

# Ibn Sinina, Al-Ghazalijeva i Al-Baghdaadijeva korekcija Aristotelove fizike

**Maksuda Muratović**

J. U. Gimnazija Živinice, Živinice, Bosna i Hercegovina

## **Rezime**

U radu je vršeno istraživanje na temu *Korekcije Aristotelove fizike od strane Ibn Sine, Al-Ghazalija i Al-Baghdaadija*. Aristotelova fizika bila je dominantna u znanosti čitavih 2000 godina, od IV st. p. n. e., pa do kraja XVI st. n. e. Istaknuto je da se u znanstvenim krugovima na Zapadu smatra da je srednji vijek doba mraka u znanosti, odnosno fizici, te da je među malo-brojnijim fizičarima Aristotelova fizika prihvaćena nekritički. Analizom radova određenog broja srednjovjekovnih arapskih fizičara zaključeno je da su arapski fizičari, uvođenjem eksperimentalnog i matematičkog dokaza u znanstveni metod, ne samo održali kontinuitet u razvoju fizike između antičkog doba i renesanse, već i znatno korigirali i usavršili Aristotelovu fiziku.

**Ključne riječi:** Aristotelova fizika, srednji vijek, atomizam, arapski fizičari, eksperiment

## Uvod

**A**ristotel je bio najznačajniji znanstvenik antike, začetnik fizike, odnosno prirodne filozofije. Njegova knjiga *Fizika*, u kojoj se bavio istraživanjem prirode, dala je ime za fiziku. Međutim u Aristotelovoj *Fizici* nema matematičkih formula niti opisa eksperimenata i pribora za eksperimente. Do svojih rezultata u fizici dolazi samo putem logičkog rasuđivanja i analize. Dijalog i rasprava bio je osnovni metod njegova učitelja Platona. Svoje zaključke izvodi *deduktivnim putem*. Unaprijed postavlja neke principe, onda svoju sliku svijeta gradi prema njima. Aristotelov model fizike zasnovan je na *viđenju svijeta zdravim razumom* i polazi od posmatranja koja su ljudima bliska. I kao takva, njegova fizika održala se dvije hiljade godina, sve do XVII st.

Osnovni principi Aristotelove fizike jesu:<sup>1</sup>

1. Tijelo se kreće samo dok na njega djeluje sila. Brzina kretanja tijela proporcionalna je pokretačkoj sili.
2. Prirodno stanje tijela jeste mirovanje. Teška tijela kreću se prema centru Zemlje, koja je centar svijeta, a lahka tijela kreću se uvis kao svom prirodnom mjestu.
3. Teško tijelo brže pada od lakog.
4. Kretanje tijela u području Zemlje (sublunarno područje) prirodna su ili prinudna i nesavršena su. Kretanja nebeskih tijela (supralunarno područje) "voljna" su, trajna i savršena, iako na njih ne djeluje vanjska sila.
5. Zemlja je nepomična i centar je svijeta, a nebeska tijela kreću se oko nje savršenom kružnom putanjom.
6. Svemir je nepromijenjenog oblika, oduvijek postoji i ima fizičke granice.
7. **Četiri su osnovna elementa zemaljskog svijeta: vatra, zemlja, voda i zrak. Postoji i peti element – eter, nebeska materija, od koje je izgrađeno nebo i zvijezde po volji "prvog pokretača".**
8. Objekti u nebeskom području ne sastoje se od zemljine materije.

<sup>1</sup> Aristotel, *Fizika*, 1936. Per. V. P. Karpova, Socekgiz, Mosqua.

