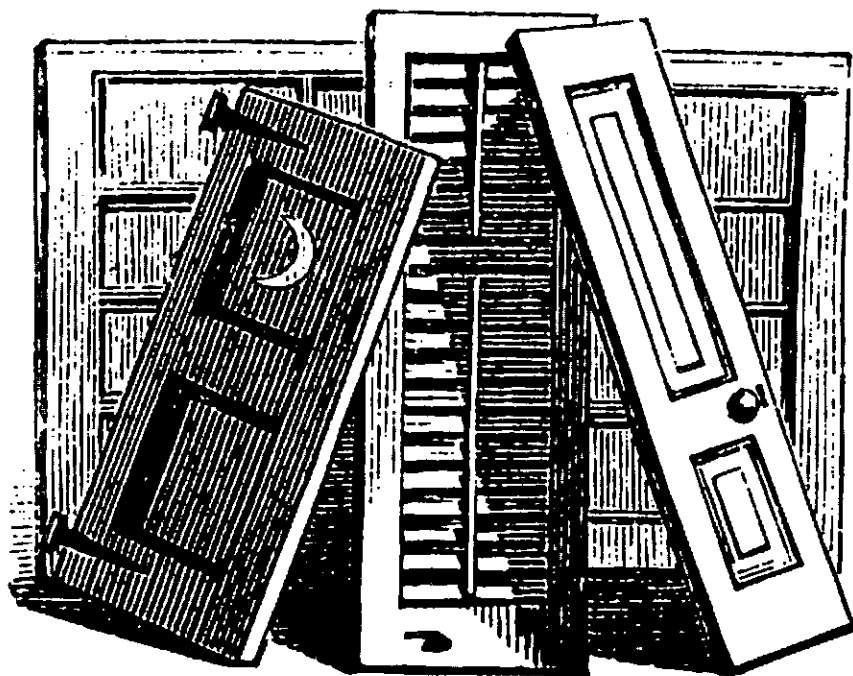


در کشویی

● دکتر احمد شرف الدین



یک مسأله زیبای هندسه

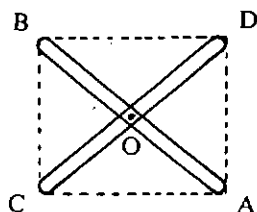
شکل زیر طرح کلی یک لنگه در کشویی (آکوردثونی) را نشان می‌دهد. در کشویی فلزی علاوه بر محکم بودن چون به آسانی جمع می‌شود و پس از جمع شدن در کنار جرز مغازه

جای کمی اشغال می‌کند مورد توجه است. از خارج مغازه‌ای که در کشویی دارد، می‌توان داخل آن را مشاهده کرد، از تنوع کالاهای آن مطلع شد و این از محاسن در کشویی است.

برای تحلیل اساس هندسی در کشویی، ابتدا ترکیب لوزیها را در نظر گرفته و پس از آن که استدلال را به پایان رساندم و درباره مطلب بیشتر فکر کردم، دریافتم که بهتر است تحلیل اساس هندسی در کشویی بر مبنای خاصیت مستطیل باشد.

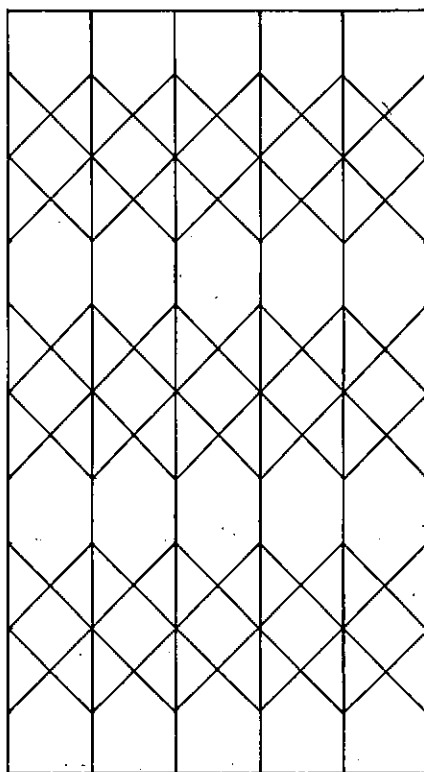
خاصیت مستطیل: دو قطر یک مستطیل مساوی‌اند و یکدیگر را نصف می‌کنند و برعکس اگر در یک چهار ضلعی دو قطر مساوی باشند و یکدیگر را نصف کنند آن چهارضلعی مستطیل است.

