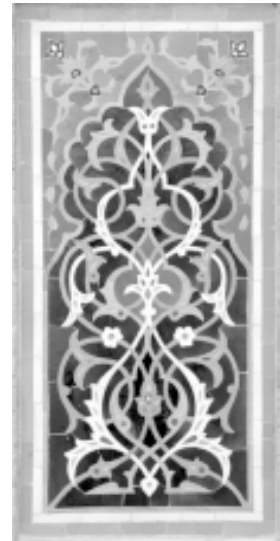


چکیده

در این پژوهش، دو طرح هندسی موجود در نسخه‌ای خطی با عنوان کاربرد هندسه در عمل^۱ تألیف ابوالوفا بوزجانی، دانشمند قرن چهارم هجری قمری، در اختیار فراگیرندگان که ۱۴ دانش آموز پایه‌ی سوم ریاضی دبیرستان خدیجه‌ی کبری شهرستان خورزوق استان اصفهان بودند، قرار داده شد. پس از آن، در طول یک کارگاه آموزشی، آن‌ها خلایقیت خود را آزمودند و الگوهای را با کنار هم نشان دادن این طرح‌ها و بازتاب‌های آن‌ها نسبت به محور قائم ساختند و رنگ آمیزی کردند. در مرحله‌ی بعد، در بازدید از مسجد جامع اصفهان، از آن‌ها خواسته شد که نمونه‌های الگوهای ساخته شده را در یکی از ایوان‌های مسجد بیابند. در پایان این کار پژوهشی، فراگیرندگان گزارش کاملی از بازدید تهیه کردند و یافته‌های خود را ارایه دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که همه‌ی فراگیرندگان توانستند یکی از الگوهای ارایه شده را در کاشی‌کاری‌های مسجد جامع (در صفه‌ی صاحب) بیابند. هم چنین توجه به این نوع آثار، در درک بهتر آن‌ها از مفاهیم هندسی چون دوران، تجانس، تبدیل، بازتاب و... تا حد زیادی مؤثر بود و در آن‌ها نوعی خودباوری و لذت معنوی ایجاد کرد.



هندسه در کاشی‌کاری‌های مسجد جامع اصفهان

نرگس عصارزادگان

دبیر ریاضی منطقه‌ی برخوار اصفهان
و کارشناس ارشد مدیریت آموزشی

مقدمه

ریاضیات و هنر، ظاهراً نقش‌های بسیار متفاوتی را در جامعه ایفا می‌کنند. با این وجود، آن‌ها بیش تر از آن‌چه به نظر می‌رسد، به هم پیوند خورده‌اند. این پژوهش، پیوندهای بین هنر کاشی‌کاری اسلامی و هندسه را تعیین می‌کند و نشان می‌دهد که چگونه بررسی ریشه‌های تاریخی هنرهای اسلامی هم چون کاشی‌کاری می‌تواند در فهم کاربرد هندسه در عمل برای فراگیرندگان نقش مؤثر داشته باشد. از دیدگاه دیگر، جست‌وجوی مبانی علمی از طریق نسخه‌های خطی و مشاهده‌ی کاربردهای آن‌ها در کاشی‌کاری‌های اسلامی، در ایجاد روحیه‌ی خودباوری و نوعی لذت معنوی از درک این حقیقت که گذشتگان ما چه مراتب علمی داشته‌اند، بسیار مؤثر است.

هنگام تدریس فصل تبدیل‌ها در درس هندسه (۲) پایه‌ی سوم ریاضی، که شامل تعریف و بیان ویژگی‌های مفاهیمی چون نگاشت، انتقال، تجانس، دوران و بازتاب می‌باشد، همواره به یاد کاشی‌کاری‌های سنتی اسلامی می‌افتادم و همیشه در اندیشه‌ی

ایجاد نوعی ارتباط بین این دو موضوع بودم. با پیشینه‌ای که از مطالعه‌ی تاریخ ریاضی‌دان‌های ایرانی داشتم و با الهام از طرح تحقیقی پروفیسور هوخندایک که در فروردین ۱۳۸۴ در کارگاه هنر و ریاضی توسط خانه‌ی ریاضیات در دانشکده‌ی پردیس اصفهان ارایه شد، بر آن شدم تا در اولین فرصت که درس هندسه ۲ را تدریس می‌کنم، پژوهشی در این خصوص انجام دهم و فراگیرندگان را با این موضوع آشنا سازم.

