

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.62-78>

УДК 728/747

Емам'янфар Алі,

доктор філософії зі спеціальності 18.00.02 «Архітектура будівель та споруд»,

доцент кафедри дизайну

Київського національного університету будівництва і архітектури

emamianfar.al@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0002-2729-3590>

Третяк Юлія Вікторівна,

доктор архітектури, професор, завідувач кафедри дизайну

Київського національного університету будівництва і архітектури

tretiak.iuv@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0002-7537-5929>

Косаревська Раддаміла Олександрівна,

кандидат архітектури, доцент, доцент кафедри дизайну

Київського національного університету будівництва і архітектури

kosarevska.ro@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0003-1076-0364>

АРХІТЕКТУРНА ТИПОЛОГІЯ ІРАНСЬКИХ ШКІЛ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ІСЛАМСЬКИЙ ПЕРІОД

Анотація: у статті досліджено архітектурну типологію традиційних будівель іранських шкіл в ісламський період (VII-XIX ст.), зосереджуючи увагу на їхніх енергоефективних особливостях. Проаналізовано еволюцію навчальних просторів від ранніх форм, коли класи (модарес) функціонували у житлових будинках, до формування окремих навчальних закладів – мечетей-шкіл та медресе.

Особливу увагу приділено впливу кліматичних умов на просторову організацію шкіл у різних регіонах Ірану, зокрема на рівнинах, у гірських районах, у прибережних зонах Каспійського моря та Перської затоки. Розглянуто роль таких архітектурних елементів, як центральні двори, житлові кімнати для учнів (ходжрехи), криті молитовні зали (шабестани), вітрозахисні вежі (бадгири), а також використання місцевих будівельних матеріалів, що сприяли зниженню енергоспоживання та створенню комфортного мікроклімату.

Результати дослідження демонструють, що традиційні навчальні заклади Ірану розвивалися відповідно до принципів архітектури, орієнтованої на кліматичні умови, і це дозволяло їм ефективно використовувати природні ресурси для забезпечення вентиляції, освітлення та терморегуляції. Аналіз

типологічних рішень будівель шкіл надає можливість інтеграції історичного досвіду в сучасне проєктування енергоефективних освітніх просторів.

Ключові слова: архітектурна типологія; традиційні школи; мечеть-школа; енергоефективність; архітектура Ірану; освітні простори; центральний двір.

Постановка проблеми. Дослідження архітектурних рішень будівель традиційних іранських шкіл у контексті енергоефективності охоплює аналіз мечетей-шкіл та медресе як освітніх просторів у різних кліматичних і культурних регіонах Ірану. Порівняння цих будівель дозволяє визначити ефективність пасивних методів регулювання мікроклімату, таких як природна вентиляція, інсоляція та теплоізоляція. Особлива увага приділяється адаптації просторової організації та використанню місцевих матеріалів, що сприяли створенню енергоефективних освітніх просторів.

Актуальність теми. Процес формування традиційних іранських шкіл тісно пов'язаний із принципами енергоефективності, що зумовило еволюцію об'ємно-просторової структури їх будівель. Архітектурні зміни цих будівель відбувалися під впливом природних факторів, зокрема води, вітру, ґрунту, вогню та сонячного світла, що визначали форму, орієнтацію, матеріали споруд та методи будівництва.

У зв'язку з цим у традиційній іранській архітектурі сформувалися особливі архітектурно-просторові елементи, що сприяли енергоефективності: гарем (харамсара — приватний внутрішній простір) і біруні (зовнішній простір), ґанок, ходжрех (невеликі навчальні кімнати або келії у медресе, що також слугували гуртожитками для учнів), шабестан (нава — центральний простір молитовного залу, часто критий та розташований поруч із ганками), бадгир (вітряна вежа), резервуари для води, садові котловани та куполи. Ця архітектурна еволюція зумовила появу мечетей, мечетей-шкіл та класичних шкіл, що сформували освітню інфраструктуру історичного Ірану.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні існує значна кількість досліджень, присвячених архітектурі мечетей, шкіл-мечетей та медресе. Водночас питання енергоефективності освітніх просторів цих будівель залишається менш дослідженим. Серед ключових праць, що охоплюють цю тематику в контексті традиційної архітектури Ірану, можна виділити: *«Проектування релігійної школи за зразком шкільної мечеті»* (2023) автора Міріана Долісгана Рухолла [2], *«Іранська архітектура в епоху Сефевідів»* (2020) Ескандарі Арада [3], *«Традиційні архітектурні моделі та елементи з метою відтворення та адаптації до шкільної архітектури»* (2024) Яздані Мортеза і Талебол-Хаг Саміра [4], *«Архітектура іранської мечеті в ранні століття»*

(2014) Мохаммаді Мар'яма [5], «Архітектура релігійних шкіл Каджарського періоду в Казвіні» (2022) Нейстані Джавада і Акбарі Зейнаба [6].

Зазначені роботи розглядають традиційні підходи до архітектурного проєктування мечетей та медресе, їхню історичну еволюцію та культурний вплив. Водночас у даній статті фокусується увага на аналізі енергоефективних архітектурних рішень освітніх просторів цих будівель, що дозволяє простежити зв'язок між традиційними методами будівництва та сучасними принципами сталого проєктування.

Мета дослідження полягає у дослідженні архітектури шкіл-мечетей та традиційних навчальних закладів Ірану, необхідності охарактеризувати їхні просторово-функціональні особливості та проаналізувати енергоефективні архітектурні рішення, що використовувалися в цих будівлях. Особливу увагу приділено принципам організації навчальних приміщень в аспекті використання природних ресурсів, а також адаптивним кліматичним методам будівництва та їхньому потенціалу для інтеграції у сучасне архітектурно-містобудівне проєктування.

