



Gülsurə Mehdiyeva

UOT: 3338.504; JEL: Q40; Q41.

Enerji sektorunun iqlim dəyişmələrinə zəifliyinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi metodları

Xülasə

Məqalədə enerji sektorunun mühüm komponenti olan elektrik enerjisi sahəsində, xüsusilə istilik enerjisi istehsalı prosesində iqlim dəyişmələrinə “zəifliyinin” qiymətləndirilməsi ilə bağlı müxtəlif metodlar təhlil edilib. Müəllif belə qənaətə gəlib ki, iqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsirlərini elektrik stansiyaları üzrə təsnifləşdirmək daha doğrudur və bu zaman iqlim dəyişmələrinə hansı tip enerji mənbəyinin necə reaksiya verməsini və zəiflik dərəcəsini müqayisəli müəyyən etmək daha vacibdir.

Açar sözlər: iqlim dəyişmələri, iqlim dəyişmələrinə zəiflik, tələb həcmi, təklif həcmi, istilik enerjisi, səmərəlilik

Giriş

Qlobal iqlim dəyişmələrində enerji sektorunun təsirləri müstəsna rol oynayır. Belə ki, karbohidrogen mənbələrindən elektrik enerjisinin istehsalı, neft və qaz hasilatı, emalı və müxtəlif məqsədlər üçün istehlakı böyük həcmdə karbon emissiyası ilə müşayiət olunur. Son 100 ildə enerji hasilatının, emalının və istehlakının davamlı olaraq artması bütün regionlarda iqlimin və temperaturun hiss ediləcək dərəcədə dəyişməsinə səbəb olub. İqlim dəyişmələri isə öz növbəsində müxtəlif fauna və flora növlərinə təsir göstərməklə yanaşı, həm də insanların iqtisadi fəaliyyətinə, o cümlədən enerji sektorunun özünə təsirsiz ötürüşdür. Yəni enerji sektoru iqlim dəyişmələrini sürətləndirdikcə, belə dəyişmələrin özü də enerji sektoruna təsir edir. Bunu nəzərə alaraq, cəmiyyət həyatının müxtəlif sahələrində, o cümlədən iqtisadi fəaliyyət sahələrində, həmçinin enerji sektorunda zəruri transformasiyaların edilməsinə ehtiyac var. Bu ehtiyac enerji sektorunun iqlim dəyişmələrinin təsirinə nə dərəcədə məruz qaldığını və qala biləcəyini müəyyənləşdirməyi, sektorun iqlim dəyişmələrinə zəifliyinin qiymətləndirilməsini, təsirlərin azaldılması və bu təsirlərə adaptasiya strategiyasının müəyyən edilməsini tələb edir. Enerji sektorunun iqlim dəyişmələrinə zəifliyi özünü əsasən enerjiyə olan tələb və təklif aspektindən biruzə verir. İqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsirinin yalnız neqativ meyilli olduğunu iddia etmək mümkün deyil. Təsirlərin xarakteri daha çox regiondan asılıdır. Regionun coğrafiyasından asılı olaraq, təsirlərin pozitiv və ya neqativ olması mümkündür. Əlbəttə pozitiv təsirlər, neqativ təsirlərdən fərqli olaraq, adaptasiya prosesini asanlaşdırır.

Enerji sektorunun iqlim dəyişmələrinə zəifliyinin mümkün aspektləri

Enerji sistemində iqlim dəyişmələrinin təsirinə həsr edilən çoxlu sayda tədqiqatları müxtəlif cür ayırmaq olar. Belə tədqiqatlar iqlim dəyişmələrinin enerjiyə olan tələbə təsiri ilə bağlıdır. Bu təsirlər bəzi regionlarda elektrik enerjisinə olan tələbin artması, bəzi regionlarda isə azalması ilə xarakterizə oluna bilər. Belə ki, yer səthinin və atmosfer havasının temperaturunun artması nəticəsində və digər amillərin sabit qaldığı şəraitdə (ceteris paribus) soyuq regionlarda enerjiyə olan tələbin azalması, isti regionlarda isə artması gözləniləndir. Lakin hər halda enerji istehsalında dəyişikliklər baş verir. Digər tərəfdən, temperaturun və iqlimin dəyişməsi tələb vasitəsilə təklifə təsir edə bilər və bu zaman enerji istehsalının, ötürülməsinin, paylanması iqlim dəyişmələri nəticəsində müəyyən təsirlərə məruz qalması qaçılmazdır.