هدف کلی از انجام این پژوهش، یافتن الگوهای موجود در نسخه‌ی خطی با عنوان کاربرد هندسه در عمل در کاشی‌کاری‌های مسجد جامع اصفهان توسط فراگیرندگان بود. در این پژوهش، اهداف دیگری نیز دنبال می‌شد، از جمله ایجاد نوعی پیوند بین هنر و ریاضی، به ویژه هندسه، و چشاندن لذت معنوی درک زیبایی‌های هنری ریاضیات.

پیشینه‌ی پژوهش

فرهنگ‌های غربی، به جداسازی موضوعات اعتقادی از

موضوعات عقلی گرایش دارند. در مقام مقایسه، اسلام هر چیزی را در جهان قابل دانستن و حقیقی می‌پندارد و از مسلمانان می‌خواهد که گوشه و کنار جهان را به منظور درک خدا مطالعه کنند. در قرون وسطی، ریاضیات به عنوان اساسی برای رمزگشایی چنین دانشی به نظر می‌رسید. این استدلالی بر این نکته است که چرا جهان اسلام در ریاضیات و علم آن زمان ممتاز شد.

مذهب و ریاضیات، پیوسته روی هنر و طراحی اسلامی تأثیر داشتند. مسلمانان، با اعتقاد به این که هنرهای نمایی به ارایه ی نقش خدا به عنوان آفریننده گرایش دارد، به هندسه ی انتزاعی به عنوان منبع الگوها بازگشتند. آنجل رامیرز مارتینز^۲ (کالاتایود، اسپانیا) نشان داد چگونه هنرمندان مسلمانی که پیش از رانده شدن در اسپانیا تحت قانون مسیحیت زندگی می‌کردند، تقارن را در پیرایش های هندسی دست ساخته ی خودشان از آجر، چوب و گچ روی برج های روستاها و دیگر نماهای عمومی بیرونی به کار بردند.

نمونه ی بارز پیوند هنر و ریاضیات در مسجد جامع اصفهان به چشم می‌خورد. قدمت مسجد جامع اصفهان که در میدان قدیم اصفهان واقع شده است، به دوران سلجوقیان بازمی‌گردد. این مسجد، مجموعه‌ای از صنایع معماری و هنرهای زیبای اسلامی است و یادگارهای سلسله‌ها، پادشاهان و حکام ایرانی بعد از اسلام را در بر دارد. می‌توان تحولات معماری اسلامی را در ایران در چهارده قرن اخیر در آن مطالعه کرد. این مسجد در سال ۵۱۵ هجری قمری دچار آتش سوزی شد که بعداً بازسازی شد. این مسجد شامل قسمت‌های زیر است:

الف- صدف‌های کوچک: سمت راست، دالان ورودی است که با ستون‌های مدور و گچ‌بری‌های زیبا تزیین شده‌اند و مجموعه‌ای از آثار دوره‌ی دیلمیان در قرن چهارم هجری قمری است. بزرگ‌ترین صدف، صدفی حکیم نام دارد و مزین به مقرنس و کتیبه‌هایی می‌باشد.

ب- گنبد خواجه نظام الملک: این گنبد در سال ۴۶۵ تا ۴۸۵ هجری قمری در زمان وزیر مشهور ملک‌شاه سلجوقی (خواجه نظام الملک) ساخته شده است.

ج- چهلستون: در سمت چپ دالان ورودی واقع شده است که در دوره‌ی پادشاهان آل مظفر در قرن هشتم هجری قمری و به سبک ابنیه‌ی سلجوقی ساخته شده است.

د- ایوان جنوبی مسجد با عنوان صدف صاحب که اساس آن در قرن هشتم هجری قمری ساخته شده است. دو مناره‌ی این

ایوان در عهد حسن بیک ترکمان افزوده شده و هم چنین تغییرات دیگری صورت گرفته و کاشی‌کاری شده است.

ه- تزیینات کاشی‌کاری اطراف صحن: در قرن نهم هجری قمری و در زمان حسن بیک ترکمان ساخته شده است.

