

گ. آ. ولادیمیرسکی

پرو سپکتیو

اصول نظری و عملی

گ - آ - ولادیمیرسکی

پرو سپکتیو

اصول نظری و علمی

پرو یز حبیب پور



انتشارات میر (گوتبرگ)

نام کتاب : پرسپکتیو
اثر : آ-ولاد میرسکی
ترجمه : پرویز حبیب پور
تیراژ : ۳۰۰۰
چاپ : اول ۱۳۶۲
چاپخانه : مهر
لیتوگرافی : امروز ۳۸۵۶۷۶۳
ناشر : انتشارات (گوتنبرگ) میر

فهرست مطالب

۵	پیشگفتار
۹	۶ - راهنمای
۱۳	۶ - ۱ اطلاعات کلی
۱۸	۶ - ۲ پرسپکتیو نقطه
۲۲	۶ - ۳ پرسپکتیو پاره خط مستقیم
۲۵	۶ - ۴ نقطه گریز . خط افق
۳۳	۶ - ۵ پرسپکتیو خطوط موازی . نقطه تلاقی
۴۲	۶ - ۶ تجسم سطح در پرسپکتیو
۴۹	۶ - ۷ مسائل موضعی « پوزیسیونی »
۵۸	۶ - ۸ پرسپکتیو چند وجهی ها
۶۸	۶ - ۹ مقیاس در پرسپکتیو . نقطه فاصله
۸۸	۶ - ۱۰ مسائل متری
۱۱۷	۶ - ۱۱ پرسپکتیو دایره
۱۳۴	۶ - ۱۲ ساختن سایه ها در پرسپکتیو
۱۵۹	۶ - ۱۳ ساختن انعکاس در آینه هموار
۱۶۷	۶ - ۱۴ شرایط عمدۀ درستی ووضوح پرسپکتیو
۱۷۴	۶ - ۱۵ بعضی روش های عملی ساختن تصاویر در روی تابلو
۱۸۴	۶ - ۱۶ ساختن پرسپکتیو اجسام از روی پلان و نما (fasad)
۱۹۷	۶ - ۱۷ تمرین ها

پیشگفتار

امروزه در کارهای آموزشی ، در فن و در علم و هنر ، انواع اشکال و نقشه‌ها و عکس‌ها و تابلوها ب Mizan قابل توجهی مورد استفاده قرار می‌گیرند تمام اینها کاوشی‌اطراف ما را در روی سطح مجسم می‌کنند ، دارای موارد استعمال کاملاً متنوعی می‌باشند .

مثلا برای هدفهای آموزشی و علمی بصورت تصاویر و اشکال و سرای هدفهای صنعتی و ساختمانی بصورت نقشه‌های مهندسی – تکیکی مورد استفاده هستند و همچنین بعنوان آثار صایع مستظرفه ، بنایه محتواه خود ، بینندۀ راتحت تاثیر قرار می‌دهند .

هر شکل ، هر نقشو یا تابلو ، از آمیزش مشروط نقطه‌ها و خطوط و رنگها در روی سطح بوجود می‌آید و این نقطه‌ها و خطوط و رنگها ، از روی اصول معین طوری تقسیم بندی می‌شوند که در بینندۀ تصور تماشای جسمی را که مورد نظر است ، بوجود می‌آورند . Mizan وضوح و رسائی چنین تصوری بستگی باشی دارد که تاجه حد فرم تصویر با فرم واقعی مرخوم (اصل) آن . مطابقت داشته باشد .

آموزش روش های ترسیم تصاویر اجسام بر سطح، بحث هندسه ترسیمی را تشکیل میدهد، تمام روش های هندسه ترسیمی بر اصل تصویر بنیاده اند و این اصل براساس دریافت تصویر توسط شکیه چشم آدمی قرار دارد. هنگام ساختن تصاویر اجسام مختلف، رعایت دقیق اصول هندسه ترسیمی، ضرورتی است که چه در کارهای آموزشی و فنی، و چه در آثار هنری، خود را نشان می دهد.

تصاویر ترسیمی را بسته به چگونگی روش کار، میتوان به دو نوع اصلی تقسیم کرد.

شکل و نقشه.

شکل، تصویری است که در ایجاد آن فقط چشم و دست دخالت داشته و معمولاً برای ساختن آن از ابزار خاص علمی استفاده نمیشود. شکل فقط بطور تقریبی میتواند با اصل مطابقت داشته باشد و به اندازه تصاویری که با روش های علمی دیگر ساخته میشوند، دقیق نیست. شکل، در کارهای آموزشی و فنی وقتی بکار می آید که لازم باشد اطلاعاتی عینی در باره فرم شیئی و تناسبات اجزاء آن داده شود. تابلوهایی که جزء آثار هنری رئالیستی بشمار می آیند، اغلب دارای طرح متنکی بر اصول علمی هستند.

نقشه، تصویری است از جسم که بکمک ابزار نقشه کشی و بارعا است دقیق اصول مبرهن (بدیهی) تهیه شده باشد. نقشه، اطلاعات دقیقی در باره جسم، چه از نظر فرم و چه اندازه های آن، در اختیار مامیگذار دو بیشتر در کارهای فنی و آموزشی، بویژه آموزش علوم فنی، بکار می رود. در نقشه شباهت کامل تصویر با اصل، معمولاً در درجه دوم اهمیت قرار دارد.

علاوه بر دونوع تصویر یاد شده، یعنی شکل و نقشه کماز راه ترسیم بدست می آیند و در بحث هندسه ترسیمی داخل آند، تصاویر فتو گرافی (عکس) نیز موارد استعمال زیادی دارد.

اساس هندسی تهیه عکس نیز بر اصل تصویر فرار دارد. عکس، تصویر هرچیز را کاملاً مطابق با اصل آن نشان داده و تنشیات اندازه‌ای اجزاء آنرا بطور کامل و دقیق بازگو می‌کند. لیکن روش تهیه عکس با روش‌های ترسیمی ارتباطی ندارد و بدین سبب مستقیماً مقوله‌ای در آموزش هندسه ترسیمی بشمار نمی‌آید.

توانائی ترسیم اشیای پیرامون ما، برای صاحبان حرف مختلف ضروری است. معلومات و ملکات اولیه را در این مورد، باید در مدارس و در درس‌هایی چون هندسه، فیزیک و طبیعی وغیره فرا گرفت. کاملاً بدیهی است که معلم رسم و نقاشی باید عمیقاً بر اصول نظری درس خود، یعنی بر اصول ساختن تصاویر اجسام مسلط باشد. دانش نظری لازم در این مورد را می‌توان از بعضی مقوله‌های مباحث هندسه ترسیمی بدست آورد. *

کتاب حاضر محتوی بحث‌های مربوط به تصاویر مرکزی است که بعبارت دیگر تئوری پرسپکتیو نامیده می‌شود. آموزش تصاویر مرکزی یکی از قسمت‌های مرکب مبانی تئوریک درس نقاشی محسوب می‌شود و در عین حال معمول ترین راه فراگرفتن متدھای ترسیمی تصویر سازی است.

فرا گرفتن تئوری‌های تصاویر مرکزی نه فقط امکان می‌دهد که برروش ساختن تصاویر از روی طبیعت (کشیدن شکل‌ها نظاره مدل آن) مسلط باشیم، بلکه ما را قادر می‌سازد که تصاویر مورد نظر را بطور خیالی و یا باشندگان وصف مدل آنها، بطور دقیق بسازیم.

* - این مقوله‌ها عبارتند از . ۱) تصاویر مرکزی یا پرسپکتیو ، ۲) تصاویر موازی ، ۳) نقشه‌های سیستم اورتوگونالی ، ۴) تصاویر باعلامات عددی .

توانایی ساختن تصاویر خیالی (بدون استفاده از مدل) مخصوصاً برای معلمین نقاشی ضروری است . سلط بر اصول تصاویر مرکزی (پرسپکتیو) به معلم امکان می دهد که استدلالهای علمی را وارد اسلوب آموزشی خود کرده و بدینوسیله اصول ساختن تصویر را که با ساختمان هندسی آن مربوط است ، بهتر به شاگردان خود بیاموزد .

گ . آ . ولادیمیرو سکی

راهنما

در باره پرسپکتیو و لزوم دانستن آن برای نقاشان و پیکرتراسان و معماران و صاحبان مشاغل دیگر، مولف کتاب در مقدمه خود باندازه کافی صحبت کرده است. در اینجا فقط اضافه می‌کنم که آشنایی با اصول پرسپکتیو بسیزه برای هنرمندان واقع گرا "رئالیست" ضروری است، زیرا اگر قبول کنیم که طرح، اساس نقاشی و مجسمه سازی را تشکیل می‌دهد، باید این اساس در هراثری درست و کامل باشد تا اثر، نتیجه درس و کامل داشته باشد.

وجود سکهای مختلف مدن در نقاشی و پیکر تراشی نیز، هنرمند را از لزوم فرا گرفتن پرسپکتیو و اصول صحیح طراحی بی نیاز نمی‌کند. هنرمند در هر سکی که بخواهد کار کند، ناگزیر از دانستن اصول اولیه و اصلی کار خود است، و گرنه کار او بهر حال از کمال مطلوب برخوردار نخواهد بود.

در بعضی آثار نقاشی، کاهی می‌بینیم که مثلا خیابان مانند جاده کوهستانی، بطور اغراق آمیز سر بالا است، دیوار کج و خانه در حال فرو-

ریختن است، تنگ آب بجای اینکه روی میز قرار داشته باشد بر بالای آن معلق است و یا انداره آدمها نسبت به فواصل آنها درست نیست و خیلی چیزهای دیگر از این قبیل، حال آنکه اگر نقاش با صول پرسپکتیو آشنا باشد، چنین نقائصی در کارهایش وجود نخواهد داشت.

بطور خلاصه اگر هنر نقاشی را به نویسنده‌گی تشبیه کنیم پرسپکتیو الفباء و دستور زبان آن محسوب می‌شود و همانطورکه نویسنده باید باصول و قواعد دستوری زبان خود تسلط کامل داشته باشد، نقاش و پیکر تراش نیز باید قواعد اصلی کار خود را بخوبی بداند.

جای خوشنودی است که در سالهای اخیر، هنرهای تجسمی در کشور ما از رکود دیرین خود رها گشته و جامعه‌ما شروع به توجه نشان دادن و علاقمند شدن به این هنرها کرده است. در این میان هنرمندان واقع کرا باید در گسترش و پیشبرد این هنرها سهم بیشتری داشته باشد، زیرا که جامعه‌ما بر هنر رئالیستی و هنرمندان واقع کرا سیار بیشتری دارد. کار هنرمند واقع گرا، بر خلاف آنچه بعضی‌ها گفته‌اند، تقلید و کپیه بی‌تفاوت واقعیات نیست، بلکه درک صحیح واقعیات، برخورد درست با آن و ارائه آثار گویا و عمیقی است که در پیشرفت و تکامل اندیشه توده‌ها موثر باشد.

این کتاب بیشتر بحاطر هنرآموزانی که امکان دسترسی به درس و معلم ندارند، ترجمه شده است. امیدوارم در آینده نیز با داشتن امکان بیشتر، بتوانم کتابهای آموزشی دیگری در زمینه نقاشی، در اختیار این نوع هنرمندان و دیگر علاقمندان بگذارم.

اصل این کتاب بزبان روسی است و توسط گ. آ. ولادیمیرسکی برای استفاده دانشجویان دانشکده‌های آموزگاری، بویزه آنها یکه باید نقاشی و مجسمه سازی و معماری تدریس کنند، نوشته شده است و بهمین سبب مطالب آن تقریباً فشرده و سنگین است. کتاب در سال ۱۹۶۹ به چاپ رسیده است.

ترجمه کتاب از متن اصلی انجام شده و برای اینکه قابل استفاده هنر آموzan، بویژه آنها یکه پیش خود کارمی کنند باشد ، در ترجمه آن سعی شده است تا حد امکان جملات ساده بوده و فهم مطالب آن آسان باشد . تقریباً در مورد تمام مسائل ، درجای خود توضیحات اضافی داده شده و طرز حل اغلب مسائل مشکل به متن درسها اضافه شده و بالاخره برای تفہیم بیشتر مطالب ، از تجربیات چندین ساله خود در زمینه نقاشی نیز ، استفاده کردند . در نتیجه برای استفاده از این کتاب احتیاج به معلومات خاصی در سطح بالا نیست و کسانی هم که اندک اطلاعی از هندسه داشته باشند ، میتوانند مطالب آن را بفهمند . خوب است هنر آموzan قبل از شروع به کار ، به نکات زیر توجه کنند .

کسانیکه دارای معلومات هندسی در حدود دوره اول متوجه باشند ، براحتی میتوانند از کتاب استفاده کنند . اما آنها یکه دارای - چنین معلوماتی نیستند ، بهتر است قبلاً با اشکال اصلی هندسی و قوانین عمده آن ، مخصوصاً با زوایا و سطوح و حالات خطوط نسبت بیکدیگر آشنا شوند و اگر این امکان هم نبود ، خوب است در حین کار ، هر جا که به اصطلاحات هندسی مانند " مربع " ، " مثلث متساوی الساقین " ، " هرم " وغیره برخورددن ، از کمک کسانیکه در این مورد اطلاع دارند ، استفاده کنند و بعد از اینکه معانی و خصوصیات این اصطلاحات را فهمیدند ، به کار خود ادامه دهند .

کتاب ، شامل اصول نظری " تئوری " پرسپکتیو و همچنین راههای عملی بکار بردن این اصول است . در آخر کتاب مسائلی ارائه شده که بعنوان تعریف باید مستقل از حل شوند . صورت وسائلی که برای کار لازم اند در آغاز تعریفات داده شده است (البته ساید نوچهداشت که وسیله‌ای بنام " دستگاه تصویر یاب " ، " که در سراسر کتاب با آن سروکار داریم فقط جنبه تئوریکی داشته و وجود خارجی ندارد) .

چون تمام مطالب کتاب بهم مربوط بوده و هر درس دنباله درس قبلی میباشد، هنر آموzan باید از همان آغاز کار، هر درس را بخوبی پاد گرفته و پس از انجام تعریفات زیاد و فهم کامل مطالب آن، درس دیگر را شروع کنند.

هنگام فرا گرفتن هر درس، باید شکل‌های مربوط به آنرا بترتیبی که در مسائل خواسته شده، رسم کرد. صرف اتفاق، کردن به اشکال کتاب در حل مسائل، ممکن است هنر آموزن را دچار گیجی کند، زیرا اشکال کتاب معمولاً مسائل را بصورت حل شده و کامل نشان می‌دهند. برای مثال، در مورد شکل ۲ (۱) باید اینطور عمل کنیم. اول باید صفحه K را رسم کنیم. بعد جسم T را در یک طرف K رسم کرده و در طرف دیگر نیز نقطه‌ای چون S را انتخاب کنیم. آنوقت شعاع‌های از S بطرف T رسم کرده و در محدوده شعاع‌ها روی صفحه K، T را که تصویر T بر روی K است، بکشیم. این طرز کار ما را با مراحل مختلف ساختن تصویر بخوبی آشنا می‌کند و باید هنگام حل تمام مسائل این کتاب، کاملاً مراعات شود. ضمناً باید به معانی دقیق اصطلاحاتی چون "خطافق"، "سطح افق"، "نقطه گریز"، "خط گریز"، نقطه اصلی"، "شعاع اصلی" و . . . که در کتاب بکار برده شده، توجه کامل مبذول گردد، چون هر یک از اینها میبن مفهوم خاصی است که در مسئله دارای اهمیت است و اشتباه یکی با دیگری هنر آموزن را دچار گمراحتی خواهد کرد.

و بالاخره به هنر آموزان عزیز توصیه میشود که اگر درسی را نفهمیدند، دو باره و سه باره مرور کنند و در صورت مشکل بنظر آمدن درس، با ذهن خسته کار را ادامه ندهند و آنرا برای روز بعد بگذارند تا با نیروی نازه تری بکار ببرند و نتیجه بهتری بگیرند.

امید است این کتاب برای علاقمندان مغید واقع شود.

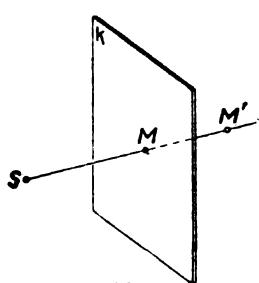
موفقیت و پیشرفت شما را آرزو میکنم.

پرویز حبیب‌پور

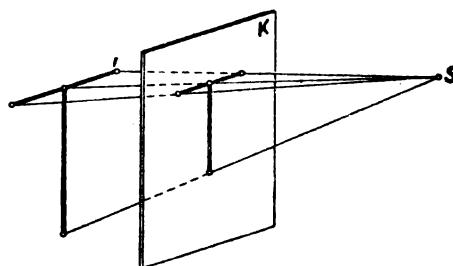
۱ - §

اطلاعات کلی

اگر بخواهیم جسم را که در فضا قرار دارد در روی سطحی مجسم کنیم باید تصویر آن جسم را در روی سطح نامبرده بسازیم فرض کنیم نقطه‌ای در فضا داریم که می‌خواهیم تصویر آن را روی صفحه ای بسازیم. اولاً نقطه مورد نظر را M و صفحه خود را K مینامیم. بعد خط مستقیمی را در نظر می‌گیریم که از این طرف صفحه با آن طرف عبور کرده و به نقطه M' رسیده است، مانند خط SM در شکل ۱ نقطه تقاطع خط SM' را با صفحه نابلو، یعنی با K ، ع.مت گذاشته و آنرا M' مینامیم. نقطه تصویر نقطه M می‌باشد. خط مستقیم SM' را که در اینجا توسط آن تصویر را یافته‌ایم خط مصور می‌نامیم.



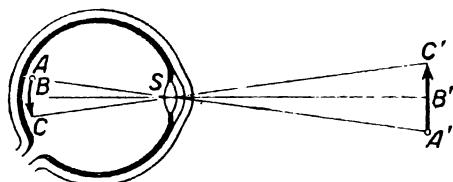
شکل ۱



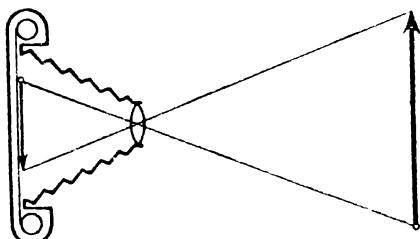
شکل ۲

خوب است از حالا بخاطر بسیاریم که نقطه S محلی است که چشم ببیننده در آن واقع شده و در تمام بحث‌های این کتاب نیز S معنی نقطه دید است.

حال اگر چند خط مصور از نقطه‌ای چون S بطرف جسمی چون T' در فضا کشیده شده (شکل ۲) و سر راه خود از صفحه K بگذرند در آن صورت شکل T' بدست خواهد آمد که تصویر T' در روی صفحه K است. در این حالت شکل T تصویر مرکزی جسم T نامیده می‌شود. این روش، که توسط خطوط مصور منشعب از یک نقطه (نقطه دید) تصویر اشکال واقع در فضای را در روی صفحه‌ای مجسم می‌کنیم، روش تصویر مرکزی نام دارد. روش تصویر مرکزی بر اساس دریافت تصویر بر روی شبکیه چشم انسان بنا شده است. نگاهی به شکل‌های شماتیک (خلاصه) ۳ و ۴ بکنیم. شعاع‌هایی از نقاط C' , B' , A' جسمی بطرف سطح داخلی چشم که نسبت به سور حساسیت دارد (شبکیه) تابیده و ضمن گذرا از نقطه‌ای چون S (مرکز بینائی چشم) به نقاط A , B , C میرسند.



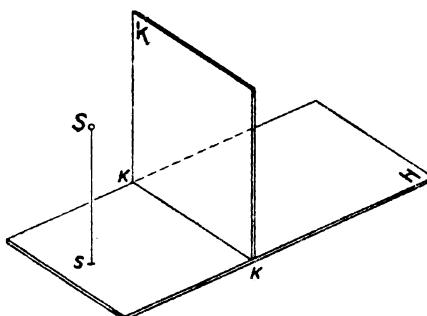
شکل ۲



شکل ۴

بدین ترتیب تصویر حاصل بر روی شبکه چشم، یعنی A, B, C موافق با آنچه در بالا گفته شد، تصویر مرکزی C' , B' , A' بشمار می‌آید.
اساس دریافت تصاویر عکاسی نیز بر اصل تصویر مرکزی قرار دارد
• (شکل ۴)

اکنون برای اینکه بتوانیم با روش "تصویر مرکزی"، تصاویر اجسام واقع در فضای بر روی سطح بسازیم از وسیله‌ای که آنرا با صطلایح دستگاه تصویر یاب می‌نامیم، باید استفاده کنیم. بدینهی است که اول باید با دستگاه تصویر یاب خوب آشنا شویم. اجزاء، چنین وسیله‌ای عبارتند از—
۱) صفحه تصویر یا صفحه تابلو که همیشه آنرا صفحه K خواهیم نامید و آن صفحه‌ای است که تصاویر را بر روی آن می‌سازیم. صفحه K همیشه عمود بر سطح افقی است.



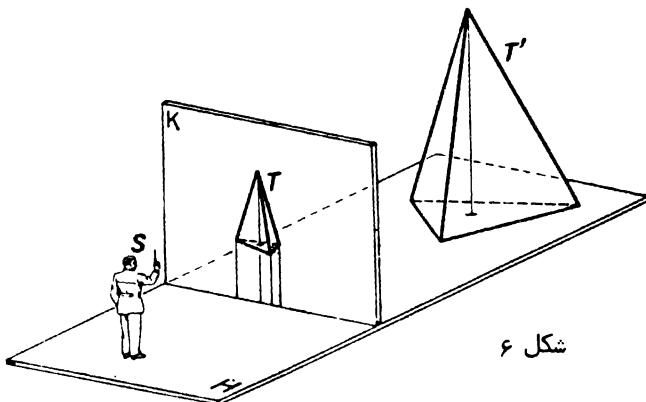
شکل ۵

و ضمنا در پرسیکتیو همیشه آنرا شفاف درنظر می‌گیریم.
۲) صفحه موضوع یا جسم که سوزه و مدل مورد نظر بر روی آن قرار دارد. این صفحه را همیشه با حرف H مشخص می‌کنیم. این صفحه بجای سطح زمین بشمار می‌آید و سایر این همیشه افقی در نظر گرفته می‌شود و بدین ترتیب صفحه H همیشه عمود بر صفحه K است. خط تقاطع این دو صفحه (یال فرجه) را قاعده تابلو نامیده و آنرا با KK' مشخص می‌کنیم.

۳) مرکز تصویر یا نقطه دید که همیشه با حرف S مشخص میشود.
 از همین نقطه S است که خطوط مصور بطرف جسم مورد نظر امتداد می‌یابند
 و درواقع مثل شعاع‌های دید چشم بشمار می‌آیند. از نقطه S عمودی به
 H فرود آورده و قاعده آنرا Ss کوچک (s نامیم). این نقطه را
 باصطلاح نقطه توقف می‌نامند. طول ss نشان دهنده ارتفاع نقطه دید
 (S) از صفحه جسمی (H) است.

در دستگاه تصویر یاب جسم مورد نظر (موضوع) و نقطه دید همیشه
 در دو طرف K قرار دارد. آن قسمت از فضای که موضوع در آن قرار دارد
 فضای جسمی یا فضای موضوع می‌نامند. باید در نظر داشته که هنگام حل
 مسائل مربوط به پرسپکتیو صفحات K و H معمولاً نا محدود در نظر گرفته
 میشوند.

به شکل ۶ توجه کنید. اگر بیننده‌ای از نقطه S به جسم T که
 در آن طرف صفحه K قرار دارد (صفحه K شفاف در نظر گرفته میشود)
 نگاه کرد و طرح جسم را همانطور که می‌بیند بر روی سطح شفاف کپیه کند.
 شکل حاصل، درست تصویر مرکزی جسم T خواهد بود.



شکل ۶

نقشی که تصویر مرکزی جسمی بشمار می‌آید بعبارت دیگر نقش
 پرسپکتیوی آن جسم و یا ساده‌تر بگوئیم پرسپکتیو آن جسم نامیده میشود.

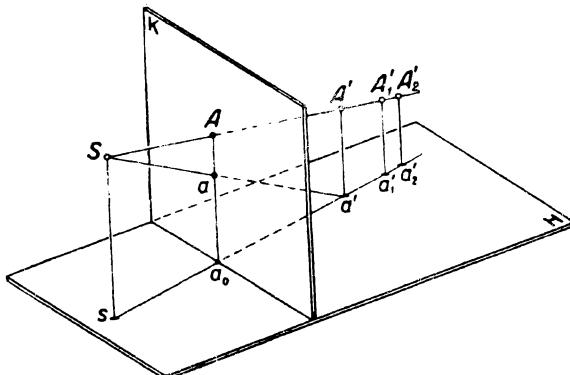
(کلمه پرسپکتیو در اصل لاتینی و از لغت **perspicere** ، که معنای نگاه کردن از میان و یا از لای چیزی است ، گرفته شده است) . اصطلاح پرسپکتیو بیشتر برای نشان دادن طرز کار با روش " تصویر مرکزی " بکار می رود .

۲ - §

پرسپکتیو نقطه

فرض می کنیم شعاعی که از نقطه ای چون A که در فضای جسمی واقع است، می تابد، ضمن گذر از نقطه دید S با صفحه تابلوئی K در نقطه A' برخورد کند (شکل ۷) . در اینصورت بنا به گفته های در سه قبل، نقطه A' پرسپکتیو (تصویر) نقطه A بشمار می آید. با دقت کردن در شکل ۷ میتوان دریافت که نقطه A نه فقط پرسپکتیو نقطه A' است، بلکه میتواند همچنین پرسپکتیو نقاط بیشماری چون A'_1, A'_2, A'_3, \dots باشد که همه در طول شعاع SA قرار دارند.

بنابر این، نقطه A که بخودی خود روی صفحه تابلو انتخاب شد نمیتواند جواب مسئله ما باشد، زیرا ما میخواهیم پرسپکتیو نقطه A' را که دارای وضع معینی در فضای جسمی است، بدست آوریم.



شکل ۷

برای اینکه تصویر نقطه A' را بطور دقیق و با رعایت وضع آن در فضای جسمی، بر روی سطح تابلو بسازیم، باید اینطور عمل کنیم۔

از نقطه A' عمودی بر صفحه جسمی H فرود می‌آوریم، نقطه برخورد عمود با صفحه H ، یعنی نقطه a' تصویر قائم (تصویر اورتوگال) نقطه A' بشمار می‌آید و در اینجا آنرا قاعده نقطه A' می‌نامند.*

از شکل ۷ بخوبی پیدا است که پرسپکتیوهای قاعده‌های نقاط A و A' ... با پرسپکتیو قاعده نقطه A' منطبق نمی‌باشند، و یا ساده‌تر بگوییم تصویرهای نقاط A و A' (برخلاف A و A' ...) بر روی صفحه K ، باهم در یک نقطه قرار نمی‌گیرند. از اینجا نتیجه می‌گیریم که برای بدست آوردن تصویر دقیق نقطه معین در فضا چون A' ، لازم است در روی K دو نقطه بدست آید. A و a' که اولی پرسپکتیو نقطه A' و دیگری پرسپکتیو قاعده نقطه a' (پرسپکتیو تصویر قائم a') محاسب می‌شوند. برای نشان دادن رابطه فوق بین نقاط A و a' آنها را با خط راستی که از A به قاعده تابلو عمود است بهم وصل می‌کنند. این خط در عین حال تصویر خط AA' محسوب می‌شود.

*- کسانیکه از نقشه کشی اطلاع دارند میدانند تصویر "اورتوگال" چگونه است، لیکن برای کار ما همینقدر کافی است که بدانیم برای بدست آوردن تصویر قائم جسمی، باید خطوط مصوری که فاز نقاط مختلف جسم مورد نظر می‌گذرند، همگی عمود بر سطح H بوده و درنتیجه باهم موازی باشند. بعبارت دیگر در تصویر قائم سطح H نقش K را بعده داردو تصویر بر روی H بدست می‌آید و مهمتر اینکه "شعاع‌های دید" در اینجا از یک نقطه نمی‌گذرند بلکه همه باهم موازی هستند.

اکنون طرز ترسیم پرسپکتیو نقطه A را با داشتن قاعده آن (a) بر روی دستگاه تصویر یاب، بترتیب زیر فرا میگیریم.
*) شعاع های دید خود را از نقاط A و a میگذرانیم، *

ب) از نقاط SA و S^a صفحه کمکی Q را بر H فرود می آوریم
این صفحه، صفحه H را در روی خط .sa قطع می کند (نام صفحه Q در شکل ۷ چاپ نشده است)

و) نقطه تقاطع صفحه کمکی Q با قاعده، یعنی نقطه a را نشانه میگذاریم.

گ) از نقطه a عمودی اخراج می کنیم. این خط در واقع خطی است که از تقاطع صفحه کمکی Q با صفحه K بدست آمده است.

د) نقاط برخورد این خط را با شعاع های SA و S^a با حروف A و a نشانه میگذاریم. نقاط اخیر تصاویر و یا پرسپکتیو های نقطه A و قاعده آن a، بشمار می آیند.

توجه کنید که اگر نقطه A بر صفحه H قرار داشته باشد، واضح است که بر قاعده خود a منطبق بوده و درنتیجه پرسپکتیو حاصل بر روی نابلو نیز با پرسپکتیو قاعده A منطبق بوده و بصورت یک نقطه خواهد بود.

*- در واقع از جسم شعاع هایی خارج نمیشوند، بلکه امواج نورانی ای که چشم از اشیاء دریافت می کند باعث دیدن آن اشیاء میشوند. بنابر این در بحث های مربوط به پرسپکتیو اگر صحبت از شعاع هایی میشود که از جسم خارج نمیشوند، صرفا جنبه فرضی دارد.

اکنون یکبار دیگر و خلاصه تر نکار میکیم که برای بدست آوردن پرسپکتیو نقطه‌ای اول تصویر قائم نقطه نامبرده را بر H معین کرده و نقطه حاصل را به نقطه توقف (s کوچک) وصل میکنیم . از محل برخورد خط حاصل با قاعده تابلو عمودی اخراج کرده و محل برخورد آن با شعاعی را که از S به نقطه مورد نظر کشیده شده، مشخص می‌کنیم .
نقطه اخیر پرسپکتیو نقطه واقع در فضا خواهد بود .

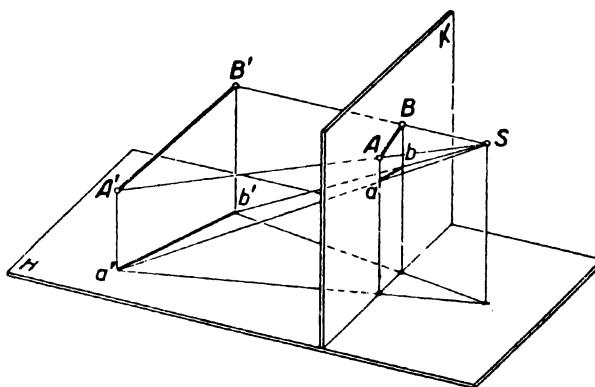
۳ - §

پرسپکتیو پاره خط مستقیم

پرسپکتیو خط مستقیمی که در فضا و درجهت دلخواه قرار دارد، بدین ترتیب بدست می آید - از نقطه دید \odot شاع هائی بسوی همه نقاطی که خط را تشکیل می دهد، امتداد می یابند. نقطه برخورد هر یکا ز این شاع ها با صفحه K پرسپکتیو یکی از نقاط مذکور را بدست می دهد و مجموع پرسپکتیو های این نقاط پرسپکتیو پاره خط را تشکیل میدهد.

از مجموع این شاع ها صفحه ای فرضی تشکیل میابد که آنرا صفحه شاعی می نامند. بنابراین میتوان اینطور تعریف کرد که، چون پرسپکتیو پاره خط مستقیم از تقاطع صفحه شاعی با صفحه K بدست می آید، بصورت خط مستقیم است. از اینجا نتیجه میگیریم که برای ساختن پرسپکتیو پاره خط مستقیم، کافی است فقط پرسپکتیو دو نقطه از آن را پیدا می کنیم و آنوقت خطی که بر روی تابلو این دو نقطه را بهم وصل کند، پرسپکتیو پاره خط مورد بحث خواهد بود.

برای ساختن پرسپکتیو قطعه خط $B:A$ (شکل ۸) که در فضا قرار دارد، باید پرسپکتیو های نقاط A و B و a' و b' بر روی تابلو ساخته شوند (برای بدست آوردن پرسپکتیوهای این نقاط روشی را که در درس ۲ فراگرفته ایم بکار میبریم) .



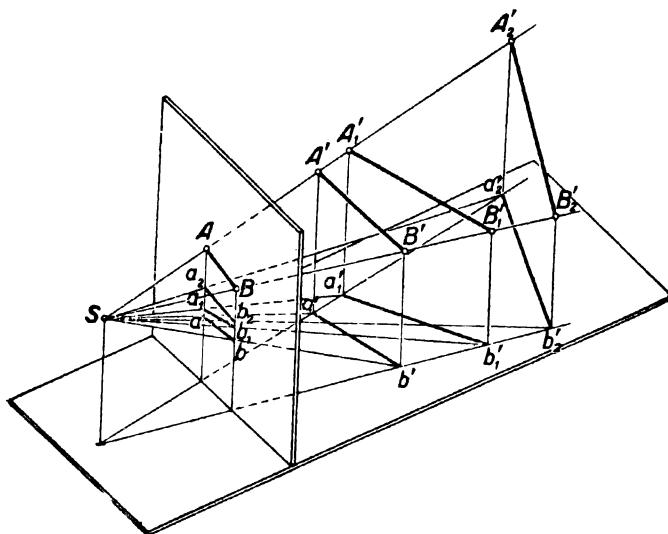
شکل ۸

بعد از آنکه نقاط A و B و a و b را بعنوان پرسیکتیو چهار نقطه یاد شده قبلى بدست آوردیم ، نقاط A و B و همچنین a و b را دوبدو بهم مربوط می کنیم . بدین ترتیب ما پرسیکتیو خط \overline{BA} و نیز پرسیکتیو تصویر قائم آن \overline{ba} را میسازیم، اگر نقاط A و a و همچنین B و b را بهم مربوط کنیم ، دو خط حاصل ، پرسیکتیوهای دو خط قائمی خواهند بود که \overline{BA} را با \overline{H} مربوط کرده اند و این دو خط جنانکه در شکل ۸ می بینید ، \overline{AA} و \overline{BB} هستند اکنون به شکل ۹ نگاه کنیم .

با نگاهی به دستگاه تصویریاب میتوان در یافت که دو خط \overline{BA} و \overline{bA} بر روی نابلو ، پرسیکتیو پاره خط مستقیم $\overline{B'A}$ و تصویر قائم آن \overline{ba} را تشکیل می دهند . لیکن از شکل ۹ همچنین پیدا است که \overline{BS} میتواند در عین حال پرسیکتیو پاره خطهای بیشماری چون $\overline{A'_1A'_2}$ ، $\overline{B'_1B'_2}$ ، ... باشد که همه در امتداد صفحه شعاعی \overline{BSA} قرار دارند و از طرفین توسط شعاع های \overline{AS} و \overline{BS} محدود میشوند .

اما پرسیکتیوهای تصاویر قائم این خط ها نمیتوانند با پرسیکتیو تصویر قائم \overline{BA} یکی باشند ، زیرا با آن در یک سطح قرارند (به ۲ یعنی پرسیکتیو تصاویر قائم نقطه ها توجه کنید) . پس بطور خلاصه ، بخاطر بسپریم که سه م

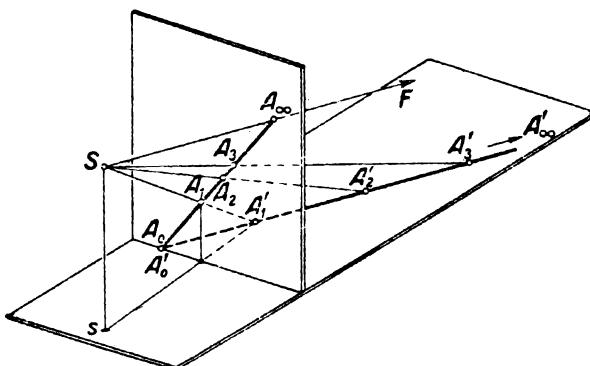
خطوط فضائی که در صفحه شعاعی دید ما قرار داشته باشند ، در روی تابلو دارای هر سیکتیوی می باشند که بصورت خط واحدی است ، زیرا تمام آنها منطبق بر هم اند .



شکل ۹

نقطه گریز . خط افق

بر روی سطح جسمی خط راستی در جهت دلخواه میکشیم و برای آنکه پرسیکتیو این خط را بدست آوریم ، ابتدا پرسیکتیو دو نقطه از آن را میسازیم (شکل ۱۰) . برای این کار خط راست را بطرف تابلو آنقدر امتداد می دهیم تا با قاعده آن برخورد کند . از نقطه برخورد امتداد خط با قاعده تابلو ، یعنی نقطه A_0 برای منظور خود استفاده می کنیم . به این ترتیب که اگر از A_0 بجای یکی از دو نقطه مورد لزوم استفاده کنیم ، پرسیکتیو آن خود هم خواهد بود زیرا که خود قاعده تابلو و در نتیجه بر روی تابلو قرار دارد . نقطه دیگر بطور دلخواه در روی خط انتخاب می کنیم (مثلاً A_1') و پرسیکتیو آنرا با روش ۲ پیدا می کنیم نقطه بدست آمده را A_1 نامیده و به A_0 وصل می کنیم . پس A_1 پرسیکتیو خطی است که بر روی صفحه جسمی کشیده ایم .



شکل ۱۰

حال نقطه A' را در امتداد خط مورد بحث دورتر برده و در موقعیت A_2 قرار میدهیم. آنوقت A که پرسیکتیو A بر روی تابلو است نیز، در امتداد خط A_1 دورتر رفته و متناسب با وضع، در موقعیت‌های چون A_3 و A_4 قرار خواهد گرفت. پس از کردن این نقاط جدید بسیار آسان است و یکم شعاع‌های S^1 و S^2 براحتی معین میشوند. پس هر چه نقطه انتخابی در روی خط دورتر از تابلو باشد، بدیهی است که پرسیکتیو آنهم در روی تابلو باید دورتر نمایانده شود (دورتر از قاعده تابلو باشد).

حال اگر نقطه انتخابی بر روی خط، چون نقطه A_0 در شکل ۱۵، در بینهایت قرار داشته باشد، شعاع دید ما که بسوی این نقطه روان است با خط مذکور موازی بوده و با K در نقطه‌ای چون A برخورد خواهد کرد. (توجه کنید که نقطه A_0 که بعنوان نقطه بینهایت خط مورد بحث در شکل ۱۵ نموده شده، نقطه‌ای است فرضی. زیرا علاوه نمیشود بینهایت را در شکل نشان داد). نقطه A_0 در روی تابلو نشان دهد که پرسیکتیو نقطه‌ای متعلق به خط A_1 است که در بینهایت قرار دارد. توجه کنید که نقطه A_0 در روی شکل ۱۵ از برخورد شعاع S که موازی A_1 است یا امتداد A_1 بدست ۷ مده است.

از جریان کار چنین نتیجه میگیریم که خط A_0A_1 که پرسیکتیو خط محسوب میشود نمیتواند در روی تابلو دورتر از نقطه A_0 ادامه داشته باشد، زیرا که A_0 خود تصویر نقطه بینهایت است و دورتر از بینهایت نیز امکان ندارد. نقطه A_0 را آخرین نقطه خط A_0A_1 می‌نامند. در پرسیکتیو بحای آخرین نقطه اصطلاح سقطه گریز بکار میبرود و بعد از این هم در کتاب، ((نقطه گریز)) خواهیم گفت.

نقطه گریز A_0 را بر روی دستگاه تصویریاب میتوان با روشی که در ۸ ذکر شده است بدست آورد.
برای این کار باید-

(۱) شعاع دید NS را موازی A_0A_1 رسم کرد-

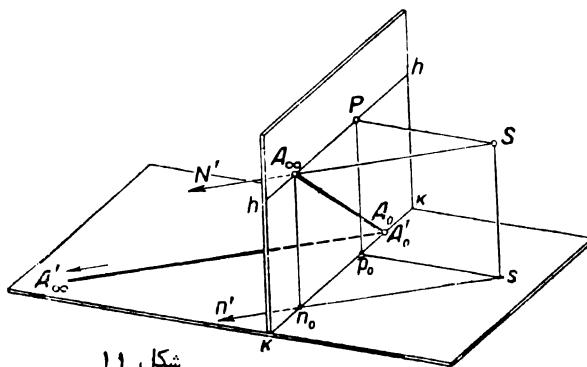
(شکل ۱۱)

۲) از خطوط $\dot{N}S$ و sS صفحه کمکی مصور Q را گذرانده و خط تقاطع آنرا با صفحه H ، یعنی خط $n's$ را موازی با $\dot{N}S$ بدست می‌آوریم، $S\dot{n}11SN$.

۳) نقطه n_0 را که محل برخورد صفحه مصور کمکی با قاعده تابلو است، نشانه می‌گذاریم.

۴) خطی را که باید از تقاطع صفحه مصور کمکی با سطح تابلو بوجود آید، بدینگونه پیدا می‌کنیم. از n_0 عمودی اخراج می‌کنیم تا با $\dot{N}S$ برخورد کند.

۵) نقطه برخورد عمود اخراجی از نقطه n_0 با شعاع $\dot{N}S$ ، توسط حرف $A_{\infty\infty}$ نشانه می‌گذاریم.



شکل ۱۱

از جریان کار معلوم می‌شود که نقطه گریز هر خط واقع بر H دارای فاصله‌ای از قاعده تابلو می‌باشد که برابر است با طول ارتفاع نقطه دید. یعنی $A_{\infty\infty} = sS \cdot n_0$.

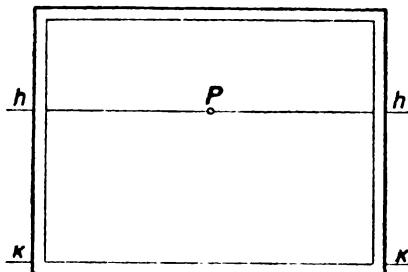
از اینجا نتیجه می‌گیریم که از مجموع نقاط گریز پرسپکتیو های خطوط راست واقع بر سطح جسمی، بر روی تابلو، خط راستی موازی با قاعده تابلو تشکیل می‌شود که ارتفاع آن (فاصله آن از قاعده تابلو) برابر است با ارتفاع نقطه دید. این خط، آخرین خط سطح جسمی که محاسب می‌شود. آخرین خط، نشان دهنده پرسپکتیو خطی است متعلق به سطح که درینهاست قرار دارد و همچنین در روی تابلو معین‌کننده مرز سطح جسمی با تمام نقاط و خطوط متعلق بدان است.

آخرین خط سطح جسمی خط افق نام دارد. در شکل ۱۱ خط hh خط افق محسوب میشود. خط افق همیشه با همین دو حرف مشخص میشود. نقطه P که شاعع دید PS در آن نقطه بر صفحه تابلو و بر خط افق عمود است، نقطه اصلی تابلو نامیده میشود و خود شاعع PS شاعع اصلی نام دارد. صفحه‌ای که از نقطه دید و خط افق بگزند صفحه افق نام دارد.

خط افق، نقطه اصلی و قاعده تابلو عناصر مهمی هستند که در ساختن پرسپکتیو اجسام نقش مهمی دارند. بنابراین لازم است که با این عناصر بخوبی آشنا شویم تا در مباحث بعدی کار ما آسان‌تر شود. بهتر است علامات اختصاری این عناصر را که در زیر نوشته شده، بخوبی فراگیریم.

SP	-	شعاع اصلی	hh	-	خط افق
KK	=	قاعده تابلو	P	=	نقطه اصلی
K	=	تابلو	H	=	سطح جسمی

شکل ۱۲ صفحه تابلویی را مجرّا از دستگاه تصویری بابستان میدهد در



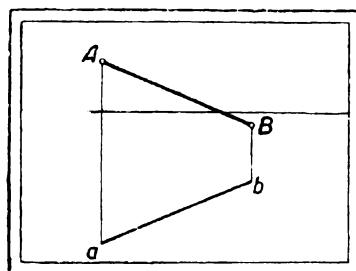
شکل ۱۲

روی آن قاعده تابلو (KK)، خط افق (hh) و نقطه اصلی (P) مشخص هستند. وجود عناصر مذکور در روی تابلو بـما امکان می دهد که حلمات اصلی را در مورد موقعیت عناصر دستگاه تصویریابی که تابلو اخیر جزئی از آن محسوب میشود، بدست آوریم.

متلاخت hK نشان دهد هند مارتفاع نقطه دیدار سطح جسمی و نقطه P قاعده خط راستی است که از S گذشته و عمود بر سطح تابلو می باشد . خط افق (hh) و خط KK مشخص کننده حدود آن قسمت از سطح تابلو می باشد که تصاویر نقاط متعلق به فضای جسمی که پائین تر از خط افق قرار داشته باشند ، میتوانند در آن واقع شوند ، یعنی هر نقطه ای که در تابلو بر خط افق و یا پائین تر از آن قرار داشته باشد ، از دو حالت خارج بیست یا پرسیکتیو نقطه ای است که بر سطح جسمی قرار دارد ، و یا متعلق به فضای جسمی است . لیکن اگر نقطه ای در بالای خط افق واقع باشد ، فقط متعلق به فضای جسمی است .

اکنون در چند مثال نشان داده میشود که چگونه تابلوی شکل ۱۲ میتواند برای حل بعضی مسائل ساده پرسیکتیوی مورد استفاده قرار گیرد .
مثال ۱- در تابلو (شکل ۱۳) پاره خط مستقیم AB نموده شده که در جهتی غیر معین در فضا قرار دارد . میخواهیم بدانیم در صورتیکه این خط از دو طرف امتداد یابدیما سطح جسمی و سطح تابلو در چه نقاطی برخورد خواهد کرد .

تبصره - نقاط برخورد پاره خط را با سطح تابلو و سطح جسمی ،
بترتیب اثر تابلوئی و اثر جسمی پاره خط می نامیم .

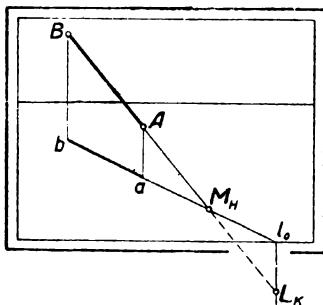


شکل ۱۳

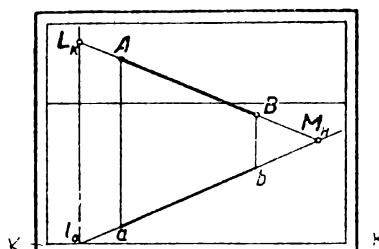
از خط BA صفحه Q را قائم بر سطح جسمی میکزرانیم و

را که خط تقاطع Q با H است، بدهست می‌آوریم. *

را ادامه داده و نقطه M_H را پیدا مکنیم. این نقطه اثر جسمی خط BA می‌باشد (ش ۱۴). همچنین با ادامه دادن ba نقطه L_K را که محل برخورد آن با قاعده تابلو است، معین می‌کنیم. از نقطه‌ها خیر عمودی اخراج کرده و تا برخورد با امتداد BA ادامه میدهیم و بدینسان را که اثر تابلوئی BA است پیدا می‌کنیم. پس اثرهای جسمی و تابلوئی پاره خط BA در شکل ۱۴ عبارتند از M_H و L_K .



شکل ۱۵



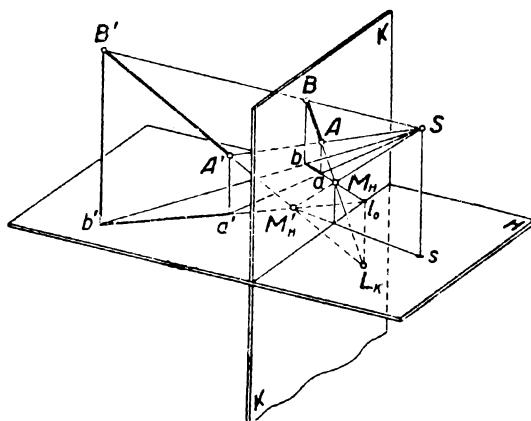
شکل ۱۴

شکل ۱۵ همین مسئله را در صورتیکه اثر تابلوئی خط پائین‌تر از سطح جسمی قرار داشته باشد، نشان می‌دهد. یعنی وضع خط BA در شکل ۱۵ طوری است که اگر آنرا بطرف تابلو امتداد دهیم، قبل از برخورد با سطح تابلو، با سطح جسمی برخورد خواهد کرد (ش ۱۵ M_H). بنابراین برای پیدا کردن اثر تابلوئی BA ، باید خط مذکور را در زیر سطح جسمی نیز ادامه دهیم.

* - در این کتاب بیشتر صفحاتی که در مسائل برای ساختن پرسپکتیو وغیره، بعنوان صفحه کمکی بکار می‌روند "Q" نامیده می‌شوند، لیکن در بعضی اشکال، برای گریز از شلوغی شکل، حرف "Q" در روی صفحات نامبرده نوشته‌نشده است

برای توضیح بیشتر این مسئله به دستگاه تصویر یاب مراجعه می کنیم . . شکل ۱۶ حل این سئله را بر روی دستگاه تصویر یاب نشان می دهد .
 از طرز قرار گرفتن ba - تصویر قائم BA نسبت به قاعده تابلو همیشه میتوان فهمید که BA در چه جهتی باید امتداد یابد تا با سطح تابلو برخورد کند . جهتی را که اثر جسمی پاره خط باید در آن بدست آید همیشه نمیتوان بدون اعمال اضافی پیش بینی کرد .

پنونکه در سکل ۱۶ می بینید صفحه K پائین تراز صفحه H ادامه یافته و نقطه Lk بر روی آن بدست آمده است . عمل "باید ba " را در شکل ۱۵ ادامه دهیم تا l بدست آید و این نقطه عمودی اخراج کنیم تا با امتداد BA برخورد کند و این درست همان کاری است که در شکل ۱۴ انجام داده ایم لیکن باید توجه داشت که عمود را به این علت بطرف پائین ادامه داده ایم که میدانیم با امتداد BA در زیر H برخورد کرد . در واقع با رسم عمود l مثل اینست که تابلو را بطرف پائین ادامه داده ایم .



شکل ۱۶

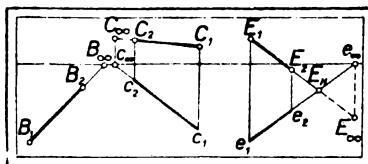
مثال ۲ - در شکل ۱۷ خطوط E , B , C , C' , B' , E' رسم شده اند .
 میخواهیم نقاط گزیز این خطوط را معین کنیم .

متناوب با شرایط موجود، نقطه گریز خط BB' باید بر سطح جسمی قرار داشته باشد.

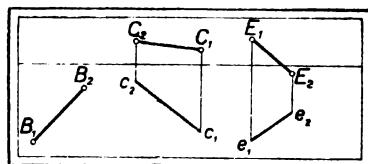
برای بدست آوردن آن باید BB' را امتداد داد تا با خط افق برخورد کند.

نقطه C در شکل ۱۸ نقطه گریز خط مورد بحث است.

خط CC' در فضا و در جهتی زاد قرار دارد. برای اینکه نقطه گریز این خطرا بدست آوریم، باید اول تصویر نقطه گریز آن، ا بر سطح جسمی را را پیدا کنیم. برای این کار تصویر قائم CC' را رسم کرده (CC') و آنرا تا خط افق ادامه میدهیم و نقطه C را بدست می آوریم.



شکل ۱۸



شکل ۱۷

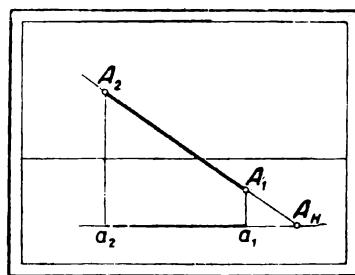
این نقطه، نقطه گریز C محسوب میشود و چون خط اخیر خود تصویر قائم CC' بحساب می آید، در نتیجه C نیز میتواند تصویر قائم نقطه گریز CC' شمرده شود. بنابراین کافیست از C عمودی اخراج کنیم تا با امتداد CC' برخورد کند. نقطه پیدا شده را با حرف C مشخص می کنیم و این نقطه، نقطه گریز خط CC' است (شکل ۱۸). موقعیت نقطه C بر بالای خط افق نشان دهنده آنست که شاعع دید ما که در امتداد خط CC' بطرف افق روان است، به نسبت دوری از سطح تابلو (از C بطرف C) از سطح H دورتر میشود. همین کیفیت در مورد خود خط CC' نیز صادق است چون خط اخیر موازی شاعع دید است.

مشاهده میکنیم با وضعی که خط CC' در فضا دارد، اثر جسمی آن نمیتواند در تابلو رسم شود، زیرا این خط در صورت امتداد یافتن (جهت C)، با سطح جسمی بیرون از حدود فضای جسمی برخورد خواهد کرد. برای اطمینان بیشتر میتوان مسئله را روی دستگاه تصویر یاب و با روش ذکر شده در مثال امتحان کرد.

نقطه گریز خط $E_1 E_2$ نیز مثل مسئله قبلی ساخته میشود(ش ۱۸) با روشی که پاد گرفته ایم تصویر قائم $E_1 E_2$ یعنی خط $e_1 e_2$ را بدست آورده و با استداد دادن آن تا خط افق نقطه e_{10} را که تصویر نقطه گریز مطلوب است، پیدا می کیم. از e_{10} عمودی فروند می آوریم. $E_1 E_2$ را استداد می دهیم تا این عمود را در نقطه e_2 قطع کد. $E_1 E_2$ نقطه گریز مطلوب است.

بطوریکه می بینیم اینبار نقطه گریز پائین تر از خط افق قرار دارد و ارتفاع نقاط تشکیل دهنده خط $E_1 E_2$ تسبیت به H ، به نسبت دوری از سطح تابلو کمتر میشود. تقسیم از خطوطی که در شکل ۱۸ (همچنین ش ۱۵) بصورت نقطه چین رسم شده اند، تقسیم‌های هستند که در زیر سطح جسمی قرار دارند و بنابراین دیده نمیشوند.

مثال ۳- در تابلو خط $a_1 a_2$ که تصویر قائم $A_1 A_2$ می باشد، موازی با قاعده تابلو است (ش ۱۹). میخواهیم بدانیم $A_1 A_2$ که در فضای واقع است نسبت به سطح تابلو چه وضعی دارد.



شکل ۱۹

از شرایط موجود نتیجه می گیریم که چون $a_1 a_2$ تصریف قائم $A_1 A_2$ است پس صفحه مصوّر AA_2 قائم بر II میباشد و چون a_2 موازی با قاعده تابلو است و در عین حال حود بر صفحه مصوّر نامبرده قرار دارد صفحه مذکور نیز موازی تابلو بوده و $A_1 A_2$ نیز که بر همین صفحه قرار دارد در نتیجه موازی تابلو است.

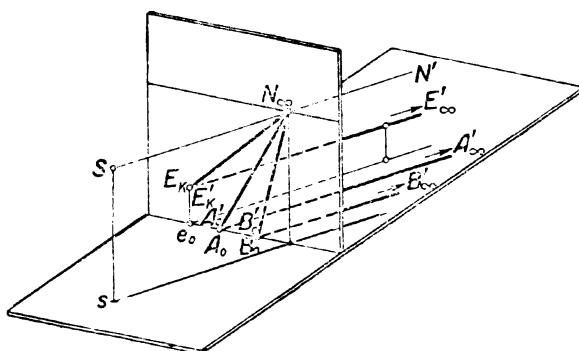
۵ - §

پرسپکتیو خطوط موازی

نقطه تلاقی (برخورد) یا گریز

بر روی دستگاه تصویر یاب (ش ۲۰) یکدسته خطوط موازی با هم را که بر سطح جسمی قرار دارند (مانند $A_0 B_0$ و $A' B'$) یا بالاتر از آن و در فضای هستند (مانند $E K E'$) مورد بررسی قرار می دهیم .

با استفاده از اثر تابلوئی و نقطه گریز هریک از این خطوط، پرسپکتیو آنها را می سازیم . برای ساختن پرسپکتیو هریک از این خطوط از روش یاد شده در درس قبل (§-۴ ش ۱۱) استفاده می کنیم . ضمناً چنانکه قبلاً یاد گرفته ایم برای بدست آوردن اثر تابلوئی خط $E K E'$ که بالاتر از سطح جسمی قرار دارد ، باید تصویر قائم آنرا بر سطح جسمی رسم کرده و با امتداد آن نقطه برخوردهش را با قاعده تابلو (e_0) پیدا کنیم . از نقطه اخیر خط قائمی اخراج

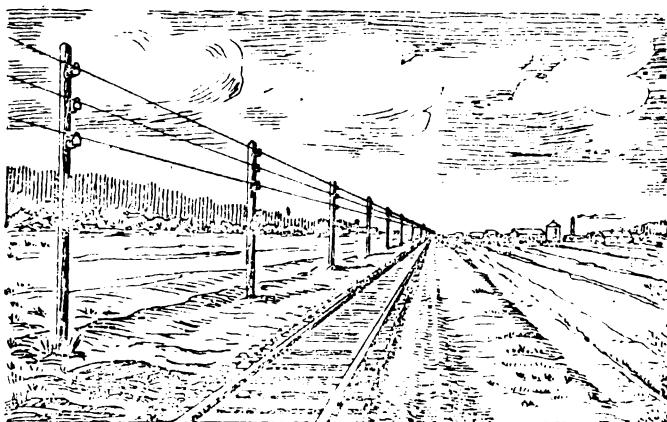


شکل ۲۰

می کنیم که امداد خط $E\bar{E}$ را در نقطه E قطع می کند. نقطه اخیر اثر تابلوئی مطلوب خواهد بود.

