پوهنتون پولی تخنیک، کابل
مجله علم و تکنالوژی
جلد۵۲ - شماره ۲
جون - سال ۱۴۰۲ - هـ.ش.
تاریخ دریافت الو: ۱۴۰۳/۰۴/۲۶
تاریخ قبولی الو: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷
P-ISSN: 2305 - 896X
KPU JST

مقایسهٔ دریافت خط تقاطع اجسام هندسی به طریقهٔ کره ها با شیوه کوادراتیکی

[*1]پوهنوال محمد عرفان عارف
[*] استاد دیپارتمنت هندسهٔ ترسیمی و رسم تخنیکی پوهنتون پولی تخنیک کابل، ناحیهٔ۵ کابل افغانستان
ایمیل آدرس: erfan.arif@kpu.edu.af

خلاصه

دریافت خط تقاطع دو جسم هندسی که به ترتیب موجه ها و تشکیل دهنده های شان توابع پارامتریک اند منطق یک عملیه گرافیکی تکرار شونده هنگام ترسیم انواع مختلف نقشه های ساختمانی و ماشین سازی می‌باشد. با این حال، دریافت خط تقاطع سطوح یک مسأله گرافیکی ساده نه بوده و همچنان به عنوان یک موضوع فعال تحقیقاتی باقی مانده است. بنابرین دلایل اصلی برای حل موضوع هنوز مهم تلقی پنداشته می‌شود. درمطالعه خط تقاطع سطوح سه مسأله اساسی مهم یعنی دقت در اهداف، استحکام کاربری هندسی و کارایی باید مرعات گردند که موضوع عملیاتی مقاله را محقق می‌سازد. پرسش اساسی که مطرح می‌گردد، آیا دریافت و ترسیم خط تقاطع سطوح منحنی با الگارتم های گرافیکی خط تقاطع سطوح توابع پارامتریک توسط روش های مختلف مانند طریقهٔ عمومی، مستوی بالواسطه، مستوی امدادی، طریقهٔ تحول کوادراتیکی و دوایر متحدالمرکز و مختلف المرکز به روی مستوی های اصلی ارتسام که به تصویر کشانیده می‌شوند با هم مقایسه شده می‌تواند؟ کاربرد فرضیه های گرافیکی جهت حصول نتایج مؤثر تحقیق و چگونگی مطالعات در مورد مقایسه آن ها که بالای سطوح درجه دوم صورت گرفته است نتایج قابل لمس را پیشنهاد می‌نماید که به صورت یک نمونه گرافیکی تعیین کننده بیان شده است. ترسیمات گرافیکی به شکل کاربرد مستوی امدادی و خط مستقیم بالای سطوحی که از لحاظ هندسی متقابلاً متقاطع اند در دو مستوی ارتسام ترسیم می‌گردند. جنبه های مقایسوی مقاله با تشخیص موقعیت متقابل اجسام هندسی رابطه مستقیم داشته و در نتیجه طریقهٔ فشرده تر، کار آمد تر و گرافیک کمتر را پیشنهاد نموده است. با توجه به ارایه مسأله مورد بحث استفاده از خط مستقیم و هکذا ترسیم دوایر متحدالمرکز و مختلف‌المرکز برای انجام عملیات هندسی جهت دریافت خط منحنی تقاطع که شامل هردو سطح می‌باشد استفاده گردیده است. نتیجه اکثر عملیات گرافیکی به ارزیابی موقعیت سطوح متقابلاً متقاطع باهم رابطه دارند که ویژگی این مقایسه گرافیکی را می‌سازند. دقت چنین عملیات را می‌توان با استفاده از پروگرام های کمپیوتر و سایر روش های دیگر بهبود بخشید. درنتیجه مقایسه دو روش مشخص گرافیکی سطوح که دارای محورات متقاطع و موازی نسبت به یکی از مستوی‌های اساسی ارتسام اند بعد از تحلیل و ارزیابی امکان دریافت خط تقاطع شان را می‌توان به یکی ازشیوه های مقایسه شده دریافت نمود.

اصطلاحات کلیدی: تور، خط تقاطع، سطوح منحنی، مستوی های امدادی، نقاط برگشت

---

*۱ - مولف مسوول

۱. مقدمه

خط تقاطع را می‌توان به شیوه هایی مثلاً با عبور دادن سطوح های قاطع امدادی به وسیلهٔ سطوح های حالت عمومی (طریقه ارتسام اضافی) با استفاده از طریقه های کمکی (دوایرمتحدالمرکز و مختلف المرکز) و یا به طریقه های تحول ارتسام و غیره دریافت نمود[۶] . لیکن دریافت خط تقاطع سطوح با استفاده از طریقه تحول کوادراتیکی[۶] و کاربرد دوایر متحدالمرکز و مختلف مرکز از یکطرف ترسیمات گرافیکی اندک را ایجاب می‌کند و از سوی دیگر موقعیت خط تقاطع را به صورت دقیق و بدون سکتگی در سطوح های اصلی ارتسام ارایه می‌دارد. این مساله تابع اولیه موقعیت متقابل اجسام هندسی می‌باشد که باید شرایط لازمه هریک از شیوه ها را به صورت مستقلانه صدق نمایند[۱] بناءً دراین مقاله سعی به عمل آمده است مسائل مهمی در رابطه با پیدا نمودن خط تقاطع سطوح با به کارگیری طریقهٔ تحول کوادراتیکی و دوایر متحدالمرکز و مختلف‌المرکز به گونهٔ موردی مرور و به تحقیق گرفته شوند. برای وضاحت بیشتر درجهت استفاده از طُرق فوق‌الذکرتمامی مسائل به صورت نوشتاری و ترسیمی توضیح و باهم مقایسه شده اند.

۲. ارائه مسأله تحقیق

دریافت خط تقاطع سطوح منحنی به مثابه یک الگوریتم گرافیکی از زمان های قدیم یکی از موارد گرافیکی چالش ساز برای دانشمندان هندسهٔ کاربردی و انجنیران اکثریت رشته ها شمرده می‌شد و هنوز نیاز به تحقیق بیشتر دارد [۱۵].[۱۶]. تجارب تدریس و ارزیابی مضمون هندسهٔ ترسیمی دریعه اساتید مختلف به خصوص نویسنده این مقاله نشان می‌دهند که محصلان حین دریافت منحنی تقاطع سطوح نه می‌تواند تصمیم معقول بگیرند که مسأله را به کدام طریقه حل نمایند تا فرآیند حاصل شده، گرافیک اندک را داشته باشد. چرا این مسأله به حیث یک موضوع تحقیقی انتخاب شد؟ طوری که متذکرشدیم منحنی تقاطع شامل دوسطح هنگام تولید درفابریکات ریخته‌گیری و اعمار ساختمان‌ها ضرورت به اسناد تخنیکی (نقشه) دارند که باید از طرف کارشناسان شقوق مختلف مستند گردانیده شوند[۴].[۷]. بنابراین لازم دانسته می‌شود که موضوع تعیین روش دریافت خط تقاطع قبل از ترسیم تشخص گردیده و راه حل آن به صورت مدلل ارایه شود. روی این اصل مقایسه طُرق مختلف دریافت خط تقاطع و به صورت موردی شیوه ترسیم کره‌ها و یا طریقهٔ تحول کوادراتیکی دریافت خط تقاطع منحیث یک اصل برای یاد دهی و ارزیابی مهارت و سلوک مسلکی محصلان خیلی مؤثرپنداشته می‌شود.

