

Қ.Қ. Құлымбет^{1,2*}, Н.М. Мухитдинов¹, А.К. Калыбаева^{1,2},
А.Б. Садуахас², А.А. Тастанбекова¹, К.М. Тыныбаева²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

СИРЕК, ДӘРИЛІК *ADONIS TIANSHANICA* (ADOLF) LIPSCH. ТҮРІНІҢ ТАРАЛУ АЙМАҒЫНДАҒЫ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙДЫҢ ӨЗГЕРІСТЕРІНЕ МОНИТОРИНГ

Мақалада сирек, дәрілік *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf). түрінің таралған аймақтарындағы климаттық өзгерістерді геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) әдісінің көмегімен мониторинг жүргізілген. Түр таралған аймақтар: популяция 1 – Кеген асуы, популяция 2 – Жоңғар Алатауы (Текелі), популяция 3 – Теріскей Алатауы. Мақалада климатты сипаттайтын 19 түрлі мәліметтер базасы қарастырылған және барлық дерекқорлар базасына сілтеме берілген.

Дерекқорлар базасының екеуін салыстыру үшін CHELSA 2.1 (CA) мен WorldClim v1, v2 (WC) таңдап алынды. Деректер базасының сипаттамасында кеңістіктік ақпарат (деректердің рұқсаттылығы мен кеңістіктік масштабы), кезеңдер (қамтылатын кезеңдер мен деректер жиілігі), негізгі маңызды климаттық ақпараттар (температура, жауын-шашын) есепке алынды. Деректер жиынтығы айлар бойынша қол жетімді болғанда, салыстыру үшін ұзақ мерзімді орташа мәндер есептелді (1980-1999, 2000-2018 жж.). Карталар санын азайту үшін тек жылдық мәндер салыстырылды.

Орташа ауа температурасы және жауын-шашынның түсу мөлшері бойынша осы кезеңдерден (1980-1999, 2000-2018 жж.) 2 мәліметтер база бойынша 16 карта құрылды, оларда келтірілген мәліметтер салыстырылды және баға берілді. Ауа температурасы бойынша – орташа және орташа максималды, айырмашылықтардың пайыздық көрсеткіштері, максималды, минималды температуралар жайлы ақпараттар берілді. Жауын-шашын мөлшері бойынша 1980-1999, 2000-2018 жж. аралығындағы – орташа жауын-шашынның түсу мөлшерінің мәндері келтірілді.

Мұндай салыстыру дерекқорды тексеру емес екенін айта кетуіміз керек. Эксперттік білімге сәйкес тиісті үлестірімі бар айнымалыларды ғана салыстырып, ұсына аламыз және басқалардан айтарлықтай ерекшеленетін мәліметтер базасынан аулақ бола аламыз (мысалы, температура үшін WorldClim v2).

Түйін сөздер: *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf), эндем, популяция, климат, Жоңғар Алатауы, Теріскей Алатауы, температура, жауын-шашын.

K.K. Kulymbet^{1,2*}, N.M. Mukhitdinov¹, A.K. Kalybayeva²,
A.B. Saduakhas², A.A. Tastanbekova¹, K.M. Tynybayeva²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²U.U. Usmanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

Monitoring of natural and climate changes in the distribution area of the rare medicinal species *Adonis Tianschanica* Lipsch (Adolf)

The article monitors climatic changes in the distribution zones of the rare, medicinal species *Adonis tianschanica* Lipsch using the GIS method. Distribution areas of the species: population 1 – Kegen Pass, population 2 – Dzungarian Alatau (Tekeli), population 3 – Terskei Alatau. The article discusses 19 different databases describing the climate, and provides a link to all databases.

To compare the two databases, CHELSA 2.1 (CA) and WorldClim v1, v2 (WC) were selected. The description of the database took into account spatial resolution (data tolerance and spatial scale), periods (covered periods and frequency of data), the main important climatic information (temperature, precipitation). When the data set was available by month, long-term averages were calculated for comparison (1980-1999, 2000-2018). To reduce the number of maps, only annual values were compared.

According to the average temperature and the amount of precipitation for these periods (1980-1999, 2000-2018), 16 maps were compiled for 2 databases in which the data were compared and evaluated.

According to the air temperature – the average and maximum average, information is given about the percentage of differences, maximum, minimum temperatures. According to the amount of precipitation 1980-1999, 2000-2018, information on precipitation on average for the period is provided.

We have to say that such a comparison is not a database check. According to expert knowledge, we can compare and represent only variables with the appropriate distribution and avoid databases that differ significantly from others (for example, WorldClim v2 for temperature).

Key words: *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf), endem, population, climate, Dzungarian Alatau, Terskey Alatau, temperature, precipitation.

К.К. Кулымбет^{1,2*}, Н.М. Мухитдинов¹, А.К. Калыбаева²,
А.Б. Садуахас², А.А. Тастанбекова¹, К.М. Тыныбаева²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Казахский научно-исследовательский институт почвоведения
и агрохимии имени У.У. Успанова, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

Мониторинг климатических изменений в ареале распространения редкого лекарственного вида *Adonis Tianschanica* Lipsch (Adolf)

В статье проведен мониторинг климатических изменений в зонах распространения редкого лекарственного вида *Adonis tianschanica* Lipsch с помощью метода ГИС. Ареалы распространения вида: популяция 1 – перевал Кеген, популяция 2 – Джунгарский Алатау (Текели), популяция 3 – Терской Алатау. В статье рассмотрены 19 различных баз данных, описывающих климат, и приведена ссылка на все базы данных.

Для сравнения двух баз данных выбраны CHELSA 2.1 (CA) и WorldClim v1, v2 (WC). В описании базы данных учитывались пространственное разрешение (допустимость и пространственный масштаб данных), периоды (охватываемые периоды и частота данных), основная важная климатическая информация (температура, осадки). Когда набор данных был доступен по месяцам, для сравнения были рассчитаны долгосрочные средние значения (1980-1999, 2000-2018 гг.). Для уменьшения количества карт сравнивались только годовые значения.

По средней температуре воздуха и количеству выпадения осадков за эти периоды (1980-1999, 2000-2018 гг.) составлено 16 карт по 2 базам данных, в которых сравнивались и оценивались приведенные данные. По температуре воздуха – средняя и максимальная средняя, даны сведения о процентах различий, максимальных, минимальных температурах. По количеству осадков 1980-1999, 2000-2018 гг. приведена информация о выпадении осадков в среднем за период.

Мы должны сказать, что такое сравнение не является проверкой базы данных. В соответствии с экспертными знаниями мы можем сравнивать и представлять только переменные с соответствующим распределением и избегать баз данных, которые значительно отличаются от других (например, WorldClim v2 для температуры).

Ключевые слова: *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf), популяция, климат, Джунгарский Алатау, Терской Алатау, температура, осадки.

Кіріспе

Соңғы уақытта әлем жұртшылығының экожүйелер мен олардың жеке компоненттерінің климаттың өзгеруіне реакциясын зерттеуге деген қызығушылығы жер шарының көптеген аймақтарында болып жатқан жылындың салдарын бағалау және осы процестердің жалғасуымен биосферадағы мүмкін болатын өзгерістердің ғаламдық моделін жасау қажеттілігі тууда.

Тау экожүйелері Орталық Азиядағы климатты реттеуде маңызды рөл атқарады. Өткен ғасырда климаттың өзгеруі осы экожүйелерге айтарлықтай әсер етті, бұл тек таулы жерлерде немесе олардың жанында тұратын адамдарға ғана емес, сонымен бірге бүкіл аймаққа әсер етеді [1].

