

DR SARA ALAM MALIK

KRATKA ISTORIJA UNIVERZUMA

(I NAŠEG MESTA U NJEMU)

Preveo
Goran Skrobonja

Laguna

Naslov originala

Sarah Alam Malik

A BRIEF HISTORY OF THE UNIVERSE

(and our place in it)

First published in Great Britain by Simon & Schuster UK
Ltd, 2026

Copyright © Sarah Alam Malik, 2026

Translation copyright © 2026 za srpsko izdanje, LAGUNA

*Za moje sinove,
Zakarija i Saladina*

Sadržaj

Predgovor	9
---------------------	---

Naša promišljanja o kosmosu

1. poglavlje: Antički kosmos	13
2. poglavlje: Kopernikanska revolucija	26
3. poglavlje: Pomeranje granica	36

Naša kosmička osvajanja

4. poglavlje: Ne kao mehanizam 1: Prostor i vreme . . .	51
5. poglavlje: Ne kao mehanizam 2: Svrgavanje gravitacije .	64
6. poglavlje: Građevinski blokovi 1: Zakoni materije. . .	79
7. poglavlje: Građevinski blokovi 2: Subatomske svet . .	94
8. poglavlje: Tamni univerzum	115

Naše traganje za kosmičkim društvom

9. poglavlje: Život kakav poznajemo	137
---	-----

10. poglavlje: Život u našem komšiluku i van njega . .	159
11. poglavlje: Dekodiranje poruka iz kosmosa	185

Naša budućnost u kosmosu

12. poglavlje: Novo doba	205
13. poglavlje: Naša kosmička zaostavština.	222
Epilog	229
Izjave zahvalnosti	233
Bibliografija.	235

PREDGOVOR

Moja porodica i ja okupljamo se oko vatre dok ona puceta pod nebom koje je osvetljeno mesečinom i prošarano dalekim suncima. Među planinama prekrivenim bujnim zelenilom, gde se borovi pružaju prema nebu i vrhovi posuti snegom nižu na horizontu, skriveno je selo naših predaka Manglur na severu Pakistana, koje još nagoveštava to kako smo nekada živeli. Ovde su dani omeđeni izlaskom i zalaskom sunca. Život je usklađen s ritmovima prirode; neprestano je tu naša intimna povezanost sa svetom prirode.

Daleko od zaslepljujućih svetala i industrijske vrepe gradskog života, titrava traka Mlečnog puta pruža se nad nama u sjaju visoke definicije. Ona nas ispunjava pobožnim strahopoštovanjem. Patuljasti smo spram tog prostranstva, a naš kratki boravak na ovoj planeti zasenjen je njegovim drevnim prisustvom. Nije teško razumeti zašto su ljudi oduvek gledali u nebo tražeći smisao, moleći ga da našem postojanju pruži kontekst kako bismo shvatili gde pripadamo i na koji se način uklapamo u njegov veliki naum. Dočekivala nas je tišina. Ne znamo da li postavljamo prava pitanja, niti

hoćemo li ikada pronaći odgovore. Ali nešto u našoj prirodi nagoni nas da se uzdignemo iznad krhkosti svog ljudskog postojanja i potražimo jedinstvo s onim što će nas nadživeti za čitavu večnost.

U naše gene utisnut je kôd potreban da preživimo i napredujemo u okviru parametara ove planete. Ipak, čudo ljudskog bivstva i dalje je u tome što možemo pojmiti svetove veoma udaljene od našeg – od vatrene propasti dalekih sunaca do zbunjujuće kompleksnosti subatomske sveta. Naše učešće u mnogo većoj i tajanstvenijoj stvarnosti možda je jedna od najvećih privilegija koje život može da ponudi. Upravo sam to želela da iskažem u nizu pisama svojim malim sinovima, da bi ta pisma prerasla u knjigu koju sada držite u rukama – u molbi da spoznaju veličanstveno čudo sveta, da shvate prirodu stvarnosti u kojoj živimo i svemira koji je, u svojoj celosti, omogućio da nastanemo.

Uskoro će priroda rastvoriti našu suštinu, kao što je učinila sa svim našim prethodnicima, i ponovo prisvojiti atome iz naših tela kako bi stvorila bezbroj drugih entiteta. Ipak, možemo naći utehu u saznanju da je čitavo naše biće neodvojivi deo celine univerzuma. Mi smo deo ovog kosmosa i imamo svoje mesto u toj priči.

NAŠA PROMIŠLJANJA O KOSMOSU

1. POGLAVLJE

ANTIČKI KOSMOS

U tihoj tami drevnog noćnog neba prošaranog zvezdama naši preci tragali su za smislom postojanja. Zagledani u dubine kosmosa, pitali su se: kakvi su to objekti i kakve veze imaju s nama? Prateći tragove titravog svetla, povlačili su paralele između onoga što su posmatrali iznad sebe i onoga što je uticalo na njihov svakodnevni život, spajajući tačke između nebeskog i zemaljskog i vezujući naše prolazno postojanje za večitu pozornicu kosmosa.

