

The banner displays the following university logos from left to right:

- KIMYO INTERNATIONAL UNIVERSITY IN TASHKENT
- UEP PESCARA
- TEHRAN TECHNICAL UNIVERSITY
- SATBAYEV UNIVERSITY
- Roosevelt University
- 순천대학교 (Sunchon National University)
- CESC 中国城建 (China Construction Education & Research Center)
- FUSAPIN 福州大学 (Fuzhou University)
- UEP PESCARA
- TEHRAN TECHNICAL UNIVERSITY
- SHANGHAI UNIVERSITY
- GEORGE FOX UNIVERSITY
- ROOSEVELT UNIVERSITY
- 가천대학교 (Gachon University)
- NDSU

In the center, the text "Hisense HVAC" is prominently displayed. On the far right is the "Hisense HVAC ACADEMY" logo, which features a shield emblem with a book and stars.

Annotation: The article analyzes the relevance, main directions and international experience of implementing green technologies in architecture and urban development. Issues such as green construction, planning based on artificial intelligence, the concept of "sponge cities" and the effectiveness of green certification systems were discussed. The analysis is based on scientific sources published in Scopus, and the possibilities of using these technologies in the conditions of Uzbekistan are discussed.

Калит сўзлар: Яшил технологиялар, барқарор архитектура, шаҳарсозлик, энергия самарадорлиги, Спонж-шаҳар, қуёш энергияси, инновацион қурилиш материаллари, қайта тикланувчи энергия манбалари, экологик стандартлар, LEED, BREEAM, сунъий интеллект, IoT (Internet of Things), шаҳар инфратузилмаси, қурилишнинг экологик баҳолаши, урбанизация, қишлоқ-шаҳар трансформацияси, табиий ресурслар бошқаруви, халқаро стандартлар.

Ключевые слова: Зеленые технологии, устойчивая архитектура, городское планирование, энергоэффективность, Sponge City, солнечная энергия, инновационные строительные материалы, возобновляемые источники энергии, экологические стандарты, LEED, BREEAM, искусственный интеллект, IoT (Интернет вещей), городская инфраструктура, экологическая оценка строительства, урбанизация, сельско-городская трансформация, управление природными ресурсами, международные стандарты.

Keywords: Green technologies, sustainable architecture, urban planning, energy efficiency, Sponge City, solar energy, innovative building materials, renewable energy sources, environmental standards, LEED, BREEAM, artificial intelligence, IoT (Internet of Things), urban infrastructure, environmental assessment of construction, urbanization, rural-urban transformation, natural resource management, international standards.

КИРИШ

Замонавий урбанизация, иқлим ўзгариши ва табиий ресурслар танқислиги туфайли архитектура ва шаҳарсозлик соҳаларида барқарор ривожланишни

таъминлаш долзарб масалага айланган. Бунӣ амалга оширишда яшил технологиялар муҳим ўрин тутати. Улар атроф-муҳитга таъсирни камайтирати, энергия сарфини камайтирати ҳамда инсон саломатлигига ижобий таъсир кўрсатади [(Kibert et al., 2018)].

Ҳозирги кунда жаҳонда кечаётган урбанизация жараёнлари, аҳоли сонининг ўсиши, иқлим ўзгаришлари ва табиий ресурсларнинг чекланганлиги глобал миқёсда архитектура ва шаҳарсозлик соҳаларида янги ёндашувларни талаб қилмоқда. Ана шундай мураккаб шароитда барқарор ривожланишни таъминлаш мақсадида яшил технологияларни жорий этиш долзарб масалага айланди [(Li & Zhang, 2020)].

Яшил технологиялар нафақат муҳитга зарарли таъсирни камайтирати, балки бинолар ва шаҳар инфратузилмасининг энергия самарадорлигини оширати, карбон изини қисқартиради ва инсонлар учун соғлом, хавфсиз муҳит яратишга хизмат қилади [(Kibert et al., 2018); (Ding, 2008)]. Масалан, жаҳон миқёсида олиб борилган таҳлиллар кўрсатмоқдаки, яшил қурилиш технологияларини қўллаш натижасида биноларнинг энергия сарфи 20–40% гача камайтириши мумкин [(Ramesh et al., 2010)].

