



Экологическая эволюция лекарственных растений Азербайджана и её связь с современными экологическими вызовами, включая состояние сине-зелёных водорослей (Cyanoprokaryota) Каспийского моря

Ecological Evolution of Medicinal Plants of Azerbaijan and Its Relation to Modern Ecological Challenges, Including the State of Blue-Green Algae (Cyanoprokaryota) of the Caspian Sea

Валида Али-заде / Valida Ali-zade 

Doctor of Biological Sciences, professor, Academician

Natural History Museum

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan

vm_alizade@yahoo.com

Таризель Эйбатов / Tariyel Eybatov 

PhD in Biology, General Director

Natural History Museum

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan

t_eybatov@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-9958-766X 0009-0001-5229-5694 Daxil oldu Received: 20.04.2026 Qəbul olundu Accepted: 25.05.2026	Xülasə. Məqalədə Azərbaycanın dərman bitkilərinin ekoloji təkamülünə dair ümumi baxış təqdim olunur; burada uyğunlaşma mexanizmləri, biocoğrafi amillər və müasir təhlükələr nəzərdən keçirilir. Xüsusi diqqət quru bitki ekosistemləri ilə Xəzər dənizinin su ekosistemlərinin vəziyyəti arasındakı qarşılıqlı əlaqəyə, xüsusilə sianobakteriyaların yayılmasına yönəldilmişdir. Xəzər dənizində antropogen amillər, o cümlədən çay məcrələrinin dəyişdirilməsi, müxtəlif mənbələrdən suyun çirklənməsi, həddindən artıq balıq ovu və brakonyerlik, eləcə də invaziv növlərin yayılması biomüxtəlifliyin azalmasına gətirib çıxarmış və endemik növləri təhlükə altına salmışdır. Təhlil göstərir ki, iqlim dəyişiklikləri, evtrofikasiya, dəniz səviyyəsinin enməsi və antropogen yük həm dəniz, həm də sahiləni quru ekosistemlərinə kompleks təsir göstərir. Məqalədə dərman bitkilərinin qorunması və Xəzərin ekoloji vəziyyətinin idarə olunması ilə bağlı tövsiyələr irəli sürülür. Açar sözlər: dərman bitkiləri, ekoloji təkamül, göy-yaşıl yosunlar, Xəzər dənizi, Azərbaycan. Abstract. This article presents an overview of the ecological evolution of medicinal plants in Azerbaijan, including adaptation mechanisms, biogeographical factors, and modern threats. Special attention is paid to the relationship between terrestrial plant ecosystems and the condition of the aquatic ecosystems of the Caspian Sea, with an emphasis on the spread of cyanobacteria. In the Caspian Sea, anthropogenic factors, including riverbed alterations, water pollution from various sources, overfishing and poaching, as well as species invasion, have led to a decline in biodiversity and placed endemic species under threat. The analysis shows that climate change, eutrophication, sea level decline, and anthropogenic pressure have a complex impact on both marine and coastal terrestrial ecosystems. Recommendations are proposed for the protection of medicinal plants and the management of the ecological condition of the Caspian Sea. Keywords: medicinal plants, ecological evolution, blue-green algae, Caspian Sea, Azerbaijan Резюме. Статья представляет обзор экологической эволюции лекарственных растений Азербайджана, включая механизмы адаптации, биogeографические факторы и современные угрозы. Особое внимание уделено взаимосвязи между наземными растительными экосистемами и состоянием водных экосистем Каспийского моря, с акцентом на распространение цианобактерий. В Каспийском море антропогенные факторы, включая изменение русел рек, загрязнение воды из различных источников, чрезмерный вылов и браконьерство, а также инвазия видов привели к снижению видового разнообразия и поставили эндемичные виды под угрозу. Анализ показывает, что климатические изменения, эвтрофикация, снижение уровня моря и антропогенная нагрузка оказывают комплексное воздействие как на морские, так и на прибрежные наземные экосистемы. Предлагаются рекомендации по охране лекарственных растений и управлению экологическим состоянием Каспия. Ключевые слова: лекарственные растения, экологическая эволюция, сине-зеленые водоросли, Каспийское море, Азербайджан.
--	--

