

# DOPRINOS ARAPSKIH FIZIČARA RAZVOJU ASTRONOMIJE

Maksuda MURATOVIĆ

UDK 52/53:28"04/14"

DOI: <http://dx.doi.org/10.26340/muallim.v18i72.1625>

**SAŽETAK:** Interesovanje za astronomiju je jedna od značajnih odlika islamske civilizacije od osmog do šesnaestog stoljeća. Impozantan je broj naučnika koji su se bavili teorijskom astronomijom, zatim broj tekstova koji su napisani u toj oblasti, kao i broj opservatorija koje su bile aktivne u to vrijeme omogućavajući mnoštvo zabilježenih, preciznih opservacija. Naučni tekstovi iz astronomije indijskog, persijskog i grčkog porijekla prevedeni su na arapski i bili su temelj na koji se nadograđivala arapska astronomija. Najznačajniji muslimanski astronomi bili su Al-Battani, Al-Sufi, Al-Biruni i Ibn-Yunus. Između velikog broja srednjovjekovnih muslimanskih astronoma spomenuti su i oni koji su zagovarali heliocentrični model.

*Ključne riječi:* Al-Biruni, Al-Batani, Al-Sufi, Ibn-Yunus, islamska astronomija, Kur'anski pogledi na astronomiju, muslimanski doprinosi astronomiji.

## Uvod

Tokom srednjeg vijeka nije bilo revolucionarnih otkrića u astronomiji. U tom razdoblju značajnu ulogu za razvitak znanosti odigrali su Arapi, koji su, na neki način, spojili znanja Dalekog istoka i stare Grčke. Preveli su mnoga značajna djela antičkih filozofa, među kojima i Ptolemejev Zbornik, od tada je poznat po arapskom naslovu *Almagest*. Precizno su pratili kretanja nebeskih tijela i određivali njihove položaje na nebu, što je uticalo i na razvitak opažacke astronomije u Evropi. Neki prvi tekstovi astronomije, prevedeni na arapski, su indijskog i perzijskog porijekla. Najviše primjećen od svih tekstova bio je "Zij al-sindhind", indijski astronomski rad iz VIII stoljeća preveden od strane al-Fazarija i Yaqub ibn Tariqa u Bagdadu oko 770. godine (Dick Teresi, 2003). Jedan od glavnih radova je bio "Zij al-sindh" djelo al-Khwarizmia 830. godine. Zij je

osnovno ime islamskih astronomskih knjiga koje su tabelirale parametre korištene za astronomsko izračunavanje o pozicijama Sunca, Mjeseca, Zvijezda i planeta. Ime je izvedeno iz perzijskog izraza što znači gajtan. Prije pojave islama bio je poznat samo jedan astronomski opservatorij u Aleksandriji. Prvi opservatorij je podignut u Bagdadu 828. godine, da bi u 15. stoljeću već bilo 19 astronomskih opservatorija, od Kašmira u Indiji, preko Perzije, Horasona, Egipta, pa sve do Španije. Arapski astronomi razdvajaju matematičku, odnosno eksperimentalnu astronomiju od Aristotelove filozofske kosmologije.

## Kur'anski pogledi na astronomiju

Astronomija je usko povezana sa mnogim vjerskim propisima kod muslimana tako da se pojavila potreba za izučavanjem astronomije kako bi se odredila vremena za namaz

shodno geografskom položaju i godišnjem dobu. Otuda su objavljeni mnogi Kur'anski ajeti koji govore o astronomiji i kosmosu koji okružuje čovjeka i ajeti koji podstiču čovjeka na razmišljanje o nebesima i Zemlji.

Jedan od tih ajeta je i sljedeći: "I noć im je dokaz: Mi uklanjamo dnevnu svjetlost i oni ostaju u mraku. I Sunce se kreće do svoje određene granice, to je odredba Silnoga i Sveznajućeg. I Mjesecu smo odredili položaj; i on se uvijek ponovo kreće kao stari savijeni palmin prut. Nit' Sunce može Mjesec dostići nit' noć dan preteći, svi oni u svemiru plove." (Kur'an, sura Jasin, ajet 37- 40)

