متحرک‌سازی دوبعدی

رشتهٔ پویانمایی (انیمیشن)

گروه هنر

شاخهٔ فنی و حرفه ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

۱۳۹۶

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: متحرک سازی دو بعدی - ۲۱۰۶۵۳

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: مهسا سامانی، عابد اسمعیل نتاج، مرضیه میثمی آزاد، محبوبه کریمی نژاد، محسن شکرطلب، مریم یگانه، مرتضی کریمی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مهسا سامانی فصل (۱)، عابد اسمعیل نتاج فصل (۲)، مرضیه میثمی آزاد فصل (۳)، محبوبه کریمی‌نژاد فصل (۴)، محسن شکرطلب (۵) (اعضای گروه تألیف) ـ نجمه مرادی (ویراستار علمی) ـ عزت‌الله خیرالله (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: ساراکاوه (طراح جلد) ـ بهار محمدزاده شمخال (صفحه‌آرا)ـ محسن شکرطلب (رسام) ـ ادریس ارمغانی (انتخاب و ویرایش تصویر) ـ مریم یگانه (مدیر هنری و طراح آیکون) ـ سیمین علی عسکری و ادریس ارمغانی (بازبینی نهایی) ـ اسماعیل مسکرانیان (طراح شروع فصل و رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب سایت: www.chap.sch.ir

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش) **تلفن :**۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰/
صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ ونشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اوّل ۱۳۹۶

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۰ – ۲۸۸۶ – ۰۵ – ۹۶۴ – ۹۷۸ **ISBN 978 - 964 - 05 - 2886-0**

2D Animation Design

فهـرست

فصل اول: متحرک‌سازی درهم تنیده

- فیزیک حرکت در پویانمایی ۳
- خطای دید ۱۰
- فریم ۱۲
- پویانمایی کامل و محدود ۱۳
- زمان‌بندی ۱۶
- حرکات تندشونده و کندشونده ۲۰
- فشردگی و کشیدگی ۱۸
- قوس‌ها ۲۲
- پیش‌حرکت ۲۴

فصل دوم: متحرک‌سازی مفصلی

- مرکز ثقل ۲۹
- افتادن و بلندشدن مفصل ۳۶
- مفصل دوتایی ۳۹
- مفصل سه‌تایی ۴۰
- ترکیب مفصل و توپ ۴۴
- پرواز پرنده ۴۶
- درگیری مفاصل از دو منبع نیروی ۴۸
- حرکت آویزان ۵۱
- حرکت پرچم و مو ۵۲
- تاب خوردن کودک ۵۵

فصل سوم: متحرک‌سازی ترکیبی انسانی

- راه رفتن ۵۹
- متحرک‌سازی دست‌ها هنگام راه‌رفتن ۶۴
- متحرک‌سازی کامل راه‌رفتن در ۸فریم ۶۵
- متحرک‌سازی کامل راه‌رفتن در ۱۶فریم ۶۶
- اتصالات و دنباله‌ها ۶۷
- دویدن ۶۸
- پریدن ۷۱
- راه‌رفتن با خوشحالی ۷۳
- راه‌رفتن با ناراحتی ۷۵
- توقف، شروع حرکت، توقف ۷۷

فصل چهارم: بازی‌سازی موقعیتی

- بازیگری و طراحی حس‌های اصلی ۸۳
- تغییر حالات ثابت صورت ۸۸
- تغییر حالات چرخشی صورت ۹۳
- لیپ‌سینک(هماهنگی صدا و لب) ۹۷
- بازی‌سازی گفت‌وگو (دیالوگ) و اجرا ۱۰۰
- بازیگری و طراحی حس‌های اصلی ۱۰۳
- بازی هم‌پوشانی ۱۰۴

فصل پنجم: اجرای حرکات ترکیبی

- حرکت ترکیبی ۱۱۵
- حرکت توپ در پرسپکتیو ۱۲۳
- حرکت دوّار توپ ۱۲۷
- راه رفتن از رو به‌رو ۱۳۲
- راه رفتن از پشت ۱۳۶

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته پویانمایی (انیمیشن) طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تالیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب های کارگاهی می باشد که برای پایهٔ دهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی های این کتاب می باشد. هنرآموزان گرامی می بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان ها است. از ویژگی های دیگر این کتاب طراحی فعالیت های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می گیرد. شما می توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت های یادگیری و تمرین ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید.

کتاب شامل پودمان های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «متحرک‌سازی درهم تنیده» که برای درک درستی از وزن در پیاده‌سازی حرکت به مفاهیم ابتدایی فیزیک حرکت و قوانین پویانمایی مرتبط با آن پرداخته می شود.

پودمان دوم: با عنوان «متحرک‌سازی مفصلی» برای درک صحیح از پیاده‌سازی حرکات ترکیبی به متحرک‌سازی مفاصل پرداخته می‌شود.

پودمان سوم: با عنوان «متحرک‌سازی ترکیبی انسانی» برای درک ابتدایی‌ترین حرکات شخصیت به راه‌رفتن انسان و انواع آن پرداخته می‌شود.

پودمان چهارم: با عنوان «بازی‌سازی موقعیتی» به اهمیت و تأثیر میمیک شخصیت بر جذابیت متحرک‌سازی پرداخته می‌شود و بازی‌سازی و حالات چهره آموزش داده می‌شود.

پودمان پنجم: با عنوان «اجرای حرکات ترکیبی» حرکت ترکیبی در یک چهارپا (سنجابک) و پرسپکتیو در حرکات آورده شده است.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی متحرک‌سازی شخصیت انسانی
- شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه
- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها
- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب دومین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته پویانمایی (انیمیشن) تألیف شده است و شما در طول دو سال تحصیلی پیش رو چهار کتاب کارگاهی و با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی متحرک‌سازی دو بعدی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تالیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

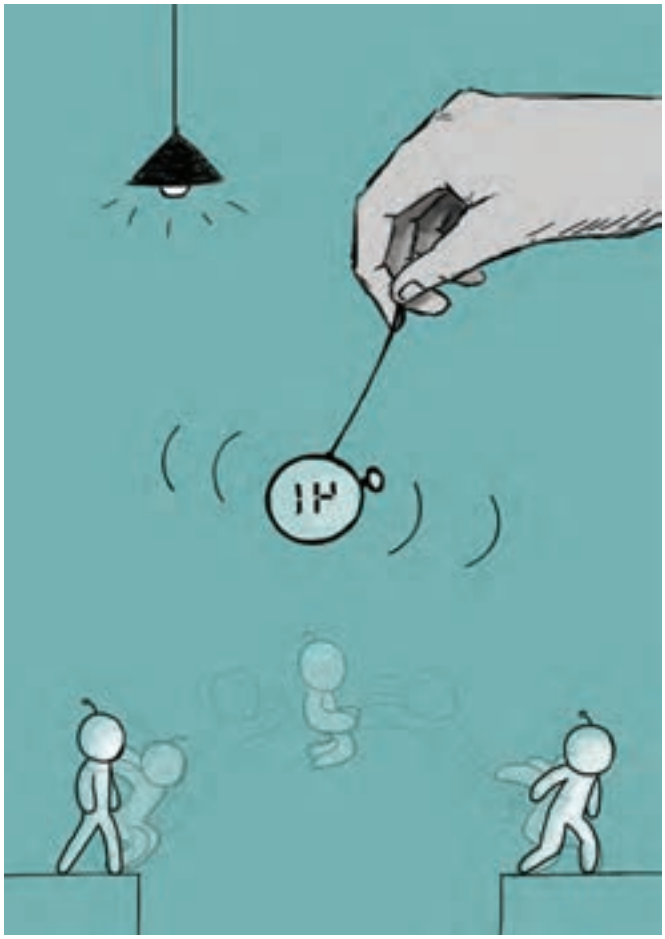
فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

فصل اول

متحرک‌سازی درهم تنیده



واحد یادگیری ۱

شایستگی: متحـرک‌سازی ذهنی

آیا تا به حال پی برده‌اید:

- چه چیزی باعث حرکت یک جسم و تغییر سرعت آن می‌شود؟
- کدام قوانین فیزیکی حرکت در پویانمایی باعث جذابیت حرکت می‌شود؟
- علت تفاوت سرعت حرکت اجسام با شخصیت‌ها در چیست؟
- یک فیلم، مجموعه‌ای از تصاویر ثابت است؟
- عامل شباهت حرکات یک شخصیت به حرکات طبیعی در چیست؟
- چه چیزی در متحرک‌سازی یک شخصیت، وزن را نشان می‌دهد؟
- در متحرک‌سازی فانتزی یک شخصیت، مفاهیم جاذبه و انعطاف را چگونه می‌توان نمایش داد؟

هدف از این واحد یادگیری:

- هنرجویان در این واحد یادگیری با قوانین مؤثر در حرکت اجسام آشنا می‌شوند و با تحلیل و بررسی آن‌ها در نمونه‌های موردی و فعالیت‌های خواسته شده تأثیرات آن‌ها را در متحرک‌سازی فرا می‌گیرند.

استاندارد عملکرد:

- هنرجویان در استفاده از قوانین فیزیک حرکت و تأثیرات آن‌ها بر قوانین کلاسیک پویانمایی توانایی خواهند یافت.

فیـــزیک حرکت در پویانمایی

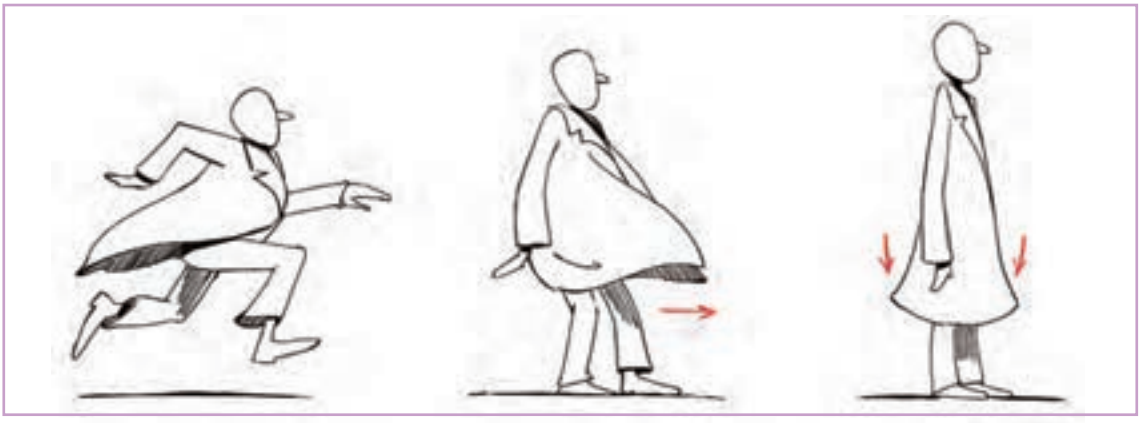
• فکر کنید: **آیا می‌دانید هر جسم با هر سرعتی می‌تواند حرکت کند و عوامل زیادی بر آن حرکت متأثر است؟!**

پویانمایی یعنی حرکت و حرکت یعنی پویانمایی؛ پویانمایی بدون حرکت معنایی ندارد و یک انیماتور نیازمند درک درستی از حرکت است؛ به عنوان یک انیماتور وظیفه شما حرکت دادن اجسام است، بنابراین درک نحوهٔ حرکت اجسام بسیار مهم است. عوامل زیادی بر حرکت یک جسم تأثیر می‌گذارد و یک انیماتور با دانستن این عوامل می‌تواند نظر مخاطب خود را تأمین کند. اگر چه برای یک انیماتور دانستن همهٔ قوانین فیزیک لزومی ندارد؛ اما توجه به قوانین ابتدایی آن ضروری می‌باشد.

حرکت در فیزیک به معنی تغییر مکان جسم در بازهٔ زمانی است که از نیرو ناشی می‌شود و با مفاهیم جاذبه، سرعت، شتاب، جابه‌جایی و زمان مرتبط است. عواملی که بر فیزیکِ حرکت در پویانمایی تأثیرگذار هستند عبارت‌اند از: قانون اینرسی، نیرو و شتاب، عمل و عکس‌العمل، جاذبه و جرم اجسام و مرکز ثقل.

قانون اینرسی (لَختی)

اینرسی خاصیتی از یک جسم است که در برابر تغییر سرعت یا جهت حرکت جسم مقاومت می‌کند. در واقع تمایل اجسام به حفظ حالت قبلی را اینرسی گویند. قانون اول نیوتن می‌گوید یک جسم ساکن یا در حال حرکت در خط مستقیم در همان حالت باقی می ماند مگر آن‌که نیروی خارجی به جسم وارد شود. اینرسی در پویانمایی باعث به وجود آمدن قوانین دنبالهٔ حرکت (Follow through) و هم‌پوشانی (Overlapping action) از قوانین دوازده‌گانه پویانمایی می‌شود.

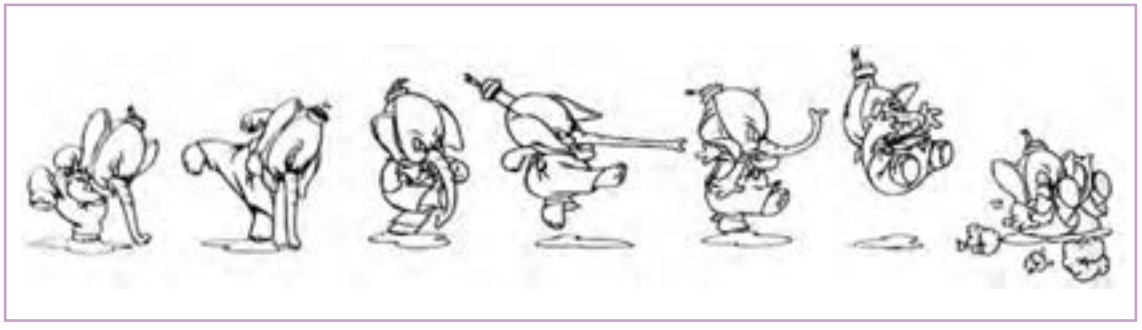


● نکتــه: **حرکت لباس‌ها و موهای شخصیت‌ها در پویانمایی از قوانین اینرسی تبعیت می‌کنند.**

به عنوان مثال همان‌طور که در تصویر می‌بینید اگر خرگوشی در حال پریدن است طبیعتاً گوش‌های او در زمانی که پاهایش به زمین رسیده، با کمی تأخیر، حرکت کلی خرگوش را دنبال می‌کند و متمایل به بالا است، سپس گوش‌ها به سمت پایین خم می‌شوند و در نهایت از حرکت باز می‌ایستند.



● نکتــه: **درهم‌پوشانی حرکت، اجزای مختلفی از بدن شخصیت یا موضوعی در حال حرکت، حرکت کرده و باز می‌ایستند.**



تأثیر قانون اینرسی باعث هم‌پوشانی در حرکت خرطوم فیل شده است.

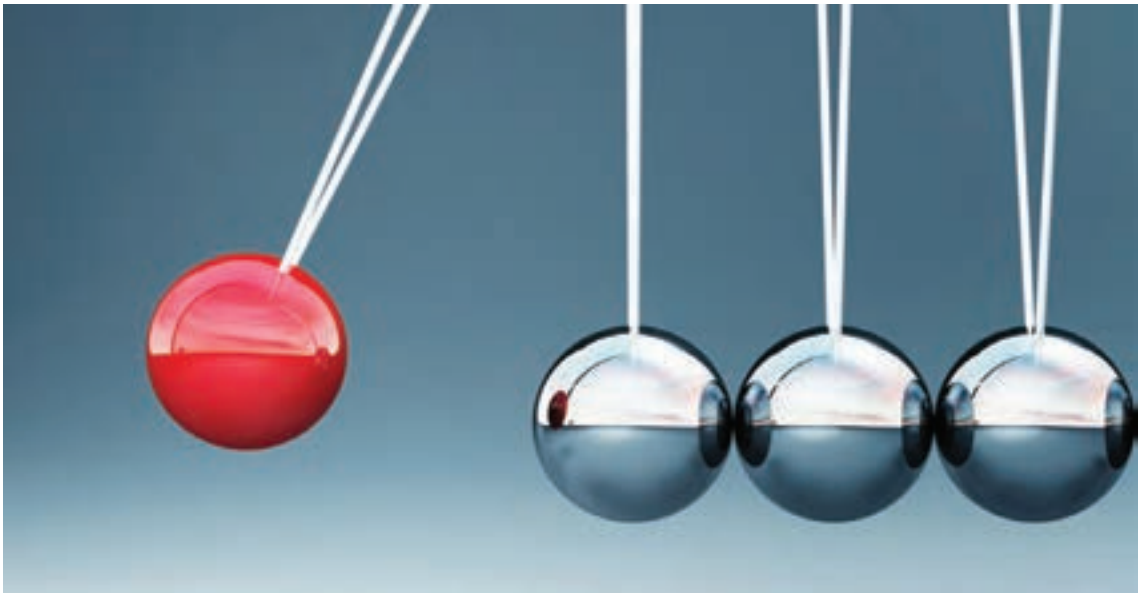
● گفت‌وگو: **یک پویانمایی کوتاه در کلاس نمایش دهید و قانون اینرسی را در آن بررسی کنید**

• **فعالیت: از پویانمایی‌هایی که دیده‌اید موارد مربوط به قانون اینرسی را عکس (اسکرین‌شات) بگیرید و به صورت یک مجموعه تحویل دهید.**

نیـــرو و شـــتاب

• **فکر کنید: آیا تا به حال فکر کرده‌اید که چه چیزی باعث حرکت یک جسم و تغیر سرعت آن می‌شود و یا کدام قوانین فیزیک در پویانمایی باعث جذابیت حرکت می‌شوند؟**

اولین قانون حرکت (اینرسی) به ما می‌گوید: جسم ساکن تمایل دارد حالت سکون خود را حفظ کند؛ به معنای ساده‌تر، یک جسم، ساکن باقی می‌ماند تا زمانی که نیرویی آن را به حرکت درآورد و زمانی که شروع به حرکت کرد به حرکت خود ادامه می‌دهد تا اینکه در مقابل نیروی دیگری قرار بگیرد، بنابراین نیرو باعث حرکت می‌شود.



• **فعالیت: حداقل در پنج فریم ادامه حرکت تصویر بالا را طراحی کنید .**

وقتی نیرو برجسم وارد شد سرعت آن به صورت افزایشی تغییر می‌کند این تغییر سرعت، «شتاب» نام دارد. شتاب می‌تواند به هر دو صورت عمل کند شما می‌توانید به جسمی شتاب دهید تا سرعت آن افزایش یابد یا می‌توانید درجهت مخالف حرکت آن، نیرو وارد کنید تا سرعت آن کاهش یابد. وقتی یک جسم شتاب می‌یابد به این معناست که آن جسم تندتر و تندتر حرکت می‌کند تا زمانی که اعمال نیروی آن متوقف شود. نیروها همچنان می‌توانند برای شتاب دادن به جسم، در جهت تغییر مسیر حرکت آن استفاده شوند و وقتی که نیرو متوقف می‌شود، جسم تمایل دارد به حرکت خود ادامه دهد (قانون اینرسی).



مثلاً وقتی سورتمه با سرعت یکنواخت در راه است برآیند نیروهای آن صفر است ولی به محض این‌که با هُل‌دادن، نیروی بیشتری به آن وارد شد شتاب آن نیز بیشتر می‌شود، بنابراین برای این‌که شتاب آن کمتر شود باید با نیروی دیگری، مانند برخورد با مانع یا کشیده شدن از جانب نیروی مخالف برخورد کند تا شتابش کم شود. اصطکاک از نیروهای مخالفی است که از شتاب می‌کاهد؛ مانند تصویر سورتمه، در جایی که شیبی وجود نداشته باشد اصطکاک باعث کم‌شدن شتاب می‌شود.



• گفت‌وگو: یک پویانمایی کوتاه در کلاس نمایش دهید و تغییر شتاب جسم را به وسیلهٔ نیروها در آن بررسی کنید.



• فعالیت: از اِعمال نیرو بر یک شخصیت و تغییرات شتاب در پویانمایی‌هایی که دیده‌اید عکس (screen shot) بگیرید.

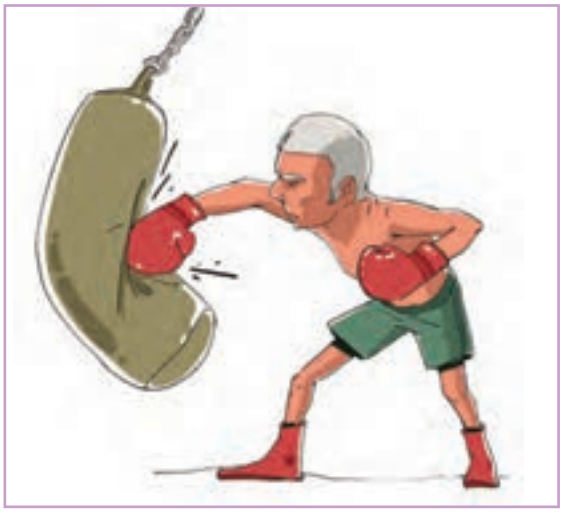
عمـــل و عکس‌العمل

• فکر کنید: **اگر به یک جسم، نیرو وارد کنید در موقعیت آن چه تغییری ایجاد می‌شود؟**

طبق این اصل تمام نیروها به صورت جفت وجود دارند یعنی اگر بر جسمی نیرو وارد کنید آن جسم نیز به شما نیرو وارد می‌کند، پس برای هر عملی عکس‌العملی برابر با آن و در جهت مخالف آن وجود دارد. برای مثال دو جسم را در نظر بگیرید که یکی به دیگری برخورد می‌کند، جسمی که در حرکت است، نیرویی به جسم ساکن وارد می‌کند و موجب شتاب گرفتن و حرکت آن می‌شود. اما جسم متحرک نیز نیرویی از جانب جسم ساکن دریافت می‌کند که باعث کم شدن شتاب و یا حتی حرکت آن به عقب می‌شود.

مثلاً در یک پویانمایی، وقتی شخصیت مشتی محکم به کیسه بوکس می‌کوبد عکس‌العمل کیسه این است که عقب می‌رود و با شتاب بیشتری به شخصیت برخورد می‌کند و بازی‌سازی مناسبی برای متحرک‌سازی شخصیت ایجاد می‌کند.





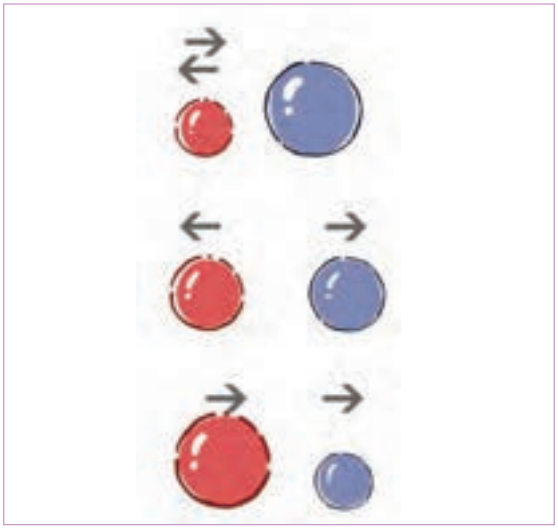
• گفت‌وگو: **با نمایش یک پویانمایی کوتاه، عمل و عکس‌العمل را در کلاس تحلیل و بررسی کنید.**

• فعالیت: **در میان پویانمایی‌هایی که دیده‌اید از مواردی که به عمل و عکس‌العمل مربوط است عکس (screen shot) بگیرید.**

جاذبــه و جرم اجسام

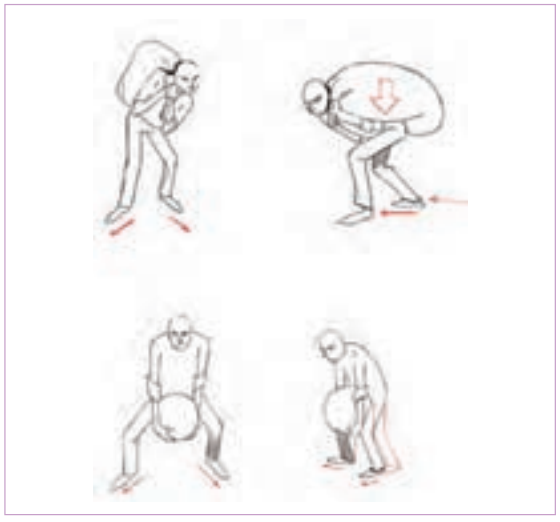
- فکر کنید: **آیا هر جسم با هر سرعتی می‌تواند حرکت کند؟**
- فکر کنید: **علت تفاوت سرعت حرکت اجسام با شخصیت‌ها در چیست؟**

مقاومت جسم را در برابر شتاب در هنگام اِعمال نیرو «جرم» می‌گویند. میزان سرعت حرکت اجسام، به جرم آنها بستگی دارد در مثال برخورد دو جسم با یکدیگر و انتقال نیروهای وارده به هم، میزان عقب‌گرد جسم، رابطهٔ معکوس با جرم آن دارد یعنی هر چه جرم جسم بیشتر باشد میزان عقب‌گرد آن کمتر است. در واقع هر چه جسم سنگین‌تر باشد بیشتر در مقابل حرکت مقاومت می‌کند.



فرض کنید جسم قرمز، متحرک و جسم آبی، ثابت است.

- وقتی جسم قرمز جرم کمتری نسبت به جسم آبی داشته باشد هنگام برخورد با جسم آبی، از طرف آن نیرو دریافت می‌کند و تغییر جهت می‌دهد.
- وقتی هر دو جسم، جرم یکسانی داشته باشند هنگام برخورد؛ جسم آبی شروع به حرکت می‌کند و جسم قرمز تغییر جهت می‌دهد.
- وقتی جسم قرمز، جرم بیشتری نسبت به جرم آبی داشته باشد؛ هنگام برخورد هم به حرکت خود ادامه می‌دهد و هم باعث حرکت جسم آبی می‌شود.



این قانون از فیزیک در پویانمایی در اکثر حرکات مانند هنگام جابه‌جایی اجسام یا بلند کردن آن‌ها، زمین‌خوردن یا حتی راه‌رفتن و... دیده می‌شود.

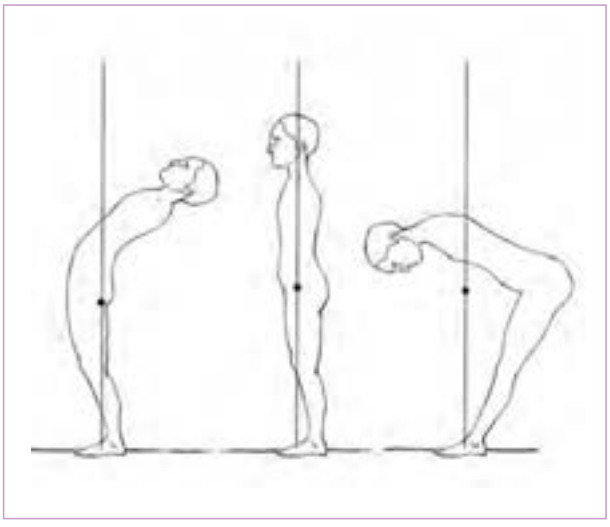
جاذبه بر روی وزن تأثیر می‌گذارد به طوری که اگر در جایی جاذبه نباشد مشابه وضعیتی خارج از جو زمین، اجسام در فضا معلق هستند. جاذبه از طرف زمین بر اجسام وارد می‌شود و آن‌ها را به سمت خود می‌کشد؛ در نتیجه یک جسم هنگام سقوط، هرچه به زمین نزدیک‌تر می‌شود شتاب آن هم افزایش می‌یابد.

• گفت‌وگو: یک پویانمایی کوتاه در کلاس نمایش دهید و مواردی را که به جرم و جاذبه مربوط است بررسی کنید.

• فعالیت: از پویانمایی‌های‌ی که دیده‌اید؛ مواردی که مربوط به جرم و جاذبه است عکس (اسکرین‌شات) بگیرید و به صورت یک مجموعهٔ تصویری ارائه نمایید.

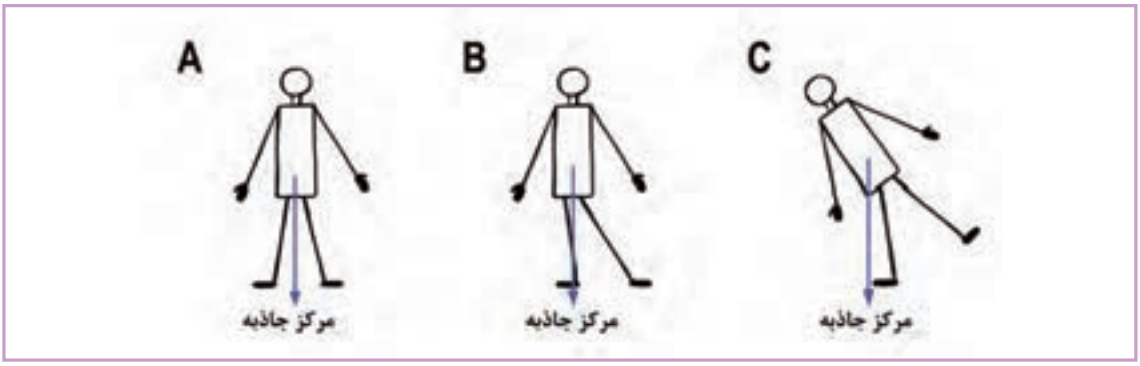
مرکز ثقـــل (گرانیگاه)

مرکز ثقل، نقطهٔ مشخصی است که در اکثر اجسام به گونه‌ای عمل می‌کند که گویی همهٔ جرم آن، در آن نقطه متمرکز است. مرکز ثقل در واقع نقطه‌ای است که نیروی جاذبهٔ وارده از زمین، در آن‌جا متمرکز می‌شود. مرکز ثقل به صورت پیش‌فرض باید در مرکز جسم باشد، اما محل قرارگیری آن بستگی به فیزیک جسم دارد برای مثال مرکز ثقل در توپ بدمینتون به سرِ گرد آن نزدیک‌تر است.



• نکتـــه: مرکز ثقل، لزوماً یک نقطه ثابت در یک جسم نیست و با توجه به تغییر فرم در جسم، موقعیت آن هم تغییر می‌کند. در نتیجه مرکز ثقل در انسان با توجه به تغییر حالتش جابه‌جا می‌شود.

برای یک متحرک‌ساز دانستن مرکز ثقل می‌تواند به حفظ تعادل شخصیت در متحرک‌سازی آن کمک کند برای مثال وقتی یک شخصیت روی یک پا بایستد مرکز ثقل آن در پایِ روی زمین قرار دارد.



• گفت‌وگو: **یک پویانمایی کوتاه در کلاس نمایش دهید و مواردی که به مرکز ثقل مربوط است را بررسی کنید.**

• فعالیت: **از پویانمایی‌هایی که دیده‌اید؛ مواردی که مربوط به مرکز ثقل است را عکس (اسکرین‌شات) بگیرید و به صورت یک مجموعه تصویری ارائه نمایید.**

خطای دیـد

تماشای فیلم با دیدن تابلوی نقاشی یا نمایش صحنه‌ای تفاوت دارد. فیلم، توهمی از حرکت تصاویر ارائه می‌دهد. چه چیزی این حس تصاویر متحرک را خلق می‌کند؟

«خطای دید» به احساس دیدن تصاویری گفته می‌شود که فریبنده یا گمراه کننده هستند. در این حالت اطلاعاتی که به وسیلهٔ چشم جمع‌آوری شده و توسط مغز پردازش می‌گردند، منجر به درک تصویری می‌شود که با واقعیتِ آن تصویر تطابق ندارد. سیستم بینایی ما طوری تنظیم شده است که بتوانیم در محیطی سه‌بعدی و سرشار از نور، سایه، رنگ، بافت و اشیا، اَشکال متنوع و متعددی را در فواصل دور و نزدیک ببینیم. بسیاری از ما بدون توجه به اینکه ایجاد تصویری صحیح از جهان اطراف ما برای سیستم بینایی و مغز چه عملیات پیچیده‌ای به همراه دارد، دیدن را امری ساده و پیش‌پا افتاده تلقی می‌کنیم.

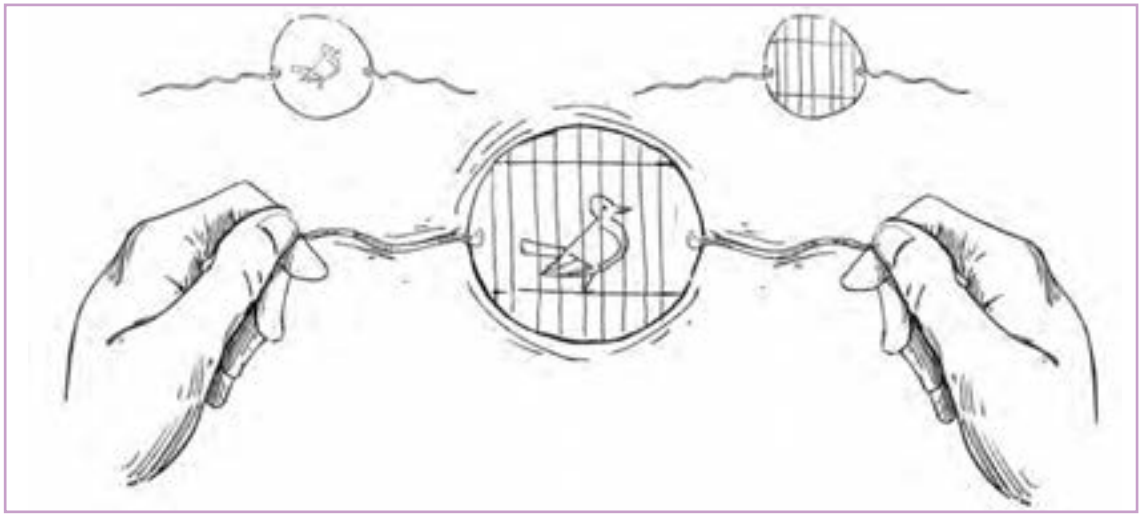
• فکر کنید: **آیا می‌دانید یک فیلم، مجموعه‌ای از تصاویر ثابت است؟**



زئوتروپ

• نکتـــه: **پدیدهٔ خطای دید باعث به وجود آمدن اسباب‌بازی‌هایی مثل فناکیستوسکوپ (phenakistoscope) و زئوتروپ (zeotrope) در قرن نوزدهم میلادی شد.**

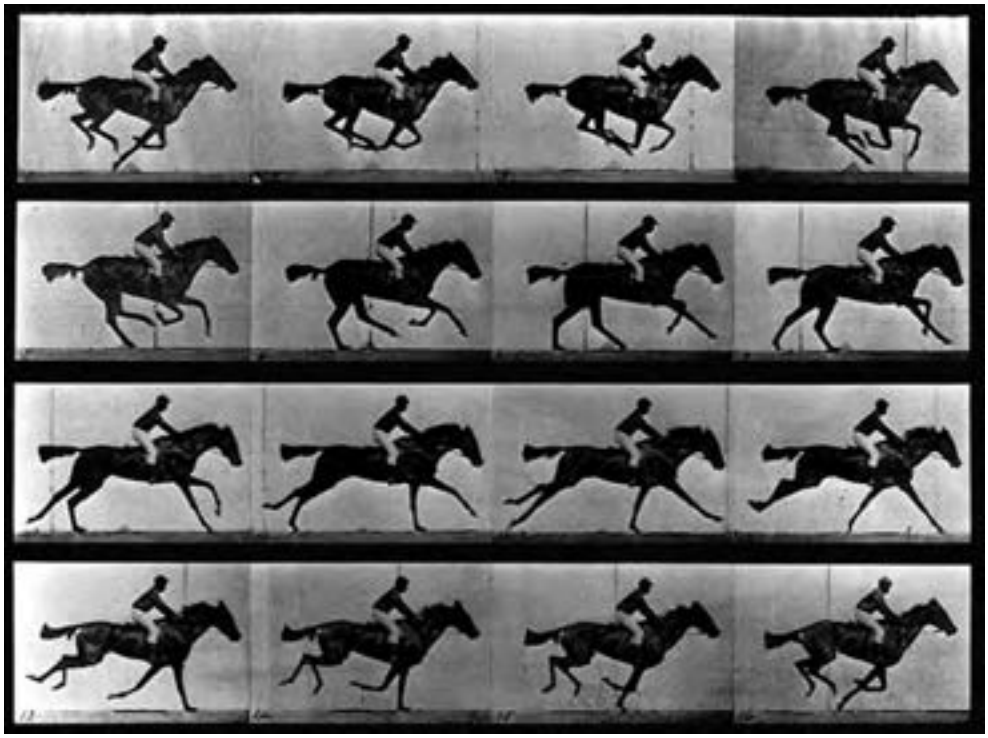
پایه و اساس سینما و پویانمایی بر خطای دید و ماندگاری تصویر در مغز استوار است. مغز انسان تصویری را که بر شبکیهٔ چشم می‌افتد پس از کنار رفتن آن تصویر از مقابل چشم، تا زمانی حدود کسری از ثانیه همچنان حفظ می‌کند. این همان پدیده‌ای است که موجب می‌شود ما پره‌های یک پنکهٔ در حال حرکت را به گونه‌ای واحد و مدوّر ببینیم. بنابراین پدیدهٔ ماندگاری دید موجب می‌شود ما مجموعهٔ تصاویر ساکن اما پشت سرهم را همچون یک حرکت پیوسته خیال کنیم.



توماتروپ

فریـم

«فریم» اصطلاحاً یک واحد تصویر در سینماست و از نظر لغوی به معنی قالب یا قاب تصویر است. همان‌طور که در مورد خطای دیدگفته شد، می‌توان گفت مغز انسان به گونه‌ای عمل می‌کند که می‌تواند فریم‌های پشت سر هم را به صورت یکپارچه پردازش کند و همین قابلیت مغز انسان باعث به وجود آمدن صنعت سینما شده است.



ثبت تصاویر حرکت اسب توسط ادوارد مایبریج

فیلم، بازی‌های ویدیویی یا پویانمایی به وسیلهٔ مجموعه‌ای از فریم‌های پیوسته ساخته می‌شوند؛ برای نمونه در فرمت پال، اگر در یک ثانیه حدود ۲۵ فریم را به شکلی کنار هم قرار دهیم که با گذر یک ثانیه تمام فریم‌ها متوالی و پیوسته نمایش داده شوند، یک ثانیه فیلم پویانمایی ساخته می‌شود.

• فعالیت: با یک دوربین عکاسی دیجیتالی، حرکت یک سکه را در یک ثانیه و با ۲۵ فریم در یک خط راست ثبت کنید.

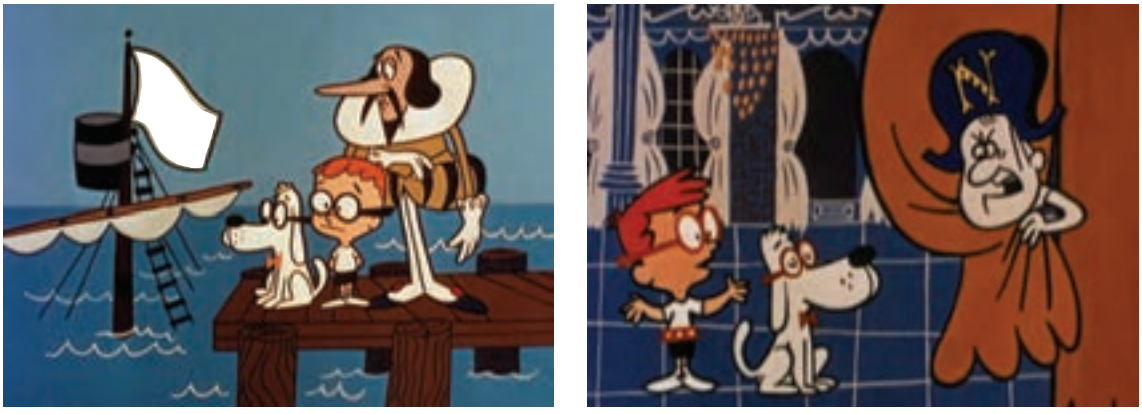
پویانمـــایی کامل و محدود

به فرایند تولید فیلم‌های پویانمایی سنتی که حاوی نقاشی‌های دقیق و حرکات باورپذیر و متحرک‌سازی روان هستند و در آن‌ها برای هر ثانیه ۲۴ یا ۲۵ فریم طراحی شده است؛ پویانمایی کامل گفته می‌شود؛ در حالی که برای پویانمایی محدود، ۶ ، ۸ یا ۱۲فریم در ثانیه طراحی می‌شود.

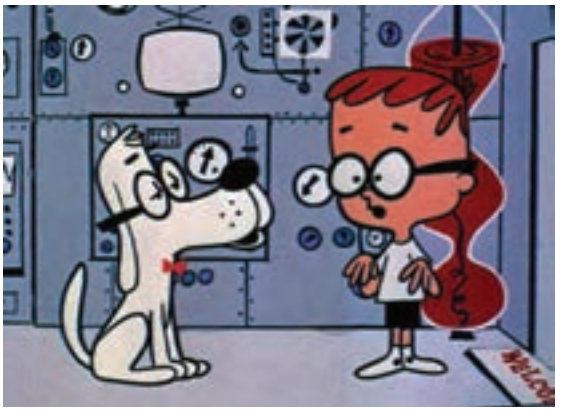


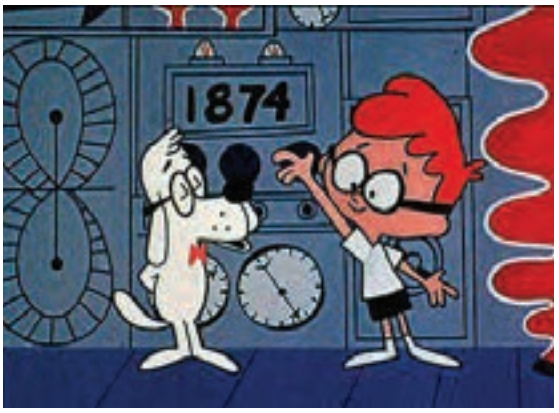
شیر شاه نمونه‌ای از پویانمایی کامل

پویانمایی محدود، شامل استفاده از نقاشی‌هایی با جزئیات کمتر و با سبکی خاص است؛ دلیل اصلی کاربرد پویانمایی محدود، مقرون به صرفه بودن تولید آن برای رسانه و تلویزیون و بعدها اینترنت بوده است.



شرمن نمونه‌ای از پویانمایی محدود





و نمونه‌هایی دیگر از پویانمایی محدود

- **فعالیت: یک شخصیت سیلوئت را بر روی میز نور و به شیوهٔ پویانمایی محدود متحرک‌سازی نمایید.**

- **فعالیت: یکی از شخصیت‌های خود را به صورت کات‌اوت رنگی و به شیوهٔ پویانمایی محدود متحرک‌سازی نمایید.**

در نخستین سال‌های تاریخ پویانمایی، استودیوها از سیکل‌های حرکتی استفاده می‌کردند تا بدین وسیله تعداد کل طراحی‌های لازم برای ساخت فیلم را کاهش دهد و در زمان و هزینه صرفه‌جویی کنند. گاهی این سیکل‌ها در پویانمایی محدود آنقدر عمومی بودند که می‌توانستند با کمی تغییر و یا بدون هیچ تغییری در بیش از یک قسمت از یک سری فیلم پویانمایی مورد استفاده قرار بگیرند.

- **نکته: دوباره استفاده کردن از طراحی‌های سیکل، برای پویانمایی کامل، معمول نیست.**

- **فعالیت: حرکت یک سکه در یک ثانیه را به صورت ۸ فریم و ۱۲فریم نشان دهید و نتیجه را با فعالیت قبلی مقایسه کنید.**

قوانین پویانمایی

قوانین دوازده‌گانهٔ پویانمایی در کتاب «توهم زندگی» توسط انیماتورهای دیزنی اولی جانسون و فرانک توماس (اعضای نُه پیرمرد دیزنی) معرفی شده‌اند.





اولی جانسون و فرانک توماس نویسندگان کتاب توهم زندگی

جانسون و توماس تألیف کتابشان را بر پایهٔ کارها و تجربیات انیماتورهای مطرح دیزنی و همچنین تجربیات خودشان در تولید حرکات طبیعی در پویانمایی قرار دادند. این دوازده اصل، براساس قوانین فیزیک، متحرک‌سازی روان‌تر و طبیعی‌تری را توضیح می‌دهند که بعضی از این اصول شامل جذابیت شخصیت و اغراق، شامل جنبه‌های غیر فیزیکی و فانتزی نیز می‌شوند.