۳. اهداف تحقیق

این تحقیق برای نایل شدن به اهداف ذیل انجام گرفته است:

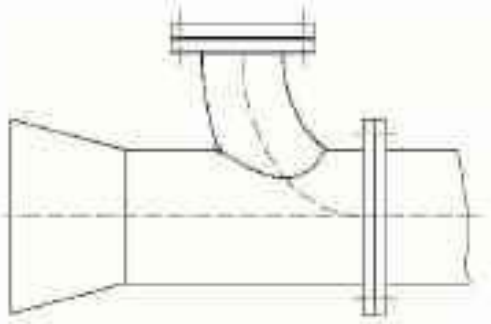
- مقایسه دریافت خط تقاطع اجسام هندسی و شرایط گرافیکی اولیه جهت انتخاب یکی از طریقه هایی که باهم مقایسه می‌گردند.
- تشخیص موقعیت متقابل سطوح منحنی و سطوح منحنی دورانی نسبت به هم دیگر.
- رفع چالش های گرافیکی در صورتی که شرایط اولیه برای دریافت خط تقاطع با طُرق مورد نظر مطابقت نداشته باشد
- تاکید برای شامل نمودن روش های گرافیکی کره‌های امدادی و تحول کوادراتیکی نسبت به طُرق دیگر در مجموعه مفردات درسی که گرافیک اضافه‌تر را احتواء می‌نمایند.

۴. اهمیت تحقیق

تقاطع متقابل سطوح هندسی علی‌الخصوص تقاطع سطوح منحنی دورانی اکثراً در عمل به مشاهده می‌رسند و ضرورت برای ساخت و ساز آن‌ها در شاپ های تولید و تأسیسات ریخته‌گری جهت پیوند دادن پرزجات مختلفی که از سطوح

مذکور ساخته خواهند شد به پیمانهٔ وسیع به مشاهده می‌رسد[۹]. به گونهٔ مثال تقاطع متقابل سطوح استوانه دورانی با سطوح منحنی که به شکل حلقه و یا تور در ساحات مختلف تخنیک امروزی استعمال کاربُردی در ماشینری اتوماتیک و کلاسیک دارند نمونهٔ عملی آن می‌باشد [۹]. تقاطع متقابل سطوح مذکور در وسایل انتقال دهنده و کنترول کننده فشار در صنایع تولیدی ماشین های خردکننده مواد جامد به شکل پودر در فابریکات تولید سمنت وسایر محصولات به وضاحت مشاهده می‌گردد؛ بناءً دریافت خط تقاطع تماسی اجسام هندسی به ویژه سطوح منحنی دورانی ایجاب تحقیق بیشتر را می‌نماید (شکل ۱).

هندسهٔ ترسیمی و یا هندسهٔ کاربردی که پایه و اساس علوم انجنیری را تشکیل می‌دهد منحیث یک دسپلین گرافیکی قدرت تصور فضایی را برای متخصصان این حوزه فراهم می‌نماید تا محل هندسی نقاط مشترک اجسام مذکور را در نقشه های هموار تخنیکی ترسیم نمایند[۲]. از دیدگاه کاربردی، هندسهٔ ترسیمی شامل دو هدف است، یکی تقویت توانایی فضایی و دیگری آشنایی با استندرد های نقشه کشی. همان طورکه اشاره شد غالب مباحث این مضمون در خدمت افزایش و آفرینش توانایی فضایی و هکذا جستجوی راه حل ها برای مشکلات طراحی است و یکی از حلقه های وصل میان طراحان رشته های مختلف این علوم جهت تربیت متخصصان علوم انجنیری می‌باشد[۸].



شکل ۱ کاربرد خط تقاطع در نصب یک انتقال دهنده فشار[۱۴]

۵. سوالات تحقیق

پرسش های تحقیقی که برای موضوع می‌توانند مطرح گردند عبارت اند از:

۱- کدام مسایل گرافیکی محصلان را در انتخاب طُرق دریافت خط تقاطع به چالش می‌کشاند؟

۲- کدام میکانیزم محصلان را کمک می کند تا طریقهٔ مؤثر دریافت خط تقاطع را انتخاب نمایند؟

۳- چه زمانی می‌توان از روش های مورد مطالعه در هنگام دریافت خط تقاطع استفاده نمود؟

۴- چگونه با پیامد ها و نتایج انتخاب طرق گرافیکی دریافت خط تقاطع، سطح دانش محصلان را بلند برد؟

۶. روش تحقیق

این تحقیق با استفاده و مرور کتب معتبر ملی و بین المللی و هکذا با مطالعه مقالات مشابه و مراجعه به ژورنال های هندسهٔ ترسیمی پیرامون موضوع و همچنان تحلیل و تجارب اساتید مجرب دیپارتمنت هندسهٔ ترسیمی و ارزیابی نتایج بازپرسی از محصلان رشته های مهندسی و ساختمان های صنعتی و مدنی، در طول یک سمستر با ترتیب پرسشنامه های واحدی درمورد چگونگی انتخاب طریقهٔ مناسب دریافت خط تقاطع به صورت کمی و کیفی صورت گرفته است. جدول‌ها و نمودارهای ارزیابی موضوع که به نسبت حجم زیاد آن‌ها در مقاله گنجانیده نشده و درعوض جهت وضاحت موضوع اشکال ترسیمی عجین شده است.

۷. فرضیه تحقیق

بررسی پیرامون موضوع مبنی بر فرضیه های گرافیکی قابل قبول هندسهٔ کاربردی که جهت دریافت خط تقاطع مؤثریت دارند انتخاب گردیده است. که می‌توان از متقاطع بودن محورات و موقعیت خصوصی‌شان نسبت به مستوی‌های ارتسام نام بُرد. این موضوع یکی از فرضیه های اولیه برای طریقهٔ تحول کودارتیکی دریافت خط تقاطع نیز محسوب می‌گردد. پهلوهای مشابه هردو شیوه اختصاصی بهتر مطالعه و برجسته شده است که فرضیه های تحقیق را بیشتر تقویت می‌بخشد.

۸. مرور آثار گذشته یا پیشنه تحقیق

در هندسهٔ ترسیمی مفهوم تقاطع، نقطهٔ مشترک میان دو خط مستقیم و یا مکان های هندسی مشترک (منحنی مشترک و در صورت تقاطع سطوح خطی با سطوح منحنی، منحنی با منحنی و یا مستقیم مشترک در صورت تقاطع متقابل سطوح خطی) برای دو و یا چند آبجکت هندسی است[۱۲]،[۱۳]. ساده ترین حالت تقاطع در هندسهٔ ترسیمی تقاطع خط میان دو خط مستقل می‌باشد که شکل سمبولیک مستوی را تعریف می‌نماید و یک نقطه است و گاهی رأس نامیده می‌شود و یا هیچ وجود ندارد. در صورتیکه دوخط موازی حتی یک مستوی نیز باشند[۱۸]. انواع تقاطع در هندسهٔ ترسیمی عبارت از تقاطع مستقیم با مستقیم، تقاطع خط با مستوی، تقاطع خط با اجسام هندسی، تقاطع متقابل سطوح خطی و سطوح منحنی ترتیب دوم و یا تقاطع سطوح خطی و منحنی و سایرسطوح هندسی می‌باشند.