Zvijezde su korištene za navigaciju u pustinji gdje se islamski kalendar regulisao prema Mjesecu. Kur'anski ajet o tome kaže: "Pitaju te o mlađanima. Reci: Oni su ljudima oznake o vremenu i za hadžiluk." (Kur'an, sura el - Bekare, ajet 189)

Sunce je bilo korišteno za računanje vremena pet dnevnih namaza

kao i perioda posta zasnovanog na poziciji Sunca na horizontu. Također sredstvima astronomije muslimani su utvrdili precizan pravac u kome se nalazi Kibla, sveto mjesto kojoj se oni okreću pet puta dnevno izvršavajući njihove dnevne molitve. Teresi potvrđuje da je astronomija ušla u islamsku tradiciju iz tri pravca: Perzije, Indije i Grčke. On je zapisao:

“Sa osvajanjima oni su donijeli arapsku narodnu astronomiju pomiješanu sa lokalnim znanjem, posebno matematičke tradicije indijske, perzijske i grčke astronomije, koju su prilagodili i svladali prema svojim potrebama.” (Dick Teresi, 2003).

### Utjecaj arapskih naučnika u srednjem vijeku na uspostavljanje heliocentričnog modela

Osvajanja Aleksandra velikog proširila su grčku civilizaciju pravo prema drevnom svijetu; stoga grčke ideje su uveliko uticale na domorodačku astrologiju Perzije i Indije. Veliki kulturni centar Aleksandrije u Egiptu koji je bio poznat kao “središte svijeta” u helenistička vremena osvojen je od muslimana 642. godine. Ovo je omogućilo da intelektualno nasljedstvo Grčke koje je sadržavalo hiljade rukopisa u svojoj čuvenoj biblioteci bude dostupno islamskim naučnicima. U ranom devetom stoljeću al- Ma'mun, halifa Bagdada, osnovao je akademiju nazvanu kuća mudrosti koja je postala centar ambicioznog projekta da prevodi sve sačuvane tekstove antike na arapski (J. J. O' Conner & E. F. Robertson, 1999). Matematička astronomija bila je pod naglašenim uticajem istraživanja i dostignuća muslimanskih istraživača sve do 19 vijeka. Otkriće teorija Ptolomeja i Hiparha je donio nove naučne dogme. To je dodatno potaknuto kontaktom s Indijom i primjenom naprednih tehnika.

Od 825. godine do 1025. godine, postojao je period jake istrage, u kojoj je ptolemički sistem astronomije prihvaćen, međutim u mogućnosti

matematičkih pregleda i dodatnih pronalazaka (Dallal, 1999). Između Ptolomejevog geocentričnog modela 150. godine pa do Copernicusovog heliocentričnog modela 1543. godine, veliki broj arapskih znanstvenika bavio se astronomijom.. Prema Ptolomejevom geocentričnom modelu, planete, Sunce i Mjesec se kreću oko Zemlje koja je centar svijeta. Copernicusov heliocentrični model stavlja Sunce u centar svijeta oko kojeg se kreću sve ostale planete, uključujući i Zemlju.

Copernicus-ov heliocentrični model ima svoju dugogodišnju historiju. Sam Copernicus navodi niz islamskih astronoma čije je radove koristio, a to se prije svega odnosi na al-Battaniya. Između velikog broja srednjovjekovnih islamskih astronoma spomenut ćemo samo one koji su zagovarali heliocentrični model. Prve naznake heliocentričnog modela potiču još od antičkog doba, od Aristarha. On je prvi mjerio udaljenost do Mjeseca i Sunca i procijenio da je Sunce mnogo veće od Zemlje. U tom smislu je izveo zaključak da je Sunce centar svijeta, a ne Zemlja. Međutim, u toj ideji je ostao usamljen. U srednjem vijeku centar znanosti je bio u islamskom svijetu, a većina astronoma je prihvatila geocentrični model. Njihovo istraživanje se svodilo na ispravljanje problematičnog epicikla i ekvanta u Ptolomejevom modelu. Međutim, neki od njih su tražili i alternativne modele, prije svega heliocentrični model. O mogućem heliocentričnom modelu prvi je raspravljao jedan od najvećih arapskih astronoma al-Battani, čija su djela prevedena na latinski jezik u 12. stoljeću. Znatno je uticao na arapske astronome, zatim na Copernicusa, Brachea, Keplera... Otkrio je eliptične putanje planeta, što je bilo ključno za Keplerove zakone. Njegovo djelo *De Scintilla Stellarum* bilo je bazično djelo iz astronomije sve do renesanse. Njemački astronom Johannes Kepler dopunjuje Kopernikovu teoriju. Iz promatračkih podataka znamenitog opažača Tycha Brahea, Kepler izvodi tri zakona koji mnogo preciznije opisuju kretanje planeta. Napomenimo