9. Ne postoji prazan prostor, tj. ne postoji prostor ako u njemu nema tvari.

### **Opće karakteristike islamske srednjovjekovne znanosti**

Proučavanje fizike u srednjovjekovnom islamskom svijetu udaljilo se od temeljnih linija Aristotelova učenja. Doprinos prirodnim znanostima išao je duž triju linija. Prvu liniju su činili znanstvenici koji se nisu mnogo udaljili od Aristotelova učenja. To su tzv. aristotelovci. Drugom linijom išli su teolozi koji su oponirali peripateticima (aristotelovskoj školi), jer je učenje peripatetika bilo u suprotnosti s monoteističkim učenjem o postanku svijeta i njegovu kraju. Neki od njih, kao što je Al-Ghazali, otišli su vrlo duboko u tumačenje prostora, vremena i materije i dali znatan doprinos razvoju fizike. Najveći značaj za razvoj fizike imala je treća linija – linija eksperimentatora. Zahvaljujući njima, fizika postaje eksperimentalna znanost, što je bio veliki korak naprijed u razvoju fizike i ostalih prirodnih znanosti. Na Zapadu je uvriježeno mišljenje da je srednji vijek doba mraka i da se u znanosti ništa značajno nije događalo. Međutim, oni zanemaruju činjenicu da je razdoblje od VIII do XVI st. doba procvata islamske znanosti. Sve rasturene niti antičke znanosti, u periodu od polovine V st. pa do polovine VII st., ponovo su bile prikupljane u velikom srednjovjekovnom carstvu koje su osnovali Arabljeni.

Za znanost u tom periodu upotrebljava se termin islamska znanost i arapska znanost. I jedan i drugi termin treba uzeti uvjetno. Termin arapski znanstvenici koristi se za znanstvenike koji su djelovali na prostoru srednjovjekovnog arapskog carstva od VII do XVI st., mada je među njima najviše bilo Perzijanaca, ali i nemuslimana.

Poslije Hidžre, 622. godine, Arapi su vrlo brzo zavladao velikim prostorom Bliskog i Srednjeg istoka, a zatim cjelokupnim prostorom od Indije pa do Španije duž Sredozemlja. Umjesto grčkog i latinskog jezika, državni jezik postaje arapski. Arabljeni su prisvojili znanost isto tako lahko kao i tuđe zemlje. Halifa Harun al-Rašid (VIII st.) naredio je da se prevedu na arapski jezik sva dostupna djela antičkih i indijskih znanstvenika, a njegov nasljednik Al-Me'mun plaćao je kilogram zlata za kilogram prevedenog djela sa grčkog, perzijskog, hebrejskog i saaskrit jezika (jezik Arijaca u Indiji). Polovinom VIII st. iz Kine dolazi papir te se na veliko proizvodi u Bagdadu i Samarkandu. Prva istaknuta znanstvena

ustanova u Bagdadu bila je *Kuća mudrosti*, koju je 830. godine osnovao Al-Me'mun. Najveći univerzitet u islamskom svijetu bio je *Al-Azhar* u Egiptu (1023), a u islamskoj Španiji postojali su univerziteti u Kordobi, Sevilji, Granadi i Malagi.

Na univerzitetima su postojali, između ostalih, odsjeci za matematiku, astronomiju i medicinu. Studirali su i kršćani iz Evrope, a u Evropi su univerziteti, po ugledu na arapske, osnovani tek početkom XIII st. (Pariz, 1200.; Oxford, 1214). U prirodnim znanostima islamski svijet dao je veliki doprinos čovječanstvu u razvoju matematike, fizike, astronomije, hemije, biologije, geografije... Islamski znanstvenici postavili su novu metodologiju znanstvenoistraživačkog rada. Prirodne znanosti oslobodile su se atmosfere čistog razmišljanja, koja je karakterizirala antičko doba, i postale su eksperimentalne znanosti. Prvi put vrše se kontrolni eksperimenti, uvodi srednja vrijednost mjerenja... Bio je to veliki korak naprijed. Značajan događaj za evropsku znanost bilo je krišćansko osvajanje Toleda 1085. godine, koji je do tada bio pod Arabljanima. Poslije toga, Toledo postaje prevodilački centar djela antičkih i arapskih znanstvenika s arapskog na latinski jezik. Sve do XVIII st. nijedan znanstveni rad nije bio relevantan ukoliko nije bio zasnovan na arapskim izvorima.

Otkuda tolika sklonost srednjovjekovnog islamskog svijeta prema znanosti? *Islamska filozofija jeste teološka, ali i racionalistička* i ona daje visoko mjesto razumu kao sredstvu objašnjenja svega. Osnovu takvog stava nalazi u Kur'anu, a sve egzaktne znanosti smatraju sastavnim dijelom prirodne filozofije. Najveći filozofi-znanstvenici bili su: *Al-Kindi*, *Al-Farabi*, *Al-Razi*, *Ibn al-Haytham (Alhazen)*, *Ibn Sina (Avicenna)*, *Al-Biruni*, *Al-Ghazali*, *Ibn Rušd (Averroes)* i drugi. Oni su bili istovremeno i filozofi, ljekari, matematičari, fizičari, astronomi itd. Između velikog broja islamskih znanstvenika, u ovom radu obradit ćemo one koji su najviše korigirali Aristotelovu fiziku i koji su najviše utjecali na pojavu renesanse u Evropi sredinom XV st.