Биік таулы аймақтардың экожүйелері мен қауымдастықтары климаттың өзгеруіне өте сезімтал, өйткені олар экстремалды климаттық және топырақ-жер жағдайында өседі, ал термиялық градиенттер мен олармен анықталған өсімдік аймақтарының шекаралары бір-бірінен өте қысқа қашықтықта орналасқан. Сондықтан температураның 3°C-қа көтерілуі климаттық шекаралардың жүздеген метрге көтерілуіне әкелуі мүмкін, бұл жеке өсімдіктер белдеулерінің орташа енінен асып түседі және биотадағы маңызды өзгерістерді анықтайды, бұл көптеген таулы түрлердің, әсіресе аласа таулардың шындарымен шектелген экожүйелердің жойылуына әкелуі мүмкін [2].

Солтүстік Тянь-Шань – Кетментау, Іле Алатауы, Күнгей Алатауы, Теріскей Алатауының

солтүстік беткейлері, Талас Алатауы мен Қаратауды қамтитын үлкен тау жүйесі. Күнгей Алатауының Қазақстанға оның шығыс бөлігінің солтүстік беткейлері ғана кіреді. Жотаның орташа биіктігі теңіз деңгейінен 3500 м-ден аспайды және тек жекелеген шыңдар 4500 м және одан жоғарыға, ал ең төменгі нүктелері 1600 м биіктікке жетеді.

Климаттық жағдайларға абсолютті биіктік, экспозиция және беткейлердің көлбеуі үлкен әсер етеді. Ауаның орташа жылдық температурасы 5-6⁰С; шілдедегі орташа температура +15⁰С; қысқы кезеңде орташа температура -5⁰С-ке тең [3].

Күнгей мен Теріскей Алатауында кейде тамызда қар жауып, қатты суытады. Тіпті мамырмаусым айларында да аяз жиі болады. Нағыз жаз шілдеде ғана келеді. Көп жауын-шашын мамырайында түседі.

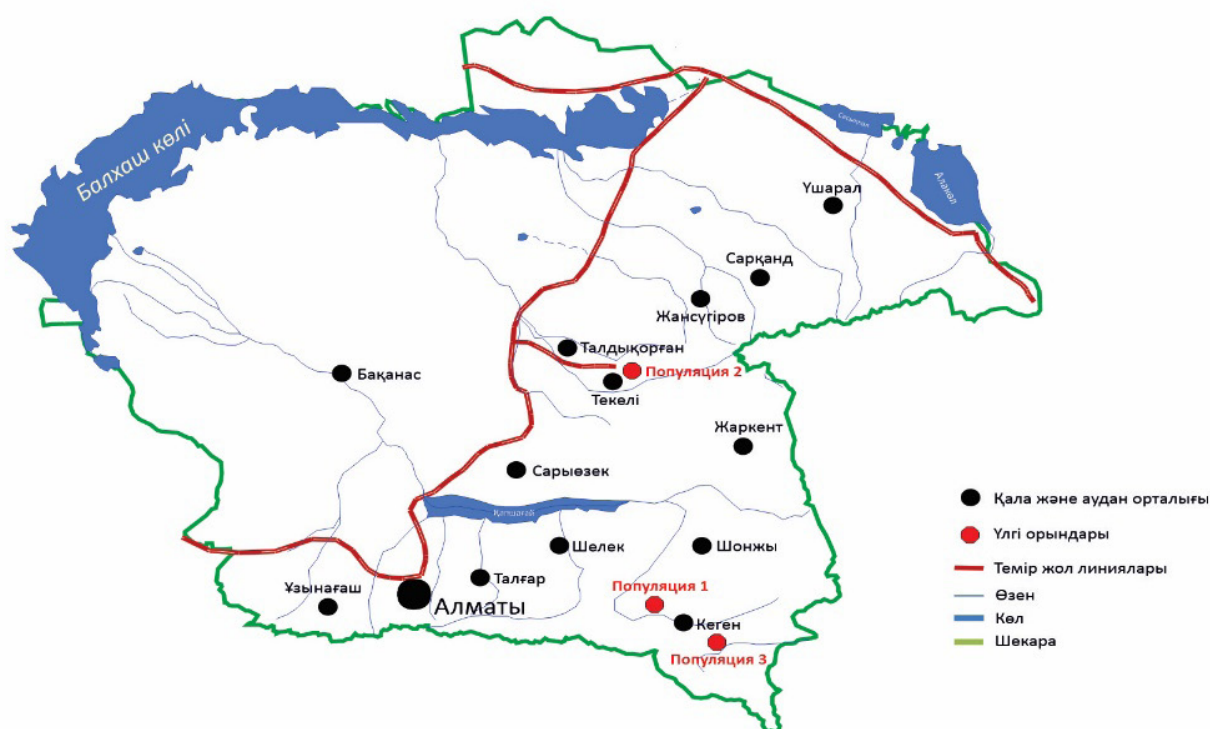
Іле Алатауының солтүстік беткейінде тіпті қыс айларының өзінде жылы күндер жиі болады. Күндіз қар ериді, түнде шалшықтарды мұз басып қалады. Ауа-райының мұндай күрт өзгеруі тау жынысына деструктивті әсер етеді.

Жоңғар Алатауының солтүстік макробеткейлер ылғалды солтүстік-батыстағы ауа ағымдары үшін ашық және скринингтік тосқауыл әсерін атқарады, сондықтан ылғалды климатпен ерекшеленеді (жауын-шашынның жылдық мөлшері – 400-500 мм) [4-5].

Рельефтің, климаттың, аналық жыныстардың және топырақтың алуан түрлілігі Солтүстік Тянь-Шань өсімдіктерінде үлкен өзгергіштік тудырады. Зерттеушілер Л. Грибанов, И. Лагов [6] Солтүстік Тянь-Шань өсімдіктерінің бірегейлігін атап өтті. Авторлар мұндай ерекшелікті мал жаюмен, орман өрттерімен және қар көшкінінің әрекетімен түсіндіреді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде *A. tianschanica* түрінің популяцияларындағы климаттық өзгерістер алынды. Алматы облысы бойынша 3 популяциясы анықталды: Кеген асуы (популяция 1), Текелі, Жоңғар Алатауы (популяция 2), Теріскей Алатау (популяция 3) (1-сурет).



1-сурет – Алматы облысындағы *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf) түрінің зерттелген аймақтары

A. tianschanica түрінің таралу аймағындағы соңғы 40 жылдағы климаттық жағдайы мен өзгерістеріне геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) әдісін қолдана отырып мониторинг жүргізілді.

Ғылыми әдебиеттердегі зерттеулерді қолдана отырып, біз әлемдік масштабта қол жетімді ГАЗ дерекқорларын түгендедік және олар әртүрлі критерийлерге сәйкес бағаланды:

1) Қолданыстағы климаттық параметрлер; 2) Кеңістіктік рұқсаттылығы (resolution); 3) Кезеңдер. Бұл мәліметтер базасында жауын-шашын, орташа температура және қар, ылғалдылық секілді климаттық параметрлер болуы керек. Жоғары кеңістіктік рұқсаттылық бізге нақты ақпарат береді, сондықтан аймақтық кеңістіктік өзгерістерді сипаттайтын ақпаратты табу өте маңызды. Біз таңдалған мәліметтер базасын 25 км-ге дейін кеңістіктік рұқсаттылықпен шектедік. Мұндағы мақсатымыз, кеңістіктік рұқсаттылықтың дәлдігі қаншалықты төмен болса (км), ондағы деректердің дұрыс болу ықтималдылығы артады.

Бізді ұзақ уақыт бойы айлық уақыт ауқымында қол жетімді мәліметтер жиынтығы қызықтырды. Барлық осы мәліметтер жиынтығы

бағаланды, бірақ мүмкін болғанынша, біз деректерді айлар бойынша іздедік.

