



"İQTİSADI İSLAHATLAR" **elmi-analitik jurnal**

AZƏRBAYCANDA GÜNƏŞ PANELLƏRİNİN FƏRDİ MƏNZİLLƏRƏ QURADIRILMASININ TEXNİKİ, İQTİSADI VƏ EKOLOJİ ASPEKTLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI



№ 1(12)-2025
səh.

Sadiq Hüseyn oğlu Həsənov,
Kimya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru,
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin
Radiasiya Problemləri İnstitutu.



AZƏRBAYCANDA GÜNƏŞ PANELLƏRİNİN FƏRDİ MƏNZİLLƏRƏ QURAŞDIRILMASININ TEXNİKİ, İQTİSADİ VƏ EKOLOJİ ASPEKTLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

Sadiq Hüseyn oğlu Həsənov,

Kimya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru,

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Radiasiya Problemləri İnstitutu.

XÜLASƏ

Azərbaycanda günəş panellərinin quraşdırılması ilə elektrik enerjisi istehsalı yeni bir sahədir. Bu məqalədə şəxsi evlərdə və çoxmənzilli binalarda günəş enerjisindən istifadə edilməklə elektrik enerjisi istehsalı imkanları araşdırılmışdır. Günəş enerjisinin fərdi və çox mənzilli evlərdə geniş istifadəsinin texniki- iqtisadi əsasları və emissiyaların azaldılmasına töhfələri qiymətləndirilmişdir. Optimal enerji istehsalı sistemi, performans nisbəti və enerji məhsuldarlığını nümayiş etdirən ən əhəmiyyətli dizayn parametrləri məqalədə tədqiq olunmuşdur. Fotovolt (PV) qurğusunun quraşdırılması parametrləri, uyğun inventar, əyilmə bucaqları və istiqamətləri, emissiyaların azalmasının həcmi məqalədə müəyyən olunmuşdur. Fərdi evlərdə günəş panellərindən elektrik enerjisi istehsalı iqlim dəyişmələrinə təsirin azaldılmasına töhfə verməklə bərabər təbii qazın qənaəti hesabına müəyyən məsrəfləri digər tərəfdən ödəyə bilər. Məqalədə göstərilir ki, ilkin olaraq günəş panellərinin gündüz işləyən təhsil və inzibati dövlət idarələrində quraşdırılması əhəlinin digər kateqoriyasında stimullaşdırmasına köməklik edə bilər. Məqalədə günəş panellərinin quraşdırılması zamanı alınan enerji və istifadəsi zamanı xərclər hesablanmış və bərpa olunan enerji keçidi ilə əlaqədar emissiyaların, CO₂-nin azalmasına təsiri qiymətləndirilmişdir və istilik effekti yaradan qazların azaldılmasının əhəmiyyətli təsiri müəyyən olunmuşdur.

Açar sözlər: günəş panelləri, bərpa olunan enerji, fotovolt enerji, elektrik enerjisi, karbon-dioksit

JEL kodu: Q40, Q42

GİRİŞ

İqlimdə baş verən global dəyişikliklər, orta temperaturun 1,5°C artımı, atmosferdə istixana effekti yaradan qazların (CO₂, CH₄, NO, Perflüor-karbon qazları) artması sənayedə, kənd təsərrüfatında köklü islahatlar aparılması, mədən yanacaqlarından istifadəni azaltmaqla ölkədə istehsal olunan bərpa olunan enerjiyə keçidi zəruri edir. 2024-cü ilin 11-22 noyabr tarixində Azərbaycanda keçirilən COP-29 Tərəflər konfransı onu göstərir ki, ölkəmiz iqlim dəyişmələrinə təsirin azaldılması üçün istixana qazlarının azaldılmasını özünün prioritet istiqamətlərindən biri kimi elan etmiş və bu istiqamətdə təşəbbüslərin önündə gedir.

BMT-nin İnkişaf Proqramı tərəfindən aparılan hesablamalara görə, 2050-ci ilə qədər dünya əhalisinin üçdə ikisi şəhərlərdə yaşamaqla, dünyanın enerji istehlakının 60% -dən çoxunu təşkil edəcək [15]. Azərbaycan mədən sənayesinin inkişafı, sənayedə və avtomobil nəqliyyatında benzin və dizel istifadəsinin artması CO₂, Metan və azot monooksid qazlarının havaya atılmasını artırmaqda davam edir. Azərbaycan 2030-cı ilə qədər istehsal olunan elektrik enerjisinin 30%-ni bərpa olunan enerji hesabına təmin etməyə və emisiyaların həcmi 1990-cı illə müqayisədə 35 % azaltmağı beynəlxalq öhdəlik kimi götürmüşdür [4]. Bərpa olunan enerjiden (günəş, külək, dalğa enerjisi və s) istehsal həcmi artırmaq üçün ölkə üzrə bir çox layihələr həyata keçirilməsinə başlanılıb, BƏƏ-nin “Masdar” şirkəti tərəfindən Qaradağ rayonunda gücü 230 MW olan günəş elektrik stansiyası istifadəyə verilmiş, “ACWA Power” şirkəti Xızı-Abşeronda ümumi gücü 240 MW olan hibrid külək və günəş enerjisi stansiyalarının tikintisi davam edir. Azərbaycan hökuməti günəş elektrik stansiyalarının quraşdırılması ilə bağlı işlərini davam etdirir və bu təqdirəlayiqdir. Şəxsi evlərdə və çox mənzilli binalarda günəş panellərinin quraşdırılması və enerji alınması bu istiqamətlərdən biridir. Bir çox ölkələrdə çoxmənzilli evlərdə, şəxsi evlərdə kiçik gücə malik (4, 5, 6 KW) günəş panellərinin quraşdırılması işləri tətbiq olunur[2; 3].