به کارگیری خاصیت مستطیل در صنعت: وسطهای دو نیمه AB و CD را که دارای طولهای مساوی‌اند سوراخ می‌کنیم و از سوراخ آنها لولا عبور می‌دهیم. هنگامی که دو



دستگاه لولایی R

شکل ۲

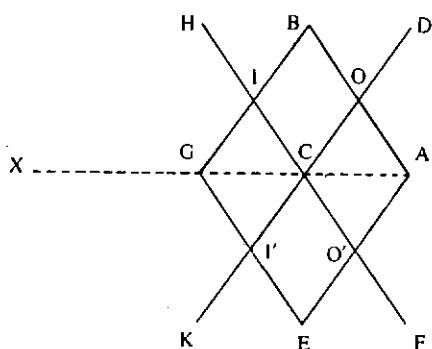


شکل ۱

هم طول AE و CF که در وسطشان به یکدیگر لولا شده‌اند تشکیل شده است. دو دستگاه مذکور در دو نقطه A و C به هم لولا شده‌اند. دستگاه حاصل از دو دستگاه مذکور را دستگاه R_1 می‌نامیم.

اگر نقطه A را ثابت نگاه داریم و نقطه C را روی نیم خطی چون AX به سوی نقطه A حرکت دهیم، دو نقطه D و F روی خط راست L که از نقطه A بر خط AX عمود شده باشد حرکت می‌کند. حرکت نقطه C موجب حرکت دو نقطه B و E می‌شود، اما سه نقطه B، C و E همواره بر یک خط راست قرار دارند. چهارضلعی AOCO' یک لوزی است، زیرا طولهای چهارضلع آن مساوی‌اند. وقتی نقطه C را به طرف نقطه A می‌بریم، شکل لوزی تغییر می‌کند و دو رأس O و O' آن از خط AX دور می‌شوند. وقتی نقطه C را از نقطه A دور می‌کنیم دو نقطه O و O' به خط AX نزدیک می‌شوند. خط متحرک OO' همواره موازی خط L است.

اکنون دو دستگاه لولایی به شکل R_1 می‌سازیم و آنها را مانند شکل (۵) به هم لولا می‌کنیم. دستگاه حاصل را R_2 می‌نامیم.



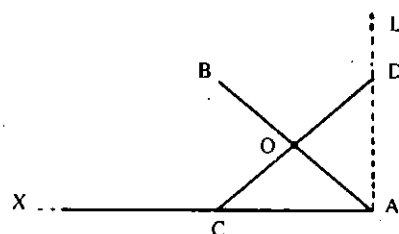
شکل ۵

در دستگاه R_2 دو تسمه AB و GB در نقطه B و دو تسمه AE و GE در نقطه E لولا شده‌اند. چهار تسمه CH، CD، CK و CF در نقطه C لولا شده‌اند.