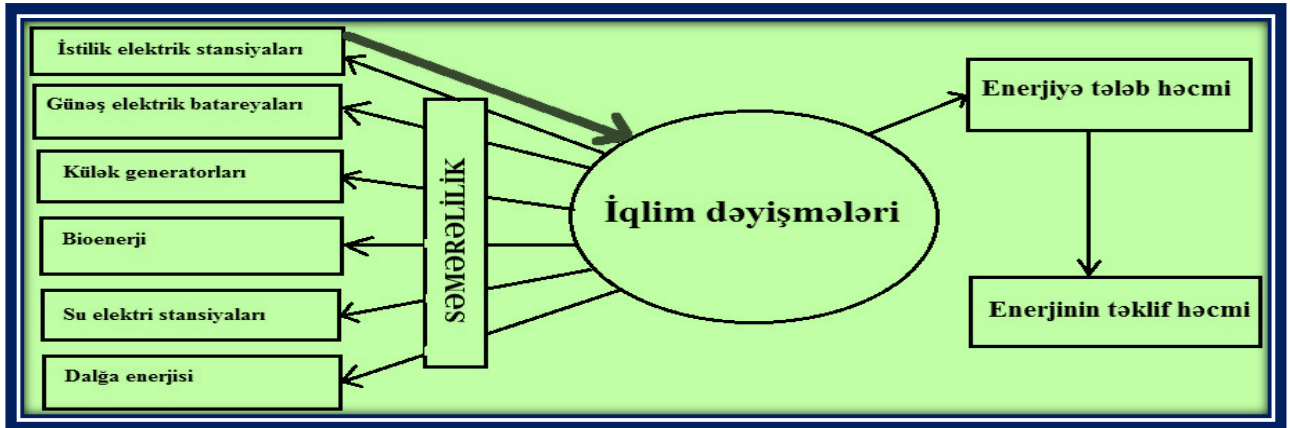


Enerjiyə olan tələbin həcmnin iqlim dəyişmələrindən asılı olaraq artıb-azalması ilə yanaşı təklif həcmi də dəyişə bilər. Lakin təklif həcmnin dəyişməsi prosesi iki mümkün halla şərtlənə bilər. Birinci halda tələb həcmi və enerji bazarı nəzərə alınaraq, təklifin həcmnin idarə edilməsi. Bu zaman iqlim dəyişmələrinin təklif həcminə təsirləri dolayı təsirlərdir və tələbin həcmi, bazardakı qiymətlər və sair ilə şərtlənir. İkinci halda isə iqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsirləri enerji istehsal edən, xüsusilə, elektrik enerjisi istehsal edən stansiyaların iqlim dəyişmələri nəticəsində səmərəliliyinin dəyişməsi, ötürülmə və paylanma prosesində problemlərin yaranması ilə şərtlənir. İkinci halda iqlim dəyişmələrinin elektrik enerjisi sektoruna təsirləri elektrik stansiyalarının xarakterindən də asılı olur. Belə ki, günəş batareyalarının iqlim dəyişmələrinə reaksiyası ilə, istilik elektrik stansiyalarının və ya Külək generatorlarının reaksiyası eyni deyil. Ona görə də iqtisadi ədəbiyyatda elektrik enerjisi istehsalının, ötürülməsinin və paylanmasının iqlim dəyişmələrinə zəifliyin tədqiqinə həsr edilən araşdırmalarda müxtəlif mənbələr üzrə təsnifləşdirmə aparılır. Məsələn, Schaffer və digərləri (2012) [1], Cronin və digərləri (2018) [2] iqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsirlərini analiz edən tədqiqatları İstilik, Günəş, Su, Külək, Bio, Dalğa əsaslı elektrik stansiyaları üzrə təsnifləşdiriblər. Biz də hesab edirik ki, belə təsnifləşdirmə daha doğrudur və bu zaman iqlim dəyişmələrinə hansı tip enerji mənbəyinin necə reaksiya verməsini və zəiflik dərəcəsini müqayisəli müəyyən etmək daha asan olur. Belə təsnifləşdirməyə enerjinin ötürülməsi və paylanması ilə bağlı tədqiqatları da ayrıca əlavə etmək lazımdır.

İqlim dəyişmələri ilə enerji sektoru arasındakı qarşılıqlı təsirin sadələşdirilmiş sxemini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar (sxem 1). Burada enerjinin sektorunun bir bölməsinin-istilik elektrik stansiyalarının iqlim dəyişmələrinə təsiri xüsusilə qabardılıb. Bəzi ölkələrdə daş kömürdən, bəzi ölkələrdə mazut və ya qazdan istifadə zamanı ətraf mühitə atılan tullantılar iqlim dəyişmələrinin əsas səbəblərindəndir. Digər növ enerji mənbələrindən, xüsusilə bərpaolunan enerji mənbələrindən elektrik enerjisi istehsalı zamanı ətraf mühitə ciddi zərər yaranmır. 1-ci sxemdə iqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsiri xaraktercə iki növə ayrılıb. Birinci növ təsirlər enerjiyə olan tələbə və tələb həcmnin dəyişməsi ilə təklif həcminə olan təsirlərdir. Bu təsirlər nəticəsində enerji sektorunda bəzi regionlarda tələb həcmi arta bilər. Lakin bu nəticə universal deyil. Belə ki, iqlim dəyişmələri, xüsusilə temperaturun artması, digər şərtlərin dəyişmədiyi halda, bəzi regionlarda tələbi azalda bilər. Tələbin artması və ya azalması isə enerji sektorunun fəaliyyətinə öz təsirini göstərir. İkinci növ təsir zamanı enerji sektorunda istehsal prosesində və ya enerjinin ötürülməsi zamanı səmərəliliyə təsirlər yaranır. Belə təsirlər təkcə istilik elektrik stansiyalarının səmərəliliyinə deyil, həm də bərpa olunabilən enerji mənbələrinə edilə bilər.