پس از ساختن پرسیکتیو های این خطوط می بینیم که همه آنان دارای یک نقطه گریز مشترک (N) هستند که توسط شاعع دید \bar{S} که موازی خطوط مذکور است، بدست آمده. بدین سبب گروه خطوط موازی مذکور در روی تابلو بصورت خطوط مستقیمی رسم می شوند که همه در یک نقطه بهم میرسند. این نقطه گریز عمومی، یعنی نقطه N . را نقطه تلاقی خطوط موازی مذکور مینامند از آنجه گذشت نتیجه می گیریم که نقطه تلاقی خطوط موازی با هم که نسبت به سطح جسمی نیز موازی باشند، همیشه در روی خط افق قرار میگیرد

(ش ۲۱) *

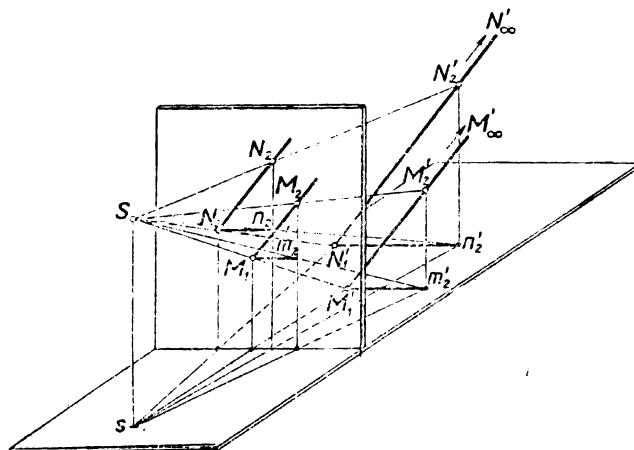


شکل ۲۱

* - بنابر این نتیجه میگیریم که ما میتوانیم با داشتن حداقل دو خط موازی با هم که با سطح جسمی نیز موازی باشند، خط افق را روی تابلو (در صورتیکه معین بیان شده) معین کنیم. مثلا در شکل ۲۱ اگر خط افق ناپیدا بود و تیرهای تلگراف نیز وجود نداشته باشد، ما میتوانستیم با دردست داشتن قسمتی از ریل های راه آهن، افق را پیدا کنیم. بدین طریق که آنها را ادامه داده و نقطه تلاقی شان را با هم پیدا کرده و خط افق را از همان نقطه می گذرانیم.

خطوط موازی باهم و غیر موازی با سطح جسمی درای نقطه تلاقی هستند که بالاتر و یا پائین نر از خط افق قرار دارد و این بسته باین است که ارتفاع این خطوط به نسبت دوری از تابلو از سطح H زیادتر و یا کمتر شود نقطه تلاقی چنین خطوطی که نسبت به سطح جسمی عالی بوده وبا یکدیگر موازی باشند، بر روی عمودی قرار می کنند که از نقطه گیری تصاویر قائم خطوط نامبرده گذشته باشد (برای یادآوری میتوانید ۴۶ را مرور کنید ش ۱۸ و ۱۷) . اگر خطوط مستقیم موازی با یکدیگر با سطح تابلو نیز موازی باشند، پرسیکتیو آنان بر روی تابلو نیز باهم موازی بوده و تصاویر قائم این خطوط بر سطح جسمی نیز موازی قاعده تابلو خواهند بود (ش ۲۲) . ضمنا اگر خطوط موازی با یکدیگر عمود بر سطح جسمی باشند، پرسیکتیوهای این خطوط هم عمود بر قاعده تابلو خواهند بود .

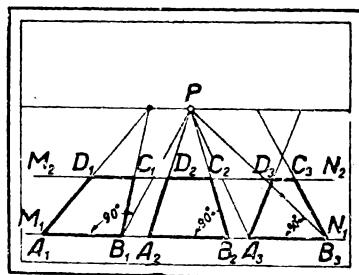
مثال ۱- دو خط مستقیم NM و $N'M'$ بر روی سطح جسمی و موازی قاعده تابلو قرار دارند (ش ۲۳) . میخواهیم دو خط مستقیم دیگر رسم کیم که از تقاطع آنان با خطوطنا مبرده این اشکال بدست آیند (۱) متواری الاصلاء، (۲) راست گوش، (۳) ذوزنقه .



شکل ۲۲

رواه حل این مسئله در شکل ۲۳ نشان داده شده است. اگر اصلاح

$DCBA$ و CBA در نقطه‌ای روی خط افق بهم برستند، در آنصورت شکل ۱۱۱۱ پرسپکتیو یک موازی الاصلان خواهد بود. اگر همان اصلاح در نقطه اصلی



شکل ۲۳

اصلی تابلو بهم برستند (مثل DA و CB -ش ۲۳) ، در آنصورت شکل ۲۲۲۲ حاصل $DCBA$ پرسپکتیو راست گوش خواهد بود در شکل ۳۳۳۳ اصلاح $DCBA$ دارای نقطه گریز مشترک نیستند و بنابراین شکل حاصل پرسپکتیو یک ذوزنقه است .

از شکل سمت چپ تصویر ۲۳ بخوبی معلوم است که گوش B در اصل زاویه حاده و گوش B متعلق به شکل سمت راست، زاویه منفرجه می باشد . توجه کنید که اگر بدقت به این اشکال نگاه نکنیم ممکن است در مورد زوایا دچار اشتباہ شویم . باید در نظر داشت که این اشکال، پرسپکتیو فرم‌های هندسی یادشده هستند و چنانکه میدانیم در هر پرسپکتیو، اجسام غیر از آنگونه که هستند بنظر می آیند . در طبیعت هم اشیاء دارای همین خاصیت هستند . مثلا یکی از دو جسم دارای اندازه مساوی که دورتر از دیگری قرار داشته باشد ، کوچکتر بنظر می آید .

چنانکه قبل " گفته شد ، نقطه اصلی P نماینده نقطه‌ای است که شعاع اصلی دید در آن نقطه بر تابلو و بر خط افق عمود است . بنابراین هر خط مستقیم که روی تابلو به نقطه P رسیده باشد ، پرسپکتیو خطی است که در طبیعت نسبت به سطح تابلو عمود است .

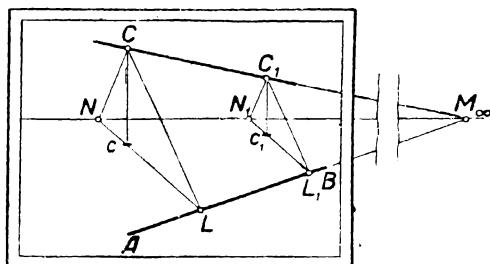
در شکل سمت چپ اگر ضلع CB به P میرسید در آن صورت زاویه \hat{B} درجهای میشد، لیکن چون ضلع نامبرده در طرف چپ P به افق رسیده زاویه \hat{B} کمتر از 90° درجه میباشد. بدینهی است که اگر ضلع مذکور بطرف راست P میرسید، زاویه مورد بحث نیز بیشتر از 90° درجه میشد.

در شکل وسط، اضلاع طرفین به P رسیده‌اند و بدین ترتیب \hat{B} , \hat{A} , \hat{C} هر دو زاویه قائمه هستند. وبالاخره در شکل طرف راست \hat{B} , زاویه منفرجه است، زیرا می‌بینیم که ضلع CB نه به نقطه P بلکه به نقطه‌ای در طرف راست آن رسیده‌است و به این علت نیز \hat{B} بیشتر از 90° درجه میباشد.

مثال ۲—در شکل ۲۴ خط مستقیم A , B و نقطه C که در بالای خط افق قرار دارد داده شده‌اند. نقطه گریز خط BA در کادر تابلو نمی‌گجد. خواهیم از نقطه C خطی موازی BA رسم کنیم.

ساده‌ترین راه در وحله اول اینست که خط افق و خط BA را آنقدر امتداد دهیم تا در بیرون از کادر تابلو در نقطه‌ای چون M یکدیگر را قطع کنند. این نقطه، نقطه گریز BA خواهد بود و با وصل کردن C به نقطه M میتوانیم خط مطلوب را بدست آوریم.

بیکن ممکن است صفحه کار ما آنقدر بزرگ نباشد که بتوان اینسان



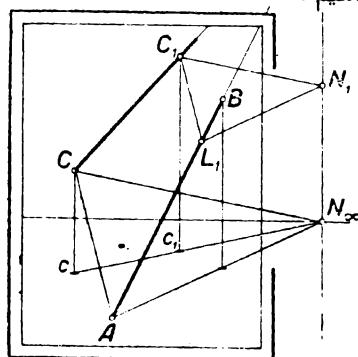
شکل ۲۴

عمل کرد. پس لازم است که بتوانیم در داخل کادر تابلو چنین مسئله‌ای را حل کنیم.

مسئله وقتی حل خواهد شد که در داخل کادر تابلو نقطه دومی از

خط مطلوب را بدست آوریم. برای این کار بدوا "موقعیت فضائی خط و نقطه را ندیده میگیریم. سه گوشهای رسم می کنیم که یک گوش آن منطبق بر C و دو گوش دیگر آن بدلخواه روی خط افق (N) و روی خط BA (یعنی L) انتخاب شده باشد. ضمناً بهتر است که ضلع LN از نقطه C (تصویر قائم) عبور کند. روی خط افق نقطه دلخواه دیگری مانند N را انتخاب کرده واز این نقطه سه گوش CN را مشابه با سه گوش اولی طوری میسازیم که گوش I روی خط BA قرار گیرد. برای ساختن سه گوش دوم کافی است که زاویه‌های سه گوشه اول را اندازه (با نقاله) گرفته و زاویه‌های سه گوش دوم را برابر با آن رسم کرد. گوش N از مثلث دوم نقطه مطلوب ماست و خط CC' موازی خط BA خواهد بود.

اگر نقطه گریز خط BA بالا و یا پائین خط افق قرار گرفته باشد (شکل ۲۵)، روش کار همان است که در بالا شرح داده شده، فقط بجای خط افق، از خط قائم M که عمود بر آن است، باید استفاده کنیم یادآوری میکنیم که برای یافتن چنین خط قائمی، اول باید تصویر قائم BA را در روی سطح جسمی بدست آوریم و نقطه گریز آن را روی خط افق (N) پیدا کنیم و بعد از آن نقطه عمودی را اخراج کرده و چنانکه اشاره شد، از آن بجای خط افق استفاده کنیم. بقیه کار را مانند شکل ۲۴ ادامه می دهیم.



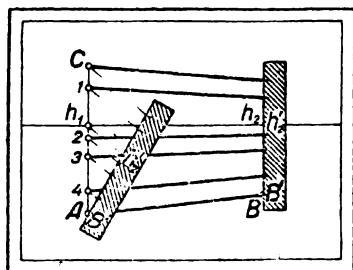
شکل ۲۵

مثال ۳-۱: نقاط

مثال ۳-۲: از نقاط C, C', C'' ... متعلق به خط قائم AC میخواهیم

خطوطی موازی خط BA که نقطه گریز آن در داخل کادر تابلو دست نیافتنی است، رسم کنیم (ش. ۲۶).

در عمل بهتر است از یک تکه نوار کاغذی استفاده کنیم. بدینترتیب که در فاصله دلخواهی از خط CA ، خطی قائم مانند hB رسم می کنیم. آنوقت لب راست نوار کاغذی را بر خط جدید منطبق کرده و نقاط B و B' را

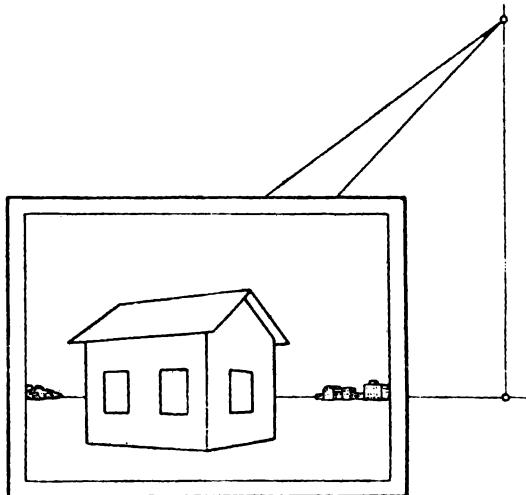


شکل ۲۶

بر روی آن منتقل می کنیم (B و B'). میدانیم که نقطه B از برخورد BA با خط قائم دومی و نقطه B' نیز از برخورد آن با خط افق بوجود آمده است (ش. ۲۶) متعلق به خط افق (اند).

بعد نوار را برداشت و با زاویهای دلخواه نسبت به خط CA طوری فرار می دهیم که نقطه B بر A منطبق باشد. نقطه B را بر hB وصل می کنیم از نقاط $C, 2, 1, \dots, 3$ نیز خطوطی موازی خط hB رسم کرده و نقاط برخورد این خطوط را با لبه کاغذ علامت می گذاریم.

میدانیم که بنا بخاصیت خطوط موازی، فاصله بین نقاط بdst آمده روی نوار کاغذی، متناسب با فواصل نقاط خط CA است. نوار را بجای قبلی خود می گذاریم، یعنی منطبق بر hB می کنیم و نقاط روی نوار را بر روی خط hB وصل می کنیم. خطوط بdst آمده در این حال همه موازی خط BA خواهد بود و نقطه گریز مشترک آنها در خارج از کادر تابلو قرار می گیرد.



شکل ۲۷

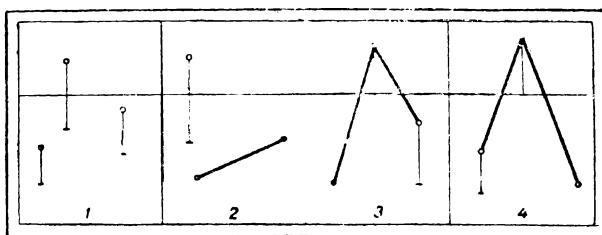
در شکل ۲۷ بنایی بطور شماتیک (خلاصه) رسم شده که طرح موازی دیوارها ، بام و پنجره های آن با روش بالا ساخته شده است . چنانکه از شکل میتوان فهمید ، قاعده عمودی که بجای خط افق بکار رفته ، با امتداد دادن قاعده دیوار طرف راست (تصویر قائم آن) تا خط افق پیداشده است . برای پیدا کردن نقطه گریز پنجره ها و دیوار طرف چپ شکل ، میتوانید از روش شکل ۲۶ استفاده کنید و یا بدون معین کردن نقطه گریز با روش شکل ۲۶ خطوط موازی را رسم کنید .

۶ - §

تجسم سطح در پرسپکتیو

از چهار طریق میتوان در فضای صفحه بوجود آورد - ۱) توسط سه نقطه که بروی یک خط قرار نگرفته باشند، ۲) توسط یک خط و یک نقطه که بر روی آن خط قرار نگرفته باشد، ۳) توسط دو خط متقاطع، و ۴) توسط دو خط موازی.

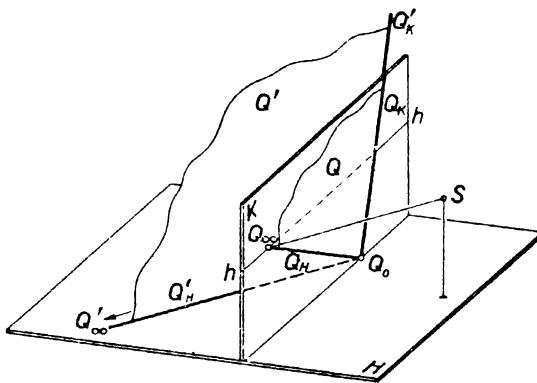
لیکن در تابلو، تجسم صفحه از طرق فوق باندازه کافی واضح نخواهد بود (ش. ۲۸)



شکل ۲۸

برای اینکه صفحه واضح‌تر مجسم شود و همچنین حل مسائل مربوط به آن راحت‌تر باشد، صفحه را در پرسپکتیو با دو خط متقاطع مجسم می‌کنند که یکی از آنها نماینده خط تقاطع صفحه با سطح تابلو و دیگری نماینده تقاطع آن با سطح جسمی است. خط اول را متناسب با خصوصیت آن اثر تابلوی صفحه و خط دوم را اثر جسمی صفحه می‌نامند (شبیه این مطلب را در § ۴ در مورد خط‌ها فراگرفته ایم. ش. ۱۴، ۱۵).

در شکل ۲۹ صفحه Q بر روی دستگاه تصویریاب نشان داده شده است که سطح تابلو را در خط QK و سطح جسمی را در خط QH قطع کرده است. این خط ها، یعنی اثر تابلویی و جسمی صفحه مذکور در نقطه Q که بر قاعده تابلو قرار دارد، با هم برخورد می کنند.

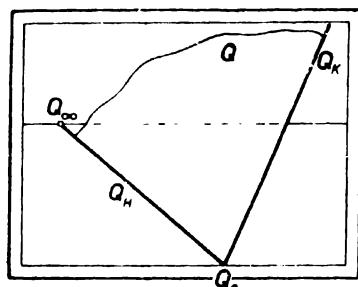


شکل ۲۹

در روی تابلو پرسپکتیو اثر تابلویی (QK') با خود اثر تابلویی (QK) همیشه متنطبق است. پرسپکتیو اثر جسمی (QH') را میتوانیم توسط نقطه Q_0 که به اثر جسمی تعلق دارد، و نقطه گریز آن Q_{00} بدست آوریم. نقطه Q_{00} را بر روی خط افق و در برخورد آن با شاعع دید QS_{00} که موازی اثر جسمی QH' امتداد می یابد، میتوانیم پیدا کنیم. بنابراین پرسپکتیو صفحه در روی تابلو، همیشه با دوازه تابلویی و جسمی آن مشخص میشود (ش. ۳۵). می بینیم که در روی تابلو اثر جسمی صفحه همیشه محدود به فاصله دو نقطه Q_0 و Q_{00} (قاعده تابلو تا خط افق) است. در صورتیکه اثر تابلویی صفحه نامحدود است. و میتواند از دو طرف امتداد یابد.

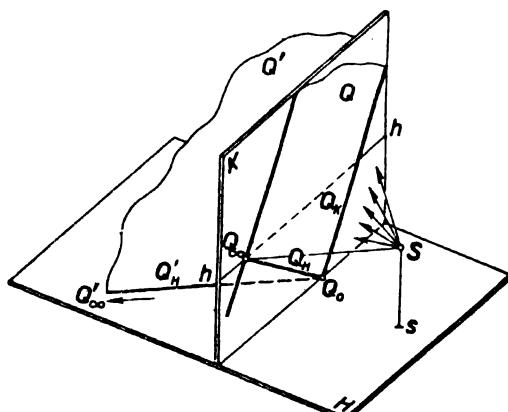
در روی تابلو خط گریز صفحه Q ، یعنی پرسپکتیو آخرین خط متعلق به صفحه Q را که در بینهایت قرار دارد، میسازیم (ش. ۳۱). برای این کار بر روی دستگاه تصویر یا ب از نقطه دید شاعع های فرضی بطریق نقاط صفحه Q که در بینهایت قرار دارند، میفرستیم. البته همه این شاعع ها موازی صفحه

Q' هستند، نقطه برخورد هریک از این شعاع‌ها با صفحه نابلو، پرسپکتیون نقطه‌ای خواهد بود که بر روی خط مطلوب در بینهایت قرار دارد. بدینهی است که مجموع این نقاط صفحه شعاعی را تشکیل می‌دهند که موازی صفحه مورد بحث است. خطی که از تقاطع صفحه شعاعی با صفحه نابلو بدست می‌آید، پرسپکتیو خط‌گیری صفحه Q خواهد بود.



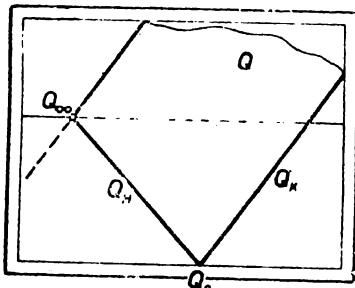
شکل ۲۰

نتیجه می‌گیریم که اولاً، خط‌گیری صفحه Q موازی اثر نابلوئی صفحه Q' است، زیرا روی این خطوط در نتیجه تقاطع دو صفحه موازی (صفحة شعاعی و صفحه Q') با صفحه نابلو پیدا شده‌اند، ثانیاً "خط‌گیری صفحه Q' از نقطه‌گیری اثر جسمی می‌گردد، زیرا این نقطه پرسپکتیو یکی از نقاط صفحه Q است که در بینهایت قرار دارد.



شکل ۲۱

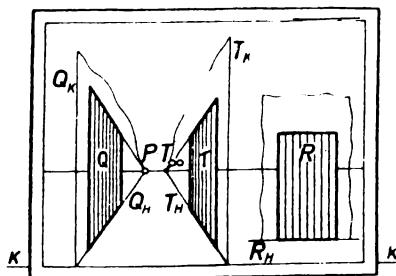
از آنچه گفته شد نتیجه میگیریم که برای ساختن خط‌گریز صفحه‌ای که اثرهای تابلوئی و جسمی آن در روی تابلو معلوم باشد، کافی است که از نقطه گریز اثر جسمی آن، خط راستی موازی با اثر تابلوئی صفحه رسم کنیم (ش ۳۲).



شکل ۳۲

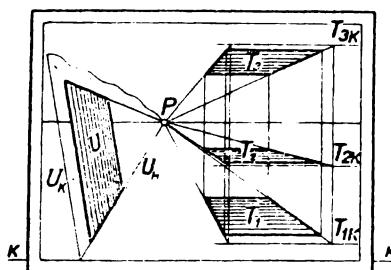
صفحه‌ای ممکن است فقط با خط‌گریز و این تابلوئی خود بر روی تابلو نمایان باشد. در این حال بدست آوردن اثر جسمی آن بسیار آسان است – از نقطه برخورد اثر تابلوئی با قاعده تابلو، خطی به نقطه برخورد خط‌گریز صفحه با خط افق میکشیم. خط حاصل اثر جسمی صفحه مورد بحث خواهد بود. بدیهی است که هر خط متعلق به صفحه Q ، دارای نقطه گریزی است که بر روی خط‌گریز صفحه Q واقع شده است. اکنون چند حالت استثنایی صفحه را نسبت به سطح تابلو و سطح جسمی مورد بررسی قرار میدهیم.

در شکل ۳۳ راست گوشه‌های T, Q و R رسم شده سطح راست گوشه Q بر سطح جسمی قائم است. (QKKKKK) همچنین بر سطح تابلو نیز عمود میباشد زیرا اثر جسمی آن $Q_{\#H}$ بر نقطه P میرسد. سطح راست گوشه T بر سطح جسمی قائم است. (TkkKKK)، ولی بر سطح تابلو عمود نیست و نسبت به آن متعایل است، زیرا اثر $T_{\#H}$ به نقطه P نرسیده است. راست گوشه R موازی صفحه تابلو است (RH11KK) چون $R_{\#H}$ موازی KK است. زاویه‌های این راست گوشبدون تحریف بنظرمی‌آیند.



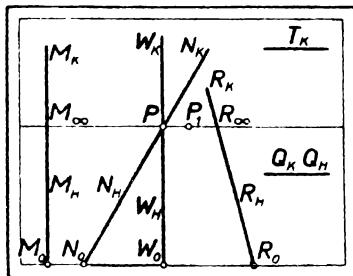
شکل ۳۳

در شکل ۳۴ راست گوشه های T_1 و T_2 و T_3 رسم شده اند. صفحه U نسبت به سطح نابلو عمود است زیرا اثر جسمی آن U به P میرسد. این صفحه نسبت به سطح جسمی دارای زاویه های دلخواه است، زیرا اثر نابلوی آن U_{KK} نسبت به KK دارای زاویه دلخواه است.



شکل ۳۴

صفحات T_1 ، T_2 و T_3 همه موازی سطح جسمی و عمود بر نابلواند زیرا $(T_1 K_1 T_2 K_2 T_3 K_3 K K)$ تمام آنها باهم و باقاعدۀ نابلو موازی اند. خط گریز این صفحه ها بر روی خط افق قرار دارد.



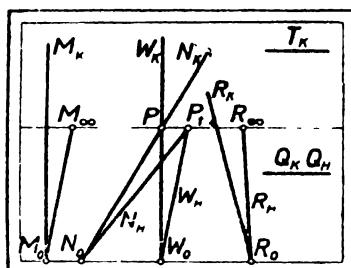
شکل ۳۵

در شکل ۳۵ صفحات M ، N ، R ، W ، T ، Q نشان داده شده‌اند. در روی تابلو از تابلو از جسمی و تابلویی و خط گریز هر یک از این صفحات در یک خط قرار دارند از اینجا این نتیجه بدست می‌آید که این صفحات با سطح شعاعی دید منطبق است.

با معلوماتی که اینک در باره مسائل مشابه داریم بخوبی می‌توانیم بفهمیم که صفحه M قائم بر سطح جسمی است. لیکن نسبت به سطح تابلو دارای تعایل است (توجه کنید که نقطه دید نسبت به این صفحه‌ها طوری است که مثلاً صفحه کاغذی را طوری در برابر چشم بگیریم که آنرا فقط بصورت خطی... ببینیم). صفحه N بر سطح تابلو عمود است. چون از نقطه P می‌گذرد، لیکن نسبت به سطح جسمی تعایل دارد. صفحه W قائم بر سطح جسمی و سطح تابلو است (به نقطه p توجه کنید). صفحه‌های L و Q موازی قاعده تابلو هستند، لیکن نسبت به سطح جسمی دارای تعایل می‌باشند.

ارتفاع صفحه L از H (سطح جسمی) به نسبت دوری از تابلو زیادتر و ارتفاع Q بر عکس کمتر می‌شود (توجه کنید که چون نقطه دید ما (S) در ارتفاع افق قرار دارد و از همین نقطه است که این صفحات را بصورت خطی می‌بینیم، بنابراین صفحات در سطح شعاعی دید قرار دارند و بهمین علت سطح شعاعی در مورد T درجهت بالای افق و در مورد Q درجهت پائین آن امتداد می‌پاید). صفحه R دارای موقعیت عمومی است یعنی نسبت به هر دوی صفحات جسمی و تابلو دارای تعایل است.

اگر نقطه دید خود را موازی با قاعده تابلوکمی بطرف راست منتقل کنیم، یعنی $SS=PP$ باشد (S_1 نقطه دید در وضع جدید است) و در عین حال موقعیت مکانی صفحات مورد بحث را تغییر ندهیم، آنوقت این صفحات در روی تابلو بدانگونه که در شکل ۳۶ می‌بینیم بنظر خواهد آمد، یعنی اثرهای جسمی و تابلویی و نقاطریز آنها جدا از هم دیده خواهد شد. در مورد صفحات



شکل ۳۶

T و Q نیز اگر نقطه دید خود را بالاتر و یا پائین تر بسیاریم، همین نتیجه را خواهیم گرفت البته به این موضوع مهم باید توجه کرد که اگر نقطه دید بالاتر برود، بهمان نسبت خط افق نیز در روی تابلو بالاتر می‌رود و بر عکس اگر پائین آید خط افق نیز مناسب با آن پائین خواهد آمد.

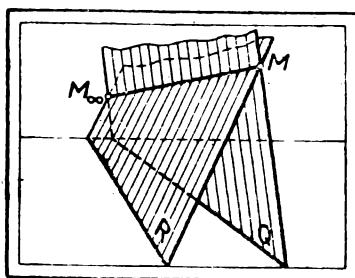
۷- §

مسائل موضعی «پوزیسیونی»

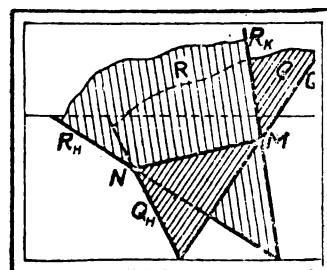
مسائلی موضعی یا پوزیسیونی به مسائلی گفته میشود که در آن راجع موقعیت متقابل دو جسم واقع در فضا و اجزاء آنها که پرسپکتیوشن در روی لو رسم شده، بحث میشود.

مسائل پوزیسیونی شامل مسئله های اساسی زیر هستند –

۱- بدست آوردن خط تقاطع دو صفحه که بر روی تابلو توسط اثرهای سعی و تابلوئی خود مشخص شده اند.



شکل ۳۸



شکل ۳۷

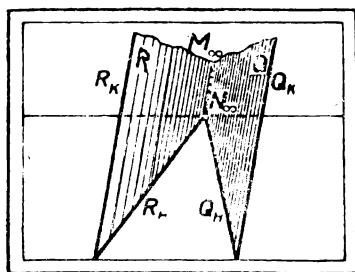
خط تقاطع دو صفحه Q و R (شکل ۳۷) در صورتی معین میشود که بتوانیم دونقطه مشترک از این دو صفحه را پیدا کنیم. چنین نقاط مشترکی مثلا

برای صفحه‌های Q و R یکی نقطه M است کما زیرخورد دو اثر تابلوئی صفحات مذکور بسته آمد و دیگری نقطه N کما زیرخورد اثرهای جسمی صفحات مذکور پیدا شده است . خط مستقیم NM کامین دونقطه را بهم مربوط می‌کند خط مشترک دو صفحه Q و R بوده و بنا بر این خط تقاطع این دو صفحه می‌باشد .

در بعضی موارد برای بدست آوردن خط تقاطع دو صفحه، بهتر است از نقطه‌ای چون P کما زیرخورد خطوط گیری صفحات مذکور بسته می‌آید استفاده کرد (ش ۲۸) .

اگر دو صفحه واقع در فضای یکدیگر موازی باشند، در آن صورت اثرهای همان این صفحات نیز موازی هم خواهند بود . در روی تابلو علامت موازی بودن دو صفحه، موازی بودن اثرهای تابلوئی آن صفحات وجود نقطه گیری مشترک اثرهای جسمی آنها بر روی خط افق می‌باشد . بخاطر بسیار یکدیگر صفحه‌های موازی همیشه دارای خط گیری مشترک می‌باشند (ش ۳۹) .

اگر صفحه‌های بکی از طرقی که در آغاز § ۶ درباره آن بحث شده، در مسئله آمده باشند، می‌توان اول اثرهای تابلوئی و جسمی و خط گیری آنها را بطريقی



شکل ۳۹

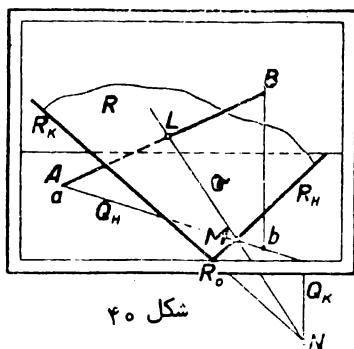
که قبلاً یاد گرفته‌ایم ، بدست آورده و بعد مسئله تقاطع دو صفحه را باروشی که در بالا گفته شد ، حل کرد . اینکه نمونه‌هایی از حل مسائل مربوط به تقاطع صفحات در شرایط مذکور را ، مورد بررسی قرار دهیم .

۲- پیدا کردن نقطه برخورد خط راست با صفحه

بر روی تابلو (ش ۴۰) ، صفحه R توسط اثراهای جسمی و تابلوئی خود ، یعنی R_K و R_H مشخص است . همچنین پاره خط مستقیم BA و تصویر قائم آن نیز (ba) دیده می شوند .

نقطه برخورد خط راست با صفحه را بترتیب زیر بدست می آوریم .

از خط راست BA و تصویر قائم آن ba صفحه کمکی Q را میگذرانیم و اثراهای این صفحه یعنی Q_K و Q_H را بدست می آوریم (اثر تابلوئی Q_K برای گریز از شلوغی در ش ۴۰ رسم نشده است . ولی محل برخورد آن با قاعده تابلو مشخص است) . بعد خط تقاطع دو صفحه R و کمکی Q یعنی خط NM را پیدا می کیم و با ادامه دادن این خط ، نقطه مطلوب L را که محل برخورد خط BA با صفحه R است بدست می آوریم .



شکل ۴۰

برای یافتن خط NM که از تقاطع دو صفحه بدست آمده است ، توضیح بیشتری داده می شود . چنانکه قبل یاد گرفته ایم برای پیدا کردن خط تقاطع دو صفحه ، باید دو نقطه برخورد اثراهای جسمی و تابلوئی صفحات مذکور را بدست آورد و بعد این دو نقطه را بهم وصل کرد .

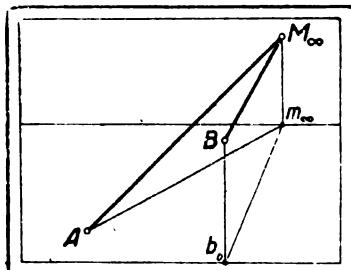
نقطه برخوردارهای جسمی دو صفحه ای آسانی میتوان در داخل کادر تابلو معین کرد (نقطه M . ش ۴) . و امان نقطه برخوردارهای تابلویی دو - صفحه را در اینجا نمیتوان در داخل کادر تابلو بودست آورد . بنابراین از های تابلویی دو صفحه را بیرون از کادر تابلو آنقدر امتداد میدهیم تا بهم برخورد کند میدانیم که نقطه QLK نقطه ای است که از تابلویی صفحه کمکی Q از آن عبور می کند ، بنابراین از نقطه QLK عمودی فرود می آوریم ، و با عبارت دیگر از تابلویی صفحه Q را درجهت پائین امتداد می دهیم . از تابلویی صفحه R را نیز امتداد داده و نقطه N را که از برخورد دو از تابلویی بدست می آید در بیرون از کادر تابلو پیدامی کنیم و چنانکه قبل اگفته شد آنرا به M وصل کرده خط تقاطع دو صفحه با ادامه آن نقطه مطلوب L را معین می کنیم .

۳- تعیین موقعیت دو خط راست نسبت بهم از روی تصویر آنان در روی تابلو .

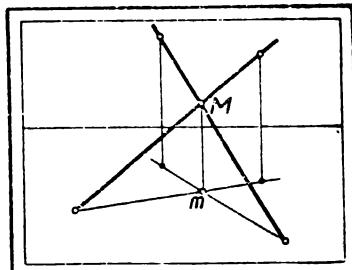
T) خطوط راست متقطع - اگر دو خط راست یکدیگر را در نقطه ای جون M قطع کنند (ش ۴۱) تصاویر قائم این خطوط نیز یکدیگر راقطع خواهند کرد و نیز نقطه تقاطع این تصاویر ، تصویر قائم M محسوب خواهد شد . از اینجا نتیجه میگیریم که اگر بر روی تابلو ، نقطه تقاطع دو خط (M) و نقطه تقاطع تصاویر آن دو خط (III) بر روی یک خط قائم قرار داشته باشد ، در آن صورت دو خط رسم شده بر روی تابلو ، پرسپکتیو دوخطی هستند که در واقع با یکدیگر متقطع اند . *

b) خطوط راست موازی - در صورتیکه دو خط موازی یکدیگر باشد ، تصاویر قائم آن دو خط نیز موازی هم خواهند بود . بنابراین اگر در روی تابلو نقطه تلاقی دو خط راست (III . ش ۴۲) با نقطه گزین تصویر قائم خطوط پاد شده (III) ، در یک خط قائم قرار داشته باشد ، در آن صورت دو خط مذکور در واقع موازی یکدیگر خواهند بود (ش ۴۲) .

* - توجه کنید که دو خط رسم شده بر روی تابلو که متقطع بنظر می آیند ممکن است در فضای اصلان نقطه برخورد نداشته و خیلی هم از یکدیگر فاصله داشته باشند

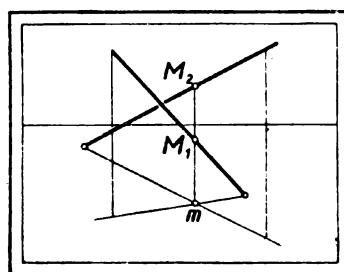


شکل ۴۰



شکل ۴۱

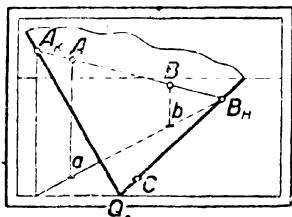
و) خطوط راست متناظر - اگر خطوط مستقیم نسبت بهم متناظر باشند یعنی نقطه مشترکی نداشته و موازی هم نیز نباشد، در آن صورت نقطه برخورد تصاویر قائم خطوط مذکور، یعنی نقطه m (شکل ۴۲) تصویر قائم دونقطه مختلف خطوط مذکور، چون M و $\frac{M}{2}$ بخواهد بود. بنابراین اگر عموداً خراجمی از نقطه m کمحل برخورد تصاویر قائم دو خط مورد بحث میباشد، با خطوط یاد شده در دونقطه مختلف M و $\frac{M}{2}$ برخورد کند، در آن صورت خطوط رسم شده بر روی تابلو در واقع نسبت بهم متناظرند.



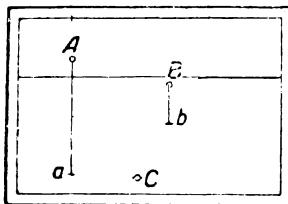
شکل ۴۲

بر روی تابلو ممکن است پرسپکتیو دو خط متناظر با یکدیگر برخورد کند، چنانکه در شکل ۴۳ برخورد کرده‌اند. نقطه برخورد پرسپکتیو این دو خط متناظر، پرسپکتیو دو نقطه مختلف در فضای محسوب میشود که دو نقطه در امتداد یک شاعع دید قرار دارند، یعنی یک شاعع دید از هر دوی این نقطه‌ها میگذرد. بر احتی میتوان تشخیص داد که قاعده‌های این

اين دو نقطه يكى شده بر سطح تابلو، داراي فواصل مختلفی از قاعده تابلو هستند (۴۳) و اين نشان دهنده آنست که دو نقطه مزبور در واقع در فواصل مختلفی از تابلو در فضا قراردارند (قاعده هر نقطه - همان تصوير قائم نقطه است) .



شکل ۴۵



شکل ۴۶

در شکل ۴۳ اگر از نقطه برخورد دو خط، عمودی فروند آوریم ، تصاویر قائم خطوط ياد شده را در دو نقطه قطع خواهد کرد و فاصله اين نقاط نسبت به قاعده تابلو متفاوت خواهد بود . همین امر دليل متسافر بودن خطوط واقع در فضا است . در غيراً ينصورت باید (مانند ش ۴۱) عمود دذکور به نقطه تقابلع تصاویر قائم خطوط ياد شده فروند آيد .

۴ - مثال ها

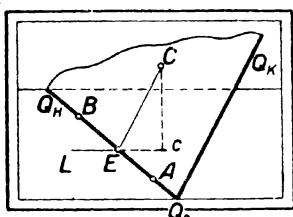
مثال ۱ - بر سطح تابلو سه نقطه A ، B و C رسم شده اند که بر روی یک خط راست قرار ندارند (ش ۴۶) . میخواهیم از این سه نقطه صفحه ای گذرانده و اثر های این صفحه را نیز بدست بیاوریم .
حل -

(ا) از نقاط A و B خط راستی گذرانده و اثرهای تابلوئی و جسمی این خطرا (A_K و B_H) بدست می آوریم . *

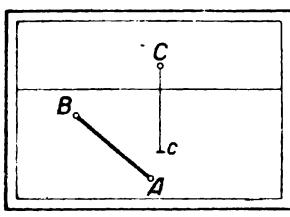
* - البته تصاویر قائم دو نقطه A و B در شکل ۴۶ معین است (a) لیکن باید توجه داشت که انتخاب این نقاط بدلخواه است و بستگی باين دارد که ما خط BA و یا نقاط A و B را در چه فاصله ای از تابلو بخواهیم قرار دهیم مثلاً در شکل ۴۶ نقطه B دور تر از A بنظر می آید ، لیکن اگر ما نقطه b را آنقدر یابین بیاوریم که از a هم به قاعده تابلو نزدیکتر باشد در آنصورت نقطه B نزدیکتر از A بنظر خواهد آمد .

اين اثرها اينطور بدست مي آيند -

a و b را بيکديگر مربوط كرده از دو طرف ادامه مي دهيم . نقطه برخورد خط BA با تصوير قاعش ba ، يعني نقطه B_H (ش ۴۵ اشر جسمی خط BA است . و بعد از محل برخورد امتداد ba با قاعده تابلو عمودی اخراج كرده و محل برخورد آنرا با BA علامت ميگذاريم . اين نقطه A_k (شکل ۴۵) اثر تابلوئی خط BA خواهد بود .



شکل ۴۵



شکل ۴۶

ب) از نقاط C و B_H خط راستی گذرانده و نقطه برخورد T با قاعده تابلو را با علامت Q_H مشخص ميکيم . خط B_H اثر جسمی صفحه مطلوب خواهد بود .

و) از نقاط Q_H و A_k خطی مي گذرانيم . اين خط اثر تابلوئی صفحه Q ميباشد .

مثال ۲ - بر روی تابلو خط مستقيم BA که بر روی سطح جسمی قرار دارد و نقطه C واقع در فضا ، داده شده است (ش ۴۶) . میخواهیم اثرهای صفحه ای را که از خط و نقطه مذکور بگذرد ، پیدا کیم .
حل -

ت) خط BA که بر روی سطح جسمی قرار دارد و صفحه مطلوب Q باشد از T نبگذرد ، در عین حال اثر جسمی صفحه مطلوب بشمار مي آيد . پس اثر جسمی صفحه در واقع بخودی خود در دست است ، T را ادامه ميدهیم تا قاعده تابلو را در نقطه Q_H قطع کند . (ش ۴۷) .

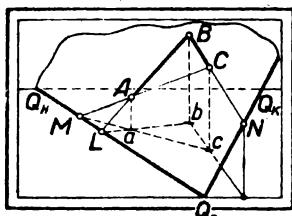
ب) از نقطه C و تصویر قائم T نصفهای دمکی موازی تابلو میگذرانیم. اثر جسمی این صفحه، اثر جسمی Q'' متعلق به صفحه مطلوب را در نقطه E قطع میکند.

و) ملاحظه میکنیم که نقاط C و E برای صفحه های Q و R نقاط مشترک محسوب میشوند (توجه کنید که در شکل ۴۷ برای شلوغ نبودن شکل، نام صفحات Q و R بر روی T نامنوشته نشده است).

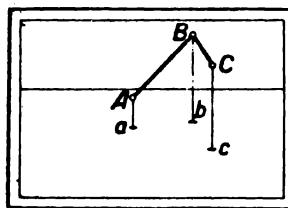
پس، خط تقاطع دو صفحه مورد بحث خواهد بود.

گ) خط CE که خط تقاطع صفحه مطلوب Q با صفحه R میباشد تعابیل صفحه Q را نسبت به سطح جسمی نشان میدهد و چون صفحه R موازی تابلو است نتیجه میگیریم که صفحه Q دو صفحه موازی با هم را که R و صفحه تابلو باشد قطع کرده است. پس خط تقاطع Q با صفحه موازی دوم همان تعابیل را نسبت سطح جسمی دارد که BC دارد. بنابر این از نقطه Q خطی موازی خط BC میگشیم و این خط اثر تابلویی صفحه مطلوب Q محسوب میشود که با حرف Q' مشخص شده است.

مثال ۳ - بر روی تابلو دو خط متقارن BA و CB رسم شده (شکل ۴۸). میخواهیم اثرهای صفحه Q را که باید از این دو خط بگذرد، بدست آوریم.



شکل ۴۹

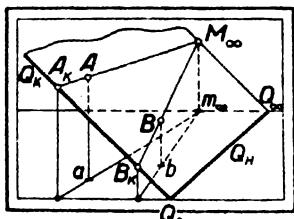


شکل ۴۸

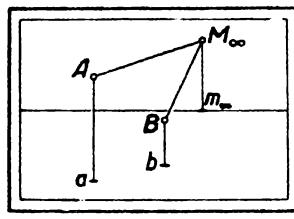
حل -

۱) برای اینکه اثر جسمی صفحه Q را بحث T وریم، اول اثرهای جسمی خطوط BA و CA را (شکل ۴۹) پیدا میکنیم. طرز پیدا کردن این نقاط، بطوریکه قبلانیز پادگرفتهایم (§ ۴) اینست که بالمتداد دادن خط های BA و CA و تصاویر قائمشان، نقاط برخورد آنها را که همان نقاط

مطلوب هستند ، بحسب می‌آوریم . از دو نقطه L و M خطی می‌گذرانیم . این خط اثر جسمی صفحه Q است . اثر جسمی صفحه Q را تابر خورد با قاعده تابلو در نقطه Q_H ادame می‌دهیم .



شکل ۵۱



شکل ۵۰

ب) اثر تابلویی خط CB ، یعنی نقطه N را پیدا می‌کنیم (برای این کار تصویر قائم CB را تا برخورد تا قاعده تابلو ادامه داده و با اخراج عمودی از آنجا ، محل برخورد آن با CB را پیدا می‌کنیم) . از نقطه Q و Q_H خطی گذرانده و بدین ترتیب اثر تابلویی صفحه Q را که با حرف Q_N مشخص است ، پیدا می‌کنیم .

مثال ۴ - درروی تابلو دو خط مستقیم MA و MB که موازی یک‌یگرند رسم شده‌اند (شکل ۵۰) . باید صفحه Q را زایین دو خط بگذرانیم .
حل -

ت) اثرهای تابلویی خطوط MA و MB را بگمک تصاویر شان (قائم) پیدا می‌کنیم و از نقاط بحسب مده A_K و B_K خط Q_K را که اثر تابلویی صفحه مطلوب Q است ، می‌گذرانیم (شکل ۵۱) . این خط را ادامه داده و نقطه برخورد آن با قاعده تابلو را با حرف Q_H علامت می‌گذاریم .

ب) از نقطه M خطی موازی BK را ساخته و نقطه Q را بحسب می‌آوریم . خط MQ خط گریز صفحه Q محسوب می‌شود . از نقطه Q به Q_H خطی رسم کرد و اثر جسمی صفحه Q ، یعنی Q_H را بحسب می‌آوریم .

۸ - §

پرسپکتیو چند وجهی ها

بسیاری از چیزهایی که با آنها سرو کار داریم ، چون بناهای معماری قسمتهای مختلف ماشینها و دستگاهها ، ابزارهای مختلف کار ، و بالاخره اشیاء مورد استعمال معمولی هر یک از نظر فرم ، ساده ترین اشکال هندسی و یا ترکیبی از آنها را بیاد می آورند .

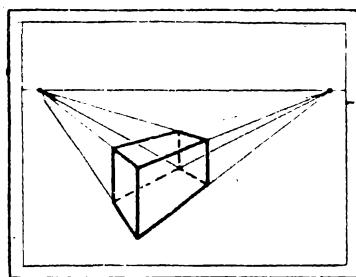
برای اینکه جسمی را درست برروی سطحی نجسم کنیم ، اولاً " باید یاد بگیریم که در هر شیئی دارای شکل مرکب ، بتوانیم ساده‌ترین شکل هندسی آنرا تشخیص دهیم و ثانیاً " توانایی آنرا داشته باشیم که پرسپکتیو اجسام اصلی هندسی را باسازیم .

" اشکال ساده ترین اجسام هندسی ، با چند خط ساده ترسیم می‌شوند که عموماً " نشان دهنده فرم خارجی جسم بوده و هر یک از آنها دارای اهمیت ویژه هستند . مثلاً " دررسم یک مکعب ، چنین خطوط و ویژه‌ای یال‌های آن بشمار می‌آیند . بعد از اینکه بکمک چنین خطوطی ، فرم اصلی و تناسب اجزاء آنرا پیدا کردیم ، می‌توانیم طرح خود را با هاشور زدن ، سایه روشن رنگ و یا هر وسیله دلخواه دیگر تکمیل کیم .

خصوصیت‌های تصاویر مرکزی که در قسمت‌های گذشته مورد بررسی قرار گرفت ، بما امکان میدهد که برای ساختن پرسپکتیو بعضی چند وجهی‌ها معلومات فرا گرفته خود را باسانی بکار ببریم . مثلاً " برای ساختن خطوط ویژه (یال‌ها) ، می‌توانیم از تناسب‌های هندسی که بین آنان وجود دارد ، چون

تقاطع و موازی بودن این خطوط بین خود ، موازی و یا عمود بودن آنان نسبت به سطح جسمی و تابلو ، و همچنین تقاطع آنان با این سطوح ، استفاده کنیم . مسئله معین کردن تنسابات اندازه‌ای اجزاء اجسام بر روی تابلو ، در قسمت‌های آینده مورد بررسی قرار خواهد گرفت .

اکنون ، برای ساختن پرسیکتیو چند وجهی‌ها و تقاطع آنان با صفحه و همچنین تقاطع متقابل سطوح چند وجهی‌ها ، چند مثال می‌آوریم .



شکل ۵۲

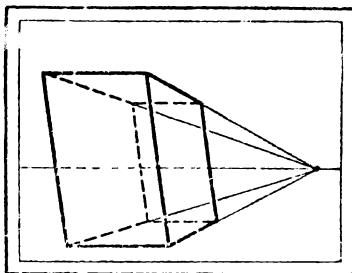
مثال ۱- میخواهیم پرسیکتیو یک مکعب مستطیل را که در جهتی دلخواه بر روی سطح جسمی قرار دارد ، بسازیم (ش ۵۲) . ارتفاع نقطه دید برای ساختن پرسیکتیو این جسم ، بلند تر از ارتفاع خود جسم انتخاب شده است (خطافق بالاتر از جسم قرار دارد) .

بنا به خصوصیات خطوط تشکیل دهنده فرم مکعب مستطیل باید در پرسیکتیو یال‌های افقی آن که موازی یکدیگرند در صورت امتداد یافتن در دو نقطه بر روی خطافق با یکدیگر برخورد کنند . چهار یال پهلوی جسم که در واقع قائم بر سطح جسمی می‌باشد ، در پرسیکتیو نیز بصورت پاره خط‌های قائم بر قاعده تابلو ، رسم می‌شوند . *

* - در شکل ۵۲ و همچنین اشکال دیگر این درس ، چون نقطه‌گیری یال‌ها در روی خط افق بدلخواه انتخاب شده‌اند ، نمی‌توان یقین داشت که زوایای بین سطوح مکعب مستطیل زاویه‌های ۹۰ درجه‌ای هستند . لیکن در درس‌های آینده روش‌های تعیین زوایا را در پرسیکتیو خواهیم آموخت .

مثال ۲- میخواهیم پرسپکتیو متوازی انسطوحی را که بر سطح جسمی قرار دارد، بسازیم. این جسم طوری واقع شده کند و وجه جانشی آن موازی صفحه ناباله میباشد. ارتفاع نقطه دید پائین تراز ارتفاع جسم انتخاب شده است (ش ۵۳) .

متناوب با خصوصیت های فرمی جسم موردنظر، سطوح جلوئی و عقبی متوازی انسطوح، در پرسپکتیو بشکل متوازی الاضلاع، یعنی شکل واقعی دو سطح مذکور رسم می شوند فرم سطوح دیگر بستگی به انتخاب نقطه گریز چهار یا لافقی جسم دارد. یعنی با تغییر نقطه گریز این چهار یا ل، فرم های ظاهری سطوح مربوطه تغییر خواهد کرد.



شکل ۵۳

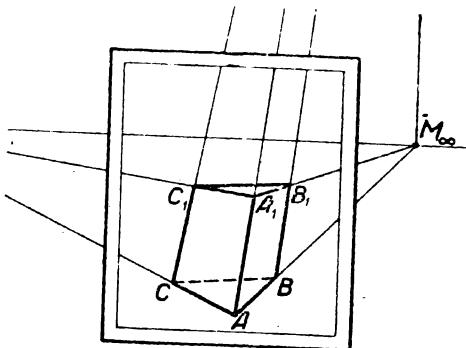
عمل پرسپکتیو متوازی انسطوح مورد بحث را اینطور میسازیم. چون اندازه و فاصله متوازی انسطوح نامبرده از تابلو، بد لخواه انتخاب میشود، اول سطح جلوئی آنرا با اندازه دلخواه و بشکل متوازی الاضلاع رسم می کنیم. از چهار گوشه این متوازی الاضلاع چهار خط به نقطه ای دلخواه (نقطه گریز) در روی خط افق می کشیم.

بر روی یکی از این خطوط و در عمقی دلخواه نقطه ای انتخاب می کنیم و از این نقطه دو یا ل عمود بر هم رموزی یا ل های مشابه جلوئی رسم می کنیم. دونقطه لازم دیگر بعد از رسم یا ل های مذکور بخودی خود پیدا خواهد شد.

مثال ۳- میخواهیم پرسپکتیو یک منشور مایل را که بر سطح جسمی قرار دارد بسازیم. فرض اینست که یکی از سطوح جانبی این منشور (A A B B) ش ۵۴) قائم بر سطح جسمی باشد.

پرسپکتیو این جسم را ممکن است بترتیب زیر ساخت.

۷) بر روی سطح جسمی قاعده منشور را بشکل سه‌گوش دلخواه CBA رسم می‌کنیم. BA را بطرف خط افق امتداد داده و نقطه گریزان M را پیدا می‌کنیم. از نقطه M خطی قائم برافق اخراج می‌کنیم. این خط، خط گریز صفحه $BBAA$ محسوب می‌شود و نقطه گریز مشترک یال‌های جانبی منشور باید بر روی این خط قرار گیرد. این نقطه گریز را با حروف N مشخص می‌کنیم (در ش ۵۴ نقطه مذکور دور از دسترس است). نقطه N را بطور دلخواه انتخاب می‌کنیم، بدین ترتیب که یکی از یال‌ها، مث. BB را نقدر امتداد میدهیم تا با خط گریز برخورد کند. آنوقت بالهای AA و CC را هم به این نقطه میرسانیم، زیرا هر سه یال موازی یکدیگرند.



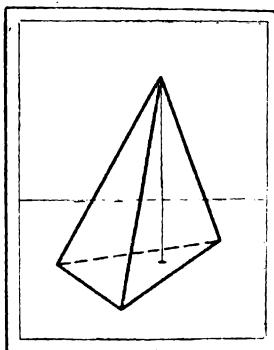
شکل ۵۴

ب) چنانکه گفته شد یال‌های AA و CC را که با یال BB دارای نقطه گریز مشترک هستند، در جهت نقطه مذکور (N) رسم کنیم. اگر بخواهیم این کار را بدون استفاده از نقطه گریز مشترک انجام دهیم باید از روشی که در ش ۲۵ - آ مخوسته‌ایم، استفاده کنیم.

و) روی خط NA نقطه A را بدلخواه انتخاب می‌کنیم. با انتخاب این نقطه، ما ارتفاع منشور را انتخاب کرده‌ایم. از خط A به M نقطه گریز BA و نیز به نقطه گریز CA که در خارج از جدود شکل قرار دارد می‌کشیم و گوشه‌های B و C را بdest می‌آوریم و بعد یال CB را رسم می‌کنیم.

تبصره . خطوط CA و BA را لگر بخواهیم بدون کمک نقاط گزین
واقع در خارج کادر ، رسم کنیم ، باید باروش ۵ . ش ۲۴ عمل کنیم .
مثال ۴ - میخواهیم پرسپکتیو هرمی را که رئوس آن در مسئله داده شده
بسازیم (شکل ۵۵) .

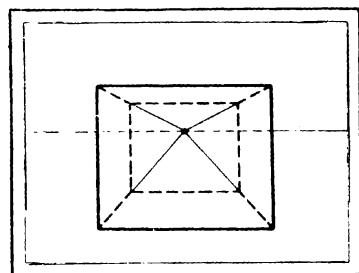
از آنجاکه در مسئله راجع به تعیین اندازه های هرم ضمن ساختن
پرسپکتیو آن تاکیدی نشده است ، بنابراین طرز کار عبارت خواهد بود از گذراندن
یالهای هرم از رئوس یاد شده در بالا .



شکل ۵۵

هنگام ساختن پرسپکتیو اجسام ، در همه حال ، این نکته باید جدا
مراهات شود که تصاویر اجسام موردنظر ، بطور دقیق و واضح ، نماینده فرم واقعی
آن باشند . بدین منظور ، قبل از هر چیز ضروری است که محل نقطه دید و صفحه
تابلو نسبت به جسم موردنظر ، بادقت خاص و مناسب با موقعیت انتخاب شود مثلا
در ش ۵۲ ، نقطه دید بالاتر از ارتفاع جسم انتخاب شده است (خط افق
از بالای طرح جسم میگذرد) . بدین سبب چشم بیننده میتواند سطح بالائی
جسم موردنظر را بهبیند و گذشته از آن جسم نسبت به صفحه تابلو طوری
فرار گرفته که دو سطح جانی آن نیز در پرسپکتیو رسم میشوند و بدین
ترتیب سه سطح مرئی جسم ، بطور واضح فرم جسم موردنظر را مجسمی کنند

برخلاف تصویری که بررسی کردیم ، در شکل ۵۶ نقطه دید پائین تراز - ارتفاع جسم انتخاب شده و موقعیت جسم نسبت به نقطه دید و صفحه تابلو طوری است که شرایطی نامساعد را برای واضح دیده شدن جسم که منجر بمناره ای ساخته شود میباشد ، بوجود آن آورد . بطوریکه می بینیم برخلاف شکل ۵۲ که آسانی یک مکعب مستطیل را جسم می کند ، در شکل ۵۶ فقط یک مکعب بکم خطوط نقطه چین شرطی میتوانیم برداشته باشیم که نیز پرسپکتیو یک مکعب مستطیل میباشد ، زیرا در شکل فقط یک سطح مکعب روبروی ماقرار دارد و بصورت یکراستگوش دیده میشود و بنا به خصوصیات پرسپکتیوی ، یال های افقی و عمودی سطوح جانبی و عقبی دید نمیشوند .

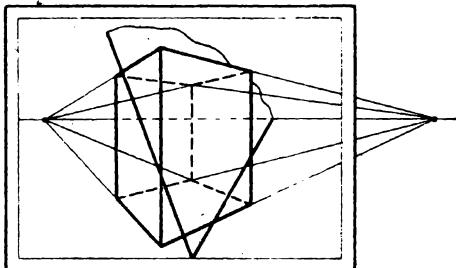


شکل ۵۶

لازم است ذکر کرد که انتخاب ارتفاع نقطه دید ، در عین حال ، نمیتواند بد لخواه و باصطلاح سرسی انجام گیرد ، زیرا ، مثلا برای ساختن پرسپکتیو یک بنای مسکونی ، ممکن است بشرایط تماسی یک بنادر وضع عادی توجه داشته و نقطه دید خود را بر اساس تراز ارتفاع بنای انتخاب کنیم . بناین علت هنگام ساختن پرسپکتیو یک بنای ، هم باید به تعیین نقطه دید توجه کافی شود و هم انتخاب موقعیت متقابل بنای و صفحه تابلو ، که در موفق بودن کار بسیار موثر است مورد دقت کافی قرار گیرد .