در دستگاه لولایی R_2 نقطه A را ثابت نگاه می‌داریم و نقطه G را روی نیم خطی چون AX به طرف نقطه A حرکت می‌دهیم. با حرکت نقطه G به طرف نقطه A، شکل دستگاه لولایی تغییر

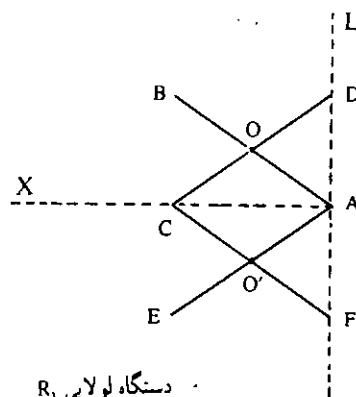
تسمه لولا شده را دور لولای O می‌چرخانیم، شکل چهارضلعی ACBD تغییر می‌کند، ولی این چهارضلعی همواره مستطیل است، زیرا دو قطر آن مساوی‌اند و یکدیگر را نصف می‌کنند. برای آسانی کار، دستگاه لولایی حاصل از دو تسمه لولا شده مذکور در بالا را R می‌نامیم.

ترکیب دستگاه‌های R: در لولایی از چند دستگاه R و چند تیغه عمودی (عمود بر سطح زمین) که به طرز مناسب به هم لولا شده‌اند تشکیل شده است. اگر رأس A از یک دستگاه لولایی R را ثابت نگاه داریم و رأس C را روی نیم خطی چون AX به طرف نقطه A حرکت دهیم، نقطه D روی نیم خط AL که از نقطه A بر نیم خط AX عمود است حرکت می‌کند. شکل (۳)



شکل ۳

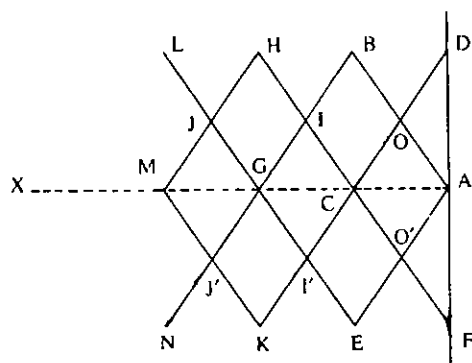
اکنون دو دستگاه لولایی از نوع R می‌سازیم و سپس آن دو را مانند شکل (۴) به هم لولا می‌کنیم. یکی از این دو دستگاه تشکیل شده است از دو تسمه هم طول AB و CD که در وسطشان نقطه O به هم لولا شده‌اند. دستگاه دیگر از دو تسمه



شکل ۴

به آسانی می توان ثابت کرد که دو خط GB و GN همواره در یک امتداداند پس بجای دو تسمه GB و GN فقط یک تسمه BN به کار می بریم. همچنین بجای دو تسمه GE و GL یک تسمه EL به کار می بریم.

ساختمان در کشویی: دو تیغه فلزی هم طول M_1M_2 و $M_1'M_2'$ اختیار می کنیم و آنها را به جرز مغازه در امتداد عمود بر زمین و نزدیک به هم استوار می کنیم، سپس دستگاه لولایی R_3 را که در شکل (۶) نموده شده است طوری قرار می دهیم که سه نقطه A, D, F بین دو تیغه مذکور قرار گیرد. این دستگاه لولایی را در یک یا دو نقطه به دو میله M_1M_2 و $M_1'M_2'$ لوله می کنیم. شکل (۷)



شکل ۷

اگر دستگاه R_3 فقط در یک نقطه مثلاً در نقطه A به دو تیغه لولا شود، آنگاه این دستگاه دور لولا به طرف پایین می چرخد.

اگر دستگاه لولایی R_3 در دو نقطه یا سه نقطه به دو تیغه مذکور لولا شود، آنگاه شبکه R_3 باز و بسته نمی شود (منظور آن است که با وارد کردن نیرو به تسمه های شبکه R_3 هیچ یک از تسمه ها حرکت نمی کنند). برای اثبات حکم اخیر الذکر فرض می کنیم دستگاه لولایی مذکور در دو نقطه D و F به دو تیغه M_1M_2 و $M_1'M_2'$ لولا شده باشد.