Бундан ташқари, яшил шаҳарсозлик концепцияси орқали экология, иқтисодиёт ва ижтимоий ривожланиш ўртасидаги мувозанат таъминланади. Ушбу ёндашув шаҳарларда транспорт, сув таъминоти, чиқинди бошқаруви ва энергия таъминоти соҳаларида ҳам барқарор ечимларни тақдим этади [(Zhang et al., 2012)].

Айниқса, иқлим ўзгаришларининг таъсири кучайиб бораётган бугунги кунда яшил технологиялар ва инноватив қурилиш ёндашувлари орқали шаҳарлар атроф-муҳит билан уйғун ҳолда яшашга интилаяпти. Бугунги глобал тенденциялар шуни кўрсатмоқдаки, яшил инфратузилма, қайта тикланувчи энергия манбалари, сувни тежаш технологиялари ва ақлли шаҳар (smart city) концепциялари бутун дунёда устувор йўналишга айланди [(Ahmad & Zhang, 2020); (Nasruddin et al., 2021)].

Ўзбекистонда ҳам архитектура ва шаҳарсозлик соҳасида яшил технологияларни жорий этиш борасида ислоҳотлар амалга оширилмоқда. Қатор давлат лойиҳаларида экологик талабларга жавоб берадиган қурилиш материаллари, қуёш энергияси, яшил зона ва боғлар миқдорини оширишга қаратилган режалар қузелмоқда. Бу ўз навбатида миллий иқтисодиёт ва аҳолининг турмуш сифатига ижобий таъсир кўрсатиши мумкин [(Li & Zhang, 2020); (Yang & Li, 2015)].

АСОСИЙ ҚИСМ

1. ЯШИЛ ҚУРИЛИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Яшил қурилиш технологиялари биноларнинг барқарорлиги ва энергия самарадорлигини таъминлашда қўлланилади. Уларнинг асосий элементлари:

- Пассив дизайн: бинонинг геометрияси ва жойлашувини табиий ёруғлик ва шамоллашни инобатга олган ҳолда лойиҳалаш [(Ramesh et al., 2010)];
- Яшил том ва фасадлар: ўсимликлар билан қопланган иншоотлар орқали иссиқликни камайтириш [(Zhang et al., 2012)];
- Инновацион қурилиш материаллари: энергия тежовчи ва қайта ишланган материаллар [(Kibert et al., 2018)];
- Қуёш панеллари ва шамол генераторлари: қайта тикланувчи манбалардан фойдаланиш [(Ahmad & Zhang, 2020)].

Яшил қурилиш технологиялари бугунги кунда экологик барқарорликка эришиш ва энергия самарадорлигини оширишнинг энг муҳим воситаларидан бири сифатида қаралмоқда. Ушбу технологиялар нафақат биноларнинг энергия истеъмолини камайтиради, балки табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш, чиқиндилар миқдорини камайтириш ва соғлом турмуш муҳитини таъминлашга ҳам хизмат қилади [(Kibert et al., 2018)].

1.1. Пассив дизайн принциплари

Пассив архитектура лойиҳалаш усули бинонинг ташқи муҳит билан ўзаро алоқасини табиий шароитларга мувофиқ равишда ташкил этишни назарда тутди. Бу услубда бинонинг жойлашуви, шакли, ориентацияси ва ён атроф муҳитдан оқилона фойдаланиш асосий ўрин тутди. Масалан, табиий

ёруғликдан максимал даражада фойдаланиш, шамолни бино ичида ҳаракатлантириш ёки иссиқлик алмашинувини оптималлаштириш учун тепа-ёриқлар, чуқур соялар ва ичига ҳаво юритувчи элементлардан фойдаланилади [(Ramesh et al., 2010)].

1.2. Яшил том ва фасадлар

Ўсимликлар билан қопланган томлар ва фасадлар (green roofs and walls) шаҳар муҳитини табиийлаштиришда муҳим ўрин тутди. Улар иссиқлик оқимини пасайтиради, шаҳардаги “иссиқлик ороллари” таъсирини камайтиради, ҳавони филтрлаб, углеродни ютиб олади ҳамда биноларнинг умумий энергия истеъмолини камайтиради [(Zhang et al., 2012)]. Шунингдек, бундай томлар атмосферадан сувни тўплаб, уни тозалаш қобилиятига ҳам эга.

