

## RADIOACTIVE MATERIALS AND METHODS OF RADIATION PROTECTION



Rasima Mahmudova<sup>1</sup> 

UDC: 539.16:614.876:621.039.58

LBC: 22.383:68.9:51.26

HoS: 182

doi: 10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.386-392

### Keywords:

Radioactive materials,  
Radioactivity,  
Ionizing radiation,  
Half-life,  
Radiation safety

### Subject area:

Physical,  
Mathematical and  
Technical Sciences

### Research field:

Nuclear Physics

### ABSTRACT

This article systematically examines the scientific nature of radioactive substances, the principal types of ionizing radiation, their biological effects, areas of application, and the fundamental principles of radiation protection. Radioactivity is defined as the spontaneous transformation of unstable atomic nuclei, and key concepts such as radionuclides, radioactive decay, activity, and half-life are explained within a scientific framework. Natural and artificial radioactivity are compared, while the characteristics of alpha, beta, gamma, and neutron radiation are discussed in detail. The article analyzes the mechanisms through which ionizing radiation affects living organisms, including DNA damage, as well as deterministic and stochastic biological effects. The practical applications of radioactive substances in medicine, industry, nuclear energy, and agriculture are evaluated alongside the associated benefits and potential risks. Furthermore, the fundamental principles of radiation safety—justification, optimization (ALARA), and dose limitation—are examined. Particular attention is given to the principles of time, distance, and shielding, methods of protection against internal and external exposure, dosimetric monitoring, and the management of radioactive waste. The study concludes that the safe utilization of radioactive substances can only be ensured through the integration of scientific knowledge, regulatory frameworks, and professional oversight. Special emphasis is placed on the importance of fostering a strong safety culture and implementing continuous monitoring systems. Such an approach contributes significantly to the effective protection of human health and the environment.

<sup>1</sup> Lecturer, Department of Life Safety, Baku State University; Baku, Azerbaijan

E-mail: [rmahmudova035@gmail.com](mailto:rmahmudova035@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0006-7012-8036>

To cite this article: Mahmudova, R. [2026]. Radioactive Materials and Methods of Radiation Protection. *History of Science journal*, 7(2), pp.386-392.

<https://doi.org/10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.386-392>

### Article history:

Received: 5 March 2026

Revised: 6 April 2026

Accepted: 1 June 2026

Published: 15 June 2026



## RADİOAKTİV MADDƏLƏR VƏ RADİASİYADAN MÜHAFİZƏ ÜSULLARI



Rasimə Mahmudova<sup>1</sup> 

UOT: 539.16:614.876:621.039.58

KBT: 22.383:68.9:51.26

HoS: 182

doi: 10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.386-392

### Açar sözlər:

Radioaktiv maddələr,  
Radioaktivlik,  
İonlaşdırıcı şüalanma,  
Yarımparçalanma  
müddəti,  
Radiasiya  
təhlükəsizliyi

### Sahə:

Fizika-Riyaziyyat  
və Texnika elmlər

### Tədqiqat sahəsi:

Nüvə Fizikası

### ANNOTASIYA

Bu məqalədə radioaktiv maddələrin elmi mahiyyəti, ionlaşdırıcı şüalanmanın əsas növləri, bioloji təsirləri, tətbiq sahələri və radiasiyadan mühafizə prinsipləri sistemli şəkildə təhlil edilmişdir. Radioaktivlik atom nüvəsinin qeyri-sabitliyi nəticəsində spontan çevrilməsi kimi izah olunur və aktivlik, yarımparçalanma müddəti, radionuklid anlayışları elmi əsaslarla şərh edilir. Təbii və süni radioaktivlik növləri müqayisə olunur, alfa, beta, qamma və neytron şüalanmalarının xüsusiyyətləri təqdim edilir. Məqalədə ionlaşdırıcı radiasiyanın canlı orqanizmlərə təsir mexanizmləri, DNT zədələnmələri, deterministik və stoxastik nəticələri araşdırılır. Radioaktiv maddələrin tibb, sənaye, nüvə energetikası və kənd təsərrüfatında tətbiq imkanları göstərilir, bu sahələrdə əldə olunan faydalar və mövcud risklər qiymətləndirilir. Eyni zamanda radiasiya təhlükəsizliyinin əsas prinsipləri olan əsaslandırma, optimallaşdırma (ALARA) və doza məhdudlaşdırılması izah edilir. Zaman, məsafə və ekranlaşdırma prinsipləri, daxili və xarici şüalanmadan qorunma üsulları, dozimetrik nəzarət və radioaktiv tullantıların idarə olunması məsələləri nəzərdən keçirilir. Nəticədə radioaktiv maddələrin təhlükəsiz istifadəsinin elmi bilik, normativ tənzimləmə və peşəkar nəzarətin vəhdəti əsasında mümkün olduğu vurğulanır. Bundan başqa, təhlükəsizlik mədəniyyətinin formalaşdırılması və davamlı monitorinq sistemlərinin tətbiqinin əhəmiyyəti xüsusi qeyd olunur. Belə yanaşma insan sağlamlığının və ətraf mühitin etibarlı qorunmasına xidmət edir.