Деректер жиынтығы айлар бойынша қол жетімді болған кезде, салыстыру үшін ұзақ мерзімді орташа мәндерді есептедік (1980-1999, 2000-2018 жж.). Карталар санын азайту үшін тек жылдық мәндер салыстырылды.

ArcGIS *spatial analyst* құралдарын қолдана отырып таңдап алынған климаттық мәліметтер базасы және ол жерден Алматы облысының территориясын қиып алу, салыстыру және зерттелетін аумақтың климаттық ерекшеліктері бақыланды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Біз климаты сипаттайтын 19 түрлі мәліметтер базасын қарастырдық (1-кесте). 1-кестеде қол жетімді параметрлері мен сілтемелері бар мәліметтер базасы көрсетілген. Деректер базасының сипаттамасында кеңістіктік ақпарат (деректердің рұқсаттылығы мен кеңістіктік масштабы), период (қамтылатын кезеңдер мен деректер жиілігі), негізгі маңызды климаттық ақпараттар (*температура, жауын-шашын*) есепке алынды.

1-кесте – Климатты қалыптастыру компоненттері туралы ГАЗ мәліметтер жиынтығы [7-22]

	Деректер жиынтығы	Кеңістік		Кезеңдер			Климаттық критерий					Әдебиеттер
		Дәлд.	Масш.	Жылдар	Жиілік	Тип	Температура			ЖШ	Қ	
							max	min	орта			
1	CHELSA 2.1	1 км	GL	1979-2018	Ай	A	*	*	*	*		(Karger et al. 2017)
2	CHELSAcruts	1 км	GL	1901-2016	Ай	A	*	*		*		(Karger et al. 2017)
3	CM SAF	25 км	GL	1983-2005	Ай	A					*	(Pfeifroth et al. 2019)
4	CPC-Global	50 км	GL	1981-2010	Күн	O				*		(Xie et al. 2007)
5	CRU TS v4.02	50 км	GL	1901-2017	Ай	A	*	*	*	*		(Harris et al. 2014)
6	ERA-Interim	80 км	GL	1979-2010	Ай	O				*	*	(Berrisford et al. 2011)
7	GHCN-M v3	500км	GL	1880-2019	Ай	O	*	*	*	*		(Lawrimore et al. 2011)
8	Global-AEZ	50 км	GL	1961-1990	Ай	O	*	*	*	*		(Fischer and Heilig 1997)
9	Gl-Aridity/ET0	1 км	GL	1970-2000	Ай	O						(Trabucco and Zomer 2018)
10	Gl-Aridity/PET	1 км	GL	1950-2000	Ай	O						(Trabucco and Zomer 2018)
11	Global-SWB	1 км	GL	1950-2000	Ай	O				*		(Trabucco and Zomer 2019)
12	GPCC/FD_M	25 км	GL	1891-2016	Ай	O				*		(Rudolf 2018)
13	ISCCP D	30 км	GL	1983-2006	Ай	A						(Schiffer and Rossow 1983)
14	NCEP/NCAR	210км	GL	1948-2019	Күн	O	*	*	*	*		(Kalnay et al. 1996)
15	PRECL	50 км	GL	1948–2019	Ай	O				*		(Chen et al. 2002)

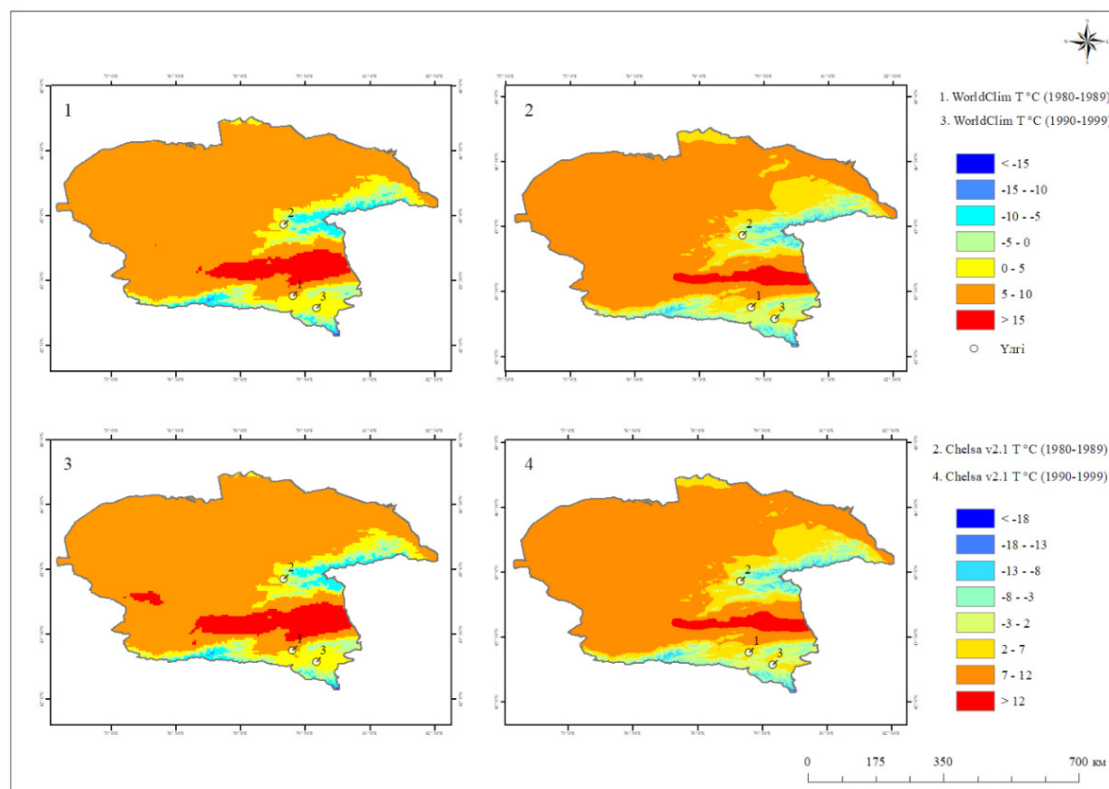
	Деректер жиынтығы	Кеңістік		Кезеңдер			Климаттық критерий					Әдебиеттер
		Дәлд.	Масш.	Жылдар	Жиілік	Тип	Температура			ЖШ	Қ	
							max	min	орта			
16	TerraClimate	4 км	G1	1958-2015	Жыл	Ж	*	*	*	*		(Abatzoglou et al. 2018)
17	UDEL data	50 км	GL	1900–2017	Ай	О	*	*	*	*		(Menne et al. 2012)
18	WorldClim v1	25 км	GL	1960-2018	Ай	О	*	*	*	*		(Hijmans et al. 2005)
19	WorldClim v2	25 км	GL	1970-2018	Ай	О	*	*	*	*		(Fick and Hijmans 2017)

Ескерту: Дәлд. – деректер дәлдігі; Масш. – масштаб: GL – әлемдік масштаб, Жылдар – қол жетімді жылдар; Жиілік. – деректер жиілігі; Тип: А – бір айлық деректер, О – орташа деректер, Ж – жылдық деректер; ЖШ – жауын-шашын; Қ – қар