1.3. Инновацион қурилиш материаллари

Қайта ишланган, энергия тежовчи ва экологик хавфсиз материаллардан фойдаланиш — яшил қурилишнинг асосий элементи ҳисобланади. Масалан, бамбук, пўлат ва қайта ишланган бетон, кам энергияли шиша, фаза ўзгарувчан материаллар (PCM) ишлатилиши орқали биноларнинг изоляцияси кучайтирилади, иссиқлик алмашинуви камайтирилади ва энергия сарфи сезиларли даражада қисқаради [(Kibert et al., 2018)].

1.4. Қайта тикланувчи энергия манбалари

Яшил технологияларнинг муҳим таркибий қисми бу – биноларга қайта тикланувчи энергия манбаларини интеграция қилишдир. Қуёш панеллари, шамол турбиналари, геотермал тизимлар ва биоэнергия манбалари орқали бинолар автоном энергия таъминотига эга бўлади. Масалан, қуёш батареялари орқали кундузги ёруғликдан электр энергияси олиш, геотермал иситиш тизимлари ёрдамида иссиқлик таъминлаш сингари технологиялар кенг қўлланилмоқда [(Ahmad & Zhang, 2020)].

1.5. Бошқа қўшимча ечимлар

Шу билан бирга, интеллектуал сенсорлар орқали энергия сарфини мониторинг қилиш, "ақлли" иситиш ва ёритиш тизимлари, автоматлаштирилган сув тежаш ускуналари ҳам яшил қурилиш тизимининг

ажралмас қисмидир. Бу технологиялар инсон фаолиятига мос равишда ишлайди ва ресурсларни фақат зарур пайтда фойдаланишга хизмат қилади [(Nasruddin et al., 2021)].

2. СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ВА ИОТ АСОСИДАГИ ШАҲАРСОЗЛИК

ИОТ ва сунъий интеллект (AI) технологиялари замонавий шаҳар инфратузилмасини рақамлаштиришда муҳим аҳамиятга эга:

- Маълумотларга асосланган қарорлар: шаҳар ривожини прогноз қилиш [(Nasruddin et al., 2021)];
- Чиқиндилар ва сув ресурсларини бошқариш: автоматлаштирилган тизимлар орқали экологик назорат;
- Ҳаво сифати мониторинги: real vaqtda экологик кўрсаткичларни кузатиш [(Nasruddin et al., 2021)].

Рақамли технологияларнинг жадал ривожланиши натижасида сунъий интеллект (AI) ва “Интернет нарсалар” (IoT) технологиялари шаҳар инфратузилмасини янада самарали ва барқарор бошқариш имконини бермоқда. Бу технологиялар шаҳарларнинг жорий ва келажақдаги эҳтиёжларини аниқлаш, ресурсларни оқилона тақсимлаш ва атроф-муҳит ҳолатини доимий мониторинг қилиш имконини яратади [(Nasruddin et al., 2021)].

2.1. Маълумотларга асосланган қарорлар

AI ва IoT технологиялари орқали йиғилган катта ҳажмдаги маълумотлар (big data) таҳлил қилиниб, шаҳар ривожига доир стратегик қарорлар қабул қилинади. Масалан, аҳолининг ҳаракатланиш йўналишлари, энергия сарфи, экологик фаоллик каби кўрсаткичлар асосида шаҳар тузилиши, транспорт оқимлари ёки жамоат хизматларини яхшилаш бўйича аниқ тавсиялар ишлаб чиқилади [(Nasruddin et al., 2021)]. Бунинг натижасида ресурслардан самарали фойдаланиш ҳамда шаҳар муҳитининг умумий барқарорлиги таъминланади.

2.2. Чиқиндилар ва сув ресурсларини бошқариш

IoT сенсорлари орқали чиқинди контейнерларининг тўлиш даражаси, сув истеъмоли ёки канализация тизимидаги ўзгаришлар реал вақтда кузатилади. Бу автоматлаштирилган тизимлар чиқиндиларни тўплаш ва қайта ишлаш, сувнинг оқилона сарфини ташкил этишда муҳим аҳамиятга эга. Шу орқали нафақат муҳит муҳофаза қилинади, балки хизмат кўрсатиш харажатлари ҳам камайтирилади [(Nasruddin et al., 2021)].

