

DOI: 10.32347/2076-815x.2024.86.57-71

УДК 728/747

доктор філософії **Емамیانфар Алі**,
emamianfar.al@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2729-3590,
д.арх., професор **Третяк Ю.В.**,
tretiak.iuv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7537-5929,
к. арх., доцент **Косаревська Р.О.**,
kosarevska.ro@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1076-0364,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ШКІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ В ЖАРКО-СУХИХ І ЖАРКО-ВОЛОГИХ РАЙОНАХ ІРАНУ

Іран характеризується різноманітним кліматичним спектром, що охоплює помірний і вологий клімат на півночі країни та в прибережних зонах Каспійського моря, холодний клімат на заході та в районі гірського хребта Загрос, а також жаркі сухі та жарко-вологі умови, які переважають у центральній частині, на сході, в районі Перської затоки та на півдні країни. Дана стаття зосереджується на аналізі архітектурних особливостей шкільних будівель в жарко-сухих та жарко-вологих регіонах Ірану, враховуючи специфіку клімату цих територій.

Основну увагу приділено ефективній орієнтації будівель щодо сонця, оптимізації систем кондиціонування, адаптації освітлення до потреб навчальних просторів, використанню зелених насаджень для створення затінення, а також підбору форми та дизайну інтер'єрів шкіл і вибору відповідних будівельних матеріалів. Розглядаються архітектурні рішення, зумовлені кліматичними особливостями зазначених регіонів, з метою підвищення енергоефективності та забезпечення комфорту користувачів.

Враховуючи, що школи належать до категорії будівель з високим рівнем споживання енергії, таких як електрика, вода та газ, адаптація архітектурного проєктування під кліматичні умови може суттєво зменшити енергетичні витрати. Стаття пропонує огляд відповідних кліматично-адаптованих архітектурних рішень для шкільних будівель в окремих регіонах Ірану, підкреслюючи важливість інтегрованого підходу до проєктування в контексті сучасних вимог до енергоефективності та сталого розвитку.

Ключові слова: клімат; жаркий і вологий; жаркий і сухий; теплові потреби; школи; орієнтація; світло; вітер; тінь; вікна; будівельні матеріали; план і форма будівлі.

Постановка проблеми. Архітектурне проектування шкільних будівель в жарко-сухих та жарко-вологих регіонах Ірану вимагає комплексного підходу до розуміння та врахування місцевих кліматичних умов. Підвищені теплові навантаження через інтенсивне сонячне випромінювання, особливо протягом весни, літа та на початку осені, ставлять перед проєктувальниками завдання забезпечення комфортних умов в навчальних приміщеннях за рахунок ефективного використання сонячної енергії та захисту від надмірного нагрівання. З одного боку, необхідно мінімізувати втрати тепла в зимовий період для забезпечення теплового комфорту без значних енерговитрат на опалення. З іншого боку, критично важливим є зниження теплового навантаження в спекотні місяці, що вимагає адекватних архітектурних та інженерних рішень, таких як використання затінення, пасивного охолодження та природної вентиляції.

Висока вологість в жарко-вологих регіонах посилює потребу в ефективному регулюванні мікроклімату в приміщеннях, де важливо забезпечити видалення надлишкової вологи та запобігти появі конденсату. Водночас, природні бризи з Перської затоки та вітри з Оманського моря можуть бути використані як важливий ресурс для підтримки природної вентиляції та зниження температури всередині шкільних будівель, сприяючи створенню комфортних умов для навчання.

Таким чином, архітектурне проектування шкільних будівель в цих унікальних кліматичних умовах вимагає глибокого аналізу та врахування місцевих кліматичних особливостей для розробки рішень, які забезпечують енергоефективність, тепловий комфорт та здорове навчальне середовище. Це передбачає інтеграцію традиційних методів та сучасних технологій в архітектурне рішення, що дозволяє оптимізувати використання природних ресурсів та адаптуватися до місцевого клімату.

Актуальність теми проектування енергоефективних шкільних будівель в Ірані походить з необхідності розробки архітектурних рішень, які б враховували кліматичні умови регіону, особливо у жаркому, сухому та вологому клімату, що переважають на півдні та заході країни. Визнання клімату як одного з ключових факторів у проектуванні шкільних будівель зумовлене його значним впливом на створення комфортного навчального середовища, енергоефективність будівель та зниження експлуатаційних витрат.

Взаємозв'язок між архітектурою та кліматом має фундаментальне значення, оскільки він визначає ефективність використання природних ресурсів, таких як сонячне світло та вітри, що впливають на орієнтацію будівлі, її форму та планування, а також на розташування внутрішніх приміщень. Адаптація форми будівлі до клімату регіону, розумне планування внутрішнього

простору, використання дахів, що відповідають кліматичним особливостям, а також проєктування вікон і вентиляційних отворів стають ключовими елементами в створенні енергоефективної шкільної архітектури.