Методи дослідження. Дослідження базується на моделюванні ключових архітектурних методів, застосованих в історичній іранській архітектурі для створення освітніх просторів. Використано загальнонаукові, міждисциплінарні та спеціальні методи, серед яких системно-синергетичний підхід для виявлення взаємозв'язків між архітектурними формами та енергоефективністю, метод переходу від абстрактного до конкретного для інтерпретації традиційних рішень у сучасному контексті, ідеалізація та уявний експеримент для прогнозування можливостей адаптації історичних конструкцій до сучасних енергозберігаючих технологій, а також формалізація для узагальнення отриманих даних та їх систематизації. Крім того, застосовано аксіомний та дедуктивно-аксіомний методи, а також методи аналізу та синтезу. Практична частина дослідження спирається на натурне обстеження історичних освітніх просторів, фотофіксацію архітектурних елементів, аналоговий метод проєктування для порівняння традиційних і сучасних підходів до енергоефективності, а також графоаналітичний метод для візуалізації та аналізу просторової організації освітніх комплексів.

Виклад основного матеріалу.

Архітектура будівель, внутрішніх і відкритих просторів. У традиційній іранській архітектурі житлові будинки мали чіткий поділ на внутрішню (*гарем* / *харамсара*) та зовнішню (*біруні*) частини, що визначалося як соціальними, так і кліматичними чинниками. Гарем слугував приватною зоною для жінок і дітей, забезпечуючи їм усамітнення та комфорт. Він мав власний двір, оточений житловими кімнатами, і був закритий для сторонніх чоловіків. Біруні виконував

громадську функцію — тут приймали гостей, проводили офіційні зустрічі та навчальні заняття. У деяких будинках біруні включав внутрішній дворик, де розміщувалися кімнати для відвідувачів, а також приміщення для обслуговуючого персоналу, стайні й ванні кімнати [7].

Саме у біруні розташовувалася кімната, відома як *модарес* або *мактаб-хане*, де викладач навчав учнів основам науки та релігії. Це приміщення можна вважати прототипом шкільного класу, що згодом трансформувався у навчальні простори мечетей-шкіл та медресе. Просторово-функціональна організація традиційного житла мала значний вплив на розвиток архітектури освітніх закладів: внутрішні двори забезпечували природну вентиляцію та комфортний мікроклімат, а масивні стіни, аркади та купольні конструкції сприяли збереженню тепла взимку та прохолоди влітку.

Таким чином, принципи просторової організації житлових будівель лягли в основу архітектури шкіл, зокрема мечетей-шкіл, у яких центральний двір слугував ядром композиції, а навчальні простори розташовувалися навколо нього. Така структура забезпечувала не лише комфортні умови для навчання, а й ефективне використання природних ресурсів, сприяючи енергоефективності освітніх просторів.

Архітектура мечеті-школи в Ірані. Після мечеті найважливішими громадськими будівлями міста традиційно були навчальні заклади, серед яких особливе місце займали мечеті-школи. Вони поєднували освітню та релігійну функції, забезпечуючи можливість навчання та поклоніння в межах єдиного архітектурного комплексу.

Центральним елементом композиції мечеті-школи був внутрішній двір, навколо якого розташовувалися навчальні приміщення та житлові кімнати для учнів. Важливу роль відігравали *ходжрехи* — двоповерхові кімнати-гуртожитки для старшокласників, які також використовувалися як місця для індивідуальної роботи та дискусій [8]. Основні лекційні заняття проводилися у просторі під назвою *модарес*, а веранди слугували додатковими зонами для навчання, особливо в теплу пору року.

Енергоефективність традиційних навчальних комплексів досягалася за рахунок просторової організації, використання природних матеріалів та кліматоорієнтованих архітектурних рішень.

Центральний двір виконував функцію основного планувального центру, що забезпечував природне освітлення та вентиляцію. Оскільки всі приміщення орієнтувалися на нього, архітектори враховували напрямок сонячного випромінювання, щоб підтримувати комфортний мікроклімат [9].

Веранди, що оточували двір, створювали затінені зони, захищали від перегріву та сприяли природній циркуляції повітря. Вони також

використовувалися як навчальні простори або місця для молитви в теплу пору року.

Резервуари для води виконували не лише санітарну, а й кліматичну функцію. Завдяки матеріалам із високою тепловою інерційністю, таким як камінь, вони підтримували прохолодну температуру води, що сприяло зниженню температури повітря в дворі. У центрі подвір'я циркуляція повітря в поєднанні з прохолодним вітром створювала комфортний мікроклімат.

Ходжрехи — житлові приміщення для учнів, переважно розташовувалися у кутових частинах двору. Рівень підлоги тут зазвичай був на дві сходинки вище підлоги комплексу, що забезпечувало додаткову ізоляцію від шуму та покращувало вентиляцію. Такі кімнати слугували не лише гуртожитками, а й місцями для індивідуального навчання та зустрічей студентів зі своїми наставниками [9].

Шабестан (нава) — критий простір для молитов і занять, що мав напівсферичні стелі та численні колони. Його архітектурні особливості сприяли ефективному розподілу звуку та збереженню тепла в холодні пори року. Шабестан розташовувався поруч із верандами та часто використовувався як зимова молитовна зала. У великих мечетях він міг включати паралельні ряди колон, які спрямовували вхід у головний двір мечеті [10].

Сезонні молитовні зали передбачали окремі приміщення для літнього та зимового періодів. Така організація дозволяла ефективно використовувати природні джерела енергії для підтримання оптимального температурного режиму.

Таким чином, мечеті-школи Ірану поєднували архітектурну гармонію, кліматичну адаптацію та функціональність, створюючи комфортне освітнє середовище з мінімальним використанням штучних ресурсів.

Архітектура школи Чахар-Баг. Школа Чахар-Баг, також відома як Школа королівської матері, була зведена в період правління шаха Султана Хусейна, останнього правителя династії Сефевідів, у 1116–1126 роках за календарем Хіджри (1704–1714 рр.). Вона поєднувала функції як навчального закладу, так і мечеті, що підтверджують численні історичні дослідження [11].

Будівля виконана у стилі Ісфахані, що характерний для пізнього періоду архітектури Сефевідів. Загальна площа школи становить приблизно 8550 м² (95×90 м), а площа внутрішнього двору — 3900 м² (60×65 м). Архітектурні елементи, такі як купол, мінарети, шпиль, міхраб, кафедра, неф і ганки, підтверджують релігійне призначення будівлі. Водночас двоповерхові приміщення навколо двору, бібліотека, читальний зал та навчальні кімнати свідчать про її функціонування як освітнього комплексу (Рис. 1. А).