<sup>1</sup> Müəllim, Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi kafedrası, Bakı Dövlət Universiteti; Bakı, Azərbaycan

E-mail: [rmahmudova035@gmail.com](mailto:rmahmudova035@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0006-7012-8036>

**Məqaləyə istinad:** Mahmudova, R. [2026]. Radioaktiv Maddələr və Radiasiyadan Mühafizə Üsulları. *History of Science jurnalı*, 7(2), səh.386-392.

<https://doi.org/10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.386-392>

**Məqalənin tarixçəsi:**

Daxil olub: 05.03.2026

Yenidən baxılıb: 06.04.2026

Təsdiqlənib: 01.06.2026

Dərc olunub: 15.06.2026



## РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ РАДИАЦИИ



Расима Махмудова<sup>1</sup> 

УДК: 539.16:614.876:621.039.58

ББК: 22.383:68.9:51.26

НоS: 182

doi: 10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.386-392

### Ключевые слова:

Радиоактивные вещества,  
Радиоактивность,  
Ионизирующее излучение,  
Период полураспада,  
Радиационная безопасность

### АННОТАЦИЯ

В данной статье системно рассматриваются научная сущность радиоактивных веществ, основные виды ионизирующего излучения, их биологическое воздействие, сферы применения и принципы радиационной защиты. Радиоактивность определяется как самопроизвольное превращение нестабильных атомных ядер, а такие ключевые понятия, как радионуклиды, радиоактивный распад, активность и период полураспада, раскрываются на основе современных научных представлений. Проводится сравнительный анализ естественной и искусственной радиоактивности, а также рассматриваются особенности альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучения. В статье исследуются механизмы воздействия ионизирующего излучения на живые организмы, включая повреждение ДНК, а также детерминированные и стохастические биологические эффекты. Оцениваются возможности применения радиоактивных веществ в медицине, промышленности, ядерной энергетике и сельском хозяйстве с учетом их преимуществ и потенциальных рисков. Кроме того, анализируются основные принципы радиационной безопасности: обоснование, оптимизация (ALARA) и ограничение доз облучения. Особое внимание уделяется принципам времени, расстояния и экранирования, методам защиты от внешнего и внутреннего облучения, дозиметрическому контролю и обращению с радиоактивными отходами. В заключение подчеркивается, что безопасное использование радиоактивных веществ возможно только при сочетании научных знаний, нормативно-правового регулирования и профессионального контроля. Особо отмечается важность формирования культуры безопасности и внедрения систем непрерывного мониторинга. Такой подход способствует надежной защите здоровья человека и окружающей среды.

### Область исследования:

Физика,  
математика и  
технические науки

### Научная область:

Ядерная физика

<sup>1</sup> Преподаватель, Кафедра безопасности жизнедеятельности, Бакинский государственный университет; Баку, Азербайджан  
E-mail: [rmahmudova035@gmail.com](mailto:rmahmudova035@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0006-7012-8036>

Цитировать статью: Махмудова, Р. [2026]. Радиоактивные Вещества и Методы Защиты от Радиации. *Журнал History of Science*, 7(2), с.386-392.

<https://doi.org/10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.386-392>

**История статьи:**

Поступила: 05.03.2026

Переработана: 06.04.2026

Принята: 01.06.2026

Опубликована: 15.06.2026



## 1. Giriş

Radioaktivlik müasir təbiətşünaslığın, tibbin, sənayenin və energetikanın inkişafında mühüm yer tutan fundamental hadisədir.

Henri Bekkerelin 1896-cı ildə uran duzlarının spontan şüalanmasını müşahidə etməsi radioaktivliyin elmi tədqiqinə başlanğıc verdi; daha sonra Mariya və Pyer Kuri bu sahəni inkişaf etdirərək polonium və radiumu ayırd etdilər. Bu hadisələr nüvə fizikası və radiobiologiyanın formalaşmasına güclü təkan verdi [Krane, 1988; Nobel Prize Outreach AB, 2026].