و- ایوان شرقی مسجد: معروف به ایوان شاگرد که در قرن ششم هجری قمری و در دوره‌ی سلجوقیان ساخته شده است. گچ‌بری‌های آن در قرن هشتم هجری قمری صورت گرفته و در زمان شاه سلیمان صفوی تعمیر شده است.

ز- صدف عمر: در شرق ایوان شرقی مسجد قرار گرفته است و در دوره‌ی قطب‌الدین محمود (از شاهان آل مظفر) ساخته شده است.

ح- ایوان غربی مسجد معروف به صدف استاد که در قرن ششم هجری قمری ساخته شده است.

ط- ایوان شمالی مسجد: معروف به صدف درویش است و در قرن ششم هجری قمری ساخته شده است.

ی- گنبد تاج الملک که به گنبد خاکی معروف است و توسط وزیر سلطان ملک‌شاه سلجوقی ساخته شده است.

ک- ساختمان حوض وسط مسجد که در زمان پدر شاه عباس اول صفوی ساخته شده است.

کاشی‌کاری‌های آثار تاریخی می‌توانند به دلایل زیر با هندسه و ریاضیات پیوند داشته باشند:

✓ کاشی‌کاری سنتی اسلامی می‌تواند مفاهیم کاملاً جدید ریاضی را شرح دهد.

✓ هنرمندان مدرن می‌توانند با الهام از سبک‌های هنرمندان اسلامی، طرح‌های جدیدی بیافرینند، هم‌چنان که ام. سی. اشرا^۳ (۱۸۹۵-۱۹۷۲) هنرمند هلندی، طرح‌های بی‌نظیری را با الهام از کاشی‌کاری‌های اسلامی که در اسپانیا دیده بود، خلق کرد.

✓ کاشی‌کاری‌های اسلامی می‌توانند روش‌های ریاضی به کاررفته توسط هنرمندان اسلامی (از قرن چهارم هجری / دهم میلادی به بعد) را شرح دهند.

این پژوهش بیش‌تر روی دلیل سوم تمرکز دارد. کاشی‌کاری‌های سنتی اسلامی به قدری پیچیده هستند که بی‌گمان طراحان آن‌ها از دانش ریاضی بالایی برخوردار بوده‌اند. علاوه بر این، از ذوق و اشتیاق هنری نیز بی‌بهره نبوده‌اند. می‌توان با استفاده از اسناد و نسخه‌های تاریخی باقی مانده، دانش طراحان این آثار را مورد کنکاش قرار داد. مهم‌ترین سندی که در این رابطه یافت شده، یک نسخه‌ی خطی فارسی است که در پاریس

نگهداری می شود و شامل بیش از ۴۰ صفحه نمودارهای هندسی است. تاریخ این نسخه به قرن ۱۱ هجری باز می گردد. ^۴ البته شاید اسناد دیگری هم در کتابخانه ها موجود باشند که از نظر پژوهشگران دور مانده اند.

از دیدگاه آموزش ریاضی، نگارنده به عنوان معلم ریاضی دبیرستانی معتقد است آمیختن برخی مباحث مجرد ریاضی با دنیای هنر می تواند در ایجاد علاقه و گرایش فراگیران به درس ریاضی مؤثر باشد. هم چنین ایجاد پلی بین گذشته و حال، می تواند در هویت بخشی ملی- مذهبی به فراگیران نقش داشته باشد.

از پژوهش هایی که در این رابطه انجام شده می توان به کار پروفیسور یان. پ. هوخندایک (۱۳۸۴) اشاره کرد، که با بررسی مبانی ریاضی و تاریخی نسخه ی مذکور در پاریس و مقایسه با تاریخ ساخت بنای مسجد جامع اصفهان، پیوندهایی ایجاد کرده است. وی معتقد است که احتمالاً رسم چنین الگوهایی که پشتوانه ی قوی ریاضی نیاز دارد، کار حکیم عمر خیام^۵ بوده است.

پس از مروری بر پیشینه ی موضوع، اینک به شرح پژوهشی که توسط اینجانب صورت گرفته، می پردازم.

و بازتاب آن، به یک نمونه کاشی کاری دست یابند، شاید این کاشی کاری جایی در ابنیه ی تاریخی وجود داشته باشد، شاید هم اصلاً وجود نداشته باشد!

فعالیت (۲) در این فعالیت، نمودار دیگری از همان نسخه ی خطی ارایه می شود^۶، که با کنار هم قرار دادن این طرح و بازتاب آن، شاید بتوان به یک نمونه ی واقعی دست پیدا کرد.