Мечеть-школа Сепаксалар. Мечеть-школа Сепаксалар є визначною архітектурною пам'яткою періоду правління Насер ад-Дін Шаха Каджара (XIII ст. Хіджри / XVIII ст.) і розташована в районі королівського двору Тегерана.

Будівля запроєктована за планувальною схемою з чотирма *айванами* (висока склепінчаста зала, закрита з трьох боків, четвертим боком виходить у внутрішній дворик), що включає два зали нефа: південний неф використовується як мечеть, а північний неф — як навчальний корпус. Архітектурний ансамбль школи включає дев'ятнадцять ходжрехів — індивідуальних кімнат для учнів, що слугували одночасно житлом і місцем для навчання.

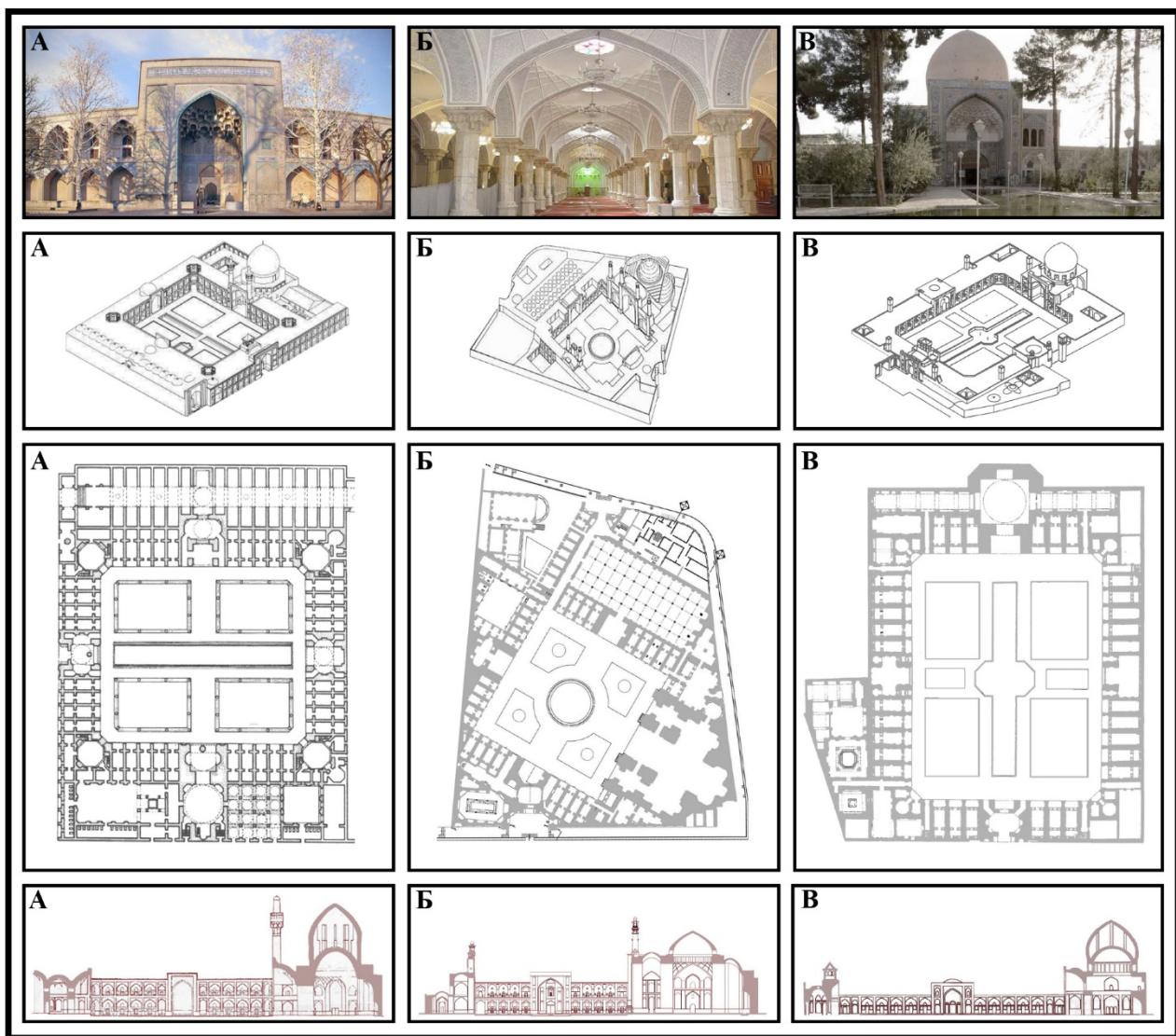


Рис. 1. А. Школи Чахар-Баг; Б – Мечеть-школа Сепаксалар,
В – Мечеть-школа Султані [12, 14, 15].

Особливістю школи є симетричний квадратний двір, оформлений відповідно до традиційної іранської архітектури. Головний вхід будівлі прикрашений двома короткими мінаретами, які також акцентують центральні аркові портали з південного та північного боку комплексу. Водночас ганок у будівлі відсутній, що відрізняє її від класичних мечетей-шкіл. Планування приміщень школи передбачає розташування ходжрехів уздовж периметру двору, з окремими кімнатами в глибині будівлі (Рис. 1. Б) [12].

Мечеть-школа Султані. Мечеть-школа Султані розташована в історичному базарному комплексі Кашана і є однією з найкраще збережених архітектурних пам'яток періоду Каджарів (1789-1925 рр.). Будівля зберегла всі оригінальні архітектурні особливості та характерні прийоми, що були поширені у той час.

Комплекс було зведено за наказом Фатх Алі Шаха Каджара в 1221-1229 рр. Хіджри (1806-1814 рр.) за зразком шкіл Чахар-Баг та Садр в Ісфахані. Архітектурний проєкт виконав Устад Мохаммад Шафі, а його будівництвом керував Мірза Аболгасем Ісфахані. Після завершення спорудження опіка та навчальний процес у школі були доручені Муллі Ахмаду Наракі, відомому релігійному діячу того часу.