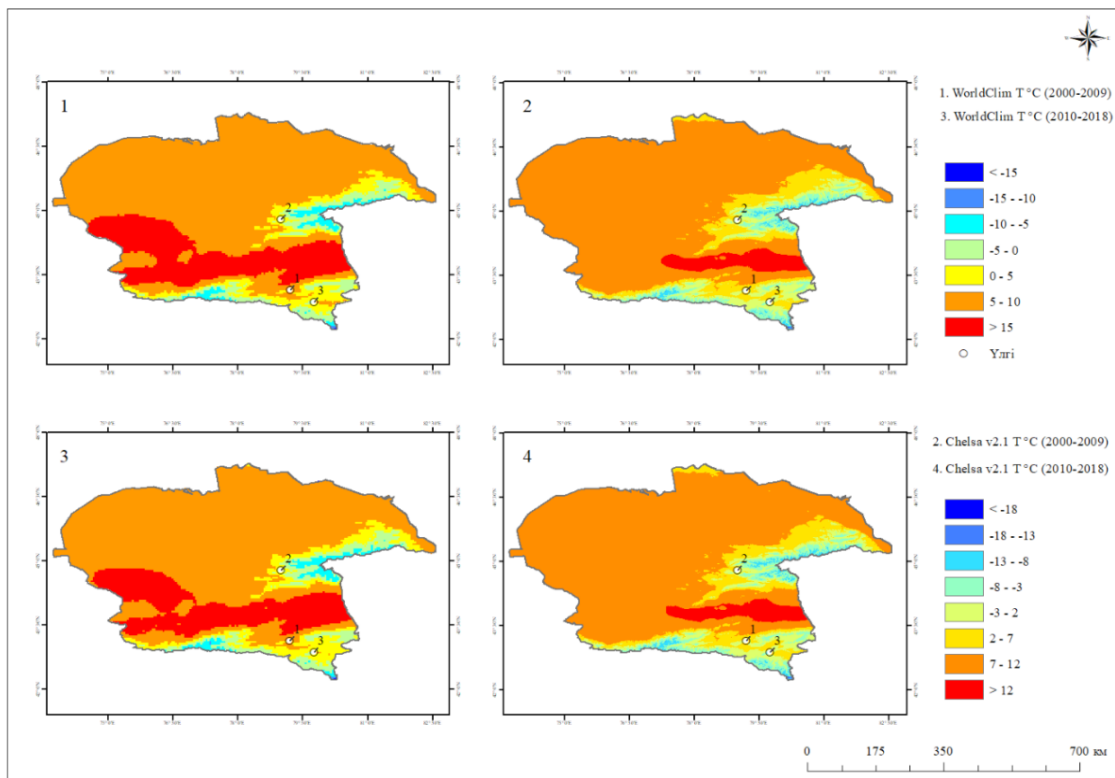
Анықталған 19 дерекқорлар базасының екеуін салыстыру үшін CHELSA 2.1 (CA) мен WorldClim v1, v2 (WC) таңдап алынды. Онда бізге қажетті параметрлер, кеңістіктік рұқсаттылығы (25 км-ге дейін) және тиісті кезеңдер қол жетімді болды.

Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы орташа ауа температурасының (t_{optm}) жылдық көрсеткіштерін салыстыру.

Осы кезеңде климаттың өзгеруі туралы мәліметтер базасы арасындағы $T^{\circ}C$ айырмашылықтарды бағалау үшін 8 карта құрылды (2, 3-сурет).



2-сурет – Алматы облысындағы $T^{\circ}C$ (1980-1999 жж.) орташа жылдық температурасын *WorldClim v2* және *CHELSA v2.1* деректер базасымен салыстыру



3-сурет – Алматы облысындағы T°C (2000-2018 жж.) орташа жылдық температурасын *WorldClim* v2 және *CHELSA* v2.1 деректер базасымен салыстыру

CHELSA 2.1 1979 жылдан бастап жыл сайын айлар туралы ақпаратқа ие және максималды, минималды және орташа температураға ие. *CHELSA 2.1* мәліметтер базасының құрылымына байланысты біз 1980-2018 жылдар (39 жыл 12 ай бойынша) аралығындағы орташа жылдық температураны есептеу үшін 468 карта жүктедік.

WorldClim v2 1970 жылдан бастап әр жыл үшін айлар туралы ақпаратқа ие және тек максималды және минималды температураға ие болғандықтан, біз максималды және минималды температураны есептеу арқылы орташа температураны алдық.

1980-1999 және 2000-2018 жылдар аралығындағы орташа айлық температураны есептеу үшін (1980 – 2018) Біз T_{\min} және T_{\max} 936 карта жүктеу арқылы есептедік. Нақтырақ, әрбір жылдардағы 12 ай бойынша максимум және минимум мәліметтері жүктелінді.

Орташа және орташа максималды мән арасындағы қатынастар 2-кестеде келтірілген. Кестеде әрбір 10 жылдықтар бойынша ауа температурасы қарастырылған. Сонымен қатар, орташа мән мен орташа максималды айырмашылықпен

қоса олардың арасындағы айырмашылықтардың пайыздық көрсеткіштері де көрсетілген. Максималды орташа мән – бұл әрбір 10 жыл ішіндегі орташа ауа температурасының максималды көрсеткіші.

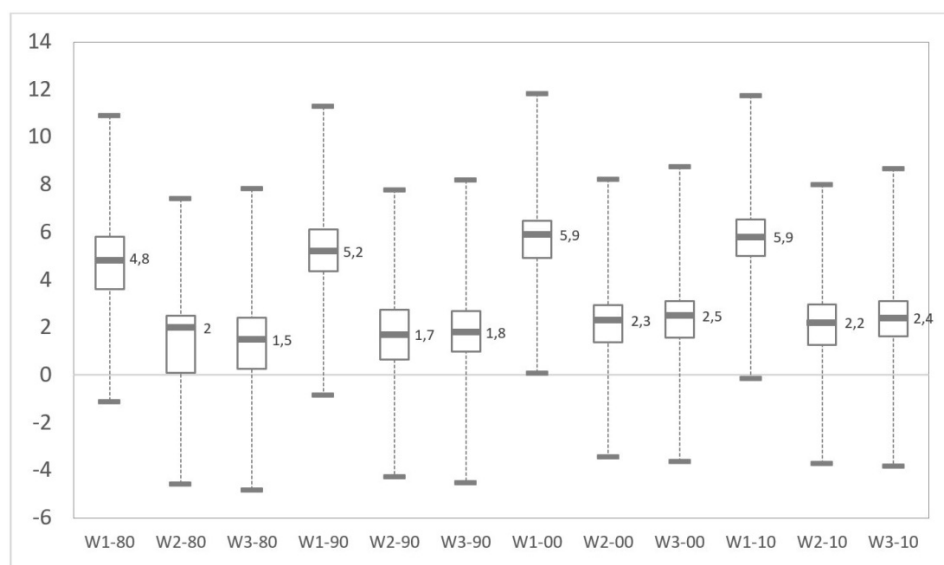
WorldClim v2 деректер базасындағы біз алған 1980...2018 жж. бойынша климаттық көрсеткіштер төменде көрсетілген (4-сурет).

WorldClim деректері бойынша популяция 1 – W1, популяция 2 – W2, популяция 3 – W3 ретінде шифрленген және жылдардың да бастапқы сандары ғана көрсетілген, мысалы: W1-80-WorldClim 1980-1989 жж., дәл осы ретпен басқалары да орналастырылған. Кеген асуы бойынша (W1) ауа температурасының жылынуы көрінеді. Нақтырақ, Кеген асуы бойынша 1980-2018 жж. аралығында орташа ауа температурасының +1,1°C дейін көтерілуі байқалады. Дәл осы ретпен Жоңғар Алатауы (W2) бойынша да ауа температурасы +0,2°C артқан. Теріскей Алатауы (W3) ауа температурасының өзгеруі +0,9°C көрсетеді.

Максималды ауа температурасы бойынша, W1: +10,89°C – +11,73°C, W2: +7,4°C – +8°C, W3: +7,81°C – +8,66°C дейін артқан.