da je Tycho Brahe nebeska tijela opažao prije otkrića teleskopa, koristeći kvadrant (uređaj za mjerenje uglova u astronomiji i geodeziji) i slične vizualne instrumente postižući izvanrednu tačnost reda veličine nekoliko lučnih minuta. Brahe je bio tvorac jedne pomirljive teorije, prema kojoj samo Mjesec i Sunce kruže oko Zemlje, dok svi ostali planeti kruže oko Sunca. Premda danas svojim postavkama pomalo djeluje naivno, Braheova geocentrična teorija mogla je objasniti nastajanje Venerinih faza, koje je Galileo navodio kao dokaz heliocentričnoj teoriji. Heliocentrični model, također u 9. stoljeću, zagovarao je i astronom al- Baski. Njegov rad je ostao nezapažen sve dok ga nije objavio al-Biruni, raspravljajući o gravitaciji između nebeskih tijela i tvrdnji da zakoni fizike važe i za nebesko i za zemaljsko područje.

Al-Biruni je oduvijek duboko razmišljao o kontraverznosti geocentričnosti i heliocentričnosti. Enciklopedija Britanika definiše geocentrični sistem kao svaku teoriju po kojoj je u strukturi sunčevog sistema (ili Svemira) planeta Zemlja u centru (*Encyclopedia Britannica*). Na sličan način se definiše heliocentrični sistem samo što je Sunce blizu sunčevog solarnog sistema ili svemira, a Zemlja se kreće oko njega (*Encyclopedia Britannica*).

Nick tvrdi:

”Al-Biruni je predložio ideju da se Zemlja okreće oko svoje ose. Iako priklonjen tada široko prihvaćenom geocentričnim pogledom na svijet, sa Zemljom u središtu univerzuma, on se interesovao za heliocentrični sistem sa Suncem u središtu. Zbog ovoga, Al-Biruni je prvi radio eksperimente o takvim teorijama i činjenicama. Naposljetku je odustao od dokazivanja heliocentričnosti zbog nesposobnosti da priloži prave dokaze”(Martin Nick).

Neki moderni učenjaci su kritizirali Al-Birunija zbog prihvatanja geocentrične teorije koju je dijelio sa svojim učiteljem Abu Mansur Nasrom. Učenjaci poput A-Razija, Ibn Sine i drugih imaju svoje mišljenje

u vezi s ovim (Abd. Latif Samian 1992). Nedostajanje teleskopa i drugih modernih naprava tokom tog doba je otežalo pronalazak tačnih informacija. Nove teorije bez pravih naučnih dokaza nisu bile prihvaćene. Geocentrični model je bio rado prihvaćen, iako je bio pogrešan, sve do 16. stoljeća. Al-Biruni je još raspravljao i o pitanju da li se Zemlja kreće oko svoje ose stoljećima prije ostatka svijeta. U njegovoj dobro poznatoj knjizi, *al-Athar al-Bakia*, raspravljao je o Zemljinom rotaciji i dao je prave vrijednosti latituda i longituda različitih mjesta (Abu Raihan). Također, ovaj problem je spomenuo i u svom djelu *al-Qanun al-Masudi, fi al-Hai'a wa al-Nujum*. Seyyed Hossein Nasr je istakao da je to bila jedna od najznačajnijih muslimanskih astronomskih enciklopedija koja raspravlja prvi put ideju da se Zemlja okreće oko svoje ose (Seyyed Hussein Nasr, 1979).