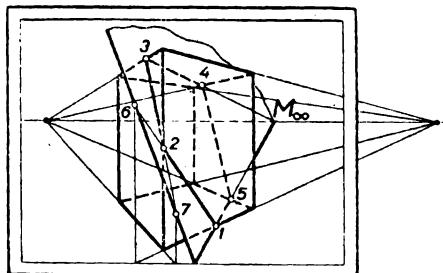
اکنون طرز ساختن پرسپکتیو اجسامی را که توسط صفحه ای قطع شده و یا با یکدیگر متقاطع اند ، بررسی می کیم .

مثال ۵- بر روی نابلو یک مکعب مستطیل و یک صفحه سمتی شده است (ش ۵۷) میخواهیم خطوط تقاطع صفحه با سطح مکعب مستطیل را اسازیم . محل قطع شده در اینجا بصورت یک چندگوش (کثیر الزاویه) میباشد . هر ضلع این چندگوشها را تقاطع صفحه قاطع با یکی از سطوح مکعب مستطیل بدست آمد است . بدین سبب برای حل مسئله باید خط تقاطع صفحه قاطع را با هر یک از سطوح مکعب مستطیل بدست آورد . کاربرتیب زیرا ناجم میگیرد .



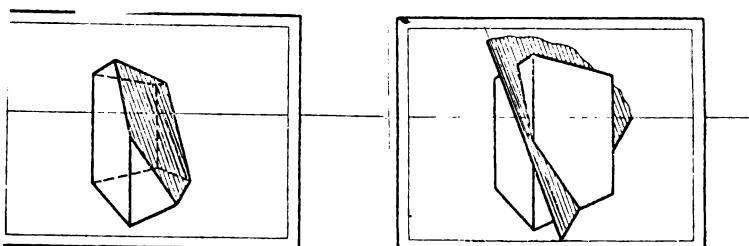
شکل ۵۷

- آ) اثر تابلویی سطح جلویی طرف راست مکعب مستطیل را بدست می آوریم (ش ۵۸) . نقطه های برخورد اثر جسمی و اثر تابلویی سطح نامبرده را با اثر جسمی و اثر تابلویی صفحه قاطع بدست می آوریم (نقطاً ۱و ۲) . از نقطه ۱ به ۲ ، خطی می کشیم و پاره خط محدود به نقاط ۱و ۲ را پیدا می کنیم . نقاط ۱و ۲ محل برخورد صفحه قاطع با بال های افقی و قائم جلویی جسم هستند و خط بین نقاط نامبرده اولین خط تقاطعی است که بدست آمده .
- ب) اثر تابلویی سطح جلویی طرف چپ مکعب مستطیل را ساخته و محل برخورد آن با اثر تابلویی صفحه قاطع را بدست می آوریم (نقطه ۷) . از نقطه بدست آمده و نقطه ۲ (که در عین حال به سطح طرف چپ نیز تعلق دارد) خطی را که باید سطح طرف چپ را قطع کند، می گذرانیم . این خط به نقاط ۲و ۳ محدود است و نقطه ۳ از امتداد خط محدود به نقاط ۲و ۷ بدست می آید .
- و) با توجه به اینکه سطح بالائی مکعب مستطیل موازی سطح جسمی است، از



شکل ۵۸

نقطه ۳ و M_{∞} ، که نقطه‌گیری اثر جسمی صفحه قاطع می‌باشد، خطی گذرانده و خط تقاطع سطح بالائی را که محدود به نقاط ۳ و ۴ می‌باشد، پیدا می‌کیم.
گ) نقطه ۵ را که محل برخورد اثرهای جسمی عقبی طرف راست و



شکل ۵۸

شکل ۵۹

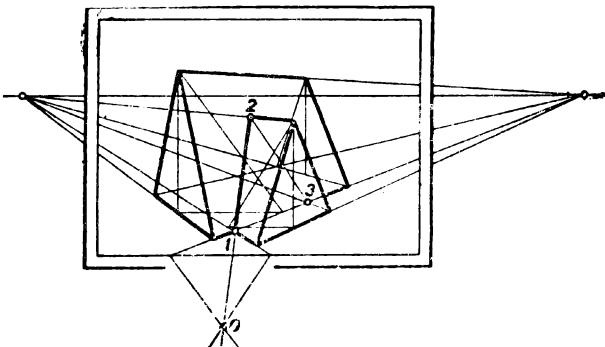
شکل ۶۰ مکعب مستطیل قطع شده را نشان می‌دهد.

صفحه قاطع است رسم می‌کنیم.

د) بین نقطه‌های ۵ و ۱، خط تقاطع صفحه قاطع با سطح پائینی مکعب مستطیل را پیدا می‌کیم.

بنچ‌گوش ۱-۲-۳-۴-۵ نشان دهنده سطح تقاطع مکعب مستطیل با صفحه قاطع است. در شکل ۵۹ وضع متقابل مکعب مستطیل و صفحه قاطع بطور واضح نمایان است.

مثال ۶- میخواهیم خطوط تقاطع سطوح دو منشور را که توسط یک سطح.



شکل ۱۶

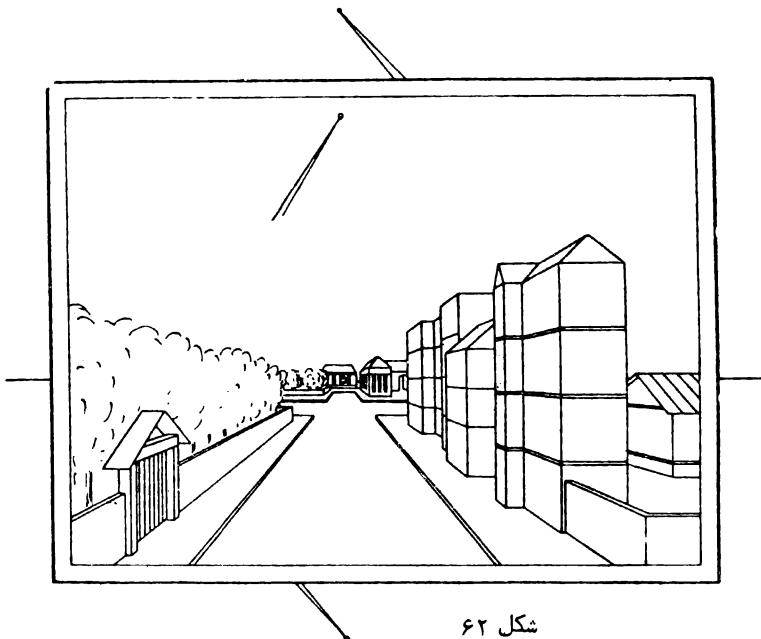
چهارگوشه شان را روی سطح جسمی قرار دارند ، بسازیم (ش ۱۶) .

خط تقاطع سطوح دو چندوجهی عموماً بشکل خط شکسته فضایی (یا چند خط شکسته) میباشد . هر یک از این خطوط ، خط تقاطع سطحی از چندوجهی با سطح چندوجهی دیگر محسوب میشود .
بنابراین مسئله باید ترتیب حل میشود که مخطوطه تقاطع سطوح این دو چندوجهی را بایدیگر ، بسازیم .

در شکل ۱۶ خط تقاطع از دو پاره خط ۱ - ۲ و ۲ - ۳ تشکیل شده است (در نظر داشته باشید که در اینجا تمام خطوط تقاطع منظور نشده و فقط قسمت جلوئی که دیده میشود ، مورد نظر است) . یکی از این پاره خطها ، یعنی پاره خط ۱ - ۲ ، نشان دهنده خط تقاطع دو وجهی که متوجه بیننده هستند ، میباشد . این خط از نقاط ۰ و ۱ که نقطه های برخورد اثرهای همنام دو صفحه نامبرده هستند بدست آمده است . نقطه ۱ محل برخورد اثرهای جسمی دو سطح ذکور و نقطه ۰ محل برخورد اثرهای تابلوئی همین صفحات میباشند .
برای پیدا کردن نقطه ۰ در شکل ۱۶ از روش ۷۸ ش ۴۷ استفاده شده است . متوجه باشید که در اینجا از دوراس بالائی دو مثلث ، بجای نقطه ۰ (ش ۴۷) استفاده شده است .

مثال ۷ - در شکل ۱۶ با مسئله مرکب تری سروکار داریم و برای ساختن آن نیز باید از خصوصیت های پرسپکتیوی که قبل از بررسی کرد ما یم ، استفاده کنیم .

بر روی تابلو طرح خلاصه ای (شمایلک) از چند بنا می بینیم که در امتداد



شکل ۶۲

خیابان قرار دارند. هریک از بنها طوری قرار دارند که نمای پهلوی آنها موازی صفحه تابلو است. (در عماری و همچنین در پرسپکتیو نمای جلویی بنها را که در ورودی اصلی در آن قرار دارد ، نمای اصلی و نمای های طرفین را نمای جانبی یا پهلوی می نامند) . در نتیجه نمای اصلی همبنها ها که روی خیابان هستند در سطوحی عمود بر صفحه تابلو واقع می شوند و خطوط مستقیم افقی تشکیل دهنده این نمایها دارای نقطه گریز مشترکی می باشند که بر نقطه اصلی تابلو منطبق است . در شکل ، نقطه اصلی ، خط افق ، و نقطه گریز سه گروه خطوط ، مستقیم موازی که نشان دهنده بام ساختمان داخل حیاط در طرف راست شکل و قسمت بالائی دروازه واقع در سمت چپ خیابان هستند ، داده شده اند *

ضمنا چنانکه از شکل پیدا است ، خط افق در تابلو ، بالا انتخاب شده و این یعنی آنست که ، ما از جای مرتفعی (مثلًا از بالکن طبقه دوم) به این خیابان نگاه می کیم .

۹ - §

مقیاس در پرسپکتیو نقطه فاصله

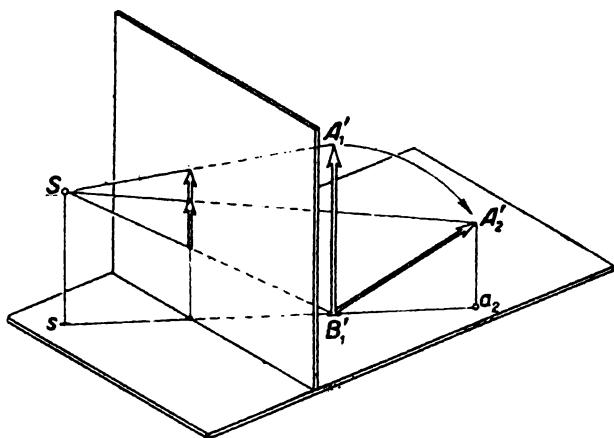
ما باطرز استعمال بعضی از خصوصیت‌های تصویر مرکزی برای ساختن پرسپکتیو جسم آشنا شدیم و ضمن آن، در مسائلی که بررسی کردیم، هدف ما این بود که بگمک پرسپکتیو، فقط فرم اشیاء و موقعیت متقابل اجزاء آن را نشان دهیم.

لیکن در عمل، برای ساختن پرسپکتیو اشیاء واقعی که دنیای مارا حاطه کرده‌اند، نمیتوان فقط به مسائلی از قبیل مسائل موضعی اکتفاء کرد. ضروری است که تصویر نه فقط فرم هر جسم را نشان دهد، بلکه تناسب‌های اندازه‌ای آن جسم را نیز چه نسبت به اجزاء خود جسم با یکدیگر، و چه نسبت به جسام دیگر، بخوبی بازگو کنیم.

مسائلی که در این مورد پیش‌می‌آیند، ممکن است یا مربوط به ساختن پرسپکتیو جسم از روی اندازه‌های معین آن باشند، و یا مربوط به پیداکردن اندازه‌های واقعی جسمی از روی پرسپکتیو آن. چنین مسائلی عموماً مسائل متربی نامیده می‌شوند. یکی از راه حل‌های مسائل متربی، استعمال مقیاس است که ممکن می‌باشد. یعنی اندازه‌های طبیعی جسم و اندازه‌خطی پرسپکتیوی جسم رسم شده را برابر قرار کرد.

در درس حاضر، ما طرز ساختن مقیاس خطی پرسپکتیوی را یاد می‌گیریم. در شکل ۶۳ جسمی که فرم خط مستقیم می‌باشد، نشان داده شده است. این

جسم نخست موازی صفحه تابلو، در وضعیت \overline{BA} قرار دارد. سپس در حده صفحه شعاعی، روی محور B چرخید و باشکل دادن زاویه‌ای دلخواه نسبت به سطح تابلو، بوضع $\overline{B'A'}$ در آمد است. از ش ۶۳ معلوم است که طول تصویر یک جسم بر روی صفحه تابلو، نسبت به زاویه‌ای که آن جسم با صفحه تابلو میتواند داشته باشد متغیر است.



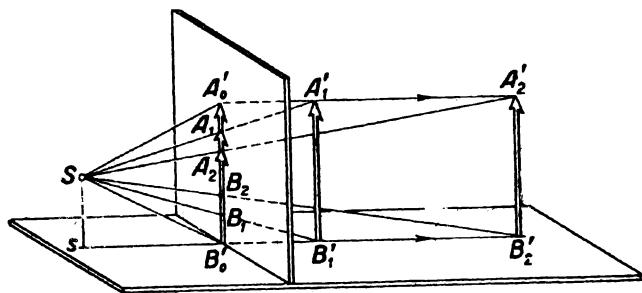
شکل ۶

شکل ۶ نشان می‌دهد که طول تصویر یک جسم موازی با صفحه تابلو نیز، با تغییر یافتن فاصله آن جسم نسبت به تابلو تغییر می‌کند. از اینجا نتیجه می‌گیریم که واحد طبیعی مقیاس خطی، در پرسپکتیو ذارای اندازه متغیر است. این اندازه در دو حال تغییر می‌کند.

اولاً نسبت به زاویه‌ای که جسم مورد نظر با صفحه تابلو داشته باشد، همانطور که در شکل ۶ دیدیم طول تصویر یک شیئی عمود بر سطح جسمی، با کم شدن زاویه آن نسبت به سطح جسمی، کوتاه‌تر می‌شود.

ثانیاً طول تصویر با تغییر یافتن یکنواخت فاصله نقاط آن از تابلو تغییر می‌باید. مثلاً هرچه خطی از تابلو دورتر شود (در حال موازی بودن

بان) تصویر آن در روی تابلو کوچکتر و هرچه نزدیکتر شود طول تصویر برعکس زیادتر خواهد بود. ش ۶۴ این موضوع را بخوبی نشان میدهد.



شکل ۶۴

بدین ترتیب، اگر بخواهیم از روی تصویر یک جسم، فواصل نقاط آن را بکم مقیاس تعیین کنیم، ضروری است که طرز ساختن مقیاس را در پرسیکتیو، هم نسبت به وضعی که خطوط مستقیم از لحاظ جهت دارند، وهم نسبت به فاصله شان از تابلو، بخوبی بدانیم.

اکنون طرق اندازه گیری طول خطوطی را که در سه جهت عمدۀ در فضای جسمی قرار دارند، توسط مقیاس بررسی می کنیم. سه جهتی که آنرا جهات عمدۀ میشماییم، از اینقرارند.

(۱) جهت خطوط مستقیمی که عمود بر صفحه تابلو باشد. چنین جهتی را جهت عمق می نامند.

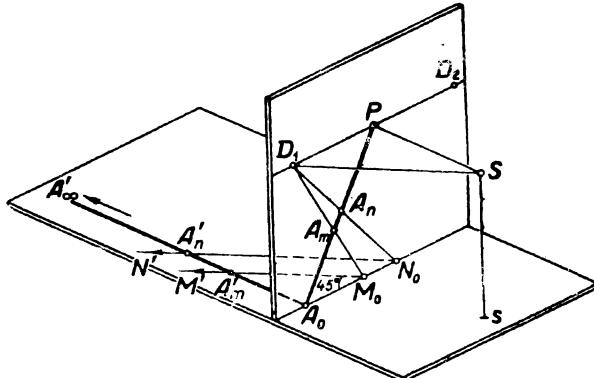
(۲) جهت خطوط مستقیمی که موازی قاعده تابلو باشند. چنین جهتی را جهت بهنا می نامند.

(۳) جهت خطوط قائم بر سطح جسمی که چنین جهتی را. جهت ارتفاع می نامند.

متناسب با شرح بالا، مقیاس‌های پرسیکتیوی را که در جهات نامبرده ساخته شده باشند، مقیاس عمق، مقیاس بهنا، و مقیاس ارتفاع می نامیم. با اینک بشرح هر یک از این مقیاس‌ها میپردازیم.

مقیاس عمق . مقیاسی که بر روی یک خط عمود بر سطح تابلو ساخته میشود ، مقیاس عمق نام دارد . برای این که مقیاس عمق را در روی تابلو بسازیم ، به دستگاه تصویر یا ب مراجعه می کنیم (ش ۶۵)

خط راست $A'_m A_m$ را بر روی سطح جسمی و عمود بر صفحه تابلو می کشیم . پاره خط $M'_m M_m$ را بر روی قاعده تابلو بطول دلخواه انتخاب میکنیم حال میخواهیم بر روی خط $A'_m A_m + M'_m M_m$ پاره خطی که برابر با $A'_m A_m$ باشد، پیدا کنیم . از نقطه M'_m خط راستی که دارای زاویه 45° درجه نسبت به قاعده تابلو باشد رسم کرده و نقطه برخورد آن با خط $A'_m A_m$ را با حرف P علامت میکذاریم . پاره خط های $A'_m A_m$ و $M'_m M_m$ با هم برابرند ، زیرا اضلاع مجاور بزاویه قائمه مثلث متساوی الساقین $A'_m A_m P$ محسوب میشوند .



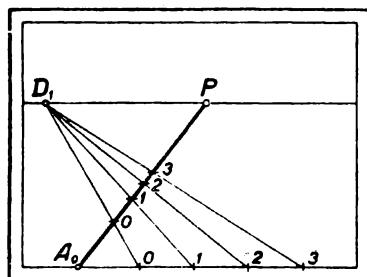
شکل ۶۵

خط $A'_m A_m$ در روی تابلو پرسکتیو خط $A'_m A_m$ محسوب میشود . پرسکتیو خط $M'_m M_m$ را میتوان بکم نقطه گردی T نیز پرسکتیو خط $D'_m D_m$ را بدست آورد . نقطه D'_m توسط شاعع $D S$ که موازی خط $M'_m M_m$ است ، پیدا میشود . بنابراین نقطه A'_m که از برخورد خط $A'_m A_m$ با $D'_m D_m$ بدست T مده ، پرسکتیو نقطه A'_m محسوب شده و پاره خط $A'_m A_m$ نیز پرسکتیو $A'_m A_m$ می باشد

که طولش نیز برابر طول خط نامبرده است.

آشکار است که بهمین ترتیب میشود تصویر هر پاره خط عمقی چون A_1^M ، A_2^N را ، که در روی تابلو با حروف A_1 و A_2 شان داده شده، بدست آورد بشرطیکه طول پاره خط عمقی و فاصله دو سر آن از نقطه P ، بر روی قاعده تابلو در دست باشند ، چنانکه نقاط M و N در شکل ۶۵ نماینده نقاط مذکور هستند .

بدین ترتیب ، بطوریکه از شکل ۶۴ عوپیدا است ، نقطه D میتواند در روی تابلو نقطه تلاقی خطوطی باشد که مقیاس‌های معین شده در روی قاعده تابلو را ، بر روی خط عمقی که برسطح جسمی واقع باشد منتقل میکند . مشاهده می کیم که اگر نقطه ای چون O ، که نقطه آغاز مقیاس پرسیکتیوی است ، قبل از روی خط A معین شده باشد ، باید قبل از اینکه مقیاس طبیعی را در روی قاعده تابلو قید کنیم ، نقطه O را بکمک D بر روی قاعده تابلو منتقل کنیم . بطوریکه از شکل ۶۴ عوپیدا است ، امتداد خط D ، نقطه O را در روی قاعده تابلو معین کرده است .

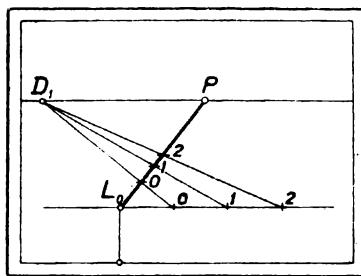


شکل ۶۴

مقیاس طبیعی از همین نقطه آغاز شده است . خلاصه ، فرض می کنیم از نقطه ای چون O در روی P ، میخواهیم چهار پاره خط مساوی با هم که طول هر یک مثلاً ۱ میلیمتر باشد جدا کنیم . از D و O خطی کذرانده و با امتداد دادن آن نقطه ، نقطه ای در روی تابلو بدست 1 آید که آنرا نیز O می نامیم .

از نقطه اخیر چهار پاره خط هر یک بطول ۸ میلیمتر جدا کرده، و از نقاط پیدا شده خطوطی به P رسم می‌کنیم و نقاط ۱ و ۲ را در روی خط عمقی $A_1 A_3$ بدست می‌وریم، پاره خط‌های محدود به این نقاط همگی با هم مساوی و طول هر یک ۸ میلیمتر می‌باشد.

میتوان آسانی مطمئن شد که اگر خط عمقی مورد بحث، بر روی سطح جسمی هم واقع نباشد (مانند P در ش. ۶۷)، باز نقطه D_1 ، نقطه تلاقی خطوط منتقل کننده مقیاس طبیعی بر روی خط عمقی «محسوب خواهد شد (خطوط مورد بحث را از این ببعد خطوط ناقل یا را بطمی نامیم)». در چنین صورتی مقیاس طبیعی را بر روی اثر تابلویی صفحه‌ای که خط P در آن واقع است، رسم می‌کنیم البته چنین صفحه‌ای باید موازی سطح جسمی باشد تا اثر تابلویی آن، بتواند موازی قاعده تابلو باشد.



شکل ۶۷

با یک نگاه به شکل ۵۶ می‌بینیم که مثلث DPS تشکیل شده بر صفحه افق، متشابه مثلث $A_1 A_3 M$ می‌باشد و چون اصلاح مجاور بزاویه PS با P هم برابرند، نتیجه می‌گیریم که نقطه D بر روی خط افق از نقطه اصلی P همانقدر فاصله دارد که نقطه D_1 از صفحه تابلو دارای فاصله می‌باشد.

بنابر این، چگونگی ساختمان مقیاس عمق، با انتخاب موقعیت نقطه دید نسبت به سطح تابلو بستکی دارد. هنگام کشیدن تابلو و ضمناً "ساختن

مقیاس عمق، اگر فاصله نقطه دید از سطح تابلو قبلاً "معین باشد در اینصورت محل نقطه D_1 توسط همین فاصله پیدا میشود، یعنی چنانکه قبلاً" اشاره شد، فاصله D_1 از P در تمام مسائل پرسیکتیوی برابر است با فاصله دید S ز سطح تابلو . پس بخاطر بسپارید که همیشه $DP=PS$.

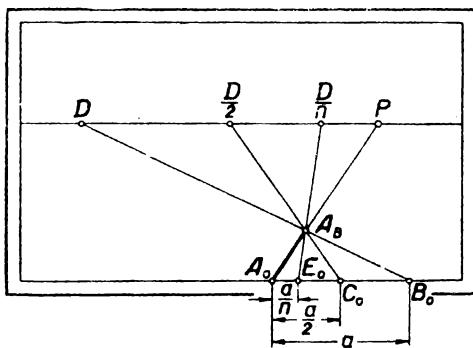
بر عکس، اگر نقطه D_1 (عموماً منظور اهمان D است .. در درسهای آینده بهتر متوجه خواهیم شد) و P قبلاً روی خط افق معین باشد ادر آنصورت پاره خط DP نماینده طول فاصله نقطه دید از تابلو خواهد بود. بدین شب نقطه D_1 همیشه نقطه مسافت و یا نقطه فاصله نامیده میشود .
 از آنجا که خطوط ناقل دارای زاویه 45° درجه‌نسب . به قاعده تابلو را میتوان در روی سطح جسمی در دو جهت مختلف رسم کرد، بنابر این میتوان در خط افق دو نقطه فاصله داشته باشیم . D_1 و D_2 که هر یک با فاصله ای برابر با دیگری از P قرار دارند (ش 65) . هر دو این نقاط در پرسیکتیو مورد استفاده قرار می‌گیرند . پس بطور خلاصه $SP=PD_1=PD_2$ د این را باید خوب بخاطر سپرد .

بعد از اینکه با نقاط فاصله و طرز بکار بردن آنها ضمن تعریبات متعدد آشنا شدیم ، میپردازیم به نقاط فاصله کسری .

در عمل ، هنگام ساختن تصاویر پرسیکتیوی ، معمولاً " طول فاصله نقطه دید بعراقب بیشتر از طول اصلاح کادر تابلو می‌باشد . در نتیجه نقطه فاصله ، در بیرون از کادر سطحی که پرسیکتیو بر روی آن ساخته میشود ، قرار می‌گیرد . در چنین حالی برای ساختن مقیاس عمق از نقطه‌ای که باصلاح نقطه فاصله کسری نامیده میشود ، استفاده می‌کنند . شکل ۸۶ چگونگی استفاده از نقطه فاصله کسری را نشان می‌دهد . *

* - برای اینکه پرسیکتیو جسمی که با روش تصویر مرکزی ساخته میشود ، از نظر دیدهای تاثیری را داشته باشد که خود جسم هنگام تماشای مستقیم آن می‌بخشد ضروری است که فاصله نقطه دید از تابلو اقلای ۲ یا ۳ برابر بزرگترین قطر آن باشد (به § ۱۴ نگاه کنید) .

بر روی فاعده تابلو خطی بطول $\frac{B}{P}$ داشته و میخواهیم پاره خطی برابر با آن را در روی خط عمقی A_p جدا کنیم. چنانکه یاد گرفته ایم، کافی است که B_p را به D وصل کرده و نقطه ای چون A_g را بر روی خط عمقی بدست آوریم. در این حال $A_g + A_p$ برابر است با B_p . حال اگر قادر تابلو در شکل ۶۸ کوچکتر بود، نقطه D در خارج آن واقع شود و در عین حال بخواهیم کار خود را فقط توی کادر انجام دهیم، میتوانیم فاصله R را نصف کرده بجای نقطه D ، از نقطه کسری D استفاده کنیم. اما در این حال باید خط $B_p A_p$ را نیز نصف کنیم و از نقطه حاصل C_p خطی به D بکشیم. بطوریکه از شکل پیدا است، خط $C_p D$ نیز از نقطه A_g گذشته



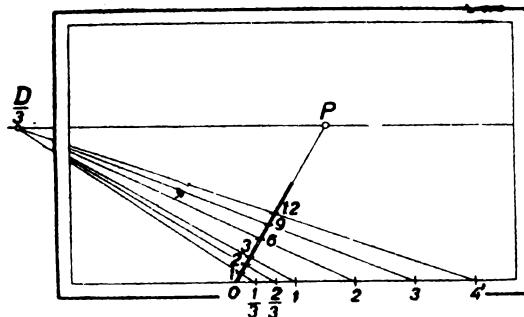
شکل ۶۸

است. بهمن ترتیب برای بدست آوردن A_g از D استفاده می کیم، اگر خط $E_p A_p$ را که $\frac{1}{n}$ خط $A_p B_p$ طول دارد به D وصل کیم، باز هم از نقطه A_g خواهد گذشت. از اینجا نتیجه می گیریم که برای ساختن مقیاس عمق، بجای نقطه فاصله D ، میتوان از نقطه فاصله کسری ای که مخرج آن را مناسب با کار خود و بدلخواه انتخاب می کنیم استفاده کنیم، لیکن باید در نظر داشت که مخرج نقطه کسری D هر چه باشد، مقیاس طبیعی نیز باید بهمان عدد تقسیم شود. مثلا در شکل ۶۸ اگر از نقطه D استفاده کنیم باید $\frac{1}{n}$ خط $A_p B_p$ را به D برسانیم و نتیجه مانند پیش خواهد بود.

اگنون توجه کنید که عکس قضیه نیز درست است . پاره خط $\overline{A_p A_g}$ را بر روی خط عمقی P داریم و میخواهیم طول واقعی این پاره خط را بدانیم . برای اینکار باید نقطه فاصله را $A_g A_p$ وصل کرده و با امتداد آن P را پیدا کنیم . پاره خط $\overline{A_p A_g}$ در این حال نشان دهنده طول واقعی $A_g A_p$ خواهد بود . حال اگر بجای D از $\frac{D}{2}$ استفاده کنیم ، نقطه C را بدست خواهیم آورد و باید کاملاً "توجه کنیم که در این حال C $\overline{A_p A_g}$ برابر با N نبوده بلکه نصف آن می باشد . پس نتیجه می گیریم که برای تعیین طول واقعی یک پاره خط عمقی اگر از $\frac{D}{2}$ استفاده کنیم ، مقیاس حاصل بر روی قاعده نابلو را باید ضرب در ۲ کنیم و اگر از $\frac{D}{4}$ استفاده کردیم ضرب در ۳ و اگر از $\frac{D}{12}$ استفاده کنیم باید در ۱۲ ضرب شود .

پس از انتخاب نقطه فاصله کسری $\frac{D}{12}$ ، از این نقطه ممکن است چون نقطه گریز خطوط ناقل ، برای معین کردن مقیاسها در عمق استفاده کرد . فقط باید توجه کنیم که هنگام تعیین مقیاسها در روی خط عمقی ، از $\frac{1}{12}$ مقیاس طبیعی باید استفاده کنیم و بر عکس هنگام تعیین طول واقعی مقیاس‌های موجود در خط عمقی نتیجه حاصل باید ضرب در $\frac{12}{1}$ شود .

به شکل ۶۹ نگاهی بکنیم . چنانکه می بینیم از نقطه کسری $\frac{D}{12}$ استفاده شده است . اگر هر یک از واحدها را مثلاً "یک متر حساب کنیم ، مقیاس طبیعی روی قاعده نابلو ۴ متر یعنی $\frac{1}{3}$ طول پاره خط عمقی خواهد بود . حال اگر فرض کنیم که مقیاس طبیعی در روی قاعده نابلو معین نیاشد ، باید ، پاره خط محدود به نقاط او را که توسط خطوط ناقل بدست خواهیم آورد ، ضرب در ۳ کنیم و در نتیجه ۱۲ متر خواهد بود .



شکل ۶۹

تمرین - آ) کادری بعنوان صفحه تابلو باندازه های دلخواه انتخاب کنید و با استفاده از معلومات فرا گرفته خود نقطه فاصله آن را معین کنید .

ب) خطی دلخواه بر سطح جسمی تابلو نامبر درسم کرد و پاره خطی رابر روی آن در نظر بگیرید و بارو شهائی که میدانید طول واقعی این پاره خطرا در روی قاعده تابلو معین کنید .

و) در کادری برابر با اولی ، خطی را که بر سطح جسمی کشیده بودید ، با همان شرایط دو باره رسم کنید . اینبار طولی را که در روی قاعده تابلو بود است آورده بودید ، توسط خطوط ناقل بروی خط عمقی منتقل کنید و بینید که با پاره خط اولی برابر است یا نه ؟ اگر برابر بود کار شما درست است .

گ) طول واقعی پاره خط مذکور را با استفاده از $\frac{D}{2}$ و $\frac{D}{3}$ و $\frac{D}{4}$ و $\frac{D}{11}$ بدست آورید .

سؤالات - آ) S و P معین باشد D را چگونه پیدا می کنیم ؟

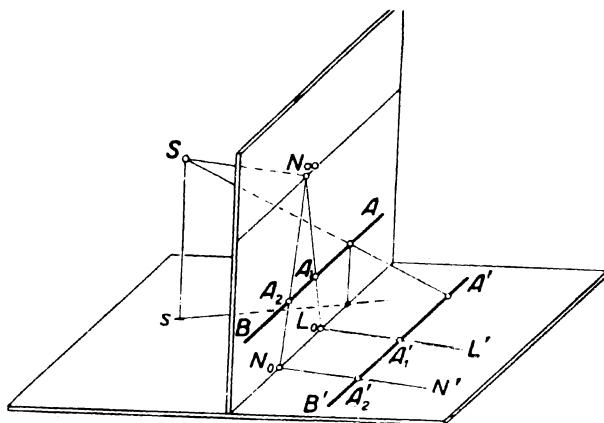
ب) اگر P و D درست باشند ، طول S را چگونه معین می کنیم ؟

و) اگر طول پاره خطی عمق محدود بهدو خط ناقل که دارای نقطه گریز D' می باشد ۳ متر باشد ، طول آن در روی قاعده تابلو چند متر باید باشد ؟

مقیاس پهنا - اگر مساغت مرتب به مقیاس عمق را مخوبی فرا گرفته ایم میتوانید به مقیاس پهنا بپردازید ، در غیر اینصورت بهتر است مقیاس عمق را دو باره مطالعه کنید ، زیرا تمام مسائل بهم مربوطند و ناگزیر اگر یکی را بخوبی یاد نگیریم ، بقیه مشکل بنظر خواهد رسید .

مقیاسی که بر روی خط موازی با قاعده فتابلو ساخته شده باشد ، مقیاس پهنا نام دارد .

بر روی سطح جسمی ، خط A' را موازی قاعده تابلو می کشیم (ش . ۷۰)
بر روی قاعده تابلو خط I پر رابطه دلخواه انتخاب می کنیم . ما میتوانیم این پاره خط را بر روی خط A' منتقل کنیم (یعنی بر روی A' پاره خطی بر این N با I پیدا کنیم) . این کار را میشود بكمکد و خط موازی با هم I و N که جهتشان بدلخواه ما است انجام دهیم . خط BA که موازی قاعده تابلو است ، در روی تابلو پرسپکتیو خط A' محاسب میشود (§ ۴ ، تمرین ۳) .

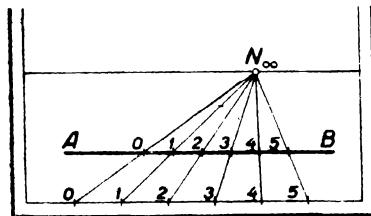


شکل ۷۰

موقعیت محلی نقطه N° ، که نقطه‌گریز خطوط ناقل پاره خط مذکور می‌باشد ، بر روی خط افق ، بسته‌برجهتی است که بخطوط نامحدوده داده ایم ، یعنی چون N° موازی N موادی است . برای یافتن N° ، از نقطه‌گردید S خطی موازی با یکی از خطوط ناقل ، مثلاً L° می‌کشیم . محل برخورد این خط با خط افق ، نقطه مطلوب ما ، یعنی N° خواهد بود . حالاگر بخواهیم تصویر خطوط ناقل N و L را روی تابلو بکشیم ، باید از نقاط N° و L° خطوطی به نقطه‌گریز N° وصل کنیم . محل برخورد این خطها با خط A \triangle بر روی تابلو پاره خط A را که پرسکتیو پاره خط A' است ، بدست می‌دهد .

شکل ۷۱ نشان میدهد که چطور میتوان پرسکتیو مقیاس پهنا را بر روی خطی چون A \triangle ، از روی مقیاس طبیعی معین ساخت .

مشاهده می‌کنیم که اگر نقطه آغاز تقسیمات مقیاس بر روی خط مورد نظر در تابلو ، معین باشد ، نقطه‌گریز خطوط ناقل ، یعنی N° دیگر نمیتواند بدلخواه انتخاب شود . در جنین حالی برای پیدا کردن محل N° ، باید از نقطه آغاز مقیاس‌های طبیعی و پرسکتیوی خطی گذرانده و آنرا تابخورد با خط افق امتداد داد . نقطه‌ای که بدینسان پیدا شود نقطه‌گریز خط مورد بحث و بقیه خطوط ناقل موازی با آن خواهد بود .

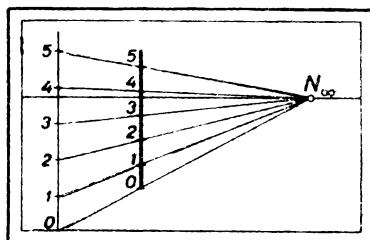


شکل ۷۱

از طرز ساختن مقیاس پرسپکتیوی در شکل‌های ۷۰ و ۷۱ معلوم می‌شود که اگر خطی چون A-B را موازی با صفحه تابلو در عمق فضاحرکت دهیم، تقسیمات مقیاس پرسپکتیوی بر روی خط مذکور تناسب بین خود را حفظ کرده و فقط از نظر طول تغییرخواهد کرد. ساده‌تر بگوییم یک خط موازی با صفحه تابلو، هر چه به تابلو زدیکتر شود بزرگتر، و هرچه از آن دور تر شود، کوچکتر بنظر خواهد رسید، و حال اینکه اندازه آن در واقع تغییری نمی‌کند.

مقیاس ارتفاع - مقیاسی که بر روی خط قائم بر صفحه جسمی ساخته شود، مقیاس ارتفاع نامیده می‌شود. خط ارتفاع نیز چون خط پهنا موازی سطح تابلو می‌باشد (§ ۴ تمرین ۳) و بدین سبب ساختمان پرسپکتیو مقیاس ارتفاع تقریباً مانند مقیاس پهنا است و میتواند بروش زیر انجام گیرد.

فرض کنیم روی تابلو خطی داریم که قائم بر سطح جسمی است (شکل ۷۲) میخواهیم پاره خطی، مثلاً بطول ۵ متر، در روی این خط جدا کنیم. از نقطه دلخواهی بر روی قاعده تابلو خطی قائم اخراج کرده و واحدهای مقیاس طبیعی را در روی آن قید می‌کنیم. مثلاً در شکل ۷۲ پنج واحد داریم که هر یک را ۱ متر فرض می‌کنیم.



72.

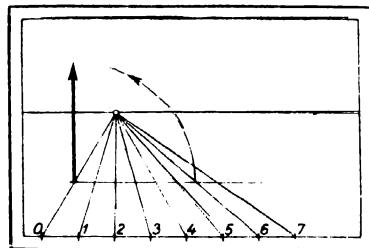
برای جدا کردن پاره خطی بطول ۵ متر در روی خط مورد بحث باید از نقطه آغاز مقیاس طبیعی و قاعده خط مورد بحث ، خطی گذرانده و آنرا تا بر خورد بالف امتداد دهیم و بدین ترتیب $\frac{N}{N}$ را بدست آوریم . میدانیم که این نقطه باید نقطه‌گیریز (تلاقی) خطوط را بطباط باشد . بقیه کار آسان است ، نقطه آغاز هر واحدی را به $\frac{N}{N}$ میرسانیم و واحدهای متناسب با واحدهای طبیعی را بر روی خط مورد بحث بدست می‌آوریم . این واحدها چنانکه میدانیم در واقع باهم برابرند .

بطوریکه از شکل پیدا است هر خط قائم بر سطح جسمی محدود به خطوط $0\frac{N}{N}$ و $5\frac{N}{N}$ دارای طولی است برابر با پنج واحد مقیاس طبیعی و چنانکه قب . گفته شد ، خط قائم مورد بحث ما بنسبت دوری از تابلو و نزدیکی به $\frac{N}{N}$ کوچک و کوچکتر خواهد شد تا در بینهایت تبدیل به نقطه شود ، لیکن مادیگر بخوبی میدانیم که طول واقعی آن تغییر نمی‌کند .

از مقایسه روش‌های ساختن مقیاس پهنا و ارتفاع نتیجه می‌گیریم که واحدهای پرسپکتیوی این مقیاس‌ها اگر در یک صفحه جعبه‌بندی باشند ، از نظر طول ظاهری نیز باهم برابرند ، یعنی یک واحد پرسپکتیوی در فاصله معینی از تابلو چه از لحاظ پهنا و چه ارتفاع دارای طول یکسان است . از اینجا نتیجه می‌گیریم که برای تعیین ارتفاع جسم ، از مقیاس پهنا نیز میتوان استفاده کرد ، بشرطیکه مقیاس پهنا در همان عمقی ساخته شود که جسم قرار دارد (ش ۷۳) . فرض کنیم که میخواهیم طول تیر را شکل ۷۳ معین کنیم . اگر نخواهیم واحدهای مقیاس پهنا م وجود داشت روی قاعده تابلو را بصورت قائم در آوریم ، باید اینطور عمل کنیم . بکم نقطعه ۰ و قاعده تیر ، نقطه گیریز خطوط ناقل را پیدا می‌کنیم و واحدهای روی قاعده را با این نقطه مربوط می‌کنیم . از قاعده تیر ، خطی موازی قاعده تابلو رسم کرده و ارتفاع تیر را با پرگار به روی این خط منتقل می‌کنیم . چنانکه می‌بینیم درست برابر با ۶ واحد است ، پس ارتفاع برابر با ۶ واحد است .

مقیاس پرسپکتیوی در جهت آزاد - دو حالت را در این مورد بررسی می‌کنیم .

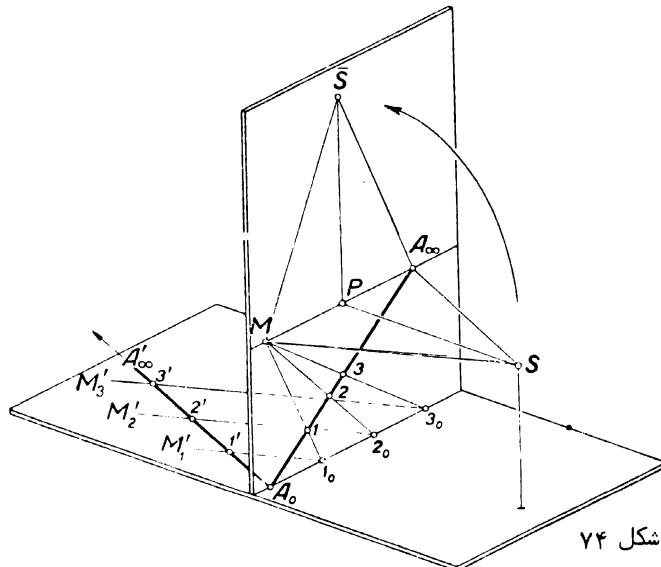
حالت اول - خط راستی که میخواهیم بر روی آن مقیاس را بازیم



شکل ۷۳

رو سطح جسمی قرار دارد . برای ساختن مقیاس از دستگاه تصویر یاب استفاده می کنیم (شکل ۷۴) . بر روی سطح جسمی خط مستقیم A_0A' را درجهت دلخواه می کشیم . از نقطه A_0 بعنوان آغاز مقیاس طبیعی استفاده کرده و واحدهای آنرا در روی قاعده تابلو قید می کنیم و از نقطه آغاز هر واحد خطوط موازی با هم $M_1M_2 \dots M_n$ را کشیده و بدین ترتیب تقسیمات مقیاس را بر روی A_0A' منتقل می کنیم .

آشکار است که هر یک از این خطوط مستقیم با قاعده تابلو و با خط زاویه های برابر تشکیل میدهد . در نتیجه سه گوشه های $A_0A_1A_2$ و $A_0A_1A_\infty$ و سه گوشه های متساوی الساقین و متشابه هستند .



شکل ۷۴

از نقطه دید S دو خط ، یکی موازی با A و دیگری موازی با M' رسم کرده و دو نقطه برخورد این خطوط با خط افق را پیدا میکیم . نقطه اول ، یعنی A'' ، نقطه‌گیری پرسپکتیو خط P و بعارت دیگر A''' ، و نقطه دوم ، یعنی نقطه M'' ، نقطه‌گیری خطوط رابط میباشد . بعد از رسم خط P ، نقاط $1, 2, 3$ را بنقطه M وصل کرده درنتیجه پرسپکتیو خطوط رابط و همچنین پرسپکتیو مقیاس مورد بحث رانیز بدست می‌آوریم .

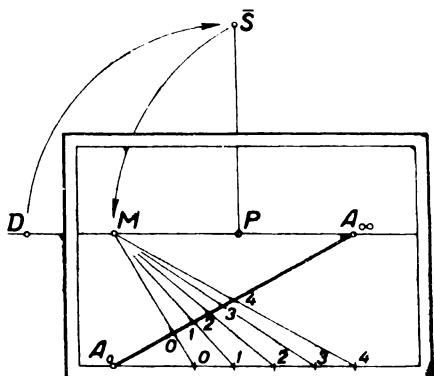
با سانی متوجه میشویم که مثلث ASM که بر صفحه افق تشکیل شده است ، بامثلث MAA'' مشابه میباشد (اصلاح دو مثلث دو بدو موازی است) و بدین علت متساوی الساقین میباشد : $MA=SA$. خط افق رامحور قرار داده و مثلث $S M A$ را بدور آن میچرخانیم تا منطبق بر صفحه تابلو شود . *

نقطه دید S در این حال ، در وضع \bar{S} و بر روی خط قائمی که از نقطه اصلی P میگذرد قرار میگیرد ($PS=\bar{P}\bar{S}$) .

از جریان عمل معلوم میشود که نقطه دید منقله بر سطح تابلو (\bar{S}) را در صورتیکه نقطه اصلی و نقطه فاصله در دست باشند ، میتوان پیدا کرد . اگردر تابلو (شکل ۷۵) ، خط مستقیم P بر روی سطح جسمی قرار داشته باشد ساختمان مقیاس پرسپکتیوی بر روی خط P را ممکن است بطريق زیر انجام داد . ۱) بر روی خطی که قائم بر خط افق است و از نقطه اصلی P میگذرد ، نقطه دید منطبق \bar{S} را با فاصله‌ای از P ، که برابر فاصله D از P باشد ، بدست می‌آوریم ، یعنی $\bar{S}=P D$. ۲) نقطه M را بر روی خط افق در جایی انتخاب میکیم که طول پاره خط $A M$ برابر با طول $A S$ باشد (وزن پرگار را روی نقطه A و مداد آنرا روی \bar{S} میگذاریم و با چرخاندن آن نقطه M را که نقطه گیری خطوط رابطه است ، بدست می‌آوریم) ۳) با استفاده از نقطه M (نقطه M را از این بعد نقطه مقیاس و یا نقطه اندازه‌گیری می‌نامیم) و نقطه O که پرسپکتیو مقیاس باید از آغاز شروع شود ، نقطه O

* - در هندسه چنین کاری را تسطیح میگویند . بنابراین منظور از تسطیح مطبوع کردن سطحی با تصویر است .

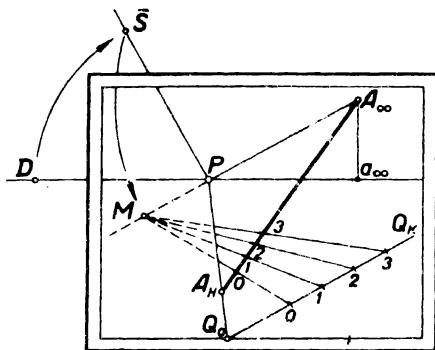
روی قاعده تابلو را پیدا کرده و مقیاس طبیعی را قید می‌کنیم ، ۴) بگمک، خطوط رابط و نقطه M پرسپکتیو تقسیمات مقیاس را در روی A_p معین می‌کنیم .



شکل ۷۵

حالت دوم . خطی که باید مقیاس بر روی آن ساخته شود ، در فضاد رججهت آزاد قرار دارد . فرض می‌کنیم که خط A_p (ش ۷۶) شان دهنده خطی است که در فضا و درجهت آزاد قرار دارد . از این خط صفحه Q را عمود بر صفحه تابلو میگذرایم (حرف Q در روی شکل قید نشده ، لیکن چنانکه قبل از نیز اشاره شد بیشتر صفحات کمکی در اشکال و تعریفات این کتاب " Q " نامیده می‌شوند) ، در اینصورت خط A_p اثر جسمی صفحه مذکورخواهد بود که با قاعده تابلو در نقطه Q برخورد می‌کند . خط A_p نیز خط گریز صفحه Q محسوب می‌شود .

می‌بینیم که خطوط رابط باید در صفحه Q واقع باشد جون خط A_p بر صفحه Q واقع است و بنابراین نقطه مقیاس M باید بر روی خط گریز صفحه Q واقع باشد . برای اینکه نقطه مقیاس را پیدا کنیم باید نقطه دید را به دور محور P چرخانده و در وضع \bar{S} قرار دهیم . برایین کار از نقطه P عمودی بر A_p آخر اخراج کرده و بر روی آن P را برابر با D علامت می‌گذاریم و بالاخره MA_p

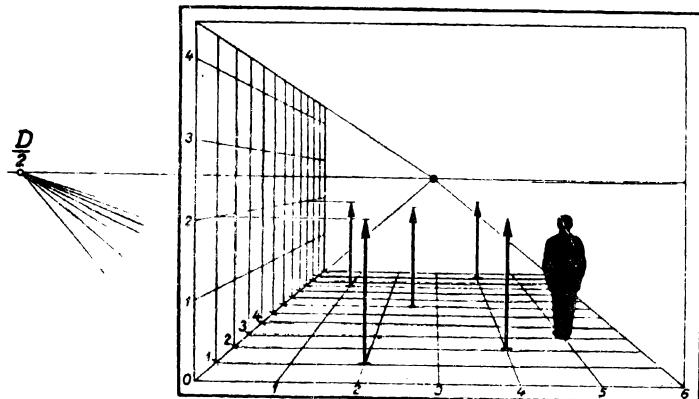


شکل ۷۶

را برابر با \bar{S} پیدا میکنیم . این همان روشی است که در شکل ۷۵ بکاربردهای لیکن در آن مورد چون \bar{P} بر سطح جسمی قرار داشت ، عملیات بر روی خط افق انجام میشد ، در صورتیکه در شکل ۷۶ چون \bar{A} در فضا قرار دارد ، بینا بر این عملیات روی خط گریز صفحه Q که \bar{A} در آن واقع شده است ، انجام میگیرد . بقیه کار آسان است و بطوریکه میدانیم باید خطوط رابط را به M وصل کنیم تا کار ساختن پرسپکتو بیان برسد .

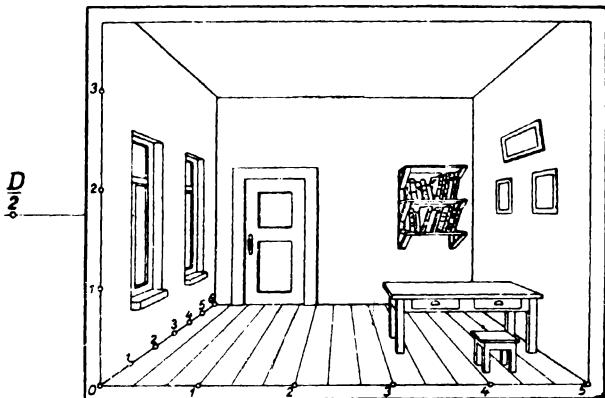
مثال ۱ – در شکل ۷۷ روش ساختن پرسپکتیو بكم مقیاس های پرسپکتیو بكم مقیاس های پرسپکتیو جدول مختصات نشان داده شده که امکان میدهد موقیت پرسپکتیوی موضوع های مورد نظر را در تابلو ، متناسب با وضعی کدر مکار دارند ، بطور صحیح بتمایانیم . این اجزاء بعنوان محورهای مختصات در نظر گرفته شده اند . ۱) قاعده تابلو ، که مقیاس پهنا باندازه طبیعی بر روی آن قید شده است ، ۲) خط مستقیم عمقی که مقیاس عمق بر آن ساخته شده است ، ۳) خه قائم بر سطح جسمی و قاعده تابلو (یکی از دو ضلع قائم تابلو) که بر صفحه تابلا قرار دارد و مقیاس طبیعی ارتفاع بر آن قید شده است . بكم نقطه اصلی و نقطه فاصله ، جدول مقیاس بر دو سطح مختصات ساخته شده است . در روی تابلو (شکل ۷۷) چند خط برابر باهم در نقاط مختلف سطح جسم قرار دارند در آنصورت از روی جدول مختصات (مقیاس های پهنا و عمق و ارتفاع

عموماً اگر اندازه حقیقی خطها و محل هر یک را بر روی سطح جسمی بدانیم، در آن صورت اندازه ۷۷) باسانی میتوانیم اندازه و موقعیت هر یک را در روی تابلو معین کنیم. با کمی دقت در شکل ۷۷ بخوبی متوجه میشویم که اندازه تمام خطها، دو واحد است و همچنین میتوانیم فاصله هر خط را از تابلو بخوبی معین کیم.



۷۷

مثال ۲ - در شکل ۷۸ طرحی خلاصه (شمایلک) از یک اطاق نمایان است. فرم اطاق و اشیاء و اندازه های آن و محل هر یک، مناسب با اندازه ها و وضع واقعی آنان و بکم پلان (شکل ۷۹) ساخته شده اند. برای ساختن این پرسپکتیو از متد جدول مختصات استفاده شده است. مناسب بالاين متد مقیاس های پرسپکتیوی (عمقی ها و ارتفاع) واژ روی این مقیاس ها پلان اطاق و اشیاء رسم شده و بعد بکم آن ارتفاع و فرم اشیاء ساخته شده اند اکنون طرز ساختن این پرسپکتیو ابر رزسی میکنیم بطوریکه از پلان پیدا است، طول و عرض اطاق بترتیب ۶ و ۵ واحد است. (طبیعی است که در اینجا هر واحد را یک متر حساب میکنیم). بطوری که در شکل ۷۸ میبینیم ارتفاع افق کمی بیشتر از $1/5$ متر است، پس اول خط افق را رسم میکنیم. لازم بیاد آوری است که انتخاب اندازه واحد متری کاملاً دلخواه ما است و هرچه واحد مورد بحث را بزرگتر اختیار کنیم، ... کل بزرگتر خواهد بود. بعد از رسم خط افق، نقطه اصلی D را باید انتخاب کیم، و مطابق با شکل ۷۸ این نقطه تقریباً باید در وسط کادر انتخاب شود. بعد از این کار میتوانیم نقطه فاصله D را مناسب با آنچه در



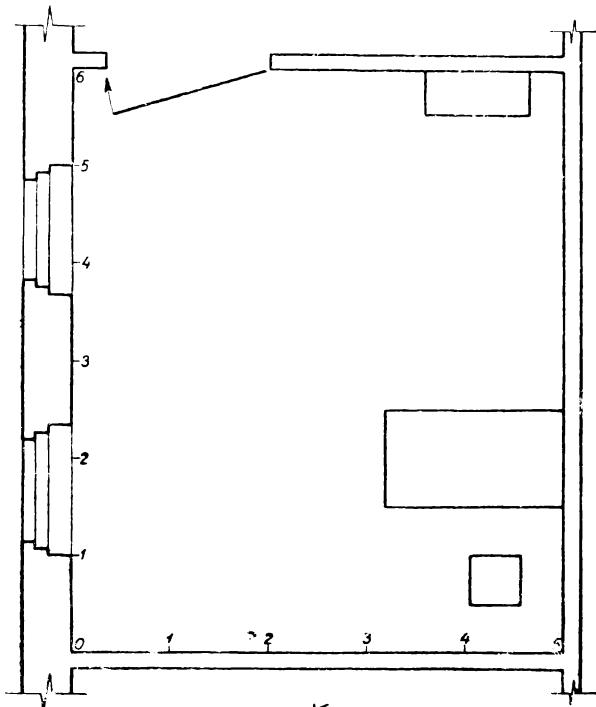
شکل ۷۸

شکل ۷۸ آمده معین کنیم (میتوانیم از D و یا $\frac{D}{3}$ استفاده کنیم).
یالهای پائینی عمقی اطاق درست از دو گوشه پائینی تابلو شروع
میشوندگواین، کار ما را آسان می‌کند. پس از دو گوشه پائینی تابلو دو خط
به نقطه P میرسانیم.

ارتفاع اطاق تقریباً ۴ متر است. بنابر این چهار واحد بر روی مقیاس
طبیعی ارتفاع جدا کرده و از آن خطی به P میرسانیم و همچنین کار را در مورد
طرف راست تیر انعام می‌دهیم. بدین ترتیب، ما چهار یال عمقی اطاق را در
دستداریم برای معین کردن طول اطاق باید ۳ واحد (در صورتیکه از $\frac{D}{3}$
استفاده کنیم) در روی قاعده تابلو جدا کرده و به P بررسانیم و از نقطه برخورد
آن با یال عمقی، خطی موازی قاعده رسم کنیم. از محل برخورد این خط با
یال های عمقی پائینی، دو خط قائم اخراج کرده و دو نقطه برخوردشان را با یال
های عمقی بالائی پیدا می‌کنیم و از این دو نقطه نیز خطی موازی قاعده تابلو
رسم می‌کنیم. بدین ترتیب ما پرسپکتیو کف و دیوارها و سقف اطاق را بدست
آورده‌ایم و می‌پردازیم به در و پنجره‌ها و بقیه اشیاء.

اندازه‌های میز و چهار پایه و فنسه کتابها و همچنین پهنا و فاصله‌ینجره
ها از یکدیگر را از روی پلان بآسانی معلوم می‌کنیم. فی المثل برای ساختن میز
اول باید به پلان مراجعه کرده و طول و عرض آن و فاصله نزدیکترین ضلعش را از
قاعده تابلو بدانیم و آنگاه پرسپکتیو آنرا مانند پرسپکتیو یک مکعب مستطیل
(مانند خود اطاق) بسازیم.

ساختن تخته های کف اطاق کاملاً آسان است و چنانکه ارشکل پیدا است در هر متر، سه تخته جای میگیرد. فاصله عمقی چهار پایه و میز و پنجره ها نباید بکمک نقطه فاصله بدست آیند. بدین ترتیب که در روی پلان فاصله مثلاً میز را از قاعده نابلو (خطی که مقیاس پهنا برآن قرار دارد شکل ۸۹) اندازه گرفته و نصف آنرا در روی خط مقیاس پهنا مشخص کرده و نقطه حاصل را به P میرسانیم و از نقطه برخورده آن با ضلع عمقی میز، که به P میرسد، خطی موازی قاعده نابلو رسم میکیم. پایه های جلوئی میز بر روی این خط قرار میگیرند محل چهار پایه و پنجره ها نیز بهمین ترتیب بدست می آید. جهت های خطوط عمقی طرح های آشیانه کاملاً آسان معین میگوند، زیرا پلان نشان می دهد که احتمال طوری در اطاق قرار دارند که خطوط عمقی همه آنها عمود



شکل ۷۹

بر صفحه نابلو است، بنابراین کافی است که همه خطوط عمقی را به نقطه P برسانیم. اندازه و وضع نابلو ها و جزئیات میز و پنجره در پلان مشخص شده و تعیین آنها بدلخواه ما است.