Введение

Азербайджан располагает одной из наиболее богатых флор Кавказа: более 4 745 дикорастущих видов сосудистых растений, из которых примерно 1 547 видов (~34 %) имеют лекарственное значение (Bussman et al., eds. 2017: 746]. В национальных отчетах Конвенции о биологическом разнообразии указано, что около 800 растений региона имеют лечебную ценность, и ~150 из них используются в фармакологии (Мехтиева 2024). Страна характеризуется высоким растительным разнообразием: на его территории расположены 9 из 11 климатических зон мира, что создаёт множество экотипов для лекарственных растений. Экологическая эволюция лекарственных

растений в Азербайджане является результатом взаимодействия уникальной климатической зоны, географической изоляции, разнообразия почв и биотических факторов. Эти процессы влияют на производство вторичных метаболитов у эндемических и широко распространённых лекарственных видов (Solomon et al. 2013). Однако антропогенные и климатические вызовы (изменение климата, чрезмерный сбор, урбанизация) угрожают устойчивости этих растительных ресурсов. Эволюционное становление этой группы растений происходило под воздействием разнообразных экосистем — субтропиков, полупустынь, горных и прикаспийских ландшафтов

С другой стороны, Каспийское море, крупнейшее солёное озеро в мире, содержащее около 40% всех внутренних озёрных вод (Messenger et al. 2016) и расположенное на стыке Европы и Азии. Протяженность с севера на юг примерно на 1200 км, занимает площадь около 386 400 км², имеет объём воды 78 000 км³ и максимальную глубину 1025 м. Оно расположено на 26,5 м ниже уровня моря (Kotlyakov 2004; Kostianoy and Kosarev 2005), а солёность воды в среднем 12,85 г/л (Mamaev 2002). В то же время это самый большой на планете замкнутый водоём, обеспечивающий среду обитания для сотен эндемичных и мигрирующих видов, а также экосистемные услуги, поддерживающие жизнь миллионов людей (Court, Lattuada et al. 2025). По состоянию на первую половину 2026 года уровень Каспийского моря находится на критической отметке более 29 метров ниже уровня Мирового океана. По данным исследований, уровень воды опустился ниже -29,11 метра (по Балтийской системе высот), обновив исторический минимум 1977 года. Исторические и палеогеографические данные показывают, что квазипериодические изменения уровня Каспийского моря являются его характерной особенностью, однако иного мнения о причинах колебаний уровня Каспия не существует, поэтому прогнозирование затруднено (Zadereev et al. 2020). Смещение береговой линии особенно заметно на мелководных участках, где граница воды может перемещаться на несколько километров. Каспийский бессточный бассейн продемонстрировал одно из самых значительных сокращений площади поверхностных вод среди подобных бассейнов в мире за последнее десятилетие (Wang et al. 2018).

Доля различных уязвимых и находящихся под угрозой исчезновения видов по данным национальных Красных книг очень высока: так в Азербайджане — 44% растений и 33% животных. Эндемизм на видовом уровне часто достигает 80%. Изменение уровня моря играет значительную роль в деградация местообитаний, структуре и функционировании экосистем. Водные экосистемы претерпевает стремительные экологические изменения: снижение уровня воды, загрязнение, и особенно — всплески

сине-зелёных водорослей (цианобактерий) (Нуриева 1991, Нуриева 2018). В целом, в Каспийском море антропогенные факторы, включая изменение русел рек, загрязнение воды из различных источников, чрезмерный вылов рыбы и браконьерство, а также внедрение чужеродных видов, привели к снижению видового разнообразия и создали угрозу эндемичным видам как растений (Nuriyeva, Vinogradova 2020), так и животных. На это четко указывают результаты полувековых мониторинговых исследований состояния популяции уникального млекопитающего - каспийского тюленя и причины её резкого сокращения, а также динамики появления многочисленных туш тюленей на северном побережье Апшеронского полуострова и их взаимосвязи с численностью тюленей в Каспийском море (Eybatov, Gadjiev 2022: 106-118).

