

مجله تاریخ علم، دوره ۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۱، ص ۱۷-۴۰

حساب نزد اهل نجوم: رساله‌ای در حساب شصت‌گانی

مریم ربیعی
عضو هیأت علمی دانشگاه الزهرا

mrabii@alzahra.ac.ir

(دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۲، پذیرش: شهریور ۱۳۹۲)

چکیده

نوشته‌ای که در اینجا ویرایش و به زبان امروزی شرح شده، رساله‌ای با عنوان «حساب اهل تنجیم» از یک مجموعه دست‌نویس قدیمی است که در کتابخانه ملی کشور بوسنی و هرزگوین نگهداری می‌شود. در آخر این رساله عباراتی نوشته شده که با استناد به آنها می‌توان دریافت که اصل کتابی که این رساله بخشی از آن بوده است از آثار ملا علی قوشچی است و زبان اصل اثر نیز فارسی است. این رساله در واقع خلاصه‌ای از مقاله دوم آن کتاب است که شخصی به نام نصرالله النصیر بنصیر (?) ملقب به واقف الخلیخالی برگزیده و حاجی عثمان بن حاجی عمر آن را استنساخ کرده است.

در این رساله که شامل شش باب به پیروی از رساله‌های مشهور حساب است به موضوعاتی نظیر روش نوشتن اعداد، تعیین مرتبه ارقام آنها، روش‌های جمع و تفریق، ضرب، تقسیم و جذر گرفتن در دستگاه شصت‌گانی پرداخته شده است و به کاربرد آنها در دانش نجوم نیز اشاره شده است.

کلیدواژه‌ها: حساب برج‌ها، حساب در نجوم، علی قوشچی، میزان، واقف الخلیخالی

مقدمه

در کتابخانه ملی قاضی خسرو بیک ساریوو در بوسنی و هرزگوین به یک مجموعه دست‌نویس قدیمی در قطع ۲۰×۱۵ بر خوردم که مجموعه‌ای از ۱۷ رساله مختصر قدیمی است و کاتبان مختلف آن را رونویسی کرده‌اند (فهرست، ۱۰۳-۱۰۷). این رساله‌ها در موضوعات مختلف، از نویسندگان مختلف و عمدتاً به زبان عربی هستند. دوازدهمین رساله این مجموعه رساله‌ای با عنوان «حساب اهل تنجیم» است که کاتبی با نام حاجی عثمان بن حاجی عمر آن را بازنویسی کرده است. عبارت‌های نوشته شده در پایان این رساله نشان می‌دهند که این رساله فصلی از کتاب مفصل‌تری از علی قوشچی، منجم و ریاضی‌دان ایرانی (درگذشته در ۸۷۹ق)، با نام میزان الحساب (یا زبدة الحساب) است. اصل کتاب به زبان فارسی نوشته شده است و مشتمل بر سه مقاله است که به ترتیب عبارتند از «حساب هندی» در یک مقدمه و دو باب، «حساب اهل تنجیم» در یک مقدمه و شش باب و «مساحت» در یک مقدمه و سه باب. به نظر می‌رسد این بخش کوتاه در حساب اهل تنجیم که در این رساله آمده است گزیده‌ای از مقاله دوم کتاب قوشچی باشد. در تصحیحی که از رساله فراهم آورده‌ام به موارد اختلاف آن با اثر قوشچی اشاره کرده‌ام. بر اساس اطلاعات موجود در این نسخه این گزیده احتمالاً توسط نصرالله النصیر بنصیر ملقب به «واقف الخلیالی» (درگذشته در ۹۴۶ق)، از دانشمندان و شعرای زمان شاه سلیمان صفوی، و نویسنده مجموعه الحساب ویرایش و تنظیم گردیده است (دولت‌آبادی، صص ۳۹۹-۴۱۱).

روش تصحیح

در تصحیح این رساله برای سهولت در خواندن، متن رساله بند بند شده است و علامت‌های سجاوندی در متن گذاشته شده‌اند. همچنین آغاز هر صفحه از نسخه با علامت // مشخص شده است

در متن «ة» تأنیث به دو صورت «ة» و «ه»، «آ» با دو رسم الخط «آ» و «ا»، پیشوند «می» در افعال به دو صورت متصل به جزء دوم فعل یا جدا از آن آمده‌اند. همچنین برای مثال کلمه «جذر» به هر دو صورت «جزر» و «جذر» نوشته شده است. به همین سبب و برای هماهنگ کردن صورت متن از رسم الخط متداول امروز استفاده شده است و

نمونه‌هایی از تغییرات در جدول زیر آمده است. همچنین حرف «گ» که در تمام متن به صورت «ک» نوشته شده بود با صورت «گ» نوشته شده است.

ان ← آن	که ← که
آن ← آن	به ← به
ازوست ← از او است	انرا ← آن را
اوست ← او است	ازو ← از او
یکبار ← یک بار	ازین ← از این
مراتبست ← مراتب است	برین ← بر این
می ← می (در افعال)	اینجا ← این جا
	برو ← بر او

مطالب و کلمات نوشته شده در حاشیه یا خارج از سطر بین کروشه، []، گذاشته شده‌اند و کلماتی که خوانا نبوده‌اند یا در اثر بریده شدن حاشیه از بین رفته‌اند با سه نقطه، ...، مشخص شده‌اند. برخی حروف در حساب ابجد قدیم صورت‌های خاصی داشته‌اند که به دلیل نبود نمادهای مشابه از حروف متداول در خط استفاده شده است. در جدول زیر نمونه‌هایی از این حروف آمده است.

حروف متداول در نزد اهل نجوم	حروف متداول در خط
ج	ج
ز	ز
ب	ب
پ	پ
ک	ک

برای نمایش عدد صفر در متن علامت ۰ به کار رفته است و در متن تصحیح شده نیز عیناً از همین علامت استفاده شده است.

