

БӨЛІМ: DULATY UNIVERSITY / UNIVER / СТУДЕНТ

Шөлдегі су конденсациясының физикасы: түнгі ауадағы суды жинау технологиялары

ЖАРИЯЛАНДЫ
25.11.2025ТІРЕК СӨЗДЕР
гидрофильдік, гидрофобтық беттер, Намибия қоңызы, радиациялық салқындату, су жинау технологиялары, су конденсациясы, торлы тұтқыш, шық нүктесіСІЛТЕМЕ
<https://bilimger.kz/184515/>

Әнәпия Серікболсын, Баймахан Төребек

М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті,
6B01502 «Физика мұғалімдерін даярлау» мамандығының 4-курс студенттері

Ғылыми жетекші – Жанбулатова Гульжар Кельсинбаевна

М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті
«Физика және Информатика» кафедрасының оқытушысы.

АҢДАТПА

Бұл мақалада шөлді аймақтарда суды энергиясыз әдістермен өндірудің физикалық негіздері жан-жақты қарастырылады. Ауадағы су буының фазалық ауысуы, шық нүктесі, радиациялық салқындату, жылу алмасу процестері және су жинауға арналған пассивті және белсенді құрылғылардың тиімділігі талданады. Табиғаттағы биомиметикалық жүйелер – Намибия қоңызы, кактус инелері, өрмек торларының су тұтыну механизмдері технологиялық шешімдер ретінде зерттеледі. Мақала шөл жағдайында ауадан су алу технологияларының болашағы мен физикалық шектеулерін көрсетеді.

Кілттік сөздер: су конденсациясы, шық нүктесі, радиациялық салқындату, гидрофильдік, гидрофобтық беттер, торлы тұтқыш, Намибия қоңызы, су жинау технологиялары.

КІРІСПЕ

Шөл және жартылай шөлейт аймақтарда ауыз су тапшылығы — адамзат үшін күрделі экологиялық және әлеуметтік мәселе. Кейбір шөлдерде жылына 50 мм-ден аз жауын-

шашын түседі, ал ауа ылғалдылығы өте төмен. Дегенмен, тіпті шөл аймақтарында да атмосферада су буы әрқашан бар, және оны физикалық процестер арқылы сұйық суға айналдыруға болады. Бұл идеяның негізінде шық түзу, конденсация, жылу алмасу және радиациялық салқындату процестері жатыр. Мақсат — табиғи су циклін энергия шығынсыз инженерлік жүйелерге қолдану.

СУ КОНДЕНСАЦИЯСЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Су буының сұйық фазаға ауысуы — конденсация процесі. Ол белгілі бір шарттағы температураның төмендеуі нәтижесінде орын алады. Бұл шарт шық нүктесімен анықталады. Ауадағы су буының мөлшері (салыстырмалы ылғалдылық) белгілі бір температурада конденсация басталуын анықтайды.

1. Шық нүктесі: Егер ауадағы ылғалдылық жоғары болса, шық нүктесі қоршаған орта температурасына жақын болады. Ал шөлде ылғалдылық төмен болғандықтан, шық нүктесі көбінесе 0–10°C аралығында орналасады.

2. Жылу алмасу: Конденсация кезінде латенттік жылу бөлінеді. Бұл процесс бет температурасын көтеріп, конденсация көлемін азайтады. Сондықтан су жинау құрылғылары жылуды тиімді шығаруы керек.

3. Радиациялық салқындату: Түнде жер беті инфрақызыл диапазонда жылы сәулелендіру арқылы салқындайды. Егер материалдың сәулелендіргіштік қабілеті (ϵ) жоғары болса, бет температурасы ауа температурасынан 5–15°C-қа дейін төмендеуі мүмкін. Бұл конденсация үшін өте тиімді жағдай.

СУ ЖИНАУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ ПРИНЦИПТЕРІ

Ауадан суды жинаудың үш негізгі инженерлік тәсілі бар:

1. Торлы тұтқыштар (fog collectors):

Тұман құрамындағы микротамшылар тор бетіне соғылып, ұсталады.

Полиэтилен, нейлон немесе металдан жасалған торлар қолданылады.

Жіптердің диаметрі 1–3 мм болуы су ұсталуын 25–40% арттырады.

Чилидегі Атакама шөлінде осындай жүйелер тәулігіне 10–15 литр су жинай алады.

2. Биомиметикалық беттер:

Намибия қоңызының арқасы гидрофильді дөңестер мен гидрофобты жолақтардан тұрады.

Бұл құрылым тамшылардың тез өсуіне және төмен жылжуына мүмкіндік береді.

Кактус инелері Лаплас қысымы арқылы суды тамырға бағыттап тартады.

Өрмек торларының жібіндегі моншақ тәрізді құрылымдар су жинау тиімділігін 2–3 есе арттырады.

3. Радиациялық салқындатқыш панельдер:

Күн сәулесін шағылыстырып, инфрақызыл диапазонда жоғары сәулелендіретін

материалдардан жасалады.

Панель температурасы ауа температурасынан 10°C-қа дейін төмендеуі мүмкін.

Конденсация панельдің төменгі жиегіне орнатылған арналарға жиналады.

Израиль мен БАӘ-де осындай жүйелер ауылдарға арналған су жинауға қолданылып жатыр.

ТИІМДІЛІКТІ АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ

Су жинау құрылғыларының жұмысын жақсарту үшін физикалық және инженерлік шешімдер қолданылады:

1. Бет құрылымын оңтайландыру:

Микро және нано деңгейдегі ойықтар тамшы пайда болуын жылдамдатады.

Гидрофильді-гидрофобты аймақтарды біріктіру тамшыларды ағызуды жеңілдетеді.

2. Материалдарды жетілдіру:

Инфрақызыл сәулелі тиімді шығаратын полимерлер мен оксидтер (TiO₂, SiO₂).

Жылуөткізгіштігі жоғары металдар — мыс, алюминий.

3. Геометриялық оптимизация:

Тор бұрышы 45° болғанда су ағу жылдамдығы ең жоғары болады.

Панельдер аспанға тік бағытталған сайын радиациялық салқындату артады.

4. Белсенді жүйелер:

Пельтье элементтерін пайдалану арқылы жасанды салқындату.

Үлкен энергия қажет, бірақ шөлді аймақтар үшін кейде тиімді шешім болуы мүмкін.

ҚОРЫТЫНДЫ

Атмосфералық суды конденсация арқылы жинау — шөлді өңірлер үшін ең қолжетімді, энергияны қажет етпейтін, экологиялық таза технология. Шық нүктесі, радиациялық салқындату, гидрофобты және гидрофильді беттердің физикалық қасиеттері бұл жүйелердің негізгі механизмдерін құрайды. Технологияның болашағы биомиметика, наноинженерия және жоғары сәулелендіргіш материалдарды жетілдіруге байланысты.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. *International Water Association (IWA). Atmospheric Water Generation Technologies and Applications. IWA Publishing, 2022.*
2. *Park, K. C., Kim, P., Grinthal, A., He, N., Fox, D., & Aizenberg, J. "Condensation on Hydrophilic-Hydrophobic Patterns: A Biomimetic Approach." Nature, 2016.*
3. *Nørgaard, T., & Dacke, M. "Fog-basking behaviour in the Namib Desert beetle Stenocara gracilipes." Nature, 2002.*

© 2026 Bilimger.kz Ақпараттық-танымдық білім порталы. Барлық мазмұн авторлық құқықпен қорғалған.