



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

**Azərbaycan Elm Fondunun  
“Yaşıl dünya naminə həmrəylik ili”nə həsr olunmuş  
“Əsas Qrant Müsabiqəsi-2024” ün  
(AEF-MGC-2024-2(50)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq  
(rüblük olaraq 1-ci mərhələ)**

### ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Yeni sink fenolyat və ion maye tərkibli katalizatorların iştirakı ilə karbon dioksidin etilen oksidlə reaksiyasından etilen karbonatın alınması prosesinin işlənilib hazırlanması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Nəsirov Füzuli Əkbər oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MGC-2024-2(50)-16/13/4-M-13**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **07 oktyabr 2024-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 noyabr 2024-cü il – 01 noyabr 2026-cı il**

*Layihənin I mərhələ üzrə (rüb) məbləği:*

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

<b>1</b>	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş <b>elmi işlər</b></p> <p><i>(burada doldurmalı) Karbon qazı (CO<sub>2</sub>) enerji mənbələri kimi istifadə olunan təbii ehtiyatların (neft, qaz, daş kömür və s.) və eləcə də neft-kimyə sənayesinin müxtəlif proseslərinin tullantılarının yandırılması nəticəsində yaranan əlavə məhsuldur. Planetimizin iqliminə mənfi təsir göstərən istixana qazlarından biri olması karbon qazının istifadəsi problemini getdikcə kəskinləşdirir. CO<sub>2</sub>-nin utilizasiyası variantlarından biri ondan müxtəlif kimyəvi maddələrin sintezi üçün karbon mənbəyi kimi istifadə edilməsinin mümkünlüyüdür ki, bu da çoxsaylı beynəlxalq tədqiqat proqramlarında öz əksini tapmaqdadır. Bu tədqiqatlar “yaşıl kimya” texnologiyalarının əsasını təşkil edir və əsasən karbon turşularının, laktonların, polikarbonatların, tsiklik üzvi karbonatların və s. sintezini əhatə edir.</i></p> <p><i>Tsiklik üzvi karbonatlar kifayət qədər böyük bazara malikdirlər (təxminən 1,8 milyon ton/il) və həlledicilər, eləcə də ekstraksiya prosesləri üçün seçici həlledici, dərman və kənd təsərrüfatı preparatlarının sintezi üçün reaksiya qabiliyyətli aralıq məhsullar, yanacaqlara əlavələr, polimer sintezi üçün monomerlər və s. kimi geniş tətbiq sahələri tapmışlar. Üzvi karbonatların istehsalı üçün mövcud texnologiyalar ciddi ekoloji problemlərə səbəb olan kifayət qədər zərərli və bahalı fosgenin istifadəsini nəzərdə tutur. Buna görə də müxtəlif epoksidlərin və CO<sub>2</sub>-nin</i></p>
----------	---

istifadəsi ilə üzvi karbonatların yeni, ekoloji cəhətdən zərərsiz proseslərinin işlənilib hazırlanması son dərəcə aktual bir məsələdir.

Hesabat dövründə tsiklik üzvi karbonatların, xüsusilə də etilenkarbonatın müxtəlif sintez üsullarına və istifadə sahələrinə həsr olunmuş ədəbiyyat materialları araşdırılmışdır. Müxtəlif katalizatorlardan istifadə etməklə alkilen oksidlərin və karbon qazının tsiklobirləşmə reaksiyası ilə karbon qazının aktivləşdirilməsi və alkilenkarbonatın sintezi sahəsində son illərin ədəbiyyat və patent materialları toplanmış, onların tənqidi təhlili verilmişdir. Göstərilmişdir ki, tsiklik karbonatların sintezində hal-hazırda istifadə olunan katalitik sistemlərin (metal duzları və ya kompleksləri və üzvi katalizatorların - fosfonium və ammonium duzları, spirtlər, fenollar və s.), demək olar ki, aşağı stabillik (çirkəndiricilərə qarşı yüksək həssaslıq səbəbindən) və aşağı aktivlik, sokatalizatorlardan istifadəyə ehtiyac, bahalılıq və s. bu kimi bir sıra çatışmazlıqları mövcuddur. Buna görə də, istənilən reaksiya şəraitində (homogen və ya heterogen mühitdə, quru və tərkibində su olan epoksidin iştirakı ilə, əlverişli temperatur və təzyiq şəraitində və s.) tsiklik karbonatların sintezi prosesini həyata keçirməyə imkan verən yeni, yüksək aktivliyə malik və daha səmərəli katalizatorların işlənilib hazırlanması son dərəcə perspektiv olmaqla yanaşı, mühüm nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Son 10-15 il ərzində bu sahədə aparılan tədqiqat işlərində ən yüksək katalitik aktivlik və selektivliyi zink birləşmələri və eləcə də ion maye əsaslı katalizatorlar nümayiş etdirmişlər.