Zvezde su im bile vodilje i iscrtavale su trase za daleka putovanja, određivale vreme setve i žetve useva i najavljivale ritmičku smenu godišnjih doba. Ali kosmos je bio mnogo više od oruđa za navigaciju i merenje vremena; bio je ujedno i prebivalište božanstava, natopljen mitovima, večita pozadina spram koje su se odigravale kratkotrajne epohe čovečanstva. Upravo smo sa tom mešavinom strahopoštovanja i radoznalosti započeli svoj intimni odnos sa kosmosom.

VAVILONSKA ASTRONOMIJA

Oko sedmog veka pre naše ere, na aluvijalnim ravnicama Mesopotamije, između Tigra i Eufrata, Vavilonci su posmatrali nebo u činu koji je istovremeno bio sveti ritual i imao praktičnu svrhu. Njihovo noćno nebo bilo je ispunjeno porukama bogova koji su uticali na ljudske poslove i izražavali svoju volju kroz kretanja nebeskih tela. Nebesa su govorila, a tumačenje tog kosmičkog dijaloga postalo je sveta dužnost poverena sveštenicima, koji nisu bili samo verske vođe, već i glavni astronomi i tumači. Iz noći u noć, oni su pretraživali nebo i beležili položaje zvezda i drugih nebeskih pojava, a potom ih brižljivo urezivali klinastim pismom u glinene tablice.

U tim „astronomskim dnevnicima“, koji obuhvataju period od oko sedmog do prvog veka pre naše ere, zabeležena su detaljno kretanja Sunca, Meseca i zvezda; lunarna i solarna pomračenja; ujedno i opisi vatrenih tragova kometa i bleskova meteora. Ali tumačenje zbivanja na nebu zahtevalo je i praćenje događaja na zemlji. Sa tim posmatranjima neba isprepleteni su komentari o prizemnijim temama: beleške o vremenskim prilikama, bujanju i povlačenju reka, pa čak i o oscilacijama cena osnovnih namirnica na tržištu.

Sveštenici su se oslanjali i na istorijske presedane i asocijativno rasuđivanje, tako da je, ukoliko je neki kosmički događaj jednom prethodio periodu suše ili gladi, njegovo ponavljanje bilo siguran znak da predstoje slične poteškoće. Slično tome, mladi mesec, koji bi se pojavio ranije nego što se očekuje, bio je nagoveštaj nevolja zbog negativnih značenja koja su se pridavala preuranjenim pojavama.

U to vreme, astrologija i astronomija bile su jedno te isto. Sa sedamdeset glinenih tablica koje sadrže oko 7.000 nebeskih predskazanja, jasno je da se vavilonska kultura u velikoj meri oslanjala na tumačenje neba. Svetla tamo gore imala su neposredan uticaj i na svakodnevne poslove i na pitanja države; određivala su uspon i pad carstava, upozoravala na prirodne katastrofe, pa čak i predviđala sudbinu još nerođene dece. Među svim nebeskim znacima, veličanstvenost i preciznost trenutka kada jedno telo zaklanja drugo bila je naročito snažan znak: pomračenja su mogla da predkažu propast, najčešće smrt kraljeva. Vavilonci su zato shvatili da treba da im posvete posebnu pažnju.

U središtu vavilonske astronomske prakse nalazio se seksagezimalni (zasnovan na broju šezdeset) sistem aritmetičke notacije. Pisari bi pisaljkom označili broj 1 tako što bi je utisnuli rubom u glinenu tablicu, a broj 10 pritiskanjem pljosnato, ponavljajući to po potrebi za brojeve između 1 i 59; ali za broj 60 jednostavno bi ponovili simbol za 1. Ovom inovacijom veliki i složeni brojevi mogli su da se efikasno izraze bez glomaznih zapisa, a nije bilo ograničenja u preciznosti predstavljanja brojeva. Astronomska posmatranja mogla su se beležiti sa dotad neviđenom preciznošću.

Vavilonci su ovaj napredni sistem koristili za praćenje kretanja planeta. Podelili su nebo na segmente od po 30 stepeni i svakom dodelili jedan od dvanaest znakova zodijaka, odnosno sazvežđa. Kako su planete pratile svoju putanju duž ekliptike (put kojim se čini da Sunce prolazi preko neba), prolazile su kroz te znakove zodijaka omogućavajući precizno beleženje njihovog položaja. Time što su tako delili kosmos i istovremeno računali vreme u satima, minutima i sekundama, sveštenici su učinili nebesa matematički

pristupačnijim. To što i danas vreme i uglove definišemo na osnovu broja 60 trajno je nasleđe tog drevnog doba.

Oni su urezivali tablicu za tablicom i beležili tako dragocene i precizne podatke – jednu od najopsežnijih zbirki astronomskih zapisa u istoriji. Zamašnost tih evidencija i neprekidna predanost tokom stotina i stotina godina bili su bez premca sve do kasnijih grčkih astronoma.

Možda najveće nasleđe vavilonske astronomije bio je njihov sistem predviđanja narednog pomračenja Meseca. Koristeći Sarosov ciklus, znali su da će se svako pomračenje pojaviti gotovo identično po vremenu, trajanju i intenzitetu skoro tačno osamnaest godina, jedanaest dana i osam sati kasnije. To otkriće – da se zvezde i planete kreću u pravilnim, ponovljenim obrascima – bilo je revolucionarno. Vođenje obimnih dugoročnih zapisa o tim kretanjima dalo je Vaviloncima moćno novo oruđe. Mogli su da predvide položaje nebeskih tela mnogo tačnije nego ikada ranije, i to se pretvorilo u aparat moći i kontrole za vladare.