با این‌که در زمان نوشتن و چاپ شدن این کتاب، تکنیک‌های دستی همچون سِل‌انیمیشن رواج داشت اما این قوانین، بسیار مورد استفادهٔ متحرک سازهای دنیا قرار می‌گرفت؛ حتی امروزه نیز با ورود رایانه و روش‌های جدیدتر مباحث مطرح شده دراین کتاب، همچنان کاربرد دارند.

واحد یادگیری ۲

شایستگی: متحـــرک‌سازی عینی

زمان بنـــدی (Timing)

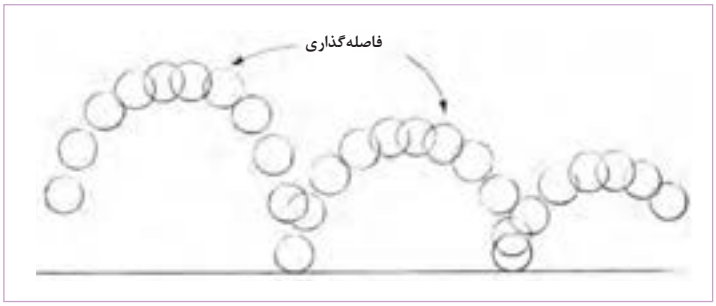
فکر کنید:

- **آیا میزان سرعت حرکات یک شخصیت در یک عمل یکسان است؟**
- **چه چیزی باعث می‌شود حرکات شخصیت، طبیعی به نظر برسند؟**

پاسخ این سئوال‌ها را می‌توان در یکی از قوانین پویانمایی به نام زمان‌بندی یافت. زمان‌بندی در پویانمایی، اتفاقی نیست که بتوان آن را در یک تصویر ثابت دید بلکه زمان‌بندی مناسب باعث می‌شود قوانین فیزیک در حرکت اشیا به درستی اجرا شوند و فقط هنگامی که فیلم به نمایش درمی‌آید می‌توان آن را در حرکات حس کرد.



واکنش یک شئ به نیروی وارده، نشان دهندهٔ وزن شئ است که با زمان‌بندی صحیح قابل مشاهده و درک است. زمان‌بندی مناسب باعث زیبایی حرکت خواهد شد در نتیجه باید بر اساس منطق باشد و فاصله‌گذاری(spacing) رعایت شود. فاصله‌گذاری به نحوهٔ قرارگیری هرکدام از فریم‌ها برمی‌گردد؛ اگر فریم‌ها به هم نزدیک باشند، شئ آرام‌تر حرکت می‌کند و برعکس.زمان‌بندی به تعداد فریم‌های بین دو حالت اشاره دارد. برای مثال، همان‌طور که پیش‌تر در تمرین‌ها انجام دادید اگر یک سکه در ۲۵ فریم از سمت چپ صفحه به سمت راست صفحه برود، زمان‌بندی ۲۵ فریم در یک ثانیه اتفاق می‌افتد.



فاصله‌گذاری کندی و تندی حرکت را بوجود می‌آورد.



• **فعالیت: یک سکه را با توجه به فاصله‌گذاری از سمت چپ تصویر به سمت راست ببرید و زمان‌بندی را با فعالیت قبل مقایسه کنید.**

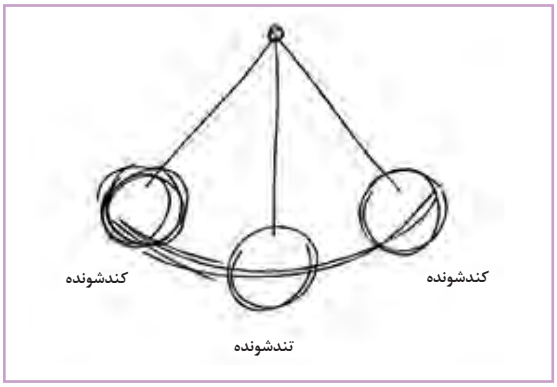


کایوت و دوندهٔ جاده‌ها

تمامی حرکات در یک زمان اتفاق نمی‌افتند، دویدن سریع شترمرغ را تجسم کنید، او در دو فریم غیب می‌شود ولی پرهای او به آرامی در هوا معلق‌اند.

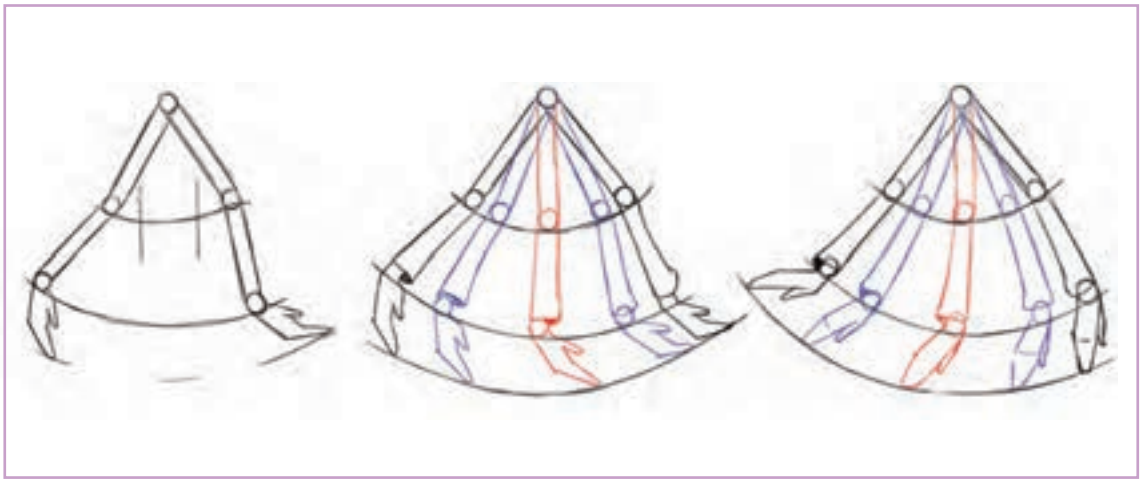
• **تحقیق: زمان‌بندیِ متحرک‌سازی شخصیت‌ها را در یک پویانمایی بررسی کنید.**

حرکات تنــد شونده و کنــد شونده (Slow in and Slow out)

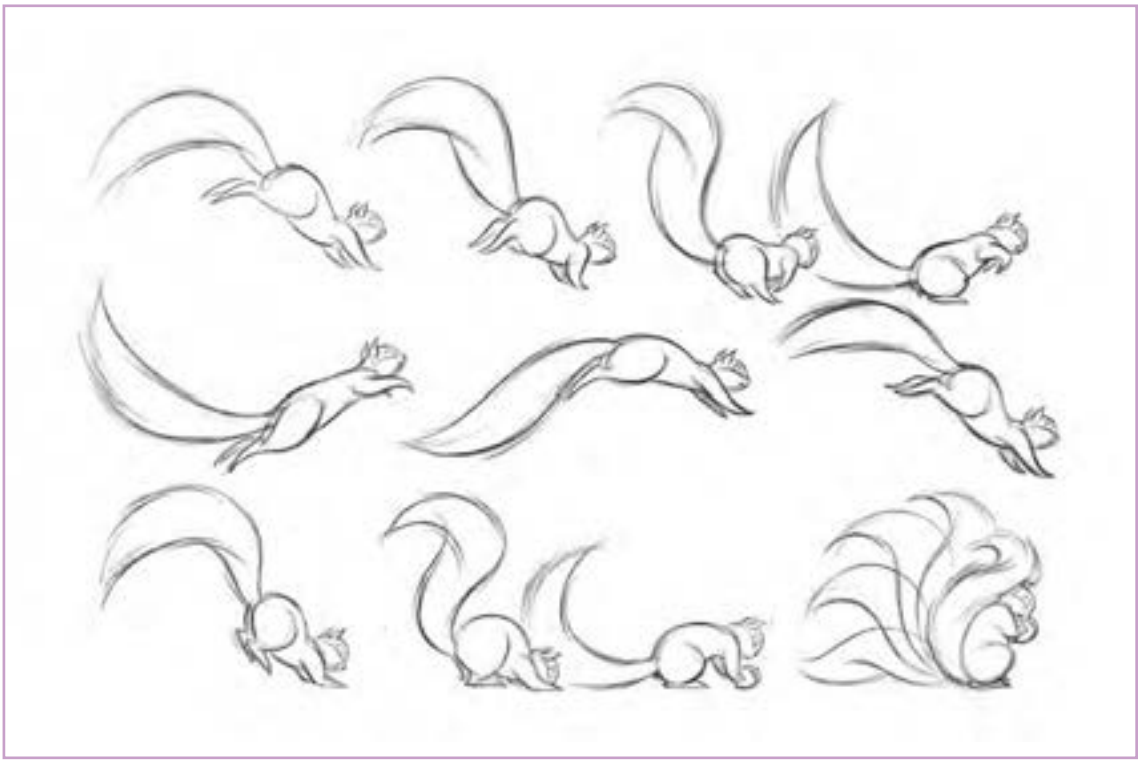


زمانی‌که هر جسمی در طبیعت از حالت سکون به حرکت درآید و از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر حرکت کند، بنا به خواص آن ماده، در میانهٔ راه به حداکثر سرعت رسیده و سپس به تدریج متوقف می‌شود؛ این گرایش در تمام اجسام عمومیت دارد، اما جزئیات‌شان با هم فرق می‌کنند. برای واقعی به نظر رسیدن حرکت اعضای بدن انسان، در زمان شروع، توقف، شتاب گرفتن و یا کاهش سرعت، احتیاج به زمان دارد.

در پویانمایی، این واقعیت فیزیکی را با طراحی فریم‌های بیشتر در زمان‌هایی که شخصیت و یا عضوی از اعضای بدن او شروع به حرکت می‌کند و یا متوقف می‌شود می‌توان نشان داد. هرشخصیتی که حرکت کند یا به نقطهٔ توقف برسد برای شتاب‌گیری و یا کاهش سرعت، نیاز به زمان دارد.



بدون حرکات تندشونده و کندشونده، حرکات، بسیار غیر طبیعی و روباتیک جلوه می‌کنند. به عنوان مثال، وقتی یک شخصیت از حالت ایستاده شروع به حرکت می‌کند، در همان لحظه به نهایت سرعتش نمی‌رسد بلکه اول شتاب می‌گیرد وکم‌کم سرعتش بیشتر می‌شود و همچنین هنگامی که می‌خواهد متوقف شود در لحظه، به سرعت صفر نمی‌رسد و نمی‌ایستد بلکه سرعت او به تدریج کم می‌شود تا به نقطهٔ صفر برسد. حرکات در طبیعت نیز به این صورت شروع و خاتمه می‌یابند.



شروع و پایان حرکت سنجاب کُند است و فریم‌ها به هم نزدیک هستند.

این قانون در پویانمایی به نام حرکات کندشونده و تندشونده خوانده می‌شود، و راحت‌ترین راه برای رسیدن به این حرکات، به کارگیری اصول فاصله‌گذاری است. وقتی یک شخصیت نشسته می‌خواهد بایستد، فاصلهٔ بین فریم‌ها در شروع به هم نزدیک‌تر هستند، بنابراین به آرامی حرکت را شروع می‌کند و وقتی ایستاد، به آرامی حرکت متوقف می‌شود؛ بدون این افزایش و کاهش سرعت، حرکات، ناگهانی و مشوش می‌شوند.

به عنوان یک انیماتور باید بدانید فریم‌های کم، حرکت را سریع‌تر و فریم‌های زیاد، حرکت را کندتر خواهند کرد. هنگامی که حرکتی شروع می‌شود، با تعداد فریم‌های زیاد در ابتدای آن، باعث نرمی در شروع و همچنین با تعداد فریم‌های زیاد در انتهای حرکت، باعث نرمی در انتهای حرکت خواهید شد. فریم‌های کمتر در مابین حرکت، باعث تندی آن خواهند شد و حرکات تندشونده و کندشونده ایجاد می‌کنند.



● **فعالیت: یک آونگ را که در یک ثانیه، یک رفت و برگشت دارد؛ متحرک‌سازی کنید.**



● **تحقیق: حرکات کندشونده و تندشونده را در یک پویانمایی بررسی کنید.**

فشردگی و کشیدگی(Squash and Stretch)

فکر کنید:

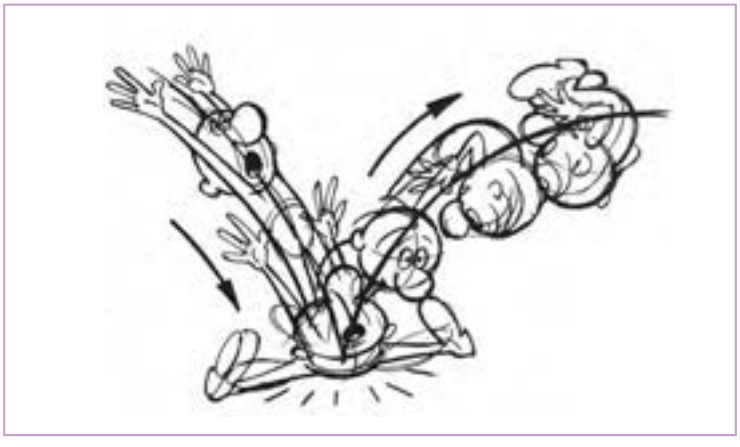
- **چه چیز در متحرک‌سازی یک شخصیت وزن را نشان می‌دهد؟**
- **چگونه می‌توان در متحرک‌سازی فانتزی، مفاهیم جاذبه و انعطاف را نشان داد؟**

فشردگی و کشیدگی مفهومی است که کمک می‌کند بیننده به درکی از وزن و میزان انعطاف‌پذیری سوژهٔ متحرک شده دست یابد. این قاعده بر هر عنصر متحرک، چه حرکت ساده مانند توپ و چه حرکت پیچیده مانند اعضای نکته: استفادهٔ مناسب از اصل فشردگی و کشیدگی، حرکت را تقویت می‌کند.

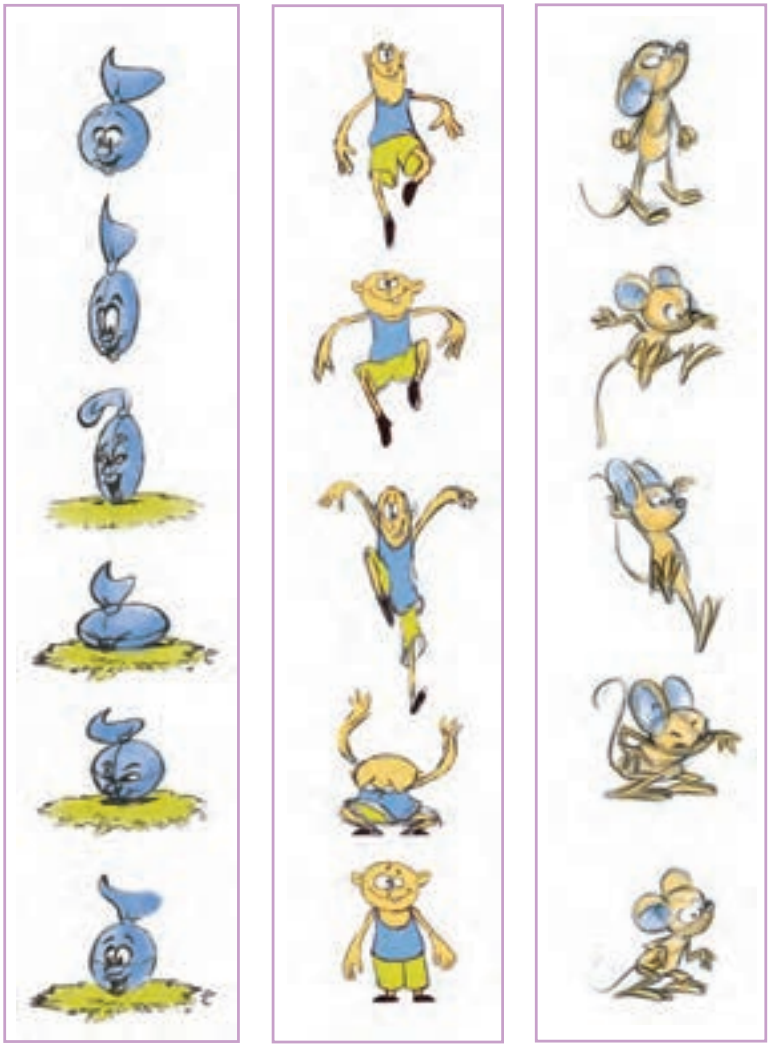
- نکتــه: **صورت، قابل اجرا است و هر چه اغراق آن بیشتر باشد، کیفیت طنزگونهٔ کار بالاتر می‌رود.**



این قانون باعث می‌شود اشیا منعطف به نظر برسند. در دنیای واقعی، فشردگی و کشیدگی‌های زیادی اتفاق می‌افتند که بسیار عادی به نظر می‌رسند. در دنیای پویانمایی این قانون با اغراق زیادی همراه است. برای مثال، شخصیتی که می‌خواهد بپرد، در فریم‌های قبل از پریدن، فشرده می‌شود و در فریم‌های پریدن کشیده می‌شود.



نمونهٔ دیگر، توپی است که به زمین می‌خورد. وقتی سقوط می‌کند و سرعت می‌گیرد درست تا قبل از برخورد، کشیده می‌شود و وقتی توپ به زمین می‌خورد، جمع می‌شود و دوباره وقتی که از زمین بلند می‌شود کشیده می‌شود.
ترسیدن، شگفت‌زده شدن و دیگر حالات روانی شخصیت به طوری که صورتش فشرده و کشیده شود یا حتی چشمک‌زدن، از دیگر عملکردهای این قانون است.



سه نمونه از قانون فشردگی و کشیدگی را در حرکت افتادن شخصیت‌های انسانی و غیر انسانی در تصاویر روبه‌رو مشاهده می‌کنید.

• فعالیت: توپی را که درجا به بالا و پایین می‌پرد، متحرک‌سازی کنید.

• تحقیق: فشردگی و کشیدگی را در یک پویانمایی بررسی کنید.

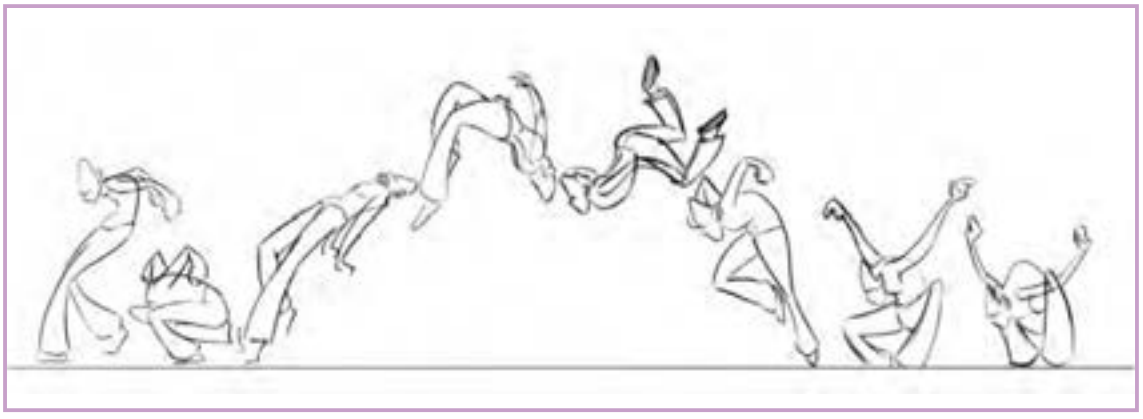
قــوس‌ها (Arcs)

• فکر کنید: **آیا به مسیر حرکات عناصر در پویانمایی دقت کرده‌اید؟**

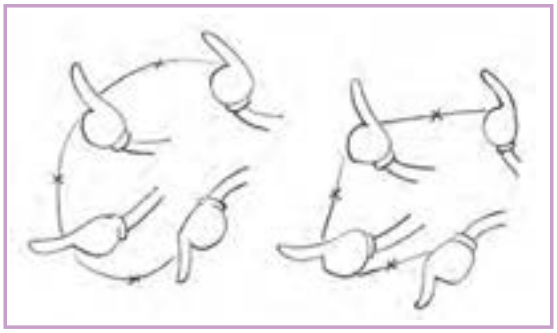


حرکت تمامی اجسام بر اساس قوس است، خصوصاً فرم‌های طبیعی مثل بدن انسان که حرکت مفصل‌ها بر اساس منحنی است. حرکت دست را در نظر داشته باشید، هنگامی که شخصیتی موقع راه‌رفتن دستانش را حرکت می‌دهد تمامی حرکت در فضا بر اساس قوس‌ها انجام می‌شود.

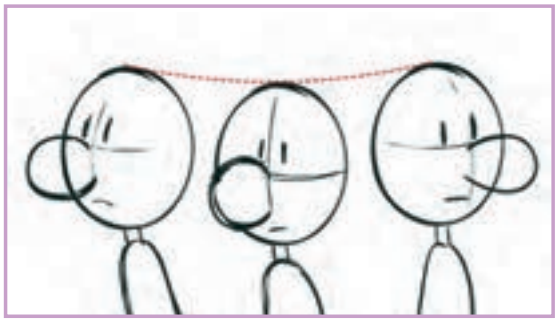
در هنگام پرش نیز تمامی حرکت‌ها بر اساس قوس است و شما باید این منحنی‌ها را مد نظر داشته باشید. منحنی‌ها از لحاظ بصری زیبا هستند؛ هنگام متحرک‌سازی باید به این مسئله دقت شود که اغلب حرکات انسان و حیوانات در یک مسیر قوسی انجام می‌شوند. بنابراین. شدت قوس در تعیین سرعت حرکت شخصیت مؤثر است؛ این موضوع را می‌توان در چرخش دست، حول مفصل و یا حرکت یک قورباغه در حال پریدن مشاهده کرد.



• نکتــه: **موضوعات مکانیکی و ماشینی روی مسیرهای مستقیم حرکت می‌کنند.**

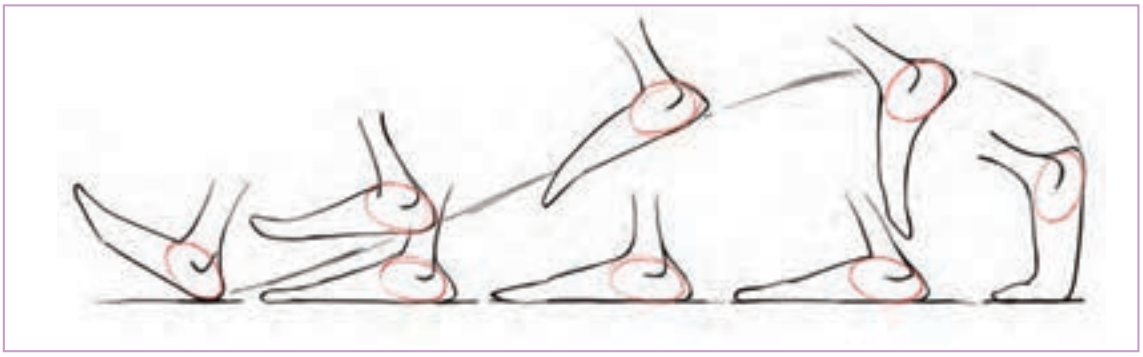


حرکت دست درتصویر سمت راست به صورت مستقیم و غلط متحرک‌سازی شده است در حالی که حرکت دست در تصویر سمت چپ صحیح است و طبیعی متحرک‌سازی شده است.



در چرخش سر شخصیت، سر او به سمت پایین شیب پیدا می‌کند و حرکتی قوسی ایجاد می‌کند

همچنین به یاد داشته باشید که تمام حرکات یک شخصیت هم بر یک محور قوسی استوار است. مثلاً وقتی که شخصیت راه می‌رود، مفاصل متحرک او نیز بر روی یک قوس حرکت می‌کنند.



• فعالیت: یک توپ را که از ارتفاع می‌افتد و در هنگام افتادن حرکتی قوسی دارد متحرک‌سازی کنید.

• گفت وگو: یک فیلم پویانمایی را درکلاس نمایش دهید و حرکات قوسی آن را تحلیل و بررسی کنید.

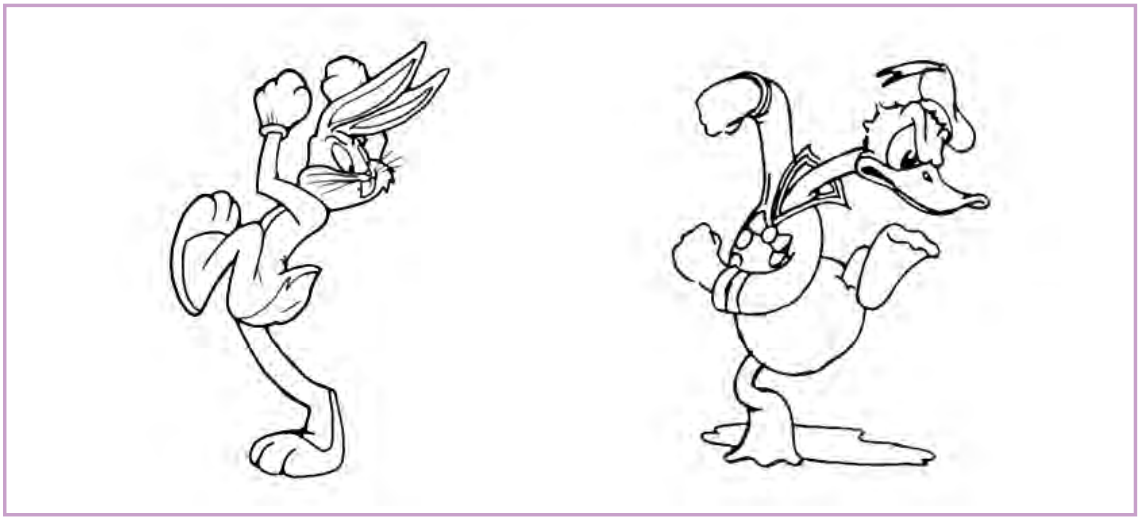
پیـــش حـــرکت (Anticipation)

• فکر کنید: **آیا تا به حال دقت کرده‌اید که یک شخصیت برای شروع حرکت خود، در جهت مخالف آن نیز عملی را انجام می‌دهد؟**

زمانی که بدمینتون بازی می‌کنید برای این که با راکت به توپ ضربه بزنید ابتدا راکت را به سمت عقب برده و بعد به سمت جلو حرکت می‌دهید. از ترفندهایی که یک انیماتور باید بیاموزد این است که چگونه نظر بیننده را در زمان مناسب به نقطهٔ خاصی از تصویر جلب کند. پیش‌حرکت، ذهن بیننده را برای وقوع اتفاق آماده می‌کند و با اغراق در این کار، حرکت فانتزی‌تر به نظر می‌رسد.

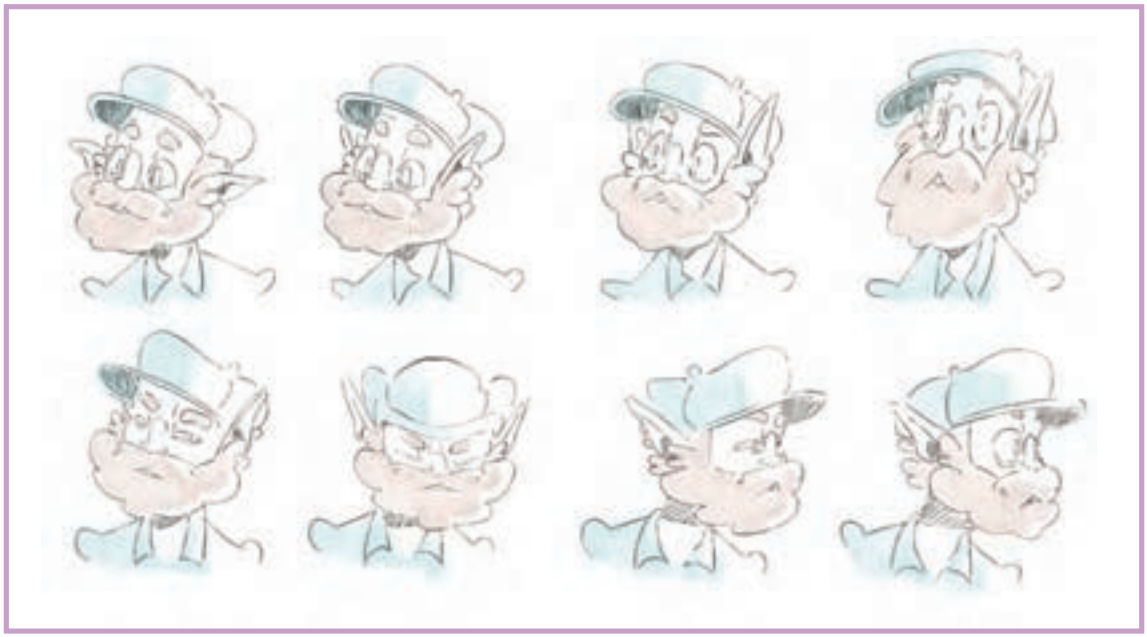


وقتی شخصیتی می‌خواهد به سمت جلو بدود، اول به عقب خیز برمی‌دارد، این‌کار نه تنها نیروی حرکت را بیشتر نشان می‌دهد، بلکه به بیننده اجازه می‌دهد تا متوجه شود شخصیت به زودی به سمت جلو خواهد دوید.



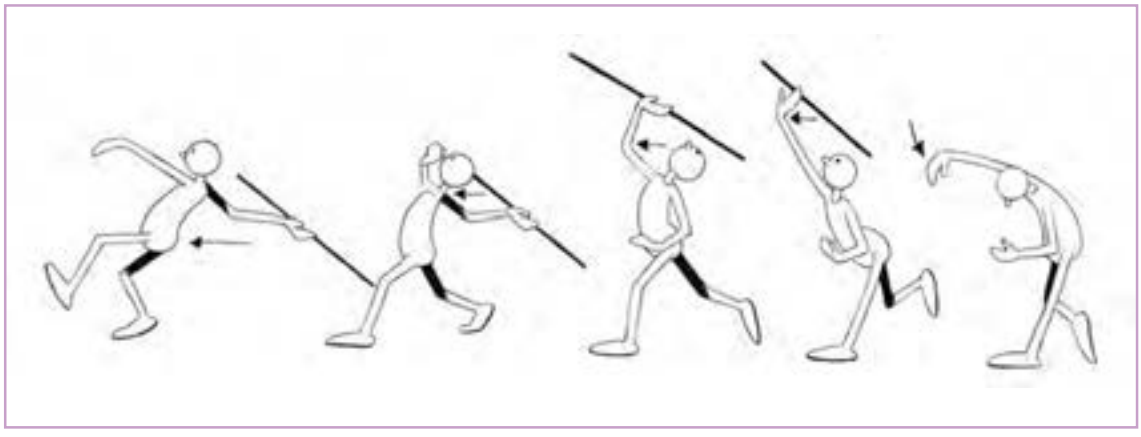
دونالدداک و باگزبانی، دو شخصیت کلاسیک پویانمایی

اگر یک شخصیت بخواهد با تعجب سرش را برگرداند، ابتدا کمی حرکت معکوس دارد سپس سرش را بر می‌گرداند.

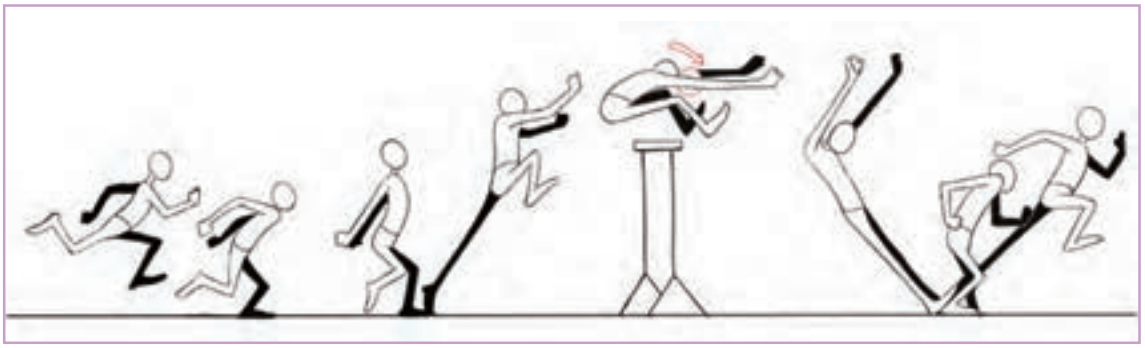


● نکتـــه: **پیش‌حرکت؛ برای آماده کردن بیننده و باورپذیر شدن حرکات نیاز است.**

برای مثال، یک شخصیت در مسابقهٔ پرتاب نیزه قبل از این که نیزه را پرتاب کند اول کل بدن و دستش را به سمت عقب می‌برد تا انرژی کافی را دریافت کند.



مثال دیگری که می‌توان برای پیش‌بینی حرکت آورد، آماده شدن شخصیت برای پریدن از روی مانع است. قبل از این که شخصیت بخواهد، بپرد به وسیلهٔ پیش‌حرکت، انرژی خود را برای حرکت جمع می‌کند به این معنی که در نزدیکی مانع زانوهایش را خم کرده و به جلو متمایل می‌شود و همزمان دستانش را به سمت پشت می‌کشد. در این لحظه شخصیت در مورد اینکه آماده برای پریدن است با زبان بدن صحبت می‌کند. این پیش‌بینی، هم از بُعد روانی و هم از بُعد فیزیکی مهم خواهد بود و به طور کلی، حرکتی مخالف حرکت اصلی است.



ما قبل از این که از روی صندلی بلند شویم، اول کمی به سمت پایین متمایل می‌شویم و سپس بلند می‌شویم. اگر در صحنه‌ای تمام اشیای درون آن ثابت باشند و یکی از آنها به طور ناگهانی حرکت کند، تمام چشم‌ها به آن جلب خواهد شد. در واقع این حرکت است که جلب توجه می‌کند.

مثلاً شخصیتی که به بیرون صفحهٔ نمایش نگاه می‌کند، انتظار وقوع رخدادی را در بیننده بر می‌انگیزاند و یا شخصیتی که به چیزی خیره شده است این ایده را به ذهن بیننده منتقل می‌کند که شخصیت می‌خواهد آن چیز را بردارد؛ در بعضی موارد در جایی که انتظار می‌رود، می‌توان پیش حرکت را حذف کرد. این عمل باعث غافل‌گیری بیننده می‌شود و اغلب بار کمدی کار را بالا می‌برد.





• **گفت‌وگو:** **یک توپ را که با انرژی خودش از روی زمین به بالا می‌پرد متحرک‌سازی کنید.**



• **تحقیق:** **یک پویانمایی کوتاه در کلاس نمایش دهید و پیش‌حرکت را در آن بررسی کنید.**

فصل دوم

متحرک‌سازی مفصلی



واحد یادگیری ۳

شایستگی: حرکت مفاصـــل ساده

آیا تا به حال پی برده‌اید:

- چگونه نیرو در متحرک‌سازی انسان از طریق مفاصل انتقال می‌یابد؟
- مفاصل در مقابل مقاومت هوا چه واکنشی نشان می‌دهند؟
- چند نوع مفصل در بدن انسان وجود دارد؟
- چگونه می‌توان تمام اجسام انعطاف‌پذیر را به کمک مفاصل و ساده‌سازی به راحتی متحرک‌سازی کرد؟

هدف از این واحد یادگیری:

- هنرجویان در این واحد یادگیری اثرات حرکتی مفاصل را در حرکت‌های انعطاف‌پذیر و هم‌چنین تأثیرات محیط بر حرکت مفاصل را فرا می‌گیرند.

استاندارد عملکرد:

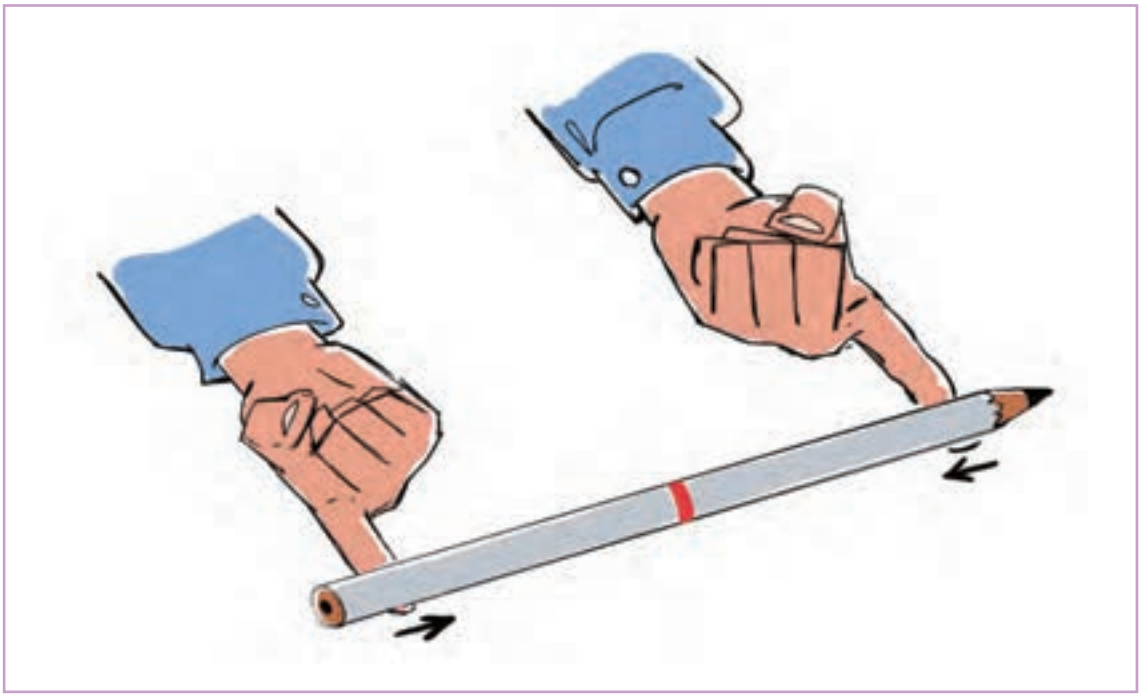
- هنرجویان توانایی متحرک‌سازی اجسام انعطاف‌پذیر با رعایت قوانین حس، وزن و جاذبه را خواهند یافت.

مرکـــز ثقـــل

حرکت اجسام به هنگام پرتاب در فضا به صورت قوس می‌باشد و در طول این قوس، اجسام حول محور مرکز ثقل خود می‌چرخند، در نتیجه جِرم جسم در مرکز ثقل آن متمرکز است.

• نکتـــه: **مرکز ثقل یک جسم همیشه بر روی مرکز هندسی آن نیست و بر اساس وزن هر قسمت، نقطهٔ دیگری نیز می‌تواند مرکز ثقل جسم باشد.**

مثال: مداد را طوری در دست بگیرید که هر یک از دو انتهای آن روی یک انگشت شما باشد. سپس انگشتانتان را به آرامی به هم نزدیک کنید تا به هم برسند. نتیجه می‌گیریم دو انگشت شما در نقطهٔ مرکز ثقل مداد به هم می‌رسند.



• نکتـــه: **دو انگشت شما همیشه در زیر نقطهٔ مرکز ثقل به هم می‌رسند که لزوماً در وسط جسم نیست.**

چرخش اجسام



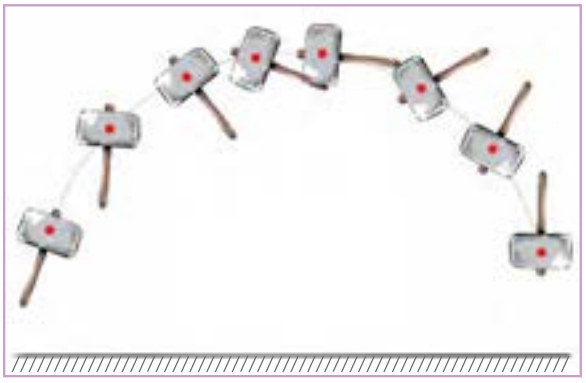
• فکر کنید: **آیا شکل، جهت و سرعت اجسام در اصول حرکت و چرخش آن مؤثر است؟**

• فعالیت: **یک پاک‌کن را با نوار چسب به نقطه‌ای دل‌خواه از مداد بچسبانید و آزمایش را تکرار کنید محل پاک‌کن را تغییر داده و آزمایش را تکرار کنید.**

اگر جسمی با شکل غیرمتوازن پرتاب شود، درمسیر چرخش، قوسی را طی می‌کند که می‌توان از طریق مرکز ثقل، آن قوس را زمان‌بندی کرد. از آن‌جا که تمام اشیا به هنگام پرتاب در فضا میل به چرخش دارند، بنابراین چرخش، حول مرکز ثقل و بر روی یک قوس در جهت پرتاب جسم، رسم می‌شود.

مثال: یک چکش را در نظر بگیرید، بیشتر وزن این چکش در قسمت سنگین سر فلزی آن متمرکز است و مرکز ثقل آن نیز نزدیک به آن می‌باشد در نتیجه چرخش و حرکت چکش، حول همین نقطه است.

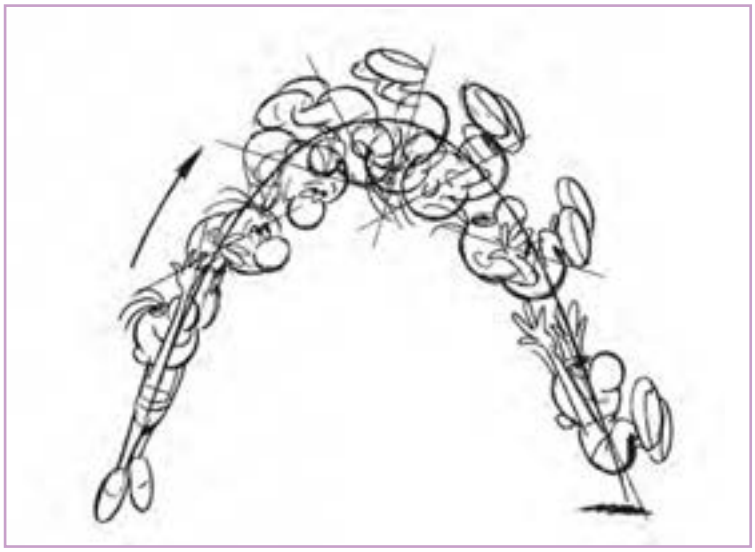
• نکته: **اگر شکل چکش یا جهت و سرعت آن تغییر کند اصول حرکت، یکسان باقی می‌ماند.**



برای رسم اشیا در حال حرکت، معمولاً کل حالت جسم را طراحی کرده و مرکز ثقل جسم را با نقطه علامت‌گذاری می‌کنند، سپس با انطباق نقطهٔ مرکز ثقل بر روی قوس، حالات حرکتی را تکرار کرده تا کامل شوند.

• نکتــه: **در هنگام حرکت در هر تصویر، زاویهٔ قرار گرفتن شئ تغییر می‌کند.**

در مورد اجسامی که سطح و شکل آن‌ها متغیر است، مرکز ثقل نیز تغییر می‌کند، مثلاً اگر انسانی سقوط کند و یا به هوا بپرد، مرکز ثقل بدن او نیز در طول یک خط منحنی حرکت خواهد کرد. بنابراین چرخش اجسام جاندار و اجسام بیجان مشابه است و از روی قوس خود خارج نخواهند شد.



دنباله‌ها و هم‌پوشــانی

• فکر کنید: **برای ساده شدن طراحی حرکت و نمایش انتقال نیرو در دنباله‌ها و هم‌پوشانی چه راه کاری می‌شناسید؟**

تأخیر زمانی اجزای وابسته به یک جسم متحرک را «هم‌پوشانی» می‌گویند که حرکت این اجزا از قانون اینرسی تبعیت می‌کنند. قاعدهٔ بنیادی حرکت هم‌پوشانی، همان قاعدهٔ حرکت و انتقال نیرو در مفاصل انعطاف‌پذیر است که در مباحث بعدی به آن خواهیم پرداخت. دلیل این قاعده در پویانمایی برداشت اغراق‌آمیز از گرایش طبیعی حرکت در پدیده‌ها است.

حرکت دنباله‌ها و هم‌پوشانی به موارد زیر بستگی دارد:

- حرکت اجسامی که دنباله‌ها به آن‌ها متصل می‌باشند؛
- میزان انعطاف‌پذیری و وزن خود دنباله‌ها؛
- مقاومت هوا.

منظور از دنباله‌ها چیزهایی مانند بخشی از اجزای بدن، پالتو، دامن، کلاه و ... می‌باشند.