Неустойчивые экологические условия характеризуют современное состояние Каспийского моря, оказывая свое влияние и на прибрежные экосистемы. Периодические разливы Каспия, многочисленные пресные речные стоки, которые пересекают побережье и впадают в море, а также неравномерное распределение мокрых солончаков, застойных вод, песчаников и водно-болотистых участков, а также деятельность человека неизбежно ведут к трансформации его прибрежных экосистем (Ali-zade et al. 2019). Эти процессы влияют не только на состояние морской экосистемы, но и на биоразнообразие прибрежных наземных зон, включая лекарственные растения, формирующие уникальные хемотипы в условиях Прикаспия (Court, Lattuada et al. 2025). С очевидной вероятностью в текущем состоянии биоразнообразия можно ожидать рост негативных тенденций, т.к. изменения уровня моря уже вызывают значительные преобразования прибрежных местообитаний, которые к тому же наиболее уязвимы к различным видам человеческой деятельности, изменению климата и колебаниям уровня воды.

1. Лекарственные растения Азербайджана: флористическое и биогеографическое разнообразие

Как известно, в Азербайджане насчитывается около 800 лекарственных видов, из которых 150–170 видов включены в фармакопейную и фармакогностическую практику (Мехтиева 2006, Mehtiyeva, Zeynalova 2013). Нахчыван является центром флористического эндемизма — 132 официальных лекарственных вида, 88 из которых — дикорастущие 44 - культивируемые (Mehdiyeva 2006, Talibov et al. 2015). Уникальность лекарственной флоры Нахичевани связана с тем, что регион находится на пересечении средиземноморской, западноазиатской и иранской флор. Карабахский регион также характеризуется высокой этноботанической значимостью: здесь

насчитывается более 100 лекарственных видов, активно применяемых в традиционной медицине (Ibadullayeva 2021: 81-87). Значительным видовым разнообразием лекарственных растений: 403 вида, относящиеся к 80 семействам и 280 родам, а в Гобустане -451 вид из 92 семейств и 305 родов отличается территория Апшеронского полуострова и Гобустана, прилегающая к Каспийскому морю вплоть до юго-восточных отрогов Большого Кавказа (Мехтиева 2024). По мере удаления от береговой линии в сторону материка происходит изменение водно-солевого режима почвы и ее качества: мокрый солончак, сменяется подвижными песками, затем следуют полуподвижные и подвижные пески, далее низинные лесные почвы. Эта последовательность является определяющей в горизонтальной структуре растительного покрова. Благодаря сильной климатической и географической дифференциации (от субтропиков до горных районов) растения эволюционно вырабатывают разные типы вторичных метаболитов. Это хемотипическое разнообразие является результатом адаптивной эволюции, направленной на выживание в условиях различных стрессов. Лекарственные растения Азербайджана демонстрируют выраженные различия в химическом составе (Serkerov 2005, Агабейли 2008, Qiao et al. 2019, Liu et al. 2021, Shukurlu et al. 2023). Установлено, что горные растения содержат больше антиоксидантов (фенольных соединений) для защиты от ультрафиолета и резких температурных колебаний, прикаспийские — повышенные уровни эфирных масел, степные — терпеноиды и гликозиды, засушливые районы — алкалоиды и смолы. Географическая изоляция особенно актуальна в горах Нахичевани, что способствует формированию эндемичных хемотипов — популяций с уникальным химическим составом, выработанным под локальные экологические давления.

2. Экологическая эволюция лекарственных растений: вызовы и механизмы адаптации

Как известно, вторичные метаболиты, будучи основой лекарственных свойств, возникли как эволюционные адаптации: защита от УФ-стресса → фенолы, флавоноиды; борьба с фитофагами → алкалоиды, горечи; борьба с патогенами → эфирные масла, фитонциды; адаптация к засухе → смолы, терпеноиды; адаптация к солёным почвам → специфические осморегуляторы (Серкеров, 2005). Многие локальные виды — источники эфирных масел, алкалоидов и других биоактивных соединений, которые исторически использовались в местной медицине и продолжают исследоваться учёными (Алекперов 1992). Горные районы Нахчывана, Талыша и Большого Кавказа создают условия для генетической изоляции, что приводит к:

