

**Prof. dr. Nusret Isanović**

**Univerzitet u Sarajevu (BiH) / University of Sarajevo (BiH)**

**Fakultet islamskih nauka / Faculty of Islamic Sciences**

[nusret.isanovic@gmail.com](mailto:nusret.isanovic@gmail.com)

**UDK / UDC 001(091)**

**Izvorni naučni rad / Original scientific paper**

Primljeno / Received: 14. 06. 2026.

Prihvaćeno / Accepted: 27. 07. 2026.

## **IBN AL-HAYTHAM, NAGOVJESTITELJ MODERNE ZNANOSTI**

## **IBN AL-HAYTHAM, THE HARBINGER OF MODERN SCIENCE**

### **Sažetak:**

*Bez civilizacijskih postignuća muslimanskog uma uspon novovjekovnog Zapada se ne bi mogao dogoditi u poznatom formatu. Moći koje su neposredno omogućile taj uspon oslobodila je moderna znanost, a one su dugo pripremane u duhovnim naporima koji su se stoljećima ranije zbivali u filozofiji i znanosti drevne Grčke, helenizma i osobito klasične islamske civilizacije. Odlučujući uticaj islamske civilizacije nigdje nije tako jasan i značajan kao u prirodnoj znanosti i znanstvenom duhu. Postignuća muslimanskih znanstvenika u matematici (algebra, osnove geometrije i trigonometrija), sfernoj astronomiji, medicini, mehanici, fizici i optici, njihov novi znanstveni pristup, eksperiment i induktivna metoda snažno su uticali na oblikovanje zapadne znanstvene makrosvijesti i odredili pojavu moderne znanosti. Tome su osobito značajan doprinos dali neki od najvećih muslimanskih filozofskih i znanstvenih umova poput Ibn Sine, al-Birunija, Ibn al-Haythama i Ibn Rushda. U radu su predstavljena neka od najznačajnijih znanstvenih postignuća Ibn al-Haythama, polimata i vjerovatno najvećeg znanstvenog uma medijevalnog svijeta. Njegov znanstveni ugled najviše počiva na doprinosima na polju matematike i fizike, odnosno geometrijske i fiziološke optike, koju je on ustanovio kao posebnu znanstvenu disciplinu, te na jedinstvenim doprinosima zasnivanju znanstvene metode. Matematika postaje osnova njegovih prirodnoznanstvenih istraživanja; kombinira metode prirodne filozofije (fizike) i matematike, te uvodi provjeru posmatranja pri dokazivanju istraživačke hipoteze. U radu su predstavljene i glavne ideje izložene u njegovom sedmotomnom djelu Kitab al-Manazer (Knjiga o optici), najznačajnijem djelu napisanom o svjetlosti do pojave Newtonove Optike. Ovo djelo se nalazi u osnovi razvoja znanosti o svjetlosti kakvu danas poznajemo. U njemu Ibn al-Haytham detaljno, rigorozno i empirijski zasnovano objašnjava percepcije veličine, udaljenosti i drugih geometrijskih svojstava trodimenzionalnog svijeta, te postavlja teorije percepcije udaljenosti, što se može smatrati prvom, u savremenom značenju te riječi, znanstvenom teorijom percepcije udaljenosti. U nastavku rada govori se o uticaju Ibn al-Haythama na razvoj optike i fizike u srednjem i ranom novom vijeku.*

**Ključne riječi:** *Ibn al-Haytham, znanost, optika, metoda, eksperiment, uticaj na Zapad*

**Summary:**

*Without the civilizational achievements of the Muslim mind, the rise of the modern West could not have occurred in the familiar format. The powers that directly enabled this rise were unleashed by modern science, and they had long been prepared in the spiritual efforts that had taken place centuries earlier in the philosophy and science of ancient Greece, Hellenism, and especially classical Islamic civilization. The decisive influence of Islamic civilization is nowhere so clear and significant as in natural science and the scientific spirit. The achievements of Muslim scientists in mathematics (algebra, the foundations of geometry, and trigonometry), spherical astronomy, medicine, mechanics, physics, and optics, their new scientific approach, experiment, and inductive method, strongly influenced the formation of Western scientific macro-consciousness and determined the emergence of modern science. Some of the greatest Muslim philosophical and scientific minds, such as Ibn Sina, al-Biruni, Ibn al-Haysam, and Ibn Rushd, made a particularly significant contribution to this. The paper presents some of the most significant scientific achievements of Ibn al-Haytham, a polymath and probably the greatest scientific mind of the medieval world. His scientific reputation rests mostly on his contributions in the fields of mathematics and physics, that is, geometric and physiological optics, which he established as a special artistic discipline, and on his unique contributions to the foundation of the scientific method. Mathematics becomes the basis of his natural science research; it combines the methods of natural philosophy (physics) and mathematics and introduces the verification of observation when proving the research hypothesis. The paper also presents the main ideas presented in his seven-volume work Kitab al-Manazer (The Book of Optics), the most important work written about light until the appearance of Newton's Optics. This work is at the basis of the development of the science of light as we know it today. In his book, Ibn al-Haytham provides a detailed, rigorous and empirically based explanation of the perception of size, distance and other geometric properties of the three-dimensional world, and imposes a theory of distance perception, which can be considered the first, in the modern sense of the word, a scientific theory of distance perception. In the continuation of the paper, the influence of Ibn al-Haytham on the development of optics and physics in the Middle and Early Modern Ages is discussed.*

**Keywords:** *Ibn al-Haytham, science, optics, method, experiment, influence on the West*

## Uvod

Marshall Hodgson, savremeni američki historičar i stručnjak za *islamske studije*, tvrdi da je islam jedan od najkreativnijih i najizvrsnijih zajedničkih ljudskih poduhvata, bez čijih civilizacijskih postignuća uspon Zapada se nikada ne bi mogao dogoditi.<sup>1</sup> Moći koje su omogućile taj čudesni uspon Zapada oslobodila je moderna znanost, a one su dugo pripremane u postignućima koja su se prije toga dogodila u području filozofije i znanosti u drevnoj Grčkoj, helenizmu i osobito u svijetu klasične islamske civilizacije.

Imajući na umu vladajuće iskrivljene predstave, za mnoge može izgledati iznenađujuća tvrdnja da je znanost najznačajniji doprinos islamske civilizacije modernom svijetu. Ma koliko našim krivotvorenju sklonim evrocentričnim umovima ova tvrdnja izgleda neprihvatljiva, ona je, po svemu sudeći, istinita. Nije li ono što nazivamo znanošću nastalo „u Europi kao rezultat novog istraživačkog duha novih metoda istraživanja, metode eksperimenta, posmatranja, mjerenja, razvoja matematike u obliku nepoznatom Grcima“? A, u stvari: „Taj duh i te metode u evropski su svijet unijeli muslimani“ (*Briffaultu 1919: 191*), čija je intelektualna zajednica od polovine devetog pa sve do trinaestog stoljeća bila „znatno ispred svih ostalih, na Istoku i na Zapadu. U tom razdoblju muslimani su predvodili čovječanstvo“ (*Sarton 1962: 28*).

Mnogo toga što je omogućilo pojavu moderne znanosti i činilo sâme osnove njene znanstvene revolucije preuzeto je od muslimanskih znanstvenika i istraživača, a što je mahom isposredovano srednjovjekovnom zapadnom recepcijom njihovih postignuća. Preuzeta su njihova postignuća iz područja matematike (algebra, osnove geometrije i trigonometrija), sferne astronomije, mehanike, optike, medicine, hemije i biologije, preuzet je novi znanstveni

---

<sup>1</sup> U trotomnom djelu *The Venture of Islam* (3. vols.; Chicago: The University of Chicago Press, 1974) Hodgson je težio predstaviti islamsku civilizaciju u globalnom kontekstu kao ključnu sastavnicu šire, svjetske historije i ukazati na njen značaj u određivanju intelektualnih tokova modernog zapadnog svijeta. Svojim djelom on želi doprinijeti prevladavanju binarnog pogleda na islam i Zapad i ukazati na to da je njihova historijska, civilizacijska i duhovna povezanost mnogo veće i presudnije nego što se to predstavlja u zapadnoevropskim *mainstream* narativima. Hodgson islam definira kao duhovno nastojanje sa dubokom moralnom vizijom, koje je značajno ostvareno u klasičnom razdoblju njegove civilizacije i koje je imalo mnoge univerzalne odjeke. U knjizi *Rethinking World History: Essays on Europe, Islam, and World History* on tvrdi da uspon Evrope nije bio linearan i jedinstven, već rezultat dugotrajnog razvoja više evroazijskih civilizacija. Smatrao je da su druge velike kulture poput islamske i kineske bile nadomak industrijske revolucije koju je prekinula mongolska invazija (*Marshall 1993: 68*).

pristup, eksperiment i induktivna metoda. Mada, kako misli, na primjer, Robert Briffault, „ne postoji nijedan aspekt evropskog rasta u kojem se ne može prepoznati odlučujući utjecaj islamske kulture, on nigdje nije tako jasan i značajan kao u genezi moći koja predstavlja glavnu distinktivnu snagu modernog svijeta i vrhovni izvor njegovog trijumfa – u prirodnoj znanosti i znanstvenom duhu“ (*Briffault 1919: 190*).