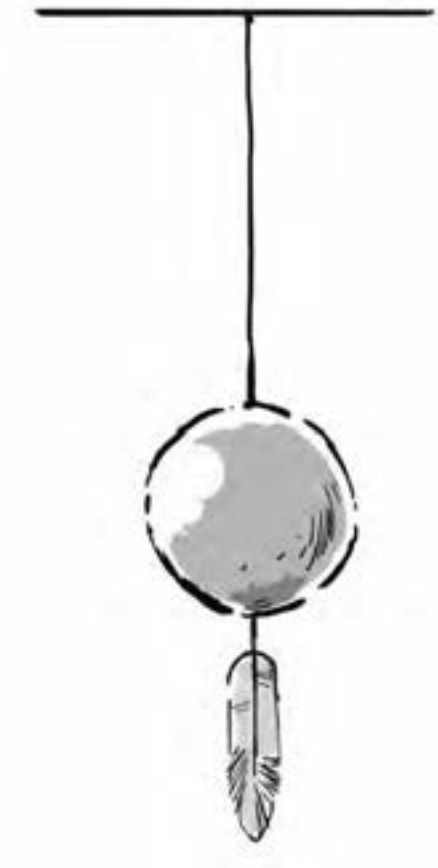
مثال: گروهی با هماهنگی و نظم خاصی دسته جمعی می‌دوند، اگر حرکت بعضی از آن‌ها یک یا دو فریم عقب‌تر و یا جلوتر از بقیه باشد حالت نرم‌تری به تصویر می‌بخشد؛ درنتیجه تصویر از حالت یکدست و مکانیکی خارج می‌شود.

حرکت در پوشاک، یک نمونهٔ عالی از دنباله‌ها است. اگر شخصیت کُت بر تن دارد و قدم می‌زند به نظر می‌رسد کُت عکس جهتی که شخصیت حرکت می‌کند کمی کشیده می‌شود و اگر او ناگهان بایستد، کُت حرکت خود را ادامه می‌دهد و سپس به آرامی به عقب باز می‌گردد و به حالت سکون درمی‌آید.

فعالیت:

- **سه توپ را در فاصله و زمان‌بندی مشخص در حال فرود آمدن به زمین متحرک‌سازی کنید.**
- **هر کدام از توپ‌های فعالیت قبل را با تأخیر زمانی، در حال فرود آمدن به زمین متحرک‌سازی کنید.**

- **فعالیت: آونگ زیر را متحرک‌سازی کنید.**

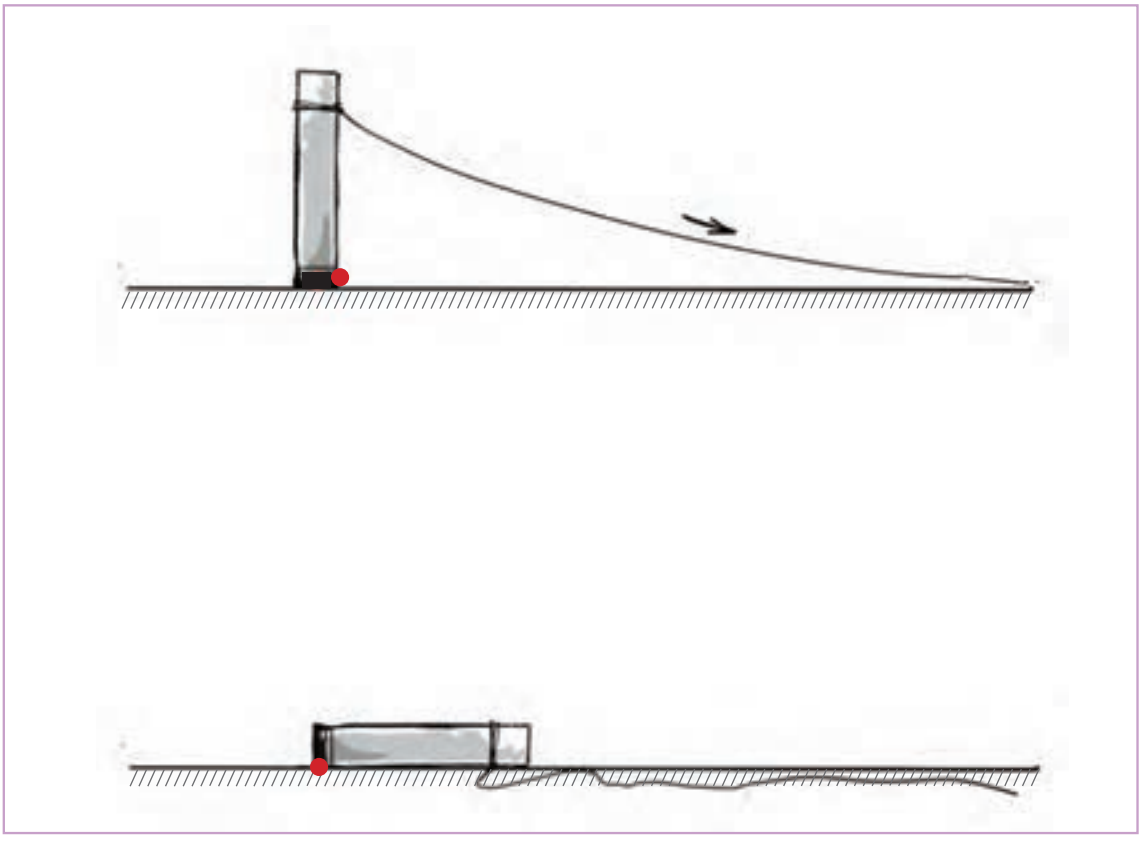


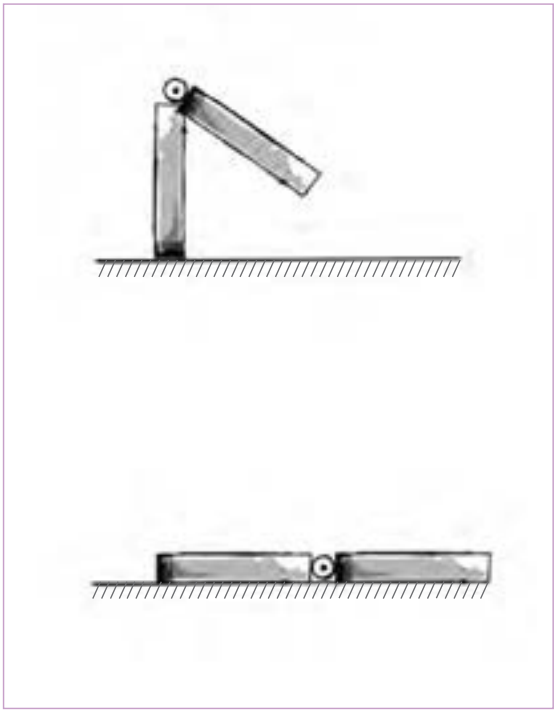
انتقال نیرو در مفاصل

• فکر کنید: **کاربرد و تأثیرات مرکز ثقل چیست؟**

فرض کنید بازویی مانند شکل که به بالای آن ریسمانی گره خورده است بر روی زمین قرار دارد. بازو را از طریق ریسمان محکم می‌کشیم، اولین چیزی که روی می‌دهد این است که ریسمان سفت و محکم می‌شود. تا زمانی‌که ریسمان شُل باشد بازو تکان نمی‌خورد، از آن‌جا که تمام وزن بازو در مرکز ثقل آن متمرکز است (بسته به جهتی که بازو کشیده می‌شود مرکز ثقل آن متفاوت خواهد بود) بازو باید بر روی زمین بیفتد و مرکز ثقل در امتداد خط کشش ریسمان قرار گیرد تا تمام بازو به حرکت درآید و به آن جهت کشیده شود. بنابراین بازو ابتدا حول مرکز ثقل می‌چرخد تا محور آن و ریسمان در یک امتداد قرار گیرند و سپس به حرکت درمی‌آیند.

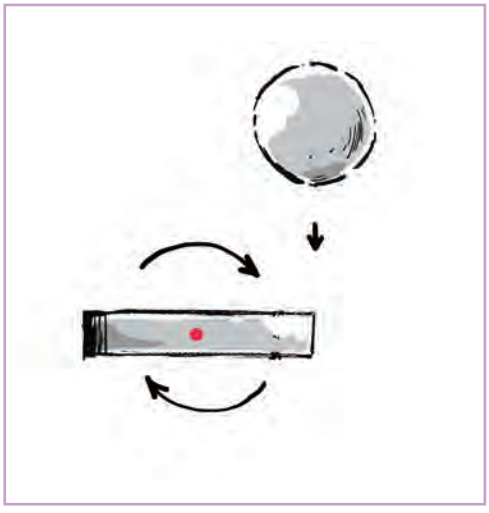
• نکته: **نقاط قرمز درون تصاویر مرکز ثقل هستند.**





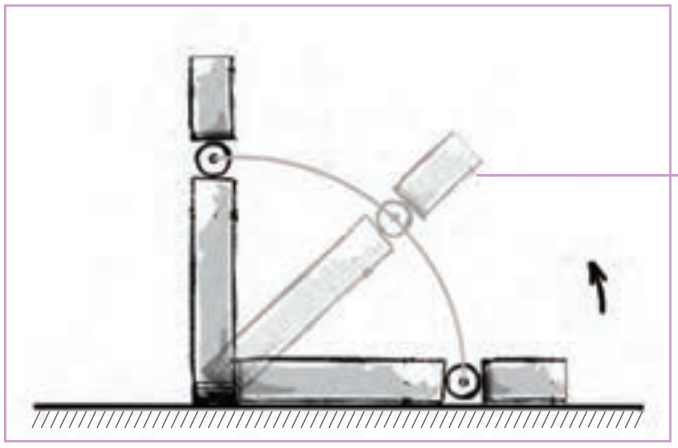
اکنون به جای ریسمان، بازوی دیگری را به کمک مفصل به انتهای بازوی مزبور وصل می‌کنیم؛ خواهیم دید با وارد آمدن نیرو به یکی از بازوها، چیزی شبیه همان عمل قبلی انجام خواهد شد. چنانچه به بازوی دوم نیرویی وارد شود که آن را از حالت تعادل خارج کند این نیرو به مفصل هر دو بازو منتقل می‌شود و جهت حرکت به سمت مفصل تغییر خواهد کرد به شرط آن‌که مفصل کاملاً انعطاف‌پذیر باشد.

● **فعالیت: حرکت توپ تصویر داده شده را متحرک‌سازی نمایید.**

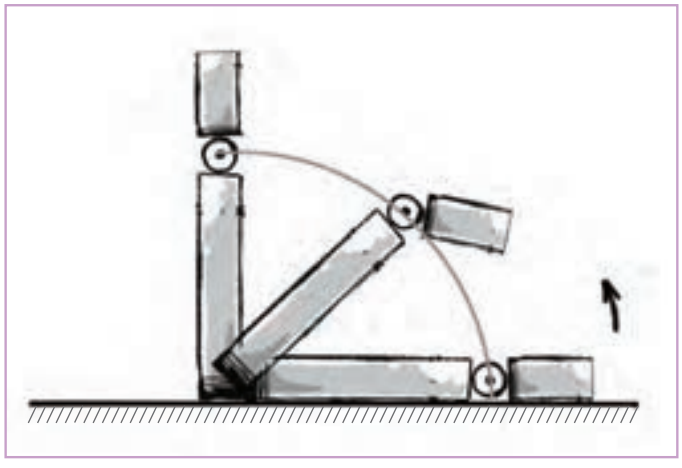


افتادن و بلند شدن مفصـــل

در یک متحرک‌سازی خوب، قابلیت انعطاف مفصل‌ها ضروری است و خشک و محکم بودن از صفات متحرک‌سازی ضعیف است. برای انعطاف‌پذیری مفاصل می‌توان از واژهٔ شکست مفاصل استفاده کرد. منظور از شکستن این است که همهٔ قسمت‌ها به طور هم‌زمان حرکت نمی‌کنند بلکه حرکت‌ها به طور متوالی جایگزین یکدیگر می‌شوند. در ابتدا باید مشخص کرد کدام قسمت، مفصل را هدایت می‌کند و کدام قسمت دنباله‌رو است. فرض کنیم برای بالا رفتن این دو بازو، کلید میانی طراحی می‌کنیم در اینجا بازوها مانند یک تختهٔ خشک بالا می‌روند.



برای انعطاف‌پذیری و داشتن یک حرکت منعطف، مفصل کوچک را در جهت مخالف می‌شکنیم و با کمی تأخیر به کلید نهایی می‌رسیم.

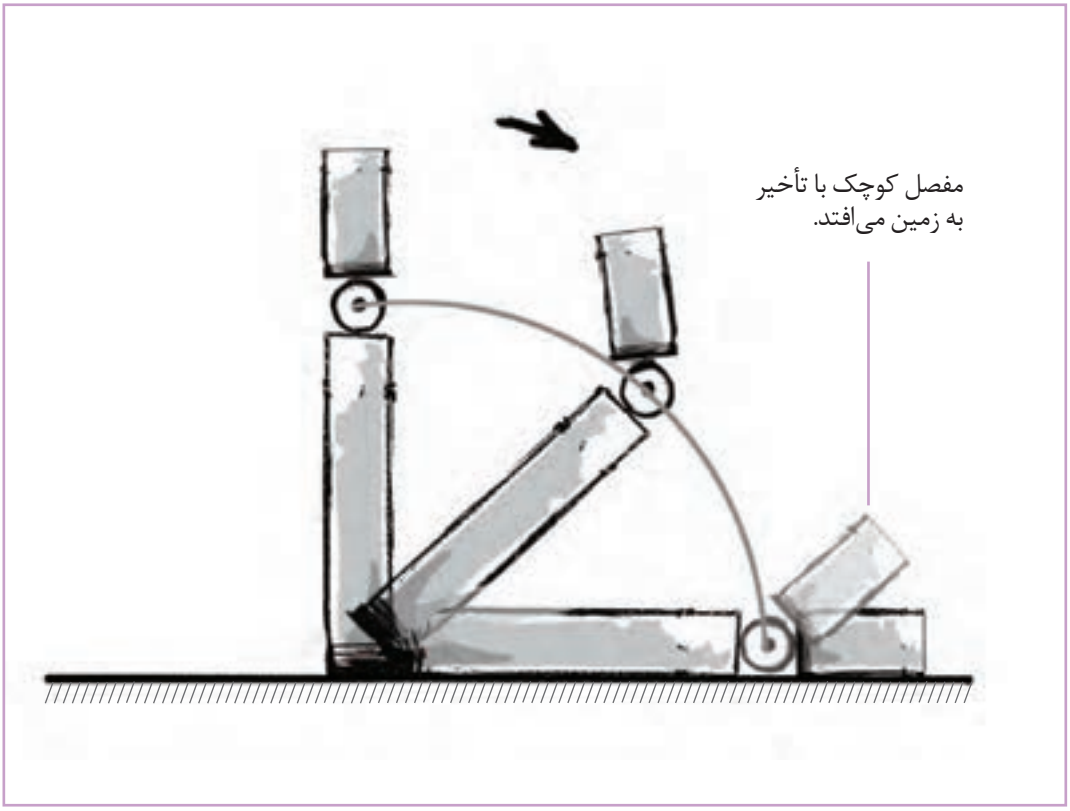


در این‌جا مفصل کوچک با کمی تأخیر به جای خود می‌رسد.

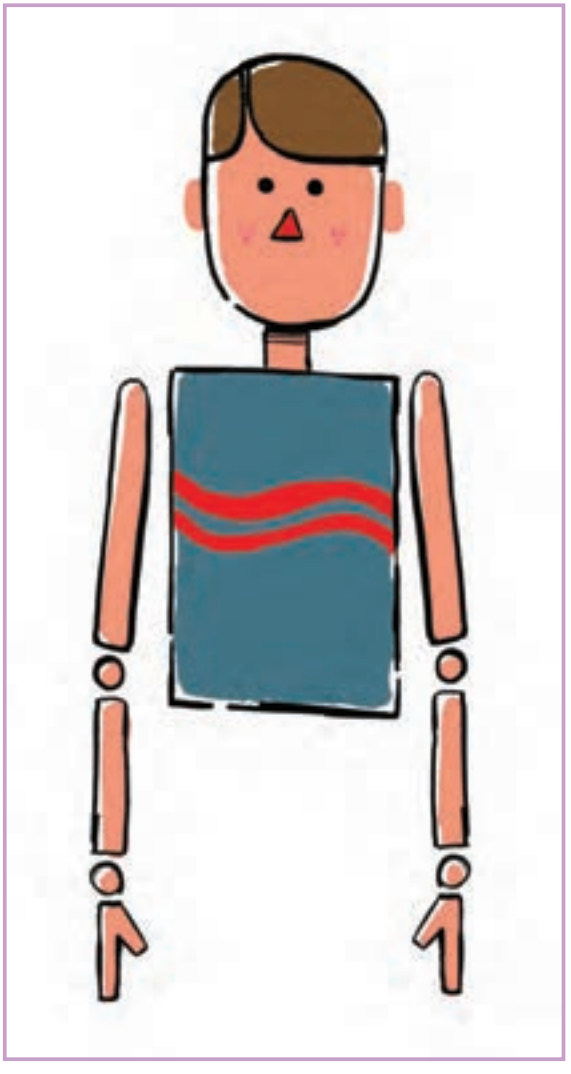
در هنگام شکستن مفصل‌ها باید محدودیت‌های ساختار مفصل را مد نظر قرار داد. هرگز مفاصل را برای ایجاد وضعیت‌های غیرممکن بیش از اندازه خم نکنید. یک استفادهٔ ناآگاهانه از این شیوه، می‌تواند حرکت را غیرممکن جلوه دهد.

مثال: اگر مفصل بالا را دست یک شخصیت در نظر بگیریم، شکستن بیش از اندازهٔ مفصل باعث می‌شود دست از حالت طبیعی خود خارج شده و شکل پلاستیکی به خود بگیرد.

• نکتــه: **برای به‌حرکت درآمدن، مانند بالا رفتن، مفصل را در جهت مخالف می‌شکنیم.**



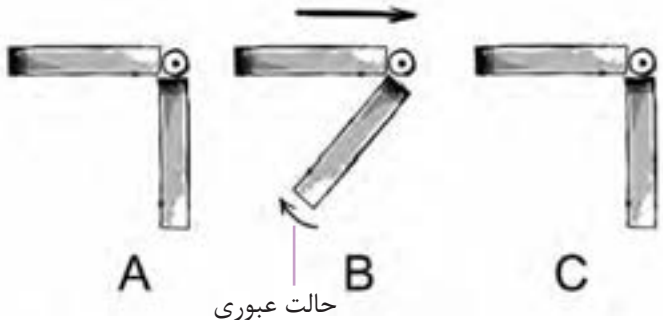
● **فعالیت:** دست شخصیت را به بالا و پایین در یک حرکت قوسی شکل حرکت دهید. در این‌جا مفصل‌ها پشت سر هم در جهت مخالف حرکت می‌کنند و یکی پس از دیگری می‌ایستند.



● **نکتــه:** توجه کنید بعد از این که مفصل به وسیلهٔ شکسته شدن در یک جهت هدایت شد، به مفصل بعدی اجازه می‌دهد تا قسمت بعدی را هدایت کند.

مفصـــل دوتایی

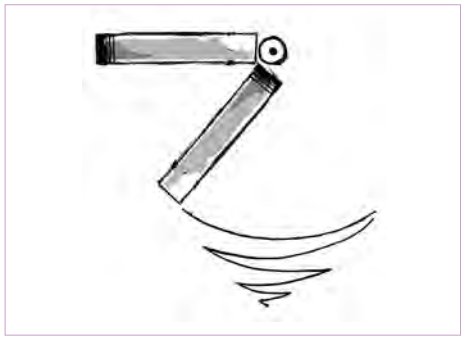
فرض کنیم دو بازو به کمک مفصل، مانند شکل زیر به هم متصل شده‌اند و قرار است از نقطهٔ A به نقطهٔ C حرکت کنند. در حالت نقطهٔ B، مفصل به حرکت درآمده، حرکت اصلی را دارا است و بازوی آویزان نسبت به آن از قانون دنباله‌ها پیروی می‌کند؛ به علت مقاومت هوا در هنگام حرکت، مفصل آویزان به سمت مخالف، تغییر جهت می‌دهد.



• نکتـــه: به دلیل آن‌که شروع و پایان حرکت را در مثال بالا می‌توان مشاهده کرد حرکت، تندشونده و کندشونده خواهد بود.

• فعالیت: مفصل دوتایی را در یک مسیر رفت و برگشت متحرک‌سازی کنید.

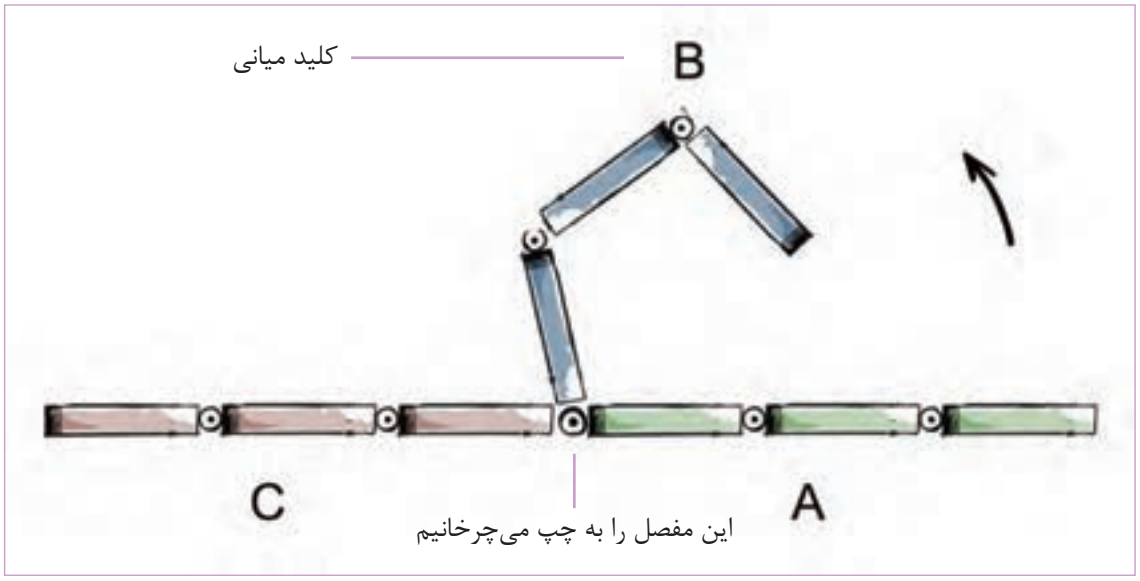
• نکتـــه: وقتی مفصل هدایت‌کننده می‌ایستد، مفصل آویزان با همان سرعت به جلو حرکت می‌کند و بعد طی چند چرخش و کاهش مقاومت، مانند حرکت گوش سگ به سکون می‌رسد.



مفصـــل سه‌تایی

• فکر کنید: **کاربرد حرکت در مفاصل دوتایی و سه‌تایی در چیست؟**

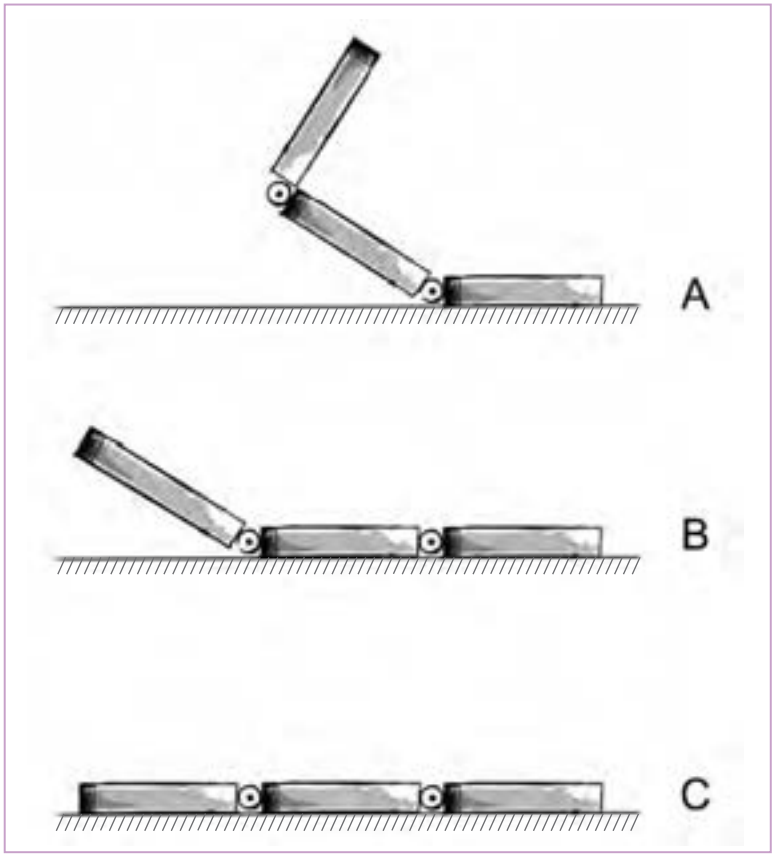
چنانچه سه بازو را با مفاصلی متحرک به یکدیگر متصل کنیم، اگر مفصل اول را بچرخانیم تأثیر نیرو بر روی دو بازوی دیگر، حالتی مانند شکل زیر خواهد داشت.



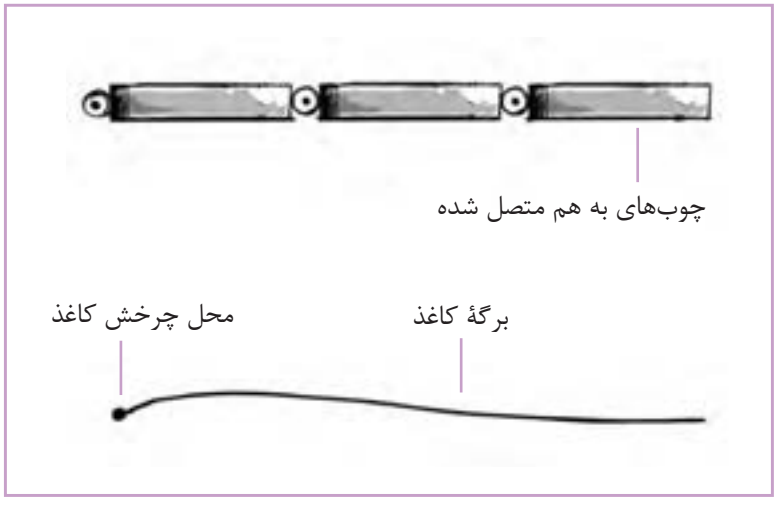
• نکتـــه: **نیرو از مفصل شمارهٔ ۱ به مفصل شمارهٔ ۲ منتقل می‌شود و تا مفاصل ۱ و۲ حرکت نکنند، مفصل ۳ حرکت نخواهد کرد.**



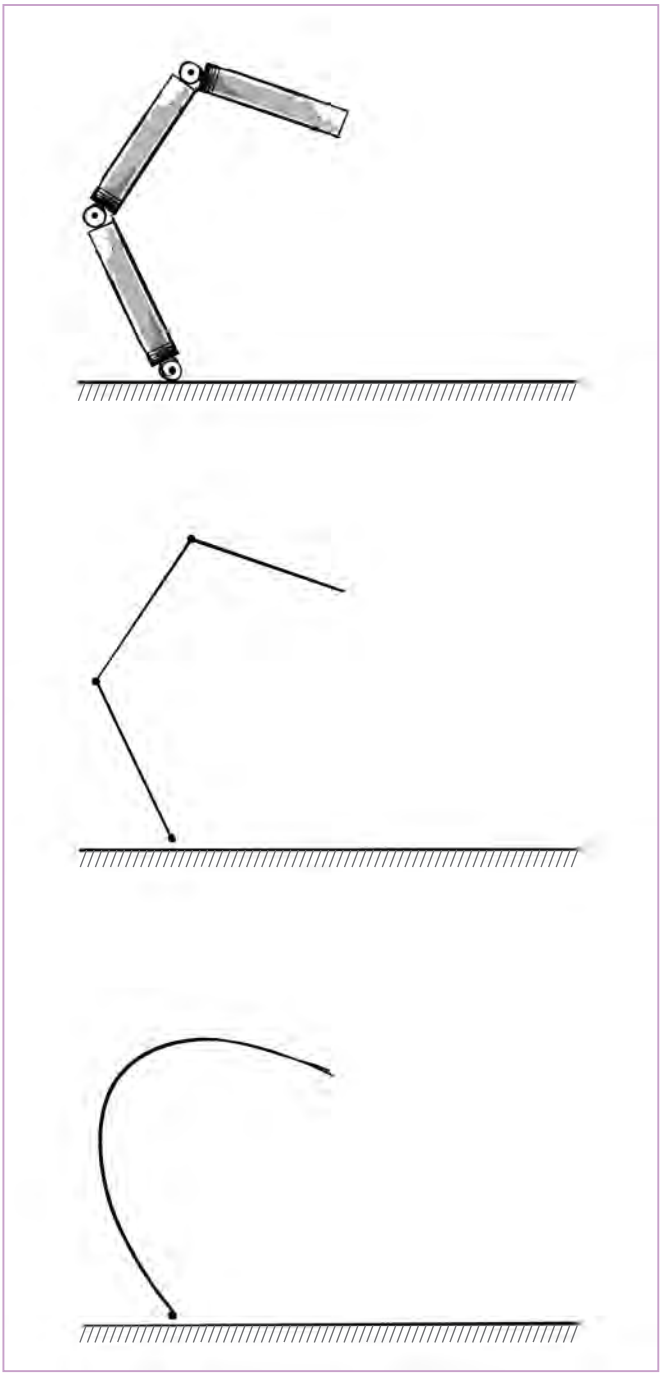
همان‌طور که در قبل گفته شد، بازوها یکی پس از دیگری بر روی زمین قرار می‌گیرند.



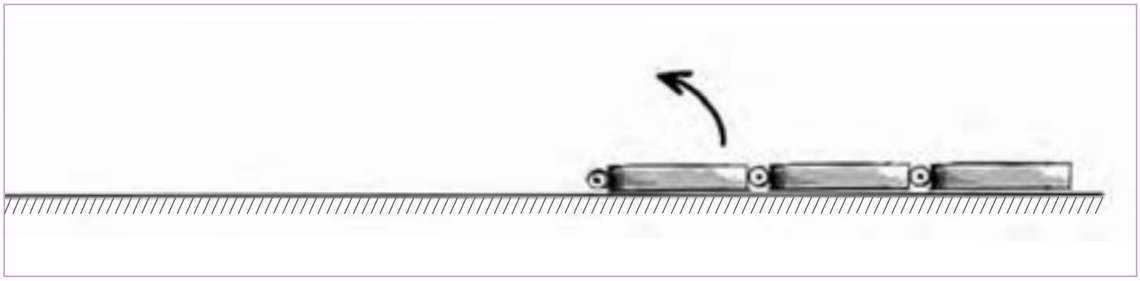
در این‌جا بازوهای متصل به هم را مانند یک برگهٔ کاغذ و به صورت یک‌پارچه در نظر بگیرید.



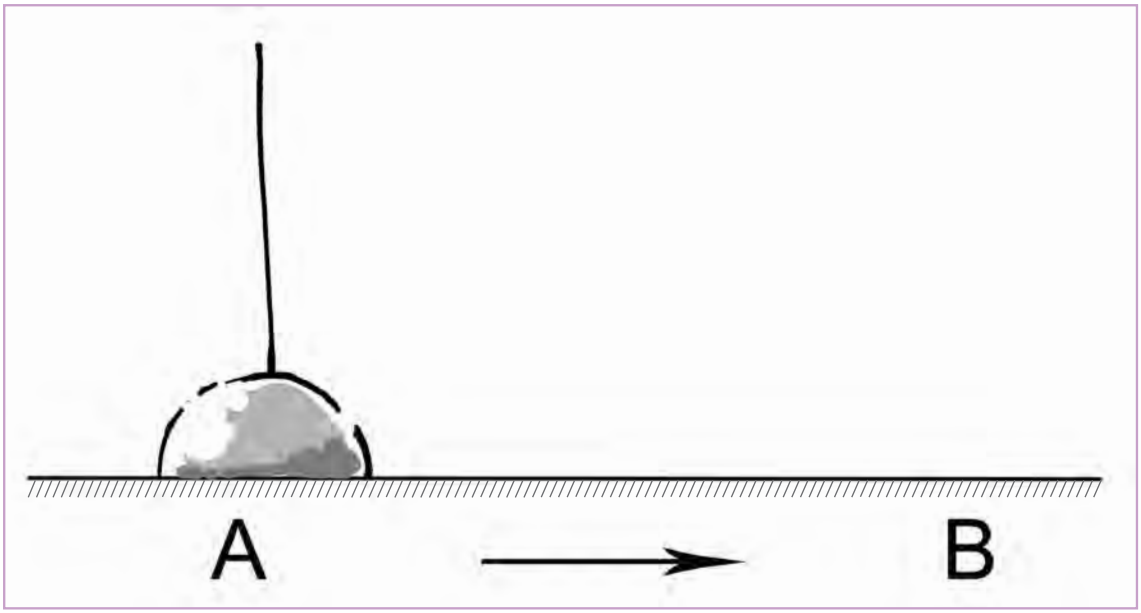
فرض بر این باشد که کاغذ مشابه شکل، حول محور، ورق‌زده می‌شود. در این صورت حرکت کاغذ، دقیقاً همان حرکت مفصل، اما به صورت یک‌پارچه و همراه با انعطاف خواهد بود.



● فعالیت: الف- مفصل تصویر داده شده را به سمت چپ بچرخانید.
ب- مفصل را تبدیل به حرکت یک برگهٔ کاغذ کنید.



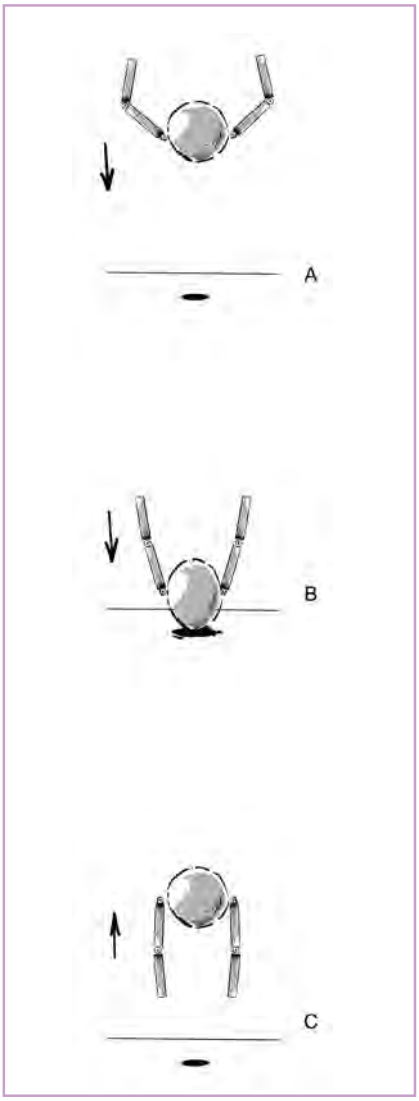
● فعالیت: شکل تصویر داده شده را به چپ و راست جابه‌جا کرده و متحرک‌سازی کنید.



● نکتــه: در متحرک‌سازی فعالیت داده شده به حالت انعطاف فنر دقت شود.

ترکیب مفصـــل و توپ

توپی را در نظر بگیرید که مطابق شکل زیر دو مفصل به آن متصل است و قرار است با زمین برخورد کند؛ در این حرکت علاوه بر وزن، هم‌پوشانی حرکت‌ها نیز باید اعمال شود. همان‌طور که در مبحث قبل گفته شد این اصل، پیامد تأثیر حرکت اصلی بر روی قسمت‌هایی است که در مقایسه با حرکت اصلی، حالت تعقیب کننده دارند.
در اینجا توپ، حرکت اصلی را دارد و بازوها، آن را تعقیب می‌کنند؛ توپ هر لحظه در حال تغییر مسیر است و بازوها مسیر حرکت خود را ادامه می‌دهند تا پس از طی کردن تمام مسیر، دوباره حرکت توپ را تعقیب کنند و این حرکت ادامه خواهد داشت.

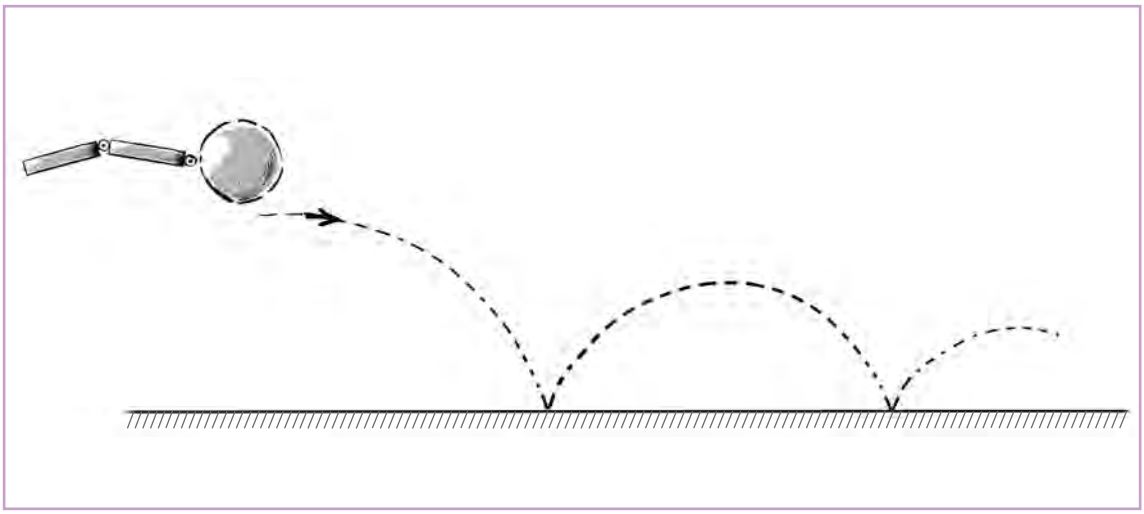


بازوها حرکت خود را ادامه خواهند داد.

توپ تغییر مسیر می‌دهد اما حرکت دنباله‌ها ادامه دارد.

دنباله‌ها (بازوها) پس از تغییر مسیر، در جهت مخالف حرکت می‌کنند.

● فعالیت: **مطابق با نمودار داده شده، ترکیب حرکت مفصل و توپ را متحرک‌سازی کنید.**

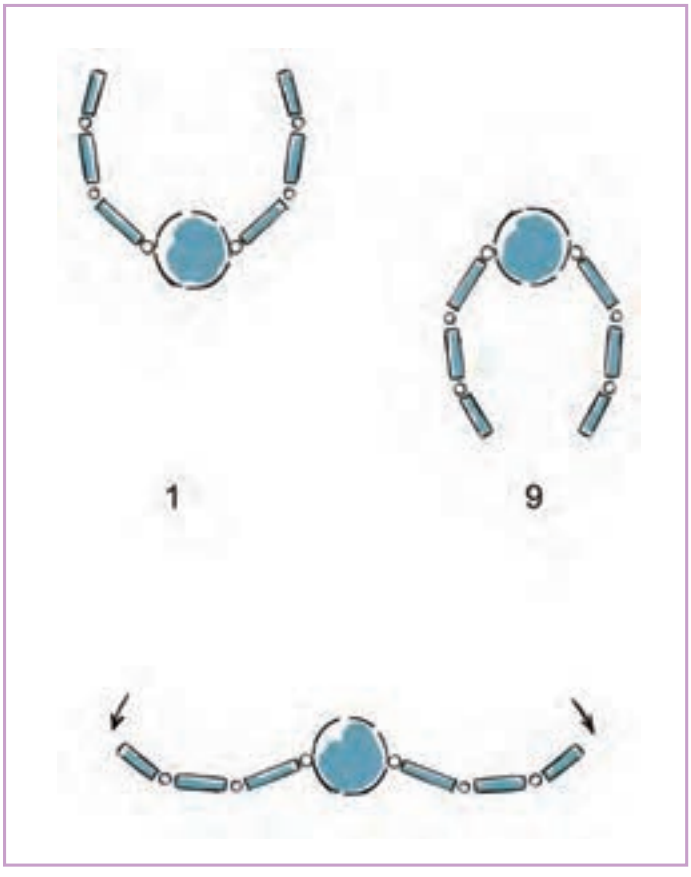


واحد یادگیری ۴

شایستگی: حرکت مفاصل پیچیده

پرواز پرنده

در اینجا به کمک مفاصل، حرکت بال‌زدن پرنده را بازسازی کرده سپس فریم‌های ۱ و ۹ را در دو حرکت اصلی برای مفاصل طراحی می‌کنیم.



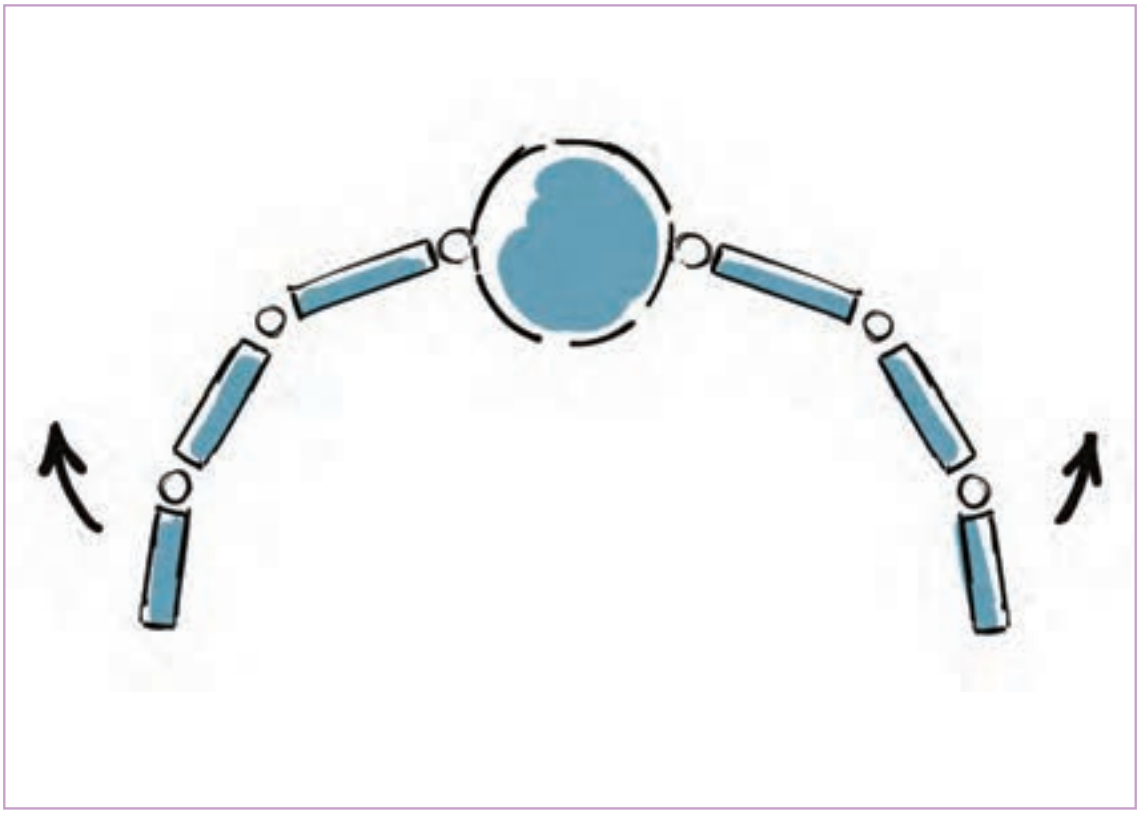
در هنگام پایین آمدن، در اثر فشار هوا، بال‌ها به سمت بالا و در جهت مخالفِ مقاومت هوا کشیده می‌شوند.

• فکر کنید: **فشار هوا چه تأثیری بر روی حرکات بال پرندگان متفاوت دارد؟**

نکتــه:

- **در حرکت اکثر پرندگان، زمان حرکت رفت و برگشت بال‌ها مساوی است، مگر در مورد پرندگان بزرگ که برگشت بال‌ها کندتر از باز شدن بال‌هاست و یا برعکس در مورد پرندگان سنگین، حرکت برگشت بال‌ها سریع‌تر خواهد بود.**
- **اندازه و وزن پرنده در چرخهٔ بال‌زدن، کاملاً مؤثر است؛ پرندگان بزرگ، آرام‌تر از پرندگان کوچک حرکت می‌کنند.**

در هنگام بالا رفتن، بال‌ها در اثر فشار، در جهت مخالفِ مقاومت هوا کشیده می‌شوند.



