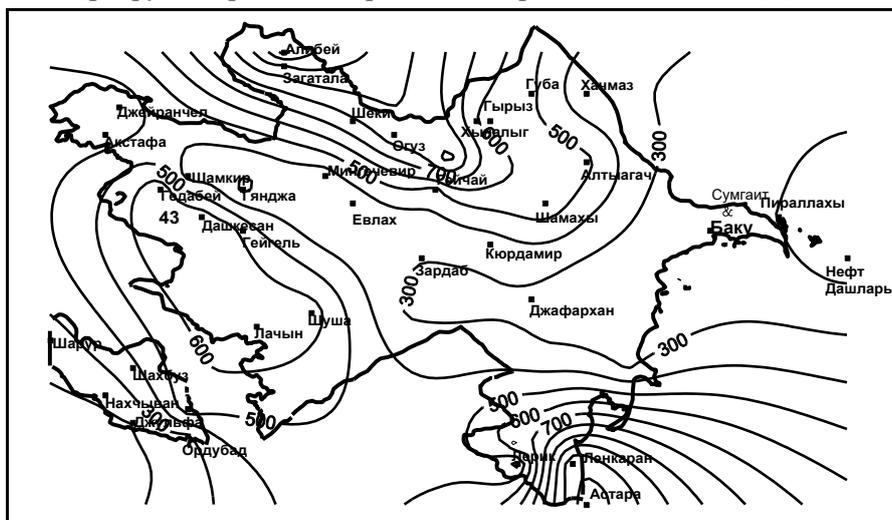


Рис. 1. Распределение количества осадков по территории Азербайджана по данным за период 1961...2006 гг.

Так как температура воздуха является важнейшей характеристикой климата, изменение ее статистической структуры приводит к перестройке процессов переноса тепла и влаги в атмосфере, которые в свою очередь влияют на процесс осадкообразования. Поэтому наряду с температурным режимом воздуха, также немаловажное значение имеет исследование изменения режима атмосферных осадков в различных регионах и выявление возможной их связи с изменением температуры.

Исследованию изменения режима осадков на территории Азербайджана посвящено ряд работ, в которых проанализированы различные аспекты данной проблемы.

В данной работе по наблюдениям 40 метеорологических станций (М) за период 1961...2006 гг. исследуется характер и масштаб изменения режима осадков на фоне относительно резкого повышения температуры воздуха за период 1991...2006 гг. С этой целью для всех рассматриваемых станций, для каждого года рассчитаны месячные, сезонные и годовые суммы осадков и их аномалии относительно климатических норм. По этим данным определены их средние значения и среднеквадратические отклонения за рассматриваемые периоды. Для анализа однородности временных

рядов в отрезках 1961...1990 гг. и 1991...2006 гг. использовались статистические критерии Стьюдента и Фишера. С целью определения характера и направления изменений построен временной ход аномалий осадков и проведены соответствующие линии трендов.

В таблице для различных станций указаны разности среднемесячного и среднегодового количества осадков $R-R_n$ для периода 1991...2006 гг. и периода 1961...1990 гг., где R – фактическое значение, а R_n – климатическая норма количества осадков. Как видно на большей территории Азербайджана за период 1991...2006 гг. отмечено уменьшение среднегодового количества осадков, за исключением западной части южного склона Большого Кавказа, Абшеронского полуострова, западной части территории Нахчыванской автономной республики и горной части Ленкоранской зоны. Наибольшее уменьшение осадков отмечено в центральной, западной и северной части Кур-Аразской низменности, на юго-восточном склоне Большого Кавказа, на морских станциях и прибрежных станциях Ленкоранской зоны. На большинстве станций этих зон среднегодовое уменьшение осадков достигает 70...90 мм. На западной части южного склона Большого Кавказа (М Алибей, Загатала) отмечается значительное увеличение количества осадков – на 80...90 мм. Однако от запада к востоку по южному склону Большого Кавказа разность уменьшается с большим градиентом.