### Ibn Sina (Avicenna, 980–1037)

Ibn Sina (980–1037) rođen je u Buhari u istočnom dijelu islamskog svijeta gdje je ostao cijeli život. Na Zapadu je poznat kao Avicenna i zasigurno je jedna od najpoznatijih ličnosti u historiji islamske filozofije i znanosti općenito. Islamska znanost sa ovim liječnikom, filozofom,

filologom, astronomom itd. dostigla je svoju kulminaciju. Napisao je oko stotinu djela iz filozofije, medicine, geometrije, astronomije, teologije i umjetnosti. Među njegovim najznačajnijim djelima jeste *Kitab al-Shifa (Knjiga liječenja)*, filozofska enciklopedija bazirana na Aristotelovoj tradiciji, zatim *Al-Qanun fi al-Tibb*, koji predstavlja konačnu kodifikaciju grčko-arapske medicinske znanosti. Ovo djelo, poslije prevođenja na latinski jezik, bilo je ključno za medicinsko obrazovanje na evropskim univerzitetima sve do kraja VIII st. Djelo Ibn Sine *Al-Shifa* ima posebno poglavlje o matematici i prirodnim znanostima. Pisao je o konceptu sile odnosno impulsu sile koji Ibn Sina naziva *inklinacija*. Aristotelovu tvrdnju da je za svako kretanje, pa i za jednoliko, potrebna sila kritikovao je u VI stoljeću znanstvenik Filiponos, a Filiponosovo učenje nastavio je Ibn Sina. Smatrao je da se kretanje nastavlja zbog “inklinacije”, koja se prenosi od tijela koje je pokrenulo kretanje na tijelo koje se kreće. Za razliku od Filiponosa, koji je smatrao da bi “utisnuta sila” opadala i u vakuumu, Avicenna je smatrao da se *inklinacija u vakuumu ne bi iscrpila i kretanje ne bi prestalo!*<sup>2</sup>

Smatrao je da se svjetlost prostire konačnom brzinom. Koristio se *zračnim toplomjerom* za mjerenje temperature tijela. Napisao je jednu knjigu o teoriji muzike i više rasprava o astronomskim instrumentima, te položaju Zemlje u svemiru. Ibn Sina bio je veliki pobornik Aristotelove filozofije. Međutim, kada su u pitanju prirodne znanosti, konkretno fizika, Ibn Sina imao je određene rezerve prema Aristotelovim stavovima. Posebno je kritizirao Aristotelovu znanstvenu metodu. U jednom dijelu svoje *Knjige o liječenju* pod naslovom *O metodu demonstracije*, komentira Aristotelov metod znanstvenog istraživanja.

Ibn Sina kritizira Aristotelovu indukciju i kaže da “ona ne vodi do apsolutnih, univerzalnih i pouzdanih premisa koje bi trebala osigurati.”<sup>3</sup> Umjesto toga, Ibn Sina razvija metod eksperimenta kao sredstva znanstvenog istraživanja. Ibn Sina postavlja pitanje “kako doći do saznanja o osnovnim znanstvenim principima?”<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Nasr, S. H., 2007. *Avicenna*, Enciclopedia Britannica, On-line.

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> Ibid.

Ibn Sina se pita “kojim putem znanstvenik dolazi do odgovarajućih polaznih aksioma ili hipoteza deduktivne znanosti, a da ih ne izvodi iz nekih drugih osnovnih premisa.”<sup>5</sup>