2-кесте – 1980-1989, 2000-2009 жылдардағы (жасыл) және 1990-1999, 2010-2018 жылдардағы (көк) деректер базалары арасындағы ауа температурасының орташа айырмашылықтары

Деректер базасы	Максималды орташа айырмашылық		Орташа айырмашылық		Айырмашылықтардың пайыздық көрсеткіші	
	1980-1989	1990-1999	1980-1989	1990-1999	1980-1989	1990-1999
CHELSA v2.1	1. 1,86	1. 2,18	1. 1,05	1. 1,15	1. 44%	1. 47%
	2. 1,21	2. 1,54	2. 0,42	2. 0,61	2. 65%	2. 60%
	3. 0,73	3. 0,91	3. -0,31	3. -0,06	3. 57%	3. 93%
WorldClim v2	1. 5,80	1. 6,13	1. 4,80	1. 5,20	1. 17%	1. 15%
	2. 2,50	2. 2,75	2. 2,00	2. 1,70	2. 20%	2. 38%
	3. 2,40	3. 2,70	3. 1,50	3. 1,80	3. 37%	3. 33%
	2000-2009	2010-2018	2000-2009	2010-2018	2000-2009	2010-2018
CHELSA v2.1	1. 2,35	1. 1,82	1. 1,60	1. 1,40	1. 32%	1. 23%
	2. 1,30	2. 2,13	2. 0,85	2. 0,89	2. 35%	2. 58%
	3. 0,77	3. 1,33	3. 0,18	3. 0,25	3. 76%	3. 81%
WorldClim v2	1. 6,47	1. 6,53	1. 5,90	1. 5,90	1. 9%	1. 9%
	2. 2,95	2. 2,98	2. 2,30	2. 2,20	2. 22%	2. 26%
	3. 3,11	3. 3,12	3. 2,50	3. 2,40	3. 20%	3. 23%



(Ескерту: □ – жоғары сызық орташа максималды температура, төменгі сызық орташа минималды және ортаңғы сызық орташа температура, ■ – максималды температура, ■ – минималды температура)

4-сурет – 1980-2018 жылдардағы *WorldClim v2* базасы бойынша Алматы облысындағы орташа ауа температурасы

Ал минималды ауа температурасы: W1: -1,14°C – -0,17°C, W2: -4,58°C – -3,72°C, W3: -4,84°C – -3,84°C дейін өзгерген. Нақтырақ, W1: +0,9°C, W2: +0,8°C, W3: +1°C көтерілуі байқалған.

CHELSEA v2.1 деректер базасы бойынша 1980-2018 жылдардағы климаттық өзгерістер

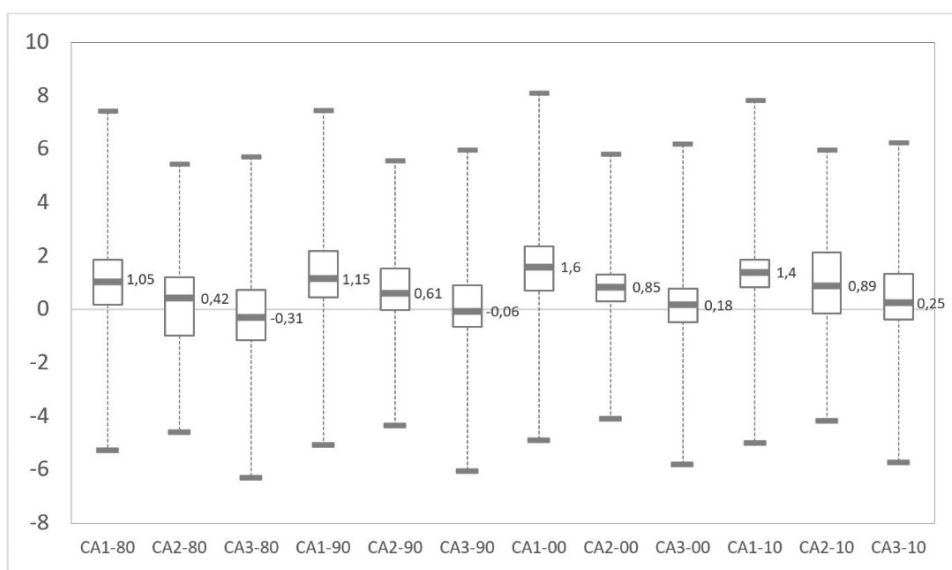
(5-сурет). *CHELSEA v2.1* деректері бойынша популяция 1 – CA1, популяция 2 – CA2, популяция 3 – CA3 ретінде қысқартылды. Кеген асуы (CA1) бойынша 1980-2018 жж. аралығында орташа ауа температурасының +0,55°C дейін көтерілуі байқалды. Дәл осы ретпен Жоңғар Алатауы (CA2) бойынша да ауа температура-

сы +0,47°C дейін 2010-2018 жылдары артқан. Теріскей Алатауы (CA3) ауа температурасының өзгеруі +0,56°C көрсетеді. Барлық $T_{орта}$ туралы ақпараттар 1980-1989 жылдармен салыстырылды.

Максималды ауа температурасы бойынша CA1: + 6,94°C – +7,42°C, CA2: +5,42°C – +6,29°C, CA3: +5,21°C – +5,95°C дейін артқан. Минималды ауа температурасы: CA1: -5,82°C – -5,34°C, CA2: -4,62°C – -4,06°C, CA3: -7,05°C

– -6,41°C дейін өзгерген. Нақтырақ, CA1: +0,48°C, CA2: +0,56°C, CA3: +0,64°C дейін көтерілген.

CHELSA деректер базасы Алматы облысы үшін іріктеп таңдалған базаның бірі және біз олар Алматы облысы бойынша метеорологиялық станциялардың неғұрлым қолайлы жиынтығын пайдаланады деп болжай аламыз және олар басқа да әлемдік дерекқорларға қарағанда анағұрлым өзекті деректерді ұсына алады.



(Ескерту: □ – жоғары сызық орташа максималды температура, төменгі сызық орташа минималды және ортаңғы сызық орташа температура, ■ – максималды температура, ■ – минималды температура)

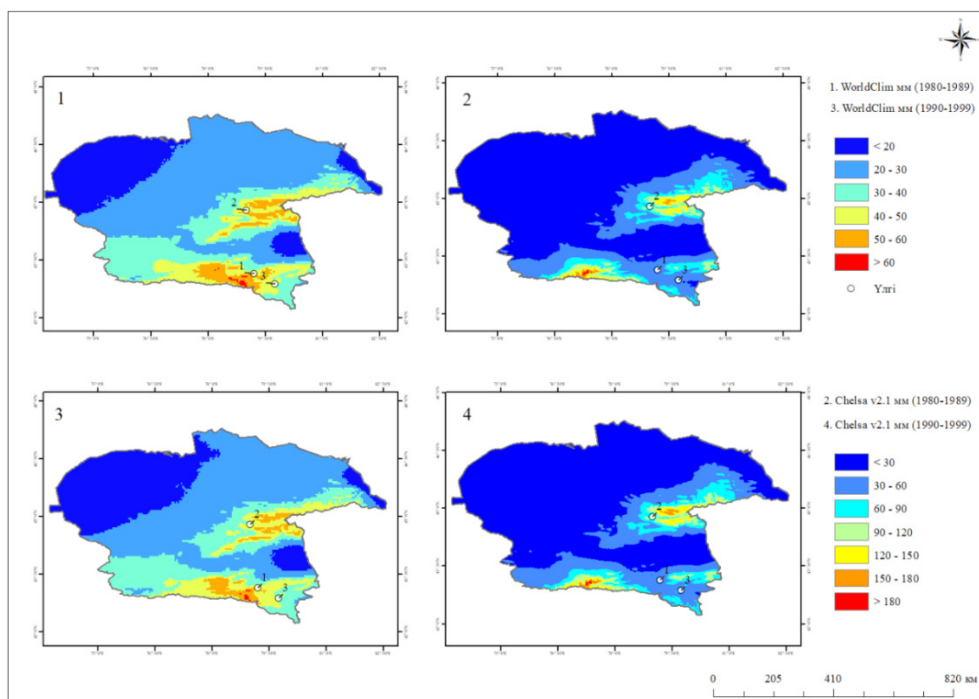
5-сурет – 1980-2018 жылдардағы *CHELSA v2.1* базасы бойынша Алматы облысындағы орташа ауа температурасы

Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы әр түрлі дереккөздер бойынша жауын-шашынның жылдық көрсеткіштерін салыстыру.