İqtisadi ədəbiyyatda enerji sektorunun iqlim dəyişmələrinə təsirinə, həmçinin əks təsirlərə, yəni müxtəlif ölkələrin təmsalında həm birinci növ, həm də ikinci növ təsirlərə həsr edilən çoxlu sayda tədqiqatlara rast gəlinir. Enerji sektorunun, xüsusilə, istilik elektrik enerjisi istehsalının iqlim dəyişmələrinə təsirinin güclü olmasını nəzərə alaraq, hesab edilir ki, həm ətraf mühitin qorunması və istiləşmənin qarşısının alınması, həm də əks təsirlərin, yəni yuxarıda qeyd etdiyimiz birinci və ikinci növ təsirlərin azaldılması məqsədlə bərpa olunabilən enerji mənbələrindən istifadəyə üstünlük verilməlidir. İqlim dəyişmələri enerji sektorunun demək olar ki, bütün aspektlərinə təsir edir. Enerji mənbələrinin, məsələn, karbohidrogen entiyatlarının hasilatından, emalına və ya müxtəlif sahələrdə istehlakına qədər hər bir həlqədə iqlim dəyişmələrinin təsiri hiss edilir. İqlimin qısamüddətli dəyişməsi və ya yer səthində davamlı olaraq, orta temperaturun artması enerji istehlakı həcminə təsir edərək enerjiyə tələbi artırır. Soyuq regionlarda isitmə, isti regionlarda isə soyutma prosesindəki dəyişikliklər enerji tələbinə təsir edir.

İqlim dəyişmələri ilə elektrik enerjisi sistemi arasında mümkün qarşılıqlı təsirlər



Sxem müəllif tərəfindən hazırlanıb.

İqlim dəyişmələri nəticəsində bəzi regionlarda küləyin, bəzi regionlarda günəş radiasiyasının, həmçinin su hövzələrində baş verən dəyişmələr də bərpa olunabilən enerji ehtiyatlarına təsir edir. Bioenerji üçün mühüm əhəmiyyət daşıyan bitkilərin məhsuldarlığı isə təkcə iqlim dəyişmələrindən deyil, digər amillərdən də asılıdır. Orta temperaturun artması günəş panelərində səmərəliliyə, elektrik enerjisinin ötürülməsinə də təsir göstərir. Bütün bu problemlər müxtəlif ölkələrin təmsalında müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən öyrənilib. Belə ki, Ebinger və Vergara (2011) [3] tərəfindən aparılan tədqiqatın nəticələrinə əsasən, XXI əsrin əvvəllərində ətraf mühitə atılan karbon qazının 70%-i müxtəlif məqsədlər üçün istifadə edilən elektrik enerjisinin istifadəsi zamanı yaranır. İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə həyat keyfiyyətinin və dünyada əhalinin sayının artmasını nəzərə alsaq elektrik enerjisində olan tələb də artacaq. Bu isə tullantıların həcmində durmadan artmasına səbəb ola bilər. Odur ki, elektrik enerjisi sektorunda yeni texnologiyalardan istifadə və bərpa olunabilən enerji mənbələrindən istifadənin genişlənməsi əsas vəzifələrdəndir. Hazırda mövcud enerji sistemlərinin, demək olar ki, bütün həlqələri, o cümlədən enerji resurslarının hasilatı və istehsalı, ötürülməsi, həmçinin müxtəlif fəsilələrdə enerjiyə olan tələb həcmi iqlim dəyişmələrinə çox həssasdır. İqlim dəyişmələrinin davamlı olması və onu törədən antropogen səbəblərin aradan qaldırılmasındakı çətinliklər gələcəkdə belə dəyişmələrə zəiflik dərəcəsinə daha da artırma bilər. Ona görə də iqlim dəyişmələrinin mənfi təsirlərinin azaldılması strategiyası ilə yanaşı, ona adaptasiya etmək strategiyası da gündəmədədir.