فعالیت (۳) با فراگیرندگان از مسجد جامع اصفهان بازدید به عمل می آید. فراگیرندگان باید به ایوان های جنوبی و شمالی، بیش تر دقت کنند تا بتوانند الگوهای طرح شده در فعالیت ۱ و ۲ را بیابند. اکنون درباره ی تبدیل هایی که یاد گرفته اند با هم به تبادل نظر می پردازند و به طور واقعی و ملموس از کاربرد تبدیل های هندسی در هنر اسلامی دیدن می کنند. این تبدیل ها شامل بازتاب، تجانس، دوران و انتقال می باشند.

فعالیت (۴) برای ارزیابی عملکرد، فراگیرندگان باید یک گزارش دقیق از این بازدید و مطالب تاریخی که درباره ی مسجد جامع اصفهان گردآوری کرده اند، به همراه عکس ها و فیلم هایی که تهیه کرده اند، به صورت گرافیکی و رایانه ای ارایه دهند (با استفاده از نرم افزار powerpoint).

نتایج

نتایج این پژوهش نشان می دهد که یکی از الگوهای موجود در نسخه خطی با عنوان کاربرد هندسه در عمل در کاشی کاری های مسجد جامع اصفهان در ایوان جنوبی، صفه ی صاحب، یافت می شود.

با کشف این موضوع فراگیرندگان می توانند نوعی پیوند بین هنر و هندسه ایجاد کنند. از سوی دیگر می توانند مباحث درسی فصل تبدیل ها را در کاشی کاری های مذکور تشخیص دهند و مورد بحث قرار دهند. هم چنین در جریان انجام تمامی مراحل این پژوهش، فراگیرندگان با درک زیبایی های هنری ریاضیات و هندسه و مشاهده ی کاربرد هندسه در عمل، بینش روشن تر و شفاف تری نسبت به موضوع هندسه پیدا می کنند.

بحث و تفسیر

با توجه به این که دانش آموزان و معلمان همیشه به دنبال درک ملموس کاربرد ریاضی در زندگی هستند، شاید بتوان با بهره گیری از علم هندسه، بهتر به این نیاز پاسخ داد. هنر معماری و هندسه دو جزء جدایی ناپذیر هستند، از این رو می توانیم در بناهای

روش پژوهش

شرکت کنندگان: این پژوهش با تعداد ۱۴ آزمودنی، که در پایه ی سوم دبیرستان رشته ی ریاضی تحصیل می کردند و درس هندسه ۲ را می گذرانند، انجام گرفت.

ابزار و وسایل مورد نیاز: فراگیران باید دست کم ۸ نسخه از دو نمونه طرح به همراه مقوا، خط کش، پرگار، نقاله، قیچی، آب رنگ و چسب در اختیار داشته باشند.

شیوه ی اجرا: ابتدا دانش آموزان اطلاعاتی را که درباره ی مسجد جامع، از منابع مختلف گردآوری کرده اند ارایه می دهند و معلم شرکت کننده در این طرح نیز نکات اساسی مربوط به پژوهش را به صورت شفاف بازگو می کند. در واقع نتایج این فعالیت ما را به معماری دوران سلطان ملک شاه سلجوقی یا شاید قبل از آن هدایت می کند. با ایجاد این پیش زمینه، فراگیرندگان در طی چهار فعالیت کارگاهی زیر به جریان پژوهش وارد می شوند.

فعالیت (۱) در این فعالیت، یک نمودار از نسخه ی خطی مذکور ارایه می شود^۶، رسم این نمودار به عمر خیام منسوب است. فراگیرندگان باید سعی کنند با کنار هم قرار دادن این طرح

تاریخی که از معماری اندیشمندان ای برخوردار هستند، در جست و جوی ریاضیات و هندسه باشیم. به ویژه کاشی کاری و معرق، یکی از شاخه های تبلور هندسه می باشند.