Mike B.Roberts, Anna Bruce və başqaları öz elmi məqalələrində qeyd edirlər ki, Avstraliyada hər beş ailədən biri (22%, dünya üzrə aparıcı nisbət) evlərinin damlarında günəş fotovolt (PV) panelləri quraşdırmaqla daha ucuz, daha təmiz elektrik enerjisinin üstünlüklərindən istifadə edirlər. Avstraliyanın çoxmənzilli binalarının damlarında təxminən 2,9-4,0 GWt günəş PV potensialı mövcuddur ki, bu da mövcud quraşdırılmış yaşayış sahəsinin təxminən yarısına bərabərdir. Orta hesabla 1-2 mərtəbəli binalar bir mənzilə 3,7 kVt, 3 mərtəbəli binalar 2,0 kVt/mənzil, daha yüksək binalar isə orta hesabla 16 KW/mənzil gücünə malik qurğular quraşdırır. Gündəlik tələbat 2 ilə 15 kVt/s/gün arasında dəyişir, yüklənmə profilləri isə çox vaxt gündüz yüksəkdir [12].

Günəş enerjisi tətbiqinin əsas paylanması günəş istilik kollektorları (STC) və fotovolt enerji (PV) istifadə edilməklə yerinə yetirilir.

Azərbaycan dövlətinin elan etdiyi “Yaşıl enerji” strategiyasında elektrik enerjisi istehsalı kimi təbii mənbələrdən günəş və külək mənbələrindən alınması üçün investisiya artırılır və davamlı olaraq GES(günəş elektrik stansiyası) və KES(külək elektrik enerjisi) qurğuları quraşdırılır[6]. Bu investisiyaların tərkib hissəsi kimi, fərdi yaşayış evləri və çoxmənzilli binalarda kiçik günəş elektrik stansiyalarının (GES) quraşdırılması işləri aparılması yaşıl enerji istehsalını artırmaqla, GES və KES-lərin ümumi enerji sektorunda artımı İES-lərdə təbii qazın qənaət edilməsi hesabına ölkənin təbii qaz ixrac potensialının artırılmasına köməklik etməklə alternativ enerji istehsalının həcmi genişləndirəcəkdir. Günəş panellərinin quraşdırılmasının stimullaşdırılması ölkədə fərdi yaşayış evləri və mənzillərdə GES-lərin pərakəndə şəkildə tətbiqinə geniş imkanlar yarada bilər[10].

METODOLOGİYA

Günəş panellərinin quraşdırılması və alınan enerjinin hesablanması və iqtisadi dayanıqlığını təmin etmək üçün Bakı şəhərində 3 fərdi evdə günəş panellərinin quraşdırılması tədqiq olunmuşdur. Seçilən evlər müxtəlif ölçüdə, müxtəlif sahədə, ailə tərkibi fərqli olmaqla müxtəlif elektrik enerjisi istehlak edir. Evlərin yaşayış sahəsi 1-ci ailə 130 m² 4 nəfər, 2-ci ailə 145 m² və 5 nəfər və 3-cü ailə 110 m² 3 nəfər təşkil edir. 1-ci ailə 300 Kvt/s, 2-ci ailə 360 Kvt/s və 3-cü ailə 270 Kvt/s aylıq elektrik enerjisi istehlak edir. Orta enerji istehlakı 310 Kvt/s təşkil edir. Evlərin enerji istehlakı məlum olduğundan quraşdırılacaq günəş panelləri, onların qiyməti və elektrik enerji istehsalı gücü müəyyən olunur. Panellərin quraşdırılması, onların qiymətləri, istehsal olunan elektrik enerjisi və şəbəkədən alınacaq enerji həcmi müəyyən olunduqdan sonra bərpa olunan enerji mənbələrindən alınan enerji və azalan CO₂ emissiyaları hesablanır. Günəş panellərinin evlərə quraşdırılması üçün orta olaraq 5,4 Kvt/saat gücü olan günəş panellərinin quraşdırılması müəyyən olunmuşdur. Tədqiqat aparılan bu evlərdə günəş panellərinin quraşdırılması zamanı texniki və iqtisadi qiymətləndirmə, günəş panellərindən alınan enerjinin həcmi və gecə saatlarında şəbəkədən alınacaq enerjinin həcmi qiymətləndirilir, alınan yaşıl enerji və xərcləri müəyyən olunur. Tətbiq olunan bu metod günəş panellərinin şəxsi evlərdə və inzibati binalarda tətbiqinin bütün texniki və iqtisadi tərəflərini müəyyən edilməsində istifadə olunur [13].