На северо-восточном склоне Большого Кавказа в направлении от запада к востоку наблюдается уменьшение отрицательных разностей, и на М Хачмаз отмечается увеличение количества осадков на 7,5 мм. На станциях Абшеронского полуострова также наблюдается увеличение количества осадков, однако на морских и южных прибрежных станциях отмечается их уменьшение. На обширной территории Кура-Аразской низменности наблюдаются довольно большие отрицательные разности. Наибольшие отрицательные разности отмечаются вдоль р. Куры, по линии М Джейранчел, Шамкир, Гянджа. Дальше, в сторону северного склона Малого Кавказа, отрицательные разности уменьшаются. Положительные аномалии отмечаются в западной части Нахчыванской АР, однако от запада к востоку преобладают отрицательные разности.

Анализ степени однородности рассмотренных выше рядов показал, что за период 1991...2006 гг. по сравнению с 1961...1990 гг. на большинстве станций Кур-Аразской низменности, юго-восточного склона Большого Кавказа, а также на морских станциях произошло статистически значимое уменьшение осадков. Распределение разностей среднемесячного количества осадков за вышеуказанные периоды имеет свои особенности.

Как видно (табл.), в январе, на большей части территории республики отмечено уменьшение осадков, за исключением отдельных прибрежных станций. В феврале положительные разности отмечены на многих станциях Большого Кавказа, на отдельных прибрежных станциях и на территории Нахчыванской автономной республики. На остальной территории наблюдались отрицательные разности.

В марте на станциях западной части южного склона Большого Кавказа, на отдельных станциях северного склона Малого Кавказа и на большинстве станций Кур-Аразской низменности отмечены положительные разности. На остальной территории наблюдались отрицательные разности. Наиболее значительное уменьшение осадков отмечено на станциях Ленкоранской зоны. В апреле на станциях Большого Кавказа за исключением М Алибей отмечены значительные отрицательные разности. На станциях северного склона Малого Кавказа наблюдались как отрицательные, так и положительные разности, однако их значения относительно невелики. Незначительные отрицательные разности наблюдались на прибрежных станциях и станциях Абшеронского полуострова. На равнинных станциях значения отрицательных разностей варьировали в широких пределах – от 0 до 14 мм. На большинстве станций Ленкоранской зоны и в западной части Нахчыванской зоны отмечены положительные разности. В мае за исключением станций южного склона Большого Кавказа и Ленкоранской зоны, отмечены отрицательные разности – от 0 до 18 мм. В этом месяце значительное увеличение осадков на южном склоне Большого Кавказа привело к частым паводкам и селевым потокам.

В июне на рассматриваемой территории за исключением центральной части южного склона Большого Кавказа (М Шеки), произошло заметное уменьшение количества атмосферных осадков. Уменьшение осадков менее заметно на морских станциях и на Абшеронском полуострове. В июне в отличие от других месяцев наиболее ощутимо сокращение атмосферных осадков. Среднее по республике уменьшение осадков составляет 8,1 мм. В июле на большинстве станций изменение количества осадков незначительны, за исключением станций Большого Кавказа, где отмечены как положительные (М Загатала), так и отрицательные (М Шеки, Гябала, Гырыз) разности. В августе более-менее значительные положительные разности отмечались только на М Алибей, Загатала и Губа. На остальной территории наблюдалось уменьшение осадков различной степени. В августе среднее по республике уменьшение осадков составило 3,8 мм.

В сентябре, за исключением М Ленкаран, Астара, Джейранчел, Алтагач и Нефт Дашлары, повсеместно отмечалось увеличение осадков. При этом наибольшие положительные разности наблюдались на станциях Большого Кавказа. Это в свою очередь привело к увеличению повторяемости интенсивных паводков и селевых явлений. Среднее по республике увеличение осадков составило 8,2 мм. В октябре положительные разности отмечены на Абшеронском полуострове, в северо-западной прибрежной зоне (М Хачмаз) и частично на станциях юго-восточного склона Большого Кавказа. На остальной территории отмечено уменьшение количества осадков различной степени. Среднее по республике уменьшение осадков составляет 7,7 мм. В ноябре за исключением большинства равнинных станций, отмечено увеличение количества выпавших осадков. Среднее по республике увеличение осадков составило 4,4 мм.