Традиційні та історичні архітектурні практики регіону, які розвивались у гармонії з місцевим кліматом, надають цінні вказівки для сучасного архітектурного проєктування. Інтеграція цих традиційних підходів із застосуванням сучасних технологій та матеріалів дозволяє розробити ефективні проєктні рішення, що відповідають потребам сьогодення, забезпечуючи комфортне та сприятливе середовище для навчання учнів. Таким чином, актуальність даної теми обумовлена не лише необхідністю адаптації до специфічних кліматичних умов, але й прагненням використовувати історичний досвід для вирішення сучасних викликів у сфері архітектурного проєктування шкільних будівель.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Наукова література про клімат і архітектуру в Ірані демонструє широкий спектр досліджень, присвячених розробці архітектурних рішень, адаптованих до різноманітних кліматичних умов країни. Публікації таких авторів, як Сефалай Фарзане («Архітектура, сумісна з кліматом», 2010) [1], Касмаї Мортези («Клімат і архітектура», 2002) [2], а також Казі Махалех Мохаммаді Маджид («Правила та критерії проєктування освітніх просторів», 2007) [3], вносять вагомий вклад у формування теоретичної та практичної бази для архітектурного проєктування в Ірані.

Деякі джерела не акцентують увагу на детальному аналізі кліматичних характеристик жарких і сухих регіонів центральної та східної частин Ірану. Проте, роботи таких авторів, як Місрі Мар'ям («Проєктування освітніх просторів у жаркому та сухому кліматі», 2018) [4], спільне дослідження Масрі Мар'ям, Резаян-Мехрабаді Мохаммада, Таваколі Шаміма та Гударзі Німи («Проєктування освітніх просторів у жаркому та сухому кліматі: рішення для створення шкіл архітектури», 2017) [5], Тауслі Махмуд («Містобудування та архітектура в жаркому та сухому кліматі Ірану», 2012) [6], Хамеда Мутзорзаде Ходжаті Вахіде («Критерії структури стійких міських кварталів на основі жаркого і сухого клімату Ірану», 2016) [7] та Лашкарі Елхам («Принципи сталого розвитку міст у жаркому та сухому кліматі Ірану з акцентом на старих містах», 2011) [8] забезпечують важливий науковий внесок в розуміння та розробку архітектурних рішень, адаптованих до викликів жаркого і сухого клімату.

У науковому дискурсі щодо архітектурного проєктування в контексті жарких і вологих кліматичних умов південних регіонів Ірану, виділяється ряд досліджень, що не зосереджуються безпосередньо на введенні детальних

кліматичних характеристик цих районів. Натомість, ці роботи вносять вклад у розуміння ширшого контексту адаптації архітектурного проєктування до специфіки жаркого та вологого клімату, акцентуючи на різноманітних підходах та стратегіях, що враховують енергоефективність, стійкість та комфорт користувачів. Зокрема, таких дослідників як Афшарі Хода («Архітектура, сумісна з кліматом жарких і напіввологих регіонів Ірану, Хорамшахр», 2012) [9], Касмай Мортеза, Дайнеджад Фармарез, Селхі Сахар («Посібник з районування та кліматичного проєктування, жаркий і вологий клімат провінції Хормозган», 2013) [10], Мошпірі Шахріар («Стійкий дизайн на основі жаркого та вологого клімату», 2009) [11], Джафарі Джабалі Арзу, Ходабахшіан Канаракі Могаді («Фактори нативної архітектури в жаркому та вологому кліматі Порт Конг», 2021) [12], Елхам Ельхам, Саадат Джо Прія («Дослідження ролі пористості у самозатіненні та зменшенні енергії, яку отримують стіни в будівлі в жаркому та вологому кліматі», 2019) [13], Хізбай Мортеза, Адіб Захра, Насроллахі Фаршад («Природна вентиляція в шоуадолах міста Дезфул за допомогою CFD моделювання», 2014) [14], Гейдарі Шахін, Куаїді Ходжат («Фізичний вплив прибережних районів на кліматичні параметри в жарких і вологих районах», 2020) [15].

У даній роботі проводиться аналітичний огляд існуючих досліджень, які розкривають взаємозв'язок між кліматичними умовами та енергоспоживанням шкільних будівель, заснований на перелічених вище джерелах.

Мета даної статті полягає у проведенні порівняльного аналізу архітектурних проєктних рішень для шкільних будівель, розташованих у жарко-сухих та жарко-вологих кліматичних умовах, з особливим акцентом на енергоефективність. Вона передбачає глибоке вивчення та аналіз науково-теоретичних джерел, які розглядають архітектурне проєктування освітніх закладів через призму впровадження енергоефективних підходів, враховуючи кліматичні особливості та характеристики різних регіонів. Центральним елементом дослідження є розуміння того, як різні кліматичні умови впливають на вибір архітектурних рішень, зокрема на орієнтацію будівель, використання будівельних матеріалів, конфігурацію вікон та систем вентиляції, а також на заходи забезпечення тепло- та вологоізоляції. Аналізуються такі критичні параметри, як інтенсивність вітрів, частота та інтенсивність дощів, рівень вологості повітря та кількість сонячного випромінювання, що мають прямий вплив на енергоспоживання та загальну ефективність енерговикористання в шкільних будівлях.

У даному дослідженні застосовуються різноманітні **методологічні підходи** для аналізу інтеграції історичних методів архітектури Ірану та сучасних технологій в проєктування приміщень шкіл. Воно ґрунтується на

використанні різноманітних загальнонаукових, міждисциплінарних та спеціалізованих методів. Зокрема, залучаються систематизація, метод абстракції та конкретизації, ідеалізація, метод уявних експериментів та метод формалізації, застосовуються самоочевидні та порівняльно-самоочевидні методи, а також методи аналізу та синтезу. Практична складова дослідження включає методи, характерні для проектної діяльності, серед яких польові обстеження та фотофіксація, застосування аналогових методів проєктування, а також графоаналітичні методи. Ці підходи дозволяють глибше зануритися в контекст теми, зібрати вичерпну інформацію про існуючі практики та оцінити ефективність різних архітектурних рішень.