Ebinger və Vergara (2011) [3] tərəfindən hazırlanan hesabatda iqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsirinə həsr edilən araşdırmaların müqayisəli təhlilində təsirlərin azaldılması strategiyasına deyil, adaptasiya strategiyasına üstünlük verilməsi qeyd edilir. Hesabatda iqlimin hazırda müşahidə edilən və 2100-cü ilədək proqnozlaşdırılan dəyişmələri, regionlar üzrə iqlimlə bağlı fəvqəladə hadisələrə diqqət yetirilib. Clarke və digərləri (2014) [4] iqlim dəyişmələri ilə bağlı 2014-cü ildə hazırlanan hesabatdan, digər mühüm nəticələrlə yanaşı, həm də belə bir nəticə çıxarırlar ki, iqlim dəyişmələri enerji istehlak həcmi artırma bilər. Bu isə ətraf mühitə atılan istixana qazlarının həcmi çoxalması, elektrik stansiyalarının səmərəliliyini və bərpa olunabilən enerjiddən istifadə imkanlarını azalda bilər.

Elektrik enerjisi sisteminə iqlim dəyişmələrinin təsirinə qiymətləndirilməsi modelləri

Ümumilikdə enerji sektoruna iqlim dəyişmələrinin təsiri ilə yanaşı onun mühüm tərkib hissəsi olan elektrik enerjisi sektoruna təsirlərin araşdırılması iqtisadi ədəbiyyatda geniş müzakirə edilir. Müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən belə araşdırmaların nəticələri həm “struktur



ədəbiyyat xülasəsi”, həm də “ənənəvi ədəbiyyat xülasəsi kimi” təhlil edilib. Elektrik enerjisi sektoruna xüsusi önəm verilməsinin əsas səbəbi digər enerji mənbələrinin də məhz elektrik enerjisi istehsalı üçün istifadəsinin üstünlük təşkil etməsi ilə bağlıdır. Digər tərəfdən, elektrik enerjisi sektoruna iqlim dəyişmələrinin öyrənilməsi problemin global xarakteri ilə yanaşı, həm də regional və lokal xarakterini də qiymətləndirməyə imkan verir. Məhz lokal səviyyədə qiymətləndirmə qərar qəbulu prosesinə ciddi təsir edir. İqlim dəyişmələrinin enerji sistemində təsirlərinin qiymətləndirilməsinə həsr edilən tədqiqatları əsasən iki qrupa ayırmaq olar. Birinci qrup tədqiqatlarda enerji sistemlərini xarakterizə edən göstəricilərlə (məsələn, istehsal həcmi, istehlak həcmi, tələb, təklif və sair) iqlim dəyişmələrini xarakterizə edən göstəricilər (məsələn, hər saat, sutkalıq, həftəlik, aylıq, illik temperatur dəyişmələri, yağıntuların miqdarı, küləyin sürəti və sair) arasındakı əlaqə statistik metodlarla öyrənilir. Auffhammer və Mansur (2014) [5] bu problemə həsr edilən empirik tədqiqatları müqayisəli analiz edərək belə nəticəyə gəlirlər ki, iqlim dəyişmələrinin enerji istehlakına təsirləri istehlakçıların qısamüddətli dövrdə havanın temperaturundakı dəyişikliklərə reaksiyası, həmçinin uzunmüddətli dövrdə isə iqlimə adaptasiyası ilə bağlıdır. Tədqiqatçılar qısamüddətli dövrdə asılılığı intensiv, uzunmüddətli dövrdəki asılılığı ekstensiv asılılıq adlandırırlar. Tədqiqatçılar intensiv asılılığı müəyyən etmək üçün müxtəlif ölkələrin təmsalında enerjiyə olan istehlak və iqlimlə bağlı göstəricilərdən panel analizdə istifadə ediblər. Belə tədqiqatların müqayisəli analizi üçün Auffhammer və Mansur (2014) [5] ev təsərrüfatlarında enerji istehlakının iqlim dəyişmələrinə reaksiyasını nəzəri cəhətdən faydalılıq funksiyası ilə ifadə edir. Belə ki, əgər \vec{E} -enerji mənbələri vektoru (məsələn, elektrik enerjisi, qaz, daş kömür və sair), \vec{D} – enerjidən istifadə edən uzunmüddətli əşyalar (məsələn, soyuducu, kondisioner və sair) Y -digər əşyalar, $F_0(t)$ (və ya F_0) ətraf mühitdə havanın temperaturu və iqlimlə bağlı digər dəyişmələr, məsələn, rütubət, yağış olarsa, onda U faydalılıq funksiyası

$$U = U(\vec{E}, \vec{D}, Y, F_0) \quad (1)$$

kimi ifadə edilə bilər. Hər bir ev təsərrüfatı (1) faydalılıq funksiyasını maksimum etmək üçün qərarlar qəbul edir. Bu zaman \vec{E}, \vec{D}, Y üzrə seçimlər elə edilməlidir ki, ev təsərrüfatlarının belə xərcləri gəlirlərini aşmasın və faydalılıq maksimum olsun. Bu halda hədəf funksiyası hər üç göstəriciyə, \vec{E}, \vec{D}, Y görə maksimum olmalıdır və bu zaman $\vec{E} * P'_E + P'_D * \vec{D} + Y \leq I$