Pošto su lunarna pomračenja koja su određivala sudbinu kraljeva sada mogla da se predvide, Vavilonci više nisu bili sasvim bespomoćni pred božanskim nezadovoljstvom. Nadolazeće katastrofe mogle su se izbeći ako se za njih znalo unapred. Zato je, u periodima kada se smatralo da je život vladajućeg monarha u opasnosti, imenovan kralj-zamenik, i ovaj miropomazani surogat upijao je u sebe gnev bogova, štiteći život pravog kralja. Kada bi opasnost prošla, zamenik bi bio lišen svih regalija i često poslat „svojoj sudbini“, drugim rečima – pogubljen; tako bi predskazanje postalo proročanstvo koje samo sebe obistinjuje.

Sposobnost Vavilonaca da predviđaju nebeske pojave predstavljala je prvi pokušaj čovečanstva da stvori sistematičan okvir za razumevanje kosmosa. Ona će snažno

uticati na astronomska istraživanja kasnijih civilizacija – od helenskog sveta i srednjovekovnog islamskog carstva do savremenog Zapada.

STARI GRCI

Rana proučavanja kosmosa utabala su put za žustru intelektualnu raspravu koja je procvetala u drevnoj Grčkoj, s njenom izuzetno razvijenom tradicijom filozofskog i naučnog istraživanja. Stavljajući naglasak na razum i racionalno posmatranje, Grci su podsticali nepristrasno i empirijsko proučavanje prirodnog sveta, u težnji da objasne pojave bez pozivanja na natprirodno. To je doba iznedrilo monumentalne intelektualne figure koje će milenijumima dominirati filozofskim i naučnim promišljanjem.

Upravo smo starim Grcima dužni za reč „kosmos“, koja potiče od grčke reči za „poredak“ i „ukras/dekoraciju“. Za njih je lepota bila sinonim za uređenost, a elegantni sklad u kojem su nebesa funkcionisala bio je njen vrhunac. Sve je sledilo svoju propisanu putanju, nikada ne bi odlutalo, nikada posustalo; Sunce je svakog jutra izlazilo, da bi svake večeri ponovo zašlo, ne ostavljajući nikakvu sumnju da li će sutradan ponovo izaći. Ta pouzdanost odnosila se i na druga nebeska tela, tako da su sazvežđa na nebeskom svodu bila onakva kakva su oduvek bila, kroz mnoge epohe čovečanstva. Velika kraljevstva su nicala i padala, moćna carstva osvajala i krunila se, sve ljudske taštine i hirovi odigravali su se ispod nebesa koja su i dalje bila nepromenjena.

Moglo bi se reći da je najuticajniji mislilac u istoriji zapadne intelektualne tradicije bio Aristotel. U četvrtom veku pre naše ere, ovaj učenik velikog Platona uneo je revoluciju

u gotovo svaku oblast promišljanja kojom se bavio. Njegova dela obuhvatala su tako širok spektar disciplina, od filozofije i logike do politike i metafizike, da bi u današnjim uslovima ispunila pedeset obimnih knjiga. Za Aristotela, sreća je bila ukorenjena u životu uma, životu uronjenom u razumevanje suštine postojanja i sveta koji nastanjujemo, „znanja o stvarima ljudskim i božanskim“. U tom uzvišenom nastojanju, težio je da oponaša bogove savetujući da ne treba „slušati one koji nas nagovaraju da mislimo kao ljudi zato što smo ljudi, i kao smrtnici zato što smo smrtni; već da, koliko god možemo, besmrtnost sebi darujemo sami“. U najdubljem smislu, Aristotel je u tome uspeo: aristotelovski pogled na svet opstao je hiljadama godina. Svojom vatrenom željom da prevaziđe navodne granice ljudskog intelekta, on je nadživeo svoje bogove.

Za Aristotela, nauka je bila daleko od pukog prikupljanja činjenica; ona je bila veličanstvena umetnost njihovog uređivanja i povezivanja u smisljeni prikaz sveta. Zahvaljujući svojoj sistematičnoj metodologiji, udruženoj s dubokim filozofskim istraživanjima, on je imao izrazito celovit pogled na svet. Jedan vizantijski leksikon iz desetog veka opisao je Aristotela kao „pisara prirode, koji je umočio pero u misao“.

Kada su drevni Grci posmatrali svoje noćno nebo, razumeli su Zemlju kao nepokretni centar univerzuma, oko koje se okreće nebeski svod. Pošto se položaj većine zvezda nije menjao u odnosu na pogled posmatrača, Grci su ih nazivali „nepokretnim zvezdama“. One koje su lutale nebom spram nepokretnih zvezda u pozadini nazvali su „planetes“.

Aristotel je valjano primetio da tokom pomračenja Zemlja baca kružnu senku na površinu Meseca, što mora značiti da je naša planeta sfera. Njegov kosmološki sistem zato je postavio sfernu Zemlju u centar sfernog univerzuma. Iza

Zemlje nalazili su se Mesec, Sunce, planete i nepokretne zvezde, pri čemu je svako nebesko telo bilo pričvršćeno za koncentričnu sferu. Te sfere i tela koja su nosile bili su savršeni i nisu bili podložni propadanju; kretali su se u krugovima, oličenju savršenstva, i bili sazđani od posebnog elementa (etra), božanskog i različitog od četiri zemaljska elementa (zemlje, vode, vazduha i vatre). Za razliku od smrtnog sveta, koji je podložan promenama i propadanju, nebesa su bila večna i nepromenljiva.