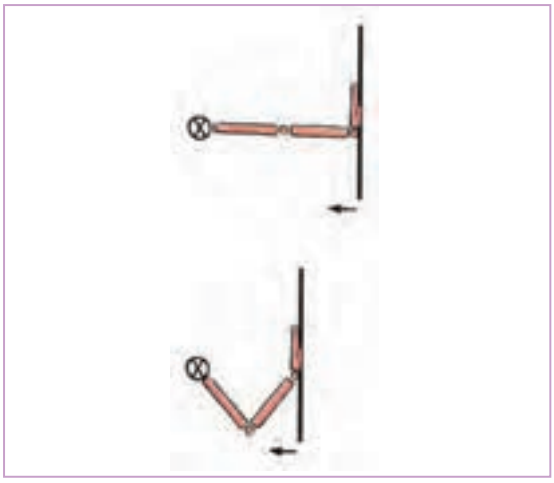
درگیری مفاصـــل از دو منبع نیروی حرکتی

فرض کنیم دستی به مانع نزدیک می‌شود. تا زمانی‌که دست به مانع برخورد نکرده، صاف و کشیده است اما بر اثر برخورد، کف دست روی مانع ثابت شده و بدن، به سمت مانع حرکت می‌کند.

● فکر کنید: **منبع حرکت چه تأثیری بر روی حرکت اتصالات و مفاصل دارد؟**

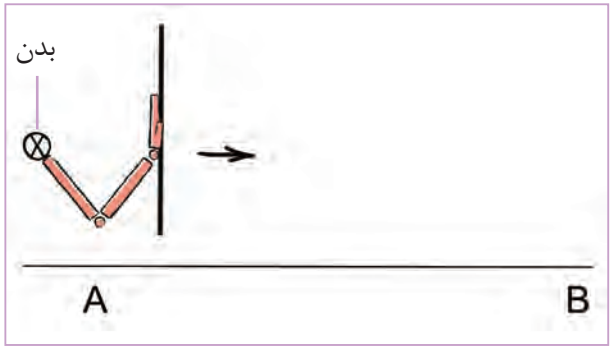


- آرنج دست صاف و کشیده است.
- آرنج دست صاف و کشیده است و در لحظهٔ برخورد همچنان آرنج صاف می‌باشد.
- بدن شخصیت که حرکت را هدایت می‌کند همچنان مسیر خود را ادامه می‌دهد تا متوقف شود. در اینجا آرنج می‌شکند. آرنج دست صاف و کشیده است.

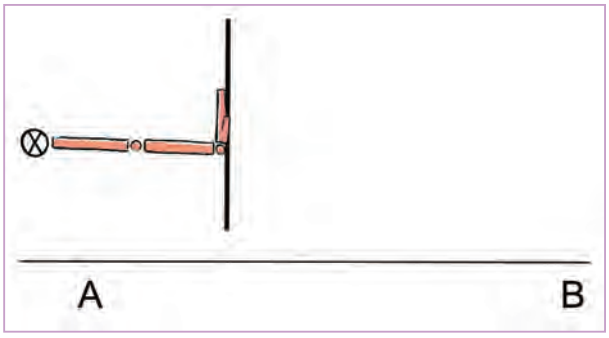


- دیوار حرکت کرده و به سمت چپ می‌رود و دست از کتف ثابت است.

مانع، متحرک و بدن ثابت است؛ اگر مانع به چپ و راست حرکت کند، جای کنترل کنندهٔ مفصل‌ها تغییر کرده و مانع، حرکت را هدایت می‌کند.



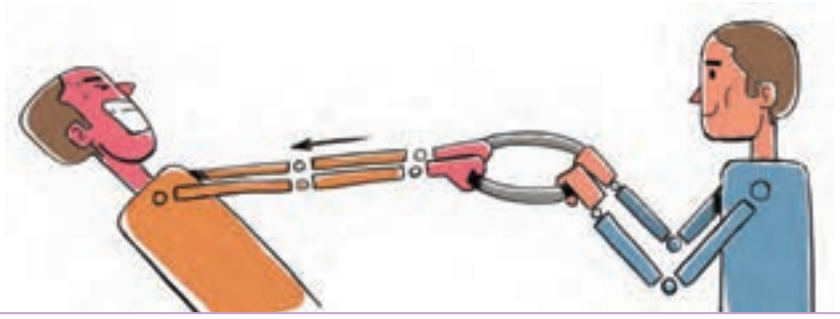
مانع و بدن هر دو حرکت می‌کنند و مانع قرار است از نقطهٔ A به نقطه B منتقل شود. مانع، حرکت می‌کند مفاصل را هم با خود می‌کشد اما بدن همچنان ثابت است.



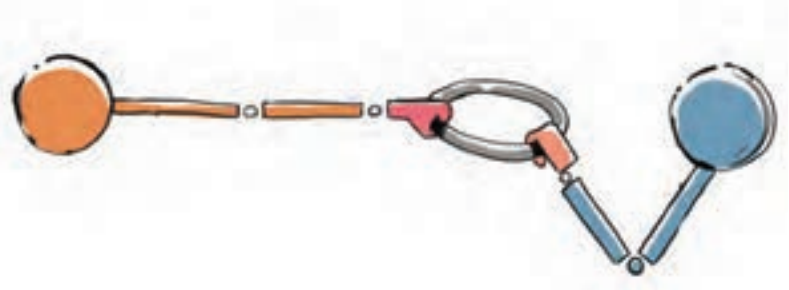
تا زمانی‌که مفاصل کاملاً صاف نشوند بدن همچنان ثابت باقی می‌ماند. پس از آن که مفاصل به کمک مانع به طور کامل صاف شدند، بدن هم همراه آن‌ها حرکت می‌کند تا لحظه‌ای که مانع در نقطهٔ B بایستد. زمانی‌که مانع از حرکت ایستاد، بدن به دلیل وزنی که دارد به سمت مانع حرکت می‌کند. در نتیجه، حرکت اتصالات به کمک منبع حرکت، تک به تک انجام می‌شود و هر تعداد اتصالات وجود داشته باشد از این قانون پیروی خواهند کرد.



در نظر بگیرید دو شخصیت بر سر یک رینگ با هم درگیر می‌شوند. برای نشان دادن حس وزن، مفاصل (دست، ساعد، بازو، کتف، بدن و ...) تک به تک و به ترتیب درگیر می‌شوند.

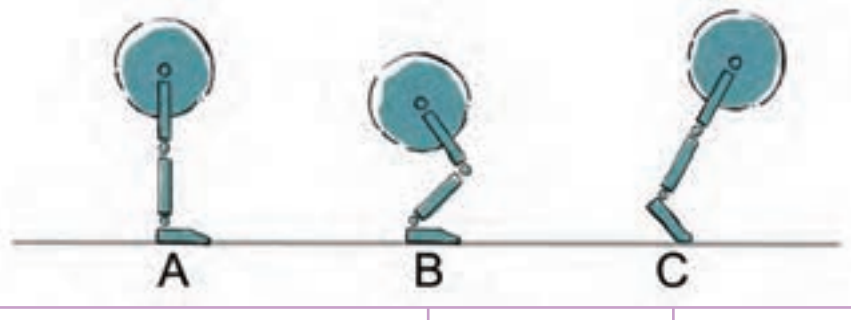


هر کدام رینگ را به سمت خود می‌کشد.



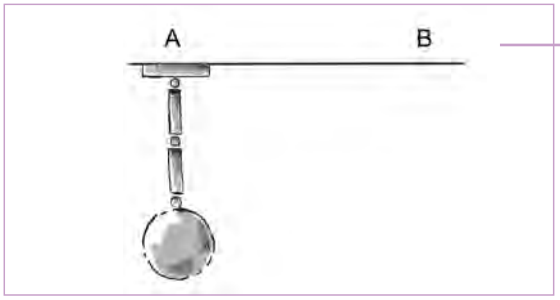
● فعالیت: در حالی‌که هر شخصیت، رینگ را به سمت خود می‌کشد، فریم‌های کلیدی آن را طراحی کنید.

درگیری مفاصل در ایجاد حرکات بسیار مهم بوده و با شناخت درست آن‌ها می‌توان حس وزن را ایجاد کرد. برای مثال در حرکت پریدن شخصیت‌ها در فصل بعد به طور مفصل به آن پرداخته خواهد شد.



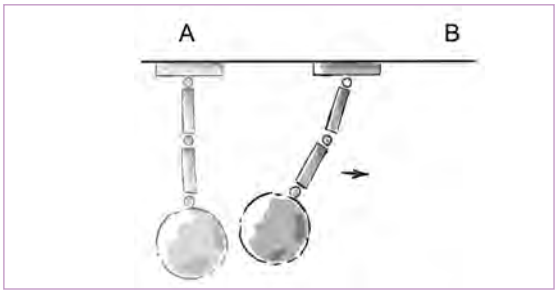
حرکت آویـــزان

● فکر کنید: **میزان سرعت یک جسم در حرکت، چه تأثیری بر روی مفاصل آن دارد؟**



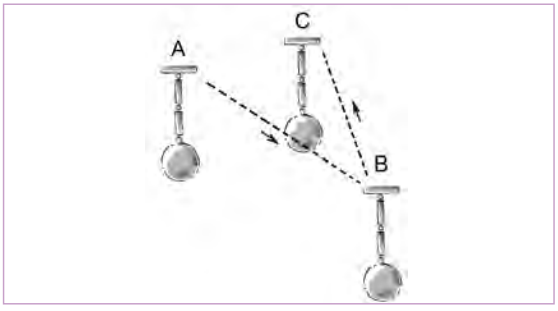
حرکت را رهبری می‌کند.

- در تصویر داده شده می‌خواهیم از نقطه A به نقطه B حرکت کنیم.



طراحی میانی یک حرکت نرمال

- در این حرکت و هر حرکت مشابه، طراحی‌های میانی بر اساس سرعت منبع کنترل حرکت، طراحی می‌شوند و به علت وجود مفصل، هر چه سرعت بیشتر شود، شکست مفاصل به سمت مخالف، بیشتر می‌شود.



● فعالیت: **تصویر بالا دارای سه نقطهٔ A، B، C است، ابتدا از نقطهٔ A به نقطه B و سپس به نقطهٔ C بر روی نمودار متحرک‌سازی کنید.**

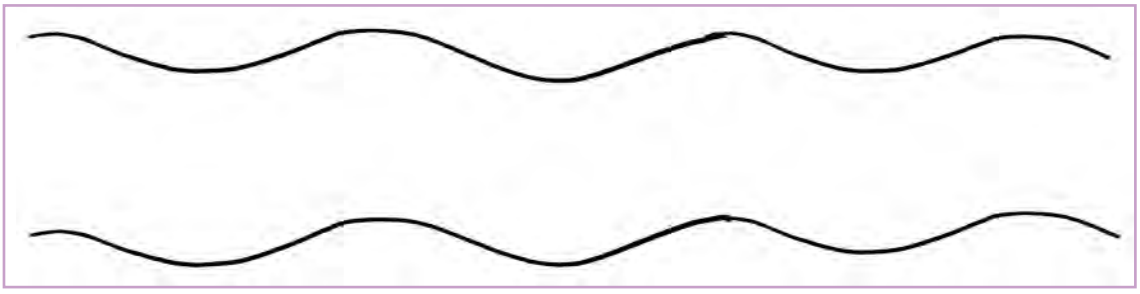
حرکت پرچم و مو

• فکر کنید: **برای متحرک‌سازی مو و پرچم بهترین راه چیست؟**

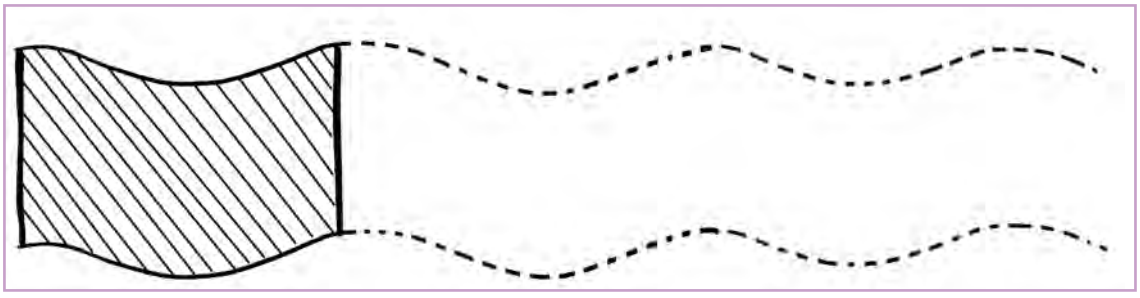
در حرکت پرچم، جریان ثابت باد به صورت حلزونی و پیچشی به دو طرف پرچم تقسیم می‌شود. هر یک از پیچش‌ها تقریباً حالت یک کُره را دارند که بر محور پارچه عمود هستند.



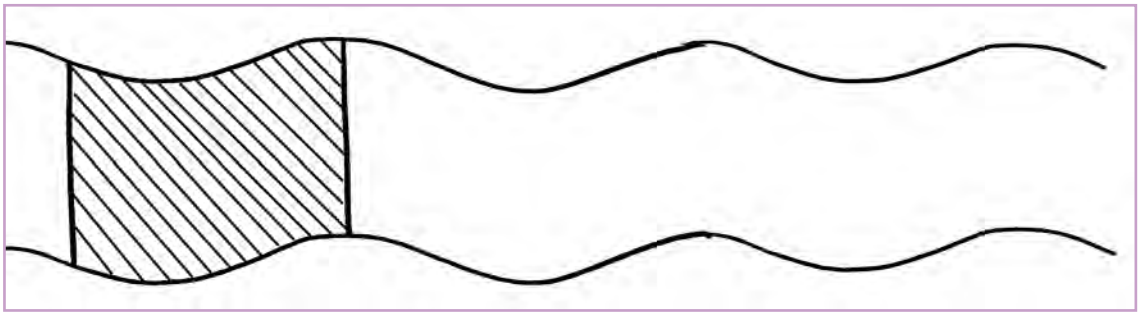
اگر پیچش‌های باد به سمت راست حرکت کنند، موج حرکت در پارچه نیز به سمت راست خواهد بود. در ترسیم حرکات، برای آن‌که پیچش‌ها را در درون پارچه حرکت دهیم ابتدا نموداری شبیه نمودار زیر طراحی می‌کنیم.



سپس یک نمونه پرچم را درون این نمودار طراحی می‌کنیم.



پس از آن، نمودار را مقداری جابه‌جا کرده و فریم بعدی را طراحی می‌کنیم. آنقدر این کار را ادامه می‌دهیم تا سیکل حرکتی کامل شود.



• نکتــه: **در این قبیل حرکت‌ها هیچ فریم اصلی وجود ندارد و تمام تصاویر اهمیت یکسانی دارند و هر تصویر باید پس از تصویر دیگر به نرمی طراحی شود.**



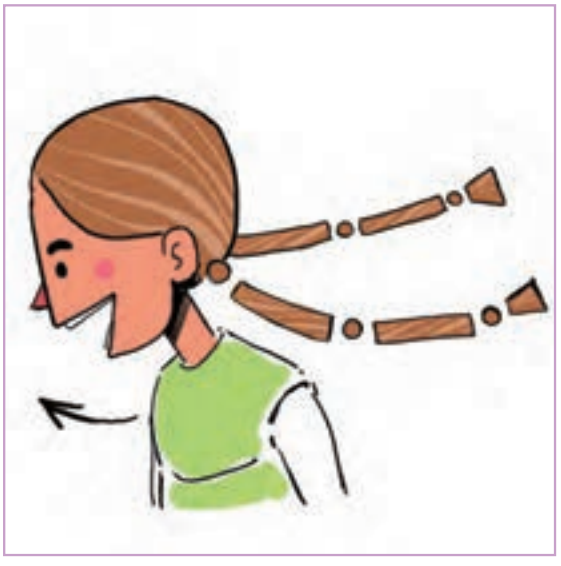
در فریم‌های سیکل پرچم، به علامت × توجه کنید.

• فعالیت: **دو پرچم، یکی در مقابل باد شدید و دیگری را در مقابل باد ملایم، مشابه نمودار در صفحهٔ قبل طراحی کنید.**

• نکتــه: **شدت حرکت پرچم به مقدار جابه‌جایی نمودار و اندازهٔ کُره‌های پیچشی بستگی دارد.**



■ در حرکت موی سر، به غیر از حرکت پیچشی در باد، مانند حرکت پرچم، موها به وسیلهٔ خودِ شخصیت هم به حرکت درمی‌آیند و همان‌طور که در مباحث قبل گفته شد، می‌توانیم دسته‌ای از موها را به صورت مفصل در ذهن تصور کنیم و حرکت را به کمک مفاصل تجزیه و تحلیل کنیم.



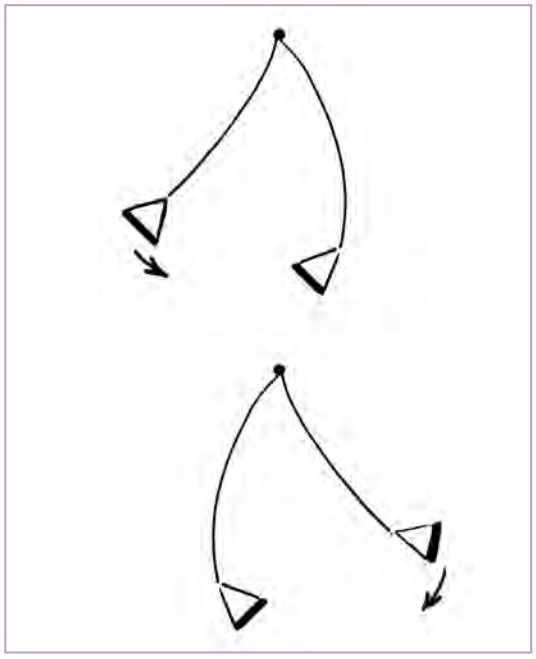
■ با به حرکت درآمدن سر شخصیت، مفاصل مو با کمی تأخیر، حرکت سر را دنبال می‌کنند. این قوانین ساده، حس انعطاف‌پذیری به موها می‌دهد.

● **فعالیت: حرکت موی شخصیت تصویر داده شده را متحرک‌سازی کنید.**

تاب خوردن کـــودک

• فکر کنید: **تاب خوردن یک شخصیت در اثر چه نیرویی است؟**

در حرکت تاب‌خوردن، شخصیت با نیروی وارد بر تاب، آن را به حرکت درمی‌آورد که اتصالات از قوانین مفاصل تبعیت می‌کنند و بدن شخصیت مانند پا و سر، در خدمت و هدایت تاب قرار می‌گیرند.

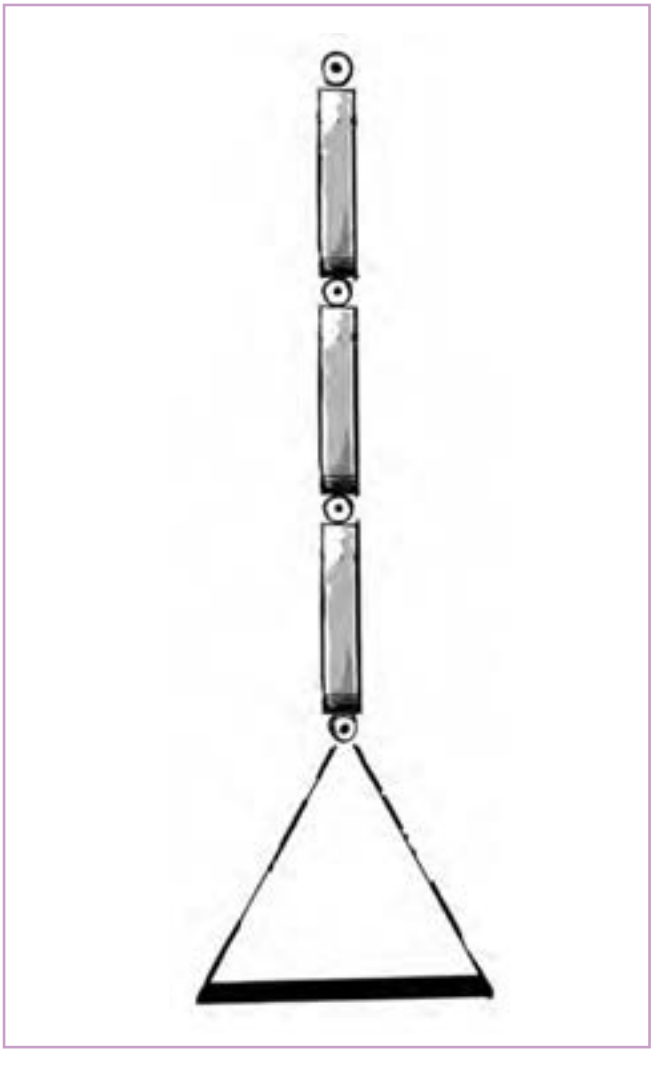


تابی بدون شخصیت در حال حرکت که در برابر مقاومت هوا شکسته می‌شود.

• فعالیت: **در یک حرکت رفت و برگشت، حرکت تاب را بدون شخصیت طراحی کنید.**

• نکتـــه: **اگرشخصیت، سوار بر تاب باشد، شدت شلّاقی بودن تاب به علت سنگینی شخصیت، کمتر شده و برای دنباله‌هایی مانند لباس و موی شخصیت از قوانین گفته شده استفاده می‌شود.**

● **فعالیت:** مانند شکل زیر و با این دیدگاه که اگر طناب و صندلی تاب را، چند بازو در نظر بگیریم که به کمک مفاصل به هم متصل می‌باشند، آن را متحرک‌سازی کنید.



● **فعالیت:** یک شخصیت را همراه با تاب، متحرک‌سازی کنید و دنباله‌هایی مانند مو، دامن، شال، پالتو و... را به آن اضافه کنید.

فصل سوم

متحرک‌سازی ترکیبی انسانی



واحد یادگیری ۵

شایستگی: متحـرک‌سازی راه‌رفتن انسانی

آیا تا به حال پی برده‌اید:

- ویژگی روانی چقدر بر روی راه‌رفتن و حرکات انسان تأثیر می‌گذارد؟
- تمام فرم‌های راه‌رفتن از یک الگو پیروی می‌کنند؟
- میزان بالا و پایین رفتن سر شخصیت، با فاصلهٔ قدم‌های او از یکدیگر رابطهٔ مستقیم دارد؟
- در چه حالتی سرشانه‌ها و لگن، هنگام راه‌رفتن چرخش بیشتری دارند؟
- تغییرات اندک در طراحی کلیدهای راه رفتن، سبب عوض شدن کامل حس شخصیت خواهد شد؟

هدف از این واحد یادگیری:

- هنرجو با توجه به فراگیری قواعد علمی فصل‌های قبل، در این فصل باید بتواند حرکات راه‌رفتن ساده و پیچیدهٔ انسان را فرا گیرد و شخصیت خود را علاوه بر نمونه‌های داخل کتاب متحرک‌سازی کند.

استاندارد عملکرد:

- هنرجو، علم طراحی حرکات اولیه و پیچیده در راه‌رفتن انسان را فراگیرد.

راه‌رفتن

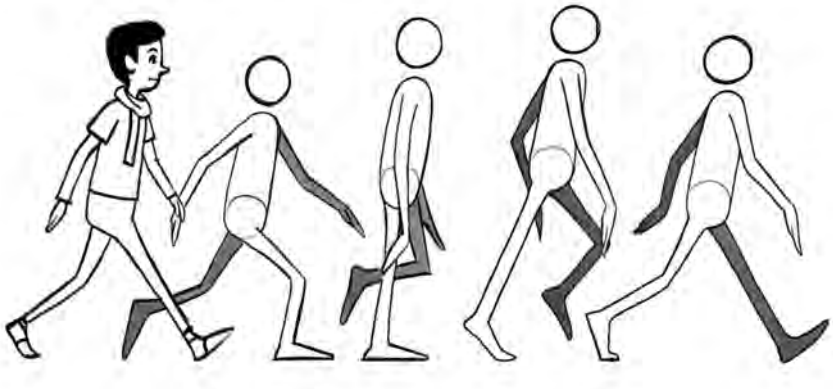


• فکر کنید: **چه عواملی بر روی راه‌رفتن شخصیت تأثیر مستقیم دارد؟**

راه‌رفتن یکی از بخش‌های اصلی نقل و انتقال بدن در میان موجودات زنده، از جمله انسان به شمار می‌رود. راه‌رفتن با توجه به عواملی مانند قد، وزن، جنسیت، سن، سطح زمین، فرهنگ و تناسب اندام، می‌تواند در افراد مختلف متفاوت باشد.

زبان بدن، بیشتر از چیزی که به نظر می‌رسد دربارهٔ شخصیت انسان به ما اطلاعات می‌دهد. یکی از مواردی که بسیاری از خصوصیات انسان را آشکار می‌کند طرز راه‌رفتن اوست. هر فرد و شخصیت، مدل منحصر به فردی برای راه‌رفتن دارد، به گونه‌ای که تنها با دیدن راه‌رفتن آن شخص، از فاصلهٔ دور می‌توانیم او را بشناسیم.

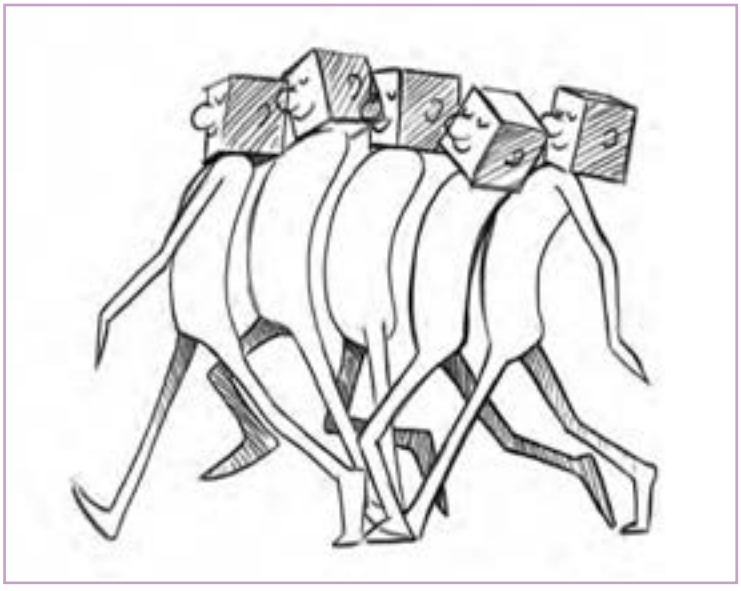
ریچارد ویلیامز به نقل از کِن هریس(Ken Harrris) این‌گونه توصیه می کند: «راه رفتن، اولین چیزی است که باید یاد گرفت. انواع مختلف راه‌رفتن را یاد بگیر، چون درست درآوردن این حرکت تقریباً مشکل‌ترین کار است.»



راه‌رفتن نوعی ایجاد عدم تعادل و سپس تعادل است. انسان برای راه رفتن، بدن را به جلو خم می‌کند و با جلو بردن یک پا، تعادل خودش را حفظ می‌کند. راه رفتن، یک روند به زمین افتادن و به موقع و درست، جلوی این اتفاق را گرفتن است.



اگر پای‌مان را زمین نگذاریم، با صورت به زمین می‌خوریم، به طور دقیق‌تر، ما بالاتنه را جلو می‌دهیم، یک پا را درست به موقع جلو می‌بریم تا جلوی افتادنمان را بگیریم. هر چقدر راه‌رفتن آهسته‌تر باشد، تعادل بیشتری داریم و برعکس؛ به دلیل این‌که کوچک‌ترین موانع، تعادل انسان را به هم می‌زند؛ به طور ناخودآگاه پای‌مان را به کمترین میزان از زمین بلند می‌کنیم.



انواع راه‌رفتن انسان

• فکر کنید: **چند نمونه راه‌رفتن متفاوت از شخصیت‌ها در پیرامون خود می‌شناسید؟**

همان‌طور که نوع شخصیت، روی راه‌رفتن تأثیر می‌گذارد، حالات روحی در لحظه نیز می‌تواند موجب تغییر در طرز راه‌رفتن شود. آرت بابیت (Art Babbitt) شاید نخستین کسی بود که راه‌رفتن عادی یا راه‌رفتن کلیشه ای را در پویانمایی تَرک کرد. او مسلماً متخصص بزرگی در راه‌رفتن ابداعی است؛ شهرتش به خاطر راه‌رفتن عجیب و غریبی است که برای گوفی طراحی کرده بود و از گوفی یک ستاره ساخت. گوفی حتی وارونه قدم برمی‌دارد! آرت بابیت کاری می کرد که این حرکات کاملاً قابل قبول به نظر برسند.

او همیشه می‌گفت: «پویانمایی رسانه‌ای خیلی استثنایی است؛ ما می‌توانیم حرکاتی را بسازیم که احتمالاً هیچ انسانی قادر به انجامش نیست و آن را به گونه‌ای رسم کنیم که متقاعد کننده به نظر برسد.»



• تحقیق: **انواع راه‌رفتن را در چند پویانمایی یافته و مورد تحلیل و بررسی قرار دهید.**

راه‌رفتن افراد مختلف باهم متفاوت است

راه‌رفتن در انسان ها با هم تفاوت دارد. هیچ دو نفری شبیه به هم راه نمی‌روند. هر شخص بسته به ویژگی‌های فردی‌اش، نوع منحصر به فردی برای راه‌رفتن خود دارد. حتی جزئیات خیلی کوچک در نوع حرکت و راه‌رفتن می‌توانند همه چیز را تغییر دهند. در هر حرکت راه رفتن، اطلاعات زیادی وجود دارد. سعی کنید راه‌رفتن انسان‌های مختلف را مورد بررسی قرار دهید. به عنوان یک متحرک‌ساز، برای نشان دادن مؤلفه‌های شخصیتی یک شخصیت باید بتوانید ویژگی‌های اخلاقی او را درون راه رفتنش نشان دهید. بازیگران سینما نیز سعی می کنند شخصیت درونی یک شخصیت را با فرض این‌که چگونه راه می‌رود نشان دهند.

• فکر کنید: **آیا دقت کرده‌اید که اگر دوست یا آشنای خود را از فاصلهٔ دور و حتی از پشت سر ببینید تنها با نوع راه رفتنش، می‌توانید او را بشناسید؟**

• تحقیق: دو شخصیت از یک فیلم پویانمایی معروف با خلق و خوی متفاوت را انتخاب کرده و نوع راه‌رفتن آن‌ها را بر اساس شخصیت‌شان، مورد تحلیل و بررسی قرار دهید.

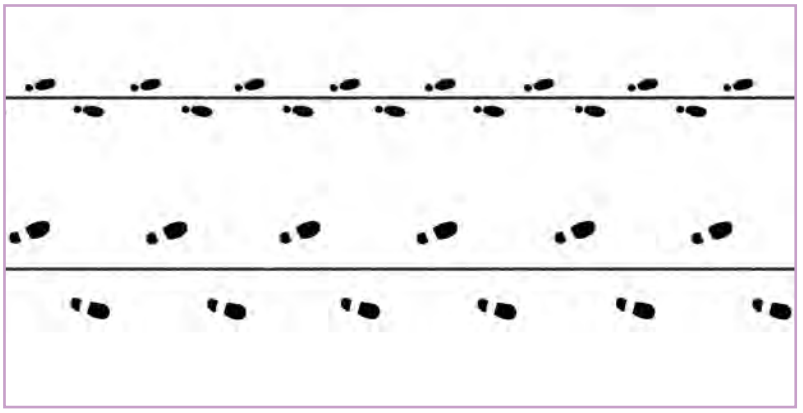
• فعالیت: شخصیت‌های تحلیل شده در تمرین قبل را به صورت فریم به فریم در کنار هم نمایش دهید.

تفاوت راه‌رفتن در زن و مـــرد

زن ها اکثراً با ساق های نزدیک به هم راه می‌روند که از کشالهٔ ران به هم نزدیک است و در نتیجه بدن و سر، کمتر بالا و پایین می‌رود. در حالی که مردها پاهایشان را با فاصله از هم حرکت می‌دهند. بنابراین در هر حرکت‌شان، بستگی به میزان باز و بلند بودن قدم‌ها، سر بالا و پایین می رود.

• فکر کنید: آیا علاوه بر جنسیت شخصیت، سن او نیز بر روی راه‌رفتنش تأثیر دارد؟



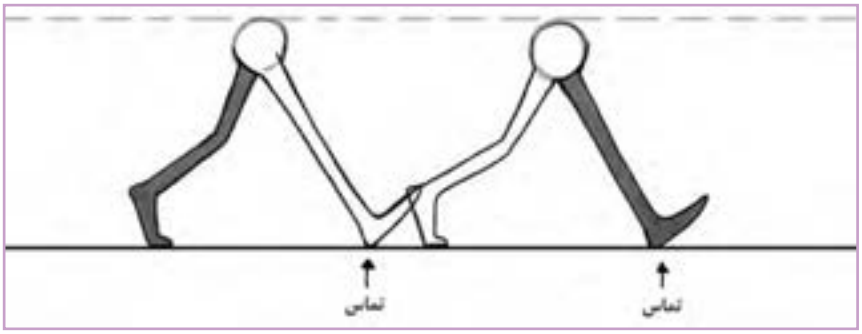


• تحقیق: راه‌رفتن زن و مرد را در یک پویانمایی بررسی کرده و با هم مقایسه کنید.

متحرک‌سازی راه‌رفتن در پاها

• فکر کنید: **چند نوع متحرک‌سازی از پهلو برای یک شخصیت می‌توان طراحی کرد؟**

برای متحرک‌سازی راه‌رفتن در حالت تکرار شونده(loop) ، در ابتدا دو کلیدی را که هر دو کف پا، یکی پنجه و دیگری پاشنهٔ پا با زمین تماس دارند طراحی کرده و اسم این کلیدها را تماس می‌گذاریم.

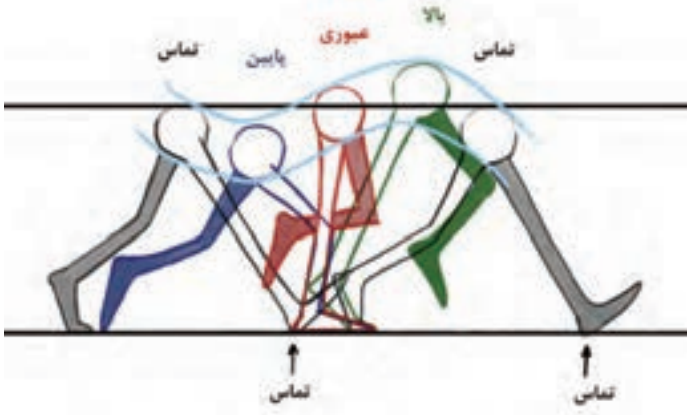


کلید بعدی که میان این دو کلید قرار دارد حالت عبوری حرکت است. یک پا در حالت عمودی و پای دیگر به جلو خم می‌شود. در این حالت که پای پشت، خم شده است؛ باسن به سمت پشت می‌چرخد و شکم به حالت سه‌رخ رو به دوربین قرار می‌گیرد.

کلیدهای بعدی بین این دو حالت ترسیم می‌شوند. بعد از حالت تماس، بدن پایین می‌آید و وزن بلافاصله روی یک پا می‌افتد، پا خم شده و جِرم بدن پایین می‌آید. در این قسمت وزن شخصیت احساس می‌شود.

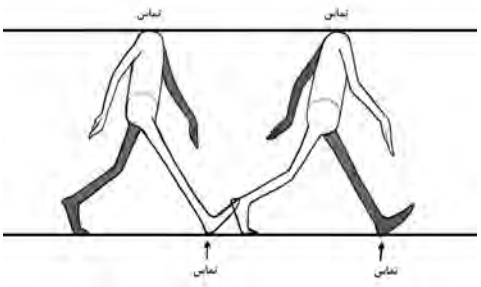
بعد از کلید عبوری، پای خم شده به جلو می‌رود و پایی که به حالت عمودی قرار داشت، روی پنجه به جلو خم می‌شود؛ در این حالت جِرم بدن به سمت بالا کشیده می‌شود و در واقع پا، بدن را به سمت جلو حرکت می‌دهد.

• فعالیت: **کلیدهای راه‌رفتن دو پا را در حالت درجا زدن(لوپ)، ترسیم کنید.**

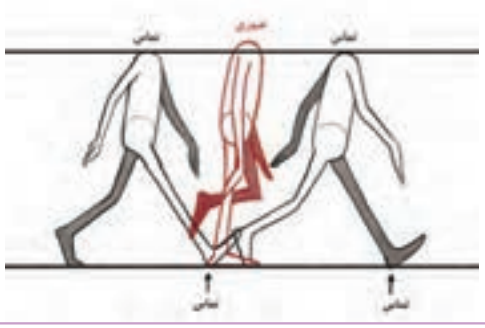


متحرک سـازی دست ها هنگام راه‌رفتن

- در این مرحله به همان ترتیبی که اشاره شد، بالاتنه و دست‌ها را اضافه می‌کنیم. در کلید تماس، دست‌ها خلاف جهت پاها قرار دارند. بنابراین اگر پای راست جلو قرار گرفته باشد، دست راست برای حفظ تعادل بدن، به عقب می‌رود و کلید تماس به شکل زیر در می‌آید.



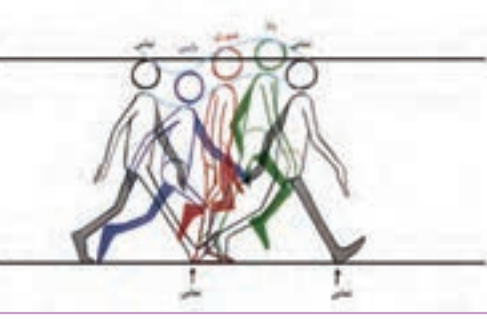
- در کلید عبوری، دست‌ها موازی و هم‌راستا با بالاتنه هستند. همان‌طور که پای راست به عقب می‌رود دست راست نیز به سمت جلو حرکت می‌کند. به دلیل خیز شخصیت به سمت جلو، بالاتنه کمی بالاتر از کلید تماس قرار دارد.



- به دلیل خم شدن زانوی پای راست، بالاتنه پایین می‌آید. درحالت میانی، دست راست بین کلید تماس و عبوری، کمی به سمت جلو کشیده می‌شود و دستِ مخالف کمی به عقب می‌رود. در این کلید، شخصیت در پایین‌ترین حالت خود قرار دارد که به آن کلید پایین می‌گوییم؛ دست راست نسبت به کلید قبل خود کمی جلوتر رفته و دست چپ کمی به سمت عقب برمی‌گردد. در این کلید، شخصیت در بالاترین حالت خود قرار دارد که به آن کلید بالا می‌گوییم.



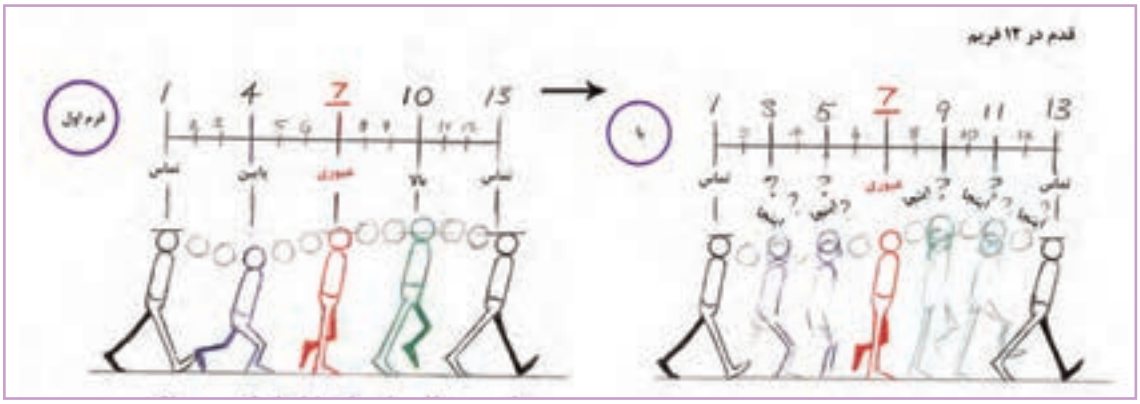
- در این مرحله سر را به کلیدها اضافه می‌کنیم. دقت کنید تا قوس حرکت بدن و سر، کاملاً رعایت شود.



● فعالیت: کلیدهای راه‌رفتن یک انسان کامل (دست، پا، سر، بدن) را در حالت درجا زدن، ترسیم کنید.

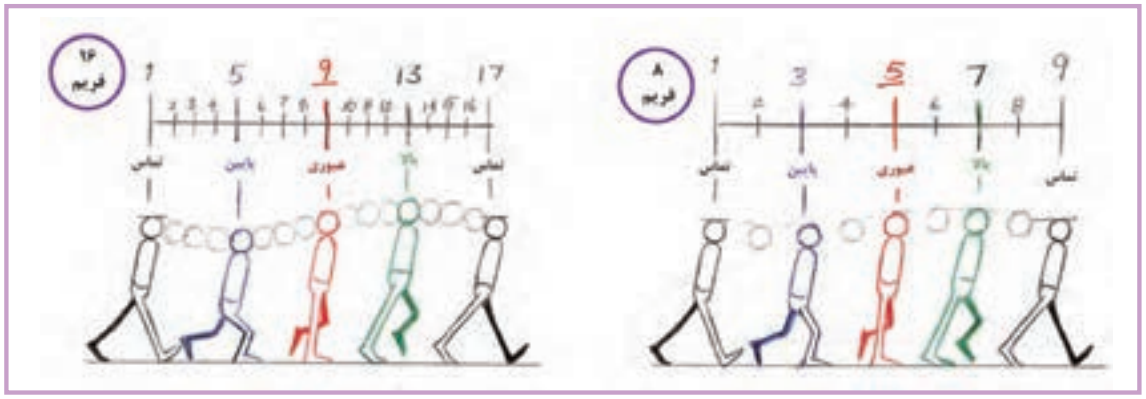
متحرک ســازی کامل راه‌رفتن در ۸ فریم

مردم معمولاً در ۱۲فریم، یک قدم برمی‌دارند. (دو قدم در هرثانیه) اما برای متحرک‌سازی، ۱۲فریم مشکل است چون مجبور می‌شوید از تقسیم یک‌سوم استفاده کنید. راه آسان‌تر برای تقسیم فریم‌ها این است که راه‌رفتن را در ۸ یا ۱۶ فریم طراحی کنید.



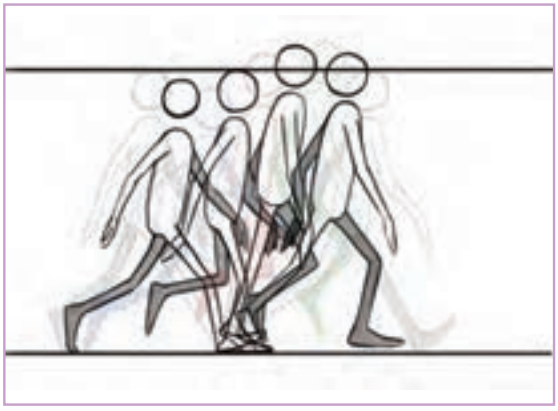
در این صورت کلیدهای بالا و پایین را کجا قرار می دهید؟ وقتی به متحرک‌سازی سر و دستها برسید این کار سخت‌تر هم می‌شود.

در این صورت کلیدهای میانی را باید از یک سوم پیدا کنید.



فریم‌های میانی شماره‌های ۲، ۴، ۶، ۸ را درون چارت رسم می‌کنیم.