در مثلث DCF طولهای سه ضلع معین اند (ثابت اند)، زیرا دو پاره خط CD و CF نمایشگر دو تسمه CD و CF اند که طولشان

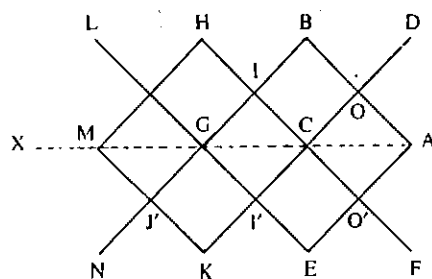
می کند اما نقطه C همواره بر وسط پاره خط متغیر GA قرار دارد. برای اثبات این مطلب می گوئیم در چهارضلعی BICO طولهای هر چهارضلعی برابراند پس $OC \parallel BG$ و $OC \parallel BA$. خط OC که از نقطه O وسط ضلع AB از مثلث ABC موازی ضلع BG رسم شده از وسط ضلع AG می گذرد. به همین دلیل خط IC از وسط ضلع AG می گذرد پس نقطه C وسط ضلع GA است.

وقتی نقطه G را به طرف نقطه A ببریم، دستگاه لولایی R_2 تغییر شکل می دهد اما در تمام لحظات، دستگاه لولایی R_1 که در سمت راست خط BCE واقع است با دستگاه لولایی R_1 که در سمت چپ BCE قرار دارد با هم مساوی اند.

چون دو چهارضلعی BICO و IGI'C لوزی اند پس $CI' \parallel IG$ و $CO \parallel BI$ پس CK و CD در یک امتداداند. از این جهت به جای دو تسمه CD و CK فقط یک تسمه DK به کار می بریم. با همین شیوه استدلال نتیجه می گیریم که به جای دو تسمه CH و CF می توان یک تسمه HF به کار برد.

اکنون یک دستگاه لولایی R_1 در سمت چپ دستگاه لولایی R_2 قرار می دهیم و آنها را مانند شکل (۶) به یکدیگر لولا می کنیم و دستگاه حاصل را R_3 می نامیم. دو دستگاه لولایی R_1 و R_2 در نقاط H, G و K به هم لولا شده اند.

اگر نقطه M را روی نیم خطی چون AX به طرف A حرکت دهیم، آنگاه دو نقطه G و C به طرف نقطه A حرکت می کنند و

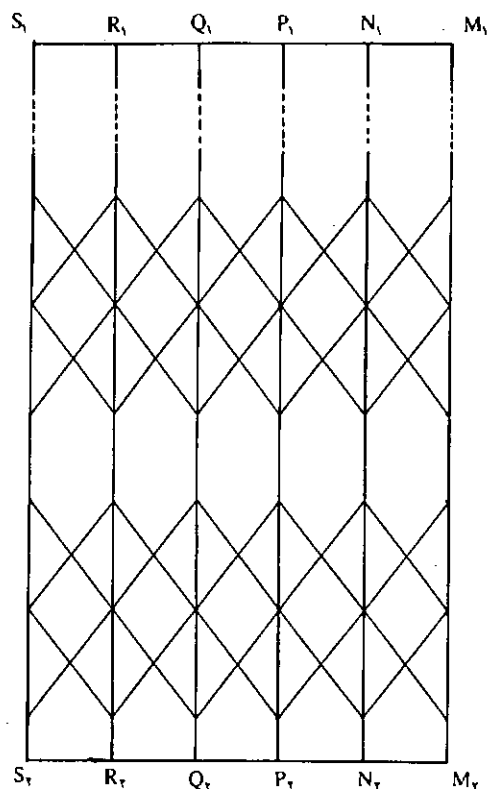


دستگاه لولایی R_3

شکل ۶

همواره چنین داریم:

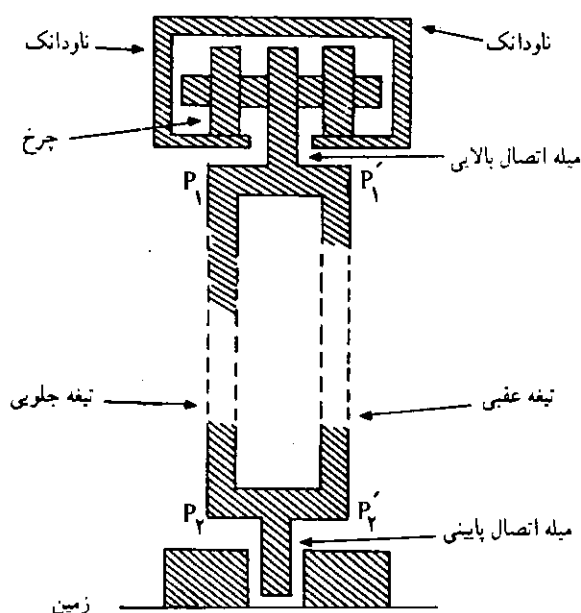
$$\overline{MG} = \overline{GC} = \overline{GA}$$



شکل ۸

می شود از:

- ۱ - چهار جفت تیغه فلزی که در دو طرف مغازه به جرز محکم شده اند (دو جفت در سمت راست و دو جفت در سمت چپ).



شکل ۹

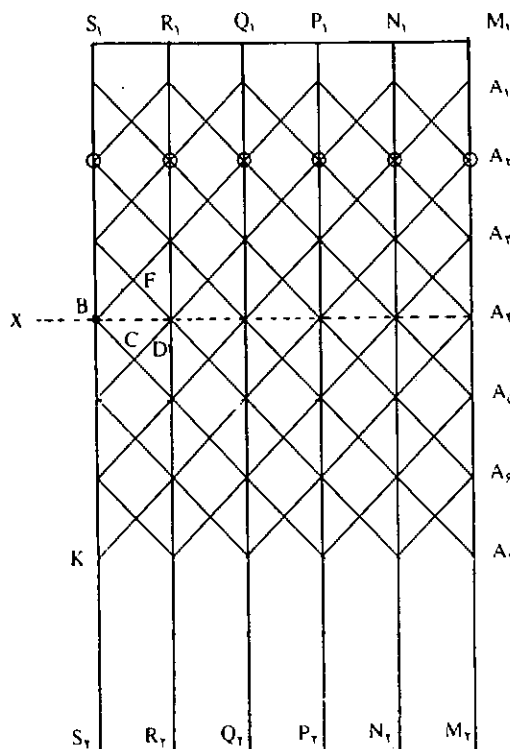
ثابت است و دو نقطه D و F نمایش جای دو لولای ثابت می باشند، پس طول FD ثابت است. پس دو تسمه CD و CF دارای وضعیت ثابت اند، یعنی با وارد کردن نیرو به دستگاه لولایی R_3 دو تسمه مذکور حرکت نمی کنند.

چون CD جزئی از تسمه DK و همچنین CF جزئی از تسمه FH است پس با وارد شدن نیرو به شبکه لولایی R_3 ، دو تسمه DK و FH حرکت نمی کنند، بنابراین تمام نقاط دو تسمه مذکور وضع ثابت دارند. پس نقطه O وضع ثابت دارد. حال می گوئیم دو نقطه A و O از تسمه AB دارای وضع ثابت اند، پس تسمه AB وضع ثابت دارد و لذا نقطه B وضع ثابت دارد (منظور آن است که اگر نیرویی به شبکه R_3 وارد شود لولای B حرکت نمی کند). اکنون می گوئیم چون تسمه FH وضعیت ثابتی دارد پس نقطه I وضع ثابتی دارد. اکنون توجه کنیم که دو نقطه I و B از تسمه BN وضع ثابت دارند، پس این تسمه وضع ثابت دارد. این شیوه استدلال را ادامه می دهیم و گام به گام به پیش می رویم تا نتیجه بگیریم که تمام تسمه های شبکه R_3 که در دو نقطه D و F به دو تیغه M_1M_2 و $M_1'M_2'$ لولا شده اند، حرکت نمی کنند.