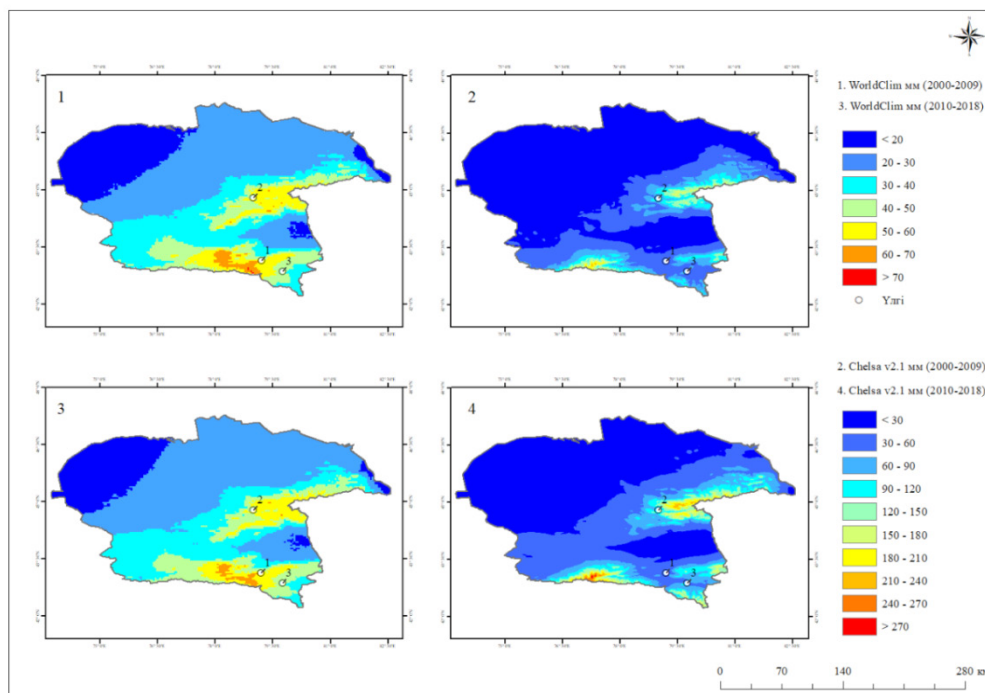
Егер температура үздіксіз шама болса, онда жауын-шашын дискретті құбылыс. Сондықтан біз температураны талдау кезіндегідей, қарастырылып отырған аймақтың аумағы үшін біркелкілікті ала алмадық. Алматы облысы бойынша жылдық жауын-шашын мөлшері 1980...1999 және 2000...2018 жылдар кезеңінде салыстырылды. Біз 8 картаны салыстырып, олардың айырмашылықтарын бағаладық (6, 7-сурет). *CHELSA v2.1* *WorldClim v2*-ге қарағанда жауын-шашынның жоғары мәнін көрсетті.

WorldClim v2 жазық жерлерде жақсы сәйкестікті көрсетті, бірақ таулы аймақта *CHELSA v2.1* айтарлықтай жоғары мәндерді көрсетеді.

CHELSA v2.1 дерекқоры басқалармен салыстырғанда маңызды айырмашылықтарды көрсетті, таудағы айырмашылықтар 200 мм-ден асуы мүмкін. 6-7 суретте біз *WorldClim v2* үшін ең аз орташа айырмашылық табылғанын байқаймыз. Бұл 3-кестеде дәлірек расталған. Жалпы, *CHELSA v2.1* осы уақыт шкаласымен салыстыру үшін басқалардан айтарлықтай ерекшеленетін мәндерді көрсетті, кем дегенде *CHELSA v2.1* жауын-шашынның климаттық көрсеткішіне жақын болды (3-кесте).



6-сурет – *WorldClim v2* және *Chelsea v2.1* деректер базасынан Алматы облысындағы жылдық (1980-1999 жж.) жауын-шашын мөлшерін салыстыру



7-сурет – *WorldClim v2* және *CHELSEA v2.1* деректер базасынан Алматы облысындағы жылдық (2000-2018 жж.) жауын-шашын мөлшерін салыстыру

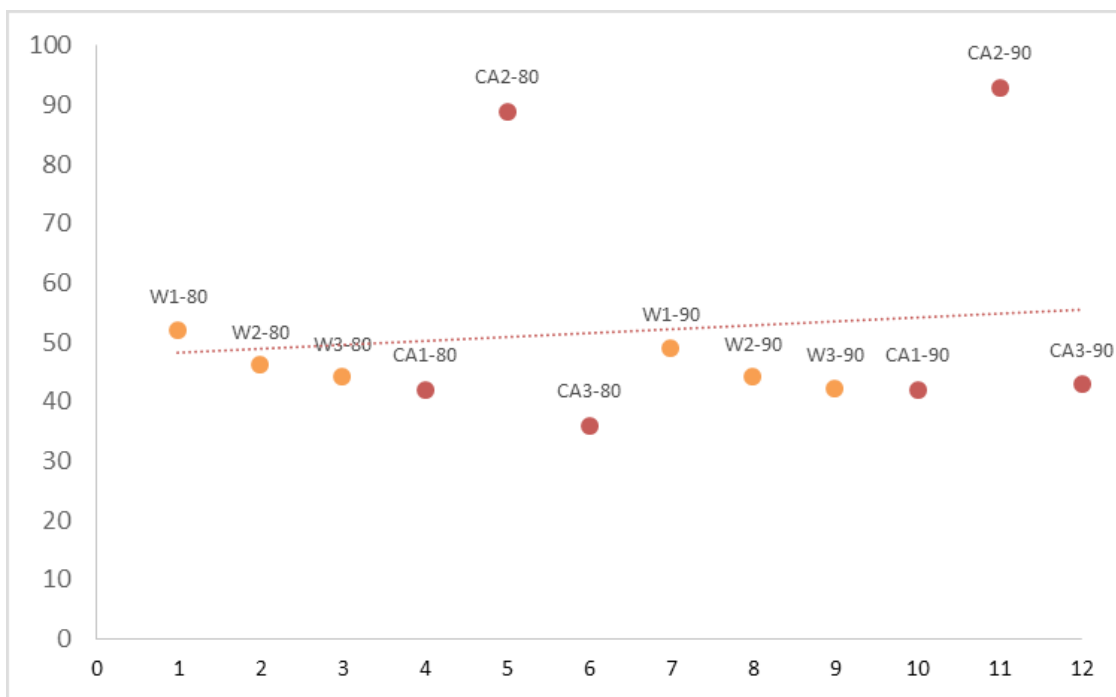
3-кесте – 1980...2018 жылдардағы *WorldClim v2* және *CHELSA v2.1* деректер базалары арасындағы орташа жауын-шашынның түсу мөлшері