U jedanaestom stoljeću, u svijetu klasične islamske kulture, pojavili su se neki od najvećih muslimanskih znanstvenika i filozofa poput Ibn Yunusa, Ibn al-Haythama, al-Birunija, Ibn Sine, 'Ali ibn 'Ise, al-Karhija i Ishaqa Ibrahima ibn Yahye al-Zarqalija.<sup>2</sup> U ovom stoljeću je, kako izgleda, samosvjesno stanovao svjetski filozofski i znanstveni um, i pripremao se za svoja najsmjelija medijska ostvarenja. Prema Georgeu Sartonu – utemeljitelju historije znanosti kao posebne znanstvene discipline i autoru uticajnog djela *Introduction to the History of Science (Uvod u historiju znanosti)* – ne bi bilo pretjerano reći da je ovo stoljeće označilo vrhunac srednjovjekovne misli (Sarton 1962: 693). Ipak, najveći filozofski i znanstveni umovi tog doba, prepoznati u historiji islamske intelektualnosti kao *univerzalni umovi*, bili su Ibn al-Haytham (lat. Alhazen), al-Biruni (lat. Beruniy) i Ibn Sina (lat. Avicena). Interesantno je, makar i usput, primijetiti da, za razliku od Ibn al-Haythama, al-Biruni i Ibn Sina ne dolaze iz središnjih dijelova, tada nepreglednog, muslimanskog svijeta i njegovih velikih kulturnih centara, nego sa njegovih dalekih rubova, iz Transoksijane.<sup>3</sup>

Ibn al-Haytham<sup>4</sup> je bio polihistor, sveobuhvatne učenosti: fizičar, astronom, matematičar i filozof, takođe i mjerodavni poznavalac medicine, islamske

---

<sup>2</sup> U tekstu ne koristim latinizirana imena muslimanskih znanstvenika (npr. Avicena, Averoes, Alhazen) koja su uveli srednjovjekovni prevodioci njihovih djela, nego arapska, nastala u kulturi iz koje potiču. Zato što koristiti latinsku veziju njihovih imena podjednako nema smisla koliko nema smisla nekom Talijanu ili Francuzu davati, na primjer, njemačko ime: „očito je mudrije dati svakom čovjeku ime koje otkriva njegovo porijeklo, a ne ono koje ga skriva“ (Sarton 1962: 43). Latiniziranje njihovih imena sadržavalo je stanovitu tendenciju ne samo da skrivaju njihov muslimanski identitet nego i njihova postignuća u području znanosti i filozofije.

<sup>3</sup> Ibn Sina je rođen u Afšani, malom mjestu nedaleko od Buhare, gradu koji je u desetom i jedanaestom stoljeću bio jedan od najpoznatijih središta kulture, umjetnosti i obrazovanosti u cjelom muslimanskom svijetu, a al-Biruni u Kathu (Kasu), danas Beruniju, gradu koji je po njemu dobio ime. Ovi gradovi se nalaze u današnjem Uzbekistanu.

<sup>4</sup> Nedovoljno ima pouzdanih podataka o Ibn al-Haythamovom životu. Rođen je oko 965. godine u Basri, gradu u današnjem Iraku. Kasnije se preselio u Kairo i nastanio u blizini univerziteta al-Azhar. Univerzitet je osnovan (972.) samo nekoliko godina nakon što se Ibn al-Haytham doselio u Kairo i smatra se jednim od najstarijih univerziteta na svijetu.

teologije i vjerskih nauka; napisao je više zapaženih djela iz ovih oblasti. Riječ je zapravo o najvećem muslimanskom znanstvenom umu u području prirodnih znanosti ne samo u muslimanskom svijetu nego i u cijelom srednjovjekovlju. U njegovoj intelektualnoj osobi bio je egzemplarno utjelovljen prirodnoznanstveni duh epohe, koji je – kako izgleda sa jasnijim pojmom o tome – otkrio presudan značaj egzaktno istraživačke metode, iskustva, eksperimenata i njihove ponovljivosti i provjerljivosti za znanstveno znanje i njegov razvoj.

Iako nagovjestitelj moderne znanstvene misli, Ibn al-Haytham je bio tradicionalni znanstvenik i *univerzalni um* medijevalnog svijeta, posvećeni tragatelj za istinom i dobrom za čovjeka i njegov svijet, čija je misao bitno zasnovana na principima duha a ne materije. Smatrao je da su vjerodostojno znanje, istina i mudrost neodvojivi. Ovim vrijednostima je, zapravo, posvetio svoj život. Za razliku od modernih znanstvenika čija su znanja potčinjena ideji fragmenta i mahom specijalizirana, Ibn al-Haytham je, kao tradicionalni znanstvenik, svoja znanja zasnivao na ideji *jedinstva* i cjeline i iz nje razumijevao mnoštvenost svijeta, čije prirodne realnosti proučava znanost. U tako zasnovanim znanjima sabirali su se mnogi duhovni horizonti i oni su imali moralni karakter i univerzalni smisao. Da bi se razumjela njegova znanstvena osoba i narav njegove znanosti, koja je nastala početkom jedanaestog stoljeća, i ove karakteristike bi trebalo uzeti u obzir.

Stvarna vrijednost i znanstveni značaj Ibn al-Haythamovog djela u golemom su nesrazmjeru sa njegovom, moglo bi se reći sasvim skromnom, poznatošću. Njegov život i njegova znanstvena djela, kao i djela većine drugih velikih muslimanskih mislilaca i znanstvenika, do danas nisu dovoljno istražena i dostupna intelektualnoj i kulturnoj javnosti. Tako da on još uvijek nije dovoljno poznata osoba sa primjerenom pozicijom u povijesti misli. Međutim, od druge polovine prošlog stoljeća situacija se donekle mijenja. Od tada značajno raste interes za povijesnu ulogu njegovog djela; znanstvenici i istraživači, uglavnom u zapadnoevropskom svijetu, počinju mu posvećivati usredsređeniju i, moglo bi se reći, vjerodostojniju pažnju. Njegova djela, uključujući i *Kitab al-Manazir*, prevode se na glavne evropske jezike, najviše na engleski, objavljuje se značajan broj studija i knjiga čiji su autori istraživači i znanstvenici poput Abdelhamida I. Sabre, Nadera El-Bizrija, H. A. Sedgwicka, Hansa Beltinga i Richarda Powersa.

---

Pretpostavlja se da je Ibn al-Haytham na njemu predavao. Njegov život u Kairu bio je u potpunosti posvećen znanstvenom radu. Napisao je oko 90 djela, od kojih je preko 60 sačuvano. Umro je oko 1039. godine.

Ibn al-Haythamov znanstveni ugled zacijelo najviše počiva na njegovim doprinosima na polju matematike i fizike, konkretnije optike, te na jedinstvenim doprinosima zasnivanju znanstvene metode.

## **Momenat kada je optika postala znanost**

Interes muslimana za optiku rana je pojava u njihovoj intelektualnoj povijesti. Sa prvim prevodima grčkih djela na arapski u drugoj polovini osmog stoljeća istovremeno su se zbivala i prva istraživanja u oblasti optike muslimanskih znanstvenika i njihovih kolega, uglavnom kršćana, poput Yuhanna ibn Masawayha, Qusta ibn Luqe i Hunayn ibn Ishaqa, s kojim su blisko sarađivali. Abu Yusuf Yakub al-Kindi, jedno od najvećih imena islamske filozofije i rane znanosti, napisao je više od deset rasprava iz oblasti optike. On je, u saradnji sa Qusta ibn Luqom, postavio istraživačke strategije na osnovu kojih su se provjeravali neki rezultati istraživanja iz optike koja su ranije već izvršili helenistički istraživači. „Jedan od neposrednih rezultata tog originalnog pristupa bio je integrisanje katoptrike, nauke o odbijanju svjetlosti od ogledala, u glavne tokove istraživanja u okviru nauke o svjetlosti“ (Dallal 2018: 183).

Al-Kindi je takođe dao dragocijene doprinose razvoju geometrijske optike i preciznijem definiranju njenih zakona.<sup>5</sup> Zakoni geometrijske optike – koji sadrže zakon pravolinijskog prostiranja svjetlosti, zakon međusobne nezavisnosti prostiranja svjetlosnih zraka, zakon odbijanja svjetlosti i zakon prelamanja svjetlosti – razrađeni su u Ibn al-Haythamovom *Kitab al-Manaziru* i tu stekli svoju potpunu medijevalnu definiciju. Al-Kindijeva djela iz optike kasnije će biti orijentir i inspiracija nekim poznatim srednjovjekovnim znanstvenicima na Zapadu poput Roberta Grossetesta i Rogera Bacona.