Fərdi evlərdə GES-lərin quraşdırılması tam günəş sistemi günəş panelləri, günəş enerjisi çeviricisi, şarj tənzimləyicisi, montaj strukturu, qoruyucu qurğular və batareyalar (isteğe bağlı) kimi müxtəlif komponentlərdən ibarətdir. Günəş panelləri günəş işığını elektrik enerjisinə çevirir, inverter DC gücünü AC enerjisinə çevirir, montaj strukturu panelləri düzəltməyə imkan verir və şarj tənzimləyicisi batareyaları təhlükəsiz doldurmağa imkan verir.

Fərdi evdə GES-lərin quraşdırılmasının ikinci vacib amili, evinizin günəş panelinin quraşdırılması üçün uyğun olub olmadığını qiymətləndirməkdir. Evinizin 15 ilə 40 dərəcə yamaclı cənuba baxan damı varsa, ev günəş sistemini quraşdırmaq üçün ideal yer olacaqdır. Bundan əlavə, binalardan və ağaclardan minimum kölgəlik varsa, sisteminiz maksimum güc istehsal edə biləcək. Üstəlik, zədələnmiş və ya köhnə bir damda günəş sisteminin quraşdırılması tövsiyə edilmir. Buna görə də, panelin quraşdırılmasına davam etməzdən əvvəl damı dəyişdirin və ya təkmilləşdirin. Nəhayət, elektrik enerjisi hesablarınızı nəzərdən keçirmək evinizin orta aylıq kVt-saat istifadəsini müəyyən etmək üçün çox vacibdir. Bu məlumat evinizin günəş elektrik sistemini ölçməyə kömək edəcək.

Günəş sistemləri üç əsas növə bölünür, yəni şəbəkədən kənar (Off-grid system), şəbəkəyə bağlı(Grid-tied system) və hibrid. Hər bir sistemin digərindən bir biri ilə fərqləndiyi aşağıdakı kimidir:

Off-Grid Sistem: Adından da göründüyü kimi, bu sistem kommunal şəbəkəyə qoşulmur və müstəqil işləyir. Alınan artıq enerjini batareyalarda saxlayır. Şəbəkəyə Bağlı Sistem: Bu günəş sistemi yerli şəbəkəyə bağlıdır. Bu sistem lazım olanda şəbəkədən enerji götürməklə daimi aktivləşmiş bir sistem olur. Hibrid Sistem: Bu sistem həm batareya ehtiyatını, həm də kommunal şəbəkə bağlantısını birləşdirir [11]

Günəş sisteminin gücü kilovat (kVt) ilə ölçülür və bu, onun illik nə qədər elektrik enerjisi istehsal edə biləcəyinə birbaşa təsir göstərir. ABŞ-nin EnergySage və Milli Bərpa Olunan Enerji Ləbaratoriyası məlumatlarına əsaslanaraq 4, 6, 8, 9, 10 və 11 kVt ölçülü sistemlər üçün təxmini xərcləri və illik enerji istehsalını əks etdirən cədvəl -1-də təqdim olunur [8].

Cədvəl 1 . Günəş panellərinin gücünə görə quraşdırılma qiymətlərinin cədvəli

Sistem Ölçüsü (kW)	Təxmini illik Enerji İstehsalı (kWh)	Orta qiymət (USD)
4 kW	4,800	\$8,000
6 kW	7,200	\$12,000
8 kW	9,600	\$16,000
9 kW	10,800	\$18,000
10 kW	12,000	\$20,000
11 kW	13,200	\$22,000

Cədvəl 1-də verilən qiymətlər ABŞ-da fərdi evlərdə günəş panellərinin quraşdırılması üçün hesablanmış qiymətlərdir. Cədvəldə qeyd edildiyi kimi gücün hər 2 kVt artımı əlavə olaraq 400 dollar vəsaitin artmasına təsir edir. Buda sahənin artması, əlavə qurğuların quraşdırılması, işçi xərci və s xərclərin hesabınadır. ABŞ-da günəş panelləri, çevirici, şarj tənzimləyicisi, montaj çərçivəsi, batareyalar, quraşdırma dəyəri, çatdırılma haqları və s. daxil olmaqla bütün sistemin quraşdırılmasının ümumi dəyərini 4-10 kVt ABŞ-da yerləşən ev günəş sistemlərinin qiyməti 8.000 və 26.000 dollar arasında dəyişir[7]. Cədvəldə qeyd olunan günəş panellərinin enerji istehsal gücü fərdi evlərdə Azərbaycan üçündə qəbul oluna bilən gücə malikdirlər. Araşdırmada Azərbaycan şəraitində bir ailə üçün 4-6 kW güc yetərli kimi qəbul olunaraq 5,4KW kimi orta enerji istehlakı üzrə hesablamalar aparılır.