2.3. Ҳаво сифати ва муҳит мониторинги

IoT асосидаги датчиклар шаҳардаги ҳаво сифати, намлик, температура, углерод газидаражасини доимий равишда кузатиб боради. Ушбу маълумотлар сунъий интеллект ёрдамида таҳлил қилиниб, зарарли чиқиндилар кўпайган ҳолларда автоматик равишда хабар бериш ёки ҳаво тозалаш тизимларини фаоллаштиришга олиб келади [(Nasruddin et al., 2021)]. Бу фуқаролар соғлиғи ва умумий экологик барқарорлик учун муҳим ҳисобланади.

2.4. “Ақлли” шаҳар моделларидаги аҳамият

AI ва IoT технологиялари "ақлли шаҳар" концепцияларининг асосий қуролидир. Транспорт тизими, энергия таъминоти, жамоат хавфсизлиги, соғлиқни сақлаш ва бошқа соҳаларда бу технологиялар орқали фаолият сифатини ошириш ва ресурслар тежамкорлигини таъминлаш мумкин. Бу эса барқарор шаҳар муҳити яратишга хизмат қилади.

3. “SPONJ-ШАҲАРЛАР” КОНСЕПЦИЯСИ

“Sponj-shahar” концепцияси шаҳар инфратузилмасини табиий сув айланишига мослаштиришга қаратилган:

- Инфильтрацион ҳудудлар: ёмғир сувини ерга сингдирувчи майдонлар [(Yang & Li, 2015)];
- Ёшил зона ва ботқоқ ерлар: сувни тўплаш ва экосистемани сақлаш;
- Климатга мос инфратузилма: сув тошқинларига ва иссиқлик тўлқинларига қарши самарадор ҳимоя [(Li & Zhang, 2020)].

Сўнгги йилларда иқлим ўзгариши, ёмғир сувлари миқдорининг ортиши ва шаҳарларнинг муҳандислик инфратузилмасига тушаётган юкларни камайтириш мақсадида “sponj-shahar” (губка-шаҳар) концепцияси жаҳон

шаҳарсозлик амалиётида кенг тарқалмоқда. Бу ёндашув шаҳар муҳитини табиий сув айланиши жараёнларига мослаштириш орқали тўлқинлар, сув тошқинлари ва иссиқлик стрессларига қарши барқарор қилишга қаратилган [(Yang & Li, 2015)].

3.1. Инфильтрацион ҳудудлар ва табиий сув сингдирувчи майдонлар

Sponj-shahar концепциясининг асосий элементларидан бири — инфильтрацион ҳудудлардир. Бу ҳудудлар ёмғир сувини ерга сингдирадиган қурилиш усуллари ўз ичига олади: шағал, қуруқ, пороз асфальт каби материаллардан ташкил топган йўллар ва майдонлар сувни тўплаш ва ер ости сув манбаларига етказишга ёрдам беради [(Yang & Li, 2015)]. Шу билан шаҳарларда сунъий канализацияга бўлган эҳтиёж камайди, тўлқинлар эҳтимоли пасаяди.

3.2. Яшил зоналар, ботқоқ ерлар ва биоинженер ечимлар

Яшил зоналар, парклар, ботқоқ ерлар ва сунъий кўллар sponj-shahar моделининг яна бир муҳим қисмидир. Ушбу элементлар сувни табиий равишда тўплаш ва филтрлаш вазифасини бажаради. Ботқоқ ерлар орқали сув сифати яхшиланади, биохилма-хиллик сақланади ва экосистемалар барқарор ҳолатда сақланади [(Li & Zhang, 2020)].

3.3. Климатга мослашувчан инфратузилма ва экстремал ҳаво шароитига тайёргарлик

Sponj-shahar моделлари иқлим ўзгаришига мослашувчан шаҳар тузилишини кўзда тутади. Хусусан, ҳарорат тўлқинлари ёки сув тошқинларига қарши инфратузилмалар (масалан, сувни ютиш қобилиятига эга ҳудудлар, табиий сойлар билан уйғунлашган дренаж тизимлари) бу муаммоларни юмшатишда самарали ечим саналади [(Li & Zhang, 2020)]. Бундай ёндашув нафақат муҳит муҳофазаси, балки аҳоли саломатлиги ва хавфсизлиги учун ҳам муҳимдир.