появлению эндемичных форм (*Rhodiola aucheri*, *Juniperus foetidissima*), формированию локальных популяций с уникальным составом биологически активных веществ. Загрязнение промышленными стоками сосредоточено главным образом вокруг Апшеронского полуострова; усиленное нефтяное загрязнение Южного Каспия связано с добычей нефти и разведочным бурением, а также с вулканической активностью (грязевой вулканизм) в районах нефтегазоносных структур (Kotlyakov, 2004). Значительные концентрации нефти в донных отложениях вблизи объектов добычи, переработки и транспортировки подавляют биологические процессы, включая рост промыслово ценных видов рыб (Мамаев, 2002; Kotlyakov, 2004).

Таким образом отмечается ряд факторов, составляющих экологические вызовы. Это: изменение климата — повышение температуры, изменение режима осадков, засухи; снижение уровня Каспия, выражающиеся в трансформации прибрежных экосистем, засолении почв; генетическая эрозия, проявляющаяся в утрате редких популяций и локальных хемотипов; нефтегазовое загрязнение в виде поступления углеводородов и тяжёлых металлов; эвтрофикация и микробиологическая нагрузка, которая увеличивает стресс для растений и влияет на почвенную микробиоту, а также чрезмерный сбор лекарственных растений, ведущий к уменьшению дикорастущих ресурсов, в том числе эндемичных и «краснокнижных» видов. Антропогенное воздействие (сельскохозяйственное освоение, урбанизация) может уменьшать площадь природных местообитаний лекарственных растений. Загрязнение почв, пестициды и иные экологические стрессы могут менять биохимический состав лекарственных растений, влияя на качество их активных веществ. В экорегионах, таких как северо-запад Азербайджана, где растёт большое разнообразие целебных видов, биомониторинг и охрана остаются недостаточно развитыми. В то же время отсутствие систематического генетического мониторинга и недостаточная интродукция (введения в культуру) могут снижать адаптивный потенциал и устойчивость популяций.

3. Цианобактерии Каспийского моря: современное состояние и их экологическая роль

Неотъемлемым компонентом водных экосистем Каспийского моря являются сине-зеленые водоросли (Cyanoprokaryota/Сyanophyta), которые являются самой древней группой автотрофных организмов на Земле. В азербайджанском секторе Каспия выявлено: 93 вида цианопрокариот, 44 рода, среди наиболее распространённых: *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Chroococcus*, *Spirulina*. Большинство форм — пресноводные или олигосолёные, что соответствует низкой солёности Каспия

(Нуриева, 2018). Цианобактерии играют немаловажную экологическую роль в осадкообразовании Каспия, участвуют: в первичной продукции, фиксации азота, формировании органических отложений (нефтеподобное соединение - сапропель), биогеохимическом круговороте углерода. Не исключено, что разложение их биомассы ведет к формированию нефтеподобных соединений — потенциальных предшественников углеводородов и, возможно, нефти.

Заслуживают внимания экологические риски, вызванные цветением водорослей. Массовое развитие сине-зеленых водорослей в Каспийском море приводит к нарушению эксплуатации морского транспорта, замору рыбы и пр. «Цветения» воды в море усилились из-за: эвтрофикации, загрязнения сточными и промышленными водами, потепления воды, снижения притока пресной воды (особенно из Волги). Последствия проявляются в виде выделения токсинов (микроцистины), гибели рыбы и беспозвоночных, ухудшения качества воды, изменения структуры фитопланктона. Однако наряду с токсичными видами в Каспийском море встречаются и полезные виды такие, как например, Артротрипа луговая, а также Спирулина луговая, впервые найденная в азербайджанском секторе в толще воды (Нуриева 1991). Следует упомянуть, что будучи уникальным пищевым продуктом, Спирулина является источником витаминов, аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, антиоксидантов, макро- и микроэлементов и массово культивируется в этих целях. В то же время сильное «цветение» воды, вызванное некоторыми токсическими видами сине-зеленых водорослей в Каспийском море (напр. *Aphanizomenon flos-aque*/L/Ralf ex Born.&Flah., *Nodularia spumigena* Mert ex Born & Flah, *Anabaena flos-aque* (Lyngb) Bieb) не только губительно для рыб, но часто, ухудшая качество воды, приводит к массовой гибели животных и пищевой интоксикации человека (Glibert, Bronk 1994). Наблюдения показывают, что длительное использование воды и рыбы из «цветущих» водоемов, поражая почки, нервную и мышечную системы и двигательные функции, могут приводить летальному исходу (Burkholder, 1998: 37-62).