Uskoro je proučavanje optike doživjelo pravi procvat; nastala je bogata tradicija istraživanja svjetlosti u tokovima islamske kulture. Tome je takođe doprinijeo i Abu Nasr al-Farabi, jedan od najpoznatijih klasičnih muslimanskih filozofskih umova koji je, izvan užih krugova historičara znanosti, bio gotovo zanemaren kao znanstvenik. Tek je posljednjih nekoliko desetljeća posvećeno više pažnje istraživanju al-Farabijeve filozofije prirode i matematičkih znanosti koje – prema klasifikaciji izloženoj u njegovom poznatom djelu enciklopedijskog karaktera, *Ihsa al-ulum* (*Klasifikacija*

---

<sup>5</sup> Al-Kindijeva djela iz optike preveo je u dvanaestom stoljeću na latinski Gherard od Cremone, poznato ime Toledske škole prevođenja.

znanosti) – uključuju aritmetiku, geometriju, optiku, astronomiju, muziku, znanost o utezima i mehaniku.<sup>6</sup>

Međutim, optika postaje znanost, u modernom značenju tog pojma, tek sa Ibn al-Haythamom. U njegovoj klasifikaciji znanosti optika je, kao i kod al-Farabija, sastavni dio matematike, a matematika je u njegovim istraživanjima postala *conditio sine qua non* znanstvenog bavljenja optikom. No, on istovremeno uviđa i da matematika nije dovoljna, te da neće moći sama riješiti mnoge probleme u optici, stoga joj je potrebna prirodna filozofija, odnosno fizika. Ibn al-Haytham to objašnjava na sljedeći način:

Naš predmet je nejasan, a put do spoznaje njegove prirode težak; štaviše, naše istraživanje zahtijeva kombinaciju prirodnih i matematičkih znanosti. Ovisno je o prirodnim znanostima jer je vid jedan od osjetila, a oni pripadaju prirodnim stvarima. Ovisno je o matematičkim znanostima jer vid opaža oblik, položaj, veličinu, kretanje i mirovanje, osim što ga karakteriziraju ravne linije; a budući da matematičke znanosti upravo istražuju te stvari, istraživanje našeg predmeta doista kombinira prirodne i matematičke znanosti (Ibn al-Haytham 1989: 4).

## Knjiga o optici

Optika kao znanstvena disciplina zasnovana je u Ibn al-Haythamovom djelu *Kitab al-Manazir* (*Knjiga o optici*), jednom od najautoritativnijih djela o optici napisanom prije sedamnaestog stoljeća; djelo je u ranoj novovjekovnoj znanstvenoj literaturi poznato i kao *Alhazeni Optica* (*Ibn al-Haytham optika*).

*Kitab al-Manazir*<sup>7</sup> je glavno i svakako najznačajnije Ibn al-Haythamovo djelo, ujedno i jedno od najznačajnijih temeljnih djela u cjelokupnoj povijesti

---

<sup>6</sup> Al-Farabijevoj znanstvenoj misli počelo se tek odnedavno posvećivati više pažnje. Tako, na primjer, Gad Freudenthal (koji se inače dominantno bavi istraživanjem znanosti i filozofije u srednjovjekovnim jevrejskim društvima) usredsredio se na njegova istraživanja geometrije. Knjiga Damiana Janosova *Metoda, struktura i razvoj u al-Farabijevoj kozmologiji* nudi nove uvide u različite aspekte al-Farabijeve astronomije, kosmologije i filozofije prirode, posvećujući posebnu pažnju odnosu između astronomije, fizike i metafizike. Johannes Thomann je ukazao na novootkriveni komentar *Almagesta* koji se pripisuje al-Farabiju, takođe i na neke njegove tekstove koji se bave fizikom shvaćenom u najširem smislu, a koji opsežu cijelu prirodnu filozofiju (Janos 2012; Druart 2024; Zalta i Nodelman 2024).

<sup>7</sup> Ibn al-Haythamov *Kitab al-Manazir* izvorno se sastoji od sedam svezaka. O statusu arapskog originala postoje različita mišljenja. Filip Hiti, na primjer, tvrdi da je on izgubljen, te da je

znanosti napisano o optici: po svom značaju uporedivo sa Ptolemejevim i Newtonovim istoimenim djelima. Iako, kao i svako drugo prirodnoznanstveno djelo pisano u antici i srednjem vijeku, u širem smislu, pripada horizontu filozofije, Ibn al-Haytamova *Optika* nije štivo spekulativne naravi, primarno zasnovano na uzusima teorijskog mišljenja. Riječ je o jedinstvenom djelu koje, koristeći se eksperimentom i matematičkim znanjima, istražuje svojstava svjetlosti i boje u mjeri u kojoj se odnose na probleme vida. Ono se nalazi u samim osnovama razvoja znanosti o svjetlosti kakvu danas poznajemo.

Osim *Kitab al-Manazira* Ibn al-Haytham je napisao više, pretpostavlja se oko petnaest, djela iz područja optike. Ova djela sadrže relevantne „studije o sfernim i paraboličnim gorućim zrcalima, gorućoj sferi, fizičkim svojstvima sjena, fenomenima *camera obscura* te dugi i aureoli“ (Sabra 1989: xii). Takođe je autor vrijednog sažetka Euklidovih i Ptolemejevih optičkih djela (predložio je rekonstrukciju nedostajućeg prvog dijela Ptolemejeve *Optike*), kao i *Traktata o optici prema Ptolemejevoj metodi*. Temom optike bavi se i u nekim svojim djelima iz područja astronomije, kao što su *Komentar na Ptolemejev Almagest* i *Sumnje u Ptolemeja*. Među djelima napisanim prije *Optike* posebnu pažnju, u kontekstu ovdje tretirane teme, zavređuje Ibn al-Haythamovo djelo *O obliku pomrčine* (*Maqala fi surat al-kusuf*). Ovo djelo je, prema mišljenju Dominiquea Raynauda na primjer, jedinstvena eksperimentalna studija koja sadrži prvu znanstvenu analizu *camere obscurae*. U njemu je predstavljeno pionirsko istraživanje uslova nastanka slike, što se, interesantno je primijetiti, događa u kulturi koju bitno određuje princip anikoničnosti i dosljedan duhovni napor dekoagulacije slike. Ibn al-Haythamov traktat *O obliku pomrčine* takođe predstavlja rani pokušaj spajanja teorije svjetlosti i teorije vida, dviju grana optike koje su ranije već bile pojedinačno razvijene u antičkoj znanosti. Ipak, njegova najupečatljivija karakteristika jesu spojevi i bliska interakcija geometrijske analize svjetlosti i eksperimentalnog zaključivanja. Svoje eksperimente Ibn al-Haytham je ovdje provodio na sistematičan način, mijenjajući, pri tome, sve što se moglo promijeniti: mehanizam u koji kroz mali otvor ulazi svjetlo, odnosno oblik i veličinu otvora blende, žarišnu duljinu

---

djelo sačuvano zahvaljujući prevodu na latinski (Hiti 1988: 567). Međutim, egipatski istraživač A. I. Sabra tvrdi da dva sveska, koja obuhvataju Knjigu IV i Knjigu V, nigdje nisu pronađena. Od pet svezaka za koje se zna da postoje, četiri (Knjiga I, II, III i VII) pronađena su u Biblioteci džamije sultana Muhammada Fatiha i trenutno se čuvaju u biblioteci Sulejmaniya, a svezak šest (Knjiga VI) nalazi se u Biblioteci sultana Ahmeta III, u Muzeju Topkapi Sarayi. Svih pet svezaka prepisano je 476. h. / 1083.–1084. i jasno je uočljivo da potiču od jednog prepisivača. Na kraju sveska II i VII naznačeno je da su prepisi nastali u Basri, što navodi na hipotetički zaključak da je prepis i ostalih svezaka nastao u ovom gradu (Sabra 1989: lxxx).

*camere obscurae*, udaljenost i oblik nebeskih tijela. Ovo je bio put koji ga je doveo do jasnog, obuhvatnog i temeljitog razumijevanja i bio osnova kasnijim njegovim istraživanjima. Dominique Raynaud smatra da ovo Ibn al-Haythamovo djelo i, kasnije napisana, *Knjiga o optici* predstavljaju odlučujući korak u povijesti optike i primjeni eksperimentalne metode u istraživačkoj praksi (Raynaud 2016: 97–103).