Aristotel je smatrao da je fizički univerzum ogroman, ali prostorno konačan. Izvan ograđene sfere kosmosa, verovala je, ne postoji ništa – ni prostor, ni vreme, ni praznina, ni „ono izvan“. Vreme je, međutim, smatrao večnim; univerzum je oduvek postojao i postojaće zauvek; nije imao vremenski početak niti kraj. Iznad svega ovoga nalazio se vrhovni uzrok svakog kretanja: „nepokretni pokretač“. Da bi se nebeska tela kretala svojim savršanim sferama i da bi rađanje i propadanje prožimali sve zemaljske entitete, morao je postojati uzrok ili izvor. „Nepokretni pokretač“ je bestelesan i večan, nevezan za omeđeni prostor i granice vremena, postoji izvan univerzuma.

Sferni univerzum sa Zemljom u centru obuhvatao je ljudske predstave o kosmosu za mnoge naredne civilizacije. Mladi princ Aleksandar Makedonski, koga je Aristotel podučavao, postao je Aleksandar Veliki i osvojio veći deo tada poznatog sveta. Tako se aristotelovski pogled na svet, zajedno sa širim grčkim astronomskim nasleđem, proširio daleko, i na svojim putovanjima susreo i stopio sa bogatom opservacionom astronomijom Vavilonaca.

Oko 150. godine nove ere, Ptolemej je proširio geocentrični pogled na svet složenim matematičkim modelom kojim je objašnjavao nebeska kretanja, delimično se oslanjajući

na podatke urezane na glinenim tablicama koje su Vavilonci vekovima brižljivo ispisivali. Nepokretna Zemlja nalazila se u središtu univerzuma, dok su je Sunce, Mesec, zvezde i planete obilazili u složenim putanjama. Posebno ga je zbu-njivalo kretanje planeta: činilo se da se kreću u istom smeru kao Sunce (direktno kretanje), zatim zastanu i krenu unazad (retrogradno kretanje). Da bi objasnio ovo kretanje naizgled u cik-cak, uveo je male kružne putanje koje su nosile planete (epicikli), a koje su se same kretale duž većih krugova (defer-
renata) oko Zemlje. Iako se nije znalo zašto se kreću na taj način, ovaj opis pružao je matematički dosledan metod za predviđanje položaja planeta.

Ptolemejevo kapitalno delo, poznato kao *Almagest* (izve-
deno iz arapskog *al-mageisti*, ili „veliko delo“), predstavljalo je detaljan pregled ovog pogleda na svet, destilujući veko-
ve astronomskih posmatranja. Ono će ostati autoritativni udžbenik astronomije sve do renesanse. U latinskom prevo-
du stoji natpis: „Znam da sam po prirodi smrtni i prolazan, ali kada sa zadovoljstvom sledim vijugave staze nebeskih tela, više ne dodirujem zemlju nogama: stojim u prisustvu samog Zevsa i naslađujem se ambrozijom.“ Ne možemo sa sigurnošću reći ko je napisao ove reči, ali osećaj zanosa koji prenose ostao je snažan. Ljudi iz antike su doživeli zanos u razmatranju carstva nebeskog svoda, i ti trenuci poimanja bili su dovoljni da ih uzdignu toliko iznad granica ljudskosti da su opštiti s božanskim i obođovali sa bogovima. Nebo nikada nije izgubilo tu moć nad nama.

Kako su rane civilizacije zamišljale kosmos i dalje pokušava-
mo da rekonstruišemo na osnovu tragova koje su ostavile za sobom. Godine 1901, kod obale grčkog ostrva Antikitera, ronionci u potrazi za sunderima naišli su na ostatke potoplje-
nog broda i izronili s neobičnim artefaktom skrivenim pod

vekovnim naslagama okeanskog taloga. Ovaj relikat kasnije je identifikovan kao Mehanizam sa Antikitere, datiran oko prvog veka pre naše ere – izuzetno složen mehanički uređaj koji je služio kao model geocentričnog Sunčevog sistema na ručni pogon. Njime se upravljalo okretanjem ručice, koja je pokretala niz međusobno povezanih zupčanika, a oni su, zauzvrat, pomerali više broјčanika i kazaljki na prednjoj ploči instrumenta. Zapanjuje to što je ta minijaturna naprava pratila položaje Sunca i Meseca, faze Meseca, a možda čak i kretanja planeta duž ekliptike – puta kojim se čini da se kreću preko neba.

Izvođeci složene proračune radi predviđanja nebeskih položaja, Grci su se zapravo bavili ranim oblikom programabilnosti. Ovaj drevni analogni računar ukazuje na zadirvljujući nivo sofisticiranosti – ništa uporedivo s tim neće se pojaviti u istorijskim zapisima više od hiljadu godina. Ne samo što su Grci poimali nebesku dinamiku na napredni način, već su imali i tehničkog znanja da to poimanje prenesu u praktičan uređaj.