$$\max U(\vec{E}, \vec{D}, Y, F_0)$$

Burada hesab edilir ki, müəyyən iqlim şəraitində hər üç göstərici üçün maksimumlar, uyğun olaraq, $\vec{E} * (F_0), \vec{D} * (F_0)$ və $Y * (F_0)$ şəraitində ödənilir. Ev təsərrüfatlarında enerjidən istifadə həcmi tələb olunan daxili temperaturla xarici temperatur arasındakı fərqdən, həm də ev təsərrüfatında istifadə edilən elektrik cihazlarının həcmindən asılıdır. Əgər temperaturlar fərqi $(t - t_{int})$ kimi ifadə etsək, onda enerji istehlakı həcmi

$$\vec{E} = \vec{E}(|t_{int} - t|, \vec{D}) \quad (2)$$

Havanın temperaturu dəyişdikcə, ev təsərrüfatında temperaturun sabit saxlanması üçün xərclər də dəyişəcək və xərclərin və ya rifah halının dəyişməsinə

$$\Delta W = \int_{v=0}^{\tau} [P'_E * (\vec{E}(F_v) - \vec{E}(F_{\tau})) + P'_D * (\vec{D}(F_v) - \vec{D}(F_{\tau}))] \quad (3)$$

Auffhammer və Mansur (2014) ev təsərrüfatlarında enerji istehlakının iqlim dəyişmələrinə reaksiyası ilə bağlı bir neçə xəbərdarlığı nəzərə çatdırırlar. Birincisi, həm enerji daşıyıcılarının qiyməti, həm də enerjidən istifadə edən uzunmüddətli malların qiyməti iqlimin dəyişməsinə reaksiya verə bilər. İkincisi, iqlim dəyişməsi gözlənilmədən olarsa, onda yeni şəraitə keçid zamanı xərclər arta bilər. Üçüncüsü, yeni şəraitə keçid tədricən olarsa, bu zaman gələcək xərclərin diskontlaşdırılmasına ehtiyac olacaq. Dördüncüsü, iqlim dəyişmələri faydalılıq funksiyasına birbaşa daxil olur və ümumi xərclərin müəyyən hissəsini təşkil edir.



Nəhayət, ev təsərrüfatları iqlim dəyişmələrinə adekvat cavab verə bilirlər. Beləliklə, problemə aid empirik tədqiqatlarda bu məsələlər müxtəlif aspektlərdən tədqiq edilib. Bu zaman həm zaman sıralarından, həm də panel analizlərdən istifadə edilib. İqlim dəyişmələrinin enerji sistemində təsirlərinin qiymətləndirməsinə həsr edilən ikinci qrup empirik tədqiqatlarda isə inteqral qiymətləndirmə metodlarından istifadə edilib. Məsələn, Arigoni and Markandya (2009) [6] IAMs modelindən, Isaac and van Vuuren (2009) [7] IMAGE modelindən, Dowling (2013) [8] POLES modelindən istifadə edərək qiymətləndirmələr aparılıb. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, iqlim dəyişmələrinin enerji sistemində təsir kanallarından asılı olaraq belə təsirləri iqlim dəyişmələrinin enerji infrastrukturuna təsirləri və tələbə olan təsirlər kimi iki qrupa ayırmaq olar. Əslində enerji infrastrukturuna olan təsirlər enerji təklifinə olan təsirlər kimi xarakterizə oluna bilər. Ona görə də biz əsasən tələb və təklifə olan təsirləri, həmçinin hər iki aspektə eyni zamanda olan təsirləri bir-birindən fərqləndirəcəyik.