Müasir mərhələdə radioaktiv maddələrdən istifadə yalnız nəzəri maraq kəsb etmir. Radionuklidlər diaqnostika və şüa terapiyasında, qapalı mənbələr sənaye nəzarətində, nüvə parçalanması elektrik enerjisi istehsalında, ionlaşdırıcı şüalanma isə seleksiya və material emalında tətbiq edilir [WHO, 2023; IAEA, 2014]. Lakin faydalı tətbiqlərlə yanaşı, ionlaşdırıcı radiasiya düzgün idarə olunmadıqda insan sağlamlığı və ətraf mühit üçün risk yaradır. Buna görə radioaktiv maddələrin öyrənilməsi iki istiqamətdə aparılmalıdır: bir tərəfdən onların fiziki mahiyyəti və tətbiq imkanları, digər tərəfdən isə radiasiya təhlükəsizliyinin elmi və normativ əsasları.

Məqalənin məqsədi radioaktiv maddələr haqqında elmi əsaslandırılmış, terminoloji cəhətdən dəqiq və jurnal nəşri üçün uyğun qısa icmal təqdim etməkdir. Məqələdə xüsusilə bir mühüm məqam vurğulanır: radioaktivliklə əlaqəli ionlaşdırıcı şüalanma radio dalğaları, görünən işıq və əksər ultrabənövşəyi diapazon kimi qeyri-ionlaşdırıcı şüalanma növləri ilə qarışdırılmamalıdır. Bu fərqləndirmə həm nəzəri baxımdan, həm də təhlükəsizlik tədbirlərinin seçimi baxımından prinsipialdır [WHO, 2023].

## 2. Radioaktivliyin elmi əsasları

Radioaktivlik atom nüvəsinin qeyri-sabitliyi nəticəsində spontan çevrilməsi və bu çevrilmə zamanı enerjinin hissəciklər və ya elektromaqnit şüalanması şəklində ayrılmasıdır. Qeyri-sabit nüvələr radionuklid adlanır. Radioaktiv çevrilmə statistik xarakter daşıyır: ayrıca bir nüvənin nə zaman parçalanacağını dəqiq demək mümkün olmasa da, çox sayda nüvə üçün parçalanma qanunauyğunluğu riyazi olaraq təsvir edilir. Aktivlik  $A = \lambda N$  münasibəti ilə ifadə olunur; burada  $\lambda$  parçalanma sabiti,  $N$  isə müəyyən anda mövcud radionuklid nüvələrinin sayıdır. Aktivliyin SI vahidi bekkereldir (Bq) və 1 Bq saniyədə bir parçalanmaya bərabərdir [WHO, 2023; Krane, 1988].

Yarımparçalanma müddəti radionuklid nüvələrinin yarısının parçalandığı zaman intervalıdır və  $T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$  düsturu ilə müəyyən edilir. Bu göstərici hər radionuklid üçün spesifikdir və xarici fiziki-kimyəvi şəraitdən, bir qayda olaraq, asılı olmur. Məhz buna görə yarımparçalanma müddəti radionuklidlərin identifikasiyasında və onlarla işin planlaşdırılmasında əsas parametrlərdən biridir [Krane, 1988; WHO, 2023].

Radioaktivlik mənşəyinə görə təbii və süni olmaqla iki əsas qrupa ayrılır. Təbii radioaktivlikdə qeyri-sabit nüvələr təbiətdə mövcuddur; uran, torium və onların parçalanma sıraları buna nümunədir. Süni radioaktivlik isə nüvə reaksiyaları və ya neytron aktivləşməsi nəticəsində laborator və ya texnoloji şəraitdə yaradılan radionuklidlərlə bağlıdır. Tibbdə istifadə olunan texnesium-99m, yod-131 və sənayedə rast gəlinən kobalt-60 bu qəbildəndir [IAEA, 2014].