Međutim, temama kojima se bavi u naprijed spomenutim djelima iz optike ne bavi se posebno i usredsređeno u svom magnum opusu, *Kitab al-Manaziru*. U ovom djelu Ibn al-Haytham teži postići nešto bitno novo, što je dijelom nagoviješteno, ali ne i postignuto u njegovim ranijim djelima. On na to upozorava: „Prije smo sastavili traktat o znanosti optike u kojem smo često slijedili uvjerljive metode zaključivanja; ali kada su nam se pojavili istiniti dokazi koji se odnose na sve objekte vida, iznova smo započeli sastavljanje ove knjige. Stoga, ko god naiđe na spomenuti traktat, mora znati da ga treba odbaciti, jer su pojmovi izraženi u njemu uključeni u sadržaj ovog djela“ (Ibn al-Haytham 1989: 6).

Istraživanja koja su u njemu predstavljena dosljedno su provedena novom znanstvenom metodom koja je zasnovana na posmatranju, matematičkim principima i eksperimentima.

*Kitab al-Manazir* se sastoji od sedam knjiga, koje su strukturirane u dvije velike cjeline: prva sadrži tri knjige i u njima su dominantno istražena linearna zračenje svjetlosti i boje, te vida koji je proizveden pravolinijskim zračenjem; druga, koja se sastoji od ostale četiri knjige, proučava refleksiju i lom svjetlosti, te vid proizveden reflektiranim i lomljenim zrakama (Sabra 1989: xiii). U ovom djelu Ibn al-Haytham izlaže rezultate svojih opsežnih istraživanja o svjetlosti i vidu, o svojstvima svjetlosti, njenom ponašanju i interakcijama sa materijalnim objektima; tretira sva relevantna pitanja te vrste koja su prethodila njegovim istraživanjima, kao i pitanja koja postavlja prirodna znanost njegovog vremena. U tom smislu koristi se recentnim otkrićima iz oblasti fiziologije oka, matematike, fizike i medicine. On kritički propituje rezultate istraživanja o svjetlosti grčkih i helenističkih znanstvenika i izražava sumnju u ispravnost njihovih teorija o procesu očinjeg vida, te, na tom tragu, uvodi nove teorije zasnovane na vlastitim istraživanjima u koje je uključio i najnovije rezultate istraživanja u oblasti matematike, fizike i medicine. Otkrićima do kojih je došao doveo je u pitanje stoljećima važeća znanja grčkih i helenističkih znanstvenika iz ove oblasti i u osnovi promijenio shvaćanje svjetlosti i vida.

Prema ranijim teorijama, viđenje je rezultat kontakta između oka i predmeta, bilo posredstvom zraka koje oko emituje na predmet (kao u Euklidovim i Ptolemejevim teorijama ekstramisijske) ili posredstvom prenošenja „oblika“ od predmeta do oka (kao u teorijama intromisijske Aristotela i pristalica atomističke teorije). Ibnu'l Hajsem je izvanredno primijetio i tvrdio da primljeni čulni osjećaj ne predstavlja samo predmet i da se slika predmeta stvara kao rezultat odbijanja svjetlosti od predmeta ka oku (Dallal 2018: 183).

U *Kitab al-Manaziru* Ibn al-Haytham, koristeći istraživačke strategije koje su do tada bile nepoznate u prirodnoj znanosti, istražuje cijelu znanost o vidu i postavlja je na nove osnove. U *Optici* je napravljena sinteza (*tarkib*) dva, do tada odvojena i, pokazalo se, nedovoljna i tek djelimično istinita, postupka proučavanja vida: jednog kojeg su primjenjivali fizičari (*ashab al-tabi'a*) i njime težili objasniti vizuelnu percepciju u smislu „slike“ koju prima oko, i drugog kojeg su primjenjivali matematičari (*ashab al-ta'lim*) i njime nastojali objasniti vidljive pojave objekata pomoću „vizuelnih zraka“ za koje se pretpostavljalo da izlaze iz oka. Ibn al-Haythamu je postalo bjelodano jasno da „održiva i potpuna teorija vida mora spojiti ova dva pristupa ili, kako je on rekao, mora postići 'sintezu' (*tarkib*) fizičkih i matematičkih razmatranja“ (Sabra 1989: liv). Bio je to očito ambiciozan i cjelovit istraživački poduhvat u kojem je njegov autor „obuhvatio sve uobičajene teme u nauci o svjetlosti kao i one koji su otkrili njegovi prethodnici“ (Dallal 2018: 183). Ovaj Ibn al-Haythamov istraživački napor pobudiće, više u zapadnom nego u muslimanskom svijetu, kreativnu radoznalost i izazivati divljenje kasnijih istraživača i znanstvenika, osobito onih koji su istraživali u području optike, te je, kao takav, postao njihova dalekosežna inspiracija koja se može pratiti sve do sedamnaestog stoljeća.

Ibn al-Haythamova *Knjiga o optici* prevedena je na latinski potkraj dvanaestog stoljeća i u srednjovjekovnom kulturnom prostoru Zapada biće poznata pod naslovom *Perspectiva* ili *De aspectibus*. Od tada pa sve do pojave znanstvene revolucije u sedamnaestom stoljeću izvršiće dubok, mada skrivajući, uticaj na mnoge poznate evropske mislioce, znanstvenike i renesansne umjetnike. Tako je, na primjer, već u trinaestom stoljeću postala glavni izvor za pisanje djela o svjetlosti i vidu Rogeru Baconu, Witelu Thuringopolonisu i Johnu Pechamu. Ibn al-Haythamova teorija znanja zasnovana na empirijskoj metodi, koja je detaljno razvijena u drugoj knjizi *Kitab al-Manazira*, takođe je privukla pažnju nekih od najpoznatijih skolastičkih filozofa četrnaestog stoljeća poput Williama Ockhama i Nicolasa Oresmusa (Oresmea), koji su pisali i djela iz matematike, prirodne filozofije i astronomije. Ockham je, na primjer, u sklopu svoje spoznajne teorije kritizirao skolastičku teoriju vrste, budući da nije zasnovana na iskustvu, te ju je, kao takvu, smatrao suvišnom i umjesto nje

afirmirao teoriju apstrakcije, što se prepoznaje kao važan momenat u razvoju, tada već primjetno mijenjajuće, zapadne epistemologije. On je ojačao empirizam vlastitim zakonom štedljivosti ili Ockhamovom britvom. Prema ovom zakonu „kada imate više načina za objašnjenje podatka, odaberite onaj koji zahtijeva najmanje teorijskih pretpostavki“ (Powers 1999).

Zbog izvanrednih Ibn al-Haythamovih postignuća u optici, originalnost Newtonovog djela, koje je nastalo više od šest stoljeća kasnije u istoj oblasti, ne izgleda sasvim neupitna i tako uvjerljiva.

### **Eksperimentalna metoda**

*Izvan svake razumne sumnje je da nijedna ideja nije imala dublji ili sveprisutniji utjecaj na ono što je ljudska rasa postala ili što je učinila na licu Planete od prepuštanja autoriteta eksperimentu.*

(Richard Powers)

Eksperimentalna metoda je vjerovatno jedan od najvažnijih povijesnih izuma od pojave ideje znanosti u filozofiji antičke Grčke. Ona se zacijelo nije pojavila u jednom momentu i niotkuda, niti je iznenada izronila iz okeana poput Afrodite. Povijest njenog nastajanja i sticanja pojma o sebi je duga i ispunjena veličanstvenim iskustvima traganja za istinom i izvjesnošću znanja. Njena pojava se dugo pripremala u intelektualnim naporima drevne Grčke, helenizma, Perzije i Indije, sazrijevala i počela poprimati konkretnije oblike u filozofskim i znanstvenim umovima klasične islamske kulture da bi stekla potpunu svijest o vlastitom pojmu i prispjela za svoju dosljednu i svestranu primjenu u evropskom novovjekovlju.

Mada postoji neka vrsta labave konvencije znanstvenika o tome kada je nastala eksperimentalna metoda i kome najviše dugujemo njenu konačnu pojavu<sup>8</sup>, ovo pitanje je još uvijek otvoreno. Znanstvenici, filozofi znanosti i historičari ideja i danas se ovom pitanju vraćaju i pokušavaju na njega, možda vjerodostojnije i pravednije, odgovoriti. Među njima su i oni koji dovode u pitanje „opštu“ konvenciju znanstvenika i smatraju da eksperimentalna metoda svoju prvobitnu pojavu nije imala u novovjekovnoj znanosti nego u znanosti nastaloj u klasičnoj islamskoj kulturu, preciznije u jedanaestom stoljeću, kada su nastala njena najznačajnija znanstvena postignuća. A u ovom

---

<sup>8</sup> U svim zapadnim udžbenicima novovjekovni italijanski fizičar Galileo Galilej predstavljen je neupitnim ocem znanstvene metode, a kao njegovi najpoznatiji prethodnici navodili su se dvojica srednjovjekovnih učenjaka, Robert Grosseteste i Roger Bacon.

stoljeću su, kako je ranije već spomenuto, djelovali najveći znanstveni umovi muslimanskog svijeta. U njemu je, dakako, djelovao i Ibn al-Haytham, čije je djelo, kako izgleda, postalo stvarni topos nastajanja eksperimentalne metode (Sedgwick 2022: 3).