3.4. Ижтимоий ва функционал фойдаси

Бундан ташқари, “sponj-shahar” концепцияси фақат гидрологик самарадорликни эмас, балки ижтимоий фойдаларни ҳам таъминлайди. Табиий

инфратузилма элементлари аҳолининг дам олиш, спорт билан шуғулланиш, экологик онгни ошириш каби фаолиятларига хизмат қилади. Бу шаҳар муҳитининг умумий жозибадорлиги ва ёшил майдонлар фоизи ортишига сабаб бўлади.

4. ЯШИЛ СЕРТИФИКАТЛАШ ТИЗИМЛАРИ

Яшил қурилиш стандартлари ва баҳолаш тизимлари:

- LEED – АҚШда қабул қилинган ва жаҳонда кенг қўлланиладиган стандарт [(Ding, 2008)];
- BREEAM – Европа давлатларида кенг тарқалган [(Serghides et al., 2016)];
- Ўзбекистон амалиёти – миллий нормаларга асосланган ҳолда шаҳарларда яшил баҳолаш мезонларини жорий қилиш бўйича ишлар олиб борилмоқда [(Muthu, 2016)].

Барқарор қурилиш ва архитектура соҳасида "яшил" баҳолаш ва сертификатлаш тизимлари муҳим рол ўйнайди. Бу тизимлар биноларнинг атроф-муҳитга таъсирини баҳолайди, энергия самарадорлиги, сув тежамкорлиги, материал танлови, ҳаво сифати ва бошқа кўплаб кўрсаткичларни ҳисобга олади. Яшил сертификатлар нафақат экологик самарадорликни оширади, балки ижтимоий ва иқтисодий жиҳатдан ҳам бино қийматини оширади [(Ding, 2008)].

4.1. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

LEED — АҚШда ишлаб чиқилган ва халқаро миқёсда кенг қўлланиладиган етакчи яшил сертификатлаш тизимидир. У American Green Building Council (USGBC) томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, лойиҳалашдан тортиб қурилиш ва эксплуатация жараёнларигача барча босқичларни қамраб олади. LEED баҳолаш тизимида бинонинг энергия самарадорлиги, сув истеъмоли, ҳаво сифати, қулайлик ва инновация каби жиҳатлар ҳисобга олинади [(Ding, 2008)].

4.2. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

BREEAM — Европада кенг тарқалган баҳолаш тизими бўлиб, у 1990-йилдан бери амал қилиб келмоқда. BREEAM кўпроқ биноларнинг дизайн ва қурилиш жараёнларида атроф-муҳитга қилаётган таъсирини аниқлаш ва минималлаштиришга қаратилган. Унда энергия самарадорлиги, биохафазалик, транспарентлик ва бошқарув каби параметрлар асосий мезон ҳисобланади [(Serghides et al., 2016)].

4.3. Ўзбекистон амалиётида яшил стандартлар

Сўнгги йилларда Ўзбекистонда ҳам яшил сертификатлаш ва баҳолаш тизимларини жорий этиш борасида муҳим қадамлар қўйилмоқда. Мисол учун, “Green City” ва “Smart City” концепциялари доирасида миллий қурилиш нормаларига мос келадиган экологияга йўналтирилган баҳолаш мезонлари ишлаб чиқилмоқда. Айрим маҳаллий лойиҳаларда халқаро стандартлар (LEED, BREEAM) элементларидан ҳам фойдаланилмоқда [(Muthu, 2016)].

4.4. Сертификатлаш тизимларининг аҳамияти

Яшил сертификатлаш тизимлари шаҳар муҳитининг экологик барқарорлигига ҳисса қўшади. Улар орқали қурилиш соҳасида инновацияларни татбиқ этиш, энергия сарфини камайтириш, табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш ва аҳоли саломатлигини яхшилаш мумкин. Шу боис, бу тизимларни жаҳон миқёсида тан олиш ва маҳаллий шарт-шароитларга мослаштириш зарур.