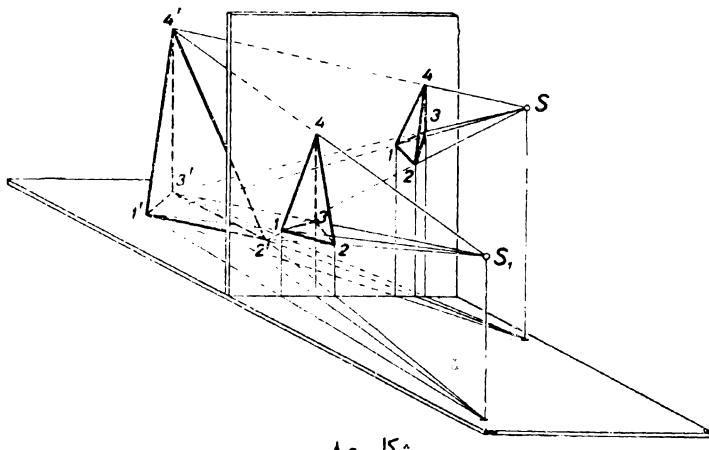
۱۰ - §

مسائل متري

حل مسائل متري فقط منحصر بهكار بردن مقیاس پرسپکتیوی نمیشود .

در پرپارهای موارد عملی ، متدهایی بکار میروند که برای منظور ما مناسب ترند در درس حاضر راجع بهاین روش ها شرح داده میشود . اینک بیک اصل مشترک که اغلب در مسائل دارای جنبه متري با آن برمیخوریم ، اشاره میکنیم .

در شکل ۸۰ دستگاه تصویر یابی نمایان است که که در فضای جسمی آن یک جسم دلخواه (هرم) قرار دارد . این جسم از دونقطه مختلف مورد نظره قرار گرفته و بنابر این دو پرسپکتیو از این جسم بدست آمده است . بآسانی میتوان تشخیص داد که شکل ظاهری پرسپکتیو این جسم در روی ناتابلو (موقعیت بالهای هرم و درازای آنها) بستگی به موقعیت نقطه دید نسبت بسطح ناتابلو و سطح جسمی دارد و با تغییر محل نقطه دید ، ظاهر پرسپکتیو حاصل نیز تغییر میکند .



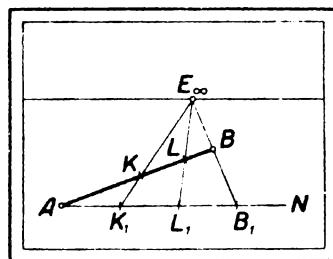
شکل ۸۰

بدین سبب حل مسائل متري بطور دقیق ، فقط هنگامی امکان دارد که جزو معینات مسئله ، مشخصات متري نیز که معین کننده موقعیت متقابل نقطه دید و صفحات دستگاه تصویر یاب است ، وجود داشته باشد یعنی در ناتابلو ، قاعده ناتابلو ، نقطه اصلی و نقطه فاصله معین باشد .

اکنون ببررسی مطالب عمدۀ ای که در مسائل دارای جنبه متrix به آن بر میخوریم، می‌پردازیم.

۱) تقسیم قطعه خط معین در پرسپکتیو بجند قسمت مساوی -

T) حالتی را که پاره خط A B بر سطح جسمی فرار دارد بررسی می‌کنیم (ش ۸۱). از نقطه A خط A N را موازی قاعده تابلو کشیده و در روی آن بتعادلی که میخواهیم A B را قسمت کنیم، قطعه خط های برابر باهم جدای می‌کنیم، مانند $AK=KL=L_1B$ در شکل ۸۱. از نقاط K و B خطی گذرانده و نقطه گیری آن E_∞ را در روی افق پیدا می‌کنیم. از نقاط K و L خطوطی موازی B رسم می‌کنیم (یعنی نقاط نامربده را به E_∞ وصل می‌کنیم). از نقاط درنتیجه از تقاطع خطوط رابط با A B نقاط K و L بدست می‌آیند که خط مورد بحث را به سه قسمت تقسیم می‌کنند که در واقع باهم برابرند $L_1 B = K L = K A$ زیرا بنای خاصیت خطوط موازی که اصلاح زاویه‌ای راقطع کرده باشد A B نیز چون A B به سه قسمت مساوی تقسیم شده است. *

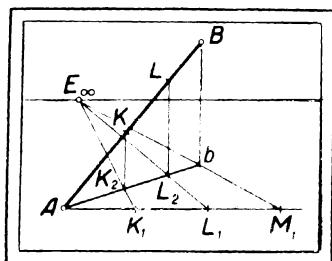


شکل ۸۱

b) فرض کنیم که قطعه خط A B در جهت دلخواه در فضای فرار دارد (ش ۸۲). در این مورد هم مثل مسئله قبلی، اول خط موازی با قاعده تابلو یعنی A M را رسم می‌کنیم. تصویر قائم A B A b، یعنی A b را رسم می‌کنیم

* - به هندسه دبیرستانی مراجعه کنید.

(چون خط A درجهت دلخواه در فضا قرار دارد ، بنابراین جهت تصویر قائم آن ، یعنی bA بدلخواه انتخاب میشود) و با روش مسئله قبلی نقاط



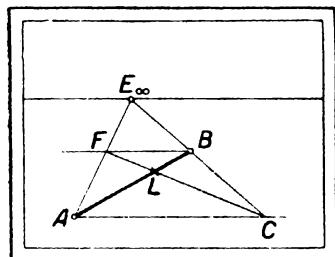
شکل ۸۲

$AK=KL=L_2b$ را معین کرده وار نقاط K و L خطوطی قائم اخراج میکنیم و نقاط K و L را در روی A بددست میآوریم . این نقاط خط B را به سه قسمت مساوی تقسیم میکنند $. AK=KL=LB$

و) اگر پاره خطی را کبر سطح جسمی قرار دارد بخواهیم نصف کنیم میتوانیم از روشنی که براساس تقاطع دو قطر متوازی الاضلاع قرار دارد ، استفاده کنیم ، زیرا دو قطر متوازی الاضلاع ضمیم برخورد منصف یکدیگرند . برای اینکه از دو انتهای خط A (ش ۸۳) دو خط موازی عمقی رسم میکنیم (از نقطه ای دلخواه چون E و A و B دو خط میگذرانیم) و همچنین از نقاط A و B دو خط موازی با قاعده تابلو میگذرانیم . در این حال پاره خط A یکی از دو قطر متوازی الاضلاع $AFBC$ خواهد بود . برای نصف کردن این خط ، قطر دیگر متوازی الاضلاع را رسم کرده و نقطه L را بددست میآوریم .

۲ - افرایش پاره خط معین در پرسپکتیو به چند برابر -

پاره خط KA را در شکل ۸۱ فرض میکنیم که باید چند برابر ، مثلا سه برابر شود . از نقطه A خطی موازی قاعده تابلو میکشیم و در روی آن سه

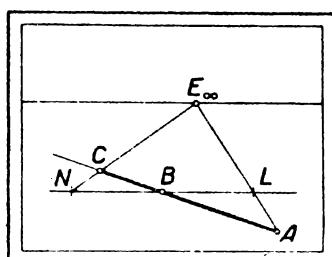


شکل ۸۳

واحد دلخواه برابر با هم انتخاب می‌کنیم ، مانند $AK=KL=LB$. از نقطه‌های K و L خطی گذرانده و نقطه‌گیری آن پوچ E را در روی افق پیدا می‌کنیم . بعد نقاط I و B را به E وصل کرده و خط KA را امتداد می‌دهیم تاخطو ط رابطرا در نقطه‌های I و B قطع کند . بنایه دلیلی که قبل شرح داده شد ، چون $AK=KL=LB$ و از طرفی $AB=(AK+KL+LB)$ پس $AB=AK\times 3$ می‌باشد .

با روش مشابه ، باره خطی را که در فضا واقع است (ش ۸۲) میتوان چند برابر کرد .

برای دو برابر کردن پاره ، خطی بهتر است از روشی که در شکل ۸۴ بکار رفته استفاده شود . میخواهیم خط AB را دو برابر کنیم . از نقطه B خطی موازی قاعده تابلو میگذرانیم و بر روی این خط ، دو واحد برابر با هم در طرفین B جدا می‌کنیم ، مانند I و N . از نقاط A و L خطی گذرانده و پوچ E را پیدا می‌کنیم و از E خطی به N وصل کرده و نقاط برخوردار این خط با امتداد BA



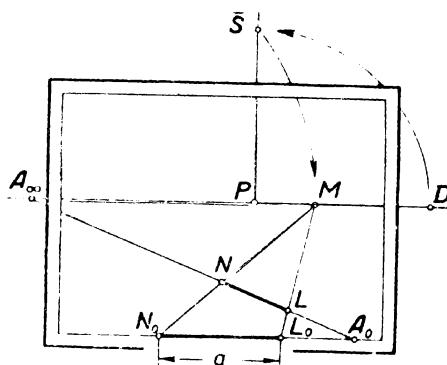
شکل ۸۴

یعنی نقطه C را بدست می‌آوریم . $A \cdot B=A \cdot B \times 2$ است و $A \cdot B=B \cdot C$

۳- طرز جدا کردن پاره خطی با طول معین ، در روی خطی که بر تابلو رسم شده است -

روش ۱- فرض می‌کیم نقطه A_0 که نقطه‌گیری خط A_0 است و همچنین نقطه فاصله D در مسافتی قابل دسترس از نقاط P قرار دارد (ش ۸۵) . در این صورت ما میتوانیم از روش تستیح (روش انطباق سطح افق با صفحه تابلو) - استفاده کنیم . این روش را قبل اهنگام ساختن مقیاس پرسپکتیو در جهت آزاد بکار بردہ ایم (§ ۹ ، ش ۷۴) .

میخواهیم در روی خط A_0 پاره خطی انتخاب کنیم که طول آن برابر با طول a باشد اول بر روی A_0 نقطه‌ای دلخواه چون L انتخاب می‌کنیم بعد با استفاده از L ، نقطه دید را بوضع \bar{S} در می‌آوریم (با این کار سطح افق را منطبق بر تابلو کرده ایم) محل نقطه M را که نقطه مقیاس است ، در فاصله‌ای



شکل ۸۵

از A_0 ، برابر با فاصله S از A_0 معین می‌کنیم . از M و L خطی گذراند و نقطه L را در روی قاعده تابلو پیدا می‌کنیم و از این نقطه ، مقیاس مورد نظر را که برابر با a است در روی قاعده تابلو قید می‌کنیم ($L \parallel N$) . از نقطه N به M خطی کشیده و از برخورد آن با A_0 ، نقطه N را بدست می‌آوریم . پاره خط $N L$

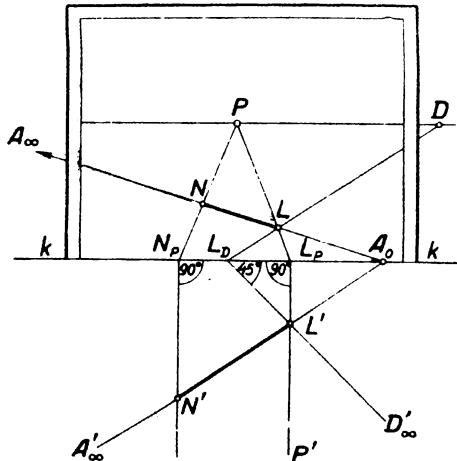
دارای طولی برابر با a است .

اگر خطراست در فضا و درجهتی دلخواه قرار داشته باشد ، دراینصورت برای جدا کردن قطعه خطی بر روی آن ، باید از روشی که در $\S\ 9$ ، ضمن ساختن مقیاس درجهت آزاد بکار بردہایم ، استفاده شود (ش ۷۶) .

روش ۲- ممکن است یکی از دونقطه P و S خارج از کادر تابلو و دور از دسترس باشد . دراین صورت برای ساختن پرسپکتیو پاره خطی با طول معین از روش انطباق سطح جسمی باصفحه تابلو ، استفاده می کنیم .

در روی سطح جسمی (ش ۸۶) خط مستقیم P رسم شده و نقطه L بر روی آن مشخص می باشد . میخواهیم بر روی این خط ، پاره خی با طول معین جدا کنیم که یک سر آن L باشد .

از نقاط M و P خطی میگذرانیم و نقطه I را در روی قاعده تابلو بدست می آوریم . از L و I هم خطی گذرانده و نقطه P را پیدا می کنیم . مشاهده می کنیم که خط اولی عمود بر قاعده تابلو است (به P میرسد) و خط دوم ، یعنی P با قاعده تابلو دارای زاویه 45 درجه میباشد (چنانکه میدانیم π همیشه $SP=DP$ است ، بنابر این هر خط که به D برسد ، نسبت بقاعده تابلو دارای $-$ زاویه 45 درجه است) . اکنون با محور قرار دادن K ، سطح جسمی را به طرف پائین چرخانده و باصفحه تابلو همسطح می کنیم . دراین حال سطح جسمی نیز مانند صفحه تابلو در وضع جسمی خواهد بود و درنتیجه زاویهها و خطوط روی آن برخلاف پرسپکتیو ، بدون تحریف دیده مشوند . بدین سبب از نقاط M و L خطوط PL و DL را این بار بر روی سطح جسمی و بدین تحریف رسم کرده خطوط $P'L$ و $D'L$ را بدست می آوریم و از برخورد این دو خط نقطه N را بدست می آوریم . از نقطه N و L خط LN را که همان P در پرسپکتیو است ، می گذرانیم . بعد اندازه معین خود را که باید پرسپکتیو قطعه خط را برابر با آن سازیم ، با مبدأ قرار دادن نقطه I' در روی خط LN مشخص می کنیم ($I'N$) . از نقطه N عمودی به قاعده تابلو رسم کرده و نقطه N را پیدا میکنیم و از نقطه اخیر خطی به P رسانده و نقطه N را بدست می آوریم . LN دارای طول مطلوب و برابر با $I'N$ است ، زیرا دارای زاویه ای برابر با زاویه خط اخیر نسبت به قاعده تابلو بوده و در عین حال بین همان دو خط موازی قرار دارد که خط $I'N$ واقع شده است .

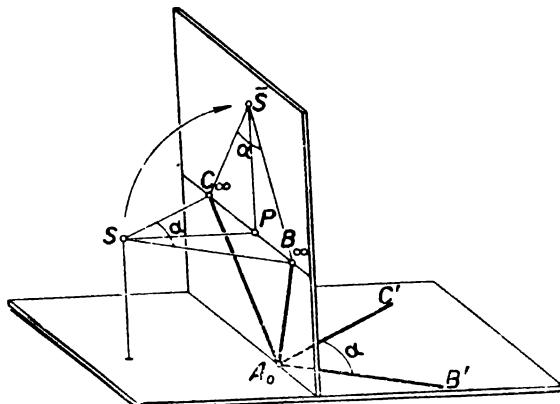


شکل ۸۶

اگر در روی تابلو نقطه D هم دور از دسترس باشد ، میتوان از نقطه $\frac{D}{n}$ استفاده کرد و در روی قاعده تابلو نقطه L را بدست $\frac{D}{n} \cdot L$ را بدست $\frac{D}{n}$ ورد $\frac{D}{n}$ آنوقت نقطه L' بر روی خط L_p باید دارای فاصله ای n برابر پاره خط $\frac{DL}{n}$ باشد . از قاعده تابلو باشد .

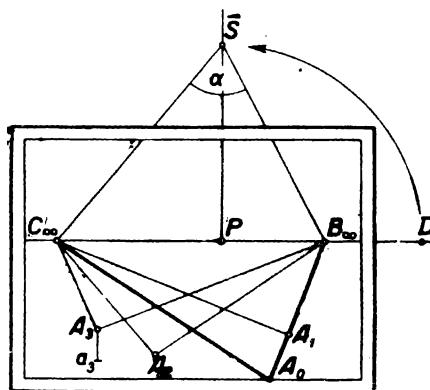
۴ - ساختن پرسپکتیو زاویه‌ای که اندازه طبیعی آن معلوم است .

۱) برای بررسی در این مورد اول بستگاه تصویر پاب مراجعه می‌کیم . اگر در روی سطح جسمی زاویه $BAC = \alpha$ را داشته باشیم (ش ۸۷) ، در این حال شعاع های دید که نقطه های گریز اضلاع این زاویه را بر روی تابلو مجسم می‌کنند زاویه $CSB = \beta$ را تشکیل می‌دهند که برابر زاویه قبلی است . اگر صفحه افق را منطبق بر سطح تابلو نکنیم ، در این حال زاویه مورد بحث با اندازه طبیعی خود مجسم خواهد شد و ضمناً راس زاویه منطبق با نقطه دید S خواهد بود و اضلاع آن در روی خط افق بر دو نقطه گریز پرسپکتیو اضلاع زاویه ، یعنی نقاط B و C متنگی خواهند بود .



شکل ۸۷

از اینجا نتیجه میگیریم که برای ساختن پرسپکتیو زاویه‌ای با اندازه معین بر روی تابلو، خواه این زاویه بر سطح جسمی و یا بر سطح موازی با آن قرار داشته باشد، باید با استفاده از نقطه دید \bar{S} ، زاویه مورد بحث را با اندازه طبیعی ساخت (نقطه \bar{S} را راس زاویه قرار داده و نقطه‌های برخوردهای اضلاع آسرا با خط افق، مشخص می‌کنیم). این نقاط چنانکه از شکل ۸۸ پیدا است B'' و C'' .



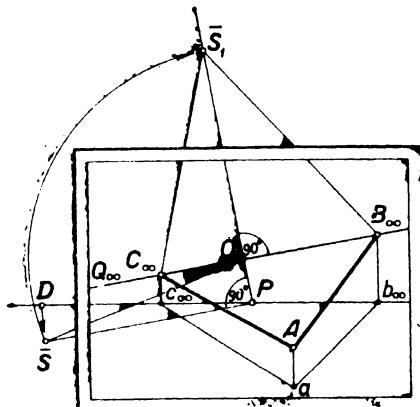
شکل ۸۸

هستند. در چنین حالی هر زاویه‌ای که بر روی تابلو نقش شده باشد و اضلاع آن به دو نقطه B'' و C'' برسند، برابر با زاویه‌ای خواهد بود که راس آن را منطبق

بر \tilde{S} کرد هایم . در شکل ۸۸ زاویه های A و A' که بر سطح جسمی فرار دارند و همچنین زاویه A که بالاتر از سطح جسمی فرار دارد همه برابر با زاویه a هستند ، زیرا اضلاع این زاویه ها بهمان نقطه های رسانیده اند که اضلاع زاویه a رسانیده اند .

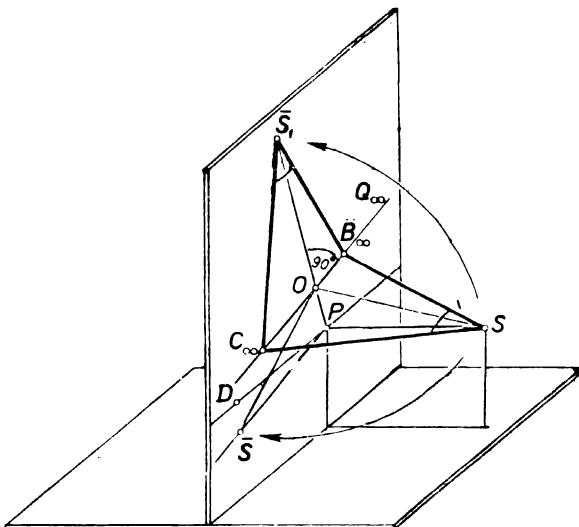
ب) زاویه مورد بحث بالاتر از سطح جسمی فرار دارد و سطح این زاویه در فضا دارای جهت دلخواهی است (ش ۸۹) و خط گریز آن Q ، و نقطه A که محل راس زاویه است ، در شکل مشخص هستند .

مامیتوانیم یکی از اضلاع این زاویه ، مثلا B را ، در جهت دلخواه رسم کنیم . برای اینکه نقطه گریز ضلع دیگر زاویه ، یعنی C را پیدا کنیم لازم است سطح زاویه ای را که از شعاع های دید موازی اضلاع زاویه موردنظر بحث موجود آمده ، با سطح تابلو انطباق دهیم . برای اینکار ضروری است ، محل نقطه چون S را (ش ۹۰) بدست آوریم . این نقطه از انطباق سطحی که زاویه B در آن واقع شده با سطح تابلو ، و از طریق چرخش حول محور Q پیدا می شود . چرخش نقطه S به محل جدید در سطح $\tilde{S}OS$ که عمود بر خط Q و بنابراین عمود بر صفحه تابلو است ، انجام میگیرد . به این علت سطح دوران نقطه S از نقطه اصلی P میگذرد و خطی که از تقاطع این سطح با صفحه تابلو بدست می آید ، بر خط گریز Q عمود میباشد . این خطرا در روی تابلو



شکل ۸۹

رسم کرده (ش ۸۹) و مرکز دوران نقطه S را که نقطه O است پیدا میکنیم. بدینهی است که نقطه \bar{S} را بر روی امتداد P باید طوری معین کنیم که $D P = \bar{S} O = O$ باشد.



شکل ۹۵

برای این منظور لازم می‌آید که ملت قاعم ازاویه OPS را حول محور PO براست یا بچپ (درمورد اخیر بچپ) بچرانیم و منطبق بر سطح تابلو کنیم. این مثلث بعداز گردش بچپ بوضع $\bar{S}PO$ (ش ۸۹) درآمده است. با درنظر گرفتن اینکه $SP = DP = \bar{S}P$ میباشد، مثلث $O\bar{S}D$ را با استفاده از نقطه D میسازیم و با استفاده از وتر این مثلث، یعنی $\bar{S}O$ بکم پرگار $\bar{S}O$ را پیدا میکنیم.

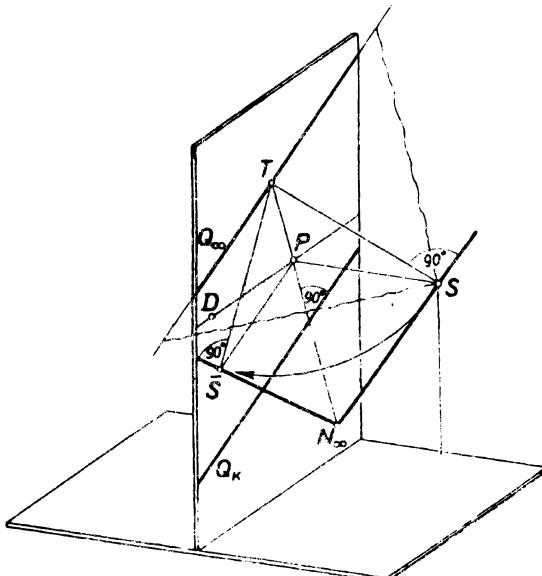
شرح بالا برای فهم نظری مسئله بود و اما عملکافی است که بعداز گذراندن خطی از نقطه P که عمود بر $Q\bar{B}$ باشد، باید از P خطی نیز موازی $Q\bar{B}$ بگذرانیم و بر روی آن P را برابر با D انتخاب کنیم. آنوقت بعداز پیدا کردن \bar{S} زاویه مطلوب را بالنداره طبیعی رسم کرده و با ساختن ضلع دیگر آن، نقطه \bar{S} را بدست می آوریم. در هر نقطه ای از فضای دیگر زاویه ای رسم کنیم که اضلاعش به $Q\bar{B}$ و $\bar{B}\bar{S}$ برسند، آن زاویه برابر با زاویه $\bar{S}O$ خواهد بود.

میتوانیم با فرود^۱ وردن عمودهای از نقاط P_1 و C_1 تصاویر قائم این نقاط، یعنی نقطه های b_1 و C_1 را نیز بدست آوریم و بطوریکه قبلایاد گرفته ایم تمام زاویه هئی که بر سطح h می قرار داشته باشد و اضلاع آنها به نقاط b_1 و C_1 برسند، برابرند با زاویه S_1 .

۵ - ساختن خطی عمود نسبت به صفحه ای معین در تابلو

فرض کنیم صفحه Q' در فضای درجهت آزاد قرار دارد و اثر تابلوی T نمای Q_1 و خط گریز A_1 بر روی تابلو مشخص میباشد (ش ۹۱) . صفحه شعاعی (صفحه ای که شعاع های دید در آن قرار دارند) راکه از خط گریز Q' متعلق به صفحه Q گذشته باشد در نظر میگیریم.

بنایه وضع خود ، این صفحه موازی صفحه Q' میباشد (زیرا بطوریکه گفته شد به خط گریز A رسیده است) . بنابراین مکنی از شعاع های دید چون N_1S که عمود بر صفحه شعاعی دیدما است ، ضمن برخورد با صفحه تابلو نقطه N_1 را معین میکند . این نقطه ، نقطه گریز تمام خطوطی است که بر صفحه Q' عمود باشد . برای پیدا کردن جای نقطه N_1 در تابلو، در دستگاهه تصویر

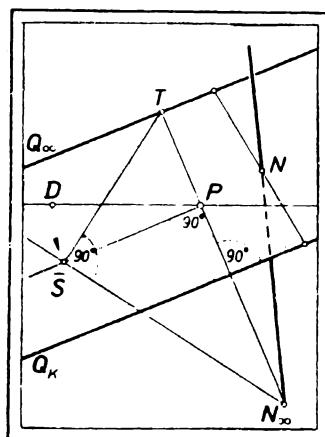


شکل ۹۱

باب از نقطه S ، شعاعی عمود بر صفحه شعاعی رسم کرده و از این خط و خط صفحه‌ای کمک می‌گذرانیم .

بنابراین وضع خود ، این صفحه بر صفحه Q و صفحه تابلو عمود است و بدین علت خط تقاطع دو صفحه اخیر با یکدیگر ، یعنی خط Q_N ، بر صفحه کمکی NSP عمود خواهد بود و در نتیجه بر خط N_T که نیز در صفحه NSP قرار دارد عمود است ($QK \perp PN$) . از اینجا نتیجه می‌گیریم که می‌توانیم در روی تابلو از نقطه‌اصلی P به خط Q_N کاشه تابلویی صفحه Q است ، عمودی فروند آوریم و نقطه N باید بر روی این عمود قرار داشته باشد .

مثلث NST راحول محور N_T می‌چرخانیم تا با صفحه تابلو در یک سطح قرار گیرد (ش ۹۱) . چون $PS \perp N_T$ است ، بعد از چرخاندن آن بر روی سطح تابلو خواهیم داشت . $PS \perp N_T$ ، ضمناً با در نظر گرفتن اینکه $PD = PS = BS$ است ، ما می‌توانیم بکمک نقطه فاصله D نقطه \bar{S} را معین کنیم . با توجه بانیکه $SN \perp IST$ و نقطه N ضمن چرخش مثلث TSN بدون حرکت می‌ماند ، مامیتوانیم محل شعاع NS را بعداز انتباق بر



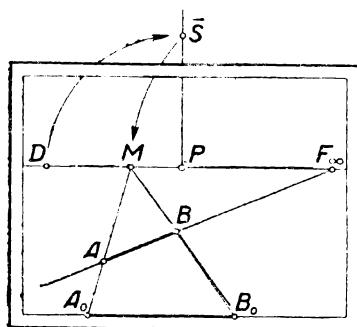
شکل ۹۲

سطح تابلو بدین طریق بدست آوریم که از نقطه \bar{S} خطی عمود بر $\bar{S}T$ رسم کرده تا با خط PT برخورد کند و بدین ترتیب نقطه N بدست خواهد آمد .

شرح بالا برای توضیح نظری مسئله بود . عملا برای بدست آوردن نقطه N ، باید از نقطه P خطی فبکر اسیم که عمود بر اثر تابلوئی و خط گریز (QK و QP) صفحه Q باشد (ش ۹۲) وار P خطی بفکر اسیم که بر خط اخیر عمود باشد آنوقت \bar{SP} را برابر با DP بر روی خط حاصل جدا کرده و با راس قرار دادن زاویه ای 90° رسم می کنیم . برای رسم این زاویه ، اول باید ضلع \bar{ST} را رسم کرد . ضلع دیگر زاویه امتداد خط PT را در نقطه ای چون N قطع خواهد کرد . این نقطه مطلوب ما است . این نقطه چنانکه قبل اگر فهمید ، نقطه گریز تمام خطوطی است که عمود بر صفحه Q باشد . اگر از نقطه ای چون N که در جای دلخواهی بر روی صفحه Q قرار دارد ، خطی به نقطه N بکشیم ، این خط عمود بر صفحه مذکور خواهد بود و این امر در مرور تمام نقاط صفحه Q صادق است .

۶ - تعیین طول طبیعی پاره خط از روی تصویر آن در تابلو -

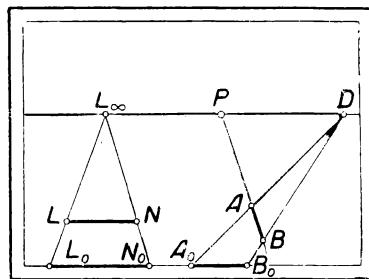
۷) در روی تابلو قطعه خط AB رسم شده که شان دهنده پرسپکتیو قطعه خطی است که در روی سطح حسمی و درجهت آزاد قرار دارد . میخواهیم طول طبیعی قطعه خط را معین کنیم .
در شکل ۹۳ طرز حل این مسئله ، با روش انتقال قطعه خط را معین کنیم .
با روش انتقال قطعه خط بر روی قاعده تابلو ، نشان داده شده است .
در اینجا باید از انطباق سطح افق بر سطح تابلو استفاده کنیم . اول بعترمه



شکل ۹۳

دید \bar{S} را بکن \bar{A} معین می کنیم و بکم نقطه \bar{S} و \bar{F} که نقطه گریز خط B است ، نقطه M را که نقطه مقیاس است ، پیدا می کنیم . از M خطوطی به A و B کشیده و با ادامه آبهانقاط \bar{A} و \bar{B} را در روی قاعده تابلو بدست می آوریم . طول طبیعی BA برابر است با طول $\bar{A}\bar{B}$ (۹ §) . بطوریکه قبل اشاره شد ، بکار بردن این روش ، در صورتیکه نقطه گریز خط مورد بحث در دسترس باشد ، مناسب تر است .

ب) بطوریکه می بینیم ، اگر قطعه خط BA درجهت عمود نسبت به قاعده تابلو قرار داشته باشد (ش ۹۴) ، نقطه گریز آن ، نقطه اصلی P خواهد بود و در این حال نقطه فاصله \bar{D} ، در عین حال نقطه مقیاس خواهد بود در چنین وضعی ، برای معن کردن طول BA ، کافیست که از D و دو سر BA خطوطی گذرا و بروی قاعده تابلو برسانیم .



شکل ۹۴

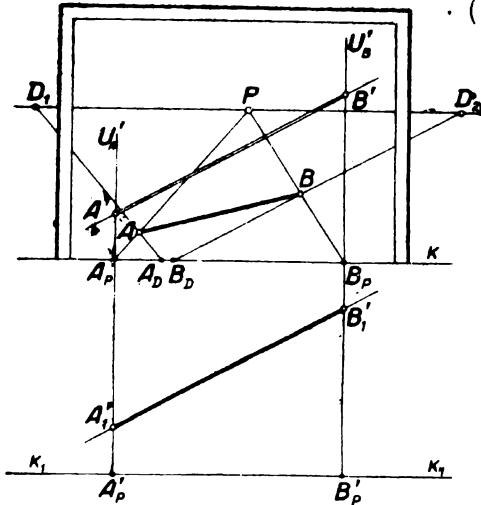
و) اگر پاره خط مورد بحث موازی قاعده تابلو باشد (مانند NL ش ۹۴) ، در این حال نقطه گریز خط NL در نقطه بینهایت خط افق خواهد بود . در چنین حالتی هر نقطه دلخواهی در روی خط افق چون $\bar{I}\bar{I}$ ، میتواند نقطه گریز خطوط را ببطشمار آید . از نقطه $\bar{I}\bar{I}$ و یا هر نقطه دیگر در روی افق میتوانیم خطوطی به I و N رسم کرده و با امتداد آنها ، $\bar{I}\bar{I}$ و \bar{N} را در روی قاعده تابلو بدست آوریم .

گ) اگر خط مورد بحث موازی قاعده تابلو نبود و نقطه گریز آن نیز

در دست نباشد ، در آن صورت از روش‌های فوق نمیتوان استفاده کرد . در چنین حالی بهتر است از روش انطباق سطح جسمی بر تابلو استفاده شود . این روش امکان میدهد که گذشته از تعیین طول قطعه خط مورد بحث ، موقعیت محلی آن را نیز نسبت به قاعده تابلو معین کنیم ، یعنی اندازه تمايل آن نسبت به قاعده تابلو و همچنین فاصله دو سر آنرا از قاعده نیز ، میتوانیم با روش یاد شده تعیین کنیم خط A' را که پرسپکتیو پاره خطی واقع بر سطح جسمی است ، در نظر میگیریم (ش ۹۵) . بهتر است این پاره خط را A' بنامیم .

میخواهیم طول واقعی A و B ، یا به عبارت دیگر ، طول A' را ببینیم . چنانکه گفته شده باید سطح جسمی را حول محور قاعده تابلو آنقدر بچرخانیم تا منطبق بر آن شود . در این حال خط A بر روی سطح تابلو قرار خواهد داشت و تعیین طول آن آسان خواهد بود (زیرا چون در عمق قرار ندارد ، تعریف شده بنظر نمی‌آید) . برای این منظور باید بطریق زیر عمل کرد .

از نقاط A و B خطوط عمقی AP و BP را گذرانده و محل برخورد این خطوط با قاعده تابلو را A' و B' می‌نامیم . بكمک نقاط فاصله D و D' قطعه‌های A و B را در روی قاعده تابلو بدست می‌آوریم . این پاره خط‌ها نشان دهنده فاصله دو سر قطعه خط A' از قاعده تابلو هستند (زیرا چون A' پرسپکتیو A است ، بنابراین از نظر مکان همان موقعیتی را دارد که A' دارا می‌باشد) .

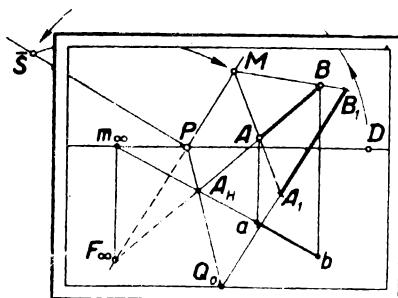


شکل ۹۵

میدانیم که دو خط عمقی AP و BP موازی یکدیگرند . بدین علت ضمن انتباط سطح جسمی تابلو ، این خط ها بحال $\hat{A}P$ و $\hat{B}P$ که موازی هم و عمود بر قاعده تابلو اند ، در خواهد آمد و نقاط A و B باید پر روی این خطوط و باعاستله $B_m B'_m = A_m A'_m$ و $B_m B'_m = A_m A'_m$ از قاعده تابلو قرار گیرند . به این ترتیب میتوان طول طبیعی $\overset{\wedge}{BA}$. موقعیت آنرا نسبت به قاعده تابلو معین کرد .

واما برای احراز از شلوعی شکل میتوانیم این کار رادر سطحی پائین تراز کادر تابلو انجام دهیم (بعنی بجای اینکه سطح جسمی را فرض بطرف با لا بچرخانیم ، بطرف پائین میچرخانیم تا در امتداد سطح تابلو قرار گیرد) . برای اینکار بجای اینکه از نقاط A و B دو خط عمود را بطرف بالا رسم کنیم ، بر عکس درجهت پائین فرود می آوریم . بعد در فاصله دلخواهی از قاعده تابلو ، خط K را رسم می کنیم . این خطرا بجای قاعده تابلو فرض می کنیم و با استفاده از پاره خط های یاد شده در بالا ، خط $\overset{\wedge}{BA}$ را بهمان ترتیبی که $\overset{\wedge}{BA}$ را پیدا کردیم ، بدست می آوریم .

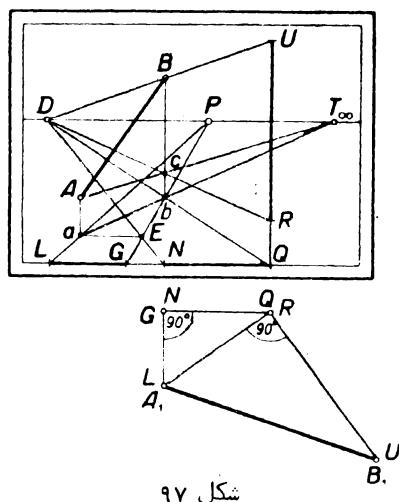
د) اکنون موردی را بررسی میکنیم که پاره خط BA در فضای درجهت آزاد قرار دارد . اگر نقطه گریز این پاره خط ، مانند P (شکل ۹۶) در دسترس باشد ، طول طبیعی قطعه خط را میتوان با منتقل کردن بر سطح تابلو پیدا کرد . این همان روشی است که با آن مقیاس پرسپکتیو بر روی خطی که در فضای درجهت آزاد قرار دارد ، ساخته میشود (§ ۹ ش ۷۶) . باید آوری میشود که نقطه P بکم تصور قائم BA و نقطه گریز آن M بدست آمد است بعد خط PF رسم شده و ادامه یافته و نقطه M در روی آن بکم D و S پیدا شده است .



شکل ۹۶

تووجه کنید که خط \overleftrightarrow{BA} در اینجا نقش افق را برای خط \overleftrightarrow{CA} دارد فقط در اینجا باید از نقطه D و H خطی کدرانده و نقطه P را پیدا کنیم و این نقطه خطی موازی M باشد رسم کنیم . این خط صحای قاعده تابلو بکار می رود پاره خط \overleftrightarrow{BA} جواب مسئله است .

در مورد عمومی تر میتوان مسئلمرا با روش مثلث های فائمه الزاویه بطوریکه در شکل ۹۷ نشان داده شده ، حل کرد . پاره خط \overleftrightarrow{BA} را در نظر میگیریم (همچنین تصویر فائمه آن ba) . از نقطه A خط \overleftrightarrow{CA} را موازی ba رسم کنیم . در این حال باید طول BA را بعوان و تر مثلث فائمه الزاویه CBA معین کنیم . برای این کار لازم است اول طول های طبیعی CA و CB را بدست آوریم . طول طبیعی ضلع CB را با پیدا کردن اثر تابلوی آن میتوانیم معین کنیم . از نقطه دلخواهی در روی خط افق و نقاط B و C دو خط موازی میگذرانیم (در شکل ۹۷ ، نقطه D چون نقطه ای دلخواه مورد استفاده قرار گرفته است) . این دو خط با سطح تابلو در دونقطه U و R برخورد کرده اند برای تعیین محل RU ، با استفاده از D و b نقطه Q را پیدا و از آن عمودی اخراج کرده ایم و بعد BU و CR را امتداد داده ایم تا با آن برخورد کند . قطعه RU که اثر تابلوی CB است ، طول طبیعی آن را شان میدهد .



شکل ۹۷

طول طبیعی CA نیز باید باشد است آوردن طول طبیعی ba بعنوان وتر مثلث قائم الزاویه bEa پیدا شود ، زیرا $AC=ab$ است . بکمک نقاط P و D ، طول طبیعی اضلاع Ea و bE را در روی قاعده تابلو معین سیکتیم . برای این کار ، چنانکه قبله یادگرفته ایم ، بکمک خطوط رابط ، پاره خط های GL و QN را در روی قاعده تابلو بدست می آوریم . با استفاده از این دو پاره خط که طولشان برابر اضلاع مجاور زاویه قائم ممثلت bEa است ، در شکل جدا کاره ای مثلث مورد بحث را بالاندازه های طبیعی ساخته و بدین ترتیب وتر IQ را که طول آن مساوی ba و درنتیجه مساوی CA است ، پیدا می کنیم .
 اکنون بادر دست داشتن طول طبیعی دو صلع مجاور را به قائم های مثلث CBA ، تعیین طول و ترازن مشکل نیست . باز هم با استفاده از این دو صلع ، یعنی RQ و IQ ، مثلث قائم الزاویه ای رسم کرد و وتر آن را که طولش برابر BA است ، بدست می آوریم . پاره خط A_B در شکل ۹۷ نشان دهنده طول طبیعی BA و نتیجه کار است .

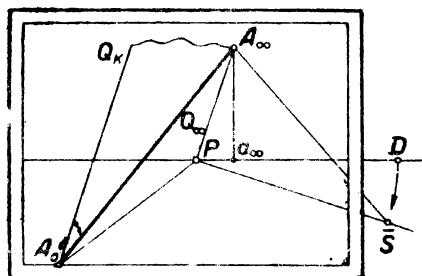
۷- تعیین اندازه طبیعی زاویه بین دو خط ، از روی پرسپکتیو آن – خطوط در تابلو –

اگر در تابلو تصویر زاویه های را داریم که اضلاع آن بر سطح جسمی قرار دارند ، برای پیدا کردن اندازه طبیعی این زاویه ، از روش انطباق سطح حسمی باتابلو ، که در مورد شکل ۸۸ بکار برده ایم ، میتوانیم استفاده کنیم . با روشی شبیه روش فوق میتوان اندازه طبیعی زاویه های را که در فضا و درجهت آزاد قرار دارد (ش ۸۹) بدست آورد .

۸- تعیین زاویه تمايل خط راستی که در تابلو رسم شده ، نسبت به سطح تابلو –

فرض کنیم خط A_B پرسپکتیو خطی است که در فضا و در جهت دلخواه قرار دارد (ش ۹۸) . برای آسانی کار ، این خط را طوری انتخاب

کرده‌ایم که نقطه‌بر خورد آن باسطح تابلو ، بر روی قاعده تابلو قرار دارد – (نقطه $\overset{\circ}{A}$) . برای تعیین زاویه‌این خط نسبت به تابلو ، اول باید از خط مذکور صفحه کمکی Q را عمود بر تابلو بگذرانیم و بعد اندازه زاویه ای رکه این صفحه با سطح تابلو تشکیل میدهد ، معین‌کنیم . برای این کار از $\overset{\circ}{A}$ به P خطی رسم کرده و از $\overset{\circ}{A}$ نیز خطی موازی PA رسم می‌کیم . همچنین از $\overset{\circ}{A}$ به Q خطی رسم کرده و اثر جسمی صفحه Q را پیدا می‌کنیم . خط $\overset{\circ}{A}Q$ ثر تابلوئی



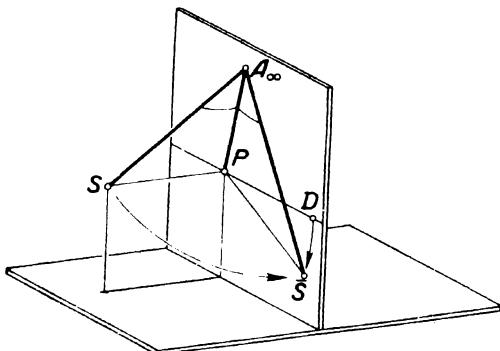
شکل ۹۸

صفحه Q بشمار می‌آید . بنابر این زاویه خط $\overset{\circ}{A}P$ با سطح تابلو عبارت از زاویه خط اخیر با اثر تابلوئی QK خواهد بود ، پس ما باید اندازه زاویه $\overset{\circ}{A}QK$ را معین کنیم .

برای این کار بستگاه تصویر پاپ مراجعه می‌کنیم (ش ۹۹) . شاعع دید خود را به $\overset{\circ}{A}$ که نقطه‌گریز خط مورد بحث است ، میرسانیم ، یعنی خط S را رسم می‌کنیم . این شاعع در واقع در میان خط مذکور است ، چون به نقطه‌گریز آن می‌رسد (خط $\overset{\circ}{A}P$ در ش ۹۹ نشان داده نشده است) . به این دلیل زاویه PAS که نشان دهنده تعایل شاعع دید $\overset{\circ}{A}P$ نسبت به سطح تابلو است ، برابر با زاویه‌ای است که می‌خواهیم اندازه اش را بسته‌آوریم .

برای تعیین اندازه طبیعی این زاویه ، مثلث قائم الزاویه APS را حول ضلع $\overset{\circ}{AP}$ می‌چرخانیم تا در سطح تابلو و در وضع $\overset{\circ}{APS}$ قرار گیرد . در این حالت زاویه در وضع جبهی قرار داشته و بدون تحریف بنظر خواهد رسید (ش ۹۸) . واما عملکار بدین طریق انجام می‌گیرد که از نقطه اصلی P خطی عمود بر خط $\overset{\circ}{AP}$ ، که خط‌گریز صفحه Q محسوب می‌شود ، بگذرانیم

و نقطه S را بر روی این خط بکمک D معین کنیم . زاویه $\angle A_k A_0 S$ برابر با زاویه $\angle Q_k Q_0 S$ وجواب مسئله است .

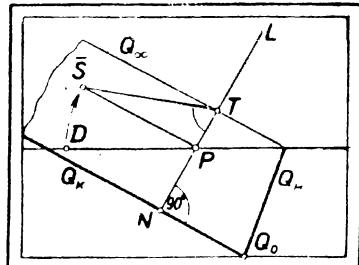


شکل ۹۹

۹ - تعیین زاویه تمايل صفحه‌ای که بر روی نابلو رسم شده ، نسبت به سطح نابلو -

در هندسه‌اگر بخواهیم اندازه زاویه بین دو صفحه را معین کنیم ، باید صفحه ثالثی از دو صفحه‌ناابرده طوری بگذرانیم که برایال مشترکشان عمود باشد . آنگاه با تعیین زاویه دو خط متقاطع حاصل ، میتوان زاویه بین دو صفحه را بدست آورد . بدین ترتیب برای تعیین اندازه فرجه (زاویه بین دو صفحه را فرجه و یا زاویه مسطوحه می‌گویند) صفحه‌ای چون Q' که پرسپکتیو آن $Q_k Q_0 Q$ (دواز نابلوی و جسمی) بر روی نابلو رسم شده ، صفحه نابلو (ش ۱۵۰) باید صفحه کمکی R را از اثر نابلوی Q طوری بگذرانیم که بر آن عمود باشد زیرا چون اثر نابلوی Q از متقاطع صفحه Q' با صفحه نابلو بوجود آمده ، یال مشترکشان محسوب میشود .

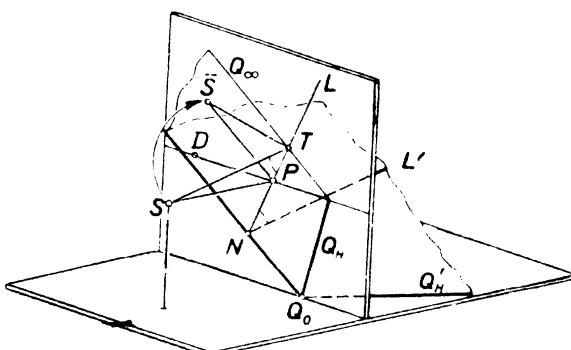
فرض می‌کنیم که صفحه قاطع R از نقطه دید S بگذرد . در این حال یکی از اضلاع زاویه مطلوب ، یعنی NT را میتوانیم از برخورد صفحه R با سطح نابلو بدست آوریم . این ضلع از نقطه اصلی P گذشته و عمود بر $Q_k Q$ خواهد بود . صمنا چون صفحه قاطع R در عین حال صفحه ساعی نیز بشمار می‌آید (زیرا از نقطه S میگذرد) ، بدین علت ضلع دیگر زاویه در روی نابلو



شکل ۱۰۰

بعنی NT که از تقاطع صفحه R با Q بدهست می‌آید، منطبق بر ضلع NT خواهد بود و بنا برای زاویه LTS در روی تابلو بصر خطی مستقیم LNT بنظر می‌آید (ش ۱۰۰) .

اکنون بدستگاه تصویر یاب در شکل ۱۰۱ مراجعه می‌کنیم. صفحه شعاعی U را درنظر می‌گیریم که توسط آن خط Q_p متعلق به صفحه Q' در روی تابلو حاصل شده است (در شکل ۱۰۱ صفحه U و همچنین R رسم نشده‌اند). صفحه شعاعی U و صفحه Q' موازی یکدیگر هستند، زیرا هر دو دارای خطگریز مشترک Q_p می‌باشند و بنابراین هر دو دارای تعایل یکسان نسبت به سطح تابلو هستند. که نتیجه زاویه PTS که زاویه خطی متعلق به فرجه تشکیل شده از صفحه U و صفحه تابلو است، برابر با زاویه مطلوب LNT که نشان‌دهنده اندازه تعایل صفحه Q' نسبت به سطح تابلو است، می‌باشد، بدین ترتیب ما



شکل ۱۰۱

باید اندازه طبیعی زاویه PTS را معین کیم . اندازه طبیعی این زاویه را میتوانیم با جرخاندن مثلث TPS حول صلع TP و نادر آوردن آن بوضع \overline{TPS} بدست آوریم .

واما در عمل برای پیدا کردن حالت \overline{TPS} در روی تابلو از نقطه P عمودی بر \overline{PQ} ، رسم می کنیم و بر روی این خط \overline{PS} رابرابر با \overline{PQ} می سازیم (ش ۱۰۵) . زاویه $N^{\circ}TS$ برابر با زاویه خطی LNF است و زاویه اخیر نشان دهنده اندازه فرجه صفحه تابلو و صفحه Q میباشد (ش ۱۰۱) .

۱۵ - مثالها

اکنون چند نمونه ساختن تصاویر اجسام را از روی اندازه های معین آن و وضعشان در فضا ، و همچنین تعیین اندازه طبیعی اجسام را از روی تصاویر آنها ، بررسی می کنیم .

مثال ۱ - در شکل ۱۰۲ نمونه ساختن یک مکعب مستطیل نشان داده شده که اندازه ابعاد آن بترتیب طول ، عرض و ارتفاع عبارتندار ۴ ، ۳ ، ۲ ، در تابلو ، نقطه اصلی p و نقطه فاصله لا متناسب با واحد مقیاس انتخابی ، طوری برگزیده شده اند که ارتفاع جسم کمتر از ارتفاع نقطه دید بوده ، همچنین فاصله نقطه دید از سطح تابلو چند برابر بزرگترین بعد جسم مورد بحث باشد . *
ضمن ساختن پرسپکتیو ، محل گوش زیرین جلوئی و همچنین جهت پال زیرین در طرف راست شکل بطور دلخواه انتخاب شده ولیکن با این نکته توجه شده است که نقطه گریز آن F₁ در دسترس باشد . پرسپکتیو بترتیب زیر ساخته شده است .

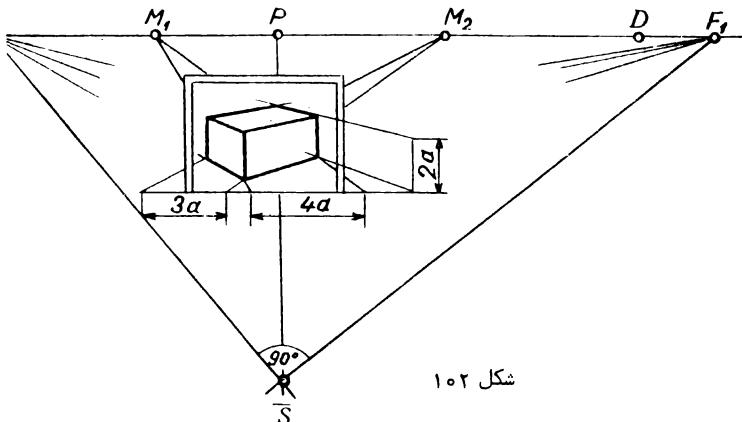
۲) نقطه دید S را ساخته ایم (صفحه افق راحول خط افق بطرف پائین چرخانده و با صفحه تابلو در یک سطح قرار داده ایم) . برای این کار کافیست که از P عمودی بر خط افق اخراج کرده و PS رابرابر با DP در روی آن جدا کنیم .

ب) چنان که گفته شد بعد زیرین طرف راست را درجهت دلخواه

* - شرح کامل انتخاب نقطه دید در ۱۴ آمده است .

ادامه داده و نقطه‌گیری آنرا در روی خط افق ، با F_1 علامت‌گذاشته‌ایم . تما م خطوط و سطوح موازی با این بعد ، باید به نقطه F_2 برسند .

و) با استفاده از نقطه‌های F_1 و S ، زاویه قائمه F_1SF_2 را ساخته‌ایم نقطه F_2 که بدین ترتیب بدست آمده ، نقطه‌گیری تمام خطوطی است که عمود بر خطوطی باشد که به F_1 میرسند . بنابراین چنانکه در دروس قبلی نیز گفته شد از هر نقطه‌ای واقع بر سطح جسمی ، و یاد رفاضا اگر زاویه‌ای رسم کنیم که اضلاع آن به F_1 و F_2 برسند ، این زاویه ، قائمه خواهد بود .



شکل ۱۰۲

- گ) بكمك نقطه های S ، F_1 و F_2 ، نقطه های مقیاس M_1 و M_2 را ،
که برای تعیین طول ابعاد افقی مکعب مستطیل لازمند ، ساخته‌ایم .
- د) بر روی دو خط که از راس دلخواه در روی سطح جسمی ، به ناقاط F_1 و F_2 کشیده‌ایم ، بكمك نقاط M_1 و M_2 طول و عرض مکعب مستطیل را که اندازه طبیعیشان ($3a \cdot 4a \cdot 2a$) است ، بدست آورده‌ایم . برای این کار اول خطی افقی عنوان قاعده تابلو رسم کرده و مقیاس‌های طبیعی را در روی آن قید کرد‌هایم .

ی) بکمک نقاط F_1 و F_2 سطح زیرین مکعب مستطیل را که بصورت مستطیلی است، ساخته ایم.

ز) از رئوس سطح زیرین خطوطی قائم اخراج کرده و بر روی این خطوط، طول ابعاد قائم جسم را معین کرده ایم.

ز) بکمک نقطه F_3 و مقیاس طبیعی ارتفاع (۲۵)، بلندی یکی از ابعاد رادر پرسپکتیو معین کرده و بعد بکمک نقاط F_1 و F_2 سطح بالایی مکعب مستطیل را بدست آورده ایم. برای تکمیل شکل طرح جسم را پررنگتر کرده و خطوط کمکی زاید را پاک کرده و قادر شکل را رسم کرده ایم. روش فوق برای ساختمان پرسپکتیو اجسام ساده از روی اندازه آنها مناسب است.

مثال ۲ - شکل ۱۵۳ پرسپکتیو بنایی رانشان می دهد که با روشنی که شرح آن در درس فوق گذشت، ساخته شده است. در ساختن آن این اندازه ها بکار رفته اند.

طول نمای اصلی (جبهی) و تمامی پهلوی ساختمان و ارتفاع دیوار آن بترتیب ۱۱، ۷، و ۶ متر هستند.

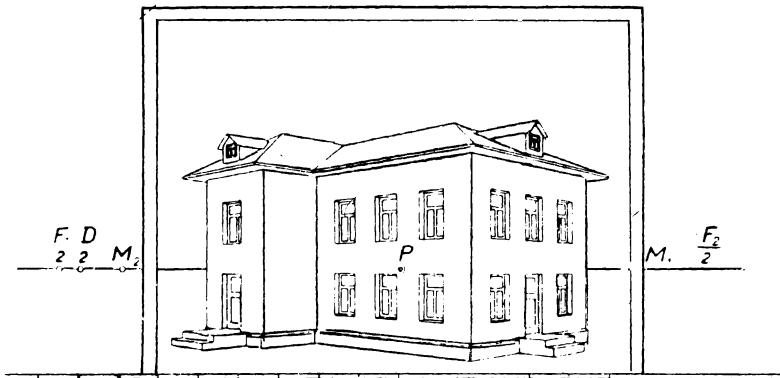
ارتفاع بنا نا یال شیروانی $\frac{4}{3}$ ارتفاع دیوار است.

ارتفاع و عرض پنجره ها از بترتیب عبارتند از $1/5$ و ۱ متر.

فاصله پنجره ها از یکدیگر و نیز از زمین تا زدیک ۱ متر است. اندازه های بقیه اجزای بنا بطور دلخواه انتخاب شده اند.

ارتفاع خط افق، فاصله نقطه دید از تابلو و همچنین موقعیت نزدیکترین نقطه ساختمان نسبت به بیننده (گوشه جلویی زیرین) بطور آزاد انتخاب شده (جهت یک ضلع بدلخواه انتخاب شده و ضلع دیگر، با روشنی که در درس قبل بکار بردیم، با ضلع قبلی زاویه ۹۰ تشکیل می دهد).

در ساختن پرسپکتیو از نقطه اصلی M ، و نقطه فاصله D ، و از نقطه های گریز اخلاص جلویی و پهلوی ساختمان (F_1 و F_2) و همچنین از نقطه های مقیاس M و D استفاده شده است.



شکل ۱۰۳

توجه کنید که در شکل ۱۰۳ این عوامل بصورت کسری $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{2}$ نموده شده‌اند . در روی قاعده تابلو ، مقیاس خطی با واحدهای شرطی (هرو واحد یک متر) قید شده و ساختمان پرسپکتیو بكماین واحدها انجام گرفته است . هنگام تعریف طول این واحدها را بدلحواه انتخاب می‌کنیم . هرچه واحد مقیاس را بزرگ‌تر انتخاب کنیم ، پرسپکتیو حاصل نیز بزرگ‌تر خواهد بود .

مثال ۳ – شکل ۱۰۴ پرسپکتیو اطاقی رانشان می‌دهد که از روی پلان اطاق و اثاثیه آن و اندازه‌های معین آنها ، ساخته شده است . شکل ۱۰۵ پلان اطاق و اثاثیه رانشان میدهد . *

در پلان ، موقعیت قاعده تابلو نسبت‌بآن قسمت از اطاق که در پرسپکتیو دیده می‌شود ، و همچنین تصویر قائم نقطه‌اصلی با حرف P ببروی قاعده تابلو مشخص است .

ارتفاع نقطه دید و فاصله آن از تابلو نیز جزو عناصر معین تابلو هستند .

* – پلان هر جسم عبارت است از تصویر قائم آن حسم بر سطح جسمی . برای ساختن پلان ، شاعع‌های قائم بر سطح جسمی از نقاط مختلف جسم می‌گذرند و تصاویر قائم این نقاط ، تصویر قائم جسم (پلان) را بدست می‌دهند . در صفحه ۱۶ این کتاب در مورد پلان بحث بیشتری شده است برای آکاهی بیشتر می‌توانید از هندسه دوره دوم دبیرستان استفاده کنید .

ساختمان پرسپکتیو بدین ترتیب انجام گرفته است. (خطوط کمکی در شکل رسم نشده‌اند) .

۷) مطابق با شرایط شکل، قاعده تابلو، خط افق، نقطه اصلی و نقاط فاصله معین شده‌اند.

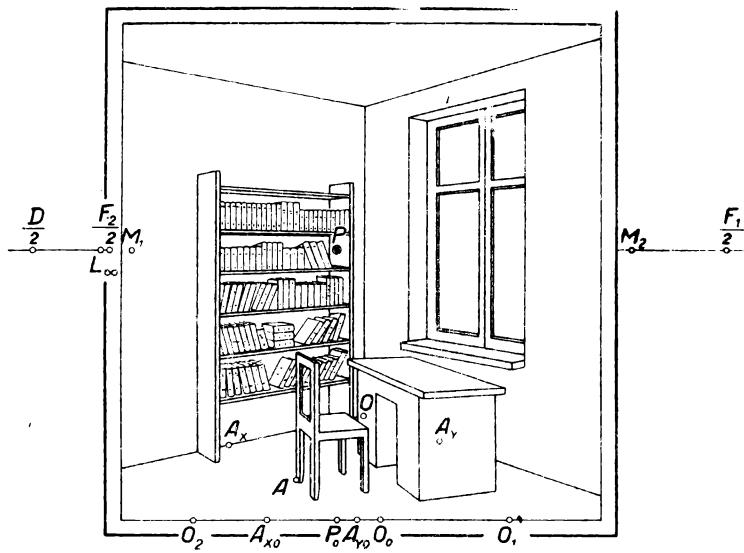
ب) مطابق با پلان، بر روی تابلو (شکل ۱۵۴) خط PQ که پرسپکتیو خط عمیق 00° است، ساخته شده و بر روی آن بكمک نقطه فاصله D ، نقطه O را که پرسپکتیو نقطه برخورد یال‌های پائینی اطاق است، بدست می‌آوریم .

اندازه‌های بکار رفته در پرسپکتیو بقرار زیرند .

$$\begin{aligned} \text{ارتفاع نقطه دید} &= 1/6 \text{ م بلندی چوب پنجره} = 2 \\ \text{فاصله نقطه دید} &= 3/6 \text{ " ارتفاع میز} = 775 \\ \text{ارتفاع اطاق} &= 3 \text{ " نشیمنگاه صندلی} = 944 \\ \text{" قفسه کتاب} &= 2/2 \text{ " پشتی صندلی} = 99 \\ \text{" لبه پنجره} &= 8 \% \end{aligned}$$

اندازه‌های طول و عرض میز و صندلی و پنهانی پنجره و قفسه را میتوان از روی پلان و بكمک مقیاس معین شده در شکل ، پیدا کرد .

و) با راس قرار دادن نقطه دید پس از انطباق آن با سطح تابلو ، یعنی در آوردن آن بحال S ، زاویه بین دو یال پائینی را برابر با زاویه کنج اطاق می‌سازیم طبیعی است که این زاویه معمولاً 90° می‌باشد . تعایل اضلاع این زاویه نسبت به افق ، مساوی تعایل یال‌های پائینی نسبت به قاعده تابلو است . بر روی خط افق ، نقطه های F_1 و F_2 (من نقاط کریز یال‌های مذکور بشمار می‌آیند شخص سده (در شکل ۱۵۴ این نقاط بصورت کسری هستند) و بكمک این نقاط و نقطه O ، پرسپکتیو این یال‌ها بر روی تابلو رسم شده است . بدین ترتیب که O را به نقاط F_1 و F_2 رسانده و خطوط حاصل را درجهت عکس امتداد داده و بدینسان یال‌های پائینی را می‌سازیم .



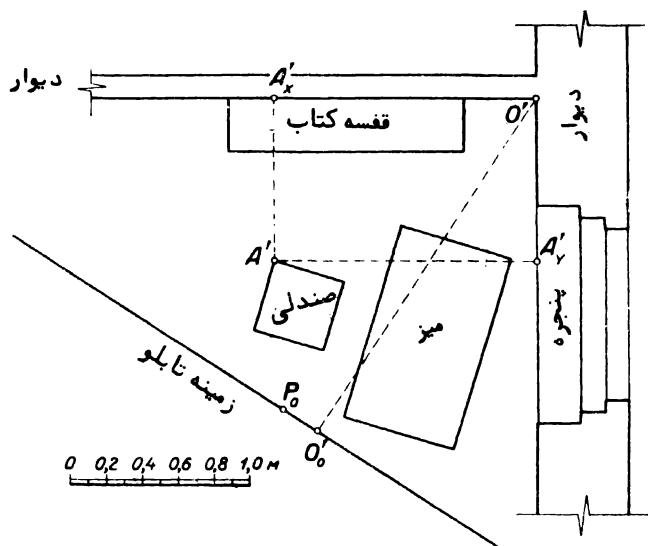
شکل ۱۰۴

گ) بر روی خط افق نقاط M_1 و M_2 که نقاط مقیاس هستند، بدست آمداند. این نقاط برای پالهای پائین مورد استفاده هستند از این نقاط و نقطه O خطوطی گذرانده و نقاط O_2 و O_3 را در روی قاعده پیدا کرده‌ایم.

برای ادامه کار از متد مختصات استفاده می‌کنیم. خطوط مستقیم O_1F_1 و O_2F_2 بجای محورهای مختصات فرض شده‌اند. نقطه‌های O_1 و O_2 ، نقطه‌های آغاز مقیاس طبیعی در روی قاعده هستند. بگذاریم M_1 و M_2 تقسیمات این مقیاس بر روی محورهای F_1O_1 و F_2O_2 منتقل می‌شوند.

د) نقاطی که طرح اشیاء را تشکیل می‌دهند، مثل نقاط A ، A' ، A'' ترتیب ساخته شده‌است. پاره خط‌های مختصات O_xA و O_yA (شکل ۱۰۵) را بامداد قرار دادن O در روی قاعده تابلو قید کرده (شکل ۱۰۴) و از انتهای این پاره خط‌ها، یعنی A_x و A_y به نقاط M_1 و M_2 خطوطی رسم شده و نقاط A_x و A_y بر روی پرسپکتیو محورهای مختصات پیدا شده‌اند. از نقاط A_x و A_y بگذاریم نقاط F_1 و F_2 دو خط موازی F_1O_1 و F_2O_2 رسم کرده و در تقاطع این دو خط، نقطه A را پیدا کرده‌ایم. ارتفاع نقاط اجسام

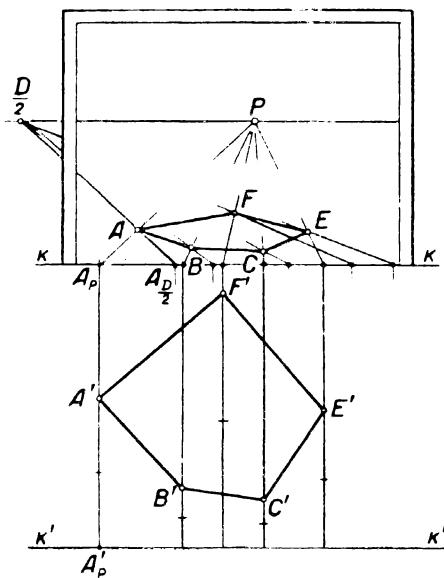
از سطح جسمی بدست روش هایی ندر Δ ۹ (ش ۷۲ و ۷۳) بکار رفته ، معین شده اند .



شکل ۱۰۵

مثال ۴ - شکل ۱۰۶ طرز ساختن چند گوشمای را به اندازه های طبیعی از روی تصویر آن نشان میدهد . پرسپکتیو این چند گوش با نام $F E C B A$ در تابلو دیده میشود . برای دانستن اندازه اضلاع این چند گوش ، شکل طبیعی آن بصورت $F E C B A$ بر روی سطح جسمی منطبق شده با صفحه تابلو بودست آمده است . این روش را در شکل ۹۵ بکار بردہ ایم . کار بترتیب زیر انجام گرفته است .

بكمک نقطه اصلی P و نقطه فاصله کسری D و نقطه A ، نقاط $A_{\frac{1}{2}}$ و $A_{\frac{2}{3}}$ بر روی قاعده تابلو بودست آمده اند .
در زیر قاعده تابلو خط KK' موازی با آن کشیده شده است ، یعنی قاعده تابلو را درجهت قائم ، بهائیں منتقل کرده ایم (بعبارت دیگر سطح جسمی را منطبق بر امتداد صفحه تابلو کرده ایم) .



شکل ۱۰۶

بعد از نقطه A_p عمودی رسم کرده‌ایم تا KK' را در نقطه‌ای چون A'_p قطع کند. اکنون باید توجه کنیم که پاره خط $A_p A_p$ نشان‌دهنده نصف فاصله نقطه A (یکی از گوشه‌های چند گوش) از قاعده تابلو می‌باشد، زیرا $z_D = z_A$ بلکه از $\frac{D}{2}$ استفاده کردیم. بنابراین بر روی خط $A_p A'_p$ ، نقطه A' را طوری انتخاب کرده‌ایم که فاصله آن از A'_p دو برابر پاره خط $A_p A_p$ باشد. نقطه A همان نقطه A متعلق به چند گوش است که در حال جبهی دیده می‌شود.

بقیه نقاط متعلق به چند گوش، یعنی B و C و E و F نیز درست بهمین طریق بدست می‌آیند. بعد از پیدا کردن این نقاط چند گوش $FECBA'$ را رسم می‌کنیم. شکل حاصل، چند گوش $FECBA$ را خارج از پرسپکتیو و بدون تحریف نشان می‌دهد.

۱۱ - §

پرسپکتیو دایره

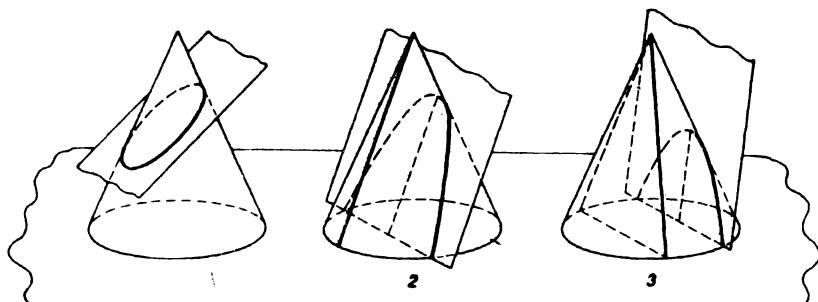
اطلاعات مقدماتی - برای ساختن پرسپکتیو دایره‌هیز ، چون دیگر اجسام ، باید محل برخورد شاعع‌های بد را که از تقاطع مختلف دایره میگذرند با صفحه‌تالو پیدا کنیم . چنانکه قبل از نیاز اشاره شد ، از نقطه‌دید شاعع‌هایی بطرف تقاطع مختلف جسم روانند . از برخورد این شاعع‌ها با صفحه تالو ، که بین نقطه دید و جسم فرار دارد ، نظریتی بدست می‌آیند که مجموع آنها تصویر پارسپکتیو جسم مورد بحث را تشکیل می‌دهند .

مجموع شاعع‌هایی که بطرف دایره روانند سطح مخروطی ای تشکیل می‌دهند که مخروط شعاعی نامیده می‌شود . بنابراین میتوان گفت که پرسپکتیو دایره خطی است که از تقاطع مخروط شعاعی با صفحه‌تالو بوجود می‌آید .

خطی که از تقاطع مخروط شعاعی با صفحه‌ایجاد می‌شود ، مقطع مخروطی نام دارد . بسته به موقعیت صفحه‌ای که مخروط شعاعی را قطع کند ، مقطع مخروطی دارای یکی از سه شکل ریخته شده بود .

آ) اگر صفحه‌قاطع تمام شاعع‌های تشکیل دهنده مخروط را قطع کند ، در اینصورت محل تقاطع بصورت خط منحنی بسته‌ای خواهد بود که بیضی نام دارد .

ضمنا اگر صفحه قاطع در وضعی باشد که محور مخروط بر آن عمود باشد ، در این حال مقطع مخروط بصورت دایره خواهد بود (شکل ۱۰۷) .



شکل ۱۰۷

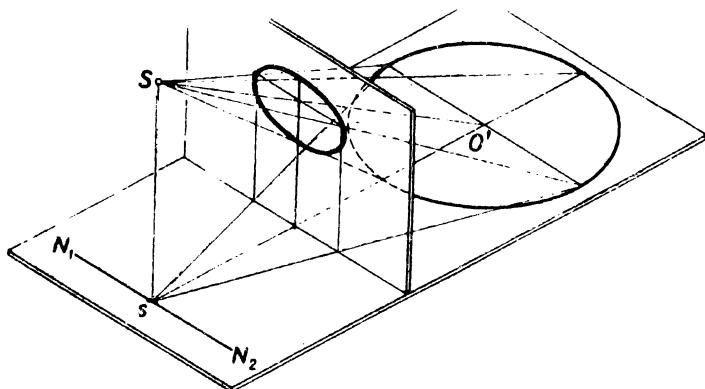
- ب) اگر صفحه قاطع موازی بکی از شعاع های تشکیل دهنده مخروط ط باشد ، محل تقاطع بصورت سهی خواهد بود (ش ۱۰۷ ، ۲) .
- و) اگر صفحه قاطع موازی با دو شعاع تشکیل دهنده مخروط شعاع باشد ، در اینصورت مقطع بصورت خط هذلولی خواهد بود (ش ۱۰۸ ، ۳) .
- بنابر این پرسپکتیو دائیره میتواند بصورت بیضی ، سهی و یا دائیره باشد و اینجاد هریکا از این حالات بستگی به موقعیت متقابل صفحه های که دائیره در آن واقع است ، (قاعده مخروط شعاعی) و صفحه تابلو (صفحه قاطع) و نقطه دید (راس مخروط شعاعی) دارد .

- ساختن پرسپکتیو دائیره در دستگاه تصویر یاب -

بر روی سطح جسمی دستگاه تصویر یاب واز نقطه ۵ که محل قاعده نقطه دید است ، خطی موازی قاعد تابلو رسم کرده و آنرا خطی طرفی نامیم مانند خط ۳۱ در شکل ۱۰۸ .

۷) فرض می کنیم که دائیره ۶ در روی سطح جسمی در وضعی قرار دارد که هیچ نقطه مشترکی با خط بیطرف ندارد (ش ۱۰۸) . بطوریکا از شکل پیدا است در این حال صفحه تابلو تمام شعاع های تشکیل دهنده مخروط شعاعی را قطع میکند

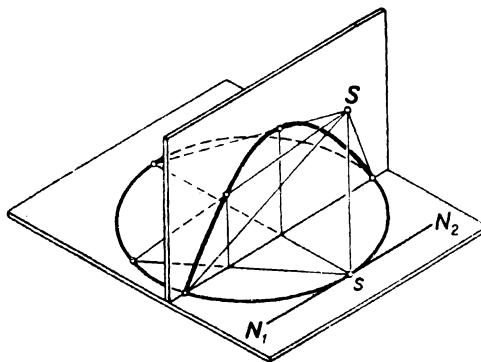
(و) در صورت امتداد یافتن قطع خواهد کرد) . بنابراین اگر خط بیطرف ، در خارج دایره ای که میخواهیم پرسپکتیو آن را بسازیم ، قرار داشته باشد، پرسپکتیو حاصل بصورت بیضی خواهد بود .



شکل ۱۰۸

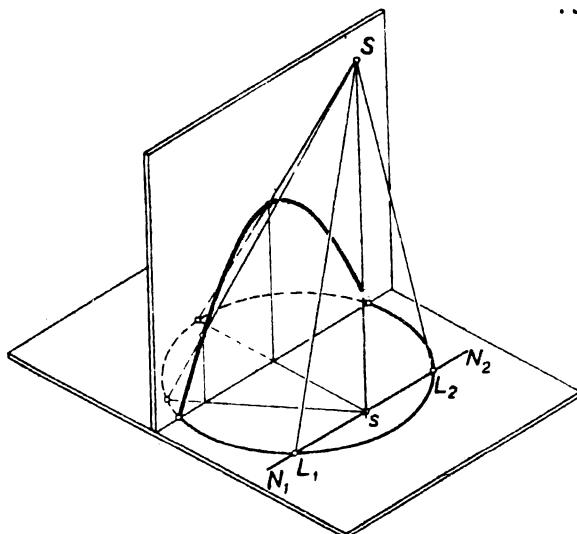
ب) فرض می کنیم که دایره مورد بحث در سطح جسمی طوری قرار داشته باشد که با خط بیطرف در دریک نقطه ، نقطه مثلاً نقطه S مماس باشد (شکل ۱۰۹) . در این سال فخط مستقیم SS یکی از شعاع های تشکیل دهنده مخروط شعاعی محسوب خواهد شد. ضمناً این خط با صفحه تابلو نیز موازی است . بنابراین اگر خط بیطرف با دایره مورد بحث مماس باشد پرسپکتیو دایره بصورت سه‌بعدی خواهد بود .

و) فرض می کنیم دایره خط مورد بحث را قطع کند (شکل ۱۱۰) . در این حال مخروط شعاعی دارای دو شعاع موازی با صفحه تابلو خواهد بود ، مانند LS و $L'S$. بنابراین اگر خط بیطرف دایره را قطع کند ، در این حال پرسپکتیو دایره بصورت خط هذلولی خواهد بود .



شکل ۱۰۹

با کمی توجه در باره مسائل مشابه ، متوجه میشویم که پرسپکتیو دایری که در فضا واقع باشد نیز عموماً بیکی از سه صورتی است که شرح آن در بالا گذشت . لیکن در مورد دایری واقع در فضا باید توجه داشت که شکل پرسپکتیو حاصل بستگی به وضع متقابل دایره و صفحه‌ای دارد که از خط بیطرف NN' و نقطه دید S میگذرد . این صفحه ، مناسب با نام خطی که از آن میگذرد «صفحه بیطرف نامیده میشود .



110.

پرسپکتیو دایره ای که بطور آزاد در فضا واقع شده است، بسته بینکه باصفحه بیطرف هیچگونه نقطه مشترکی نداشته و یا آن مماس بوده و یا متقاطع باشد میتواند بصورت بیضی، سهمی و یا هذلولی باشد (مانند پرسپکتیو دایره واقع بر سطح بسمی).

یادآوری می کنیم که پرسپکتیو دایره واقع در فضا، میتواند بصورت دایره هم باشد، و این در صورتی است که دایره در سطحی موازی با سطح تابلو قرار داشته باشد، یعنی صفحه ای که مخروط شعاعی راقطع می کند، برمحور آن عمود باشد پرسپکتیو دایره ممکن است بصورت یک خط مستقیم هم باشد و این در صورتی است که شعاع های دید ما که بطرف نقاط مختلف دایره امتداد دارند، همه در یک سطح مستقیم باشند بعارت دیگر، سطح دایره اگر به سطح افقی دید ما منطبق باشد بصورت خطی راست دیده خواهد شد. بطور کلی تمام صفحات، گذشته از شکل آنها، اگر در صفحه افق قرار گیرند، بصورت خط دیده خواهند شد (یادآوری می کنیم که سطح افقی دید، عبارت از سطحی است که از خط افق و نقطه دید S می گذرد).

۳ - ساختن پرسپکتیو دایره بر روی تابلو.

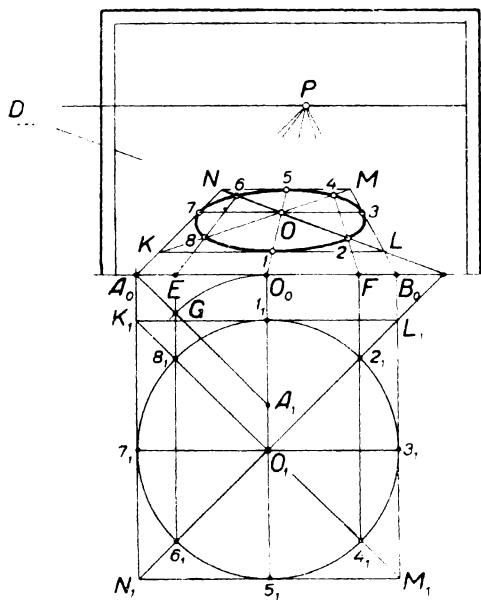
خطی راکنشان دهنده دایره در پرسپکتیو باشد، نمیتوان در روی تابلو مستقیما و یا بکمک وسائل عادی چون پرگار و خط کش رسم کرد (غیراز دو مور د استثنای که در بالا اشاره شد، یعنی مواردی که دایره در سطحی موازی تابلو و یا در سطح دید قرار داشته باشد). ساختن پرسپکتیو دایره بدین ترتیب انجام می گیرد که اول نقاط مختلفی که متعلق به منحنی مطلوب هستند، پیدا می کنیم و بعد، از این نقاط بکمک پیستوله و یا با دست منحنی پرسپکتیو را رسم می کنیم. هر چه نقاط بدست آمده متعلق به پرسپکتیو دایره، بیشتر باشد، بهمان سبب منحنی که نشان دهنده پرسپکتیو است، درست ترا و آسان تر رسم خواهد شد. بدیهی است که هر چه اندازه دایره بزرگتر باشد، باید نقاط باز هم بیشتر و با فاصله کمتر از یکدیگر بدست آیند.

اینک ما دو روش ساختن پرسپکتیو دایره را می آموزیم .
 با روش اول که بکار بردن آن آسان است و برای ساختن پرسپکتیوهایی
 که زیاد بزرگ نباشد بکار میرود ، فقط هشت نقطه متعلق به پرسپکتیو را پیدا
 می کیم .

روش دوم امکان می دهد که بتعدداد دلخواه نقطه بدست آوریم . با این
 روش میتوانیم تصویر دایره را کاملاً دقیق سازیم .

روش اول (روش مربع محیطی)

فرض می کیم در روی نابلو ، نقطه O که باید مرکز پرسپکتیو دایره باشد
 و همچنین طول طبیعی شاعع آن ، یعنی A_0O معین است . با مرکز قراردادن
 نقطه O و با ساعی که اندازه طبیعی آن A_0O ، بر روی نابلو معین است ،
 میخواهیم پرسپکتیو دایره را رسم کنیم (دایره ای رسم کنیم که بر سطح جسمی فرار
 داشته باشد) . پس نقطه O پرسپکتیو مرکز دایره ایست که میخواهیم پرسپکتیو ش
 را روی نابلو سازیم (شکل ۱۱۱) .



شکل ۱۱۱

بكمک نقطه های P و Q نقطه O را کموقیت O را در وضع جبهی نشان می دهد، بدست می آوریم (۱۰۸) ، شکل ۸۶ . با مرکز قرار دادن O و بشاع پو OA دایره ای رسم می کنیم . این دایره ، ظاهر جبهی دایره ای راشان می دهد که می خواهیم پرسپکتیو ش را بسازیم .

بعد مربع $MNLK$ را ماس بر چهار نقطه دایره ، طوری رسم می کنیم که دو ضلع NL و ML عمود بر قاعده تابلو باشد . از K به M و از L به N ، دو قطر مربع را زسم کرده ، و ازنقطه O دو خط راست ، یکی را موازی قاعده تابلو و دیگری را عمود بر آن می کشیم . نقاط تماش مربع با دایره ها با اعداد ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و همچنین نقاط تقاطع دو قطر بادایره را با اعداد ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ مشخص می کنیم . اکنون لازم است که اول پرسپکتیو مربع را در روی تابلو بسازیم و بعد دایره را در داخل آن و بكمک نقاطی که باید بدست آوریم ، یعنی پرسپکتیو اعداد نامبرده ، رسم کنیم .

برای ساختن پرسپکتیو مربع ، باید فاصله نزدیکترین ضلع آنرا بقاعده تابلو ، در نظر داشته باشیم . این فاصله برابر با LB است . بنابراین ازنقطه B در روی قاعده تابلو ، پاره خطی برابر LB جدا کرده و ازنقطه حاصل خطی به D رسم می کنیم . درنتیجه نقطه D را پیدا می کنیم که از قاعده تابلو دارای فاصله ای برابر با LB است . راجع به ساختن پرسپکتیو مربع ، چون آنرا قبلا فرا گرفته ایم ، توضیح بیشتری نمیدهیم .

بعداز ساختن پرسپکتیو مربع ، دو قطر آنرا رسم می کنیم و همچنین دو خط ، یکی موازی و دیگری عمود بر قاعده تابلو ، از مرکز مربع میگذرانیم . نقاط ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ که پرسپکتیو اعداد مشابه پاد شده هستند ، بدینظری سق پیدا می شوند .

از نقاط ۶ و ۸، ۴ و ۲ دو خط گذرانده و محل برخوردشان با قاعده تابلو ، یعنی B و L رامیں می کنیم و بارساندن این دو نقطه به نقطه اصلی P ، محل تقاطع خطوط حاصل را با قطعه ای تصویر بدست می آوریم . اینها نقاط ۲، ۴ و ۸ هستند . اکنون با در دست داشتن هشت نقطه متعلق به دایره و مربع محیطی آن ، میتوانیم پرسپکتیو مطلوب را رسم کنیم و چنانکه از شکل پیدا است ، پرسپکتیو بصورت بیضی خواهد بود .

ضمن بکار بردن این روش لازم نیست حتماً دایره O و مربع محیطی آن در پانچ قاعده تابلو رسم شود ، زیرا با دردست داشتن مرکز O و شعاع OA با اندازه طبیعی ، میتوان پرسپکتیو مربع را مستقیماً روی تابلو بدست آورد (با کمک P و D) .

نقاط معاس ۱ و ۳ و ۵ و ۷ بکم خارج طوسط مربع بدست می آیند (یکی موازی و دیگری عمود بر قاعده) . برای بدست آوردن نقاط ۲ و ۴ و ۶ و ۸ ، باید بر روی قاعده تابلو نقاط E و F را پیدا کرد . برای این کار باید مثلث قاعده متساوی الساقین AOA' را رسم کرد (ش ۱۱۱) . با مرکز قرار دادن A و شعاع OA برابر OA' ، نقطه G را بر روی $A'A$ بدست می آوریم و از این نقطه عمودی به قاعده رسم کرد و B پیدا میکنیم . تعیین نقطه F خیلی آسان است و کافی است آنرا توسط پرکار و پاختکش ، بر هر بسا EQ رسم کنیم . بقیه کار بظری که در بالا اشاره شد انجام میگیرد .

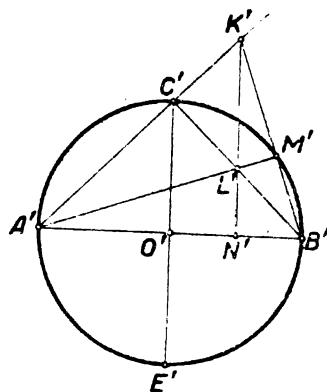
روش دوم (روش ارتفاع های مثلث) .

بر سطح جسمی دایره O را میسازیم و قطر BA' و EC آنرا ، اولی موازی و دومی را عمود بر قاعده تابلو میسازیم . سطح جسمی و دایره ای را که بر آن رسم کرده ایم ، بحال پلان درنظر میگیریم . در این صورت دایره با شکل طبیعی خود بنظرخواهد آمد (ش ۱۱۲) . وتری چون CA' رسم کرده و آنرا ادامه می دهیم و بر امتداد آن نقطه K را بدلاخواه انتخاب می کنیم .

با مربوط کردن K و B' ، مثلث BKA' را بدست می آوریم که ضلع BK آن کمان دایره را در نقطه ای چون M قطع می کند (نقطه K را باید طوری انتخاب کرد که اگر از B خطی معاس بر دایره بگذرانیم ، نقطه K بین نقطه تقاطع خط اخیر CA' و C' واقع باشد) .

خطوط CB' ، CK و MA' را که سه ارتفاع مثلث هستند رسم کرد و نقطه تقاطع آنها را با I مشخص می کنیم . مشاهده می کنیم که صرف نظر از انتخاب نقطه K (بر روی امتداد خط CA' و در حدودی که اشاره شد) . پایه ارتفاعی که از راس B فرود آمد همیشه بر روی کمان دایره و منطبق است با پایه شعاع CO و پایه ارتفاع فرود آمد همیشه بر روی کمان دایره مورد بحث قرار گیرد زیرا زویه های BCA' و BMA' جون زاویه های قاعده

که ممکنی بر قطر \overline{BA} هستند ، باید زاویه‌های محاط در دایره باشند . اگرچون بپردازیم به ساختن پرسپکتیو با این طریق (ش ۱۱۳) .

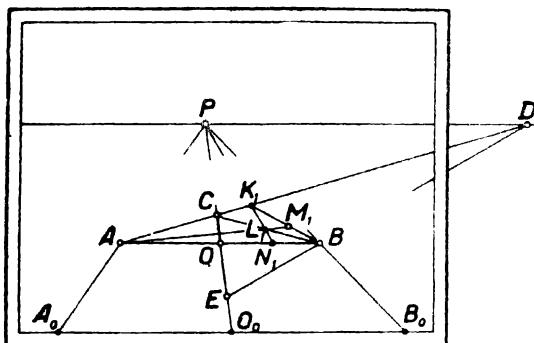


شکل ۱۱۲

می‌بینیم که درنتیجه بکار بردن روش بالا ، میتوانیم پنج نقطه متعلق به دایره مطلوب را در دست داشته باشیم . این نقاط عبارتنداز A ، C ، B ، E و M ، چهار نقطه اولی در مقدمه کار بدست می‌آیند (قطر \overline{BA} معین است و \overline{CD} را نیز بکمک \overline{EJ} و \overline{DQ} معین می‌کنیم) . وضع نقطه M بستگی به انتخاب نقطه K بر روی خط CA دارد .

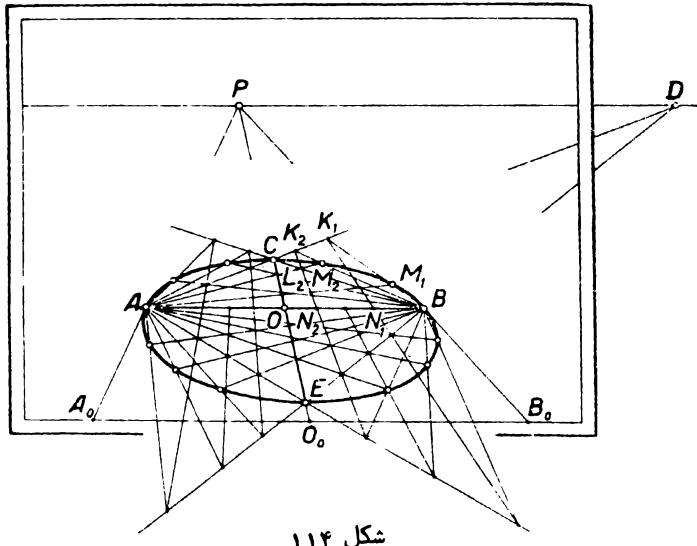
با انتخاب نقطه‌های K_1 ، K_2 ، K_3 و ... بر روی خط CA ، میتوانیم نقاط M_1 ، M_2 و ... را که متعلق به پرسپکتیو دایره مطلوب هستند ، بدست می‌آوریم . روش فوق را بهتر است بترتیب زیر بکاربریم .

(۱) نقطه O ، پرسپکتیو مرز دایره ردر محل دلخواه رسم کرده و از این نقطه و نقطه اصلی P ، خطی میگذرانیم تابه قاعده تابلو بر سر محل برخورد آن را با O پلاست میگذریم . این خط چنانکه میدانیم ، عمود بر قاعده نایندو است . بعد طول طبیعی قطر دایره ای را که میخواهیم پرسپکتیو را بسازیم ، در روی قاعده تابلو تابلو طوری قید میکنیم که O در وسط آن قرار گیرد . در شکل ۱۱۳ پل BA نشان دهنده این طول است .



شکل ۱۱۳

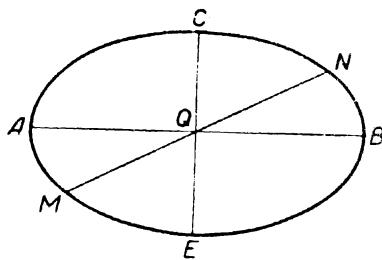
- ب) از نقطه O که مرکز پرسپکتیو دایره است ، خطی موازی قاعده تابلو میگذرانیم و بکم p قطر BA را که پرسپکتیو A_0B_0 است ، معین می کنیم .
- و) با استفاده از نقطه فاصله D ، قطر EC را بر روی خط QP پیدا می کنیم . این قطر عمود بر قطر BA است .
- گ) خط CA را رسم کرده و بر امتداد آن نقطه K را انتخاب می کنیم و با اوصل کردن آن به B ، مثلث BKA را بدست می آوریم .
- د) دو ارتفاع CE و KB را رسم می کنیم و نقطه تقاطع آنها را با M علامت میگذاریم .
- ی) از نقطه A ، با حرف M سومین ارتفاع مثلث را رسم کرده و محل برخورد آن را با پل KB ، با حرف L مشخص می کنیم .
- نقطه M متعلق به کمان پرسپکتیو دایره مطلوب است .
- ز) چنانکه قبل اشاره شد ، بتعدد انتخاب نقطه های K ، M ، M ، M ، M ، M ، M میتوانیم با روش فوق ، نقطه های جدید ، M ، M ، M ، M ، M ، M ... را که همه متعلق به کمان بین B و C هستند ، بدست آوریم (شکل ۱۱۴) .
- ز) با همین روش و با انتخاب نقطه های K ، K ، K ، K ... بر روی امتداد خط های OB ، EA و EB میتوانیم نقاط مشابه M ، M ، M ، M ... را بدست آورده و بدین ترتیب کمان های بین CA و EA و EB ... دقیقا رسم کنیم (ش ۱۱۴) .



شکل ۱۱۴

ای) با متصل کردن کلیه نقاط و پاکمان های بدست آمده با خط منحنی پرسپکتیو دایره مورد بحث را در دست خواهیم داشت.

بیضی شکلی است که اغلب در پرسپکتیو های دایره با آن برمیخوریم زیرا در بیشتر حالات پرسپکتیو دایره بصورت بیضی بنظر می آید. این منحنی بسته، بسته، نسبت به دو خط مستقیم عمود بر یکدیگر خود، EC و BA دارای تقارن میباشد (ش ۱۱۵) . این دو خط محورهای بیضی نامیده میشوند. نقطه Q که محل برخورد دو محور بزرگ (BA) و کوچک (EC) میباشد مرکز بیضی نام دارد. هر پاره خطی چون NM که محدود به دونقطه در روی محیط بیضی بوده واز مرکز آن گذشته باشد، قطر بیضی نامیده میشود. قطرهای بیضی توسط مرکز بیضی نصف میشوند . با بررسی بیضی ها در اسکال ۱۱۱ و ۱۱۴ که پرسپکتیو دایره را نشان می دهند، باسانی متوجه میشویم که نقطه های O که پرسپکتیو مرکز دایره ها بشمار می آیند، نمیتوانند مرکز همان بیضی ای باشند که نشان دهنده پرسپکتیو دایره است . همچنین پاره خط های EC و BA که تصویر دو قطر عمود برهم دایره میباشند، قطرهای بیضی ای که در تابلو پرسپکتیو دایره را نشان نمیدهد، بحساب نمی آیند و عموماً عمود بر یکدیگر نمیستند || یعنی



شکل ۱۱۵

ظاهرها عمود بر یکدیگر دیده نمیشوند).

این کیفیت‌های بخاطر تحریف‌های است که معمولاً در پرسپکتیو و مخصوصاً در مورد خطوط و زوايا وجود دارد و باید هنگام ساختن پرسپکتیو دوایر، بدقت مورد توجه قرار گیرند.

۴ - مثالها

نمونه‌های ساختن پرسپکتیو دایره را بررسی می‌کنیم.

- چنانکه در درس‌های قبل دیدیم، (۳ و ۲ و ۱۰، تمرینات ۱، ۲ و ۳) برای ساختن تابلو باید این عناصر را داشته باشیم = ۱) اندازه‌های اصلی اجسامی که می‌خواهیم پرسپکتیو شان را بسازیم (موضوع‌ها)، ۲) پلان اجسام که نشان‌دهنده موقعیت متقابل آن‌هاست. این موقعیت‌ها حتی اگر خیالی و بدلخواه هم باشند، باید از نظر اندازه‌ای معین شده باشند.
- ۳) عناصر متري عمدۀ دستگاه تصویر یاب که متناسب با اندازه‌هاي اجسام موضوع، انتخاب شده باشند، ۴) مقیاس تابلو که آن نیز بستگی به انتخاب اندازه‌های تابلو دارد.

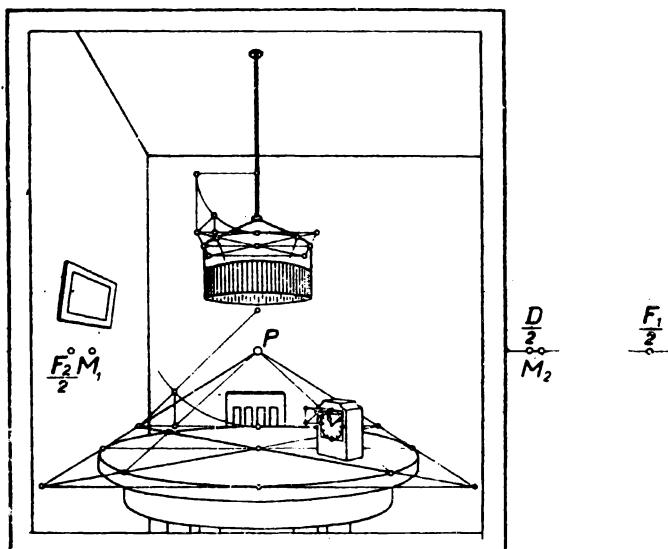
مثال ۱ -

در شکل ۱۱۶ اشیاء خانگی دیده می‌شوند که دارای فرم دایره‌ای هستند تابلو براساس معینات متري زیر ساخته شده است.

قطر سطح میز $1/20$ متر، قطر آبازور $7/40$ متر، ارتفاع قسمت استوانه‌ای آبازور 20% متر، فاصله مرکز دایره میز از سطح تابلو $1/20$ متر

پهلوی ۶۵٪ متر ، فاصله قاعده آبازور از سطح میز ۹.۶۰ متر .
سیم لامپ منطق برعودی است که از مرکز دایره سطح میز اخراج شده
باشد .

ارتفاع نقطه دید نسبت به سطح میز $\frac{1}{40}$ م ، فاصله نقطه دید از
سطح تابلو $\frac{1}{5}$ م ، وبالآخره مقیاس تابلو $\frac{1}{50}$ است .
اندازه های قاب ساعت $0/15$ ، $0/20$ و $0/15$ میباشد .



شکل ۱۱۶

در شکل طرز ساختمان سه دایره نشان داده شده است . سطح بالائی
قسمت استوانه ای آب زور ، سطح میز و صفحه ساعت .
سدایرہ نامبرد و همچنین دوایر دیگر ، باروش مریع محیطی ساخته
شده اند . برای انجام کار این عوامل مورد استفاده قرار گرفته اند . نقطه اصلی P
نقطه فاصله کسری $\frac{D}{2}$ ، نقطه های گریز کسری (F_1^o و F_2^o) خطوط اصلی
قاب ساعت و نقطه های مقیاس (M_1^o و M_2^o) برای همین خطوط .
اندازه دایرہ تنہ میز ، تابلو و صندلی بدلوه است .
مثال ۲ - در شکل ۱۱۷ برای ساختن پرسپکتیو در باز اطاق و در نیمه
باز صندوقچه استفاده کردن از دایرہ ضرورت پیدا می کند .

تصویر در باز صدوق از نظر متري وقتی در سمت خواهد بود که نقطه E ، یعنی انتهای کتاره پهلوئی در صندوق درکمان دایره‌ای شعاع OE ، که در سطح متعلق بروجه پهلوئی صندوق فرار داشته باشد ، واقع باشد . C برابر است با عرض صندوق و O نقطه مشترک کتاره صندوق و درآن ، بشمار می‌آید . بنابراین لازم است که در آغاز کار این دلیره را در وضع جسمی بسازیم (مرکز این دایره را باید همان نقطه O باشد) . برای این کار باید شعاع طبیعی این دایره را بدهست بیاوریم . برای این منظور نقطه مقیاس M را برای مستقیم OE بدهست آورده و بکمک آن نقطه B را بروی خط مستقیم موازی با قاعده تابلوکهار O گذراشده‌ایم ، پیدامی‌کنیم . ضمناً چون نقطه دیدمنطبق S که بکمک آن نقطه E معین می‌شود ، درخارج از کادر تابلو واقع می‌شود بدینجهت میتوانیم (البته اگر صفحه کارما آنقدر بزرگ باشد که بتوانیم از عوامل کسری استفاده نکیم ، کارآسان ترخواهد بود) از نقطه های کسری S و P استفاده کرد و نقطه M را بدهست بیاوریم و بعد M را بصورت $M_1M_2 = P$ بدهست بیاوریم و یا ساده‌تر بگوییم ، بعداز پیدا کردن M_2 طول آنرا دو برابر کنیم . نقطه D توسط شعاع PD بدهست آمد و M_2D نیز توسط شعاع F_2S پیدا شده‌است .

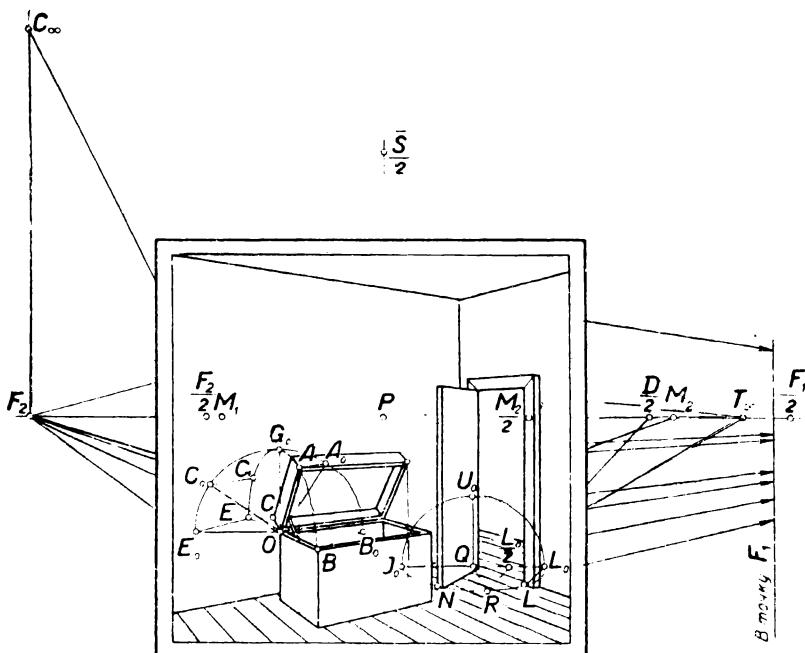
باشعاع OE نیمداire ای رسم کرده و انتهای قطرافقی آن ، یعنی G را معین می‌کنیم و بعد نقطه G را که انتهای شعاع فائم دایره است نیز مشخص می‌کنیم .

از E به M خطی کشیده و نقطه E را در برخورد آن بالمتداد OB بدهست می‌آوریم . بنابراین EB قطر افقی فعمقی دایره است و بدین ترتیب ما سه نقطه متعلق به نیمداire مطلوب را در دست داریم .

شعاع AO را بازاویه‌ای برابر بازاویه در صندوق نسبت به خود آن ، رسم کرده ، در عین حال شعاع CO را عمود بر AO رسم می‌کنیم تا زاویه واقعی تعایل CO را نسبت به سطح افقی بدهست آوریم . با استفاده از نقطه‌های L ، G ، E و A با یکی از روش‌های یاد شده ، میتوانیم پرسیکتویو نیمداire یاد شده را بدهست بیاوریم و بعداز آن بکمک خطوط رابط AN و CM نقطه‌های

مطلوب A و C را پیدا می‌کنیم، نقطه C بر روی شعاع O₁ نیز باهتمیمن روش بدست آمده، بدین معنی که اول بر روی شعاع O₁ طول واقعی یال ۰۰ را معین کرده‌ایم (در شکل ۱۱۷ طول قطعه خط CO بدلخواه انتخاب شده است).

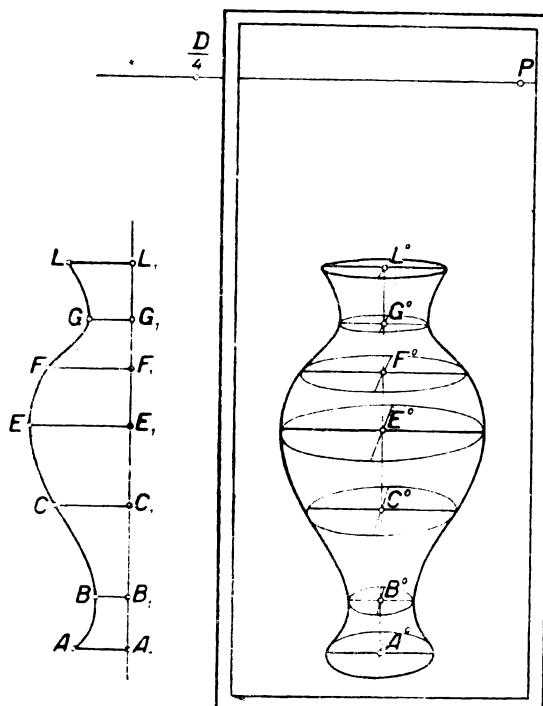
برای اینکه پرسپکتیو نیمدایره‌ای را که معین کننده وضع در نیمه بار اطاق است، بسازیم، و بوزیره نقطه N متعلق با این نیمدایره را بدست آوریم باید طول طبیعی شعاع این نیمدایره را پیدا کیم.



شکل ۱۱۷

برای این کار از مرکز Q متعلق با این نیمدایره خطی مستقیم موازی قاعده تابلو رسم می‌کنیم و بر روی آن (بگم نقطه N) قطعه خط I₁Q را برابر با I₁Q می‌سین می‌کیم. I₁Q چنانکه از شکل پیدا است، عرض در ورودی می‌باشد و برای پیدا کردن نقطه I₁Q باید از I₁ به M وصل کرده و نقطه برخورد آن با قطعه افقی دایره راعلامت می‌گذاریم. بعداً بگم نقطه اصلی P روی کف اطاق و از نقطه Q خطی عمود بر I₁Q رسم کرده و شعاع RQ را بر روی T

معین می کنیم (با استفاده از نقطه $\frac{D}{2}$ و $\frac{I}{2}$ که نقطه موسط شعاع IQ می باشد) .
با استفاده از نقطه های P و R و J و نیمدایره طبیعی PRJ و با بکار
بردن روش مربع محیطی ، پرسپکتیون نیمدایره مطلوب $IRJL$ را می سازیم
(توجه کنید که در شکل ۱۱۷ خطوط اضافی مربوط به ساختن مربع محیطی رسم
نشده اند) . آنوقت بر روی این نیمدایره نقطه N را بدلخواه انتخاب می کنیم
نقطه گریز T متعلق به مستقیم QN بما اجازه می دهد که تصویر در را
تکمیل کنیم .



شکل ۱۱۸

تمرین ۳ - در شکل ۱۱۸ یک گلدان (جسم دور) رسم شده است .
برای ساختن این گلدان نیمی خ مقطع آن نیز در شکل داده شده است .
کار ساختن پرسپکتیو از راه تنازع صفحات عمود بر محور گردش گلدان با محور
مذبور انجام میگیرد .

۷) بر روی سطح جسمی نقطه $\overset{\circ}{P}$ را که قاعده محور دوران گلدان است انتخاب کرده و از این نقطه عمود $\overset{\circ}{P}$ را برابر بُلندی گلدان رسم میکنیم (در شکل ۱۱۸ این ارتفاع برایر بانومنه مقیاس انتخاب شده است. ولی اگر بخواهیم گلدان را بزرگتر و یا کوچکتر بسازیم، باید از مقیاس پرسپکتیوی استفاده کنیم و یا اندازه ها را نسبت به نوونه موجود انتخاب کنیم).

ب) بر روی یک سطح جبهی در خارج گادر نابلو، نیمرخ مقطع گلدان را باندازه دلخواه میکشیم و بر روی آن نقاطی چون $\overset{\circ}{E}, \overset{\circ}{C}, \overset{\circ}{B}$ و ... را با اختیار خود علامت میگذاریم.

و) از نقاط $\overset{\circ}{E}, \overset{\circ}{C}, \overset{\circ}{B}$ و ... خطوطی افقی رسم کرده و نقاط $\overset{\circ}{A}, \overset{\circ}{B}, \overset{\circ}{C}$ و ... را پیدا میکنیم. این نقاط را بارعاایت فواصل آنها بر روی محور پرسپکتیو گلدان منتقل کرده و نقاط $\overset{\circ}{A}, \overset{\circ}{B}, \overset{\circ}{C}$ و ... را بدست میآوریم این نقاط میتوانند محل برخورد صفحات افقی باشند که در فواصل فوق محصور را قطع میکنند.

گ) اکنون باید بر این صفحات افقی دوایری بسازیم که مراکز آنها نقاط $\overset{\circ}{A}, \overset{\circ}{B}, \overset{\circ}{C}$ و ... بوده وشعاع آنها برابر با فاصله نقطه های انتخابی از محور، در نیمرخ باشد، مانند پاره خط های AA' , BB' , CC' و ... این دوایر چنانکه قبلاً یادگرفته ایم، باید با روش مربع محیطی ساخته شوند. بدوا باید پرسپکتیو هر مربع را که ضلع آن برابر با شعاع دایره مربوطه است رسم کرده و بعد پرسپکتیو دوایر را محاط در آنها، بدست آوریم. در شکل ۱۱۸ D را در دست داریم، لیکن میتوانیم از نقطه فاصله دلخواه چون D و D' نیز استفاده کنیم.

د) اکنون با اصطلاح اسکلت گلدان را در دست داریم. کافی است که خطوط خارجی گلدان را ماس بر پرسپکتیو دوایر رسم کرده (بکن پیستوله یا با دست)، و خطوط زاید را پاک کنیم.

ساختن سایه ها

در پرسکتیو

۱- معلومات کلی

ما اشیائی را که در فضا قرار دارند ، فقط وقتی میتوانیم بینم که باندازه کافی توسط منع نوری روش شده باشد . منع نور ممکن است طبیعی (خورشید و ماه و یا مصنوعی باشد . معمولاً قسمتهای مختلف سطح یک جسم بیک اندازه روش نیست (بیکاندازه نور نمیگیرند) . روش ترین قسمتهای یک جسم ، آن قسمتهایی هستند که زاویه شعاع های نور نسبت به آنها قائم هست . با کم شدن زاویه شعاع های نور نسبت به قسمتی از سطح جسم ، روشنایی آن قسمت نیز کمتر میشود . تاریکتریز قسمت سطح یک جسم آن قسمتی است که اصلاح ننمیگیرد .

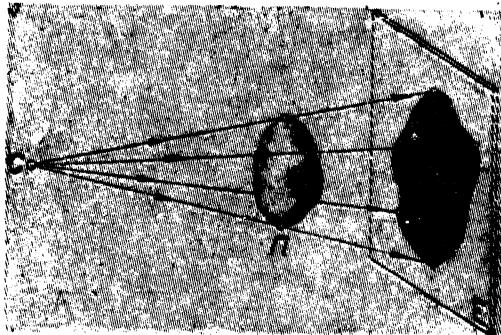
همین اختلاف در روشی قسمتهای مختلف سطح انسام بنا احرازه میدهد که بر جستگی و فرم آن را در فضا حس کنیم . بالا سفاده از همین خصوصیت و بر اساس اختلاف درجه کسب نور از طرف قسمتهای مختلف انسام ، نقاشان موفق میشوند تصاویر انسام را بر روی سطح طوری نشان دهند که بر حسته وزنده بینظر آید .

آنها ، صرف نظر از وسائل کارجون ها سور ، رتوش و یا رنگ ، فقط بار عایت دقیق درجات سایه روش هر جسم میتواند فرم آنرا سخوبی در تابلوی خود بینما یاند . اگر شکل جسمی را از روی طبیعت میسازیم (یعنی بخود جسم نگاه کرده و تصویرش را میکنیم) ، در این حال میتوانیم سایه روش را در روی تصویر بانظر از مستقیم مدل آن در طبیعت ، بسازیم . برای ترسیم دقیق سایه روش ها ، ضمن ساختن تصویر جسمی که اصلش در برابر مان نیست ، باید به پاره ای از قوانین سایه روش و چگونگی کسب نور انسام آشنا شویم و در عین حال

بتوانیم این فواین را بکار بندیم و بر روش های ساختن سایه روش در تصویر مسلط باشیم .

اینک ما حالات عمدۀ ساختن سایه روش را در پرسپکتیو بررسی میکیم .
اگر در سر راه شعاع های نور که از منبعی چون ۱ خارج میشوند (شکل ۱۱۹) و بر روی پرده نزدیکی افتد ، جسم کدری چون ۲ فرار نگیرد ، این جسم شعاع های را که با آن برخورد می کند متوقف کرده و درنتیجه قسمتی از پرده تاریک خواهد ماند . این قسمت تاریک ، یعنی ۳ که توسط جسم ۲ بر روی پرده افتاده است ، سایه افتاب جسم ۱ نام دارد .

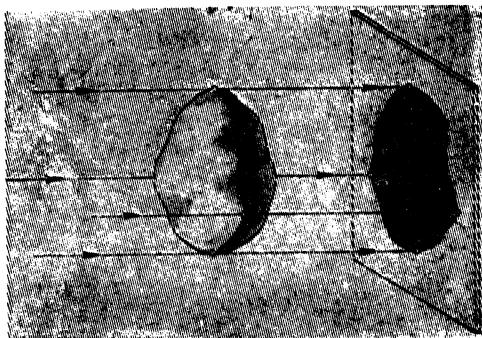
سطح جسم عموما نسبت به دریافت شعاع های نور به دو قسم تقسیم میشود . قسمتی که سورمیگرد و روشن است قسمت روشن و آقسامت که تاریک است سایه خاص جسم نماییده میشود . مرز بین قسمت تاریک و قسمت روشن هر جسم معمولا باخطی مشخص میشود که آرا طرح سایه خاص و با خط جدا کننده سایه و روشن می نامند .



شکل ۱۹

خط جدا کننده سایه روش - مکان هندسی نقاطی است که شعاع های نور در آن نقاط بر سطح جسم مماس میشوند . این شعاع ها ضمن رسیدن به پرده بین پرده و جسم فضای تاریکی بوجود می آورد که آنرا مخروط سایه می نامند (اگر جسم میرد بحث چند وجهی باشد ، فضای تاریک ، شکل هرمی را نواهد داشت که توسط سطح جسم و پرده قطع شده است) . هنگام ساختن سایه افتاب و سایه خاص هر جسم ، دو حالت عمدۀ در روشنایی تشخیص داده میشود .

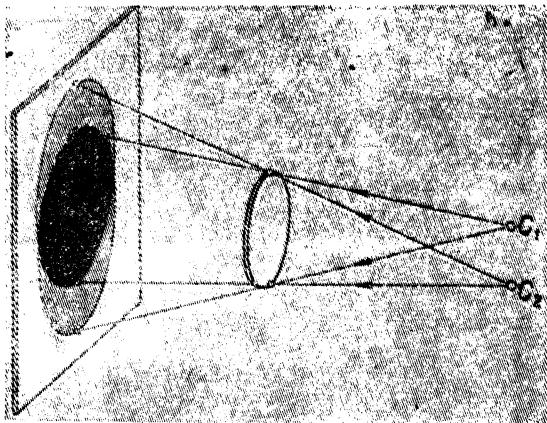
اولاً منبع نور میتواند در فاصله‌ای نه چندان زیاد از پرده و جسم قرار داشته باشد، مانند شمع و انواع چراغها. چنین منبع نوری را برای سادگی کار معمولاً بصورت نقطه‌ای نورانی درنظر می‌گیرند و گاهی آنرا مشعل می‌نامند. شعاع‌های نور حاصل از منبع مشعلی و یا (نقطه‌ای)، به نسبت امتداد یافتن از یکدیگر دور می‌شوند (شکل ۱۱۹).



شکل ۱۲۰

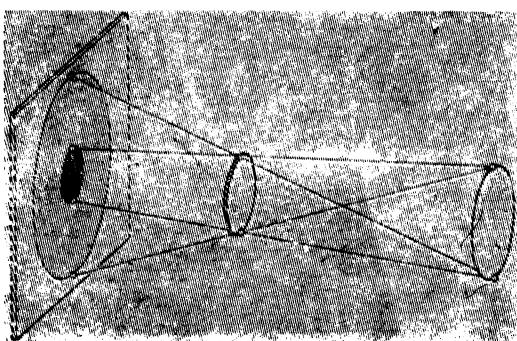
حالت دوم وقتی است که منبع نور در فاصله‌ای کاملاً دور از پرده و جسم قرار دارد. مثلاً خورشید و ماه چنین منابعی محسوب می‌شوند. در روش نای خورشیدی، شعاع‌های نور را که بروی پرده می‌افتد، بصورت شعاع‌های موازی با هم درنظر می‌گیرند (شکل ۱۲۰). در این حالت "مخروط سایه" تبدیل به استوانه و یا منشور سایه می‌شود.

حالت اول ممکن است دارای حالت ویژه‌ای هم باشد و آن وقتی است که جسم توسط چندو یا مثلاً دو منبع نور روشن شده باشد (شکل ۱۲۱). در این حالت بروی پرده دو سایه‌افتان جسم را خواهیم داشت که قسمتی از آنها ممکن است بروی یکدیگر بیفتد. این قسمت مشترک دو سایه‌افتان از دو منبع نور، کاملاً تاریک می‌باشد و آن را سایه کامل جسم می‌نامند. قسمت‌های غیرمشترک سایه‌در این حال نیمسایه‌افتان نامیده می‌شوند. این قسمت‌ها روشن تراز سایه کامل هستند، زیرا شعاع‌های هر یک از دو منبع سور، سایه‌های حاصل از دیگری را روشن می‌کنند.



شکل ۱۲۱

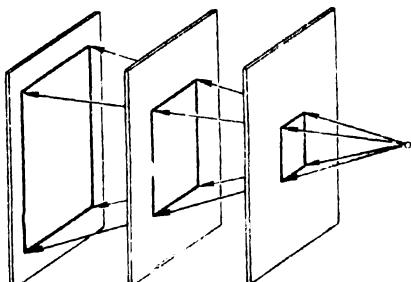
اگر منبع نور ای سطح باشد، سایه کامل و نیمسایه جسم با وضعی مشابه بر روی پرده تشکیل می شوند (شکل ۱۲۲) . طرح سایه های کیهان منبع نور سطح بوده است آمده باشند، زیاد واضح نیستند. نمونه چنین حالتی سایه های حاصل از نوری است که از لامپ پوشانده شده با آب بازور مات می تابد، و یا نور پراکنده روز که از پنجره بداخل بتابد و امثال آن.



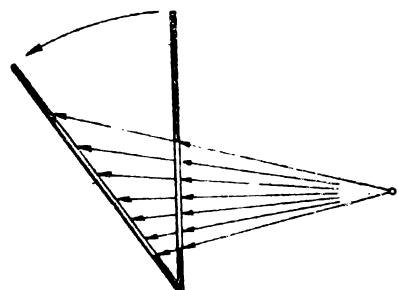
شکل ۱۲۲

شدت و ضعف سایه های افتان و خاص بستگی کامل به عوامل مختلف دارد. در شرایط معمولی، سایه کاملاً سیاه نمی باشد، زیرا سطحی هم که مستقیماً توسط منبع نور روشن نشود، غالباً توسط اتوار انعکاسی اجسام دیگر روشن می شود.

در بوجود آمدن این وضع که بازتاب (انعکاس) نامیده میشود، هوا اطراف و ذرات غبار موجود در آن بسهم خود دارای تاثیرهستند. (این ذرات باعث پخش نور باطراف میگردند). شدت روشنایی آن قسمت از سطح جسم که رو بروی منبع نور قرار دارد نیز، بستگی به عوامل مختلف دارد. غیر از موردی درباره زاویه تعامل شعاع های نور نسبت به سطح جسم که شرح آن گذشت، روشنایی جسم، باتغیر فاصله آن از منبع نور نیز تغییر میکند. هرچه فاصله زیادتر باشد روشنایی قسمت فهای نور گرفته کمتر خواهد بود. از آنجه که شد نتیجه میگیریم که مقدار انرژی نوری کمتر واحد سطح میباشد. اولاً با کم شدن زاویه تعامل شعاع های نور نسبت بسطح مذکور، کم میشود (شکل ۱۲۳)، ثانیاً به نسبت دور شدن جسم از منبع نور، چنانکه قبله گفته شد کمتر میگردد (شکل ۱۲۴).



شکل ۱۲۴

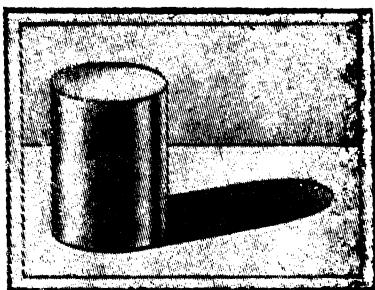


شکل ۱۲۳

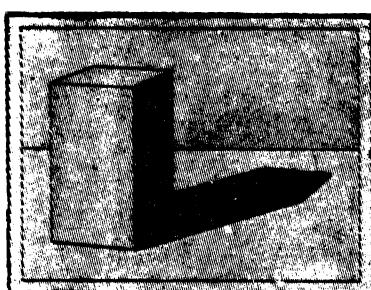
از عواملی که در شدت و ضعف روشنایی موثر است یکی هم نفوذ تاثیر پخش طبقات هوایی است که نور از آن عبور میکند. در مسافت های بزرگ، با خاطر تاثیر عمل جذب کننده که هوا (منظور مسافت جسم از بیننده است) میان قسمت های سایه و روشن جسم زیاد مشخص نیست و سایه و روشن تقریباً یکسان بنظر می آیند، در صورتیکه اگر همان جسم را از فاصله نزدیکتری نگاه کنیم میزان سایه و روشن را کاملاً مشخص خواهیم دید.

وبالاخره شدت و ضعف روشنایی یک سطح میتواند بستگی به خصوصیات نیز کی آن سطح داشته باشد. در عمل بحساب آوردن تمام عوامل موثر در شدت

و ضعف سایه روش‌ها امکان ندارد. ضمن نقاشی از روی طبیعت، نقاش باید غرق در اینگونه جزئیات شود، بلکه راهنمائی‌های فوق فقط باید نظر نقاش را بوجود شرایطی عطف‌دارند که میتوانند باعث بوجود آمدن انواع سایه روش‌ها، بمنظور هر چه بهتر ساختن اثر باشند و برای رسیدن بایس هدف آشنایی کامل با این جزئیات لازم است. اگر بخواهیم تصویر جسمی را بطور خیالی سازیم، برای ساختن سایه روش‌ها میتوانیم از چند راهنمائی کلی زیر که در مورد تصاویر یک‌نگ میروند استفاده کنیم.



شکل ۱۲۶

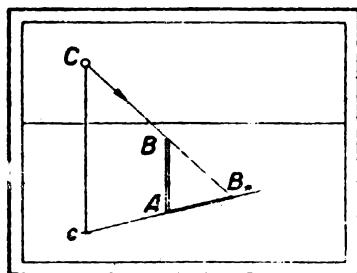


شکل ۱۲۵

سایه‌های خاص اجسام معمولاً ساد کمرنگ‌تر از سایه افتاب آنها باشند، زیرا بطوریکه قبل از شرح داده سد، سازتابهای زمین و اجسام اطراف در غلط سایه خاص اثربیگذارند و آرا روس نمیکنند (ش ۱۲۵). قسمت‌های بالا سایه خاص کمرنگ‌تر از قسمت‌های یائین است و سبب همان بازتابها هستند. سایه افتاب حسم نسبت به دوری ارجشم ضعیف‌تر میشود. بهمین دلیل سایه‌های افتاب دو جسم که از یک منبع نور میگیرند، بر روی یک سطح، در صورتیکه فاصله‌آن دو جسم از سطح نامبرده متفاوت باشد دارای غلط متفاوت است. سایه جسمی که دور تر از سطح مذکور قرار دارد کمرنگ‌تر است.

در مرز بین دو سطح که بیکاندازه روش نباشد، تن هر سطح شدیدتر میشود، یعنی قسمت‌های ناریک ناریکتر و قسمت‌های روش، روش‌تر بنظر می‌آیند. برای اینکه مطلب مفهوم‌تر شود به شکل ۱۲۵ نگاه بکنیم.

وجه طرف راست مکعب تاریک ووجه روپروری روشن است. اگر بحال قائم مکعب، که بعمارت دیگر مرز سایه خاص و قسمت نور گرفته جسم مسورد بحث بشماری می‌آید، دقت کنیم، می‌بینیم که در طرف راست یا ل، سایه شدیدتر و در طرف چپ آن، روشنانی شدید تر است. این کیفیت را که در مورد بیشتر اجسام صادق است تباين مرزی و پاکتراس می‌نمایند.



شکل ۱۲۷

هنگام ساختن سایه روشن بر روی سطحی دارای انحنای هگذر از روشنانی به سایه بتدربیج انجام میگیرد. در این حال، بازنایب بر روی سایه خاص و در طرفی که مستقیماً در نقطه مقابل روشن ترین قسمت جسم قرار دارد، ساخته میشود (شکل ۱۲۶) .

۲ - ساختن سایه‌ها در نور "مشعلی"

فرض کنیم نقطه C در شکل ۱۲۷ منبع نور مصنوعی و A شیئی است که در معرض نور قرار دارد. این شیئی مانند خط راستی است که قائم بر سطح جسمی است \ میخواهیم سایه جسم BA را بر سطح جسمی بسازیم.

در مورد اخیر، "مخروط سایه" که قبل از آن بحث کرده ایم ، تبدیل به "صفحه سایه" میشود و محل برخورد این صفحه با سطح جسمی بصورت خطی مستقیم خواهد بود.

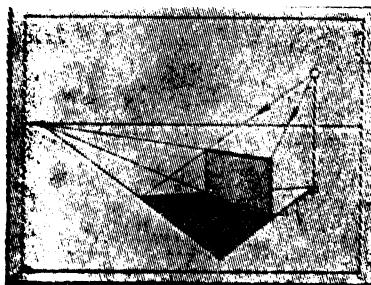
بنابراین، سایه خط BA بصورت خطی خواهد بود که منطبق بر خط تقاطع صفحه سایه با سطح جسمی باشد. بدین علت برای ساختن سایه جسم BA کافی است که سایه دونقطه A و B را بر روی سطح جسمی پیدا کنیم.

سایه نقطه A برخود نقطه A منطبق است ، و سایه نقطه B ،
یعنی پُل ، نقطه‌ای است که شاع BC در آن با سطح جسمی برخورد
می‌کند . عبارت دیگر نقطه پُل را میتوان بعنوان نقطه تلاقی شاع BC را
با تصویر قائم آن بددت آورده . روش کار چنانکه در درس‌های نخست فراز
گرفته‌ایم ، اینست که از قاعده نقطه فضائی C ، یعنی c ، خطی به
قاعده نقطه B ، یعنی A بکشیم . A,C تصور قائم BC خواهد بود
با امتداد دادن هر دو این خطوط نقطه B بددت می‌آید . روش فوق
میتواند برای همه اجسامی که دارای شکل خط‌مانند باشند ، مورد استفاده
قرار گیرد . برای ساختن سایه با این روش ، لازم است که تصویر نقطه
نورانی بر سطح جسمی (تصویر قائم) قبلاً معین باشد و گذشته از آن امکان
این باشد که در همان سطح ، تصویر نقاطی که نماینده شکل کلی جسم هستند
ساخته شود .

روش یاد شده برای ساختن سایه افتاب اجسام با طرح غیر مستقیم
نیز بکار می‌رود . در چنین حالتی طرح سایه بكمک نقاط علیحده که باندازه
کافی بهم نزدیک باشند و باصول کردن آنها بیکدیگر توسط خطوط مناسب
بدست می‌آید .

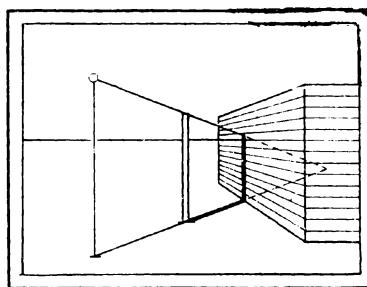
بدین ترتیب مسئله ساختن سایه میتواند جزء مسائل موضعی بشمار
آید و اصل عده آن عبارت است از پیدا کردن نقطه تقاطع شاع نور و
خط برخورد "صفحه سایه " با سطحی که سایه بر آن می‌افتد .

مثال ۱- در شکل ۱۲۸ طرز ساختن سایه یک صفحه راست گوش که
بطور قائم نسبت به سطح جسمی قرار دارد ، نشان داده شده است .
متناوب با روش یاد شده ، ما باید سایه افتاب هر کدام از اصلاح
صفحه را بسازیم . برای این کار سایه انتها های هر ضلع را ساخته و باصول
کردن آنها توسط خطوط راست ، سایه را بددت می‌آوریم . لیکن در عمل ،
کوتاه ترین راه اینست که از نقطه نورانی و دو گوش بالا ای صفحه ، و از قاعده
نقطه نورانی و دو گوش پائینی صفحه نیز خطوطی گذراند و موارز نقاط تقاطع
آنها خطی به نقطه گریز اصلاح افقی صفحه رسم می‌کنیم .



شکل ۱۲۸

مشاهده می کنیم که دو ضلع صفحه مورد بحث ، افقی و بنابراین موازی سطح جسمی ، هستند . بنابراین ، سایه این اضلاع باید دارای نقطه گریز مشترک با خود آنها باشند و چنانکه در شکل ۱۲۸ می بینیم این موضوع رعایت شده است .



شکل ۱۲۹

مثال ۲ - شکل ۱۲۹ نمونه ساختن سایه جسمی را که قسمتی از آن بر سطح جسم دیگری افتاده است ، نشان می دهد (جسمی که سایه آن در شکل ۱۲۹ مورد بحث است ، بشکل پاره خط مستقیمی در نظر گرفته شده است) .

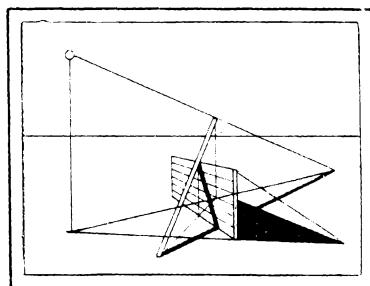
کار ساختن را می توان بترتیب زیر انجام داد .

۱) باید خط تقاطع " صفحه سایه " را با سطح جسم و سطح جسم دوم بسازیم ،

۲) باید سایه نقطه بالائی جسم را بر روی سطح دوم بددست

پیاویم. چنانکه از شکل تشخیص داده میشود، از نقطه برخورد تصویر قائم شعاع نور بادیوار، خطی قائم اخراج شده و این قطعه خط، سایه جسم بردیوار محسوب میشود.

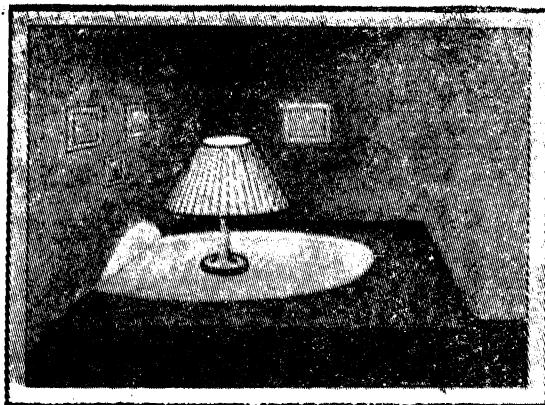
مثال ۳ – در شکل ۱۳۵ میله مستقیمی رسم شده که بر ضلع بالا اشی



شکل ۱۳۵

صفحه راست گوشمایی که قائم بر سطح جسمی است، تکیه کرده است.
تصویر قائم نقطه‌اتکاء میله بر روی صفحه رامین کرده، تصویر قائم میله را ساخته و بر روی آن بكم شاعی که انتهای بالائی میله میگذرد، سایه انتهای میله را بدست می‌آوریم. برای این کار ساید از قاعده نقطه نورانی و تصویر قائم انتهای میله خطی گذرانده و از نقطه نورانی و انتهای میله نیز خطی بگذرانیم تا با خط اولی برخورد کند. نقطه برخورد، سایه انتهای میله خواهد بود.

از نقطه تکیه میله بر سطح حسمی (زمین) خطی به نقطه ای که سایه انتهای میله محسوب میشود میکسیم. این خط سایه میله است. برای بیدا کردن سایه بر روی صفحه، باید از نقطه برخورد سایه میله با ضلع زیرین صفحه خطی به نقطه تکیه میله بر صفحه بکشیم. این خط، سایه مطلوب خواهد بود. سایه خود صفحه رانیز با روشنی که میدانیم ساخته و همه سایه‌ها را پررنگ می‌کنیم.



شکل ۱۳۱

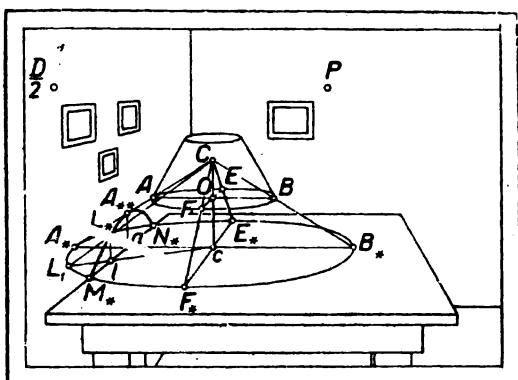
مثال ۴ — در شکل ۱۳۱ سایه حاصل از آبازوری را که بر روی میز قرار دارد، می‌بینیم. میز از ضلع چپ بدیوار چسبیده است. برای ساختن سایه و تابلو، این عناصر باید بر روی تابلو معین باشند (شکل ۱۳۲).

- ۱) نقطه اصلی P و نقطه فاصله D
- ۲) فرم سطح میز که بدیوار بهلوئی چسبیده است.
- ۳) نقطه نورانی C و قاعده آن C بر سطح میز.
- ۴) فرم دایره EBFCA لیموزین آبازور و وضع نقطه O که مرکز این دایره است، بر روی مستقیم CC . سطح دایره A F D E و سطح میز باید افقی باشند. ساختن سایه رامیتوان بترتیب زیر انجام داد.
- ۵) با استفاده از نقطه اصلی P دو قطر عمود برهم دایره لیموزین آبازور را رسم کرده و نقاط A و B و E و F را بدست می‌آوریم و با استفاده از نقاط اخیر و نقطه نورانی C ، چهار نقطه E, B, A و F را که سایه های نقاط قبلی در روی سطح میز هستند، پیدا می‌کنیم.*
- ۶) با روش مربع محیطی، از چهار نقطه اخیر دایره ای گذراند و نقاط M و N را که محل برخورد دایره بالبه میز هستند، علامت می‌گذاریم. خط منحنی N E B F M (کمان بیضی) نشان دهنده طرح سایه حاصل از آبازور بر روی میز است.

و) برای بدست آوردن طرح سایه بر دیوار ، سقطهای دلخواه مانند I_1C را بر روی کمان **NAM** ** انتخاب کرده و شاع I_1C و تصویر فائم آن I_1C را رسم می کنیم .

با استفاده از نقطه I_1 که از برخورد نقطه I_1C با کساره میز حاصل شده ، نقطه I_1 را که محل برخورد شاع I_1C با سطح دیوار است ، بدست M_1 می آوریم .

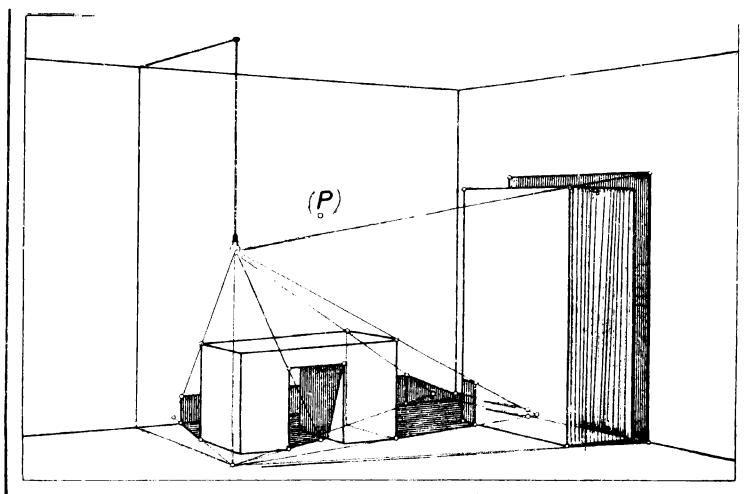
با همین روش نقطه A_1 و نقاط دیگر را رسم کرده و کمان AL را که مرز سایه حاصل از آبازور بر روی دیوار است ، رسم میکنیم .



شکل ۱۳۲

مثال ۵ – در شکل ۱۳۲ طرز تقسیم سایه های حاصل از اشیاء (میز و گمد) بر روی کف اطاق و دیوار آن ، که در زیر نور لامپ قرار دارند نموده شده است .

برای ساختن سایه های میز ، اول سایه های چهار گوش مالائی آن پیدا شده اند . این کار بدین ترتیب انجام گرفته که کف اطاق بدوا نامحدود فرض شده و دیوار های اطراف نادیده گرفته شده اند . بعد ، چنانکه گاهی داریم با پیدا کردن قاعده نقطه نور ای ، توانسته ایم سایه گوش های میز را بر سطح جسمی معین کنیم . طرح سایه های میز بر روی دیوار و گمد و بر روی دیواره

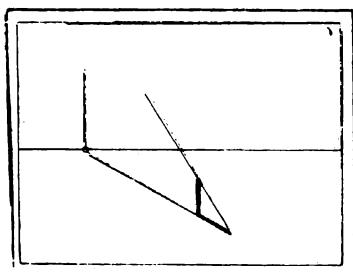


شکل ۱۳۳

میز، مانند خط تقاطع این سطوح با "سطح سایه‌ها" بدهست آمد ها ند. در عمل، بعد از ساختن سایه‌های گوشه‌ها بر سطح جسمی نامحدود از محل برخورد تصاویر قائم شاعع‌ها بایال‌های پائینی افق، عمودهای اخراج کرده و تاب برخورد با شاعع ها داده ایم برای پیدا کردن طرح سایه‌کمد، اول سایه‌های سه گوشماز آن را بر روی دیوار بدهست آورده و بعد نقاط حاصل را بهم وصل کرده ایم.

- ساختن سایه‌های خورشیدی -

هنگام ساختن سایه‌های اجسامی که توسط خورشید روشن شده‌اند، باید شاعع‌های نور بطور موازی باهم در نظر گرفته شوند، زیرا اگر خورشید چون نقطه‌برانی واقع در بینهایت در نظر گرفته شود، تمامی خطوطی که بایس نقطه میرسند، باهم موازی خواهد بود. بهمین علت ضروری است که در روی تابلو، مناسب با جهت امتداد شاعع‌های نور، نقطه گریز آنها نیز معلوم شود. در اشکال ۱۳۴، ۱۳۵ و ۱۳۶ طرز ساختن سایه‌های خورشیدی در سه جهت اصلی شاعع‌های نور نسبت به بیننده نشان داده شده است.



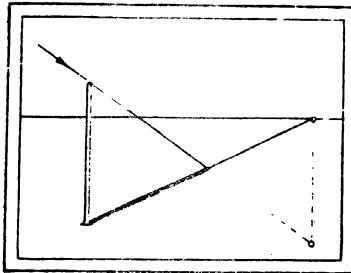
شکل ۱۳۴

۱) خورشید ممکن است در مقابل بیننده قرار داشته باشد . در این حال نقطه گریز شعاع ها بر بالای خط افق قرار میگیرد و تصویر قائم این نقطه باید روی خط افق قرار داشته باشد . جهت شعاع های نور بستگی به وضع نقطه نورانی (خورشید) خواهد داشت . سایه جسم بطرف بیننده امتداد میابد . در این حال طوفتاریک جسم (سایه خاص) متوجه بیننده خواهد بود .

در عمل برای پیدا کردن سایه در شکل ۱۳۴ ، باید تصویر قائم خورشید را روی خط افق بدست آورد و نقطه تقاطع شعاع خورشید را که از انتهای فوقانی جسم میگذرد ، با تصویر قائم آن شعاع ، معین کرد .

۲) خورشید ممکن است در پشت سر بیننده قرار داشته باشد . در این حال نقطه گریز شعاع هادر زیر خط افق و درجهتی مقابل وضعیت خورشید قرار دارد . تصویر قائم نقطه گریز بر روی خط افق واقع است . سایه جسم ضمن امتداد از بیننده دور میشود . طرف روشن جسم مقابل بیننده قرار دارد (شکل ۱۳۵) .

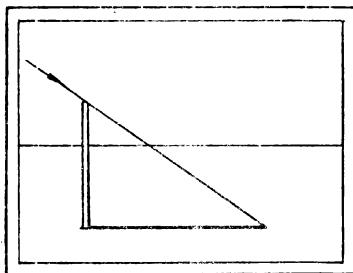
۳) خورشید در یک طرف بیننده قرار دارد (طرف راست یا چپ) در این حال شعاع های نور موازی سطح تابلو هستند و زاویه تعامل آنها نسبت به سطح جسمی بستگی بوضع خورشید دارد . در چنین حالتی شعاع های نور در روی تابلو (شکل ۱۳۶) موازی یکدیگرند و تصاویر قائم آنان نیز موازی با قاعده تابلو هستند (به § ۵ ، شکل ۲۲ نگاه کنید) .



شکل ۱۳۵

انتخاب نقطه‌گیری شعاع‌های نور، میتوان گفت که عموماً بدلخواه است و بستگی به دایره کمپوزیسیونی نقاش دارد.

ضمن ترسیم تصاویر اقسام بنای معماری، انتخاب جهت شعاع‌های نور طوری باید انجام گیرد که با شرایط اصلی مکانی قسمت نور گرفته که برای ساختمان در نظر گرفته شده، و نسبت به عرض جغرافیائی مکان



شکل ۱۳۶

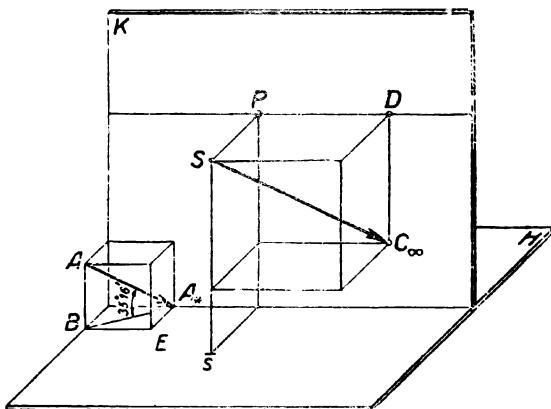
و همچنین دیگر شرایط مناسب باشد، بحساب آوردن این شرایط امکان میدهد که زاویه‌تمایل شعاع‌های نور را نسبت به سطح جسمی (زمین) بدسترسی انتخاب کرده و همچنین جهت تصاویر قائم این شعاع‌ها را بر سطح جسمی بطور دقیق معین کنیم.

آسان تراز همه درایین مورد، ساختن سایه‌ها در نوری است که شعاع‌های آن در جهت موازی با سطح تابلو امتداد دارند، یعنی سایه ها موازی با

تابلو هستند (ش ۱۳۶) . لیکن چنین انتخابی در پاره ای موارد ، مثلا درموردی که بعضی از سطوح جسم موازی سطح تابلو باشند ، مناسب نیست زیرا شعاع های نور ضروراً دامنه یافتن در امتداد این سطوح اجازه نمیدهد که سایه روش ها و بازتاب ها بطور دقیق در این سطوح دیده و رسم شوند .

زاویه تعامل شعاع های نور را در عرض های متوسط شوروی معمولاً بین 30° تا 45° انتخاب می کنند (در این این این زاویه را باید بالاتر انتخاب کرد) . مناسب تر این است که حدودست ، یعنی زاویه 38° را که مطابق با زاویه تعامل قطرهای مکعب نسبت به قاعده آن است ، انتخاب کرد (ش ۱۶ ، ۲۸) .

در شکل ۱۳۷ دستگاه تصویر یاب و یک مکعب رسم شده اند . قطر *

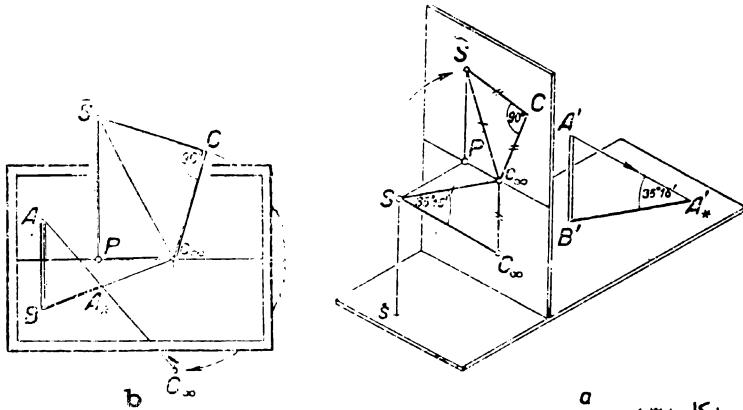


شکل ۱۳۷

این مکعب که راس بالائی طرف جلوئی را به راس پائینی طرف راست عقیقی وصل می کند ، نماینده جمیع شعاع های نور است ، مکعب بر روی سطح جسمی طوری قرار دارد که سطح جلوئی آن موازی سطح تابلو است .

برای پیدا کردن نقطه گریز شعاع های نور بر روی تابلو شعاع مصور S پیوسته را موازی قطر AA' رسم کرده و نقطه پیوسته را که محل برخورد آن با سطح تابلو است پیدا می کنیم . با کمی دقت با آسانی میتوان قبول کرد که نقطه مطلوب

C_p راس مکعب بشمارمی آید که سه راس از رئوس آن بر نقاط P, S و D منطبق است. بدین سبب ساده تر از هماینست که برای پیدا کردن نقطه C_p در روی تابلو، از نقطه D عمودی بر خط افق اخراج کنیم که طول آن برابر با PL باشد. انتهای این عمود نقطه C_p خواهد بود.



شکل ۱۳۸

اگر مکعب بر سطح جسمی با وضعی آزاد نسبت به تابلو قرار داشته باشد، در این حال نقطه گیری شعاع های نورکه جهتشان موازی قطر مکعب است، پترتیب زیر پیدا میشود.

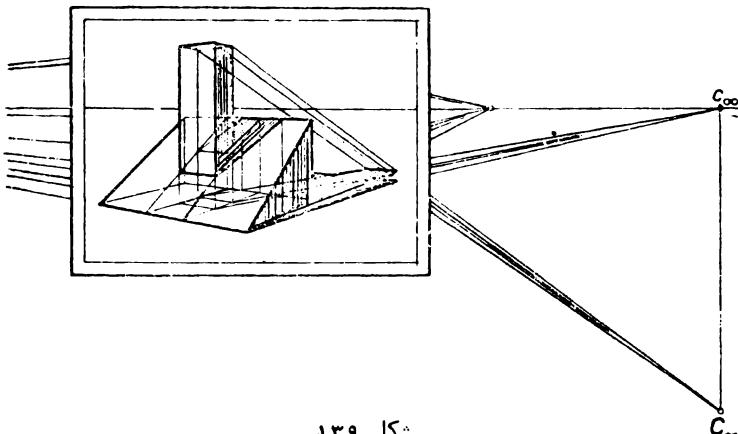
اندازه زاویه $\angle BAA^*$ که زاویه تمايل شعاع نور نسبت به سطح جسمی است، میتواند توسط مثلث قائم الزاویه AAB^* که در آن نسبت اصلاح مجاور بزاویه قائم $\frac{AB}{BA^*}$ برابر نسبت $\frac{BE}{BA^*}$ است، معین شود. یعنی مانند نسبت ضلع مجاور بزاویه قائم به وتر مثلث قائم الزاویه متساوی الساقیس است.

$A \perp E \perp B$

* فرض کنیم بر روی دستگاه تصویر یاب (شکل ۱۳۸ a) قطعه خط قائم B^*A معین است و سایه آن B^*A توسط شعاع نور AA^* که موازی قطر مکعب مفروض است، معین شده است. ضمناً جهت B^*A که تصویر قائم شعاع نور است، و درنتیجه موقعیت نقطه C_p در روی تابلو معین است.

شعاع های دید $A^*B^* \parallel CS$ و $A^*A \parallel CS$ زاویه $\angle B^*A^*C_p$ را که برابر با زاویه $\angle BAA^*$ است، تشکیل می دهند. بنابراین

پاره خط C_0C_∞ که معین کننده موقعیت نقطه C_0 بر روی نابلو است، میتواند از راه رابطه‌ای که در بالا ذکر شده، بدست آید. برای این منظور صفحه‌افق را بر صفحه‌تابلو منطبق می‌کنیم و بر روی قطعه خط $(S_0C_0 = S_0C_\infty)$ مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین $\tilde{SC}S$ را ساخته و از نقطه C_0 عمودی بر خط‌افق اخراج کرده و بر روی آن پاره خط C_0C_∞ را برابر با C_0C_0 جدامی کنیم (شکل ۱۳۸ b).



شکل ۱۳۹

مثال ۶—در شکل ۱۳۹ نمونه ساختن سایه خورشیدی دو: منشور متقطع که یکی چهار وجهی و دیگری سه‌وجهی (فرم ساده شده نیمه یک شیروانی با دو دکش آن) است، نشان داده می‌شود. نقطه گیری شعاع‌ها ای خورشیدی در روی نابلو بطور دلخواه و در زیر خط‌افق، در طرف راست جسم انتخاب شده و این نشان می‌دهد که خورشید در پشت سر بینه‌ده و در طرف چپ او قرار دارد.

از روی خطوطی که در شکل بکار رفته‌اند، میتوان فهمید که برای ساختن طرح سایه‌ها بر روی سطح جسمی (زمین) لازم است که چهار نقطه

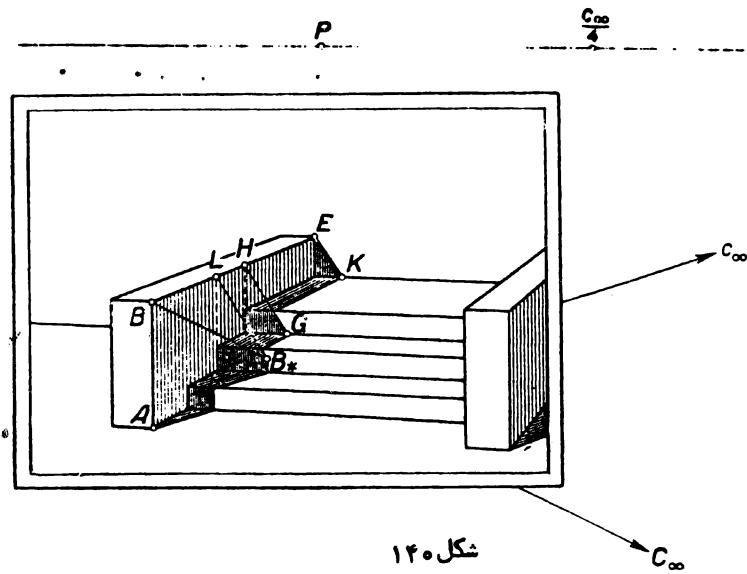
معین‌شوند – سایه‌های سه راس از منشور چهار وجهی و سایه یک راس از منشور سه‌وجهی .

چهار نقطه‌مطلوب یاد شده‌را باید در محل برخورد شعاع‌های نورکه از رئوس مذکور گذشته و در نقطه‌گریز \odot بهم رسیده‌اند، با تصاویر قائم این شعاع‌ها بر سطح جسمی، پیدا کرد. تصاویر قائم این شعاع‌ها باید از قاعده رئوس یاد شده‌گذشته و در نقطه \odot که قاعده‌نقطه \odot در روی خط‌افق است، بهم بستند. بنابراین لازم است برای پیدا کردن سایه‌ها، اول نقطه‌گریز شعاع‌ها را در زیر خط‌افق بطور دلخواه تعیین کردو از آن عمودی خط‌افق رسم کنیم تا قاعده نقطه‌گریز بدست آید. بعد باید قاعده‌های (تصاویر قائم) رئوس یاد شده‌را بر روی سطح جسمی معین‌کنیم و آنوقت کار خود را نظور که شرحش در بالا گذشت، ادامه دهیم.

تا اینجا ما فقط طول سایه‌ها را در دست داریم. برای ادامه کار باید سایه‌های یال‌های افقی دومنشور را بدست آوریم. برای این کار باید از نقاط بدست آمده (سایر رئوس) خطوطی موازی خود یال‌هار رسم کرد، یعنی باید خطوطی که نماینده حد سایه‌های یال‌های افقی هستند، بهمان نقطه‌گریز مشترک این یال‌ها برسند.

طرح سایه‌ای که از دودکش بر سطح مایل منشور سه‌وجهی افتاده، مانند خط‌تقطیع سطح مذکور با سطح سایه ای حاصل از یال جلویی منشور چهار وجهی بدست آمده است. برای پیدا کردن این سطح باید خطی از قاعده یال ذکر شده به \odot کشیده و از محل برخورد آن با یال عقبی زیرین منشور سه‌وجهی عمودی اخراج کرده و محل برخورد آنرا با یال بالائی علامت می‌گذاریم. از نقطه‌اخیر خطی به محل برخورد یال جلویی دودکش با سطح مایل کشیده و بدینسان طرح سایه دلخواه بدست خواهد آمد. وضع سایه‌خاص این دو جسم، بستگی به قرار گرفتن آنها نسبت به نور دارد و بدیهی است که در این مورد چندان احتیاجی به توضیح نیست.

مثال ۷ – در شکل ۱۴۵ ۱۴۵ پلکانی بادیواره‌های دو طرف آن رسم شده است. برای پیدا کردن سایه افتان دیواره طرف چپ در روی پله‌ها، بهتر است کار را از ساختن سایه یال قائم جلویی که با حروف BA مشخص



شکل ۱۴۰

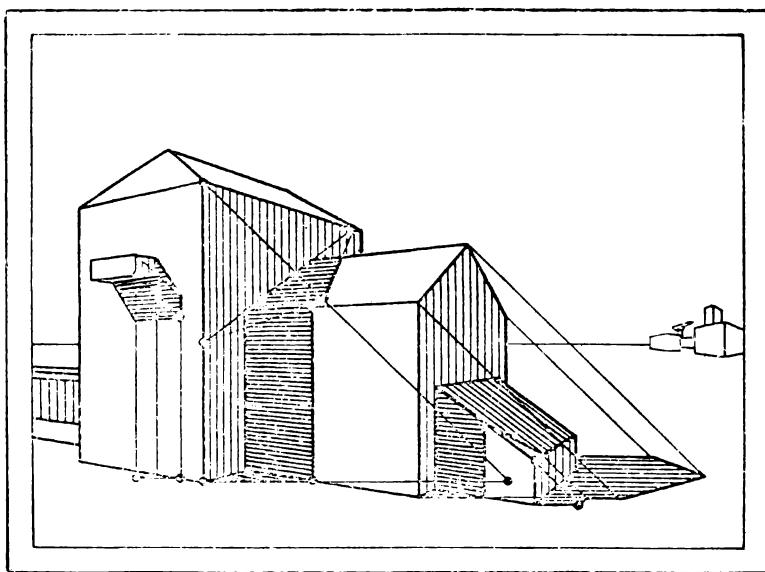
شده شروع کنیم. باید توجه داشت که "صفحه سایه‌ای" تمام سطوح افقی پلکان‌ها را روی خط‌های مستقیمی که در نقطه B^* می‌رسند، قطع می‌کند، لیکن با سطح عمودی روح خط‌هایی که موازی خود یال‌ها هستند برخوردارد خط سایه این یال در نقطه B^* تمام می‌شود و نقطه اخیر محل برخورد شعاعی است که از طرف گذشته و به C^* می‌رسد.

سایه یال افقی BE از نقطه B^* شروع می‌شود. جهت آن در روی سطوح عمودی پله‌ها و پله قسمت عقب بکمک دونقطه در روی هر پله بdest می‌آید و این دونقطه‌نشان دهنده خط تقاطع صفحه سایه‌ای با هریک از سطوح نامبرده می‌باشد. از شکل پیدا است که صفحه سایه‌ای از خطوط B^*L^* ، HG و EK می‌گذرد. بنا براین آن قسمت از هریک این خطوط که از سطح عمودی پله بگذرند، نشان دهنده طرح سایه بر روی همان سطح خواهد بود، لیکن سایه یال افقی EB بر روی سطوح افقی پله‌ها، باید موازی با خود یال EB رسم شوند. بنا براین لازم است که خط سایه این یال بهمان نقطه‌گیری یال EB برسد.

در شکل ۱۴۰ خط افق، چنانکه از شکل پیدا است، بیرون از کادر تابلو قرار دارد.

محل اصلی \odot در دسترس نیست، لیکن بوسیله نقطه کسری \odot در صورتیکه $\frac{4}{4}$ کادر صفحه بزرگ باشد، میتوان آنرا معین کرد.

مثال ۸ - در شکل ۱۴۱ چند جسم منشوری شکل نقش شده است، (فرم های ساده شده معماری). برای ساختن سایه های این اجسام، شعاع های نور درجه بسته موازی باتابلو و بازاویه 45° درجه نسبت به سطح جسمی گرفته شده اند.



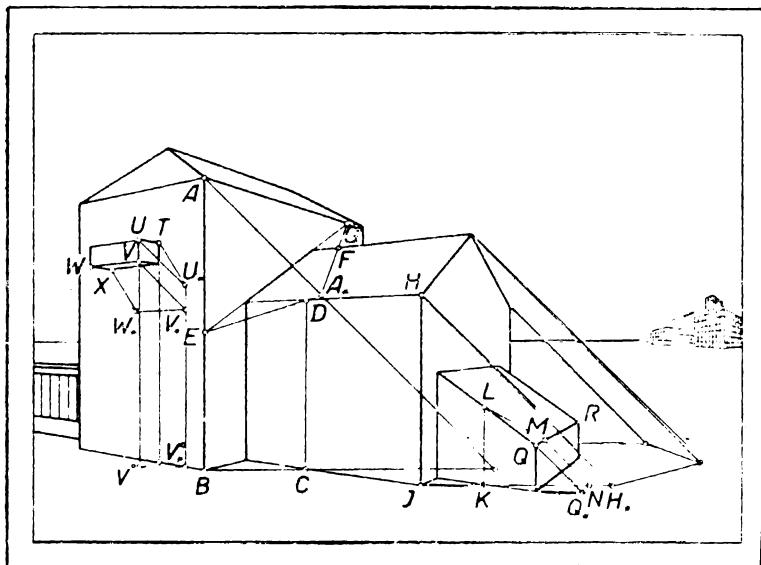
شکل ۱۴۱

اینک طرز ساختن این سایه ها شرح داده میشود.

T) طرح سایه یال BA از این پاره خطها تشکیل شده است
CB - بر روی صفحه قاعده، DC - بر روی دیوار عمودی و AD بر روی شیروانی. پاره خط $A\ddagger$ بر روی خط مستقیم \overleftrightarrow{AB} بست \widehat{A} مده و نشان

دهنده خط تقاطع "سطح سایه ای" یال BA با سطح شیروانی است. این خط توسط نقطه های D و E بدست آمده و نقاط مذکور در عین حال متعلق به "سطح سایه ای" یال BA و سطح شیروانی هستند. نقطه $\overset{\circ}{D}$ نقطه ای است که در اثر امتداد سطح شیروانی و برخورد آن با یال BA بدست آمده است و نقطه D در نتیجه برخورد "سطح سایه ای" یال BA بادیوار جلوی ساختمان پیدا شده است. برای یافتن این نقاط، اول باید شعاعهای نور و تصاویر قائم آنها را رسم کنیم. از نقطه $\overset{\circ}{D}$ که بدین ترتیب بدست می آید خطی قائم اخراج کرده و D را پیدامی کنیم از $\overset{\circ}{E}$ و $\overset{\circ}{D}$ خطی گذرانده و در برخورد آن با شعاعی که از نقطه A گذشته، نقطه $\overset{\circ}{A}$ را بدست می آوریم.

ب) سایه افتان یال GA متعلق به بنای طرف چپ، سرروی شیروانی بنای طرف راست، مانند خط تقاطع "سطح سایه ای" یال مذکور با سطح شیروانی بدست آمده است. این خط عبارت است از $\overset{\circ}{F}$ و نشان دهنده سایه قسمتی از یال GA است. برای پیدا کردن آن، سطح شیروانی را در جهت بالا امتداد داده و نقطه $\overset{\circ}{G}$ را که محل برخورد آن با یال GA پیدا کرده و خطی از G به $\overset{\circ}{F}$ می کشیم و بدینسان $\overset{\circ}{A}$ را بدست می آوریم.



۱۴۱. شکل a.

و) سایه یال JH از پاره خط‌های KJ ، LK ، LM و HN تشكیل شده است. از میان این خطها، KJ و $\overset{*}{HN}$ بر سطح فاعده قرار دارند، پاره خط LK بر دیواره بنای کوچک و پاره خط ML بر بام آن قرار دارد.

می‌بینیم پاره خط ML که سایه یال HJ بر روی بام بنای کوچک می‌باشد، در نقطه M قطع شده و نقطه اخیر توسط شعاع نور به نقطه‌ای چون N که در سطح فاعده قرار دارد، میرسد. بدین سبب ما می‌توانیم برای پیدا کردن محل نقطه M، نخست بر سطح فاعده، سایه یال $\overset{*}{HJ}$ را که $\overset{*}{HJ}$ است پیدا کنیم و همچنین $\overset{*}{NQ}$ را که سایه یال (قسمتی از یال) RQ است، بدست آوریم (توجه کنید که نقطه‌گریز خط عمق و سایه‌ها را باید هنگام کار، در روی خط افق معین کنیم). آنوقت از نقطه N که محل برخورد دو سایه است، خطی موازی $\overset{*}{HH}$ (جهت شعاع‌های نور) رسم کرده و نقطه مطلوب M را پیدا کنیم. چنین روشی را که توسط آن نقطه M را پیدا کردہ‌ایم، اروش شعاع معکوس می‌نامیم.

برای یافتن M راه دیگری وجود دارد و آن اینست که از محل برخورد $\overset{*}{HJ}$ با تصویر قائم RQ، عمودی اخراج کنیم تا با $\overset{*}{RQ}$ در نقطه M برخورد کند.

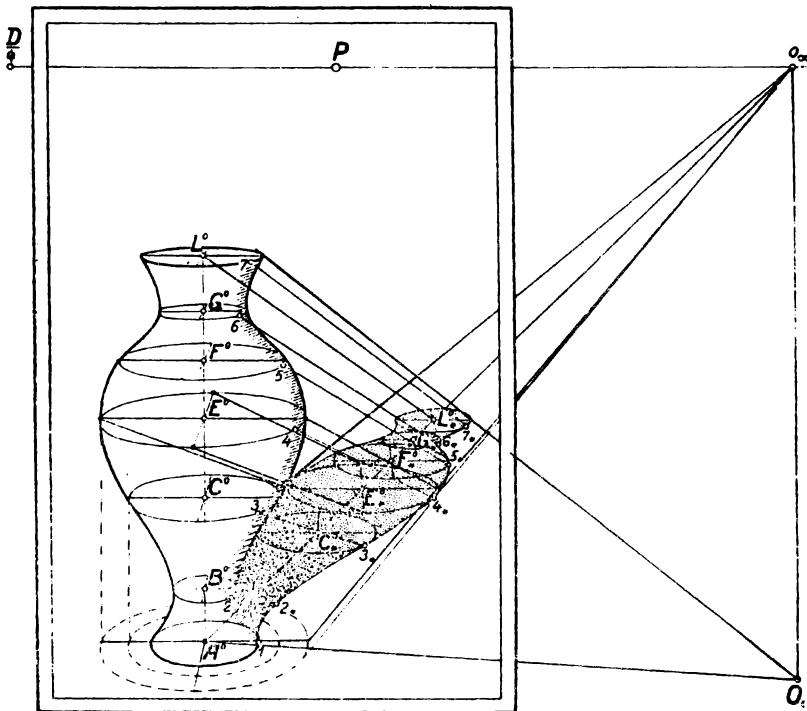
طرح $XWVUT$ که نشان دهنده سایه بالکن بر دیوار بنای طرف، چپ می‌باشد، از این پاره خط‌ها تشكیل شده است. ۱) $\overset{*}{UT}$ - که سایه یال $\overset{*}{UT}$ می‌باشد، ۲) $\overset{*}{VU}$ که سایه یال $\overset{*}{VU}$ می‌باشد، ۳) $\overset{*}{WV}$ که سایه یال $\overset{*}{WV}$ می‌باشد. و ۴) $\overset{*}{XW}$ که سایه یال $\overset{*}{XW}$ است.

برای این که پاره خط $\overset{*}{VU}$ را پیدا کنیم -

لازم است که اشر جسمی صفحه سایه ای یال $\overset{*}{U}$ را که عبارت از $\overset{*}{V}$ است، موازی با CB بdst آوریم ($\overset{*}{V} \parallel CB$). برای پیدا کردن $\overset{*}{V}$ باید از T و U دو خط قائم فرود آوریم و از تصویر قائم نقطه T خطی به نقطه‌گریز یال TU رسانده و بالتداد دادن آن در جهت عکس، محل برخورد آن را باخطی که از U مرود آمده پیدا کنیم این نقطه $\overset{*}{V}$ خواهد بود. از نقطه $\overset{*}{V}$ خطی موازی CB رسم کرده و $\overset{*}{V}$ را پیدا می‌کیم. بعد از نقطه $\overset{*}{V}$

عمودی موازی با AB اخراج کیم و بکمک شعاع نور ($UW \parallel VV \parallel UW$) نقاط مطلوب U و V را بر روی عمود مذکور پیدا کیم. قطعه خط WV موازی با یال WW رسم شده و نقطه P توسط شعاع نور WW بدست می‌آید.

مثال ۹ - در شکل ۱۴۲ گلدانی که در شکل ۱۱۸ نقش شده بود، با سایه‌آن ساخته شده است. جهت شعاع‌های نور (50°) بطور دلخواه، انتخاب شده است. کار ساختن سایه بترتیب زیرانجام شده است.



شکل ۱۴۲

T) سایه‌دوایر افقی را که گلدان قطع کرده و مراکز آن بر روی محور گلدان در نقاط $\overset{\circ}{B}$, $\overset{\circ}{C}$, $\overset{\circ}{D}$, $\overset{\circ}{F}$ و $\overset{\circ}{L}$ قرار دارد، بر سطح جسمی می‌سازیم. بدینسان مابیضی های (درواقع دوایری) بدست می‌آوریم که مراکز آنها نقاط $\overset{\circ}{L}, \overset{\circ}{G}, \overset{\circ}{F}, \overset{\circ}{E}, \overset{\circ}{C}, \overset{\circ}{B}$ می‌باشد.

ب) از دو سر قطر موازی با تابلو دایره نقطه چین بر سطح جسمی ، یعنی تصویر قائم بزرگترین قطر گلدان ، دو خط به 5° می کنیم و از قاعده محور گلدان ، خطی به نقطه یاد شده میرسانیم . این خط ، سایه محور گلدان خواهد بود .

و) از نقاط تماشی ها با طرح خارجی سایه گلدان (1^* ، 2^* ، 3^* ، 4^* ، 5^* و 7^*) خطوطی "شعاع های معکوس" رسم می کنیم تا با دوایر واقع در گلدان ، در نقاط 1 ، 2 ، 3 ، 4 و ... برخورد کنند . این نقاط برخطی واقع هستند که طرح سایه خاص گلدان بشمار می آید . با وصل کردن این نقاط توسط خط منحنی مناسب با فرم گلدان ، میتوانیم خطی را که معین کننده سایه خاص گلدان است ، بسازیم . *

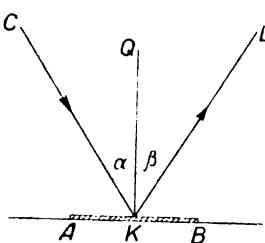
۱۳ - §

ساختن انعکاس در آینه هموار

انعکاس شعاع‌های نور از آینه هموار بنای قوانین اپتیکی (مبحث نور) زیر انجام میگیرد .

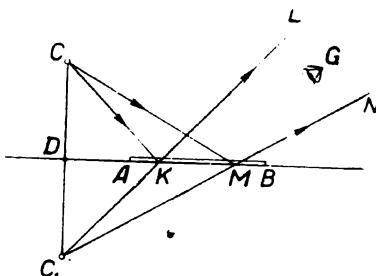
(T) شعاع تابش (KC) و شعاع انعکاس (LK) با خط KQ که در نقطه K بر سطح آینه (BA) عمود است در یک سطح قرار دارند .

ب) زاویه تابش (α) برابر با زاویه انعکاس (β) است (شکل ۱۴۳)



شکل ۱۴۳

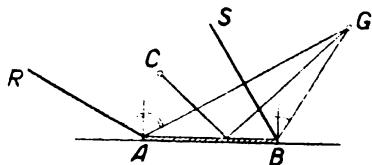
فرض کیم برآینه BA (آینه در مقطع نشان داده شده) یکدسته شعاع که محدود به KC و MC هستند، تابیده‌اند (۱۴۴). انکاس‌های این شعاع‌ها که ضمن امتداد از هم دور می‌شوند، درجهت LK و NM روانند اگر نقطه‌ای چون G که نماینده نقطه C را در نقطه‌ای از فضا چون C_1 که های انکاسی قرار داشته باشد، بیننده نقطه C را در نقطه‌ای از فضا چون C_1 محل برخورداً متمددهای بازتاب‌های LK و NM است، خواهد بود. نقطه C_1 در اینجا انکاس آینه‌ای نقطه C نامیده می‌شود .



شکل ۱۴۴

از جریان کار نتیجه می‌گیریم که نقطه‌های O و C_1 بر روی خط مستقیمی که عمود بر سطح آینه است، و با فاصله‌ای مساوی با یکدیگر از نقطه برخورد عمود با سطح آینه قرار دارند. بعبارت دیگر، نقطه C و انکاس آن نسبت به سطح آینه قرینه هستند ($CC_1 \perp AB$ و $C = C_1$). بدین علت برای ساختن انکاس جسمی در آینه، باید از هر نقطه جسم عمودی بر سطح آینه فرود آورد و آنرا تا فاصله‌ای برابر با فاصله این نقطه مذکور از سطح آینه، ادامه دهیم. انتهای چنین خطی، انکاس نقطه متعلق به جسم در آینه خواهد بود.

با استفاده از قانون انکاسی، می‌توان منطقه‌ای را که به RA و SB (شکل ۱۴۵) محدود می‌شود و منطقه‌ای تصویر نقطه‌ای چون C است، بدست آورد. اگر بخواهیم تصویر نقطه‌ای چون C را در آینه از نقطه دید G که در مقابل قسمت RA محدود به BA سطح آینه قرار دارد، ببینیم باید نقطه C در محدوده RA و SB قرار داشته باشد.



شکل ۱۴۵

اکنون سه حالت عمدۀ ساختن تصاویر اجسام را که در آینه منعکس شده‌اند بررسی می‌کنیم.

۱- ساختن انعکاس در آینه‌ای که بر سطح جسمی قائم است -

در شکل ۱۴۶ آینه‌ای رسم شده که نسبت به سطح جسمی قائم و نسبت به تابلو دارای زاویه‌ای دلخواه است، یعنی قاعده آن درجه‌تی دلخواه نسبت به قاعده تابلو امتداد می‌باید.

ساختن انعکاس جسم BA باید بكمک سه عمل‌گرافیکی (ترسیمی) انجام گیرد.

(۱) از قاعده جسم BA خطی عمود بر قاعده آینه رسم می‌کنیم، (۲) این خطرا در آنطرف آینه و باندازه طول پاره خط عمود بین قاعده جسم و قاعده تابلو ادامه دهیم،

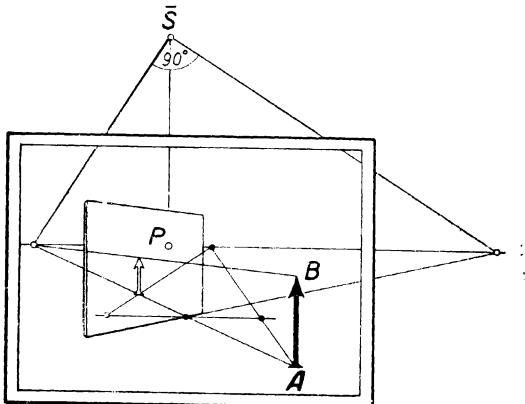
(۳) بر نقطه انتهای خط بدست آمده، تصویر جسم را برابر بالاندازه خود جسم (در مقیاس قائم) می‌سازیم. برای عملی کردن آنچه که در بالا گفته شد از روش‌هایی که در درس‌های قبل شرح داده شده، باید استفاده کنیم. از شکل ۱۴۶ پیدا است که برای حل مشکله باید از نقطه دید منطبق بر تابلو (\bar{S}) استفاده کرد. بنابراین لازم است که در تابلو، نقطه اصلی و نقطه فاصله را در دست داشته باشیم.

برای ساختن شکل ۱۴۶ اینطور عمل شده است.

گفتیم که لازم است اول از قاعده جسم به قاعده آینه خطی رسم کنیم

که عمود بر آن باشد. برای این کار قاعده آینه درجهت عمق ادامه داده شده و محل برخورد آن با خط افق بdst آمده است. از نقطه P عمودی بر این خط افق مصله نقطه دید از تابلو، اخراج شده و بر انتهای آن S قید شده است (انطباق نقطه دید). آنوقت از نقطه S و نقطه گریز قاعده آینه خطی گذرانده شده و از نقطه S' عمودی بر این خط اخراج شده است و نقطه برخورد این عمود با خط افق، در روی خط افق قید شده است.

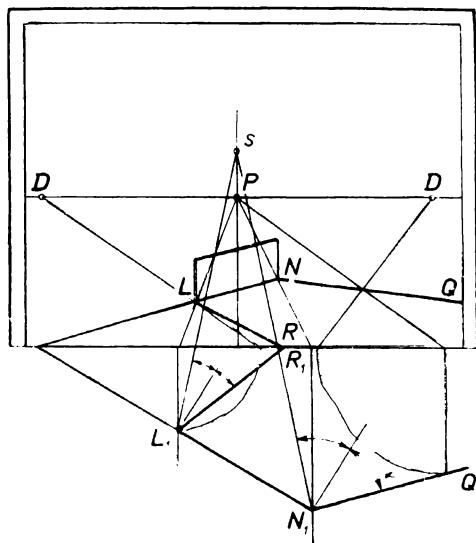
چنانکه در درس‌های پیش دیدیم، از هر نقطه سطح جسمی در شکل ۱۴۶، اگر خطی به نقطه برخورد عمود مورد بحث بافق، رسم کیم آن خط عمود بر قاعده آینه خواهد بود. بنابر این از A خطی به نقطه اخیر کشیده شده و این خط عمود بر قاعده آینه است.



شکل ۱۴۶

از A خطی نیز به نقطه دلخواهی در روی افق کشیده و از نقطه برخورد خط عمود بر قاعده آینه با قاعده آینه نیز، خطی موازی قاعده تابلو رسم کرده و محل برخورد دو خط بست آمده است. پاره خط حاصل باندازه طول در طرف دیگر آینه امتداد داده شده و از نقطه انتهای آن خطی به نقطه انتخابی، در روی افق، وصل شده و بدینسان تصویر نقطه A در آینه بست آمده است. پس دا کردن تصویر B در آینه آسان است و چنانکه از شکل پیدا است، بكمک خالقی که از B به افق رسیده، پیدا شده است.

در شکل ۱۴۷ روش تعیین منطقه‌ای در روی تابلو معین شده که در آن (بر سطح جسمی) نقاطی که از نقطه دید معینی، در آینه دیده می‌شوند، واقع شده‌اند.