Ədəbiyyat materiallarının təhlilindən də göründüyü kimi, tsiklik karbonatların sintezi üçün ən sadə və asan əldə edilən katalizatorlar sink birləşmələridir ki, bunlara sink halogenid/dördlü ammonium duzları, sink bromid (sink xlorid)-tetrabutylammonium yodid ( $ZnBr_2/TBAI$ ), homogen və heterogen sink (II)-piridin katalizatorları aiddir. Bu katalizatorlar iştirakında reaksiya 25-140°C temperaturda və 0.1-1.0 MPa  $CO_2$  təzyiqində aparıldıqda 50-65% çıxımla, lakin TOF dəyərləri qənaətbəxş olan (680-1000 saat<sup>-1</sup>) tsiklik karbonatlar əldə etmək mümkün olur [16]. Sink komplekslərinin əksəriyyətinin yüksək stabilliyinə və qənaətbəxş aktivliklərinə baxmayaraq, sintezinin çətinliyi və çoxkomponentli olmaları onları olduqca baha edir ki, bu da onların geniş sənaye tətbiqini məhdudlaşdırır.

Son onilliklərdə ion mayələrinin (İM) katalizator kimi iştirakı ilə tsiklik karbonatların sintezi üçün  $CO_2$ -nin epoksidlərlə reaksiyası sahəsində çoxsaylı tədqiqatlar aparılmışdır ki, bu da  $CO_2$ -nin və epoksidin C–O əlaqəsinin effektiv şəkildə aktivləşdirilməsinin başa düşülməsini əhəmiyyətli dərəcədə asanlaşdırmışdır. Məlumdur ki, tsiklik karbonatların alınması ilə  $CO_2$ -nin utilizasiyası prosesi üçün tetrabutylammonium duzları və bəzi imidazol əsaslı ion mayələri (İM) ekoloji cəhətdən təmiz, tərkibində metal saxlamayan, alternativ katalizatorlardır. Bununla belə, bu katalizatorlar çox vaxt yalnız yüksək temperaturlarda (>120°C) və yüksək təzyiqlərdə (>10 bar  $CO_2$ ) effektiv işləyir ki, bu da müsbət  $CO_2$  balansına baxımından prosesi çətinləşdirir. Bu katalizatorların aktivliyini artırmaq üçün reaksiya sürətinə əlverişli təsir göstərən Lüis turşusu tipli metal sokatalizatorları olaraq sink birləşmələri əlavə edilir. Buna görə də  $CO_2$  və epoksidlərdən tsiklik karbonatların (xüsusilə, etilen karbonatın – EK) alınması reaksiyasında yüksək aktivliyə, seçiciliyə və məhsuldarlığa malik, asanlıqla əldə edilən sink və İM birləşmələrinin sintezi və tətbiqi nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edən aktual məsələdir.

Buradan yola çıxaraq, hesabat müddətində müxtəlif metilen-bis-, tio-bis- və ditio-bis-alkilfenollar əsasında Zn-fenolyatların sintezi üçün lazım olan reagentlər əldə olunmuş, təmizlənmiş və təcrübələr üçün tam hazırlanmışdır. İlkin maddələrin və yardımçı komponentlərin təmizlik dərəcəsi müxtəlif üsullarla (analitik, İQ-spektroskopiya üsulları ilə) öyrənilmişdir. Metilen-bis, tio-bis və ditio-bis alkilfenolların, onların sink birləşmələrinin sintez üsulları müəyyən olunmuş və təcrübələrin aparılma qaydaları mənimşənilmişdir.

Eyni zamanda tədqiqatlarda istifadə olunacaq ion mayelərinin sintezi üçün də müvafiq reagentlər seçilmiş, təmizlənmiş və reaksiya üçün hazır vəziyyətə gətirilmişdir.

Aparılacaq tədqiqatların əsas məqsədi etilenkarbonatın sintezi üçün prinsipə yeni, ucuz və "yaşıl" sink fenolyat və ya sink fenolyat/ion-maye katalizatorlarının işlənilib hazırlanması və onların iştirakı ilə karbon qazı və etilen oksidin tsiklobirləşmə reaksiyası əsasında etilen karbonatın alınması prosesinin tədqiq edilməsidir.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)

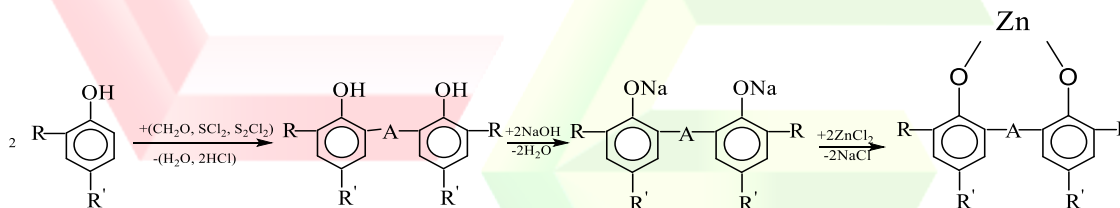
(burada doldurmalı) Hesabat dövrü üçün nəzərdə tutulmuş bütün işlər 100% olaraq yerinə yetirilmişdir.

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr**, onların yenilik dərəcəsi

(burada doldurmalı) Hesabat dövründə karbon qazının etilen oksidlə tsiklobirləşmə reaksiyası ilə etilenkarbonatın sintezi üçün sink fenolyat, ion-maye və sinkfenolyat/ion-maye tipli katalizatorların daha yüksək aktivlik və selektivlik göstərə biləcəyi müəyyən olunmuş və gələcək tədqiqatların bu sahədə davam etdirilməsi qərara alınmışdır. Ədəbiyyat materiallarının araşdırılması təklif olunan sink fenolyat və ion maye katalizatorlarının tamamilə yeni olduğunu ortaya çıxarmış və bunun üçün müvafiq Azərbaycan Respublikası patentləri alınmışdır.

4 Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

(burada doldurmalı) Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı standart kimyəvi sintez və analiz üsullarından istifadə olunacaqdır. Müvafiq sink fenolyat katalizatorları laboratoriyamızda sıx-sıx istifadə olunan və müvafiq alkil fenolların  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{SCl}_2$  və  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  ilə reaksiyasından metilen-bis, tio-bis və ditio-bis alkil fenolların və daha sonra əldə olunan birləşmələrin  $\text{ZnCl}_2$  ilə müvafiq sink-fenolyatların sintez üsuluna əsaslanır:



burada,  $A = -\text{CH}_2-$ ,  $-\text{S}-$  və ya  $-\text{S}-\text{S}-$  qrupları;  $R = \text{H}$ ,  $\text{C}_1-\text{C}_8$  alkil qrupları və ya  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{-N-CH}_2-$  (diethylaminometil) qrupu;  $R' = \text{H}$ ,  $\text{C}_1-\text{C}_8$  alkil qrupları.

5 Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmaller, konfrans materialları, tezislər) (dərç olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (surətlərini əlavə etməli!)

(burada doldurmalı) Layihənin materialları əsasında tezis dərc olunmuşdur:

E.F.Nəsirli, M.C.İbrahimova, M.X.Məmmədov, S.R.Rəfiyeva, A.M.Aslanbəyli, G.N.Həsənova, V.İ.Baxşiyeva, F.Ə.Nəsirov. Sulu etilenoksid və karbon dioksiddən etilenkarbonat sintezi üçün yeni Zn-fenolyat tərkibli ion-maye katalizatorları / Akademik Soltan Mehdiyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq "Monomerlər və neft kimyasının müasir problemləri" elmi konfransının materialları / ARETN NKPI, Bakı ş., 19-20 dekabr 2024-cü il, səh.125-