Итак, в биологической продуктивности Каспийского моря в пределах Азербайджана важную роль играют бентосные сине-зеленые (72 вида), которые занимают прибрежную, довольно узкую часть моря (до глубины 30-40 м) (Нуриева, 2018). Отмечается, что фитобентос и фитопланктон здесь находятся в сложном экологическом положении: в связи с растущим загрязнением и постоянной антропогенной нагрузке (напр. Бакинская бухта) водоросли испытывают сильную интоксикацию и погибают. В этом аспекте наши последние наблюдения в 2024-2026 гг.

выявили появление большого количества новых островов (необычные огромные скопления водорослей на берегу и в прибрежной зоне Южного побережья Абшеронского полуострова, нарушение течений, зарастание прибрежной зоны, гнилостные образования и замор рыбы (см. фотографии), что, в свою очередь, привело к гибели большого количества сеголеток каспийского тюленя. Отсутствие или резкое уменьшение разнообразия прибрежных рыб (бычки, атерины и др.) приводит к массовой гибели молодых недокормленных тюленей (Эйбатов, Сулейманов, Мустафаев 2025). Это вызывает особую тревогу в связи с интоксикацией прибрежных экосистем на фоне растущих климатических вызовов. Становится все более очевидной необходимость изучения и охраны биоразнообразия этой группы природных экосистем для продовольственной безопасности, здоровья и качества жизни человека (Али-заде 2016: 31-35).

4. Взаимосвязь состояния Каспийского моря и эволюции лекарственных растений Азербайджана

Гидрологические изменения и цианобактерии оказывают значительное влияние на прибрежные растения и наземные экосистемы. Снижение уровня моря изменяет уровень влажности почвы, солевой режим, структуру почвенной микробиоты, динамику прибрежных экосистем, среди которых основными являются солончаки, прибрежные дюны, береговые равнины Каспийского моря. В свою очередь это влияет на лекарственные виды ряда прибрежных растений, среди которых *Glycyrrhiza glabra* (солодка), *Mentha longifolia*, *Alhagi maurorum*, *Plantago major*. Следует выделить особо важные для охраны эндемики *Astragalus bakuensis* и *Calligonum bakuense*. В то же время следует учесть, что большинство растений здесь галофиты, адаптированные к солёным почвам. В то же время все прибрежные экосистемы Каспия чрезвычайно уязвимы из-за подверженности урбанизации (особенно Абшерон), засоления и изменения уровня моря, а также чувствительности к климатическим изменениям. Эти факторы делают охрану эндемичных и редких видов критически важной. Найдено, что цианобактерии следующим образом косвенно влияют на лекарственную флору наземных экосистем (Spiridonov S., Aladin N. 2021]: токсины могут накапливаться в донных и прибрежных почвах, увеличивается микробиологическая нагрузка на растения, разложение биомассы меняет содержание элементов в почве. Некоторые исследования указывают, что микросистины могут угнетать рост растений и подавлять их антиоксидантные системы (Нуриева 2018). Эти биогеохимические изменения и адаптивные стратегии растений подтверждают важность мониторинга хемотипов в

прикаспийских районах. В ответ на экологический стресс растения: увеличивают синтез антиоксидантов, изменяют хемотипы, могут терять часть лекарственных свойств или, наоборот, усиливать защитные метаболиты (Myung-Min Oh et al. 2009, Roychoudhury 2014, Mutter et al. 2022, Ahammed 2023). Эти биогеохимические изменения и адаптивные стратегии растений подтверждают важность мониторинга хемотипов в прикаспийских районах.