Деректер базасы	Орташа жауын-шашынның түсу мөлшері			
	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2018
CHELSA v2.1	1. 42	1. 42	1. 43	1. 52
	2. 89	2. 93	2. 84	2. 110
	3. 36	3. 43	3. 48	3. 65
WorldClim v2	1. 52	1. 49	1. 57	1. 55
	2. 46	2. 44	2. 50	2. 50
	3. 44	3. 42	3. 48	3. 48

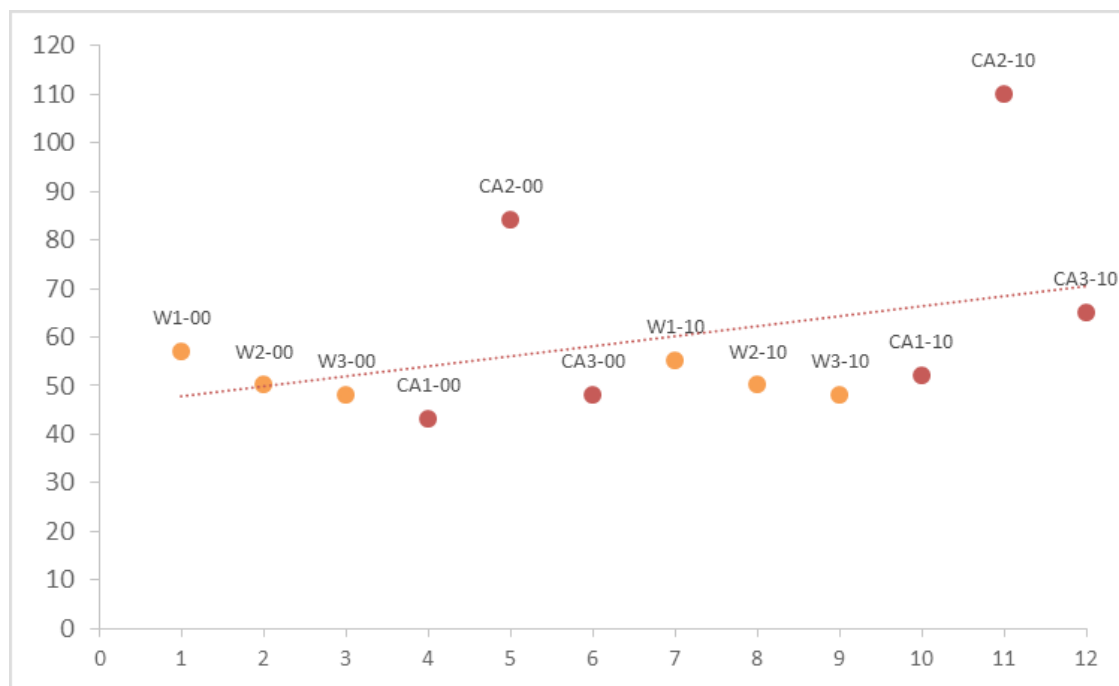
WorldClim v2 жауын-шашыны Алматы таулы аймағындағы басқа деректер базасымен салыстырғанда (*CHELSA*) төмен мәндермен сипатталды (6, 7-сурет).

Айта кету керек, *WorldClim v2* жазық аймақтарда жақын климаттық көрсеткіштерді көрсетеді.

Мұндай салыстыру дереккорды тексеру емес екенін есте ұстауымыз керек. Біз сараптамалық білімге сәйкес тиісті үлестірімі бар айнымалыларды ғана салыстыра ұсынып және басқалардан айтарлықтай ерекшеленетін мәліметтер базасынан аулақ бола аламыз (мысалы, температура үшін *WorldClim v2*).



8-сурет – 1980-1999 жылдар аралығындағы Алматы облысы бойынша жауын-шашынның түсу мөлшері



9-сурет – 2000-2018 жылдар аралығындағы Алматы облысы бойынша жауын-шашынның түсу мөлшері

Қорытынды

Adonis tianschanica сирек кездесетін өсімдік түрінің популяциясының табиғи-климаттық өзгерістері туралы мәлімет олардың өмір сүру перспективаларын нақтылауға қажет. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі *Adonis tianschanica* түрінің үш популяциясының табиғи-климаттық өзгеріс жағдайларына мониторинг. Бұл жұмыста климатты сипаттайтын 19 әртүрлі дерекқор базалары қарастырылған. Оның ішінде *Chelsa* және *WorldClim* әлемдік масштабтағы дерекқорлар салыстырылды.

1. Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы орташа ауа температурасының жылдық көрсеткіштері 2 деректер базалары бойынша салыстырылды (*Chelsa*, *WorldClim*). Осы кезеңде климаттың өзгеруі туралы деректер базасы арасындағы температуралар айырмашылықтарды бағалау үшін 8 карта құрылды. Қорытындысында, орташа температуралардан бөлек, минималды және максималды

температуралар, максималды орташа, минималды орташа температуралар туралы да мәліметтер алынды.

2. Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы әр түрлі дереккөздер бойынша жауын-шашынның жылдық көрсеткіштері салыстырылды. Алматы облысы бойынша жылдық жауын-шашын мөлшері 1980-1999 және 2000-2018 жылдар кезеңінде салыстырылды. Бұл үшін де 8 карта құрылып, олар салыстырылды және айырмашылықтары бағаланды. *Chelsa*, *WorldClim*-ге қарағанда жауын-шашынның жоғары мәнін көрсетеді.

Біз Алматы облысы үшін температура, жауын-шашын туралы ең жақсы деректер көзін анықтау үшін 2 дерекқорды салыстырдық. Температураға келетін болсақ, біз Алматы облысы үшін *CHELSA v2.1* ұсынамыз, өйткені онда кеңістіктік рұқсаттылығы 1 км құрайды және *WorldClim v2* қарағанда дәлірек мәндер көрінеді. Сондай-ақ Алматы облысында жауын-шашын үшін *CHELSA v2.1* пайдалануға болады.