В декабре за исключением Абшеронского полуострова и отдельных станций Большого Кавказа, отмечено уменьшение осадков, среднее по республике значение составило 1,9 мм.

Всего за период 1991...2006 гг. на территории Азербайджана уменьшение среднегодового количества атмосферных осадков в среднем составило 23,1 мм.

Зимой увеличение осадков отмечалось на Абшеронском полуострове, в западной части Нахчыванской автономной республики и отдельных станциях Большого Кавказа. На остальной территории республики отмечено различное уменьшение осадков. В среднем по республике уменьшение осадков составило 5,6 мм.

Весной на большей части южного склона Большого Кавказа отмечено увеличение осадков, однако, на юго-восточном и северо-восточном склонах осадки резко сократились (27...39 мм). Некоторое увеличение осадков наблюдалось и на территории Нахчыванской автономной республики. На остальной территории отмечено уменьшение осадков различной степени. Среднее по республике уменьшение осадков составляет 9,2 мм.

Летом, за исключением западной части южного склона Большого Кавказа, отмечено повсеместное уменьшение количества осадков. В отдельных местах (М Огуз, Гябеле, Гырыз, Шамкир, Джейранчел) уменьшение оказалось более значительным – от 20 до 61 мм. За летний период среднее по республике уменьшение осадков оказалось более ощутимым – 12,9 мм.

Осенью на большей части республики наблюдалось увеличение осадков, за исключением равнинных станций и прибрежной территории

Ленкоранской зоны. Наиболее ощутимое увеличение осадков отмечено на высокогорной части южного склона Большого Кавказа (М Алибей), на Абшеронском полуострове и северо-западных прибрежных территориях. Среднее по республике увеличение осадков составляет 4,9 мм.

Также определенный интерес представляет исследование режима осадков за период апрель – октябрь, так как в это время наблюдается основная часть опасных и особо опасных явлений погоды (ливни, грозы, град, паводки и селевые потоки) ливневого происхождения. В табл. 1 видно, что в период апрель – октябрь в основном на западной части южного склона Большого Кавказа наблюдаются значительные положительные разности осадков. К востоку и югу разности резко уменьшаются и быстро переходят на отрицательные. Наибольшее уменьшение отмечается на юго-восточном склоне Большого Кавказа и равнинной части республики.

С целью выявления возможной связи с температурными аномалиями удобно рассмотреть нормированные (относительно климатических норм), значения разностей: $(R-R_n)/R_n$. Нормированные аномалии осадков сравнительно лучше, чем разницы, характеризуют изменения режима осадков отдельных регионов. На рис. 2 представлена карта распределения нормированных аномалий осадков за период 1991...2006 гг. относительно климатических норм за период 1961...1990 гг. по территории Азербайджана. Как видно на рисунке, наибольшие по абсолютной величине отрицательные аномалии наблюдаются на станциях Кур-Аразской низменности, и на морских станциях. Однако в сторону севера и юга от Кур-Аразской низменности отрицательные аномалии уменьшаются. Отрицательные аномалии также уменьшаются в сторону прибрежной зоны. В результате чего на западной части южного склона Большого Кавказа, на Абшеронском полуострове и северо-западной прибрежной зоне, на западной части Нахчыванской АР и горной части Ленкоранской зоны наблюдается увеличение среднегодового количества осадков. С удалением от прибрежной зоны к морю отрицательные аномалии снова увеличиваются.