[متن رساله]

در حساب اهل تنجیم

و آن مشتمل است بر مقدمه و شش باب

مقدمه

در بیان اصطلاحات، منجمان بیست و هشت حرف تهجی را بر ترتیب ابجد هوز حطی کلمن سعفص قرشت نخذ ضظغ برای مفردات اعداد تعیین کرده‌اند. حروف اول که است تا ط به جهت آحاد و نه دیگر که از ی است تا ص^۱ از برای عشرات و نه دیگر که از ق است تا ظ از برای مآت و غ را از برای الف تعیین کرده‌اند و از برای اعداد مرکب ارقام مفردات همان عدد را ترکیب کرده، مفرد اکثر را بر اقل تقدیم کنند؛ مگر اعداد الوف را که بر الوف تقدیم کنند. پس رقم پانزده یه باشد و رقم پنجاه و دو نب و رقم صد و هشتاد و چهار قفد و رقم [سه‌هزار] جغ و رقم ده‌هزار یغ و رقم دوازده‌هزار بیغ و بر این قیاس. و فرق میان ح ۲ و «حا» به آن کنند که ح را بی دامن نویسند بر این صورت ح و میان «زا» و «را» به آن کنند که «زا» را بی نقطه نویسند و بر فوق «را» علامت نهند بر ت و باقی حروف را به نقطه و عدم نقطه چنانچه در خط متداول است. و بایاد دانست که محیط هر دایره را به سیصد و شصت قسم متساوی کنند و هر قسمی را از آن درجه خوانند و عدد درجات چون به شصت رسد یا از شصت گذرد هر شصت را یکی اعتبار کنند و آن را مرفوع مرّ خوانند و رقم هر مرفوع مرّ را بر یمین رقم درجه نویسند و چون مرفوع مرّ نیز به شصت رسد یا از شصت گذرد هر شصت را یکی اعتبار کرده بر یمین مرفوع مرّ نویسند و آن را مرفوع مرتین و مثانی خوانند و همچنین چون عدد مرفوع مرتین به شصت رسد یا گذرد هر شصت را یکی اعتبار کرده آن را مرفوع مرّات و مثالیث نیز خوانند و علی هذا القیاس. و هر درجه را به شصت قسم متساوی کنند و آن را دقایق خوانند و رقم دقایق بر یسار رقم درجه نویسند و هر دقیقه را به شصت قسم متساوی کنند و آن را ثوانی خوانند و رقم آن را بر یسار رقم دقیقه نویسند و همچنین ثانیه را به ثالثه و ثالثه را به رابعه قسمت کنند، بالغامابغ، و ارقام آن را به ترتیب مذکور نویسند و هر مرتبه از این مراتب، یعنی مراتب مرفوعات، درج و اجزاء آن که خالی از عدد باشند در آن مرتبه صفر نویسند بر این صورت ح . و از برای

۱. متن: از ی است تا ق

۲. منظور حرف «جیم» است

شناختن آن که ارقام از کدام مرتبه است، رقم اول را یا آخر را باید // نوشتن که از کدام مرتبه است تا باقی ارقام به قیاس به او معلوم شود. و هر که حساب اهل هند دانسته باشند به قواعدی که ذکر کرده شد، حساب اهل نجوم بر او آسان [شود]؛ چه این طریق شبیه به آن طریق است و تفاوتی نیست الا به چند چیز که بیان خواهم کرد؛ از آن جمله آن که اهل هند در هر مرتبه که عدد به ده می‌رسد یا می‌گذرد هر ده^۱ را یکی اعتبار کرده بر یسار آن می‌نویسند و منجمان در هر مرتبه که عدد به شصت می‌رسد یا می‌گذرد هر شصت را یکی اعتبار کرده بر یمین آن مرتبه می‌نویسند؛ چنان که سبق ذکر یافت. پس اهل هند در عمل تفریق اگر رقمی را از رقمی که در برابر او است ممکن نباشد نقصان کردن، یکی از رقم یسار می‌گیرند و آن را ده اعتبار کرده از او نقصان می‌کنند و منجمان یکی را از یمین می‌گیرند و آن را شصت اعتبار کرده از او نقصان می‌کنند.

باب اول

[در ضرب شبکه]

در ضرب شبکه و در وضع ارقام شبکه میان این دو طریق تفاوت می‌باشد چه اهل هند اعظم مراتب را از مضروب و مضروب فیه در برابر فوق و یسار مربع صغیر که بر یسار سطر فوقانی مربعات صغار واقع [است]، می‌نویسند و منجمان بر فوق و یمین مربع صغیر که بر یمین سطر فوقانی واقع است، می‌نویسند. و اهل هند مربعات صغار را به دو مثلث قسمت کنند به خط مورب از یمین به یسار متنازلاً و منجمان هم از یمین به یسار متصاعداً. و چون در عمل ضرب، رقم هر مرتبه را از مضروب در ارقام مراتب مضروب فیه ضرب می‌باید کرد و حاصل را در دو مثلث مذکور نهادن و ارقام این مراتب از ا تا نط رسد، پس احتیاج می‌شود به جدولی که مشتمل باشد بر حواصل ضرب ارقام در یکدیگر از ا تا نط. و طریقتش آن است که مربعی بکشند و هر یک از دو ضلع طول و عرض او را به نط قسم متساوی کشند و خطوط مستقیم به مفاصل وصل کنند چنان چه مربع مذکور [به سه] هزار و چهارصد و [هشتاد] و یک مربع صغیر منقسم گردد و بر فوق و یمین جدول، اعداد نویسند از ا تا نط به ترتیب. و حاصل ضرب هر عددی را از اعداد سطر فوقانی در هر عددی از اعداد سطر دیگر در مربع ملتی آن دو عدد نویسند؛ بر این وجه که اگر حاصل ضرب کمتر از شصت باشد رقم آن را ثبت کنند و صفری بر