Будівля демонструє характерні риси традиційної іранської архітектури, включаючи планування з чотирма айванами, просторий центральний двір, резервуари для води, купольні склепіння та детально декоровані айвани. Використання місцевих будівельних матеріалів та природної вентиляції забезпечувало ефективну терморегуляцію приміщень, що відповідало принципам пасивної енергоефективності.

Завдяки гармонійному поєднанню навчальних і релігійних функцій мечеть-школа Султані є одним із найкращих зразків іранських освітніх комплексів Каджарського періоду (Рис. 1. В) [13].

Архітектурний простір традиційних іранських шкіл змінювався разом із розвитком мечетей сельджуцького періоду (1037-1194 рр.), набуваючи чотириайванного (чотирикрилого) планування. Конструкція з чотирма ганками була відома ще з парфянської доби і широко застосовувалася в навчальних закладах. Спосіб використання простору в школах, присвячених чотирьом релігіям, передбачав, що кожен ганок разом із прилеглими приміщеннями був зарезервований для послідовників окремого релігійного напрямку.

Залежно від композиції, школи мали різні типи планування, зокрема двоайванні, чотириайванні та асиметричні комплекси з квазі-айванами або двома вісями симетрії. Центральний двір зазвичай мав витягнуту прямокутну або близьку до квадратної форму, іноді зі скошеними кутами. Вхід до комплексу зазвичай розташовувався на головній вісі, що проходила через центр двору [16].

Приміщення навпроти входу мали спеціальне функціональне призначення, відмінне від житлових кімнат учнів (ходжрехів). У цих зонах розміщувалися купольний зал, школа-мечеть, модарес (лекційні класи), бібліотека або велика веранда, що використовувалася як мечеть чи аудиторія для занять. Така архітектурна організація дозволяла ефективно поєднувати навчальний, житловий і релігійний простір, забезпечуючи не лише комфортне середовище для навчання, а й можливість одночасного існування різних релігійних течій у межах одного освітнього комплексу [17].

Архітектурне проектування традиційних шкіл на південному узбережжі Каспійського моря. Приміщення освітніх комплексів цього регіону, подібно до мечетей, зазвичай групувалися навколо центрального двору, що сприяло захисту від зовнішніх впливів та створенню комфортного мікроклімату. Однак, на відміну від шкіл, розташованих у сухих і спекотних районах Ірану, архітектура прикаспійських навчальних закладів враховувала особливості вологого клімату.

Щоб запобігти накопиченню вологого повітря на ганках та в приміщеннях, у зовнішніх стінах будівель передбачалися вентиляційні отвори. Це сприяло постійній циркуляції повітря, що зменшувало рівень конденсації та сприяло комфортному мікроклімату в навчальних просторах. Яскравими прикладами архітектурних рішень такого типу є Велика мечеть Горгана та Велика мечеть Бабола, які виконували функції мечеті-школи з центральним двором. Водночас семінарія Сулеймана-хана в Сарі мала окремий внутрішній двір, що свідчить про варіативність архітектурного планування у відповідь на кліматичні виклики регіону.

Архітектурне проектування традиційних шкіл на південному узбережжі Перської затоки. Архітектура традиційних навчальних закладів цього регіону тісно пов'язана з принципами будівництва мечетей, що визначає їхню подібну просторову організацію та тип матеріалів. Школи, як правило, проектувалися з центральним двором або внутрішнім двориком, розташованим з одного боку будівлі, що сприяло природному охолодженню та вентиляції.

Значна висота приміщень, особливо ходжрехів, сприяла кращій циркуляції повітря та зменшувала нагрівання внутрішнього простору. Бадгир (вітряні вежі) слугували традиційними пристроями для природної вентиляції, спрямовуючи прохолодне повітря в житлові та навчальні приміщення. У стінах розташовувалися двосторонні повітряні жалюзі, які посилювали рух повітряних потоків. Широкі та високі ганки створювали тінь і захищали фасади будівель від перегріву, а великі вікна сприяли ефективному провітрюванню класних кімнат і житлових приміщень. Архітектура шкіл також враховувала природну вентиляцію за допомогою використання добових вітрових потоків між морем і сушею, що значно знижувало потребу в додатковому охолодженні.

Одним із ключових елементів пасивної вентиляції була система бадгирів. Принцип їхньої роботи полягав у тому, щоб уловлювати прохолодний вітер і спрямовувати його в основні приміщення будівлі, забезпечуючи природну циркуляцію повітря. Це дозволяло підтримувати комфортний мікроклімат навіть у спекотному кліматі регіону.

Окрім архітектурних особливостей, типологія шкіл у цьому регіоні також залежала від релігійної приналежності. Аналогічно до відмінностей між сунітськими та шиїтськими мечетями, їхні семінарії також мали суттєві архітектурні розбіжності. Сунітські навчальні заклади зазвичай мали один або два мінарети, а їхні арки та декоративне оформлення нагадували релігійні споруди, поширені на півдні Перської затоки.

Архітектурне проектування традиційних шкіл у гірських і високогірних районах. Школи, розташовані в гірських і високогірних регіонах Іранського плоскогір'я, мали специфічні просторові рішення, зумовлені холодним кліматом. Основною формою планування залишався центральний двір, однак через суворі погодні умови доступ до приміщень здійснювався через коридор, розташований за ходжрехами, що забезпечувало захист від холоду та снігових опадів.

Одним із прикладів архітектурної адаптації до кліматичних умов є школа Талебія, збудована в XI ст. Хіджри (XVII ст.) навпроти Великої мечеті Тебріза. Первісна споруда, зведена в епоху Сефевідів, зазнала значних руйнувань під час землетрусу й була відновлена в період Каджарів.

Особливістю шкіл цього регіону є відсутність ганків перед ходжрехами, що відрізняє їх від навчальних закладів інших частин Ірану. Це пояснюється тим, що в літній період температура залишається відносно прохолодною, і веранда не відіграє значної кліматичної ролі. Навпаки, у більш теплих регіонах Ірану ганки забезпечували затінення та природну вентиляцію, створюючи комфортні умови для навчання.