Әдебиеттер

- 1 Диких А. Н. Глобальное потепление климата, его проявление на Тянь-Шане и реакция ледников. – М., 1997. – Вып. 83. – С. 135-139.
- 2 Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2006. – С. 490-505.
- 3 Гуриков Д. Е. Заилийский Алатау. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – С. 219-255.
- 4 Глазовская М. А. К истории развития современных природных ландшафтов внутреннего Тянь-Шаня. Географические исследования в Тянь-Шане. – М., 1953. – С. 74-78.
- 5 Жандаев М. Ж. Природа Заилийского Алатау. – Алма-Ата: Казахстан, 1978. – С. 154-160.
- 6 Лагов И. А., Грибанов Л. Н., Чабан Л. С. Ель Шренка или Тянь-Шанская // Леса СССР. Ин-т леса и древесины им. Сукачева АМ СССР, Сиб.отд. «Наука». – М., 1970. – С. 34.
- 7 Karger, D. N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, P., Kessler, M.: Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas // *Scientific Data* 170122. – 2017. – №4. – P.10-20.
- 8 Pfeifroth, Uwe; Kothe, Steffen; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer; Fuchs, Petra; Kaiser, Johannes; Werscheck, Martin: Surface Radiation Data Set – Heliosat (SARAH) – Edition 2.1 // *Satellite Application Facility on Climate Monitoring*. – 2019. – P.20-62. DOI:10.5676/EUM_SAF_CM/SARAH/V002_01
- 9 Xie, Pingping, Mingyue Chen, Song Yang, Akiyo Yatagai, Tadahiyo Hayasaka, Yoshihiro Fukushima, and Changming Liu. A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia // *Journal of Hydrometeorology*. – 2017. – № 8 (3). – P.607–626.
- 10 Harris, L., P. D. Jones, T. J. Osborn, and D. H. Lister. Updated High-Resolution Grids of Monthly Climatic Observations – the CRU TS3.10 Dataset. // *International Journal of Climatology*. – 2014. №34 (3): P.623–642.
- 11 Berrisford, P., D. P. Dee, P. Poli, R. Brugge, Mark Fielding, Manuel Fuentes, P. W. Källberg, S. Kobayashi, S. Uppala, and Adrian Simmons. // *The ERA-Interim Archive Version 2.0*. – 2011.
- 12 Lawrimore, Jay H., Matthew J. Menne, Byron E. Gleason, Claude N. Williams, David B. Wuertz, Russell S. Vose, and Jared Rennie. An Overview of the Global Historical Climatology Network Monthly Mean Temperature Data Set, Version 3 // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 116 (D19). – 2011.
- 13 Fischer, and Heilig. GAEZ Global Agro-Ecological Zones // *Model Documentation*. – 1997.
- 14 Trabucco, Antonio, and Robert J Zomer. Global Aridity Index and Potential Evapo Transpiration (ET0) Climate Database V2 // *Scientific Data*. – 2018.
- 15 Rudolf, Bruno. The Global Precipitation Climatology Centre // *Global Precipitation Climatology Centre at Deutscher Wetterdienst*. – 2018. – № 17. P.60-102.
- 16 Schiffer, and Rossow. The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) // *Advances in Space Research* – 1987. – Vol. 7. – P.137–145.
- 17 Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, et al. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project // *Bulletin of the American Meteorological Society*. – 1996. – № 77(3). – P.437–471.
- 18 Chen, Mingyue, Pingping Xie, John E. Janowiak, and Phillip A. Arkin. Global Land Precipitation: A 50-Yr Monthly Analysis Based on Gauge Observations // *Journal of Hydrometeorology*. – 2002. – №3(3). P.249–266.
- 19 Abatzoglou, John T., Solomon Z. Dobrowski, Sean A. Parks, and Katherine C. Hegewisch. “TerraClimate, a High-Resolution Global Dataset of Monthly Climate and Climatic Water Balance from 1958–2015 // *Scientific Data*. – 2018. – №5. – P.170-191.
- 20 Menne, Matthew J., Imke Durre, Russell S. Vose, Byron E. Gleason, and Tamara G. Houston. An Overview of the Global Historical Climatology Network-Daily Database // *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. – 2012. – №29 (7). – P.897–910.
- 21 Hijmans, Robert J., Susan E. Cameron, Juan L. Parra, Peter G. Jones, and Andy Jarvis. Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas // *International Journal of Climatology*. – 2005. – №25 (15). –P.1965–1978.
- 22 Fick, Stephen E., and Robert J. Hijmans. WorldClim 2: New 1-Km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas // *International Journal of Climatology*. – 2017. – №37 (12). – P. 4302–4315.

References

- 1 Dikih A.N. “Global’noe poteplenie klimata, ego projavlenie na Tjan’-Shane i reakcija lednikov [Global climate warming, its manifestation in the Tien Shan and the response of glaciers]”. *MSI*. Vol. 83 (1997): 135-139. (In Russian)
- 2 Respublika Kazahstan. “Prirodnye uslovija i resursy [Republic of Kazakhstan. Natural conditions and resources]”. *Almaty*, (2006): 490-505. (In Russian)
- 3 Gurikov D.E. “Zailijskij Alatau [Zailiisky Alatau]”. *Almaty: Kainar*, (1981): 219-255. (In Russian)
- 4 Glazovskaja M.A. “K istorii razvitija sovremennyh prirodnyh landshaftov vnutrennego Tjan’-Shanja. Geograficheskie issledovanija v Tjan’-Shane [To the history of development of modern natural landscapes of the inner Tien Shan. Geographical studies in Tien-Shan]”. *M.* (1953): 74-78. (In Russian)
- 5 Zhandaev M. Zh. “Priroda Zailijskogo Alatau [Nature of Zailiisky Alatau]”. *Almaty: Kazakhstan*, (1978): 154-160. (In Russian)
- 6 Lagov I.A., Gribanov L.N., Chaban L.S. “El’ Shrenka ili Tjan’-Shanskaja [Schrenk or Tien Shan spruce]”. *Forests of the USSR. A.M. Sukachev Institute of Forest and Wood of the USSR, Siberian department “Science”, M.* (1970): 34. (In Russian)
- 7 Karger, D.N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E., Linder, P., Kessler, M. “Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas.” *Scientific Data* 170122. no 4 (2017): 10-20.

- 8 Pfeifroth, Uwe; Kothe, Steffen; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer; Fuchs, Petra; Kaiser, Johannes; Werscheck, Martin. “Surface Radiation Data Set – Heliosat (SARAH) – Edition 2.1.” Satellite Application Facility on Climate Monitoring. (2019): 20-62.
- 9 Xie, Pingping, Mingyue Chen, Song Yang, Akiyo Yatagai, Tadahiro Hayasaka, Yoshihiro Fukushima, and Changming Liu. “A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia.” *Journal of Hydrometeorology*. no 8(3) (2017). 607–626.
- 10 Harris, I., P. D. Jones, T. J. Osborn, and D. H. Lister. “Updated High-Resolution Grids of Monthly Climatic Observations – the CRU TS3.10 Dataset.” *International Journal of Climatology*. no 34(3) 2014: 623–642.
- 11 Berrisford, P., D. P. Dee, P. Poli, R. Brugge, Mark Fielding, Manuel Fuentes, P. W. Kållberg, S. Kobayashi, S. Uppala, and Adrian Simmons. “The ERA-Interim Archive Version 2.0.” (2011).
- 12 Lawrimore, Jay H., Matthew J. Menne, Byron E. Gleason, Claude N. Williams, David B. Wuertz, Russell S. Vose, and Jared Rennie. “An Overview of the Global Historical Climatology Network Monthly Mean Temperature Data Set, Version 3.” *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. no 116 (D19) (2011).
- 13 Fischer, and Heilig. “GAEZ Global Agro-Ecological Zones.” Model Documentation (1997).
- 14 Trabucco, Antonio, and Robert J Zomer. “Global Aridity Index and Potential Evapo Transpiration (ET0) Climate Database V2.” *Scientific Data* (2018).
- 15 Rudolf, Bruno. “The Global Precipitation Climatology Centre.” *Global Precipitation Climatology Centre at Deutscher Wetterdienst*. no 17 (2018): 60-102.
- 16 Schiffer, and Rossow. “The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP).” *Advances in Space Research*. Vol. 7 (1987): 137–145.
- 17 Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, et al. “The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project.” *Bulletin of the American Meteorological Society*. no 77(3) (1996): 437–471.
- 18 Chen, Mingyue, Pingping Xie, John E. Janowiak, and Phillip A. Arkin. “Global Land Precipitation: A 50-Yr Monthly Analysis Based on Gauge Observations.” *Journal of Hydrometeorology*. no 3(3) (2002): 249–266.
- 19 Abatzoglou, John T., Solomon Z. Dobrowski, Sean A. Parks, and Katherine C. Hegewisch. “TerraClimate, a High-Resolution Global Dataset of Monthly Climate and Climatic Water Balance from 1958–2015.” *Scientific Data*. no 5 (2018): 170-191.
- 20 Menne, Matthew J., Imke Durre, Russell S. Vose, Byron E. Gleason, and Tamara G. Houston. “An Overview of the Global Historical Climatology Network-Daily Database.” *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. no 29(7) (2012): 897–910.
- 21 Hijmans, Robert J., Susan E. Cameron, Juan L. Parra, Peter G. Jones, and Andy Jarvis. “Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas.” *International Journal of Climatology*. – no 25(15) (2005): 1965–1978.
- 22 Fick, Stephen E., and Robert J. Hijmans. *WorldClim 2: “New 1-Km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas.”* *International Journal of Climatology*. no 37(12) (2017): 4302–4315.