Muslimanski znanstvenici iz „ere znanosti“ su inače pokazali veliki dar za neposredno posmatranje i ekperimentiranje, kao i sklonost za autonomnu provjeru istraživačkih rezultata. Stoga su njihovi doprinosi razvoju znanosti (medicine, hemije, zoologije, mineralogije i meteorologije, i osobito astronomije, matematike, fizike i optike) bili konkretniji, prepoznatljiviji i primjenljiviji od njihovih antičkih prethodnika i često su presezali nasljeđe preuzeto iz Grčke, Perzije i Indije.

U horizontima muslimanske znanstvene kulture znanstvena metoda se najavljivala, dijelom i primjenjivala, već u velikom al-Ma'munovom programu astronomskih istraživanja provedenom u prvoj polovini devetog stoljeća u opservatorijama u Damasku i Bagdadu. Ovaj program je imao za cilj preispitati teorijsku osnovu Ptolemejevih astronomskih nalaza i metode korištene u njegovim istraživanjima. „Na širem planu, ovaj program isticao je potrebu neprestane provjere nalaza astronomskih istraživanja i korištenje preciznih instrumenata. Također je predstavljao prvi zabilježeni primjer kolektivnog naučnog poduhvata u historiji“ (Dallal 2018: 162).

Neki od najpoznatijih muslimanskih znanstvenika i filozofa poput al-Kindija, Zakariya al-Razija (u. 926.), al-Birunija (oko 1050.), Ibn Sine (u. 1037.) i Ibn Hazma (u. 1064.) – koji nisu bili eksperimentalni znanstvenici u modernom smislu te riječi – jasno su ukazivali na mogućnost spoznaje svijeta u njegovim pojedinostima i isticali da su neposredno posmatranje i čulno iskustvo najbolji način ostvarenja te spoznaje. Tako se, na primjer, Al-Biruni, koji je također bio polimat, prioritetno samopoimao kao istraživač i matematički astronom, te je naglašavao da su za njega jedino valjani dokazi „oni koji proizilaze iz istraživanja i matematičkih proračuna“<sup>9</sup> (Dallal 2018: 167). Tezu da se svijet može shvatiti u njegovim pojedinostima eksperimentalno je potvrdio Ibn al-Haytham svojim revolucionarnim otkrićem *da svjetlost ne dolazila iz oka, već da pada u oko*. To da se svijet mogao shvatiti u njegovim pojedinostima i da su posmatranje i čulno iskustvo najbolji način da se to postigne bila je nova ideja u znanosti i kao takva počela je potresati temelje autoriteta (Aristotela i Ptolemeja) u osnovama njihove misli. Bila je to duboko anticipativna ideja koja sasvim korespondira sa shvatanjima moderne znanosti.

---

<sup>9</sup> Instrukтивно je istaknuti da je al-Biruni uspostavio i jasnu epistemološku distinkciju između filozofije i matematike, odnosno teologije, metafizike i znanosti.

Metoda koju Ibn al-Haytham primjenjuje u svom istraživačkom radu dizajnira eksperiment tako da se testira postavljena hipoteza i ustanovljuje njena faktična zasnovanost, a ne da tek bude u funkciji posmatranja ili otkrića, kako je bilo u znanstvenoj praksi stoljećima ranije.<sup>10</sup> Kao takva, njegova metoda jasno sadrži rigorozno eksperimentiranje, testiranja i nužnu provjeru teorijskih pretpostavki posmatranjem i rezultatima do kojih se došlo posredstvom eksperimenta. U *Knjizi o optici*, u kojoj je i postavljena njegova eksperimentalna metoda, on se usredsređuje na prioritarno polje svojih istraživanja, na optiku i njen glavni pojam, vid. Optika postaje epistemološki okvir u kojem Ibn al-Haytham dosljedno i sustavno primjenjuje svoju eksperimentalnu metodu, odnosno rezultate istraživanja do kojih je došao njenom primjenom. Metoda ovdje uključuje ključne korake poput pažljivih posmatranja, formuliranja provjerljivih hipoteza, osmišljavanja specifičnih eksperimenata za testiranje tih hipoteza i kritičko vrednovanja rezultata.

Evo kako Ibn al-Haytham u prvom tomu *Knjige o optici* – čiji uvodni odlomci, kao i cijeli Predgovor, pobuđuju osobito oduševljenje i osjećaj znanstvenosti – izlaže svoj pristup istraživanju vida, kao središnje teme optičke znanosti:

Fizičari su istraživali prirodu ove teme prema svojim znanstvenim dometima i trudili se u tome koliko su mogli. Osobito učeni među njima složili su se oko mišljenja da se vid ostvaruje oblikom koji dolazi od vidljivog predmeta do oka i kroz koji vid opaža oblik predmeta. Matematičari su, sa svoje strane, posvetili više pažnje ovoj znanosti od drugih. Provodili su njeno istraživanje, obraćajući pažnju na njene detalje i podjele. Razlikovali su predmete vida, pripisujući uzroke njihovim posebnim svojstvima i navodeći razloge za svako od njih. Ipak, kroz stoljeća su nastavljena neslaganja oko principa ove teme... Čini se da se ova dva pojma, mislim na mišljenje fizičara i matematičara, razilaze i protivreče jedno drugome ako se uzmu doslovno.

Matematičari se, nadalje, razlikuju u pogledu strukture ove zrake i načina njezina nastanka. Neki smatraju da je radijalni stožac čvrsto tijelo, kontinuirano i kompaktno. Drugi misle da se zraka sastoji od ravnih linija koje su fina tijela čiji se krajevi susreću u središtu oka i divergentno se protežu dok ne dosegnu vidljivi objekt; i da vid opaža one dijelove površine objekta koje

---

<sup>10</sup> Da podsjetim, izgradnja teorije i eksperimentiranje dvije su konstantne karakteristike moderne znanstvene metode. Prva je obično neka vrsta matematičkog modeliranja činjenica opažanja, a druga, osim što je eksperimentalno posmatranje fenomena, zahtijeva i eksperimentalni dokaz hipoteze koja regradirira tretirani fenomen. Dakle, eksperiment je dizajniran tako da testira hipotezu na kojoj se zapravo temelji (matematička) teorija.

susreću krajevi tih linija, dok se dijelovi površine objekta koji se nalaze između tih krajeva ne opažaju. Tako dolazi do toga da su izuzetno mali dijelovi i sitne pore na površinama vidljivih objekata nevidljivi. Opet, oni koji vjeruju da je radialni konus čvrst i kompaktan smatraju da zraka izlazi iz oka u jednoj ravnoj liniji dok ne dođe do objekta, nakon čega se izuzetno brzo kreće po dužini i širini površine objekta... i kroz to kretanje nastaje čvrsti konus. Drugi vjeruju da je materija drugačija i da se kada se kapci otvore ispred objekta, konus odmah stvara... Jedna skupina između njih smatra da je zraka koja proizvodi vid svjetlosna sila koja izlazi iz oka prema vidljivom objektu, a taj osjet izaziva ta sila. Druga skupina smatra da kada zrak dođe u kontakt s okom, on od oka prima samo određenu kvalitetu koja odmah pretvara zrak u zrak kroz koji vid opaža vidljive objekte.

Svaka od tih skupina do svog je uvjerenja dovedena vlastitim razmišljanjima, argumentima, metodama i dokazima. Ali ustaljeno stajalište svih onih koji su istraživali način vizualnog osjeta dijeli se u cjelini na dvije suprotstavljene doktrine koje smo ranije spomenuli. Sada, za bilo koje dvije različite doktrine, ili je jedna od njih istinita, a druga lažna; ili su obje lažne, pri čemu je istina drugačija od svake od njih; ili obje vode do jedne stvari koja je istina... Neslaganje se može pojaviti i u vezi s predmetom istraživanja kao rezultat razlike u metodama istraživanja, ali kada se istraživanje ispravno provede i istraživanje intenzivira, dolazi se do saglasnosti i razlike iščezavaju.