Tələb aspekti

Enerjiyə olan tələb müxtəlif amillərlə, o cümlədən iqlim dəyişmələri ilə bağlıdır. Suyuq regionlarda istitmə, isti regionlarda isə soyutma məqsədilə enerjiden istifadə edilir. Bu zaman iqlim dəyişmələrinin enerjiyə olan tələbə təsir kanalı kimi havanın temperaturunun dəyişməsinə qəbul etmək olar. Ona görə də tələb funksiyasında iqlim dəyişmələrinin göstəricisi kimi isitmə dərəcəsi günləri (HDDs) və ya soyutma dərəcəsi günləri (CDDs) göstəricilərindən istifadə edilir. HDDs və CDDs, uyğun olaraq, istitmə və ya soyutma üçün müəyyən edilən elə dərəcələrdir ki, bu dərəcənin orta hesabla müəyyən sayda günlərdə əldə edilməsi üçün müəyyən həcmdə enerjiden istifadə edilir. İqtisadi ədəbiyyatlarda, məsələn, Mideksa, T. K., & Kallbekken, S. (2010) [9] və Coughlin & Goldman (2008) [10] tərəfindən aparılan tədqiqatlarda enerjiyə olan tələbin əsas komponentləri, iqlim dəyişmələrinin bu komponentlərə təsiri və mümkün nəticələr təsnifləşdirilib. Bu tədqiqatlarda belə nəticəyə gəlinir ki, tələb sisteminin əsas komponentləri a) soyutmaya olan tələb (cooling demand); b) temperaturla bağlı olmayan həssas tələbin yaranması (Non-Temperature Sensitive Demand-NTSD); c) ən yüksək tələb (peak demand); d) yüklənmə müddəti ayrılıqları hesab oluna bilər (Load duration curves-LDCs). Soyutmaya olan tələbin artması yay aylarında havanın istiləşməsinin təsiri ilə yaranır və belə istiləşmə tələbə təsir edərək kondisionerlərdən istifadəni artırır. Temperaturla bağlı olmayan həssas tələb isə yağıntılı havaların azalması və soyutma üçün nəzərdə tutulan suyun temperaturunun artması ilə bağlıdır. Belə təsirlərin nəticəsində sistemin dayanmasının qarşısının alınması məqsədilə istehsal həcmi azaldıla bilər. Ən yüksək tələb isə daha isti yay aylarının və daha qısa qış aylarının olduğu hallarda baş verə bilər. Bu zaman yay aylarında tələbin kəskin artması, qış vaxtlarında isə daha aşağı pik nöqtələrinin yaranması baş verə bilər. Yüklənmə müddətləri ilə bağlı olan tələb həcmi də iqlim dəyişmələrindən, xüsusilə havanın temperaturunun gözlənilmədən dəyişməsi ilə və ya otaqların havalandırma sistemlərində dəyişikliklərlə bağlı ola bilər. Bu zaman enerji sistemində böyük güc düşə bilər. Bəzi ölkələrdə elektrik enerjisinin qiyməti günün vaxtları ilə bağlı olduğundan və bu qiymətlərin maksimumu müəyyən edildiyindən tarazlıq pozula bilər.

İqtisadi ədəbiyyatda iqlim dəyişmələrinin elektrik enerjisinin tələb həcmində təsirlərinə həsr edilən tədqiqatlarda müxtəlif modellərdən və parametrlərdən istifadə edilib. Məsələn, Loveland və Brown (1990) [11] model olaraq kompüter simulyasiyasından istifadə edərək ABŞ-da 6 şəhərdə 5 nümunəvi bina üzrə tədqiqat aparıb. Belə seçmə iqlim dəyişmələrinin və binaların istifadəsi diapozonunu əhatə etməyə müəyyən qədər imkan verir. Tədqiqatın əsas tapıntılarından biri ondan ibarətdir ki, binaların soyudulması üçün istifadə edilən elektrik yüklənməsinin artması, isitmə üçün olan yüklənmənin azalmasından daha sürətli olacaq. Qısamüddətli dəyişmələr və yüklənmənin pik həddə çatması, global istiləşmə ilə bağlı elektrik enerjisinə olan tələbin artması ilə müqayisədə daha narahatedici səviyyəyə çatıb. Bu analiz



imkan verir ki, binaların layihələndirilməsi zamanı enerji istehlakının azaldılması potensialından istifadə edilsin.

Parkpoom və digərləri (2004) [12] tərəfindən aparılan tədqiqatda iqlim dəyişmələrinin ətraf mühitdə baş verə bilən bəzi dəyişikliklərə, o cümlədən temperaturun, küləyin sürətinin, rütubətin səviyyəsinin və sair dəyişməsinə əsaslanaraq, belə nəticəyə gəlinir ki, elektrik enerjisinə olan tələb həcmi də dəyişəcək. Tailandın timsalında tədqiqatçılar əhalinin həyat səviyyəsinə iqlim dəyişmələrinin təsirini digər amillərlə yanaşı, həm də elektrik enerjisinə olan tələbin dəyişməsi ilə əlaqələndirirlər. Tədqiqatda çoxdəyişənli xətti reqresiya modelindən istifadə edilib. Modeldə əsas parametrlər kimi elektrik enerjisinə tələb, HDD və CDD, həmçinin rütubətliyin göstəricilərindən istifadə edilib.

Təklif aspekti

İqlim dəyişmələrinin elektrik enerjisinin təklif həcminə mümkün təsirləri iqtisadi ədəbiyyatda müxtəlif ölkələrin timsalında müxtəlif metodlarla tədqiq edilib. Məsələn, Jaglom və digərləri (2014) [13] iqlim dəyişmələri nəticəsində ABŞ-ın elektrik enerjisi istehsalının dəyişməsinə və belə dəyişmənin ətraf mühitə, həmçinin iqtisadiyyata mümkün təsirlərini iki ssenari ilə tədqiq ediblər. Bu ssenarilər emissiyaların azaldılması strategiyasının olması və olmaması ssenarilərdir. González-Díaz və digərləri (2017) [14] isə öz tədqiqatlarında iqlim dəyişmələrinin elektrik enerjisi istehsalına təsirini nəzərə alaraq, potensial gücü bərpa etmək üçün müxtəlif texnoloji variantlar təklif edirlər. İqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsirlərinin digər aspekti təkliflə bağlıdır. Belə ki, təklif həcminə təsirlər ən azı iki kanal ilə reallaşa bilər. Birincisi, tələbin dəyişməsi və rifah səviyyəsinin inkişaf etdirilməsi məqsədilə tələb həcmində vaxtında və yüksək keyfiyyətli enerji ilə qarşılınması, ikincisi isə iqlim dəyişmələrinin enerji istehsalı prosesinə texnoloji təsirləri ilə bağlıdır. İqlim dəyişmələrinin elektrik istehsalı, onun ötürülməsi və paylanması prosesinə texnoloji nöqtəyi-nəzərindən təsirləri istilik elektrik stansiyalarında əsasən soyutma prosesi ilə bağlıdır. Bərpa olunabilən enerji mənbələrində, məsələn, su-elektrik stansiyalarında da su ilə təminatda yarana bilən problemlər istehsal həcminə təsir edə bilər. Külək enerjisi istehsalına küləyin sürətindəki dəyişmələr müəyyən təsir göstərə bilər. Bioenerji mənbələri üçün də havanın temperaturunun dəyişməsi və su ilə təminat öz təsirini göstərir.