دریافت خط تقاطع سطوح منحنی با منحنی برای اولین بار به صورت قانومند توسط یک هندسه دان ایتالوی بنام ودوویکو درسال ۱۵۴۰ میلادی پیشنهاد و با اکسیوم های ریاضیکی آن فورمول بندی گردیده است. در سال ۱۹۴۵ دانشمند دیگر بنام جرلامو کاردانو از کشور فرانسه حل ترسیماتی دریافت خط تقاطع سطوح هندسی درجه سوم و چهارم را تحقق بخشید. قبل از علمای یاد شده خصوصاً در قرن ۱۸ گسپرمونژ درباره دریافت خط تقاطع اجسام هندسی نیز روش هایی را در هنگام نقشه کشی پیشنهاد نموده است[۴]،[۷]. بنابرین دریافت خط تقاطع به مثابه یک پروسه گرافیکی کاربُرد بزرگ را در هنگام ترسیم نقشه ها ایفاء نموده و درآینده نیز انکشاف خواهد نمود.

سطوح عناصرساختمانی، تأسیسات الجنیری، اپارتمانها، پرزه جات ماشین و غیره از سطوح هندسی رخدار(منشور، هرم...) و سطح منحنی متشکل اند و یکدیگر را توسط خطوط مختلف قطع می‌نماید[۲]. خط تقاطع سطوح می‌تواند: یک خط مستقیم، مسطح و منحنی فضایی و یا این که از دو نوع خط به صورت یک جایی ترکیب یافته باشد[۱].

هنگام ترسیم خط تقاطع قبل از همه لازم است که نقاط عمده و اساسی خط تقاطع پیدا شوند. نقاط اساسی که مرتسم آن ها قسمت های پنهان و آشکار مرتسم خط تقاطع را از هم مجزا می‌سازد، نقاط شامل خط تقاطع یعنی نقاط بالایی نسبت به مستوی ارتسام مقابل π_2، نقاط پائینی نسبت به مستوی ارتسام افقی π_1، نقاط ترتیب، بعید از بیننده و بالاخره نقاط طرف راست و چپ مرتسم خط تقاطع می‌باشند[۱].

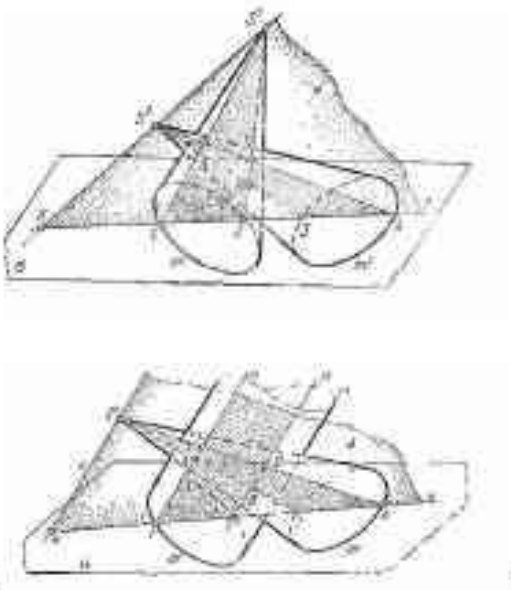
طریقهٔ عمومی که برای ترسیم خط تقاطع به کار برده می‌شود عبارت از طریقهٔ سطوح بالواسطه می‌باشد که رستم اوف دانشمند مشهور کشور شوروی در آثار خود (۱۹۶۳) جهت دریافت خط تقاطع سطوح منحنی بیشتر از آن استفاده نموده است. اکثر اوقات در بحث سطوح بالواسطه مستوی های کمکی و کره های کمکی از لحاظ هندسی مطرح می‌گردند. دراین جا دو طریقهٔ عملی دریافت خط تقاطع عرض اندام می‌کند که یکی آن طریقهٔ مستوی های کمکی و دیگر طریقهٔ کره های امدادی می‌باشد. طریقهٔ مستوی های کمکی به نوبه خویش به طُرق مستوی های ترسیم کننده و طریقهٔ مستوی های حالت عمومی تقسیم می‌شود.

طریقهٔ کره‌های کمکی زمانی در ترسیم خط تقاطع سطوح به کار برده می‌شود که سطوح شان حاوی یک مستوی (مستوی مشترک) تناظر و موازی به یکی از مستوی های ارتسام باشد[۱]. دراین جا هریک از سطوح باید در مجموعهٔ دوایر شامل باشند که در آن کره های کمکی مشترک بین هردو سطح، هریکی از سطوح را قطع می‌کند. بعضاً طریقهٔ کره های کمکی

هنگام معلوم نمودن خط تقاطع دو سطح دورانی که محورهای آن ها متقاطع و موازی تسبت به یکی از مستوی های ارتسام باشند نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند[۵].

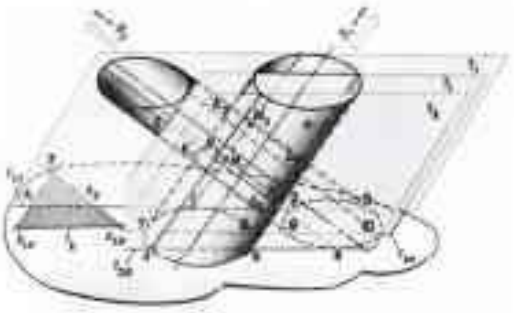
طوری که تذکر داده شده ترسیم نقاط تقاطع دو سطح به طریقهٔ مستوی های ترسیم کننده کمکی عبارت از عبور مستوی های قاطع ترسیم کننده می‌باشد که هردو سطح داده شده را به شکل خطوط مستقیم و یا دوایر بس ساده از نقطه نظر ترسیمات گرافیکی قطع نمایند[۱۱]،[۳]. اکثر اوقات به حیث مستوی های ترسیم کننده مستوی های تراز (مستوی‌های موازی به مستوی‌های ارتسام) انتخاب می‌شود. طریقهٔ مستوی های ترسیم کننده برای معلوم نمودن خط تقاطع سطوح مخروطی، استوانه‌ایی، هرمی و سطوح منشوری یا یکدیگرمورد استفاده قرار داده می‌شوند[۱]،[۲].

طریقهٔ مستوی‌های کمکی حالت عمومی همان طوری که تذکر داده شده هنگام ترسیم خط تقاطع سطوح مخروطی و استوانه‌ایی حالت عمومی و همچنان اشکال خصوصی سطوح هرم و منشور مورد استفاده قرار می‌گیرند. دراین حالات مستوی های امدادی بهتر است طوری انتخاب شوند که هردوسطح و یا تشکیل دهنده های آن ها را قطع نماید. مستوی های قاطع کمکی حین تقاطع دو سطح مخروطی ازطریق مستقیم S.K که رأس های مخروط ها را به هم وصل می‌کند باید گذرانده شود (شکل ۳) [۲۲].