Budući da je to slučaj, a priroda našeg predmeta je nejasna, uz kontinuirano neslaganje kroz stoljeća među istraživačima... i budući da način vida nije utvrđen, smatrali smo prikladnim da usmjerimo svoju pozornost na ovaj predmet koliko god možemo, ozbiljno se posvetimo njemu, ispitamo ga i marljivo istražimo njegovu prirodu. A to znači da bi trebalo ponovo započeti istraživanje njegovih načela i premisa... Trebali bismo razlikovati svojstva pojedinosti i indukcijom prikupiti šta se odnosi na oko kada se zbiva vid, a šta se u načinu osjeta nalazi ujednačenim, nepromjenjivim, očitim i nepodložnim sumnji. Nakon čega bi se trebalo uzdizati u našem istraživanju i razmišljanju, postepeno i uredno, kritizirajući premise i pokazujući oprez pri donošenju zaključaka – naš je cilj u svemu što podvrgavamo ispitivanju i preispitivanju primjenjivati pravdu, a ne slijediti predrasude, te nastojti u svemu što sudimo i kritiziramo da dostižemo istinu, a ne da nas pokolebaju mišljenja. Tako, u konačnici, možemo doći do istine koja zadovoljava srce i postepeno i pažljivo doći do stadija u kojem se pojavljuje sigurnost... (Ibn al-Haytam 1989: 4–6).

Svojom eksperimentalnom metodom opisanoj u *Knjizi o optici* Ibn al-Haytham je osporio sve dotadašnje teorije i uspostavio temelje za buduća empirijska istraživanja u prirodnoj znanosti, čime će ostvariti dalekosežan

uticaj, sve do renesanse i ranog novovjekovlja. Njegova metoda će postat ključna pretpostavka kasnijim modernim znanstvenim istraživačkim praksama.

### **Eksperimentalna metoda, najbolja ideja milenija**

Savremeni američki pisac Richard Powers – koji istražuje učinke moderne znanosti i tehnologije i angažira se na njihovom spajanju sa književnošću – u tekstu objavljenom 1999. godine u časopisu *The New York Times Magazine* proglasio je *najboljom idejom milenija* Ibn al-Haythamov izum eksperimentalne metode (Powers 1999). Ova ideja je, prema njegovom mišljenju, napravila nevjerovatan konceptualni pomak i omogućila *konceptualnu revoluciju* „koja leži u srži onoga što se dogodilo svijetu u posljednjih hiljadu godina“. U tom dugom razdoblju svjetske povijesti – u kojem se uslijed susreta sa Aristotelovom filozofijom i znanstvenim djelima muslimanskih znanstvenika dogodila srednjovjekovna zapadna „eksplozija znanja“, u ranom novovjekovlju i znanstvena revolucija, te znanost postala samostalna i najmoćnija makrostruktura svijesti – *ova ideja je transformirala svaki aspekt postojanja*.

Powers primjećuje da je Ibn al-Haytham riješio znanstveni spor koji je ostao neriješen više od 800 godina. Naime, kako je već ranije naznačeno, stoljećima prije njega u objašnjavanju misterija vida dominirale su dvije međusobno suprotstavljene teorije. Jedna je bila Euklidova, Ptolemejeva i drugih helenističkih matematičara prema kojoj svjetlost nužno putuje od oka do posmatranog objekta, a druga je bila Aristotelova i grčkih atomista, koji su zastupali obrnutu teoriju. Euklid i Ptolemej su svoju teoriju zasnivali na matematici i razumu, a Aristotel na pukoj spekulaciji. Obje teze, iako netačne, bile su filozofski prihvatljive budući da su logične, potpune i unutar sebe konzistentne. Umjesto da slijedi autoritete (Ptolemeja i Aristotela) Ibn al-Haytham je želio eksperimentalno provjeriti ove teorije. Napravio je nekoliko izvanrednih posmatranja. Najgenijalnije bilo je ujedno i najjednostavnije. Pozvao je nekoliko posmatrača da gledaju u sunce, što je potvrdilo njegovu glavnu ideju: kada gledate odveć svijetao objekt, on vam opeče oko. Ustanovio je da svjetlost nije dolazila iz oka, već da pada u oko, reflektirana od objekta koji se posmatra. Ibn al-Haytham se nije „pozivao na geometriju ili teorijsku nužnost. Umjesto toga, srušio je cijelu planinu sistematske teorije jednim pozivom na činjenice. Svjetlost je poticala izvan oka i reflektirala se u njega. Nijedno drugo objašnjenje nije bilo u skladu s dokazima“ (Powers 1999). Teorija nije bila dovoljan argument; nije mogla izdržati pred sudom kontroliranog posmatranja.

„Ovo empirijsko insistiranje ležalo je u biti Ibn al-Haythamove prave revolucije i, mada nije samostalno preokrenuo svijet, njegov se uticaj proširio bezgranično“ (Powers 1999).

Ibn al-Haythamova ideja eksperimentalne metode oslobodila je moć koja je u temelju promijenila svijet i odredila njegov novi, moderni karakter. Powers tvrdi da je izvan svake razumne sumnje da nijedna ideja nije imala dublji ili sveprisutniji uticaj na ono šta je ljudska rasa postala ili šta je učinila na licu planete od prepuštanja autoriteta eksperimentu. Ta najveća ideja posljednjih hiljadu godina omogućila nam je „prevlast nad materijom pitajući se ne kako bi stvari trebale biti, već kako stvari jesu. Posvetili smo se otkrivanju onoga ne šta bismo trebali učiniti sa svijetom, već šta možemo učiniti da svijet čini“ (Powers 1999).

## Uticaji

Vjerodostojniji i objektivniji uvidi u intelektualnu povijest Evrope čine sasvim razvidnim „da je znanost o optici koju su franjevci razvili i širili bila utemeljena na glavnim doprinosima optici u srednjovjekovnom muslimanskom svijetu“ (Dupre 2025), prije svega u djelima al-Kindija i, naročito, Ibn al-Haythama. Njihova djela su, zapravo, postala nezaobilazna literatura za zapadne protoempiriste i optičare. Ona su omogućila uvide u znanja iz područja optike koja Zapad prije toga nije poznao. Tada se u njegovom kulturnom prostoru javlja širi i usredsređeniji interes za izučavanje optike, čemu su osobito doprinijeli franjevci Robert Grosseteste, Roger Bacon i John Pechama. Franjevci se inače smatraju glavnim protagonistima razvoja i širenja optičkog znanja u srednjovjekovnoj Evropi. Tome je služila i panevropska mreža univerziteta, studija, skriptorija i biblioteka, koju su oni izgradili. Najpoznatija središta u toj mreži bili su Oxford (prvo središte za izučavanje optike), Pariz i Bologna.<sup>11</sup> Optika će uskoro postati jedna od najrazvijenijih znanstvenih disciplina, čija će znanja biti dostupna i zanatskim udruženjima i majstorima koji su – na osnovu znanja koja su do njih posredno dospijevala od muslimanskih znanstvenika – primjenjivali, kako tvrdi poznati njemački historičar umjetnosti Hans Belting, linearnu perspektivu i koji su, u vlastitom interesu, takođe doprinosili razvoju optike.

---

<sup>11</sup> Univerzitet u Bologni je bio otvoreniji i intelektualno senzibilniji od drugih univerziteta. U njemu je vladao stanoviti duh kozmopolitizma, što je bilo izraženo u većim slobodama njegovih studenata, naglašenijoj znatiželji i sklonosti za usvajanjem novih znanja, uključujući i ona muslimanskih znanstvenika.

Ibn al-Haythmova djela ostvarila su značajan uticaj i na kasniju evropsku znanost i njene znanstvenike, renesansne i ranonovovjekovne, takođe i na umjetnost i estetiku percepcije, postavljajući temelje za moderne znanstvene i umjetničke prakse. Njihov uticaj na znanstvena, filozofska i umjetnička kretanja u zapadnoevropskom svijetu, osobito u području prirodne filozofije i optike, sve do pojave znanstvene revolucije u sedamnaestom stoljeću i njenih glavnih arhitekata (Galilea Galieja, Isaka Newtona, Johannesa Keplera i Christiaana Huygensa) bili su stvarni, dalekosežni i sasvim prepoznatljivih tragova. Osobito snažan uticaj izvršilo je Ibn al-Haythmovo djelo *Knjiga o optici*. Pored spomenutih protagonista znanstvene revolucije, ovo djelo je bilo predmetom interesa i prirodnih filozofa i matematičara krajem šesnaestog i u sedamnaestom stoljeću: Willebrörda Snelliusa, Renea Descartesa, Isaaca Barrowa i Rene-Francoisa de Slusea. „Većina njih značajno je koristila različite dijelove knjige, posebno njezin veoma istančan matematički tretman optičkih problema“ (Sabra 1989: xi).

### *Vizuelna percepcija*

Ernst Gombrich, jedan od najpoznatijih historičara umjetnosti dvadesetog stoljeća, sa posebnom pažnjom proučavao je određene aspekte Ibn al-Haythamovae *Optike*. U djelu *Umjetnost i iluzija* napisao je da je Ibn al-Haytham *srednjovjekovni Zapad naučio razlici između osjetila, znanja i zaključivanja, a sve to ima značajnu ulogu u percepciji* (Sabra 1989: xiv; Gombrich 1984).