Grci su svoje astronomsko znanje pretočili u rasprave koje su potom prevedene na arapski u arapsko-muslimanskim carstvima srednjeg veka i širene posvuda – to je bio ključni način na koji je antičko znanje bilo sačuvano. Kroz to širenje među kulturama, grčki pogled na kosmos preživio je istorijske promene i uticao na kasnije astronomske tradicije.

ZLATNO DOBA ISLAMA

U osvitu šestog veka, pad Rimskog carstva gurnuo je Evropu u srednjovekovne senke, obeleživši period relativnog opadanjaja u naučnim i filozofskim dostignućima širom kontinenta.

Za razliku od toga, period od osmog do trinaestog veka predstavljao je „zlatno doba“ Islamskog carstva. To rastuće carstvo pružalo se od Iberijskog poluostrva na zapadu do reke Ind na istoku i obuhvatalo veći deo Bliskog istoka i delove Centralne Azije. Upravo je u islamskom svetu astronomska mudrost Grka, koji su sami učili iz vavilonskih otkrića, našla svoje nove čuvere.

Ovo je bila kultura koja je upijala znanje i očuvala naučnu mudrost civilizacija koje je osvojila. Mnoge klasične spise iz antike, koji bi inače bili izgubljeni, učenjaci su prevodili sa grčkog, sirijskog, srednjopersijskog i sanskrita na arapski, zatim prepisivali i slali širom carstva. Ovaj veliki, dobro finansiran i dugotrajan poduhvat nazivan je „prevodilačkim pokretom“ (*Harakat al-Tarjama*), a u njemu su učestvovali prevodioci različitog porekla i religijskih uverenja, stvarajući ogromnu zbirku obrazovne literature. Kuća mudrosti (*Bayt al-Hikmah*) u Bagdadu postala je svetionik ove intelektualne aktivnosti.

Znanje o kosmosu procvetalo je u ovom živopisnom okruženju. Kulturni i naučni centri Bagdada, Damaska i Samarkanda postali su sedišta naprednog proučavanja neba. Osnivane su velike opservatorije – najpre u Bagdadu, a zatim i drugde u današnjem Iraku i Iranu. Uređaji poput astrolaba (od grčkog za „hvatač zvezda“) dobili su široku primenu u oblastima poput astronomije, religije, navigacije i merenja vremena. Među onima veštima u njihovoj izradi bila je Al-Idžlija (danas poznatija kao Marjam al-Astrulabi), koja je učila zanat pored svog oca pod vođstvom poznatog majstora astrolaba u Bagdadu. Pored ovih prenosivih instrumenata, astronomi su pravili i velike posmatračke sekstante – neki su bili dugi i do 40 metara – koji su bili ključni za određivanje položaja Sunca i kretanja zvezda i planeta. Učenjaci

su takođe unapređivali matematiku koja je ležala u osnovi ovih posmatranja: Al-Havarizmi je uspostavio algebru kao posebnu disciplinu, sistematizujući njeno proučavanje i uvodeći nove koncepte i tehnike, dok je Al-Batani proširio tabele i formule sferne trigonometrije, ključne za izračunavanje položaja i kretanja nebeskih tela na nebeskoj sferi.

Islamski učenjaci usavršili su solarne i lunarne modele do tada nezabeležene tačnosti, delimično podstaknuli verskim obredima islama. Praktikovanje vere zahtevalo je poznavanje tačnog vremena dnevnih molitvi, određivanje zore i sumraka tokom ramazanskog posta i pravca Meke za molitvu i hodočašće. Zbog toga su astrolabi usavršavani, kreirani su novi kalendari i poboljšavane posmatračke metode. Zanimljivo je da predstava o sukobu između religijske vere i racionalnog istraživanja, toliko ukorenjena u savremenom narativu, nije trajna karakteristika ljudske istorije. I nauka i duhovnost mogu voditi do uzvišenog, a postojala su duga razdoblja kada su one bile ne samo tolerisane već i podsticane da koegzistiraju. To je bilo jedno od takvih razdoblja.

Važno nasleđe ovog doba bio je rigorozan i metodičan pristup naučnom istraživanju koji je zastupao Ibn al-Hejtam (latinizovan kao Alhazen). Njegovo revolucionarno kapitalno delo o nauci svetlosti i vida, *Kitāb al-Manāzīr* ili *Optika*, obilovalo je sistematski osmišljenim eksperimentima i geometrijskim dokazima koji će kasnije uticati na velikane 17. veka poput Keplera, Dekarta i Hajgensa. U svom kasnijem traktatu *Shukūk ‘alā Batlamyūs* ili *Sumnje o Ptolemeju*, napisanom u jedanaestom veku, izneo je protivrečnosti koje je uočio u Ptolemejevom *Almagestu* i naglasio potrebu da se postojeće teorije kritički ocenjuju i da se neguje zdrav skepticizam. Tvrdio je da hipoteze moraju biti potkrepljene

logikom i posmatranjem, i da ni nauka ni oni koji se njome bave nisu imuni na greške. Zato naučnik mora osporavati tuđa tumačenja i „napasti ih sa svih strana“, ali mora i „sumnjati u samog sebe“ i preispitivati sopstvene pristrasnosti i pretpostavke. Time je Al-Hejtam posadio rano seme onoga što danas prepoznajemo kao modernu naučnu metodu. Upravo nam je postepeno otkrivanje ovog novog načina razmišljanja omogućilo da se izmaknemo intuiciji i sujeverju i da razvijemo utemeljenije razumevanje sveta. Na kraju, ta sposobnost racionalnog istraživanja omogućila nam je da osporimo svoja dugotrajna uverenja o kosmosu.