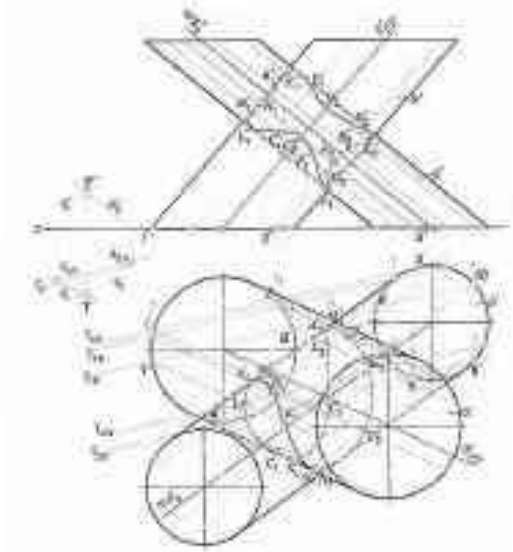


شکل ۳

در تقاطع سطوح مخروطی و استوانه‌ایی، مستوی‌های کمکی از طریق مستقیم K.C موازی به تشکیل دهنده های استوانه (شکل ۳) عبور داده شده است؛ مستوی های مذکور تشکیل دهنده های هردو سطح را قطع نموده و نقاط تقاطع تشکیل دهنده ها در حقیقت نقاط تقاطع سطوح متذکره می‌باشند[۲۲]،[۱۴]. درکنار ترسیم خط تقاطع سطوح به طریقهٔ مستوی های کمکی و حالت عمومی از طریقهٔ ارتسام اضافی نیز استفاده به عمل آورده می‌شود. مثلاً در صورت تقاطع دو استوانه مستوی قاطع کمکی از قاعد های استوانه های درحالت تقاطع عبور نماید (شکل ۴).



شکل ۴. تصویر فضایی خط تقاطع استوانه های حالت عمومی [۱۲].



شکل۵. ایپور یا نقشه تخنیکی دریافت خط تقاطع سطوح استوانهیی حالت عمومی با استفاده از مستوی قاطع اسدادی [۱۲].

برای معلوم نمودن خط تقاطع سطوح دورانی که محورات آن ها باهم متقاطع و یا موازی به یکی از مستوی های ارتسام باشد به عوض مستوی های قاطع کمکی کره های کمکی به کار برده می‌شوند[۱۰]. دراین جا دو طریقهٔ حل یعنی ترسیم دوایر از یک مرکز مشترک و یا عبور کره‌های مختلف المرکز می‌باشد که مراکز کره های کمکی موقعیت های مختلف را هنگام ترسیم خط تقاطع سطوح دورانی به خود اتخاذ می‌نمایند.

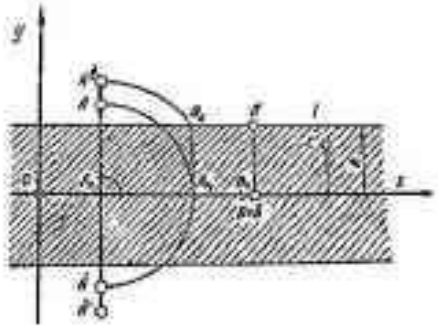
۹. موضوع تحقیق

نخست طریقهٔ دریافت خط تقاطع سطوح به طریقهٔ تحول کوادراتیکی را که با طُرق حالت عمومی تاحدی متمایزاست و تابع موقعیت متقابل سطوح مذکور می گردد؛ به صورت فشرده شرح می‌دهیم. شالوده استفاده از این طریقه در ذیل توضیح داده شده است.

هرسطح درجه دوم در صورتی که یکی از مستوی های تناظر آن با مستوی تناظر متحول منطبق گردد؛ یا به سطح جدید تحول می یابد یا این که به سطح اولی مشابه می‌باشد و یا به آن وجه مشترک می‌داشته باشد[۶].

تیوری فوق‌الذکر پایه و اساس این شیوه ترسیم خط تقاطع را تشکیل داده‌است. قبل از این که به تحقیق حل مسائل

مربوط به استعمال طریقهٔ تحول کوادراتیکی جهت پیدا نمودن خط تقاطع دو سطح بپردازیم برای روشن شدن بیشتر موضوع لازم پنداشته می‌شود تا مفهوم طریقهٔ کوادراتیکی را مختصراً در تحول نقطهٔ داده شده $A(X,Y)$ به نقاط A و A' توضیح نمود شکل(۶).



شکل ۶ تحول نقطهٔ A' با استفاده از طریقهٔ تحول کوادراتیکی به نقاط جدید A و A' [۱۲]

برای این منظور مستقیم l (مستقیم مرزی) را موازی به محور ارتسام X به اندازه e (ضریب متحول) رسم می‌کنند. ازطریق نقطهٔ داده شده A' که خارج از محدوده سطح مخطط شده قرار دارد مستقیمی را عموداً بالای محورس X عبور می‌دهیم. نقطهٔ A_X را مرکزگرفته به شعاع $A'A_X$ یک قوس دایره رسم می‌شود؛ قوس دایره مذکور مستقیم l را درنقطهٔ A_0 قطع می‌نماید. از نقطهٔ A_0 عمودی دیگری بالای محور X عبورد داده و تقاطع آن با محور مذکور را به حرف A_{0X} نشانی می‌کنیم. در اخیر دایره دومی را به شعاع $A_X A_{0X}$ از مرکز A_X رسم کرده که در تقاطع؛ دایره مذکور با مستقیم AA' در واقعیت امر نقاط متحوله نقطهٔ A داده شده است به دست می‌آید. قابل ذکر می‌باشد که در مستوی مذکور نقاط دیگری یعنی A که مانند نقطهٔ اولی به دو نقطه تحول می‌یابد وجود دارند. تحول نقطهٔ متذکره قرار شکل (۶) دارای فورمول ذیل می‌باشد:

$$Y' = (A_X A)^2 = (A_X A_{0X})^2 - (A_0 A_{0X})^2 = Y'' - e^2$$

$$Y = \pm\sqrt{Y'' - e^2}$$

از این جا بر می‌آید که کمیات وضعیه نقطهٔ A و A' باهم مساوی اند یعنی:

$$X = X'$$

$$Y = \pm\sqrt{Y'^2 - e^2} \quad \dots (1)$$

$$X' = X$$

$$Y' = \sqrt{Y^2 - e^2} \quad \dots (2)$$

از فورمول(۱) استنباط می‌شود که موجودیت دو علامه ± برای هرنقطه $A'(X',Y')$ ساحه اولی نقطه A و A' ساحه دومی وجود دارد. از این جا گفته می‌توانیم که نقطهٔ $A'(X',Y')$ به دو نقطهٔ مختلفه واقعی تحول یافته و دارای شرط می‌باشد شرط $Y'>e$/ هذا برای تمام نقاطی که خارجی از محدوده سطح مخطط شده قرار داشته باشند صدق میکند [۶] در صورتیکه نقطه و یا نقاط بالای مستقیم مرزی قرار داشته باشد شرط $Y'^2 - e^2 = 0$ را دارا می‌باشد. به گونه مثال هر نقطه (B') واقع در یکی از مستقیم های مرزی دارای شرایط $Y=e$ و $Y=-e$ بوده به روی محور X به دو نقطهٔ با هم منطبق