Ibn al-Haythamov uticaj, posebno onaj u domeni empirijske optike, osim što se kretao putem znanosti, imao je, kako pored ostalih primjećuje Richard Powers, još jedan put, kojim je dodatno uzbudio umove Zapada. Ako svjetlost ulazi u oko izvana, tada se oko nalazi na vrhu vizuelnog stošca, uslijed čega okomita zraka dominira nad svim kosim zrakama. To je podrazumijevalo *geometriju gledanja*, koju je prvobitno opisao Ibn al-Haytham, objasnivši kako ljudsko oko i mozak percipiraju prostor, dubinu, oblike i perspektivu. U trinaestom stoljeću *geometriju gledanja* je pod uticajem Ibn al-Haythama dodatno razvio Witelo Thuringopolonis (u. oko 1281.), poljski teolog i prirodni filozof.<sup>12</sup> Svojim djelom o optici (*Perspectiva*), temeljenom na *Kitab*

---

<sup>12</sup> Witelo je studirao u Parizu i Padovi. Jedno vrijeme je boravio na papinskom dvoru u Viterbu. Njegovo najpoznatije djelo *Perspectiva* značajno se zasniva na Ibn al-Haythamovom djelu. S druge strane, on je zauzvrat uticao na kasnije znanstvenike, posebno na Johannesa Keplera. Witelova rasprava o optici bila je usko povezana s latinskom verzijom Ibn al-Haythamovog arapskog djela: *Kitab al-Manazir* (*Knjiga o optici; De aspectibus ili*

*al-Manaziru*, doprinio je definiranju vizuelne percepcije kao kognitivne sposobnosti mozga da prihvati i shvati informaciju primljenu posredstvom oka, transformirajući pri tome svjetlosne signale u suvisle slike, oblike i prostorne odnose. Ovim je otvoren put njenoj smjelijoj zapadnoj recepciji. Koncept vizuelne percepcije uskoro će se proširiti Italijom i snažno uticati na njene umove, umjetnike i estete. Nastajao je novi vizuelni senzibilitet i shvatanje percepcije i najavljena nova velika era u zapadnoevropskom slikarstvu (Powers 1999). U istom velikom duhovnom riječnom toku nastala je i renesansna teorija perspektive, prema kojoj postaje moguć prikaz trodimenzionalnih predmeta na dvodimenzionalnoj površini, u čijoj osnovi je takođe bila Ibn al-Haythamova misao i njena Witelova razrada.

Ibn al-Haythamova *Optika* privukla je pažnju i nekih od najpoznatijih kasnosrednjovjekovnih i renesansnih umjetnika, poput jednog od prvih univerzalnih talijanskih renesansnih umjetnika Lorenza Ghibertija (u. 1455.), koji se bavio teorijom vizualne estetike, optikom i teorijom percepcije. Pretpostavlja se da je Ibn al-Haythamovo djelo uticalo na njegovo shvatanje trodimenzionalnog prostora i doprinijelo raskidu sa srednjovjekovnim ikonografskim shemama i afirmaciji novog, renesansnog shvatanja.<sup>13</sup>

Ibn al-Haythamova teorija svjetlosti, percepcije i dubine gledanja ostavila je trag i na velikog italijanskog slikara iz četrnaestog stoljeća Giotto di Bondonea. „Za čvrste prostore nagoviještene u njegovim freskama govorilo se da gledatelje dovode do ushićenosti i ekstaze. Oko Evrope se okrenulo naopačke.“ Ibn al-Haythamova *camera obscura* navela je slikare da istražuju svjetlost i njeno odbijanje od stvarnih površina. No, tek kada su, posredstvom geografa i matematičara Paola Toscanellija (u. 1482.), renesansni umjetnici Brunelleschi, Masaccio i Uccello saznali za novu optičku matematiku – koja primjenjuje geometriju i algebru za opisivanje pravolinijskog širenja svjetlosti, refleksije i refrakcije kroz leće i ogledala – zapadnoevropski svijet je postigao potpuni uzlet u pravougaonu stvarnost. „Koristeći tehnike duboke perspektive, s njenom sposobnošću mjerenja relativne veličine objekata na bilo kojoj udaljenosti, Toscanelli je sastavio kartu koja je na kraju odvela Kolumba u Novi svijet“; *terra incognita koju je Doba velikih otkrića požurilo popuniti*.

---

*Perspectivae*), a obje su štampane u izdanju Friedricha pod nazivom *Opticae thesaurus* (Basel, 1572.), što je zapravo latinski naslov Ibn al-Haythamovog *Kitab al-Manazira* (El-Bizri 2005).

<sup>13</sup> U svojim prikazima tema iz *Starog zavjeta* (poznatim kao *Vrata raja*) Ghiberti uvodi prikaz trodimenzionalnih figura, do tada nepoznatih u zapadnoj srednjovjekovnoj umjetnosti, čime ostvaruje iluziju čudesne dubine.

## Vizuelna teorija i razvoj perspektive

Malo je, izvan uskih znanstvenih krugova, poznato da su se vizuelna teorija na Zapadu i, posebno, razvoj perspektive u renesansi temeljile na Ibn al-Haythmovom djelu *Kitab al-Manazir*, koje je sve do 1572. godine bilo naslovljeno latinskim imenom *Perspectiva*, a nakon toga naslov je promijenjen u grčki pojam *Optika*, koji i danas obilježava nauku o opažanju. Ovo djelo je posredstvom franjevac također potaknulo „paradigmatSKU promjenu“ koja je pokrenula potragu za trodimenzionalnim prostorom i interes za perspektivu kod kasnosrednjovjekovnih i renesansnih umjetnika (Brunelleschija, L. B. Albertija). Hans Belting pokazuje da se pojava ideje perspektive, koja je od svih otkrića u umjetnosti najzaslužnija za promjene u novovjekovnoj umjetnosti, nije dogodila, kako se uobičajeno misli, u renesansnoj Firenci, mjestu ponovnog rođenja antike, već očigledno u Bagdadu. A perspektiva je „vjerovatno najvažnija slikovna ideja zapadne kulture“ (Hans Belting).

Naravno, pojam „perspektiva“ nema isto značenje u medijevalnoj znanosti i u renesansnoj umjetnosti. Njegovo znanstveno značenje definirali su muslimanski znanstvenici u kontekstu svoje vizuelne teorije. Ovaj termin će kasnije, u šesnaestom stoljeću, imati svoju semantičku transformaciju i biće korišten kao sinonim za „optiku“ u značenju približno onom koji je imao u filozofsko-znanstvenom jeziku antičke Grčke i helenizma. Zapadnoevropski autori, poput američkog teoretičara i historičara umjetnosti Erwina Panofskog, „antici pripisuje neku vrstu perspektive“. Međutim, antika izvjesno nije razvila perspektivu, jer „ona nije imala matematičko znanje koje je tek znanost muslimanskih znanstvenika prosljedila Zapadu“ (Belting 2023: 24–25).

Osobita pronicljivost, instruktivnost i privlačnost Beltingovih stavova o doprinosima muslimanskih znanstvenika, posebno Ibn al-Haythma, razvoju ideje perspektive i vizuelne teorije, kao i o dalekosežnosti odjeka njihove misli iz područja optike u zapadnoevropskom svijetu, zavređuju da se zakratko još na njima zadržimo.<sup>14</sup> U svojoj knjizi *Firenca i Bagdad* Belting istražuje prenos vizuelne teorije muslimanskih znanstvenika iz doba klasične islamske kulture na Zapad i teži dati novi naglasak širem kulturnom značaju tog prenosa. On također ispituje upotrebu perspektive u renesansnim slikama kao fakat koji je izveden iz matematičke teorije vida muslimanskih optičara. U tom smislu, posebno ukazuje na intelektualni dug renesansne firentinske umjetnosti

<sup>14</sup> Hans Belting (u. 2023.) poznati je njemački historičar umjetnosti i teoretičar medija, koji je posebnu pažnju posvetio istraživanju slike u kontekstu savremene umjetnosti, italijanske umjetnosti srednjeg vijeka i renesanse.

„islamskoj“ optici i znanosti, što je na osobit način prepoznatljivo u Brunelleschijevom tretmanu perspektive. Inače, perspektiva je imala poseban učinak kao kulturna tehnika. Ona nije promijenila samo umjetnost, ona je promijenila cijelu jednu kulturu, zapadnu kulturu, „čija je sklonost vizuelnome dovela do novih tehnologija slike“ (Belting 2011: 22). Ideja perspektive je u svojoj novovjekovnoj pojavi izazvala i svojevrsnu „kognitivnu revoluciju“; „postala je izraz antropocentričnog mišljenja koje se oslobodilo srednjovjekovne teocentrične slike svijeta“ (Belting 2011: 25).