Islamski astronomi kritički su proučili ptolemejski geocentrični model i uočili neslaganja sa sopstvenim posmatranjima. Ptolemejski model imao je složen sistem epicikala i deferenata, koji je s vremenom počeo da se smatra previše komplikovanim, a ipak nedovoljnim da tačno objasni nebeske pojave. Još u devetom veku naše ere Al-Batani je precizno ukazao na ove netačnosti i usavršio proračune dužine godine i predviđanja pomračenja. Zatim je, u trinaestom veku, Al-Tusi razvio matematičku tehniku poznatu kao Tusijev par, kojom je zamenio ptolemejski problematični ekvant za mnoge planete. Pokazujući da se složena nebeska kretanja mogu objasniti bez pribegavanja ekvantima, osporio je jedan od ključnih elemenata geocentričnog modela.

Ovo zlatno doba istraživanja neba na kraju je počelo da jenjava. Za to je kriv splet okolnosti: politička fragmentacija, ekonomske poteškoće, mongolske invazije koje su donele razaranje biblioteka i medresa, kao i unutrašnji sukobi u islamskom svetu. Sa sve manjom podrškom za naučne poduhvate i jasnim pomakom od racionalizma prema tradiciji i ortodoksiji, inkluzivna i slobodoumna duhovnost koja je negovala suživot intelektualizma i vere sada je bila duboko izmenjena.

Pošto je sačuvalo mudrost drevnih i unapredilo naše razumevanje kosmosa, nasleđe ovog zlatnog doba počelo je da se uliva u Evropu, pripremajući teren za novu eru istraživanja. I dok je priča o Zemlji kao centru univerzuma još opstajala, proces usavršavanja i rigoroznog preispitivanja tog okvira otkrio je pukotine u modelu, čije će dalje ispitivanje kasnije dovesti do njegovog konačnog rušenja.

2. POGLAVLJE

KOPERNIKANSKA REVOLUCIJA

Zapadna Evropa je izlazila iz srednjovekovnog perioda s obnovljenom žudnjom za znanjem – žudnjom koja će uzdrmati samo jezgro dugotrajnih kosmoloških stavova. Od četrnaestog do šesnaestog veka renesansa, koja je započela u Italiji pre nego što se proširila celim kontinentom, donela je snažan preporod intelektualnih, kulturnih i umetničkih tradicija, kao i živo interesovanje za vraćanje klasičnoj antici. Učenjaci su proučavali tekstove i filozofije drevnih kraljevstava, i upravo je taj duh potrage zapalio fitilj koji će dovesti do preispitivanja ušančenih naučnih dogmi.

Preovlađujući model kosmosa na početku šesnaestog veka i dalje se intuitivno slagao sa iskustvom posmatranja neba i gledanja kako se okreće iznad nas u nemom, veličanstvenom luku. Iz te perspektive, posmatrajući dnevno putovanje Sunca preko neba, klizanje Meseca kroz noć i svečani hod zvezda, činilo se da je Zemlja nepomično sidro usred mora nebeskog kretanja. Ali premda je dominirao ljudskim promišljanjem duže od milenijuma, geocentrični univerzum je bio iluzija.

Prvo veliko suočavanje sa ovom pričom o centru univerzuma dogodilo se 1543. godine, kada je poljski učenjak Nikola Kopernik izneo radikalno novu hipotezu o kosmosu. Pravi polimat renesansnog doba, Kopernik se bavio astronomijom, medicinom, ekonomijom, pa čak i kanonskim pravom. Radio je kao lekar i služio kao crkveni pravnik, a bavio se i ekonomskim teorijama o vrednosti novca. Ipak, njegova trajna zaostavština je u oblasti astronomije, i ona će zauvek promeniti naš pogled na svet.

Kopernik je zaključio da se mnogi problemi Ptolemejevog modela mogu elegantno rešiti tako što se Sunce postavi u središte univerzuma. Oko tog nepomičnog Sunca rasporedio je poznate planete njihovim tačnim redosledom, svaku u svojoj osobenoj orbitalnoj sferi, dok su nepokretne zvezde zauzimale krajnju spoljnu sferu neba. Prividno kretanje zvezda, ranije pripisivano rotirajućem univerzumu oko nepomične Zemlje, sada se objašnjavalo Zemljinom sopstvenom rotacijom. U ovom revolucionarnom modelu naša planeta više nije bila nepokretna: kružila je oko Sunca jednom godišnje, okretala se dnevno oko nagnute ose, a treće „kretanje inklinacije“ održavalo je osu gotovo paralelnom tokom cele godine.

Sa planetama koje kruže oko Sunca, Kopernikov model ponudio je elegantno rešenje za cik-cak kretanje koje je toliko zbunjivalo Ptolemeja. U Kopernikovom heliocentričnom (suncocentričnom) sistemu, prividno retrogradno kretanje nastaje zato što Zemlja sustiže sporiju spoljnu planetu, pa izgleda kao da se planeta kreće unazad u odnosu na zvezde. Planete uopšte ne menjaju smer kretanja – njihovo kretanje unazad je optička iluzija.