تیغه های عمودی در کشویی: در شکل (۸) یک لنگه در کشویی نمایش شده است. در این شکل خطهای M_1M_2 ، N_1N_2 ، P_1P_2 ، ... نمایش تیغه های فلزی عمود به سطح زمین اند که در جلوی در کشویی قرار دارند. در پشت در کشویی تیغه های فلزی $M_1'M_2'$ ، $N_1'N_2'$ ، $P_1'P_2'$ ، ... قرار دارند که به ترتیب در پشت تیغه های M_1M_2 ، N_1N_2 ، P_1P_2 ، ... می باشند (منظور از جلو در کشویی سمتی است که به طرف خارج مغازه است).

هر جفت تیغه عمودی رو به روی هم $(N_1N_2, N_1'N_2')$ ، $(P_1P_2, P_1'P_2')$ ، ... در بالا و پایین به هم متصل شده اند (شکل ۹). میله اتصال بالایی می تواند در داخل شیار یک ناودانک افقی حرکت کند. این ناودانک فلزی قسمت بالای چهارچوب در را تشکیل می دهد. میله اتصال پایینی می تواند در شیار بین دو تیغه فلزی که روی زمین محکم شده اند حرکت کند.

چهارچوب در کشویی: چهارچوب در کشویی تشکیل



شکل ۱۰

می‌رود و در نتیجه انتهای بالایی شبکه به زیر ناودانک گیر می‌کند و نمی‌تواند بیشتر به طرف تیغه M_1M_2 برود.

بیشتر توضیح می‌دهیم: لوزی BCDE را در شبکه شکل ۱۰ در نظر می‌گیریم. تیغه فلزی S_1S_7 را به اندازه a به طرف تیغه جرز یعنی M_1M_2 می‌بریم و فرض می‌کنیم رأس C لوزی از خط A_4X به اندازه L پایین برود و رأس E از همان خط به اندازه L بالا برود، در این صورت نقاطی چون A_7 که پایینترین نقاط شبکه فلزی لولایی اند به اندازه $(6L)$ پایین می‌روند و نقاطی چون A_1 که بالاترین نقاط شبکه فلزی اند به اندازه $(6L)$ بالا می‌روند. در صورتی که در شبکه لولایی شکل (۱) مقدار بالا و پایین رفتن انتهای بالایی و انتهای پایینی هر شبکه جزیی برابر است. (۲L)

خلاصه آن که شبکه لولایی در کشویی اگر به صورت یک پارچه ساخته شود، نمی‌تواند به طور کامل باز و بسته شود، مگر آن که انتهای شبکه لولایی در قسمت پایین با آستانه در خیلی فاصله داشته باشد و همچنین فاصله انتهای شبکه لولایی در قسمت بالا با ناودانک خیلی زیاد باشد. در این صورت در

۲ - دو تیغه فلزی که در آستانه در به طور موازی با هم قرار دارند. این دو تیغه اندکی در زمین فرو رفته‌اند. انتهای آنها به تیغه‌های جرز متصل‌اند. بین این دو تیغه شیار باریکی است که میله‌های اتصال پایینی تیغه‌ها می‌توانند در آن حرکت نمایند.

۳ - در قسمت بالای چهارچوب یک ناودانک فلزی قرار دارد که به تیغه‌های جرز متصل است. میله‌های اتصال بالایی تیغه‌های عمودی متحرک، می‌توانند در شیار ناودانک حرکت کنند (به جز تیغه‌های دو جرز بقیه تیغه‌ها می‌توانند حرکت کنند). میله‌های اتصال بالایی اگر به وسیله چرخه‌هایی بر سطح پایین ناودانک متکی شوند، آنگاه فشار وزن تیغه‌ها و شبکه لولایی به ناودانک وارد می‌شود و در نتیجه باز و بسته شدن در کشویی روان می‌شود (یعنی اگر تیغه قائم S_1S_7 را به طرف تیغه ثابت M_1M_2 حرکت دهیم تیغه‌های $R_1R_7, Q_1Q_7, P_1P_7, N_1N_7$ به روانی به طرف تیغه M_1M_2 حرکت می‌کنند).