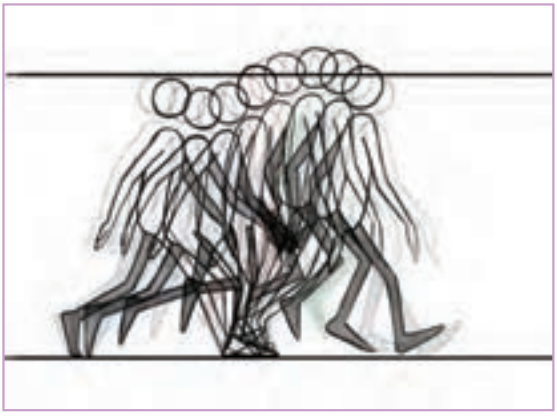
• نکتــه: **فریم شمارهٔ ۹ مربوط به قدم بعدی می‌باشد. برای این که قدم اول به قدم بعدی متصل شود نیاز است تا فریم‌های میانی بین کلید آخرِ قدم اول و کلید ابتدایی قدمِ دوم کشیده شوند.**



اجرای فریم‌های میانی راه رفتن، بر اساس ۸ فریم، بین کلیدهای اصلی

● فعالیت: **راه‌رفتن انسان را در ۸ فریم متحرک‌سازی کنید.**

متحـــرک‌سازی کامل راه‌رفتن در ۱۶ فریم

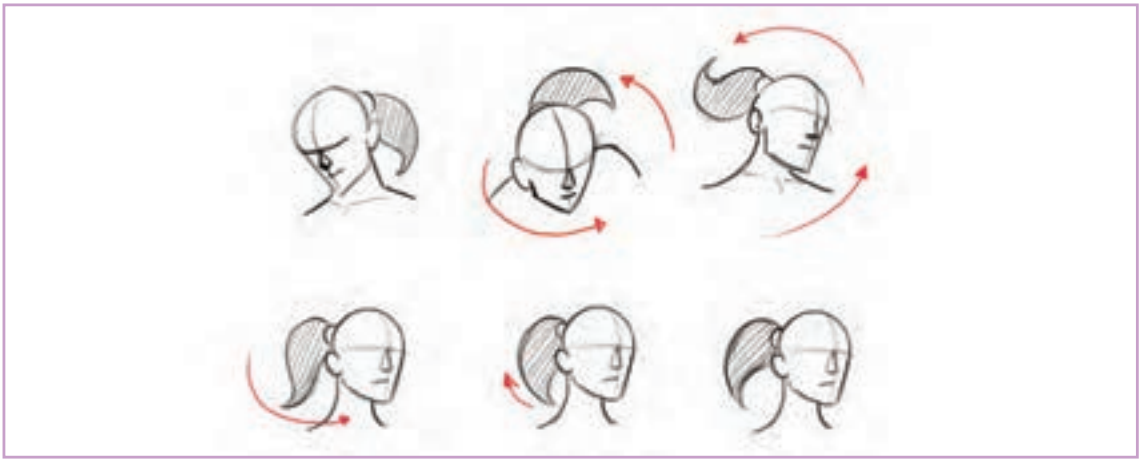


برای اجرای حرکت در۱۶فریم، بین هر دو فریم از نسخهٔ قبل، یک فریم طراحی می‌کنیم.
برای گام بعدی می‌توانید از همین کلیدها استفاده کنید و جای دست و پای عقب و جلو را عوض کنید.

● فعالیت: **یک آدمک را در ۱۶ فریم متحرک‌سازی کنید.**

اتصـــالات و دنباله‌ها

با توجه به فراگیری حرکت در اتصالات و دنباله‌ها در فصل گذشته، فرض کنید شخصیت شما شال، لباس، یا موی بلندی دارد و راه‌رفتن شخصیت روی حرکت شال او تأثیر می‌گذارد. دنباله و اتصالات از حرکت اصلی پیروی می‌کنند و به دنبال آن‌ها کشیده می‌شوند.



مثلاً اگر در حرکت راه‌رفتن تصاویر زیر، بخواهیم دنبالهٔ شال پسر را متحرک‌سازی کنیم به صورت زیر در می‌آید. در کلیدهای پایین، دنباله از حرکت اصلی جا می‌ماند و سپس پایین می‌افتد. در کلیدهای بالا، دنباله توسط حرکت اصلی به بالا کشیده می‌شود.



• **فعالیت: برای شخصیت داده شده، دنباله‌ای طراحی کنید و آن را در حالت راه‌رفتن متحرک‌سازی کنید.**

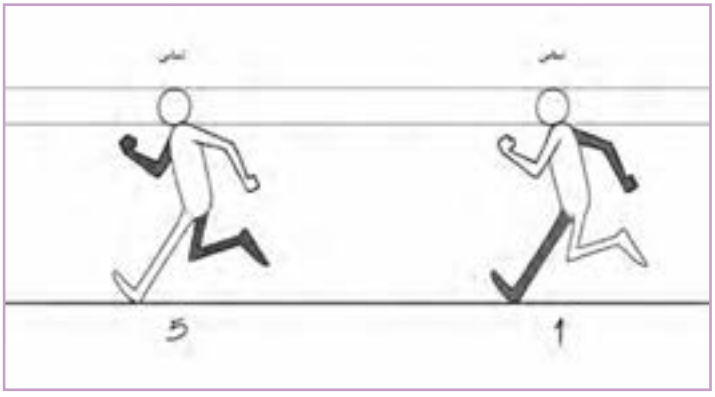
واحد یادگیری ۶

شایستگی: متحـرک‌سازی پیچیدهٔ انسانی

دویـدن

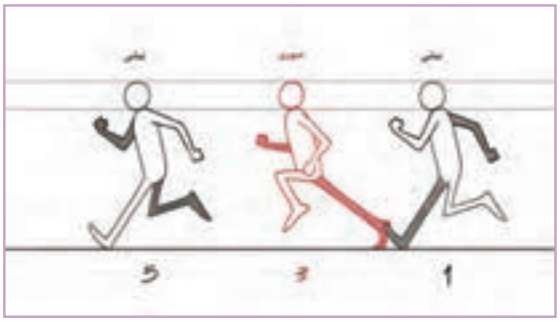
در راه‌رفتن، همیشه یک پا روی زمین است و هر بار تنها یکی از پاها از زمین بلند می‌شود. درحالی که در دویدن هر دو پا در یک، دو یا سه حالت و در یک زمان از زمین جدا می‌شوند.

ما می‌توانیم همهٔ آنچه را که در مورد راه‌رفتن انجام دادیم، در مورد دویدن نیز انجام دهیم. سر می‌تواند به بالا و پایین، چپ و راست و عقب و جلو برود؛ بدن می‌تواند به سادگی خم شود و در جهت‌های متضاد بچرخد، پاها به داخل و خارج خم شوند و ... اما نمی‌توانیم بیشتر از این کاری انجام دهیم چون دویدن بسیار سریع است. کسی که در ۱۲فریم قدم برمی‌دارد، ممکن است در ۶ فریم بدود. برای اینکه حس شتاب بیشتری به دویدن شخصیت بدهیم، کمی بالاتنه را به جلو خم و پاها را بیشتر باز می‌کنیم. همچنین می‌توانیم بازوها را نیز بیشتر تاب دهیم.



• فکر کنید: **آیا تفاوت جزییات حرکت در متحرک‌سازی راه‌رفتن با دویدن را می‌دانید؟**

• نکتــه: **در ابتدا حالت‌های تماس را طراحی می‌کنیم.**



در حالت عبوریِ دویدن، یک پا کاملاً به عقب کشیده می‌شود و بدن را به سمت جلو پرتاب می‌کند. می‌توانید برای اغراق در جهش شخصیت، پای کش‌آمده را کمی بلندتر از حد معمول طراحی کنید.

بین کلید اول و سوم، بعد از یک جهش، وزن بدن بلافاصله روی یک پا می‌افتد، زانو خم می‌شود و بدن به پایین کشیده می‌شود.

بین کلید سوم و پنجم، انرژی ذخیره شده برای جهش آزاد می‌شود و هر دو پا در حالت کاملاً باز، بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرند. دست‌ها نیز خلاف جهت پاها از هم باز می‌شوند. در این کلید، بدن در بالاترین حالت خود قرار دارد.



• نکتــه: **قوس حرکتی سر و بدن را حفظ کنید.**

• فعالیت: **شخصیتی را در حال دویدن متحرک‌سازی کنید، به طوری‌که از سمت راست کادر وارد و از سمت چپ آن خارج شود.**

لوپ دویـــدن



- برای پیاده‌سازی لوپ دویدن، کلیدهای طراحی شدهٔ خودتان را روی یک محور ثابت، که از مرکز ثقل عبور می‌کند، رسم کنید.



- سپس همهٔ فریم‌ها را روی همین محور و هم‌راستا با مرکز ثقل بدن اجرا کنید.

• فعالیت: حرکت لوپ دویدن را برای یک شخصیت انسانی، متحرک‌سازی کنید.

پریـــدن

ابتدا عمل پریدن را به صورت جداگانه در ذهن مرور می‌کنیم و سپس به همراه یکدیگر کلیدهای اصلی آن را ترسیم خواهیم کرد. برای بازی‌سازی پریدن، ابتدا باید مشخص کنیم که چه اعمالی قرار است انجام بپذیرد.

- ایستادن
- آماده شدن برای پرش (پیش حرکت)
- جهش (کشیدگی)
- پرش (فشردگی)
- فرود آمدن (کشیدگی)
- کنترل کردن (فشردگی)
- ایستایی نهایی



گام اول: ایستادن

در آغاز فریمی ایستا از شخصیت طراحی می کنیم.



گام دوم: آماده شدن برای پرش

پریدن حرکتی است خلاف جاذبه که پای انسان، حداقل دو یا سه فریم بدون هیچ تماسی در هوا قرار دارد. برای ایجاد چنین نیرویی، نیاز به ذخیره کردن انرژی بدن و سپس جهش است. پس برای پریدن، نیازمند فشردگی یا همان پیش‌حرکت در بدن هستیم.



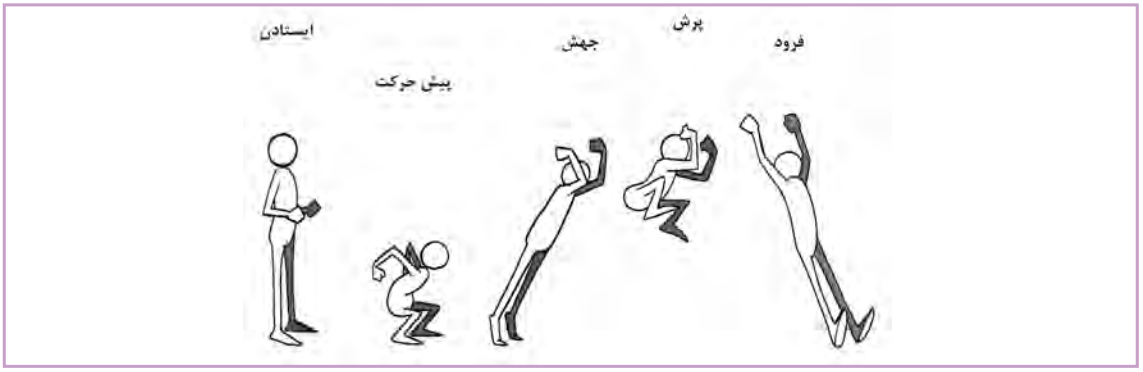
گام سوم: جهش

بدن انرژی خود را آزاد می‌کند و به جلو می‌پرد. در این حالت کشیدگی درون ستون فقرات و پاها ایجاد می شود.

گام چهارم و پنجم: پرش و فرود

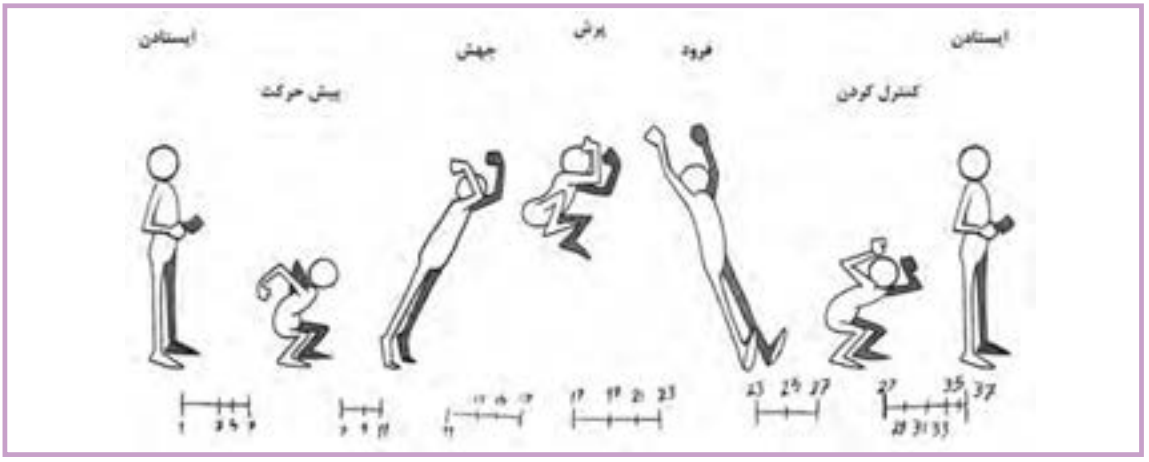
در دو کلید بعدی، بدن در هوا رها می‌شود و چند فریم معلق می‌ماند، سپس توسط جاذبه به پایین کشیده می‌شود و با دو پا فرود می‌آید.

• نکتــه: وقتی شخصیت به نقطهٔ اوج یا همان کلید پرش می رسد، سرعتش کم می شود. بنابراین فریم‌های بیشتری را باید قبل و بعد از آن طراحی کنیم. مشابه فاصله‌گذاری‌هایی که در صفحهٔ بعد طراحی شده است.



گام ششم و هفتم: کنترل کردن و ایستادن

ناگهانی بودن فرود بدن، باعث جمع‌شدگی آن و خم‌شدن زانوها می‌شود؛ دست‌ها در این حالت تعادل بدن را حفظ می‌کنند و بدن دوباره می‌ایستد.



• فعالیت: پریدن یک شخصیت را متحرک‌سازی کنید.

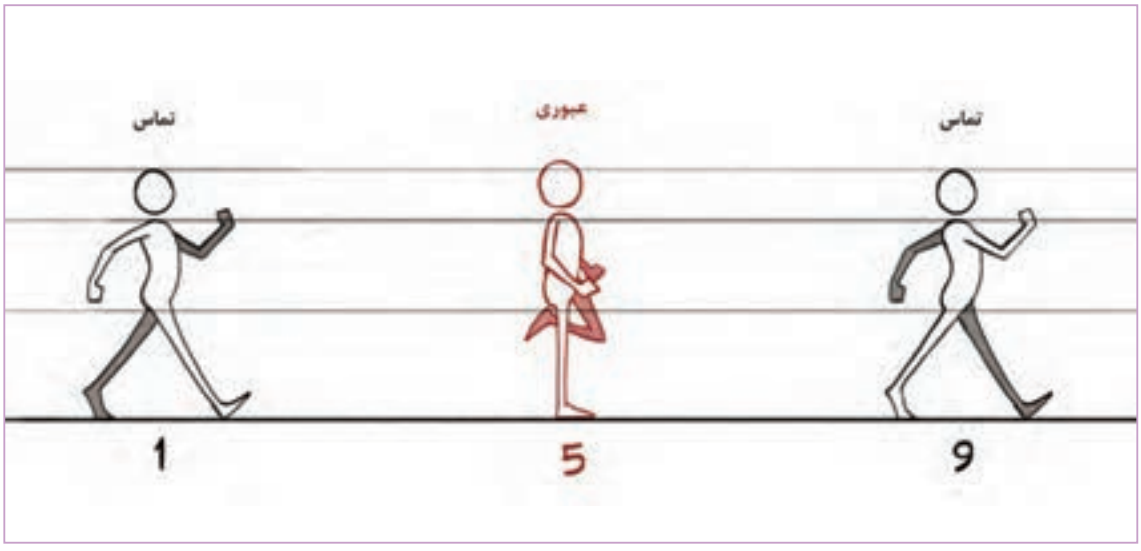
راه‌رفتن با خوشحـــالی

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، راه‌رفتن انواع مختلفی دارد. حتی با تغییراتی اندک در کلیدها می‌توان حس راه‌رفتن را تغییر داد. برای متحرک‌سازی شخصیت خوشحال، می‌توانیم از فرم کلیدهای راه‌رفتن عادی استفاده کنیم و تغییرات جزئی در آن بدهیم.

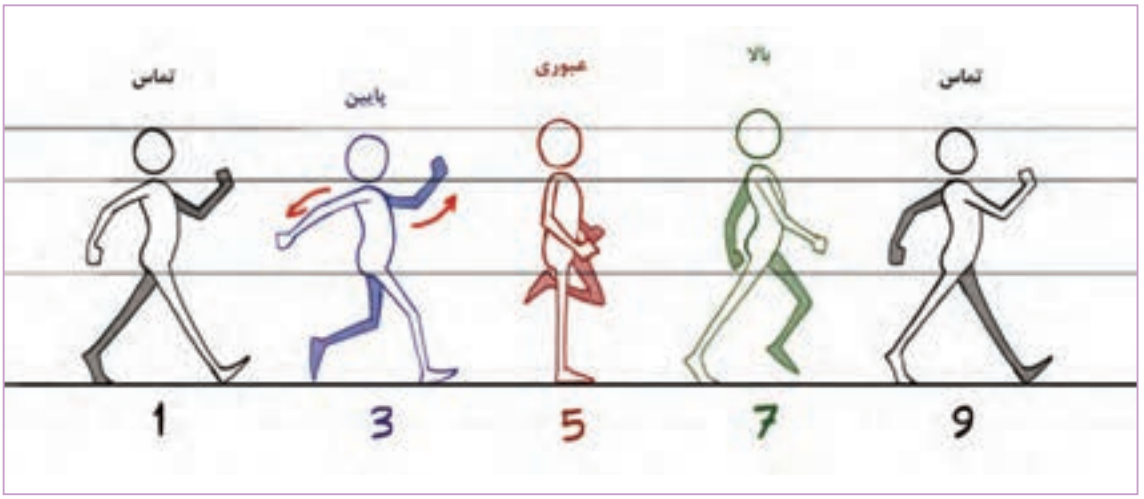
قبل از هر چیز باید بدانیم که یک فرد خوشحال چگونه رفتار می‌کند؟ به دلیل انرژی مضاعفی که در او وجود دارد، هنگام راه‌رفتن گام‌هایش را بلندتر برمی‌دارد و دستانش را بلندتر تاب می‌دهد. ممکن است کمی هم سینه‌اش را از حالت عادی جلوتر بدهد.

مانند روش قبل، ابتدا دو کلید تماس را طراحی می‌کنیم. در این کلیدها دست‌ها بالاتر و مشت هستند. در کلید عبوری نیز دست‌ها کمی خم و مشت هستند و در کنار پهلوها قرار دارند و همچنین پایی را که خم شده کمی بالاتر می‌آوریم.

• فکر کنید: **رعایت چه نکاتی در متحرک‌سازی می‌تواند حالات درون شخصیت را در راه‌رفتن نمایش دهد؟**



کلید شمارهٔ سه، پایین‌ترین حالت حرکت است. تفاوتی که در این قسمت، نسبت به راه‌رفتن عادی شاهد آن هستیم این است که دست‌ها بیشتر بالا می‌روند. دقت داشته باشید که در کلید پایین، دست‌ها در بالاترین حالت خود قرار دارند. کلید شمارهٔ هفت، بالاترین حالت حرکت است و دست‌ها کمی خم شده و مشت هستند.



جای‌گیری کلیدها به این شکل درمی‌آیند و اکنون ما یک راه‌رفتن خوشحال داریم.



- **تحقیق: نوع راه‌رفتن با خوشحالی را در یک پویانمایی پیدا کرده و بررسی کنید.**

- **فعالیت: شخصیت خود را در حالت راه‌رفتن با خوشحالی متحرک‌سازی کنید.**

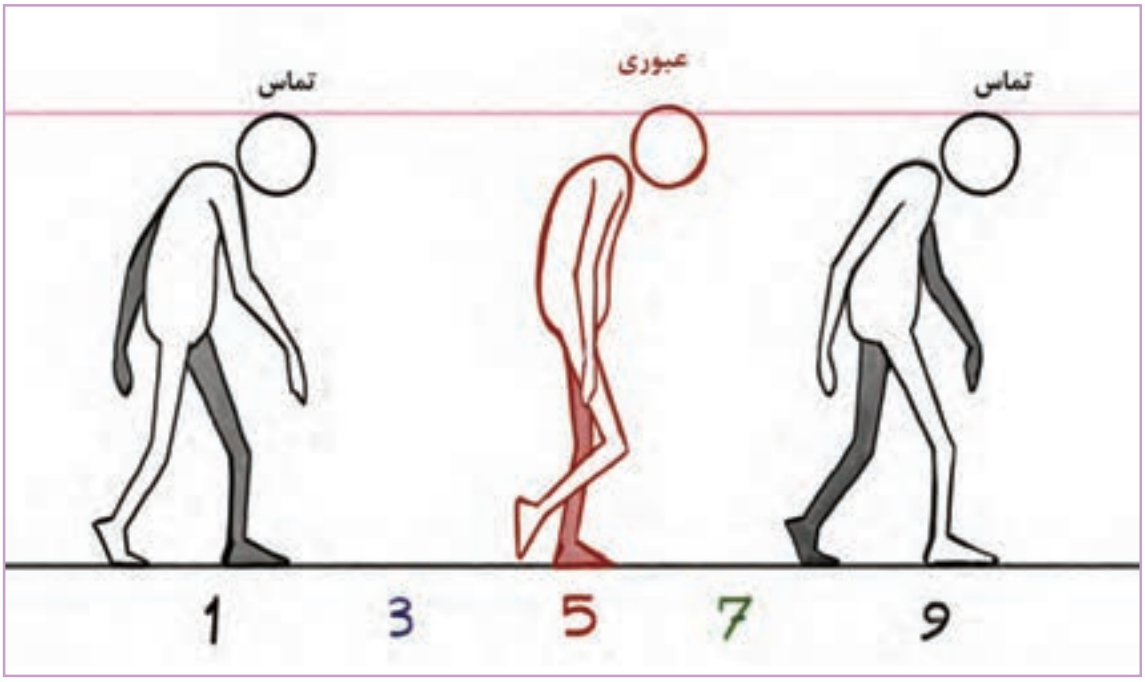
راه‌رفتن با ناراحتـــی

نوع دیگری از حرکت، راه‌رفتن به هنگام ناراحتی است. انسان ناراحت انگیزه‌ای برای تاب‌دادن یا نشاط در یک راه‌رفتن عادی را ندارد. پس دست‌ها و پاهایش همیشه کمی خم و شُل هستند و خیلی بلند گام برنمی‌دارد. در شخصیت ناراحت، بدن کمی قوز دارد و سر شخصیت به سمت سینه‌اش پایین می‌آید. با این توضیحات، ابتدا دو حالت تماسی شخصیت را رسم می‌کنیم.



• نکتـــه: **مراقب باشید در این مورد شخصیت؛ زیاد شُل و وارفته نشود. اغراق زیاد در این مورد ممکن است به جای ناراحتی، خستگی را تداعی کند.**

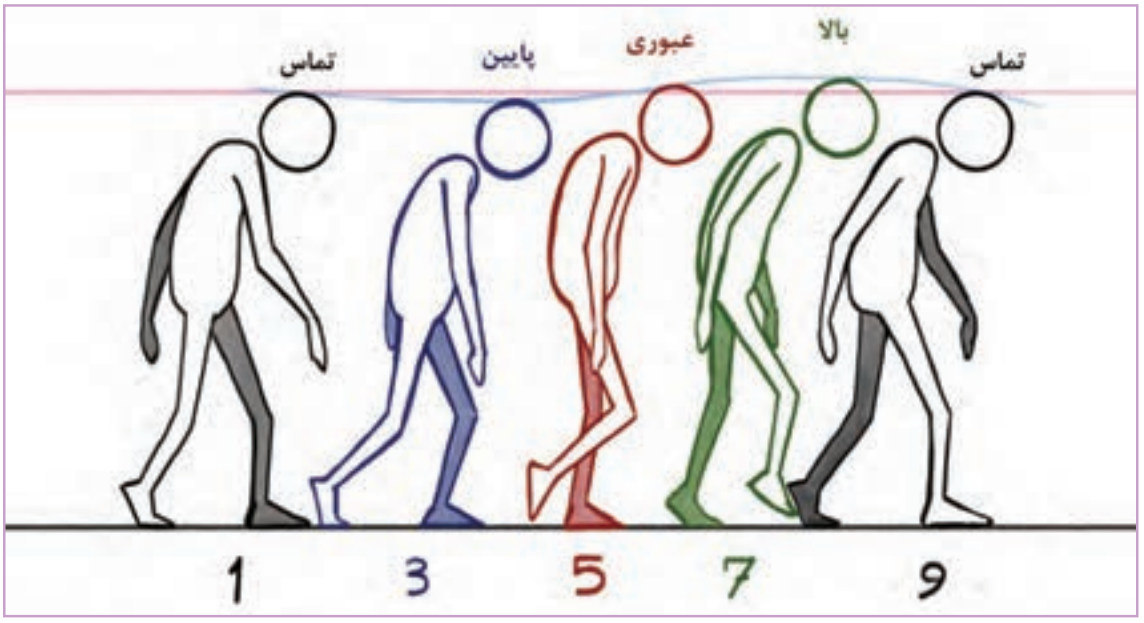
در حالت عبوری، سر شخصیت به مقدار بسیار اندکی نسبت به حالت تماس بالاتر می‌رود. پایی که خم شده نیز با ارتفاع بسیار کمی از زمین بلند می‌شود، این کار بی‌میلی شخصیت را نشان می‌دهد.

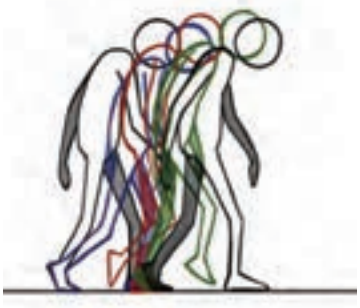




• نکتـــه: **اگر پای خم شده، از زمین بلند نشده و روی زمین کشیده شود، شخصیت به جای ناراحت، خسته به نظر می‌رسد.**

در کلید شمارهٔ ۳، بدن در پایین‌ترین حالت خود قرار دارد. اما به نسبت یک راه‌رفتن معمولی، بدن کمتر بالا و پایین می‌شود و از دلایل آن می‌توان به قدم‌های کوتاه‌تر و ارتفاع کمِ پایی که بلند می‌شود اشاره کرد. دست‌ها نیز در حالت آویزان در کنار بدنش تاب می‌خورند.
در کلید شمارهٔ ۷، بدن در بالاترین حالت خودش قرار می‌گیرد. شخصیت، بدن خودش را با بی‌میلی به جلو پیش می‌برد. در این سیکل راه رفتن، نوسان کمتری در حرکت شاهد هستیم.



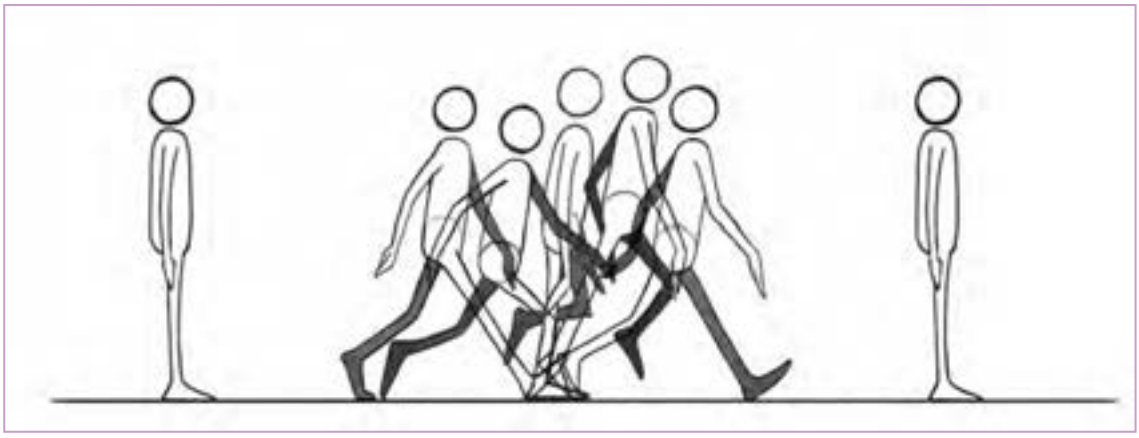


• تحقیق: در یک پویانمایی، راه‌رفتن با ناراحتی را جست‌وجو کرده و متحرک‌سازی آن را بازسازی و تحلیل کنید.

• فعالیت: مراحل راه‌رفتن را در یک شخصیت انسانی در حالت ناراحت، متحرک‌سازی کنید.

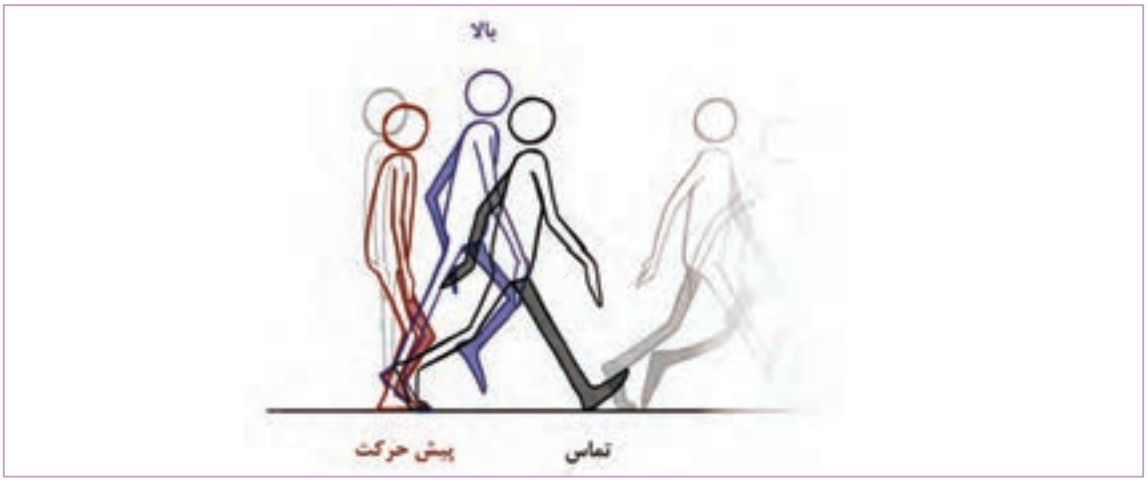
توقف، شـــروع حرکت و توقف

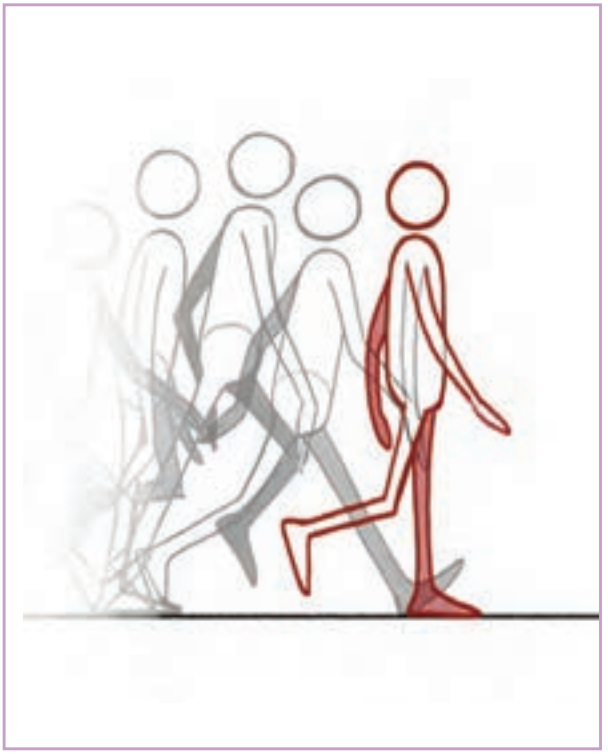
• فکر کنید: **چیزی که در متحرک‌سازی راه‌رفتن مهم است بیاموزیم این است که چه طور شخصیت از حالت ایستاده شروع به حرکت می کند یا می‌ایستد؟**



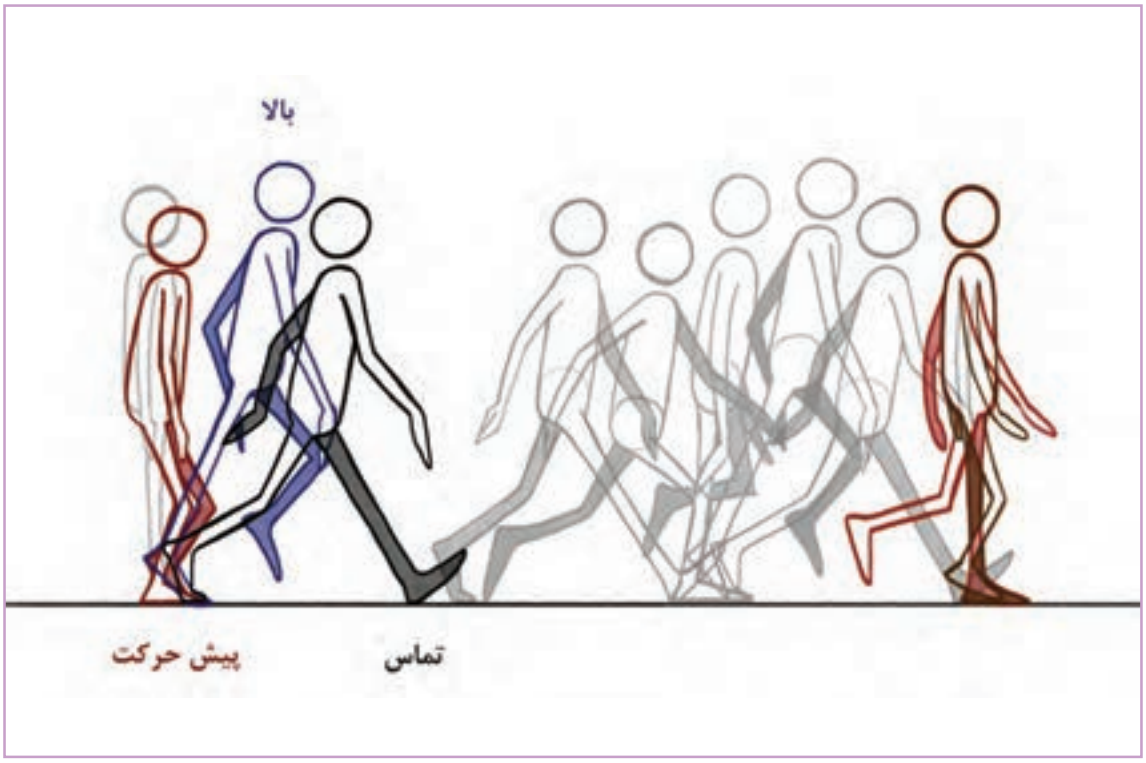
یک حالت ایستاده، فریم های راه‌رفتن عادی و در انتها یک حالت ایستادهٔ دیگر

هر حرکتی دارای یک پیش‌حرکت است. هر چه بخواهید متحرک‌سازی شما فانتزی‌تر و جذاب تر باشد، باید در پیش‌حرکت خود اغراق بیشتری داشته باشید.
هنگام راه‌رفتن، بعد از پیش‌حرکت به «کلید بالا» و سپس چرخهٔ کلیدهای راه‌رفتن وصل می‌شویم.





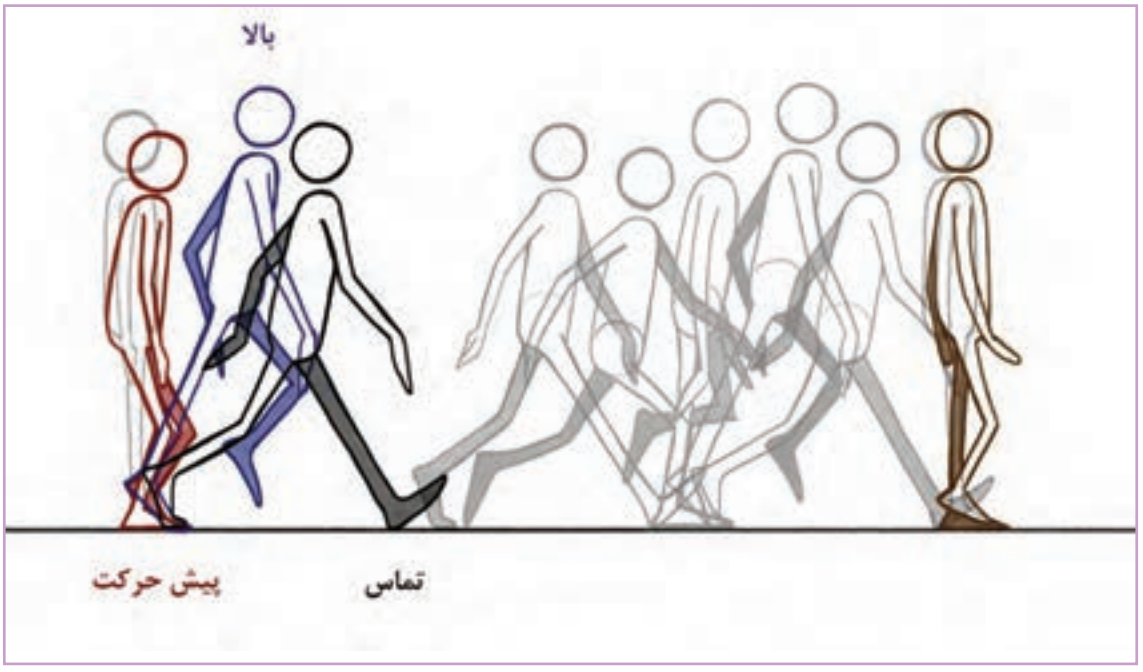




برای این که شخصیت متوقف شود، کافی است فریم‌های میانی بین آخرین تماس و فریم ایستادن را رسم کنیم.

• تحقیق: **یک پویانمایی را انتخاب کرده و در کلاس نمایش دهید. توقف، شروع حرکت و توقف شخصیت های فیلم را جست‌وجو کنید. این حرکات را با دوستان خود در کلاس بازی و بررسی کنیدکه چه توقف‌های متفاوتی را می‌توان برای آنها متصور شد.**

می‌توانید برای جذاب شدن بیشتر حرکت، در فریم کلیدی قبل از ایستادن، اغراق کنید. وقتی حرکتی می‌خواهد متوقف شود جسم همچنان تمایل به جلو رفتن دارد اما عامل ایستایی، جلوی او را می‌گیرد. به عبارتی کمی بدن را به جلو بکشید و سپس دوباره به عقب بازگردانید چون پاها عامل ایستایی آن هستند.



• فعالیت: یک شخصیت انسانی را که ابتدا ایستاده، سپس شروع به راه‌رفتن می‌کند و در انتها می‌ایستد، متحرک‌سازی کنید.

فصل چهارم

بازی‌سازی موقعیتی



واحد یادگیری ۷

شایستگی: بازی‌سازی صـــورت

آیا تا به حال پی برده‌اید:

- انعطاف‌پذیری چهره شخصیت در هنگام بروز احساسات چگونه است؟
- نقش ابرو و خطوط صورت در بیان احساسات افراد چیست؟
- حالت دهان موقع بیان‌کردن کلمات چگونه است؟
- هر روزه بدون آن که بدانید؛ در حال بازیگری موقعیت‌های مختلف هستید؟
- زبان بدن شما حالات روحی شما را نشان می دهد؟

هدف از این واحد یادگیری:

- هنرجویان در این واحد یادگیری، طراحی حالات فرم‌ها و حس‌های چهره در اشخاص و خود را می‌آموزند، علاوه بر آن کاربرد فریم‌های کشیده میانی را در حرکات سریع بدن و اجرای حرکات لب در هنگام بیان کلمات فرا می‌گیرند.

استاندارد عملکرد:

- هنرجویان توانایی کاربرد بازیگری در طراحی حرکات و تأثیرات قوانین کلاسیک پویانمایی بر طراحی حرکات را خواهند یافت.

بازیگری و طـراحی حس‌های اصلی

برای مطالعهٔ فرم صورت و بدن، وجود یک آینه در محیط کاری هر متحرک‌ساز ضروری است. در واقع فرم صورت و بدن برای هر متحرک‌ساز اصلی‌ترین منبع الهام برای اجرای آن بازی و حرکت می‌باشد.



اولی جانسون در حال نگاه‌کردن به چهرهٔ خود در آینه و بازی‌سازی صورت



وارد کیمبال در حال بازیگری چهره برای متحرک‌سازی صورت

• **گفت‌وگو: حس‌های صورت را در یک فیلم بررسی کنید و عکس(Screen shot) آنها را پرینت بگیرید و تغییرات صورت (ترس،تعجب،خوشحالی،غم،خشم،شگفت زدگی و ...) را روی تصویرها تحلیل کنید.**



پیشانی چروک می‌شود.

ابتدای ابرو به سمت داخل می‌رود.

چشم تا جای ممکن باز می‌شود.

سوراخ‌های بینی دیده می‌شوند.

گونه به سمت داخل می‌رود.

چانه به سمت پایین کشیده می‌شود.

دهان کاملاً باز و دندان‌ها دیده می‌شوند.

برای رسیدن به حالات اصلی صورت، بازیگری جلوی آینه از ضروریات حرفه یک متحرک‌ساز است؛ شاید در ابتدا از اغراق زیاد صورت، واهمه داشته باشید. ولی باید شجاع بود و بیشترین میزان اغراق را اجرا کرد.





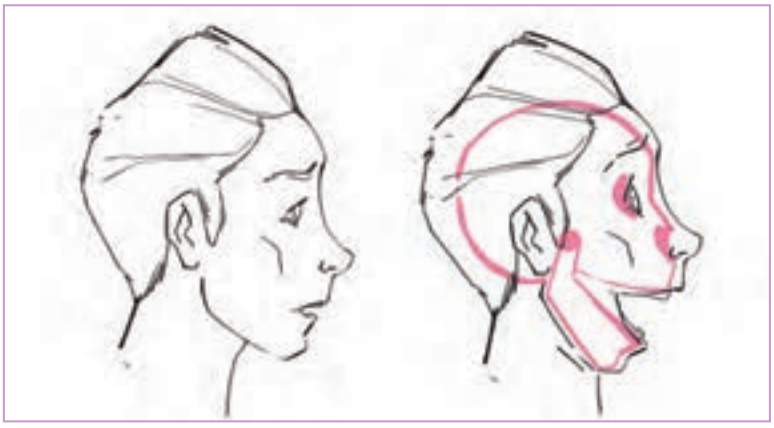
فعالیت:

- **حالات خندهٔ تمسخرآمیز، خندهٔ موذیانه، خواب‌آلودگی، نگاه مشکوک را در حالت اغراق و بدون اغراق اجرا کرده و از خود عکاسی کنید.**
- **حالات شادی، ناراحتی، عصبانیت، وحشت، تعجب و شگفت‌زدگی را در حالت اغراق و بدون اغراق اجرا کرده و از خود عکاسی کنید.**

در حال بازی جلوی آینه به تغییرات جمجمه توجه داشته باشید؛ جمجمه از دو قسمت ثابت و متحرک تشکیل شده است. دندان‌های بالایی که به فک بالا متصل‌اند، تغییر وضعیت نمی‌دهند درحالی‌که فک پائینی و دندان‌های آن از طریق آرواره به فک بالا متصل می‌شوند و متحرک هستند.

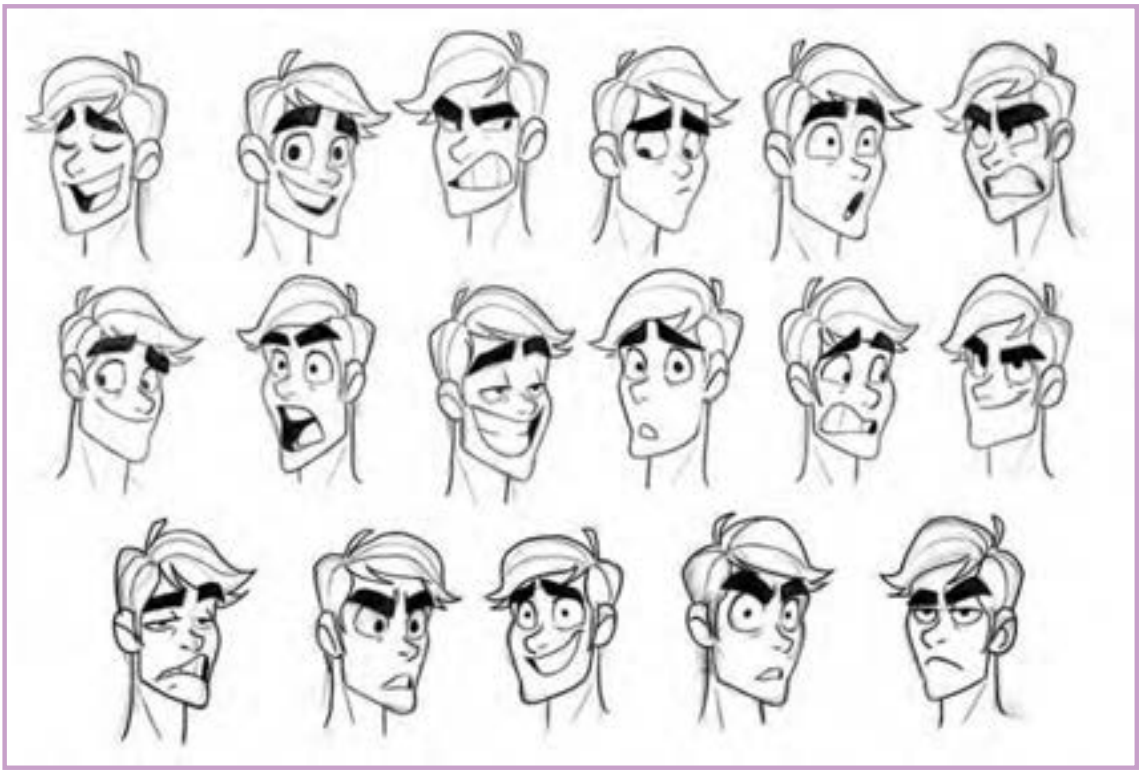


به کمک فک پائین و ماهیچه‌های صورت می‌توان اغراق زیادی به شخصیت داد.