U mehanici Ibn Sina opovrgava Aristotelovu tvrdnju da se tijela kreću samo dok na njih djeluje sila. On je prihvatio Filiponosovo učenje (IV st.) po kojem se izbačeno tijelo u praznini (vakuumu) ne bi zaustavilo. Izvor kretanja (npr. izbacivač kamena) saopćava tijelu izvjesnu netjelesnu pokretačku silu koja pri svom isteku dovodi kretanje do kraja. Ibn Sina prihvata Filiponosov stav i ne razmatra samo teorijski kretanje u praznini već i realno kretanje bačenog tijela koje nailazi na otpor. Ibn Sina smatra da tijelo preuzima od “pokretača” ono što se naziva “mejl”. Taj termin u latinskim testovima preveden je kao inklinacija, što znači težnja koja čini kretanje mogućim. Ova težnja postepeno se “troši” na savlađivanje otpora sredine sve dok se kretanje ne završi. U vakuumu, u kojem nema otpora, kretanje bi se nastavilo beskonačno. Prema Ibn Sini, to utisnuto kretanje (mejl) proporcionalno je proizvodu težine tijela i njegove brzine (što bi današnjim rječnikom izrazili kao proizvod mase i brzine,  $m \cdot v$ , što predstavlja impuls tijela). Taj termin, kasnije u skolastici, nazvan je impuls, što je preteče koncepta inercije u Newtonovim zakonima kretanja.

Avicenninu teoriju impulsa prihvatio je Buridan u XIV st. dodajući da ne postoji samo linearni impuls već i kružni koji uzrokuje da se nebeska tijela kreću kružno i kaže: “Bog, kada je stvarao svijet, pokrenuo je svaku nebesku orbitu kako je želio i saopćio im impuls koji će ih kasnije pokretati, bez potrebe da ih On pokreće.”<sup>6</sup> Njihova teorija zove se “Ibn Sina-Buridanova teorija impetusa.”

Ibn Sina pokušavao je protumačiti i disperziju svjetlosti, odnosno postanak duge. Za razliku od Alhazena, koji je postanak duge tumačio čisto geometrijski, Ibn Sina prvi je naglasio ulogu kišnih kapi u formiranju duge, i to se kasnije pokazalo kao ispravno. Alhazen smatra da se duga formira na tamnom oblaku, a Avicenna da se duga formira na veoma tankoj izmaglici koja se nalazi između oblaka i Sunca, odnosno oka posmatrača. Oblak, po njegovu mišljenju, služi kao podloga ovoj tankoj supstanci. Kada je zalijevao bašču po sunčanom vremenu,

<sup>5</sup> Ibid.

<sup>6</sup> Nasr, S. H., 1993. *An Introduction to Islamic Cosmological Doctrines*, Harvard University Press.

uvjerio se da za pojavu duge uopće nije potreban oblak, već samo sunčeva svjetlost i vodene kapljice. Smatrao je da je raspored boja ustvari subjektivan doživljaj u oku, a takvo tumačenje ne bi danas prihvatili. Pravilno tumačenje duge dali su tek krajem XIII st. perzijski znanstvenici Al-Shirazi i Al-Farizi. Ibn Sina prvi je upotrijebio *zračni toplomjer* za mjerenje temperature zraka u svojim znanstvenim ogledima i za mjerenje temperature čovječijeg tijela u medicinskoj dijagnostici. Sličan toplomjer korišten je u Evropi tek 500 godina kasnije. Ibn Sina vrlo je razumno govorio o toplinskom kretanju zraka, odnosno isparavanju vode. U astronomiji je kritizirao Aristotelov prikaz zvijezda koje, prema Aristotelu, primaju svjetlost od Sunca. Ibn Sina kaže da su zvijezde “samosvijetleće” (izvor svjetlosti). U svom djelu *Compedium* komentira Ptolomejev *Almagest* i kaže da je Venera bliža Zemlji od Sunca. Tu tvrdnju temeljio je na osnovu posmatranja kretanja Venere u toku 1030. godine. Njegov student Al-Juzani tvrdi da je Ibn Sina riješio problem ekvanta u Ptolomejevom modelu (kada bi se kretanje planete posmatralo iza ekvanta, a to je tačka blizu površine Zemlje, onda bi putanja planete bila kružna).

