**کارگاه**

**مطالعۀ تعدادی از گره‌های هندسیِ رسالۀ *فی تداخل الاشکال المتشابهه و المتوافقه* قرن ششم یا هفتم هجری قمری**

**نرگس عصارزادگان**

**چکیده**

*نسخۀ فی تداخل الاشکال المتشابهه و المتوافقه تنها نسخه دربارۀ ساختار گره‌ها است که سال‌ها قبل به رشتۀ تحریر در آمده است. برخی معتقدند این نسخه در سال‌های بین قرون ششم و هفتم هجری قمری توسط ریاضی‌دان هنرمند ناشناخته‌ای نوشته شده است. برخی دانشمند قرن نهم ابو اسحاق ابن عبدالله کوبنانی را مؤلف این رساله می‌دانند. این تنها نسخۀ برجای مانده از آن دوران است که شرح می‌دهد چگونه گره‌ها با استفاده از خط‌کش و پرگار رسم می‌شوند. هم‌چنین نسخه شامل تعدادی معما برای تبدیل بعضی چندضلعی ها به یکدیگر است.*

**هدف کارگاه:**

 هدف از این کارگاه مطالعه و تجزیه و تحلیل تعدادی از گره‌ها و معماهایی است که *در رسالۀ فی‌تداخل الاشکال المتشابهه و المتوافقه* ثبت شده‌اند. چند گره‌ و معمای جالب که بدنۀ اصلی رساله را تشکیل می‌دهند انتخاب شده‌اند. به این ترتیب شرکت کنندگان با راهبردهای جدیدی آشنا می‌شوند که به آن‌ها در موارد زیر کمک می کند:

* آشنایی با تاریخ ریاضیات
* ایجاد ارتباط عرضی بین رشته ای بین هنر و ریاضیات
* توسعۀ آگاهی‌های فردی از فضای دو بعدی
* گسترش دید خلاقانه و توسعۀ مهارت های عملی
* افزایش انگیزه و لذت بردن از ریاضیات

**ابزار مورد نیاز برای اجرای کارگاه:**

1. خط کش، پرگار، پاک‌کن، مداد مشکی، مداد رنگی، کاغذ A4، مقوای A4، چسب، قیچی؛
2. لپ تاپ، دستگاه Data show؛
3. کار برگ‌های پیوست؛

**زمان مورد نیاز برای اجرای کارگاه:** 120 دقیقه

**برنامۀ کارگاه:**

1. بررسی تعدادی از پازل های نسخۀ مذکور با برش و چسباندن آن ها ( 4 مورد کاربرگ1)
2. نمایش فیلم جادوی مقرنس
3. رسم یک گره هندسی (گرۀ ده پر، کاربرگ2)

**فعالیت1: (کاربرگ1)**

1. با بریدن ده ضلعی شکل1 و کنار هم قرار دادن اجزای آن، دو ده ضلعی کوچک‌تر و یک ستارۀ کوکبی بسازید.
2. اجزای ستارۀ هشت پَر شکل 2 را طوری ببرید و در کنار هم قرار دهید که یک مربع حاصل شود.
3. اجزای مربع شکل 3 را از روی خطوط مشخص شده جدا کنید و سپس به ترتیبی که یک ستارۀ شش پَر حاصل شود کنار هم قرار دهید.
4. اجزای شش ضلعی شکل4 را از روی خطوط مشخص شده ببرید و به صورت یک مثلث متساوی‌الاضلاع کنار هم قرار دهید.

**فعالیت2: (کاربرگ2)**

**رسم گرۀ ده پر به روش شبکۀ شعاعیِ استاد ماهرالنقش:**

با دنبال کردن تصاویر کاربرگ 3 از سمت چپ بالا به سمت راست پایین:

1. زاویۀ قائمۀ A را با رسم چهار نیم‌خط که از A می گذرند به پنج زاویۀ مساوی تقسیم کنید. (شکل5)
2. نقطۀ دلخواه P را روی سومین نیم‌خط در نظر بگیرید (پاد- ساعتگرد) و از P عمودی به ضلع‌های زاویۀ A رسم کنید. به این ترتیب مستطیل ABPC ایجاد می شود. چهار پاره خط درون مستطیل قرار دارد به طوری که یک سر همۀ پاره خط ها نقطۀ A است و سر دیگر آن روی دو ضلع PB و PC از مستطیل ABPC قرار دارد (اولین تصویر سمت چپ بالا). (رسمِ خود را روی شکل 7 پیاده کنید)
3. نقطۀ O، وسط سومین پاره خط رسم شده را در نظر بگیرید. هم‌چنین، نقطۀ M، وسط پاره خط دوم را بیابید. دو قوس به مرکز A و شعاع AO و AM رسم کنید.
4. نقطۀ N محل برخورد چهارمین پاره‌خط و قوس کوچک‌تر است. از N عمودی به AB رسم کنید تا دومین و سومین پاره خط را قطع کند و دو نقطۀ تقاطع آن‌ها را پر رنگ کنید.
5. از M خطی موازی با اولین پاره‌خط و هم‌چنین از M و N خطوطی موازی با سومین پاره‌خط رسم کنید و نقاط تقاطع آن ها را همان‌طور که در دومین و سومین تصویر مشاهده می‌کنید پر رنگ کنید.
6. با استفاده از نقاط پر رنگ شده و ویژگی‌های تقارن‌های بازتابی و دورانی، می‌توان مجموعه‌ای از نقاط جدید ساخت که گلبرگ‌های گل رز را تشکیل می‌دهند، هم‌چنانکه در تصویرهای سوم و چهارم شرح داده شده است. همان‌طور که در تصویر چهارم نشان داده شده است محل برخورد اولین پاره خط و قوس بزرگتر را بیابید و یک خط جدید به AB عمود کنید. پاره خط‌هایی که گلبرگ‌ها را تشکیل می‌دهند پیدا کنید و محل تقاطع آن‌ها را با پاره‌خطهایی که با قوس بزرگ و نیم‌خط تشکیل می شوند بیابید (تصویر پنجم).
7. ششمین تصویر پاره‌خط‌های پایانی را برای ساخت رز 10-پر حول رأس A نشان می‌دهد.
8. کل قسمت‌های رسم شده را حول نقطۀ O، 180 درجه دوران دهید (در بیشتر گره‌ها این یک اقدام معمولی برای تکمیل طرح است). (تصویر هفتم)
9. آخرین تصویر (تصویر هشتم) گرۀ کامل رز 10-پر است.

**فعالیت3 (کاربرگ3):**

برای ساخت این گره با استفاده از روش شبکۀ شعاعی استاد ماهرالنقش، زاویۀ قائمه باید به شش زاویۀ مساوی تقسیم شود. برای ساخت یک رز 12-پر (نیمساز یکی از زاویه های یک مثلث متساوی الاضلاع دو زاویه 30 درجه می سازد و با تکرار فرایند برای یکی از آن‌ها دو زاویۀ 15 درجه ایجاد می شود). به طور کلی، رسم باید با انتخاب یک نقطۀ دلخواه P روی چهارمین نیم‌خط (پاد- ساعتگرد) آغاز شود. اما چون دو گره تولید شده در فعالیت 2 و 3 باید ترکیب شوند دو مثلث مستطیل کاربرگ 2 و 3 باید اندازۀ پهنای یکسانی داشته باشند. پس پاره خط AB در این فعالیت دقیقاً به اندازۀ پاره خط AB در فعالیت2 رسم می‌شود و سپس با رسم عمودی از B به AB، نقطۀ P محل برخورد با نیم‌خط چهارم معلوم می‌شود. رسم بقیۀ قسمت‌های گره می‌تواند قدم به قدم از طریق تصویرهای کاربرگ3 انجام شود.

**کاربرگ1:**



**شکل 1:** تبدیل یک ده ضلعی به دو ده ضلعی و یک ستارۀ کوکبی و بالعکس



**شکل2:** تبدیل ستارۀ هشت پر به مربع و بالعکس



**شکل3:** تبدیل مربع به یک ستارۀ شش پَر و بالعکس



**شکل4:** تبدیل شش ضلعی به مثلث متساوی‌الاضلاع و بالعکس

**کاربرگ2: (فعالیت2)**

****

**شکل5:** روش تقسیم یک زاویۀ قائمه به پنج قسمت مساوی با استفاده از خط کش و پرگار



**شکل6:** روش رسم گرۀ 10-پر به روش شبکۀ شعاعی استاد ماهرالنقش

****

**شکل7:** تقسیم زاویه قائمه به پنج قسمت مساوی برای رسم گرۀ 10-پر

**کاربرگ3: فعالیت 3**



 **شکل8:** روش تقسیم زاویۀ قائمه به شش قسمت مساوی با استفاده از خط کش و پرگار برای رسم گرۀ 12-پر



**شکل9:** روش رسم گره 12- پر (شبکه شعاعی استاد ماهرالنقش)

****

**شکل10:** زاویه قائمه که به شش قسمت مساوی تقسیم شده است (برای رسم گرۀ 12-پر)





**شکل11:** کاشی‌کاری با ترکیب گره‌های 10 و 12- پر