İqlim dəyişmələrinin elektrik enerjisinin təklif aspektinə təsiri ilə bağlı bu və digər problemlər iqtisadi ədəbiyyatda müxtəlif ölkələrin timsalında müxtəlif metodlarla tədqiq edilib. Belə tədqiqatların müqayisəli təhlili iqlim dəyişmələrinin elektrik enerjisi təklifinə təsirlərini müəyyən qədər ümumiləşdirməyə imkan verir. Belə ki, iqlim dəyişmələrinin su-elektrik stansiyalarının istehsal həcminə təsirləri bu stansiyaların “qidalandığı” çaylarda suyun səviyyəsinin dəyişməsində özünü göstərə bilər. Belə dəyişmələr çox olduğu halda bəndlər üçün təhlükə yaranar və ya suyun həcmi azaldığı halda stansiya tam gücü ilə işləməyə bilər. Qeyd edək ki, Azərbaycanda Mingəçevir Su-Elektrik Stansiyası, Şəmkir Su Elektrik Stansiyası, Yenikənd Su Elektrik Stansiyası və daha 11 su elektrik stansiyası fəaliyyət göstərir. Oxşar problemlərin Azərbaycanın su elektrik stansiyaları üçün də mövcudluğu elmi cəhətdən tədqiq edilməlidir. İstilik elektrik stansiyalarında istehsal prosesinə iqlim dəyişmələrinin əsas təsiri bu stansiyada qaz turbinlərinin soyudulması üçün istifadə edilən suyun temperaturunun qlobal istiləşmə nəticəsində müəyyən qədər artmasıdır. Belə istiləşmə qaz turbinlərinin faydalı iş əmsalına təsir göstərir. Qeyd edək ki, Azərbaycanda elektrik enerjisi istehsalının əsas hissəsi məhz istilik elektrik stansiyalarının payına düşür.

İqlim dəyişmələrinin elektrik enerjisinin təklif aspektinə ciddi təsir kanallarından biri də enerjinin ötürülməsi üçün nəzərdə tutulan infraqurstruktura mümkün təsirlərlə bağlıdır. Qlobal iqlim dəyişmələri, xüsusilə. Temperaturun artması və küləyin güclənməsi belə infraqurstruktura təsir edərək, elektrik enerjisinin verilişində fasilələrin yaranmasına səbəb ola bilər. Qeyd edək



ki, Azərbaycanın əsas sənaye mərkəzinin və əhalinin daha sıx toplandığı Bakı şəhərinin elektrik enerjisi ilə təminatı Mingəçevir İstilik Elektrik Stansiyası vasitəsilə təmin edilir. Enerji təxminən 300 kilometrədən çox məsafədən, həm də relyefi mürəkkəb olan ərazidən ötürülür. Ona görə də iqlim dəyişmələrinin ötürmə infrastrukturuna təsirləri mümkündür. İqlim dəyişmələri həm də günəş batareyalarının fəaliyyətinə təsir edir. İqlim dəyişmələri nəticəsində buludlu saatların həcmi dəyişə bilər. Digər tərəfdən, Günəş Generatorlarının Konsentrasiyası (CSP) qurğuları bəzi pozitiv təsirlərlə yanaşı, həm də sudan istifadə etdiyindən iqlim dəyişmələri nəticəsində bəzi problemlər yaranabilir. Məsələn, iqlim dəyişmələri su çatışmazlığı yarada və CSP faydalı iş əmsalını azalda bilər. Qeyd edək ki, 50 megavatt CSP qurğusu üçün il ərzində 1,6 milyon kub metr su tələb olunur. Lakin hibrid texnologiyanın inkişafı bu həcmi azaldılmasına və soyutma üçün havadan istifadəyə imkan verəcək. Bütün hallarda iqlim dəyişmələri günəş panellərindən elektrik enerjisi istifadəsi zamanı təklif həcminə müəyyən qədər təsir edir.