#### Al-Baghdaadi (1080–1165)

Kao vrsne komentatore i kritičare Aristotelove fizike treba istaći i arapskog fizičara, jevrejskog porijekla al-Baghdaadija. Živio je i radio u Bagdadu. Njegova misao imala je veliki utjecaj na islamsku znanost i filozofiju. Al-Baghdaadi je bio sljedbenik učenja Ibn Sine, koje je dobilo naziv avicenizam. U svom djelu *Kitab al-Mu'tabir* napisao je kritiku aristotelovske fizike u kojoj je razvio nekoliko koncepata koji nalikuju modernim teorijama u fizici. Al-Baghdaadi decidno razlikuje pojmove brzine i ubrzanja, po kome je ubrzanje tijela rezultat promjene njegove brzine. Razmatra ubrzano kretanje tijela pri slobodnom padu, čime je bio preteča Galilejeva proučavanja slobodnog pada. Prihvatio je Filiponosovo i Ibn Sinino shvatanje impetusa, ali se nije složio s Ibn Sinom u pogledu neprekidnosti kretanja u praznini. Smatra da se impetus smanjuje i u praznini s udaljenošću tijela od mjesta izbacivanja.

Al-Baghdaadi je prvi ozbiljno opovrgao temeljni princip Aristotelove dinamike, prema kojem konstantna sila proizvodi konstantno jednoliko kretanje, čija je brzina srazmjerna sili koja uzrokuje kretanje ( $v \sim F$ ). Umjesto toga, Baghdaadi tvrdi da konstantna sila proizvodi

ubrzano kretanje i da je to ubrzanje proporcionalno sili ( $a \sim F$ ). Na taj način Baghdaadi je preteča za konstituiranje drugog Newtonova zakona mehanike. Al-Baghdaadi uvodi pojam relativnoga kretanja, tj. kretanja tijela u odnosu na drugo tijelo. Na indirektan način uvodi u fiziku pojam tijela referencije. On polemizira i o Aristotelovoj definiciji vremena. Prema Aristotelu, "vrijeme je mjera kretanja", a za Baghdaadija je to neprecizna definicija, postavljajući pitanje da li je bolja definicija "kretanje je mjerilo vremena", kao i pitanje je li vrijeme i mjerilo mirovanja? Baghdaadi smatra da je vrijeme filozofski pojam i "mjerilo bitka". Na taj način je zaintrigirao kasnije filozofe i znanstvenike da o vremenu i prostoru raspravlja sveobuhvatnije.

### Al-Ghazali (Algazel, 1058–1111)

Al-Ghazali je bio jedan od najvećih mislilaca srednjovjekovnog Istoka. Rodio se u Tusu, u perzijskoj provinciji Khorasan, odakle potječu najveći islamski znanstvenici i umjetnici. Napisao je preko 70 djela iz filozofije, teologije, prirodnih znanosti... Studirao je fiqh (islamsko pravo) u Gurgonu, a 1091. godine imenovan je za glavnog profesora u Nizamiji u Bagdadu, gdje je imao preko 300 studenata. Iz oblasti prirodne filozofije glavno Al-Ghazalijevo djelo jeste *Nesuvislost filozofa*,<sup>7</sup> u kojem osporava skoro sve stavove Aristotelove fizike. Povod za pisanje ovoga remek-djela bio je teološki, tj. oponiranje Aristotelovim stavovima koji se suprotstavljaju osnovnim principima islama: da je svijet postao i da će nestati. Naime, Aristotel tvrdi da svemir oduvijek postoji i da je fizički ograničen. Međutim, u svojoj raspravi, u kojoj kritizira islamske aristotelovce, Al-Farabija i Ibn Sinu, daleko je prevazišao teološke rasprave i na visokom nivou raspravlja o fizikalnim pojmovima prostora, vremena i kretanja. Ta njegova rasprava utjecala je kasnije na razvoj modernog poimanja prostora, vremena i kretanja. Suprotno tvrdnjama antičkih grčkih filozofa, poput Aristotela, koji je vjerovao da univerzum ima beskonačnu prošlost bez početka, srednjovjekovni teolozi i filozofi razvili su novi koncept univerzuma. Njihov koncept predviđa prošlost koja ima svoj početak. Ovakav stav inspirirali su pogledi o stvaranju univerzuma unutar triju abrahamovskih religija: judaizma, kršćanstva i islama. Istaknute argumente protiv Aristotelove ideje o beskonačnosti

<sup>7</sup> Al-Ghazali, 1993. *Nesuvislost filozofa*, prijevod s arapskog, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.



univerzuma prvi su iznijeli filozofi: Philopones (IV st.), Al-Kindi (VIII st.), Saadia Gaon (IX st.) i napokon Al-Ghazali (XI st.) koji je iznio najuvjerljivije dokaze. On je predložio dva argumenta protiv ideje o univerzumu beskonačne prošlosti.