	126). <a href="https://nkpi.az/pdf/TEZISI%20MATERIALOV_academik%20Soltan%20Mehdiyev-110.pdf">https://nkpi.az/pdf/TEZISI%20MATERIALOV_academik%20Soltan%20Mehdiyev-110.pdf</a>
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər (burada doldurulmalı) Layihənin mövzusunun əhatə edən 2 Azərbaycan Respublikası patenti alınmışdır: 1. Alkilen tsiklik karbonatların alınması üsulu. Azərbaycan Respublikası patenti № İ 2020 0031 (11.05.2017)/ Nəsirli, E.F., Cənabəyov, N.F., Nəsirov, F.Ə., İbrahimova, M.C., Rəfiyeva, S.R., Məmmədov, M.X., Tağıyeva, A.M., Baxşıyeva, V.İ. 2. Etilen karbonatın alınması üsulu. Azərbaycan Respublikası patenti № İ 2023 0036 (11.03.2022) / Nəsirli, E.F., Nəsirov, F.Ə., İbrahimova, M.C., Məmmədov, M.X., Rəfiyeva, S.R., Tağıyeva, A.M., Şükürov M.H.
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər (burada doldurulmalı) Hesabat dövründə ezamiyyət olmamışdır. Növbəti rübdə Petkim şirkətinə (SOCAR-Türkiyə, Aliağa-İzmir, Türkiyə) 1 nəfərin – layihə rəhbəri F.Ə.Nəsirovun ezam olunması nəzərdə tutulmuşdur.
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (burada doldurulmalı) Layihə üzrə ekspedisiyalarda iştirak etmək nəzərdə tutulmamışdır
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurulmalı) Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak olmamışdır
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) (burada doldurulmalı) Layihənin materialları əsasında akademik Soltan Mehdiyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Monomerlər və neft kimyasının müasir problemləri” Beynəlxalq elmi konfransında məruzə ilə çıxış edilmişdir (ARETN NKPI, 19-20 dekabr 2024-cü il, Bakı ş.) <a href="https://nkpi.az/pdf/TEZISI%20MATERIALOV_academik%20Soltan%20Mehdiyev-110.pdf">https://nkpi.az/pdf/TEZISI%20MATERIALOV_academik%20Soltan%20Mehdiyev-110.pdf</a>
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar (burada doldurulmalı) Hesabat dövründə tədqiqatlarda lazım olacaq “Dondurmaqla quruducu” (Model: BKFD10P) cihazının xarakteristikaları AEF-na göndərilmişdir və hazırda onun əldə olunması üçün müvafiq firmalarla danışıqlar aparılır. Tədqiqatlarda istifadə üçün nəzərdə tutulmuş alkilfenollar, CH <sub>2</sub> O, SCl <sub>2</sub> və S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , ZnCl <sub>2</sub> , toluol, imidazollar, N-metilpirrolidon və digər reagentlər əldə olunmuş, təmizlənmiş və reaksiyaların aparılması üçün lazım olan vəziyyətə gətirilmişdir.
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr (burada doldurulmalı) Analitik və İQ-spektroskopiyaya üzrə çalışmalar ARETN NKPI-nin 2 və 12-ci laboratoriyalarında yerinə yetirilir və sonra da davam etdiriləcəkdir.

<b>13</b>	Xarici həmkarlarla əlaqələr (burada doldurmalı) Petkim �irk�tinin (SOCAR-TÜRKİYƏ, Ali�a-İzmir, T�rkiya) "ArGe v� İnnovasiyalar" �irk�tinin rəhbəri Ph.D Bilal Quliyevlə ezamiyyət haqqında şifahi razılıq əldə edilmişdir. Razılığa əsasən layihə rəhbəri F.�.Nəsirov ezamiyyət zamanı Petkim �irk�tinin ArGe-sindəki mövcud qurğularla tanış olaraq, bizim işləyib hazırladığımız yeni katalizatorlar iştirakında karbon dioksidl� etilenoksidin alınması prosesinin həyata keçirilməsinin m�mk�nliyy� d�y�rl�ndiril�c�kdir. Təcrübələr zamanı Petkim �irk�tinin mövcud Etilenoksid/Etilenqlikol istehsalının əsas məhsulu olan sulu etilenoksid və tullantı məhsulu olan karbon dioksidd�n istifadə nəzərdə tutulmuşdur.
<b>14</b>	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (burada doldurmalı) Layihə mövzusu laboratoriyanın dissertantının elmi i�ini əhatə edir. (E.F.Nəsirli. Yeni sink fenolyat tərkibli katalizatorlar iştirakı ilə karbon qazı v� etilenoksidin reaksiyasından etilenkarbonatın alınması)
<b>15</b>	Sərgilərdə iştirak (burada doldurmalı) S�rgid� iştirak edilməmişdir
<b>16</b>	Təcrübə artırmada iştirak v� təcrübə mübadiləsi (burada doldurmalı) Hesabat dövründə olmamışdır. Gələcək r�bl�rd� təcrübə mübadiləsində iştirak gözlənilir.
<b>17</b>	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (burada doldurmalı) Hesabat dövründə layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri yoxdur.

Layihə rəhbərinin imzası \_\_\_\_\_ Nəsirov Füzuli  kb r oğlu

Tarix \_\_\_\_\_

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.