شکل ۱۴۷

سطح جسمی بر محور قاعده تابلو چرخیده و یا صفحه تابلو منطبق شده است (§ ۱۰ شکل ۸۶). بر سطح منطبق شده، بگم نقاط P_1 و L_1 ، اثر NL_1 متعلق به آینه، و قاعده نقطه دید، یعنی s ، ساخته شده‌اند. بعد کار با روشی که در درس حاضر و در مورد شکل ۱۴۵ دیدیم، ادامه داده شده و بگم آن مرازهای RL_1 و QN_1 که معین کننده منطقه رویت نقاط سطح جسمی در آینه NL_1 از نقطه s هستند، معین شده‌اند. با منتقل کردن این خطوط بروی تابلو بحالت RL_1 و QN_1 ، منطقه مطلوب در روی تابلو معین شده است.

اینک توضیح بیشتری برای ساختن عملی تصویر فوق داده می‌شود—

بعداز اینکه با روش § ۱۰ (شکل ۸۶) خط NL_1 را که قاعده آینه است ساختیم، باید از نقطه‌های L_1 و N_1 دو خط عمود بر خط NL_1 اخراج

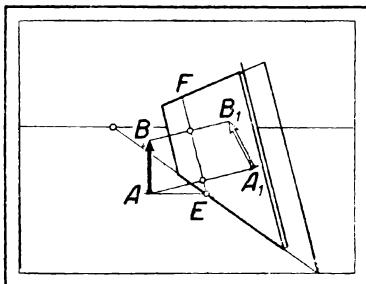
کیم ، از نقطه s که فاصله نقطه دیداست ، دو خط (شعاع) یکی به L و دیگری به N میکشیم و انکاس های آنها را که عبارت از RL و QN هستند رسم می کیم . برای ساختن از تاکس ها باید چنانکه ذر شکل ۱۴۵ دیدیم ، زاویه انکاس را برابر با زاویه ناش انتخاب کیم .

ولی برای انتقال این خطوط بروی تابلو ، باید از نقطه برخورد این خطوط با قاعده تابلو خطی به هر یک از دو انتهای قاعده آینه بکشیم . در مرود خط RL این کار را کرده و LR را پیدا کرده ایم . اما چون محل برخورد خط QN با قاعده تابلو ، دور از دسترس قرار دارد ، میتوانیم از نقطه ای دلخواه بروی این خط عمودی بر قاعده تابلو اخراج کرده و طول عمود مذکور را بر روی قاعده تابلو منتقل کنیم (متلاطرا برگار) و از نقطه حاصل خطی به D ، و از نقطه برخورد عمود با قاعده تابلو نیز خطی به P برسانیم . از نقطه برخورد این دو خط و انتهای دیگر قاعده آینه (N) خطی میگذرانیم . این خط عبارت از QN و خط مطلوب دومی است .

۲ - ساختن انکاس در آینه ای که نسبت به سطح تابلو عمود و نسبت به سطح جسمی دارای تمایلی دلخواه است -

فرض کیم جسم A که باید انکاس آنرا در آینه بسازیم ، بصورت پاره خطی باشد که بحال قائم نسبت به سطح جسمی قرار دارد (شکل ۱۴۸) . از آنجا که بنا بر این طبقه ذکر شده ، سطح آینه و سطح تابلو نسبت بیکدیگر عمود هستند ، صفحه Q که پاره خط BA و انکاس آن در آن قرار دارد ، نسبت بسطح آینه عمود بوده و بنابراین مواری با سطح تابلو میباشد . این صفحه ، صفحه جسمی را در خط EA که مواری قاعده تابلو میباشد قطع میکند و همچنین با سطح آینه در خط FE که موازی با اثر تابلوی سطح آینه است ، برخورد دارد .

بنابرآنجه گفته شد تناسب فاصله ای پاره خط BA و انکاس آن در آینه یعنی BA ، نسبت به خط FE در روی تابلو بدون تحریف دیده میشود بنابراین برای ساختن پاره خط BA کافی است که ۱- خط EA را مواری قاعده تابلو رسم کنیم ، ۲- را مواری بالا تابلوی آینه رسم کنیم ، ۳- از



شکل ۱۴۸

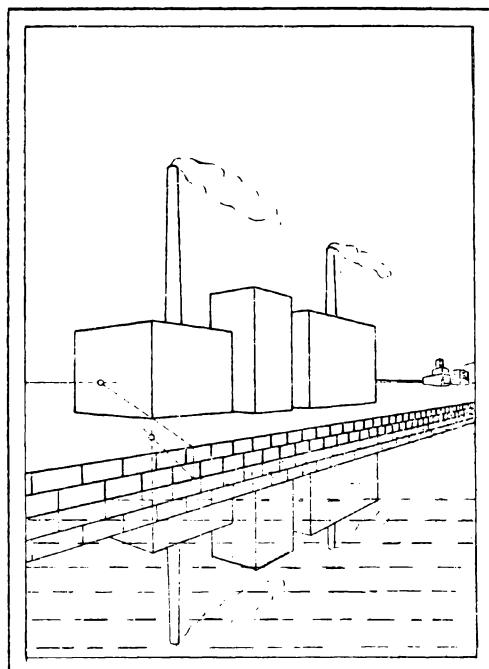
نقاط A و B دو خط عمود بر FE رسم کنیم و بر امتداد آین خطا نقاط A و B را طوری انتخاب کنیم که فاصله A و A' و همچنین B و B' از سطح آینه (از خط FE) بیکانداره باشد.

۳ - ساخت انعکاس در آینه افقی (آب) -

در طبیعت، سطح آرام آب میتواند نمای آینه‌ای بسازد که بطور افقی قرار دارد.

برای اینکه انعکاس نقطه‌ای از جسم را در آینه بسازیم، لازم است که تصویر فاصله این نقطه را بر سطح آب بدست بیاوریم و اگر لازم باشد سطح آب را باید آنقدر گسترش دهیم که باعده از نیمی از سطح آب بتوانیم این تصویر را برخورد کند. انعکاس نقطه، بر روی امتداد همان عمر دیگر می‌گذرد. این تصویر فاصله نقطه را بست آورده‌ایم، قرار دارد و فاصله آن از سطح آب باید برابر با فاصله نقطه مورد بحث از سطح آب باشد. بدیهی است که این مسئله در صورتی قابل حل است که انداره بر جستگی زمین نسبت به آب، در آن حاهای که نقطه مورد بحث واقع شده است، معین باشد. در شکل ۱۴۹ سطح زمین موازی با سطح آب فرض شده است. نقطه‌ای که میخواهیم انعکاسش را در آب بدست آوریم، از برخورد دو یال جلویی وبالائی بنای اول حاصل شده است. چنان‌که از شکل پیدا است. برای پیدا کردن تفاوت سطح زمین و آب، و یا معین کردن ارتفاع دیواره استخر

در نقطه‌ای که خط عمود مورد بحث فرود می‌آید، از نقطه‌ای دلخواه در روی افق واژ قاعده یا ل جلوئی خطی گذرانده تالیه دیواره استخر ادامه می‌دهیم و از آن نقطه عمودی فرود آورده بسطح آب میرسانیم و باز از نقطه حاصل خطی به نقطه انتخابی در روی افق می‌کشیم. نقطه برخورد خط اخیر با امتداد یا ل مورد بحث نقطه‌ای است که آب در صورت گستردگی شدن در آن نقطه با یا ل برخورد خواهد کرد بنابراین بر امتداد این یا ل در داخل آب، انعکاس بالاترین نقطه یا ل جلوئی را طوری انتخاب می‌کنیم که فاصله آن تا نقطه بدست آمده برابر با فاصله خود راس تا نقطه مذکور باشد.



شکل ۱۴۹

۱۴ - §

شرایط عمدۀ درستی ووضوح پرسپکتیو

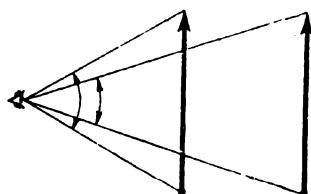
بطوریکه در پیشگفتار این کتاب اشاره شد ، روش تصویر مرکزی امکانی دهد که نقش اشیاء واقع در فضا را بدرستی ووضوح رسم کنیم . درست کشدن شکل ، مستلزم شناسائی کامل جسم مورد نظر و درک درست فرم کلی و طرح اجزاء آن توسط حس بینایی است . برای واضح درآوردن تصویر روش‌های مختلفی را میتوان بکاربرد . مثلا در نقاشی ، برای بدست آوردن تناسب و شباهت کامل نقش با اصل ، از اصولی معین در مورد تناسبات رنگی و تن رنگهای تابلو ، استفاده میشود .

لیکن شرط اصلی درست وسیع نقص بودن تصویر ، انتخاب مناسب و بکار گرفتن درست دستگاه تصویر یابی است که برای ساختن آن بکار میرود . طرز قرار گرفتن مدل (اوریزینال) و عناصر دستگاه تصویر یاب ، یعنی نقطه دید ، سطح تابلو و سطح جسمی (زمین) نمیتواند بخودی خود و بدون مطالعه باشد ، بلکه باید به خصوصیات عضو بینایی و جگوگی رویت اجسام در طبیعت ورعايت اصول پرسپکتیو توجه کامل شود .

تصویری که نباقانی پرسپکتیو ساخته شود ، نقش جسم را طوری نشان میدهد که اگر با یک جسم با آن جسم نگاه کنیم ، آنطور بنتظر خواهد آمد . در پرسپکتیو معمولاً از یک نقطه دید استفاده میشود ، یعنی مثل اینکه تصویر اجسام را با یک چشم دیده و بکشیم . لیکن در طبیعت اشیاء را زدن نقطه

دید (دو چشم) مینگریم و این وضع در چگونگی رویت اشیاء ، مخصوصاً وقتی در فاصله نزدیک قرار گرفته باشند ، تاثیر دارد . برای درک این موضوع میتوانید ورقه‌کاغذی را بر داشتمو آنرا جلو چشمان خود طوری بگیرید که فقط بصورت خطی دیده شود . اگرچشم چپ را ببندید ، سطح طرف راست و اگرچشم راست را ببندید سطح طرف چپ ورقه را خواهد دید و اگر آنرا نزدیکتر گرفتمو با هردو چشم نگاه کنید ، در عین حال هر دو طرف آنرا خواهید دید . لیکن در فواصل کم دور چون این کیفیت کاملاً ضعیف و نامحسوس است ، در پرسکتیو آنرا نا دیده میگیرند و چنانکه اشاره شد ، همیشه از یک نقطه دید استفاده می‌کنند .

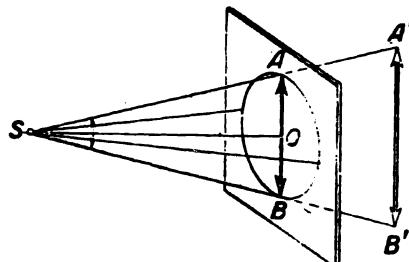
درک واضح و کامل تمام نقاط یک جسم توسط چشم (در حالت بی حرکتی) بستگی به زاویه دیدی دارد که جسم در آن واقع شده است ، یعنی زاویه بین دو ساع که از خارجی ترین نقاط جسم موضع به چشم میرسند (شکل ۱۵) . اندازه زاویه دید که تحت آن جسم مورد نظر دیده میشود ، نسبت به فاصله جسم از نقطه دید ، تغییر می‌کند . بنابراین بجهاتی که بدست آمده ، چشم انسان وقتی قادر به دیدن جسمی بطور واضح و کامل است که زاویه دید او از اندازه معینی که بین 18° تا 53° برای اشخاص مختلف در نوبت است ، تجاوز نکند . مناسبترین زاویه ، عموماً زاویه 35° بشمار می‌آید . در عین حال اگر فاصله جسم از چشم کاملاً کم ، یعنی در حدود 25 تا 30 سانتیمتر باشد ، آن جسم تحت هیچ زاویه‌ای بوضوح (از نظر پرسکتیوی) دیده نخواهد شد .



شکل ۱۵

از شکل ۱۵ پیدا است که میدان دید واضح در روی سطح نابلو ، مانند

قاعده مخروط دواری است (مخروط دید) که راس آن در نقطه دید (چشم) قرار دارد و محور آن شعاع اصلی دید بشمار می‌آید. سطح چنین مخروطی از شعاع‌های دید تشکیل شده است که مناسبترین زاویه دید را که در حدود 3° است، تشکیل می‌دهند.



شکل ۱۵۱

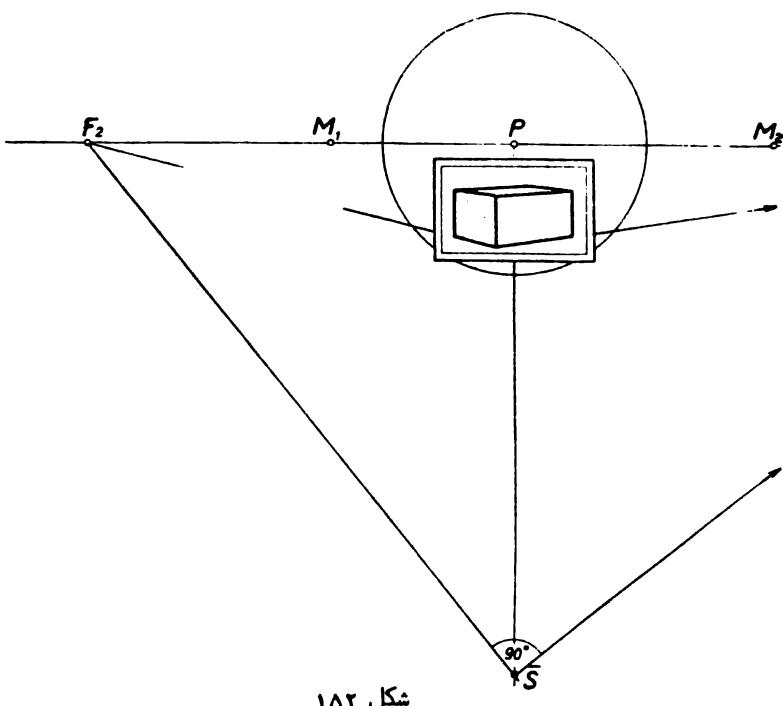
بادقت^۱ کردن در شکل ۱۵۱ می‌بینیم که طول ضلع OA از مثلث قائم الزاویه AOS تقریباً $\frac{1}{2}$ طول OS است. بدین ترتیب طول AB نصف طول OS خواهد بود. بنابراین برای اینکه بهترین شرایط را برای دیدن تابلو هنگام ساختن تصویر جسمی فراهم کنیم، ضروری است که فاصله نقطه دید را از سطح تابلو باندازه دو برابر قطر دایره دید واضح، که در داخل آن باید تصویر ساخته شود، انتخاب کنیم.^{۲*}

علاوه بر این معنی است که فاصله نقطه دید از سطح تابلو را میتوان باندازه دو برابر بزرگترین قطر تابلو انتخاب کرد. البته تابلو بصورت چهارضلعی-

*— شکل میدان دید، برای سادگی کار معمولاً بصورت دایره کامل در نظر گرفته میشود، لیکن در واقع نسبت به خصوصیت هر کس، این شکل ممکن است افراد مختلف باشند.

**— در شرایط خاص، بسته به زاویه دید (18° تا 25°) ممکن است فاصله فوق تا سه برابر خط دایره هم باشد.

ای در نظر گرفته میشود که در دائره دید واضح محاط است و در چنین جالی نقطه اصلی P منطبق بر نقطه برخورد دو قطر تابلو خواهد شد. لیکن در عمل، اغلب نقطه P منطبق به نقطه فوق نمیشود و این بخاطر آنست که قادر تابلو تمام میدان دید واضح را شامل نشده، بلکه در قسمتی از آن واقع میشود. (شکل ۱۵۲) . در این حالت برای پیدا کردن میدان دید واضح، از نقطه اصلی P به دور ترین زان تابلو خطی رسم کرده و آنرا شاعع دایره مطلوب قرار می دهیم . از روی، همین شاعع، چنانکه قبل اشاره شد ، میتوانیم فاصله نقطه دید را از سطح تابلو معین کنیم .



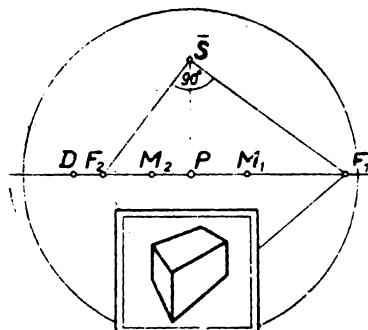
شکل ۱۵۲

اگر تمام موارد فوق را ضمن ترسیم تابلو رعایت کنیم ، تصویر حاصل هر جسم با تصویری که ضمن نگاه عادی از آن جسم به شبکه چشم می افتد ، مطابقت کامل خواهد داشت.

این همانگی بـا کمکـی کـندـتاـبا مـوـضـع (جـسـمـی کـه مـیـخـواـهـیـم تصـوـیرـش رـاـبـکـشـیـم) بـهـتر وـآـسان تـر آـشـنا شـوـیـم وـدـرـنـتـیـجـه تصـوـیرـرا وـاضـحـتـر وـکـاملـتـر بـدـست آـورـیـم.

در شـکـلـهـای ۱۵۲ و ۱۵۳ برـای سـاختـن تصـوـیر یـک مـکـعب مـسـطـیـل اـزـنـقـطـهـای دـیدـ مـخـتـلـف استـفادـهـشـدـهـ است.

ضمن نـگـاهـکـرـدن شـکـلـ1۵۲ کـه فـاـصـلـهـ نـقـطـهـ دـیدـ درـآن بـانـداـزـهـ دـوـ بـهـارـسـ قـطـرـ مـیدـانـ دـیدـاستـ، مـاـبـهـ آـسـانـیـ تصـوـیرـجـسـمـ رـا تـشـخـیـصـ مـیدـهـیـمـ. بـنـاـبـرـایـنـ شـکـلـ1۵۲ رـامـیـتوـانـ تصـوـیرـواـضـحـوـ صـحـیـحـ مـکـعبـ مـسـطـیـلـ دـانـسـتـ. اـکـنـونـ بـهـ تصـوـیرـ1۵۳ کـه درـآن اـصـوـلـ مـرـبـوـطـ بـهـ فـاـصـلـهـ طـبـیـعـیـ نـقـطـهـ دـیدـرـعـاـیـتـ نـشـدـهـ نـگـاهـ



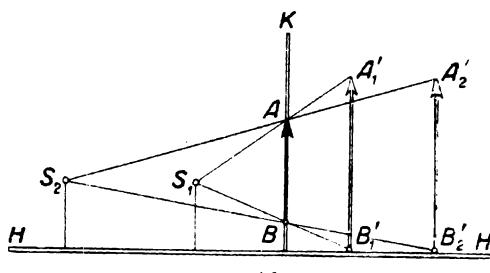
شـکـلـ1۵۳

کـیـمـ. مـیـبـینـیـمـ کـه بـانـگـاهـکـرـدن بـهـ تصـوـیرـ، هـمـانـ اـحـسـاسـیـکـهـازـ دـیدـنـ مـکـعبـ مـسـطـیـلـ درـ طـبـیـعـتـ بـمـادـسـتـ مـیـ دـهـدـ، حـاـصـلـ نـمـیـشـودـ وـ تصـوـیرـ یـکـ جـورـیـ نـاقـصـ بـنـظـرمـیـ آـیـدـ. بـدـیـهـیـ اـسـتـ کـه درـایـنـ حـالـ اـگـرـ ضـمـنـنـگـاهـکـرـدنـ بـهـ تصـوـیرـ فـاـصـلـهـ آـنـراـ اـزـ چـشـمـ کـمـ وـزـیـادـ کـنـیـمـ، باـوـجـوـدـیـکـهـ زـاوـیـهـ دـیدـ، نـسـبـتـ بـهـ شـکـلـ تـغـیـیرـخـواـهـدـ کـرـدـ، ولـیـ تصـوـیرـ هـمـانـطـوـرـ نـاقـصـ بـنـظـرـخـواـهـدـ، زـیـرـاـ قـبـلـ اـزـ رـسـمـ تصـوـیرـ بـایـدـ فـاـصـلـهـ نـقـطـهـ دـیدـ رـابـطـوـرـ طـبـیـعـیـ مـعـینـمـیـ کـرـدـیـمـ.

ضرورـیـ اـمـتـ یـادـآـورـیـ شـوـدـکـهـ تـغـیـیرـ فـاـصـلـهـ بـینـ چـشـمـ وـ تـاـبـلـوـ هـنـگـامـ تـعـاشـیـ آـنـ، درـ جـکـونـگـیـ اـحـسـاسـ عـمـقـ فـضـائـیـ تـاـبـلـوـ موـثـرـ اـسـتـ. درـ شـکـلـ1۵۴ یـکـ

دستگاه تصویر یا بازقطع جانبی آن نشان داده شده است. بر روی تابلو K تصویر یک جسم با حروف BA مشخص شده است. اگر به تابلو از نقطه S نگاه کنیم، در اینصورت بنا بقوانین پرسپکتیو، چشم میتواند اصل را مناسب با تصویر آن در وضع $\overset{\wedge}{BA}$ مشاهده کند. اگر نقطه دید بمنقطه S' منتقل شود، در این حال اصل نیز بنا بقوانین یاد شده در وضع $\overset{\wedge}{BA'}$ خواهد بود. بهمین ترتیب بهنسبت دوری چشم از تابلو، اصل نیز در عمق بیشتری قرار میگیرد. بهترین فاصله برای تماشای یک تابلو، همان فاصله نقطه دید است که ضمن ساختن آن بکار رفته است.

در دروس پیشین بسیاری از شکل‌ها که برای یادگرفتن اصول پرسپکتیو بکار رفته‌اند، تقریباً بدون رعایت قوانین مربوط به انتخاب نقطه دید رسم شده‌اند. لیکن این وضع به درست بودن نتایج حاصل لطمه‌ای نمیزند و در عین حال فراصل کوتاه شده نقاط دیدامکان می‌دهد که ضم‌نمودن‌ها کادر اشکال باندازه کافی کوچک باشدو در نتیجه ساختن پرسپکتیو آسان ترشود (به شکل‌های ۶۶، ۷۵، ۸۸، ۹۳ و بسیاری دیگر نگاه کنید). لیکن در حالاتی که در شکل، تصویر اجسام حقیقی داده شده‌اند، اصول مربوط به انتخاب نقطه دید کاملاً رعایت شده است. مثلاً اشکال ۲۷، ۱۰۲، ۱۳۳، ۱۴۱ وغیره از اینگونه‌اند.

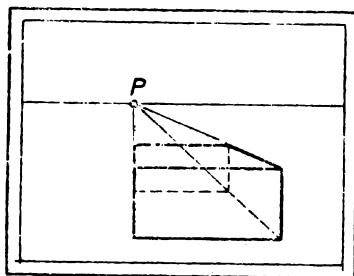


شکل ۱۵۴

وضوح و درستی تصویر فقط به انتخاب نقطه دید بستگی نداشته بلکه طرز قرار گرفتن جسم موضوع نسبت به تابلو نیز در چگونگی تصویر حاصل تاثیر

ضستقیم دارد. شکل ۱۵۵ تصویری را نشان می‌دهد که نمیتوان آنرا تصویری عینان واضح بشمار آورد، زیرا درنتیجه موفق قرار نگرفته اصل، که یک مکعب مستطیل باشد، پادآوریک هر م ناقص است. این تصویر را نمیتوان کار موقتی شمرد، زیرا گواینکه تصویر از نظر اصولی کاملاً درست است، لیکن درانتخاب محل مدل و نقطه دید، دقت کافی بعمل نیامده است.

علوماتی که در درس حاضر راجع به شرایط حصول پرسپکتیو واضح و درست اجسام عرضه میشود حاکی از آنست که یکی از شرایط اصلی درست در آوردن کار، انتخاب مناسب فاصله نقطه دید است که ضمناً مستلزم داشتن میدان کار و سیعتری برای گسترش دادن خطوط کمکی مربوط با ساختمان پرسپکتیو است که معمولاً ضمن کار، حتی از حدود میز کار نیز تجاوز می‌کند. مثلاً هنگام ساختن پرسپکتیو بنای معماری، اغلب نقاط فاصله و نقاط گزیز کاملاً دور تراز



شکل ۱۵۵

حدود میز نقشه‌کشی قرار میگیرند و لازم می‌آید که بوسایلی بازهم سطح کار گسترش داده شود.

اگر در تصویر دقت بسیار وصد درصد در اندازه‌ها خواسته نشود، میتوان از چنین روش‌های بغرنج فنی صرف نظر کرد. معمولاً در چنین موقعی از روش‌های عملی خاصی استفاده میشود که امکان می‌دهد کار در همان کادر تابلو انجام شود. نمونه چنین روش‌هایی، مثلاً روش خطوط موازی در وقتی که نقطه گزیز معین نباشد، مبادله کردن قبیل فرا گرفتیم (§ ۵، تعریف‌های ۲ و ۳). همچنین روش استعمال نقاط کسری را نیز میتوان نمونه آورد (§ ۹، شکل ۶۸)

یکی از اصلی ترین این روش‌ها، روش گذر به تابلو کمکی کوچک و نیز روش بزرگ‌کردن تابلو میباشد (§ ۱۵).

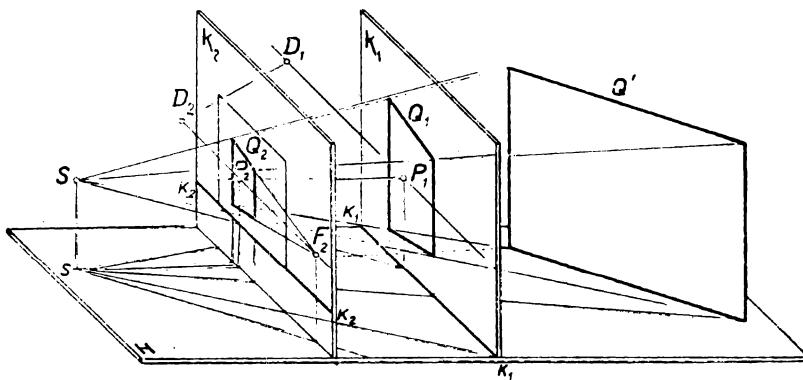
۱۵ - §

بعضی روش‌های عملی ساختن تصاویر در روی تابلو

۱- روش تابلوی کوچک

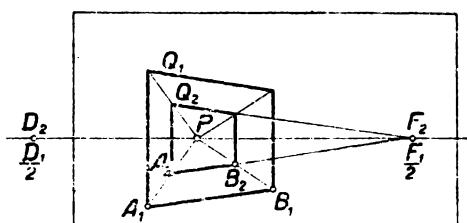
در شکل ۱۵۶ یک دستگاه تصویر یاب نشان داده شده که بر صفحه تابلو K_1 ، تصویر Q' حاصل از جسم Q ساخته شده، و بر صفحه K_2 ، تصویر Q_2 می‌باشد.

از شکل پیدا است که چهار گوشه‌های Q و Q_2 متشابه‌اند، در ضمن ضریب تشابه آن از رابطه نقطه دیدو صفحه‌های K_1 و K_2 معین می‌شود ($SP_1 : SP_2$) در شکل ۱۵۶ رابطه بین دو صفحه باندازه $\frac{1}{2}$ انتخاب شده که درنتیجه باندازه‌های خطوط در تصویر Q' نصف باندازه‌های خطوط تصویر Q_2 می‌باشد.



شکل ۱۵۶

حال اگر صفحه‌های K و L را ضمن حفظ موازی بودن آنها بایکدیگر بطرف نقطه اصلی P آنقدر بهتر خانم که منطبق برهم شوند (یکی از ورای دیگری دیده شود) ، در اینصورت تصاویر Q و Q' که در روی این صفحات رسم شده‌اند دارای مرکز تشابه مشترکی چون P خواهند بود (شکل ۱۵۷) و اصلاح مشابه آنها موازی یکدیگر بوده و رئوس مشابه نیز برخطوطی واقع خواهند بود که به نقطه P میرسند و نسبت پاره خط‌ها نیز عبارت از $PA : PA' = PB : PB'$ است که بعضی برابر ضریب تشابه خواهند بود. ضمناً از اشکال 156 و 157 معلوم است که بعداز منطبق شدن صفحات فوق، نقطه فاصله D متعلق به تابلوی K ، در عین حال نقطه فاصله کسری $\frac{1}{2}D$ متعلق به صفحه L (در مورد اشکال پادشاهی D) با $\frac{1}{2}D$ مطابقت می‌کند) خواهد بود و نقاط گریز F و F' متعلق به خطوط BA و BA' نیز دارای چنین رابطه‌ای خواهند بود، یعنی $F : F' = D : D'$ در یک نقطه قرار دارند. از خاصیت فوق میتوان هنگامی که تصاویر Q و Q' در اندازه‌های بزرگ‌ساخته میشود استفاده کرد. جنبه آسان این طریق آنست که مکان می‌دهد بکسانختن مشابه جزئیات تصویر بر روی "تابلوی کوچک" نتایج مناسب را برای تصویر مطلوب بدست آوریم.

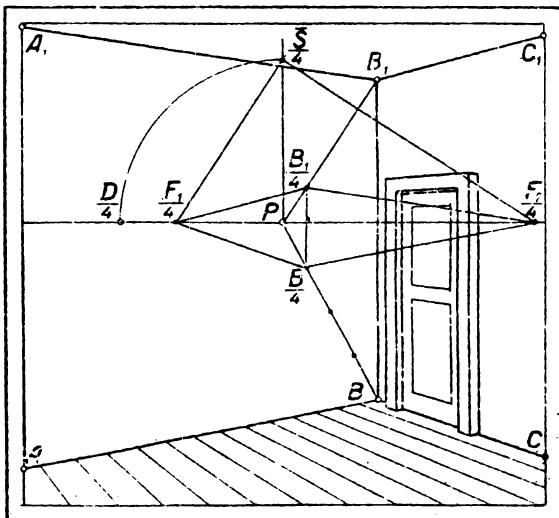


شکل ۱۵۷

مثال ۱- طرز استعمال روش "گذر به تابلو کوچک" را ضمن ساختن تصویر داشتنی یک اطاف مورد بررسی قرار میدهیم (شکل ۱۵۸). برای ساختن این تصویر، باید نقطه اصلی P و فاصله نقطه دیدار سطح تابلو، در دست باشند. مثلاً D در شکل مورد بحث. گذشته از آن در

روی تابلو جهت خط تقاطع کف اطاق بادیوار رو برو (خط BA) و خط تقاطع دو دیوار را که نشان دهنده ارتفاع اطاق است (خط BB') بطور دلخواه میتوان انتخاب کرد.

گذر به تابلوی کوچک و بقیه کار را میتوان بترتیب زیرا نجام داد.



شکل ۱۵۸

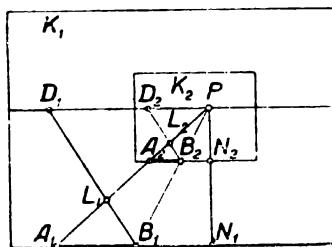
۱) نقطه B را که باید نقطه تقاطع دو یال پائینی باشد، در روی تابلو بدلخواه انتخاب می‌کنیم و یال AB را درجهٔ دلخواه رسم می‌کنیم. نقطه P را تو سطح خطی مستقیم مربوط کرده و آن خط را بچند قطعه مساوی (در مورد اخیر به چهار قطعه) طوری تقسیم می‌کنیم که خط $\frac{B}{4}$ که از جزء B موازی با BA باید کشیده شود، با خط افق در نقطه $\frac{F}{4}$ که در داخل کادر قرار دارد برخورد کند (آن نقطه گریز خط BA میباشد).

۲) برای تابلوی کوچک نقطه دید منطبق $\frac{S}{4}$ را ساخته و نقاط $\frac{B}{4}$ و $\frac{F}{4}$ را بهم وصل می‌کنیم.

و) بر ضلع $\frac{F_2}{3} S$ با راس قرار دادن نقطه \bar{S} زاویه‌ای قائم ساخته و از بر خورد ضلع دوم این زاویه با خط افق، نقطه $\frac{F_1}{4}$ را بدست می‌آوریم (نقطه‌گیری بال BC می‌باشد).

گ) نقاط $\frac{B}{4}$ و $\frac{F_1}{4}$ را بهم مربوط می‌کنیم . زاویه $\frac{F_2}{4} B$ نماینده تصویر زاویه قائم در روی تابلوی کوچک است .

د) خط CB را موازی با خط $\frac{B}{4} F_1$ رسم می‌کنیم . زاویه $- CBA$ نماینده تصویر زاویه قائم در تابلو بزرگ است . خط CB تصویر خط تقاطع کف بادیوار طرف راست محسوب می‌شود .



شکل ۱۵۹

ی) بر روی تابلو کوچک، نقطه $\frac{A}{4}$ را از برخورد خط BP ساخط عودی که از نقطه B اخراج می‌کنیم ، بدست می‌آوریم . نقطه $\frac{B}{4}$ را با نقطه $\frac{F_1}{4}$ و $\frac{F_2}{4}$ مربوط کرده و از نقطه B دو خط مستقیم $\frac{F_1}{4} B$ و $\frac{F_2}{4} B$ را که تصاویر بال های بالائی هستند، رسم می‌کنیم .

بدین ترتیب بکمک روش تابلویی کوچک ، ما امکان پیدا کردیم که بدون استفاده از نقاط خارج از کادر تابلو ، خطوط موازی وزوایای بین جهات اصلی را بر روی تابلوی بزرگ سازیم . مشاهده می‌کنیم که خطوط کمکی S لازم نیست حتما در روی تابلو

رسم شوند . مهم آنست که محل نقاط مورد لزوم رادر روی تابلو دقیقاً بدست آوریم در این حال بدون رسم خطوط کمکی نیز ، میتوان کار را با سانی بانجام رساند .

- بزرگ کردن تابلو -

ما نشان دادیم که اگر تصویر جسمی را در دست داشته باشیم که از نقطه دید معینی ساخته شده باشد ، تصویر کوچکتر آن جسم را با استفاده از همان نقطه دید از راه دو باره سازی تصویر در روی تابلو ، و با بکار بردن اصولی که در بالا یاد گرفتیم ، میتوانیم بدست آوریم . بدیهی است که با روش مشابه میتوان تصویر را بزرگتر نیز کرد .

از شکل ۱۵۶ پیدا است که اگر از دو تابلوی K_1 و K_2 که هر دو تصویر جسم واحدی را نشان می دهند ، یکی از راه مشابه سازی بدست آمده باشد ، در اینصورت عناصر متري اين تابلوها در بين خود دارای رابطه اي خواهند بود که در زير شرح داده ميشود . اگر اين تابلوها را طوري برهم منطبق کنیم که انتهای آنها و نقطه های اصلیشان (P) برهم منطبق شوند ، در اینصورت فاصله D و D' از نقطه اصلی ، و نیز فاصله N و N' از نقطه اصلی ، یعنی فاصله افق از قاعده هر دو تابلو در بين خود دارای رابطه ای برابر با ضرب تشابه اشکال موردنبحث خواهد بود . ضمناً پاره خط های BA و $B'A'$ نیز که هر يك نماینده واحد مقیاس تابلو مربوطه میباشند ، در بين خود دارای چنین رابطه اي هستند .

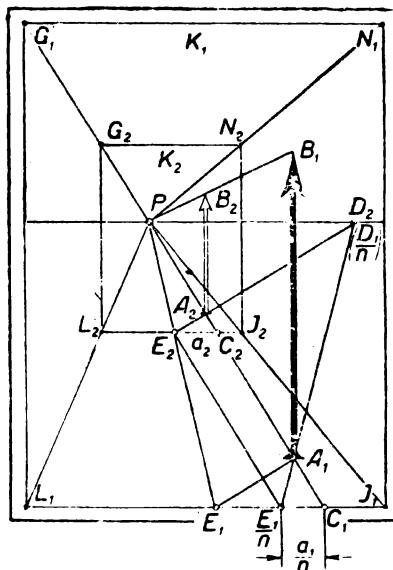
اکون نمونه های ساختن تابلوی بزرگ را بررسی می کنیم -

مثال ۲- بر روی تابلو K که محدود به کادر L است ، پاره

*- از اینجا نتیجه گرفته میشود که تصویر جسمی بر روی تابلو ، معین کننده اندازه های آن نیست ، لیکن این امکان را میدهد (اگر عناصر متري تابلو معین باشد) که فقط در باره نسبت اندازه های قسمت های مختلف جسم و وضعیت متقابل آنها قضاوت کنیم ، اندازه های واقعی جسم فقط در صورتی میتوانند معین شوند که معلوماتی راجع به مقیاس ، ضمیمه تابلو باشد .

خط قائم \overline{AP} بر سطح جسمی قرار دارد، نقش شده است (شکل ۱۶۰). نقطه فاصله P متعلق به تابلوی K معین است. میخواهیم تابلو را بالانتخاب ضریب تشابهی دلخواه، بزرگتر کنیم. کار را بترتیب زیر انجام میدهیم -

۱) از نقطه اصلی P و چهار راس تابلو، یعنی نقاط J_1 ، I_1 ، N_1 ، G_1 خطوطی گذرانده و بر امتداد یکی از این خطوط، مثلاً I_1P ، نقطهای دلخواه چون I_1 را انتخاب می‌کنیم. این نقطه یکی از رئوس K است که تابلوی بزرگتر خواهد بود. با رسم کردن I_1G_1 ، I_1N_1 ، I_1J_1 و ... کافر $I_1G_1N_1J_1$ را پیدا می‌کنیم.



شکل ۱۶۰

ب) از نقطه P خط مستقیم AP را تانقشه C_1 ، محل برخورد خط مذکور با قاعده تابلوی K_1 ، بدست می‌آوریم.

و) با استفاده از نقطه D_1 ، طول \overline{DC}_1 ، یعنی فاصله واقعی نقطه A_1 را از قاعده تابلوی K_1 بدست می‌آوریم.

ک) خط \overline{DE} را ادامه داده و پاره خط $\overline{C_1C_2}$ را که برابر با فاصله $\overline{A_1A_2}$ از قاعده تابلو Δ میباشد، پیدا میکنیم.

د) برای اینکه طول $\overline{C_1C_2}$ را بر روی خط عمقی PC معین کنیم، بعنی برای پیدا کردن محل نقطه A_1 ، باید از نقطه C_1 خطی به نقطه D_1 ، متعلق به تابلو Δ بکشیم، لیکن چون D_1 دور از دسترس و در خارج کادر تابلو است و از طرفی بنا بر آنچه در بالا گفته شد، خط مستقیم \overline{DE} باید موازی $\overline{E_1E_2}$ باشد. بنابراین با رسم کردن $\overline{D_1E_1} \parallel \overline{E_2E_1}$ ، میتوانیم نقطه A_1 را در برخورد با خط PC بدست آوریم.

تبصره - نقطه A_1 را ممکن است از تقاطع امتداد خط \overline{CP} با خط مستقیم $\overline{D_1E_1} \parallel \overline{E_2E_1}$ بدست آوریم. نقطه $\frac{1}{n}EC$ رابعنوان نقطه انتهای پاره خط $\overline{E_1E_2}$ که برابر با پاره خط \overline{EC} است، میتوان پیدا کرد. در این صورت ما باید به نقطه D_1 بعنوان نقطه کسری $\frac{1}{n}D$ ام نقطه فاصله D_1 نگاه کنیم و همینطور قطعه خط $\overline{E_1C_1}$ مانند طول کسری فاصله AC_1 در نظر آوریم.

ی) خط \overline{BA} را موازی با $\overline{B_1A_1}$ ، تاثلaci با امتداد \overline{BP} در نقطه B_1 ، رسم می کنیم. پاره خط بدست آمده $\overline{B_1A}$ نشان دهنده تصویر خط \overline{BA} در تابلوی بزرگ است.

مشاهده می کنیم که هنگامی امکان داریم از روش فوق استفاده کنیم که اندازه ضریب تشابه بدلخواه بوده و بار قم معینی خواسته شده باشد. مثال ۳ - در شکل ۱۶۱ روشی نشان داده شده که توسط آن ساختن تابلوی بزرگ را میتوان بدون پوشاندن تابلوهای بزرگ و کوچک توسط یکدیگر، انجام داد.

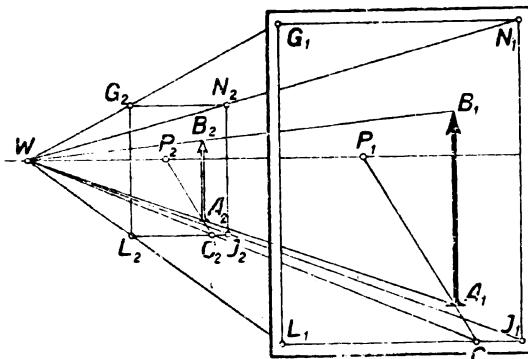
ساختن تابلوی بزرگ مانند نمونه قبلی براساس تشابه می باشد و ضمن بکار بودن آن باید از اصول زیر در مورد خصوصیات اشکال متشابه بزرگ و کوچک کمک گرفت.

آ) دو نقطه همنام متعلق به اشکال متشابه روی خطی که از مرکز

تشابه می‌گذرد، قرار دارند.

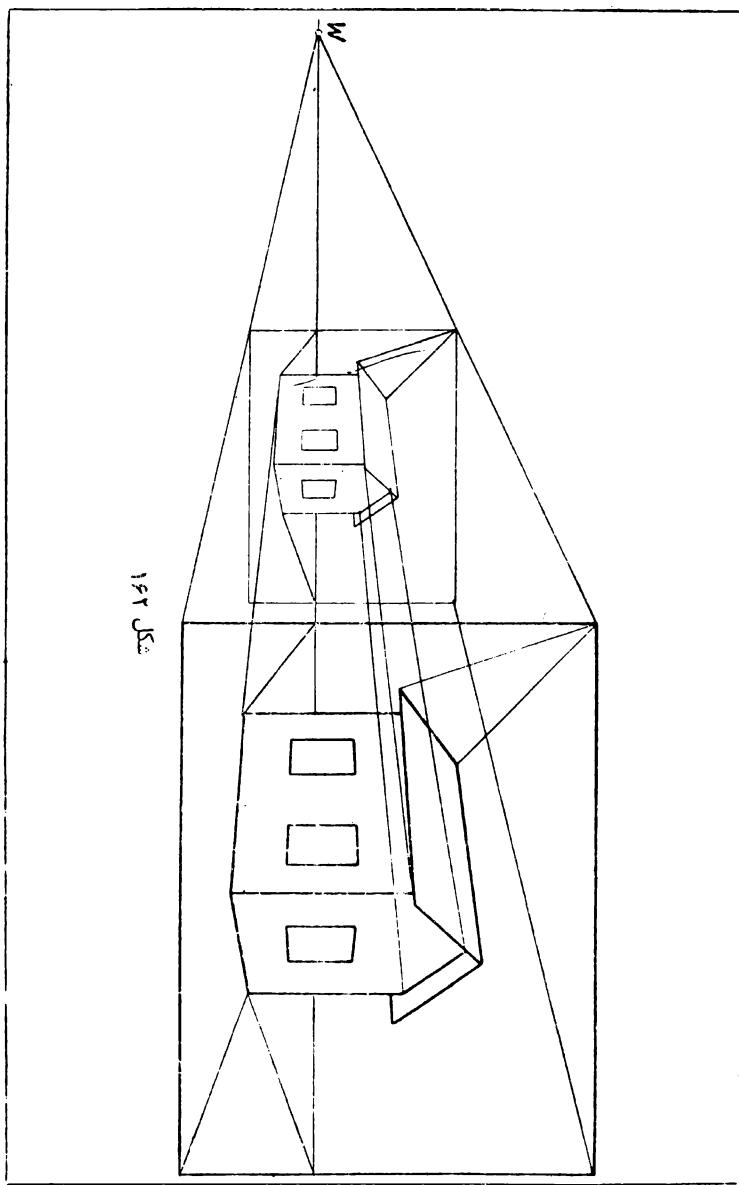
ب) دو پاره خط همنام بین خود موازی‌اند.

با در دست داشتن کادر تابلوی کوچک که با $\frac{I_2}{G_2}$ مشخص است
مذکور تشابه W را بدلخواه انتخاب می‌کنیم (بهتر است نقطه W بر روی خط



شکل ۱۶۱

افق انتخاب شود). ما باید متناسب با اندازه‌های انتخابی کادر تابلو، محل
یکی از روس آنرا، قبل از G را بر روی خط GW انتخاب کنیم. هرچه فاصله
یعنی انتخابی تابلوی بزرگ از تابلوی کوچک بیشتر باشد، تابلوی بزرگ، بزرگتر
خواهد بود. بعد تمام نقاط کادر و تصویر بر روی تابلوی بزرگ متناسب با
خصوصیات یاد شده فوق می‌توانند بدست آیند. برای این‌کار، بعد از انتخاب
قطه G بر امتداد $G\frac{I}{G}$ ، از نقطه G دو خط، یکی موازی $\frac{NG}{G}$ ، و دیگری
موازی $\frac{NW}{G}$ رسم می‌کنیم تا نقاط $\frac{I}{G}$ و $\frac{N}{G}$ بر روی امتدادهای $\frac{NW}{G}$ و $\frac{I}{G}$
بدست آیند. پیدا کردن نقطه $\frac{I}{G}$ کاملاً ساده است. از P و A خطی گذرانده و
 C را پیدا می‌کنیم و از C نیز خطی گذرانده C را بدست می‌آوریم و از
آن خطی موازی PC کشیده و در محل برخورد آن با خط افق، P_1 را پیدا



می‌کنیم . بعد در محل تقاطع امتداد \overline{AC} با \overline{PC} ، نقطه A' را بدهستمی‌آوریم
از A' خطی قائم اخراج کرده و در برخورد آن با امتداد \overline{BW} ، نقطه B' را می‌عین
می‌کنیم .

مثال ۴ – در شکل ۱۶۲ بزرگ شدن تابلو با روش مذکور نشان داده
شده در آن از شکل ۲۷ استفاده شده است .

۱۶ - §

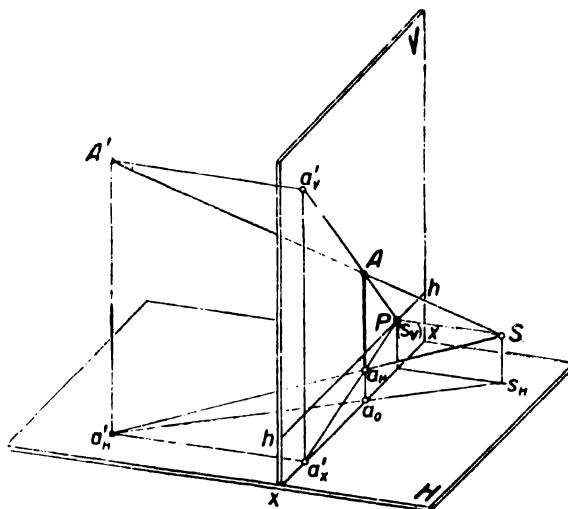
ساختن پرسپکتیو اجسام از روی پلان ونما (فاساد)

تصاویر مرکزی (پرسپکتیو) در نقشه کشی معماری مورد استعمال زیادی دارد . عمولا همراه با نقشه موضوع های معماری (بنا و قسمتهای مختلف آن) که با روش تصویر اورتو گونالی بر روی دو صفحه ساخته میشوند (پلان و نمای اصلی) ، تصویر صحیح نمای عمومی بنا نیز با اصول پرسپکتیو تهیه میشود . ساختن پرسپکتیو از روی نقشه ای که با متاد اوتو گونال رسم شده ، ممکن است با روش های مختلفی انجام گیرد که اساس همه آنها را یک روش عمومی عمدۀ تشکیل می دهد . روی نقشه داده شده ، جریان ساختن تصویر پرسپکتیوی موضوع با سیستم اورتو گونال فوتو ماره با دستگاه تصویر یابی که کاربر ر روی آن انجام می گیرد منعکس شده و بر اساس معلومات ترسیمی حاصل ، پرسپکتیو موضوع بر روی نابلو ساخته میشود . برای اینکه این روش را توضیح دهیم ، به تصاویر ۱۶۳ و ۱۶۴ مراجعه می کنیم . در شکل ۱۶۳ برای نقطه ای چون A' ، تصویر اورتو گونالی (تصویر افقی) و V (تصویر قائم یا جیبی) بر روی دو صفحه عمود بر هم H و V بدست آمده اند . *

در عین حال صفحه های H و V بجای صفحات عمدۀ دستگاه تصویر -

* - برای آگاهی بیشتر در این مورد ، میتوانید از هندسه ترسیمی دوره دوم دبیرستان استفاده کنید .

باب هستند که مرکز آن نقطه Δ میباشد (نقطه‌دید) . تصاویر اورتوگونالی نقطه S در صفحات H و V ، نقطه‌های s_{H} (نقطه توقف) و نقطه p (نقطه اصلی تابلو) میباشند . بر روی صفحه V ، پرسپکتیو نقطه A ، یعنی $a_{\text{H}}A$ ، با روش دستگاه تصویر یا ب دست آمده است و صفحه V در اینجا مانند صفحه تابلو در نظر گرفته شده است (§ ۲-شکل ۷) .

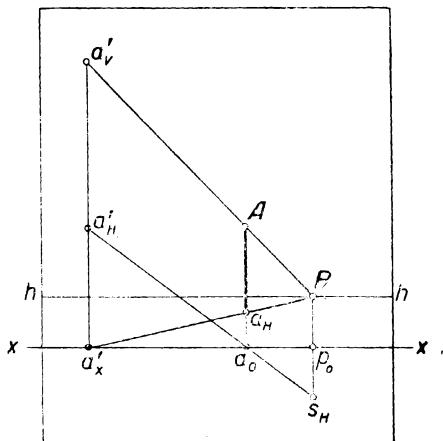


شکل ۱۶۳

از شکل ۱۶۳ آشکار است که تصویر اورتوگونال شعاع مصور AS (شعاع دید) بر صفحه V ، یعنی $a'_V s_V$ ، از نقطه P میگذرد و در عین حال ، بنا به جریان کار ، با شعاع AS در نقطه A که بر صفحه V قرار دارد ، برخورد می‌کند . درست همینطور هم تصویر اورتوگونالی شعاع $s_{\text{H}}S$ در صفحه اصلی P و $a'_X s_X$ میگذرد و با شعاع $s_{\text{H}}S$ در نقطه s_{H} که بر صفحه V قرار دارد ، برخورد می‌کند .

از اینجا نتیجه میگیریم که پرسپکتیو نقطه A (و یا $a'_V a'_X$) ، یعنی $a_{\text{H}}A$ ، ممکن است با روش اورتوگونالی بدست آید (شکل ۱۶۴) در صورتیکه صفحه‌های H و V مانند صفحه‌های جسمی و تابلویی در نظر گرفته شوند و تصاویر

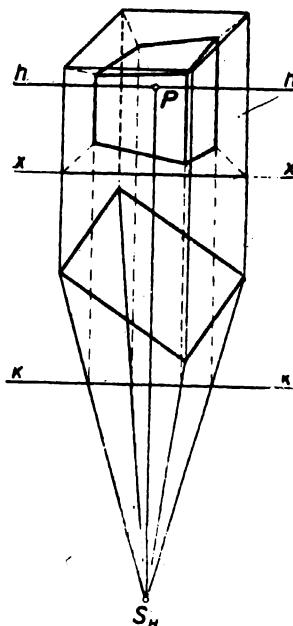
اورتوگونالی نقطه دید نیز ($S_{H \wedge} P$) معین باشد. برای پیدا کردن پرسپکتیو A' ، لازم است که بر روی صفحات H و V اثرهای صفحه شعاعی راک از نقطه S و A' میکنند ($a'_H S_H + a'_V A' = A$) بدست آورده و تصاویر اورتوگونالی ساعهای $A'S$ و $A'V P$ را ($a'_H S$ و $a'_V P$) بر روی صفحه V ساخت. آنوقت در تقاطع این تصاویر بالا اثر جبهی سطح شعاعی، میتوانیم پرسپکتیو نقطه A' و قاعده آن a'_H ، یعنی $a'_H A$ را بدست آوریم.



شکل ۱۶۴

مثال ۱ – در شکل ۱۶۵ طرز استعمال روش ید شده در مورد ساختن پرسپکتیو یک جسم ساده‌نشان داده شده است (روش اثرهای ساعهای دید). در این شکل، سطح جبهی (قائم) تصویر، موازی با خود آن، طوری بعقب برده شده که موضوع، بین دو صفحه‌یاد شده بینتر می‌آید. بدین وسیله، اشکالی که ضمن انجام کار با قرار دادن پلان و نما به روی یکدیگر بوجود می‌آید (مانند شکل ۱۶۴) بر طرف شده است. تصویر پرسپکتیوی بر سطح جسمی ساخته می‌شود. با انجام دادن روش فوق درمورد هر یک از نقاط تشکیل دهنده فرم موضوع، تصویر پرسپکتیوی آنرا بر روی ابیور (صفحه V) بدست می‌آوریم.

مثال ۲ – در شکل ۱۶۶ یکروش دیگر برای ساختن تصویر پرسپکتیوی جسم از روی پلان و نمای آن نشان داده شده است (روش اثرهای سطوح ساعهای H و V)



شکل ۱۶۵

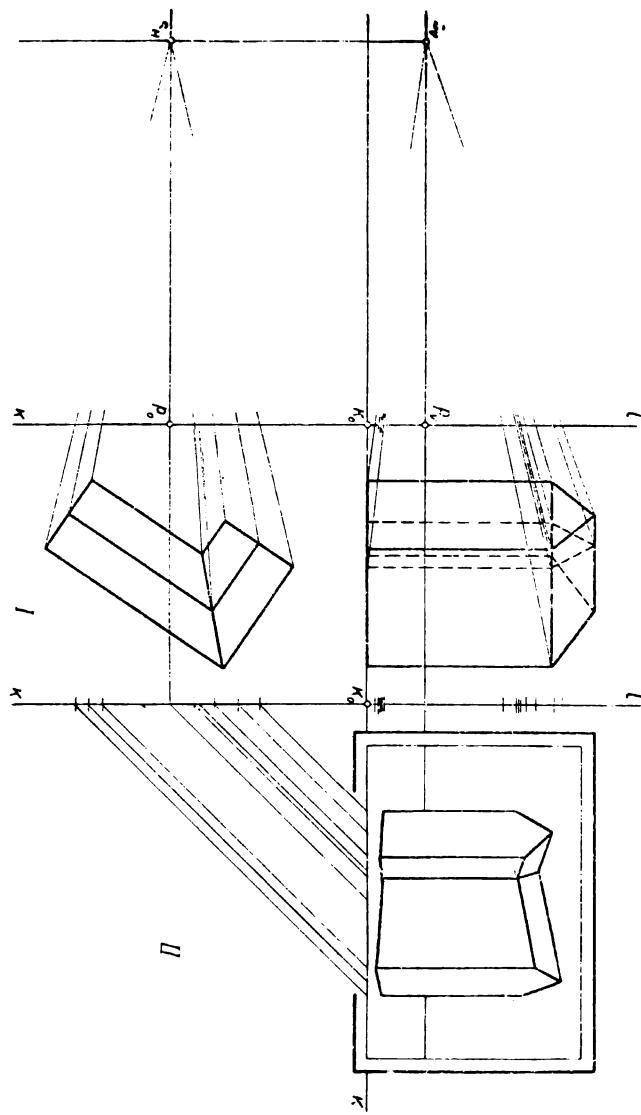
در مورد حاضر صفحه تابلو نسبت به سطح جبهی تصاویر بطور عمودی قرار دارد، پرسپکتیو جسم مورد نظر با طرف چپ فرم آن مطابق است. تصویر پرسپکتیو، بر روی صفحه جداگانه ساخته شده است.

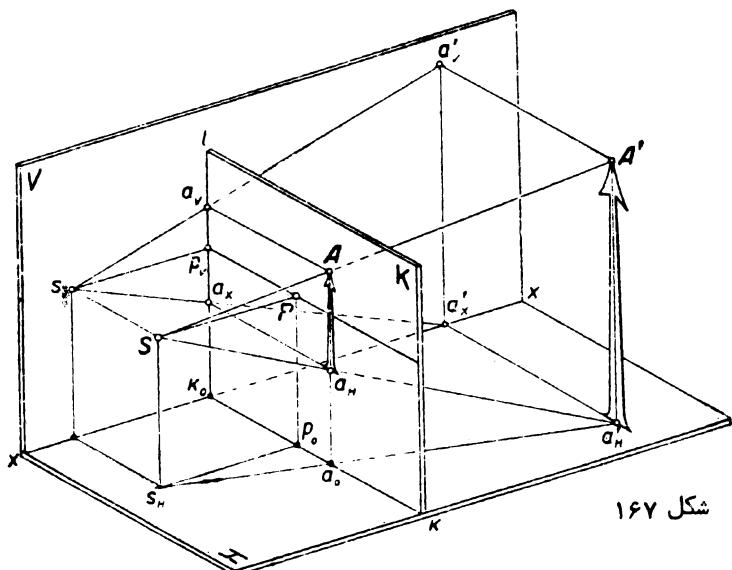
توضیحات درباره این مسئله در اشکال ۱۶۷ و ۱۶۸ داده شده.

از شکل ۱۶۷ پیدا است که پرسپکتیو نقطه A' ، یعنی A ، و پرسپکتیو نقطه a'_H ، یعنی a_H میتواند از تقاطع اثر A و a_H سطح شاعع S_H باشد. اثرهای A و a_H که متعلق به سطوح شاععی S_H و S_y هستند، بدست آیند.

اثر A درجهت عمودی نسبت به قاعده تابلو (KK') قرار دارد و توسط a_H که نقطه تقاطع قاعده تابلو با خط a'_HS_H است، معین میشود. اثرهای A و a_H درجهت موازی نسبت به قاعده تابلو قرار دارند و توسط نقطه های a_y و a'_x که در تقاطع اثر جبهی تابلو (LK') با خطوط a'_yS_y و a'_xS_y قرار دارند، بدست آمدند.