Çinin Ecowatch.com şirkətinin Günəş Paneli Qiymət Bələdçisi, ME (2025) məlumatlarına əsasən, Günəş enerjisinin quraşdırılması orta dəyəri 14,502 dollara başa gəlir və 25 il ərzində 11,835 ABŞ dollarına qənaət edilə bilər. İnvestisiyanın geri ödəmə müddəti 16.0 il təşkil edir Çində günəş panellərinin milli orta qiyməti watt başına 2,66 ABŞ dolları təşkil edir. Çində, 6, 8, 9, 10,12,14.16 və 18 kVt ölçülü sistemlər üçün təxmini xərcləri və illik enerji istehsalını əks etdirən cədvəl -2-də təqdim olunur

Cədvəl 2 . Çində günəş panellərinin quraşdırılma qiymətləri [14]

Cədvəl 2-də Çində şəxsi evlərdə quraşdırılan günəş panellərinin qiymətləri, gəlirləri və 16 il ərzində yatırılan investisiyanın ödəyə bilməsi göstərilmişdir. Çində tipik bir evin enerji ehtiyaclarını ödəmək üçün 5,5 kVt-lıq sistem tələb olunduğundan, günəş enerjisindən

Sistem Ölçüsü (kW)	Hər watt üçün qiymət, (\$)	Günəş sistemi qiyməti (\$)	25 il istifadə	Geri qayıtma zamanı il, (\$)
3 kW	2.9	8760	\$6482	16.9
4 kW	2.92	11680	\$8643	16.6
5 kW	2.92	14600	\$10804	16.5
6 kW	3.95	16,598	\$8,312	16.7
8 kW	3.88	21,706	\$11,509	16.3
10 kW	3.80	26,600	\$14,918	16.0
12 kW	3.72	31,282	\$18,540	15.7
14 kW	3.65	35,750	\$22,375	15.4
16 kW	3.57	40,006	\$26,423	15.1
18 kW	3.50	44,050	\$30,683	14.7

istifadənin orta qiyməti 0 federal günəş vergisi krediti tələb edildikdən sonra təxminən \$14,502 olacaq. Bir çox ev sahibləri günəş enerjisindən istifadəni möhkəm investisiya hesab edirlər. Çində orta hesabla ev sahibi 20 il ərzində enerji xərclərinə təxminən 16000 ABŞ dolları qənaət edə bilər. Çində günəş panelinin orta qiyməti \$2,92/W təşkil edir. Quraşdırmanın orta qiyməti 12,410 ABŞ dollar ilə 16,790 ABŞ dollar arasında dəyişir. Çin şirkətləri ucuz qiymətə günəş enerjisi istehsalında dünya liderləridir. Aşağı qiymətli günəş panellərinin kütləvi axını bütün dünyada aşağı qiymətli panellərin quraşdırılmasını sürətləndirdi.

Günəş enerjisinə keçərkən bir çox ev sahibi günəş enerjisi quraşdırıcısından istifadə etməyi üstün tutur, çünki günəş sistemini özünüz quraşdırmaq çox vaxt aparan layihə ola bilər. Şirkətlər həmçinin ən yaxşı günəş panellərinin geniş çeşidinə giriş təklif edə bilər və hansının sizin üçün ən yaxşı olacağını seçməkdə sizə kömək edə bilər. Ev təsərrüfatınız nə qədər çox enerji istifadə edərsə, sisteminizin daha böyük olması ehtimalı bir o qədər böyük olacaqdır. Çində hər kilovat üçün təxminən 3800 dollar ödəməyi gözləyə bilərsiniz. Bir neçə fərqli günəş paneli markası var və seçdiyiniz biri də dəyəri dəyişir. Adətən, daha səmərəli olan markalar da daha bahalı olur. Bundan əlavə, seçdiyiniz avadanlıq növü ümumi dəyərinizə təsir edə bilər.

Çində və ABŞ-da günəş batareya sistemlərinin quraşdırılmasını müqayisə etdikdə bu sistemin Çində daha baha başa gəldiyini müşahidə edə bilərik. Fərdi evdə 6 KWt –luq enerji tələbatı olan bir evdə quraşdırılması xərci ABŞ-da 12000 dollar təşkil etdiyi halda Çində bu sistem 16 598 dollara başa gələ bilər. Arada fərq təxminən 4600

dollar təşkil edir və bu kifayət qədər yuxarı məbləğdir. Lakin burada əsas fərq ondan ibarətdir ki, Çində quraşdırılan bu sistem 25 il ərzində işləməsi və orta 16 il ərzində qoyulan investisiyanı geri qaytara bildiyi halda ABŞ-da bu 20 il nəzərdə tutulmuşdur [1]. Burada materialın gətirilməsi quraşdırılmasında müəyyən xərclər tələb edə bilər. Təbii bu quraşdırılmanı aparanlar əsasən şirkətlərdir və qiymətləri onlar müəyyən edir. Hazırda Çində, ABŞ-da və Avstraliya günəş panellərinin fərdi evlərdə quraşdırılması geniş yayılmışdır və bu cür evlərin sayı sürətlə artır.

Araşdırma zamanı Azərbaycan şəraitində bir ailə üçün 4-6 kW güc yetərli kimi qəbul olunaraq 5,4KW kimi orta enerji istehlakı üzrə hesablamalar aparılır. Burada qeyd olunan qiymətlərlə Azərbaycandakı qiymətlər və quraşdırılma xərcləri arasında müəyyən fərqlər olduğundan ABŞ, Çin və Azərbaycan arasında fərqli qiymətlər alınır.

PRAKTİKİ QIYMƏTLƏNDİRMƏ

Azərbaycan neftlə zəngin ölkə olduğundan bu vaxtlara qədər fərdi evlərdə günəş panellərindən istifadə üçün hər hansı dövlət proqramları qəbul olunmamışdır. Lakin global istiləşmənin mənfi təsirlərinin artması fonunda bərpa olunan enerji sahəsinə son illərdə maraq yüksəlmişdir. Kiçik və orta müəssisələrin, dövlət müəssisələrinin fotovolt qurğularından istifadə etməsi və əsasən gündüz saatlarında daha çox enerji tələbatı olduğundan iqtisadi cəhətdən də səmərəlidir.