Виклад основного матеріалу. Географічне розташування Ірану на низькій висоті над рівнем моря та його наближеність до пустельних територій спричиняють утворення жарких кліматичних умов у південних або центральних зонах. Ці регіони характеризується низькою вологістю повітря та обмеженою кількістю атмосферних опадів. У контексті цих кліматичних особливостей, основними завданнями архітектурного проєктування шкільних будівель є розроблення відповідних механізмів для ефективного опалення приміщень, захисту від інтенсивного сонячного випромінювання шляхом створення тіні на вікнах, ефективного використання сонячної енергії та зменшення теплових втрат у холодний період року.

В умовах клімату, що відрізняється як періодами холоду, так і значними температурними підйомами протягом навчального року, ключовим аспектом проєктування шкільних приміщень є вирішення завдань терморегуляції. З огляду на те, що системи охолодження вимагають більших енергетичних та фінансових витрат порівняно з системами опалення, особлива увага приділяється забезпеченню ефективного охолодження приміщень під час високих літніх температур. Тим не менш, важливою залишається потреба в опаленні під час холодних місяців, що забезпечує комфортне навчальне середовище протягом усього року.

Адаптація архітектурного проєкту до таких кліматичних умов передбачає використання комплексу рішень, до ряду яких входять, зокрема:

- *Вітровики* для контролю напрямків вітру та мінімізації впливу гарячих вітрових потоків або для захисту від холодних вітрів, залежно від сезону.

- *Рослинність* як природний бар'єр, що сприяє затіненню та охолодженню повітря навколо будівлі, а також відіграє роль у зменшенні теплових втрат.

- *Центральні дворики*, які допомагають створити вентилявані та прохолодні внутрішні простори, функціонуючи як «колодязі», що сприяють ефективному розподілу природного освітлення та вентиляції.

- *Товсті стіни* для забезпечення високої теплоізоляції, які уповільнюють проникнення тепла влітку та втрати тепла взимку, забезпечуючи стабільнішу внутрішню температуру.

Застосування перелічених елементів у проектуванні шкільних будівель відповідає потребам енергоефективності та створенню комфортабельного навчального середовища, враховуючи специфіку кліматичних умов [13].

У контексті архітектурного проектування для регіонів із жарким кліматом, основна увага приділяється раціональному використанню сонячної енергії та ефективному управлінні тепловим комфортом всередині будівлі. З цією метою передбачається розміщення будівель таким чином, щоб мінімізувати пряме сонячне опромінення під час спекотних місяців та максимізувати його під час холодних періодів. Оптимальними для цього вважаються орієнтації з відхиленням від північно-східного до південно-східного напрямку на кути від 15 до 30 градусів. Важливим є також врахування напрямків пилових вітрів для уникнення негативного впливу на внутрішній мікроклімат.

Для адаптації до вказаних кліматичних умов пропонуються компактні конфігурації будівель, розгорнуті в плані вздовж осі схід-захід, які забезпечують краще теплове регулювання. Двостороннє планування будівель, де класні кімнати розміщені на протилежних сторонах із загальним коридором між ними, сприяє оптимальному розподілу природного світла та вентиляції [2].

Важливою деталлю є використання вікон зі склопакетами та обмеженого розміру для зниження теплових втрат та запобігання надмірному нагріванню приміщень. Також рекомендується використання двостінних конструкцій з повітряним проміжком для додаткової ізоляції. Вибір світлих кольорів для стелі та стін сприяє відображенню сонячного світла та зменшенню нагрівання приміщень.

Водні елементи, такі як фонтани або декоративні ставки, можуть використовуватися для підвищення прохолоди в навколишньому середовищі. Балкони та тераси слугують не лише для створення додаткових відпочинкових зон, але й ефективно формують тінь для нижче розташованих поверхів. Нарешті, інтеграція рослинності як всередині, так і зовні будівель, не лише сприяє створенню комфортного мікроклімату, але й забезпечує естетичну цінність архітектурного ансамблю (рис.1).

Вибір будівельних матеріалів та кольору зовнішніх поверхонь відіграє ключову роль у забезпеченні термічного комфорту внутрішніх просторів. Завданням з вибору матеріалів для зовнішніх стін є мінімізація теплопередачі від зовнішнього середовища до внутрішніх приміщень, що особливо важливо в умовах значних добових коливань температур. Таким чином, зовнішні стіни

повинні мати високу теплоємність для ефективного акумулювання та поступового віддавання тепла, забезпечуючи стабілізацію температур всередині будівлі. Колір зовнішніх поверхонь має вирішальне значення для рефлексії сонячного випромінювання. Світлі відтінки зовнішніх стін здатні значно знижувати нагрівання будівлі шляхом відображення більшої частини сонячних променів, на відміну від темних кольорів, які поглинають більше тепла.

