

I. Nanotexnologiya – üçüncü elmi-texniki inqilab

Yaşadığımız XXI əsrdə elm və texnikanın sürətli inkişafı bəşəriyyət qarşısında həlli dünənə qədər mümkün olmayan problemlərin aradan qaldırılması üçün geniş imkanlar açmaqdadır. Son zamanlar dünya elminin prioritet istiqamətlərindən biri sayılan nanotexnologiya çox böyük sürətlə inkişaf edir. Nanotexnologiya anlayışı bu gün hansı mənanı ifadə edir?

Nano elmi və nanotexnologiya haqqında ilk dəfə Nobel mükafatı laureatı Riçard Feynman 1959-cu ildə Kaliforniya Unversitetindəki müəhazirəsində belə demişdir: "Bizdən aşağıda çoxlu boşluqlar var və bu boşluqlarda biz atom və molekulları yenidən düzərək prinsipca yeni materiallar, yeni strukturlar ala bilərik". "Nano" terminini isə ilk dəfə elmə 1974-cü ildə Tokiyo Universitetinin professoru Norio Taniquçi təklif etmişdir.

Nanotexnologiya atom və molekullarla sərbəst manipulyasiya etməyə imkan verən texnologiyadır və 0,1-100 nm ölçüdə maddənin quruluş və tərkibini tənzimləmək imkanına malik üsullar toplusudur. Nanotexnologiya termini "texnologiya" sözünə nano ölçü vahidinin artırılması ilə meydana gəlmişdir və texnologiya 2 yunan sözünün "techné"-- bacarıq və "logos"--elm sözlərinin birləşməsindən əmələ gəlmişdir və nanoölçülü materialların məharətlə emal edilməsi elmi deməkdir. Məlumdur ki, 1 nanometr metrin milyardda bir hissəsi deməkdir. Müqayisə üçün qeyd etmək lazımdır ki, bu ölçü insan saçının qalınlığından 100 min dəfə kiçikdir.

Bu sahənin sürətli inkişafı qarşıya fundamental multidissiplinar tədqiqat işləri aparmaq problemi qoymaqla yanaşı, həm də universal biliklərə malik ixtisaslı kadrların hazırlanmasını da ən vacib problem kimi ön plana çəkir. Nanotexnologiya yeni unikal xassələrə malik materialların alınmasına imkan verir. Belə materiallardan elm və texnikanın müxtəlif sahələrində-- biotexnologiyada, hərbi sənayedə, tibbdə, kənd təsərrüfatında, ətraf mühitin mühafizəsində və s. istifadə etmək mümkündür.

Nanotexnologiya həm də geniş ixtisaslararası elmi istiqamətlərin də formalaşmasına kömək edir. Ona görə də bu istiqaməti seçən hər bir mütəxəssisin riyaziyyat, fizika, kimya, biologiya, materialşünaslıq, tibb, kompüter texnikası sahəsində müəyyən bilikləri olmalıdır. Nanotexnologiyanın həll etdiyi problemlər fundamental və texnoloji həllə bağlı olduğu üçün, burada elmi və mühəndis biliklərinin sintezi mühüm şərtidir.

Artıq nanotexnologiyasının inkişafı informasiya texnologiyasından sonra üçüncü elmi-texniki inqilab hesab edilir. İnkişaf etmiş ölkələrdə bu sahələrə böyük maliyyə vəsaiti ayrılır. Bu gün dünyanın nanotexnoloji mənzərəsinə nəzər salsaq

görürük ki, bu elm sahəsi, demək olar, bütün tərəfə etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələri əhatə edir. Artıq dünyanın 65-dən artıq ölkəsində bu prioritet istiqamətdə dövlət proqramları qəbul edilmişdir və bu istiqamətə milyardlarla dollar vəsait ayrılmışdır. Təkcə 2001--2004-cü illərdə ABŞ bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlara 3,5 milyard dollar vəsait ayırmışdır və o vaxtdan bəri bu istiqamətə vəsait qoyuluşu ilbəil artırılmaqda davam edir. Analoji vəziyyət Yaponiya və Avropa Birliyi ölkələrində də eynidir.