Al-Biruni također raspravlja o planetarnim teorijama indijskih astronoma, u kapitalnom djelu *Knjiga o Indiji*. Navodi da Brahmagupta i još neki indijski astronomi smatraju da se zemlja okreće oko svoje ose. Birunijev savremenik al-Sijzi predlaže model po kojem se Zemlja istovremeno kreće i oko Sunca. Takav model Biruni ne odbija te pitanje heliocentrizma i geocentrizma smatra filozofskim i kaže da rotacija Zemlje neće promijeniti astronomske proračune, jer su svi astronomski podaci objašnjivi kako u jednom modelu, tako i u drugom. Alhazen je 1025. godine započeo tradiciju *hay'a* u islamskoj astronomiji korigujući Ptolomejev geocentrični sistem, negirajući ekvant i epicikl. I on smatra da se i zemaljsko i nebesko područje pokoravaju istim zakonima fizike. Predlaže model po kojem Zemlja rotira oko svoje ose, ali se ne udubljuje detaljnije u njegovo tumačenje.

### Doprinos muslimana u astronomiji

U historiji astronomije tradicija islamske arapske astronomije je bila jedna od najuspješnih

i najdinamičnijih. Njen doprinos astronomskom znanju se prostirao preko nekoliko stoljeća, od 8 stoljeća do kraja 16 stoljeća. Njihove pisane zbirke su većinom bile pisane na arapskom jeziku a područja njihove proizvodnje su bila Bliski Istok, Centralna Azija, Andaluzija i Sjeverna Afrika a kasnije Kina i Indija. Tradicija astronomije u islamskoj nauci je bliska drugim naukama po nastanku, tačnije u asimilaciji stranih, ranijih saznanja i njihovoj eventualnoj modifikaciji i nadogradnji čime je nastajala autentična znanost. Ovo je naročito uključivalo sasanidska, heleniistička i indijska djela, koja su bila prevedena i nadograđivana. Zauzvrat, islamska astronomija je poslije imala značajan uticaj na indijsku, bizantijsku, evropsku astronomiju kao i na kinesku.

Toby Huff tvrdi:

“Korisno je razmotriti historiju astronomskih razmišljanja u srednjovjekovnom islamu. Astronomija u islamu tokom ovog perioda je bila intenzivnija i daleko naprednija od one u Evropi” (Toby E. Huff, 1993).

David King se slaže da je historija astronomije u islamskoj civilizaciji dokumentirana od strane više naučnika različitog porijekla. Jakub ibn Tarik, Al-Havarizmi, Al-Batani, Al-Fargani, Al-Sufi, Al-Biruni, Al-Batani, Ibn-Yunus, Al-Tusi i Omer Hajam su samo neki naučnici koji su ostavili svoj pečat u analima astronomije (David A. King, 1986).

Abu Abdallah Mohammad ibn Jabir Al-Batani je jedan od najpoznatijih uzora u razvoju nauke. Poznat u latinskom svijetu kao Albatagni ili Albatenus je autor Sabijanskih tablica (*al-Zij al-Sabi*), djela koje je imalo veliki uticaj na nasljednike, muslimanske i kršćanske, u jednakoj mjeri (Morelon, 1996). Njegove poboljšane tablice Sunca i Mjeseca obuhvataju otkriće da se mijenja smjer i položaj Sunca što je zabilježio i Ptolomej. Ovo, u modernoj astronomiji, znači da se Zemlja kreće u promjenljivoj elipsi (Singer, 1959). Također je radio na utvrđivanju ciklusa mjesec-evih faza,

dužine solarne i zvjezdane godine, predviđanju pomračenja i fenomenu paralakse, noseći nas na ivicu relativnosti i svemirskog doba, bilježi Vikens (Wickens, 1976).

Jedno od Al-Batanijevih poznatih otkrića je zadivljujuće tačno određenje solarne godine od 365 dana, 5 sati, 46 minuta i 24 sekunde; što je veoma blizu današnjim procjenama. Prateći to otkriće, Dr. Muhammed Saud ističe da: “Opazio je porast od  $16^{\circ} 47'$  geografske dužine Sunčevog apogeja od Ptolomejevog vremena. Ovo je dovelo do otkrića kretanja solarnih apsida i sporih varijacija u jednačini vremena” (Muhammad Saud, 1986).

Al-Batani je napravio nove tablice Sunca i Mjeseca, koje su dugo bile autoritativne, otkrio je kretanje u Sunčevog apogeja, odredio dužinu godišnjih doba i dodijelio godišnjoj precesiji vrijednost od  $55''$  (N. Swerdlow, 1972).