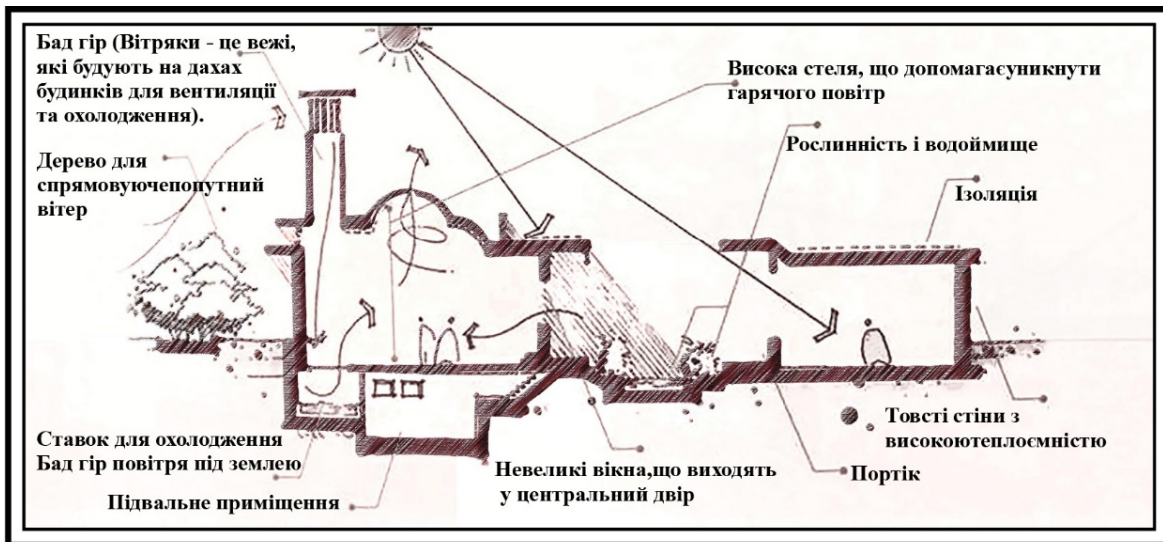


Рис. 1. Схема кліматичного рішення для навчальної архітектури жаркого і сухого кліматичного простору [16].

Ізоляційні матеріали, розміщені близько до зовнішньої поверхні стін, сприяють додатковому зниженню теплопередачі, ефективно блокуючи проникнення тепла влітку та зберігаючи тепло всередині будівлі в холодні періоди. Таке розміщення ізоляції оптимізує терморегуляцію та сприяє зменшенню енергетичних витрат на опалення та охолодження.

Вибір матеріалів із високою теплоємністю та ефективною ізоляцією, а також використання світлих кольорів для зовнішніх поверхонь, є вирішальним для проєктування архітектури в жарких кліматичних умовах, дозволяючи створити енергоефективне та комфортне внутрішнє середовище.

В архітектурі, адаптованій до жарких кліматичних умов, важливе місце займає концепція глибоких внутрішніх двориків, відомих як «Годаль Багче», які дозволяють зберігати нічну прохолоду протягом денного часу. Ці внутрішні простори, захищені від прямого сонячного світла, служать природними охолоджувальними зонами завдяки затіненню та ізоляції від зовнішнього тепла. Стіни, що безпосередньо контактують з ґрунтом, забезпечують додаткову теплоізоляцію, запобігаючи теплообміну між зовнішнім середовищем та

внутрішніми просторами. Це сприяє стабілізації температури всередині будівлі, зменшуючи потребу в штучному охолодженні.

Традиційні елементи, такі як тіньові дворики, ставки та фонтани, відіграють ключову роль у формуванні мікроклімату. Вони не тільки створюють приємне візуальне та акустичне середовище, але й ефективно знижують температуру повітря завдяки випаровуванню води, одночасно збільшуючи вологість, що є особливо важливим в сухих жарких регіонах.

Внутрішні сади, обладнані рослинністю та водоймами, не лише сприяють підвищенню вологості та охолодженню повітря в літній період, але й забезпечують природну вентиляцію, використовуючи бризи з північних, південних та східних напрямків. Це дозволяє створювати комфортні умови для перебування без значного збільшення енергетичних витрат на кондиціонування (рис. 2).

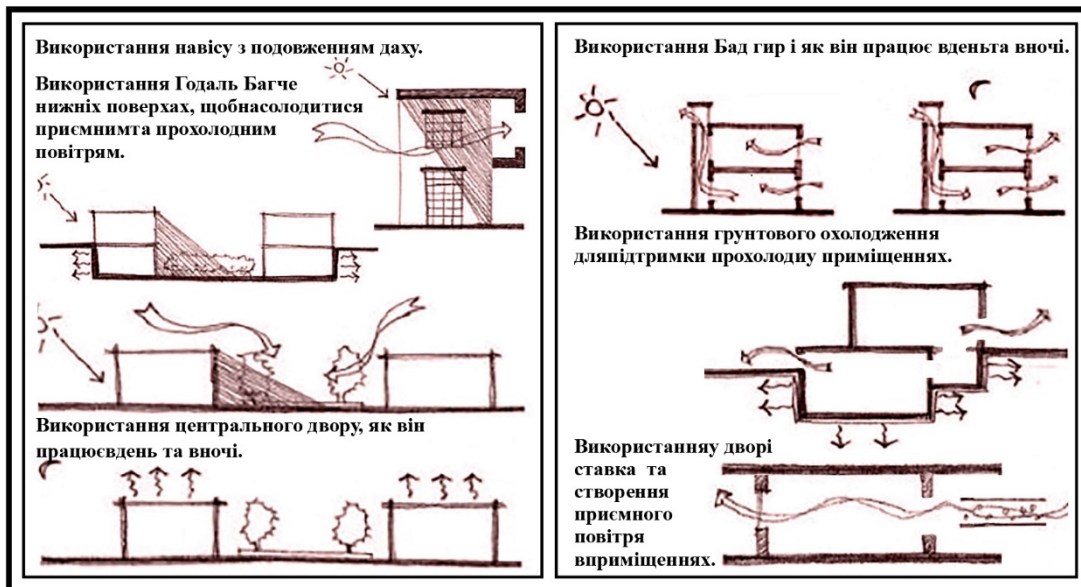


Рис. 2. Теплі та сухі екологічні рішення для шкільних будівель і внутрішніх приміщень [17].

У контексті архітектурного проектування для регіонів із жарким кліматом, оптимізація розмірів вікон та ефективне використання навісів відіграє ключову роль у забезпеченні термічного комфорту всередині будівлі. Рекомендується, щоб загальна площа віконних прорізів складала приблизно 30% від площі зовнішнього фасаду будівлі або 15% від площі класної кімнати. Таке співвідношення дозволяє забезпечити достатній рівень природного освітлення приміщень, мінімізуючи при цьому надмірне теплове навантаження від сонячного випромінювання. Важливу роль у контролі сонячного світла відіграють маркізи, особливо в періоди інтенсивного сонця, такі як жовтень та листопад. Використання маркіз сприяє формуванню тіні на віконних поверхнях, значно знижуючи температуру всередині приміщень та зменшуючи

потребу в активному охолодженні. Цей засіб не тільки покращує термічний комфорт для мешканців, але й сприяє зниженню енергетичних витрат на кондиціонування повітря (див. рис. 2.).

Для ефективного проєктування шкільних будівель у жарко-вологодому кліматі, зокрема у регіонах, розташованих на низькій висоті над рівнем моря та близько до великих водойм, як Перська затока та Оманське море, необхідно застосувати специфічні архітектурні рішення. Ці географічні та кліматичні умови сприяють формуванню дуже високої вологості та температур, створюючи виклики для підтримання комфортного мікроклімату всередині шкільних приміщень, особливо під час літнього сезону.

У контексті жарко-вологодому клімату, де велика частина навчального року супроводжується високими температурами та вологістю, основними умовами для терморегуляції в навчальних приміщеннях є забезпечення адекватного охолодження та контроль вологості протягом 5-8 місяців. Ефективне управління цими параметрами є критично важливим для створення сприятливого навчального середовища, оскільки висока температура та вологість можуть негативно впливати на здоров'я та продуктивність учнів та викладачів.

В зимовий період, завдяки специфіці географічного розташування та кліматичних умов регіону, температурні показники перебувають у межах, що задовольняють комфортні вимоги без необхідності використання систем опалення. Це означає, що архітектурне планування та конструктивні рішення шкільних будівель мають бути зорієнтовані на оптимізацію природного охолодження та вентиляції, а також використання матеріалів і технологій, що сприяють зниженню вологості внутрішніх просторів [1].

В межах архітектурного проєктування шкільних будівель у жарких кліматичних умовах ключову роль відіграє стратегічна організація планування, що враховує необхідність мінімізації впливу інтенсивного сонячного світла на фасади та оптимізації використання природної вентиляції для регулювання теплового комфорту в аудиторіях. Ця мета досягається через розробку відповідно орієнтованих будівель, зокрема застосування односторонньої моделі планування.

Одностороннє планування передбачає розташування навчальних приміщень зі сторони, найменш схильної до прямого сонячного опромінення – зазвичай, це північна сторона, яка отримує менше сонячного тепла протягом дня. Таке розміщення дозволяє знизити внутрішнє нагрівання приміщень та сприяє створенню більш прохолодного та комфортного середовища для навчання. З південного боку, де сонячне опромінення інтенсивніше, рекомендується проєктування відкритих або напіввідкритих коридорів, які не

тільки забезпечують доступ до класних кімнат, але й функціонують як буферна зона, знижуючи теплове навантаження на основні навчальні простори [3].

У контексті міського планування та архітектури, щільність забудови на ділянці має прямий вплив на формування мікроклімату, зокрема на підвищення температури у міському середовищі, явище, відоме як «ефект теплового острова». Для ефективної протидії цьому явищу та зниженню температури в межах урбанізованого простору, критично важливим є забезпечення достатньої тіні та оптимізація природної вентиляції. Орієнтація будівлі повинна бути обрана так, щоб мінімізувати пряме сонячне випромінювання та оптимізувати умови для природної вентиляції. Конфігурація архітектурної форми може сприяти створенню захищених від сонця зон, а також ефективному використанню зовнішніх просторів як місць збору для учнів (рис. 3).

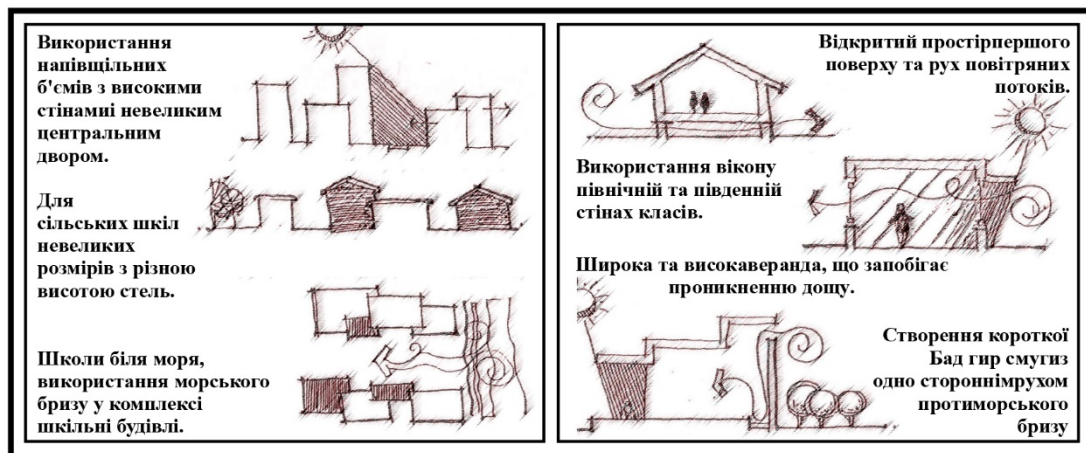


Рис. 3. Архітектурні рішення для шкільних будівель та їх внутрішніх приміщень в спекотному та вологому кліматі [18].

Навчальні приміщення (класи) краще розміщувати в критих або напіввідкритих просторах, які можна ефективно провітрювати, тоді як приміщення, що генерують тепло, наприклад, кухні або кафе, краще розміщувати за межами основної будівлі.

Необхідно передбачити розширення будівлі у напрямку північ-південь, з мінімізацією об'ємів на заході та сході. У відкритих просторах, де використовуються будівельні матеріали, такі як бетон або асфальт, можуть виникати високі температури. Ці області слід розглядати як потенційно небезпечні і розміщувати в тіні, щоб запобігти перегріванню. Необхідно уникати створення таких поверхонь біля будівлі та вздовж вікон. Будівництво центральних дворів, що розташовані в тіні та можуть бути провітрюваними, є раціональним рішенням. Особлива увага має бути приділена виведенню

радіаційного тепла з приміщень. Тіньові зони, призначені для забезпечення затінення, повинні сприяти циркуляції повітря всередині [12].

Покрівлю напіввідкритих приміщень раціонально розглядати поза сіткою, оскільки це не заважатиме руху потоку повітря, коли створюється тінь. Використання легких матеріалів для даху (наприклад, дерева, рогожі або аналогічних) допоможе уникнути накопичення тепла. Будівля повинна бути спроектована з максимальним розрахунком на вентиляцію, яка може здійснюватися знизу, через дах та зсередини приміщень. Доцільним варіантом є використання змінних стінок, які можна встановлювати або знімати в залежності від погодних умов. Висока стеля також сприяє ефективній вентиляції, забезпечуючи можливість притоку свіжого повітря з верхньої частини приміщення. Зволожуючі дерева, посаджені у напрямку вітру, можуть забезпечити додаткову вологу та комфорт, але варто враховувати, що вони не повинні створювати дискомфорт. Висота будівлі повинна бути обрана з урахуванням рівня землі, і збільшення внутрішньої висоти дозволить забезпечити ефективну вентиляцію через підстельові вікна [10].

Оскільки вітер може використовуватися для регулювання теплового режиму у приміщеннях протягом певних місяців навчального року, важливо розглядати розміри вікон і навісів з акцентом на енергоефективність. Вікна аудиторій мають бути малими, оскільки великі вікна можуть сприяти нагріванню повітря всередині класу та збільшенню навантаження на системи охолодження. Тому рекомендується, щоб площа вікон не перевищувала 45% площі фасаду або 24% площі класу. Додатково, важливо передбачити навіс для створення повної тіні на вікнах та стінах приміщень у періоди спекотних місяців навчального року [14].

У такому кліматичному середовищі важливо використовувати будівельні матеріали з високою теплоізоляційною властивістю для зовнішніх стін будівлі. Внутрішні стіни повинні мати невелику теплоємність. Щодо зовнішніх поверхонь, рекомендується обирати світлий колір, що допоможе відбивати сонячні промені та зменшувати нагрівання стін (рис. 4.).

Висновок. Аналіз теоретичних та проектних матеріалів показав, що ефективне архітектурне планування повинно враховувати як температурні умови, так і доступність природного освітлення, щоб забезпечити енергоефективність та комфорт внутрішнього середовища. Встановлено, що ключовими елементами проектування навчальних будівель є правильна їх орієнтація, оптимізація використання природного світла і вентиляції, а також використання архітектурних елементів, що сприяють створенню тіні, для зниження теплового навантаження. Це дозволяє створювати енергоефективні та комфортні умови в класних кімнатах, що є важливим для підтримки здоров'я та

продуктивності учнів та вчителів. Виявлено, що відповідні архітектурні рішення елементів, таких, як похилі дахи, стіни, ізоляція та ефективне планування подвір'я тощо мають суттєве значення для захисту від екстремальних погодних умов і забезпечують стійкість будівель до кліматичних змін.

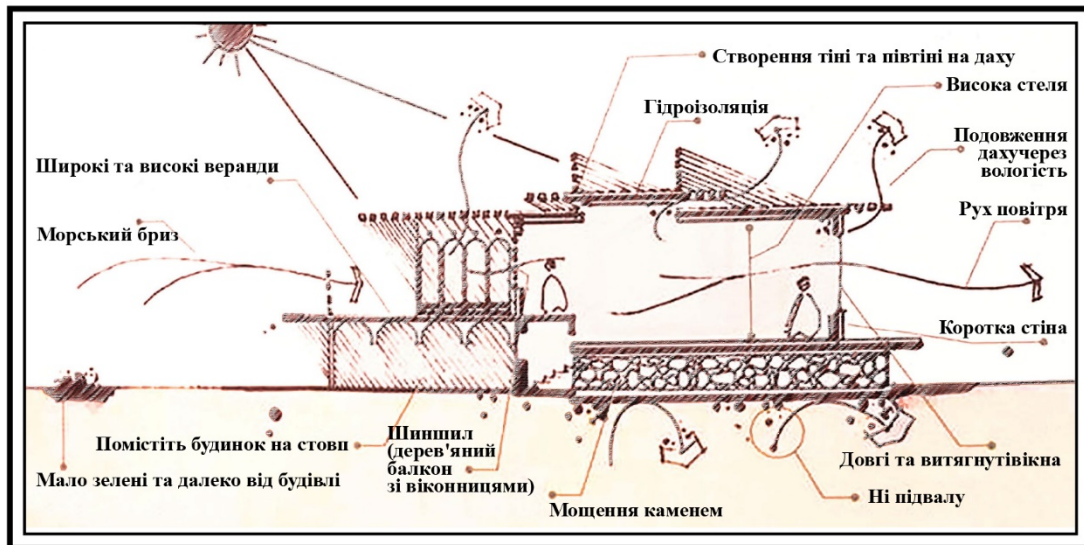


Рис. 4. Схема кліматичного рішення для архітектури навчального простору у спекотному та вологому кліматі [16].

Отже, успішне архітектурне проектування шкільних будівель у жарко-сухих і жарко-вологих районах Ірану вимагає комплексного підходу, що враховує унікальні кліматичні умови кожного регіону. Інтеграція знань про місцевий клімат у процес проектування дозволяє створювати не лише функціональні та естетично привабливі, але й екологічно стійкі та енергоефективні освітні простори, що сприяють здоров'ю та благополуччю учнів.

Список літератури

1. Halger Kakniasen, Перекладач Сефалая Фарзане. Кліматично сумісна архітектура. Заступник з питань містобудування та архітектури Міністерства ЖКГ, 2010. 175 с.
2. Касмаї Мортези. Клімат і архітектура. Хак, 2002. 44 с.
3. Казі Махалех Мохаммаді Маджида. Правила та критерії проектування освітніх просторів. Тегеранська організація з ремонту шкіл, 2007. 37 с.
4. Місрі Мар'ям. Проектування освітніх просторів у жаркому та сухому кліматі. Манофер, 2018. 21 с.
5. Масрі Мар'ям, Резаян-Мехрабаді Мохаммад, Таваколі Шамім, Гударзі Німа. Проектування освітніх просторів у жаркому та сухому кліматі: рішення для створення шкіл архітектури. Манофер, 2017. 31 с.

6. Тауслі Махмуд. Містобудівництво та архітектура в жаркому та сухому кліматі Ірану. Тауслі Махмуд, 2012. 173 с.
7. Хамеда Мутзорзаде Ходжаті Вахіде. Критерії структури стійких міських кварталів на основі про жаркий і сухий клімат Ірану. Азарахш, 2016. 200 с.
8. Лашкарі Елхама. Принципи сталого розвитку міст у жаркому та сухому кліматі Ірану з акцентом на старих містах. Ганджинех Хонар, 2011. 37 с.
9. Афшарі Хома. Архітектура, сумісна з кліматом жарких і напіввологих регіонів Ірану, Хорамшахр. Тахан, 2012. 77 с.
10. Касмай Мортеза, Дайнеджад Фармарез, Селхі Сахар. Посібник з районування та кліматичного проектування, жаркий і вологий клімат провінції Хормозган. Центр досліджень доріг, ЖКГ та містобудування, 2013. 111 с.
11. Мошірі Шахріар. Стійкий дизайн на основі жаркого та вологого клімату. Науковий журнал міської ідентичності, 2009. Том: 3, номер: 5, 39-56 с. URL: <https://www.sid.ir/paper/154659/fa#pointx> (дата звернення 05.04.2024).
12. Джафарі Джабалі Арзу, Ходабахшіан Канаракі Могаді. Фактори нативної архітектури в жаркому та вологому кліматі Порт Конг. Випадкове дослідження. Національна конференція щодо міського планування та архітектури, заснованої на знаннях, 2021. Том: 22. URL: <https://www.sid.ir/paper/901307/fa#downloadbottom> (дата звернення 05.04.2024).
13. Елхам Ельхам, Саадат Джо Прія. Дослідження ролі пористості у самозатіненні та зменшенні енергії, яку отримують стіни в будівлі в жаркому та вологому кліматі. Науковий журнал Міннауки, 2019. номер 4. URL: <https://tinyurl.com/227so4ep> (дата звернення 05.04.2024).
14. Хізбай Мортеза, Адіб Захра, Насроллахі Фаршад. Природна вентиляція в шоуадонах міста Дезфул за допомогою CFD моделювання. Науковий журнал Баг Назар 11-й рік 2014, номер 30. URL: <https://is.gd/nrNDPr> (дата звернення 05.04.2024).
15. Гейдарі Шахін, Куаїді Ходжат. Фізичний вплив прибережних районів на кліматичні параметри в жарких і вологих районах. Бандар Аббас. Журнал екологічної науки та техніки, 2020. Том: 22, номер: 6, 267-279 с. URL: <https://www.sid.ir/paper/389984/fa> (дата звернення 05.04.2024).
16. Memar98.com. Веб-сайт архітектурної освіти. URL: <https://memar98.com/notes-climate-architectural-design> (дата звернення 05.03.2024).
17. Memarifile.com. Веб-сайт архітектурної освіти. URL: <https://tinyurl.com/ypbk4gwf> (дата звернення 05.03.2024).
18. Arganmemari.ir Веб-сайт архітектурної освіти. URL: <https://www.arginmemari.ir/article/Climate-description-for-the-image.html>.

Ph.D. in Architecture **Emamianfar Ali**,
Doctor of Sciences of Architecture, Professor **Tretiak Yuliia**,
Candidate of Sciences of architecture, Associate Professor **Kosarevska Raddamila**,
Department of Design, Kyiv National University of Construction and Architecture

ARCHITECTURAL SOLUTIONS OF SCHOOL BUILDINGS IN HOT-DRY AND HOT-HUMID REGIONS OF IRAN

Iran is characterized by a diverse climate spectrum, covering a temperate and humid climate in the north of the country and in the coastal areas of the Caspian Sea,

a cold climate in the west and in the Zagros mountain range, as well as hot dry and hot-humid conditions prevailing in the central part, in the east, in the Persian Gulf region and in the south of the country. This article focuses on the analysis of architectural features of school buildings in hot-dry and hot-humid regions of Iran, taking into account the specifics of the climate of these areas.

The main attention is paid to effective orientation of buildings in relation to the sun, optimization of air conditioning systems, adaptation of lighting to the needs of educational spaces, use of green spaces to create shading, as well as selection of the form and design of school interiors and selection of appropriate building materials. Architectural solutions determined by the climatic features of these regions are being considered in order to increase energy efficiency and ensure user comfort.

Considering that schools belong to the category of buildings with a high level of energy consumption, such as electricity, water and gas, adaptation of architectural design to climatic conditions can significantly reduce energy costs. The article offers an overview of suitable climate-adapted architectural solutions for school buildings in certain regions of Iran, emphasizing the importance of an integrated design approach in the context of modern requirements for energy efficiency and sustainable development.

Keywords: climate; hot and humid; hot and dry; heat needs; schools; orientation; light; wind; shadow; windows; building materials; plan and shape of the building.

REFERENCES

1. Halger, Kakniasen, Translator of Sefalai Farzane (2010). Climatically compatible architecture. Deputy of Urban Development and Architecture Ministry of Housing and Urban Development. {in Persian}
2. Kasmai, Morteza (2002). Climate and architecture. Hack. {in Persian}
3. Kazi, Mahaleh Mohammadi Majida (2018). Rules and criteria for designing educational spaces. Tehran School Repair Organization. {in Persian}
4. Misri, Maryam (2018). Designing educational spaces in a hot and dry climate. Manofer. {in Persian}
5. Masri, Maryam, Rezayan-Mehrabadi Mohammad, Tavakoli Shamim, Gudarzi Nima (2017). Designing educational spaces in a hot and dry climate: solutions for creating schools of architecture. Manofer. {in Persian}
6. Tausli, Mahmud (2012). Urban planning and architecture in the hot and dry climate of Iran. Tausli Mahmud. {in Persian}
7. Hamedata Mutzorzade Khojati Vahide (2016). Criteria for the structure of sustainable urban neighborhoods based on the hot and dry climate of Iran. Azarakhsh. {in Persian}

8. Lashkari, Elkham (2011). Principles of sustainable urban development in the hot and dry climate of Iran with an emphasis on old cities. Ganjineh Honar. {in Persian}
9. Afshari, Khoda (2012). Architecture is compatible with the climate of the hot and semi-humid regions of Iran, Khoramshahr. Tahan. {in Persian}
10. Kasmai, Morteza; Dainejad, Farmarez; Selhi, Sahar (2013). Zoning and Climatic Design Guide, Hot and Humid Climate of Hormozgan Province. Center for Research of Roads, Housing and Urban Development. {in Persian}
11. Moshiri, Shahriar (2009). Sustainable design based on hot and humid climates. Scientific journal of urban identity. Volume: 3, number: 5. URL: <https://www.sid.ir/paper/154659/fa#pointx> (access date 04/05/2024). {in Persian}
12. Jafari Jabali Arzu, Khodabakhshian Kanaraki Mogadi (2021). Factors in Native Architecture in the Hot and Humid Climate of Port Cong. A randomized study. National Conference on Knowledge-Based Urban Planning and Architecture. Volume: 22. URL: <https://www.sid.ir/paper/901307/fa#downloadbottom> (accessed 04/05/2024). {in Persian}
13. Elham Elham, Saadat Jo Priya (2019). Investigating the role of porosity in self-shading and reducing energy received by walls in buildings in hot and humid climates. Scientific journal of the Ministry of Science. Number 4. URL: <https://tinyurl.com/227so4ep> (access date 04/05/2024). {in Persian}
14. Hizbay Morteza, Adib Zahra, Nasrollahi Farshad (2014). Natural ventilation in the showadons of the city of Dezful using CFD modeling. Scientific journal Bagh Nazar, 11th year, number 30. URL: <https://is.gd/nrNDPr> (access date 04/05/2024). {in Persian}
15. Heydari Shahin, Kuaidi Khojat (2020). Physical influence of coastal areas on climatic parameters in hot and humid areas. Bandar Abbas. Journal of Environmental Science and Technology. Volume: 22, Number: 6. URL: <https://www.sid.ir/paper/389984/fa> (access date 04/05/2024). {in Persian}
16. Memar98.com. Architectural Education Website. URL: <https://memar98.com/notes-climate-architectural-design> (access date 03/05/2024). {in Persian}
17. Memarifile.com. Architectural Education Website. URL: <https://tinyurl.com/ypbk4gwf> (access date 03/05/2024). {in Persian}
18. Arganmemari.ir Website of architectural education. URL: <https://www.arganmemari.ir/article/Climate-description-for-the-image.html>. {in English}