Ekspertlərin rəylərinə görə dünya bazarında nanotexnologiyasının sənaye tətbiqi üçün çəkilən xərclər artıq 100 milyardlarla ABŞ dolları miqdarındadır və bu rəqəm ilbəil artır. Təkcə hərbi sahədə nanotexnologiya istiqamətdə aparılan tədqiqatlar çox böyük uğurlara gətirib çıxarmışdır. Yumşaq zirehli geyimlərin hazırlanması, hərbi obyektlərin optik görünməzliyi, hədəflərin müxtəlif lokasiya sistemlərindən gizlədilməsi nanotexnologiyaların nailiyyətləri hesabına baş vermişdir. Artıq dünyanın Nanotexnoloji Təhlükəsizliyi Konsepsiyasının hazırlanması ilə bağlı inkişaf etmiş ölkələr müəyyən hüquqi normativ sənədlər hazırlamışlar. Dünyanın super dövləti Amerika Birləşmiş Ştatları artıq nanotexnologiya məhsullarının bəzilərinin satışına qadağa qoyan qanun qəbul etmişdir.

Müstəqillik dövründə Azərbaycanda elm və təhsil sahəsində görülən işlər, əsasən, ölkəmizin dünya elm və təhsil məkanına inteqrasiyasına xidmət edir. Bu sahədə görülən davamlı və miqyaslı işlər beynəlxalq təşkilatlar tərəfindən yüksək qiymətləndirilir. Bu gün Azərbaycan Respublikasında çalışan alimlərin nanotexnologiya sahəsində apardığı elmi-tədqiqat elmi səviyyəsinə görə aparıcı ölkələrin işlərinə yaxındır. Bu araşdırmalar "Web of Science Clarivate Analytics" (Thomson Reuters) Agentliyinin siyahısına daxil olan jurnallarda uğurla dərc edilir.

Respublikamızda nanotexnoloji sahədə aparılan işlər yüksək nəzəri, lakin zəif eksperimental bazaya söykəndiyi üçün, yaxın zamanlarda bu istiqamətə dövlət səviyyəsində dəstək verilməsi vacibdir. Ölkəmizdə nanotexnologiya sahəsində tədqiqat işlərinin inkişafı, etiraf etməliyik ki, hazırda dünya səviyyəsindən xeyli geridə qalır. Azərbaycanda nanotexnologiya sahəsində araşdırmalar elmi-tədqiqat institutlarının və universitetlərin zəif, orta təchizatlı laboratoriyalarında aparılır.

Bütün inkişaf etmiş ölkələrdə nanotexnologiyasının inkişafı ilə əlaqədar dövlət proqramları qəbul olunmuş və uğurla həyata keçirilir. Ona görə də Azərbaycanda bu istiqamətə müəyyən elmi-tədqiqat işləri ilə bərabər, maariflənmə və kadr hazırlığı da həyata keçirilməlidir. Hələlik Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasında, Bakı Dövlət Universitetində, Tibb

Universitetində, Neft və Sənaye Universitetində nanotexnologiyasının ayrı-ayrı sahələri ilə əlaqədar pərakəndə şəkildə elmi-tədqiqat işləri, laboratoriyalar səviyyəsində tətbiqi işlər aparılır. Bu isə, təbii ki, dünya elminin bu mühüm istiqaməti üçün əsla yetərli deyil.

Yeri gəlmişkən, bir faktı qeyd

Nanotexnologiya istiqamətində innovativ tədqiqatların uğurlu inkişafına, onun elmi nəticələrinin sənayenin və kənd təsərrüfatının istehsal və emal sənayesinin ayrı-ayrı sahələrində tətbiqinə nail olmaq və yüksək texnologiyaların nəticələrindən istifadə edərək ölkəmizə böyük gəlirlər gətirmək

nəzərdə tutulmuş müddəalara uyğun olmalıdır. Əhalinin həyat səviyyəsinin yüksəldilməsi məqsədi ilə yüksək texnologiyaların tətbiqinə əsaslanan iqtisadi artıma nail olunması, fundamental elmlərin, təhsil və mədəniyyətin inkişaf etdirilməsi, ölkənin milli və iqtisadi təhlükəsizliyinin təmin edilməsi,

İlk dəfə ölkəmizdə 2004-cü il oktyabrın 4-də Azərbaycan Prezidenti İlham Əliyevin Rumıniyaya rəsmi səfəri zamanı Azərbaycan və Rumıniya universitetləri arasında nanotexnologiya istiqamətində müqavilə imzalandıqdan sonra BDU-da da dünya elminin bu prioritet istiqamətində

kası və texnologiyası (8 nəfərin müdafiəsi), nanokimya və nanomaterialar (4 nəfərin müdafiəsi) ixtisasları üzrə kadr hazırlığı aparılmışdır və bu iş davam edir. BDU-nun nanotexnoloq alimləri öz elmi işlərini dünyanın aparıcı donor elmi strukturları, respublikanın ayrı-ayrı nazirliklərin istehsal müəssisələri, Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun sifarişi və qrant layihələrinin maliyyə dəstəyi ilə aparılır.

Bakı Dövlət Universitetində nanotexnologiya istiqamətində bir sıra sahələr üzrə uğurlu araşdırmalar aparılır və texnika, tibb, neft, ekologiya, kənd təsərrüfatı və hərbi sahələrə əhatə edilir. Universitet alimləri müxtəlif texnoloji üsullarla nanohissəciklərin alınması, stabilizasiyası, xassələri və tətbiq imkanlarının müəyyən edilməsi istiqamətində uğurlu araşdırmalar aparılır. Bu istiqamətdə superparamaqnit xassəli və maqnit müqavimətinə malik nanokompozit strukturlar alınmış, onların quruluşu tədqiq edilmiş, nanokompozitlərin texnikanın müxtəlif sahələrində tətbiqi imkanları araşdırılmış və bu nanokompozitlərin bəziləri respublikanın müxtəlif sənaye yerlərində tətbiq olunmuşdur.

Polimer maqnit nanokompozit quruluşlarında yaranan nəhəng maqnit müqaviməti və superparamaqnetizmin tədqiqi ilə əlaqədar elmi-tədqiqat işləri ABŞ-in Mülki Araşdırmalar Mərkəzinin(CRDF) ayırdığı qrant layihəsi çərçivəsində ABŞ Massaçutes Texnologiya Universiteti ilə birgə yerinə yetirilmişdir. BDU-da nanohissəciklərin canlı sistemlərə, əsasən bitkilərə, onların həyat qabiliyyətinə təsiri ilə bağlı tədqiqatlar aparılarkən göstərilmişdir ki, bu hissəciklər bitki hüceyrələrinin membranından daxilinə diffuziya yolu ilə keçərək həmin hüceyrənin həyat fəaliyyətinin pozulmasına səbəb olur.

Bu nəticələr ilk dəfə İsveçrənin Elm Fondu tərəfindən maliyyələşdirilən SCOPES proqramı çərçivəsində Lozanna Politexnik Federal İnstitutu (EPFL) ilə birlikdə alınmışdır. Bu tədqiqatlardan alınan nəticələrdən sonra dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində bu istiqamətdə intensiv tədqiqat işləri aparılmağa başlandı və yeni bir elmi istiqamətin nanotoksikologiyasının əsası qoyuldu. Massaçutes Texnologiya Universiteti 2018-ci ildə "QS World University Rankings" reyting cədvəlində dünyada 1-ci, Lozanna Politexnik Federal İnstitutu (EPFL) isə dünyada 12-ci yerdədir.

Göründüyü kimi, BDU-da nanotexnologiya sahəsində aparılan tədqiqat işləri dünyanın ən öncül universitetlərinin işlərinə yaxındır.

(ardı var)

Məhəmmədli RAMAZANOV,
Bakı Dövlət Universiteti
fizika fakültəsinin dekani,
Nanoaraşdırmalar Mərkəzinin
rəhbəri, professor

AZƏRBAYCANDA nanotexnologiyanın inkişafı və perspektivləri



Son zamanlar böyük texnoloji uğurlara imza atmış ölkələrin iqtisadi yüksəlişinin səbəblərini araşdırarkən məlum olur ki, bu inkişafın səbəbləri içərisində insan intellektinin məhsulu kimi elmi innovasiyaların tətbiqi ön sıradadır. Yüksək texnologiyaların inkişafı və onların geniş sənaye tətbiqinin gətirdiyi gəlirləri təbii bəxş etdiyi yeraltı və yerüstü sərvətlərdən alınan gəlirlərlə müqayisə etdikdə elmi innovasiyalardan götürülən qazancın qat-qat çox olduğu aşkar edilir.

Hazırda dünyanın inkişaf etmiş ölkələrinin geniş texnoloji imkanları elmi innovasiyaların elm tutumlu sənayeyə tətbiqi ilə əlaqələndirilir. Aparıcı ölkələrin gəlirlərinin əsasını yüksək texnologiyaların sənayeyə və kənd təsərrüfatına sürətli tətbiqi təşkil edir. Əgər elmi innovasiyaların tətbiqindən gələn gəlir üçüncü dünya ölkələri üçün 0--2 faiz təşkil edirsə, inkişaf etməkdə olan ölkələrdə bu rəqəm 10--15 faiz, inkişaf etmiş ölkələrdə isə qat-qat daha çoxdur. Düşünməyə əsas verən bu rəqəmlərin elmi innovasiyaların tətbiqi hesabına formalaşdığını nəzərə alsaq, bu məsələnin çağdaş tərəqqi üçün nə qədər aktual olduğunu görmüş olarıq.

Təsədüfi deyil ki, UNESCO da XXI əsri elm və təhsil yüzilliyi elan etmişdir. Bununla inkişafı elmə, təhsilə söykənməyən ölkələrin yüksək gələcəyinin olmayacağı qeyd edilmişdir. Əgər

edək ki, Avropa Birliyi ölkələri nanotexnologiya sahəsində elmi-tədqiqat işləri aparmaq üçün 2004-2008-ci illərdə öz büdcələrindən 4,865 milyard avro vəsait ayırmışdı. Bu, həmin ölkələrin elmə ayırdığı vəsaitin 9-10 faizini təşkil edir. Analoji rəqəmləri ABŞ, Rusiya və Yaponiya ölkələri üçün də qeyd etmək olar. Azərbaycanda bu innovativ sahədə müəyyən tədqiqatlar aparmaq üçün kifayət qədər pul vəsaiti xərclənmir.

Hazırda respublikamızda nanotexnologiya istiqaməti üzrə elmi potensialın səviyyəsinin daha da artırılması üçün bu istiqamətdə fəaliyyət göstərəcək kadrların hazırlanmasına xüsusi diqqət ayrılmalıdır. Artıq nanotexnologiya məhsullarının Azərbaycana daxil olması prosesi gedir və bu istiqamətdə maariflənmə prosesinin inkişafı zərurəti günün tələbinə çevrilmişdir.

üçün bu istiqamətdə dövlət proqramının hazırlanmasının ölkəmiz üçün böyük əhəmiyyəti var. Bu sahədə beynəlxalq təcrübə, dünyada edilən yeniliklər və inkişaf meyilləri, vətəndaş cəmiyyəti, dövlət prioritetləri nəzərə alınmalı, elm və sənaye sahələrinin imkanlarından səmərəli istifadə əsas götürülməlidir. Dövlət proqramı ilə müəyyən edilmiş tədbirlərin həyata keçirilməsinə özəl sektorun və qeyri-hökumət təşkilatlarının fəal cəlb olunması, vətəndaş və ictimai təşəbbüslərin irəli sürülməsi və onların reallaşdırılmasında birgə fəaliyyətə şərait yaradılmalıdır.

Nanotexnologiya sahəsində işlərin əsaslı təşkili və sürətləndirilməsi Azərbaycan Respublikasının milli strateji maraqlarına, respublikamızın spesifik iqtisadi xüsusiyyətlərinə, elm və texnikanın inkişafı üçün dövlət siyasətində

bəşəriyyətin inkişafını vətəndaş cəmiyyətinin qurulması ilə əlaqələndiririkse, yüksək təfəkkürlü insanların yetişdirilməsinə də yalnız elm və təhsilin inkişafı ilə nail olmaq mümkündür.

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyevin qeyd etdiyi kimi, vətəndaş cəmiyyətinin yaradılması, demokratikləşmə prosesinin möhkəmlənməsi, hüquqi dövlətin qurulması, sadəcə, bir şüar, yaxud da xoş niyyət deyil, Azərbaycanın hərtərəfli inkişafı üçün başlıca şərtidir.

Ölkəmizdə həyata keçirilən ardıcıl və məqsədyönlü dövlət siyasətinin nəticəsində elm tutumlu sənayenin yaradılması və yeni texnologiyaların tətbiqi istiqamətində ciddi irəliləyişlər əldə edilmişdir. Son zamanlar aparılan məqsədyönlü dövlət siyasətinin hesabına ölkə iqtisadiyyatı hazırda rəqabət qabiliyyətinə görə dünya ölkələri arasında öncül sıralara yüksəlmişdir.

Bu inkişaf, ilk növbədə, elm və təhsil sahəsində düzgün islahatların aparılması, dünya elm və təhsilə inteqrasiya sahəsində dövlət proqramlarının qəbul edilməsi ilə bağlı aparılan çoxşaxəli işlərlə əlaqədardır. Dövlət başçısı İlham Əliyev öz çıxışlarında dəfələrlə qeyd etmişdir ki, biz gələcəyimizi neft amili üzərində qura bilmərik. Bu təbii resursdur, müəyyən zamanda sonra bu tükenə bilər, ölkə iqtisadiyyatı isə öz inkişafını elmin üzərində qurmalıdır.

əhalinin sağlamlığı və həyat səviyyəsinin qorunması prinsipləri əsas götürülməlidir.

Bu prinsiplərin yerinə yetirilməsinə nail olmaq üçün nanotexnologiya sahəsində əsas məqsəd: elm, texnikanı inkişaf etdirərək texnoloji bazanı formalaşdırmaq; və vacib sahələrdə aparıcı dövlətlərlə sıx əlaqə saxlamaq; ekoloji təmiz müasir sənaye istehsalı yaratmaq; nanotexnologiyanın neft sənayesinə tətbiqinin elmi və texnoloji əsasını qurmaq və inkişaf etdirmək; dövlətin müdafiə qabiliyyətinin artırılması istiqamətində tətbiqi xarakterli tədqiqatları inkişaf etdirmək kimi hədəflər olmalıdır. Ekoloji problemlərin həllində nanotexnologiya sahəsində tədqiqatları artırmaq və bu sahədə nanosənayenin yaradılması və formalaşması əsas strateji istiqamət olmalıdır.

tədqiqatlara start verildi. Qısa bir zamanda sonra BDU-da Nano Araşdırmalar Mərkəzinin açılışı oldu. Açılış mərasimində dünyanın bir sıra ölkələrindən tanınmış elm və təhsil xadimləri iştirak etdilər. Dünya elminin bu mühüm istiqamətində tədrisi təşkil etmək məqsədilə nanomateriaların kimyəvi fizikası kafedrası yaradıldı. Az sonra BDU-nun fizika, kimya, biologiya fakültələrində təhsilin bakalavr pilləsində bu elmin əsaslarının tələbələrə tədrisinə başlandı. Yeni tədris proqramları, dərslər və dərslər vəsaitləri hazırlandı. Bakı Dövlət Universitetində 3 istiqamətdə – fizika fakültəsində nanohissəciklərin fizikası, kimya fakültəsində nanomateriaların fiziki kimyası, biologiya fakültəsində nanobiotexnologiya ixtisaslaşmaları üzrə magistr hazırlığına başlandı.

Hazırda təhsilin doktorantura pilləsində nanostukturların fizi-