İonlaşdırıcı şüalanmanın əsas növləri alfa, beta, qamma və neytron şüalanmasıdır. Alfa hissəcikləri helium nüvələridir; ionlaşdırma qabiliyyəti yüksək, nüfuzetmə qabiliyyəti isə aşağıdır. Buna görə onlar xaricdən nisbətən az təhlükəli, lakin udulma və ya inhalasiya zamanı çox riskli ola bilər. Beta şüalanması elektron və ya pozitron axınıdır; nüfuzetmə qabiliyyəti alfadən böyük, qammadan kiçikdir. Qamma şüaları isə yüksək enerjili elektromaqnit şüalanmasıdır və böyük nüfuzetmə qabiliyyətinə malikdir. Neytronlar elektrik yükü daşımır, maddə ilə qarşılıqlı təsir zamanı dolayı ionlaşdırma yaradır və bioloji

effektivliyi yüksək ola bilər. Rentgen şüaları radionuklid parçalanmasının deyil, elektron proseslərinin məhsulu olsa da, radioloji qorunma baxımından qamma şüalarına yaxın xüsusiyyətlər göstərir və eyni təhlükəsizlik prinsiplərinə tabedir [Hall & Giaccia, 2018; Martin et al., 2018].

Şüalanmanın xarici və daxili ekspozisiya formaları da fərqləndirilməlidir. Xarici şüalanma mənbə orqanizmdən kənarında olduqda baş verir; daxili şüalanma isə radionuklidin inhalasiya, ingestsiya və ya yara vasitəsilə orqanizmə daxil olması ilə əlaqədardır. Praktik mühafizə tədbirlərinin seçimi məhz bu fərqlərə əsasən dəyişir: məsələn, qamma şüaları üçün ekranlaşdırma əsas rol oynadığı halda, alfa-aktiv aerosollar üçün hermetiklik, havalandırma və respirator qorunma daha həlledicidir [WHO, 2023; IAEA, 2014].

### **3. İonlaşdırıcı radiasiyanın bioloji təsirləri və tətbiq sahələri**

İonlaşdırıcı radiasiyanın bioloji təsiri enerji ötürülməsi ilə başlayır və atom-molekulyar səviyyədə hüceyrə, toxuma və orqan səviyyəsinə qədər uzanan zəncirvari proseslərlə davam edir. Şüalanma birbaşa DNT molekulunu zədələyər və ya su radiolizi nəticəsində yaranan sərbəst radikallar vasitəsilə dolayı təsir göstərə bilər. DNT-də təkzəncirli və ikizəncirli qırılmalar, bazaların modifikasiyası, xromosom aberasiyaları və mitozun pozulması baş verə bilər. Bu dəyişikliklər hüceyrə ölümünə, mutasiyalara və uzunmüddətli perspektivdə şiş proseslərinə səbəb ola bilər [Hall & Giaccia, 2018; UNSCEAR, 2020].

Bioloji nəticələr adətən iki böyük qrupa ayrılır. Deterministik təsirlər üçün müəyyən hədd dozası xarakterikdir və doza artdıqca təsirin ağırlığı da artır; dəri eriteması, katarakta, hematopoetik və mədə-bağırsaq sindromları buna nümunədir. Stoxastik təsirlərdə isə baş vermə ehtimalı doza ilə artır, lakin şiddət əvvəlcədən proqnozlaşdırıla bilmir; xərçəng və irsi genetik nəticələr bu qrupa daxildir. Bu bölgü radiasiya təhlükəsizliyi siyasətinin qurulmasında mühüm metodoloji əhəmiyyət daşıyır [ICRP, 2007; UNSCEAR, 2020].

Radioaktiv maddələrin və ionlaşdırıcı şüalanmanın praktik tətbiqləri çoxşaxəlidir. Tibbdə rentgenoqrafiya, kompüter tomoqrafiyası, nüvə təbabəti və şüa terapiyası xəstəliklərin diaqnostika və müalicəsində əvəzsiz vasitələrdir. Lakin tibbi ekspozisiya yalnız klinik göstəriş olduqda əsaslandırılmalı və hər prosedur mümkün minimal doza ilə yerinə yetirilməlidir [WHO, 2023; IAEA, 2018].

Sənayedə radioqrafik nəzarət, qalınlıq və sıxlıq ölçmələri, sterilizasiya və materialların modifikasiyası üçün radionuklid mənbələrindən istifadə olunur. Nüvə energetikasında isə idarə olunan zəncirvari parçalanma böyük həcmdə istilik enerjisi yaradır, bu enerji sonradan elektrik enerjisinə çevrilir. Burada əsas məsələ reaktor təhlükəsizliyi, çoxqatlı mühafizə və radioaktiv tullantıların uzunmüddətli idarə olunmasıdır [IAEA, 2014].