Avstraliyadan fərqli olaraq Azərbaycanda fərdi evlərdə gündüz saatlarında enerji istehlakı yüksək deyil. İndiki vaxtda texnologiya sürətlə inkişaf edir. Qalıq yanacaqların həddindən artıq istifadəsi və mənfi təsirləri bərpa olunan enerji sahəsində də işləri sürətləndirdi. Günəşin sonsuz bir enerji mənbəyi olduğunu nəzərə alsaq, təmiz və davamlı enerji istehsal etmək qaçınılmazdır. Dünya dövlətləri müxtəlif təşviq mexanizmləri təşkil edirlər. Monokristal və polikristal panellər adətən fotovoltaiq qurğularda istifadə olunur. Türkiyənin Bursa vilayətində kiçik və orta müəssisələrdə quraşdırılacaq 23 kVt gücündə fotovoltaiq qurğunun texniki və iqtisadi təhlilinə əsasən texniki baxımdan monokristal panellərdən ibarət stansiyadan alınan illik enerji istehsalı 28081 kVt/saat-1 ilə 32239 kVt/saat-1 arasında, təsərrüfat müddəti ərzində əldə edilən ümumi enerji istehsalı isə 617838 kVt/saat-1 ilə 709250 kVt/saat-1 arasında dəyişmişdir. Polikristal panellərdən ibarət stansiyadan illik enerji istehsalı 26209 kVt/saat-1 ilə 31886 kVt/saat-1 arasında, ümumi enerji istehsalı isə 524179 kVt/saat-1 ilə 637720 kVt/saat-1 arasında və monokristal stansiyadan daha az olmuşdur[5]. Bu məqalədəki təhlil Azərbaycanın kiçik və orta biznes binalarında gələcəkdə tətbiq edilə bilər.

Neft və qaz yanacağından alınan enerjinin istifadəsini azaltmaq, karbon qazı tullantılarının və ya karbonsuzlaşdırma və günəş panellərinin istifadəsi enerji təhlükəsizliyini davamlı etməklə sosial davamlılıq, habelə ekoloji dayanıqlılığa töhfə verir. Günəş enerjisi iki yolla enerji tələbinin yaradılması üçün istifadə edilə bilər: **passiv və aktiv yolla**.

Passiv günəş enerjisi, xüsusən evlərdə istifadə edildikdə kosmik istiliyin regenerasiyası üçün səmərəli bir üsuldur. İllər keçdikcə enerji istifadəçiləri, bu sahənin mütəxəssisləri daha çox günəş enerjisindən yararlanmaq üçün binaların quruluşunu dəyişdirməyi öyrəndilər. Fotovolt qurğularında monokristal və polikristal panellər adətən istifadə olunur[5].

Evlərdə günəş panellərinin quraşdırılması zamanı aparılan qiymətləndirmə zamanı orta güc kimi 5.4 kVt nəzərə alınmışdır. Bir ev üçün 400-500 kVt saat enerji bir ay ərzində şəxsi evlərdə həm istilik sisteminin həm də digər məqsədlər üçün tam təmini üçün kifayət edir[9]. Hesablanma aşağıdakı kimi aparılır:

Bir fərdi yaşayış evi və ya mənzildə elektrik enerjisinin orta tələbat gücü təxminən belə qiymətləndirilir:

$P_{pas.} = 12 \text{ əd.} \times 450 \text{ Vt} = 5,4 \text{ kVt}$, bir ədəd panel-460 manat təşkil edir (orta qiymət götürülür).

Bir ev üçün 12 ədəd günəş panelin quraşdırılması nəzərdə tutulur və günəş enerjisini elektrik enerjisinə çevirən qurğu olan inverterlər quraşdırılır.

Bir fərdi evdə quraşdırılacaq GES-in xərcləri aşağıdakı kimidir:

PV lövhəsinin qiyməti – 12 əd x 460 man.	- 5 520 man.
İnvertor, gücü 6kVt (DC/AC çevricisi)	- 3 600 man.
Quraşdırma üçün material və aksesuarlar	- 1 000 man.
Quraşdırma xərcləri (4nəfər x 2gün)	- 1 000 man.
GES-ə illik servis xərcləri (180AZN x 10 il)	- 1 800 man.
Cəmi xərclər:	- 12 920 man.

Beləliklə, qiymətləndirməyə görə hər bir fərdi evdə 12 komplekt PV lövhələrinin quraşdırılması və 10 illik xidmət xərcləri 12 920 manata başa gəlir. Yatırımın 10 ildə geri qaytarılması üçün illik gəlir 12 920 manatdan az olmamalıdır. Quraşdırılan günəş panellərinin GES-in $P_{pas.} = 5,4 \text{ kV}$ qoyuluş gücündə illik elektrik enerjisi istehsalını 1600 saat/il götürməklə $W_{el.fakt} = 8\,640 \text{ KW}$ hesablanıb.