مکانیزم





شکل ۱۶۷

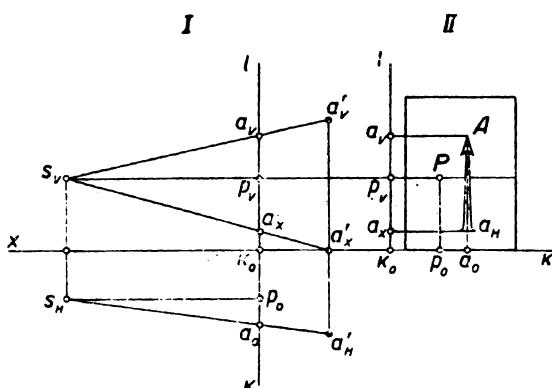
با در دست داشتن تصاویر معین (ویرایش a_v ، a_h) نقطه A' بر روی اپیور (شکل ۱۶۸)، اثرهای صفحه تابلو را عمود بر یال X رسم می‌کنیم (JK_p ، JK_h). آنگاه وضع نقطه دید رامعین کرده S (ویرایش S_v ، S_h) و نقاط a_v ، a_h را با روش فوق تعیین می‌کنیم.

برای بدست آوردن تصویر پرسپکتیوی نقطه A (ویرایش $a_v a_h$)، بعیی $a_h A$ در شکل دیگری (شکل ۱۶۸) دو خط مستقیم LK_p و LK_h را عمود بر یکدیگر رسم می‌کنیم و نقاط P_p و P_h را با حفظ فاصله‌ها بر روی خط LK_p منتقل کرده و همچنین نقاط P_v و P_h را نیز (با شروع کردن از نقطه K_p) بر روی خط LK_h منتقل می‌دهیم. بعد با رسم کردن عمودهای از نقاط پایدار شده به خطوط LK_p و LK_h ، در تقاطع آنان نقطه‌های p ، A و a_h را پیدا می‌کنیم.

نقطه‌اصلی تابلو، A پرسپکتیو نقطه A' و a_h پرسپکتیو افراجه آن a'_h است.

روشن باد شده امکان میدهد که بیاری اعمال کمکی، پرسپکتیو موضوع مورد نظر را جدا از تصاویر اورتوگونالی آن، بر روی اپیور که بر اساس آن پرسپکتیو ساخته می‌شد، بدست آوریم، لیکن در این روش هم مانند، روشی که

در نمونه ۲ از آن بحث شد، این اشکال وجود دارد که امکان نیست برای اپیوری معین، وضع تابلو و نقطه دید را بطور دلخواه انتخاب کردتا بشود برای تامین بهترین شرایط روبت سوزه و بست آوردن تصویر واضح و درست آن از موقعیت دلخواه استفاده کرد. برای رسیدن به این منظور ضروری است که پلان و نمای موضوع را بر سطحی که قبل از چرخش آن نسبت به صفحه V معین شده رسم کرد، همانطور که این کار در اشکال ۱۶۵ و ۱۶۶ انجام شده است. اشکال یاد شده با بکار بردن روشی که در نمونه زیر می‌آید، بر طرف میگردد.



شکل ۱۶۸

مثال ۳

در شکل ۱۶۹ برای ساختن پرسپکتیو موضوع از روی پلان و فasad روشن بکار رفته که با صطلح روش معماران "متد آرشیتکتها" نامبرده میشود. با این روش مامیتوانیم نقطه توقف S & و قاعده تابلو K-K را طوری انتخاب کنیم که مناسب شرایط ما درمورد واضح و کامل در آوردن تصویر باشد. ارتفاع خط افق در این روش بستگی به شرایط طبیعی دارد که در آن مدل را نگاه می‌کنیم. ساختن تصویر پرسپکتیو با این روش، در دو مرحله اصلی انجام

میگیرد . اول پرسپکتیو پلان ساخته میشود و بعد در روی تابلو ، ارتفاع های نقاط تشکیل دهنده فرم تصویر قید میشوند . ساختمان پرسپکتیو پلان بترتیب زیر انجام میگیرد .

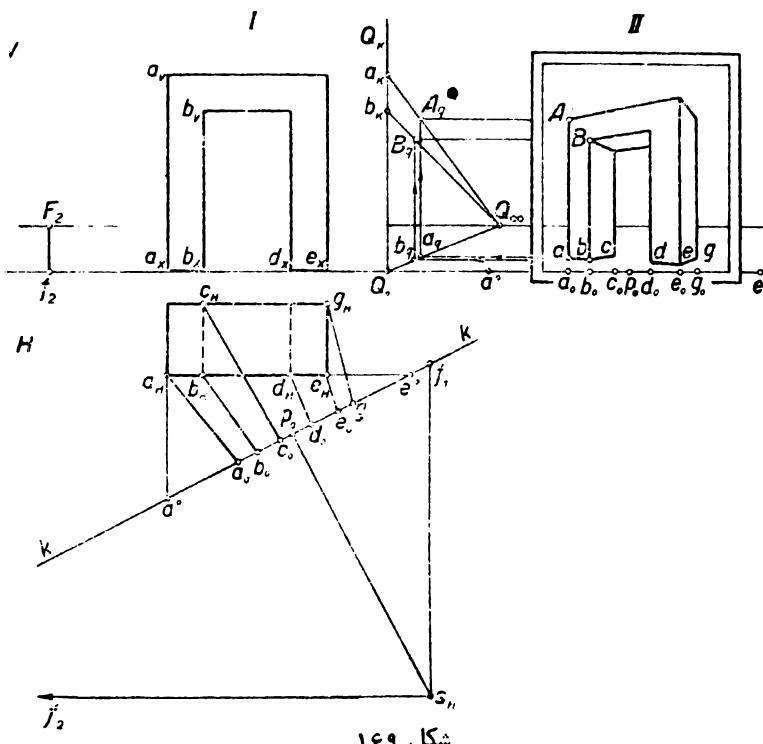
۱) بطوریکه می بینیم پلان (در صفحه H) و نما (صفحه V) در دست اند . فرض اینست که تابلو نسبت فله صفحه پلان (H) قائم باشد بنابراین قاعده تابلو را (KK) در جهتی دلخواه نسبت به پلان رسم می کنیم . بر روی قاعده تابلو این نقاط را علامت میگذاریم ،

۱) نقطه های θ° ، b° ، c° ... که محل تقاطع از های سطوح شعاعی قائمی هستند که به نقاط معین کننده فرم اصلی پلان میرسند و با قاعده تابلو (KK) در نقاط مذکور برخورد میکنند . ۲) نقاط α° و β° محل تقاطع قاعده تابلو با از های سطوح شعاعی قائم ، که از نقطه S_{11} (قاعده نقطه دید یا نقطه توقف) گذشته و موازی با جهت خطوط تشکیل دهنده پلان ادامه می یابد و بنابراین بر یکدیگر عمود هستند . ۳) نقطه های a° و θ° که محل تقاطع KK با امتداد اضلاع پلان هستند (منظور دو ضلع عمود برهم است) .

ب) قاعده تابلو را بان نقاط قید شده بر روی آن ، در روی تابلو رسم می کنیم (با حفظ دقیق فواصل و اندازه ها) . (شکل ۱۶۹ ، ۱۷۰) .

و) بر روی خط افق کار اتفاق آنرا مناسب با کار خود انتخاب می کنیم نقاط F₁ و F₂ نقاط گریز اضلاع پلان را ، بدست می آوریم . برای این کار باید دو خط قائم از θ° و b° اخراج کنیم تا باافق برخورد کنند (α° و β°) .

ک) از نقاط θ° ، b° ، c° ... خطوط قائمی اخراج میکنیم و این خطوط در واقع از های تابلویی همان سطوحی هستند که در قسمت " ۲ " از آن صحبت شده است در واقع این خطوط بر بالهای قائم موضوع (طاق) منطبق هستند .



شکل ۱۶۹

د) از a° و F_1 خطی میگذرانیم و در تقاطع آن با خط قائمی که از نقطه a اخراج شده، نقطه a را علامت میگذاریم. بهمین ترتیب نیز بر روی مستقیم F_1 (و یا F_2) نقاط $b^\circ, d^\circ, e^\circ, f^\circ$ و بر روی مستقیم F_2 نقاط c° و g° را پیدامی کنیم.

ی) از نقاط a, b, c, \dots خطوطی گذرانده و پرسکیتو بلان را بدست میآوریم. برای تعیین ارتفاع موضع (طاق)، روشی استعمال میشود که در اصطلاح روش دیوار جنبی نامیده میشود. برای این کار -

ز) از نقطه‌ای دلخواه چون Q در روی KK' (در شکل، این نقطه خارج از کادر قرار دارد) و درجهٔ بیتی دلخواه، صفحه‌ای قائم گذرانده و اثرهای جسمی و تابلوئی آن، یعنی Q_1, Q_2, Q_3 را در روی تابلو رسم میکنیم

ز) بر روی اثر نابلوشی Q_x ارتفاع نقاط فوکانی موضوع را برابر با آنچه در نقشه نشان داده شده (در روی صفحه ۷) قید میکنیم .
 $a_y b_y b_x = a_x b_x + a_y Q_x$ و الی آخر .

ای) از نقاط a و b خطوطی موازی قاعده نابلو رسم کرده .
 b را پیدا میکنیم و از نقاط اخیر خطوط فائمه اخراج کرده بدین ترتیب دو باره خط قائم a و b را که نشان دهنده ارتفاع موضوع در همان عمق هر سپتیموی مورد نیاز قرار دارند، بدست می آوریم . از نقاط A و B دو خط موازی قاعده نابلو رسم کردمو A و B را پیدا میکنیم .

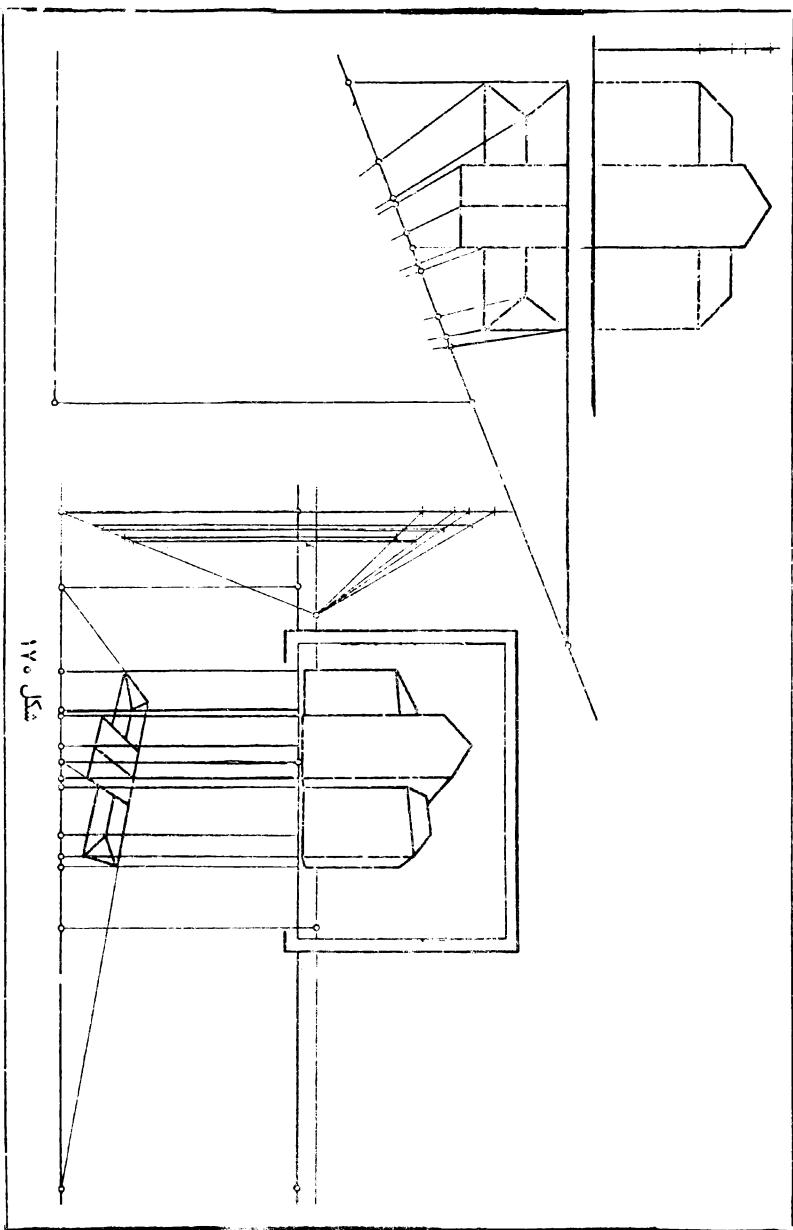
ک) با در دست داشتن دو نقطه اخیر، ساختن هر سپتیمو کاملا آسان است . با استفاده از نقاط F و G کار را با جام میسازیم .

مثال ۴ -

در شکل ۱۷۵ نمونه ساختن هر سپتیمو یک‌بنا در حالتی نشان داده شده که امکان ندارد هر سپتیمو بلان آنرا بطور دقیق و واضح بدست آورد (در اثر پائین بودن خط افق) . در این حالت از روش کمکی بلان پائین آورده شده استفاده میشود . در باره این روش در شکل ۱۷۱ توضیح داده شده است (مثال ۵) .

مثال ۵ -

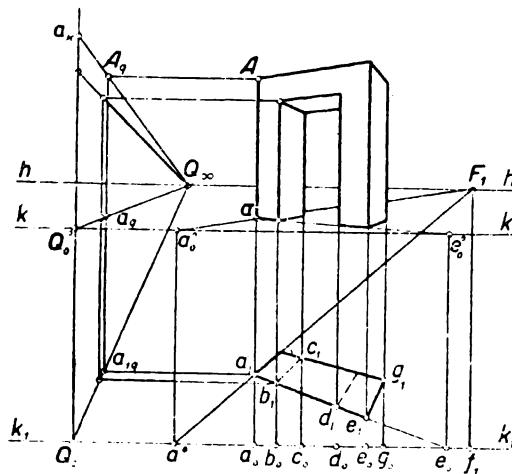
در شکل ۱۷۱ روش بلان پائین آمده، برای ساختن هر سپتیمو جسمی که در تعریف ۳ با آن آشنا شدیم بنگار رفته است .
 بطوریکه در \triangle (شکل ۳۴) شرح داده شد، فرم هرجسمی که در سطوح افقی فضا قرار داشته باشد، چون T_1 ، T_2 ، T_3 هرچه سطحی که جسم در آن قرار دارد از سطح افق دورتر باشد، تصویر آن جسم در روی نابلو کمتر دچار تحریف نمیشود .



با بهمین کیفیت برای آنکه تصویر واضح جسم را که در شرایط افق پائین، بر روی سطح جسمی قرار دارد، بدست آوریم، بهتر است که جسم رادر جهت قائم، بطرف پائین و زیر سطح جسمی منتقل کنیم و ضمن این انتقال سعی کنیم که سطح افقی جسم تغییری نکند.

برای این منظور در روی تابلو، همراه با قاعده تابلو (KK) و خط افق (hh)، خط \overline{KK} رانیزکه اثر سطح پائین آمده پلان است، رسم کرده (KK II) و بر روی این اثر، نقاط a° ، b° ، c° ، d° ... را (از شکل ۱۶۹) منتقل می‌کنیم. درواقع اینست که ماهنگا م انتقال قعده تابلو بر روی شکل II (شکل ۱۶۹) آنرا پائین تر قرار داده باشیم (شکل ۱۷۱).

با روشی که درمثال ۳ (و، گ، د، ای) فراگرفتیم، پرسپکتیو پلان را می‌سازیم. بعداً شکل بدست آمده را (a_1 ، b_1 ، c_1 ، d_1 ...) ناطح جسمی بالا می‌بریم. برای این کار نقطه a° را بر روی قاعده اصلی (KK) منتقل کرده (a_1°) و در تقاطع دو خط: Fa° و امتداد a° ، نقطه a را بدست می‌آوریم. بهمین ترتیب نیز بر روی خط Fe° (و یا ae°) و بر روی خط Fb° و Fc° بقیه نقاط مورد لزوم را پیدا می‌کنیم.



شکل ۱۷۱

و اما ارتفاع راه‌بهانیم با روشنی که درمثال ۳ بکار بردیم (دیوارجنبی بدهست آوریم، لیکن در اینجا بهتر است از صفحه پلان پائین آمده استفاده کنیم تا احتیاج به کشیدن خطوط افقی بر روی تابلو نباشد. مثلاً برای تعیین ارتفاع نقطه A در پرسپکتیو، که اندازه‌واقعی آن برابر با $Q_K Q^0$ است، اثر جسمی "دیوارجنبی" ، یعنی خط $Q_H Q^0$ ، تقدیر پائین آورده شده که بوضع Q^0 در آمده است. بگم خط عرضی $A_1 A_2 A_3$ ، نقطه Q^0 که بگم آن نقطه A_4 بدهست آمده، پیدا شده و بعد نقطه A بگم خطوط $A_1 A_2 A_3$ و $A_4 A_5 A_6$ معین شده است.

۱۷ - §

تمرین ها

اینک براساس آنچه که طی دروس قبل فراگرفته ایم، چند مسئله را
عنوان تمرین مستقل حل میکنیم. ضمن شروع بانجام هر یک از تمرین‌ها
ضروری است که -

- ۱) با معلومات و معینات اولیه که در باره هر مسئله داده شده و شکل
مربوط به آن درکتاب، بخوبی آشنا شد.
- ۲) بر روی برگ علیحده‌ای شگل موضوع را رسم کرده و ضمن آن
قسمت‌های مختلف آنرا مورد توجه قرار دادو در اندازه‌ها و نسبت‌های آن بعیل
خود تغییراتی داد تا مسئله بهتر مفهوم شود.
- ۳) یک تخته نقشه‌کشی 50×35 برای کار تهیه شود و بر روی آن
کاغذ نقشه‌کشی باقطع 297×420 نصب شود.
- ۴) کادر تابلو را برای هر مسئله از ری انداره‌های خواسته شده
در آن مسئله رسم کرد.
- ۵) عناصر داده شده در باره تابلو بر روی نقشه منتقل شود (اندازه
های کادرها به میلیمتر داده شده و ضمناً اولین رقم همیشہ نشان دهنده طول
صلح افقی آن است).
- ۶) هنگام رسم خطوطی که دارای نقطه گیری مشترک هستند، لازم
که سنجاقی بر روی نقطه پاد شده نصب کرده و هنگام کشیدن این خطوط، یک.

سر خطکش را به این سنجاق تکیه داد. این کار ما را از نقطه گذاری زیادبی نیاز می‌کند.

۷) هنگام کشیدن خطوط عمود و موازی برهم، از خطکش و گونیا استفاده شود (البته در نقشه ونه در پرسپکتیو).

۸) پاره خط‌های مستقیمی که اندازه‌های آن در مسئله داده شده بکم پرگار و خطکش میلیمتر دار رسم شود.

۹) تمام مراحل کار را فقط با مداد سخت "H" و بدون فشار انجام داد.

۱۰) هنگام کشیدن خطوط اصلی تصاویر، از مداد سرم B استفاده شود.

۲ - معانی شرطی عناصر تابلو

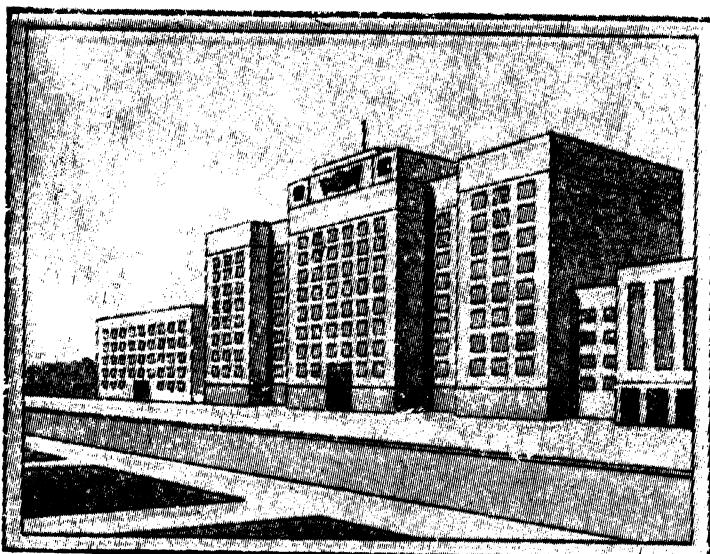
- | | |
|------------------------------------|---|
| ۱) KK | قاعده تابلو- |
| ۲) L | ارتفاع خطاطق (به میلیمتر-mm) |
| ۳) P | نقطه اصلی تابلو |
| ۴) D ₁ , D ₂ | نقطه‌های فاصله |
| ۵) F ₁ , F ₂ | نقطه‌های گریز جهات اصلی
(دواقع عمودبرهم) |
| ۶) S | نقطه دید |
| ۷) S ₅ | ارتفاع نقطه دید |

۳ - ابراز و لوارم ضروری

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| ۱) تخته نقشه کشی ۳۵ × ۵۰ cm | ۱) دو نوع مداد "H" و "B" |
| ۲) خطکش ۶۰ — ۵۰ | ۲) کاغذ نقشه کشی |
| ۳) گونیا | ۳) مداد پاک کن |
| ۴) پرگار | ۴) سنجاق‌های نازک |

خط افق . نقطه گریز . مسائل موضعی

مسئله ۱ - بناها (شکل ۱۷۲)



شکل ۱۷۲

عناصر معین تابلو -

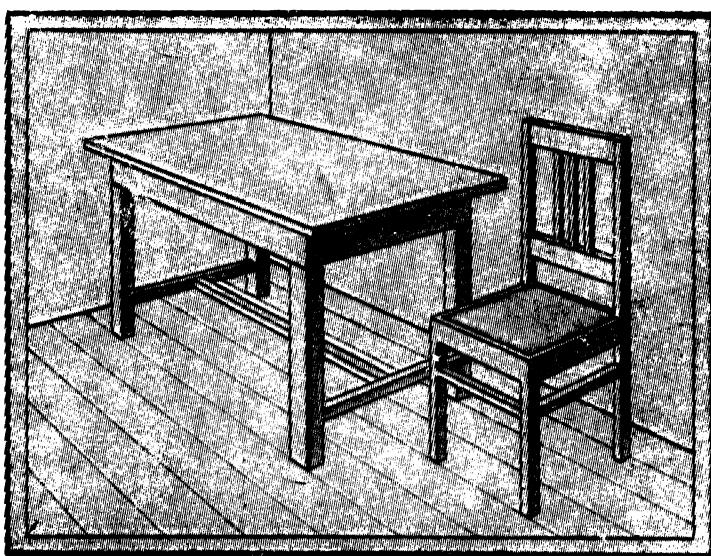
- ۱) KK ، ۲) L = ۲۵ — ۳۰ m m
- ۳) F_۱ F_۲ = ۳۵۰ — ۴۰۰ m m ، ۴) ۱۲۰ × ۹۰ m m = کادر

دستورات - ۱) نقاط F_۱ و F_۲ را در روی خط افق باید طوری قید کرد که
بکی از آنها (مثلاً F_۱) نزدیکتر، و دیگر دور تر از ضلع عمودی مربوطه کادر تابلو
واقع باشد.

۲) تناسب اندازه های قسمت های جداگانه بناها و تعریف پرسپکتیو
آنها را باید با چشم و تقریبی معین کرد.

مسئله ۲ - لوازمات و اثاثیه خانه، میز و صندلی

(شکل ۱۷۳)



شکل ۱۷۳

عناصر معین تابلو - ۱) K K ، ۲) L = ۱۵۰ m m ، ۳) $F_2 F_1 =$

$$= ۳۵۰ \div ۴۰۰ m m$$

$$120 \times 90 m m$$

کادر تابلو -

دستورات - باید فرض کرد که بلندی خط افق برابر با ارتفاع دید شخصی است که در روی کف اطاق تصویر ایستاده است. بدین علت هنگام ساختن ارتفاع اشیاء در تابلو، باید به اندازه های طبیعی ارتفاع اشیاء نامبرده نسبت بلندی قد انسان توجه کرد. ضمناً توجه کنید که در شکل اخیر، خط افق خارج از کادر واقع نمی شود.

سوالات راجع به مسئله ۲ -

از مجموع نقاط گریز خطوط مستقیم موازی، میتوان خط افق را بدست آورد چگونه این کار را می‌کنید؟ بویژه توسط کدام خطوط موازی میتوانند خط افق را معین کنید؟

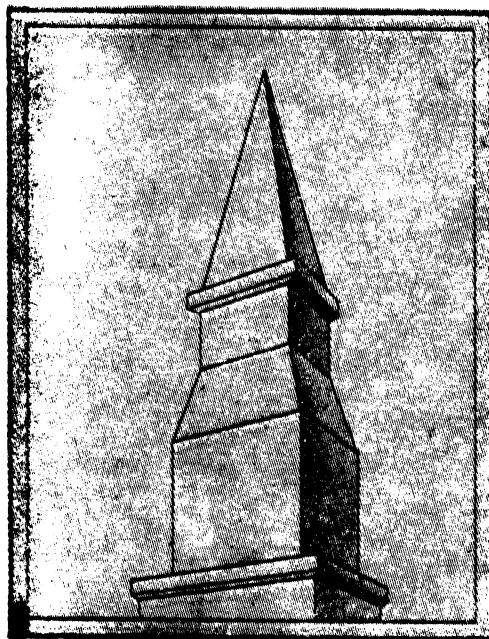
مسئله ۳ - برح . (شکل ۱۷۴)

۱) $K \cdot K$ ، ۲) $L = ۴۰ \text{ m} \text{ } m \cdot ۳$) $F_1 \cdot F_2$ عناصر معین تابلو -

$$= ۲۵۰ — ۳۰۰ \text{ m} \text{ } m$$

$$60 \times 80 \text{ m} \text{ } m$$

کادر تابلو -



شکل ۱۷۴

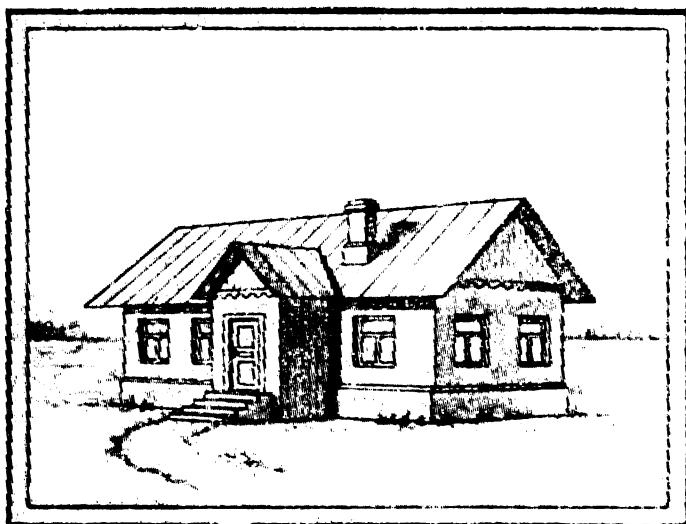
دستورات - ۱) خط افق را باید پائین تراز قاعده تابلو در نظر گرفت.

۲) نقاط F_1 و F_2 را باید در فواصل مختلفی از ضلع چپ (F_1) و ضلع راست (F_2) کادر تابلو انتخاب کرد.

باید خط مستقیم قائمی که محور تقارن برج مذکور بحساب می‌آید، رسم کرد و فرم اجسام هندسی را که تشکیل دهنده قسمتهای مختلف برج هستند، ساخت

سئوالات درباره مسئله ۳ -

- ۱) آیا در شکل ۱۷۴ میتوان موقعیت خط افق را با عمل ترسیمی معین کرد؟
 - ۲) چرا در شکل ۱۷۴ خط افق پائین تر از پائین ترین قسمت مشهود برج قرار دارد؟
 - ۳) تصویر برج از کدام اجسام هندسی تشکیل شده است؟
- مسئله ۴ - خانه یکطبقه، (شکل ۱۷۵)



شکل ۱۷۵

۱) $k \cdot k$ ، ۲) $L = ۳۰ \text{ m}$ $m \cdot ۳$) $F \cdot F =$ عناصر معین تابلو -
 $= ۳۵۰ \frac{۱}{۳} ۴۰۰ \text{ m ml}$.

دستورات.

- ۱) نقطه F_1 را دور تر از کادر و F_2 را نزدیک آن انتخاب کنید.
- ۲) طرح دو دیوار قسمت اصلی خانه را بصورت دو چهار گوشه (درواقع راست گوش) رسم کنید.
- ۳) دو قطر دیوار چهار گوش طرف راست را رسم کرده و از نقطه تقاطع آنها خط قائمی اخراج کنید. بر روی این خط نقطهای را با ارتفاع دلخواه خانه انتخاب کرده و آنرا به F_1 وصل کنید. این خط، خط تقاطع سطوح شیروانی و باصطلاح یال شیروانی را نشان میدهد.
- ۴) طرح شبیه های شیروانی را بسازید (به ۵، شکل ۲۷ نگاه کنید)
- ۵) تصویر بنای ورودی (و یا رختکن) را بسازید. (به ۸ و ۲۷ شکل ۶۱، ۶۲ نگاه کنید).
- ۶) اجزاء دیگر بنا چون بی، چهار چوب پنجره ها، سایبان بام، لوله بخاری، اجزاء جلوی در ورودی وغیره را بسازید.

سؤالات راجع به مسئله ۴ -

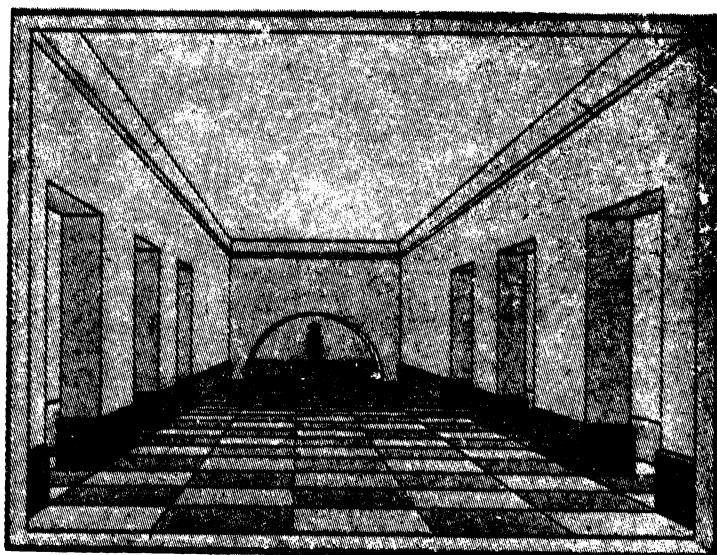
- ۱) چه نقطه ای در روی نابلو، نقطه گریز خط مستقیم نامیده میشود؟ نقطه گریز خط مستقیم با چه نقطه ای در فضا مطابقت می کند؟
 - ۲) چهار نقطه گریزی که برای ساختن شکل ۴ بکار رفته اند، کدامها هستند؟
 - ۳) آیا در نقشه شما دو خط راست وجود دارد که ۱) متقاطع باشند، ۲) موازی باشند، و ۳) متناصر باشند؟
- در روی تصویر، چیزهایی را که دلیل درستی جوابتان میشمارید، نشان دهید.

مسائل متری . نقطه فاصله .

مقیاس پرسپکتیوی

مسئله ۵ - نمای داخلی ایستگاه مترو (۱۷۶)

عناصر معین تابلو -
۱) K K ، ۲) P ، ۳) P D = ۱۶۰ m m کادر تابلو
 $120 \times 90 \text{ m m} +$
 $Ss = 1/5 \text{ m}$
 5 m پهانی، دهلیز
 20 m عق
 $4/5 \div 5 \text{ m}$ ارتفاع



شکا ۱۷۶

دستورات -

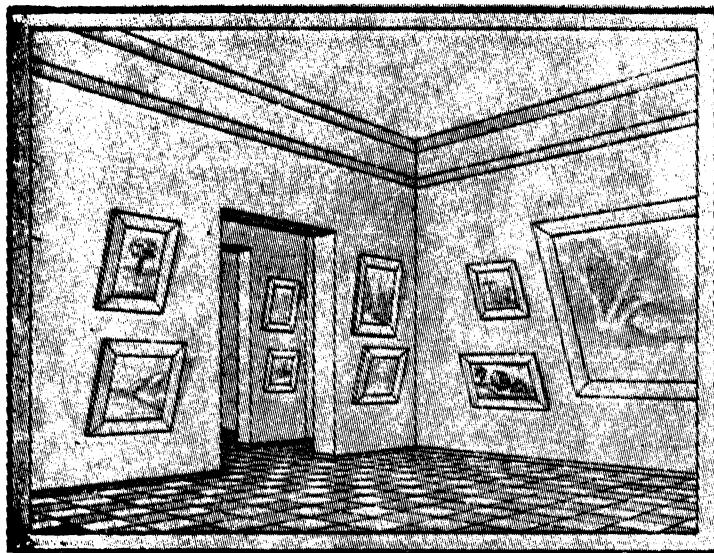
- ۱) فرض کنید که پهنهای دهلیز در روی تابلو $3 \times 2 \text{ m}$ بیشتر از طول ضلع پائینی کادر تابلو باشد. بنابر این در روی قاعده تابلو پاره خطی رسم کنید که برابر با طول پهنهای دهلیز باشد. این پاره خطرا به پنج قسمت برابر باهم تقسیم کنید (بنابر شرایط معین مسئله، هر قسمت نماینده یک مترخواهد بود) و این پاره خطرا بان تقسیمات روی آن بعنوان مقیاس خطی تابلو بکار برد.
- ۲) بر روی یکی از اضلاع طرفین کادر تابلو، بلندی نقطه دید را برابر با آنچه در مسئله خواسته شده ($Ss = 1/5 \text{ m}$) و با واحد مقیاس خطی علامت گذاشت و از آن نقطه، خطافق را بگذرانید. در روی خطافق نقطه اصلی P را در محدوده ثلث میانی خطافق وکمی متمایل بطرف چپ انتخاب کنید.
- ۳) با استفاده از آنچه در مورد شکل ۷۷ ($+ ۹$) شرح داده شده، اجزا مختلف شکل داخلی دهلیز را بسازید. پهنهای ستونها و فواصل بین آنها ۲ متر بگیرید، ارتفاع ستونها و همچنین کلفتی دیوار را بدلخواه انتخاب کنید.

سؤالات درباره مسئله ۵ -

- ۱) کدام عناصر تابلو باید قبل از مسئله معین باشند تا بتوان تصویری را در پرسپکتیو از روی اندازه های متری معین ساخت؟
- ۲) خطوط مستقیم واقع در فضا نسبت به سطح تابلو دارای چه وضعی خواهند بود اگر تصویر آن خطوط در پرسپکتیو T) به نقطه اصلی P برسند،
ب) به نقطه فاصله D برسند.

مسئله ۶ - شکل داخلی اطاق (شکل ۱۷۷)

- ۱) عناصر معین تابلو -
کادر تابلو .
ارتفاع اطاق 5 m ، عمق اطاق اول $7 \frac{1}{2} \text{ m}$
 $Ss = 1/5 \text{ m}$



شکل ۱۷۷

دستورات -

۱) بر روی امتداد (بطرف چپ) قاعده تابلو نقطه‌ای انتخاب کنید

از این نقطه عمودی بر قاعده تابلو اخراج کنید و بر روی این عمود نقطه‌ای را طوری انتخاب کنید که فاصله آن از قاعده تابلو $15 - 12 \text{ m}$ بیشتر از طول ضلع طرفین کادر تابلو باشد. پاره خط بdest آمده را بعنوان ارتفاع اطاق بکار برد و آنرا به پنج قسم تقسیم کنید (ارتفاع اطاق ۵ متر است) .

۲) با استفاده از مقیاس تابلو، خط افق را رسم کنید ($5 \times 1/5 \text{ m}$)

و نقطه اصلی P را در حدود ثلث میانی خط افق در داخل کادر تابلو انتخاب کنید. نقطه‌های فاصله D_1 و D_2 را بگذارید.

۳) بر روی سطح افقی واژ نقطه D خطی عمقی رسم کرده و با استفاده

از نقطه D ، نقطه‌ای را در روی این خط در عمق $8 \frac{1}{2} - 7$ متری از قاعده تابلو پیدا کنید. از این نقطه یک خط مستقیم عرضی رسم کرده و بر روی آن مناسب با کمپوزیسیون در نظر گرفته شده تابلو، نقطه‌ای را که باید راس بین دو یال پائینی اطاق باشد، انتخاب کنید.

۴) با استفاده از نقطه‌های فاصله D_1 و D_2 بعنوان نقاط گیریز جهات

اصلی (یعنی جهات عمود بر پکدیگر) ، یال های پائینی اطاق را رسم کنید .
 ۵) با استفاده از مقیاس تابلو ، یال مقابل قائم اطاق را ساختمودیا ل
 های بالائی را رسم کنید .

۶) دهن و روی باطاق عقبی را رسم کرده و اطاق نامبرده را نیز
 بسازید (اندازه ها بدلخواه است) .

۷) جدول بندی کف را با در نظر گرفتن اینکه تمام خانه ها در واقع
 مربع هستند ، بسازید . برای کشیدن تابلوهایی که از دیوار و با زاویه هائی
 نسبت بآن ، آویزانند ، اول باید موقعیت نقطه گیری خطوط افقی و متمایل
 تشکیل دهنده کادر تابلو ها را معین کنید .

سؤالات در باره مسئله ۶ -

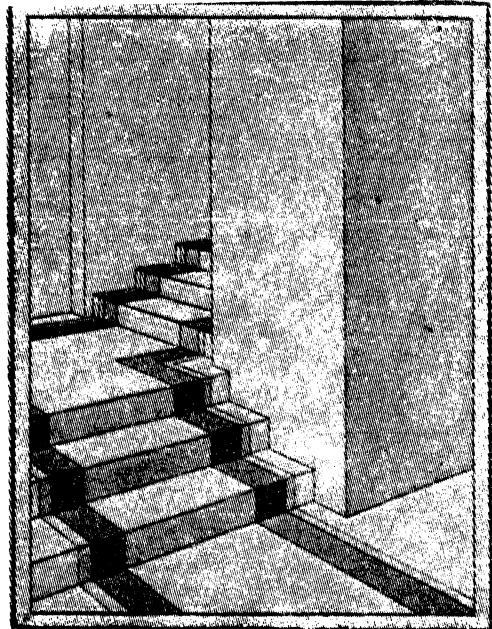
- ۱) چرا میتوانیم مطمئن باشیم که زاویه های بین یال های پائینی
 و همچنین بالائی اطاق ، در اصل زوایای قائم هستند ؟
- ۲) ثابت کنید که اقطار مربع های کف اطاق یا کف اطاق با باید موازی با قاعده
 تابلو باشند و یا در صورت امتداد به نقطه اصلی برسند .
- ۳) در صورتی که تابلوهایی که از دیوار آویزانند ، نسبت بآن دارای
 تعاملی باشند ، چرا میتوانیم ثابت کنیم که نقطه گیری اضلاع طرفین کادر هر
 تابلو در پائین خط افق قرار دارد ؟

مسئله ۷ - پله (شکل ۱۷۸)

عناصر معین تابلو - ۱) $K \cdot K \cdot ۲) L = ۱۰۰ \text{ m} \cdot ۱۰ \cdot ۳) P$ ،

۴) $P \cdot D = ۲۰۰ \text{ m} \cdot ۱۱ \text{ m} \cdot ۵) P \cdot F = ۲۵۰ \text{ m} \cdot ۱۰ \text{ m} \cdot ۶) ۳۰۰ \text{ m} \cdot n$

کادر تابلو
 عمق پله ها $4 / ۰ \text{ m}$ ، بلندی $۱۵ / ۰ \text{ m}$ ، و اندازه های مساحت پله ها $۲ \times ۲ \text{ m}^2$
 $Ss = ۲ \text{ m}^2$ است .



شکل ۱۲۸

دستورات -

- ۱) براهین و توضیحات لازم برای حل این مسئله در § ۱۰ شرح داده شده است.
- ۲) بعد از ساختن کادر تابلو، کشیدن خط افق و گذشتن نقطه های P ، F_2 ، نقطه دید منطبق \bar{S} را بسازید (به شکل ۱۵، § ۱۰ نگاه کنید)
- ۳) با ملاک قرار دادن شرایط تابلو رابطه عددی $S:J$ رامعین کرد و مقیاس تابلورا باتقسیمات آن، متناسب با $1/100$ بسازید.
- ۴) با استفاده از نقاط \bar{S} و F_2 ، نقطه J را طوری بسازید که زاویه $S F_1 J = 90^\circ$ باشد (به § ۱۰ شکل ۸۸ نگاه کنید).
- ۵) با استفاده از خط کش میلیمتردار نقطه های مقیاس M_1 و M_2 را باز (§ ۱۰ شکل ۵۵) از نقطه J خط قاعده پله اول را درجهت آزاد رسم کرد و انتهای طرف راست آنرا با A نشان بگذارید.

۶) نقطه A را بكمک M بروی قاعده تابلو منتقل کنید (به نقطه Am)
بر روی قاعده تابلو (در طرف چپ Am) با مقیاس معین تابلو عمیق دو پله و
مساحت پلکان ها را بسازید. بكمک نقطه M ، نقاط بدست آمده از تقسیمات را
بر روی خط AF منتقل کنید (§ ۱۰ ، شکل ۸۵) و از نقاط علامت گذاری شده
عمودهای اخرج کنید .

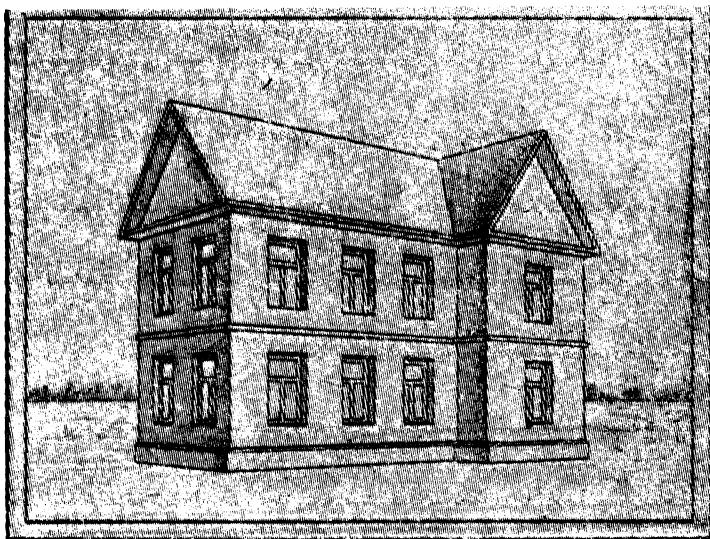
۷) خط AF را تا قاعده تابلو ادامه داده و بر روی خط عمودی
اخراجی از نقطه بدست آمده A ، ارتفاع سه پله را علامت گذارید. با
استفاده از نقطه F نمای جلویی پله ها را رسم کنید .
۸) با همین روش نیز و با استفاده از نقطه M طرح پله های بالائی
را بسازید .

۹) بكمک نقطه های F_۱ ، F_۲ ، M_۱ و M_۲ فرش روی پله ها (کناره) و
دیگر اجزاء تابلو را رسم کنید .
سوالات درباره مسئله ۷

- ۱) در مسئله ۷ چه روشی برای ساختن جهات اصلی تابلو بکار رفته
است ؟
نقطه دید منطبق چگونه در دستگاه تصویر یاب پیدا میشود و بر روی تابلو چگونه
بدست می آید ؟
۲) با استفاده از مقیاس خطی تابلو و عناصر آن ، پهنای واقعی
کناره را معین کنید .

مسئله ۸ - خانه دو طبقه (شکل ۱۲۹)

عناصر معین تابلو -
کادر تابلو -
بلندی ، طول و عرض خانه .
بلندی دیوار باله بام .
پهنای دیوار برآمده .
 $D = ۱۶۰ \text{ m}$ 200 m
 90×120
۱۲ ، ۱۲ ، ۵ m
۸ m
۵ m
SS = ۲ m



شکل ۱۲۹

دستورات -

- ۱) برای حل مسئله باید . ت) خط افق رسم شود . البته باید توجه داشت که تصویر بنای دو طبقه ارقطه دید Sg . بارتفاع دو متر ساخته میشود .
- ب) نقطه های P و D رسم شوند ، و) نقطه دید منطبق S ساخته شود ، گ) نقاط F و F رسم شوند ، و) نقاط M و M قید شوند .
- ۲) نقاط M و M باید برای ساختن پنجره های بنا مورد استفاده قرار گیرند و برای این کارخواستهای زیر باید مورد توجه باشد . ت) عرض تما م پنجره ها یکسان باشند ، ب) فواصل بین پنجره و ارتفاع آنان نیز برابر هم باشند .

سؤالات در مورد مسئله -۸

- ۱) چه روشی در مسئله فوق برای یافتن جهات اصلی در تابلو بکار

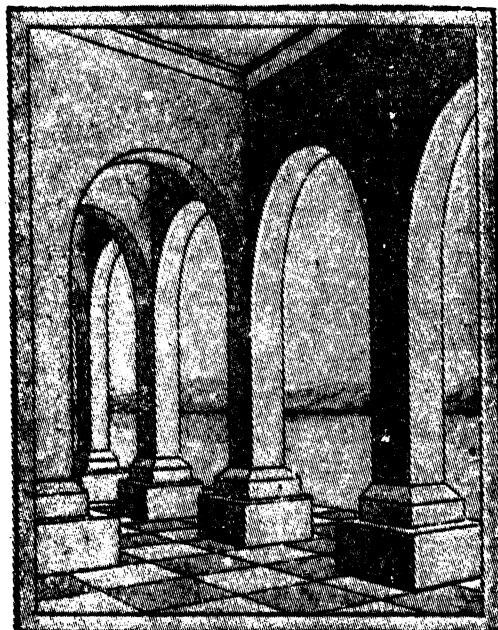
رفته است ؟ اندازه طبیعی زاویه های تمايل خطوط نمای اصلی و پهلوشی بنا را نسبت به قاعده تابلو چگونه باید معین کرد ؟
 ۲) باستفاده از مقیاس خطی ، اندازه برآمدگی قسمت برجسته بنا را در تابلو خود معین کنید .

مسئله ۹ - طاقهای مقوس (شکل ۱۸۰)

عناصر معین تابلو - ۱) K K ، ۲) L = ۴۵ m m ۳) P

۴) P D = ۲۰۰ m m

۹۰ × ۱۲۰	m m	کادر تابلو
۵	m	ارتفاع طاق ها
۳	m	پهنهای دهندها
۰/۵	m	کلفتی ستون ها
$Ss = ۱/۵ m$		



شکل ۱۸۰

- ۱) ضمن حاضر کردن کادر تابلو لازم است - T) خط افق کشیده شود، ب) نقطه های P و D مشخص شوند ، و) نقطه دید منطبق S ساخته شود، گ) نقطه (F_۱ F_۲ P = ۱۲۰ m m) آنطور که باید معین شود، د) نقطه (F_۱ S F_۲) معین شود، ی) موقعیت نقاط M و Q معین شود (نقطه گیری نیمساز زاویه بین جهات اصلی است).
- ۲) هنگام ساختن طاقها باید خط قائم وسطی هردهنه را رسم کرد و بر روی آن مرکز نیمدايره تشکیل دهنده طاق را قرار داد. روش های ساختن دایره در پرسپکتیو در § ۱۱ (شکل ۱۱۱ ، ۱۱۶ ، ۱۱۷) توضیح داده شده‌اند.

سئوالات مربوط به مسئله ۹

- ۱) خط قائم میانی هر دهنه راچگونه رسم کرده اید؟ باچه روش ترسیمی طول شعاع دایره طاق ها معین شده است؟ مراکز کمان های طاقها چگونه معین شده‌اند؟
- ۲) ضمن ساختن پایه های چهار گوش ستون ها، از نقطه Q چگونه استفاده شده است؟

ساختن پرسپکتیو از روی پلان معین

مسئله ۱۰ - اطاق باثاثیه (شکل ۱۸۱)

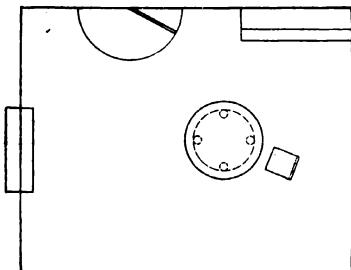
عناصر معین تابلو -

کادر تابلو

1) K K' ۲) P P' ۳) P D = ۲۲۰ m m
 $160 \times 120 \text{ m m}$

دستورات -

- ۱) پلان اطاق را بطور مستقل معین کنید. اثاثیه اطاق را بدلخواه انتخاب و تنظیم کنید.

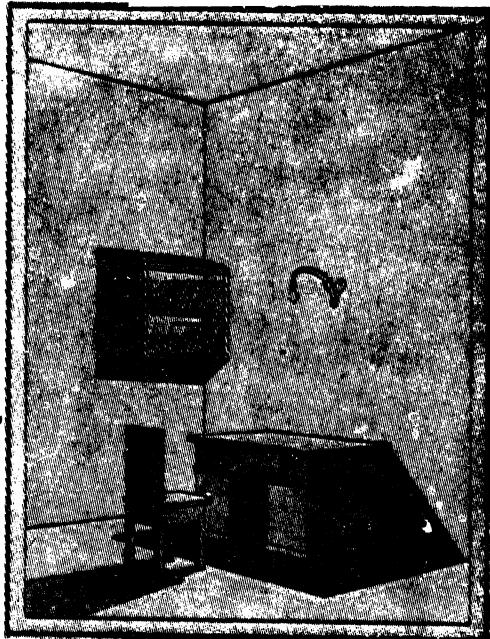


شکل ۱۸۱

۲) توضیحات ضروری درمورد حل این مسئله در ۱۰ (شکل ۱۰۵ و ۱۱۱) آمده است.
ساختم سایه ها

مسئله ۱۱ - سایه های لامب (شکل ۱۸۲)

۱) $\text{KK} \cdot ۲ = P \cdot ۳$) $P = ۲۰۰ \text{ m m}$ مناصر معین نایبلو
 $۹۰ \times ۱۲۰ \text{ m m}$ کادر نایبلو
 $\text{ بلندی } ۳/۵ \text{ m} \cdot \text{ عمق } ۳ \text{ m}$ اندازه های اطاق.
 $Sg = ۱/۵ \text{ m}$



شکل ۱۸۲

دستورات -

- ۱) باستفاده از شکل عرضه شده بعنوان نمونه، شکل اطاق را مستقلابانتخاب خود (با اثاثیه آن و منبع نور رسم کنید).
- ۲) باستفاده از توضیحات § ۱۲۱ (شکل ۱۳۱ ، ۱۳۲ ، ۱۳۳) سایه اشیاء اطاق راکه از منبع نور حاصل شده، بسازید.
- ۳) سطوحی راکه در زیر سایه های اقتان و خاص قرار دارند ها شوربزنید

سؤالات راجع به مسئله ۱۱

- ۱) مسئله ساختن سایه ها در تمرین اخیر بحل کدامیک از مسائل ساده موضعی منجر می شود ؟ (به § ۷ نگاه کنید) نمونه های حل مسائل موضعی را در تمرین ۱۱ نشان دهید.
- ۲) آیا در مسئله حاضر، حل مسائل متغیر ضرورت دارد ؟ در حین عمل کدام عناصر ناپلورا یايد به معینات موجود ناپلورا اضافه کرد ؟

مسئله ۱۲ - سایه خورشیدی (شکل ۱۸۲)

- عناصر معین ناپلورا -
- ۱) $K \cdot K \cdot ۲(L = ۶۵ \text{ mm}) \cdot P$
- ۴) $P \cdot D = ۲۰۰ \text{ m m}$
- $S \cdot s = ۲ \text{ m}$
- 120×90
- کادر ناپلورا .

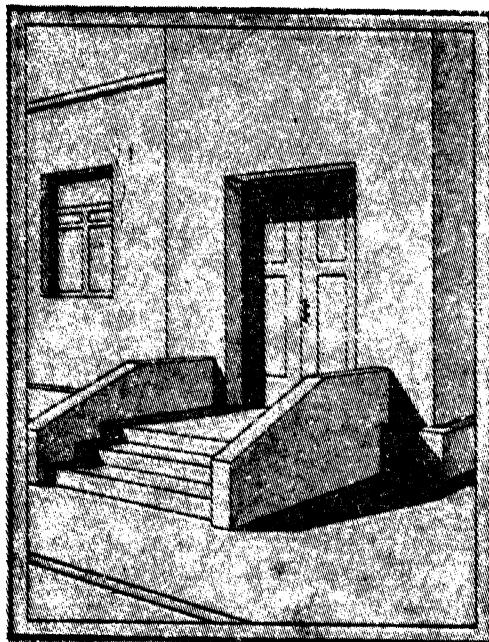
دستورات .

- ۱) بر روی برگ علیحده ای طرح موضع را رسم کنید (طرح باید از تصویری که در شکل ۱۸۲ رسم شده، متمایز باشد). اندازه های طبیعتی موضوع و اجزاء آنرا معین کنید .

۲) قادر تابلو را ساخته و خط افق را رسم کنید، نقطه های M و N را قید کنید. نقطه های S ، T ، F و M را ساخته و مقیاس خطی تابلو را مینویس و رسم کنید.

۳) سایه ها را ساخته، جهت نقاط گریز ساعع های خورشیدی را طوری انتخاب کنید که بکمک سایه ها، برجستگی های اجسام موضوع بهترین وجهی در تابلو نمایان شود.

۴) سایه های خاص و افتان را هاشور بزنید.



شکل ۱۸۳

سؤالات راجع به مسئله ۱۲

- ۱) کدام معلومات اولیه را باید در دست داشت تا سایه افتان جسمی را اولاً ، در نور خورشیدی ، و ثانیا در نور مصنوعی ساخت ؟
- ۲) در مسئله ۱۲ راه حل ترسیمی این مسائل چگونه است ؟ (۰.۰۰۰۰۰۰)
- بر خورد خطراست با صفحه ، ب) بر خورد دو صفحه .

مسئله ۱۳ - بزرگ کردن نابلو

عناصر معین نابلو - یکی از اختال مربوط به مسائل حل شده قبلی را انتخاب کنید.

دستورات -

۱) برای کار یک تخته نقشه کشی باندازه یکبرگ کامل نقشه کشی لازم است .

۲) نقشه انتخابی و کادر نابلو باید ۲ - ۳ دفعه بزرگ شوند .

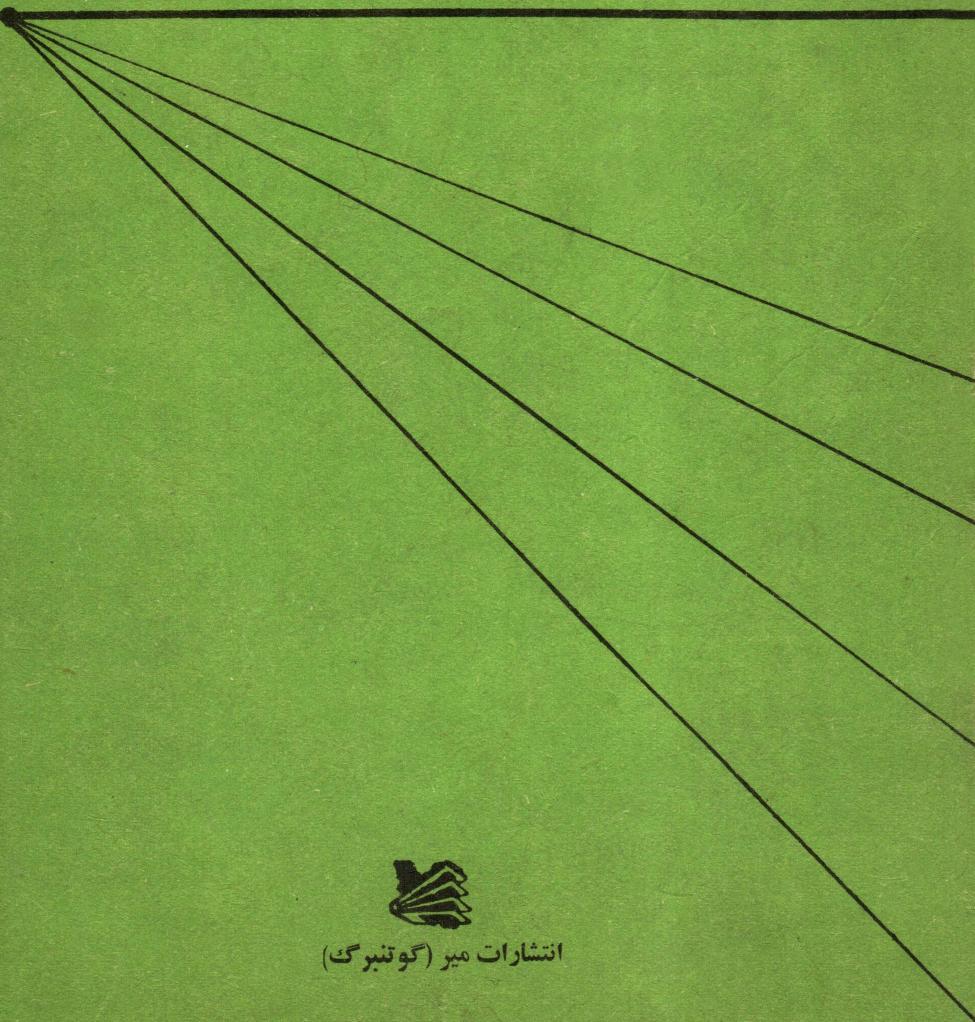
۳) بزرگ کردن نقشه را باید با روشنی که در § ۱۵ (شکل ۱۶۰ ، ۱۶۱ ، ۱۶۲) شرح داده شده، انجام داد. در ضریب تشابهی که برابر با عدد کامل ۲ - ۳ باشد، بهتر است برای بزرگ کردن پاره خط های مستقیم "اصل" از پرگار استفاده شود.

اگر یکی از انتهایهای پاره خط د روی نابلو معین است در اینصورت، ساختن این پاره خط باید با کشیدن خطی موازی با پاره خط اصلی و نشان کردن انتهای دیگر پاره خط بزرگ شده، توسط پرگار عملی شود.

۴) بعد از اتمام عمل، شکل بزرگ شده را میتوان با مدد پر رنگتر و یا با آب و رنگ مشخص تر کرد.

پایان

بها ٣٠٠٠ ریال



انتشارات میر (گوتنبرگ)