Kənd təsərrüfatında ionlaşdırıcı şüalanmadan toxum və bitki materialında faydalı mutasiyaların induksiyası üçün istifadə edilir. Müasir ədəbiyyatda bu istiqamət “mutation breeding” kimi tanınır və 1930-cu illərdən etibarən seleksiya prosesini sürətləndirmək məqsədilə tətbiq olunur. Bununla belə, belə üsulların səmərəliliyi şüalanma dozəsindən, bitki növündən və sonrakı seleksiya mərhələlərindən asılı olduğuna görə məhsuldarlıqla bağlı ümumiləşdirilmiş yüksək faiz göstəricilərinin bütün hallara şamil edilməsi elmi baxımdan düzgün deyil [IAEA, n.d.].

### **4. Radiasiyadan mühafizənin prinsipləri və əsas üsulları**

Müasir radiasiya təhlükəsizliyi sistemi üç təməl prinsip üzərində qurulur: əsaslandırma, optimallaşdırma və doza məhdudlaşdırılması. Əsaslandırma o deməkdir ki, radiasiya mənbəyi ilə bağlı hər hansı fəaliyyət onun gətirdiyi fayda ilə mümkün zərər arasında məqbul nisbət yaratmalıdır. Optimallaşdırma prinsipi ALARA yanaşması ilə ifadə olunur və dozanın iqtisadi və sosial amillər nəzərə alınmaqla “mümkün olduğu qədər aşağı” səviyyədə saxlanmasını tələb edir. Doza məhdudlaşdırılması isə işçilər və əhali üçün normativ hədlərin aşılmasını nəzərdə tutur [ICRP, 2007; IAEA, 2014].

Beynəlxalq normalara görə peşə fəaliyyəti çərçivəsində ionlaşdırıcı radiasiyaya məruz qalan 18 yaşdan yuxarı işçilər üçün effektiv doza limiti orta hesabla ardıcıl beş il ərzində illik 20 mSv-dir və heç bir ildə 50 mSv-dən artıq olmamalıdır. Əhali üçün illik effektiv doza limiti isə 1 mSv-dir. Bu hədlər tibbi məqsədli xəstə ekspozisiyalarına birbaşa şamil edilmir; belə hallarda əsas məsələ klinik əsaslandırma və optimallaşdırma [IAEA, 2014; IAEA, 2018].

Praktik mühafizə tədbirləri ilk növbədə zaman, məsafə və ekranlaşdırma triadasına əsaslanır. Şüalanma sahəsində qalma vaxtının azaldılması qəbul edilən dozanı birbaşa aşağı salır. Mənbədən məsafənin artırılması xüsusilə nöqtəvi mənbələr üçün tərs kvadrat qanunu əsasında dozanı əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Ekranlaşdırma isə şüalanma növünə uyğun material seçimini tələb edir: alfa şüaları kağız və ya dərinin xarici təbəqəsi ilə, beta şüaları aşağı atom nömrəli materiallarla, qamma və rentgen şüaları qurğuşun, polad və beton kimi sıx materiallarla, neytronlar isə hidrogenlə zəngin materiallar və xüsusi kombinə edilmiş baryerlərlə zəiflədir [Martin et al., 2018; IAEA, 2000].

Daxili şüalanma riski olan hallarda mühafizə yanaşması fərqlənir. Burada əsas məqsəd radionuklidin orqanizmə daxil olmasının qarşısını almaqdır. Bunun üçün qapalı texnoloji sistemlər, yerli sorucu havalandırma, kontaminasiya nəzarəti, qoruyucu geyim, əlcək, respirator və səthlərin müntəzəm monitorinqi tətbiq edilir. İş yerləri kontrollu və nəzarət zonalarına ayrılır, giriş-çıxış rejimi müəyyən edilir və dekontaminasiya prosedurları əvvəlcədən hazırlanır [IAEA, 2014].

Fərdi və istehsalat dozimetrik nəzarəti radiasiya təhlükəsizliyinin ayrılmaz hissəsidir. Şüalanma riski olan işçilər fərdi dozimetr daşımalı, iş yerlərində sahə monitorları, kontaminasiya detektorları və siqnalizasiya sistemləri quraşdırılmalıdır. Qeydlərin dəqiq aparılması, avadanlığın periodik kalibrlənməsi və normadan kənar halların təhlili təhlükəsizlik sisteminin etibarlılığını artırır. Eyni dərəcədə vacib məsələ təhlükəsizlik mədəniyyətidir: işçilərin ilkin və təkrar təlimi, fəvqəladə hallar üzrə məşqlər, yazılı prosedurlar, mənbələrin inventar nəzarəti və rəhbərliyin məsuliyyətli davranışı texniki mühafizəni tamamlayır [IAEA, 2018; Health Physics Society, 2019].