Azərbaycanda günəşli saatların yüksək olduğundan 2000-2800 saat/ il (ən yüksək günəşli saat Naxçıvandır-2800 saat/il) olduğu üçün günəş enerjisindən elektrik enerjisi alınması potensialı yüksəkdir. Energetika Nazirliyinin məlumatına görə, texniki potensial 23 000 MVt civarındadır. Ölkənin illik 2 400 ilə 2800 günəş işığı saatı beynəlxalq miqyasda yaxşı perspektiv sayılır, günəş intensivliyi də 1 500 ilə 2 000 kVt/m² arasında təxmin edilir. Ən yaxşı ehtiyatlar mərkəzi çay vadilərində, şimal və şimal-qərbdədir. Hesablamalarda Azərbaycanda mövcud GES-lərə qoyuluş gücündən illik istifadə saatları orta $T=1100$ saat nəzərə alınaraq qiymətləndirilmişdir. Bu zaman Naxçıvanda quraşdırılmış GES-in parametrləri əsas götürülmüş və bu qurğularda qoyuluş gücündən illik istifadə $T=1800$ saat-dır. Azərbaycan şəraitində isə bu göstərici bir qədər az, yəni $T = 1600$ saat götürülür [16].

Bir fərdi evə quraşdırılan GES-nin quraşdırılmasından sonra istehsal olunan enerji və maliyyə vəziyyəti aşağıdakı kimi hesablanır. Bu zaman abonentin elektrik enerjisi istehsalı və istehlakına çəkdiyi gəlir və xərcləri belədir.

Bir abonentin orta illik elektrik enerji tələbatı:

Hesablamada $W_{el.təlab.} = 300 \text{ kVts} \times 12\text{ay} = 3\,600 \text{ kVts}$ qəbul edilir.

Günəş enerjisindən alınan enerjinin gündüz saatlarında olduğunu və gecə saatlarında şəbəkədən istifadə olunduğuna görə illik elektrik enerji tələbatının 1 600 kVts-ı axşam və gecə saatlarında şəbəkədən, qalan 2 000 kVts-ı isə günəşli saatlarda GES-in istehsal edəcəyi elektrik enerjisi hesabına təmin olunur.

Onda fərdi evin sahibi, yəni abonent hər ay sərf edəcəyi - 300 kVts elektrik enerjisinə görə, 130kVts-nı şəbəkədən və 170 kVts-nı isə GES-dən almaqla, ödənişi Azərbaycan Respublikasında enerji qiymətləri ilə bağlı Tarif Şurasının qərarına əsasən 200 kVts aylıq istifadə üçün 8 qəpik, 200-300 kVts arasında 9 qəpik, 300 kVts yuxarı 11 qəpiklə ödənilir. Enerji qiymətlərini nəzərə almaqla abonent - 25,0 AZN ödəyəcəkdir (Qiymətlər 01 yanvar 2025-ci ildə Tarif Şurasının qiymət artımından əvvəl aparılmışdır).

Hesablamalara görə $175,2\text{man} + 384,0\text{man} = 560\text{manat}$ vəsait əldə etmiş olacaqdır ki, bu da qoyulacaq investisiyanın geri qaytarma müddətinin:

$12\,920\text{man} / 560\text{manat} = 23\text{il}$ olması deməkdir.

Göründüyü kimi, günəş panellərinin quraşdırılması ilə alınan yaşıl enerji sahəsinə qoyulacaq investisiya rentabelli olmaya bilər və bu səbəbdən keçən 10 il ərzində GES-lərin pərakəndə quraşdırılmasına ölkədə özəl investisiya yatırılmamışdır.

“Yaşıl enerji” layihəsinin Respublikada həyata keçirilməsi, yəni qoyulacaq investisiyanın heç olmasa 10 il ərzində geri qaytarılmasını təmin etmək üçün illik gəlir: $12\,992\text{man} / 10\text{il} = 1\,292\text{manat}$ dan az olmamalıdır. İnvestisiyanı həyata keçirən şirkət GES-in istehsal edəcəyi elektrik enerjisinin abonentə və şəbəkəyə satışından əldə edəcəyi vəsaitə dövlət tərəfindən əlavə:

$1292\text{man} - 560\text{man.} = 730\text{manat}$ dotasiya verilməlidir.

Günəş enerjisinin istifadəsi nəticəsində İstilik effekti yaradan qazlardan Karbon dioksidin azalması aşağıdakı kimi qiymətləndirilir.

İstifadə olunan təbii qaz $2,55 \text{ min m}^3 \times 2,2 \text{ ton/min m}^3 = 5,6 \text{ ton}$, üçün ödənilən məbləğ - $5,6 \text{ ton} \times 12 \$ (\text{fakt-60 \$}) = 68\$/114\text{man. edər.}$

Dövlət dotasiyası nəzərə alınmaqla büdcəyə karbon emissiyalarının azalmasından $G_{\text{büd.}} = 1084 \text{ manat} - 730 \text{ man}(\text{dotasiya}) = 320 \text{ manat}$ əlavə vəsait daxil olacaqdır. Nəzərə alsaq ki, elektrik enerjisi sosial məsələ olduğundan dövlət İES-lərə təbii qazı güzəştli tariflə -160 manata(94 \$)/min m^3 verir, onda qazın ixrac qiymətində bu layihənin dotasiyasından sonra, karbon kvotası nəzərə alınmaqla, büdcəyə daxil olacaq əlavə vəsait – 434 manat olacaqdır. Beləliklə hesablamalara görə:

- Azərbaycan hökuməti “Yaşıl enerji” strategiyası çərçivəsində hər il 10 min fərdi evdə GES-lərin pərakəndə quraşdırılması, dövlət büdcəsinə 10 illik layihə müddətində 259 mln.manat, qalan 15 illik istismar müddətdə 670 mln.manat, ümumilikdə isə 890 mln.manat əlavə vəsait gətirəcəkdir;
- Layihə müddətində İES-lərdə $1,4\text{mlrd.m}^3$, qalan 15 illik istismar müddətdə $3,7\text{mlrd.m}^3$, ümumilikdə isə $5,1\text{mlrd.m}^3$ təbii qaza qənaət hesabına ölkənin qaz ixrac potensialı artacaqdır;
- GES-lərin istismar müddətdə atmosfərə atılacaq $11,2 \text{ mln.ton CO}_2$ -nin qarşısı alınacaq və Beynəlxalq konvensiyalara uyğun olaraq, ölkədə emissiyaların azalmasının kvotasına əhəmiyyətli təsir yaranacaq;
- Respublikanın elektrik enerjisi tələbatının illik 3-5% artımı bir neçə il ərzində “Yaşıl enerji” hesabına ödəniləcək;
- Ölkədə enerji sektorunda İES-lərin enerji istehsalında fəaliyyəti tədricən bərpa olunan enerji sektoruna keçəcək.

NƏTİCƏ

Aparılan araşdırma onu göstərir ki, “Yaşıl enerji” strategiyasının tərkib hissəsi kimi, fərdi evlərdə və yaşayış mənzillərində GES-lərin quraşdırılması hesablamada göstəriləndi kimi rentabelli olmasada, istixana qazlarının azaldılması və evlərdə qaz istehlakının azalması hesabına ölkə üçün faydalıdır. Təhsil və inzibati binalarda ilkin olaraq quraşdırılrsa bu daha effektiv ola bilər. Beləliklə tədqiqat və hesablamalardan aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

- Azərbaycanda günəşli günlərin uzunluğu və bərpa olunan enerjiyə keçilməsi üçün aparılan dövlət siyasətinə uyğun olaraq CO_2 emissiyalarının azaldılmasına təsir baxımından və stabil enerji yaradılması baxımından, faydalı ola bilər;
- Azərbaycanın dövlət müəssisələrində və inzibati binalarda günəş panellərinin quraşdırılması daha effektiv ola bilər, ona görə ki, təhsil və sənaye müəssisələrində iş saatları və daha çox enerji istifadəsi gündüz saatlarında olur;
- Fərdi evlərdə GES-lər üzrə rentabelliyyə təmin etmək üçün, dövlət tərəfindən quraşdırıcı şirkətə, fərdi GES-lərdə istehsal edilən elektrik enerjisinin elektrik şəbəkəsinə satış həcminə görə, 11qəp./kVts hesabı ilə ($11\text{qəp./kVts} \times 6740\text{kVts} = 730 \text{ manat}$) dotasiya verməklə həll edilə bilər. Şirkətə veriləcək bu dotasiya, yanacaq sərf etmədən hər bir GES-də istehsal ediləcək

elektrik enerjisinin hesabına, İES-lərdə qənaət ediləcək 2,47 min m³ təbii qazın ixrac həcmının artımı hesabına formalaşa bilər.