Prvi argument bio je da kategorija beskonačnost ustvari i ne postoji, a glasi:<sup>8</sup>

1. "Stvarna beskonačnost ustvari i ne postoji... Beskonačno vremensko vraćanje unatrag jeste stvarna beskonačnost!"
2. "Stvarna beskonačnost se ne može dovršiti sukcesivnim dodavanjem... Vremenske serije prošlih događaja ne mogu biti stvarna beskonačnost..."

Drugi Al-Ghazalijev argument populariziran je nakon što ga je Immanuel Kant (XVIII st.) aktualizirao u svojoj drugoj tezi, koja se odnosi na prvi paradoks o vremenu.

Evo nekoliko Ghazalijevih citata.<sup>9</sup>

"Mi vjerujemo da su vremenska razdoblja i samo vrijeme stvoreni... Aristotelovci kažu da je i prije postojanja svijeta i vremena postojalo vrijeme kada svijet nije postojao... U skladu s tim moralo je postojati bezgranično vrijeme prije vremena... Iz vječnosti vremena slijedi i vječnost kretanja... Ja smatram da je vrijeme imalo početak i da je stvoreno. A prije tog početka nije bilo nikakva vremena..."

Evo šta o tome kaže vodeći savremeni astrofizičar Stephen Hawking (1942) u svojoj knjizi *Kratka povijest vremena*: "Vrijeme počinje s 'Velikim praskom' i ranija vremena nisu se mogla definirati... Pojam vremena besmislen je prije nastanka svemira..."<sup>10</sup>

Navest ćemo još nekoliko zanimljivih citata iz Ghazalijeve *Nesuvislosti filozofa*:<sup>11</sup>

"Ako se kaže da nema ničega izvan obujma svijeta takvo nešto mašta ne može prihvatiti... Najprikladniji način suprotstavljanja ovom stavu jeste usporedba vremena s prostorom. Da li je Stvoritelj imao moć stvoriti najvišu sferu većom za jedan lakat od veličine koju je stavio?"

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Nasr, S. H., 1993. *An Introduction to Islamic Cosmological Doctrines*, Harvard University Press.

<sup>11</sup> Al-Ghazali, 1993. *Nesuvislost filozofa*, prijevod s arapskog, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.

Ako kažete ne, to pokazuje nemoć Tvorca. Ako kažete da, tada će biti dopustiva i dva lakta, tri lakta... Stoga, mora postojati i prostor izvan Aristotelova svijeta, ispunjen ili prazan...”

Ovo Ghazalijevo razmišljanje utjecalo je na Descartesa, koji svemiru pripisuje i beskonačnost i vječnost. Ipak, Ghazali nije u potpunosti prepoznao mogućnosti svoje metode. Aristotel i antički znanstvenici smatrali su da je svemir ograničen i da oduvijek postoji.

U sljedećem citatu Ghazali, maglovito, nagovještava relativnost vremena i evoluciju:<sup>12</sup>

“Materija može poprimiti bilo koje promjenjivo svojstvo. Prašina i svi drugi elementi preoblikuju se u biljke. Krv postaje sperma koja oploduje maternicu i razvija se živo biće... Tvorac može okretati materiju kroza sve ove mijene u kraćem vremenskom razdoblju... Ovo je način po kojem se djelovanje prirodnih procesa može ubrzati...”

Prema Aristotelu i Newtonu, vrijeme je apsolutno. Ghazali postavlja pitanje “da li je rastegljivost vremena moguća i neovisna od promjene brzine materijalnog procesa. Ako jeste, onda je relativno subjektivno vrijeme, a ako nije, onda je relativno objektivno vrijeme.”<sup>13</sup>

Teorija relativnosti odbacuje apsolutno vrijeme. Prostor i vrijeme su relativni. Svemir mora imati početak i vjerovatno i kraj... Također, Copernikusov heliocentrični sistem odbacuje zamisao da svemir ima fizičke granice.

Ghazali dalje kaže:<sup>14</sup>

“Vidljivi svijet materijalni je svijet i podložan je zakonima evolucije, tj. promjenama. Nevidljivi svijet duhovni je svijet.”

Ghazali osporava Aristotelovu tvrdnju o prirodnom kretanju nebeskih tijela:<sup>15</sup>

“Kretanje neba prisilno je i princip njegova kretanja jeste volja Stvoritelja... I slobodan pad kamena također je prisilan...”

Gornji citat odnosi se na Ghazalijevu teoriju uzročnosti po kojoj se kretanje neživih tijela podvrgava Božijoj volji, odnosno ona se ne vrše sama po sebi.

<sup>12</sup> Ibid.

<sup>13</sup> Ibid.

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Ibid.

“Sva kretanja i na nebu i na Zemlji podvrgnuta su istom principu...”<sup>16</sup>

Ghazali naglašava, nasuprot Aristotelu, da isti fizikalni zakoni važe i za nebesko i za zemaljsko područje:

“U slučaju nebeskih tijela, samo je jedan uzrok kretanja. On je isti kao i slobodan pad kamena...”<sup>17</sup>

Ghazalijevo razlikovanje kretanja samog po sebi i kretanja uzrokovano djelovanjem pokretača dovelo je da razlikovanja kinematike od dinamike u učenju znanstvenika Merton koledža (Oxford, XIV st.). Ghazali raspravlja i o kretanju po beskonačno malim udaljenostima koje se ne može čulima opaziti već samo matematički dokazati. Kao primjer uzima kretanje sjene štapa, koja se ne kreće putem pomaka i trzaja već kontinuirano, tj. da nikada nije u stanju mirovanja. Na taj način poriče Zenonov paradoks i stvara osnovu teorije beskonačno malih veličina

Galan je smatrao da je Sunce vječno, jer njegovo smanjenje nije zapaženo kroz dugo vremensko razdoblje. Ghazali kaže:<sup>18</sup>

“Ako Sunce, za koje se kaže da je mnogo veće od Zemlje, izgubi količinu koja je veličine brijega, pojava takvog gubitka ne može se zapaziti osjetilima...”

Atomizam je, pored aristotelizma i platonizma, treći metafizički sistem naslijeđen iz grčke tradicije. Grčki atomisti tvrde da su stvarni samo atomi i prazan prostor. To učenje ne prihvata Aristotel.

Al-Ghazali je bio osnivač Ašarijske škole atomizma. Ghazali kaže: “*Atom* je jedina stalna materijalna stvar koja postoji, a sve ostalo u ovom svijetu sasvim je slučajno, tj. nešto što traje samo trenutak. Ništa što je slučajno ne može biti uzrokom nečeg drugoga, izuzev same percepcije, koja traje svega nekoliko trenutaka. Slučajni događaji nisu predmet prirodnih fizičkih uzroka, nego su direktan rezultat stalnih božanskih djelovanja. Prema tome, priroda potpuno ovisi od Stvoritelja.”<sup>19</sup>

U knjizi *Nesuvislost filozofa*, u poglavlju o čovječijoj duši, Ghazali atomizam svodi samo na građu materijalne stvarnosti koja uključuje i svjetlost, ali ne i na objašnjenje ljudske duše. Ghazali kaže: “Nema niti jednog atoma svjetlosti Sunca, niti jednog atoma što postoji na nebesima i Zemlji i onome što leži među njima, koji samom svojom

<sup>16</sup> Ibid.

<sup>17</sup> Ibid.

<sup>18</sup> Ibid.

<sup>19</sup> Ibid.

moćnošću postojanja ne ukazuju na nužno postojanje Stvoritelja...” U jednoj anegdoti kaže: “Muslimani su se toliko uvježbali u podjelama da bi čak i atom podijelili...”<sup>20</sup>

U XIV st. evropski znanstvenici Nicholas i Autrecourt smatrali su da su materija, prostor i vrijeme, sačinjeni od nevidljivih atoma, tačaka i trenutaka, kao i da sve nestaje ili nastaje zbog izmjena materijalnih atoma. Sličnost njihovih i Al-Ghazalijevih ideja ukazuje na to da je Nicholas bio upoznat s Al-Ghazalijevim radom, vjerovatno preko andaluzijskog znanstvenika Averroesa (XII st.), mada sam Averroes nije prihvatao ideju atomizma. Ghazali je smatran misliocem koji je preferirao teologiju na račun prirodnih znanosti. Međutim, njegovo oponiranje Aristotelu nije bilo usmjereno protiv racionalnih dokaza, već samo protiv onog što je bilo u suprotnosti s principima islama – vječnost svijeta. Dokazivao je da vrijeme ima svoj početak i da je svijet beskrajan, te da su zakoni fizike univerzalni i za zemaljsko i za nebesko područje.