Объяснить причину своеобразного характера распределения аномалий осадков по территории республики довольно сложно. Дело в том, что на формирование атмосферных осадков, наряду с радиационно-термическими, также влияют динамические, орографические и ряд других факторов, которые в зависимости от географического положения региона и от типа атмосферных осадков могут выражаться по разному. Точнее,

изменение температурного режима в одном случае может привести к увеличению, а в другом, наоборот, к уменьшению атмосферных осадков.

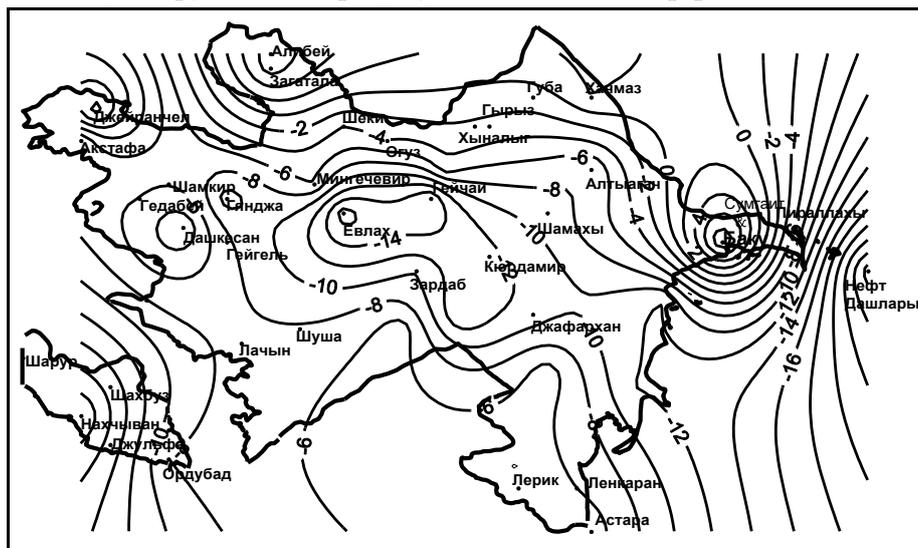


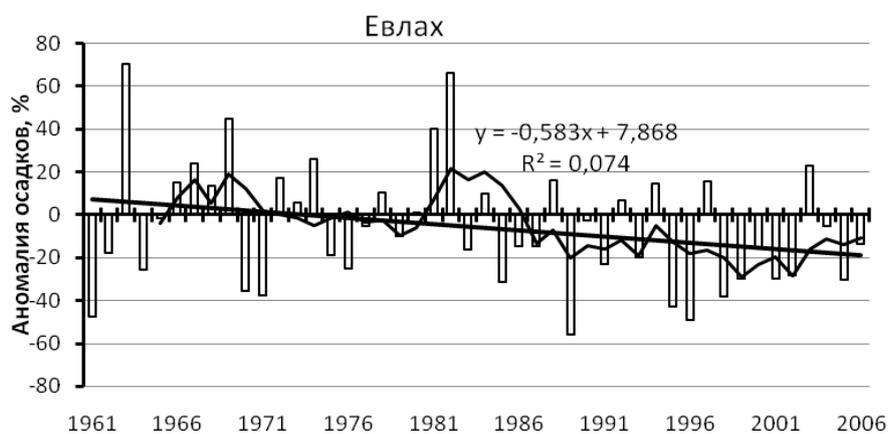
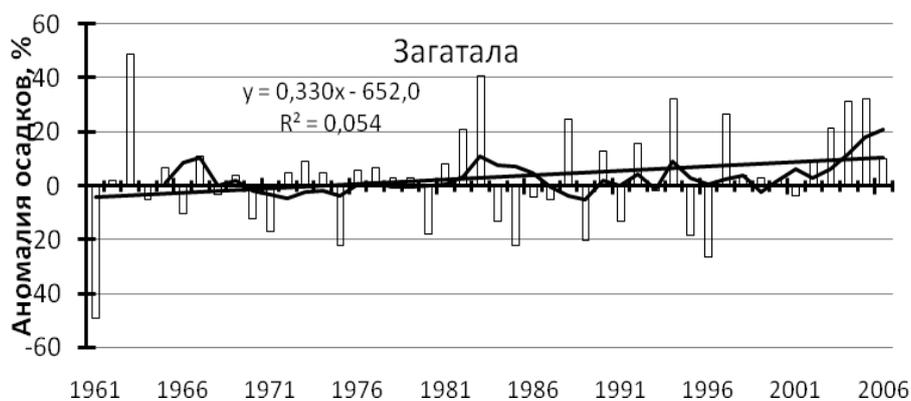
Рис. 2. Распределение среднегодовой нормированной аномалии осадков $(R-R_n)/R_n$ за период 1991...2006 гг.

Как видно в табл. 1, для большинства регионов, в том числе равнинных территорий, уменьшение среднегодового количества осадков, в основном, произошло за счет сокращения осадков теплого периода (апрель – октябрь). В этот период года осадки выпадают, как правило, из конвективных облаков в виде ливня. Достаточно высокие температуры приземного воздуха и подстилающей поверхности создают благоприятные условия для возникновения конвекции в атмосфере. Однако слишком сухой воздух с большим дефицитом насыщения препятствует образованию мощных кучево-дождевых облаков. Увеличение положительных аномалий температуры воздуха в теплый период года, особенно летом, повышает эффект вышеизложенного фактора. Кроме того, из-за слишком высокого расположения уровня конденсации и нулевой изотермы образовавшиеся капли осадков быстро испаряются, не доходя до поверхности земли.

На равнинных территориях республики, где преобладает аридный климат, повышение летней температуры воздуха одновременно приводит к снижению эффекта динамических факторов при образовании осадков. Дело в том, что холодные фронты при прохождении через раскаленную подстилающую поверхность, температура которой иногда достигает 70 °С и больше, быстро теряют свою контрастность и размываются. Таким образом, увеличение температуры теплого периода года на равнинных территориях приводит

к сокращению осадков. Следует отметить, что полученные выше результаты неплохо согласуются с известными сценариями возможного изменения регионального климата, составленными на основе современных моделей климата. В частности, на 2-й Международной Конференции по Климату и Водным Ресурсам (1998 г), которая проходила в Финляндии, подчеркнуто, что в регионах с аридным климатом повышение среднегодовой температуры воздуха будет сопровождаться сокращением атмосферных осадков.

Анализ временного хода аномалий среднегодового количества осадков на различных станциях показал, что на большей части территории республики за период 1961...2006 гг. наблюдался отрицательный тренд. Наиболее значительные положительные тренды отмечены на станциях западной части южного склона Большого Кавказа, а отрицательные на станциях Кур-Аразской низменности, юго-восточного склона Большого Кавказа и на морских станциях. Временный ход годового количества осадков для наиболее характерных станций иллюстрируется на рис. 3.



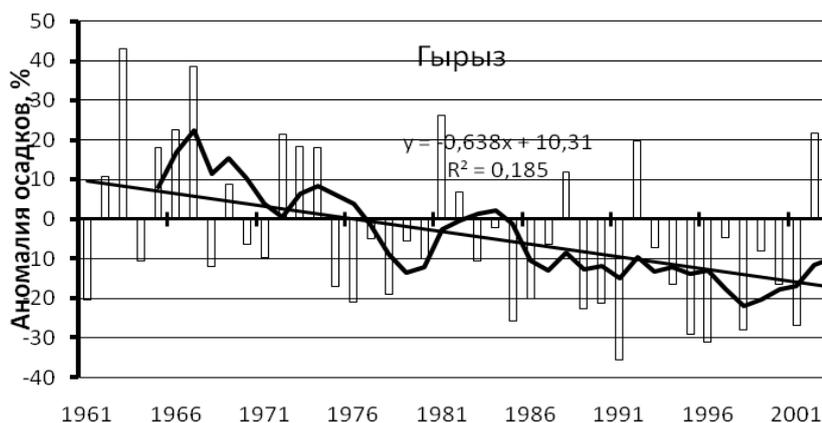


Рис. 3. Временной ход нормированной аномалии годового количества осадков $((R-R_n)/R_n)$ для М Загатала, Евлах и Гырыз за период 1961...2006 гг.

Как известно, линейный тренд сглаживает межгодовую изменчивость метеорологических элементов, в том числе количества осадков. Поэтому для выявления закономерностей временного хода аномалий осадков, использован метод скользящего среднего с периодом 11 лет. Как видно на рис. 3, на западной части южного склона Большого Кавказа (М Загатала), где преобладает влажный климат, очевидное увеличение количества осадков начинается с начала 90-х годов. На равнинных территориях (М Евлах) уменьшение осадков началось с начала 80-х годов, однако наиболее осязаемое уменьшение прослеживается с начала 90-х годов. Как уже было отмечено выше, с начала 90-х годов скорость потепления резко увеличилась. Таким образом, на режим осадков западной части южного склона Большого Кавказа и равнинных территорий значительно повлияло потепление.

Как видно на рис. 3, на юго-восточном склоне Большого Кавказа (М Гырыз) отмечен наиболее значительный отрицательный тренд. Резкое уменьшение осадков наблюдается с начала 70-х годов, а с середины 90-х годов режим осадков несколько стабилизировался. Из этого можно предположить, что на режим осадков юго-восточного склона Большого Кавказа больше влияет изменение характера циркуляционных процессов, нежели температурные аномалии.

С целью выявления возможной связи между аномалиями атмосферных осадков и температуры воздуха рассчитаны соответствующие коэффициенты корреляции. При этом для основной части территории республики получены отрицательные значения коэффициентов корреляции. Наиболее значительные отрицательные корреляции отмечены на равнин-

ных М Зардаб, Гейчай, Джафархан и др., где значения варьировали в пределах минус 0,65...минус 0,80. Наименьшие значения отмечены для морских и прибрежных станций. Для горных и предгорных территорий получены относительно умеренные значения.

Обобщая вышеизложенное можно заключить, в последние годы на фоне повсеместного повышения среднегодовой температуры воздуха на территории Азербайджана одновременно происходит изменение режима осадков. За исключением отдельных регионов, на большей части территории республики наблюдается сокращение среднегодового количества атмосферных осадков.

Наибольшие аномалии осадков отмечены на территории Кур-Аразской низменности. Дальнейшее повышение среднегодовой температуры воздуха в теплый период года может привести к резкому сокращению количества осадков, что в свою очередь приведет к опустыниванию огромных равнинных территорий, увеличению вероятности лесных пожаров и ухудшению экологической обстановки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климат Азербайджана /Под ред. А.А. Мадат-заде, Э.М. Шыхлинского. – Из-во АН Аз. ССР. – 1968.
2. Сафаров С.Г. Изменение температурного режима на территории Азербайджана // Гидрометеорология и экология. – Алматы. – 2007. – № 4. – С. 37-46.
3. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group.

Департамент по гидрометеорологии Министерства Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской республики, г. Баку

АЗЕРБАЙЖАННЫҢ ЖАУЫН ШАШЫН РЕЖІМІНЕ ҒАЛАМДЫҚ КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНІҢ ӘСЕРІ

Геогр. ғылымд. канд. С.Г. Сафаров

Азербайжан аумағындағы жауын-шашын режимінің өзгерісі 1961...2006 жылдар кезеңіндегі метеорологиялық бақылау мәліметтері бойынша зерттелді. Жаппай жылына бастау көрінісінде республика аумағының көп бөлігінде, негізінен, жылы кезеңдегі (сәуір – қазан) жауын-шашынның азаюынан атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық мөлшерінің төмендеуі көрсетілген.