- Elektrik enerjisi üçün daha effektiv diferensial - gecə-gündüz tarifləri tətbiq edilməsi həm enerji qənaətinə həm də enerjinin düzgün paylanmasına kömək edə bilər belə ki, gecə 6 qəp/kVt saat, gündüz 8 qəp/kVt saat, pik saatlarında isə 13 qəp/kVt saat. Onda bəzi elektrik məişət cihazları (su qızdırıcıları, paltaryuyan maşınlar və s.) gecə saatlarında işlədilərək, yük qrafikinə düzləndirilməsinə xidmət etməklə, energetika sisteminin texniki iqtisadi göstəricilərinin xeyli yüksəldilməsinə səbəb olar. Bu tariflər sisteminin sutka ərzində dəyişkənliyi və həddi, istehsal-istehlakın elastik əks əlaqəsi nəticəsində, sutkalıq yük qrafiki düzlənər və energetika sistemi daha effektiv fəaliyyət göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. 2025 Günəş Paneli Qiymət Bələdçisi. <https://az.shieldchannel.com/blogs/solar-panels/solar-panel-cost>
2. Azərbaycan Respublikasının Energetika Nazirliyi yanında Bərpa Olunan Enerji Mənbələri Dövlət Agentliyi. (2025). <https://area.gov.az/az/page/haqqimizda>
3. [Azərbaycan Respublikasının Energetika Nazirliyi. https://minenergy.gov.az/](https://minenergy.gov.az/)
4. Azərbaycan yaşıl enerjiyə keçid üzrə regionda liderdir. https://azertag.az/xeber/azerbaycan_yasil_enerjiye_kechid_uzre_regionda_liderdir___tehlil-2883097
5. Biçen, T., Vardar, A. (2022). Technical and Economic Analysis of Electricity Production with Solar Panels: Bursa Example. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.978086>
6. Enerjimiz “yaşıllaşır”: neftdən Günəşə, kömürdən küləyə doğru. (2024). <https://vergiler.az/news/article/32412.html>
7. Essential Guide to Solar Panel Installation for Homeowners. <https://www.nationalsolarusa.com/learn/essential-guide-to-solar-panel-installation-for-homeowners>
8. Feldman, D., Ramasamy, V., Fu, R., Ramdas, A., Desai, J., and Margolis, R. (2021). U.S. Solar Photovoltaic System and Energy Storage Cost Benchmark: Q1 2020. National Renewable Energy Laboratory. <https://docs.nrel.gov/docs/fy21osti/77324.pdf>
9. Kəstutis, V, Rūta, M. (2020) Solar energy as a tool of renovating soviet-type multi apartment buildings, Journal of Solar Energy(Elsevier), [198](https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.01.046), 93-100, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.01.046>
10. Musazadə, M. (2024). Yaşıl enerji dünyanı necə dəyişdi və Azərbaycanda Yaşıl enerji.. https://www.researchgate.net/publication/386548433_Yasil_enerji_dunyani_nec_dyisdi_v_Azrbaycanda_Yasil_enerji
11. Renogy. (2025). How to Connect Solar Panels To Your Home. <https://www.renogy.com/blog/how-to-connect-solar-panels-to-home-electrical-system>
12. Roberts, M., Bruce, A., Macgill, L., Copper, K. (2019). “Photovoltaics on Apartment Buildings”. Project: Photovoltaics on Apartment Buildings <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19099.11042/1>
13. Solar Home Systems. (2019). Renewable Energy Focus, <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/solar-home-systems>
14. Solar Panel Cost Guide in China, ME (2025 Update). <https://www.ecowatch.com/solar/panel-cost/me/china>
15. Thadani, H. and Go, Y. (2021). Integration of solar energy into low-cost housing for sustainable development: case study in developing countries, Heliyon, 7(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08513>
16. Шыхлински, Е.М. (1978). “Карта теплового баланса Азербайджана”.

STUDY OF TECHNICAL, ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF INSTALLING SOLAR PANELS IN PRIVATE APARTMENTS IN AZERBAIJAN

Sadiq Huseyn oglu Hasanov,

SUMMARY

Electricity generation by installing solar panels is a new industry in Azerbaijan. This article examines the possibilities of electricity generation using solar energy in private homes and apartment buildings. The technical and economic basis of the widespread use of solar energy in private and apartment buildings and its contribution to reducing emissions are evaluated. The article studies the most important design parameters that demonstrate the optimal energy generation system, performance ratio and energy efficiency. The installation parameters of photovoltaic (PV) installations, suitable inventory, tilt angles and directions, and the extent of emission reduction are determined. The article argues that stimulating the energy produced by solar panels installed in homes is more appropriate and can revitalize this sector. The production of electricity from solar panels in individual homes can contribute to reducing the impact on climate change and, on the other hand, cover certain costs by saving natural gas. The article argues that the installation of solar panels in educational and administrative government offices that operate primarily during the sun's rays can also stimulate other categories of the population. The article calculates the energy received during the installation of solar panels and the costs during their use, and evaluates the impact on the reduction of emissions, CO₂, associated with the transition to renewable energy, and determines the significant impact of reducing greenhouse gases.

Keywords: solar panels, photovoltaic energy, electricity, renewable energy, carbon dioxide

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ УСТАНОВКИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ЧАСТНЫХ ДОМАХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Садыг Гусейн оглу Гасанов

Резюме

Производство электроэнергии путем установки солнечных панелей является новой отраслью в Азербайджане. В статье рассматриваются возможности выработки электроэнергии с использованием солнечной энергии в частных домах и многоквартирных домах. Была проведена оценка целесообразности и экономической обоснованности широкого использования солнечной энергии в индивидуальных и многоквартирных домах, а также ее вклада в сокращение выбросов. В статье исследуются важнейшие параметры проектирования, демонстрирующие оптимальную систему генерации электроэнергии, коэффициент полезного действия и энергоэффективность. Определены параметры установки фотоэлектрического (ФЭ) устройства, подходящий инвентарь, углы и направления наклона, а также степень снижения выбросов. В статье утверждается, что стимулирование производства энергии с помощью солнечных панелей, установленных в домах, является более целесообразным и может оживить этот сектор. Помимо содействия смягчению последствий изменения климата, производство электроэнергии с помощью солнечных панелей в индивидуальных домах может также компенсировать определенные затраты за счет экономии природного газа. В статье предполагается, что установка освещения на солнечных батареях в образовательных и административных учреждениях правительства, которые изначально работают в дневное время, может также стимулировать другие категории населения. В статье произведен расчет энергии, получаемой при установке солнечных панелей, и затрат при их эксплуатации, оценено влияние перехода на возобновляемые источники энергии на сокращение выбросов CO₂, а также выявлено существенное влияние сокращения выбросов парниковых газов.

Ключевые слова: солнечные панели, фотоэлектрическая энергия, электричество, возобновляемая энергия, углекислый газ

Məqalə redaksiyaya daxil olub: 05.03.2025

Təkrar işlənməyə göndərilib: 10.05.2025

Çapa qəbul olunub: 11.06.2025