• نکتــه: فک در متحرک‌سازی، از قانون قوس تبعیت می‌کند.

• فعالیت: یک شخصیت طراحی کنید و حالاتی را که از خود عکاسی کرده‌اید، روی صورت شخصیت اجرا کنید.

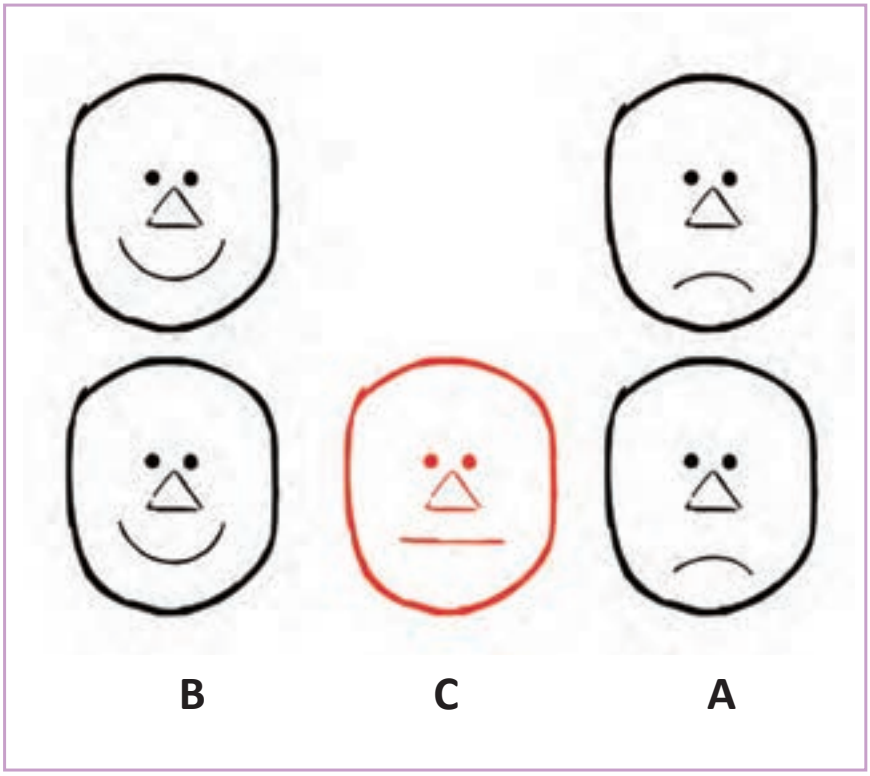


• نکتــه: در زمان اجرا به فرم جمجمهٔ شخصیت توجه داشته باشید، اغراق فراموش نشود.

همان‌طور که حس‌ها در افراد مختلف متفاوت ظاهر می‌شوند، شخصیت شما نیز می‌تواند در بیان احساسش ویژگی‌های خاصی را بروز دهد؛ مثلاً به هنگام ترس یا خوشحالی چشمانش از حدقه بیرون بزند، موهای سر یا ابروهایش سیخ شود و غیره.

تغییر حالات ثابت صــورت

اکنون که از طریق شخصیت، حس‌های مختلف را به طور جداگانه طراحی کرده‌اید می‌توانید به روش زیر، یک حس صورت را به حسی دیگر تبدیل کنید.
به عنوان مثال برای تبدیل حالت شاد «B» به غمگین «A» که دو نقطهٔ عطف به حساب می‌آیند، نخست کلید عبوری «C» را برای آن تعریف می‌کنیم.



کلید عبوری چیزی شبیه تصویر«C» خواهد شد که درست اما فاقد جذابیت است.

رازی که در پویانمایی وجود دارد و آن را جذاب می‌کند استفاده از کلیدهای عبوری است که شخصیت را زنده می‌کند. پس اگر دو کلید اصلی (نقاط عطف) را «A» و «B» در نظر بگیریم مستقیماً از «A» به «B» نمی‌رویم.

از «A» به «C» (کلید میانی) و بعد به «B» می‌رویم.



بیایید در طرح وسط جای دیگری برویم.

= نتیجه‌اش جذابیت و تغییر بیش‌تر است.

می‌توانیم همان دهان را نگه‌داریم و تغییر را به تأخیر بیندازیم.

= یک تغییر سریع‌تر، سرزندگی بیش‌تر

یا این که برعکس تغییر را بیش‌تر کنیم.

= ناراحت شدن سریع‌تر

همان دهان را بالا ببرید.

= بر گونه‌ها و احتمالاً چشم‌ها مؤثر است.

همان دهان را نگه‌دارید اما پایین بیندازیدش.

= گونه‌ها، بینی و چشم‌ها کِش می‌آیند.

یا اینکه دهان ناراحت را در نظر بگیرید و بالا ببرید.

= تغییری کاملاً متفاوت

آن را صاف کنید و بالا ببرید.

= آب دهانش را قورت می‌دهد.

دهان را مستقیم کنید و پایین بیاورید؟

= اوه، اوه ...

B C A

یا از «A» به «C» و بعد به «B» می‌رویم.



می‌شود یک‌وری بالا ببریمش؟ = درباره‌اش فکر می‌کند.

لبخند را بزرگ کنیم؟ = اعتماد به نفس دروغین

کمش کنیم. = هووم م ...

بیایید دهان غمگین را کوچک کنیم. = می‌دونستم ...

حتی فقط یک پلک زدن کوچک = قدری تحرک

می‌توانیم شروع به کِش آوردن صورت کنیم. = اوخ

بیایید خلاقیت را شروع کنیم... = چیز ناجوری خورده‌ام؟

= رازت پیش من محفوظه ...

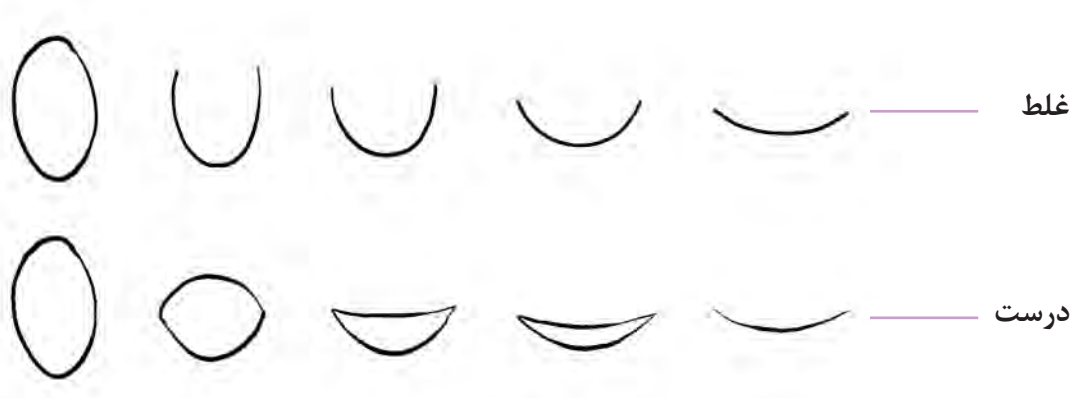
B C A

• نکتــه: اینکه کلید عبوری را به چه صورت طراحی می‌کنیم بر شخصیت و بازی آن بسیار تأثیرگذار است.

• گفت‌وگو: چهرهٔ هنرپیشه‌های حقیقی در فیلم‌های زنده را به صورت فریم به فریم جدا کرده و میزان انعطاف‌پذیری صورت و بازی‌سازی آنها را که در چهرهٔ خودشان انجام می‌دهند مورد تحلیل و بررسی قرار دهید.

• فعالیت: شش حالت اصلی از تمرین قبل را که طراحی کرده‌اید به هم تبدیل کنید.

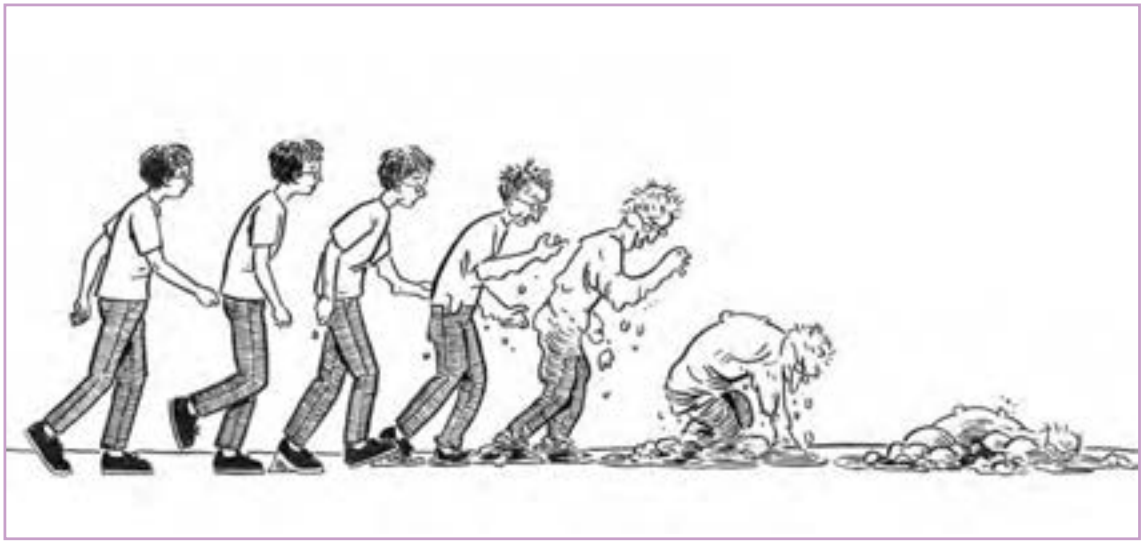
• نکتــه: اول کلیدهای اصلی را طراحی کنید. سپس کلید عبوری را اضافه کنید (به شیوه‌ای که توضیح داده شد) سپس فریم‌های میانی را بین کلیدهای اصلی و عبوری طراحی کنید .



• نکتــه: حالات صورت را به هم تبدیل (مورف) نکنید. بلکه آنها را در مراحل مختلف صحیح طراحی کنید.

تبدیـل (مـورف)

متامورف، استحاله، دگردیسی و گروتسک، تبدیل تدریجی دو عنصر در طی چند فریم به یکدیگر؛ مورف، ساده شدهٔ واژهٔ مِتامورف است. مورف‌ها باعث شاعرانگی و فانتزی شدن پویانمایی شده و آن را جذاب‌تر می‌کنند. هر چه فرم‌ها ساده‌تر باشند تبدیل حالات بهتر اتفاق می‌افتد.



هر چه دو شکل، ظاهر شبیه‌تری داشته باشند تبدیل(مورف) ساده‌تری خواهیم داشت اما اگر تفاوت ظاهری زیادی داشته باشند تبدیل(مورف) پیچیده‌تر و جذاب‌تر خواهد شد.

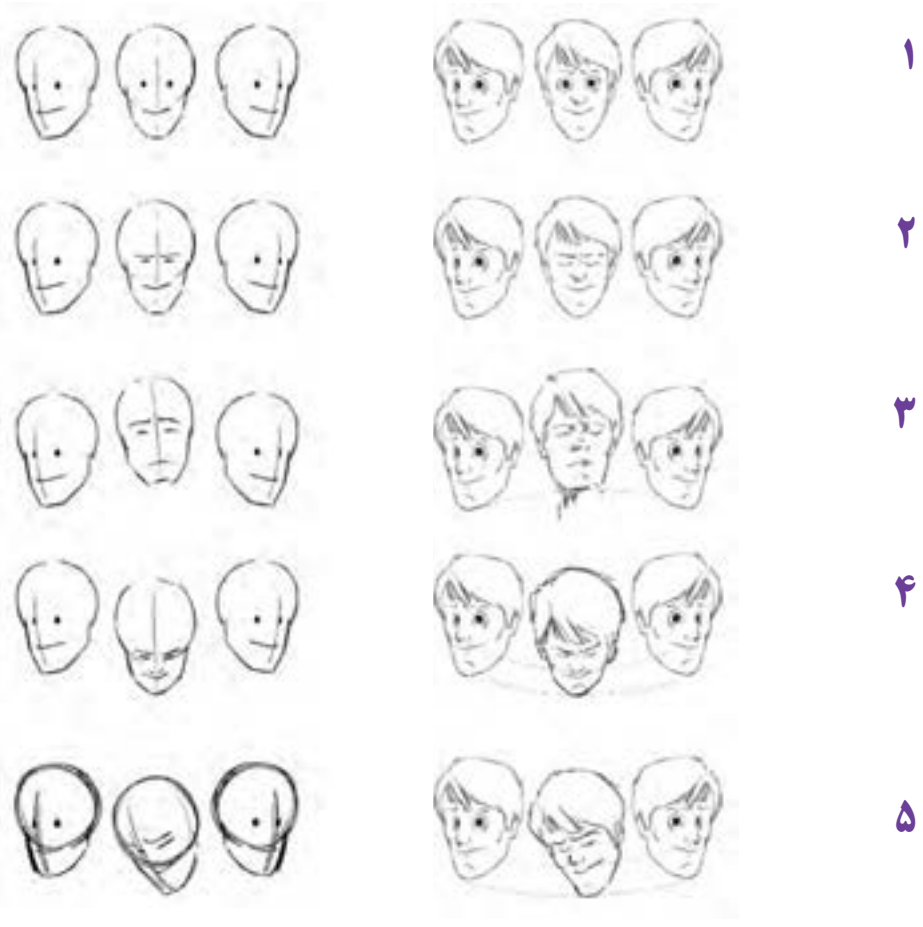
• نکتـه: **مورف بهتر است در هنگام حرکت اتفاق بیفتد چرا که میزان جذابیت و باورپذیری را بالا می‌برد.**

• فعالیت: **تعدادی شکل مانند (صندلی، انسان، درخت و...) را انتخاب کرده و در یک کار گروهی، هر هنرجو یک مرحله مورف بین دو تصویر انجام دهد به صورتی‌که سیر تکمیلی مورف بین تصاویر، توسط دو به دوی هنرجویان انجام شود.**

تغییر حالات چرخشی صـــورت

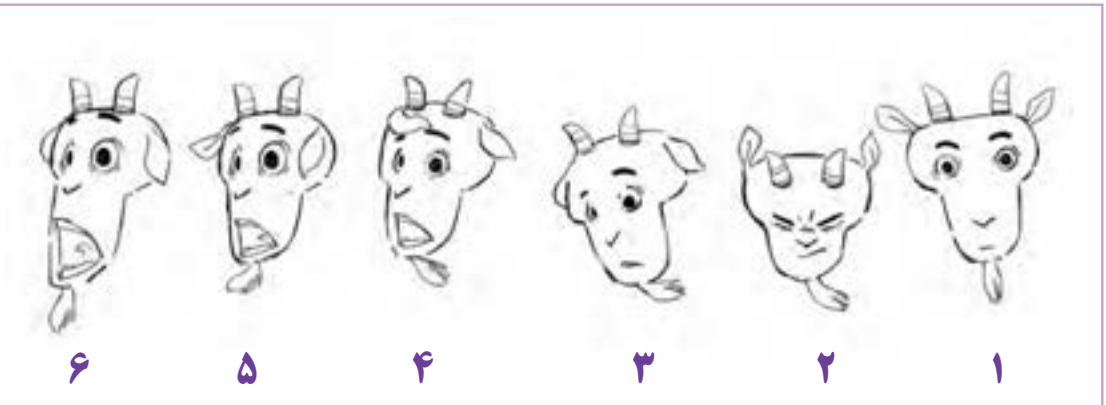
اکنون که تغییر حالات صورت را تمرین کرده‌ایم، می‌خواهیم سر را به هنگام متحرک‌سازی جابه‌جا کنیم. ابتدا تست‌هایی برای جابه‌جایی سر می‌زنیم (بدون تغییر حالت).

- تصویر۱: کلید عبوری را کاملاً وسط قرار می‌دهیم، بی‌مزه و کسل‌کننده است.
- تصویر۲ : برای وضوح بیشتر، فریم‌ها را از هم جدا کردیم.
- تصویر۳ : شخصیت در هنگام حرکت می‌تواند پلک بزند؛ یا سرش را به بالا ببرد.
- تصویر۴ : یا به پایین بیاورد.
- تصویر۵: همچنین می‌تواند برای بازی و جان داشتن بیشتر، فکش دیرتر حرکت کند؛ و یا زودتر حرکت کند.



بازی هم‌پوشـــانی

با چرخش شخصیت، حالت سر تغییر می‌کند. این چرخش قرار است با سرعت انجام شود.



۱. کلید اصلی؛

۲. پیش‌حرکت و فشردگی؛

۳. وقتی سرش را برمی‌گرداند، گوش‌ها و ریش جا می‌مانند. شاخ‌ها نیز می‌توانند کمی انعطاف داشته باشند.

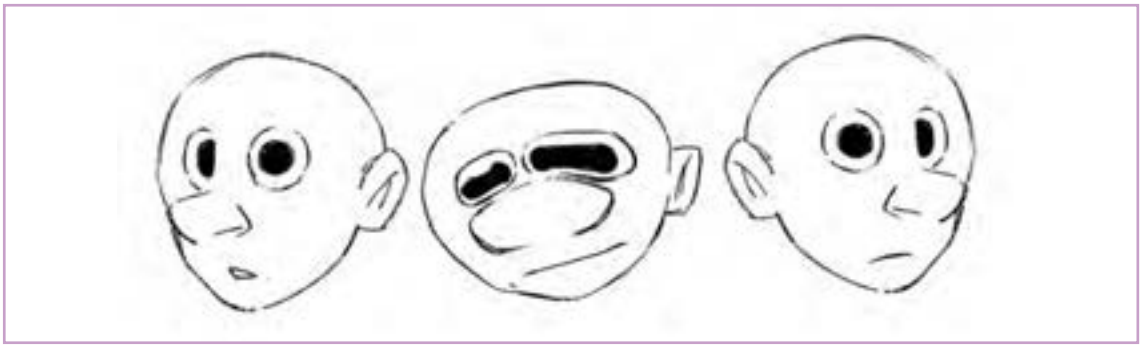
۴.جایی که سر قرار است ثابت بماند.

۵.گوش‌ها و ریش دیرتر می‌رسند. (دنبالۀحرکت) و به حرکت ادامه می‌دهند (هم پوشانی).

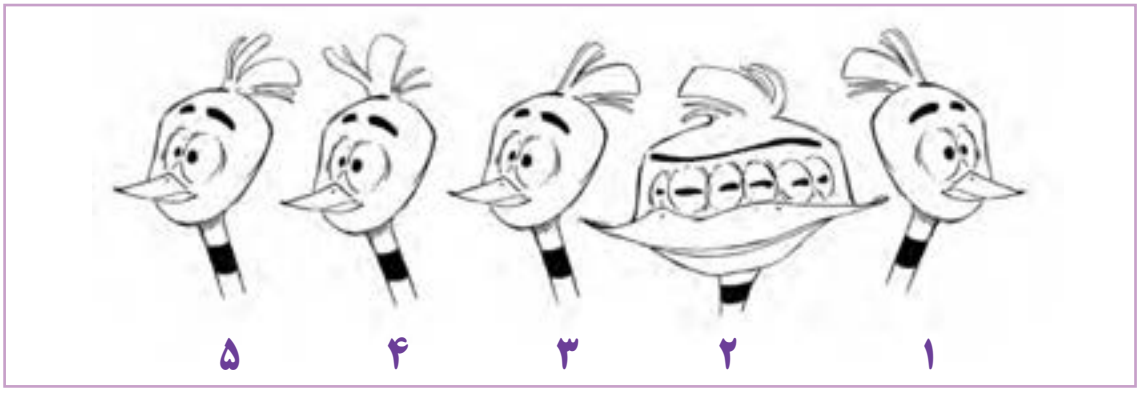
۶. دهان ممکن است همچنان حرکت داشته باشد. گوش‌ها و ریش تاب می‌خورند.

● فعالیت: چرخش سر شخصیت داده شده را متحرک‌سازی کنید و از قوانین قوس، تندشونده و کندشونده، پیش‌حرکت، دنبالۀحرکت و هم پوشانی استفاده کنید (همانند ریش و گوش بز).

یکی از ترفندهایی که اغلب متحرک‌سازها برای زیباتر شدن حرکات سریع استفاده می‌کنند، استفاده از فریم‌های کشیدهٔ میانی است که نه تنها بر زیبا شدن یک عمل بازی سازی شده کمک می‌کند، بلکه باعث نرمی حرکت هم می‌شود. متحرک‌سازها وقتی که از فیلم زنده برای تکنیک‌های روتوسکوپی به منظور طراحی حرکات استفاده می‌کردند، به این مطلب پی‌بردند که فریم‌های میانی که در حرکات سریع قرار دارند محو می‌شوند.



برای ایجاد این ترفند در متحرک‌سازی از تکرار و یا کشیده‌کردن یک عنصر در متحرک‌سازی از یک شخصیت



فریم‌های کشیدهٔ میانی با تکرار از یک عنصر در فریم یا کشیده کردن یکی از اجزای شخصیت در فریم، این توهم را به وجود می‌آورد که از شدت سرعت در عمل، بخشی از حرکت به صورت محو در آمده است.

۱.فریم اول.

۲. ناگهان سرش را برمی‌گرداند (فریم کشیدهٔ میانی).

۳.جایی که سر پرنده ثابت می‌ماند، مو جا مانده است (دنبالهٔ حرکت).

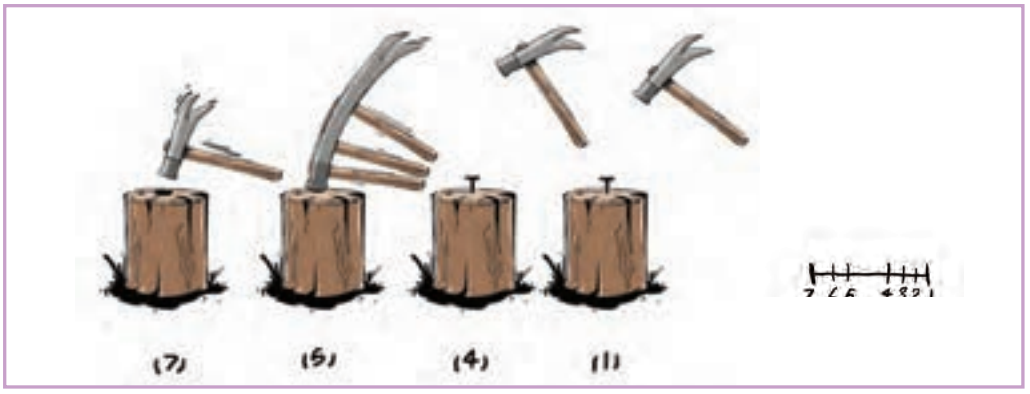
۴. مو به جلو حرکت می‌کند (هم‌پوشانی).

۵. مو ثابت می‌شود (می‌تواند نوسان بیشتری داشته باشد).

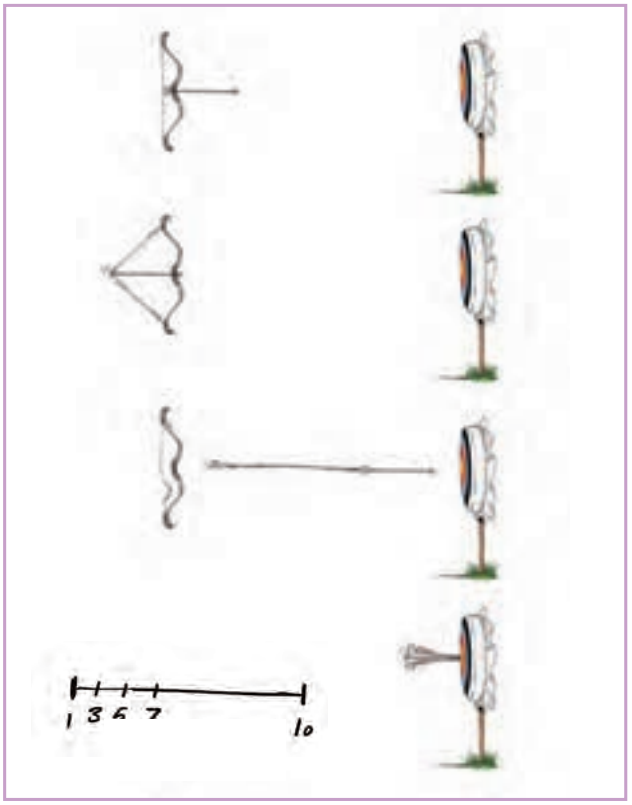
● فعالیت: چرخش سر یک شخصیت را همراه فریم کشیده میانی متحرک‌سازی کنید.

مثال‌های دیگر:

● **فعالیت: ضربه‌زدن چکش به میخ را متحرک‌سازی کنید.**

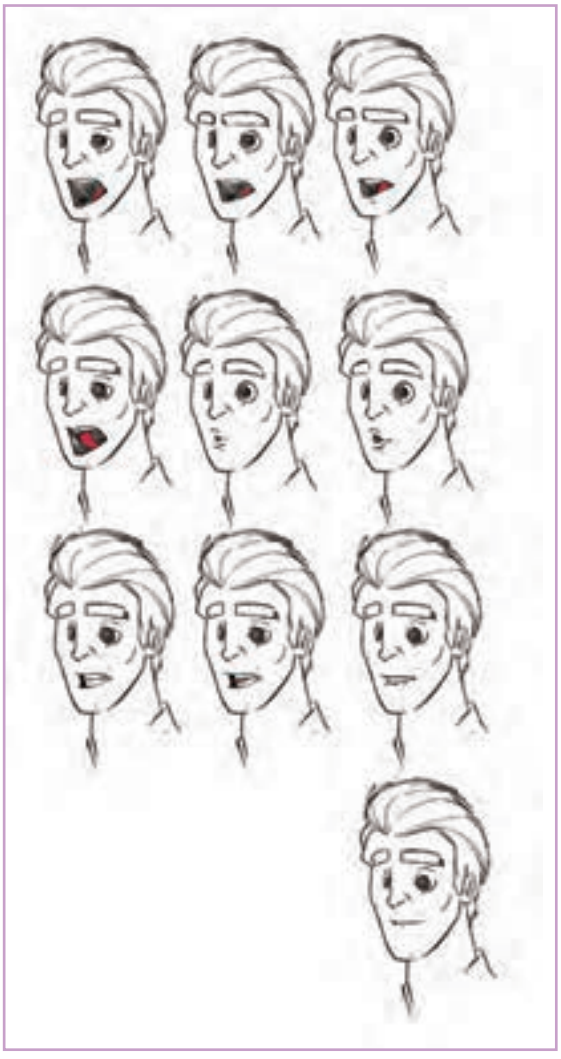


● **فعالیت: برخورد تیر به هدف(سیبل) را متحرک‌سازی کنید.**



لیپ‌ســینک (هماهنگی صدا و لب)

در ابتدا باید بدانید هر حرف، چه فرمی در لب‌ها ایجاد می‌کند. برای درک این موضوع، مقابل آینه قرار گرفته و حروف را ادا کنید و به تغییر شکل لب‌ها توجه کنید. می‌توانید حروف صدادار را از حروف بی‌صدا جداگانه تمرین کنید تا تفاوت بین ادای آنها را درک کنید.



ردیف اول: از راست به چپ اَ اِ آ

ردیف دوم: اُ اووووو لِ

ردیف سوم: ف و (ت ج چ د ذ ر ز س ش ص ض ط ظ)

ردیف چهارم: ب پ م

• فکر کنید: در طراحی یک لیپ‌سینک(lipsynch)، از بین حروف صدادار و بی‌صدا کدام یک مهم‌تر هستند؟

دانستن این‌که هر حرف چه حالتی در لب‌ها ایجاد می‌کند، اهمیت دارد. اما نکته‌ای که در تمام زبان‌ها قابل توجه است تأکید بر روی حروف صدادار است. در ادای کلمات لازم نیست حالت تک‌تک حروف را نشان دهیم بلکه می‌توان کلمه را به بخش‌های تشکیل دهنده‌اش تقسیم کرد و برای هر بخش روی آوای تأکیدی آن کار کرد.

کلمهٔ سلام را در نظر بگیرید:

روش غلط:



روش غلط: اگر برای تمام حروف فرم مختص آن حرف طراحی شود، حاصل متحرک‌سازی تغییر فرم مداوم لب، بدون هیچ‌گونه تأکیدی خواهد بود.

روش درست:



روش درست: تأکید بر روی بخش‌های اصلی و حروف صدادار است. حرف «س» و« اَ» با هم ترکیب می‌شوند و نتیجه چیزی بین این دو حرف می‌شود.

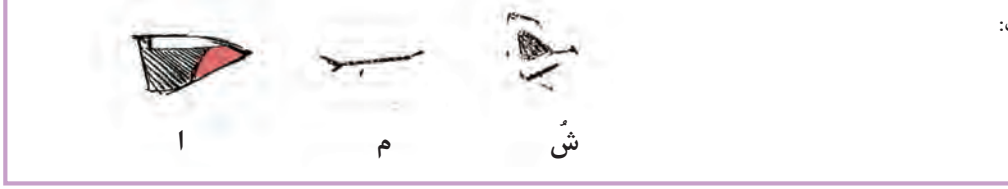
کلمه «شما» را در نظر بگیرید:

روش غلط:



روش غلط: لازم نیست دهان را دو بار ببندید.

روش درست:



روش درست: شیوهٔ ساده و واضح تر.

چون تأکید روی حروف صدادار همیشه بیشتر از حروف بی‌صدا است. فریم‌های آن را بیشتر تکرار می‌کنیم.
کلمهٔ «چطوری» را در نظر بگیرید:

روش غلط:



روش درست:



حرف « ر» می‌تواند با توجه به نحوهٔ ادا کردن کلمه استفاده و یا حذف شود.
البته حرف زدن‌های افراد با هم متفاوت است. بعضی‌ها به هنگام حرف زدن خیلی دهان خود را باز نمی‌کنند. اما در پویانمایی برای لیپ سینک روی حروف صدادار تأکید می‌کنیم و در عوض بقیهٔ حروف را نادیده می‌گیریم.

مگر آن‌که شخصیت در حال فریاد زدن یا آواز خواندن باشد.
از اغراق در کشیدگی و فشردگی فَک نترسید، چرا که از یکنواخت و مصنوعی شدن متحرک‌سازی جلوگیری خواهد کرد.

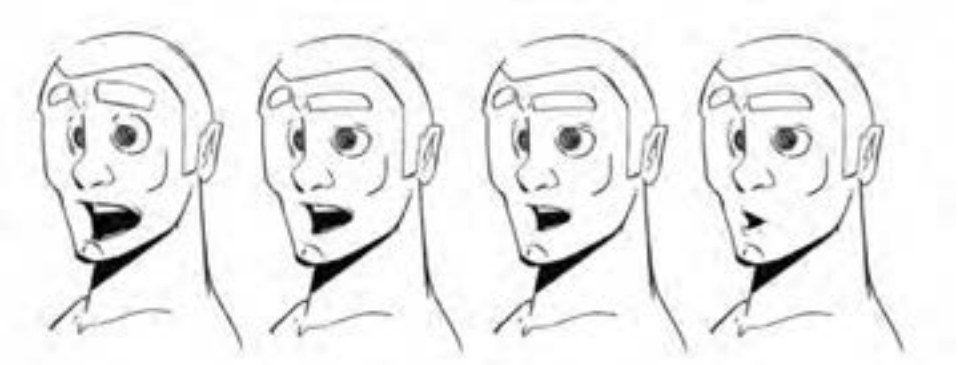


● **فعالیت: چند کلمه را انتخاب کرده و فقط با حرکت لب، لیپ‌سینک انجام دهید.**

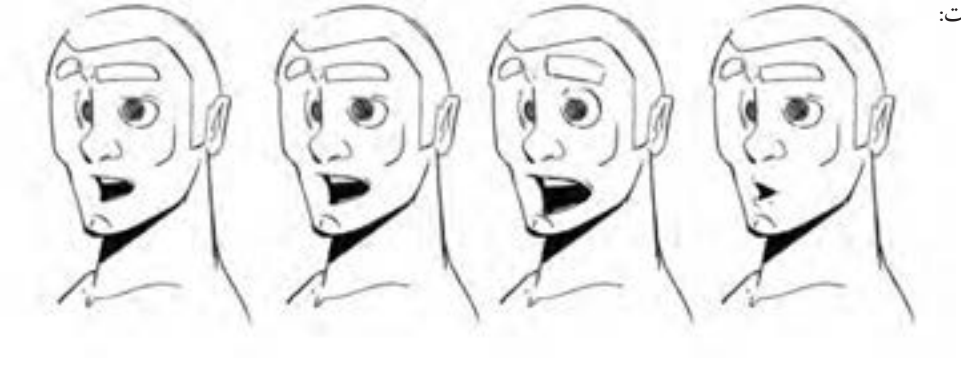
بازی‌سازی گفت‌وگو (دیالوگ) و اجـــرا

اگر شخصیت حروف صداداری را با تأکید بیان می کند، برای نشان دادن این تأکید، از طراحی فریم‌های زیاد میانی خودداری می کنیم. در صورت نیاز به فریم میانی، این فریم باید نزدیک به یکی از کلیدهای تأکیدی طراحی شود.

روش غلط:



روش درست:



۱ ۲ ۳ ۴

در بازی‌سازی گفت‌وگو، حرکات سر بسیار تأثیرگذارند؛ بنابراین تأکیدهای سر باید صحیح کار شوند.



• نکتــه: برای این که لیپ‌سینک کاملاً درست و طبیعی به نظر برسد، در هنگام حرف زدن، شخصیت را به جهتی حرکت دهید.



فعالیت:

• یک جملهٔ کوتاه را انتخاب کنید و سعی کنید در جمله دو تأکید وجود داشته باشد. به روش‌های مختلف آن را اجرا کرده و از دوستتان بخواهید که از شما فیلم بگیرد. بهترین اجرا را انتخاب کرده و آن را تحلیل کنید. ابتدا تأکیدها و پُزهای اصلی را مشخص کنید سپس عکس(اسکرین‌شات)گرفته و از روی آن ها طراحی کنید.

• در کلاس خود یک جمله کوتاه از فیلم پویانمایی را انتخاب کرده و بخش‌های تشکیل دهندهٔ آن را مشخص کنید. به نحوهٔ بازی‌سازی شخصیت دقت کرده و ببینید که شخصیت با چه پُزهایی بخش ها و تأکیدها را اجرا می کند.

واحد یادگیری ۸

شایستگی: بازی‌سازی بـــدن

بازیگری بخش مهم و جدا نشدنی پویانمایی است. هنرمندان بزرگ این صنعت- هنر از ابتدا با آن در ارتباط بوده‌اند. برای مثال نُه متحرک‌ساز بزرگ دیزنی که به نُه پیرمرد شهرت دارند قبل از شروع هر طراحی، آن حرکت را بازی می‌کردند و در نحوهٔ اجرای آن با یکدیگر هم‌فکری کرده و حتی تست‌های مختلف را اجرا می‌کردند.



نُه پیرمرد دیزنی (برخی از آنها بعدها کارگردان شدند) هستهٔ اصلی متحرک‌سازهای استودیوی دیزنی را تشکیل دادند.

این متحرک سازها هستند که نقش بازیگران سینما را در پویانمایی بازی می‌کنند و روح را به درون شخصیت‌ها می‌دمند. تفاوت متحرک‌سازها و بازیگران اینجا است که متحرک ساز نمی‌تواند خود را جای شخصیت داستان بگذارد، متحرک‌سازها علاوه بر بازی، آن را طراحی نیز می کنند. به یاد داشته باشید که وقتی یک صحنه را برای خود بازی می‌کنید تمام حرکات شما محدود به قوانین فیزیک و محدود به دنیای واقعی است درحالی‌که شخصیت شما کارهایی را می‌تواند انجام دهد که شما نمی‌توانید. باید از این بازی تنها به عنوان مرجعی برای متحرک‌سازی خود استفاده کنید و برای جذاب‌تر شدن آن، اغراق‌های بیشتری به آن اضافه کنید.



• فکر کنید: **آیا بازیگری بدون درنظر گرفتن قوانین فیزیک می‌تواند تنها مرجع طراحی حرکت باشد؟**

بازیگری و طـراحی حس‌های اصلی

بازیگری در پویانمایی بسیار مهم است. یک متحرک‌ساز باید بازیگری بداند. در واقع همهٔ ما به گونه‌ای با بازیگری آشنا هستیم و روزانه نقش‌های مختلفی را در جامعه و خانه، بازی می‌کنیم.

• نکتـه: **بیل تیتلا (Bill Tytla) متحرک‌ساز عصر طلایی دیزنی، اولین نفری بود که بازیگری در پویانمایی را جدی گرفت.**



نمونه‌ای از طراحی‌های بیل تیتلا

فکر کنید:

• **آیا با اعضای خانواده همان‌طور رفتار می‌کنیم که با معلم؛ وقتی که می‌گوید تمرین هایت را نشان بده؟**

• **آیا با دوستان، ناظم مدرسه، فروشنده‌ها و... رفتار یکسانی داریم؟**

ما همیشه بسته به موقعیتی که در آن هستیم و می‌شناسیم (فرزند، خواهر یا برادر، دانش‌آموز، هم‌کلاسی، بزرگ‌سال مسئولیت‌پذیر، همسر، دوست، نمایندهٔ کلاس و غیره) در حال نقش بازی کردن هستیم و رفتاری متناسب با آن ارائه می‌کنیم.
این رفتارهای ما شکلی از بازیگری است که مشابه این رفتارها را به گونه‌ای کاملاً حرفه‌ای در جهت منتقل کردن یک حس در یک صحنه از فیلم توسط بازیگر دیده‌ایم.
استفاده از بازیگرها به عنوان مرجعی برای متحرک‌سازی یکی دیگر از روش‌های مرسوم درپویانمایی‌هاست. مانند بازی دختر بچه‌ای در فیلم «آلیس درسرزمین عجایب» اثر کمپانی والت دیزنی و یا استفاده از «جانی دپ» برای بازیگری در فیلم «رنگو».



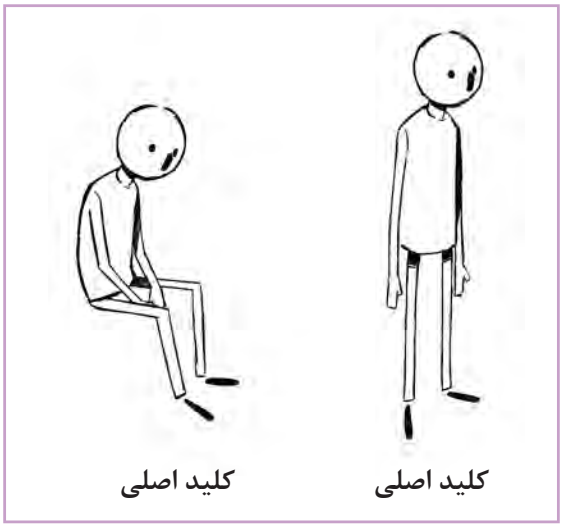
● فعالیت: **پشت صحنهٔ بازیِ بازیگران برای پویانمایی را مشاهده و بازسازی کنید.**

بازی هم‌پوشـــانی

در این فعالیت می‌بینیم که چگونه می‌شود با اجزای مختلف بدن، بازی‌های متفاوتی را انجام دهیم. یکی از نکات مهم این است که وقتی شخصیت قرار است کاری را انجام دهد؛ تمام اجزای بدن او هم‌زمان با هم شروع به حرکت نکنند. بازی هم‌پوشانی به این معناست که اول یک بخش حرکت را شروع و سپس بخش‌های دیگر، حرکت آن را دنبال می‌کنند.
در اینجا می‌خواهیم یک بازی ابتدایی را با یک شخصیت ساده طراحی کنیم. بلند شدن یک شخصیت از روی صندلی را تصور کنید:

مثال اول

- برای بلند شدن، دو کلید اصلی نشسته و ایستاده طراحی شده که در واقع کلیدهای داستان‌گوی بلند شدن هستند. آنچه که ما به عنوان یک انیماتور باید به آن توجه کنیم، کلیدهای عبوری است که در واقع تعیین کنندهٔ جنس بازی شخصیت ما خواهند بود.

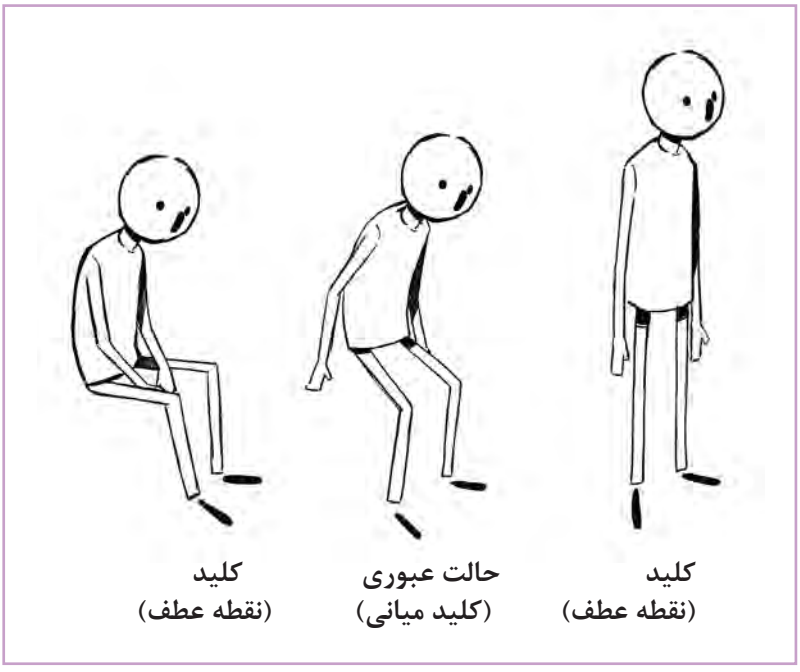


فکر کنید:

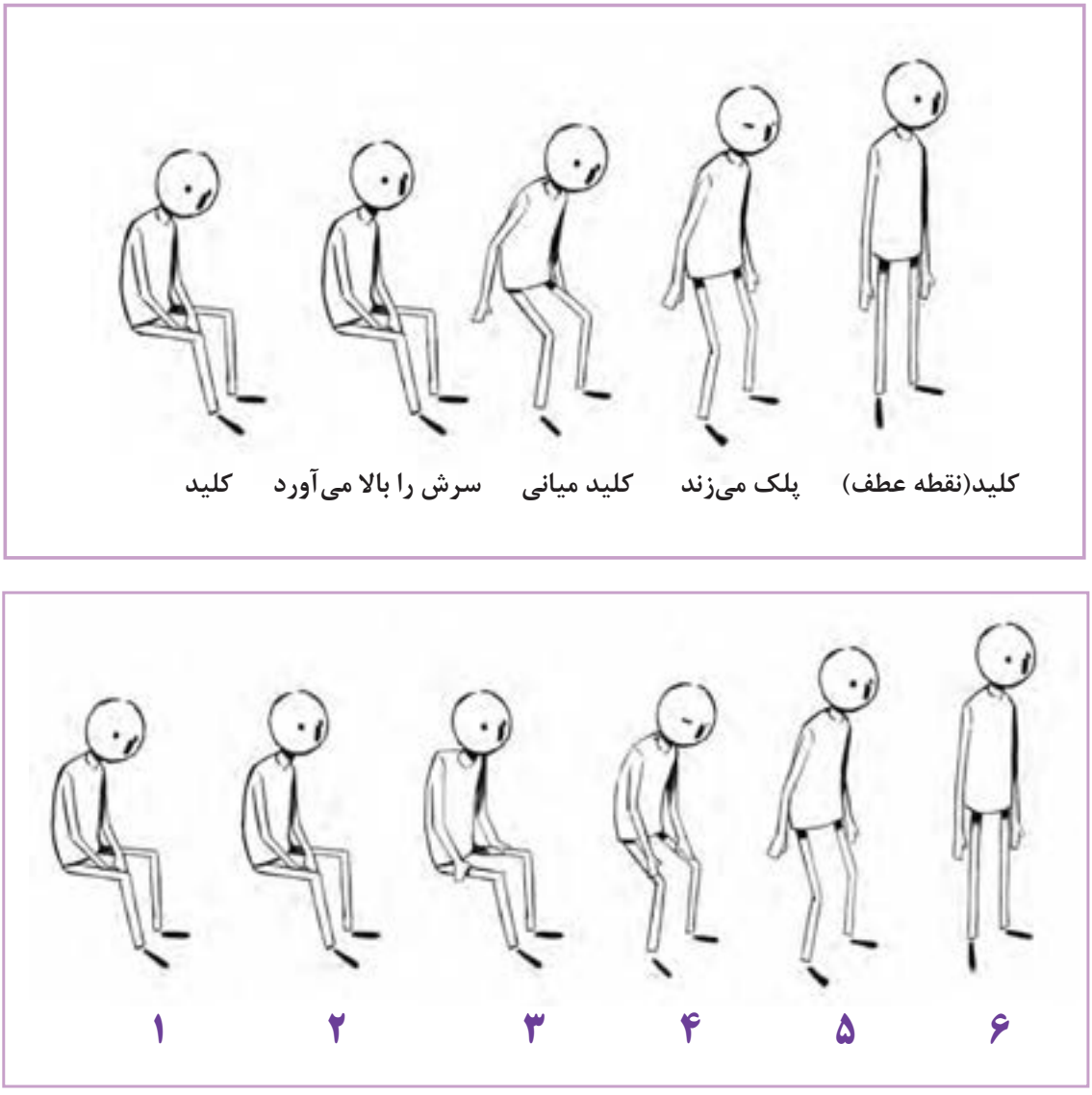
- **آیا یک شخصیت عصبانی و یک شخصیت خوشحال، با کلیدهای عبوری یکسانی بلند خواهند شد؟**
- **آیا یک شخصیت چاق یا پیر کلیدهای عبوری مشابهی خواهند داشت؟**

حالا یک کلید میانی، درست در وسط دو نقطهٔ عطف می‌گذاریم؛ اتفاق خاصی نیفتاده و حرکت ساده و کسل‌کننده است.