Al-Batani je dokazao, u potpunom kontrastu sa Ptolomejem, varijaciju ugaonog prečnika Sunca i mogućnost anularne eklipse. Ipak, prema Swerdlowu, uticaj Ptolomeja na srednjovjekovne autore je izrazito velik, i čak se veliki naučnici poput Al-Batanija možda nisu usudili da tvrde drugačije vrijednosti udaljenosti između Zemlje i Sunca od Ptolomejevih (N. Swerdlow, 1972). Ovo je bilo uprkos činjenici da je Al-Batani mogao doći do vrijednosti distance na osnovu svojih posmatranja koja su se mnogo razlikovala od Ptolomejevih (J. J. O'Conner i E. F. Robertson, 1999)

Filip Hiti, poznati učenjak islamske historije sa univerziteta Princeton kaže:

“On (Batani) je na više mjesta osporio Ptolemeja i poboljšao izračunavanje orbita mjeseca i nekih drugih planeta. Dokazao je mogućnost nekih godišnjih pomračenja Sunca i odredio sa većom tačnošću zastranjivanje ekliptike i iznio originalne teorije o određivanju vidljivosti mladog mjeseca” (Hitti, 1970).

Al-Battani je također popularizovao, ako i ne i otkrio, prve pojmove za trigonometrijske odnose koje i danas koristimo (Hitti, 1970).

On je bio prvi koji je zamijenio grčke tetive sinusima, sa jasnim objašnjenjem njihove superiornosti. Kao astronom i matematičar u isto vrijeme, našao je tačnije vrijednosti za dužinu godine, za godišnju precesiju ekvinoxija i nagib ekliptike. Također je i poboljšao proračune za sinusoidne funkcije i razvio je koncept kotangensa, namještajući njihovu tablicu u stepenima. Al-Batani je još dao i domišljata rješenja za neke probleme sferne trigonometrije koristeći metode ortografske projekcije (Enciklopedija islama, Leiden). Posmatranje u Islamsko doba je stiglo puno dalje nego što im to priznaje današnje obrazovanje. Islamski astronomi su u mnogim stvarima bili začetnici, kao što se može vidjeti iz nekoliko citata iz djela Carra de Vaux-a, o životu i djelu Al-Battanija (De Vaux, 1921).

Značajnije, al-Battani, ističući i demonstrirajući operacije, koristeći matematiku, pozvao je ostale da nastave njegovo djelo: "da nastave da posmatraju i tragaju", govoreći da nije nemoguće da kako vrijeme prolazi, još više bude otkriveno, baš kao što je i on sebe nadogrudio na svoje prethodnike. Al-Battani je također koristio širok dijapazon instrumenata: astrolabe, cijevi, gnomon podijeljen na 12 dijelova, nebesku sferu sa 5 obručnih prstenova, koje je on bio autor, uglomjer za paralaksu, muralni kvadrant, sunčeve satove, vertikalne kao i horizontalne. Razumljivo, opredijelio se za najveće instrumente; mjere uzete pomoću uglomjera za paralaksu zahtijevale su krugove ne manje od 5 metara u prečniku i kvadrant nije bio manji od jednog metra. De Vaux uočava da je tako veliki bio al-Battanijev uticaj, da su sva sledeća posmatranja imala njegov pečat. Stoga, židovski naučnici, Ibn Ezra, Maimonides, Levi Ben Gerson, i drugi, koji su stoljećima širili islamsko učenje u svim regijama Evrope su koristili al-Battanijeva računanja kao temelj za svoja. Među kršćanima, Robertus Cestrensis (Retinensis) je napravio tablice nebeskih kretanja za Londonski meridijan za godinu 1150. prema Al-Battanijevom djelu. Albertus Magnus, Alphonso X,

Regiomontanus, Nicolas Cusanus, Copernicus i Tycho Brahe su, između ostalog, ljudi na koje je al-Battani na neki način uticao.