У деяких медресе, особливо спорудах періоду Сефевідів, розташованих поблизу Великої мечеті Тебріза, доступ до навчальних кімнат здійснювався безпосередньо з центрального двору, що також було характерним для цього кліматичного поясу. Це дозволяло оптимально використовувати внутрішній простір і створювало компактне планування, пристосоване до холодного клімату гірських районів (Рис. 2. А).

Архітектурне проектування традиційних шкіл на рівнинах Іранського плато. Медресе на рівнинах Іранського плато, як і мечеті, характеризуються наявністю центрального двору, зокрема «чотирикрилого» планування з ганками. Така структура стала поширеною приблизно за п'ятдесят років до появи мечетей із чотирма айванами, прикладом чого є школа Гіясія в Хургерді.

Вхід до шкільного комплексу здійснювався через ганок, навпроти якого зазвичай розташовувався найбільший ганок із високою аркою та куполом. Інші ганки використовувалися для навчання або як бібліотеки. Допоміжні приміщення, зокрема кімнати для обслуговування та санітарні зони, розміщувалися за ходжрехами або в кутах будівлі.

Одним із найкращих прикладів такого архітектурного підходу є школа-мечеть Ага Бозорг періоду Каджар у Кашані. Щоб розмежувати функції мечеті та школи, центральний двір комплексу виконано двоярусним. Нижній рівень належить школі, навколо якого розташовані кімнати учнів. Як і в інших навчальних закладах, у внутрішньому дворі передбачено ставок і рослини, що допомагають регулювати мікроклімат. У мечетях, на відміну від шкільних дворів, зазвичай містилася лише одна ємність для ритуального обмивання.

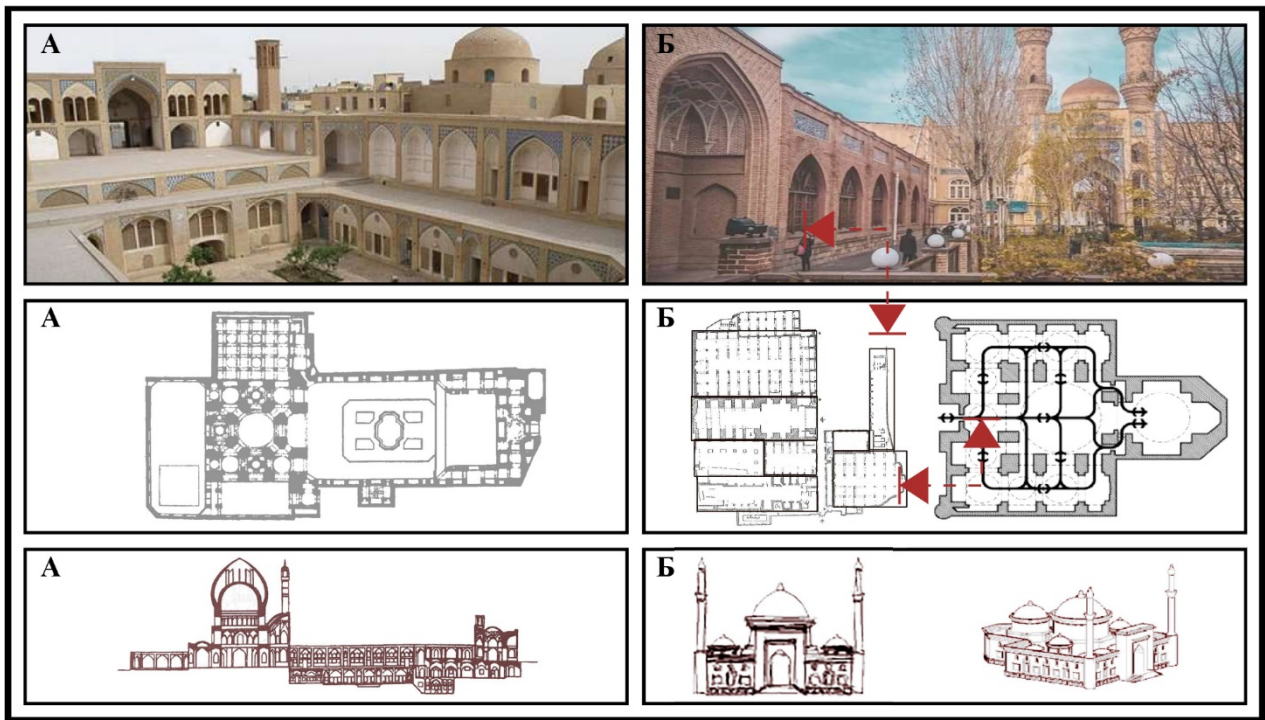


Рис. 2. А. Школа Ага Бозорг в Кашані; Б – Школа Талєбі та мечеть Тебріз [18, 19].

З південного боку внутрішнього двору першого поверху розташовується купольне приміщення мечеті, яке через жаркий і сухий клімат Кашану залишалося відкритим з усіх чотирьох боків. Згодом син головного архітектора комплексу звів зимову прибудову на західному боці купола, частково закривши цю частину будівлі. Завдяки цьому під затінком високого купола та системі двосторонніх жалюзі навіть у спекотне літо створювалися комфортні умови для молільників.

У комплексі Ага Бозорг також існувала стара мечеть, розташована в підвалі північної частини школи. Завдяки підземному розташуванню вона мала стабільну температуру, що дозволяло використовувати її в умовах надто спекотної або холодної погоди. Дві вітрозакисні вежі, інтегровані в її конструкцію, забезпечували природну вентиляцію та охолодження. Нині ця стара мечеть функціонує як бібліотека.

На південному боці купольного приміщення розташовувалися два дворики: один знаходився на рівні мечеті, а другий, що мав форму заглибленого саду, слугував шкільним подвір'ям. У цій зоні також передбачено резервуар для води, який забезпечував постійний доступ до прохолодної води для вірян (Рис. 2. Б) [20].