از طرفی، ریشه یابی و تحقیق و کنکاش در نسخه های خطی و تاریخ می تواند حس پژوهش، اعتماد به نفس، خودارزشمندی و درک روشن حقیقت را در آینده سازان این مرز و بوم تقویت کند. پیشنهاد می شود که در پژوهش های آتی، به تجزیه و تحلیل طرح های دیگری از نسخه های خطی و اسناد قدیمی پرداخته شود تا هم دانش ریاضی و تاریخ ریاضی مورد کنکاش موشکافانه قرار گیرند و هم با درک روح ریاضی در هنر، بتوان پل ارتباطی بین هنر و ریاضی به وجود آورد.

بدیهی است این ها تنها نمونه هایی برای بررسی چنین پیوندی هستند و برای ارایه ی نتایج دیگر، باید بررسی های وسیع تری انجام شود. به هر حال، موارد مطرح شده بیش تر مفاهیم و ایده های مورد بحث را مورد کنکاش قرار می دهند و به طور ویژه می توانند تأثیری اولیه در باره ی موضوع ایجاد کنند.

بدیهی است که هر قدر پیوندهایی بین هنر و ریاضیات ایجاد شوند، به هر حال این دو موضوع هنوز آرایش گوناگونی دارند، به گونه ای که نباید سعی در اشاعه ی یکی به دیگری داشته باشیم. تلاش برای توضیح همه ی صورت های هنری با معنای ریاضی کار درستی نیست، هم چنان که مطالعه ی ریاضیات از نقطه نظر هنری جالب توجه نیست. به هر حال، اگر بتوان از این پیوندها در آموزش ریاضی بهره جست، می توان ریاضیات را از مباحث کاملاً جدی رها کرد.

مهم است به افراد نشان دهیم ریاضیات، به این شیوه، بیش تر یک هنر است تا یک علم. شاید این ادراک عمومی را در گونگون کند و افراد اساسی بودن و جامعیت آن را بهتر درک کنند. این کار، به طور قطع به زمان زیادی نیاز دارد.

زیر نویس ها

۱. این نسخه با عنوان هندسه ی ایرانی، کاربرد هندسه در عمل تألیف ابوالوفا محمدابن محمد البوزجانی توسط سید علی رضا جذبی، در سال ۱۳۶۹، به فارسی جدید برگردانده شد که انتشارات سروش آن را چاپ کرده است.

2. Angel Ramirez Martinez

3. M. C. Escher

۴. احتمالاً این نسخه، ترجمه ی فارسی نسخه ی عربی کاربرد هندسه در عمل می باشد، که شامل همان طرح های کتاب عربی تألیف ابوالوفا بوزجانی می باشد. (به صفحات ۷۵ تا ۸۸ هندسه ایرانی مراجعه شود).

۵. رسم این طرح ها با حل معادله ی درجه ۳ توسط عمر خیام ارتباط دارد، برای اطلاعات دقیق تر به پیوست ۱ مراجعه شود.

۶. به پیوست ۲ مراجعه شود.

۷. به پیوست ۳ مراجعه شود.

منابع

- سیف، علی اکبر. (۱۳۷۸). روش تهیه ی پژوهش نامه. تهران: دوران.
- جذبی، سید علی رضا. (۱۳۶۹). هندسه ی ایرانی، کاربرد هندسه در عمل. تهران: سروش. (تاریخ نسخه ی اصلی قرن چهارم هجری قمری).
- خانه ریاضیات اصفهان، (فروردین ۱۳۸۴). کارگاه ریاضیات و هنر. اصفهان.
- گالدیری، اوژن. (۱۳۵۶). مسجد جامع اصفهان در دوره ی آل بویه. (ترجمه ی حسین علی سلطان زاده). تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی.
- شهرداری اصفهان، (۱۳۸۲). اصفهان. لوح فشرده.

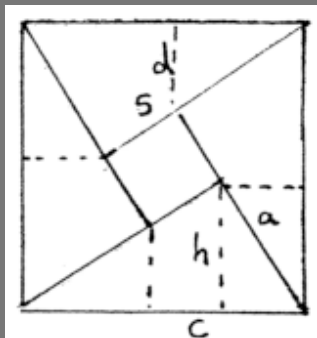
6. Randy K. Schwartz, Dept. Mathematics, Schoolcraft College, Livonia, Michigan, U. S.

<http://www.mathedu-jp.org/hpm/index.htm>

7. Beer, Michal, 1998, **How Do Mathematics and Music Relate to Each Other?**, East College of English, Brisbane Switzerland. Unpublished essay.