U istom razdoblju, Yahija Ibn Abi Mansour je potpuno preradio tablice od Almagesta poslije temeljnih posmatranja i testova stvarajući poznati Al-Zij al Mumtahan (važne tablice). Pripadajući istoj eri, Abd-al Rahman al-Sufi je posmatrao nagib ekliptike i kretanje Sunca (Morelon, 1996). Postao je značajan po svojim posmatranjima i opisima zvijezda, njihovih pozicija, njihove svjetlosti i boje, zapisujući njegove rezultate za svako sazvežđe obezbjeđujući dva crteža, jedan iz perspektive van nebeske sfere i drugi unutar nje (Ronan, 1983). Al-Sufi je također pisao o astrolabu, pronalazeći hiljade njegovih funkcija. Zajedno sa ostalim obrazovanim muslimanima, istakao je nedostatke grčke astronomije. Ibn-Yunus u svojim posmatranjima je, između ostalog, koristio veliki astrolab promjera 1,4 metra i napravio je opservacije koje su uključivale više od 10.000 priloga o položaju Sunca kroz godine (Ronan, 1983).

Ebu Rahim Muhammed Al-Biruni, bio je jedan od najvećih naučnika svih vremena. Al-Biruni se smatra najoriginalnijim i najdubljim islamskim znanstvenikom iz područja prirodnih znanosti. Za svog patrona Mas'uda napisao je 1030. godine raspravu iz astronomije koja nosi naziv *al-Qanun al-Masudi, fi al-Hai'a wa al-Nujum* u kojoj je raspravljao o mnogim astronomskim teorijama koje zahtijevaju dosta vremena i dubokog razmišljanja da bi se mogle shvatiti. Iste godine je napisao i kratku raspravu o geometriji, aritmetici, astronomiji i astrologiji pod naslovom *Al-Tafhim*. U ovim djelima Al-Biruni razborito raspravlja o tadašnjoj spornoj rotaciji Zemlje oko njezine ose, te određuje precizno geografske širine i dužine.

Astronomiji, primarnom poticaju ljudskog uma još od kamenog doba muslimanski astronomi su pristupali na sve moguće načine. Ustvari, Seid Hosein Nasr tvrdi da se nijedan muslimanski astronom nije toliko

posvetio astronomiji kao što je to učinio Al-Biruni (Seyyed Hussein Nasr, 1979).

Al-Biruni je odbacio Aristotelov koncept kretanja koji kaže da ne postoji ni početak ni kraj života i da se sve neprestano kreće. Nakon što je istražio nekoliko fundamentalnih problema povezanih sa kretanjem planeta, Al-Birunijev sljedeći interes su bile imaginarne sfere i znaci o kojima se uvijek govorilo u astronomiji, kao što su polovi, ekvator, paralele, meridijani i znakovi zodijaka. Al-Biruni je vjerovao da ne postoji način da se zna paralaksu zvijezda – zapravo fenomen zvjezdane paralakse. Fenomen zvjezdane paralakse se može prikazati događajem kretanja Zemlje po orbiti što stvara iluziju da se zvijezde kreću. Ovaj fenomen je pobudio veliki interes tokom tog razdoblja zbog svog značenja za mjerenje udaljenosti između Zemlje i Sunca. Al-Biruni je sumnjao u Ptolomejeve stavove da je udaljenost između Zemlje i Sunca 286 puta veća od Zemljinog obima. Tvrdio je da je Ptolomejeva teorija bazirana na pojavi pomračenja, međutim, Ptolomej nije razmatrao pojavu potpunog pomračenja. Al-Biruni je predstavio da udaljenost između Mjeseca i Zemlje može biti mjerena drugačije nego udaljenost između Zemlje i Sunca koju tada nije bilo moguće mjeriti dostupnom aparaturom. U djelima *al-Qanun al-Masudi, fi al-Hai'a wa al-Nujum* i *Tahdid-i-Amaken*, dao je približno tačne mjere Zemljinog prečnika i obima. Ovo saznajemo od Mohaini Mohamed kada je napisala:

"Čak i u modernim računanjima njegova mjerenja Zemljinog prečnika kraća su samo za 12 milja a obim promašen za 70 milja. Da je najveći naučnik 17. stoljeća, Newton, znao za Al-Birunijeva mjerenja i da je znao da je Zemljin obim oko 25.000 milja, možda ne bi morao čekati više od decenije da objavi svoju poznatu teoriju." (Mohaini Mohamed, 2000).