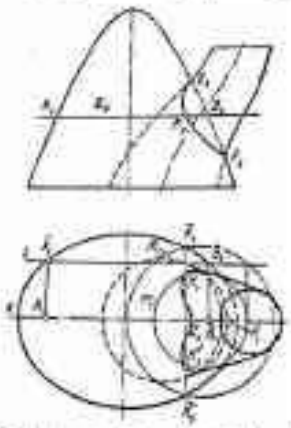
یعنی $B = B' \to B$ تحول می‌یابد. همچنان هر نقطهٔ (C) به نقطهٔ موهومی (نقطه غیر قابل تحول) در میاید درصورتیکه $c > Y$ باشد. از گفتار فوق بر می‌آید که شیوه تحول تحول کوادراتیکی در حل مسایل هندسهٔ تطبیقی زمانی قابل تطبیق است که مستقیم مرزی و محور تناظر در آن موجود باشند [۶]. با در نظر داشت تشریحات فوق موارد استعمال طریقهٔ ارایه شده را عملاً در حل چند مسأله اساسی مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

مسأله اول: خط تقاطع دو سطح منحنی درجه دوم بیضوی الشکل و سایکلوئیدی حاوی یک مستوی تناظر مشترک مفروض است. خط تقاطع آن ها را با استفاده از طریقهٔ تحول کوادراتیکی دریابید (شکل۷)

حل:

برای پیدا نمودن خط تقاطع سطوح فوق الذکر مستوی قاطع کمکی (Σ_1) را عبور می‌دهیم. این مستوی در تقاطع با سطح سایکلوئیدی دایره $m(m_1)$ وبا سطح بیضوی الشکل یک بیضوی مشابه به بیضوی قاعده را می‌دهد شکل(۷).

طریقهٔ تحول کوادراتیکی را به کاربرده خطوط تقاطع به دست آمده را تحول می‌دهیم. برای این منظورمحور X را به مثابه محور تناظر و مستقیم ارایه شده را به صفت مستقیم متحول مرزی قبول مینمایم)[۶].در این صورت بیضوی حاصل شده دارای رأس های $A(A_1)$ و $A(B_1)$ به بیضوی مشابه به بیضوی قاعده و دایره m_1 به شکل دایره C درمی‌آید. به همین ترتیب چندین نقاط خط تقاطع سطوح فوق الذکر را با استفاده از طریقهٔ تحول کوادراتیکی بدست می‌آوریم.



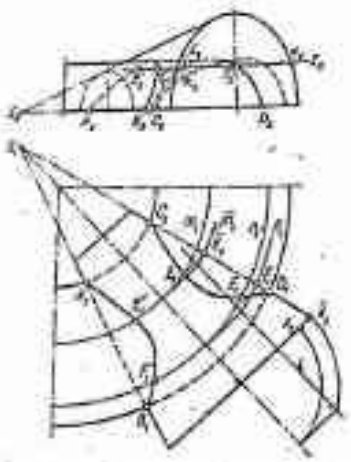
شکل۷ دریافت خط تقاطع سطوح منحنی درجه دوم بیضوی‌الشکل با سطوح سایکلوئیدی /۱۲/

مسأله دوم: درشکل(۸)خط تقاطع سطح دورانی درجه دوم را که توسط تشکیل دهنده $h(h_1)$ بامخروط ناقص بیضوی الشکل که حاوی مستوی تناظر مشترک اند پیدا کنید؟

حل:

چهار نقطهٔ تقاطع یعنی A,B,C,D (نقاط برگشت) که در تقاطع خطوط محیطی هر دو سطح قرار دارند بدون به کار بردن طریقهٔ فوق الذکر در مرتسم افقی به دست می آید نقاط متذکره را بنام نقاط برگشت نیز یاد می‌نمایند [۶]. برای دریافت سایر نقاط تقاطع چنین عمل می‌نماییم:

نخست هر دو سطح را توسط مستوی افقی (Σ_2) مانند مثال قبل قطع می‌کنیم مستوی مذکور سطح دورانی را بشکل دو دایره $m(m_1)$ و $n(n_1)$ و مخروط بیضوی الشکل را به گونه هایپربولا قطع می‌نماید. طریقهٔ تحول کوادراتیکی را به کار برده n_1 و m_1 را به دو دایره جدید n^* و m^* و شکل حاصل شده هایپربولا را به D_1 و C_1 تحول می‌دهیم. برای تحقق بخشیدن موضوع مستقیم مرزی متحول l باید دریافت گردد. مستقیم مذکور با استفاده از تحول نقطه X به X_1 در حقیقت به دست آمده است. در اخیر نقاط E و F یعنی نقاط C و D دو دایره m_1 و n_1 پیدا می‌شوند. بعد از دریافت نقاط متذکره عملیه معکوس را اجراء می‌نماییم تا مرتسمات قایم نقاط E_1 و F_1 و همچنان نقاط E_2 و F_2 به دست آیند. نقاط حاصله را با یکدیگر وصل نموده خط تقاطع سطوح ارایه شده دریافت می‌گردد.



شکل۸. دریافت خط تقاطع مخروط ناقص با سطح تور دورانی درجه دوم که توسط تشکیل دهنده k(k۲) رسم گردیده /۱۲/

مسأله سوم خط تقاطع سطح دورانی درجه دوم را که تشکیل دهنده آن پارابولا k(k۲) می‌باشد با سطح مخروطی که دارای رأس C(C۱,C۲) و جهت دهنده آن به شکل پارابولا f(f۲,f۲) نشان داده شده است را دریابید (شکل ۹).

حل:

قبل از همه نقاط برگشت P,Q,R,S را که در تقاطع با تشکیل دهنده های سطوح قرار دارند دریافت می‌نماییم. برای پیدا نمودن سایر نقاط تقاطع از مستوی قاطع Σ(Σ۲) استفاده می‌شود. با عبور مستوی مذکور مشاهده می‌گردد که سطح دورانی مانند مثال قبلی در دو دایره m(m۱) و n(n۱) و سطح مخروطی را به شکل هایپربولا که مرتسم مقابل آن بروی مستوی Σ۲ به شکل قطعه خط افقی و آن هم به گونه همان هایپربولا که در نقشه صرف رأس های هایپربولا یعنی نقطه A و محور O۱ X و مجانب آن یعنی O۱ T۲ نشان داده شده است را قطع می‌نماید. مرکز هایپربولا از وسط قطعه خط (A۲ A۲۱و A۱ A۱۱) و مجانب آن یعنی O۱ T۲ از نقطه O۱ عبور نموده و با تشکیل دهنده C۱ R۱ مخروط موازی قرار می‌گیرند. متعاقباً طریقهٔ تحول کوادراتیکی را به کار برده دایر m۱ و n۱ به دایرهای جدید m-۱ و n-۱ و هایپربولا به مجانب O۱ T۲ تحول داده می‌شود. در تقاطع O۱ T۲ با دو دایره m-۱ و n-۱ نقاط E-۱ و F-۱ حاصل می‌شوند. عملیه معکوس را اجراء نموده نقاط E-۱ و F-۱ به نقاط E۱۱ , E۱ و F۱۱ , F۱ در مستوی ارتسام افقی به دست می‌آیند به کمک مرتسمات افقی مرتسم های مقابل نقاط متذکره یعنی E۲۱ , E۲ و F۲۱ , F۲ پیدا می‌شوند با اتصال این نقاط بایکدیگر خط تقاطع به دست می‌آید.

طریقهٔ ارایه شده فوق نه تنها در حل مسایل مربوط به دریافت خط تقاطع سطوح درجه دوم هندسهٔ تطبیقی به کار برده می‌شود؛ بلکه برای دریافت خط تقاطع سطوح مغلق از قبیل سطح الیپسوئید سه محوری، هایپربولوئید بیضوی مانند و سطوح درجه چهارم که به گونه موردی از آن یادآور می‌شویم به صورت مطمئن مورد استعمال قرار گرفته می‌تواند مشروط براین که مستوی تناظر مشترک یعنی محورهای سطوح نامبرده باهم متقاطع بوده و نسبت به یکی از مستوی های ارتسام موازی قرار گرفته باشند.

مسأله چهارم: سطح منحنی درجه دوم تور(حلقه) و سطح هایپربولوئید که مستوی تناظر مشترک دارند داده شده اند، دریافت خط تقاطع سطوح فوق الذکر با استفاده از تحول طریقه کوادراتیکی مطلوب است.

حل:

مستوی قاطع افقی Σ(Σ۱) را عبور داده، این مستوی سطح تور را به شکل دو دایره m(m۱) و n(n۱) و سطح هایپربولوئید را به گونه پارابولا که رأس آن توسط نقطهٔ A(A۱,A۲) نشان داده شده است قطع می‌نماید.

دو دایره m_1 و n_1 را به دو دایره جدید و همچنان سطح پاربولا با رأس A را به هایپربولا تحول می‌دهیم. در تقاطع متقابل هایپربولا دو دوایره m_2 و n_2 نقاط تقاطع E_1, E_2 و F_1, F_2 به شکل نقاط حقیقی در حالت تحول به دست می‌آیند. برای پیدا نمودن سایر نقاط تقاطع این عملیه را یکی دوبار تکرار نموده با اتصال آن ها خط تقاطع سطح داده شده فوق به صورت دقیق حاصل می‌شود.

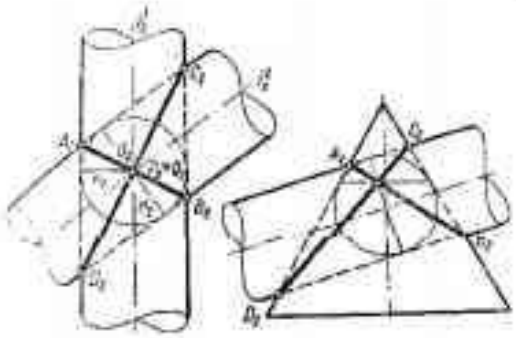
علاوه به طریقهٔ تحول کوادراتیکی، دریافت خط تقاطع سطوح با استفاده از کره های کمکی نیزمی‌تواند حاصل والگوریتم مشترک گرافیکی این دو طریقه باهم مقایسه گردند. طریقه کره های کمکی زمانی مفهوم کاربردی برای دریافت خط تقاطع سطوح منحنی دورانی ارایه نموده می‌تواند که محورات تناظر سطوح باهم متقاطع بوده و یکی از حالات خصوصی خط مستقیم را نسبت به مستوی‌های اصلی ارتسام داشته باشند[۱]. به عوض مستوی های قاطع کمکی کره های قاطع کمکی به کاربرده می‌شوند. دراین جا دو طریقهٔ حل نظر به مراکز کره‌ها پیشنهاد می‌گردد.

۱- ترسیم کره‌ها از یک مرکز مشترک درصورتی که محورات اجسام متقاطع باشند.

۲- ترسیم کره‌ها از مراکز کمکی مختلف که موقعیت های متنوع را هنگام ترسیم خط تقاطع به خود اتخاذ می‌نمایند.

۳- طریقهٔ کره‌های متحدالمرکز: ترسیم خط تقاطع با استفاده از ترسیم کره ها از یک مرکز زمانی تحقق پذیراست که محورات تناظر سطوح منحنی متقابلاً متقاطع دریک نقطه باهم متقاطع باشند. مثلاً سطوح منحنی ترسیم شده در نقطهٔ تقاطع محورات تناظر باهم دارای عین مقطع اند (شکل ۱۰).

هرگاه محورات سطوح منحنی درجه دوم در نقطهٔ تقاطع دارای اندازه های متغیر و با هم مساوی نباشند، در چنین حالت دریافت خط تقاطع مستلزم گرافیک اضافی می‌باشد[۱۷]. درشکل(۱۱) خط تقاطع منحنی درجه دوم استوانه مایل با مخروط قایم دایروی نشان داده شده است. طوری که ملاحظه می‌گردد محورتناظر هردو سطح در یک نقطه با هم متقاطع اند ولی اندازه‌های مقاطع شان نسبت به هم دیگر نامساوی اند. برای دریافت خط تقاطع سطوح مذکور ایجاد نقاط اضافی جهت عبور هموار منحنی تقاطع ضروری پنداشته می‌شود. دریک چشم انداز کلی شعاعات تمامی کره ها در یک انتروال اصغری و اعظمی شعاعات متحول اند. که در شکل به R_{min} و R_{max} نشان داده شده است. دراین انتروال هرشعاع کیفی دلخواه که نامساوات $R_{min} \geq R_n \leq R_{max}$ را صدق نماید می‌توان انتخاب کرد. دراین شکل سه نقطه برای عبورمنحنی خط تقاطع کافی پنداشته می‌شود[۷].



الف ب

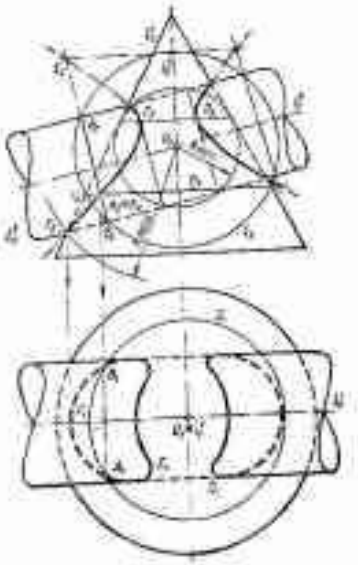
شکل ۱۰ دریافت خط تقاطع سطوح منحنی با استفاده از کره های متحدالمرکز [۱۳]

الف. خط تقاطع متقابل در سطح استوانه‌یی دارای قطرهای مساوی.

ب. خط تقاطع متقابل سطوح استوانه‌یی و مخروطی که درنقطه تقاطع محورات سطوح مذکور دارای عین مقطع اند.

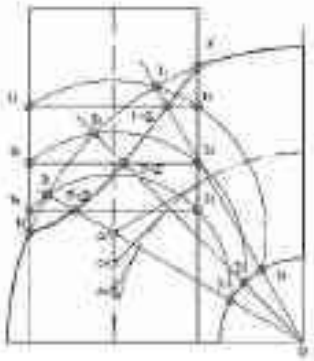
چون هردو سطح داده شده دارای مستوی تناظر مشترک موازی به مستوی ارتسام Π_2 اند. پس منحنی های تقاطع از نقاط مشترک تشکیل دهنده های محیطی آن ها که در مستوی ارتسام Π_2 با هم در تماس اند شروع و ختم می‌گردند

(نقاط برگشت). درقدم بعدی شعاع R_{min} وشعاع R_{max} کره های کمکی دریافت می‌شوند. R_{max} عبارت از دور ترین نقطهٔ تشکیل دهنده ها از نقطهٔ تقاطع محورات تناظر O_2 و R_{min} نزدیکترین فاصله یکی ازتشکیل دهنده ها از مرکز O_2 می‌باشد عنگامیکه محورات سطوح درجه دوم دریک مستوی و باهم موازی باشند یعنی خلاف تقاطع ، موقعیت موازی بودن محورات می‌تواند زمینه دریافت منحنی عمود تقاطع را به وسیلهٔ کره های مختلف‌المرکز فراهم نماید یعنی از هر نقطهٔ محورسطح دورانی اول به استثنای مرکز آن و ازهر نقطهٔ محور سطح دورانی دوم در صورت که سطح خطی منحنی باشد می توانند دوایر مستقل عبوردادَ [۹] نقاط تلاقی دوایر مذکور با حفظ رابطه گرافیکی بین محورانی که تعیین مقدار شعاع کره های مربوطه را تعیین می‌نماید محل هندسی نقاط منحنی عمود خط تقاطع می‌باشند. برای وضاحت بیشترموضوع خط تقاطع دو سطح دورانی درجه دوم را در سه حالت مختلف مدنظر می‌گیریم.



شکل ۱۱. دریافت خط تقاطع سطوح درجه دوم استوانه‌یی و مخروطی با استفاده از کره‌های متحدالمرکز [۱۲]

حالت اول: درصورت متقاطع بودن سطوح استوانه‌یی با سطح درجه دوم تور طوری که مساحت قاعد استوانه کوچک تر از مساحت قاعده توریاشد شکل(۱۲) .

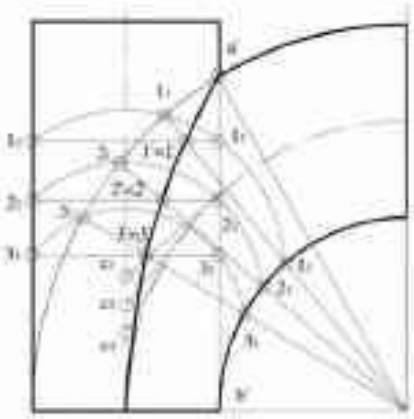


شکل ۱۲. دریافت خط تقاطع تور با سطح استوانه‌یی که قطران کوچک تر از قطرتور باشد [۶]

در شکل(۱۲) دایره بزرگ تور دو تشکیل دهنده استوانه را در نقاط 'a و 'b به ترتیب قطع می‌نماید که متعلق به منحنی تقاطع سطوح مذبور اند. میتود کره ها زمانی قابل تطبیق است که محورات هردو سطح باهم متقاطع باشند[۹]. بنابراین یک عنصر تور در نظر گرفته می‌شود، به طورمثال عنصر که طویل ترین دایره آن ۱-a است. این عنصر به مثابه یک استوانه قایم زمانی می‌تواند تلقی گردد که محور آن عمود بالای قاعده آن باشد طوری که دیده می‌شود مرتسم قاعده استوانه سگمنت دایره ۱-۱ است. محورعمودی این استوانه، استوانه اولی را در نقطهٔ ۰ قطع می‌نماید. فاصله میان ۰ و ۱ شعاع کره است که می‌تواند رسم گردد کره سطح تور را درنقاط ۱-۱ و استوانه را در نقاط ۱-۱ به ترتیب قطع می‌نماید با ترسیم خط موازی جدید با قاعده استوانه از نقاط دریافت شده موقعیت نقاط '۱=۱ خط تقاطع مشخص می‌گردد (شکل ۱۲). با ملاحظه عنصر دوم تور به مثابه یک استوانه محور عمودی آن که سگمنت ۲-۲ است را ترسیم می‌نماییم. فاصلهٔ ۲-۰ شعاع کره دوم خواهد بود. این کره تور را بعد از دایره ۲-۲ قطع می‌نماید. نقاط تقاطع دو دایره '۲=۲ مرتسمات نقطهٔ تقاطع را نشان می‌دهد.

برای دریافت نقطهٔ اخری عنصر سومی تور را به مثابه یک استوانه درنظر گرفته و محور عمودی آن را به عین شکل بالای قاعده استوانه اولی که به سگمنت ۳-۳ نام گذاری گردیده رسم می‌کنیم [۹]. فاصلهٔ ۳-۰ شعاع کره آخری خواهد بود که آن را رسم نمودیم. شعاع تور بعد از ترسیم دایره ۳-۳ وهکذا شعاع استوانه بعد از ترسیم دایره ۳-۳ که در نتیجه نقاط '۳=۳ دریافت می‌گردد.

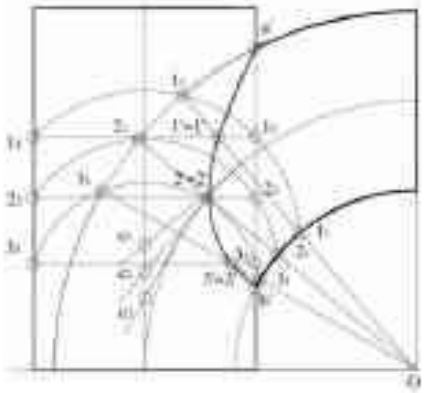
حالت دوم: درشکل (۱۳) قطر تشکیل دهنده دایره تور با قطر استوانه مساوی است. هرگاه عین طریقه‌ای که درفوق تذکر به عمل آمد به کار گمارنده شود یعنی ترسیم کره ها با مراکزمختلف منتج به دریافت نقاط '۲=۲ و '۳=۳ یکجا با نقاط برگشت در شروع 'a و در ختم 'e = 'e گردیده و مرتسم منحنی خط تقاطع ترسیم می‌گردد. با موجودیت تشکیل دهنده های آخری در شروع منحنی یک نقطه موجود بوده و در آخری خط تقاطع چون تقاطع مسیر دهنده استوانه با سطوح دورانی تور صورت گرفته که در آن بدون کم کاست بی نهایت نقاط موجود اند ولی صرف نقاط شروع و انجام آن که تمام مسیر را تعریف می نماید انتخاب می گردد که عبارت از نقاط برگشت تقاطع اند شکل(۱۳).



شکل ۱۳ ،دریافت خط تقاطع تور با سطح استوانه در صورت قطرها مساوی باشند [۶]

حالت سوم : درشکل(۱۴) قطر تشکیل دهنده دایره تور از قطر استوانه کوچکتر است. هرگاه عین طریقه‌ای که درفوق ذکر به عمل آمد به کار برده شود یعنی ترسیم کره ها با مراکزمختلف منتج به دریافت نقاط '۲-۲ و '۳-۳ یک جا با نقاط برگشت در شروع 'a و در ختم 'e='e باهم منطبق گردیده و مرتسم منحنی خط تقاطع ترسیم می‌گردد. طوری که ملاحظه می‌شود ترسیم منحنی تقاطع با استفاده از طریقهٔ ترسیم کره‌ها می‌تواند در یک مستوی اصلی ارتسام مثلاً

مستوی ارتسام مقابل تعریف گردد درصورتیکه به مرتسم دومی آن ضرورت نه باشد[۹]. که یکی از برتری های طریقه مذکور نسبت به سایر طُرق به خصوص مقایسهٔ آن با طریقهٔ تحول کوادراتیکی می‌باشد.



شکل ۱۴. ترسیم خط تقاطع نور با استوانه درصورتیکه قطر دایره تشکیل دهنده نور کوچک تر از قطر استوانه باشد [۶]

۱۰. نتیجه گیری

از مقایسه طریقهٔ دریافت خط تقاطع به شیوه تحول کوادراتیکی با طریقه ترسیم کره‌های متحدالمرکز و مختلف المرکز نتایج ذیل بدست آمده است:

تشخیص ابتدایی از موقعیت متقابل سطوح نقش تعیین کننده را جهت انتخاب طُرق دریافت خط تقاطع احتواء می‌نماید و نیازمند مطالعه دقیق می‌باشد که باید مراعات گردد. انتخاب این راهکار مناسب گرافیکی حجم عملیه ها را کاهش داده و از تلف‌شدن زمان جلوگیری می‌نماید؛

از طُرق دوایر متحدالمرکز و مختلف المرکز زمانی باید استفاده شود که محورات تناظر سطوح یا هم متقاطع و یا موازی باشند؛

دیده می‌شود که طُرق دریافت خط تقاطع با کمک دوایر متحدالمرکز هنگامی قابلیت اجرایی دارند که سطوح شان حاوی یک مستوی مشترک تناظر باشند؛

دریافت خط تقاطع به کمک کره‌ها برای سطوح منحنی در حه دوم قابل تطبیق است درحالیکه طریقهٔ تحول کوادراتیک نیازمند ترسیم خط مستقیم مرزی می‌باشد؛

خط تقاطع سطوح منحنی درجه دوم با به کاربردن شیوه تحول کوادراتیکی مستلزم خط مرزی و مستوی های قاطع کمکی بوده ولی طریقه کره‌های متحدالمرکز نیاز به مستقیم مرزی ندارد.

استعمال طریقهٔ تحول کوادراتیکی حل اکثر مسایل مربوط به تقاطع متقابل سطوح منحنی حاوی درجات دوم و چهارم سطوح هندسی را به شکل ساده و بسیط در دو مستوی ارتسام میسر می‌سازد.

وجوه مشابه و نزدیکی هردو طریقه عبارت از ترسیم مستوی قاطع کمکی است که به یکی از اشکال سمبولیک ارایه مستوی برای حل موضوع باید ارایه گردد.

۱۱ پیشنهادات

- موقعیت متقابل سطوح هندسی و اشکال متنوع سطوح هندسی باید بیشتر مطالعه گردند.
- طُرق انتخاب مستوی های کمکی شرایط اولیه ترسیماتی را باید مرفوع نمایند؛ مثلاً در صورت تقاطع متقابل دو مخروط؛ مستوی کمکی از راس آنها عبور نماید.

• درصورت تقاطع منقابل مخروط با استوانه، مستوی کمکی باید با تشکیل دهنده های استوانه موازی باشد.
• برای تقاطع منقابل سطوح استوانه با استوانه، مستوی های کمکی با قاعده های سطوح مذبور متقاطع باشد.
• سطوحی که دارای تشکیل دهنده ها با قطر مساوی اند نقاط برگشت شان منحث شروع و ختم خط تقاطع محسوب گردد.
• جهت ترسیم دقیق موقعیت خط تقاطع تعداد بیشتری مستوی های قاطع کمکی انتخاب گردد.
• ترتیب میکانیزم موثر گرافیکی برای شناخت سطوح منحنی جهت انتخاب طریقهٔ دریافت خط تقاطع سطوح قبل از ترسیم آن ضروری می‌باشد.
• استعمال پرزه جات که درنتیجه تقاطع منقابل اجسام هندسی تولید می‌گردند در هنگام تدریس منحیث مواد درسی به مثال آورده شوند.

مآخذ

[۱] دانشیار، نصرالله.۱۳۶۸. هندسهٔ ترسیمی ۱. پولی تخنیک. کابل. نشرات پولی تخنیک.
[۲] عارف، عرفان.۱۴۰۰. هندسهٔ ترسیمی ۲. پولی تخنیک. نشرات کابل. پولی تخنیک.
[۳] عارف، عرفان. ۱۳۹۵. گرافیک انجنیری . کابل . نشرات پولی تخنیک.
[۴] کاکړ، محمد سعید. ۱۳۹۶. رسم تخنیک عمومی. پولی تخنیک. کابل. انتشارات سعید.
[۵] فضلی، گل احمد.۱۴۰۲.مجله علم و تکنالوژی. پولی تخنیک. کابل . نشرات پولی تخنیک.
[۶] عرفانی، عبدالصبور.۱۳۸۳، مجله علم و تکنالوژی پوهنتون پولی تخنیک. کابل- نشرات پولی تخنیک.
[۷] کاکړ، محمد سعید.۱۳۹۸. رسم تخنیک عمومی. پولی تخنیک.کابل. انشارات نوی مستقبل.
[۸] علی‌تاجر، سعید.۱۳۹۶. تأثیر درس هندسه کاربردی بر توانایی فضایی دانشجویان معماری. یوعلی همدان. نامهٔ معماری و شهرسازی.

[9] Ivona Peter.C.P.2010,Annals, Food Science and Technologye,Valahia of Targoviste,Faculty of Eavironmental Engineering and Biotechnology,Targoviste,Romania.

[10] Subrata.Pul,2009, Engineering Drawing, Bioengineering Jadavpur, New Delhi, Raj Preess.

[11] Shah.M.B,2009,Engineering Drawing,Person Education,New Delhi, Sai Print .O. Pac Pvt.Ltd.

[12] Bertoline-Wiebe,2006, Engineering Drawing, United States of America, McGraw-Hill.

[13] Barsukov.P,2006, Buildomg Construction Drawing,Moscow,Peace Publishers.

[14] Morling.K, 2010,Ggomtric and engineering Drawing,Elsvier Insights,Amsterdam.

[15] Manocha.Dinesh,1991,A new approach for surface intersection, State University New York, Buffalo.

[16] Henryk,Koczyk,1978,Geometria wykersina,Szkolinicwa,Panstwowe Wydawnictwo.

[17] Нгуен-Ван,1965, ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, Политехнический Харьковский Институт, Киевво

[18] Arustamov,K.H,Problems in Descriptive Geometry.Moscow,Mir Publishers.

[19] Делоне.Б.Н.и Райков Г.А.1948,Аналитическая гометрия, Политехнический Харьковский Институт, Киевво

[20] Кировв. Ю.И,2007, Черчение для строителей,Высшая Школа Москва: Меер.

[21] Русскович.Н.Л.1970.Начертельная Геометрия.Будвельных.Киев.Киевская Типография Будвельных.

[22] Фролов.С.А.1978,Начертательная Геометрия,Авиационного Технологического Института,Учебник Втузов.

بیوگرافی مولف

پوهنوال دیپلوم محمد عرفان عارف استاد دیپارتمنت هندسه‌ی ترسیمی و رسم تخنیکی پوهنځی ساختمانی پوهنتون پولی تخنیک کابل

پوهنوال محمد عرفان عارف استاد دیپارتمنت هندسه‌ی ترسیمی و رسم تخنیکی پوهنځی ساختمانی پوهنتون پولی تخنیک کابل هست. موصوف از رشته‌ی ساختمان‌های صنعتی و مدنی پوهنتون پولی تخنیک کابل به‌سویه ماستر در سال ۱۳۶۸ هجری قمری فارغ گردیده است. دارای چهار اثر تألیفی و ۱۲ مقاله ملی و بین‌المللی هست ساحه تحقیق شان طرح‌ریزی ساختمانی‌های آهنگانکریتی مقاوم بارهای افقی؛ تعمیم نظریه‌های تحول ارتسام جهت حل مسائل متریک و غیر متریک و هکذا مطالعه سطوح هندسی در نقشه‌های ساختمانی است.