پیوست ۱

در معماری های سازه های اسلامی (حدود قرن چهارم هجری، ۱۱۰۰ - ۱۵۰۰ میلادی) می توان مربعی را پیدا کرد که به چهار مثلث قائم الزاویه ی هم نهشت، و یک مربع کوچک در وسط تقسیم شده است (شکل ۱).



می توان اندازه ی مربع کوچک را به گونه ای انتخاب کرد که $s=d$. به این ترتیب الگوی جالبی پدید می آید که در بسیاری از صفحات نسخه ی خطی مذکور روی آن بحث شده است. برای دیدن روش کار خیام می توانید به کتاب حکیم عمر خیام به عنوان عالم جبر، نوشته ی استاد غلام حسین مصاحب، تهران، ۱۳۳۹، انتشارات انجمن آثار ملی مراجعه کنید.

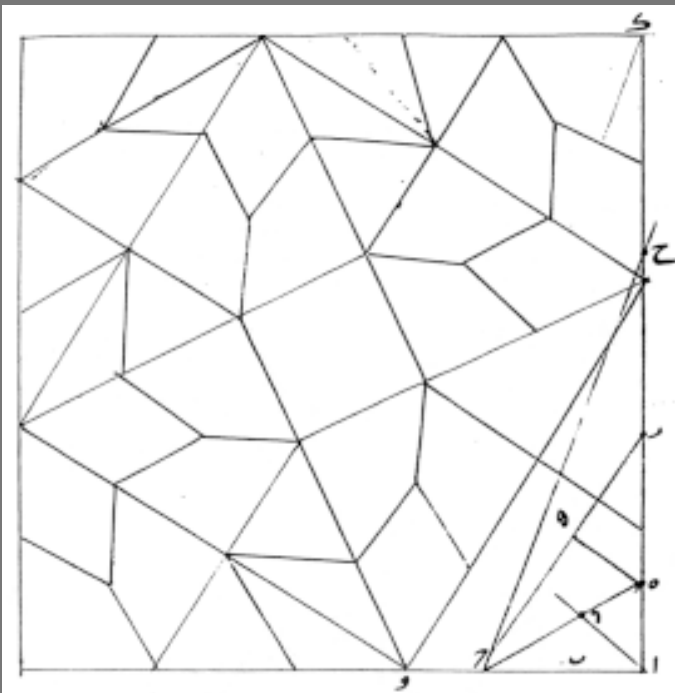
اگر $s=d$ پس $h+a=c$.

تمرین: در شکل ۱ این موضوع را تحقیق کنید. با خط کش اندازه گیری کنید.

پیوست ۲

طرح شماره ۱: کتاب هندسه‌ی ایرانی،
مسأله‌ی ۳۵.

خط آد منطبق بر قطر مربع و مقدار آب مساوی
بج مساوی آد است. نقطه ه محل تلاقی خط ج
د با آک و مقدار هر مساوی رح، مساوی آج
است. خط خ ج را می کشیم و از نقطه ک خطی به
موازیات آن رسم می کنیم تا نقطه ل به دست آید.
این نقطه رأس مربع داخل است و مقصود حاصل
می شود. بدین صورت که کشیده شد. والله
اعلم.



پیوست ۳

طرح شماره ۲: کتاب هندسه‌ی ایرانی، مسأله‌ی ۴۱.

در روش ترسیم نسبت این گره: زاویه‌ی باج سه قسمت از هفت قسمت زاویه‌ی قائمه است
و خط اج را در نقطه د نصف می نماییم و مقدار به را مساوی اد جدا می کنیم و خط هر را موازی اج
می کشیم و از نقطه ط وسط آن خط طی را موازی بج رسم می نماییم و خط طه را در نقطه ح
نصف و طی را مساوی طح جدا

می کنیم و خط هی را می کشیم و
امتداد می دهیم تا اب را در نقطه
ک قطع کند بعد خط کل را
موازی به می کشیم و به مرکز
نقطه ر و شعاع رک قوس کم ق
را رسم می کنیم به نحوی که کم
مساوی مق باشد. حال خط ل ق
را می کشیم و امتداد می دهیم تا
خط اف را در نقطه س قطع نماید
این نقطه مرکز هفت ضلعی منتظم
است و بقیه‌ی رسم آسان
می شود. ان شاء الله تعالی.