Al-Birunijev interes za kretanja planeta odveo ga je u proučavanje

Mjeseca i zapanjujućih fenomena vezanih uz Mjesec. Al-Biruni je izjavio da se Mjesec vraća na prvobitnu poziciju u odnosu na Sunce ali sa razlikom od minute. Također je tvrdio da kretanje Mjeseca i svih tijela na nebu ne mogu biti određena samo jednim posmatranjem – posmatranje se mora obavljati kontinuirano. Al-Biruni je uspješno objasnio pravila plime. Izjavio je da plima i oseka zavise od Mjesečeve faze. Dao je preciznu definiciju plima i etimološku povezanost sa Mjesecom. Zahvaljujući Zemljinoj rotaciji oko svoje ose, na jednoj njenoj strani je noć, a na drugoj dan; u istom trenutku je na jednom dijelu prelaz iz dana u noć, a na drugom prelaz iz noći u dan.

Kur'anski ajeti o tome kažu: "I noć im je dokaz: Mi uklanjamo dnevnu svjetlost i oni ostaju u mraku." (Ya-Sin: 37)." *Kako ne vidiš da Allah uvodi noć u dan i uvodi dan u noć...*" (Luqman: 29)

### Zaključak

Arapski fizičari su prikupili veliki broj podataka na polju astronomije, i to na osnovu vlastitih posmatranja. Otkrili su izvanredne metode računanja, postavljali i izračunavali mnoge probleme sferne trigonometrije. Napravili su neptolomejske modele planeta koji se upoređuju sa Kopernikovim, ali nisu ni pokušali da napuste Ptolomejev geocentrični sistem svijeta. Uprkos suštinskom

napretku, u optici nije bilo teleskopa, a istraživanja su se svodila na određivanje položaja i kretanja nebeskih tijela golim okom, kako se, uostalom, radilo sve do Galileja. Pod Islamom se oblikovala astronomija. Muslimani su dali imena (koja i danas koristimo) zvijezdama i sazvežđima. Stvorili su i mape i astronomske tablice koje su korišćene i u Evropi i na Dalekom Istoku niz stoljeća. Rano u 9. stoljeću, po naređenju halife Al-Mamuna (813-833), muslimanski astronomi su izmjerili i Zemljin obim od 40,253.4 km (tačnije, 40,068.0 km kroz ekvator i 40,000.6 km kroz polove). To je bilo 600 godina prije nego što je Evropa prihvatila da Zemlja nije ravna ploča.

### Literatura

- A. Dallal, Science, Medicine and Technology, in *The Oxford History of Islam*, J. Esposito Editor, Oxford University Press, 1999.
- Abd. Latif Samian, 1992. (ed.), *Al-Biruni: Zaman, Kehidupan dan Peranannya*, (Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka)
- Abu Abdullah Al-Battani (Albategnius).", <http://www.islamvoice.com/islam/science/Scientists/battani.html>
- Abu Raihan Biruni: Philosopher, Physicist Mathematician and Astronomer", Iranian Personalities, in [www.iranchamber.com](http://www.iranchamber.com).
- Al-Biruni Mainpage, 2005. Retrieved 9 Jan <http://www.renaissanceastrology.com/albiruni.html>
- Arvind Sharma, 1983. *Studies in Alberuni's India*, (Wiesbaden: Otto Harrassowitz)
- Barron Carra de Vaux: *Les Penseurs de l'Islam*, Paris; Geuthner, 1921. Vol 2; pp 208-13
- C. Ronan: *The Arabian Science*, in *The Cambridge Illustrated History of the World's Science*; Cambridge University Press, 1983, pp 201-244 at p. 213.
- C. Singer: *A short History of scientific ideas to 1900*; Oxford University Press, 1959; p. 151.
- David, A. King, 1986. *Islamic Mathematical Astronomy*, (London: Variorum Reprints).
- David Plant, 2005. "Al Biruni and Arabic Astrology.", Skyscript Astrology Pages, Skyscript, Retrieved 4 Apr. <http://www.skyscript.co.uk/albiruni.html>
- Dick Teresi, 2003. *Lost Discoveries: The Ancient Roots of Modern Science—from the Babylonians to the Maya*. (USA: Simon & Schuster).
- Encyclopedia Britannica.
- Encyclopedia of Islam, Leiden
- G.M Wickens: *The Middle East as a world Centre of science and medicine*, in *Introduction to Islamic Civilisation*, edited by R.M. Savory, Cambridge University Press, pp 111-118, pp 117-8.
- Kur'an, Sura el-Bekare, ajet 189
- Kur'an, Sura el-Duhan, ajet 38-39
- O'Conner, J.J. and E.F. Robertson, 1999. "Abu Ja'far Muhammad ibn Musa Al-Khawarizmi" *The MacTutor History of Mathematics archive*, School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews, Scotland, Updated Jul. 1999, Retrieved 2 Jan. 2005 <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Al-Khwarizmi.html>
- Martin Nick, "Who was Al-Biruni?", Al-Shindagah, <[www.alshindagah.com](http://www.alshindagah.com)>
- Mohaini Mohamed, 2000. *Great Muslim Mathematicians*, (Johor: U. T. M)
- Muhammad Saud, 1986. *Islam and Evolution of Science*, (Islamabad: Islamic Research Institute and International Islamic University)
- Maksuda Muratovic, *Izvod iz magistarskog rada na temu: Aristotelova fizika u komentarima srednjovjekovnih arapskih fizičara, Tuzla* 2010. PMF.
- Sharif Iqbal, 2015., *Reassessment of Islamic Astronomical Sciences*, American Journal of Engineering Research.
- Swerdlow, N., 1972. "Al-Battani's Determination of the Solar Distance," (*Centaurus* 17(2): 97-105.
- Seyyed Hussein Nasr, 1979. "Abu Rayhan Al-Biruni: Scientist and Scholar Extraordinary", (Hamdad Islamicus).
- Shaharir Mohd Zain, 1985. *Pengenalan Tamadun Islam Dalam Sains Dan Teknologi*, (Kuala Lumpur: Dewan Bahza dan Pustaka.)
- Toby, E. Huff, 1993. *The Rise of Early Modern Science: Islam, China, and the West*, (United States of America: Cambridge University Press).
- P. K. Hitti: *History of the Arabs*, tenth edition, Mac Millan St Martin's Press, 1970, at p. 572.
- Regis Morelon: *Eastern Arabic Astronomy*, in *Encyclopaedia of the History of Arabic Science*, edited by Roshdi Rashed, Routledge, London, 1996, pp 20-57 at pp. 46-7.