Заключение

Азербайджан обладает богатым флористическим наследием, и его лекарственные растения являются важным ресурсом как для традиционной медицины, так и для научной фармацевтики (Bussmann et al., eds. 2025: 481]. Экологическая эволюция этих растений сформировалась под влиянием уникальных климатических и географических условий, включая также микробиологические взаимодействия, что привело к разнообразию метаболитов и адаптивных стратегий. Однако растущие экологические угрозы (изменение климата, чрезмерный сбор, деградация местообитаний) воздействуют на устойчивость этих растительных популяций и их лекарственные свойства. Загрязнение Каспийского моря из различных источников, вероятно, будет увеличиваться в ближайшие годы из-за промышленного и городского развития в регионе. Изменение климата также будет оказывать дополнительное негативное воздействие, повышая температуру, усиливая испарение и уменьшая объёмы притока воды (Chen et al. 2017). И, наконец, согласно прогнозам, глобальное потепление приведёт к снижению уровня воды до 21 м к 2100 году (Couret, Lattuada et al. 2025). Оценка влияния снижения уровня моря на среды обитания, охраняемые территории и человеческую инфраструктуру с использованием геопространственного анализа показала, что падение уровня воды всего на 5–10 м приведёт к критическому нарушению ключевых экосистем и сократит площадь существующих морских охраняемых территорий до 94%. Для того чтобы помочь эндемичному биоразнообразию Каспийского моря адаптироваться к этим изменениям и избежать конфликтов с мерами по защите человеческой деятельности, рекомендуется заменить традиционное статичное природоохранное планирование на динамический подход, позволяющий охраняемым территориям «следовать» за смещающимися К тому же колебания уровня Каспийского моря, вызванные различными факторами (включая геологические) играют важную роль в изменении его экосистемы и оказывают серьёзное влияние на видовое разнообразие. Таким образом современные изменения в

экосистеме Каспийского моря создают новые риски для прибрежных наземных экосистем. Связь между цветением цианобактерий, гидрологическими изменениями и состоянием лекарственных растений подчёркивает необходимость комплексного экологического мониторинга и мер по сохранению биологического разнообразия. С другой стороны, надо учитывать, что на современном этапе во всех странах особое внимание уделяется усилению интерфейса науки и политики в области сохранения биоразнообразия, что создает возможности для экономического развития, повышения продовольственной безопасности, борьбы с деградацией земель, сохранения ландшафтов (Visconti et al. 2018)

В настоящее время считается целесообразным: создание интегрированных программ мониторинга наземных и морских экосистем. В свою очередь, систематическое изучение хемотипов прикаспийских лекарственных растений позволит своевременно выявить новые виды и адапционные возможности отдельных представителей экосистем и тем самым способствовать укреплению контроля над загрязнением (особенно эвтрофирующими веществами). Важно использовать полученные результаты в развитии культивационных проектов для редких лекарственных видов, а также содействовать сотрудничеству прикаспийских стран по управлению цветением цианобактерий. Общеизвестно, что научные исследования и мониторинг с целью выявления наиболее ценных популяций составляют важную и необходимую часть стратегии сохранения и устойчивого использования. Для этого, наряду с расширением флористических и этноботанических исследований и идентифицированными перспективными родами/видами для фармацевтического использования, в настоящее время применяются генетическое картирование хемотипов и изучение химического состава. Для сохранения генетического ресурса и дальнейших биохимических исследований широко практикуется охрана *in situ*, *ex situ*, а также культивация видов лекарственных растений. Для защиты и ограничения сбора редкие лекарственные растения включены в «Красные книги Азербайджана» (AR Qırmızı Kitabı, 2013, 2023), разрабатывается комплекс мер, создаются и расширяются охраняемых территорий (заповедники, природные парки), особенно в горных и биологически богатых районах. В данном аспекте представляется важным более активное использование в республике тканевой — культуры, семенных банков и микроразмножения и развитие культивирования лекарственных видов. Наряду с этим целесообразно вместо дикого сбора расширять плантации лекарственных растений. В образовательных программах следует повышать осведомленность об инновациях и

технологии, развитии приоритетных исследований в области применения молекулярно-геномных методов для селекции адаптированных к изменению климата сортов лекарственных растений, а также использования цифровых технологий (геоинформатика, ГИС-карты) для мониторинга ареалов лекарственных растений и их динамики. Таким образом для сохранения лекарственных растений Азербайджана необходим комплекс мер: от научного мониторинга до устойчивого культивирования и экологического просвещения.