ریچارد ویلیامز به نقل از میلت‌کال می‌گوید: «مشکل‌ترین کار در پویانمایی انجام هیچ است. یعنی یک میانیِ زیادی سرراست.»

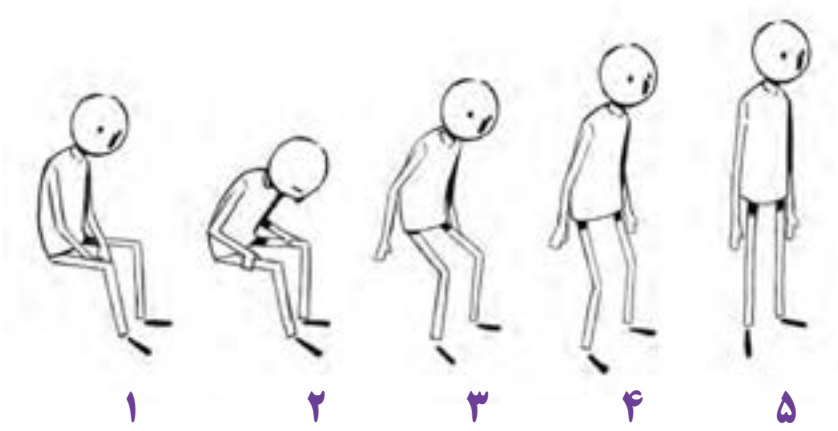


به این ترتیب، می‌توانیم با خُردکردن حرکت به اجزای مختلف، آن را جالب‌ترکنیم.

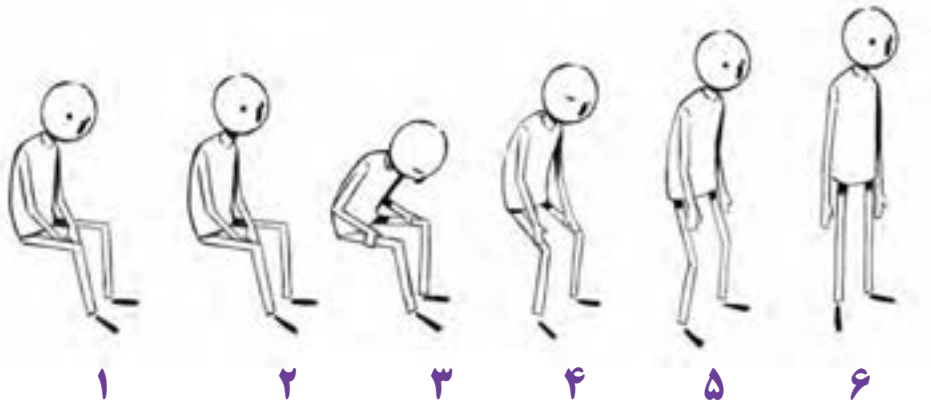


۱- نقطهٔ عطف
۲- سرش رابالا می‌آورد.
۳- یا اینکه اول شانه را بالا می‌اندازد.
۴- کلید میانی، بعد پلک بزند؛ دست را روی پا نگه می‌داریم.
۵- شانه را پایین می‌اندازد.
۶- نقطهٔ عطف

در اینجا از قانون پیش‌حرکت (یکی از قوانین کلاسیک پویانمایی) استفاده می‌کنیم.



۱- کلید(نقطهٔ عطف)
۲- یک پیش‌حرکت خم شدن به پایین
۳- حالت عبوری (کلید میانی) سر را پایین نگه می‌دارد.
۴- سرشانه بالا می‌ماند، سر روبه‌رو را نگاه می‌کند؛ بدن صاف می‌شود.
۵- کلید(نقطهٔ عطف)، بدن صاف می‌شود سر بالا می‌آید



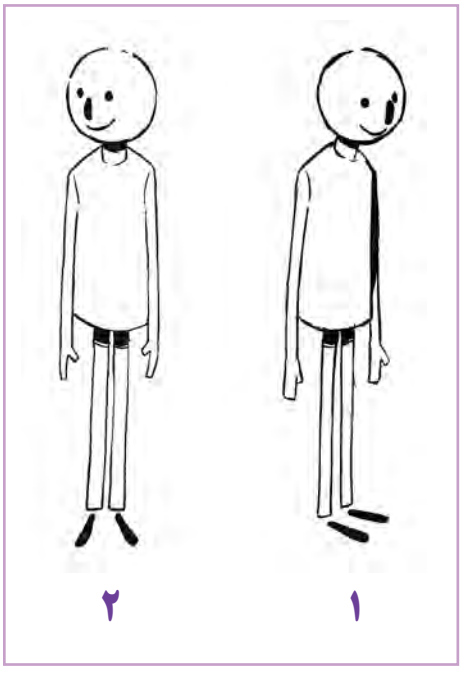
۱- کلید(نقطهٔ عطف)
۲- سر را بالا می‌آورد.
۳- به جلو خم می‌شود؛ سر به طرف پایین خم می‌شود. (پیش حرکت)
۴- حالت عبوری(کلید میانی) دستش را روی پا نگه می‌دارد؛ شانه‌ها بالاست، پلک می‌زند.
۵- بدن جلو می‌رود؛ دست‌ها جلوتر از بدن می‌روند؛ سر روبه‌رو را نگاه می‌کند.
۶- کلید(نقطهٔ عطف)

می‌توانیم حرکت را خُردتر کرده و بازی را پیچیده‌تر کنیم. برای مثال شخصیت در فکر فرو رفته و ناگهان صدایی می‌شنود.
در این مرحله بازی‌سازی بیشتری اضافه می‌کنیم.

● **فعالیت: یک حرکت سادهٔ بلند شدن از روی صندلی را با چند حالت مختلف بازی کرده و از خود فیلم بگیرید. این حالت‌ها می‌توانند شامل بی‌حوصلگی، شادی، ترس، تعجب، سنگینی از غذا خوردن و... باشد. در این فعالیت پُزهای اصلی را جدا کرده و طراحی کنید.**

مثال دوم

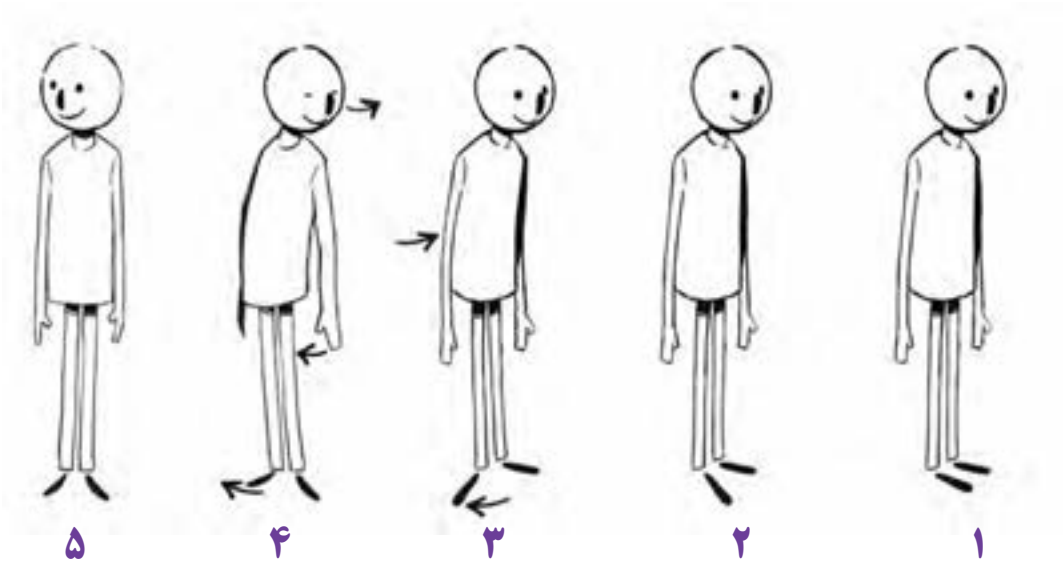
یک حرکت عادی و خسته کننده را در نظر بگیرید



۱- این شخصیت می‌خواهد بچرخد.

۲- به نظر می‌رسد که خیلی ساده باشد و کار زیادی برای انجام دادن ندارد.

یک کلید میانی دقیقاً وسط کلیدهای اصلی می‌گذاریم. کِسل‌کننده‌ترین و بدترین نوع متحرک‌سازی، این است که هیچ تلاشی برای جذاب کردن همین حرکت ساده نکنیم.
پس برای نجات این حرکت، آن را به اجزای مختلف تقسیم می‌کنیم.



حالت عبوری(کلید میانی)

۱- می‌توانیم با حرکت چشم‌ها شروع کنیم. اما چون در این جا چشم قرنیه ندارد و فقط مردمک داریم جایی برای چرخش چشم وجود ندارد.

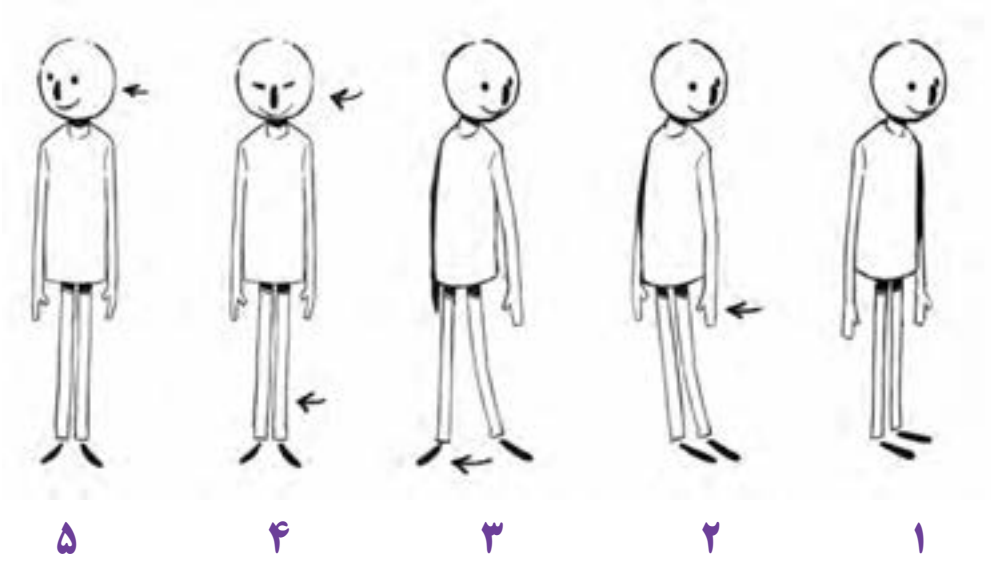
۲- پس می‌توانیم در مرحلهٔ اول یکی از پاها را جابه‌جا کنیم.

۳- سر و بقیهٔ بدن را در مرحلهٔ بعد حر کت می‌دهیم.

۴- سر را سر جایش نگه می‌داریم ولی شکم و باسن را حرکت می‌دهیم و یک پلک‌زدن اضافه می‌کنیم.

۵- بدن سر جایش قرار می‌گیرد و سر در آخر حرکت کرده و ساکن می‌شود.

• نکتــه: **در برخی حرکات، اول لگن را حرکت می‌دهیم.**



حالت عبوری (کلید میانی)

۱- ایستاده

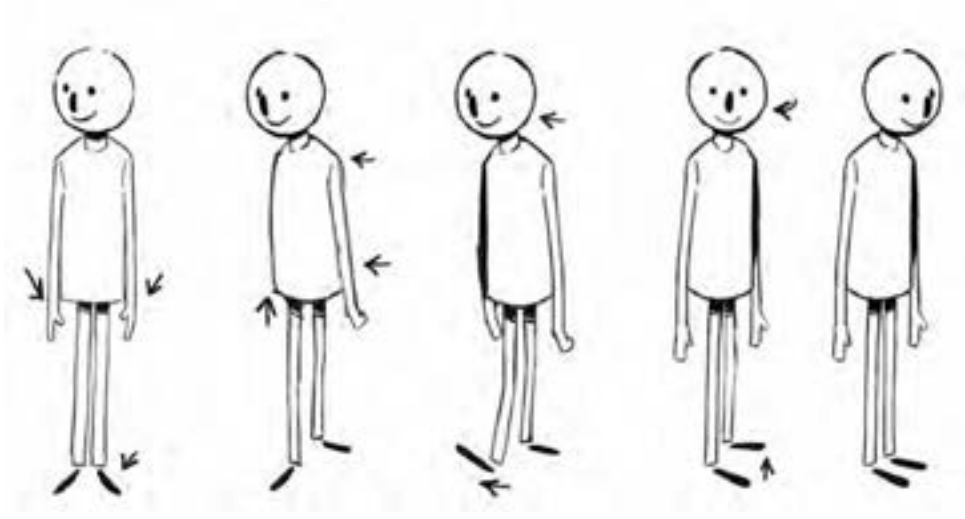
۲- اول لگن و شکم را حرکت می‌دهیم.

۳- پاها را حرکت داده و یک قدم برمی‌داریم.

۴- پاها کنار هم قرار می‌گیرند، سر درحال چرخش است، پلک می‌زند.

۵- بدن ساکن می‌شود.

تا اینجا فقط با هم‌پوشانی اجزای بدن، به این شخصیت زندگی داده‌ایم. اکنون حالات سر و چهره را به آن اضافه می‌کنیم.



حالت عبوری (کلید میانی)

۱- ایستاده

۲- اول سرش را می‌چرخاند و هم‌زمان پایش را به عقب می‌برد.

۳- سر کامل می‌چرخد و پای دیگرش را جابه‌جا می‌کند؛ بدن به سمت روبه‌رو می‌چرخد.

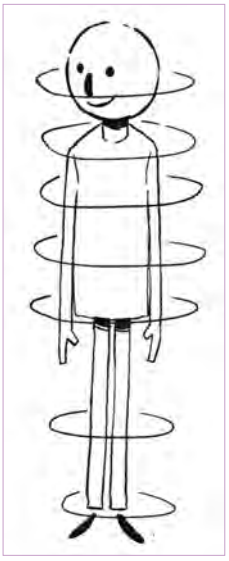
۴- قفسهٔ سینه و شکم می‌چرخند (بدن بیشتر می‌چرخد)؛ پای راست سر جایش قرار می‌گیرد.

۵- بدن سر جایش قرار می‌گیرد؛ پای عقبی کنار دیگری گذاشته می‌شود.

• نکتــه: **در نتیجه ساده‌ترین حرکات را می‌توانیم با چند بخش کردن بدن و حرکت دادن این اجزاء (هر بار یکی) و هم‌پوشانی حرکات جذاب کنیم.**

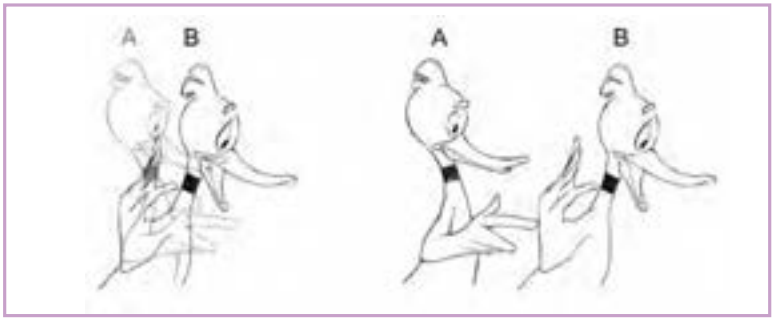
● **فعالیت:** چرخش بدن را با میانی های مختلف بازی سازی و متحرک سازی کنید.

● **نکتــه:** اگر به حرکات بدن خود در آینه دقت کنید متوجه می‌شوید هنگامی‌که قسمتی از بدن جلو می‌آید قسمت دیگری برای حفظ تعادل عقب می‌رود و یا هنگامی‌که یکی از قسمت‌ها بالا می‌رود، هم‌زمان قسمت دیگری پائین می‌آید تا تعادل را حفظ کند.



سر
شانه‌ها
سینه
بازوها
لگن خاصره
لباس‌های
آویزان
ساق‌ها
پاها

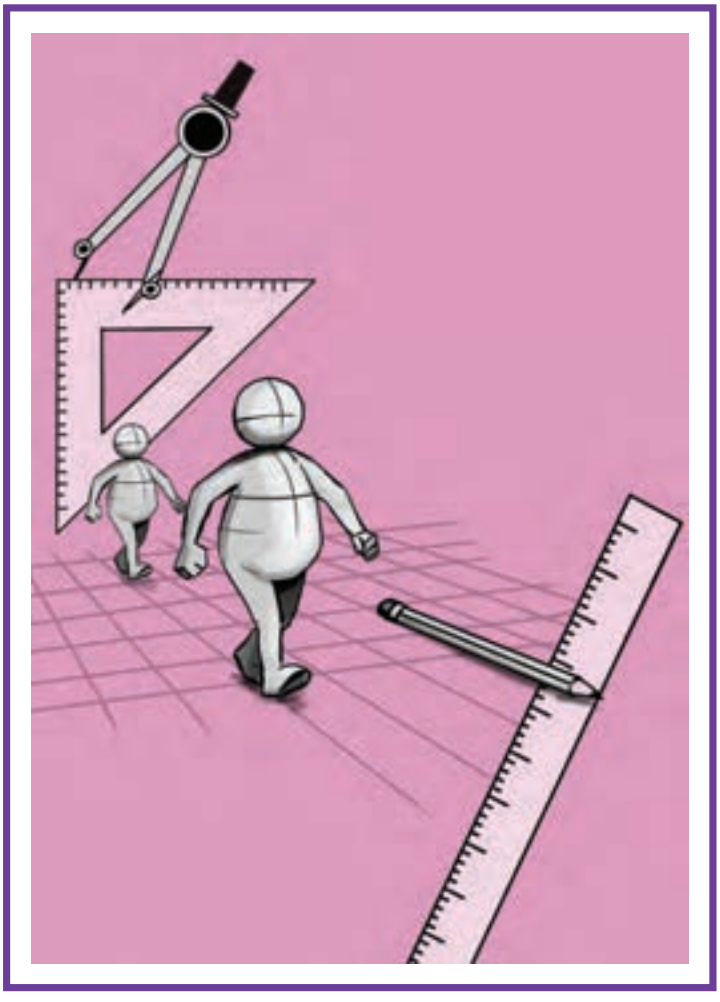
و حتی می‌توانیم آنها را به بخش‌های کوچک‌تری نیز تقسیم کنیم.



نتیجه‌گیری: وقتی قرار است شخصیت، حرکتی را انجام دهد یا از جایی به جای دیگر برود، تمام اجزای بدنش هم‌زمان با هم حرکت نمی‌کنند و بازی‌ها با هم شروع یا تمام نمی‌شوند. ابتدا یکی از اجزای بدن حرکت می‌کند و بقیهٔ اجزا، حرکت را دنبال می‌کنند. در حقیقت بخش‌های مختلف بدن یکدیگر را هم‌پوشانی می‌کنند که در پویانمایی به آن، بازی هم‌پوشانی می‌گویند.

فصل پنجم

اجرای حرکات ترکیبی



واحد یادگیری ۹

شایستگی: ترکیب حرکت و آماده سـازی

آیا تا به حال پی برده‌اید:

- چگونه می‌توان در یک متحرک‌سازی از قوانین دوازده‌گانه به گونه‌ای مؤثر بهره گرفت؟
- برای پیاده‌سازی متحرک‌سازی چه مراحلی را باید در نظر گرفت؟
- چگونه می‌توان بازی‌سازی و متحرک‌سازی را با توجه به لی‌اوت و چیدمان صحنهٔ ارائه شده اجرا کرد؟
- دوری یا نزدیک بودن شخصیت نسبت به ما چه تأثیری بر روی سرعت آن خواهد داشت؟

هدف از این واحد یادگیری:

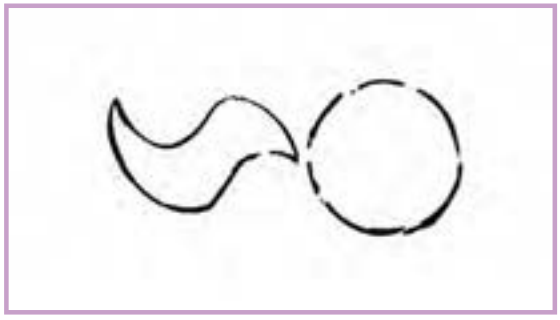
- هنرجویان در این واحد یادگیری متحرک‌سازی و بازی‌سازی را از مرحلهٔ اسکیس تا اجرای نهایی شامل رنگ و لی‌اوت صحنه را فرا می‌گیرند.

استاندارد عملکرد:

- توانایی متحرک‌سازی با رعایت قوانین پرسپکتیو و لی‌اوت صحنه.

حرکت ترکیبی

در فصل‌های قبل تقریباً با تمام قوانین دوازده‌گانهٔ دیزنی در متحرک‌سازی آشنا شدیم، از جمله حرکات کندشونده و تندشونده، پیش‌حرکت پس‌حرکت، اغراق، قوس‌ها، اورلپ (هم‌پوشانی) و دیگر قوانین.
در این بخش با انجام یک فعالیت جامع سعی داریم تا تمام موارد گفته شده را جمع‌بندی کنیم و به این موضوع توجه داشته باشیم که از این قوانین چگونه می‌توان به گونه‌ای کاربردی برای یک متحرک‌سازی خلاق و زیبا کمک گرفت. شخصیت مورد نظر ما برای متحرک‌سازی، سنجابکی است که به گونه‌ای ساده به صورت یک توپ و دُم طراحی شده است.



شخصیت سنجابک

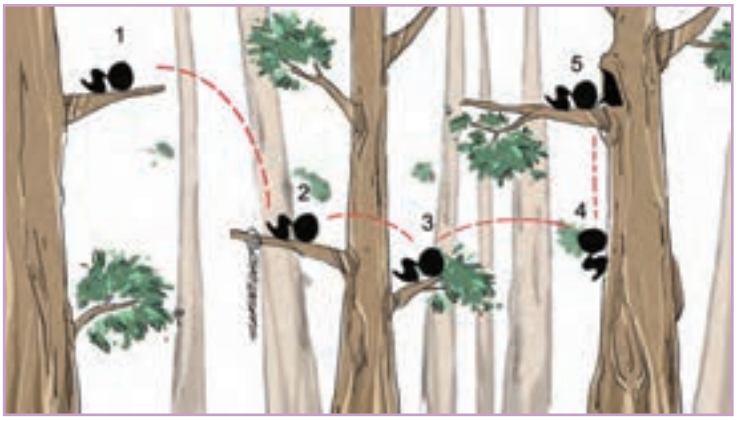
سنجابک قصد دارد خود را از روی شاخه‌ها و درخت‌ها به خانه‌اش برساند؛ البته این امر به دست متحرک سازی هایی چون شما سپرده شده است. اکنون می‌خواهیم تمام قوانینی را که فرا گرفته‌ایم در این کار کوتاه اجرا کنیم. چگونگی رسیدن سنجابک به خانه‌اش مهم نیست آنچه که اهمیت دارد اجرای درست قوانین است. باید سعی شود تمام قوانین دوازده‌گانه رعایت شوند.

گـام اول



پس‌زمینه و موقعیت سنجابک و خانه‌اش

تعیین مسیر حرکت سنجابک و مشخص کردن کلیدهای داستان‌گو است. منظور از کلیدهای داستان‌گو، کمترین تعداد کلیدهایی است که مشخص کنندهٔ مسیر سنجابک برای رسیدن به خانه‌اش می‌باشد. برای مثال به کلیدهای داستان‌گو در تصویر بالا توجه کنید.



در این تصویر، ۵ کلید داستان‌گو است که مسیر سنجابک را تعیین می‌کنند و البته می‌توان مسیرهای متنوع دیگری را نیز برای آن متصور بود. فرض کنید به جای اینکه در موقعیت کلید سوم قرار بگیرد، طناب آویزان از شاخه را بگیرد و بعد از تاب‌خوردن خودش را به کلید ۵ برساند که در این صورت چهارکلید داستان‌گو خواهیم داشت.



• **فعالیت: مسیر و کلیدهای داستان‌گوی سنجابک خود را تعیین و طراحی کنید.**

گـام دوم

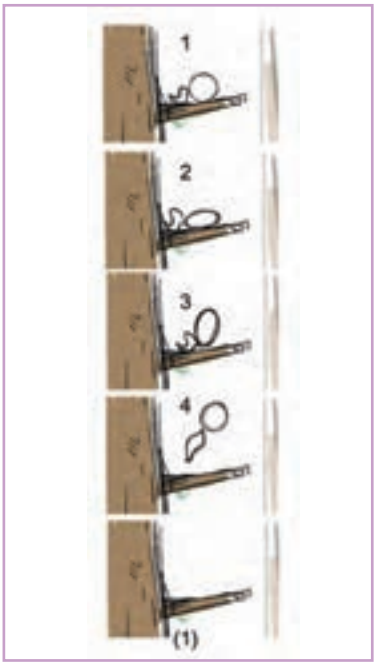
بعد از مشخص کردن کلیدهای داستان‌گو، نوبت به طراحی کلیدهای اصلی و کلیدهای حالت عبوری می‌رسد. اگر کلیدهای داستان‌گو مشخص کنندهٔ مسیر هستند، کلیدهای اصلی که پیش‌حرکت‌ها، پس‌حرکت‌ها و کلیدهای میانی را شامل می‌شوند، تعیین کنندهٔ جنس بازی و شخصیت‌تان می‌باشند.



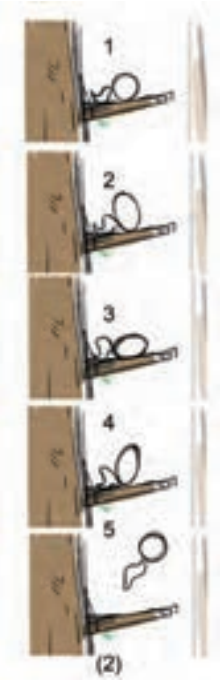
• **فکر کنید: آیا سنجابک در روحیات متفاوت خسته، شاد یا وحشت‌زده بازی یکسانی خواهد داشت؟**

برای مشخص‌تر شدن این موضوع، به تفاوت بین کلیدهای اصلی برای پریدن سنجابک به مثال‌های زیر توجه کنید:





- در ستون اول از سمت راست برای پریدن سنجابک سه کلید اصلی در نظر گرفته شده است، کلید شمارهٔ ۲ پیش‌حرکت پریدن که از قانون فشردگی استفاده شده است، کلید ۳ لحظهٔ جدا شدن که از قانون کشیدگی کمک گرفته شده و نهایتاً کلید ۴.



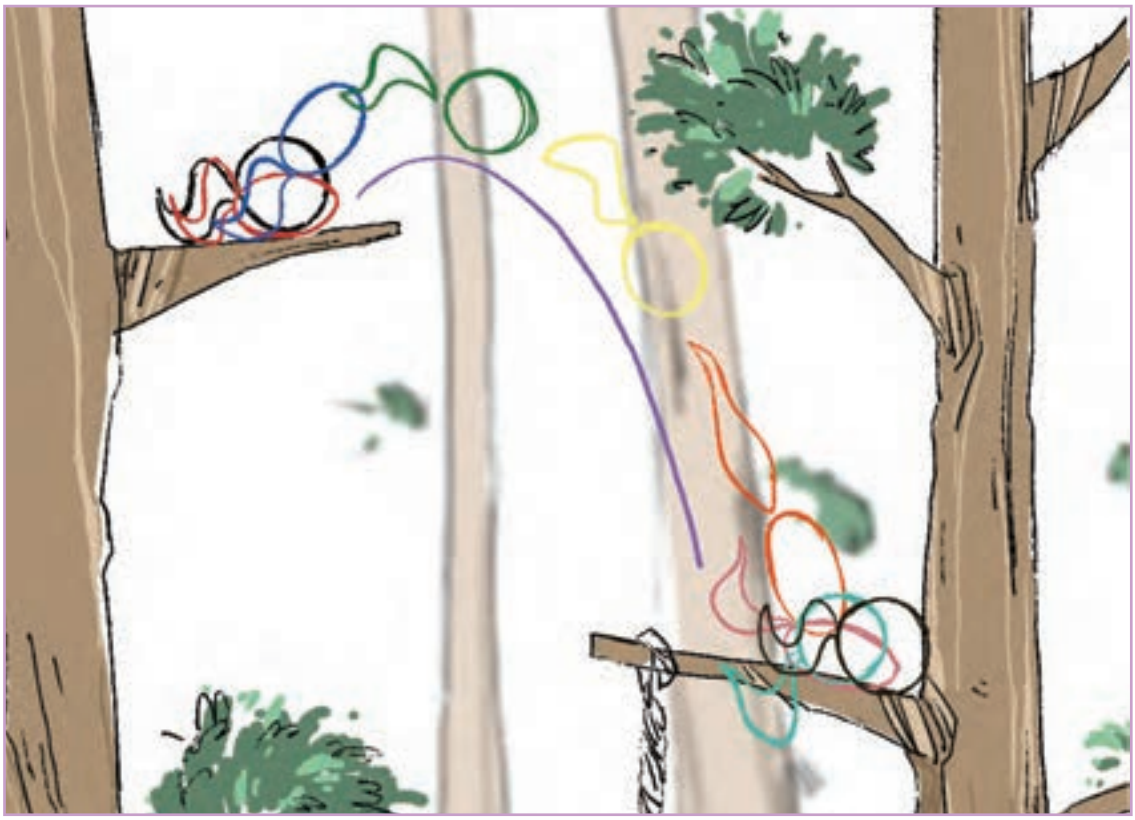
■ اما در مثال دوم یعنی ستون وسط برای پریدن چهار کلید اصلی در نظر گرفته شده است که در واقع کلیدهای ۲ و ۳ هر دو پیش‌حرکت برای پریدن و مابقی کلیدها مشابه مثال اول هستند. در این مثال، کلید ۲پیش‌حرکتِ کلید ۳ و کلید۳ پیش‌حرکت پریدن است. با اضافه کردن کلید ۲ شما تأکید بیشتری بر روی پریدن گذاشته‌اید و متحرک‌سازی شما را جذاب‌تر می‌کند.



■ اما در مثال آخر که از همه پیچیده‌تر است سنجابک قبل از پریدن، پایین را نگاه می‌کند یعنی کلید شمارهٔ ۲. اضافه کردن این بازی، شخصیت سنجابک را بیش از پیش مشخص می‌کند، او کمی نگران یا شاید ترسیده است و با دقت ارتفاع را می‌سنجد، به حالت اول خود باز می‌گردد و با پیش حرکت اقدام به پریدن می‌کند.

● فعالیت: اکنون که کلیدهای داستان‌گوی خود را طراحی کرده‌اید و با توجه به آنچه که فرا گرفته‌اید کلیدهای اصلی و حالت‌های عبوری را به آن اضافه کنید.

اکنون به کلیدهای اصلی و حالت عبوری پریدن از یک شاخه به شاخهٔ دیگر توجه کنید.



در این تصویر بین کلید داستان گوی ۱ و ۲، هفت کلید اصلی در نظر گرفته شده است:

- کلید زرد کلید حالت عبوری است.
- کلید قرمز پیش‌حرکت پریدن (فشردگی).
- کلید آبی لحظهٔ جداشدن (کشیدگی).
- کلید سبز نیز از کلیدهای اصلی است که مشخص کنندهٔ قوس حرکت است.
- کلید نارنجی قبل از برخورد (کشیدگی).
- کلید صورتی لحظهٔ برخورد (فشردگی).
- کلید فیروزه‌ای نیز برای حرکت هم‌پوشانی دُم در نظر گرفته شده است. به صورت مشابه می‌توان برای ادامهٔ مسیر کلیدهای اصلی را طراحی کرد.

گـام سوم

بعد از طراحی کلیدهای اصلی لازم است حرکت شخصیت خود را بعد از چندین بار دیدن، مورد ارزیابی قرار دهید و در صورت مشاهدهٔ خطا و اشتباه آن را برطرف کنید که در واقع به این مرحله، تست خطی (linetest) گفته می‌شود. بعد از اینکه نسبت به کلیدهای اصلی و حالت‌های عبوری خود مطمئن شدید، تمامی آنها را تمیزکاری(clean up) و دورگیری کنید. در واقع با انجام این مرحله تست خطی خود را برای طراحی فریم‌های میانی و رنگ‌آمیزی آماده می‌کنید.

• فعالیت: کلیدهای اصلی متحرک‌سازی سنجابک خود را تمیزکاری و دورگیری کنید.

گـام چهارم

اکنون زمان اضافه کردن فریم‌های میانی است و همان‌طور که می‌دانید وظیفهٔ این کلیدها، نرم‌کردن حرکت و تعیین کنندهٔ حرکات کندشونده و تندشونده است. به مثال زیر توجه کنید.



- در این مثال بین کلیدهای ۱ و ۵، سه کلید در نظر گرفته شده است که با توجه به فاصله‌گذاری آنها همان‌طور که می‌دانید نشان دهندهٔ یک حرکت کندشونده است تا از این طریق علاوه بر دیده شدن پیش‌حرکت و مکث به روی آن، حرکت پریدن بهتر دیده خواهد شد. به همین ترتیب می‌توانید در پریدن‌های دیگر نیز این حرکت کندشونده را اضافه کرده و یا با طراحی فریم‌های میانی بیشتر، حرکت کلی پریدن را نرم کنید.

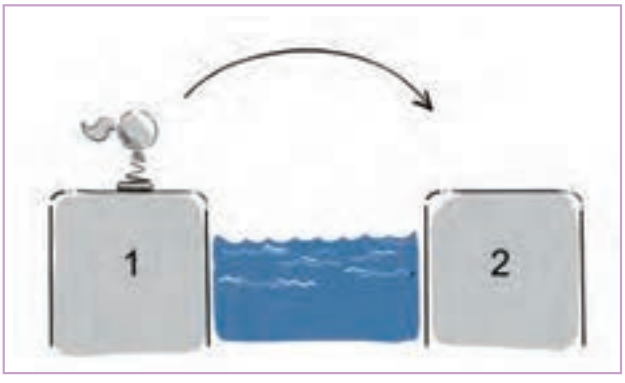
• فعالیت: در این مرحله به تست خطی تمیز شدهٔ خود فریم‌های میانی را اضافه کنید تا حرکت کلی نرم‌تر شود و علاوه بر این دو، قانون کندشونده و تندشونده را نیز به آن اضافه کنید.

گام پنجم و نهایی

فعالیت:

- تمام فریم‌های طراحی شده را رنگ‌آمیزی کنید.
- بعد از اتمام رنگ و نهایی شدن تصویر و متحرک‌سازی، با صدای خودتان حالات سنجابک را بازی کرده و آن را ضبط کنید. باند صدای ضبط شده را همراه با تصاویر طراحی شده، در یک نرم‌افزار خروجی بگیرید.
- حال به سنجابک یک پایهٔ فنری اضافه کرده‌ایم و این شخصیت قصد دارد مطابق تصویر از روی سکوی اول به روی سکوی دوم بپرد. مطابق مراحلی که در فعالیت قبل گفته شد این شخصیت را متحرک‌سازی کنید.





واحد یادگیری ۱۰

شایستگی: حرکت در پرسپکتیو



• فکر کنید: **چه عواملی در طراحی پرسپکتیوی حرکات مؤثر هستند؟**

پرسپکتیو، علمی است که بر اساس قوانین هندسه استوار شده و از طریق آن می‌توان دوری و یا نزدیکی اشیا را با توجه به موقعیتی که نسبت به آنها داریم به گونه‌ای واقع‌گرا و طبیعی به تصویر بکشیم. در این امر توجه به دو موضوع یعنی نقطهٔ گریزها و خط افق ضروری می‌نماید.

در فصل‌های قبل، به‌طور کلی با مباحث متحرک‌سازی از قوانین دوازده‌گانه تا حرکات ساده، پیچیده، حرکت مفاصل، راه رفتن‌ها و دویدن‌ها را از یک نمای کاملاً تخت و بدون پرسپکتیو را فرا گرفتیم. در این فعالیت‌ها شخصیت مورد نظر ما حرکتی را از چپ به راست تصویر و یا برعکس انجام می‌داد و یا در وسط تصویر بدون جابه‌جایی، در جا متحرک‌سازی می‌شد.

به‌طور قطع در پروژه‌ها و فیلم‌هایی که در آینده خواهید ساخت اشیا و شخصیت‌ها لزوماً در یک فضای تخت و بدون پرسپکتیو متحرک‌سازی نخواهند شد و گاهی لی‌اوت و چیدمان صحنهٔ شما به گونه‌ای است که نیازمند حرکت دادن آن در عمق و یا برعکس خواهد بود.

در این صورت عوامل دیگری مانند دور بودن و یا نزدیک بودن به دوربین، موقعیت شئ یا شخصیت مورد نظر نسبت به خط افق(HL) و وضعیت این دو نسبت به یکدیگر در متحرک‌سازی شما نیز دخیل خواهد بود.

به طور کلی رعایت سه ویژگی در پرسپکتیو نمایان است: نزدیک و دور شدن، کوتاه شدن و کوچک شدن. در طراحی و نقاشی که تصاویر، ثابت هستند نیازی به تغییر پرسپکتیو نیست اما در پویانمایی که تصاویر متحرک‌اند، پرسپکتیو آن دائماً در حال تغییر است.

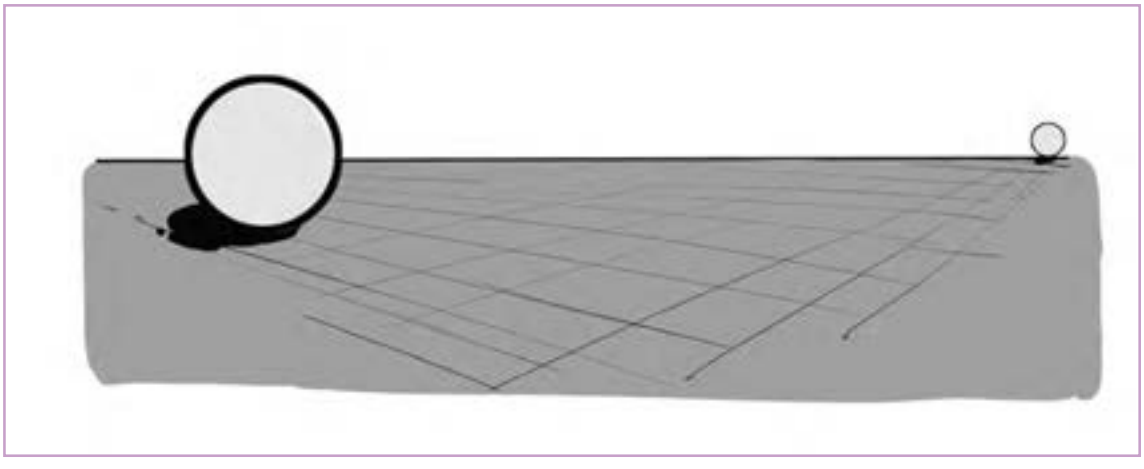
• نکته: **نزدیک یا دور بودن شئ متحرک نسبت به دوربین، بر میزان جابه‌جایی آن تأثیر دارد.**

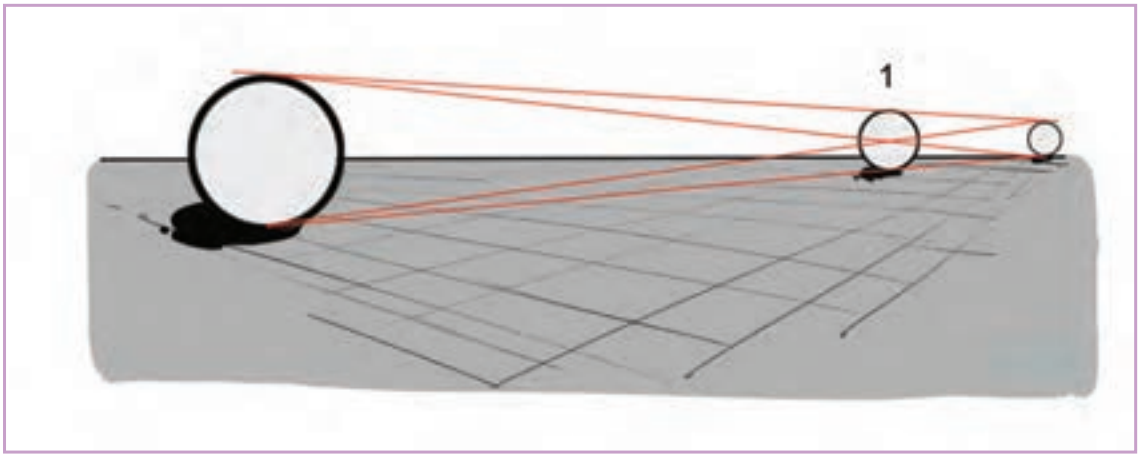
• فکر کنید: **آیا مقدار جابه‌جایی شخصیتی که به ما نزدیک است و مقدار جابه‌جایی شخصیتی که از ما دور است، یکسان است؟ (فرض کنیم هر دو، سرعت برابری دارند.)**

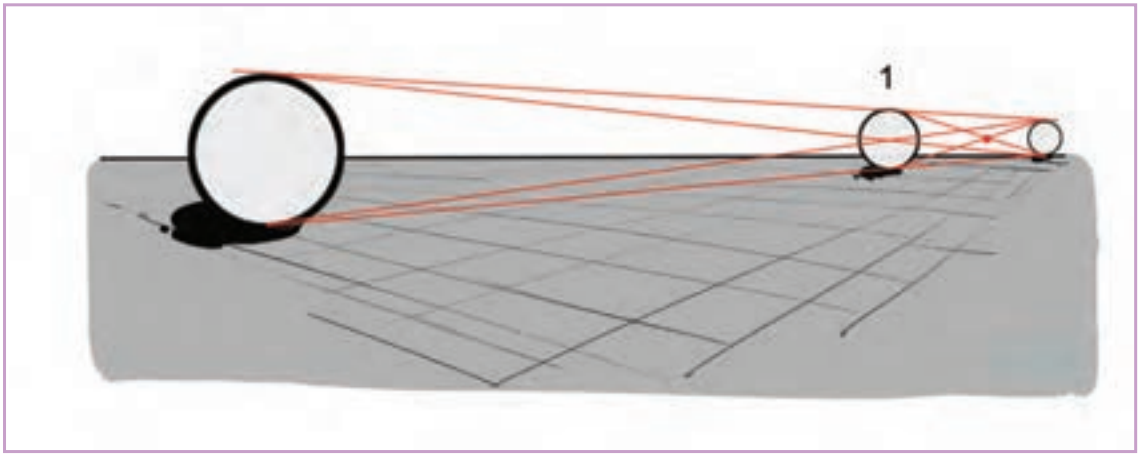
برای مثال مقدار جابه‌جایی یک هواپیما را در آسمان در نظر بگیرید و آن را با وضعیتی که با همان سرعت از مقابل شما عبور می‌کند مقایسه کنید. نتیجه می‌گیریم که مسافت ما تا شئ بر مقدار جابه‌جایی آن تأثیرگذار خواهد بود.