Архітектурний розвиток освітніх просторів в ісламський період Ірану проходив через три основні етапи, кожен з яких відображав соціальні та кліматичні потреби регіону. *Перший період* характеризувався тим, що навчальні заклади розміщувалися в межах мечетей. Центральний двір виступав як головний архітектурний елемент, що забезпечував ефективний розподіл енергії та створював комфортний мікроклімат. Просторові рішення мечетей дозволяли об'єднувати навчальні та релігійні функції, сприяючи розвитку освітньої інфраструктури. Яскравим прикладом цього періоду є Велика мечеть Ардестана, яка належить до доби Аббасидів (749-1258 pp.) (Рис. 3. А).

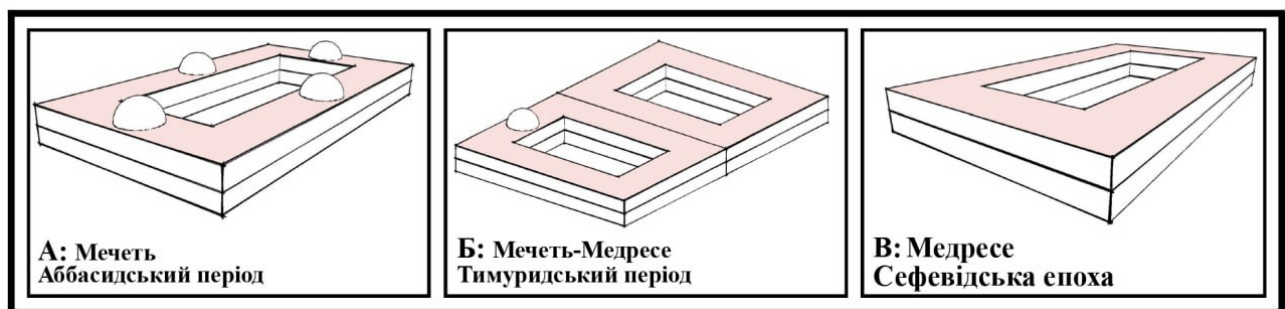


Рис. 3. А. Мечеть Ардестан; Б – Мечеть-школа Гохаршад; В – Школа Мулли Абдулли [21, 22, 23].

Другий період відзначався створенням шкіл-мечетей, де навчальні заклади стали окремими, але все ще тісно інтегрованими з релігійними просторами. У цей час у школах активно використовувалися центральні двори, оточені навчальними приміщеннями, ганками та ходжрехами, що сприяло природній вентиляції та оптимальному використанню сонячної енергії. Школи-мечеті перетворилися на багатофункціональні комплекси, що обслуговували не лише учнів, а й громаду. Архітектурним зразком цього періоду є мечеть-школа Гохаршад у Мешхеді, збудована за часів Тимуридів (1370-1506 pp.) (Рис. 3. Б).

Третій період знаменував собою становлення незалежних навчальних закладів. Шкільні будівлі більше не були частиною мечетей, а мали власну архітектурну типологічну ідентичність. Найбільш поширеним типом стали комплекси з двома або чотирма ганками, що оточували центральний двір. Такі школи відзначалися покращеною енергоефективністю завдяки ретельному зонуванню приміщень, використанню природних матеріалів та врахуванню кліматичних умов регіону. Це дозволяло мінімізувати потребу в штучному освітленні, вентиляції та опаленні. Важливим прикладом цього періоду є школа Мулли Абдулли в Ісфахані, що датується добою Сефевідів (880-1114 pp.) (Рис. 3. В).

Висновки. Архітектурна типологія іранських шкіл, що формувалася в ісламський період, розвивалася відповідно до соціально-культурних змін та спиралася на кліматичні умови регіону. Аналіз традиційних навчальних просторів демонструє еволюцію архітектурних рішень від початкового розташування класів у житлових будинках до створення мечетей-шкіл, а згодом і незалежних навчальних закладів.

На ранніх етапах ісламського періоду навчання відбувалося в мечетях, що визначило просторову організацію майбутніх шкіл. Використання центрального двору як основного елемента планування стало ключовим архітектурним рішенням, що сприяло підвищенню енергоефективності навчальних комплексів. Згодом архітектура мечетей-шкіл розвинулася в самостійні освітні установи з чотирма ганками, житловими приміщеннями (ходжрехами), верандами, шабестанами та резервуарами для води, що забезпечували комфортний мікроклімат.

Регіональні відмінності у плануванні навчальних закладів були зумовлені особливостями клімату. У гірських районах приміщення розташовувалися компактно, а входи проєктувалися через коридори для збереження тепла. У вологих регіонах Каспійського узбережжя конструкції будівель школи мали вентиляційні отвори, що запобігали застою вологого повітря. У спекотних і посушливих зонах південного Ірану широко використовувалися бадгири, високі вікна та подвійні повітряні жалюзі, що покращували природну вентиляцію.

Таким чином, еволюція архітектури іранських шкіл в ісламський період демонструє поступовий перехід від релігійно-освітніх комплексів до автономних навчальних просторів. Використання природних енергоресурсів та традиційних матеріалів сприяло створенню енергоефективних освітніх закладів, які зберегли свою функціональність та адаптивність до місцевих умов протягом століть.

Список літератури:

1. Ханізад Шахріар. Архітектура бібліотек в Ірані та світі. Книга: Архітектурне мистецтво століття, Тегеран, 2014. С.30-31. URL: <https://www.gisoom.com/book/11092964/>-[کتاب-طراحی-کتابخانه-در-ایران-و-جهان](#) / [اصول-و-مبانی-معماری-و-طراحی-داخلی-کتابخانه-ها-از-کلاسیک-تا-معاصر](#) (дата звернення 02.02.2022) (перською)
2. Міріана Долісгана Рухолла. Проектування релігійної школи за зразком шкільної мечеті. Книга: Ханун, Тегеран, 2023. 114 с. URL: <https://www.gisoom.com/book/11825613/>-[کتاب-طراحی-مدرسه-علوم-دینی-با-](#) [الگوگیری-مسجد-مدرسه-ها](#) (дата звернення 03.02.2025) (перською)
3. Ескандарі Арад. Іранська архітектура в епоху Сефевідів. Книга: Пурсаеб, Тегеран, 2020. 210 с. URL: <https://www.gisoom.com/book/11570963/>-[کتاب-معماری-ایرانی-در-عصر-صفوی](#) (дата звернення 03.02.2025) (перською)
4. Яздані Мортеза, Талебол-Хаг Саміра. Традиційні архітектурні моделі та елементи з метою відтворення та адаптації до шкільної архітектури. Книга: Чешмандаз Готб, Тегеран, 2024. 77 с. URL: <https://www.gisoom.com/book/44935599/>-[کتاب-شناخت-الگوها-و-عناصر-معماری](#) / [/سنتی-به-منظور-بازآفرینی-و-تطابق-با-معماری-مدارس](#) (дата звернення 04.02.2025) (перською)
5. Мохаммаді Мар'ям. Архітектура іранської мечеті в ранні століття. Книга: Амір Кабір, Тегеран, 2014. 47 с. URL: <https://www.gisoom.com/book/1931530/>-[کتاب-معماری-مساجد-ایران-در-سده-های](#) / [/نخستین-اسلامی](#) (дата звернення 05.02.2025) (перською)
6. Нейстані Джавад, Акбарі Зейнаб. Архітектура релігійних шкіл Каджарського періоду в Казвіні. Книга: Арман-Шахр, Тегеран, 2022. 55 с. URL: <https://www.gisoom.com/book/11789529/>-[کتاب-معماری-مدارس-علوم-دینی](#) / [/دوره-قاجار-شهر-قزوین](#) (дата звернення 06.02.2025) (перською)
7. Внутрішній і зовнішній - значення в словнику Abadis. Інтернет-словник Abadis - словник Abadis. Вільна перська енциклопедія. URL: <https://abadis.ir/fatofa/>-[اندرونی-و-بیرونی](#) (дата звернення 07.02.2025) (перською)
8. Пірнія Мохаммад Карім, Мемариан Голам Хоссейн. Знайомство з ісламською архітектурою Ірану. Книга: Сорущ, Тегеран, 2015. 72 с. (перською).
9. Султанзаде Хосейн. Вхідні простори в традиційній іранській архітектурі. Книга: Управління культурологічних досліджень, Тегеран, 2012. 155 с. URL: <https://www.gisoom.com/book/1746130/>-[کتاب-فضاهای-ورودی-در-معماری](#) / [/سنتی-ایران](#) (дата звернення 09.02.2025) (перською)
10. Шабестан. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://fa.wikipedia.org/wiki/شبهستان> (дата звернення 11.02.2025) (перською)

11. Школа Чахарбаг. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://fa.wikipedia.org/wiki/مدرسه_چهارباغ (дата звернення 11.02.2025) (перською)
12. Баманець Мохаммад Реза, Момені Курош, Солтанзаде Хоссейн. Порівняльне дослідження особливостей архітектурного оформлення мечетей і медресе періоду Каджарів і періоду Сефевідів. Науково-дослідна стаття: Щоквартальник Утопія Науково-дослідний журнал архітектури та містобудування, Тегеран, 2014. С.15-34. URL: https://www.armanshahrjournal.com/article_33462.html (дата звернення 14.02.2025) (перською)
13. Шкільна мечеть Султані. Інформація про туристичні пам'ятки. URL: <https://www.kojaro.com/attraction/30838-مسجد-مدرسه-سلطانی/> (дата звернення 14.02.2025) (перською)
14. Чотири сади Ісфахана, дивовижний шедевр епохи Сефевідів. 15.07.2019. URL: <https://www.eligasht.com/Blog/travelguide/چهار-باغ-اصفهان/> (дата звернення 14.02.2025) (перською)
15. Arles Architecture Editorial. Повне ознайомлення з мечеттю Сепак Салар (Середня школа Мартіра Мотакарі). Новини архітектури Ірану. 02.12.1393. URL: <https://www.arel.ir/fa/News-View-1147.html> (дата звернення 14.02.2025) (перською)
16. Ахмаді Шалмані Мохаммед Хусейн. Сучасна архітектура освітніх просторів. Книга: Сорун Данеш, Тегеран, 2012. 215 с. URL: <https://www.gisoom.com/book/1779168-کتاب-معماری-معاصر-فضاهای-آموزشی-ایران-باستان-تا-معاصر-جهان/> (дата звернення 14.02.2025) (перською)
17. Камелінія Хамед. Архітектурні моделі освітніх просторів. Книга: Університет Фірдоусі Мешхеда, факультет архітектури та містобудування, 2015. 85 с.
18. Мечеть Ага Бозорг і школа Кашану. TripYar. URL: <https://fa.tripyar.com/iran/-/اصفهان/کاشان/گردشگری/باستانی-و-تاریخی/ابنیه-های-اصفهان> (дата звернення 14.02.2025) (перською)
19. Халадж Мар'ям. Де знаходиться Велика мечеть Тебріза? Різні розділи та повна інформація про відвідування. Путівник по Ірану. 23.06.1401. URL: <https://www.eghamat24.com/blog/23460/tabriz-jameh-mosque> (перською)
20. Мазагері Алі Акбар. Форма школи в традиційній іранській архітектурі. www.rasekhoon.net. 14.07.2017. URL: <https://rasekhoon.net/article/show/1294972/شکل-مدرسه-در-معماری-سنتی-ایران> (перською)

21. Мечеть Ардестан. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://fa.wikipedia.org/wiki/مسجد_جامع_اردستان (дата звернення 11.02.2025) (перською)
22. Мечеть-школа Гохар Шад. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://fa.wikipedia.org/wiki/مسجد_گوهَرشاد (дата звернення 11.02.2025) (перською)
23. Школа Мулли Абдулли. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://wiki.ahlolbait.com/مدرسه_ملا_عبدالله_شوشتری (дата звернення 11.02.2025) (перською)

References

1. Hanizad, Sh. (2014). Architecture of Libraries in Iran and the World. In The Architectural Art of the Century (pp. 30–31). Tehran: Gisoom. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/11092964/> (in Persian).
2. Miriana, D. R. (2023). Designing a Religious School Inspired by the Mosque-School Model. Tehran: Hanun. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/11825613/> (in Persian).
3. Eskandari, A. (2020). Iranian Architecture in the Safavid Era. Tehran: Poursaeb. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/11570963/> (in Persian).
4. Yazdani, M., & Talebol-Hagh, S. (2024). Traditional Architectural Models and Elements for School Architecture Adaptation. Tehran: Cheshmandaz Ghotb. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/44935599/> (in Persian).
5. Mohammadi, M. (2014). Architecture of Iranian Mosques in the Early Islamic Centuries. Tehran: Amir Kabir. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/1931530/> (in Persian).
6. Neistani, J., & Akbari, Z. (2022). Architecture of Religious Schools of the Qajar Period in Qazvin. Tehran: Arman-Shahr. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/11789529/> (in Persian).
7. Interior and Exterior – Definition in Abadis Dictionary. (n.d.). Abadis Online Dictionary. Retrieved from <https://abadis.ir/fatofa/اندرونی-و-بیرونی/> (in Persian).
8. Pirnia, M. K., & Memarian, G. H. (2015). Introduction to Islamic Architecture of Iran. Tehran: Soroush (in Persian).
9. Soltanzadeh, H. (2012). Entrance Spaces in Traditional Iranian Architecture. Tehran: Cultural Studies Management. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/1746130/> (in Persian).
10. Shabestan. (n.d.). Wikipedia. Retrieved from <https://fa.wikipedia.org/wiki/شِبستان> (in Persian).
11. Chaharbagh School. (n.d.). Wikipedia. Retrieved from https://fa.wikipedia.org/wiki/مدرسه_چهارباغ (in Persian).

12. Bamaneh, M. R., Momeni, K., & Soltanzadeh, H. (2014). Comparative Study of Architectural Features of Mosques and Madrasas in the Qajar and Safavid Periods. *Utopia Quarterly, Journal of Architecture and Urban Studies*, Tehran, 15–34. Retrieved from https://www.armanshahrjournal.com/article_33462.html (in Persian).
13. Sultani Mosque-School. (n.d.). Tourist Attraction Information. Retrieved from <https://www.kojaro.com/attraction/30838-مسجد-مدرسه-سلطانی/> (in Persian).
14. Chaharbagh of Isfahan, an Amazing Masterpiece of the Safavid Era. (2019, July 15). Retrieved from <https://www.eligasht.com/Blog/travelguide/چهار-باغ-اصفهان/> (in Persian).
15. Arles Architecture Editorial. (2014, December 2). Complete Introduction to Sepahsalar Mosque (Martyr Motahari High School). *Iranian Architecture News*. Retrieved from <https://www.arel.ir/fa/News-View-1147.html> (in Persian).
16. Ahmadi Shalmani, M. H. (2012). *Modern Architecture of Educational Spaces*. Tehran: Soroush Danesh. Retrieved from <https://www.gisoom.com/book/1779168/> (in Persian).
17. Kamelinia, H. (2015). *Architectural Models of Educational Spaces*. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Architecture and Urban Planning (in Persian).
18. Agha Bozorg Mosque and School in Kashan. (n.d.). TripYar. Retrieved from <https://fa.tripyar.com/iran/اصفهان/کاشان/گردشگری/باستانی-و-تاریخی/ابنیه-های-iran/مسجد-آقا-بزرگ-کاشان.html> (in Persian).
19. Khalaj, M. (2022). Where is the Great Mosque of Tabriz? Various Sections and Complete Information on Visiting. *Iran Travel Guide*. Retrieved from <https://www.eghamat24.com/blog/23460/tabriz-jameh-mosque> (in Persian).
20. Mazageri, A. A. (2017, July 14). *The Form of Schools in Traditional Iranian Architecture*. Rasekhoon. Retrieved from <https://rasekhoon.net/article/show/1294972/> (in Persian).
21. Ardestan Mosque. (n.d.). Wikipedia. Retrieved from https://fa.wikipedia.org/wiki/مسجد_جامع_اردستان (in Persian).
22. Goharshad Mosque-School. (n.d.). Wikipedia. Retrieved from https://fa.wikipedia.org/wiki/مسجد_گوهَرشاد (in Persian).
23. Mulla Abdullah School. (n.d.). Wikipedia. Retrieved from https://wiki.ahlolbait.com/مدرسه_ملا_عبدالله_شوشتری/ (in Persian).

Abstract

Ali Emamianfar, Ph.D. of Architecture, Associate Professor of the Department of Design, Kyiv National University of Construction and Architecture.

Yuliia Tretiak, Doctor of Sciences of Architecture, Professor, Head of the Department of Design, Kyiv National University of Construction and Architecture

Raddamila Kosarevska, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.) of architecture, Docent, Associate Professor of the Department of Design, Kyiv National University of Construction and Architecture.

Architectural typology of Iranian schools based on energy efficiency in the Islamic period

This study explores the architectural typology of traditional Iranian schools during the Islamic period, focusing on their energy-efficient characteristics. It examines the evolution of educational spaces, from early learning environments where moudares (classrooms) were integrated within residential buildings to the establishment of independent educational institutions such as mosque schools and madrasas.

Special attention is given to the impact of climatic conditions on the spatial organization of schools across different regions of Iran, including plains, mountainous areas, and coastal zones of the Caspian Sea and the Persian Gulf. The study analyzes key architectural elements such as central courtyards, student living quarters (hodjreh, hujra), covered prayer halls (shabestans), wind towers (badgirs), and the use of local construction materials that contributed to reducing energy consumption and maintaining a comfortable microclimate.

The findings demonstrate that traditional educational institutions in Iran evolved following climate-responsive architectural principles, allowing them to efficiently utilize natural resources for ventilation, lighting, and thermal regulation. The research highlights valuable insights for integrating traditional architectural strategies into contemporary energy-efficient educational space design by examining the typological solutions implemented in these historical schools.

This study underscores the sustainability principles inherent in traditional Iranian schools, showcasing how their architectural form, spatial layout, and material selection responded to environmental challenges. By drawing connections between historical building techniques and modern sustainability requirements, this research presents a framework for revitalizing energy-efficient strategies in contemporary school architecture.

Keywords: architectural typology; traditional schools; mosque-school; energy efficiency; Iranian architecture; educational spaces; central courtyard.