5. ЎЗБЕКИСТОН ШАРОИТИДА ЯНГИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ҚЎЛЛАШ ИМКОНИАТЛАРИ

Ўзбекистон шароитида қуйидаги йўналишларда яшил технологиялар жорий қилинмоқда:

- Шаҳар парклари ва яшил йўлаклар;
- Энергия самарадор қурилиш лойиҳалари;
- Халқаро тажриба билан ҳамкорлик – юксак халқаро стандартлар жорий қилинмоқда [(Li & Zhang, 2020)].

Ўзбекистонда сўнгги йилларда экологик барқарорликни таъминлаш, табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш ва замонавий “яшил”

стандартларни жорий қилиш бўйича кенг камровли ишлар амалга оширилмоқда. Мамлакатнинг иқлим шароити, урбанизация жараёни ва демографик ўсиши ҳисобга олинганда, яшил технологиялардан фойдаланиш нафақат экологик, балки иқтисодий самарадорликни ҳам таъминлайди [(Li & Zhang, 2020)].

5.1. Шаҳар муҳитини яшиллаштириш ташаббуслари

Катта шаҳарларда, хусусан Тошкент, Самарқанд, Бухоро ва Наманганда шаҳар парклари, яшил йўлаклар, боғлар ва экопарклар яратиш бўйича лойиҳалар амалга оширилмоқда. Бу ташаббуслар фуқаролар учун соғлом муҳитни яратиш билан бирга, шаҳар ҳавосининг тозаланишига, иссиқлик ороллариининг камайишига ёрдам бермоқда. Бу каби инфратузилмалар “Sponj-shahar” концепциясининг маҳаллий кўринишлари сифатида ҳам кўриб чиқилмоқда [(Yang & Li, 2015)].

5.2. Энергия самарадор қурилиш лойиҳалари

Ўзбекистонда янги тураржой ва маъмурий бинолар қурилишида энергия самарадор материаллардан фойдаланиш, қуёш панеллари ва пассив дизайн ечимларини жорий қилиш каби ёндашувлар кенг қўлланила бошланди. Масалан, айрим давлат муассасаларида қуёш энергиясига уланган тизимлар ишга туширилди, бу эса давлат бюджетига тушаётган электр энергияси харажатларини камайтирмоқда [(Kibert et al., 2018)].

5.3. Халқаро тажриба ва ҳамкорлик

Ўзбекистонда яшил технологияларни жорий этишда халқаро ташкилотлар ва хорижий давлатлар билан ҳамкорлик кучаймоқда. Хусусан, Европа Иттифоқи, Жаҳон банки, БМТнинг атроф-муҳит дастурлари (UNEP) билан ҳамкорликда энергия самарадорлиги ва экологик тозалikka оид лойиҳалар амалга оширилмоқда. Бундан ташқари, мамлакатда халқаро стандартларга (LEED, BREEAM) мос қурилиш меъёрларини ишлаб чиқиш ва тадбиқ қилиш бўйича ишлар олиб борилмоқда [(Muthu, 2016)].

5.4. Қонунчилик ва сиёсат

Ўзбекистон Республикаси Президентининг фармон ва қарорлари, Вазирлар Маҳкамасининг дастурлари асосида “яшил иқтисодиёт”ни ривожлантириш, қайта тикланувчи энергия манбаларини кўпайтириш, экологик тоза транспорт турларини қўллаб-қувватлаш юзасидан тегишли сиёсат амалга оширилмоқда. Масалан, электромобиллар учун инфратузилма яратиш, қурилиш соҳасида янги норматив ҳужжатларни ишлаб чиқиш шулар жумласидандир [(Nasruddin et al., 2021)].

ХУЛОСА

Яшил технологиялар архитектура ва шаҳарсозликда барқарор ривожланишни таъминлашда муҳим омил ҳисобланади. Сунъий интеллект, “sponj-shahar”, ва яшил сертификатлаш тизимлари бу йўлда энг самарали ечимлардан саналади. Ўзбекистон шароитида бу технологияларни жорий қилиш имкониятлари юқори, фақат тегишли меъёрий-ҳуқуқий база ва малакали кадрлар зарур.