یمین او در همین مربع نویسد و اگر زیاده از شصت باشد هر شصتی را رفع کرده نویسد و آن چه کم از شصت باشد بر یسار او در همین مربع نویسد و این جدول را جدول // ستین خوانند. پس [شروع در ضرب] حاصل ضرب را از این جدول برگرفته، مرفوع را در مثلث فوقانی و مبسوط را در مثلث تحتانی ثبت کنند تا تمام حواصل ضرب در شبکه مثبت شود. بعد از آن از مثلث تحتانی که در برج یسار سطر تحتانی شبکه است ابتدا کرده اعداد را جمع کرده به طریق مذکور در حساب اهل هند؛ غیر آن که آن جا اعدادی که در میان هر دو خط مورب^۲ واقع بود، آن چه زیاده می شد هر دهی را یکی رفع کرده با عددی که ما بین دو خط مورب فوق آن بود جمع می کردند و آن چه کمتر از ده می بود بر یسار آن چه در مثلث تحتانی بود وضع می کردند و این جا اعداد میان دو خط مورب را اگر زیاده از شصت شود هر شصتی را یکی گرفته با اعداد دو خط مورب که بر فوق آن است جمع می کنند و آن چه کم از شصت باشد بر یمین آن چه بر مثلث تحتانی واقع است ثبت می کنند. مثلاً خواستیم که دل ما را در عدد ن یا ۴ مط ضرب کنیم. جدولی رسم کردیم^۳ و آن ارقام بر او وضع کرد [یم] به صفت مذکوره و در مثلث تحتانی رقم کط یافتیم. این را در تحت شبکه رسم کردیم و اعداد ما بین دو خط مورب را که بر فوق اوست جمع کردیم. سج شد. به جهت س، ج بر یمین کط نوشتیم و به جهت شصت یکی بر حاصل ما بین دو خط مورب جمع کردیم. عب شد. یب بر یمین ج نوشتیم و از برای شصت یکی بر حاصل جمع [ما بین] دو خط مورب دیگر که بر فوق او است جمع کردیم،^۴ نا شد. بر یمین یب نوشتیم^۵ و همچنین ما بین خطین موربین دیگر جمع کردیم. فج شد. کج را بر یمین نا نوشتیم.^۶ از برای شصت یکی بر حاصل جمع ما بین خطین موربین افزودیم، مو شد. بر [یمین] کج نوشتیم^۷ پس در مثلث فوقانی که بر یمین برج شبکه است ج یافتیم. آن را به ترتیب کرده، عمل ضرب را تمام ساختیم بر این صورت:

۱. متن: و هر

۲. متن: ... هر دو خط مورب است واقع بود...

۳. متن: کرد

۴. متن: کردم

۵. متن: نوشتیم

۶. متن: نوشتند

۷. متن: نوشتیم

حساب نزد اهل نجوم... ۲۳/

	ن	یا	۴	مط
د	ج	ک	مد	ج
ل	که	ه	ل	بو
ما	لد	ز	لا	کد
	ی	نا	ب	ل
	ک	ج	ب	لج
	ک	ج	ب	کط

اما طریق دانستن آن که حاصل ضرب از کدام مرتبه است، از مرفوعات و درج و اجزای آن، در بابی علی حده ذکر خواهیم کرد.

باب دوم

[در قسمت]

قسمت اهل تنجیم نیز چون قسمت اهل هند است؛ لیکن اهل تنجیم اعظم مراتب مقسوم را // در سطر طولی از یمین جدول نویسند و اعظم مراتب مقسوم علیه را در برابر مقسوم یا بعد از آن. پس از جدول ستین اکثر عددی طلب کنند که حاصل ضرب او را در هر یکی از مراتب مقسوم علیه از آنچه در برابر او است از مقسوم یا از یمینش یا از هر دو طرح توان کرد. چون یافت شود بر فوق خط عرضی که بر بالای مقسوم است در برابر اعظم مراتب مقسوم علیه نویسند و بعد از ضرب او در مقسوم علیه و طرح حاصل از مقسوم، خط عرضی کشیده و باقی قسمت^۱ را یک مرتبه به یمین نقل کنند و بر این قیاس عمل را تمام کنند. و اگر عددی بر صفت مذکور یافت نشود، صفری بر یسار عددی که بر فوق جدول نوشته شده نویسند و بر این قیاس عدد لاحق را بر یسار سابق نویسند و ضرب کنند و طرح کنند تا تمام شود. و اگر خواهیم، یک بار دیگر اجزا را به یمین نقل کنیم و عمل را به پایان رسانیم و همچنین هر چند که خواهیم نقل کنیم. والله اعلم.

۱. متن: باقی مقسوم

نباشد نسبت مراتب به مرتبه درجه معتبر است. پس اگر اول مراتب دقایق باشد، بر ثانی علامت باید نهاد. اگر ثالث باشد، بر رابع و اگر ثالث باشد، بر مثانی و اگر مخامس باشد، بر رابع و بر این قیاس؛ زیرا که ... درجه هم ... این ها ... این ضابطه... است بر یک ... و به اوضاع مختلف، مختلف نمی‌گردد. [۱] // و باز اکثر عددی طلب کنند که مضروب او را در منقول و در خود، از محاذی ایشان طرح توان کرد و چون یافت شود بر فوق علامت ثانی و در تحت او ترتیب کرده ضرب کنند و طرح کنند و بعد از آن فوقانی بر تحتانی افزوده و با اول جمع کرده یک مرتبه دیگر به یسار نقل کنند بعد از خط محو و به علامت ثالث گذرند و اگر در مرتبه عدد یافت نشود، صفری بر فوق و تحت گذارند و گذرند و [به همان طریق] ^۲ همچنین آن قدر که خواهند و اگر سطور تمام شود، سطور [...] طول دیگر بر یسار آن سطور کشند و به همان طریق به تخطی یک یک از مراتب علامات نصب کنند. پس اگر عدد منطبق باشد، عمل منتهی شود و اگر اصم باشد و خواهند که عمل قطع شود، رقم آخر را مضاعف کرده و واحدی بر او افزوده مجموع را مخرج اعتبار کرده باقی را به او نسبت دهند. کسری که حاصل شود با ارقام فوق جذر عدد باشد.

مثالش: خواستیم که جذر ن یه ما یزم ثانیه را بگیریم. ^۳ جدولی به طریق مذکور رسم کردیم ^۴ و بر ما که درجه است و بر ن از جانب مرفوعات و بر م از کسور، علامات نصب کردیم و عمل مذکور به جای آوردیم بر این صورت:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. جملاتی که در گروه آمده‌اند در حاشیه صفحه چهارم نوشته شده‌اند و به نظر می‌رسد مربوط به باب سوم باشند.

۲. روی این کلمات خط کشیده شده است.

۳. متن: بگیرم

۴. متن: کردم

کب		ه		ز	
م	یز	ما	یه	ن	مط
				ا	ا
د	ح	که	ه	ی	
		یو			
لو	کط	ح	ه	ی	
		ج			
مه	ی	د	ه	ی	
		لذ			
کب	ی	ید	ه	بد	ز
		د			

باب چهارم

در معرفت جنس هر یک از حاصل ضرب و خارج قسمت و جذر یعنی دانستن آن که حاصل ضرب یا خارج قسمت یا جذر او کدام مرتبه است، از مرفوع و درج و اجزای درج. طریقتش آن است که از برای دقیقه، واحد گوئیم و از برای ثانیه، اثنین گوئیم و از برای ثالثه، ثلثه و از برای آنچه بعد از او است، به هر یک مرتبه، یک عدد زیاده کنیم و همچنین مرفوع مرّۀ را واحد و مثانی را اثنین و بر این قیاس. پس گوئیم مضروب و مضروب فیه هر دو از جنس درجه‌اند یا یکی یا هیچ یک؛ و این قسم اخیر از دو بیرون نیست یا هر دو در یک جانبند از درجه، یعنی هر دو مرفوع باشند یا هر دو اجزا باشند، و یا آن که هر یک از جانبی باشند. پس اقسام از چهار بیرون نباشد و حاصل ضرب در قسم اوّل درجه باشد و در دوّم از جنس مضروب دیگر. پس حاصل ضرب درجه در دقیقه همان دقیقه باشد و در ثانیه همان ثانیه و همچنین در مرفوع مرّۀ، // مرفوع مرّۀ و علی هذا القیاس. و در رقم سیوم عدد هر دو مضروب را جمع کنی حاصل در مرتبه سیم عدد مجموع باشد در همان جانب مضروبین؛ مثلاً دقایق در ثوانی، ثوالث باشد و در ثوالث، خوامس و مثالی، مخامس و در قسم چهارم اگر دو عدد

مضروب و مضروب فیه برابر باشند، حاصل ضرب از جنس درجه باشد؛^۱ و الا سمیّ فضل باشد در جانب فاضل. پس ثوانی در مثالث، مرفوع مرّ و مثانی در روابع، ثوانی و این مرتبه که بیان کردیم مرتبه مبسوط حاصل ضرب است در جمیع اقسام [پس مرفوع هر قسم از جنس فوق، مرتبه مبسوط است].

اما معرفت جنس خارج قسمت، طریقه آن است که مقسوم و مقسوم علیه به همان طریق که در ضرب گفتیم چهار قسم شود. پس خارج در اول، درجه باشد و در دوم اگر درجه مقسوم علیه باشد، خارج از جنس مقسوم باشد و اگر درجه مقسوم باشد، عدد مرتبه خارج، سمیّ عدد مرتبه مقسوم علیه باشد در خلاف جانب او؛ مثلاً درجه بر ثانیه، مثانی باشد و درجه بر مثالث، ثوالث [و بر دقیقه، مرفوع مرّ و در عکس، دقیقه] و در سیم اگر مقسومین برابر باشند، خارج درجه باشد و اگر برابر نباشند، اگر مرتبه مقسوم فوق مقسوم علیه باشد، [عدد] خارج سمیّ عدد فضل باشد در جانب صعود [یعنی از جنس مرفوعات باشد] و اگر تحت مقسوم علیه باشد، سمیّ عدد فضل باشد در جانب نزول [یعنی از جنس اجزاء باشد]. پس ثوانی بر روابع، مثانی و روابع بر دقائق، ثوالث و در چهارم، عدد مقسومین را جمع کنیم. پس خارج، سمیّ مجموع باشد در جانب صعود اگر مقسوم در صعود باشد و در جانب نزول اگر در نزول باشد. پس مرفوع مرّ بر دقیقه، مثانی باشد و عکس، ثوانی و مراد از مرتبه مقسوم، مرتبه باشد که در محاذات مقسوم علیه افتاد هرگاه که هر دو را در جدول قسمت نویسیم. مثلاً اگر ده دقیقه را بر دوازده دقیقه خواهیم که قسمت کنیم، مقسوم علیه چون به عدد بیشتر است در جدول در محاذات ده دقیقه ثبت نخواهیم کرد؛ بلکه یک مرتبه فروتر از آن ثبت خواهیم کرد. چنان که مرتبه ثانیه در محاذات مقسوم علیه واقع شود. پس در این صورت مقسوم ثانیه باشد نه دقیقه؛ اگر چه به ظاهر مقسوم، دقیقه است.

[چنان که در مثال مذکور متن از جهت قسمت، آن را که در صورت مذکور که کط درجه را یک مرتبه از ح درجه پایین تر رسم کرده ایم؛ ح درجه، دقائق می گردد و بر درجات منقسم می شود و اگر نه، ح بر کط قابل انقسام نیست. پس اول خارج قسمت ... که بر فوق ... است، از جنس ... است و چون ... معلوم شد؛ باقی ... معلوم می گردد.]^۲

۱. متن: باشند

۲. جملاتی که در کروش آمده اند در حاشیه صفحه ششم نوشته شده اند و توضیحی هستند بر سبب نوشتن کط در عبارت مقسوم علیه در ستون سمت چپ ح در عبارت مقسوم، در تقسیم ح یولا مد بر کط نج لب که در باب دوم آمده است.

اما معرفت جنس^۱ در جذر، طریقهش آن است که بینیم علامت ایمن، بر مرتبه درجه است یا نه. اگر بر درجه باشد [رقم جذر که بر این علامت است از جنس درجه باشد]. و اگر علامت ایمن، بر درجه نباشد رقم آن نصف عدد مرتبه است که در تحت علامت واقع است در جانب همان مرتبه از درجه. // پس جذر مثنائی، مرفوع مرّۀ باشد و جذر مربع، مثنائی و جذر ثوانی، دقایق و جذر روابیع، ثوانی، و [چون] رقم ایمن معلوم شد ارقام دیگر از جنس مراتب است که بعد از او است به ترتیب. پس اگر اول ثانیه باشد ثانی، ثالثه است و اگر اول از مثنائی باشد، ثانی از مرفوع مرّۀ باشد و علی هذا القیاس.

باب پنجم

در میزان

طریق میزان اهل تنجیم آن است که پنجاه و نه، پنجاه و نه طرح کنند. پس آنچه ماند میزان باشد. پس میزان مضروب را در میزان مضروب فیه ضرب کنیم و از حاصل باز طرح کنیم اگر ممکن باشد. پس اگر باقی موافق میزان حاصل ضرب باشد، فالعمل صحیح، و میزان خارج قسمت را در میزان مقسوم علیه ضرب کنیم و میزان باقی را بر حاصل افزایشیم و از آن نط، نط طرح کنیم. پس آنچه ماند اگر موافق میزان مقسوم باشد عمل صحیح باشد، و میزان جذر را در نفس خود ضرب کنیم و باقی از مجذور را بر او افزایشیم و نط، نط طرح کنیم، پس آنچه ماند باید که موافق میزان مجذور باشد تا صحیح باشد.

باب ششم

در اعمال حسابی که در بروج باشد

بدان که منجمان دور فلک را به دوازده قسم متساوی قسمت کنند و هر قسمی را برجی گویند و هر برجی سی درجه باشد. پس در عمل جمع درجات چون به سی رسد یا گذرد به جهت هر سی درجه یکی بر عدد بروج افزایشند و چون عدد بروج بر دوازده رسد یا گذرد دوازده را که دور فلک است از او طرح کنند و اگر هیچ نماند، در مرتبه بروج صفر نویسند. مثلاً چون خواهند ده برج و دوازده درجه و بیست دقیقه و هشت ثانیه را با نه برج و بیست و پنج درجه و چهل دقیقه و چهارده ثانیه جمع کنند، در محاذات یکدیگر وضع کنند چنان که بروج در حذاء بروج افتد. پس خط عرضی در تحت هر دو

کشند و ابتدا از یسار کرده و شصت را یکی گرفته به طریق جمع اهل هند به اتمام رسانند. بر این صورت:

ح	ک	یب	ی
ید	م	که	ط
کب	۴	ح	ح

تا حاصل هشت برج و هشت درجه و بیست و دو ثانیه باشد. و در تفریق اگر عدد بروج منقوص منه از عدد بروج منقوص کمتر باشد یا در منقوص منه برج نباشد، دور را بر منقوص منه افزایند و در هر مرتبه [که] نقصان ممکن نباشد از یمین از فوق آرند و برج را در مرتبه درجه سی گیرند و دیگر را در مراتب دیگر شصت گیرند و کم کنند. مثلاً خواستیم که تفریق کنیم پنج برج و بیست درجه و یازده دقیقه و چهل ثانیه از دو برج // و ده درجه و سی دقیقه و پنجاه ثانیه. هر دو را در برابر هم به طریق جمع رسم کردیم و خط عرضی کشیدیم و دور را بر دو افزودیم چهارده شد. پس عمل را تمام کردیم بدین صورت:

ب	ی	ل	ن
ه	ک	یا	م
ح	ک	یط	ی

و در عمل ضرب در هر کدام از مضروبین که برج باشد عدد بروج را در سی ضرب کنند تا درجات شود و حاصل را با درجات جمع کنند اگر باشد، و هر شصت را یکی داشته مرفوع مرّۀ گیرند و باقی مراتب را به حال خود داشته عمل ضرب به پایان رسانند. پس اگر حاصل ضرب از جنس مرفوعات باشد، غیر مرفوع مرّۀ همه را طی کنند و عدد مرفوع مرّۀ را تضعیف کنند تا عدد بروج حاصل شود و درجات اگر به سی رسیده باشد سی طرح کنند و یکی بر عدد بروج افزایند. پس چون عدد بروج به دوازده رسد یا گذرد دوازده از او طرح کنند، مرّۀ بعد آخری چندان که ممکن باشد، و آنچه ماند در مرتبۀ بروج نویسند و باقی مراتب را به حال خود گذارند. و در عمل قسمت در هر کدام از مقسوم و مقسوم علیه که برج باشد با او همان عمل کنند که در ضرب گفته شد تا خارج قسمت به همان طریق به دست آید و با خارج نیز همان کنند که در حاصل گفته شد. مثلاً خواستیم ی به که دقیقه را ضرب کنیم در نکط ک. بروج را که در احدالمضروبین است مرفوع مرّۀ ساختیم به آن وجه که گفته شد و باقی ارقام را به حال خود گذاشتیم. در آن عدد که در آن برج است ضرب کردیم. حاصل ضرب ه ب یا یح ن ح ک ثالثه شد.

۳۰ / تاریخ علم، دوره ۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۱

پس از مراتب مرفوع، غیر یا که مرفوع مَرَّة است همه طی کردم و یا را تضعیف کردم. کب شد. دور را که یب است از او طرح کردم ی باقی ماند و آن عدد بروج باشد و عدد درجه را که یج است چون از سی کمتر است به حال خود گذاشتم تا حاصل ضرب مطلوب به دست آمد، بر این صورت ی یج ن ح ک.

تم بعون الله و حسن توفيقه

نقل عن فارسية مولانا علی القوشجی

لا بعبارته بل بحذف كثير

العبد الاقل نصرالله النصير بنصير الملقب بواقف الخلخالی

عن العبد المذنب المحتاج الی رحمة ربه حاجی عثمان بن حاجی عمر غفرالله له

و لوالديه



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نویسنده در ادامه به مقایسه عمل جمع و تفریق در میان اهل نجوم و اهل هند می‌پردازد. برای روشن شدن مطلب در مثال زیر تفریق دو عدد نا کو و کال در نزد اهل نجوم را با تفریق دو عدد ۸۵ و ۲۶ در نزد اهل هند مقایسه می‌کنیم. همان طور که در شکل ۱ دیده می‌شود در حساب نجوم، از رقم سمت راست یک واحد کم و به رقم سمت چپ ۶۰ اضافه شده است؛ در حالی که در عمل تفریق دو عدد ۸۵ و ۲۶، در حساب هند، یک رقم از سمت چپ کم شده و ۱۰ واحد به عدد سمت راست اضافه شده است.

کو (۲۶)	نا (۵۱)
لد (۳۴)	کا (۲۱)

→

فو (۸۶)	ن (۵۰)
لد (۳۴)	کا (۲۱)

۸	۵
۲	۶

→

۷	۱۵
۲	۶
۵	۹

شکل ۱: مقایسه دو عدد نا کو و کال در نزد اهل نجوم با تفریق دو عدد ۸۵ و ۲۶ در نزد اهل هند.

سپس نویسنده بیان می‌کند برای انجام عمل ضرب، تقسیم و جذر، نیاز به جدولی به نام جدول ستین (جدول ۶) است که نویسنده روش ساخت این جدول را نیز توضیح می‌دهد. همان طور که در جدول ۶ می‌بینیم اعداد از ۱ تا ۵۹، به ترتیب در بالای مربع بزرگ از راست به چپ و در سمت راست آن از بالا به پایین مرتب شده و در محل تلاقی دو عدد در مربع کوچک، حاصل ضرب دو عدد در این مربع کوچک نوشته می‌شود؛ به این طریق که حاصل را بر ۶۰ تقسیم کرده خارج قسمت را در سمت راست و باقی‌مانده را در سمت چپ می‌نویسند. ولی در حساب هند اعداد ۱ تا ۹ به ترتیب در بالای مربع بزرگ از چپ به راست و در سمت چپ آن از بالا به پایین نوشته می‌شود و در محل تلاقی دو عدد در مربع کوچک، حاصل ضرب دو عدد بعد از تقسیم بر ۱۰ به گونه‌ای نوشته می‌شود که خارج قسمت در سمت چپ و باقی‌مانده در سمت راست قرار گیرد.



جدول ۶: جدول ستین.

	ا	ب	ج	د	هـ	ز	ح	ط	ظ
ا	ا	ب	ج	د	هـ	ز	ح	ط	ظ
ب	ب	ا	د	و	ح	ا	ن	و	ا
ج	ج	و	ط	ب	ب	ا	ن	و	ا
د	د	ح	یب						
خارج قسمت باقیمانده									
نو	نو								
نز	ن	ز							
نح	ن	ح							
نظ	ن	ظ							

نویسنده در هر باب با ارائه مثال‌هایی اعمال ضرب، تقسیم و جذر را توضیح می‌دهد. در شکل ۲ حاصل ضرب دو عدد دل‌ما و ن‌یا ۴۴ مط در حساب نجوم با حاصل ضرب دو عدد ۲۵۲ و ۱۸۵ در حساب هند مقایسه شده است.

۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰

۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰

شکل ۲: مقایسه عمل ضرب در حساب نجوم با عمل ضرب در حساب هند.

در حساب نجوم مضروب و مضروب‌فیه به ترتیب در سمت راست و بالای مربع نوشته می‌شود و خطوط مورب از راست به چپ به صورت صعودی رسم می‌شوند؛ ولی در حساب هند مضروب و مضروب‌فیه به ترتیب در سمت چپ و بالای مربع نوشته می‌شود و خطوط مورب از راست به چپ به صورت نزولی رسم می‌شوند. در مربع کوچک محل تلاقی هر دو عدد، در نجوم حاصل ضرب را از جدول ستین و در حساب هند از جدول مربوط به آن پیدا کرده و در مثلث بالایی خارج قسمت و در مثلث پایینی باقی‌مانده نوشته می‌شود. بعد از تکمیل جدول، در حساب نجوم از چپ شروع کرده و

حاصل اعداد واقع در بین خطوط مورب را جمع می‌کنند ولی در حساب هند از راست شروع می‌کنند. به این ترتیب، در اولی حاصل ضرب برابر ج مویج نا یب ج کط و در دومی حاصل ضرب برابر با ۴۶۶۲۰ است. در باب دوم، نویسنده عمل تقسیم را توضیح می‌دهد. در شکل ۳ مراحل انجام این عمل نمایش داده شده است.

خارج قسمت ← یو ۱۶ لو ۳۶ لچ ۳۸

۴۴ مد	۳۱ لا	۱۶ یو	۸ ح	مقسوم انتخاب یو از جدول ستین به گونه‌ای که حاصل ضرب آن در مقسوم علیه کمتر از مقسوم شود. $۱۶(مد) \times ۷(ز) = ۶۰ + ۴۴(مد)$
		۴۴ مد	۷ ز	باقی مانده
۳۲ لب	۸ ح	۳۲ لب	۱۴ ید	$۱۶(بو) \times ۵۳(نج) = ۶۰ + ۸(ح)$
		۱۴ ید		باقی مانده
۳۲ لب	۲۳ کج	۱۸ یج	۸ ح	$۱۶(لب) \times ۳۲(لب) = ۶۰ + ۸(ح)$
				۸ ح
۱۲ یب	۱۵ یه	۱۸ یج		باقی مانده
۱۲ یب	۱۲ یب	۱۵ یه	۱۸ یج	انتقال به راست و انجام مجدد عمل تقسیم که منجر به انتخاب لو می‌شود. $۱۵(یه) \times ۱۷(یز) = ۶۰ + ۲۴(کد)$
		۲۴ کد	۱۷ یز	باقی مانده
		۵۱ نا		$۱۷(یز) \times ۳۱(لا) = ۶۰ + ۴۸(مح)$
		۳۱ لا		باقی مانده
۱۲ یب	۲۴ کد	۱۹ یط		$۱۷(یز) \times ۱۹(بط) = ۶۰ + ۱۲(یب)$
		۱۹ یط		باقی مانده
۴۸ مح	۴ د	۱۹ یط		باقی مانده
۱۶ یو	۴۸ مح	۴ د	۱۹ یط	انتقال به راست و انجام مجدد عمل تقسیم که منجر به انتخاب لچ می‌شود. $۴(د) \times ۱۸(یج) = ۶۰ + ۲۲(کب)$
		۲۲ کب	۱۸ یج	باقی مانده
		۴۲ مب		$۴(د) \times ۳۳(لج) = ۶۰ + ۳۴(لد)$
۱۶ یو	۱۴ ید	۳۳ لج		باقی مانده
		۹ ط		$۴(د) \times ۲۰(ک) = ۶۰ + ۱۶(یو)$
۴۴ مد	۵۳ نج	۸ ح	باقی مانده ←	

مقسوم علیه ← کط ۲۹ نج ۵۳ لب ۳۲



شکل ۳: مراحل انجام عمل تقسیم در حساب نجوم.

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، برای تقسیم ح یو لا مد بر کط نج لب، مقسوم را در بالا و مقسوم علیه را زیر یک خط افقی در پایین جدول به گونه‌ای می‌نویسند که بزرگ‌ترین مرتبه مقسوم علیه در برابر مقسوم یا بعد از آن قرار گیرد. سپس از جدول ستین یو را انتخاب می‌کنند زیرا یو بزرگ‌ترین عددی است که ضرب آن در هر یک از مراتب مقسوم علیه از مقسوم کم‌تر است. حال یک خط افقی بالای مقسوم کشیده و عدد یو را بالای این خط افقی به گونه‌ای می‌نویسند که در مقابل بزرگ‌ترین مرتبه مقسوم علیه؛ یعنی کط قرار گیرد. بعد از ضرب یو در هر یک از مراتب مقسوم علیه و کسر آن از مقسوم، باقی‌مانده را که عدد یح یه یب است یک مرتبه به راست منتقل نموده و در صورت تمایل مجدداً عمل بالا را تکرار می‌کنند. در شکل ۳ بعد از انتقال به راست و تکرار عمل عدد لو انتخاب شده که در سمت چپ یو در بالای مقسوم، بالای خط افقی نوشته شده است. با تکرار مجدد عمل، عدد ل ح انتخاب شده که در سمت چپ لو نوشته شده است. در این مرحله عمل تقسیم تمام شده و باقی‌مانده که عدد ح نج مد است در انتها، بالای خطی که مقسوم علیه زیر آن نوشته شده، دیده می‌شود. البته در صورت تمایل می‌توان آن را به راست منتقل کرد و عمل را تکرار کرد. در باب سوّم نویسنده عمل جذر را توضیح داده است. این عملیات در شکل ۴ ارائه شده است. برای به دست آوردن جذر عدد ن یه ما یزم یک خط افقی بالای آن رسم می‌کنند. سپس از جدول ستین بزرگ‌ترین را عددی که حاصل ضرب آن در خودش از عدد داده شده کم‌تر است، انتخاب می‌کنند.

در این مثال عدد انتخاب شده ز است. این عدد را بالای خط افقی می‌نویسند به گونه‌ای که بالای اولین عدد داده شده؛ یعنی ن قرار گیرد. این عدد را پایین جدول در مقابل ن نیز می‌نویسند. بعد از ضرب عدد ز در خودش و کسر آن از عدد داده شده، باقی‌مانده را پس از رسم یک خط افقی، زیر خط افقی می‌نویسند. سپس عدد بالایی و پایینی را با هم جمع کرده (یعنی ز را با خودش جمع می‌کنیم) و حاصل را که عدد ید است یک مرتبه به سمت چپ منتقل کرده و در پایین جدول، بعد از رسم یک خط افقی، زیر خط افقی می‌نویسند و مجدداً، بزرگ‌ترین عددی را که حاصل ضرب آن در عدد انتقال یافته و خودش از عدد باقی‌مانده - یعنی ا یه ما یزم - کم‌تر می‌شود پیدا می‌کنند.

کب ۲۲		ه ۵		ز ۷	
۴۰ م	۱۷ یز	۴۱ ما	۱۵ یه	۵۰ ن	$۷(ز) \times ۷(ز) = ۴۹(مظ)$
				مظ ۴۹	باقی مانده
۴۰ م	۱۷ یز	۴۱ ما	۱۵ یه	۱۰ ی	$۱۴(ید) \times ۵(ه) = ۱(۱) \times ۶۰ + ۱۰(ی)$
				ک ۲۵	$۵(ه) \times ۵(ه) = ۲۵(ک)$
۴۰ م	۱۷ یز	۴۱ ما	۱۵ یه	۵ ه	باقی مانده
				۱۶ یو	$۱۴(ید) \times ۲۲(کب) = ۵(ه) \times ۶۰ + ۸(ح)$
۴۰ م	۱۷ یز	۴۱ ما	۱۵ یه	۵ ه	باقی مانده
				۸ ح	$۱۰(ی) \times ۲۲(کب) = ۳(ج) \times ۶۰ + ۴۰(م)$
۴۰ م	۱۷ یز	۴۱ ما	۱۵ یه	۳ ج	$۲۲(کب) \times ۲۲(کب) = ۸(ح) \times ۶۰ + ۴(د)$
				۴ د	باقی مانده
۴ ن	۸ ح	۳۷ لز	۴ د		
۳۶ لو	۲۹ کط		۱۴ ید		
۴۵ مه	۱۰ ی		۱۴ ید		
۲۲ کب	۱۰ ی		۵ ه	۱۴ ید	
				۷ ز	

شکل ۴: مراحل انجام جذر در حساب نجوم

این عدد ه است که حاصل ضرب آن در عدد انتقال یافته، مساوی ای و در خودش، مساوی $\frac{۴}{۳}$ که است. این اعداد به ترتیب در سطرهای چهارم و پنجم شکل ۴ مشاهده می شود. باقی مانده، ه یو، در سطر ششم نوشته شده است. عدد ه را بالا و پایین جدول مقابل هم طوری می نویسند که در پایین، کنار ید و در بالا، بالای خط افقی قرار گیرد. سپس عدد بالایی و پایینی را با هم جمع کرده (یعنی ه را با خودش جمع می کنیم) عدد ی حاصل می شود. آن را همراه با ید که عددی به صورت ید ی است، یک مرتبه به چپ منتقل کرده، در پایین جدول در زیر خط افقی که رسم می شود، می نویسند. مجدداً روند بالا را تکرار کرده تا عدد کب به دست آید. به این ترتیب جذر ن یه ما یزم عدد ز ه کب می شود.

نویسنده در باب چهارم، برای تعیین جنس حاصل ضرب، خارج قسمت و جذر به هر یک از مراتب سمت چپ و سمت راست درجه، به ترتیب اعداد ۱، ۲، ۳، ... را نسبت می دهد. برای تعیین جنس حاصل ضرب و خارج قسمت، دو عدد داده شده را به ۴ دسته تقسیم کرده و در هر دسته نحوه تعیین جنس را توضیح می دهد. به نظر می رسد در

حساب نزد اهل نجوم... ۳۷/

آن زمان نویسنده اطلاعات کافی از اعداد منفی نداشته است؛ زیرا اگر به اجزاء اعداد منفی صحیح و به مرفوعات اعداد مثبت صحیح را نسبت دهیم تعیین جنس حاصل ضرب، خارج قسمت و جذر می‌تواند ساده‌تر بیان شود؛ مشروط به آن که به درجه عدد صفر نسبت داده شود.

نهایتاً، در باب ششم، نویسنده حساب بروج را شرح می‌دهد. دو جدول ارائه شده در این باب که نویسنده به تفصیل درباره‌ی آن صحبت کرده است، در زیر آورده شده است. اولین محاسبه، جمع دو عدد و دومین محاسبه، تفاضل دو عدد را در حساب بروج نشان می‌دهد:

ح ۸	ک ۲۰	یب ۱۲	ی ۱۰
ط ۹	که ۲۵	م ۴۰	ید ۱۴
ح ۸	ح ۸	۴۰	کب ۲۲
ب ۲	ی ۱۰	ل ۳۰	ن ۵۰
ه ۵	ک ۲۰	یا ۱۱	م ۴۰
ح ۸	ک ۲۰	ی ۱۹	ی ۱۰

نویسنده در بند آخر، در حساب بروج، حاصل ضرب دو عددی که (۱۰ ۱۵ ۲۵) (دقیقه) و نزکط ک (۵۷ ۲۹ ۲۰) را مساوی ه ب یا یج ن ح ک (۵ ۲ ۱۱ ۱۳ ۵۰ ۸ ۲۰) (ثالثه) به دست می‌آورد.

برای این که نتیجه‌ی حاصل ضرب، ه ب یا یج ن ح ک ثالثه شود، عدد دوّم؛ یعنی مضروب فیه، باید به صورت نزکط ک (۵۷ ۲۹ ۲۰) که در آن مرتبه‌ی نز (۵۷)، مرفوع مرّه است، اصلاح شود؛ از آنجایی که عدد برج باید کم‌تر از دوازده باشد، بر این اساس نویسنده عدد نزکط ک (۵۷ ۲۹ ۲۰) را یک عدد در حساب برج فرض نکرده است. بقیه محاسبات همان گونه است که نویسنده نگارش کرده است.

مقایسه

در این بخش ضمن بیان مشخصه‌های مقاله «حساب اهل تنجیم» از کتاب میزان الحساب، آن را با مطالب نسخه کتابخانه قاضی خسروبیگ مقایسه می‌کنیم.

۱. نام‌گذاری باب‌ها در میزان الحساب، به صورت زیر است:

باب اوّل ضرب شبکه

باب دوّم قسمت

باب سوّم جذر

باب چهارم معرفت جنس

باب پنجم میزان

باب ششم اعمال حسابیات که در او برج باشد

۲. استفاده کردن از کلماتی مانند «الف»، «غین» و «جیم» به ترتیب به جای «آ»، «غ» و «ج».

۳. استفاده کردن از کلمات فارسی به جای استفاده از اعداد در نجوم در بعضی از موارد. مثلاً به جای استفاده از نط در متن از کلمه پنجاه و نه استفاده شده است.

۴. وجود «ک» به جای «گ» در کلماتی که امروزه با «گ» بیان می‌شوند.

۵. نگارش کلماتی مانند «شصت»، «منقوص» و «محاذات» هم به صورت ذکر شده و هم به صورت «شست»، «منقوس» و «محازات».

در مقایسه این دو نسخه باید گفت همان طور که در انتهای نسخه کتابخانه قاضی خسرو بیگ آمده است، این نسخه خلاصه‌ای از نسخه اصلی است که توسط قوشچی نوشته شده است. از جمله برخی تفاوت‌هایی که میان نسخه موجود در مجلس شورای اسلامی با خلاصه‌ای که در کتابخانه قاضی خسرو بیگ وجود دارد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. در نسخه مجلس، تفاوت «ر» و «ز» در حساب نجوم عکس تعریف منقول در خلاصه آمده است. با توجه به نشانه‌های ابجد به کار رفته به نظر می‌رسد ضبط موجود در خلاصه صحیح باشد.

۲. در باب اوّل نسخه مجلس، هم ضرب عدد دل ما در عدد ن یا $\text{ن} \times \text{ما}$ و هم ضرب عدد ن یا $\text{ن} \times \text{ما}$ آمده است.

۳. مثال ارائه شده در باب دوّم نسخه مجلس، که در آن مراحل انجام تقسیم به تفصیل بیان شده است، با مثال ارائه شده در خلاصه، متفاوت است. در نسخه مجلس عدد ح یولا مد بر عدد کط یج لب تقسیم شده است، در حالی که در خلاصه تقسیم این عدد بر کط نج لب ارائه شده است. این تفاوت می‌تواند به سبب اختلاف کاتبان در خواندن متن اصلی باشد.

۴. در باب چهارم از نسخه مجلس، نویسنده به درجه، عدد صفر نسبت داده است. این نسبت در خلاصه نیامده است. به این ترتیب اگر به اجزاء اعداد

حساب نزد اهل نجوم.../۳۹

منفی صحیح و به مرفوعات اعداد مثبت صحیح را نسبت دهیم تعیین جنس حاصل ضرب، خارج قسمت و جذر می‌تواند ساده‌تر بیان شود.
۵. مراحل انجام مثال‌های ارائه شده در باب‌های سوّم و ششم در نسخه میزان الحساب، به تفصیل بیان شده است. به خصوص در باب پنجم با استفاده از بحث میزان، درستی مثال‌های ارائه شده در ضرب، تقسیم و جذر به تفصیل توضیح داده شده است.



تشکر

بدین وسیله از نظرات داور محترم که در جهت پربارتر شدن تحقیق حاضر بسیار مفید بوده است، تشکر و قدردانی می‌شود. براساس رهنمودهای داور بخش مقایسه نیز به این تحقیق اضافه گردید که امید است مورد توجه واقع شود.

منابع

- دولت‌آبادی، عزیز، «سخنوران خلخال»، فصل‌نامه دانشکده ادبیات و علوم انسانی، شماره ۸۰، تبریز، زمستان ۱۳۴۵ ش.
- قربانی، ابوالقاسم، زندگی‌نامه ریاضی‌دانان دوره اسلامی از سده سوم تا سده یازدهم هجری، چاپ دوم، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۵ ش.
- قوشچی، علی، میزان الحساب، نسخه شماره ۱/۶۳۵۴ کتابخانه مجلس شورای اسلامی. همان، چاپ سنگی، تهران، ۱۲۸۰ ق.
- Katalog, arapskih, turskih i perzijskih rukopisa*, Sarajevo, Gazi husrev-begova biblioteka u Sarajevo, 1963.