## Zaključak

U znanstvenim krugovima na Zapadu smatra se da je srednji vijek bio doba mraka u znanosti, odnosno da je među malobrojnim znanstvenicima Aristotelova fizika bila nekritički prihvatana. Međutim, zanemaruje se činjenica da je u srednjem vijeku centar svjetske znanosti bio u tzv. islamskom svijetu. Sve rasturene niti antičke znanosti, od polovine V pa do polovine VII st., ponovo su prikupljene u velikom srednjovjekovnom carstvu koje su osnovali Arabljani, a koje se prostiralo od Indije pa do Španije u periodu od VIII do XVI st. Arapski znanstvenici ne samo da su održali kontinuitet u razvoju prirodnih znanosti, već su je i znatno unaprijedili te imali ključnu ulogu u pojavi evropske renesanse, Copernicusova heliocentričnog sistema, Newtonovih zakona mehanike i zakona gravitacije, Keplerovih zakona...

U prirodnim znanostima islamski svijet dao je veliki doprinos čovječanstvu u razvoju matematike, fizike, astronomije, hemije, biologije, geografije i dr. Razlog tome jeste što je *islamska filozofija racionalistička* i ona daje visoko mjesto razumu kao sredstvu objašnjenja svega, a sve egzaktne znanosti se smatraju sastavnim dijelom prirodne filozofije. Najveći filozofi-znanstvenici bili su: *Al-Kindi, Al-Farabi, Al-Razi, Ibn*

<sup>20</sup> Ibid.

*al-Haytham (Alhazen), Ibn Sina (Avicenna), Al-Biruni, Al-Ghazali, Ibn Rušd (Averroes), Al Tusi, Al-Kashi i drugi.* Oni su bili istovremeno i filozofi, ljekari, matematičari, fizičari, astronomi itd. Islamski znanstvenici postavili su novu metodologiju znanstvenoistraživačkog rada. Prirodne znanosti oslobodile su se atmosfere čistog razmišljanja, koja je karakterizirala antičko doba, postajući eksperimentalne znanosti. Prvi put vrše se kontrolni eksperimenti, uvodi srednja vrijednost mjerenja, izračunavaju greške mjerenja. Bio je to veliki korak naprijed. Sve do XVIII st. nijedan znanstveni rad u Evropi nije bio relevantan ukoliko nije bio zasnovan na arapskim izvorima ♦

## Maksuda Muratović

### *Corrections of Aristotelian Physics by Ibn Sina, Al-Ghazali, and Al-Bahgdadi*

#### Summary

The research in this paper has been based on the topic of *Corrections of Aristotelian physics by Ibn Sina, Al-Ghazali and Al-Bahgdadi*. Aristotle's physics was dominant for over two thousand years, or more precisely, from the 4<sup>th</sup> century B.C. to the end of the 16<sup>th</sup> century A.D. The medieval period in science, especially in physics, was regarded as the period of Dark Age. At the time Aristotle's physics was taken uncritically only by a few scientists. By analysing the work of a certain number of Arabic physicists, one can conclude that, by introducing experimental and mathematical argument as a scientific method they not only kept the continuity of development of physics from Ancient times to the Renaissance, but also connected and improved Aristotle's Physics.

**Key words:** Aristotle's physics, middle ages, atomism, Arab physicians, experiment

---

#### Literatura

- Supek, I., 1990. *Povijest fizike*, Školska knjiga, Zagreb
- Nasr, S. H., 1993. *An Introduction to Islamic Cosmological Doctrines*, Harvard University Press.

- Al-Ghazali, 1993. *Nesuvislost filozofa*, prijevod s arapskog, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
- Agar, D., 2001 “Arabic Studies in Physics and Astronomy During 800-1400 AD, “ University of Jyväskylä.
- Aristotel, *Fizika*, 1936. Per. V. P. Karpova, Socekgiz, Mosqua.
- Nasr, S. H., 2007. *Avicenna*, Enciclopedia Britannica, Online.