Nəticə

İqlim dəyişmələri ilə enerji sektoru arasındakı qarşılıqlı təsirin sadələşdirilmiş sxemi deməyə əsas verir ki, iqlim dəyişmələrinin enerji sektoruna təsirini xarakter etibarlı ilə iki növə ayırmaq olar: enerjiyə olan tələb və tələb həcminin dəyişməsi ilə təklif həcminə olan təsirlərə; enerji sektorunda istehsal prosesinə və ya enerjinin ötürülməsi zamanı səmərəliliyə olan təsirlər. Qlobal iqlim dəyişmələri, xüsusilə temperaturun artması və küləyin güclənməsi enerjinin ötürülməsi üçün nəzərdə tutulan infraqurğulara təsir edərək, elektrik enerjisinin verilişində fasilələrin yaranmasına səbəb ola bilər.

Ədəbiyyat

1. Schaeffer R et al (2012) Energy sector vulnerability to climate change: a review. *Energy* 38(1):1–12
2. Jennifer Cronin, Gabriel Anandarajah, Olivier Dessens (2018). Climate change impacts on the energy system: a review of trends and gaps. *Climatic Change* (2018) 151:79–93. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2265-4>
3. Ebinger J, Vergara W (2011) Climate impacts on energy systems: key issues for energy sector adaptation. World Bank
4. Clarke LE et al (2014) Chapter 6—assessing transformation pathways. *Climate change 2014: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
5. Auffhammer, M., & Mansur, E. T. (2014). Measuring climatic impacts on energy consumption: A review of the empirical literature. *Energy Economics*, 46, 522–530. doi:10.1016/j.eneco.2014.04.017
6. Arigoni, R., Markandya, A., 2009. Integrated Impact Assessment Models of Climate Change with an Emphasis on Damage Functions: A Literature Review. BC3 Working Paper Series, 2009-06.
7. Isaac, M., van Vuuren, D.P., 2009. Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change. *Energy Policy* 37, 507–521
8. Dowling, P., 2013. The impact of climate change on the European Energy System. *Energy Policy* 60, 406–417
9. Mideksa, T. K., & Kallbekken, S. (2010). The impact of climate change on the electricity market: A review. *Energy Policy*, 38(7), 3579–3585. doi:10.1016/j.enpol.2010.02.035
10. Coughlin, Katie, and Goldman, Charles. Physical Impacts of Climate Change on the Western US Electricity System: A Scoping Study. United States: N. p., 2008. Web. doi:10.2172/944431



11. Loveland, JE, Brown, GZ (1990). Impacts of climate change on the energy performance of building in the United States. Washington DC: office of technological assessment, U.S. Congress.
12. Parkpoom, S., Harrison, G., & Bialek, J. (n.d.). Climate Change Impacts on Electricity Demands. Edinburgh, UK: Institute for Energy Systems.
13. Jaglom WS, McFarland JR, Colley MF et al (2014) Assessment of projected temperature impacts from climate change on the U.S. electric power sector using the Integrated Planning Model. Energy Policy 73:524–539. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.032>
14. González-Díaz A, Alcaráz-Calderón AM, González-Díaz MO et al (2017) Effect of the ambient conditions on gas turbine combined cycle power plants with post-combustion CO₂ capture. Energy 134:221–233. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.020>

Гюльсура Мехдиева,
к.ф.м.н., доц.

**Заведующий отделом Института Экономики НАНА,
диссертант Азербайджанского Технического Университета**

Методы количественной оценки уязвимости энергетического сектора к изменению климата

Резюме

В статье анализируются различные методы оценки уязвимости к изменению климата в сфере электроэнергетики, особенно при производстве тепловой энергии, которая является важной составляющей энергетического сектора. Автор приходит к выводу, что изменение климата действует не только на объем спроса и предложения, также на передачу электроэнергии. Изменение климата и погоды также влияют на производстве и передаче энергии. Есть необходимость классифицировать влияние изменения климата на энергетический сектор по электростанциям, также сравнивать типы источников энергии и их уязвимость к изменению климата.

Ключевые слова: изменение климата, уязвимость, спрос, предложение, тепловая энергия, эффективность

Gulsura Mehdiyeva, PhD

**Head of the department of the Institute of Economics of ANAS, dissertant on doctor of sciences
of Azerbaijan Technical University**

Methods for assessment the energy sector vulnerability to climate change

Abstract

The article analyzes various methods for assessing the vulnerability to climate change in the field of electricity, especially in the production of thermal electricity, which is an important component of the energy sector. The author concludes that it is necessary to classify and assessment the effects of climate change on the energy sector, especially on electricity sector, and that it is more important to compare the types of energy sources and how vulnerable it is to climate change.

Key words: climate change, vulnerability to climate change, demand, supply, termal energy, efficiency

Elmi redaktor: i.f.d., dos. Y.Məmmədov

Daxil olub: 20.09.2021.

Çapa qəbul olunub: 29.09.2021.