Zapadna i islamska kultura su, uz sve svoje razlike, nekada posjedovale zajedničku teorijsku matricu. „Prelazak znanstvene teorije u umjetničku praksu, odnosno arapske teorije viđenja u zapadnu teoriju slike, bio je revolucionaran“ (Belting 2011: 34). Interesantno je primijetiti da je, prema mišljenju Beltinga, ovdje došlo do historijskog susreta dviju kultura koje prema slici i pogledu imaju potpuno oprečan odnos, anikonične islamske i ikonične zapadne, te da se taj susret dogodio u horizontu znanosti, a razriješio u horizontu umjetnosti, odnosno slike i pogleda. Naime, u renesansi će se znanstvena teorija ili teorija viđenja muslimanskih znanstvenika transformirati u teoriju slike i, konsekventno, u slikovnu praksu.

### ***Teorija percepcije udaljenosti***

Ibn al-Haytham u *Knjizi o optici* takođe relativno detaljno, precizno i empirijski utemeljeno opisuje percepcije veličine, udaljenosti i drugih geometrijskih svojstava trodimenzionalnog svijeta, te postavlja teoriju percepcije udaljenosti, što se može smatrati prvom, u savremenom značenju te riječi, znanstvenom teorijom percepcije udaljenosti. Njegova teorija percepcije udaljenosti u znanstvenim krugovima Zapada perzistirala je sve do pojave znanstvene revolucije, preciznije do momenta kada je Kepler 1604. godine uveo konkurentsku teoriju. Kepler u knjizi iz 1604. godine pod naslovom *Dodaci Witelu, osvrt na optički aspekt astronomije*, osim što izlaže svoju konkurentsku teoriju, detaljno opisuje i rad na polju optike poznatog srednjovjekovnog znanstvenika Witela, koji je posredstvom prevoda djela muslimanskih znanstvenika na latinski upoznao njihove znanstvene doprinose, te je prepoznatljivo pisao u tradiciji muslimanskih optičara. Interesantno je primijetiti da Kepler u ovom djelu često spominje Ibn al-Haythama, ali ne eksplicitno i njegovu teoriju percepcije udaljenosti što, pored ostalog, jasno ukazuje na to da je on poznavao Ibn al-Haythamova djela iz optike, uključujući i njegov *Kitab al-Manazir*, stoga, sasvim vjerovatno, i njegovu teoriju koja je u ovom djelu izložena (Sedgwick 2022: 14).

Neki savremeni istraživači ove teme poput H. A. Sedgwicka ukazuju na karakterističnu okolnost koja svjedoči o tome da su početkom 17. stoljeća proučavanje i razvoj optičkih sistema, koji su uključivali međudjelovanje teleskopa i ljudskog vida, bili toliko rašireni da se čini malo vjerojatnim da se prelaz sa Ibn al-Haythamove osnovne teorije percepcije udaljenosti na apstraktniju, matematičku teoriju Keplera i Descartesa mogao dogoditi odjednom (Sedgwick 2022: 14).

Prema Sedgwickovom mišljenju *detaljniji uvidi u historiju znanosti tog razdoblja mogli bi otkriti složeniji prelaz*. Koliko je poznato, Kepler nije Ibn al-Haythamovoj teoriju percepcije udaljenosti posvećivao veću pažnju i *nije je nikada eksplicitno kritizirao ili odbacio*. To je vjerovatno i stoga što je njegov primarni znanstveni interes bila astronomija a ne optika, te što je optiku proučavao uglavnom kako bi dospio u izgledniju mogućnost „boljeg razumijevanja i kontrole pogrešaka koje ljudski vid unosi u astronomska mjerenja“ (Sedgwick 2022: 14).

Ibn al-Haythamova teorija nekoliko narednih stoljeća neopaženo biva napuštena i uglavnom zaboravljena kao koherentna i sveobuhvatna teorija. Međutim, polovinom prošlog stoljeća vraća joj se američki znanstvenik James J. Gibson<sup>15</sup> i posredno je, u okviru svojih istraživanja u području vizuelne percepcije, aktualizira. On takođe, slično Ibn al-Haythamu, svoju teoriju naziva „teorijom temelja“ percepcije prostora. Interesantno je primijetiti da Gibsonova teorija percepcije udaljenosti – koju će on polovinom dvadesetog stoljeća razviti i, na temelju vlastitih istraživanja u području psihologije, objasniti – ima zapanjujuće sličnosti sa Ibn al-Haythamovom teorijom izloženoj u *Knjizi o optici*, i koja takođe uzima u obzir psihološke aspekte percepcije i vida. Obojica su, na primjer, zastupali stavove o tome da se teorija temeljena na hipotezi intromisije ne može kvalificirati kao održivo objašnjenje vida ukoliko nije dopunjena i potkrijepljena psihološkom teorijom koja postavlja načine zaključivanja koji su nužno uključeni u percepciju vidljivih svojstava osim učinaka svjetlosti i boje“ (Sabra 1989: lv).

Ranije teorije, koje su temeljene ili pak izvedene iz Keplerove i Descartesove teorije percepcije udaljenosti i koje su, u međuvremenu, potisnule Ibn al-Haythamovu teoriju i teorije na njoj zasnovane, Gibson uzima u obzir, ali ih ne prihvata.

---

<sup>15</sup> Gibsonova teorija vizuelne percepcije uticala je na stavove nekih poznatih škola psihologije u drugoj polovini dvadesetog stoljeća, poput Gestalt psihologije.

Nakon svega, čini se da ne bi bilo sasvim neodmjereno *Kitab al-Manazir* smatrati najkorisnijim znanstvenim štivom koje je napisano o svjetlosti do pojave Newtonove *Optike* u drugoj polovini sedamnaestog stoljeća.

## Literatura

1. Belting, Hans. 2010. *Firenca i Bagdad: Zapadno-istočna povijest pogleda*. Zapresić: Fraktura.
2. Briffault, Robert. 1919. *The Making of Humanity*. London: George Allen & Unwin.
3. Dallal, Ahmed. 2018. „Nauka, medicina i tehnologija: stvaranje naučne kulture“. U: Esposito, John L. (ur.), *Oksfordska historija islama* (2. izd.). Sarajevo: Centar za napredne studije (CNS), 153–201.
4. El-Bizri, Nader. 2005. „A Philosophical Perspective on Alhazen’s Optics“. *Arabic Sciences and Philosophy* 15 (2): 189–218. Cambridge University Press.
5. Gombrich, E. H. 1984. *Umetnost i iluzija: psihologija slikovnog predstavljanja*. Beograd: Nolit.
6. Hiti, Filip. 1988. *Istorija Arapa*. Sarajevo: „Veselin Masleša“.
7. Hodgson, Marshall G. S. 1974. *The Venture of Islam* (3 vols.). Chicago: The University of Chicago Press.
8. Hodgson, Marshall G. S. 1993. *Rethinking World History: Essays on Europe, Islam and World History*. Cambridge: Cambridge University Press.
9. Ibn al-Haytham. 1989. *The Optics of Ibn al-Haytham. Books I–III: On Direct Vision*. Sabra, A. I. (ur.). London: Warburg Institute, University of London.
10. Janos, Damien. 2012. *Method, Structure, and Development in al-Farabi’s Cosmology*. Leiden-Boston: Brill.
11. Raynaud, Dominique. 2016. *A Critical Edition of Ibn al-Haytham’s On the Shape of the Eclipse: The First Experimental Study of the Camera Obscura*. Cham: Springer.
12. Sabra, Abdelhamid I. 1989. „Introduction, Commentary, Glossaries, Concordance, Indices“. U: Ibn al-Haytham, *The Optics of Ibn al-Haytham. Book I: On Direct Vision*. Sabra, Abdelhamid I. (ur.). London: Warburg Institute, University of London.
13. Sarton, George. 1962. *Introduction to the History of Science: From Homer to Omar Khayyam* (Vol. I). Baltimore: Carnegie Institution of Washington.
14. Sedgwick, H. A. 2022. „Ibn al-Haytham’s Ground Theory of Distance Perception“. *i-Perception* 13 (5): 1–18.
15. Sesardić, Neven (priređio) 1985. *Filozofija nauke*. Beograd: Nolit

Internet izvori

1. Dupré, Sven; Raynaud, Dominique. „Optics and the Rise of Perspective: A Study in Network Knowledge Diffusion“. <http://journals.openedition.org/rac/1001> (posjećeno 25. 10. 2025).
2. Druart, Thérèse-Anne. 2024. „al-Farabi“. U: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2024 Edition) (ur.) Zalta, Edward N. i Nodelman, Uri. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2024/entries/al-farabi/> (posjećeno 29. 12. 2025).
3. Powers, Richard. 1999. „Eyes Wide Open“. *The New York Times Magazine*, April 18. <https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/library/magazine/millennium/m1/powers.html> (posjećeno 17. 11. 2025).