Подрисуночная подпись: «Массовая гибель рыбы, выбросы водорослей и активная прибрежная растительная сукцессия на Каспийском море» Зыхское побережье Апшеронского полуострова (фотографии Т.М. Эйбатов, 12 октября 2025 г.)





ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ali-zade V., Asadova K., Abdiyeva R., Mehdiyeva N., Mirzayeva Sh. (2019). Transformstion of floral composition and plant cover of coastal part of Caspian Sea in Azerbaijan. YI International Plant Science Conference 2.5 Vegetation dynamic. Padova.
2. Azərbaycan Respublikasının Qırmızı Kitabı. Flora. Üçüncü nəşr. Türkiyə, "İmak" nəşriyyatı, 2023. 512
3. Azərbaycan Respublikasının Qırmızı Kitabı. Nadir və nəslə kəsilməkdə olan bitki və göbələk növləri. İkinci nəşr. Bakı, "Şərq-Qərb" Nəşriyyatı, 2013. 676
4. Али-заде В.М. (2016) Ради жизни на Земле АМЕА Хəбərlər Məcmuəsi, cild 3, № 4, s. 31-35.
5. Burkholder J.M. (1998). Implications of harmful microalgae and heterotrophic dinoflagellates in management of sustainable marine fisheries. Ecological Applications. vol 8, n 1 (suppl.) 37-62
6. Bussman Rainer W. I. Editor. (2017) Ethnobotany of the Caucasus / Brown Center, Missouri Botanical Garden. Springer reference., 746 p.
7. Court R., Lattuada M., Shumeyko N., Balmukanov M., Eybatov T., Kaidarova A., Rustamov E., Mamedov E., Tasmagambetova A., Prange M., Wilke T., Hassall Ch. & Goodman S. (2025) Rapid decline of Caspian Sea level threatens ecosystem integrity, biodiversity protection, and human infrastructure. Communication Earth & Environment. 6: 261.
8. Eybatov T.M., Gadjev D.V (2022) ANAS Transactions, Earth Sciences 1 /, 106-118; DOI: 10.33677/ggianas20220100077
9. Ibadullayeva S. (2021) Ethnobotanical analysis of Karabakh flora. Journal of Life Sciences and Biomedicine. pp. 81-87
10. Kostianoy AG, Kosarev AN. (2005). The Caspian Sea Environment. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
11. Kotlyakov VM. (2004) Kaspiskoe more [The Caspian Sea]. In: The National Atlas of Russia. Moscow: The Federal Agency of Geodesy and Cartography. Available at: <http://национальныйатлас.рф/cd2/258-262/258-262.html>. Russian
12. Mamaev V. (2002) The Caspian Sea - enclosed and with many endemic species. In: Europe's biodiversity - biogeographical regions and seas. Seas around Europe. EEA Report No 1/2002.
13. Mehdiyeva N.P., Guliyev, I.S., Alizade, V.M., Alirzayeva, E.H., Bussmann, R.W. (2017) Ethnobotany of the Caucasus – Azerbaijan. In: Bussmann, R. (ed.) Ethnobotany of the Caucasus. European Ethnobotany. Springer, Cham. p.746 https://doi.org/10.1007/978-3-319-49412-8_16.
14. Mehdiyeva N.P. (2006) Biodiversity of medicinal plants of Naxchivan AR. Notes of Naxchivan Department of ANAS, No 3, p. 107-112 (azerb.)
15. Messenger ML, Lehner B, Grill G, Nedeva I, Schmitt O. (2016) Estimating the volume and age of water stored in global lakes using a geo-statistical approach. Nature communications. 7: 13603.
16. Mitter R, Zandalinas S. I.,... F. Van Breusegem (2022) Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. Nature reviews Molecular Cell Biology. 23, p. 663-679
17. Myung-Min Oh ^a, Edward E. Carey ^b, C.B. Rajashekar (2009) Environmental stresses induce health-promoting phytochemicals in lettuce Plant Physiology and Biochemistry. vol.47, issue 7
18. Nuriyeva M. (2020) «Cyanobacteria of the Caspian Sea». Институт ботаники НАНА
19. Nuriyeva M.A., Vinogradova O.M. (2020) Caspian cyanobacteria of Azerbaijan: a complete checklist with ecological and geographical characteristics. Algologia, v. 30, № 4, p. 325-340.
20. Roychoudhury A. (2014) Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. Front. Environ. Sci., vol 2.
21. Shukurlu E.N., Vitalini S., Iriti M., Garzoli S. (2023) Chemical characterization by GC/MS analysis of *Lactuca tatarica* (L.) C.A.Mey. aerial parts and seeds. Nat Prod Res. Apr; 37(8):1377-1381. doi: 10.1080/14786419.2021.2003356. Epub 2021 Nov 11. PMID:

- 34763596.
22. Solomon J. Shulkina T., Schats D. Eds. (2013) Red List of the Endemic Plants of the Caucasus: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran, Russia, and Turkey. MBG press, Saint Louis, USA, 451 p.
 23. Spiridonov S., Aladin N. (2021) Caspian Cyanobacterial Blooms: Trends and Threats. Aquatic Ecosystem Health,. Sea level change, <https://doi.org/10.1002/2017GL073958>
 24. Visconti P., Elias V., Pinto S., Fischer M., Valida Ali-zade et al. (2018) Status, trends and future dynamics of Biodiversity and ecosystems underpinning nature`s contributions to people. In: Regional assessment report on Biodiversity and Ecosystem services for Europe and Central Asia. Chapter 3. p. 187-317 <https://www.ipbes.net/assessment-reports/eca>
 25. Wang J, Song C, Reager JT, Yao F, Famiglietti JS, Sheng Y, MacDonald GM, Brun F, Schmied HM, Marston RA, Wada Y. (2018) Recent global decline in endorheic basin water storages. Nature Geoscience. 11(12): 926-932.
 26. Zadereev Egor, Lipka Oksana, Karimov Bakhtiyor, Krylenko Marina, . Elias Victoria, Pinto Isabel Sousa, Alizade Valida, Anker Yaakov, Feest Alan, Kuznetsova Daria, Mader Andre, Salimov Rashad & Fischer Markus (2020) .Overview of past, current, and future ecosystem and biodiversity trends of inland saline lakes of Europe and Central Asia”. Inland Water, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20442041.2020.1772034>
 27. Zhe Li, G.J.Ahammed. (2023). Plant stress response and adaptation via anthocyanins: A review. Plant Stress, vol. 10, 100230.
 28. Алекперов (1992) Сравнительный анализ лекарственных растений средневекового (XIII-XVIII вв) и современного Азербайджана. Баку.Ортак, 85 с.
 29. Захаров В.М. (2014) Оценка состояния биоразнообразия и здоровья среды. Поволжский экологический журнал, № 1, с. 50-59.
 30. Мехтиева Н.П. (2024) Биоразнообразие лекарственных растений Азербайджана. Баку, Савад, 428 с.
 31. Мехтиева Н.П., Зейналова С.А. (2013) Редкие виды лекарственных и ароматических растений Азербайджана. Баку, Letterpress, 154 с.
 32. Нуриева М.А. (1991) Новые для Каспийского моря виды Cyanophyta. Альгология, т.1, № 3, с. 61-66
 33. Нуриева М.А. (2018) Сине-зеленые водоросли (Cyanoprokaryota) Каспийского моря. АМЕА Хəбərlərlər Məcmuəsi, cild 5, № 2, s. 34-38.
 34. Эйбатов Т.М., Сулейманов Т.Я., Мустафаев И.М. Каспий и каспийский тюлень. Итоги 54-летних мониторинговых исследований в Азербайджанской акватории Каспия. History of Science and Science of Science. (2025). No 1, 16-29 <http://doi.org/10.59849/2788-9831.2025.1.16>