فایده شیار پایین آستانه چهارچوب در کشویی آن است که دامنه نوسان تیغه‌های بلند عمودی را کم می‌کند.

اندکی بیشتر فکر کنیم: اکنون از خود می‌پرسیم که چرا در کشویی را به شکل (۱) می‌سازند و به صورت شکل زیر نمی‌سازند. به عبارت دیگر چرا تعداد دستگاه‌های لولایی R_1 را در امتداد تیغه‌ها به اندازه کافی زیاد اختیار نمی‌کنند تا شبکه لولایی حاصل در را از بالا تا پایین ببوشاند.

اگر شبکه لولایی در کشویی را در دو نقطه یا بیش از دو نقطه به تیغه‌های جرز لولا کنیم، آنگاه در باز و بسته نمی‌شود یعنی تیغه‌های عمودی و شبکه لولایی نمی‌توانند حرکت کنند. اگر شبکه لولایی در کشویی را در یک نقطه مثلاً A_4 به تیغه‌های جرز لولا کنیم، هنگامی که تیغه‌های عمودی را به طرف جرز فشار می‌دهیم، قسمتی از شبکه لولایی که در پایین خط A_4X قرار دارد به مقدار زیاد پایین می‌رود (خطی را که از نقطه A_4 به خط M_1M_2 عمود شود خط A_4X می‌نامیم) و در نتیجه انتهای پایین شبکه لولایی به زمین گیر می‌کند (منظور کف شیار پایین است) و نمی‌تواند جلوتر برود. همچنین قسمتی از شبکه لولایی که در بالای خط A_4X است به مقدار زیاد بالا



تفریح اندیشه ۲

یک استنتاج منطقی

الف: در این معنا پنج گزاره حرفی موجودند.

ب: این گزاره نیست.

پ: تنها دو تا از این گزاره‌ها دروغ‌اند.

ت: تنها یکی از آنها راست است.

ث: اگر بتوانید این معنا را حل کنید، شخصی بسیار منطقی هستید.

آیا گزاره ث راست است؟



کشویی دارای نقیصی بزرگ است.

شبکه لولایی یک پارچه دارای نقیص دیگری که در مقابل نقیص مذکور در بالا بسیار اندک است: اگر شبکه لولایی یک پارچه باشد، فقط یک لولای ثابت که از دو تیغه M_1M_4 ، M_2M_3 می‌گذرد، به کار می‌رود اما اگر شبکه لولا، از سه شبکه جزیی تشکیل شود، آنگاه سه لولای ثابت که از دو تیغه M_1M_4 و M_2M_3 می‌گذرند به کار می‌آید. در حالت اول فشار روی لولای ثابت بیشتر است.

چند تبصره:

۱- چون در شبکه لولایی در کشویی مقدار زیادی لوزی مشاهده می‌کنیم، به عبارت دیگر چون شبکه لولایی در کشویی تقریباً پوشیده از لوزیهاست، چنین تصور می‌کنیم که تحلیل هندسی در کشویی باید براساس لوزی باشد در صورتی که چنین نیست. در کشویی از دستگاههای لولایی از نوع R تشکیل شده است، لذا تحلیل هندسی در کشویی اگر براساس دستگاههای لولایی به شکل R باشد، بهتر است در واقع امر دستگاه لولایی R، موتیف (MOTEF) شبکه لولایی در کشویی است. از این جهت است که دستگاه لولایی R را موتیف شبکه لولایی در کشویی محسوب می‌دارم.

۲- در تحلیل هندسی شبکه لولایی در کشویی براساس موتیف R، نزدیکی هندسی دستگاه R با بالابری که براساس خاصیت مثلث قائم‌الزاویه ساخته می‌شود معلوم می‌شود.