## الموجز

إسهامات علماء الفيزياء العرب في تطوير علم الفلك

مقصودة موراتوفيتش

يعتبر الاهتمام بعلم الفلك من أبرز مزايا الحضارة الإسلامية، بين القرنين الميلاديين الثامن والسادس عشر. فعدد العلماء الذي اشتغلوا بعلم الفلك النظري كبير، كما أن المؤلفات التي كتبت في هذا المجال كثيرة جداً، فضلاً عن كثرة أعداد المراصد التي كانت نشطة في ذلك الوقت، وأتاحت المجال للكثير من الملاحظات المدونة والدقيقة. وقد ترجمت المؤلفات الفلكية الهندية والفارسية واليونانية إلى اللغة العربية، وكانت الأساس الذي قام عليه علم الفلك العربي. ومن أبرز علماء الفلك المسلمين البتاني والصوفي والبيروني وابن يونس. وقد عرفت القرون الوسطى أعداداً كبيرة من علماء الفلك المسلمين، وكان منهم من يقول بنموذج مركزية الشمس.

الكلمات الرئيسية: البيروني، البتاني، الصوفي، ابن يونس، علم الفلك الإسلامي، النظرة القرآنية لعلم الفلك، إسهامات المسلمين في علم الفلك.

## Summary

CONTRIBUTION OF ARAB PHYSICISTS  
TO THE DEVELOPMENT OF ASTRONOMY

Maksuda Muratović

Interest in astronomy is one of the significant features of Islamic civilisation in the period between the eighth and the sixteenth centuries. The number of the scientists that dealt with theoretical astronomy, the number of texts written in this field as well as the number of observatories that were active at that time making significant written record of precise observations is impressive. Various studies of astronomy of Indian, Persian and Greek origin were translated to Arabic and served as bases upon which the Arabic astronomy was developed. The most significant Muslim astronomers were: Al-Battani, Al-Sufi, Al-Biruni and Ibn-Yunus. Amongst the large number of Muslim astronomers of the medieval period are also some who were proponents of the heliocentric model.

*Key words:* Al-Biruni, Al-Batani, Al-Sufi, Ibn-Yunus, Islamic astronomy, Qur'anic view of astronomy, Muslim contribution to astronomy