Koperniku su geocentrični modeli kosmosa bili nalik na groteskno unakaženo ljudsko telo, čije su ruke, noge i torzo

iskrivljeni tako da liče na monstruma. Nasuprot tome, njegov heliocentrični model čuvao je sklad i celovitost ljudske figure.

Očita elegancija prirode, njena kraljevska jednostavnost, može nam pomoći da procenimo koliko su naše teorije blizu stvarnosti; gde god nismo nailazili na eleganciju, često smo zaključivali da smo udaljeni od istine. Kopernika je vodila upravo matematička elegancija heliocentričnog univerzuma.

Nije on bio prvi koji je doveo u pitanje geocentrični model; Grk Aristarh sa Samosa predložio je heliocentrični model još u trećem veku pre naše ere, a Seleuk iz Seleukije, u drugom veku pre naše ere, takođe je tvrdio da Zemlja kruži oko Sunca. Ali ove ideje nisu naišle na kosmološki konsenzus kako bi postale dominantna paradigma; uz autoritativnu Aristotelovu podršku, prevladao je univerzum sa Zemljom u središtu. I mada se Kopernik udaljio od geocentričnog modela, zadržao je klasičnu zamisao da orbite planeta moraju biti kružne i ujednačene. Vezan verovanjem da nebeska kretanja moraju biti savršena, kružna, i dalje je koristio epikikle kako bi objasnio nepravilnosti u kretanju planeta.

Kopernik je svoje ideje prvi put izneo u drugoj deceniji šesnaestog veka, ali ih je u potpunosti razradio tek u svom kapitalnom delu *O revolucijama nebeskih sfera* (*De revolutionibus orbium coelestium*), objavljenom 1543. godine, u godini njegove smrti. Čini se da su primerici tog dela bili prilično rasprostranjeni, ali ono nije odmah izazvalo buru koju danas povezujemo s njegovim prijemom, i Kopernikove ideje nisu odmah preokrenule naše poimanje univerzuma.

Za to je postojalo više razloga. Iako elegantan, taj model nije nužno bio lakši za upotrebu, niti je u početku davao tačnija predviđanja od Ptolemejevog. Još važnije od toga, nedostajali su konkretniji posmatrački dokazi: matematika je stigla pre svega ostalog. To da je „knjiga o prirodi napisana

jezikom matematike“ pokazalo se tačnim u ovom slučaju, kao i mnogo puta kasnije, ali bez potvrde dobijene posmatranjem tako monumentalni pomak u kosmičkoj perspektivi bio je teško prihvatljiv.

Čak su i istaknuti astronomi, poput Tiha Brahea, priznavali matematičku lepotu tog modela i usvajali neke njegove elemente, ali su i dalje postavljali nepomičnu Zemlju u centar. Tiho je sumnjao da bi ovo „krupno, tromo telo, nesposobno za kretanje“, moglo da se kreće onako kako se, po našem mišljenju, obično kreću lakša, eterična tela, a kamoli da mu kretanje bude „trostruko“.

Čak i danas, činjenica da se nalazimo na planeti koja se okreće brzinom od oko 1.600 kilometara na sat i juri oko Sunca brzinom od gotovo 115.000 kilometara na sat može da nas dezorijentiše. Intuicija nam govori da stojimo na čvrstom, nepomičnom tlu. Bez spoljašnjih referentnih tačaka, stalna, višestruka kretanja Zemlje za nas ostaju neprimetna. Pošto nije bilo ubedljivih dokaza i zato što je heliocentrični model doveo u pitanje dugo važeći pogled na svet – a istovremeno je bio i u suprotnosti s intuicijom i sa određenim biblijskim tumačenjima – njegovo prihvatanje bilo je unapred osuđeno na težak i spor put. Ali iskra kopernikanske revolucije bila je zapaljena.

Početkom sedamnaestog veka, napori astronoma poput Johana Keplera, koji je formulisao tri zakona kretanja planeta, dodatno su usavršili Kopernikovu viziju. Kepler je bio uveren da je matematika put za razumevanje kosmosa. Gleđao je na geometriju kao na jezik Boga, verujući da je njeno proučavanje, kao i proučavanje matematičkih pravila koja upravljaju nebeskim fenomenima, svojevrsno zajedništvo sa božanskim umom. Dok su se Ptolomejev i Kopernikov

sistem zasnivali na kružnim orbitama kao manifestaciji nebeskog savršenstva, Kepler je planetama pripisao eliptične orbite (prvi zakon). Time je pojednostavio celokupnu sliku planetarnog kretanja i izbacio nezgrapne epicikle koji su opterećivali prethodne modele.

Keplerov drugi zakon objasnio je zašto se planete kreću brže kada su bliže Suncu, a sporije kada su dalje, rešavajući prividne nepravilnosti u brzinama jednim univerzalnim principom. A njegov treći zakon uspostavio je vezu između vremena potrebnog planeti da obiđe oko Sunca i njene udaljenosti od njega. Zajedno, ovi zakoni potvrdili su heliocentrični model s preciznošću koju geocentrični sistem nikada nije mogao da postigne.