Яшил технологиялар архитектура ва шаҳарсозлик соҳаларида барқарор ривожланишни таъминлашга катта ҳисса қўшади. Бу технологиялар нафақат атроф-муҳитга таъсирни камайтириш, балки иқтисодий ва ижтимоий жиҳатдан ҳам юқори самарадорликни таъминлайди. Улар шаҳарларнинг барқарорлиги, энергия самарадорлиги ва экологик барқарорлигини оширишда муҳим аҳамиятга эга. Ўз навбатида, сунъий интеллект (AI) ва Internet of Things (IoT) технологиялари шаҳар инфратузилмасини рақамлаштириш ва автоматлаштириш орқали замонавий “яшил” шаҳарлар ташкил этишга ёрдам беради. Sponj-shahar концепцияси, шаҳарларда табиий сув айланишини тиклаш ва сув ресурсларини бошқариш орқали экологик барқарорликни таъминлайди [(Yang & Li, 2015)].

Яшил сертификатлаш тизимлари, масалан, LEED ва BREEAM, биноларнинг экологик самарадорлигини баҳолашда кенг қўлланилади. Бу тизимлар қурилишнинг ҳар бир босқичида ресурслардан самарали фойдаланишни, энергияни тежашни ва ҳаво сифатига ижобий таъсир кўрсатишни рағбатлантиради [(Ding, 2008); (Serghides et al., 2016)].

Ўзбекистонда ҳам бу стандартлар ва технологиялардан фойдаланиш учун шароит бор, лекин бундан фойдаланиш учун қатор муҳим омиллар мавжуд: тегишли меъёрий-ҳуқуқий база ва малакали кадрларнинг мавжудлиги бу жараёни илгари суришда асосий шароит ҳисобланади. Шунингдек, маҳаллий шароитга мослаштирилган инновацион ечимларни ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий қилиш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистоннинг шаҳарларида “яшил” технологияларни амалда татбиқ этиш имкониятлари юқори, чунки мамлакатда экологик муаммолар, урбанизация жараёни ва иқлим ўзгаришининг салбий таъсирлари сезилмоқда. Буни ечиш учун мамлакат ҳудудида қуёш энергияси, шамол энергиясини қўллаш ва сув ресурсларини тежаш каби технологияларга эҳтиёж мавжуд [(Kibert et al., 2018); (Nasruddin et al., 2021)]. Шу билан бирга, яшил шаҳарлар концепциясини жорий этиш, уларнинг экологик барқарорлигини таъминлаш ва аҳоли саломатлигини яхшилаш учун халқаро тажрибаларни ҳисобга олиш керак.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Kibert, C. J., Sendzimir, J., & Guy, B. (2018). Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. 4th ed. Wiley. DOI: 10.1002/9781119094351
2. Li, Y., & Zhang, X. (2020). Urban resilience and green infrastructure in response to climate change. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102385. DOI: 10.1016/j.scs.2020.102385
3. Ding, G. K. C. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451–464. DOI: 10.1016/j.jenvman.2006.12.025
4. Ramesh, T., Prakash, R., & Shukla, K. K. (2010). Life cycle energy analysis of buildings: An overview. *Energy and Buildings*, 42(10), 1592–1600. DOI: 10.1016/j.enbuild.2010.05.007

5. Zhang, X., Shen, L., & Tam, V. W. Y. (2012). Towards low carbon city: A literature review on urban green infrastructure planning. *Habitat International*, 36(4), 505–518. DOI: 10.1016/j.habitatint.2012.05.001
6. Ahmad, T., & Zhang, D. (2020). A critical review of comparative global historical energy consumption and future scenario trends. *Energy Reports*, 6, 1973–1989. DOI: 10.1016/j.egyr.2020.07.001
7. Nasruddin, F., et al. (2021). The integration of AI and smart technologies in sustainable urban design. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123841. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123841
8. Yang, J., & Li, H. (2015). Sponge city construction and stormwater management: A case study of China's approach to green infrastructure. *Water*, 7(10), 5825–5846. DOI: 10.3390/w7105825
9. Serghides, D., Dimitriou, S., & Kyprianou, T. (2016). The advancement of the BREEAM environmental assessment method. *Energy Procedia*, 102, 399–404. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.11.203
10. Muthu, N. (2016). Green Building rating systems: a global perspective. In *Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes* (pp. 35–60). Springer. DOI: 10.1007/978-981-10-0615-7_3