Radioaktiv tullantıların idarə olunması mühafizə tədbirlərinin son, lakin çox vacib mərhələsidir. Tullantılar növünə, aktivliyinə və yarımparçalanma müddətinə görə təsnif edilməli, toplama, saxlanma, daşınma və zərərsizləşdirmə prosesləri normativ tələblərə uyğun qurulmalıdır. Xüsusilə yüksək aktivlikli və uzunömürlü tullantılar üçün geoloji və mühəndis baryerlərinə əsaslanan çoxpilləli həllər tələb olunur. Deməli, radiasiyadan mühafizə təkcə iş yerində ekran qoymaqla məhdudlaşmır; o, mənbənin həyat tsiklinin bütün mərhələlərini əhatə edən kompleks idarəetmə sistemidir [IAEA, 2014].

## 5.Nəticə

Radioaktiv maddələr nüvə fizikasının və tətbiqi radiasiya texnologiyalarının əsasını təşkil edir. Onların elmi dəyəri və praktik faydası böyükdür: tibb, sənaye, energetika və aqrar sahədə mühüm nəticələr məhz ionlaşdırıcı şüalanmanın idarə olunan tətbiqi hesabına əldə edilir. Lakin bu potensial yalnız radiasiya riskləri düzgün qiymətləndirildikdə və mühafizə tədbirləri sistemli şəkildə tətbiq edildikdə cəmiyyət üçün real faydaya çevrilir.

Elmi baxımdan radioaktivlik nüvənin qeyri-sabitliyi, yarımparçalanma, aktivlik və şüalanma növləri kimi anlayışlarla izah olunur; praktiki baxımdan isə əsas məsələ xarici və daxili ekspozisiyanın qarşısının alınmasıdır. Müasir radiasiya təhlükəsizliyi konsepsiyası əsaslandırma, ALARA optimallaşdırması, doza limitləri, zaman–məsafə–ekranlaşdırma prinsipi, kontaminasiya nəzarəti, dozimetrik monitorinq, təhlükəsizlik mədəniyyəti və tullantıların idarə olunması kimi qarşılıqlı bağlı elementlərdən ibarətdir.

Beləliklə, radioaktiv maddələrlə təhlükəsiz davranış yalnız texniki cihazların mövcudluğu ilə təmin edilmir. Bu, eyni zamanda, elmi hazırlıq, hüquqi-normativ çərçivə,

institusional nəzarət və yüksək peşəkar məsuliyyət tələb edən çoxsahəli fəaliyyətdir. Məhz bu yanaşma radioaktiv maddələrin faydalı potensialını qorumağa və onların insan sağlamlığına, cəmiyyətə və ətraf mühitə mümkün mənfi təsirlərini minimuma endirməyə imkan verir.

## 6. REFERENCES

1. Nobel Prize Outreach AB. (2026). *The Nobel Prize in Physics 1903*. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/summary/> (in English)
2. Hall, E. J., & Giaccia, A. J. (2018). *Radiobiology for the radiologist* (8th ed.). Wolters Kluwer. (in English)
3. Health Physics Society. (2019). *Radiation safety principles*. <https://hps.org/> (in English)
4. International Atomic Energy Agency. (2000). *Radiation protection and safety in industrial radiography*. IAEA. (in English)
5. International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards (GSR Part 3)*. IAEA. (in English)
6. International Atomic Energy Agency. (2018). *Occupational radiation protection* (IAEA Safety Standards Series No. GSG-7). IAEA. (in English)
7. International Atomic Energy Agency. (n.d.). *Mutation breeding*. <https://www.iaea.org/topics/mutation-breeding> (in English)
8. International Commission on Radiological Protection. (2007). *The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103)*. Elsevier. (in English)
9. Krane, K. S. (1988). *Introductory nuclear physics*. John Wiley & Sons. (in English)
10. Martin, A., Harbison, S., Beach, K., & Cole, P. (2018). *An introduction to radiation protection* (7th ed.). CRC Press. (in English)
11. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2020). *Sources, effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2020 report*. United Nations. (in English)
12. World Health Organization. (2023, July 27). *Ionizing radiation and health effects*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-and-health-effects> (in English)