Kroz ova nastojanja univerzum sa Suncem u centru dobio je čvršće teorijske temelje. Ovo dramatično premeštanje Zemlje – i, posredno, nas – označilo je promenu paradigme u astronomiji, sa dalekosežnim posledicama po filozofiju i religiju. Kako je nemački pisac Johan Volfgang fon Gete vekovima kasnije sažeo: „Od svih otkrića i mišljenja, nijedno možda nije izvršilo veći uticaj na ljudski duh od Kopernikovog učenja. Svet se tek bio upoznao s tim da je okrugao i zaokružen sam u sebi, kada je od njega zatraženo da se odrekne ogromne privilegije da bude centar univerzuma.“

Talasi promena pretvorili su se u cunami koji se osećao ne samo u proučavanju nebeske mehanike već i duboko u srži vrste koja je odrasla u sasvim drugačijoj stvarnosti. Pošto smo bili zbačeni sa svoje dugo čuvane centralne pozicije u kosmosu, naši pojmovi o ljudskoj izuzetnosti ozbiljno su bili uzdrmani, što je dovelo do jednog od najpoznatijih istorijskih sukoba između nauke i religije. Da bi heliocentrizam postao preovlađujući pogled na svet, ova neobična tvrdnja zahtevala je neoborive, opipljive dokaze. A njih je pružio

jedan italijanski astronom kroz svoja uporna zapažanja o našoj najvećoj planeti.

GALILEO

Godine 1610, Galileo Galilej je eksperimentisao svojim teleskopom domaće izrade, uređajem koji se do tada mahom koristio za posmatranje Zemlje, a ne neba. Galilejev prvi teleskop bio je skroman, uveličavao je objekte do tri puta, ali on je daljim radom uspeo da pojača njegovu snagu, najpre na osam puta, a potom na zadivljujućih trideset. Upravo je tim improvizovanim instrumentom zauvek promenio naše poimanje kosmosa.

Jedne večeri, okrenuo je svoj teleskop prema nebu i, zagledan kroz sočivo u džina našeg Sunčevog sistema, Jupiter, primetio tri male, naizgled stacionarne zvezde u njegovoj blizini. Tokom narednih noći, položaji tih „zvezda“ menjali su se u odnosu na Jupiter, mada se one nikada nisu mnogo udaljavale od njega, pri čemu je jedna čak nestala iza planete. Ta dinamična igra žmurke među objektima koji bi trebalo da su „fiksirani“ navela je Galileja na zapanjujući zaključak: to nisu bile zvezde, već meseci u orbitama oko Jupitera. Jupiter je imao sopstvene mesece. Galileo je potom identifikovao i četvrti mesec, zaokruživši otkriće onoga što danas nazivamo Galilejevim mesecima: Ija, Evrope, Ganimeda i Kalista, četiri najveća Jupiterova satelita. Od tada se broj Jupiterovih meseca popeo na neverovatnih devedeset pet – u stvari, toliko su brojni da smo prestali da im dajemo imena. Ali značaj Galilejevog otkrića bio je ogroman: ovo je bilo prvo neposredno opažanje nebeskog tela koje kruži oko drugog nebeskog tela, a da se ne radi o Zemlji.

Dalja posmatranja dodatno su učvrstila heliocentrični model. Kada je Galilej uperio teleskop prema najsvetlijoj planeti noćnog neba, Veneri, uočio je da ona prolazi kroz potpuni ciklus faza, sličan menama našeg Meseca. Ovo se moglo objasniti modelom u kojem Venera kruži oko Sunca, dok se ugao pod kojim Sunčeva svetlost obasjava planetu menja kako ona kruži svojom orbitom.

Ponavljana posmatranja Meseca otkrila su pejzaž pun svetlih izbočina i senovitih udubljenja, za koje je Galilej smatrao da su „poput samog lica Zemlje, prošaranog lancima planina i dubokim dolinama“, dok je i Sunce bilo prošarano na sličan način pegama promenjene boje. Drugim rečima, to nisu bila savršena nebeska tela kako je Aristotelova kosmologija vekovima tvrdila.

Čitav ovaj skup dokaza toliko je bio snažno u suprotnosti s vladajućim pogledom na svet da se alternativa više nije mogla prenebreavati.

Usledilo je vreme snažne skepse i kontroverzi. Toliko je duboko bio ukorenjen pogled na Zemlju kao centar svega, da su mnogi odbijali da poveruju Galilejevim nalazima: da je Zemlja samo još jedno nebesko telo; da čovečanstvo nije u središtu sveta, kako nas uverava doslovno tumačenje religijskih tekstova; da je nebo koje vidimo kako se okreće oko Zemlje zapravo puka optička iluzija. Ovo je bilo kataklizmično previranje u načinu na koji smo sagledavali univerzum i sebe same. Dovelو je to do titanskog sudara ideologija, izvukavši na površinu napetost koja je tinjala između naučne misli u nastanku i ustaljene religijske doktrine.

Politička klima poznog šesnaestog veka bila je posebno tmurna; protestantska reformacija ostavila je dubok trag na Katoličkoj crkvi, čije su vođe očajnički nastojale da povrate njen autoritet. Umerena teologija Tome Akvinskog i