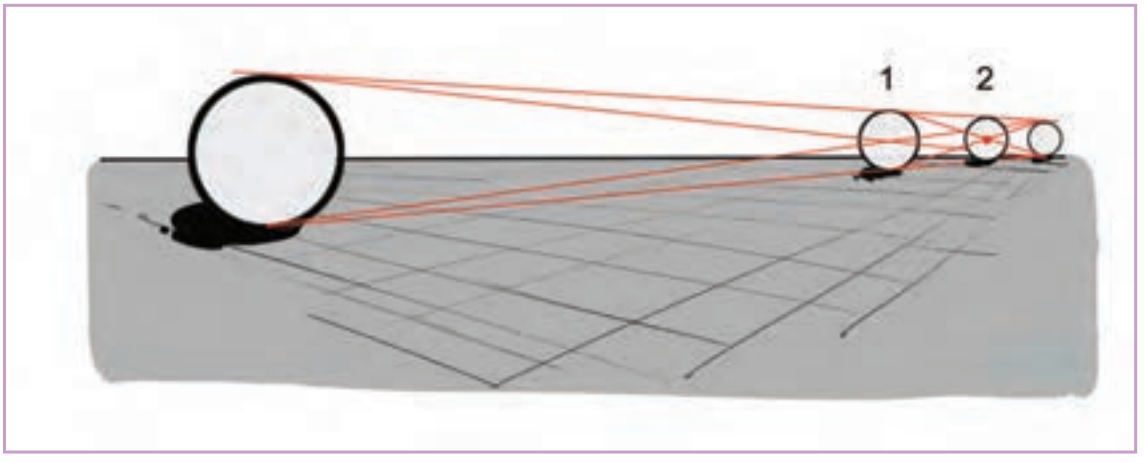
حرکت توپ در پرسپکتیو

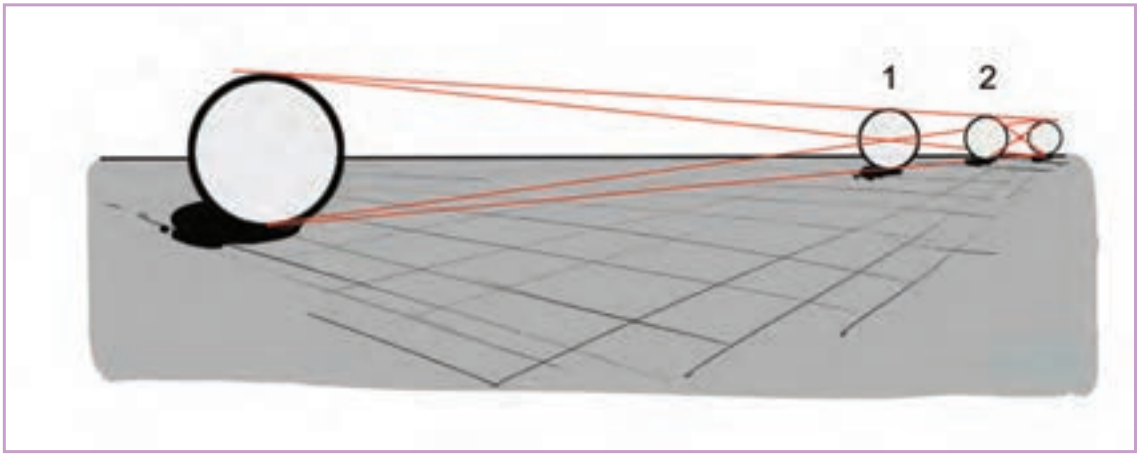
• فکر کنید: **فرض کنید توپی با سرعت ثابت در حال نزدیک شدن است، چگونه می‌توان موقعیت درست کلیدها را پیدا کرد؟**

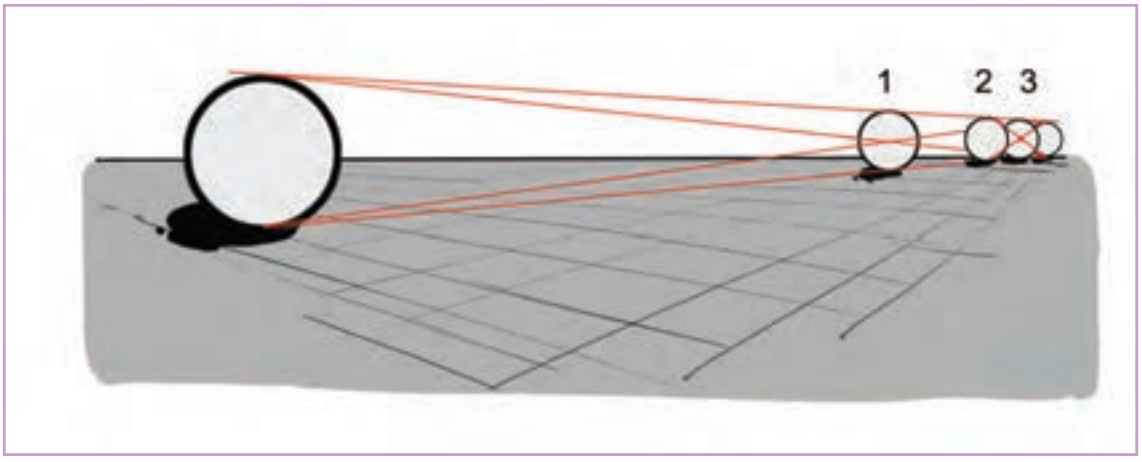


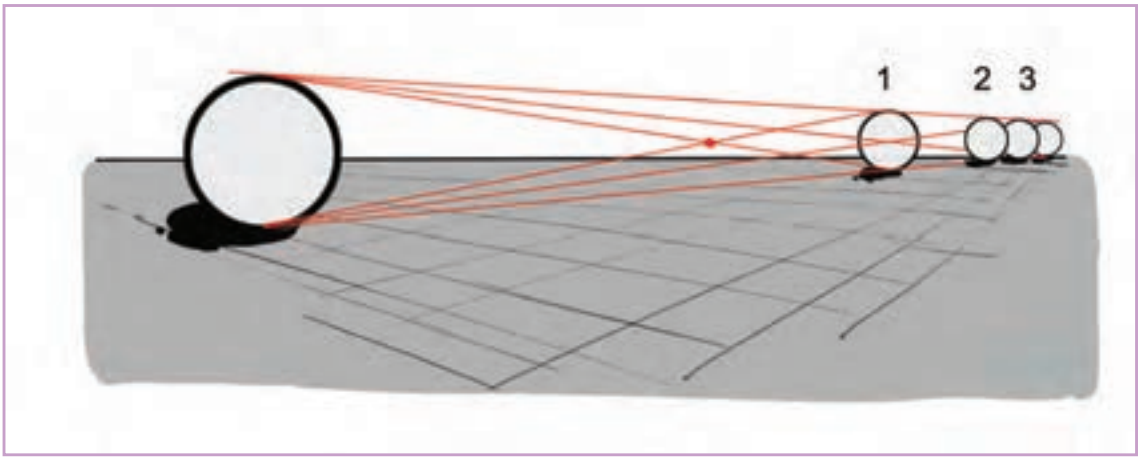

1

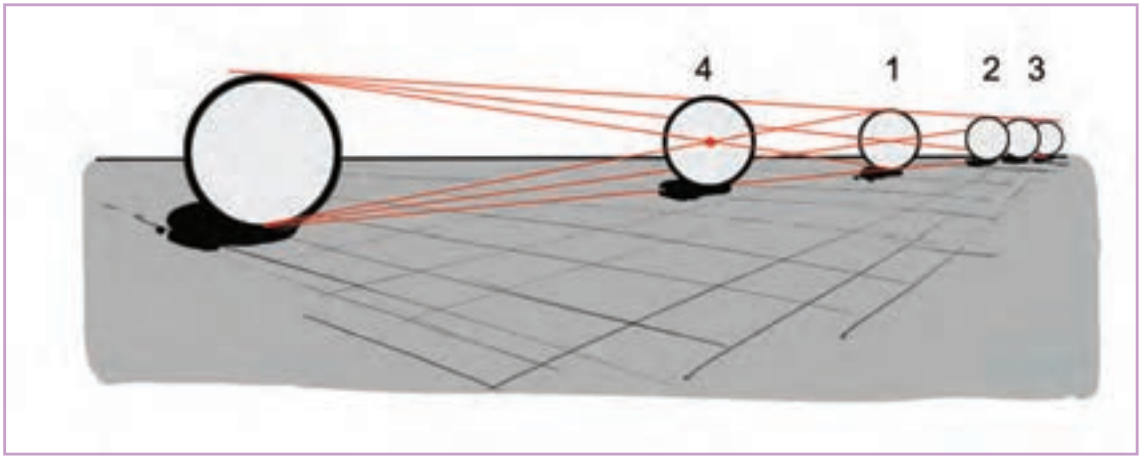

1

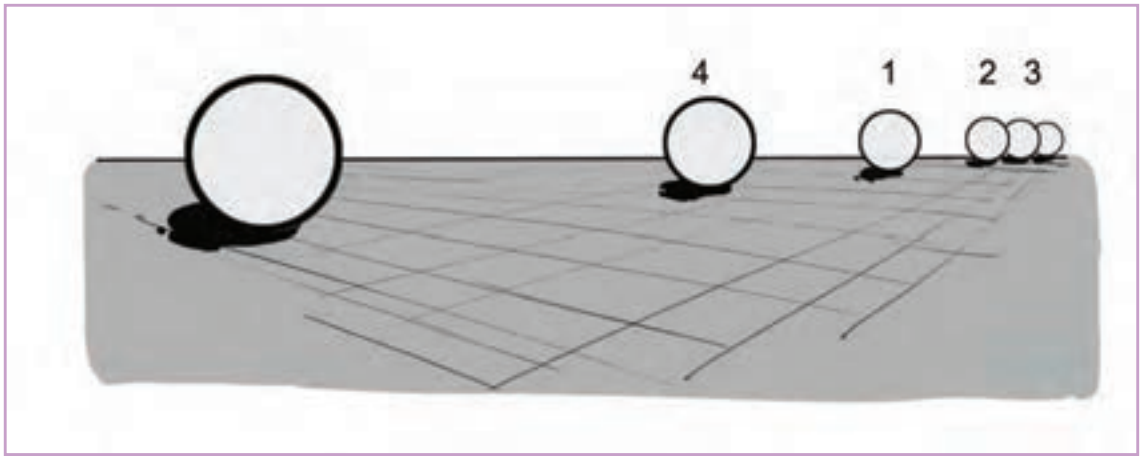

1
2


1
2


1
2
3


1
2
3

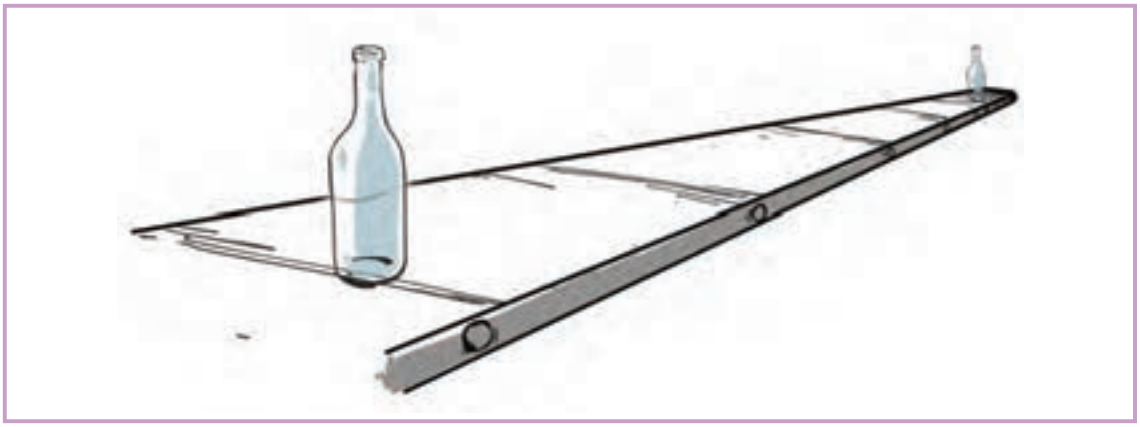




برای پیدا کردن کلید میانی بین وضعیت ابتدایی و انتهایی، با کشیدن دو قطر، نقطهٔ تلاقی به دست می‌آید که آن نقطه، مرکز توپ فریم میانی است و به همین ترتیب می‌توان مکان کلیدهای دیگر را یافت.

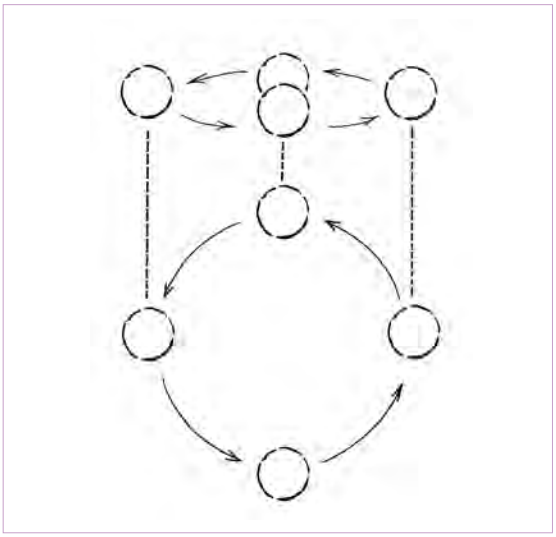
- **نکتــه: فاصلهٔ کلیدهایی که از دوربین دورتر هستند کمتر می‌باشد؛ در حالی که فاصلهٔ کلیدهای جلو بیشتر است و به عبارت دیگر میزان جابه‌جایی یک شئ متحرک با یک سرعت ثابت، هر چه از دوربین و نقطهٔ دید ما فاصلهٔ بیشتری داشته باشد در مقایسه با حالتی که به ما نزدیک‌تر است، کمتر خواهد بود.**

• **فعالیت:** **فرض کنید نوار نقاله‌ای در یک شرکت داروسازی یا تولید لبنیات، یک بطری را به سمت عمق می‌برد. برای این کار از تصویر زیر کمک بگیرید و آن را متحرک‌سازی کنید.**

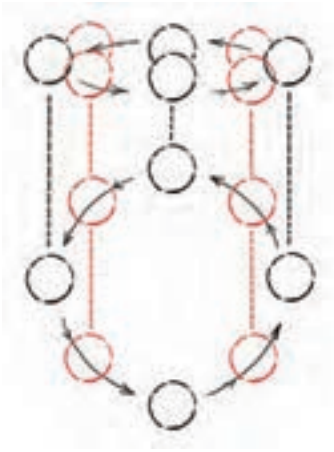


حرکت دوّار تــوپ

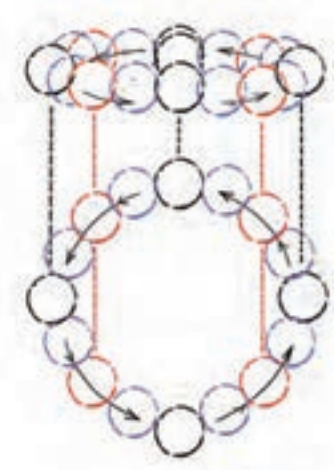
در این قسمت سعی داریم به متحرک‌سازی توپی بپردازیم که با سرعت ثابت حول یک محور می‌چرخد. ابتدا چهار وضعیت توپ را مطابق شکل زیر طراحی می‌کنیم که در واقع کلیدهای اصلی متحرک‌سازی ما می‌باشند.



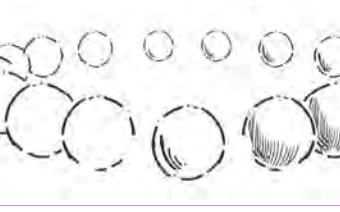
- اگر تصویر موقعیت توپ را از بالا در نظر داشته باشیم، همان‌طور که در تصویر نشان داده شده است، یکی بودن فاصلهٔ بین توپ‌ها کاملاً مشخص است زیرا ما دنبال حرکت یکنواخت توپ به حول محور مرکزی هستیم. در مرحلهٔ بعد به دنبال اضافه کردن فریم‌های میانی به کلیدهای اصلی هستیم.



■ برای پیدا کردن موقعیت توپ‌های میانی، ابتدا به تصویری که از نمای بالا از توپ‌ها داریم رجوع می‌کنیم و با فاصله‌گذاری برابر، توپ‌های میانی را بین کلیدهای اصلی طراحی می‌کنیم.

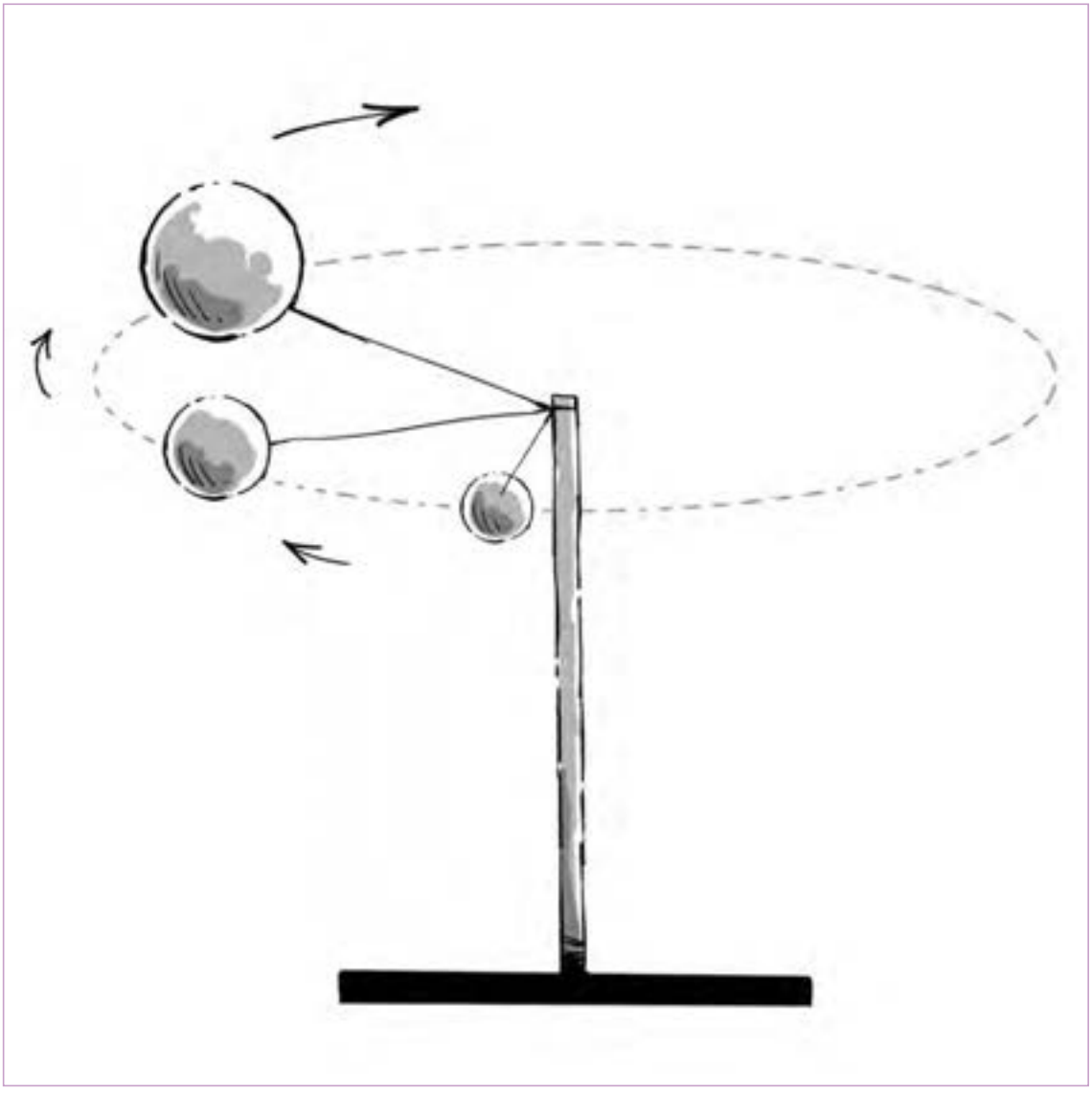


■ اگر تصاویر توپ را مطابق نقطه‌چین‌ها بر روی نمای پرسپکتیوی از توپ‌ها تصویر کنیم، متوجه خواهیم شد که فاصله‌گذاری آنها در نمای پرسپکتیو، با نمای بالا متفاوت است و در واقع در نمای پرسپکتیو، توپ‌ها در گوشه‌ها به یکدیگر نزدیک‌تر هستند. اگر باز هم کلیدهای میانی بیشتری طراحی کنیم این امر بیشتر نمود پیدا می‌کند. به تصویر رو به‌رو توجه کنید.



■ درتصویر نهایی، پرسپکتیو یک نقطه‌ای نیز بر روی تصویر اعمال شده است.

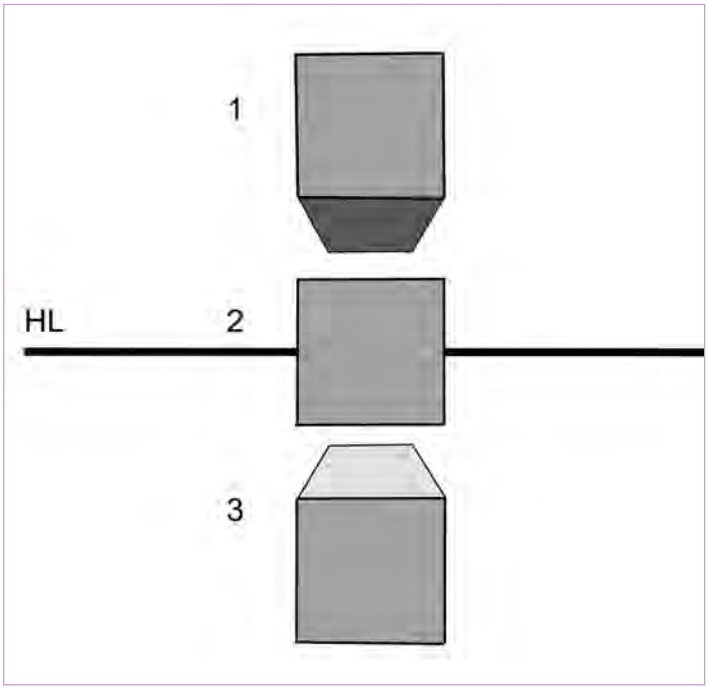
• **فعالیت:** بر اساس آنچه که در بالا گفته شد و تأثیری که پرسپکتیو بر روی فاصله‌گذاری کلیدها دارد، قصد داریم توپی را متحرک‌سازی کنیم که به طناب یا زنجیری متصل است و حول محور آن با سرعت ثابت می‌چرخد. موقعیت قرارگیری ما نسبت به آن، مطابق با تصویر ارائه شده است. در واقع ما زاویهٔ دید پایین‌تر از آن داریم و از پایین به توپ نگاه می‌کنیم.



افتـــادن مکعـــب

• **فکر کنید: یک مکعب در هنگام افتادن را در چند حالت پرسپکتیوی می‌توان طراحی کرد؟**

• **نکتـــه: شناخت خط افق در پرسپکتیو نکتهٔ مهمی است. به فرض مثال شما قصد طراحی از یک مکعب را دارید، بسته به اینکه موقعیت شما نسبت به خط افق چگونه است، زاویهٔ دید شما نسبت به مکعب متفاوت خواهد بود.**



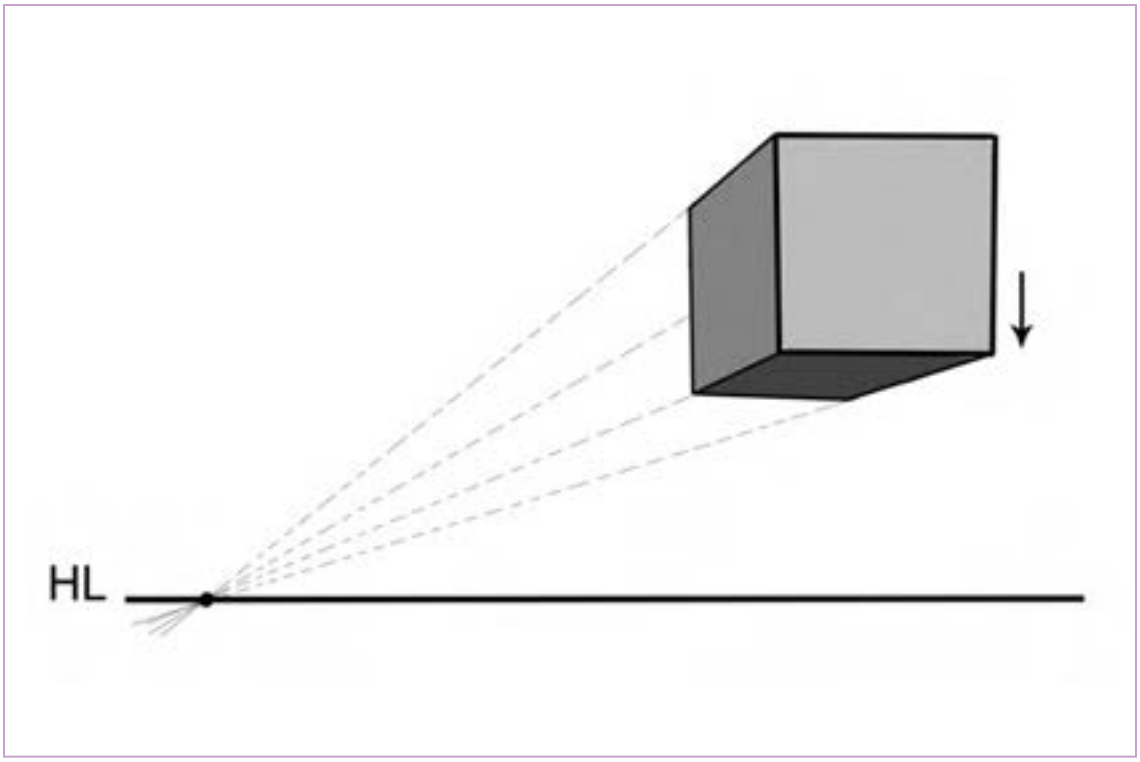
پرسپکتیو در نظر گرفته شده در تصویر پرسپکتیو یک‌نقطه‌ای است.

همان طور که در تصویر قبل می‌بینید مکعب در موقعیت اول بالاتر از خط افق قرار دارد و در نتیجه، وجه زیرین آن دیده خواهد شد و هنگامی که در وضعیت ۳ قرار می‌گیرد، پایین‌تر از خط افق قرار دارد و وجه بالایی آن دیده خواهد شد. اما در وضعیت ۲ درست مقابل نقطهٔ دید ما قرار داد و تنها، وجه روبرویی آن دیده می‌شود. در این فعالیت، موقعیت ما نسبت به خط افق تغییر نمی‌کند ولی مکعب به علت جابه‌جایی، تصویر متفاوتی از خود بر جای می‌گذارد.

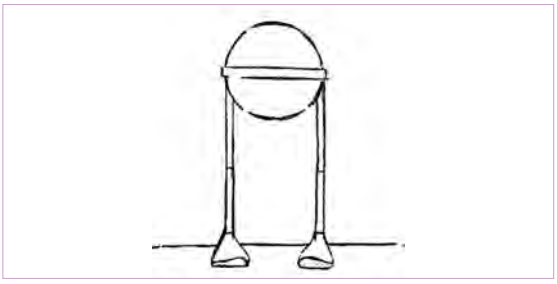
● **فعالیت: مطابق تصویر صفحهٔ قبل حرکت مکعبی را که بالاتر از خط افق قرار دارد و با سرعت ثابت زمین می‌خورد متحرک‌سازی کنید.**

اگر محل قرارگیری مکعب نسبت به نقطهٔ گریز متفاوت باشد و سه وجه از آن قابل دیدن باشد؛ مطابق آنچه که در تصویر زیر نشان داده شده است، کلیدهای آن برای برخورد چه تغییری می‌کنند؟

● **فعالیت: مکعب تصویر زیر را با جنس‌های متفاوت فلزی و مقوایی در برخورد با زمین متحرک‌سازی کنید.**



راه رفتـــن از روبه‌رو



آنچه که در فصل ۳ آموختیم بررسی راه رفتن و دویدن شخصیت از نمای پهلو، تخت و بدون در نظر گرفتن پرسپکتیو بود. در اینجا قصد داریم تا «راه رفتن از رو به رو»، که تا حدودی حضور پرسپکتیو در آن پُر رنگ‌تر است را بیاموزیم. شخصیت مورد نظر برای متحرک‌سازی این بخش در تصویر ارائه شده است.

• فکر کنید: قبل از اینکه به بررسی کلیدهای اصلی راه رفتن از رو به‌رو بپردازیم توجه به این نکته ضروری است که برای خلق توهم حرکتِ شخصیت در پرسپکتیو چه راه‌کارهایی وجود دارد؟

راه‌کار اول:

- این است که انیماتور تمام کلیدهای راه رفتن را به صورت درجا زدن در یک مکان طراحی می‌کند و به جای اینکه شخصیت را به سمت دوربین بیاورد و یا از آن دور کند، زمین را متحرک‌سازی می‌کند تا توهم حرکت رو به جلو را القا کند.

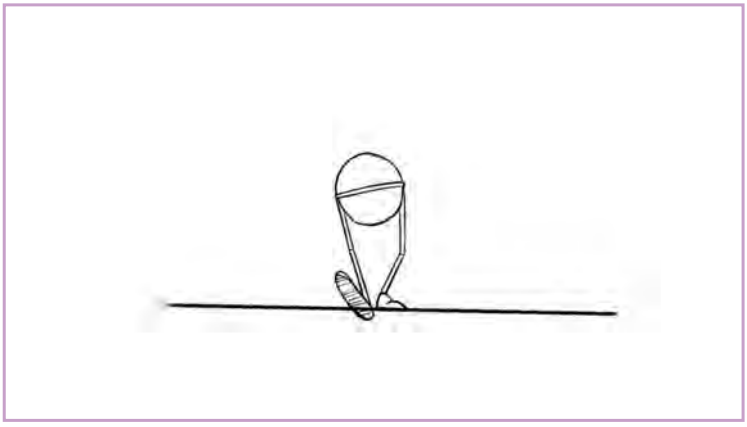
اکنون به کلیدهای «راه رفتن از روبرو» که در تصاویر زیر ترسیم شده‌اند توجه کنید. قوانین و نکاتی که در مورد راه رفتن از پهلو آموختیم در این بخش نیز صادق هستند و همان موارد در متحرک‌سازی از رو به‌رو اعمال می‌شوند. ابتدا کلیدهای اصلی یا همان «تماس‌ها» و بعد از آن کلیدهای حالت عبوری و نهایتاً فریم‌های میانی را طراحی می‌کنیم؛ تنها چیزی که تغییر کرده است موقعیت دوربین ما نسبت به شخصیت است که اکنون آن را از رو به رو می‌بینیم.

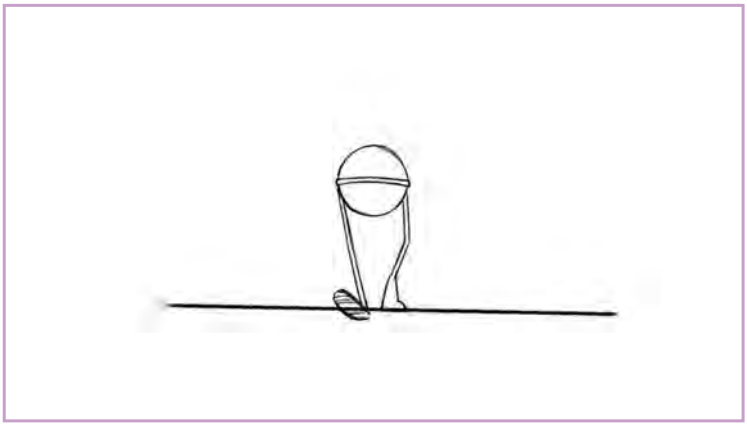


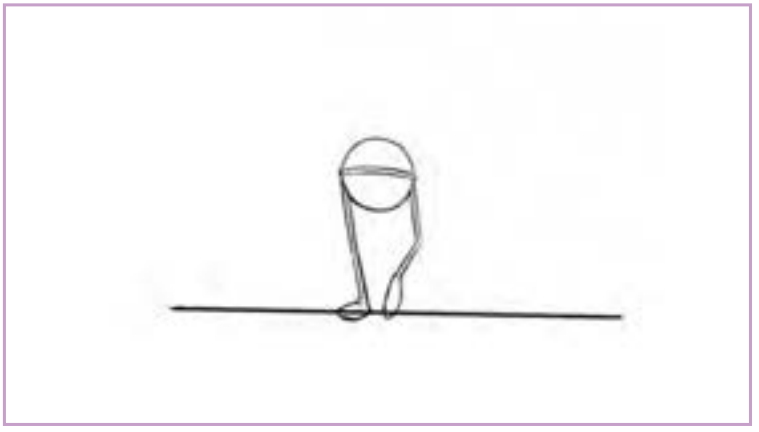
کلید های ۱ و ۹: کلیدهای تماس
کلیدهای ۵ و ۱۳: کلیدهای حالت عبوری

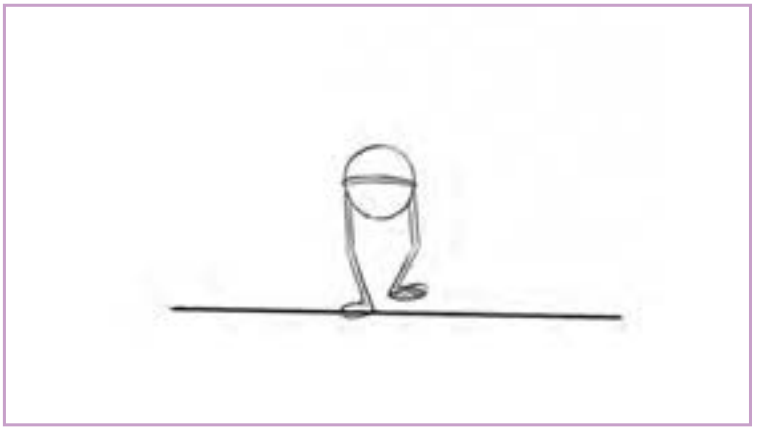
• نکته: **در نظر داشته باشید که هر فریم را دو بار تکرار می‌کنیم.**

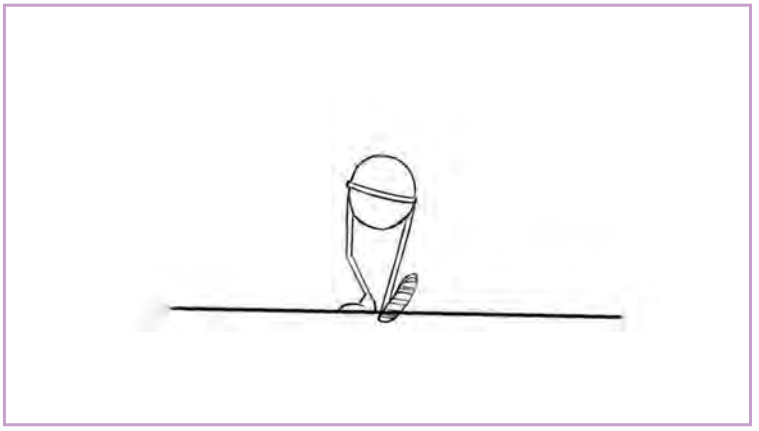
بعد از تمام شدن متحرک‌سازی شخصیت که به صورت «درجا» متحرک‌سازی شد نوبت به متحرک‌سازی زمین و پس‌زمینه‌ای است که شخصیت روی آن قدم می‌زند. برای این منظور باید یک سیکل تکرار شونده برای زمین در نظر گرفته شود. مطابق آنچه که در تصویر پایین آورده شده است.
و نهایتاً با قرار دادن شخصیتی که به صورت درجا متحرک‌سازی شده بر روی سیکل متحرک‌سازی زمین، این حس ایجاد می‌شود که شخصیت ما در حال قدم زدن است و رو به جلو حرکت می‌کند.

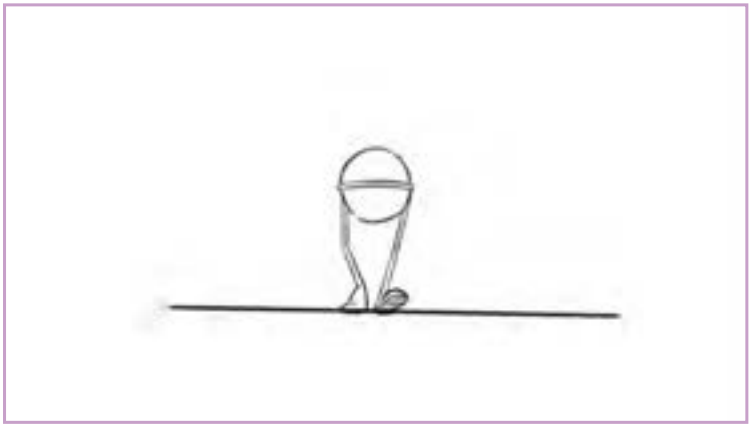


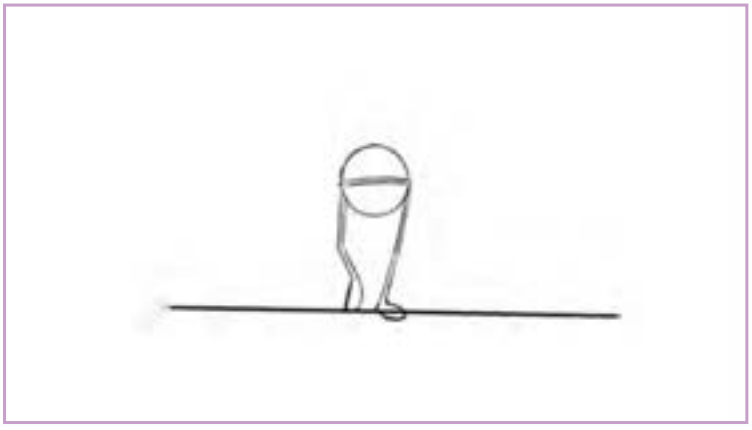


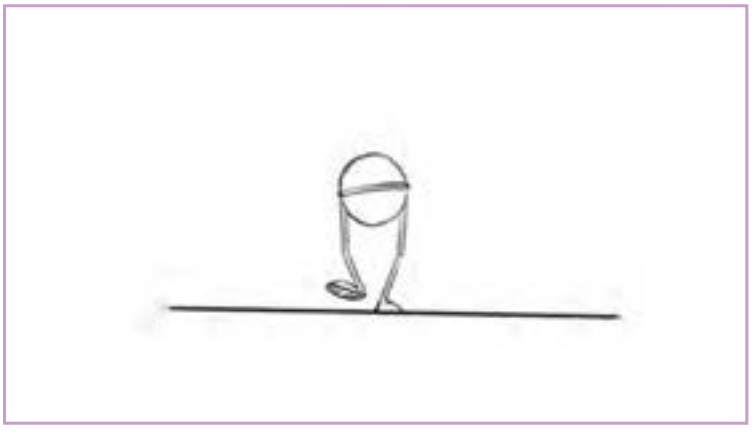












• فعالیت: شخصیت زیر را به صورت «درجا» متحرک‌سازی کنید و بعد از آن برای زمین، یک سیکل طراحی کنید و نهایتاً شخصیت متحرک‌سازی شده را روی سیکل زمین قرار دهید.

راه‌کار دوم:

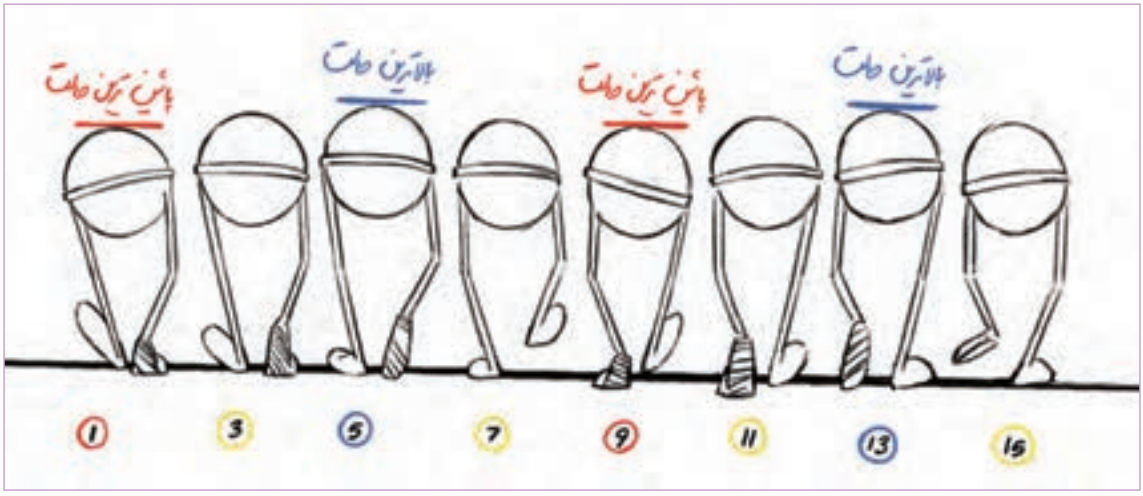
این است که شخصیت ثابت و بدون حرکت باشد و ظاهراً دوربین به او نزدیک شود. برای این منظور ابتدا شخصیت را به صورت درجا متحرک‌سازی می‌کنیم و بعد از آن با توجه به پرسپکتیو یک‌نقطه‌ای او را به دوربین نزدیک کرده و هر چقدر شخصیت به دوربین نزدیک‌تر شود بزرگ‌تر خواهد شد.



• فعالیت: شخصیت خودتان را به صورت «درجا» متحرک‌سازی کنید و سپس با توجه به پرسپکتیو یک‌نقطه‌ای آن را به دوربین نزدیک کنید.

راه رفتن از پشت

هر آنچه که برای بخش قبل یعنی راه رفتن از رو به‌رو گفته شد در این قسمت نیز صدق می‌کند و تنها تفاوت این است که کلیدهای اصلی، حالت عبوری و فریم‌های میانی را باید از پشت شخصیت طراحی کنیم. در تصاویر زیر به کلیدهای راه رفتن از پشت توجه کنید.



کلید های ۱ و ۹: کلیدهای تماس
کلیدهای ۵ و ۱۳: کلیدهای حالت عبوری



• فعالیت: یک شخصیت را «درجا» متحرک‌سازی کنید. زمین را جداگانه متحرک‌سازی کنید و نهایتاً شخصیت متحرک‌سازی شده را روی زمین قرار دهید.

منابع و مآخــذ

کوک، دیوید. تاریخ جامع سینمای ایران. ترجمه هوشنگ آزادی ور. (۱۳۸۹). نشر چشمه

بوردول، دیوید. تامسون، کریستین. هنر سینما. ترجمه فتاح محمدی. (۱۳۷۷). نشر مرکز

The Animator’s Survival Kit: A Manual of Methods, .2001 ,.Williams, R .Principles and Formulas

New York: Da Capo .1094-1083 .Animal locomotion. pp .1969 ,.Muybridge, E .Press

Acting for animation: a complete guide to performance .(2003) ,.Hooks, E .animation

هنر آموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب ازطریق نامه به‌نشانی تهران- صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵- گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش