

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# متحرک سازی دوبعدی

رشته پویانمایی (انیمیشن)

گروه هنر

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** متحرک‌سازی دوبعدی - ۲۱۰۶۵۳
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** مهسا سامانی، عابد اسمعیل نتاج، مرضیه میثمی آزاد، محبوبه کریمی نژاد، محسن شکرطلب، مریم یگانه و مرتضی کریمی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** مهسا سامانی (پودمان ۱)، عابد اسمعیل نتاج (پودمان ۲)، مرضیه میثمی آزاد (پودمان ۳)، محبوبه کریمی نژاد (پودمان ۴) و محسن شکرطلب (پودمان ۵) (اعضای گروه تألیف) - نجمه مرادی (ویراستار علمی) - عزت‌الله خیرالله، سیده‌هستی حسینی (ویراستار ادبی)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** سارا کاوه (طراح جلد) - بهار محمدزاده شمخال (صفحه‌آرا) - محسن شکرطلب (رسم) - ادريس ارمغانی (انتخاب و ویرایش تصویر) - مریم یگانه (مدیر هنری و طراح آی‌کون) - سیمین علی‌عسکری و ادريس ارمغانی (بازبینی نهایی) - اسماعیل مسکرائیان (طراح شروع پودمان و رسم)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- چاپخانه:** وبگاه: www.irtxtbook.ir و www.chap.sch.ir
- سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰  
صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵
- چاپ هشتم ۱۴۰۳**

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 به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود، باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها، تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی «قَدَسَ سِرُّهُ»

پودمان اول: متحرک‌سازی درهم‌تنیده

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

پودمان دوم: متحرک‌سازی مفصلی

- ۳۱..... مرکز ثقل
- ۳۸..... افتادن و بلندشدن مفصل
- ۴۱..... مفصل دوتایی
- ۴۲..... مفصل سه‌تایی
- ۴۶..... ترکیب مفصل و توپ
- ۴۸..... پرواز پرنده
- ۵۰..... درگیری مفاصل از دو منبع نیروی حرکتی
- ۵۳..... حرکت آویزان
- ۵۴..... حرکت پرچم و مو
- ۵۷..... تاب خوردن کودک

## پودمان سوم: متحرک‌سازی ترکیبی انسانی

- راه‌رفتن ..... ۶۳
- متحرک‌سازی دست‌ها هنگام راه‌رفتن ..... ۶۸
- متحرک‌سازی کامل راه‌رفتن در ۸ فریم ..... ۶۹
- متحرک‌سازی کامل راه‌رفتن در ۱۶ فریم ..... ۷۰
- اتصالات و دنباله‌ها ..... ۷۱
- دویدن ..... ۷۲
- پریدن ..... ۷۵
- راه‌رفتن با خوشحالی ..... ۷۷
- راه‌رفتن با ناراحتی ..... ۷۹
- توقف، شروع حرکت و توقف ..... ۸۱

## پودمان چهارم: بازی‌سازی موقعیتی

- بازیگری و طراحی حس‌های اصلی ..... ۸۹
- تغییر حالت‌های ثابت صورت ..... ۹۴
- تغییر حالات چرخشی صورت ..... ۹۹
- لیپ‌سینک (هماهنگی صدا و لب) ..... ۱۰۳
- بازی‌سازی گفت‌وگو (دیالوگ) و اجرا ..... ۱۰۶
- بازیگری و طراحی حس‌های اصلی ..... ۱۰۹
- بازی هم‌پوشانی ..... ۱۱۰

## پودمان پنجم: اجرای حرکات ترکیبی

- حرکت ترکیبی ..... ۱۲۳
- حرکت توپ در پرسپکتیو ..... ۱۳۱
- حرکت دوار توپ ..... ۱۳۵
- راه رفتن از روبه‌رو ..... ۱۴۰
- راه‌رفتن از پشت ..... ۱۴۴
- منابع و مآخذ ..... ۱۴۶

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 تألیف شد. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی است که برای پایه دهم تدوین و تألیف شده است. این کتاب ۵ پودمان دارد که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌شود که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. البته لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی نیز در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها می‌توانید به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید.

کتاب شامل پودمان‌های زیر است:

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

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 به‌راه رفتن 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 با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کار دانش



نظر سنجی کتاب درسی

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 به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی-حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار، مانند توانایی متحرک‌سازی شخصیت انسانی؛
- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده، مانند نوآوری و مصرف بهینه؛
- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مانند کار با نرم‌افزارها؛
- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر، مانند کسب اطلاعات از سایر منابع.

بر این اساس، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین کرده‌اند 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 پیش‌رو چهار کتاب کارگاهی با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه آینده شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی کنید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب کرده و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی متحرک‌سازی دو بُعدی پنج پودمان دارد 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 کنید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌کند و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی، امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی را هم دارید که برای شما طراحی و تألیف شده است. یکی از این اجزای آموزشی، کتاب همراه هنرجو است که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده کنید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید.

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

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

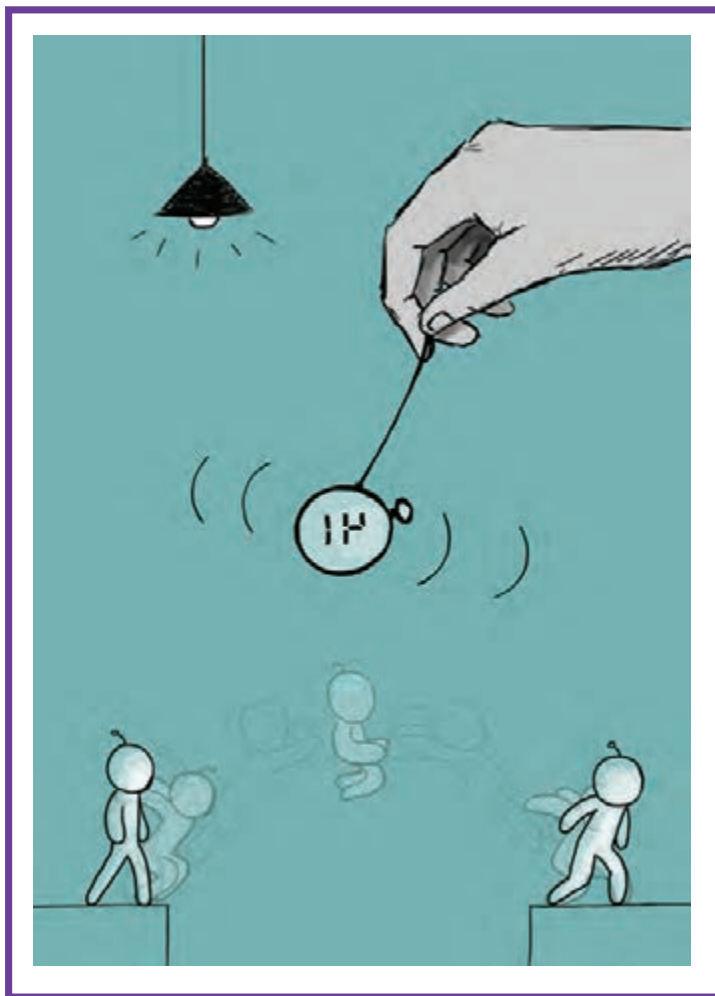
**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**





## پودمان اول

متحرک سازی درهم تنیده



# واحد یادگیری ۱

## شایستگی: متحرک‌سازی ذهنی

### آیا تا به حال متوجه شده‌اید

- چه چیزی باعث حرکت یک جسم و تغییر سرعت آن می‌شود؟
- کدام قوانین فیزیکی حرکت در پویانمایی باعث جذابیت حرکت می‌شوند؟
- علت تفاوت سرعت حرکت اجسام با شخصیت‌ها در چیست؟
- آیا یک فیلم، مجموعه‌ای از تصاویر ثابت است؟
- عامل شباهت حرکات یک شخصیت به حرکات طبیعی 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.

## فیزیک حرکت در پویانمایی



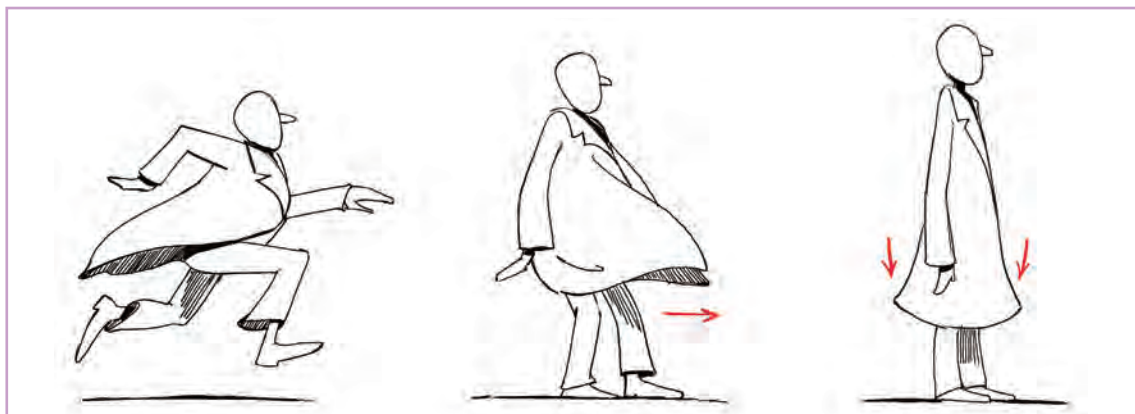
● فکر کنید: آیا می‌دانید هر جسم با هر سرعتی می‌تواند حرکت کند و عوامل زیادی بر آن حرکت متأثر است؟!

پویانمایی یعنی حرکت و حرکت یعنی پویانمایی. پویانمایی بدون حرکت معنایی ندارد و یک انیماتور نیازمند درک درستی از حرکت است. به‌عنوان یک انیماتور وظیفه شما حرکت‌دادن اجسام است، بنابراین درک نحوه 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. اگرچه برای یک انیماتور دانستن همه قوانین فیزیک لزومی ندارد، اما توجه به قوانین ابتدایی آن ضروری است.

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

### قانون اینرسی (لختی)

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 می‌گویند. قانون اول نیوتن می‌گوید یک جسم ساکن یا در حال حرکت در خط مستقیم در همان حالت باقی می‌ماند، مگر آنکه نیروی خارجی به جسم وارد شود. اینرسی در پویانمایی باعث به‌وجود آمدن قوانین دنباله حرکت (Follow through) و هم‌پوشانی (Overlapping action) از قوانین دوازده‌گانه پویانمایی می‌شود.



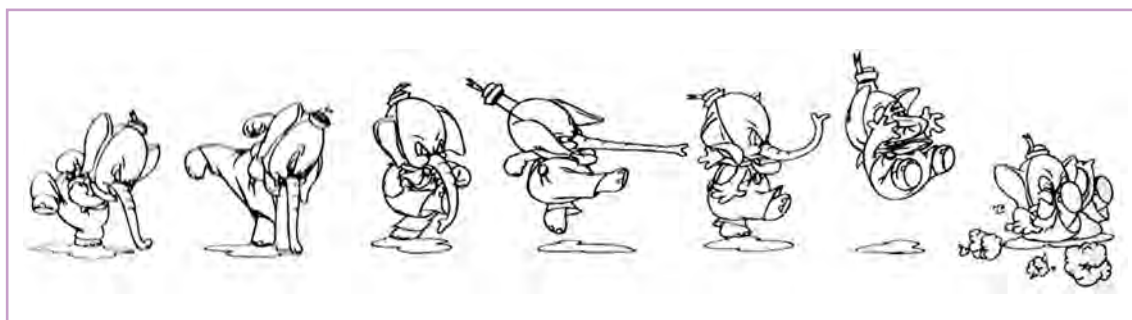
● نکته: حرکت لباس‌ها و موی شخصیت‌ها در پویانمایی از قوانین اینرسی تبعیت می‌کنند.



به‌عنوان 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.



● نکته: 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.





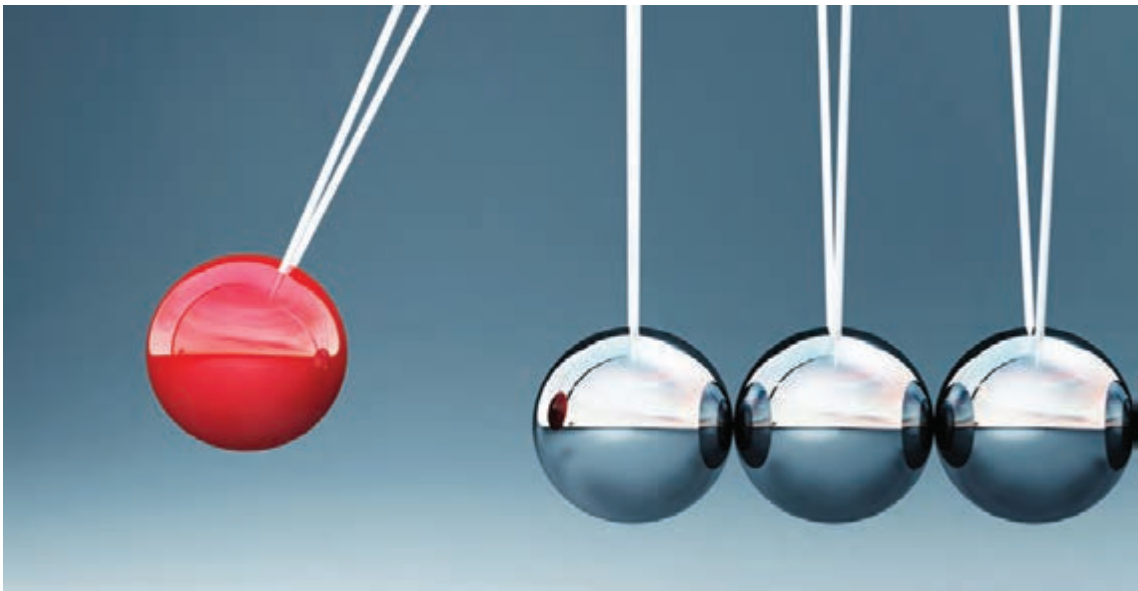
- فعالیت: از پویانمایی‌هایی که دیده‌اید موارد مربوط به قانون اینرسی را عکس (اسکرین‌شات) بگیرید و به صورت یک مجموعه تحویل دهید.

## نیرو و شتاب



- فکر کنید: آیا تا به حال توجه کرده‌اید که چه چیزی باعث حرکت یک جسم و تغییر سرعت آن می‌شود 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 تا زمانی که نیرویی آن را به حرکت درآورد ساکن باقی می‌ماند 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 بر جسم 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 در جهت 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 هل دادن، 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 کم شدن شتاب می‌شود.

● **گفت و گو:** یک پویانمایی کوتاه در کلاس نمایش دهید و تغییر شتاب جسم را به وسیله نیروها در آن بررسی کنید.



● **فعالیت:** از اعمال نیرو بر یک شخصیت و تغییرات شتاب در پویانمایی‌هایی که دیده‌اید عکس (اسکرین شات) بگیرید.



## عمل و عکس‌العمل



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

می‌کند که باعث کم‌شدن شتاب یا حتی حرکت آن به عقب می‌شود. مثلاً در یک پویانمایی، وقتی شخصیت مشت‌محکم به کیسهٔ 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.

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



● 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 (اسکرین شات) بگیرید.



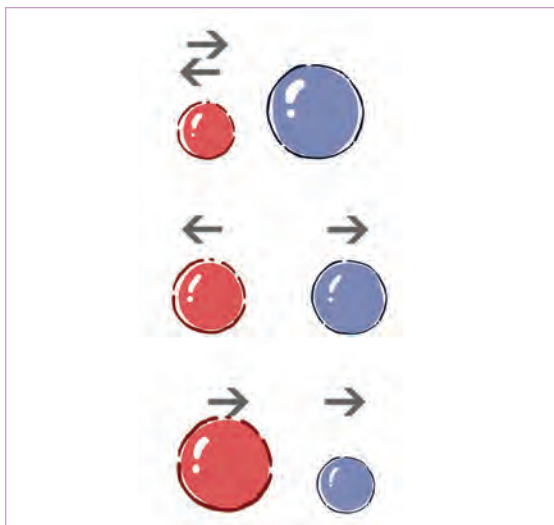
## جاذبه و جرم اجسام

فکر کنید:



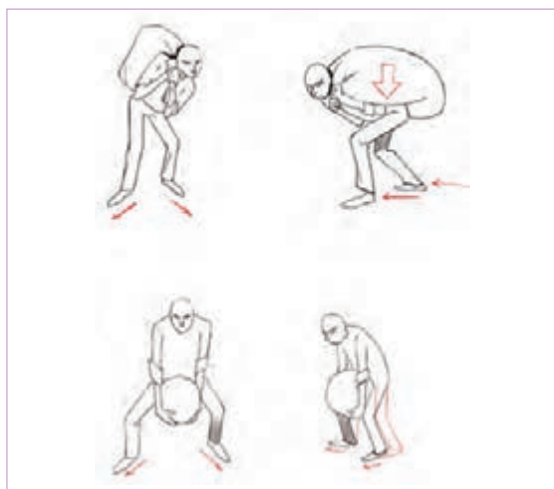
- آیا هر جسم با هر سرعتی می تواند حرکت کند؟
- علت تفاوت سرعت حرکت اجسام با شخصیت‌ها در چیست؟

مقاومت جسم را در برابر شتاب در هنگام اعمال 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 با جرم آن رابطه معکوس دارد، یعنی هرچه 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، زمین خوردن یا حتی راه رفتن و... دیده می‌شود.

جاذبه 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.

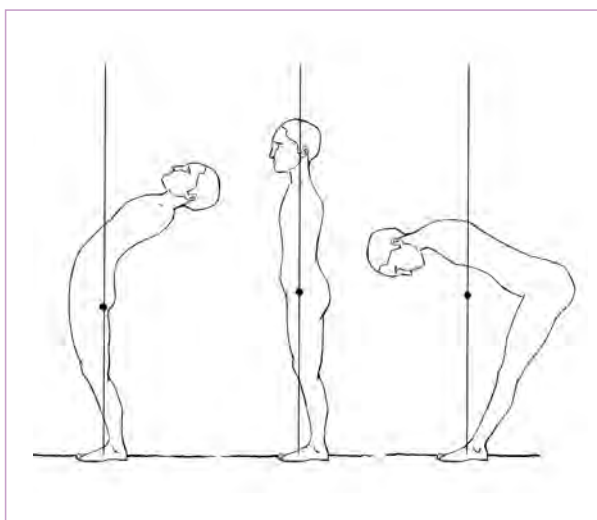


● فعالیت: از پویانمایی‌هایی که دیده‌اید، مواردی که مربوط به جرم و جاذبه است عکس (اسکرین‌شات) بگیرید و به صورت یک مجموعه تصویری ارائه کنید.



### مرکز ثقل (گرانیکاه)

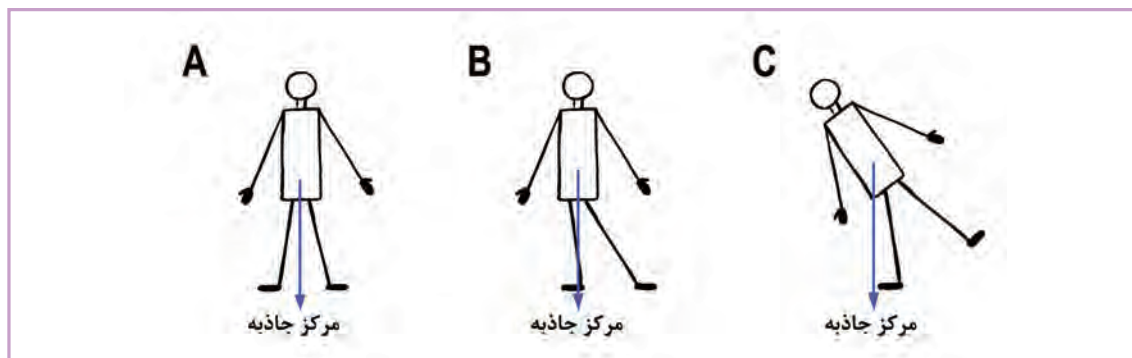
مرکز ثقل نقطه مشخصی است که در اکثر اجسام به گونه‌ای عمل می‌کند که گویی همه جرم آن در آن نقطه متمرکز است. مرکز ثقل در واقع نقطه‌ای است که نیروی جاذبه وارده از زمین در آنجا متمرکز می‌شود. مرکز ثقل به صورت پیش‌فرض باید در مرکز جسم باشد، اما محل قرارگیری آن به فیزیک جسم بستگی دارد. برای مثال، مرکز ثقل در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



● نکته: 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 پای روی زمین قرار دارد.



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



• فعالیت: از پویانمایی‌هایی که دیده‌اید، مواردی را که مربوط به مرکز ثقل است عکس (اسکرین‌شات) بگیرید و به صورت یک مجموعه تصاویر ارائه کنید.



## خطای دید

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 گمراه‌کننده هستند. در این حالت، اطلاعاتی که به وسیله چشم جمع‌آوری شده و مغز آن‌ها را پردازش می‌کند، منجر به درک تصویری می‌شود که با واقعیت آن تصویر تطابق ندارد. سیستم بینایی ما طوری تنظیم شده که بتوانیم در محیطی سه‌بعدی و سرشار از نور، سایه، رنگ، بافت و اشیاء، اشکال 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؟



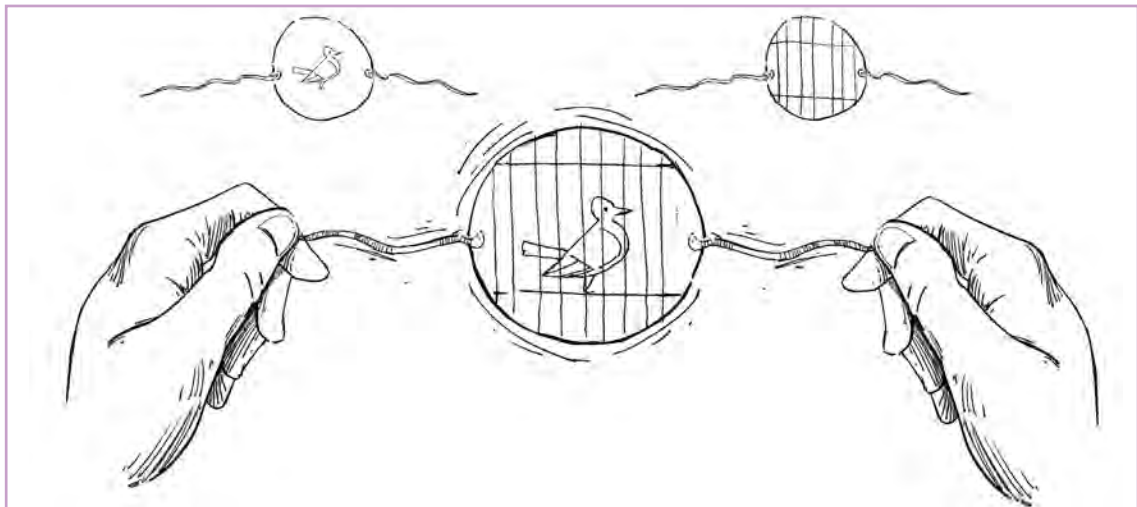


زنوتروپ

● نکته: پدیده خطای دید باعث به وجود آمدن اسباب‌بازی‌هایی مثل فناکیستوسکوپ (phenakistoscope) و زنوتروپ (zootrope) در قرن نوزدهم میلادی شد.



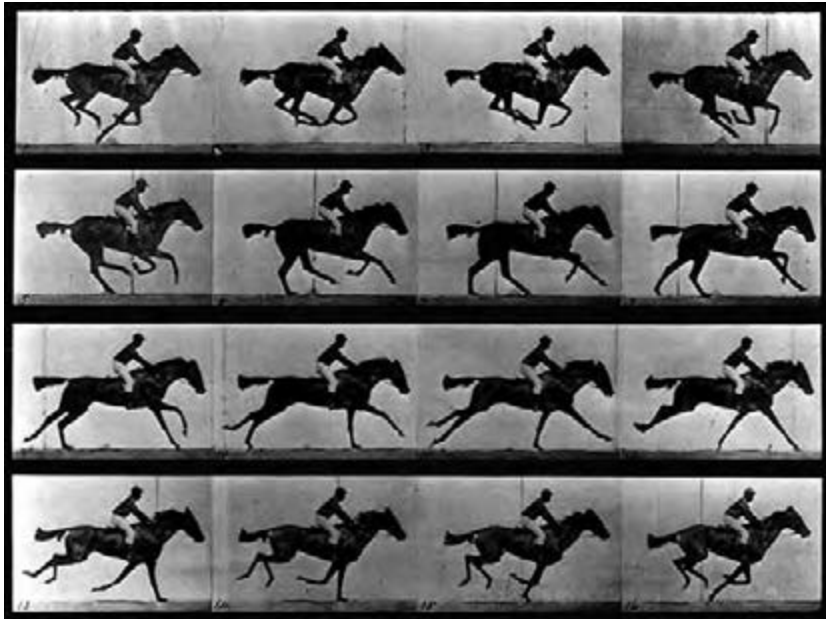
پایه و اساس سینما و پویانمایی بر خطای دید و ماندگاری تصویر در مغز استوار است. مغز انسان تصویری را که بر شبکیه چشم می‌افتد پس از کنار رفتن آن تصویر از مقابل چشم، تا زمانی حدود کسری از ثانیه همچنان حفظ می‌کند. این همان پدیده‌ای است که موجب می‌شود ما پره‌های یک پنکه در حال حرکت را به گونه‌ای واحد و مدور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



توماتروپ

## فریم

فریم اصطلاحاً یک واحد تصویر در سینماست و از نظر لغوی به معنی قالب یا قاب تصویر است. همان طور که در مورد خطای دید گفته شد، می توان گفت مغز انسان به گونه ای عمل می کند که می تواند فریم های پشت سر هم را به صورت یکپارچه پردازش کند و همین قابلیت باعث به وجود آمدن صنعت سینما شده است.



ثبت تصاویر حرکت اسب توسط ادوارد مایبریج

فیلم، بازی های ویدیویی و پویانمایی ها به وسیله مجموعه ای از فریم های پیوسته ساخته می شوند. برای نمونه در فرمت پال<sup>۱</sup>، اگر در یک ثانیه حدود ۲۵ فریم را به شکلی کنار هم قرار دهیم که با گذر یک ثانیه تمام فریم ها متوالی و پیوسته نمایش داده شوند، یک ثانیه فیلم پویانمایی ساخته می شود.

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



۱- فرمت PAL سیستمی جهت کدگذاری رنگی است که توسط پخش کننده هایی مثل دستگاه دی وی دی استفاده می شود و تصاویر رنگی تلویزیون را در کشورهای اروپا، اکثر آسیا و اقیانوسیه، اکثر آفریقا و بخشی از آمریکای جنوبی پخش می کند. لازم به ذکر است که برای نمایش تصویر در ایران از استاندارد سیستم PAL استفاده می کند و ضروری است که پروژه های فیلم و ویدئویی و انیمیشن در نرم افزارهای تدوین، سیستم PAL تهیه شود.

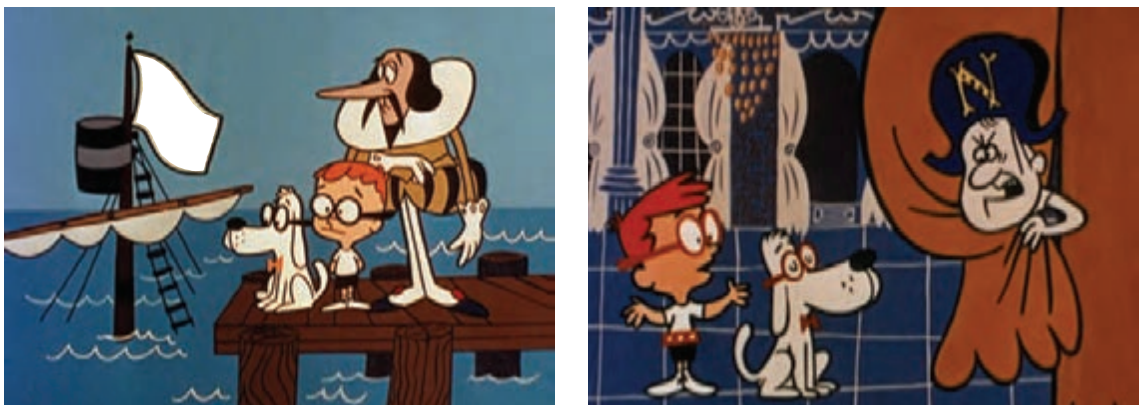
## پویانمایی کامل و محدود

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 ۱۲ فریم در ثانیه طراحی می‌شود.

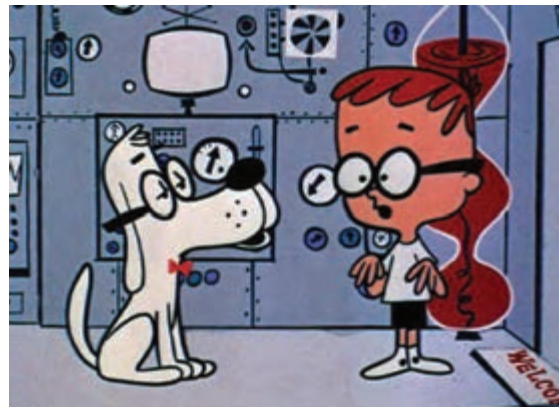
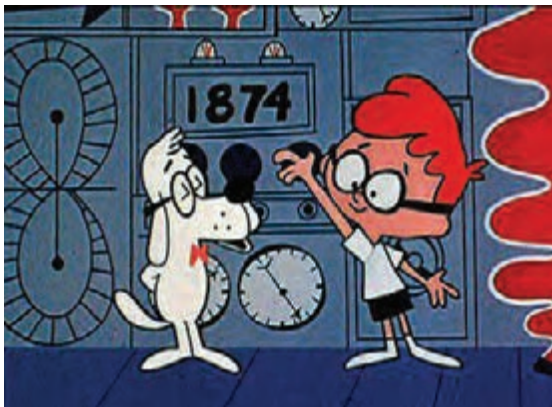


شیرشاه نمونه‌ای از پویانمایی کامل

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



شِرمن نمونه‌ای از پویانمایی محدود



نمونه‌ای از پویانمایی محدود

- فعالیت: یک شخصیت سیلوئت را روی میز نور و به‌شیوه پویانمایی محدود متحرک‌سازی کنید.



- فعالیت: یکی از شخصیت‌های خود را به‌صورت کات‌اوت رنگی و به‌شیوه پویانمایی محدود متحرک‌سازی کنید.



در نخستین سال‌های تاریخ پویانمایی، استودیوها از سیکل‌های حرکتی استفاده می‌کردند تا بدین وسیله تعداد کل طراحی‌های لازم برای ساخت فیلم را کاهش دهند و در زمان و هزینه صرفه‌جویی کنند. گاهی این سیکل‌ها در پویانمایی محدود آنقدر عمومی بودند که می‌توانستند با کمی تغییر 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 به‌صورت ۸ فریم و ۱۲ فریم نشان دهید و نتیجه را با فعالیت قبلی مقایسه کنید.



### قوانین پویانمایی

قوانین دوازده‌گانه پویانمایی در کتاب توهم زندگی انیماتورهای دیزنی اولی جانسون و فرانک توماس (اعضای نه پیرمرد دیزنی) معرفی شده‌اند.



اولی جانسون و فرانک توماس نویسندگان کتاب توهم زندگی

جانسون و توماس تألیف کتابشان را بر پایه 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، جنبه‌های غیرفیزیکی و فانتزی نیز می‌شوند.

با اینکه در زمان نوشتن و چاپ این کتاب، تکنیک‌های دستی همچون سل‌انیمیشن رواج داشت، اما این قوانین بسیار مورد استفاده متحرک‌سازهای دنیا قرار می‌گرفت، حتی امروزه نیز با ورود رایانه و روش‌های جدیدتر مباحث مطرح شده در این کتاب همچنان کاربرد دارند.

## واحد یادگیری ۲

### شایستگی: متحرک‌سازی عینی

#### زمان‌بندی (Timing)

فکر کنید:

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

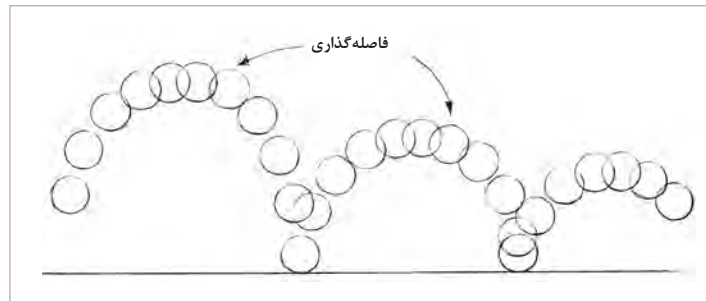


پاسخ این سؤال‌ها را می‌توان در یکی از قوانین پویانمایی به نام زمان‌بندی پیدا کرد. زمان‌بندی در پویانمایی اتفاقی نیست که بتوان آن را در یک تصویر ثابت دید، بلکه زمان‌بندی مناسب باعث می‌شود قوانین فیزیک در حرکت اشیا به‌درستی اجرا شوند و فقط هنگامی که فیلم به‌نمایش درمی‌آید می‌توان آن را در حرکات حس کرد.

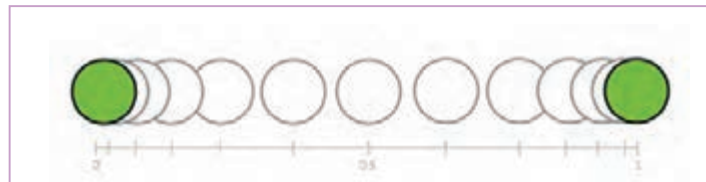


واکنش یک شیء به نیروی وارده، نشان‌دهندهٔ وزن شیء است که با زمان‌بندی صحیح قابل مشاهده و درک است. زمان‌بندی مناسب باعث زیبایی حرکت خواهد شد، در نتیجه باید براساس منطق باشد و فاصله‌گذاری (spacing) رعایت شود. فاصله‌گذاری به‌نحوهٔ قرارگیری هرکدام از فریم‌ها برمی‌گردد. اگر فریم‌ها به‌هم نزدیک باشند، شیء آرام‌تر حرکت می‌کند و برعکس. زمان‌بندی به‌تعداد 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 به‌سمت راست برود، زمان‌بندی ۲۵ فریم در یک ثانیه اتفاق می‌افتد.





فاصله گذاری کندی و تندی حرکت را به وجود می آورد.



● فعالیت: یک سکه را با توجه به فاصله گذاری از سمت چپ تصویر به سمت راست ببرید و زمان بندی را با فعالیت قبل مقایسه کنید.



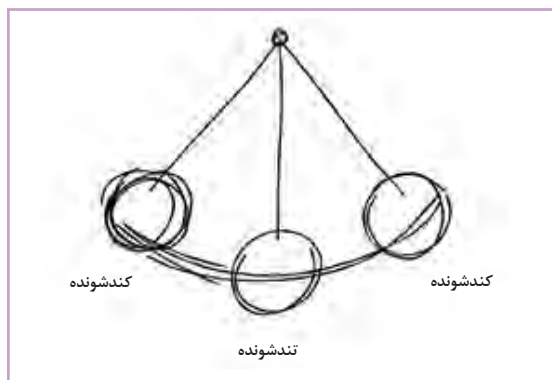
کایوت و دوندۀ جاده ها

تمامی حرکات در یک زمان اتفاق نمی افتند، دويدن سريع شترمرغ را تجسم کنید. او در دو فریم غیب می شود ولی پرهایش به آرامی در هوا معلق اند.

● پژوهش: زمان بندی متحرک سازی شخصیت ها را در یک پویانمایی بررسی کنید.

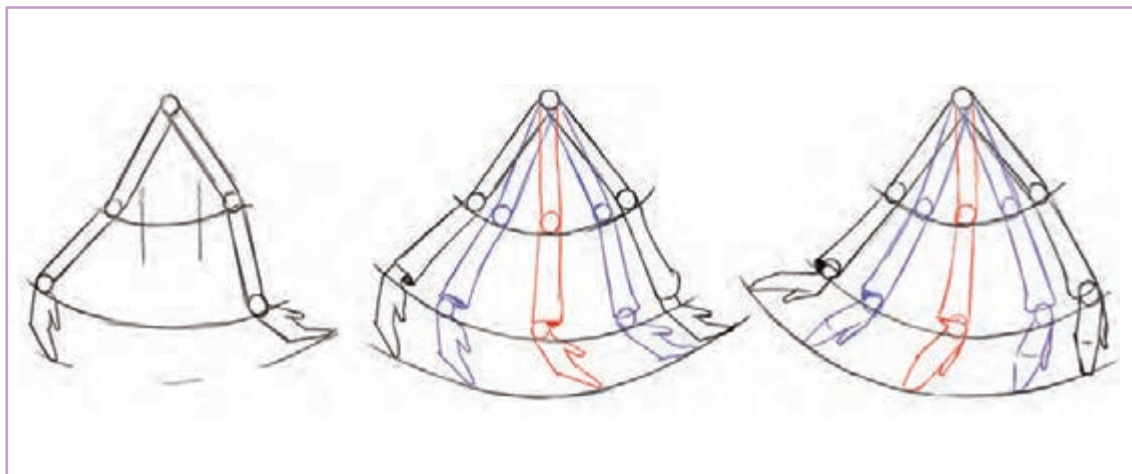


## حرکات تندشونده و کندشونده (Slow in and Slow out)

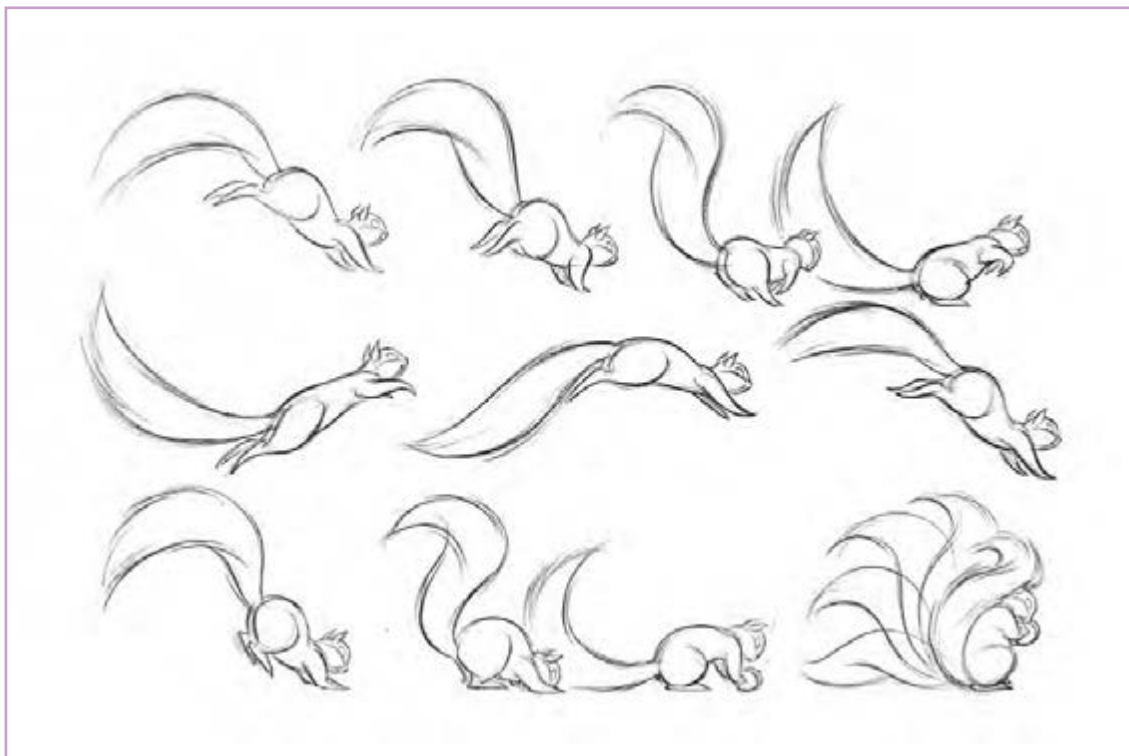


زمانی که هر جسمی در طبیعت از حالت سکون به حرکت درآید و از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت کند، بنا به خواص آن ماده، در میانه راه به حداکثر سرعت رسیده و سپس به تدریج متوقف می‌شود. این گرایش در تمام اجسام عمومیت دارد، اما در جزئیات با هم فرق دارند. برای واقعی به نظر رسیدن حرکت اعضای بدن انسان، در زمان شروع،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

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



بدون حرکات تندشونده و کندشونده، حرکات، بسیار غیرطبیعی و روباتیک جلوه می‌کنند. به‌عنوان مثال، وقتی یک شخصیت از حالت ایستاده شروع به حرکت می‌کند، در همان لحظه به‌نهایت سرعتش نمی‌رسد، بلکه اول شتاب می‌گیرد و بعد کم‌کم سرعتش بیشتر می‌شود. همچنین هنگامی که می‌خواهد متوقف شود، در لحظه، به‌سرعت صفر نمی‌رسد و نمی‌ایستد، بلکه سرعت او به تدریج کم می‌شود تا به نقطه صفر برسد. حرکات در طبیعت نیز به این صورت شروع می‌شوند و خاتمه می‌یابند.



شروع و پایان حرکت سنجاب کند است و فریم‌ها به هم نزدیک هستند

به‌عنوان 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 می‌شوید و همچنین با تعداد فریم‌های زیاد در انتهای حرکت، باعث نرمی در انتهای حرکت خواهید شد. فریم‌های کمتر در مابین حرکت، باعث تندی آن خواهد شد و حرکات تندشونده و کندشونده ایجاد می‌کند.

این قانون در پویانمایی به نام حرکات کندشونده و تندشونده خوانده می‌شود و راحت‌ترین راه برای رسیدن به این حرکات به‌کارگیری اصول فاصله‌گذاری است. وقتی یک شخصیت نشسته می‌خواهد بایستد، فاصله بین فریم‌ها در شروع به هم نزدیک‌تر است. 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.

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



● پژوهش: 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 فانته‌ری، مفاهیم جاذبه و انعطاف را نشان داد؟



فشردگی و کشیدگی مفهومی است که کمک می‌کند بیننده به‌درکی از وزن و میزان انعطاف‌پذیری سوژه متحرک دست یابد. این قاعده بر هر عنصر متحرک، چه حرکت ساده مانند توپ و چه حرکت پیچیده مانند اعضای بدن دلالت دارد.

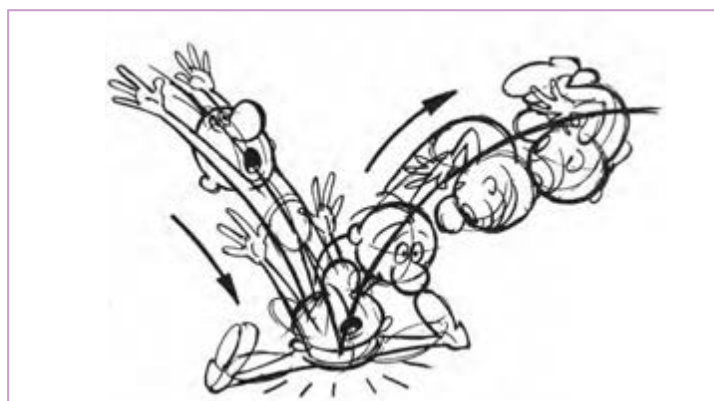
• نکته: استفاده مناسب از اصل فشردگی و کشیدگی، حرکت را تقویت می‌کند.



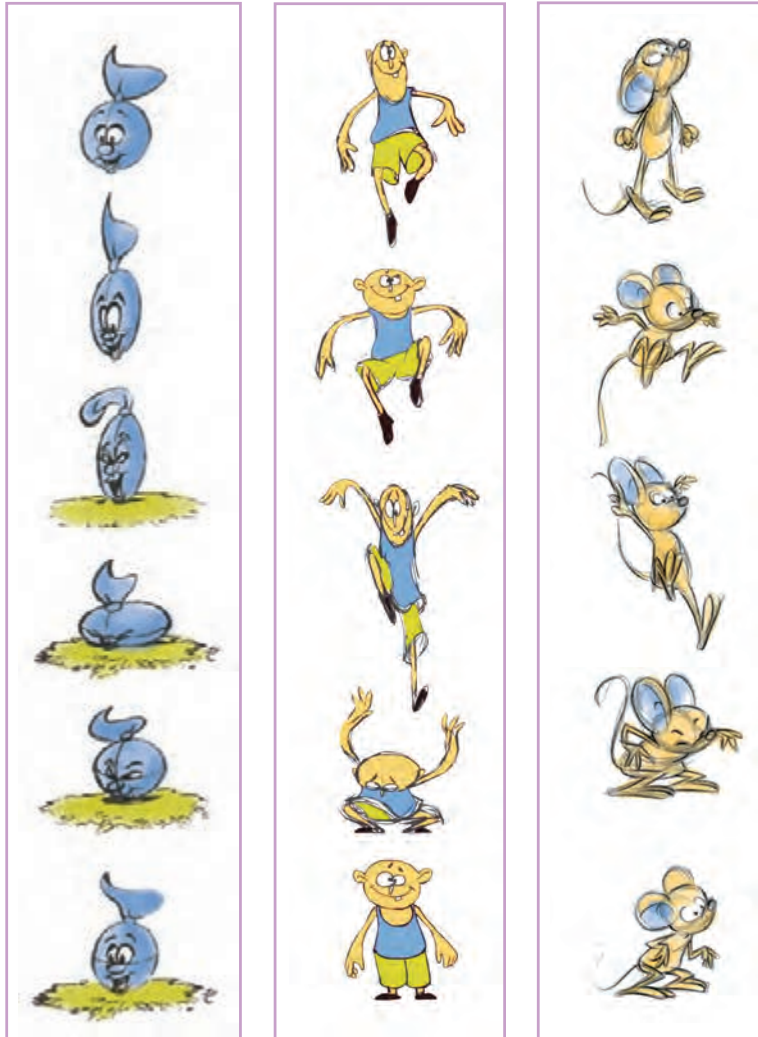
• نکته: صورت، قابل اجرا است و هر چه اغراق آن بیشتر باشد، کیفیت طنزگونه کار بالاتر می‌رود.



این قانون باعث می‌شود اشیاء منعطف به‌نظر برسند. در دنیای واقعی، فشردگی و کشیدگی‌های زیادی اتفاق می‌افتند که بسیار عادی به‌نظر 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.



نمونه دیگر، توپی است که به زمین می خورد؛ وقتی سقوط می کند و سرعت می گیرد درست تا قبل از برخورد، کشیده می شود و وقتی توپ به زمین می خورد، جمع می شود و دوباره وقتی که از زمین بلند می شود کشیده می شود. ترسیدن، شگفت زده شدن و دیگر حالات روانی شخصیت به طوری که صورتش فشرده و کشیده شود یا حتی چشمک زدن، از دیگر عملکردهای این قانون است.



سه نمونه از قانون فشردگی و کشیدگی را در حرکت افتادن شخصیت های انسانی و غیر انسانی در تصاویر رو به رو مشاهده می کنید.

● فعالیت: توپی را که در جا بالا و پایین می پرد متحرک سازی کنید.



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



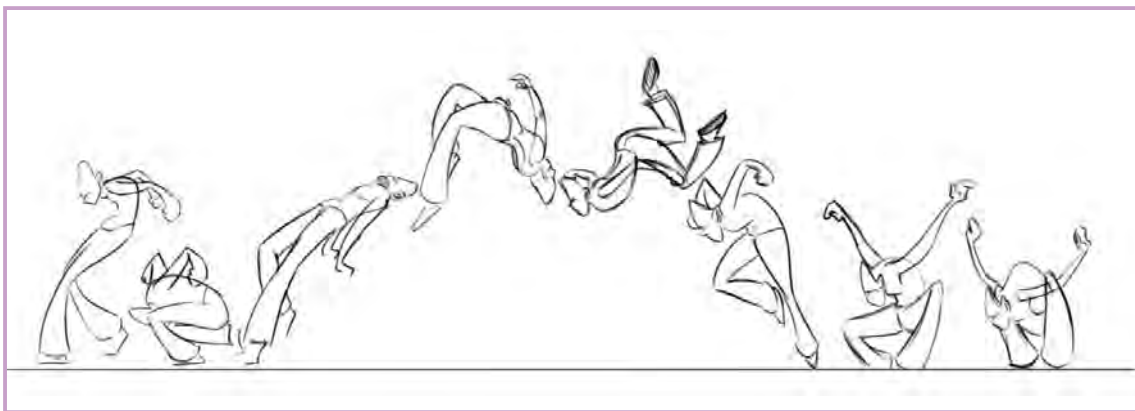
## قوس‌ها (Arcs)

● فکر کنید: آیا به‌مسیر حرکات عناصر در پویانمایی دقت کرده‌اید؟



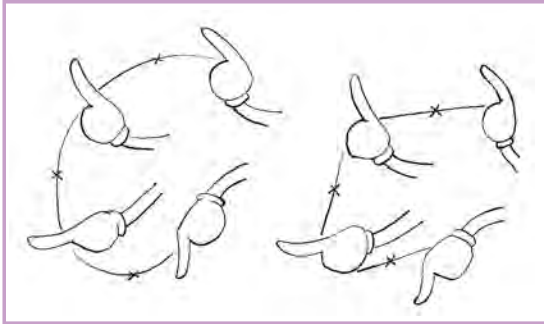
حرکت تمامی اجسام بر اساس قوس است، خصوصاً فرم‌های طبیعی مثل بدن انسان که در آن حرکت مفصل‌ها بر اساس منحنی است. حرکت دست را در نظر داشته باشید، هنگامی که شخصیتی موقع راه رفتن دستانش را حرکت می‌دهد، تمامی حرکت در فضا بر اساس قوس‌ها انجام می‌شود.

هنگام پرش نیز تمامی حرکات‌ها 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 کنید 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 یا حرکت یک قورباغه در حال پریدن مشاهده کرد.

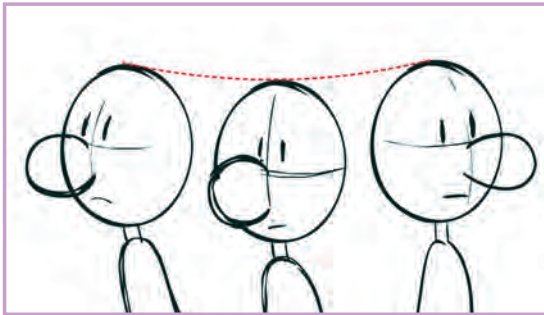


● نکته: سوژه‌های مکانیکی و ماشینی روی مسیرهای مستقیم حرکت می‌کنند.



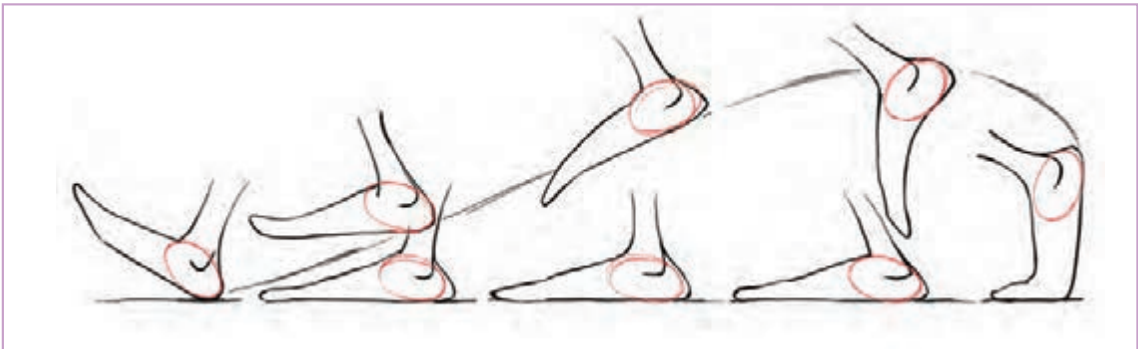


حرکت دست در تصویر سمت راست به صورت مستقیم و غلط متحرک‌سازی شده است، در حالی که حرکت دست در تصویر سمت چپ صحیح است و طبیعی متحرک‌سازی شده است.



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 شخصیت راه می‌رود، مفاصل متحرک او نیز روی یک قوس حرکت می‌کنند.



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



● گفت‌وگو: یک فیلم پویانمایی را در کلاس نمایش دهید و حرکات قوسی آن را تحلیل و بررسی کنید.



## پیش حرکت (Anticipation)

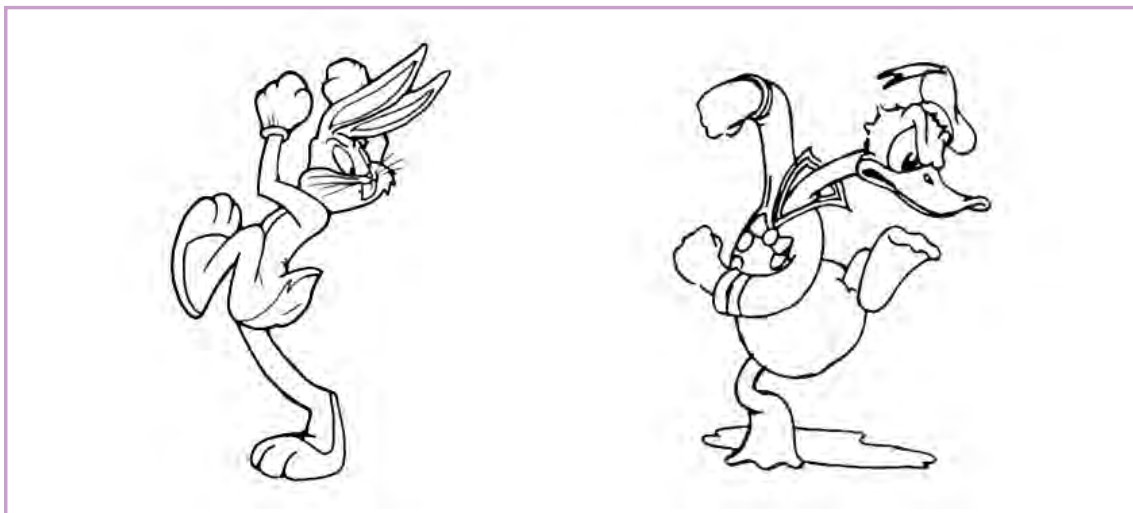
● فکر کنید: آیا تا به حال دقت کرده‌اید که یک شخصیت برای شروع حرکت خود در جهت مخالف آن نیز عملی را انجام می‌دهد؟



زمانی که بدمینتون بازی می‌کنید، برای اینکه با راکت به توپ ضربه‌بزنید، 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 نقطه خاصی از تصویر جلب کند. پیش حرکت، ذهن بیننده را برای وقوع اتفاق آماده می‌کند و با اغراق در این کار، حرکت فانتزی‌تر به نظر می‌رسد.



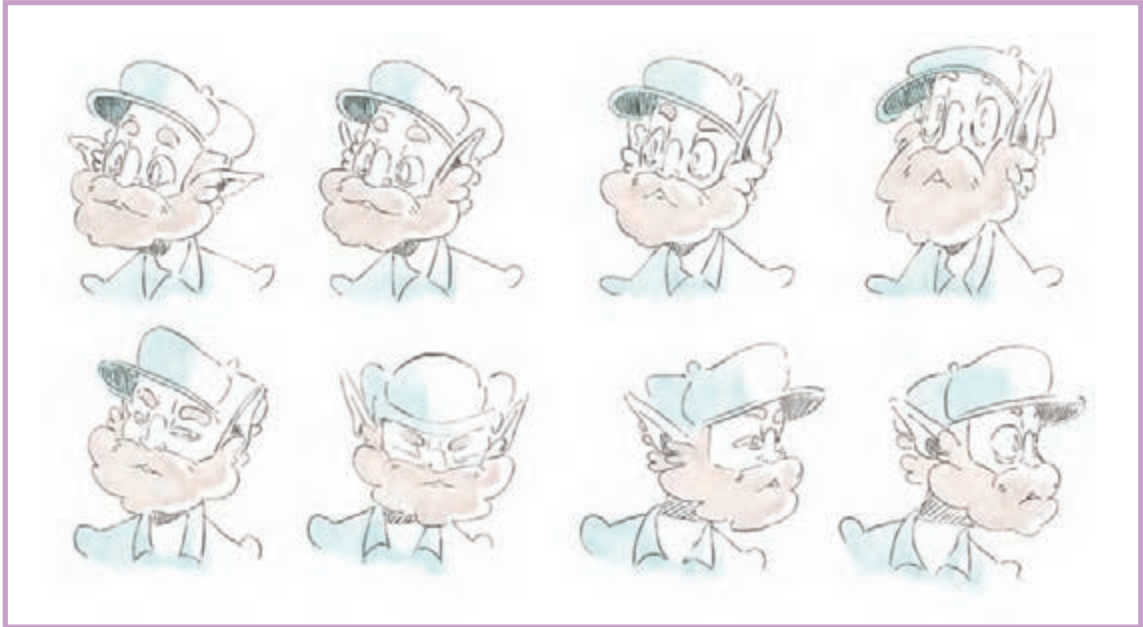
وقتی شخصیتی می‌خواهد به سمت جلو بدود، اول به عقب خیز برمی‌دارد، این کار نه تنها نیروی حرکت را بیشتر نشان می‌دهد، بلکه به بیننده اجازه می‌دهد تا متوجه شود شخصیت به زودی به سمت جلو خواهد دوید.



دونالدداک و باگز بانی، دو شخصیت کلاسیک پویانمایی



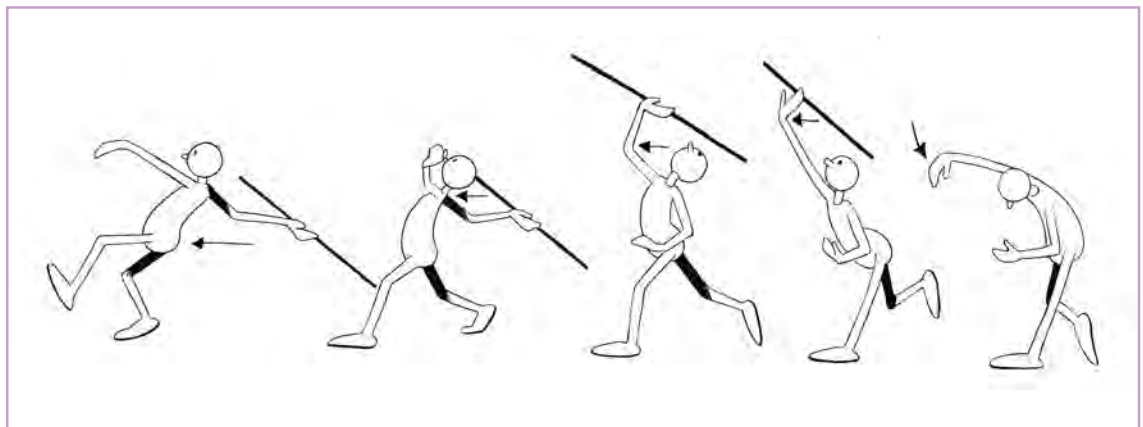
اگر یک شخصیت بخواهد با تعجب سرش را برگرداند، ابتدا کمی حرکت معکوس دارد و سپس سرش را بر می‌گرداند.



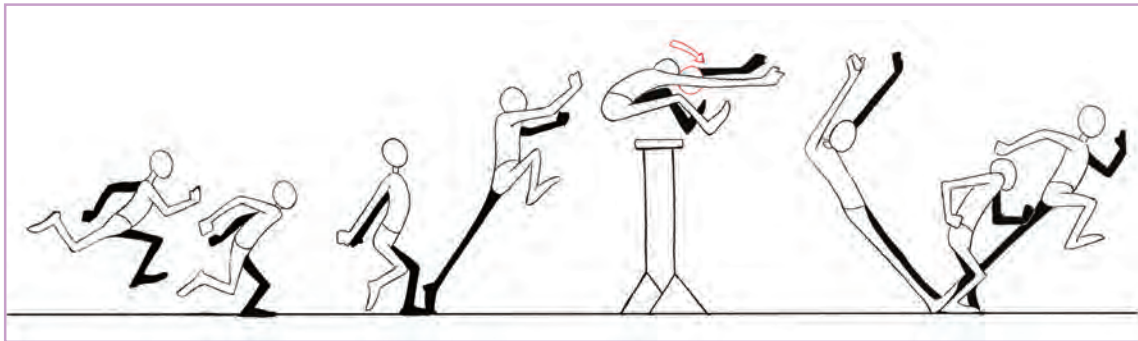
● نکته: پیش حرکت برای آماده کردن بیننده و باور پذیر شدن حرکات نیاز است.



برای مثال، یک شخصیت در مسابقه پرتاب نیزه قبل از اینکه 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 اینکه 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 برای پریدن آماده است با زبان بدن صحبت می‌کند. این پیش‌بینی، هم از بُعد روانی و هم از بُعد فیزیکی مهم خواهد بود و به‌طور کلی، حرکتی مخالف حرکت اصلی است.



ما پیش از اینکه 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 به‌طور 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 برمی‌انگیزاند 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 پیش‌حرکت را حذف کرد. این عمل باعث غافل‌گیری بیننده می‌شود و اغلب بار کمدی کار را بالا می‌برد.



● گفت‌وگو: تویی را که با انرژی خودش از روی زمین به بالا می‌پرد متحرک‌سازی کنید.



● پژوهش: یک پویانمایی کوتاه در کلاس نمایش دهید و پیش‌حرکت را در آن بررسی کنید.



## ارزشیابی شایستگی متحرک سازی درهم تنیده

شرح کار: طراحی فریم‌های اصلی			
استاندارد عملکرد: تحلیل قوانین فیزیک حرکت و تأثیرات آن‌ها بر پویانمایی با استفاده از قوانین فیزیک و آیرودینامیک براساس قوانین اینرسی، جاذبه، جرم و وزن در پویانمایی حرکت، مرکز ثقل			
شاخص‌ها: زیبایی شناسی (هرمنوتیک)، خطوط سیال و روان در طراحی، زبان بصری بین‌المللی، علم فیزیک، شیمی، روان‌شناسی و ریاضیات، قوانین وزن، تعادل، ایستایی، مرکز ثقل و تعادل			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان: کارگاه انیمیشن دو (B) زمان: ۱۲۰ دقیقه			
ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار: انواع مداد، انواع کاغذ، پانچ، پین، تخته شاسی، کاتر، پاک‌کن، خط‌کش، تراش، گیره کاغذ، پوشه آرشیو، مانتو و لباس کار، منگنه، تخته پاک‌کن، ماژیک وایت‌برد، چسب نواری، دیتا پروژکتور و پرده نمایش، رایانه و متعلقاتش، میز نور			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تفکیک و تشریح قوانین فیزیک در پویانمایی، توضیح و بررسی خطای دید در ایجاد حرکت	۲	
۲	تعیین و تشخیص فریم در تصاویر متحرک	۲	
۳	تشریح و تطبیق پویانمایی کامل و محدود	۲	
۴	تطبیق و ارزیابی زمان‌بندی حرکات، حرکات تند و کندشونده	۲	
۵	تطبیق و ارزیابی فشردگی و کشیدگی در حرکات، قوس‌ها در حرکات و پیش حرکت در حرکات	۲	
۶	فاصله‌گذاری و متحرک‌سازی سکه یا آونگ ساده	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## پودمان دوم

### متحرک سازی مفصلی



## واحد یادگیری ۳

### شایستگی: حرکت مفاصل ساده

#### آیا تا به حال متوجه شده‌اید

- 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 را بر حرکت مفاصل فرا می‌گیرند.

#### استاندارد عملکرد:

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

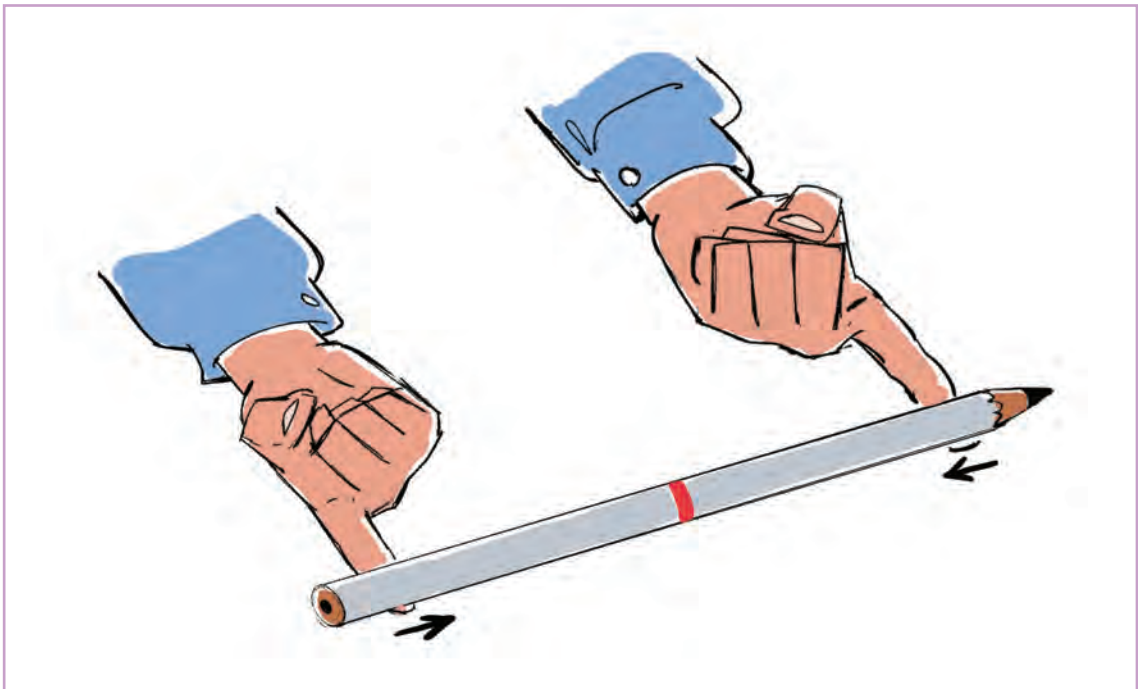
## مرکز ثقل

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

● نکته: مرکز ثقل یک جسم همیشه روی مرکز هندسی آن نیست و بر اساس وزن هر قسمت، نقطه دیگری نیز می‌تواند مرکز ثقل جسم باشد.



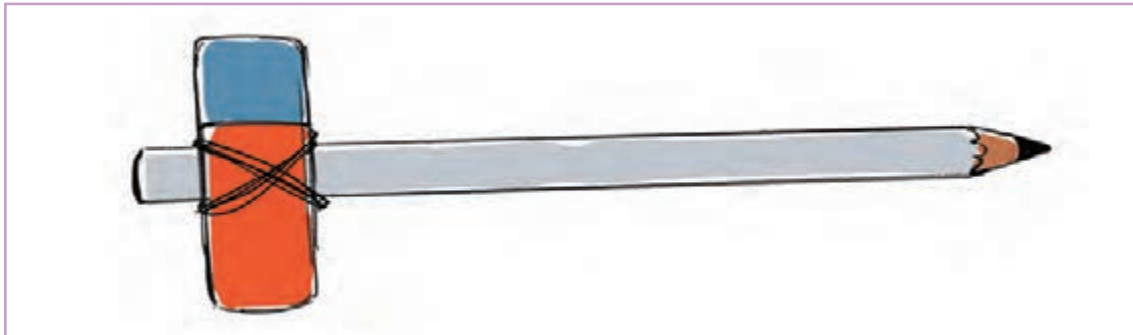
مثال: مداد را طوری در دست بگیرید که هر یک از دو انتهای آن روی یک انگشت شما باشد. سپس انگشتانتان را به آرامی به هم نزدیک کنید تا به هم برسند. نتیجه می‌گیریم دو انگشت شما در نقطه مرکز ثقل مداد به هم می‌رسند.



● نکته: دو انگشت شما همیشه در نقطه 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؟



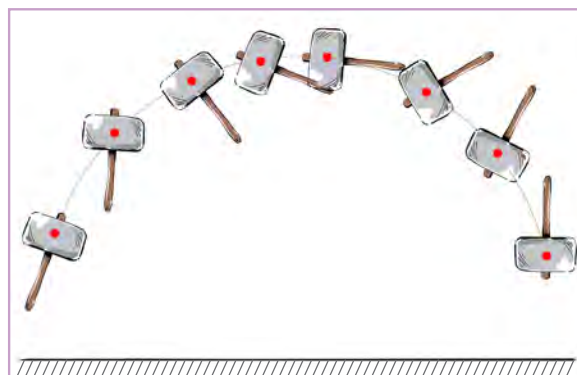
● فعالیت: یک پاک‌کن را با نوار چسب به نقطه‌ای دل‌خواه از مداد بچسبانید و آزمایش را تکرار کنید. محل پاک‌کن را تغییر دهید و آزمایش را تکرار کنید.



اگر جسمی با شکل غیرمتوازن پرتاب شود، در مسیر چرخش، قوسی را طی می‌کند که می‌توان از طریق مرکز ثقل، آن قوس را زمان‌بندی کرد. از آنجا که تمام اشیاء هنگام پرتاب در فضا میل به چرخش دارند، بنابراین چرخش حول مرکز ثقل و 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 همین قسمت است. 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.



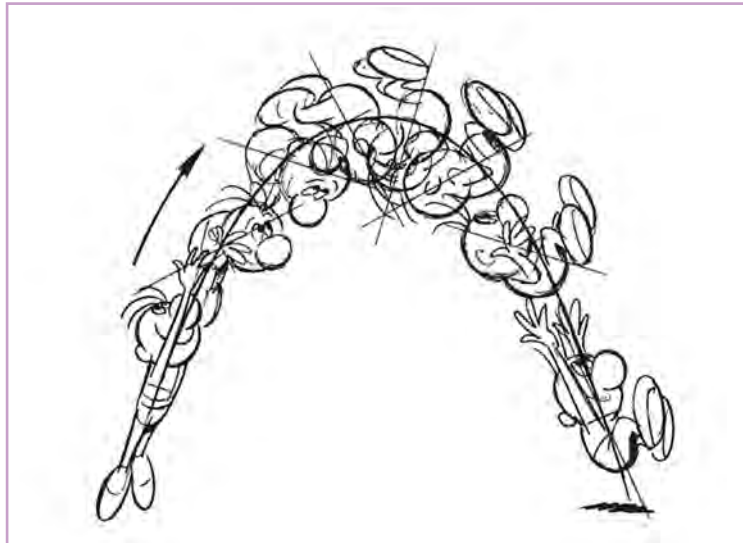


برای رسم اشیا در حال حرکت، معمولاً کل حالت جسم را طراحی کرده و مرکز ثقل را با نقطه علامت‌گذاری می‌کنند، سپس با انطباق نقطه مرکز ثقل روی قوس، حالات حرکتی را تکرار می‌کنند تا کامل شوند.

● نکته: هنگام حرکت در هر تصویر، زاویه قرار گرفتن شیء تغییر می‌کند.



در مورد اجسامی که سطح و شکل آن‌ها متغیر است، مرکز ثقل نیز تغییر می‌کند، مثلاً اگر انسانی سقوط کند 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 هم‌پوشانی

● فکر کنید: برای ساده‌شدن طراحی حرکت و نمایش انتقال نیرو در دنباله‌ها و هم‌پوشانی چه راهکاری می‌شناسید؟



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

### حرکت دنباله‌ها و هم‌پوشانی به‌موارد زیر بستگی دارد:

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

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



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

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

حرکت در پوشاک، یک نمونه عالی از دنباله‌ها است. اگر

#### فعالیت:



- سه توپ را در فاصله و زمان بندی 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.



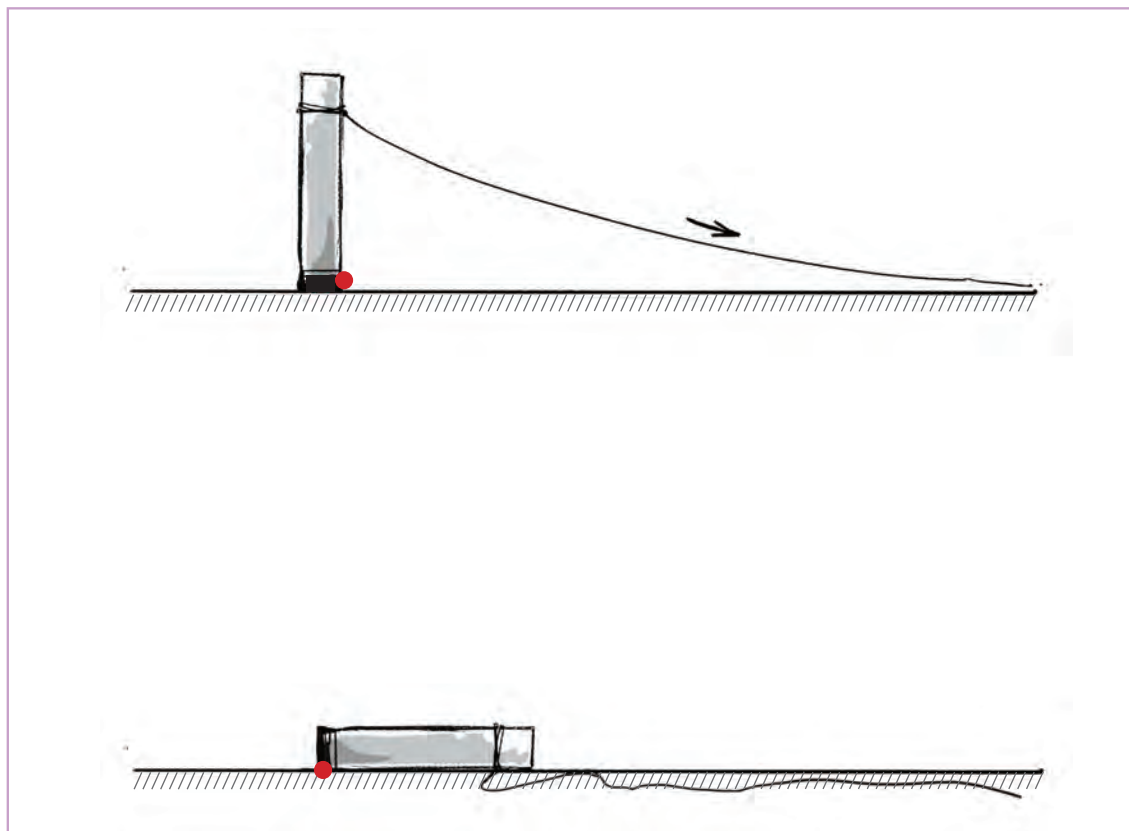
## انتقال نیرو در مفاصل

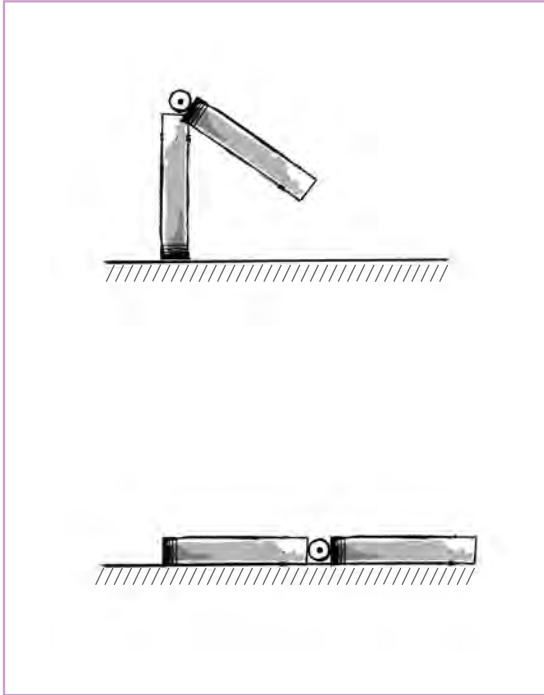
● فکر کنید: کاربرد و تأثیرات مرکز ثقل چیست؟



فرض کنید بازویی مانند شکل که به بالای آن ریسمانی گره خورده است روی زمین قرار دارد. وقتی بازو را از طریق ریسمان محکم می‌کشیم، اولین چیزی که روی می‌دهد این است که ریسمان سفت و محکم می‌شود. تا زمانی که ریسمان شل 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 روی زمین بیفتد و مرکز ثقل در امتداد خط کشش ریسمان قرار بگیرد 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 بگیرد و سپس به حرکت درمی‌آیند.

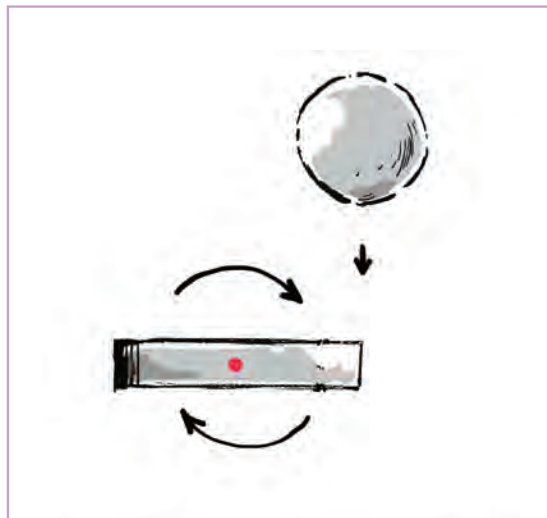
● نکته: نقاط قرمز در تصاویر مرکز ثقل هستند.





اکنون به جای ریسمان، بازوی دیگری را به کمک مفصل به انتهای بازوی مورد نظر وصل می‌کنیم. خواهید 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، البته به شرط آنکه مفصل کاملاً انعطاف پذیر باشد.

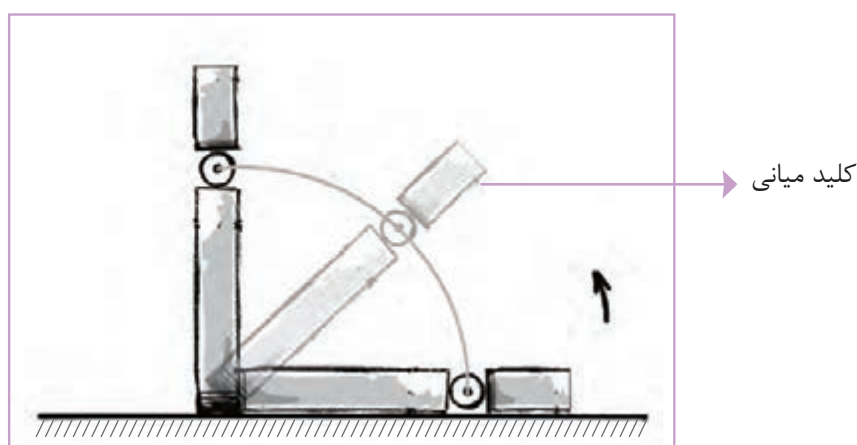
● فعالیت: حرکت توپ تصویر زیر را متحرک‌سازی کنید.



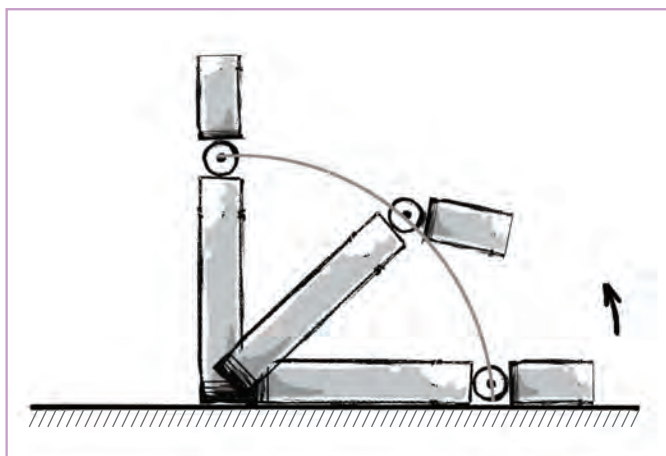
## افتادن و بلندشدن مفصل

در یک متحرک‌سازی خوب، قابلیت انعطاف مفصل‌ها ضروری است و خشک و محکم‌بودن از مشخصات متحرک‌سازی ضعیف است. برای انعطاف‌پذیری مفاصل، می‌توان از واژه شکست مفصل استفاده کرد. منظور از شکستن این است که همه قسمت‌ها به‌طور هم‌زمان حرکت نمی‌کنند، بلکه حرکت‌ها به‌طور متوالی جایگزین

یکدیگر می‌شوند. 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 تخته خشک بالا می‌روند.



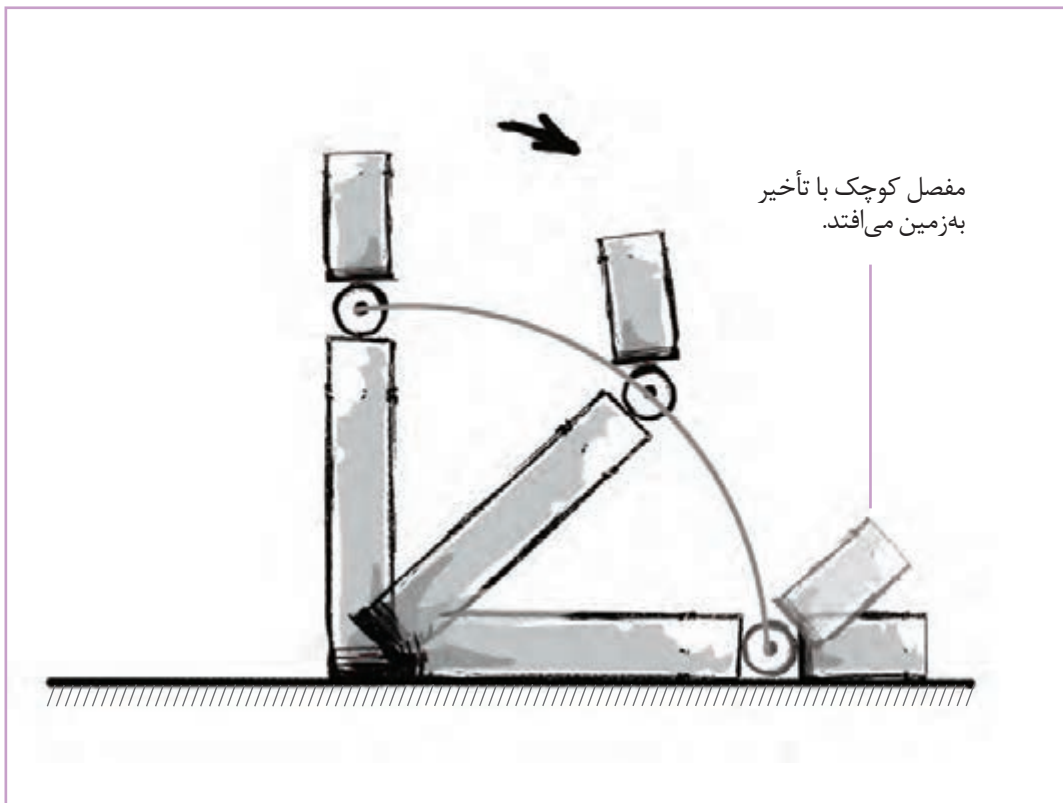
برای انعطاف‌پذیری و داشتن یک حرکت منعطف، مفصل کوچک را در جهت مخالف می‌شکنیم و با کمی تأخیر به کلید نهایی می‌رسیم.



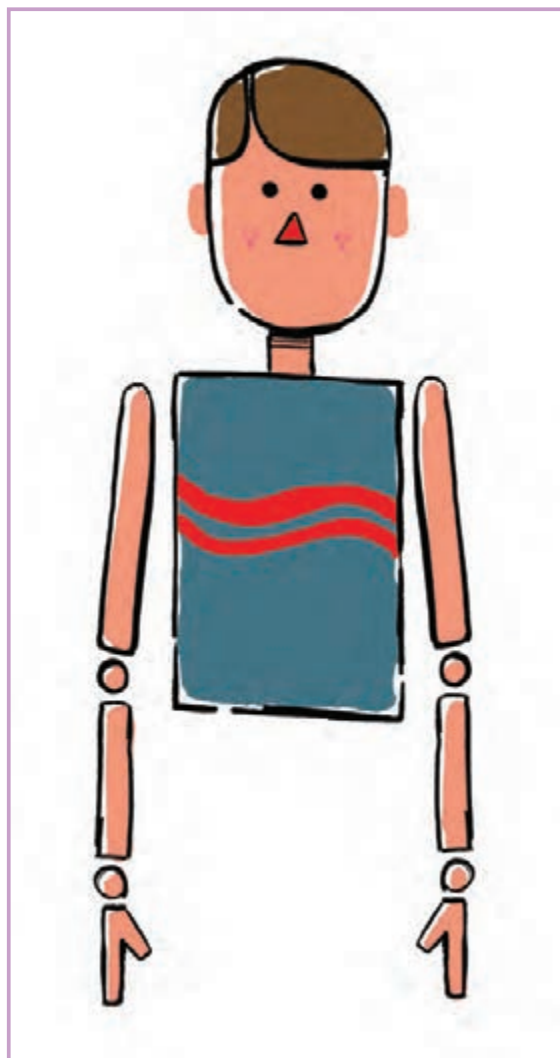
در اینجا مفصل کوچک با کمی تأخیر به‌جای خود می‌رسد.

هنگام شکستن مفصل‌ها، باید محدودیت‌های ساختار مفصل را مدنظر قرار داد. هرگز مفاصل را برای ایجاد وضعیت‌های غیرممکن بیش از اندازه خم نکنید. استفاده ناآگاهانه از این شیوه، می‌تواند حرکت را غیرممکن جلوه دهد. **مثال:** اگر مفصل بالا را دست یک شخصیت در نظر بگیریم، شکستن بیش از اندازه مفصل باعث می‌شود دست از حالت طبیعی خود خارج شده و شکل پلاستیکی به خود بگیرد.

● نکته: برای به حرکت در آمدن، مانند بالارفتن، 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.



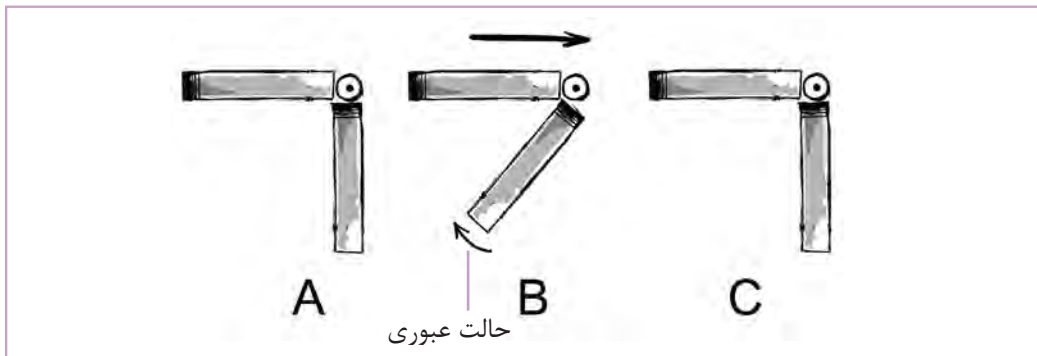
● نکته: توجه کنید بعد از اینکه مفصل از طریق شکسته شدن در یک جهت هدایت شد، به مفصل بعدی اجازه می‌دهد تا قسمت بعدی را هدایت کند.





## مفصل دوتایی

فرض کنیم دو بازو به کمک مفصل، مانند شکل زیر به هم متصل شده‌اند و قرار است از نقطه A به نقطه C حرکت کنند. در حالت نقطه 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 هنگام حرکت، مفصل آویزان به سمت مخالف تغییر جهت می‌دهد.



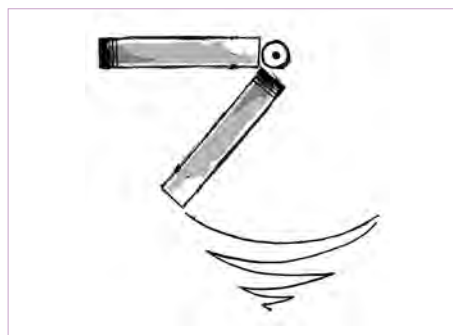
● نکته: چون شروع و پایان حرکت را در مثال بالا می‌توان مشاهده کرد حرکت، تندشونده و کندشونده خواهد بود.



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



● نکته: 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.

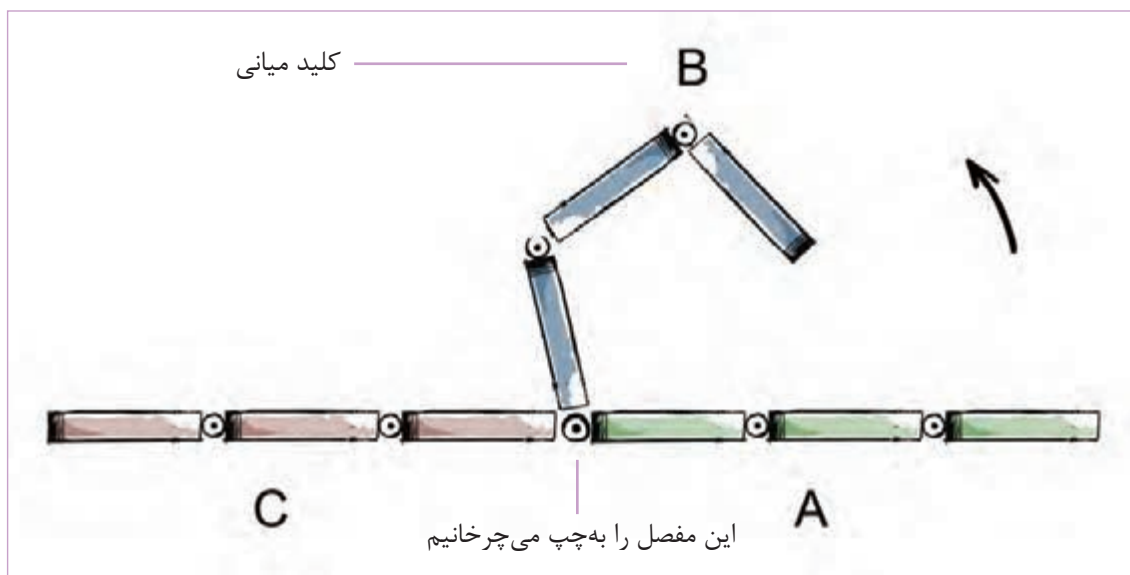


## مفصل سه تایی

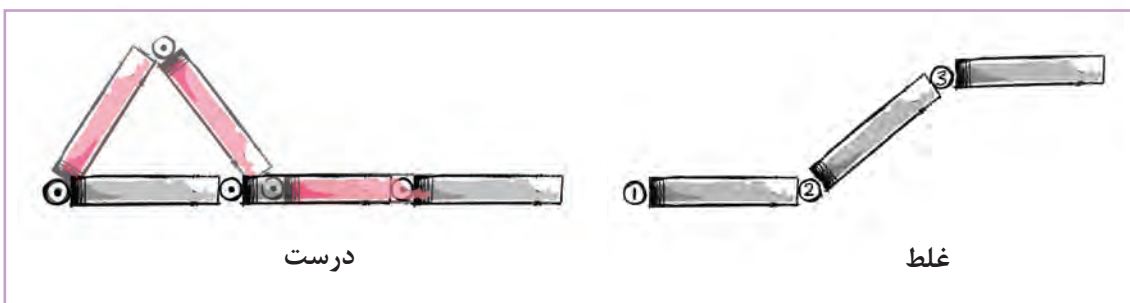
• فکر کنید: کاربرد حرکت در مفاصل دو تایی و سه تایی در چیست؟



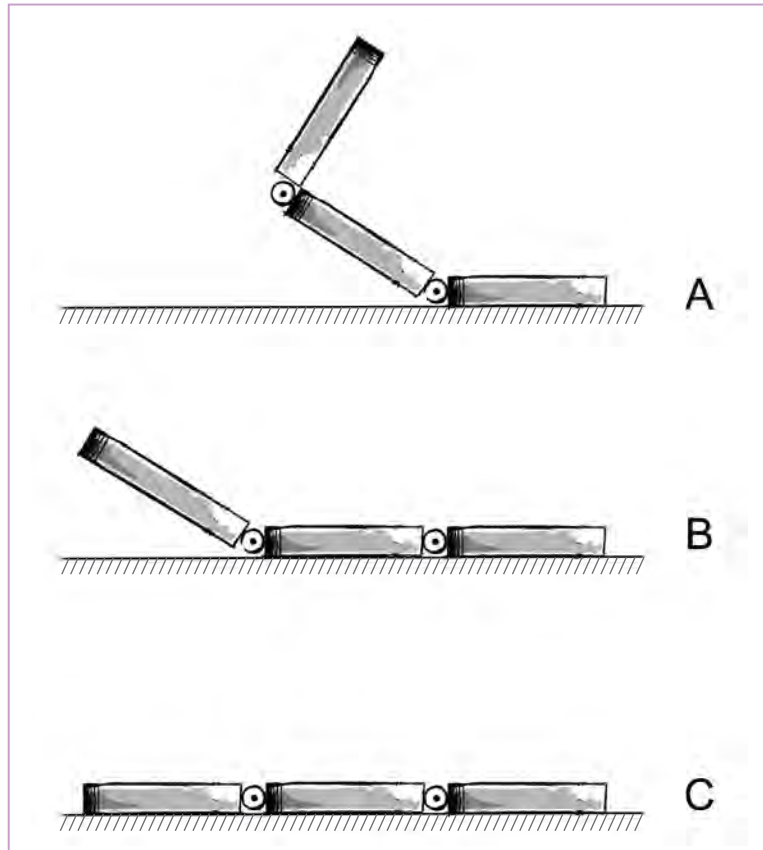
چنانچه سه بازو را با مفصل‌هایی متحرک به یکدیگر متصل کنیم، اگر مفصل اول را بچرخانیم، تأثیر نیرو روی دو بازوی دیگر حالتی مانند شکل زیر خواهد داشت.



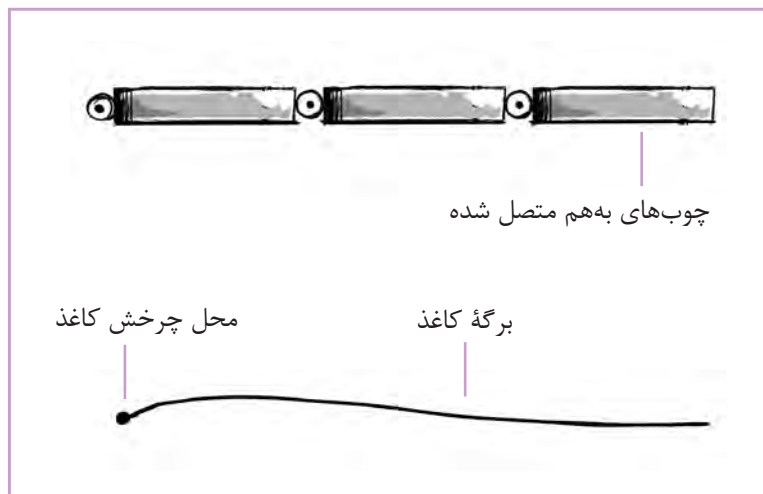
• نکته: نیرو از مفصل شماره ۱ به مفصل شماره ۲ منتقل می‌شود و تا مفصل‌های ۱ و ۲ حرکت نکنند، مفصل ۳ حرکت نخواهد کرد.



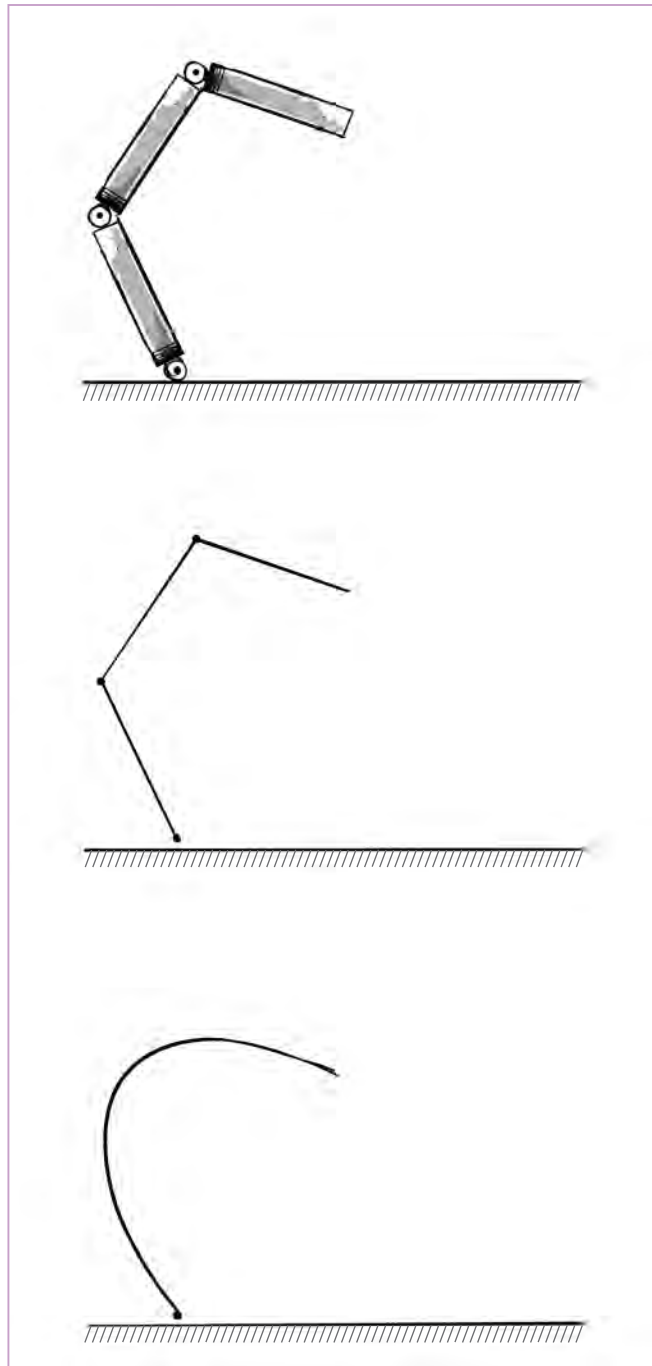
همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، بازوها یکی پس از دیگری روی زمین قرار می‌گیرند.



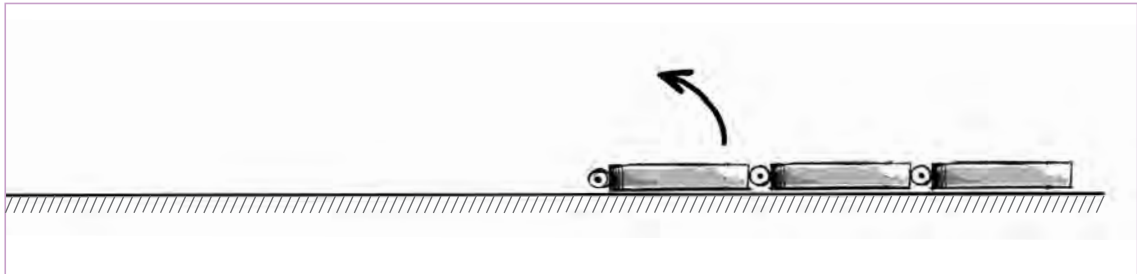
در اینجا بازوهای متصل بهم را مانند یک برگه کاغذ و به صورت یک پارچه در نظر بگیرید.



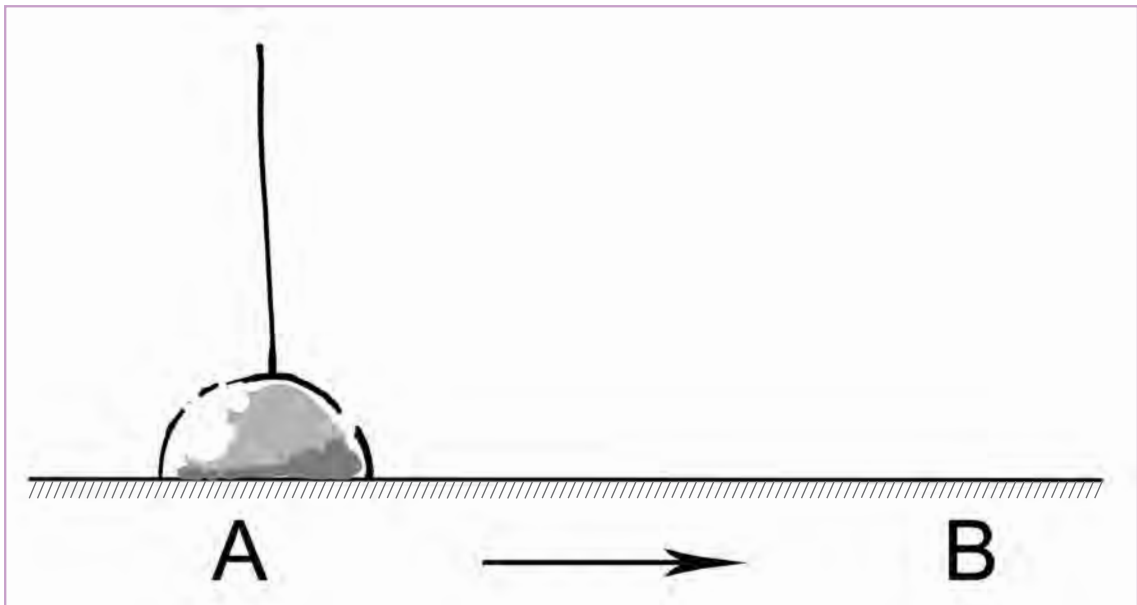
فرض بر این است که کاغذ مشابه شکل، حول محور ورق زده می شود. در این صورت حرکت کاغذ دقیقاً همان حرکت مفصل است، اما به صورت یک پارچه و همراه با انعطاف خواهد بود.



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



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

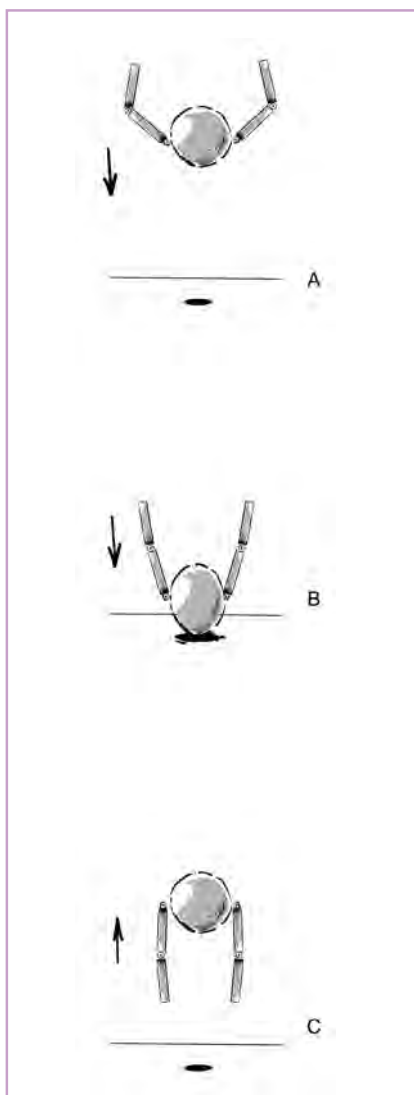


- نکته: در متحرک‌سازی فعالیت داده شده، به حالت انعطاف فنر دقت کنید.



## ترکیب مفصل 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 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 تمام مسیر، دوباره حرکت توپ را تعقیب کنند و این حرکت ادامه خواهد داشت.



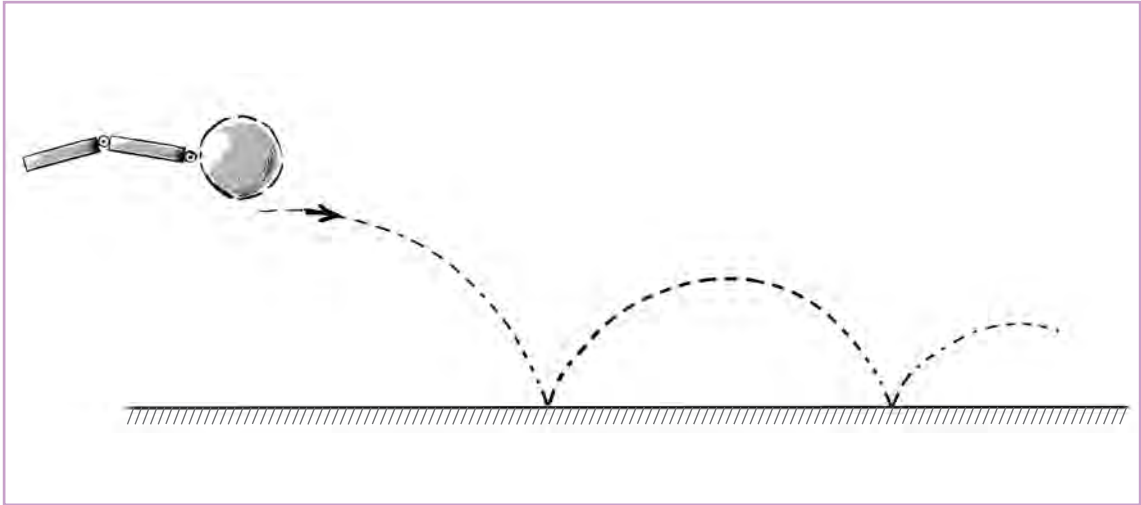
بازوها حرکت خود را ادامه خواهند داد.

توپ تغییر مسیر می‌دهد، اما حرکت دنباله‌ها ادامه دارد.

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



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

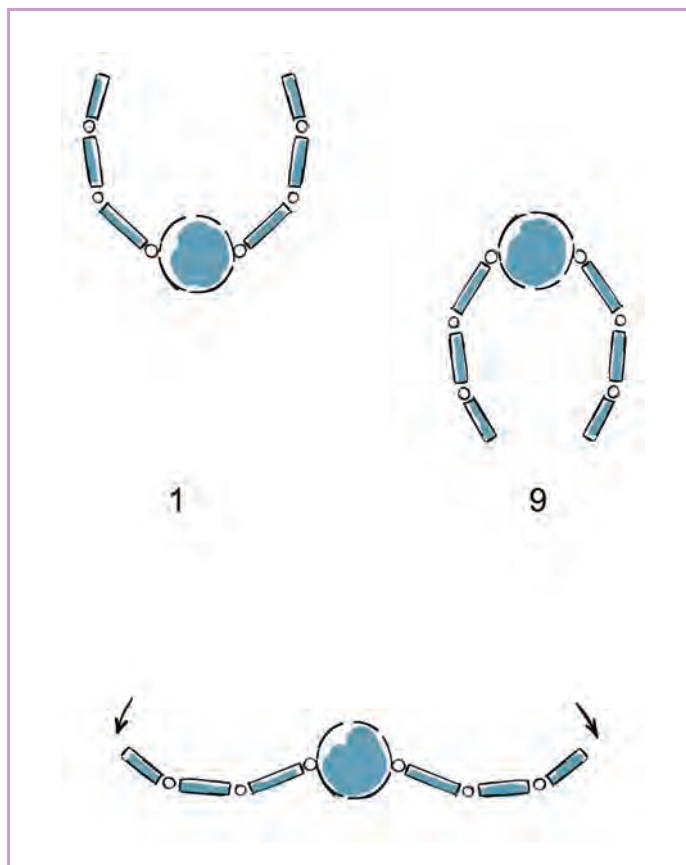


## واحد یادگیری ۴

شایستگی: حرکت مفاصل پیچیده

پرواز پرنده

در این قسمت به کمک مفاصل، حرکت بال زدن پرنده را بازسازی کرده، سپس فریم‌های ۱ و ۹ را در دو حرکت اصلی برای مفاصل طراحی می‌کنیم.



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



• فکر کنید: فشار هوا چه تأثیری روی حرکات بال پرنندگان متفاوت دارد؟

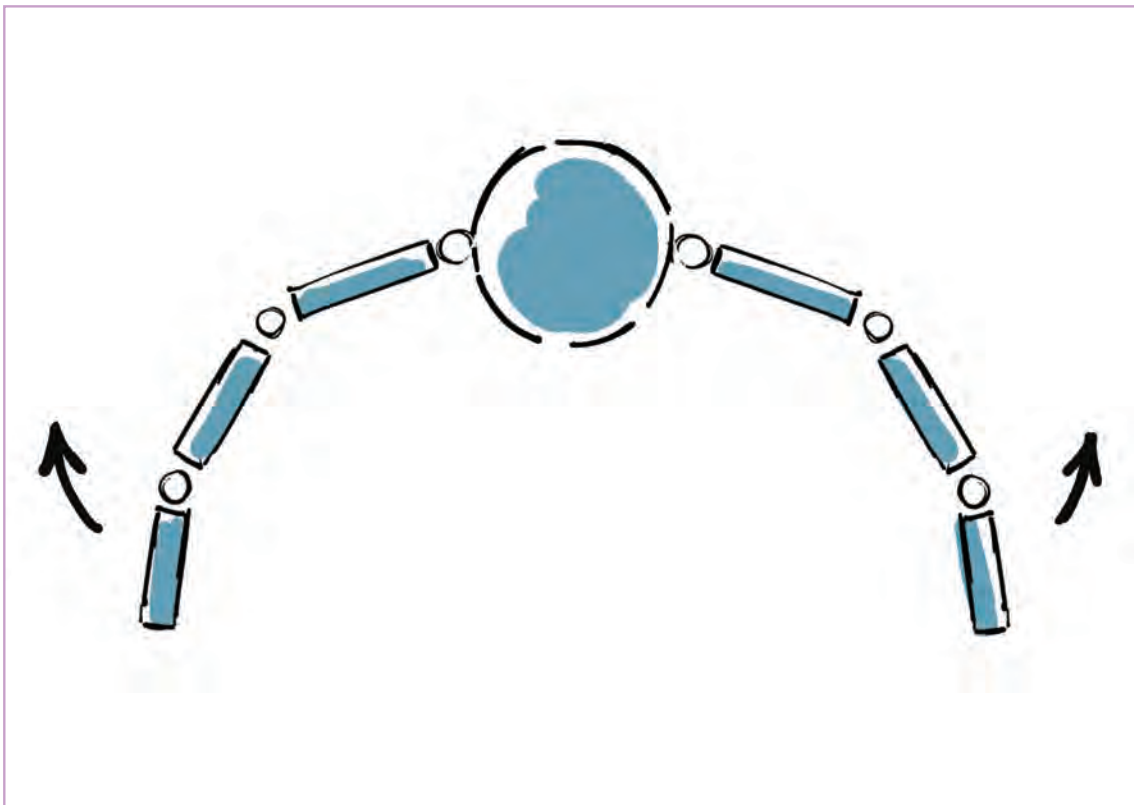


نکته:

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



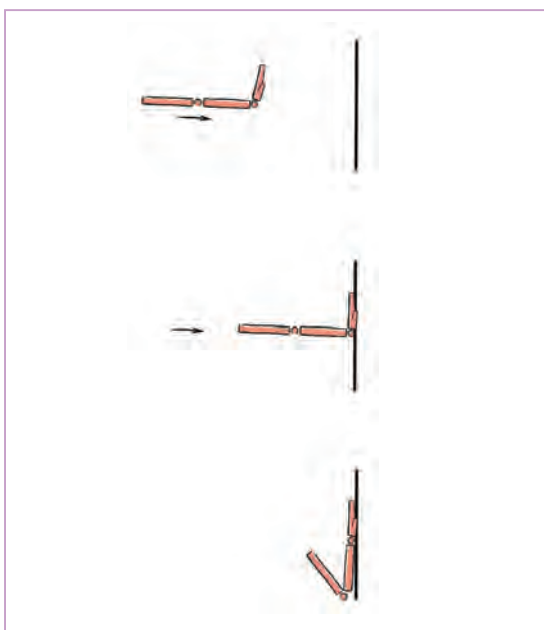
هنگام بالارفتن، بال‌ها در اثر فشار در جهت مخالف مقاومت هوا کشیده می‌شوند.



## درگیری مفاصل از دو منبع نیروی حرکتی

فرض کنیم دستی به مانع نزدیک می‌شود. تا زمانی که 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.

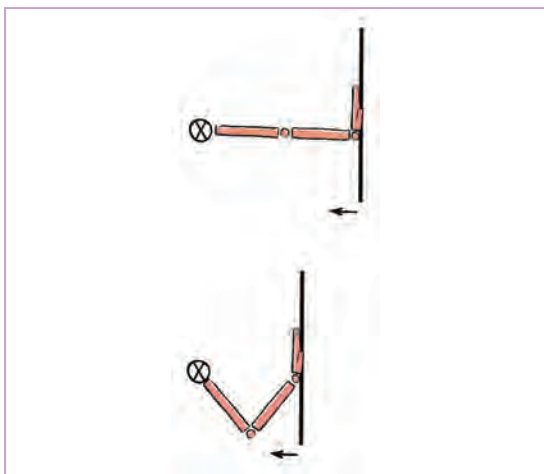
● فکر کنید: منبع حرکت چه تأثیری روی حرکت اتصالات و مفاصل دارد؟



■ آرنج صاف و کشیده است.

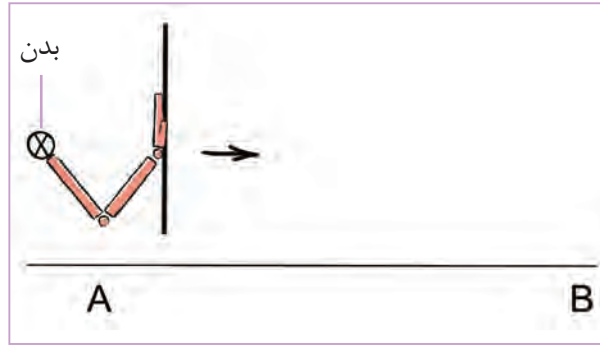
■ آرنج صاف و کشیده است و در لحظه برخورد همچنان آرنج صاف است.

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

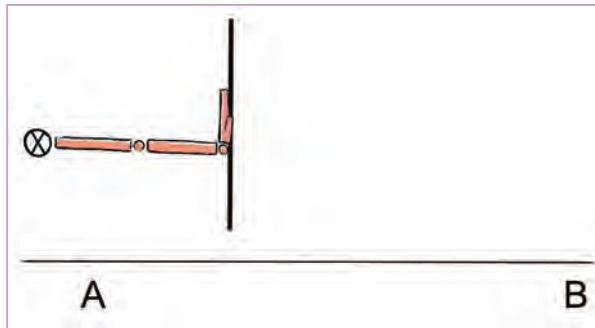


■ دیوار حرکت کرده و به سمت چپ می‌رود و دست از کتف ثابت است.

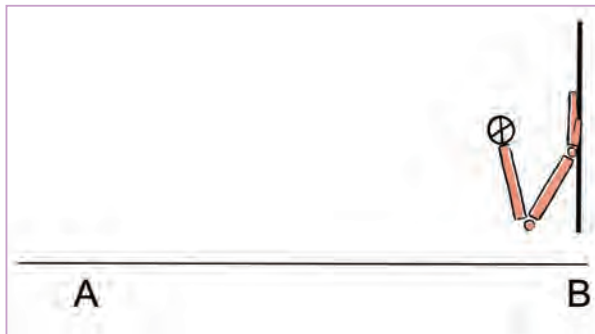
مانع، متحرک و بدن ثابت است. اگر مانع به چپ و راست حرکت کند، جای کنترل‌کننده مفصل‌ها تغییر کرده و مانع، حرکت را هدایت می‌کند.



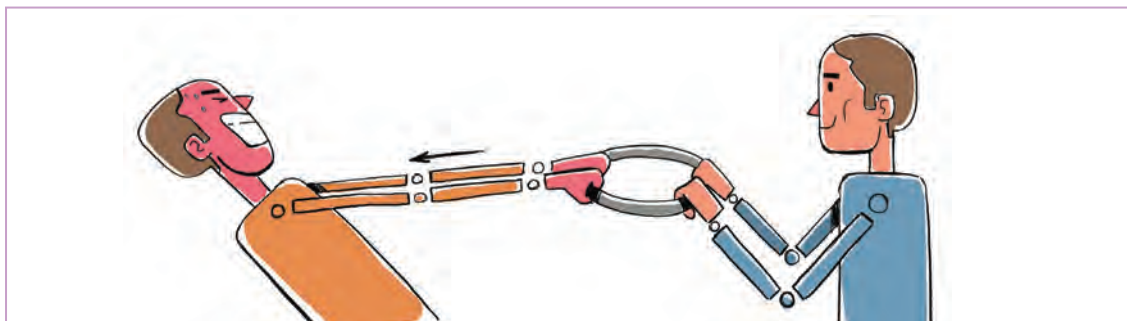
مانع و بدن هر دو حرکت می‌کنند و مانع قرار است از نقطه A به نقطه B منتقل شود. مانع، حرکت می‌کند و مفصل را هم با خود می‌کشد، اما بدن همچنان ثابت است.



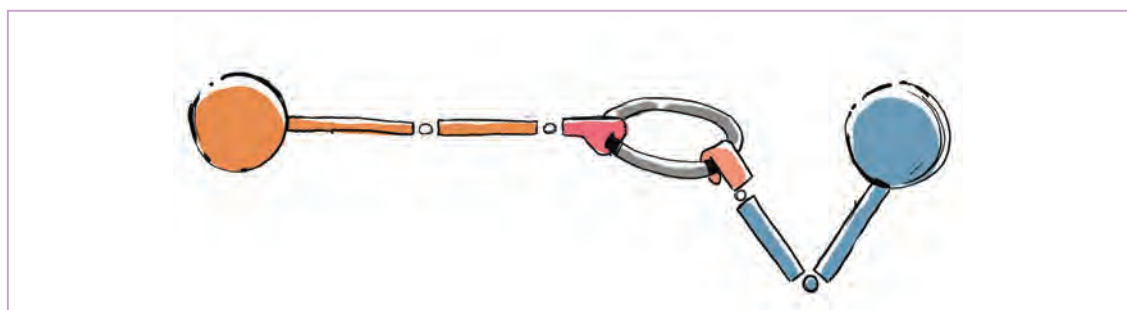
تا زمانی که مفصل کاملاً صاف نشوند، بدن همچنان ثابت باقی می‌ماند. پس از آنکه مفصل به کمک مانع به طور کامل صاف شدند، بدن هم همراه آن‌ها حرکت می‌کند تا لحظه‌ای که مانع در نقطه B بایستد. زمانی که مانع از حرکت ایستاد، بدن به دلیل وزنی که دارد به سمت مانع حرکت می‌کند. در نتیجه، حرکت اتصالات به کمک منبع حرکت،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



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



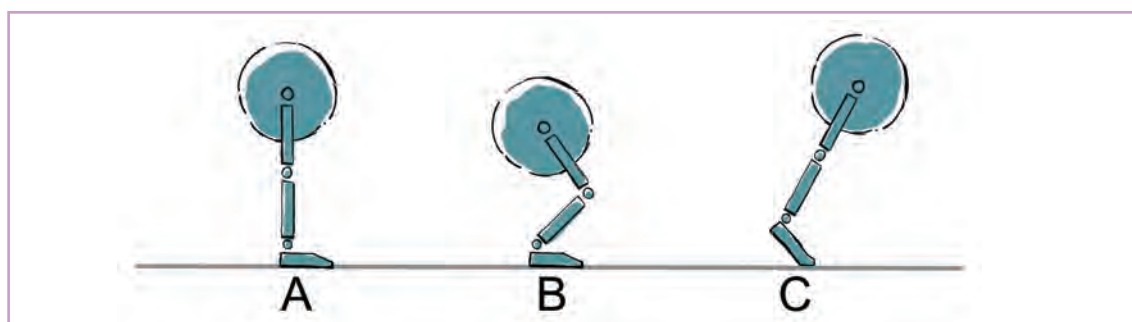
هر کدام رینگ را به سمت خود می‌کشد.



● فعالیت: در حالی که 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. در حرکت پریدن شخصیت‌ها در پودمان بعد به‌طور مفصل به آن پرداخته خواهد شد.



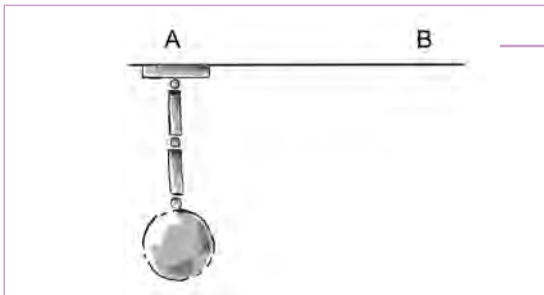
بازوها جمع می‌شود

بازوها کشیده می‌شود

## حرکت آویزان

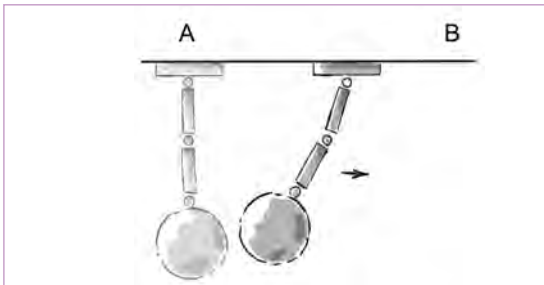


● فکر کنید: میزان سرعت یک جسم در حرکت چه تأثیری روی مفاصل آن دارد؟



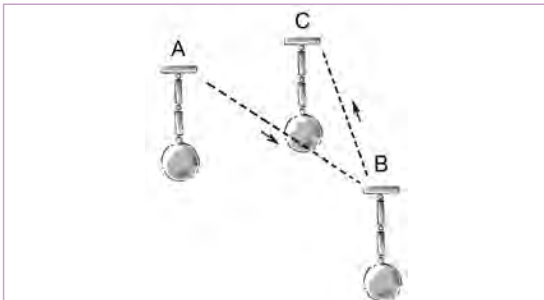
حرکت را رهبری می‌کند

■ در تصویر داده‌شده می‌خواهیم از نقطه A به نقطه B حرکت کنیم.



■ در این حرکت و هر حرکت مشابه، طراحی‌های میانی بر اساس سرعت منبع کنترل حرکت طراحی می‌شوند. به‌علت وجود مفصل، هر چه سرعت بیشتر شود، شکست مفاصل به‌سمت مخالف بیشتر می‌شود.

طراحی میانی یک حرکت نرمال



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



## حرکت پرچم و مو

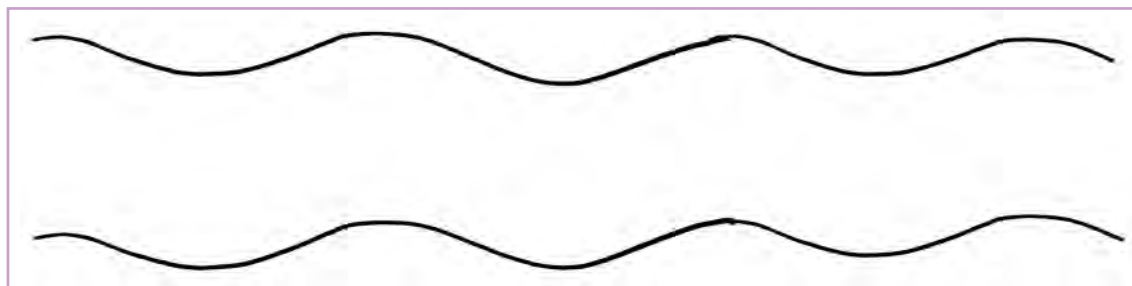
● فکر کنید: برای متحرک‌سازی مو و پرچم بهترین راه چیست؟



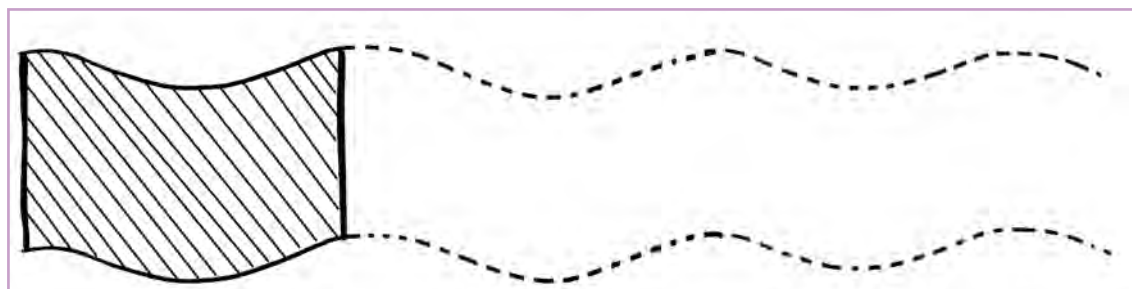
در حرکت پرچم، جریان ثابت باد به صورت حلزونی و پیچشی به دو طرف پرچم تقسیم می‌شود. هر یک از پیچش‌ها تقریباً حالت یک گره را دارند که بر محور پارچه عمود هستند.



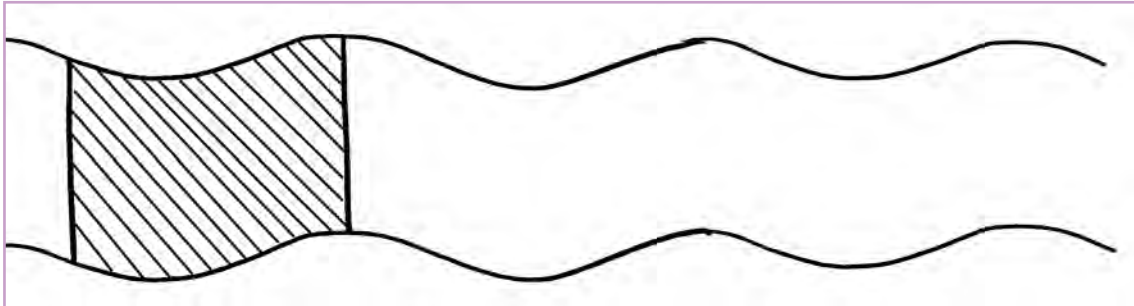
اگر پیچش‌های باد به سمت راست حرکت کنند، موج حرکت در پارچه نیز به سمت راست خواهد بود. در ترسیم حرکات، برای آنکه پیچش‌ها را در داخل پارچه حرکت دهیم ابتدا نموداری شبیه نمودار زیر طراحی می‌کنیم.



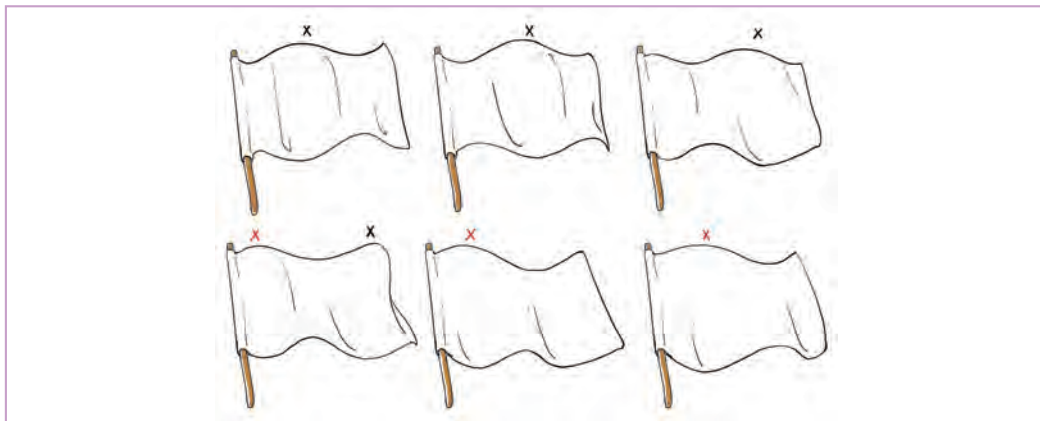
سپس یک نمونه پرچم را در این نمودار طراحی می‌کنیم.



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



● نکته: در این قبیل حرکت‌ها، هیچ فریم اصلی‌ای وجود ندارد و تمام تصاویر اهمیت یکسانی دارند و هر تصویر باید پس از تصویر دیگر به نرمی طراحی شود.



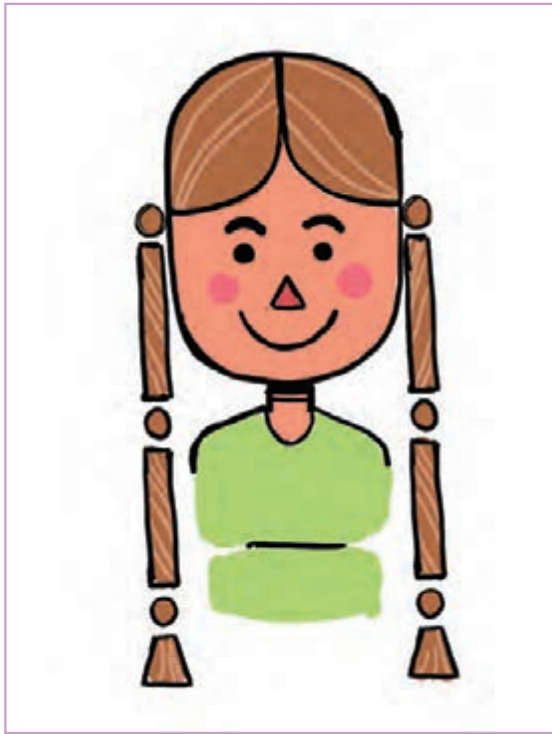
در فریم‌های سیکل پرچم، به علامت × توجه کنید.

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



● نکته: شدت حرکت پرچم به مقدار جابه‌جایی نمودار و اندازه کره‌های پیچشی بستگی دارد.





■ در حرکت موی سر، به غیر از حرکت پیچشی در باد، مانند حرکت پرچم، موها به وسیله خود شخصیت هم به حرکت درمی آیند و همان طور که در مباحث قبل گفته شد، می توانیم دسته ای از موها را به صورت مفصل در ذهن تصور کنیم و حرکت را به کمک مفاصل تجزیه و تحلیل کنیم.

■ با به حرکت در آمدن سر شخصیت، مفاصل مو با کمی تأخیر حرکت سر را دنبال می کنند. این قوانین ساده به موها حس انعطاف پذیری می دهد.



● فعالیت: حرکت موی شخصیت را در تصویر داده شده متحرک سازی کنید.



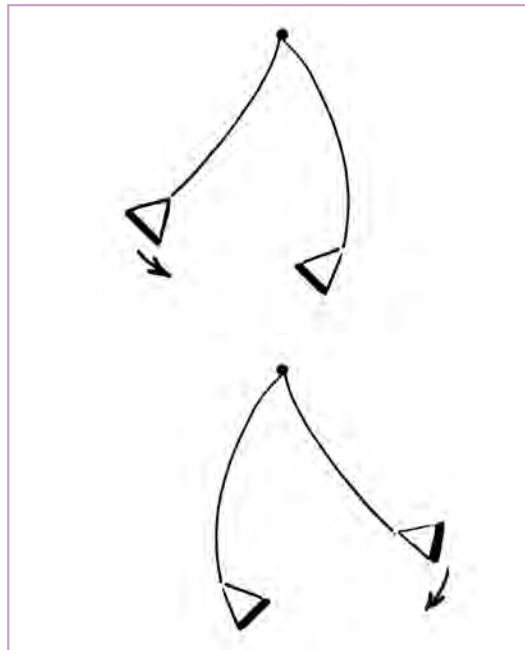


## تاب خوردن کودک

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



در حرکت تاب خوردن، شخصیت با نیروی وارد بر تاب، آن را به حرکت درمی‌آورد و 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.

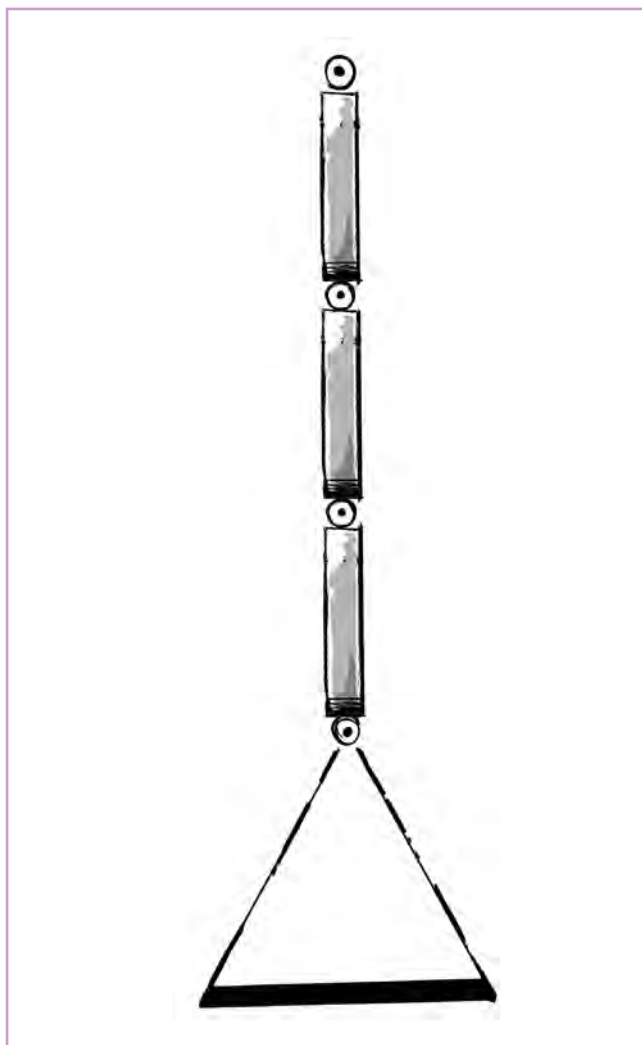


● نکته: اگر شخصیت سوار بر تاب باشد، شدت شلاقی بودن تاب به علت سنگینی شخصیت، کمتر شده و برای دنباله‌هایی مانند لباس و موی شخصیت از قوانین گفته شده استفاده می‌شود.





● 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 اند، آن را متحرک سازی کنید.



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

## ارزشیابی شایستگی متحرک سازی مفصلی

<p><b>شرح کار:</b> طراحی فریم‌های میانی</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b> تحلیل و تشریح قوانین وزن، جاذبه در متحرک سازی اجسام انعطاف پذیر با استفاده از قوانین فیزیک و آیروپدینامیک براساس تعادل</p> <p><b>شاخص‌ها:</b> زیبایی شناسی (هرمنوتیک)، خطوط سیال و روان در طراحی، زبان بصری بین‌المللی، علم فیزیک، شیمی، روان‌شناسی و ریاضیات، قوانین وزن، تعادل، ایستایی، مرکز ثقل و تعادل</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b> مکان: کارگاه انیمیشن زمان: ۱۲۰ دقیقه</p> <p><b>ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:</b> انواع مداد، انواع کاغذ، پانچ، پین، تخته شاسی، کاتر، پاک‌کن، خط‌کش، تراش، گیره کاغذ، پوشه آرشیو، مانتو و لباس کار، منگنه، تخته پاک‌کن، ماژیک وایت‌برد، چسب نواری، دیتا پروژکتور و پرده نمایش، رایانه و متعلقاتش، میز نور</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تطبیق و ارزیابی مرکز ثقل در حرکات	۲	
۲	متحرک سازی و تحلیل افتادن و بلندشدن یک مفصل و دو بازو، حرکت چپ به راست و برعکس بازوی آویزان	۲	
۳	متحرک سازی و تحلیل حرکت ورق خوردن یک کتاب	۲	
۴	متحرک سازی و تحلیل حرکت توپ و دنباله‌هایش در حالت سقوط و در پرواز پرنده	۲	
۵	متحرک سازی و تحلیل حرکات مفاصل تحت تأثیر دو منبع نیروی مخالف	۲	
۶	متحرک سازی و تحلیل حرکات یک گوی آویزان با دنباله پر، حرکات مفاصل در مو و پرچم، حرکات ترکیبی مانند حرکت مو یا شال یا هنگام تاب خوردن	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	میانگین نمرات		*

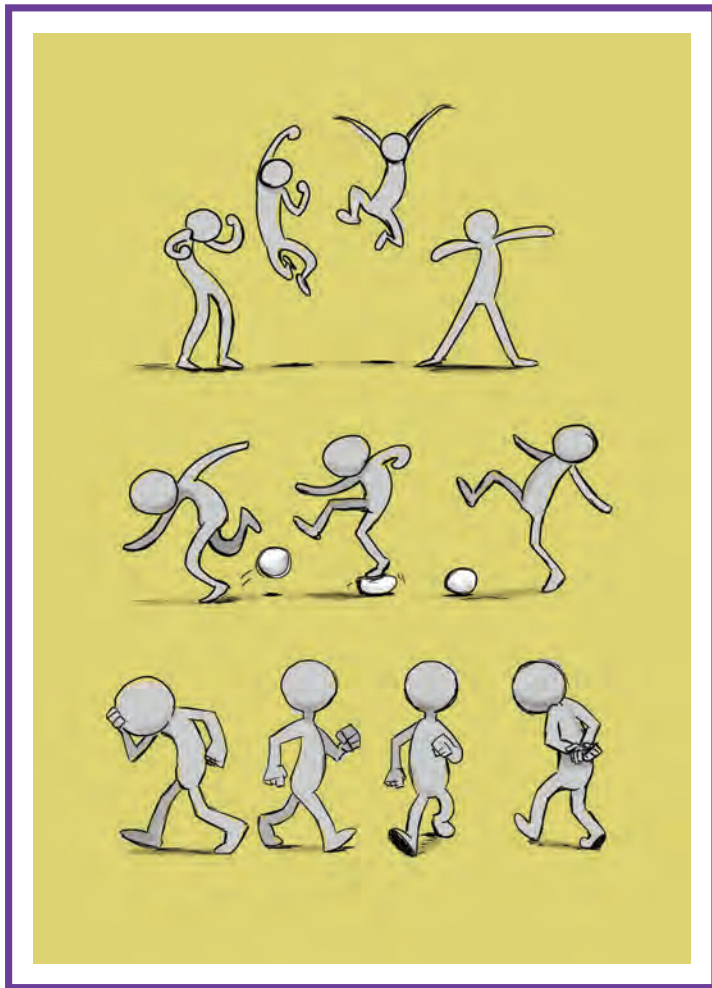
\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## پودمان سوم

### متحرک سازی ترکیبی انسانی



## واحد یادگیری ۵

### شایستگی: متحرک سازی راه رفتن انسانی

#### آیا تا به حال متوجه شده‌اید

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

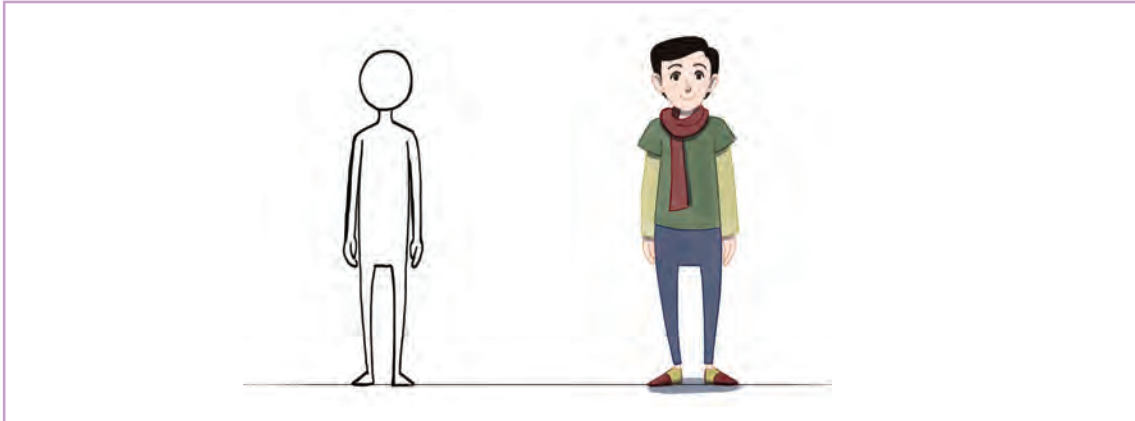
#### هدف از این واحد یادگیری:

- هنرجو با توجه به فراگیری قواعد علمی پودمان‌های قبل، در این پودمان باید بتواند حرکات راه رفتن ساده و پیچیده 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 راه رفتن انسان را فراگیرد.

## راه رفتن

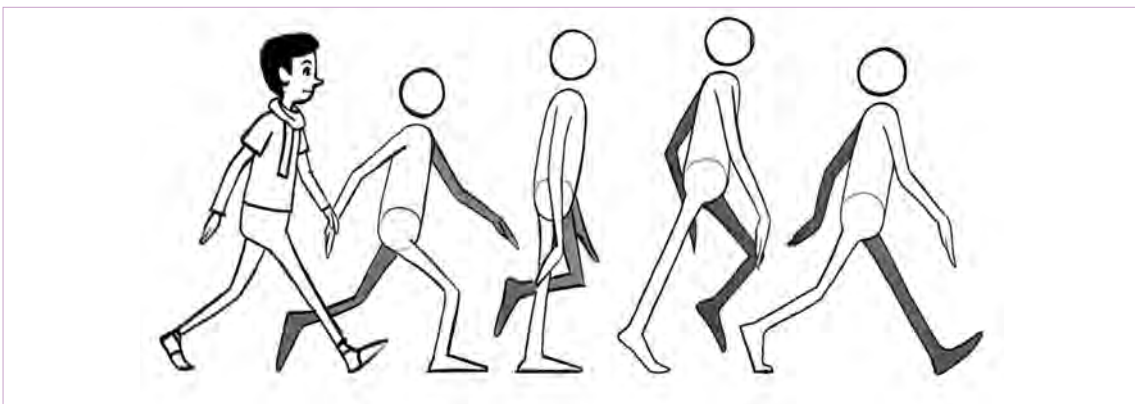


● فکر کنید: چه عواملی روی راه رفتن شخصیت تأثیر مستقیم دارد؟

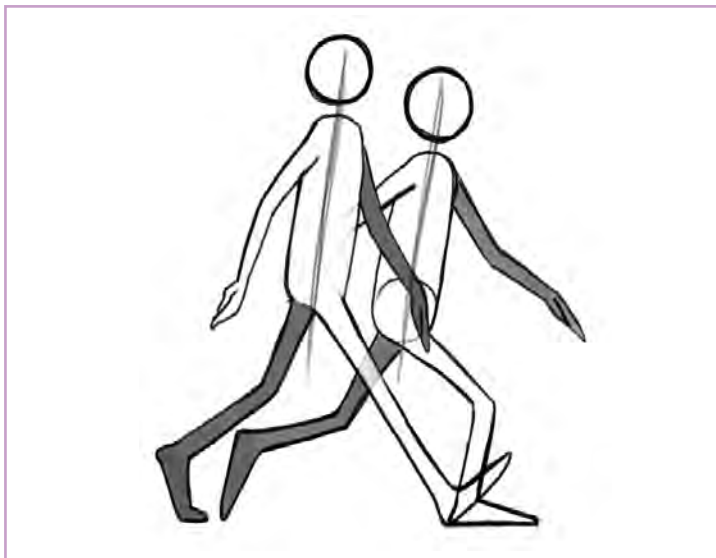


راه رفتن یکی از بخش‌های اصلی نقل و انتقال بدن در میان موجودات زنده از جمله انسان به‌شمار می‌رود. راه رفتن با توجه به عواملی مانند قد، وزن، جنسیت، سن، سطح زمین، فرهنگ و تناسب اندام در افراد مختلف متفاوت است.

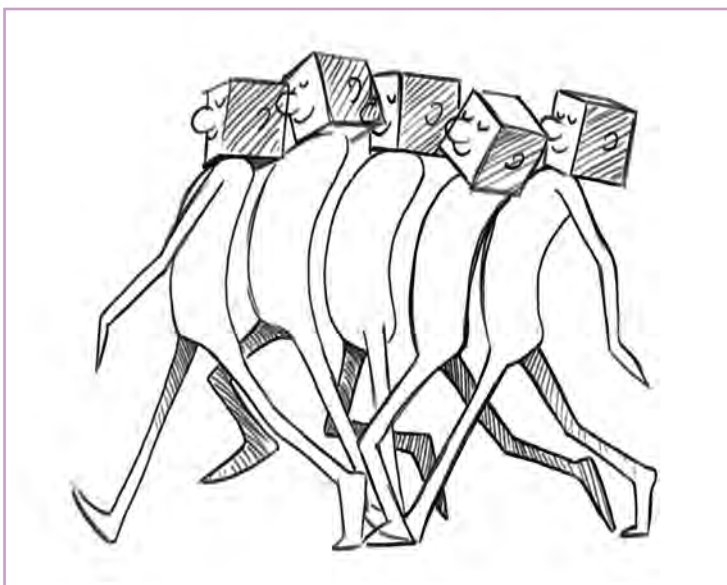
زبان بدن بیشتر از چیزی که به‌نظر می‌رسد درباره شخصیت انسان به‌ما اطلاعات می‌دهد. یکی از مواردی که بسیاری از خصوصیات انسان را آشکار می‌کند، طرز راه رفتن اوست. هر فرد و شخصیت مدل منحصر به‌فردی برای راه رفتن دارد، به‌گونه‌ای که فقط با دیدن راه رفتن آن شخص از فاصله دور می‌توانیم او را بشناسیم. ریچارد ویلیامز به‌نقل از کن هریس (Ken Harris) این‌گونه توصیه می‌کند: «راه رفتن اولین چیزی است که باید یاد گرفت. انواع مختلف راه رفتن را یاد بگیر، چون درست درآوردن این حرکت تقریباً مشکل‌ترین کار است.»



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



اگر پای مان را زمین نگذاریم، با صورت به زمین می خوریم، به طور دقیق تر، ما بالاتنه را جلو می دهیم، یک پا را درست به موقع جلو می بریم تا مانع افتادنمان شود. هر چه قدر راه رفتن آهسته تر باشد، تعادل بیشتری داریم و برعکس. به دلیل اینکه کوچک ترین موانع تعادل انسان را به هم می زند، به طور ناخودآگاه پای مان را به کمترین میزان از زمین بلند می کنیم.





## انواع راه‌رفتن انسان

● فکر کنید: چند نمونه راه‌رفتن متفاوت از شخصیت‌ها در اطراف 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 کلیشه‌ای را در پویانمایی ترک کرد. مسلماً او متخصص بزرگی در راه‌رفتن ابداعی است. شهرتش برای راه‌رفتن عجیب‌وغریبی است که برای گوفی طراحی کرده بود و از گوفی یک ستاره ساخت. گوفی حتی وارونه قدم برمی‌دارد! آرت بابیت کاری می‌کرد 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 به‌گونه‌ای رسم کنیم که متقاعدکننده به نظر برسد.



● تحقیق: انواع راه‌رفتن را در چند پویانمایی پیدا کنید و مورد تحلیل و بررسی قرار دهید.



## راه‌رفتن افراد مختلف باهم متفاوت است

راه‌رفتن در انسان‌ها باهم تفاوت دارد. هیچ دو نفری شبیه به‌هم 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. به‌عنوان یک متحرک‌ساز، برای نشان دادن مؤلفه‌های شخصیتی یک شخصیت باید بتوانید ویژگی‌های اخلاقی او را در راه رفتنش نشان دهید. بازیگران سینما نیز سعی می‌کنند 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 فاصله دور و حتی از

پشت سر ببینید، فقط با نوع راه‌رفتنش می‌توانید او را بشناسید؟



● پژوهش: دو شخصیت از یک پویانمایی معروف با خلق و خوی متفاوت را انتخاب کنید و نوع راه رفتن آن‌ها را بر اساس شخصیتشان مورد تحلیل و بررسی قرار دهید.



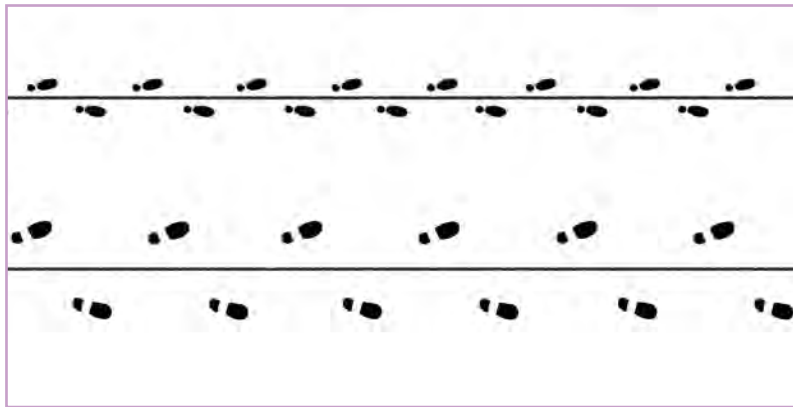
● فعالیت: شخصیت‌های تحلیل شده در تمرین قبل را به صورت فریم به فریم در کنار هم نمایش دهید.



### تفاوت راه رفتن در زن و مرد

زن‌ها اکثراً با ساق‌های نزدیک به هم راه می‌روند که از هر کتفشان، بسته به میزان باز و بلند بودن قدم‌ها، سر بالا کمتر بالا و پایین می‌رود. در حالی که مردها پاهایشان و پایین می‌رود. را با فاصله از هم حرکت می‌دهند. بنابراین در هر حرکتشان، بسته به میزان باز و بلند بودن قدم‌ها، سر بالا کمتر بالا و پایین می‌رود.

● فکر کنید: آیا علاوه بر جنسیت شخصیت، سن او نیز روی راه رفتنش تأثیر دارد؟



● پژوهش: راه رفتن زن و مرد را در یک پویانمایی بررسی کرده و باهم مقایسه کنید.

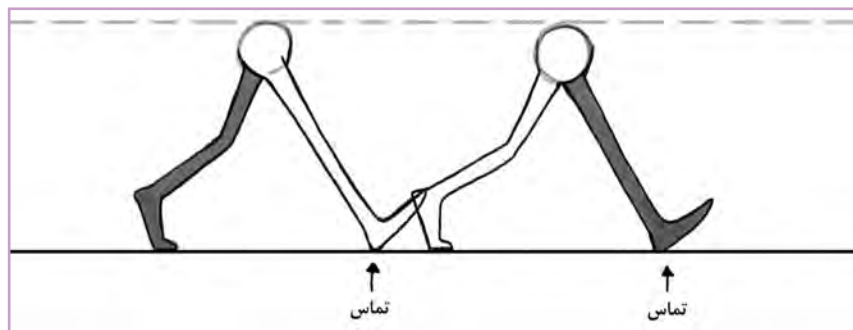


## متحرک‌سازی راه‌رفتن در پاها

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



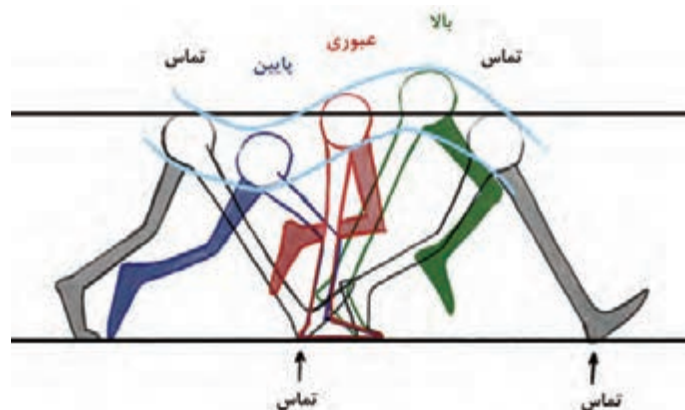
برای متحرک‌سازی راه‌رفتن در حالت تکرارشونده (loop)، ابتدا دو کلیدی را که هر دو کف پا، یکی پنجه و دیگری پاشنه پا با زمین تماس دارند طراحی کرده و اسم این کلیدها را تماس می‌گذاریم.



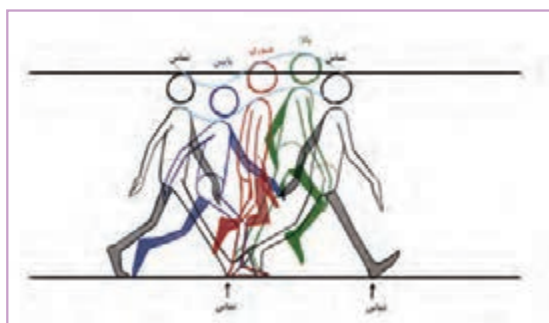
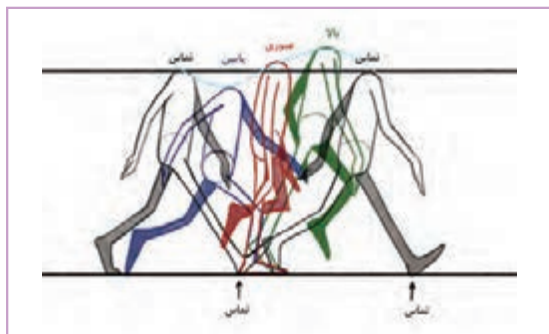
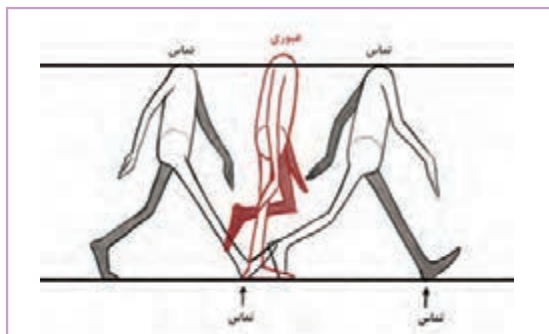
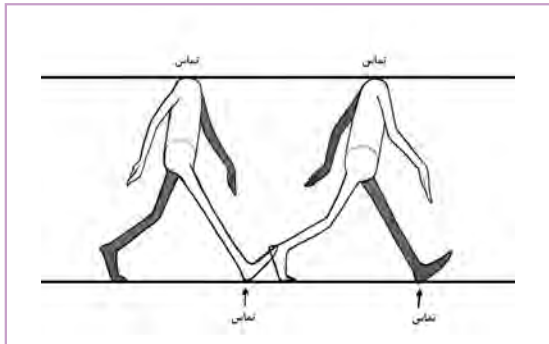
یک پا می‌افتد، پا خم شده و جرم بدن پایین می‌آید. در این قسمت وزن شخصیت احساس می‌شود. بعد از کلید عبوری، پای خم شده به جلو می‌رود و پایی که به حالت عمودی قرار داشت، روی پنجه به جلو خم می‌شود. در این حالت جرم بدن به سمت بالا کشیده می‌شود و در واقع پا بدن را به سمت جلو حرکت می‌دهد.

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 به‌دوربین قرار می‌گیرد. کلیدهای بعدی بین این دو حالت ترسیم می‌شوند. بعد از حالت تماس، بدن پایین می‌آید و وزن بلافاصله روی

● فعالیت: کلیدهای راه‌رفتن دو پا را در حالت درج‌زدن (لوپ) ترسیم کنید.



## متحرک سازی دست ها هنگام راه رفتن



■ در این مرحله، به همان ترتیبی که اشاره شد، بالاتنه و دستها را اضافه می کنیم. در کلید تماس، دستها درخلاف جهت پاها قرار دارند. بنابراین اگر پای راست جلو قرار گرفته باشد، دست راست برای حفظ تعادل بدن به عقب می رود و کلید تماس به شکل زیر در می آید.

■ در کلید عبوری، دستها موازی و همراستا با بالاتنه هستند. همان طور که پای راست به عقب می رود، دست راست نیز به سمت جلو حرکت می کند. به دلیل خیز شخصیت به سمت جلو، بالاتنه کمی بالاتر از کلید تماس قرار دارد.

■ به دلیل خم شدن زانوی پای راست، بالاتنه پایین می آید. در حالت میانی، دست راست بین کلید تماس و عبوری کمی به سمت جلو کشیده می شود و دست مخالف کمی به عقب می رود. در این کلید، شخصیت در پایین ترین حالت خود قرار دارد که به آن کلید پایین می گوئیم. دست راست نسبت به کلید قبل خود کمی جلوتر رفته و دست چپ کمی به سمت عقب برمی گردد. در این کلید، شخصیت در بالاترین حالت خود قرار دارد که به آن کلید بالا می گوئیم.

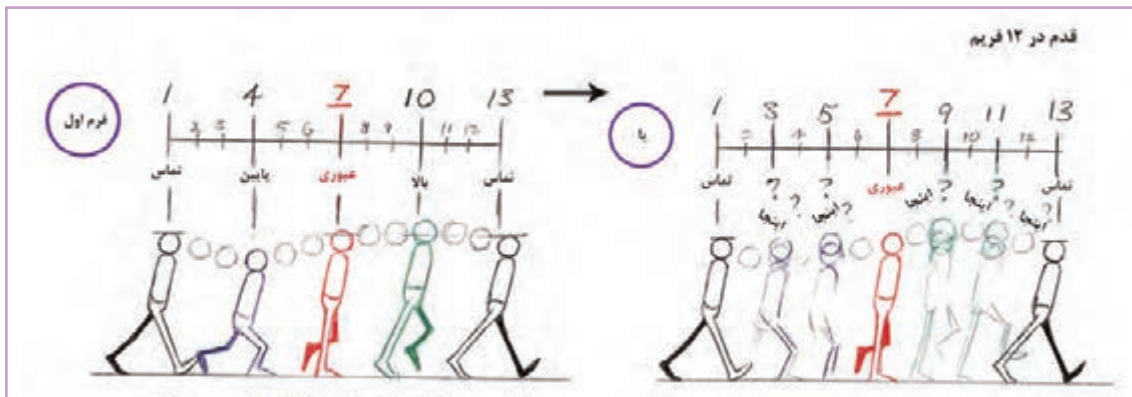
■ در این مرحله، سر را به کلیدها اضافه می کنیم. دقت کنید تا قوس حرکت بدن و سر کاملاً رعایت شود.

● فعالیت: کلیدهای راه رفتن یک انسان کامل (دست، پا، سر، بدن) را در حالت درجازدن ترسیم کنید.

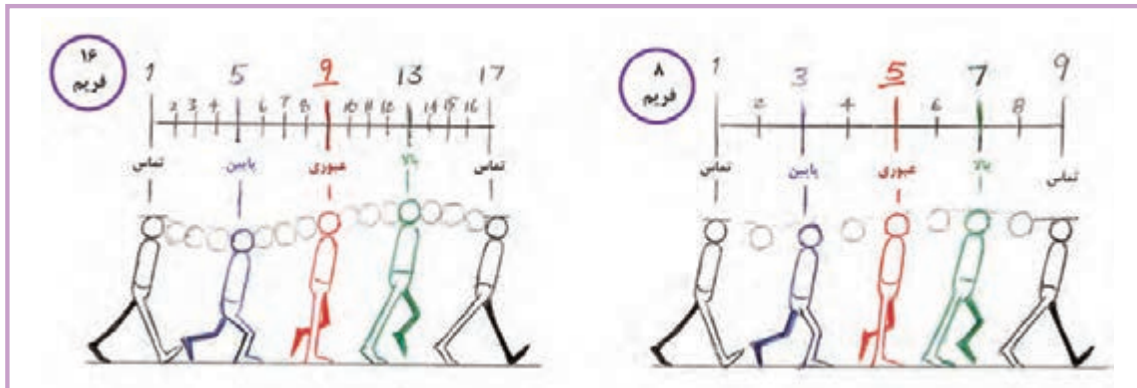


## متحرک‌سازی کامل راه‌رفتن در ۸ فریم

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



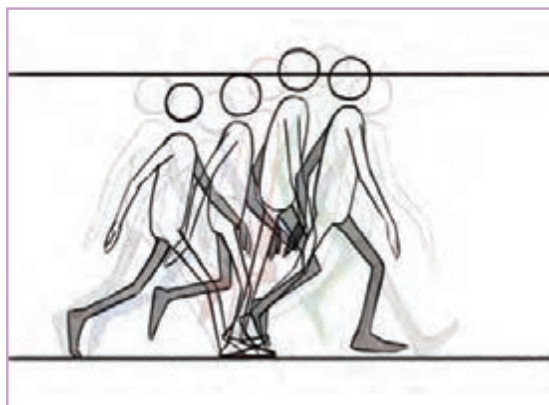
در این صورت کلیدهای بالای و پایینی را کجا قرار می‌دهید؟ وقتی به متحرک‌سازی سر و دست‌ها برسید این کار سخت‌تر هم می‌شود.



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

• نکته: فریم شماره ۹ مربوط به قدم بعدی است. برای اینکه قدم اول به قدم بعدی متصل شود، نیاز است فریم‌های میانی بین کلید آخر قدم اول و کلید ابتدایی قدم دوم کشیده شوند.



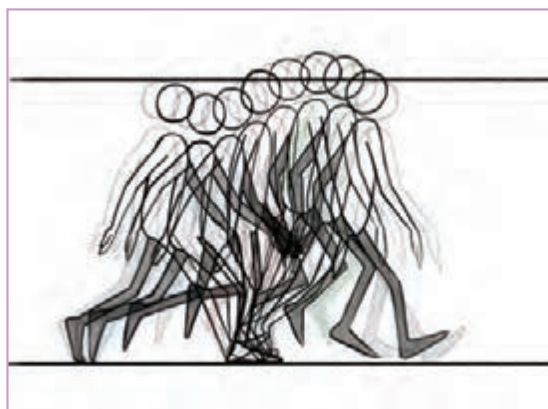


اجرای فریم‌های میانی راه‌رفتن براساس ۸ فریم بین کلیدهای اصلی

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



## متحرک‌سازی کامل راه‌رفتن در ۱۶ فریم



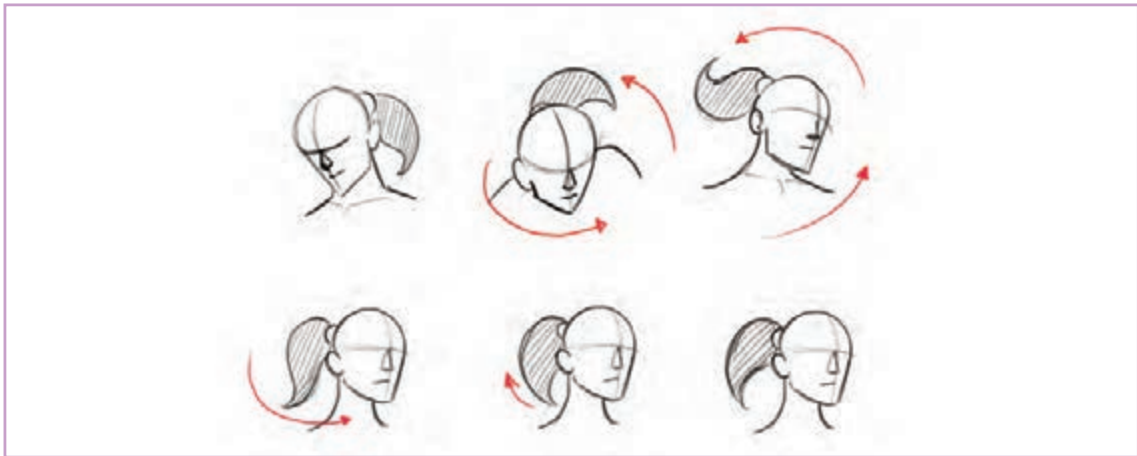
برای اجرای حرکت در ۱۶ فریم، بین هر دو فریم از نسخه قبیل یک فریم طراحی می‌کنیم. برای گام بعدی می‌توانید از همین کلیدها استفاده کنید و جای دست و پای عقب و جلو را عوض کنید.

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

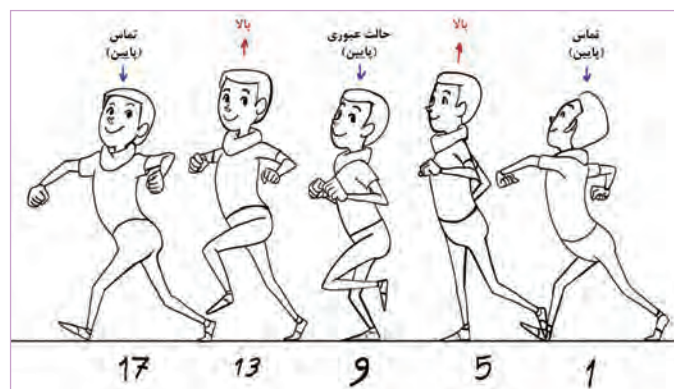


## اتصالات و دنباله‌ها

با توجه به فراگیری حرکت در اتصالات و دنباله‌ها در پودمان 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 دنباله 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 از طریق حرکت اصلی به بالا کشیده می‌شود.



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



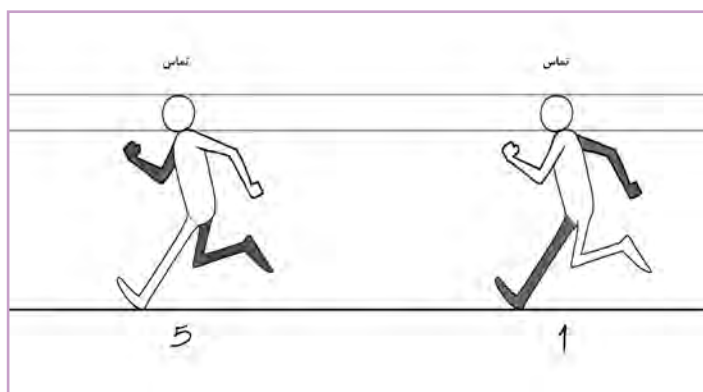
## واحد یادگیری ۶

### شایستگی: متحرک سازی پیچیده انسانی

#### دویدن

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 ۱۲ فریم 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.

در راه رفتن همیشه یک پا روی زمین است و هر بار فقط یکی از پاها از زمین بلند می‌شود. در حالی که در دویدن هر دو پا در یک، دو یا سه حالت و در یک زمان از زمین جدا می‌شوند. ما می‌توانیم همه آنچه را در مورد راه رفتن 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



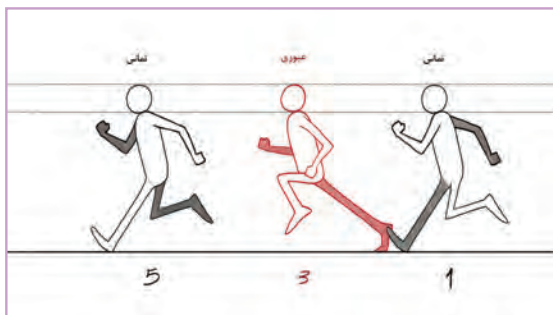
• فکر کنید: آیا تفاوت جزئیات حرکت در متحرک سازی راه رفتن با دویدن را می‌دانید؟







● نکته: 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 کش آمده 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.

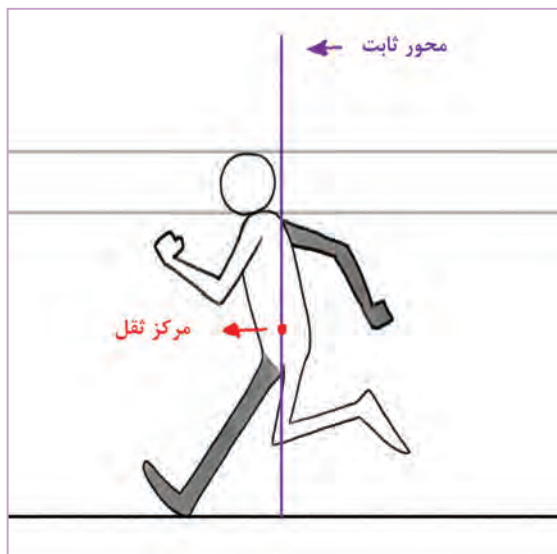


● نکته: قوس حرکتی سر و بدن را حفظ کنید.



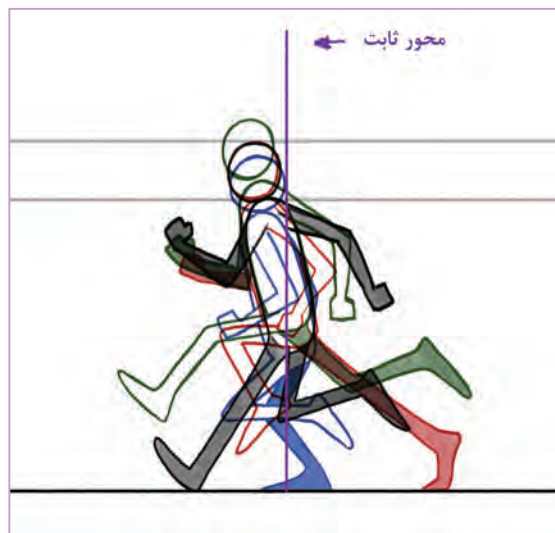
● فعالیت: شخصیتی را در حال دویدن متحرک‌سازی کنید، به طوری که از سمت راست کادر وارد و از سمت چپ آن خارج شود.

## لوپ دویدن



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

■ سپس همه فریم‌ها را روی همین محور و هم‌راستا با مرکز ثقل بدن اجرا کنید.



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



## پريدن

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

- ایستادن
- آماده‌شدن برای پرش (پیش حرکت)
- فرود آمدن (کشیدگی)
- جهش (کشیدگی)
- کنترل کردن (فشرده‌گی)
- پرش (فشرده‌گی)
- ایستایی نهایی



### ■ گام اول: ایستادن

ابتدا فریمی ایستا از شخصیت طراحی می‌کنیم.



### ■ 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، به‌ذخیره‌کردن انرژی بدن و سپس جهش نیاز است. پس برای پریدن، نیازمند فشرده‌گی یا همان پیش حرکت در بدن هستیم.



### ■ گام سوم: جهش

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

### ■ گام چهارم و پنجم: پرش و فرود

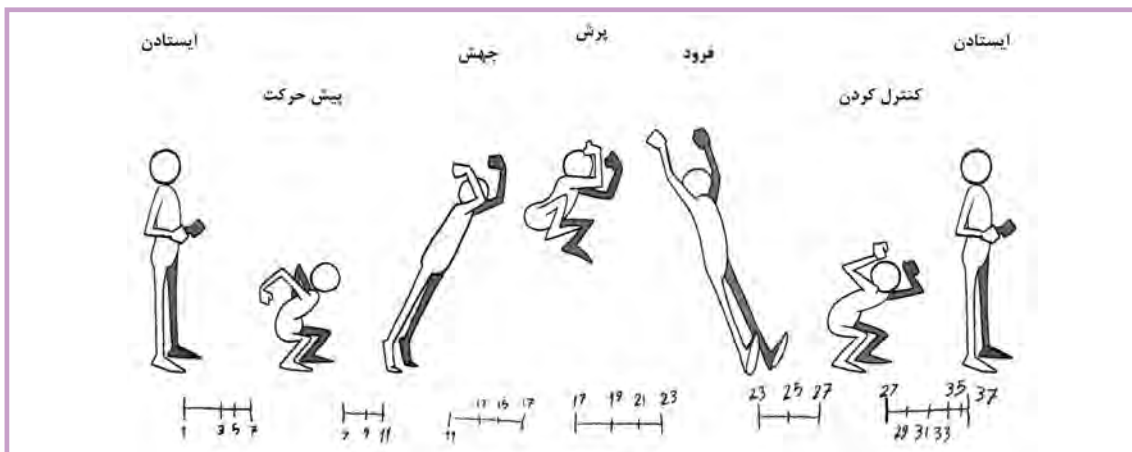
در دو کلید بعدی، بدن در هوا رها می‌شود و چند فریم معلق می‌ماند، سپس به‌واسطه جاذبه به پایین کشیده می‌شود و با دو پا فرود می‌آید.

● نکته: وقتی شخصیت به نقطه اوج یا همان کلید پرش می‌رسد، سرعتش کم می‌شود. بنابراین باید قبل و بعد از آن فریم‌های بیشتری را طراحی کنیم. مانند فاصله‌گذاری‌هایی که در صفحه 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.

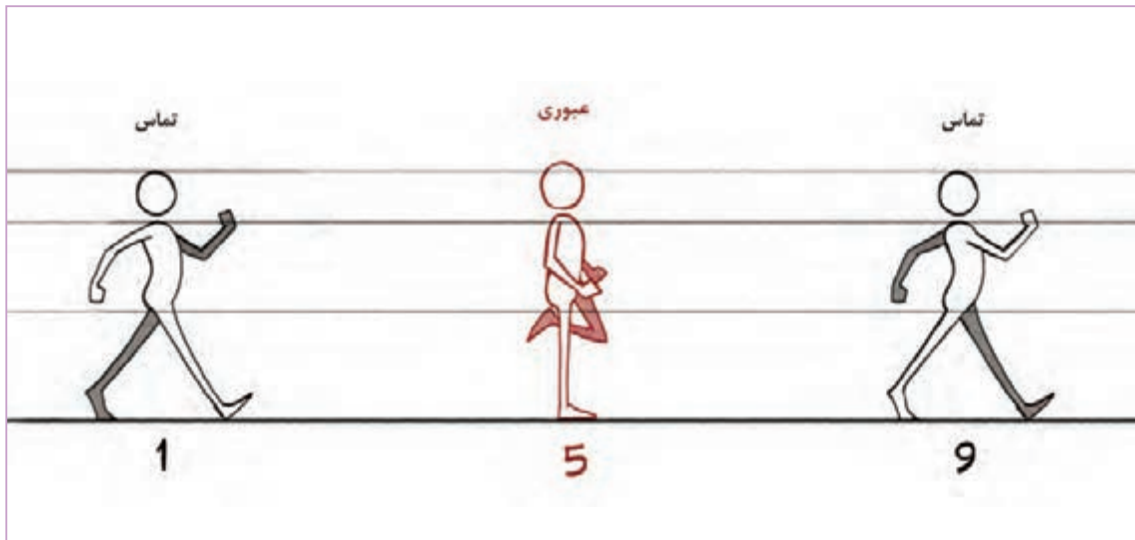


## راه رفتن با خوشحالی

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، راه رفتن انواع مختلفی دارد. حتی با تغییراتی اندک در کلیدها می‌توان حس راه رفتن را تغییر داد. برای متحرک‌سازی شخصیت خوشحال، می‌توانیم از فرم کلیدهای راه رفتن عادی استفاده کنیم و در آن تغییرات جزئی بدهیم. پیش از هر چیز، باید بدانیم که یک فرد خوشحال چگونه رفتار می‌کند؟ به دلیل انرژی مضاعفی که در او وجود دارد، هنگام راه رفتن گام‌هایش را بلندتر برمی‌دارد و

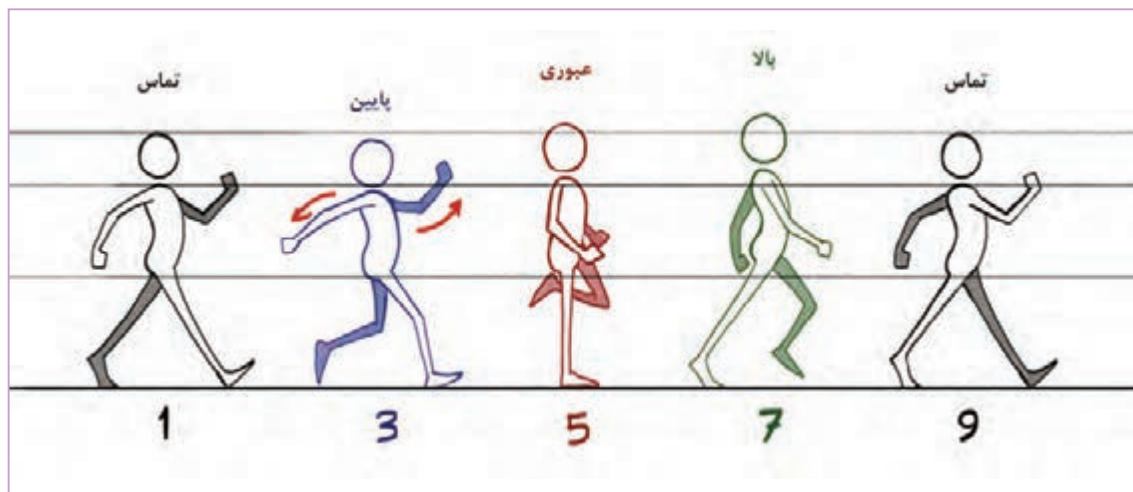
دستانش را بلندتر تاب می‌دهد. ممکن است کمی هم سینه‌اش را از حالت عادی جلوتر بدهد. مانند روش قبل، ابتدا دو کلید تماس را طراحی می‌کنیم. در این کلیدها، دست‌ها بالاتر و به صورت مشت هستند. در کلید عبوری نیز دست‌ها کمی خم و مشت هستند و در کنار پهلوها قرار دارند و همچنین پای را که خم شده کمی بالاتر می‌آوریم.

● فکر کنید: رعایت چه نکاتی در متحرک‌سازی می‌تواند حالات درون شخصیت را در راه رفتن نمایش دهد؟



باشید که در کلید پایین، دست‌ها در بالاترین حالت خود قرار دارند. کلید شماره هفت بالاترین حالت حرکت است و دست‌ها کمی خم شده و به صورت مشت هستند.

کلید شماره سه پایین‌ترین حالت حرکت است. نسبت به راه رفتن عادی، در این قسمت تفاوتی وجود دارد و آن این است که دست‌ها بیشتر بالا می‌روند. دقت داشته



جای گیری کلیدها به این شکل درمی آیند و اکنون ما یک شخصیت با راه رفتن خوشحال داریم.



● پژوهش: نوع راه رفتن با خوشحالی را در یک پویانمایی پیدا و بررسی کنید.



● فعالیت: شخصیت خود را در حالت راه رفتن با خوشحالی متحرک سازی کنید.



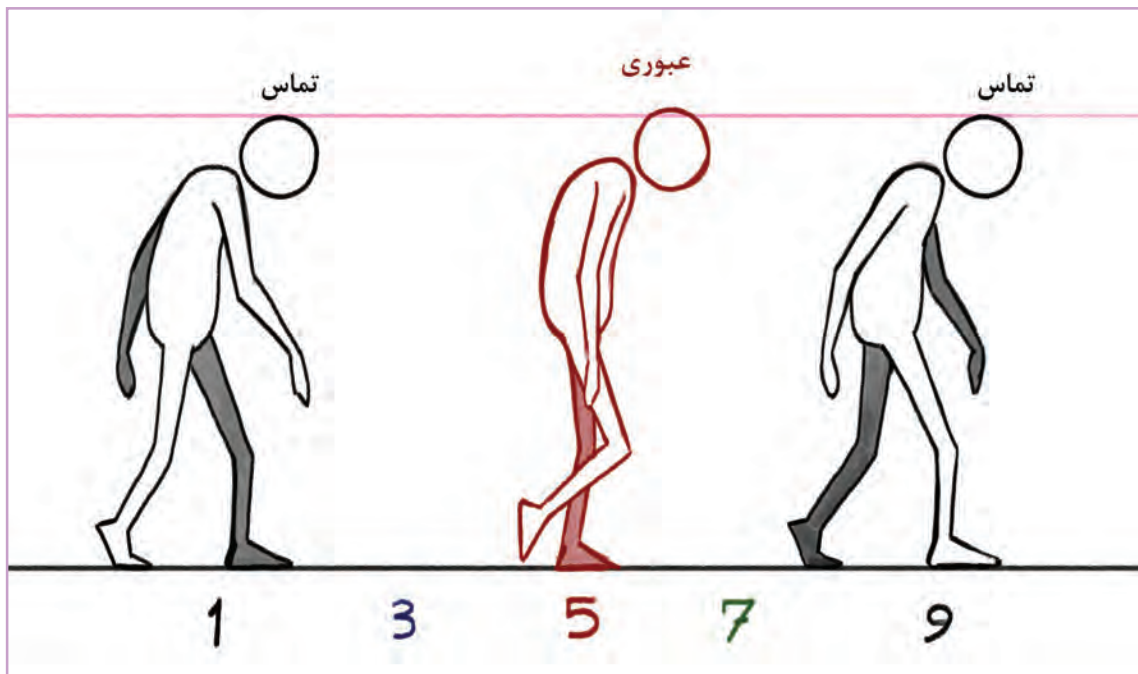
## راه رفتن با ناراحتی

نوع دیگری از حرکت، راه رفتن هنگام ناراحتی است. انسان ناراحت انگیزه‌ای برای تاب‌دادن یا احساس نشاط در یک راه رفتن عادی را ندارد. پس دست‌ها و پاهایش همیشه کمی خم و شُل هستند و خیلی هم بلند گام بر نمی‌دارد.

● نکته: مراقب باشید در این مورد، شخصیت زیاد شُل و وارفته نشود. اغراق زیاد در این مورد ممکن است به‌جای ناراحتی، خستگی را تداعی کند.



در حالت عبوری، سر شخصیت به‌مقدار 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.

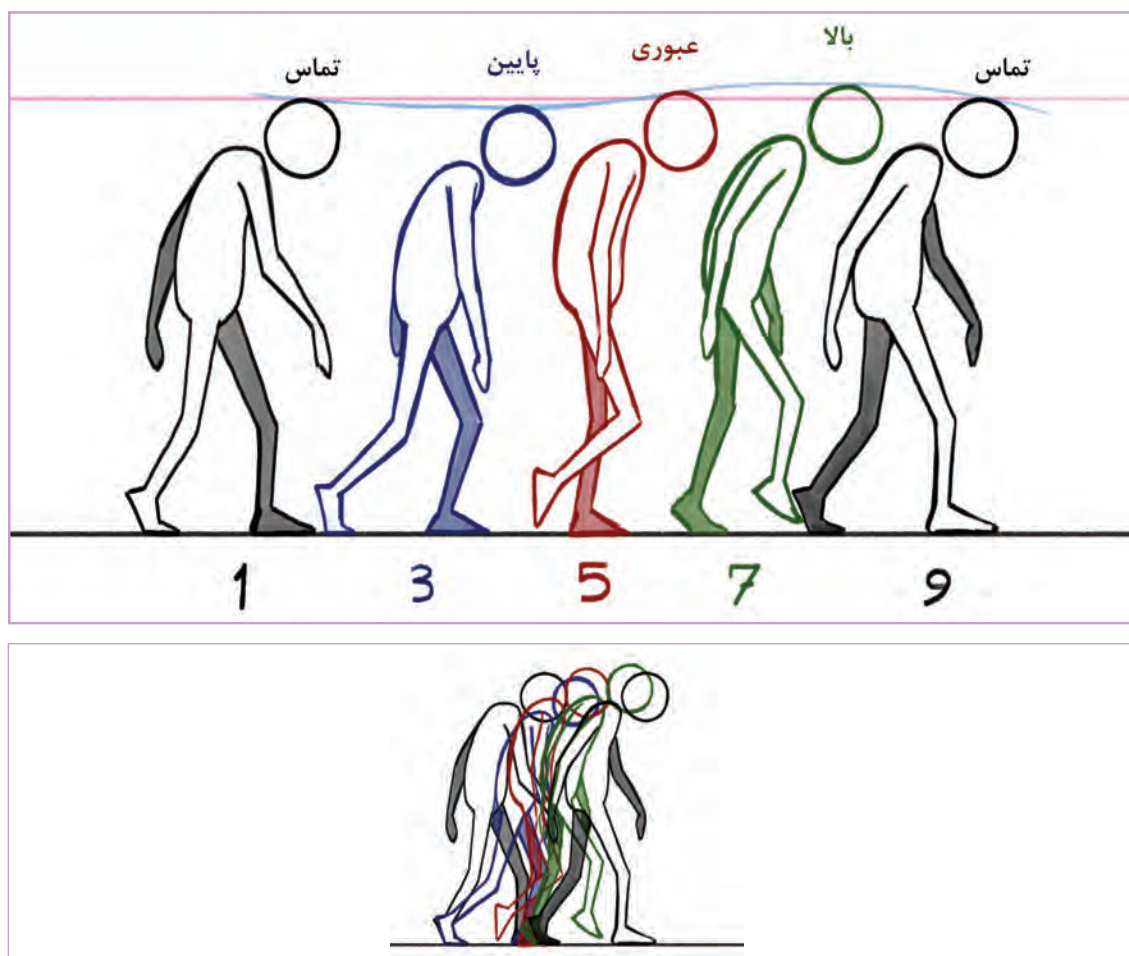


● نکته: اگر پای خم‌شده از زمین بلند نشود و روی زمین کشیده شود، شخصیت شما به‌جای ناراحت خسته به‌نظر می‌رسد.



در کلید شماره ۳، بدن در پایین‌ترین حالت خود قرار دارد. اما به نسبت راه رفتن معمولی، بدن کمتر بالا و پایین می‌شود و از دلایل آن می‌توان به قدم‌های کوتاه‌تر و ارتفاع کم پای که بلند می‌شود اشاره کرد. دست‌ها نیز در حالت آویزان در کنار بدنش تاب می‌خورند.

در کلید شماره ۷، بدن در بالاترین حالت خودش قرار می‌گیرد. شخصیت بدنش را با بی‌میلی به جلو پیش می‌برد. در این سیکل راه رفتن، شاهد نوسان کمتری در حرکت هستیم.



• پژوهش: در یک پویانمایی، راه رفتن با ناراحتی را جست‌وجو کنید و متحرک‌سازی آن را بازسازی و تحلیل کنید.



• فعالیت: مراحل راه رفتن را در یک شخصیت انسانی در حالت ناراحت متحرک‌سازی کنید.

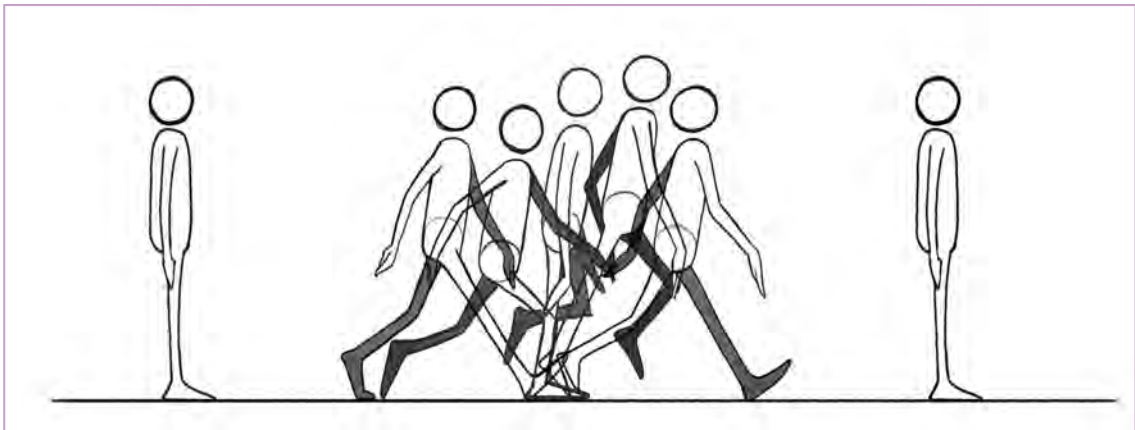




## توقف، شروع حرکت و توقف



● فکر کنید: نکته مهم در متحرک‌سازی راه‌رفتن این است که چه طور شخصیت از حالت ایستاده شروع به حرکت می‌کند یا می‌ایستد؟

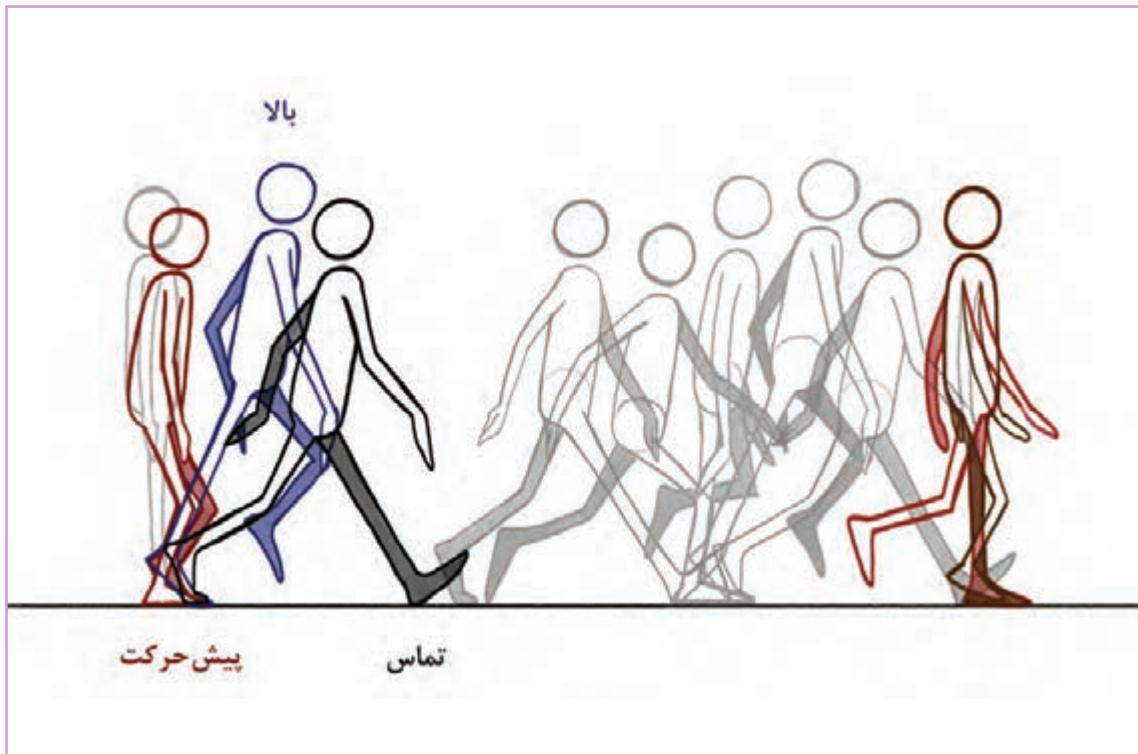


یک حالت ایستاده، فریم‌های راه‌رفتن عادی و در انتها یک حالت ایستاده دیگر

هر حرکتی یک پیش‌حرکت دارد. هر چه بخواهید متحرک‌سازی شما فانتزی‌تر و جذاب‌تر باشد، باید در پیش‌حرکت خود اغراق بیشتری داشته باشید. هنگام راه‌رفتن، بعد از پیش‌حرکت به کلید بالا و سپس چرخه کلیدهای راه‌رفتن وصل می‌شویم.





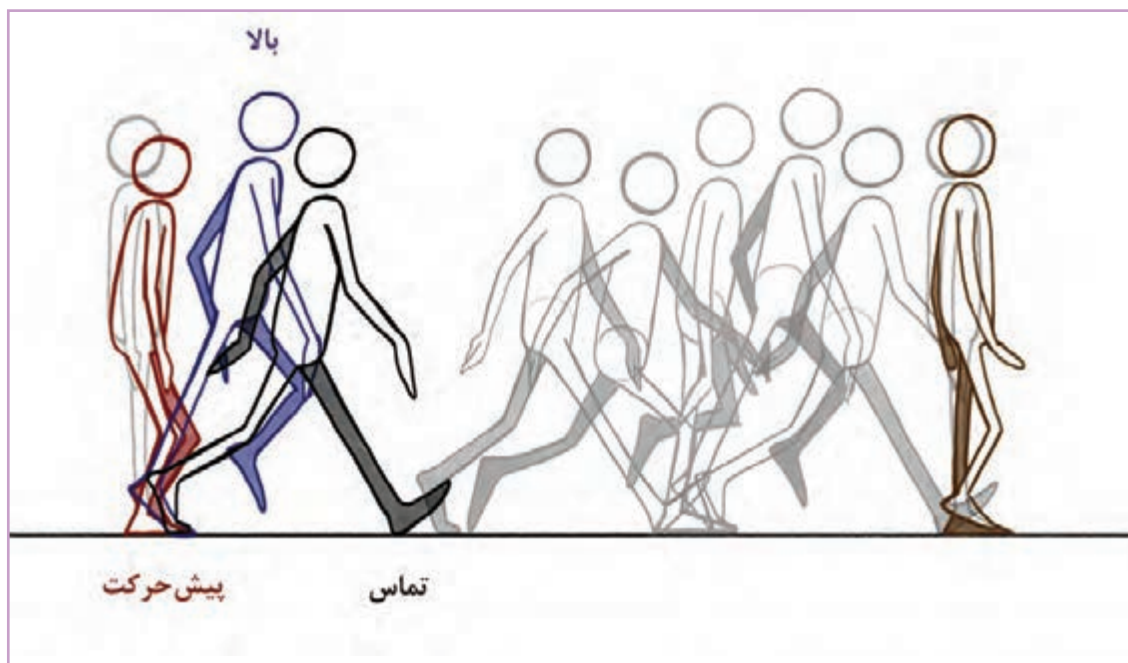


برای اینکه شخصیت متوقف شود، کافی است فریم‌های میانی بین آخرین تماس و فریم ایستادن را رسم کنیم.

● پژوهش: یک پویانمایی را انتخاب کنید و در کلاس نمایش دهید. توقف، شروع حرکت و توقف شخصیت‌های فیلم را جست‌وجو کنید. این حرکات را با دوستان خود در کلاس بازی کنید و ببینید چه توقف‌های متفاوتی را می‌توان برای آن‌ها متصور شد.



می‌توانید برای بیشتر جذاب شدن حرکت، در فریم کلیدی قبل از ایستادن اغراق کنید. وقتی حرکتی می‌خواهد متوقف شود، جسم همچنان تمایل به جلورفتن 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 راه رفتن می‌کند و در انتها می‌ایستد متحرک‌سازی کنید.



## ارزشیابی شایستگی متحرک سازی ترکیبی انسانی

<p><b>شرح کار:</b> متحرک سازی انسانی</p> <p>تبیین راه رفتن دوپا در جا زدن (Loop) حرکت دست‌ها هنگام راه رفتن، حرکت راه رفتن انسان در ۸ فریم، حرکت راه رفتن انسان در ۱۶ فریم، حرکت اتصالات و دنباله‌ها، حرکت راه رفتن انسان با خوشحالی، حرکت راه رفتن انسان با ناراحتی، حرکت دویدن، پریدن و ترکیبی انسان</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>تحلیل طراحی حرکات ساده و پیچیده در راه رفتن انسان با استفاده از انواع راه رفتن با حالات مختلف درونی براساس منطق ایستایی و حرکت</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>زیبایی‌شناسی (هرمنوتیک)، تناسبیات در اجزای بدن، زبان بصری بین‌المللی، علم فیزیک، شیمی، روان‌شناسی و ریاضیات، قوانین وزن، تعادل، ایستایی، خطوط سیال و روان در طراحی</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>مکان: کارگاه انیمیشن زمان: ۱۲۰ دقیقه</p> <p><b>ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:</b></p> <p>انواع مداد، انواع کاغذ، پانچ، پین، تخته شاسی، کاتر، پاک‌کن، خط‌کش، تراش، گیره کاغذ، پوشه آرشیو، مانتو و لباس کار، منگنه، تخته پاک‌کن، ماژیک وایت‌برد، چسب نواری، دیتا پروژکتور و پرده نمایش، رایانه و متعلقاتش، میز نور</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	متحرک‌سازی و تحلیل راه رفتن دوپا در حالت درجا زدن (Loop)، حرکت دست‌ها هنگام راه رفتن، حرکت راه رفتن انسان در ۸ فریم و ۱۶ فریم	۲	
۲	متحرک‌سازی و تحلیل حرکت اتصالات و دنباله‌ها	۲	
۳	متحرک‌سازی و تحلیل حرکت راه رفتن انسان با خوشحالی، ناراحتی	۲	
۴	متحرک‌سازی و تحلیل حرکت دویدن انسان	۲	
۵	متحرک‌سازی و تحلیل حرکت پریدن انسان	۲	
۶	متحرک‌سازی و تحلیل یک حرکت ترکیبی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	میانگین نمرات		
			*

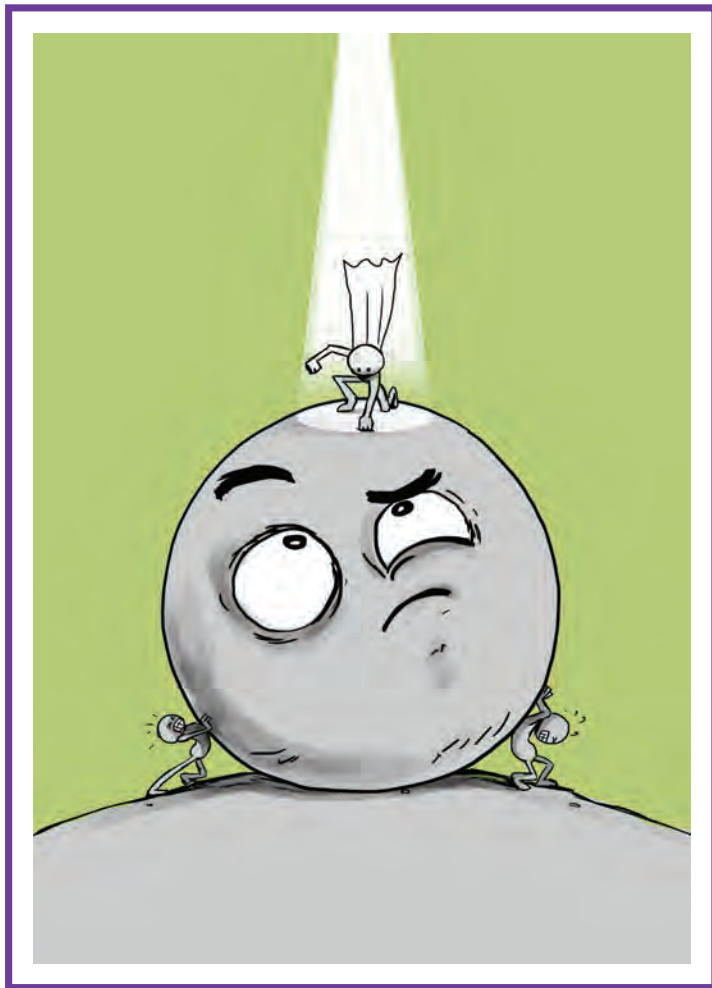
\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## پودمان چهارم

### بازی سازی موقعیتی



## واحد یادگیری ۷

### شایستگی: بازی سازی صورت

#### آیا تا به حال متوجه شده اید

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

#### هدف از این واحد یادگیری:

- هنرجویان در این واحد یادگیری، طراحی حالات فرمها و حس های چهره در اشخاص و خود را می آموزند. علاوه بر آن، کاربرد فریم های کشیده میانی را در حرکات سریع بدن و اجرای حرکات لب در هنگام بیان کلمات را فرا می گیرند.

#### استاندارد عملکرد:

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



## بازیگری و طراحی حس‌های اصلی

برای مطالعه 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 است.



کیمبال در حال بازیگری چهره برای متحرک‌سازی صورت



جانسون در حال نگاه کردن به چهره خود در آینه و بازی‌سازی صورت

● گفت و گو: حس‌های صورت را در یک فیلم بررسی کنید و عکس (اسکرین‌شات) آن‌ها را پرینت بگیرید و تغییرات صورت (ترس، تعجب، خوشحالی، غم، خشم، شگفت‌زدگی و ...) را روی تصویرها تحلیل کنید.



برای رسیدن به حالات اصلی صورت، بازیگری جلوی آینه از ضروریات حرفه‌ی یک متحرک‌ساز است. شاید ابتدا از اغراق زیاد صورت بترسید، ولی باید شجاع بود و بیشترین میزان اغراق را اجرا کرد.

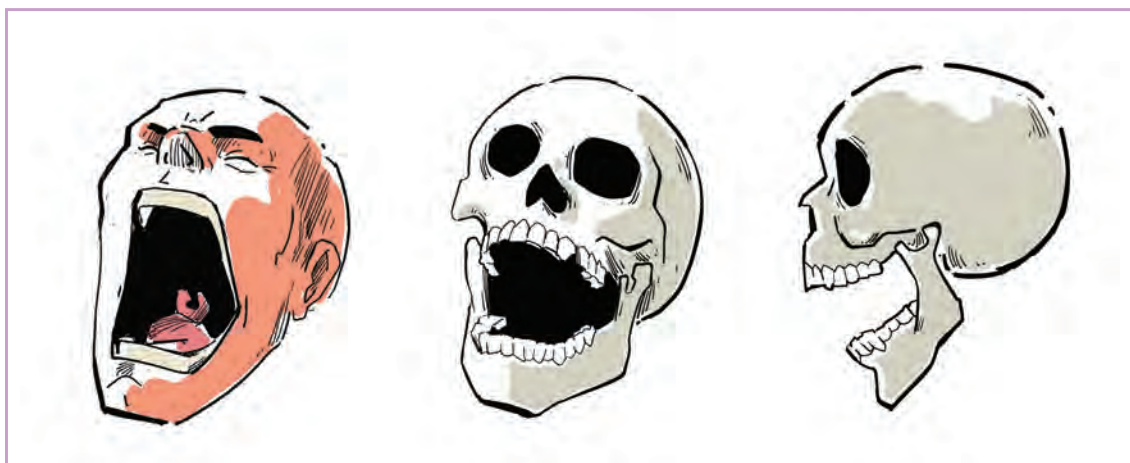




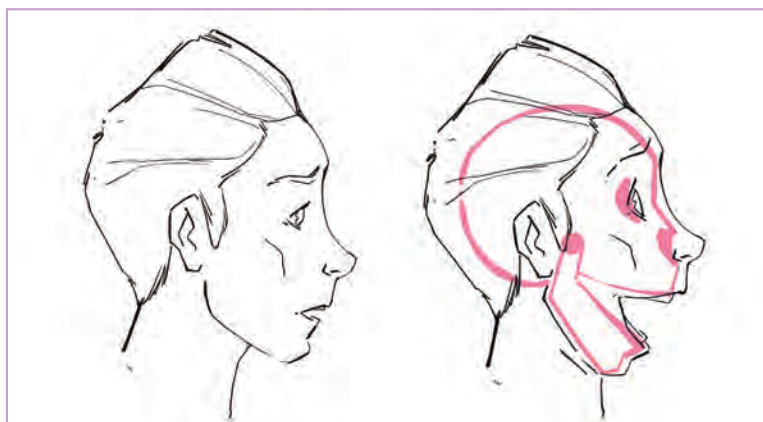
## فعالیت:

- حالت‌های خنده تمسخرآمیز، خنده مودبانه، خواب‌آلودگی و نگاه مشکوک را در حالت اغراق و بدون اغراق اجرا کنید و از خود عکس بیندازید.
- حالت‌های شادی، ناراحتی، عصبانیت، وحشت، تعجب و شگفت‌زدگی را در حالت اغراق و بدون اغراق اجرا کنید و از خود عکس بیندازید.

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



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

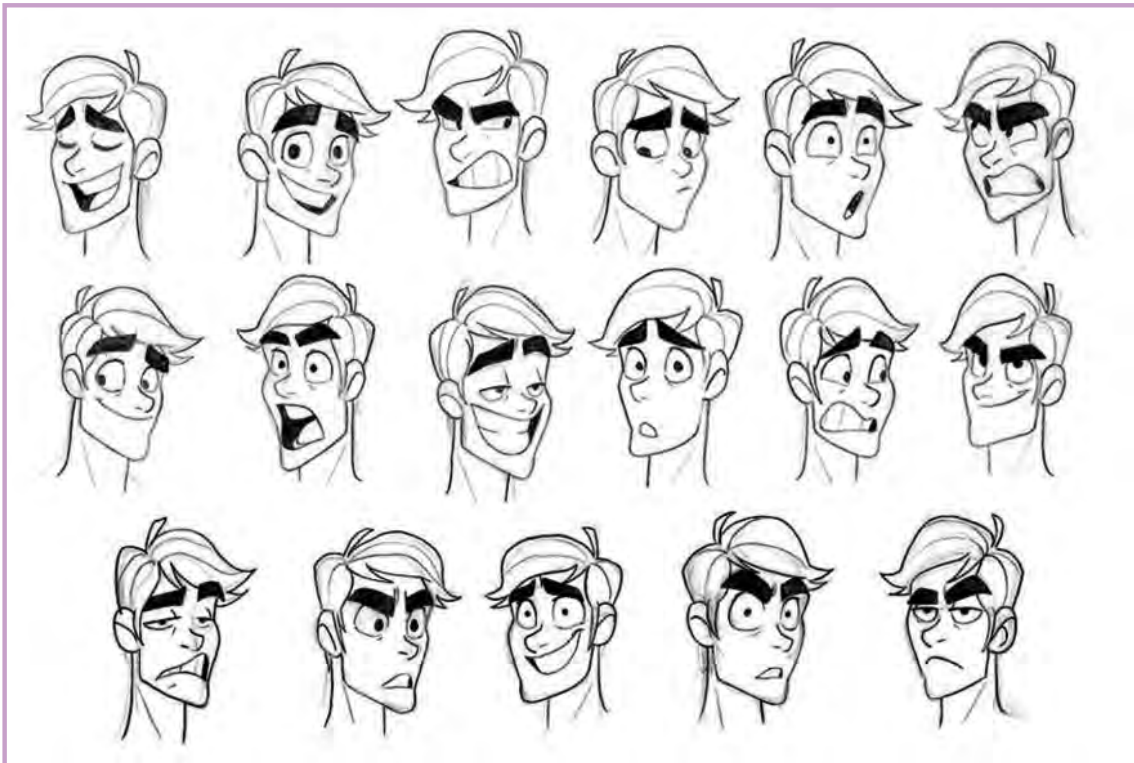




● نکته: فک در متحرک‌سازی از قانون قوس تبعیت می‌کند.



● فعالیت: یک شخصیت طراحی کنید و حالت‌هایی را که از خودتان عکاسی کرده‌اید روی صورت شخصیت اجرا کنید.

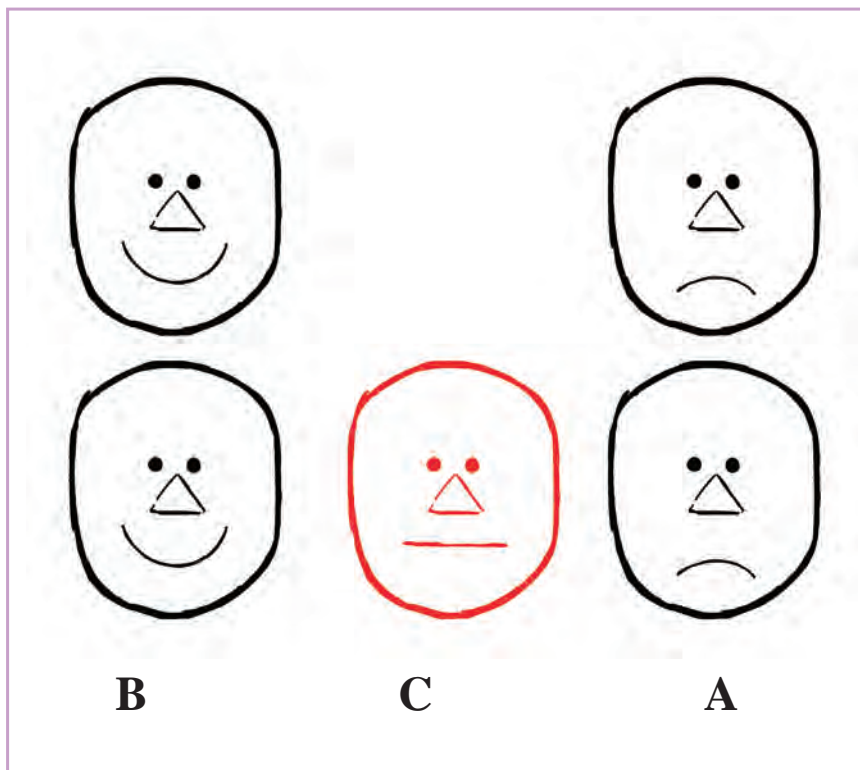


● نکته: در زمان اجرا، به فرم مجسمه شخصیت توجه داشته باشید. توجه کنید اغراق فراموش نشود.

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

## تغییر حالت‌های ثابت صورت









اکنون که از طریق شخصیت‌های مختلف را به‌طور جداگانه طراحی کرده‌اید، می‌توانید به‌روش زیر یک حس صورت را به‌حسی دیگر تبدیل کنید. به‌عنوان مثال، برای تبدیل حالت شاد B به‌غمگین A که دو نقطه عطف به‌حساب 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.

<p>= نتیجه‌اش جذابیت و تغییر بیشتر است.</p>		<p>بیاید در طرح وسط جای دیگری برویم</p>
<p>= یک تغییر سریع‌تر، سرزندگی بیشتر</p>		<p>می‌توانیم همان دهان را نگه‌داریم و تغییر را به تأخیر بیندازیم</p>
<p>= ناراحت شدن سریع‌تر</p>		<p>یا اینکه برعکس تغییر را بیشتر کنیم</p>
<p>= بر گونه‌ها و احتمالاً چشم‌ها مؤثر است</p>		<p>همان دهان را بالا ببرید</p>
<p>= گونه‌ها، بینی و چشم‌ها کش می‌آیند</p>		<p>همان دهان را نگه‌دارید، اما پایین بیندازیدش</p>
<p>= تغییری کاملاً متفاوت</p>		<p>یا اینکه دهان ناراحت را در نظر بگیرید و بالا ببرید</p>
<p>= آب دهانش را قورت می‌دهد.</p>		<p>آن را صاف کنید و بالا ببرید</p>
<p>= اوه، اوه ...</p>		<p>دهان را صاف کنید و پایین بیاورید!</p>
	<p><b>B</b>                      <b>C</b>                      <b>A</b></p>	

یا از A به C و بعد به B می‌رویم.

= درباره‌اش فکر می‌کند				می‌شود یک‌جوری بالا ببریمش
= اعتماد به نفس کاذب				لبخند را بزرگ کنیم
= هووم م ...				کم‌ش کنیم
= می‌دونستم ...				بباید دهان غمگین را کوچک کنیم.
= قدری تحرک				حتی فقط یک پلک‌زدن کوچک
= اوخ				می‌توانیم کمی صورت را بکشیم
= چیز ناجوری خورده‌ام				بباید خلاقیت را شروع کنیم...
= رازت پیش من محفوظه ...				
	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	





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



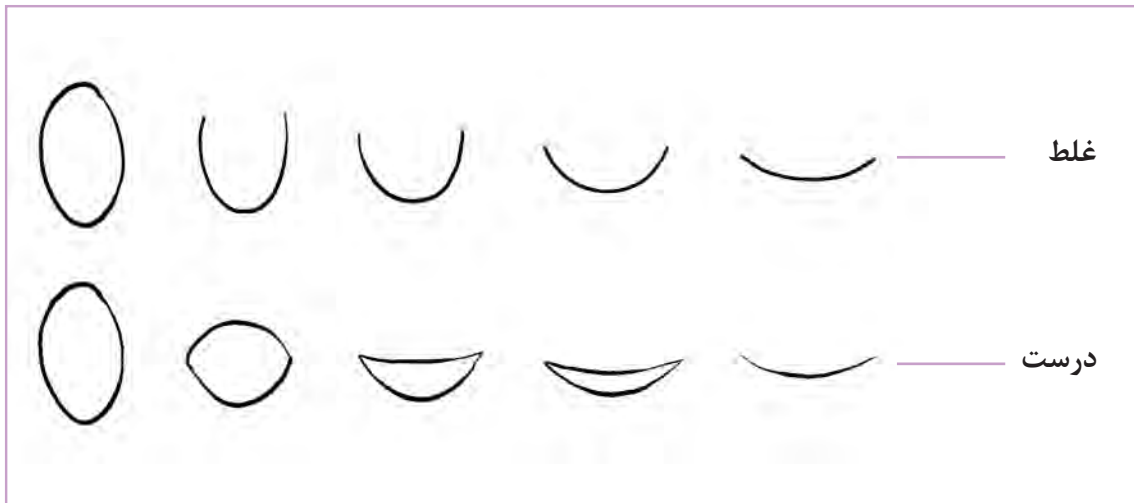
● گفت‌وگو: چهره هنرپیشه‌های واقعی در فیلم‌های زنده را به صورت فریم به فریم جدا کنید و میزان انعطاف‌پذیری صورت و بازی‌سازی آن‌ها در چهره‌شان را مورد تحلیل و بررسی قرار دهید.



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



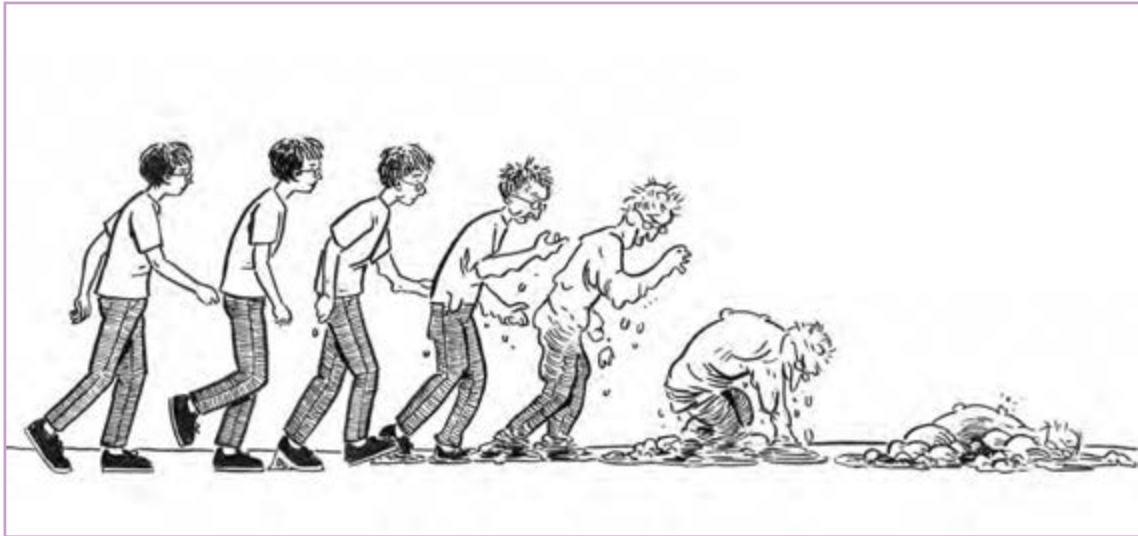
● نکته: ابتدا کلیدهای اصلی را طراحی کنید. سپس کلید عبوری را اضافه کنید (به شیوه‌ای که توضیح داده شد)، بعد فریم‌های میانی را بین کلیدهای اصلی و عبوری طراحی کنید.



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

## تبدیل (مورف)

متامورف، استحاله، دگردیسی و گروتسک، تبدیل تدریجی دو عنصر طی چند فریم به یکدیگر است مورف، ساده شده‌ی واژه‌ی متامورف است. مورف‌ها باعث شاعرانگی و فانتزی شدن پویانمایی شده و آن‌را جذاب‌تر می‌کنند. هر چه فرم‌ها ساده‌تر باشند، تبدیل حالت‌ها 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.

● نکته: از آنجا که میزان جذابیت و باورپذیری را بالا می‌برد، مورف بهتر است هنگام حرکت اتفاق بیفتد.



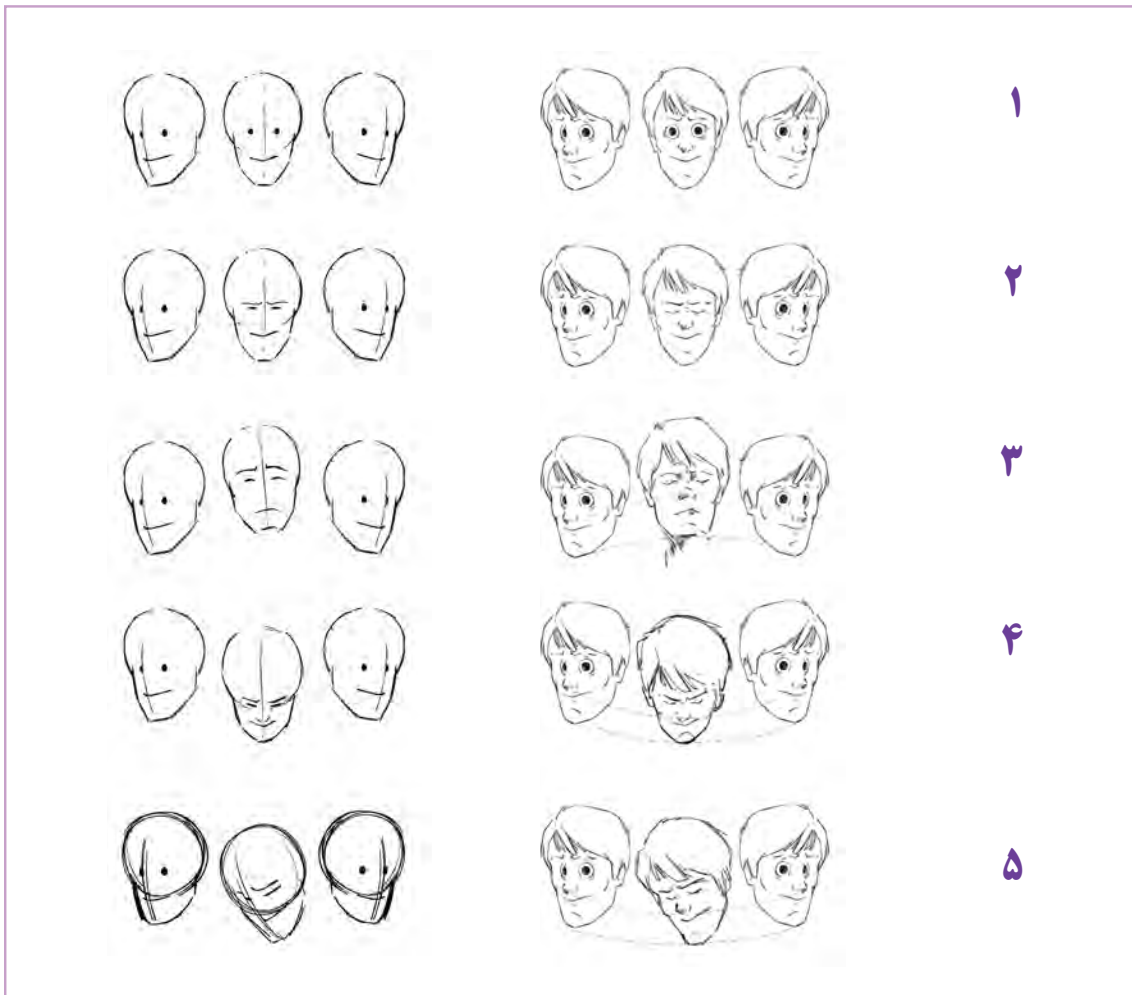
● فعالیت: تعدادی شکل مانند (صندلی، انسان، درخت و...) را انتخاب کنید و در یک کار گروهی، هر هنرجو یک مرحله مورف بین دو تصویر انجام دهد. به صورتی که سیر تکمیلی مورف بین تصاویر را هنرجویان دوبه‌دو انجام دهند.



## تغییر حالات چرخشی صورت

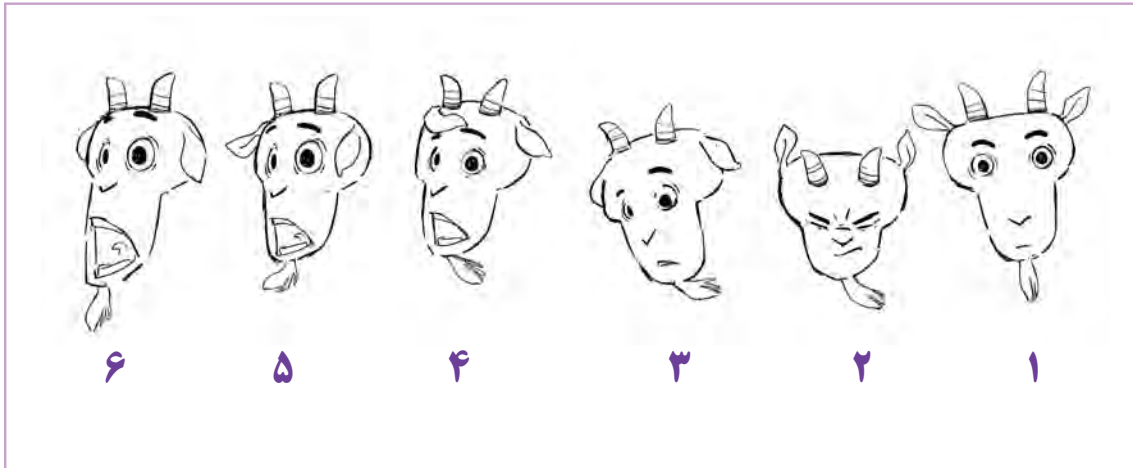
اکنون که تغییر حالات صورت را تمرین کرده‌ایم، می‌خواهیم سر را به‌هنگام متحرک‌سازی جابه‌جا کنیم. ابتدا برای جابه‌جایی سر تست‌هایی می‌زنیم (بدون تغییر حالت).

- تصویر ۱: کلید عبوری را کاملاً وسط قرار می‌دهیم، بی‌مزه و کسل‌کننده است.
- تصویر ۲: برای وضوح بیشتر، فریم‌ها را از هم جدا کردیم.
- تصویر ۳: شخصیت در هنگام حرکت می‌تواند پلک بزند یا سرش را بالا ببرد.
- تصویر ۴: یا به پایین بیاورد.
- تصویر ۵: همچنین می‌تواند برای بازی و جان داشتن بیشتر، فکش دیرتر و یا زودتر حرکت کند.



## بازی هم‌پوشانی

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



۱. کلید اصلی؛

۲. پیش حرکت و فشردگی؛

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

۴. جایی که سر قرار است ثابت بماند؛

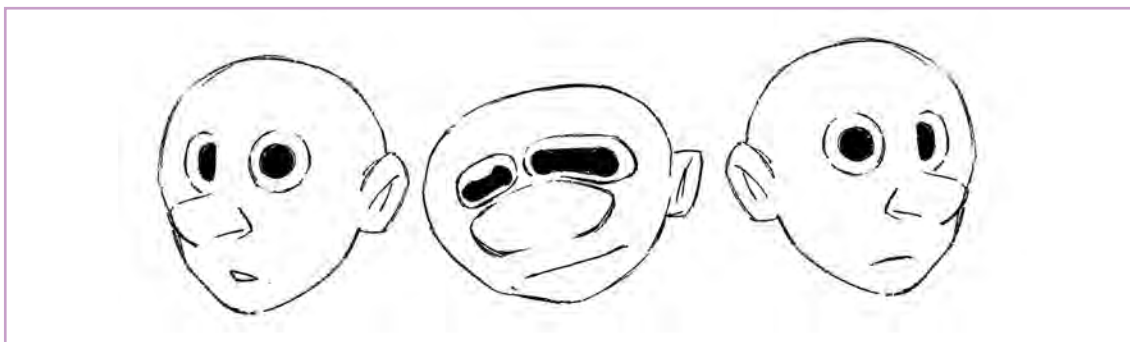
۵. گوش‌ها و ریش دیرتر می‌رسند ( دنباله حرکت ) و به حرکت ادامه می‌دهند (هم‌پوشانی)؛

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

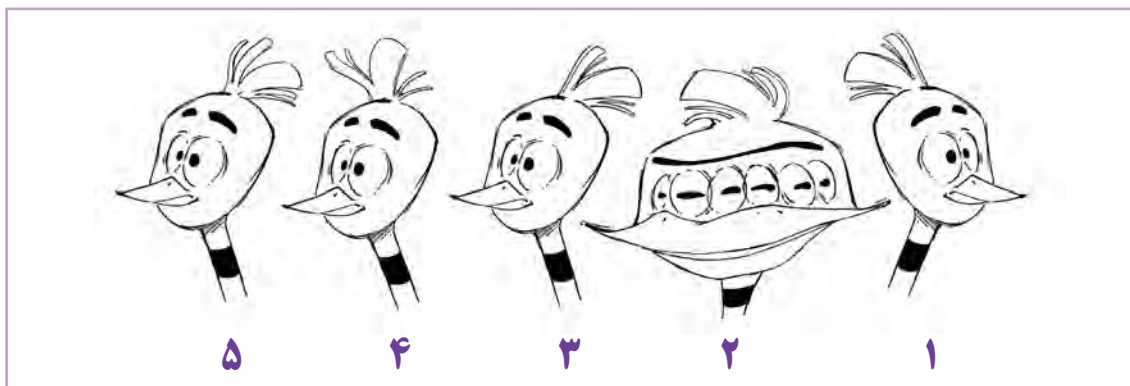
● **فعالیت:** چرخش سر شخصیت داده شده را متحرک سازی کنید و از قوانین قوس، تندشونده و کندشونده، پیش حرکت، دنباله حرکت و هم‌پوشانی استفاده کنید (همانند ریش و گوش بز).



یکی از ترفندهایی که اغلب متحرک سازها برای زیباتر شدن حرکات سریع استفاده می کنند، فریم های کشیده میانی است که نه تنها به زیباشدن یک عمل بازی سازی شده کمک می کند، بلکه باعث نرمی حرکت هم می شود. متحرک سازها وقتی از فیلم زنده برای تکنیک های روتوسکوپی به منظور طراحی حرکات استفاده می کردند، به این مطلب پی بردند که فریم های میانی که در حرکات سریع قرار دارند محو می شوند.



برای ایجاد این ترفند در متحرک سازی از تکرار یا کشیده کردن یک عنصر در متحرک سازی از یک شخصیت استفاده می شود. فریم های کشیده میانی با تکرار از یک عنصر در فریم یا کشیده کردن یکی از اجزای شخصیت در فریم، این توهیم را به وجود می آورد که از شدت سرعت در عمل، بخشی از حرکت به صورت محو در آمده است.



۱. فریم اول؛

۲. ناگهان سرش را برمی گرداند (فریم کشیده میانی)؛

۳. جایی که سر پرند ثابت می ماند، مو جا مانده است (دنباله حرکت)؛

۴. مو به جلو حرکت می کند (هم پوشانی)؛

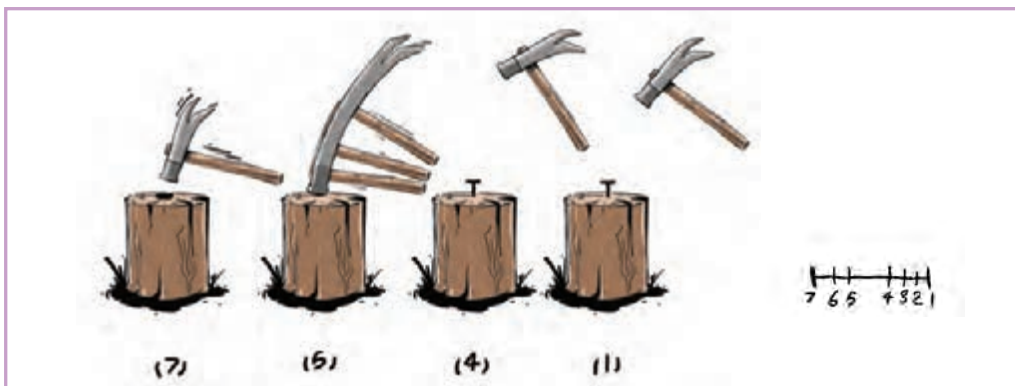
۵. مو ثابت می شود (می تواند نوسان بیشتری داشته باشد).

• فعالیت: چرخش سر یک شخصیت را همراه فریم کشیده میانی متحرک سازی کنید.

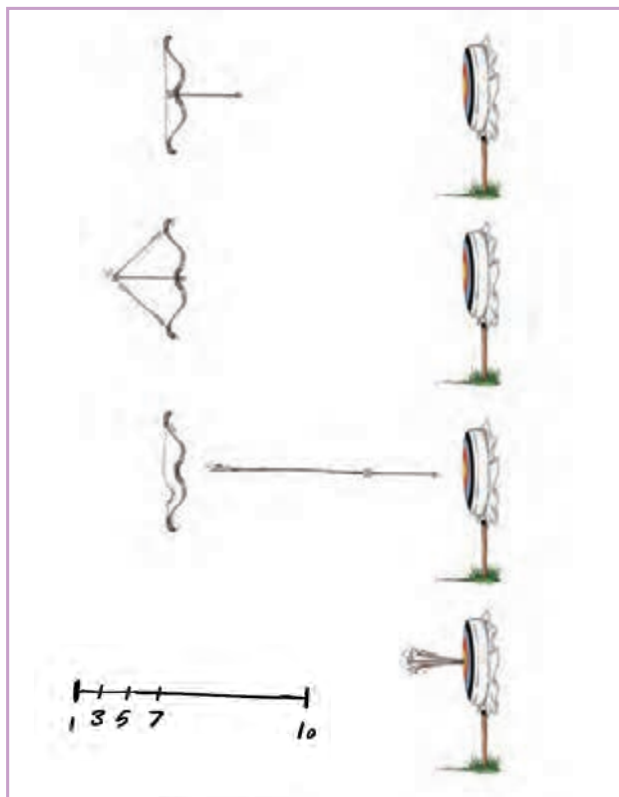


مثال‌های دیگر:

● فعالیت: ضربه چکش به میخ را متحرک‌سازی کنید.



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



## لیپ‌سینک (هماهنگی صدا و لب)

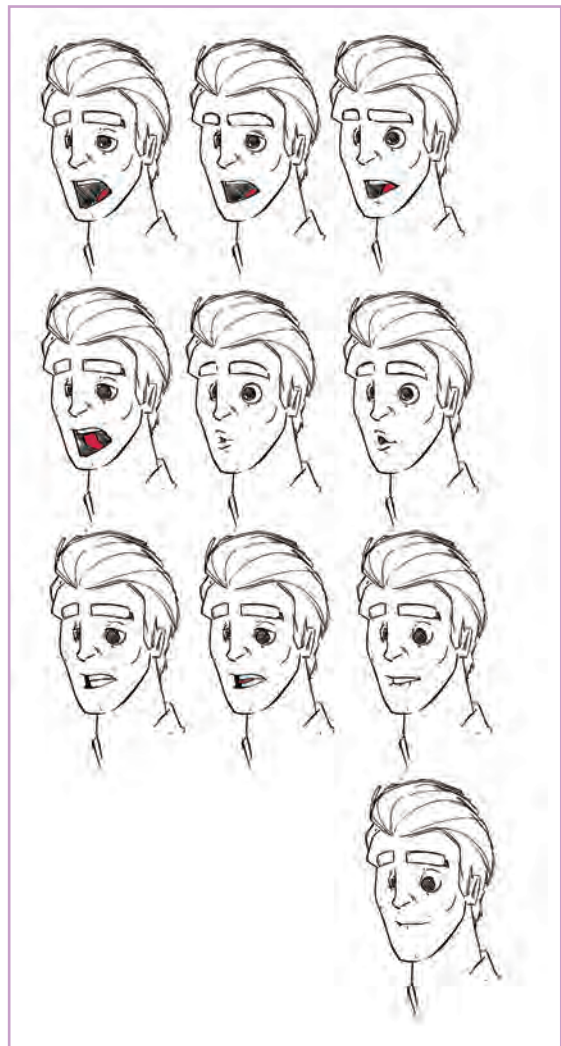
ابتدا باید بدانید هر حرف چه فرمی در لب‌ها ایجاد می‌کند. برای درک این موضوع، مقابل آینه بایستید و حروف را ادا کنید و به تغییر شکل لب‌ها توجه کنید. می‌توانید حروف صدادار و حروف بی‌صدا را جداگانه تمرین کنید تا تفاوت بین ادای آن‌ها را متوجه شوید.

ردیف اول: از راست به چپ **آ** **ا** **آ**

ردیف دوم: **ا** **اووووو** **ل**

ردیف سوم: **ف** و **(ت ج ج 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 حروف صدادار است. در ادای کلمات لازم نیست حالت تک‌تک حروف را نشان دهیم، بلکه می‌توان کلمه را به بخش‌های تشکیل‌دهنده‌اش تقسیم کرد و برای هر بخش روی آوای تأکیدی آن کار کرد.

### کلمه «سلام» را در نظر بگیرید:



**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:** تأکید بر بخش‌های اصلی و حروف صدادار است. حرف س و ا باهم ترکیب می‌شوند و نتیجه چیزی بین این دو حرف می‌شود.

### کلمه «شما» را در نظر بگیرید:



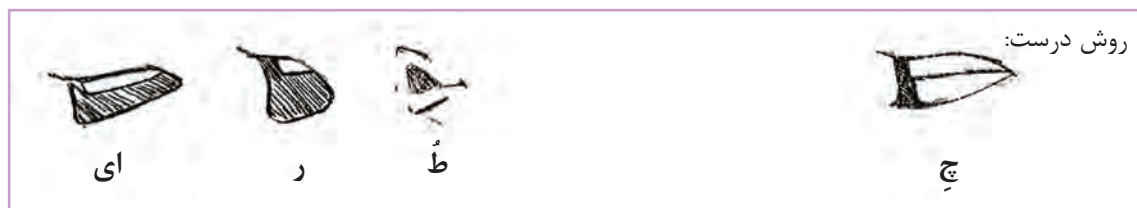
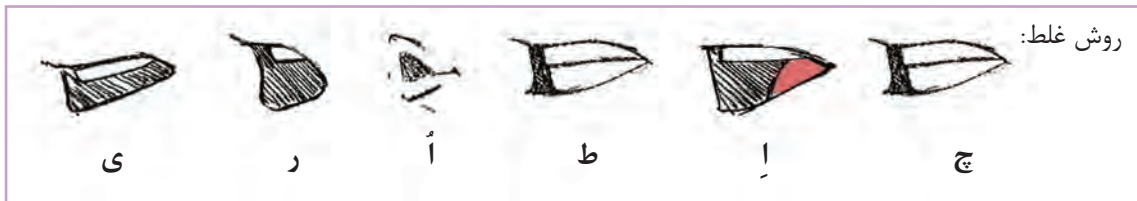
**روش غلط:** لازم نیست دهان را دو بار ببندید.



**روش درست:** شیوه ساده و واضح‌تر.



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



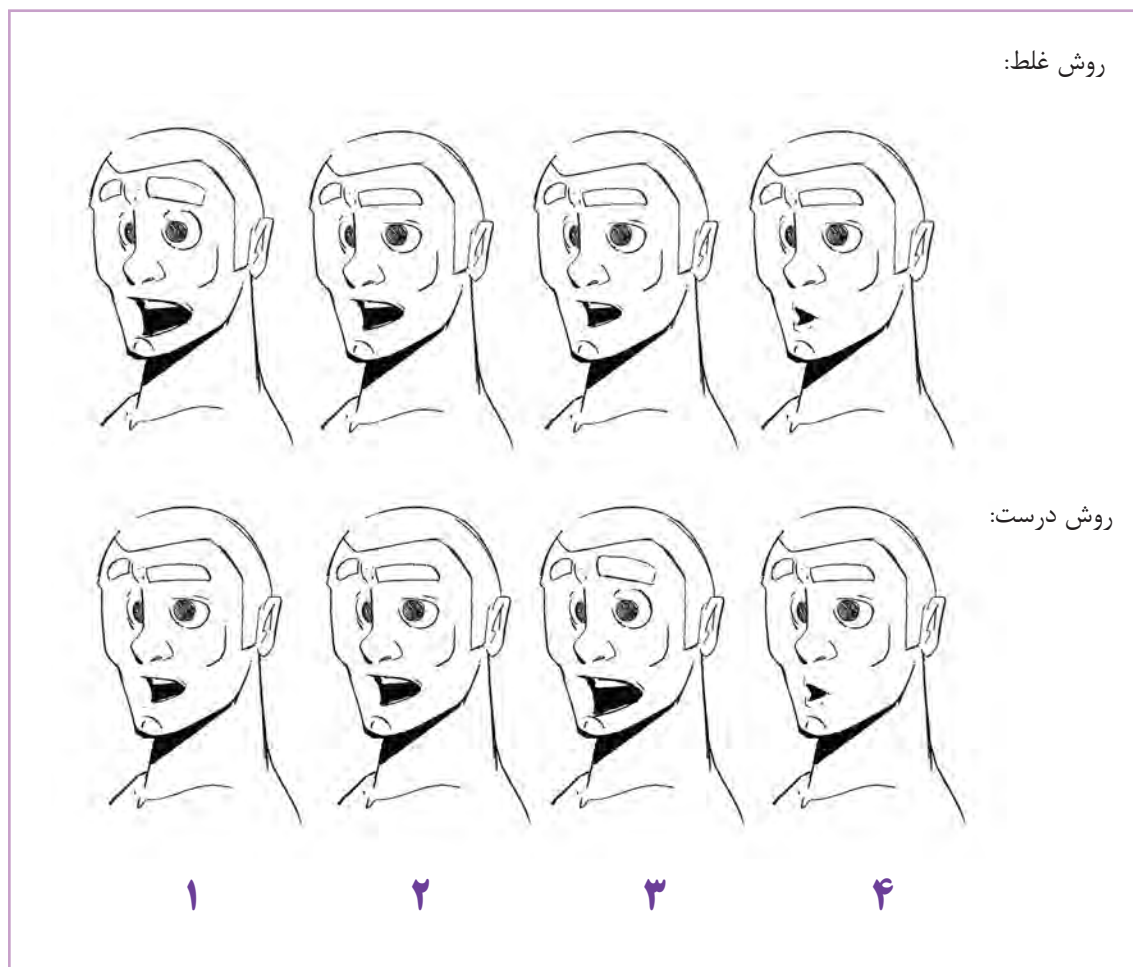
حرف ر می‌تواند با توجه به نحوهٔ ادا کردن کلمه استفاده یا حذف شود. البته حرف‌زدن‌های افراد باهم متفاوت است. بعضی‌ها هنگام حرف‌زدن خیلی دهان خود را باز نمی‌کنند. اما در پویانمایی برای لیپ‌سینک روی حروف صدادار تأکید می‌کنیم و در عوض بقیهٔ حروف را نادیده می‌گیریم. مگر آنکه شخصیت در حال فریاد زدن یا آواز خواندن باشد. از اغراق در کشیدگی و فشردگی فک نترسید، زیرا از یکنواخت و مصنوعی شدن متحرک‌سازی جلوگیری خواهد کرد.

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



## بازی‌سازی گفت‌وگو (دیالوگ) و اجرا

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



در بازی‌سازی گفت‌وگو، حرکات سر بسیار تأثیرگذارند. بنابراین تأکیده‌های سر باید درست کار شوند.

- نکته: برای اینکه لیپ‌سینک کاملاً درست و طبیعی به نظر برسد، هنگام حرف‌زدن، شخصیت را به‌جهتی حرکت دهید.



#### فعالیت:

- یک جمله کوتاه انتخاب کنید که در آن دو تأکید وجود داشته باشد. به‌روش‌های مختلف آن را اجرا کنید و از دوستتان بخواهید از شما فیلم بگیرد. بهترین اجرا را انتخاب کنید و آن را تحلیل کنید. ابتدا تأکیدها و پُزهای اصلی را مشخص کنید، سپس عکس (اسکرین‌شات) گرفته و از روی آن‌ها طراحی کنید.
- در کلاس خود یک جمله کوتاه از فیلم پویانمایی را انتخاب کنید و بخش‌های تشکیل‌دهنده آن را مشخص کنید. به‌نحوه بازی‌سازی شخصیت دقت کنید و ببینید شخصیت با چه پُزهایی بخش‌ها و تأکیدها را اجرا می‌کند.



## واحد یادگیری ۸

### شایستگی: بازی سازی بدن

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



نیز می‌کنند. 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 صرفاً به‌عنوان مرجعی برای متحرک‌سازی خود استفاده کنید و برای جذاب‌تر شدن آن، اغراق‌های بیشتری به آن اضافه کنید.

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

این متحرک‌سازها هستند که نقش بازیگران سینما را در پویانمایی بازی می‌کنند و روح را به شخصیت‌ها می‌دمند. تفاوت متحرک‌سازها و بازیگران اینجا است که متحرک‌ساز نمی‌تواند خود را به‌جای شخصیت داستان بگذارد، متحرک‌سازها علاوه بر بازی، آن را طراحی

● فکر کنید: آیا بازیگری بدون در نظر گرفتن قوانین فیزیک می‌تواند تنها مرجع طراحی حرکت باشد؟



## بازیگری و طراحی حس‌های اصلی

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

- نکته: 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:

- وقتی معلم یا یکی از اعضای خانواده می‌گوید «تمرین‌هایت را نشان بده»، واکنش و رفتار ما یکسان است؟
- آیا با دوستان، ناظم مدرسه، فروشندگان و... رفتار یکسانی داریم؟



حس در یک صحنه از فیلم توسط بازیگر دیده‌ایم. استفاده از بازیگرها به‌عنوان مرجعی برای متحرک‌سازی یکی دیگر از روش‌های مرسوم در پویانمایی‌هاست. مانند بازی دختر بچه‌ای در فیلم آلیس در سرزمین عجایب اثر کمپانی والت دیزنی یا استفاده از جانی دپ برای بازیگری در فیلم رنگو.

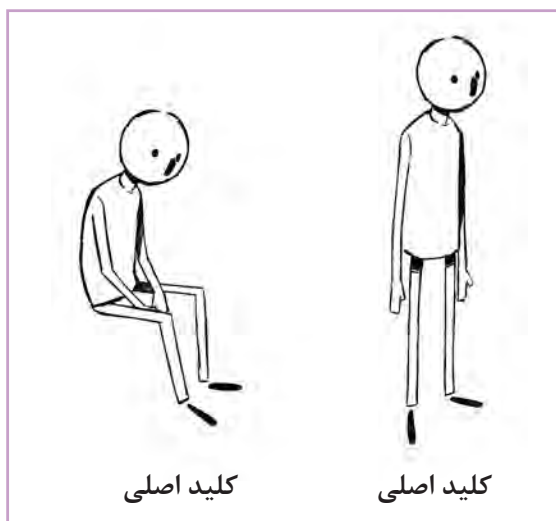
ما همیشه بسته به موقعیتی که در آن هستیم و می‌شناسیم (فرزند، خواهر یا برادر، دانش‌آموز، هم‌کلاسی، بزرگ‌سال مسئولیت‌پذیر، همسر، دوست، نماینده کلاس و غیره) در حال نقش بازی کردن هستیم و رفتاری متناسب با آن ارائه می‌کنیم. این رفتارهای ما شکلی از بازیگری است که مشابه این رفتارها را به‌گونه‌ای کاملاً حرفه‌ای در راستای انتقال یک

● فعالیت: پشت صحنه بازی بازیگران برای پویانمایی را مشاهده و بازسازی کنید.



## بازی هم‌پوشانی

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 باهم شروع به حرکت نکنند. بازی هم‌پوشانی به این معناست که اول یک بخش حرکت را شروع می‌کند و سپس بخش‌های دیگر حرکت آن را دنبال می‌کنند. در اینجا می‌خواهیم یک بازی ابتدایی را با یک شخصیت ساده طراحی کنیم. بلندشدن یک شخصیت از روی صندلی را تصور کنید:



### مثال اول

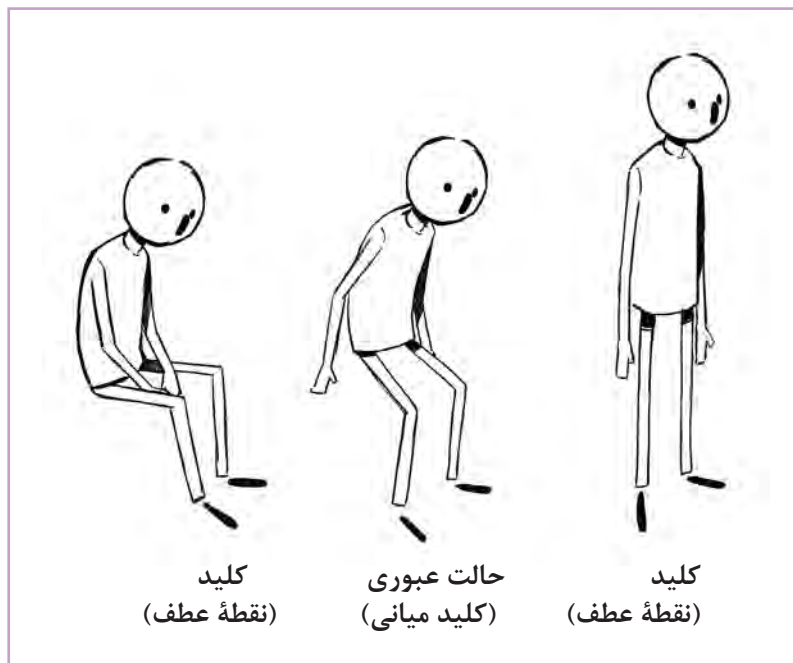
■ برای بلندشدن، دو کلید اصلی نشسته و ایستاده طراحی شده که در واقع کلیدهای داستان‌گوی بلند شدن هستند. آنچه ما به‌عنوان یک انیماتور باید به آن توجه کنیم، کلیدهای عبوری است که در واقع تعیین‌کننده جنس بازی شخصیت ما خواهند بود.



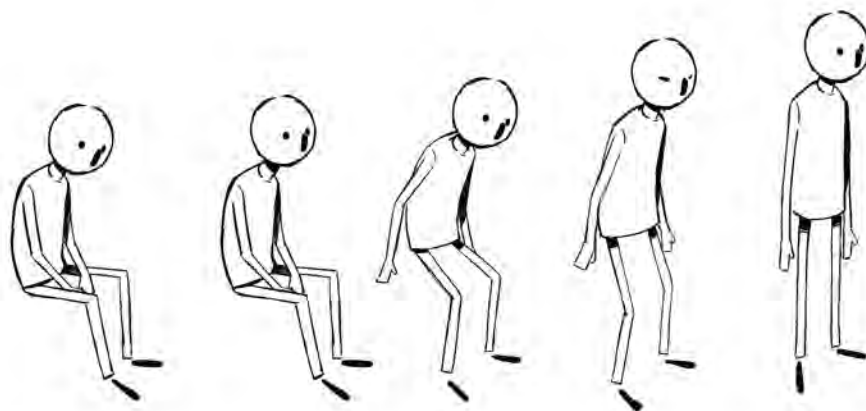
فکر کنید:

- 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؟

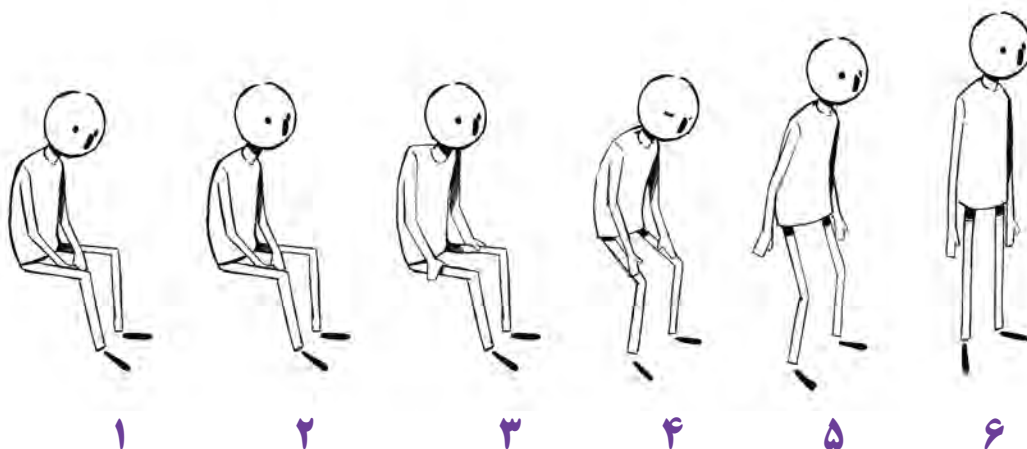
حالا یک کلید میانی، درست در وسط دو نقطه عطف می‌گذاریم. اتفاق خاصی نیفتاده و حرکت ساده و کسل‌کننده است. ریچارد ویلیامز به‌نقل از میل‌ت کال می‌گوید: مشکل‌ترین کار در پویانمایی انجام هیچ است، یعنی یک میانی زیادی سراسر است



به این ترتیب، می‌توانیم با خرد کردن حرکت به اجزای مختلف آن را جالب‌تر کنیم.



کلید (نقطه عطف) پلک می زند کلید میانی سرش را بالا می آورد کلید



۱

۲

۳

۴

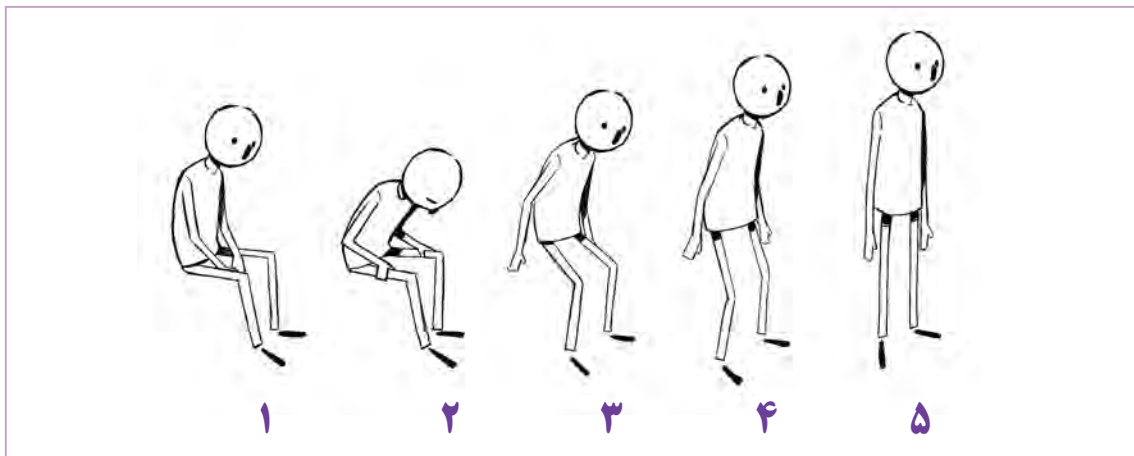
۵

۶

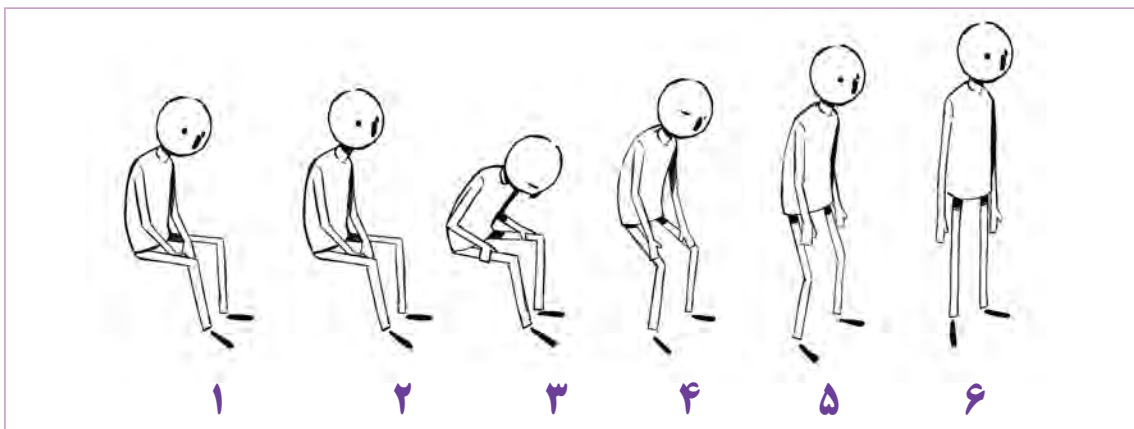
- ۱- نقطه عطف
- ۲- سرش را بالا می آورد؛
- ۳- یا اینکه اول شانه را بالا می اندازد؛
- ۴- کلید میانی، بعد پلک بزند، دست را روی پا نگه می داریم؛
- ۵- شانه را پایین می اندازد؛
- ۶- نقطه عطف.



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



- ۱- کلید (نقطه عطف):
- ۲- یک پیش حرکت 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 (نقطه عطف)، بدن صاف می‌شود سر بالا می‌آید.



- ۱- کلید (نقطه 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 (نقطه عطف).

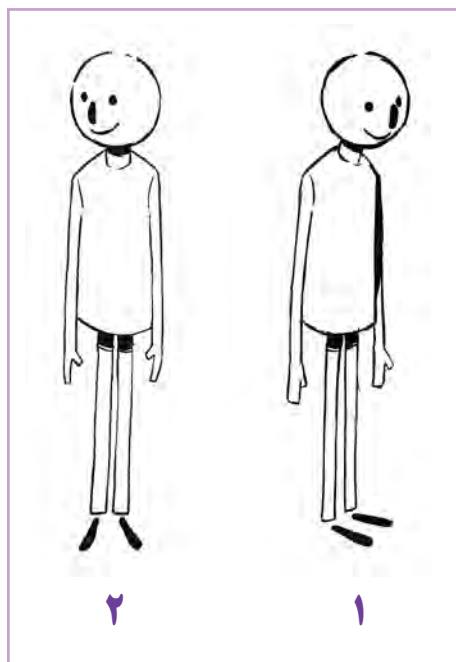
می‌توانیم حرکت را خردتر کرده و بازی را پیچیده‌تر کنیم. برای مثال، شخصیت در فکر فرورفته و ناگهان صدایی می‌شنود. در این مرحله بازی‌سازی بیشتری اضافه می‌کنیم.



● **فعالیت:** یک حرکت ساده بلند شدن از روی صندلی را با چند حالت مختلف بازی کنید 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

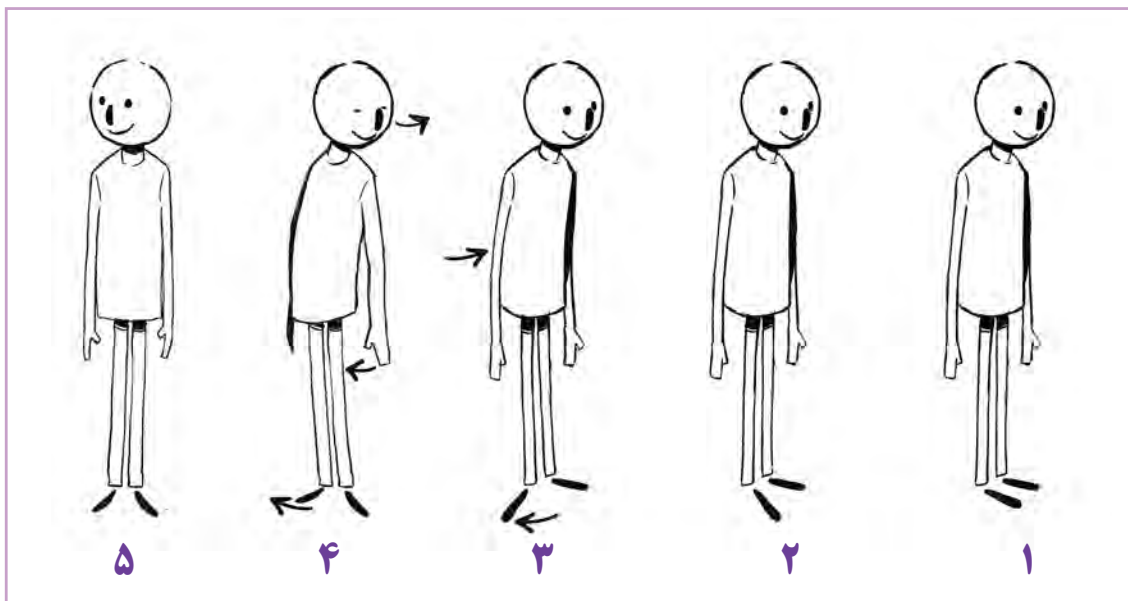
یک حرکت عادی و خسته‌کننده را در نظر بگیرید:



۱- این شخصیت می‌خواهد بچرخد.

۲- به‌نظر می‌رسد خیلی ساده باشد و کار زیادی برای انجام دادن ندارد.

یک کلید میانی دقیقاً وسط کلیدهای اصلی می‌گذاریم. کسل‌کننده‌ترین 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.

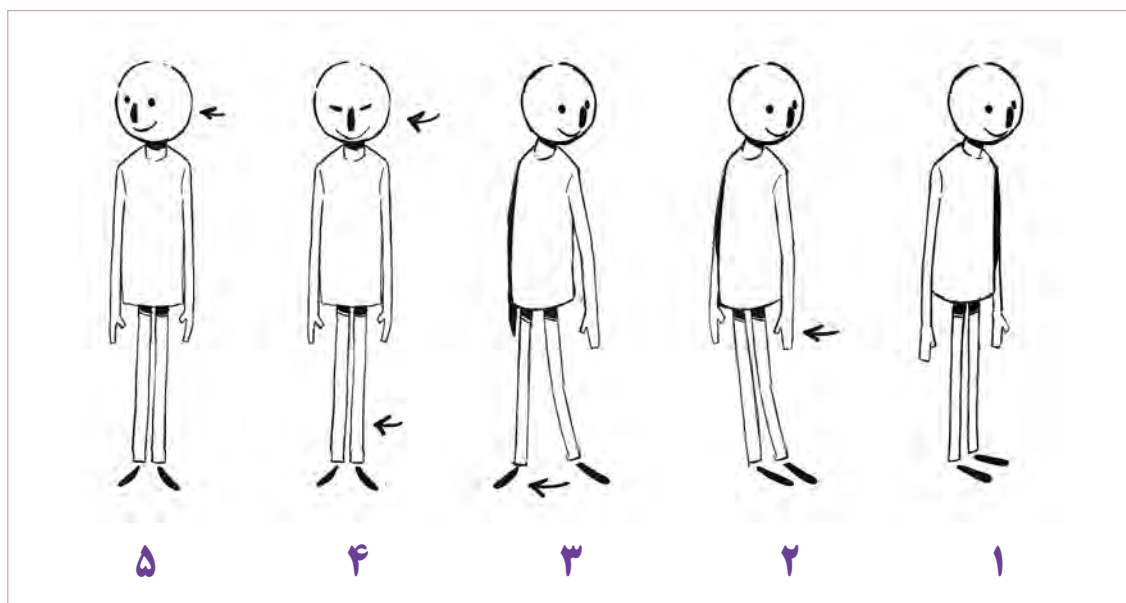


حالت عبوری (کلید میانی)

- ۱- می‌توانیم با حرکت چشم‌ها شروع کنیم. اما چون در اینجا چشم قرنيه ندارد و فقط مردمک داریم، جایی برای چرخش چشم وجود ندارد؛
- ۲- پس می‌توانیم در مرحله اول یکی از پاها را جابه‌جا کنیم؛
- ۳- سر و بقیه بدن را در مرحله بعد حرکت 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.

● نکته: در برخی حرکت‌ها، اول لگن را حرکت می‌دهیم.

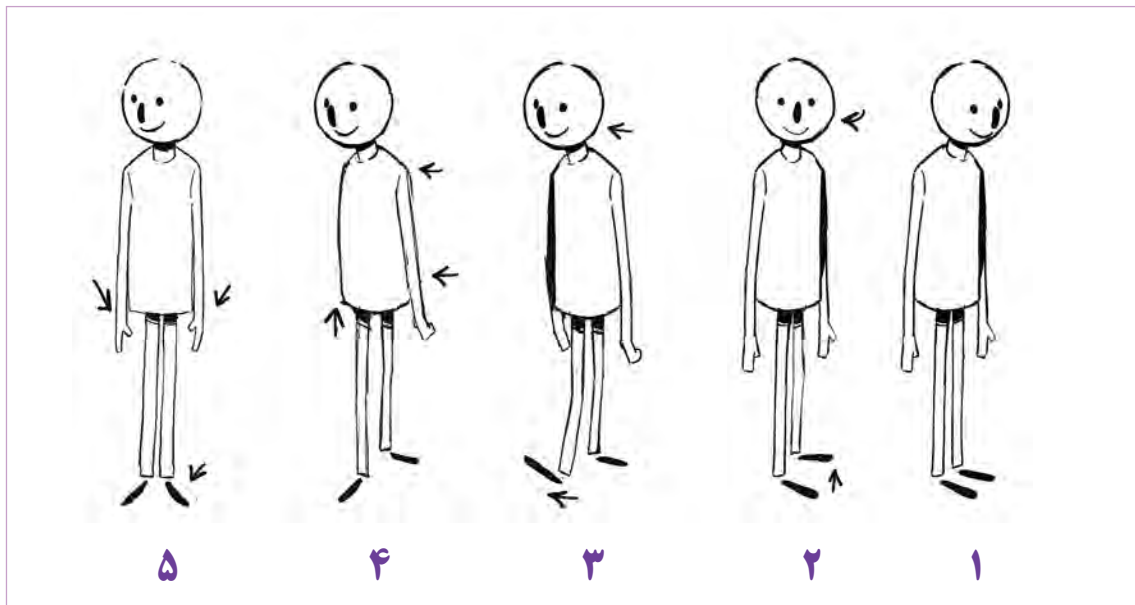




حالت عبوری (کلید میانی)

- ۱- ایستاده؛
- ۲- اول لگن و شکم را حرکت می‌دهیم؛
- ۳- پاها را حرکت می‌دهیم و یک قدم برمی‌داریم؛
- ۴- پاها کنار هم قرار می‌گیرند، سر در حال چرخش است، پلک می‌زند؛
- ۵- بدن ساکن می‌شود.

تا اینجا فقط با هم‌پوشانی اجزای بدن، به این شخصیت زندگی داده‌ایم. اکنون حالت‌های 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 رو به‌رو 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.

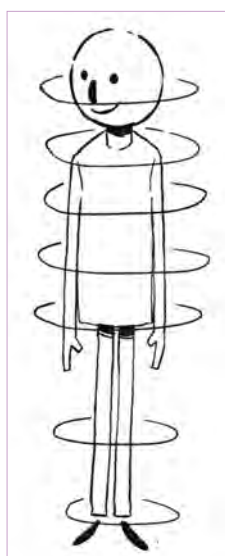
● نکته: در نتیجه ساده‌ترین حرکت‌ها را می‌توانیم با چند بخش کردن بدن و حرکت دادن این اجزا (هر بار یکی) و هم‌پوشانی حرکت‌ها جذاب کنیم.



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

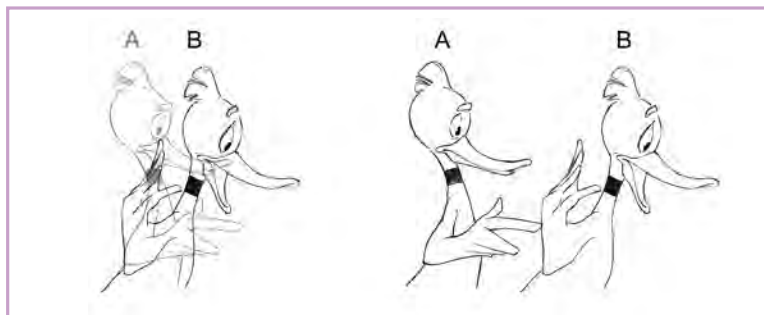


● نکته: اگر به حرکت های بدن خود در آینه دقت کنید، متوجه می شوید هنگامی که قسمتی از بدن جلو می آید، قسمت دیگری برای حفظ تعادل عقب می رود یا هنگامی که یکی از قسمت ها بالا می رود، هم زمان قسمت دیگری پایین می آید تا تعادل حفظ شود.



سر  
شانه ها  
سینه  
بازوها  
لگن خاصره  
لباس های آویزان  
ساق ها  
پاها

و حتی می توانیم آن ها را به بخش های کوچک تری نیز تقسیم کنیم.



**نتیجه گیری:** وقتی قرار است شخصیت حرکتی را انجام دهد یا از جایی به جای دیگر برود، تمام اجزای بدنش هم زمان باهم حرکت نمی کنند و بازی ها باهم شروع یا تمام نمی شوند. ابتدا یکی از اجزای بدن حرکت می کند و بقیه اجزا حرکت را دنبال می کنند. در حقیقت، بخش های مختلف بدن یکدیگر را هم پوشانی می کنند که در پویانمایی به آن، بازی هم پوشانی می گویند.

## ارزشیابی شایستگی بازی سازی موقعیتی

<p><b>شرح کار:</b> بازی سازی تبیین حس های اصلی و فرعی چهره شخصیت، تبدیل حس ها، قوانین در حرکت چرخشی صورت، تبیین حروف صدا دار و بی صدا، بازی سازی گفت و گو، بازیگری و بازی سازی، بازی هم پوشانی</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b> تحلیل تأثیر قوانین کلاسیک پویانمایی در طراحی حرکات با استفاده از بازیگری بر اساس اصول بازی سازی موقعیتی و اغراق</p>			
<p><b>شاخص ها:</b> زیبایی شناسی (هرمنوتیک)، تناسبات در اجزای بدن، زبان بصری بین المللی، علم فیزیک، شیمی، روان شناسی و ریاضیات، قوانین وزن، تعادل، ایستایی، خطوط سیال و روان در طراحی</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b> مکان: کارگاه انیمیشن دو (B) زمان: ۱۲۰ دقیقه</p>			
<p><b>ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:</b> انواع مدام، انواع کاغذ، پانچ، پین، تخته شاسی، کاتر، پاک کن، خط کش، تراش، گیره کاغذ، پوشه آرشیو، مانتو و لباس کار، منگنه، تخته پاک کن، ماژیک وایت برد، چسب نواری، دیتا پروژکتور و پرده نمایش، رایانه و متعلقاتش، میز نور</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تبیین حس های اصلی و فرعی چهره شخصیت و تبدیل یک حس صورت به حس دیگر	۲	
۲	متحرک سازی و توضیح قوانین در حرکت چرخشی صورت	۲	
۳	ترکیب حروف صدا دار و بی صدا (لیپ سینک)	۱	
۴	متحرک سازی و تحلیل بازی سازی گفت و گو	۲	
۵	تحلیل بازیگری و بازی سازی بدن	۲	
۶	متحرک سازی و تحلیل بازی هم پوشانی	۲	
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

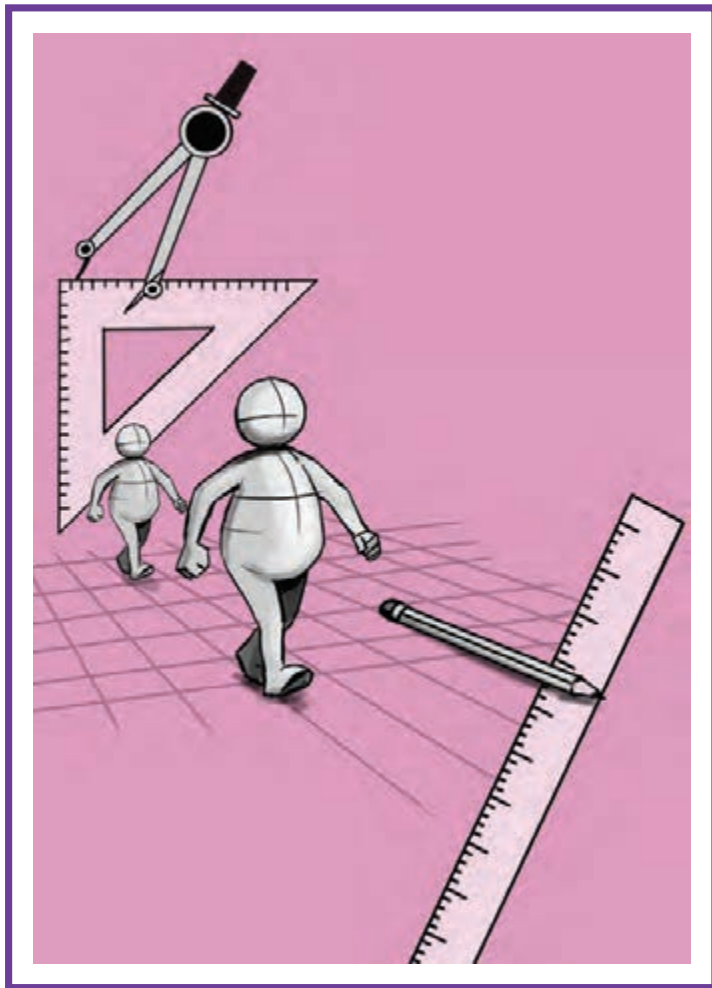






## پودمان پنجم

### اجرای حرکات ترکیبی



## واحد یادگیری ۹

### شایستگی: ترکیب حرکت و آماده‌سازی

#### آیا تا به حال متوجه شده‌اید

- چگونه می‌توان در یک متحرک‌سازی از قوانین دوازده‌گانه به‌گونه‌ای مؤثر استفاده کرد؟
- برای پیاده‌سازی متحرک‌سازی چه مرحله‌ای را باید در نظر گرفت؟
- چگونه می‌توان بازی‌سازی و متحرک‌سازی را با توجه به لی‌اوت و چیدمان صحنه ارائه شده اجرا کرد؟
- دور یا نزدیک بودن شخصیت نسبت به‌ما چه تأثیری روی سرعت آن خواهد داشت؟

#### هدف از این واحد یادگیری:

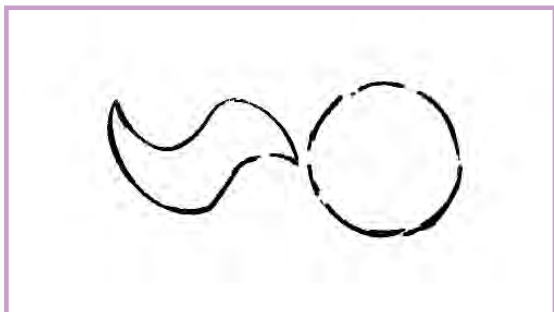
- هنرجویان در این واحد یادگیری متحرک‌سازی و بازی‌سازی را از مرحله اسکیس تا اجرای نهایی شامل رنگ و لی‌اوت صحنه را فرا می‌گیرند.

#### استاندارد عملکرد:

- توانایی متحرک‌سازی با رعایت قوانین پرسپکتیو و لی‌اوت صحنه.

## حرکت ترکیبی

در پودمان های قبیل، تقریباً با تمام قوانین دوازده گانه دیزنی در متحرک سازی آشنا شدیم، از جمله حرکات کندشونده و تندشونده، پیش حرکت، پس حرکت، اغراق، قوس ها، اورلپ (هم پوشانی) و دیگر قوانین. در این بخش، با انجام فعالیتی جامع سعی داریم تا تمام موارد گفته شده را جمع بندی کنیم. به این موضوع توجه داشته باشید که از این قوانین چگونه می توان به گونه ای کاربردی برای یک متحرک سازی خلاق و زیبا کمک گرفت. شخصیت مورد نظر ما برای متحرک سازی سنجابکی است که به گونه ای ساده به صورت یک توپ و دم طراحی شده است.



شخصیت سنجابک

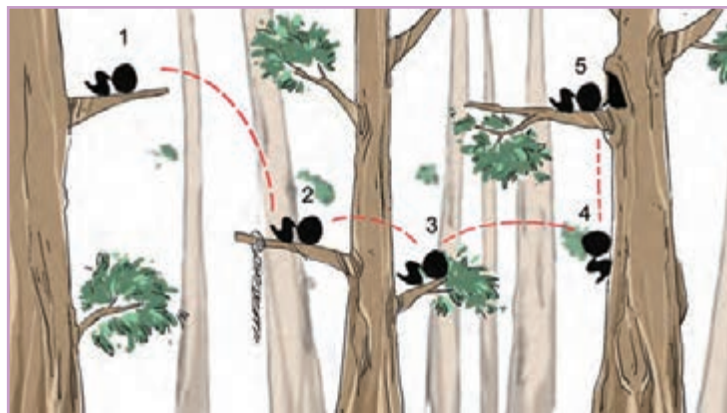
سنجابک قصد دارد خود را از روی شاخه ها و درخت ها به خانه اش برساند. البته این امر به دست متحرک سازی هایی چون شما سپرده شده است. اکنون می خواهیم تمام قوانینی را که فرا گرفته ایم در این کار کوتاه اجرا کنیم. چگونگی رسیدن سنجابک به خانه اش مهم نیست، آنچه اهمیت دارد اجرای درست قوانین است. باید سعی کنید تمام قوانین دوازده گانه را رعایت کنید

### گام اول



پس زمینه و موقعیت سنجابک و خانه اش

تعیین مسیر حرکت سنجابک و مشخص کردن کلیدهای داستان گو است. منظور از کلیدهای داستان گو، کمترین تعداد کلیدهایی است که مشخص کننده مسیر سنجابک برای رسیدن به خانه اش هستند. برای مثال، به کلیدهای داستان گو در تصویر بالا توجه کنید.



در این تصویر، پنج کلید داستان گو است که مسیر سنجابک را تعیین می‌کنند. البته می‌توان مسیرهای متنوع دیگری را نیز برای آن در نظر گرفت. فرض کنید به‌جای اینکه در موقعیت کلید سوم قرار بگیرد، طناب آویزان از شاخه را بگیرد و بعد از تاب‌خوردن خودش را به کلید پنج برساند که در این صورت چهار کلید داستان گو خواهیم داشت.

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



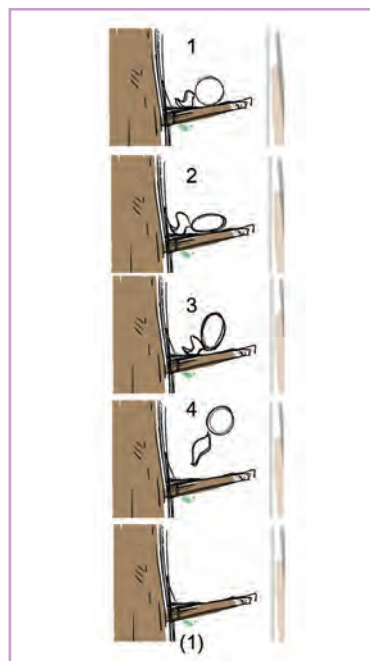
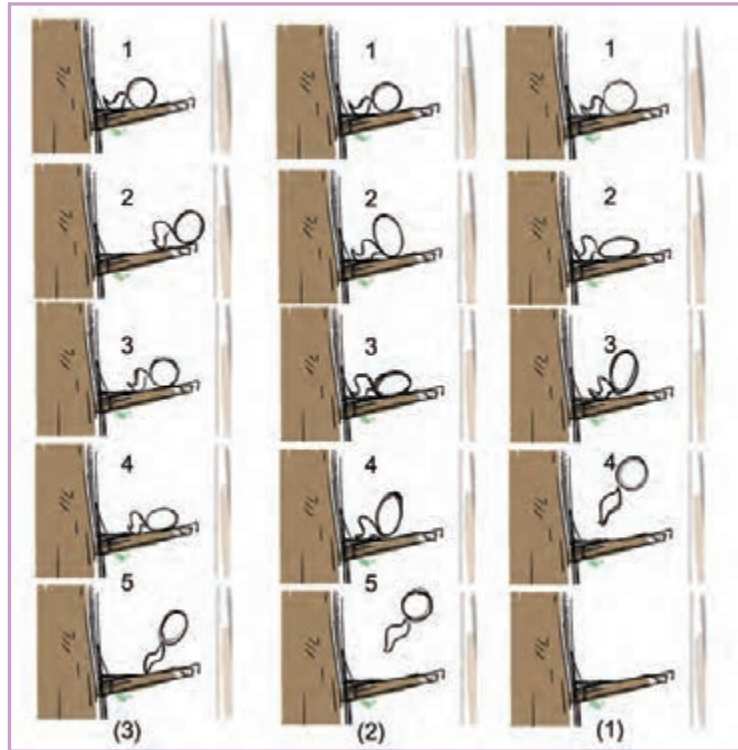
## کام دوم

بعد از مشخص کردن کلیدهای داستان گو، نوبت به طراحی کلیدهای اصلی و کلیدهای حالت عبوری می‌رسد. اگر کلیدهای داستان گو مشخص‌کننده مسیر هستند، کلیدهای اصلی که پیش حرکت‌ها، پس حرکت‌ها و کلیدهای میانی را شامل می‌شوند تعیین‌کننده جنس بازی و شخصیت شما هستند.

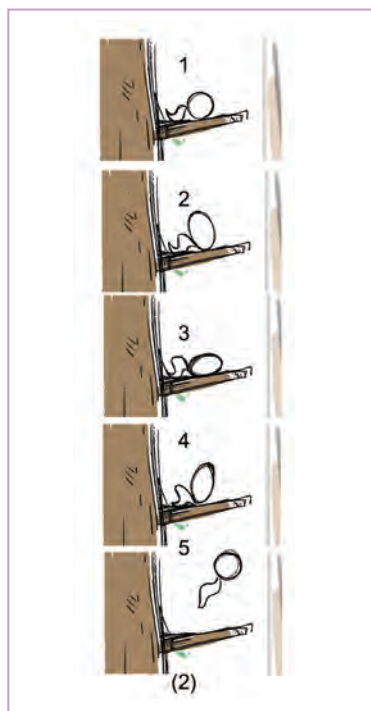
● فکر کنید: آیا سنجابک در حالت‌های متفاوت خسته، شاد یا وحشت‌زده بازی یکسانی خواهد داشت؟



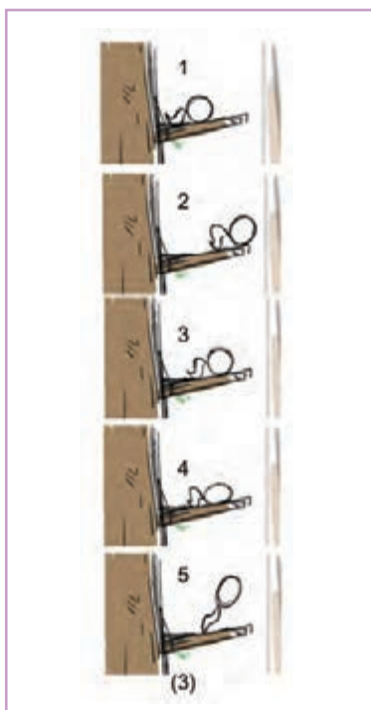
برای مشخص تر شدن این موضوع، به تفاوت بین کلیدهای اصلی برای پریدن سنجاب به مثال‌های زیر توجه کنید:



■ در ستون اول از سمت راست، برای پریدن سنجاب سه کلید اصلی در نظر گرفته شده است. کلید شماره ۲ پیش حرکت پریدن که از قانون فشردگی استفاده شده است، کلید ۳ لحظه جداسدن 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 پیش حرکت برای پریدن و مابقی کلیدها مشابه مثال اول هستند. در این مثال، کلید ۲ پیش حرکت کلید ۳ و کلید ۳ پیش حرکت پریدن است. با اضافه کردن کلید ۲، شما تأکید بیشتری بر پریدن گذاشته‌اید و این متحرک‌سازی شما را جذاب‌تر می‌کند.

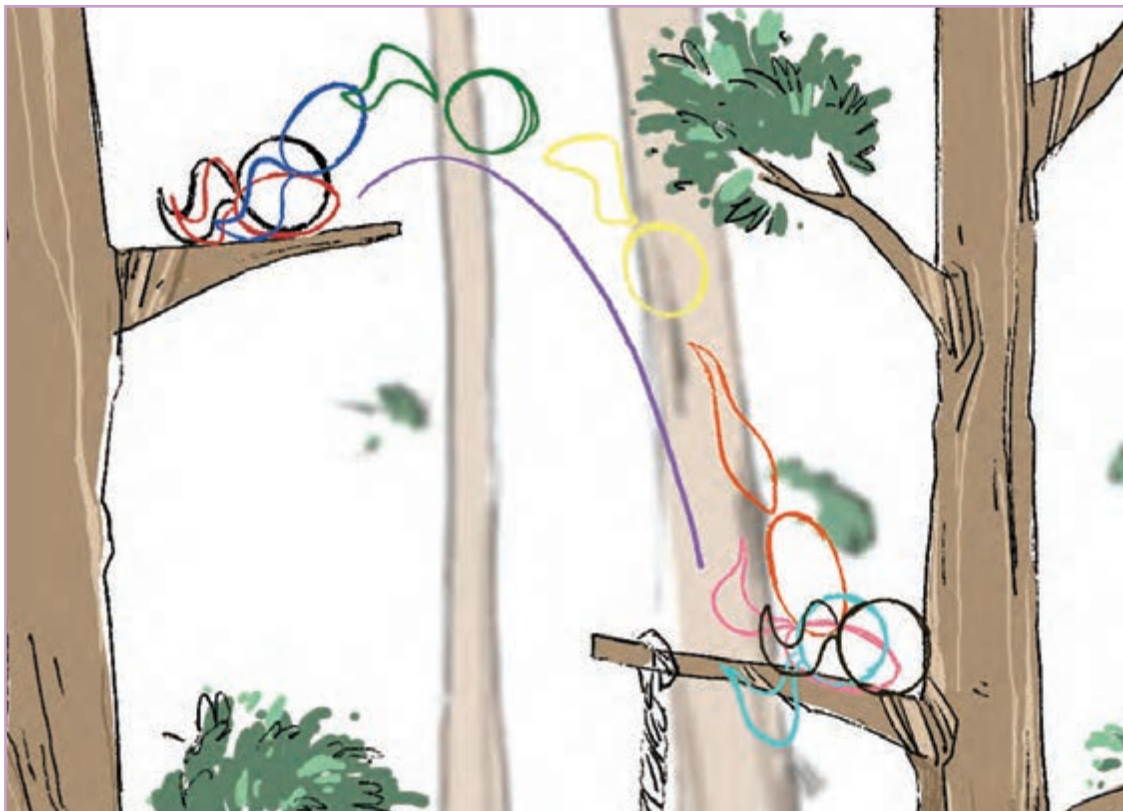


■ اما در مثال آخر که از همه پیچیده‌تر است، سنجابک قبل از پریدن، پایین را نگاه می‌کند، یعنی کلید شماره ۲. اضافه کردن این بازی، شخصیت سنجابک را بیش از پیش مشخص می‌کند، او کمی نگران یا شاید ترسیده است و بادقت ارتفاع را می‌سنجد، به حالت اول خود باز می‌گردد و با پیش حرکت اقدام به پریدن می‌کند.



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

به کلیدهای اصلی و حالت عبوری پریدن از یک شاخه به شاخه دیگر توجه کنید:



- در این تصویر بین کلید داستان گوی اول و آخر که بین آنها هفت کلید اصلی در نظر گرفته شده است:
- کلید زرد کلید حالت عبوری است.
- کلید قرمز پیش حرکت پریدن (فشرده‌گی).
- کلید سورمه‌ای لحظه جداشدن (کشیدگی).
- کلید سبز نیز از کلیدهای اصلی است که مشخص کننده قوس حرکت است.
- کلید نارنجی قبل از برخورد (کشیدگی).
- کلید صورتی لحظه برخورد (فشرده‌گی).
- کلید فیروزه‌ای نیز برای حرکت هم‌پوشانی دم در نظر گرفته شده است. به صورت مشابه می‌توان برای ادامه مسیر کلیدهای اصلی را طراحی کرد.
- کلید بنفش خط قوس حرکت (منحنی).



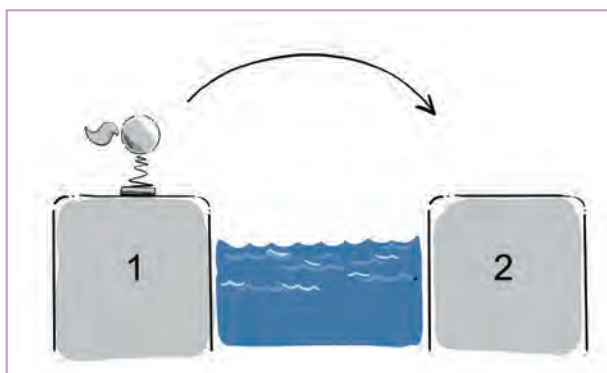


### گام پنجم و نهایی



#### فعالیت:

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



## واحد یادگیری ۱۰

### شایستگی: حرکت در پرسپکتیو

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



ساخت اشیا و شخصیت‌ها لزوماً در یک فضای تخت و بدون پرسپکتیو متحرک‌سازی نخواهند شد و گاهی لی‌اوت و چیدمان صحنه شما به گونه‌ای است که مستلزم حرکت دادن آن در عمق یا برعکس خواهد بود. در این صورت، عوامل دیگری مانند دور یا نزدیک بودن به دوربین، موقعیت شیء 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 ضروری است: نزدیک و دور شدن، کوتاه شدن و کوچک شدن. در طراحی و نقاشی‌ای که تصاویر ثابت هستند نیازی به تغییر پرسپکتیو نیست، اما در پویانمایی که تصاویر متحرک‌اند، پرسپکتیو آن دائماً در حال تغییر است.

پرسپکتیو علمی است که بر اساس قوانین هندسه استوار شده و از طریق آن می‌توان دوری 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 نقطه گریزها و خط افق ضروری است. در پودمان‌های قبل، به طور کلی مباحث متحرک‌سازی از قوانین دوازده‌گانه تا حرکات ساده، پیچیده، حرکت مفاصل، راه‌رفتن‌ها و دویدن‌ها را از یک نمای کاملاً تخت و بدون پرسپکتیو فرا گرفتیم. در این فعالیت‌ها شخصیت مورد نظر ما حرکتی را از چپ به راست تصویر و یا برعکس انجام می‌داد یا در وسط تصویر بدون جابه‌جایی در جا متحرک‌سازی می‌شد. به طور قطع، در پروژه‌ها و فیلم‌هایی که در آینده خواهید



● نکته: نزدیک یا دور بودن شیء متحرک نسبت به دوربین، بر میزان جابه‌جایی آن تأثیر دارد.



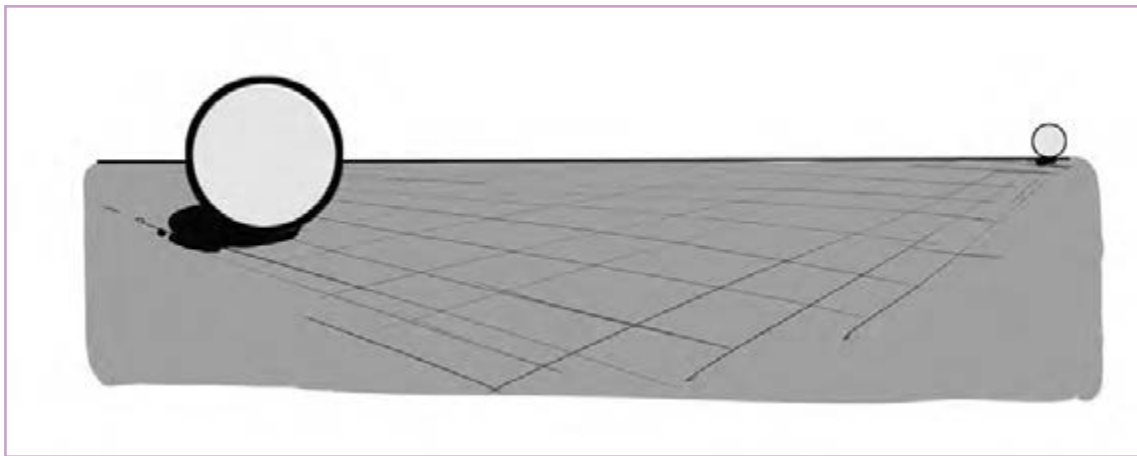
● فکر کنید: آیا مقدار جابه‌جایی شخصیتی که به ما نزدیک است و مقدار جابه‌جایی شخصیتی که از ما دور است، یکسان است؟ (فرض کنیم هر دو، سرعت برابری دارند.)

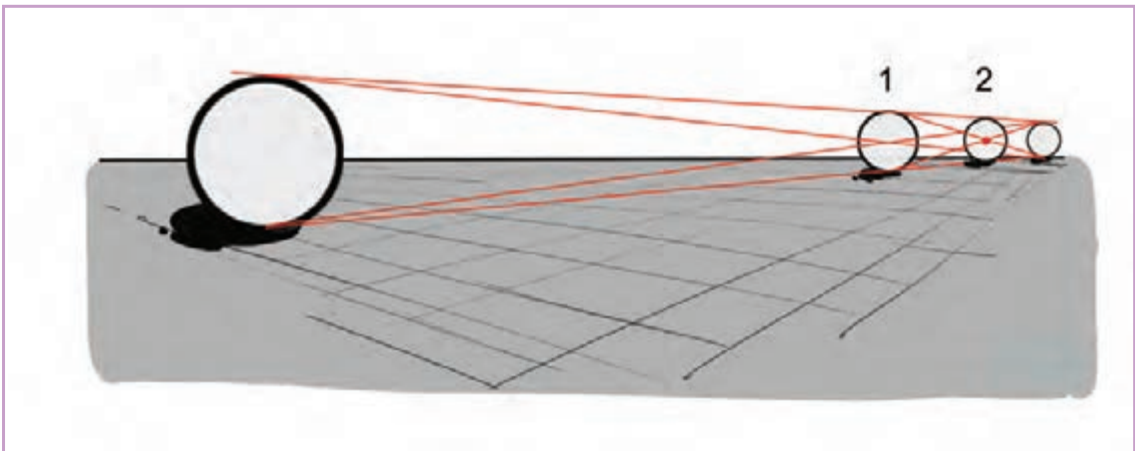
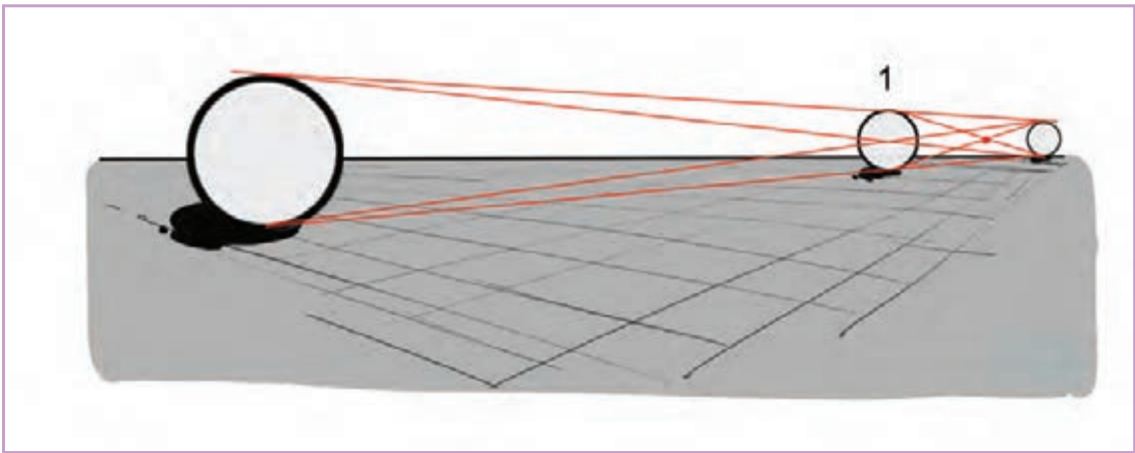
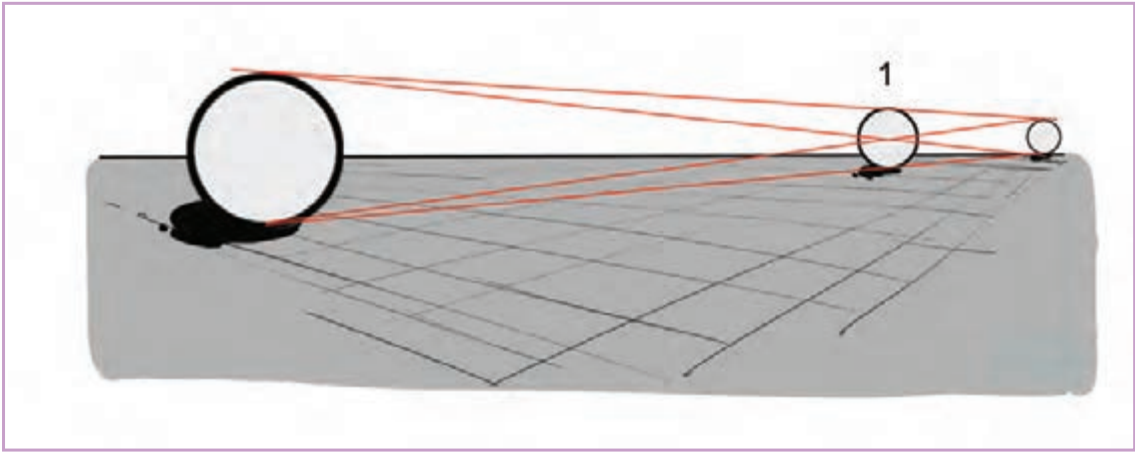
برای مثال، مقدار جابه‌جایی یک هواپیما را در آسمان در نظر بگیرید و آن را با وضعیتی که با همان سرعت از مقابل شما عبور می‌کند مقایسه کنید. نتیجه می‌گیریم مسافت ما تا شیء بر مقدار جابه‌جایی آن تأثیرگذار خواهد بود.

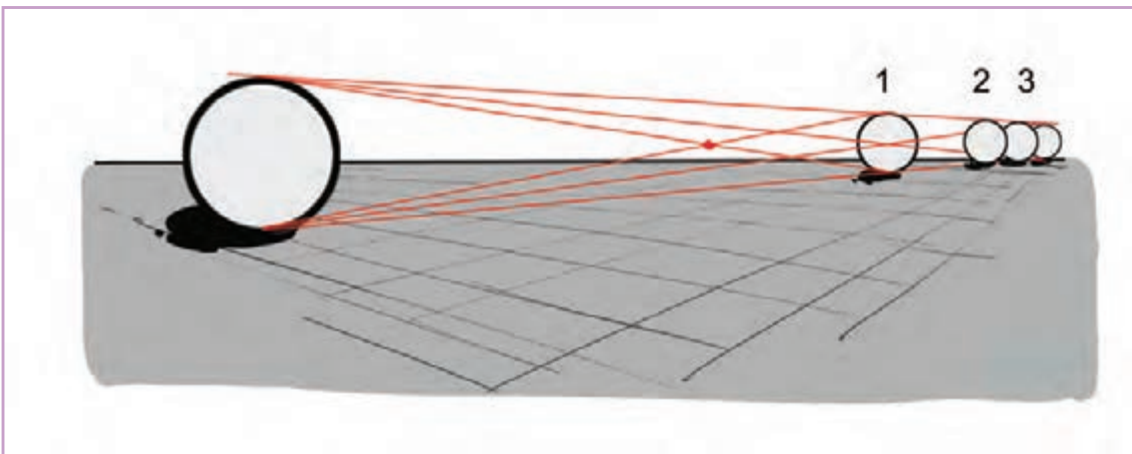
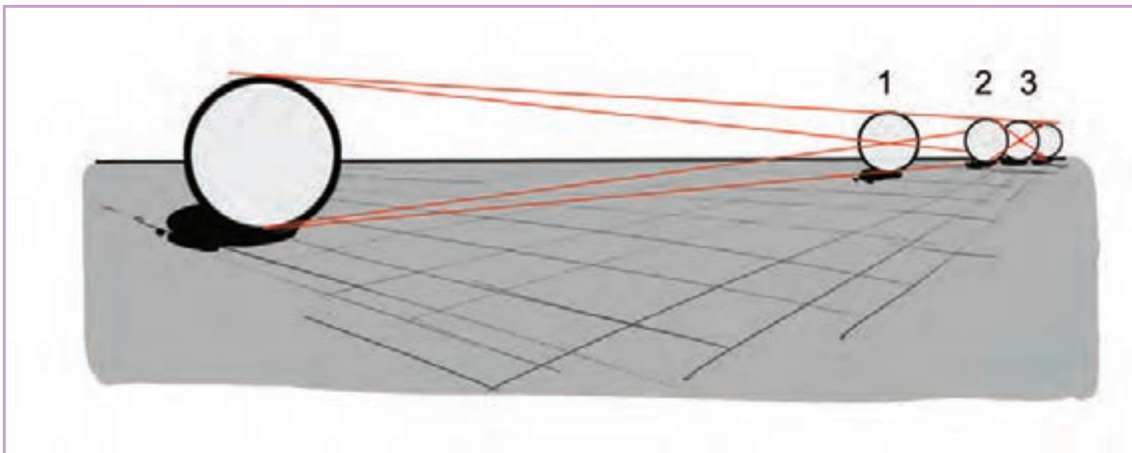
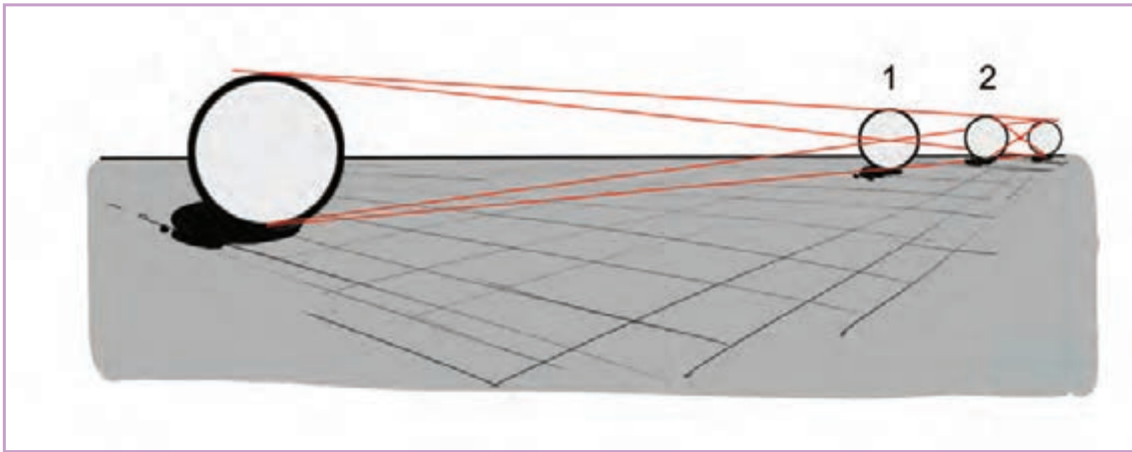
## حرکت توپ در پرسپکتیو

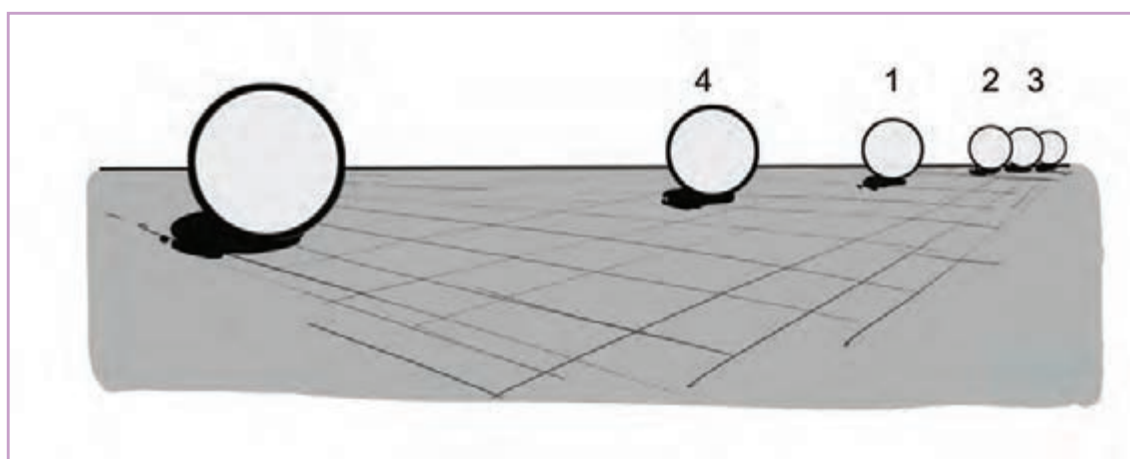
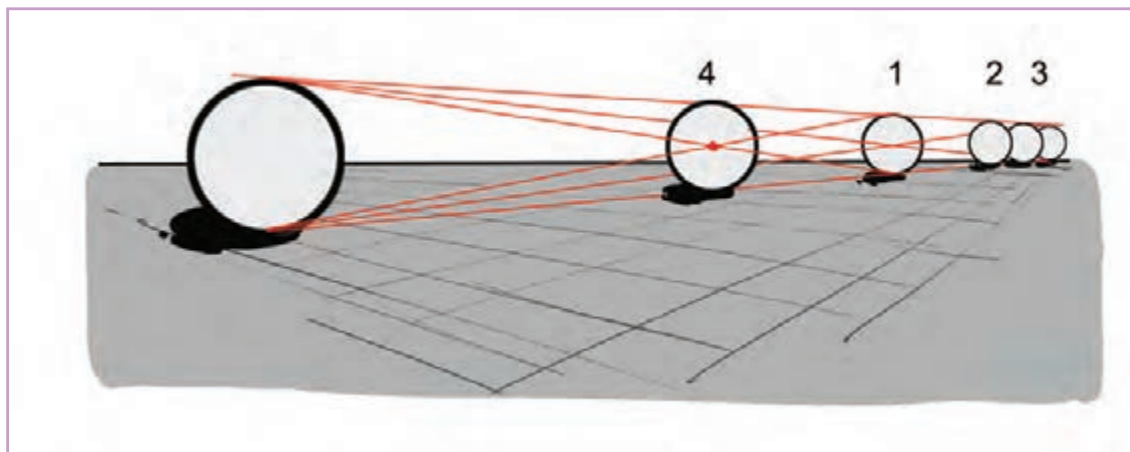


● فکر کنید: توپی را با سرعت ثابت در حال نزدیک شدن فرض کنید. چگونه می‌توان موقعیت درست کلیدها را پیدا کرد؟









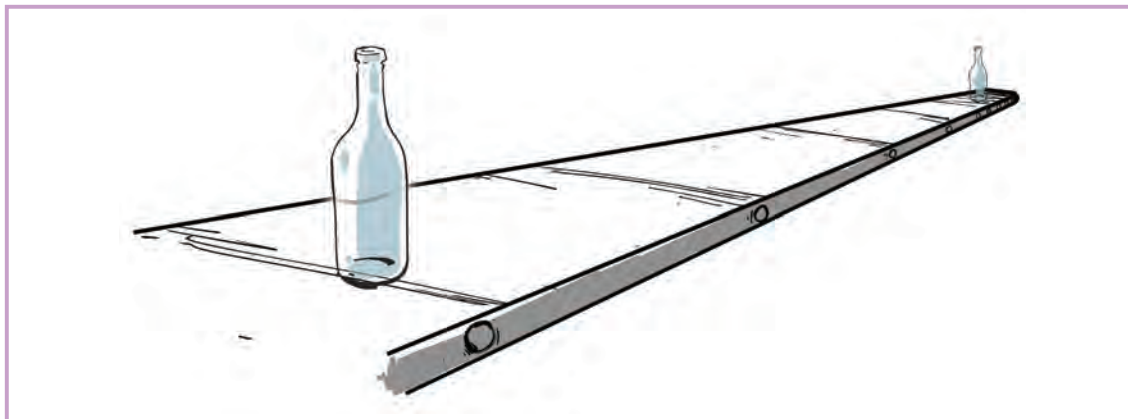
برای پیدا کردن کلید میانی بین وضعیت ابتدایی و انتهایی با کشیدن دو قطر نقطه تلاقی به دست می آید که آن نقطه مرکز توپ فریم میانی است و به همین ترتیب می توان مکان کلیدهای دیگر را یافت.

● نکته: فاصله کلیدهایی که از دور بین دورتر هستند کمتر است. در حالی که فاصله کلیدهای جلو بیشتر است و به عبارت دیگر، میزان جابه جایی یک شیء متحرک با سرعت ثابت هر چه از دور بین و نقطه دید ما فاصله بیشتری داشته باشد در مقایسه با حالتی که به ما نزدیک تر است کمتر خواهد بود.



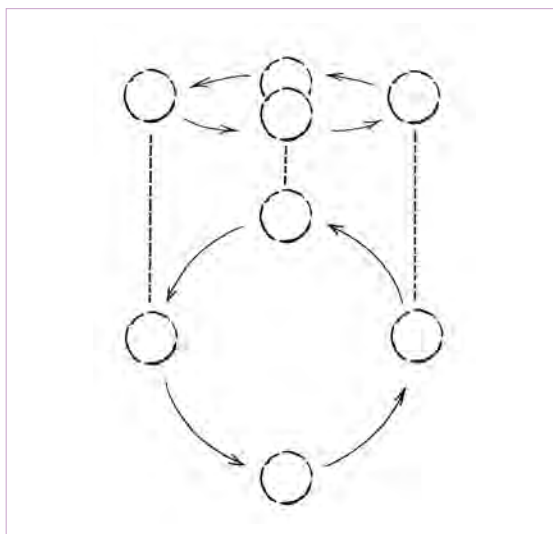


● فعالیت: فرض کنید نوار نقاله‌ای در شرکت داروسازی یا تولید لبنیات، یک بطری را به سمت عمق می‌برد. برای این کار از تصویر زیر کمک بگیرید و آن را متحرک‌سازی کنید.

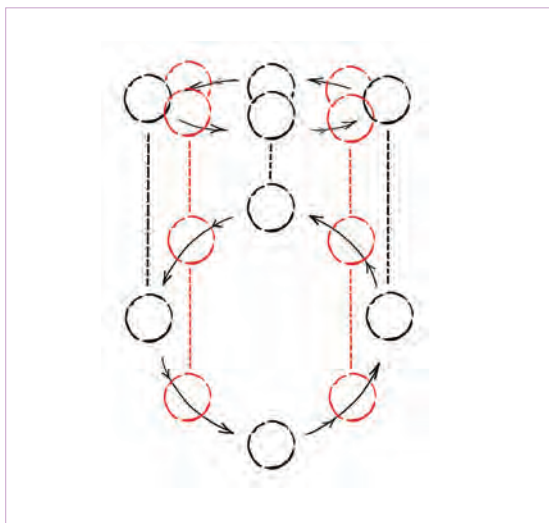


## حرکت دوار توپ

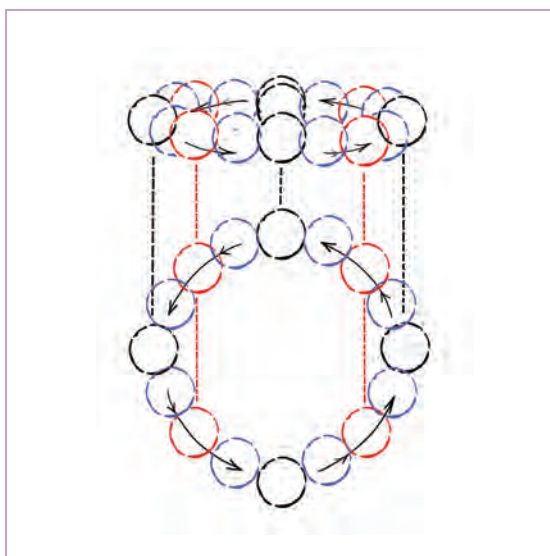
در این قسمت سعی داریم به متحرک‌سازی توپی بپردازیم که با سرعت ثابت حول یک محور می‌چرخد. ابتدا چهار وضعیت توپ را مطابق شکل زیر طراحی می‌کنیم که در واقع کلیدهای اصلی متحرک‌سازی ما هستند.



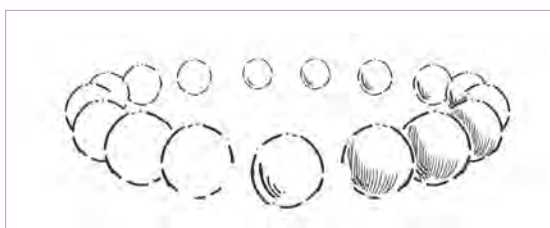
■ اگر تصویر موقعیت توپ را از بالا در نظر داشته باشیم، همان‌طور که در تصویر نشان داده شده است، یکی بودن فاصله بین توپ‌ها کاملاً مشخص است، زیرا ما دنباله حرکت یکنواخت توپ به‌حول محور مرکزی هستیم. در مرحله بعد، می‌خواهیم فریم‌های میانی را به کلیدهای اصلی اضافه کنیم.



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



■ اگر تصاویر توپ را مطابق نقطه‌چین‌ها 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 روبه‌رو توجه کنید.

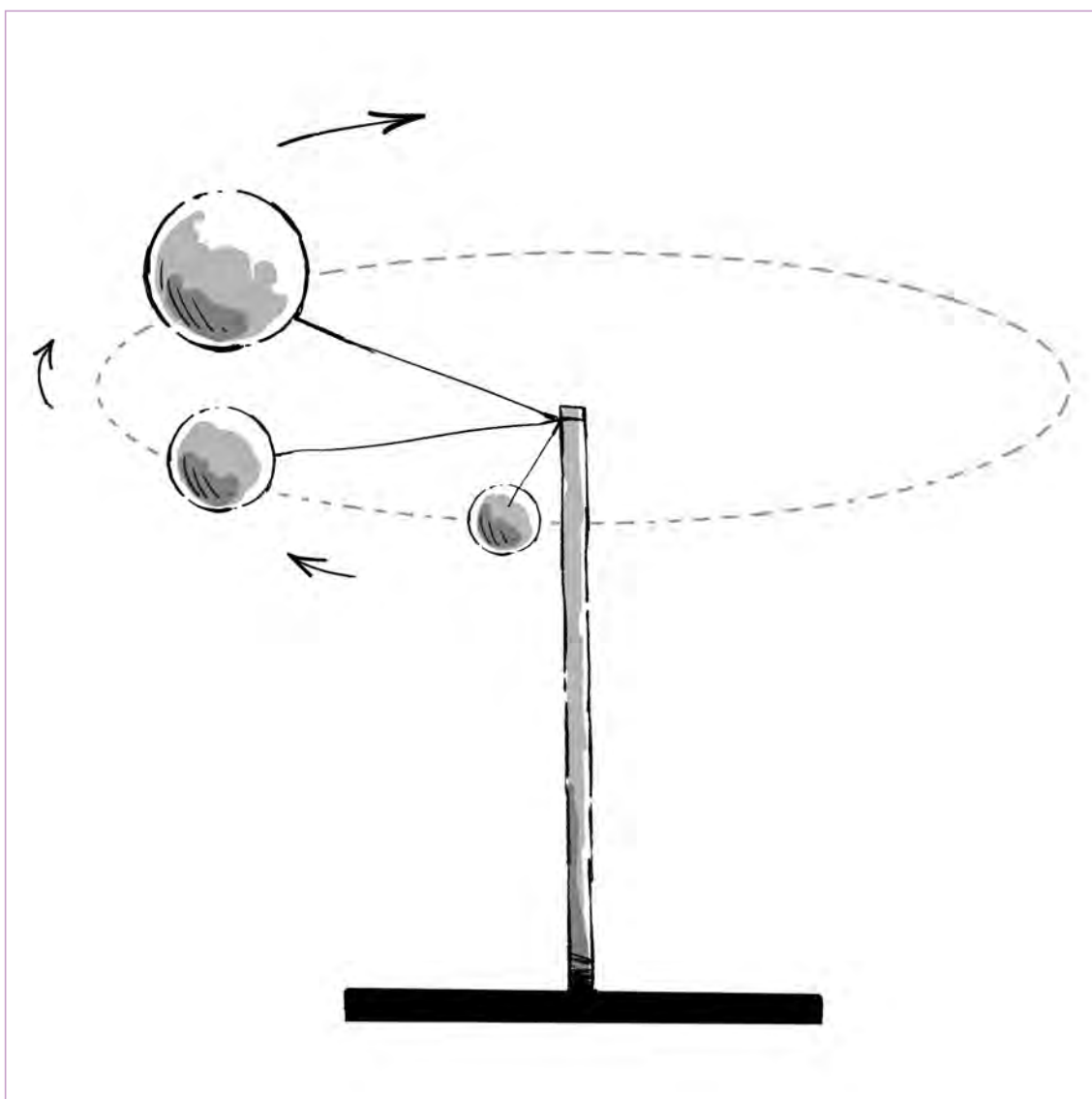


■ در تصویر نهایی، پرسپکتیو یک نقطه‌ای نیز روی تصویر اعمال شده است.





● فعالیت: بر اساس آنچه گفته شد و تأثیری که پرسپکتیو روی فاصله گذاری کلیدها دارد، قصد داریم توپ‌هایی 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، زاویه دید، پایین‌تر از آن است و از پایین داریم به توپ نگاه می‌کنیم.

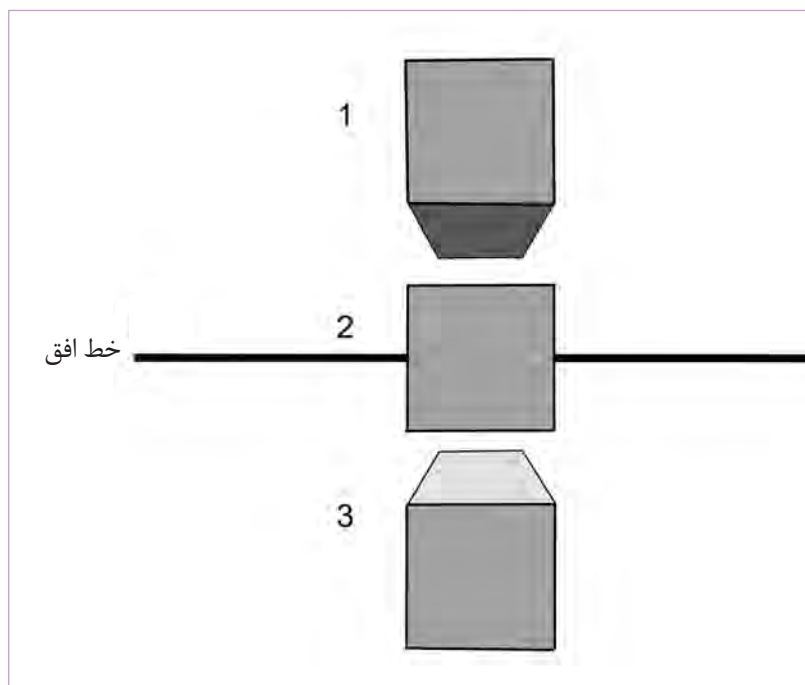


## افتادن مکعب

● فکر کنید: مکعب در حال افتادن را در چند حالت پرسپکتیوی می توان طراحی کرد؟



● نکته: شناخت خط افق در پرسپکتیو نکته مهمی است. برای مثال، شما قصد دارید یک مکعب را طراحی کنید. بسته به اینکه موقعیت شما نسبت به خط افق چگونه است، زاویه دیدتان نسبت به مکعب متفاوت خواهد بود.



پرسپکتیو در نظر گرفته شده در تصویر پرسپکتیو یک نقطه ای است.

همان طور که در تصویر بالا می بینید، 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 می گیرد، پایین تر از خط افق قرار دارد و وجه بالایی آن دیده خواهد شد. اما در وضعیت ۲ درست مقابل نقطه

دید ما قرار داد و فقط وجه روبه رویی آن دیده می شود. در این فعالیت، موقعیت ما نسبت به خط افق تغییر نمی کند، ولی مکعب به علت جابه جایی تصویر متفاوتی از خود بر جای می گذارد.

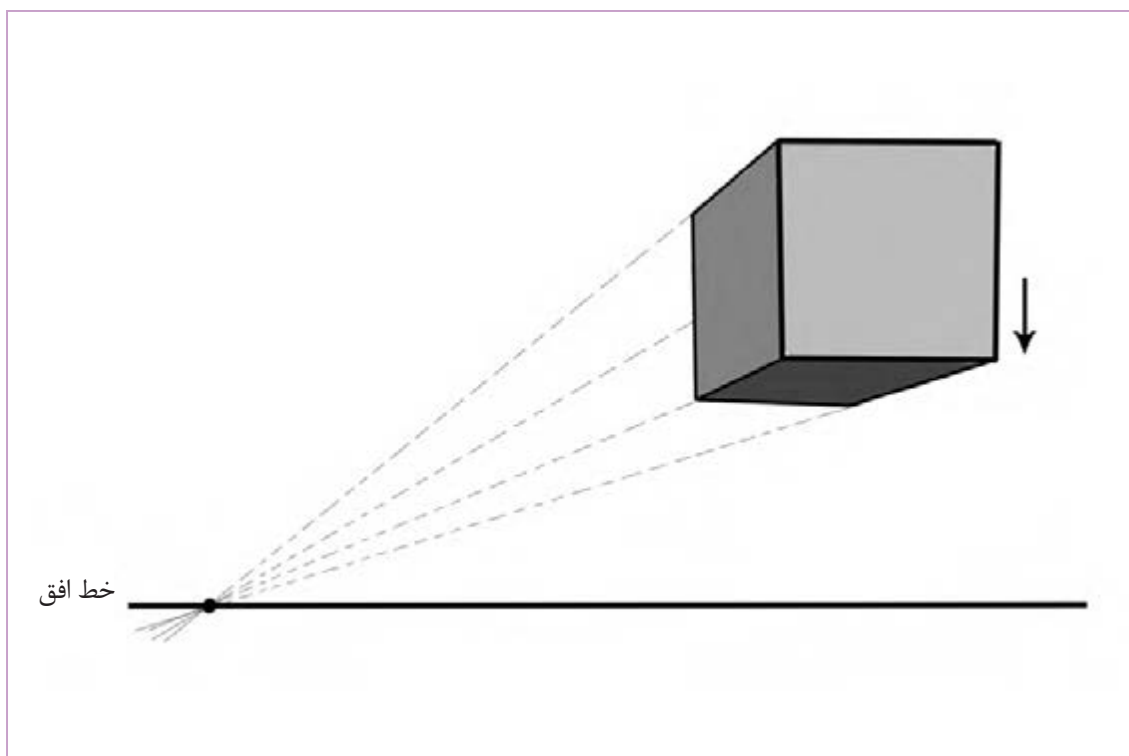


● فعالیت: مطابق تصویر صفحه قبل، حرکت مکعبی را که بالاتر از خط افق قرار دارد و با سرعت ثابت زمین می خورد متحرک سازی کنید.

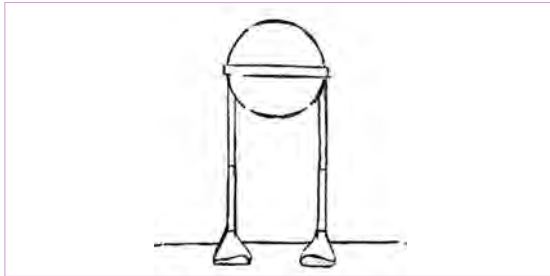
اگر محل قرارگیری مکعب نسبت به نقطه گریز متفاوت باشد و سه وجه از آن قابل دیدن باشد، مطابق آنچه در تصویر زیر نشان داده شده است، کلیدهای آن برای برخورد چه تغییری می کنند؟



● فعالیت: مکعب تصویر زیر را با جنس های متفاوت فلزی و مقوایی در برخورد با زمین متحرک سازی کنید.



## راه رفتن از روبه‌رو



آنچه در پودمان ۳ آموختیم بررسی راه رفتن و دویدن شخصیت از نمای پهلو، تخت و بدون در نظر گرفتن پرسپکتیو بود. در اینجا قصد داریم راه رفتن از روبه‌رو را که تا حدودی حضور پرسپکتیو در آن پررنگ‌تر است بیاموزیم. شخصیت موردنظر 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:

راه رفتن از پهلو آموختیم در این بخش نیز صادق‌اند 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 به‌رو می‌بینیم.

این است که متحرک‌ساز تمام کلیدهای راه رفتن را به‌صورت درج‌ازدن در یک مکان طراحی می‌کند و به‌جای اینکه شخصیت را به‌سمت دوربین بیاورد یا از آن دور کند، زمین را متحرک‌سازی می‌کند تا توهم حرکت رو به‌جلو را القا کند.

اکنون به کلیدهای راه رفتن از روبه‌رو که در تصاویر زیر ترسیم شده‌اند توجه کنید. قوانین و نکاتی که در مورد

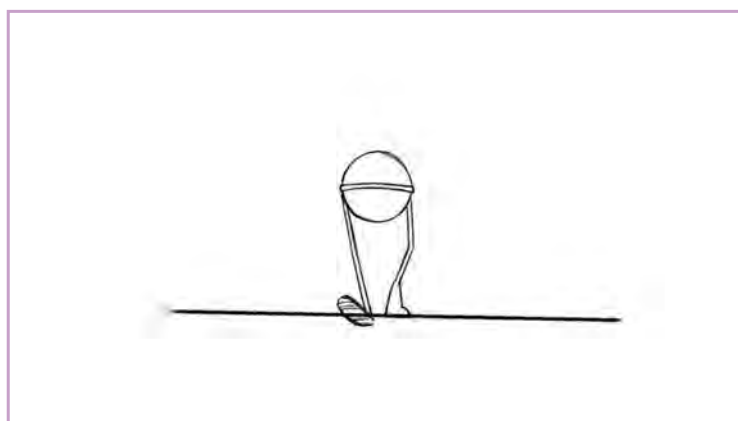
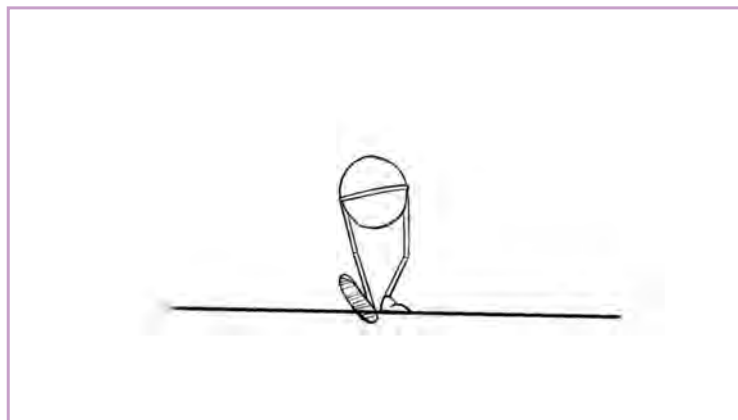


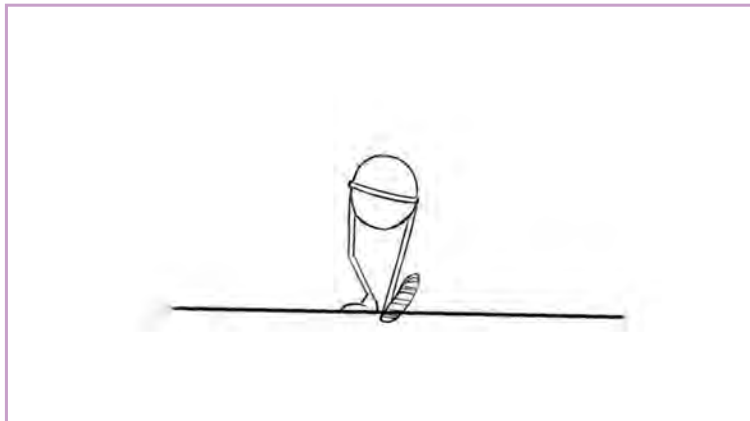
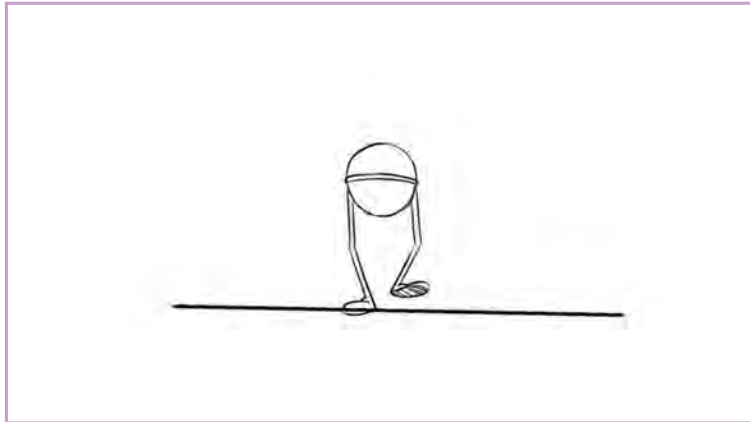
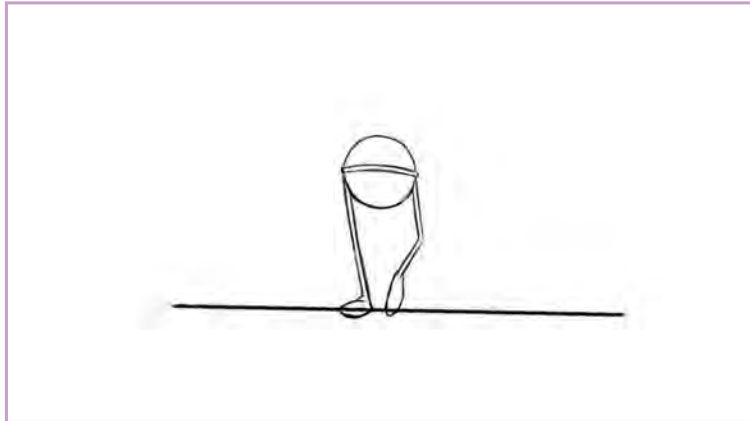
کلیدهای ۱ و ۹: کلیدهای تماس  
کلیدهای ۵ و ۱۳: کلیدهای حالت عبوری

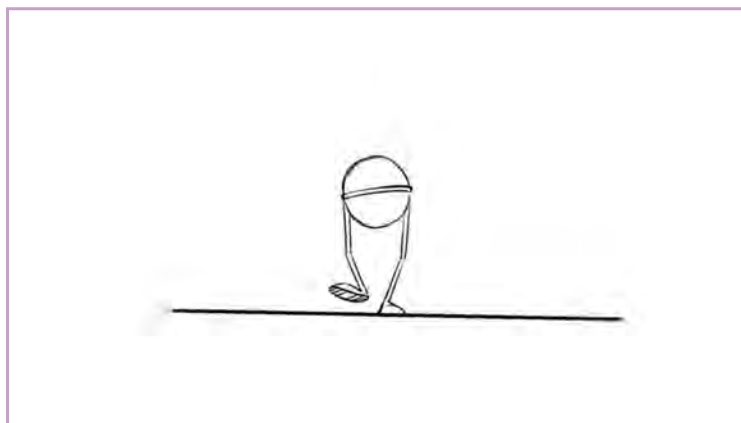
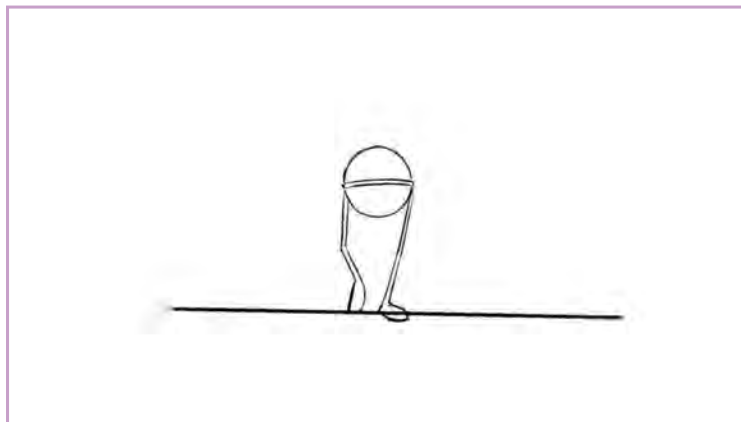
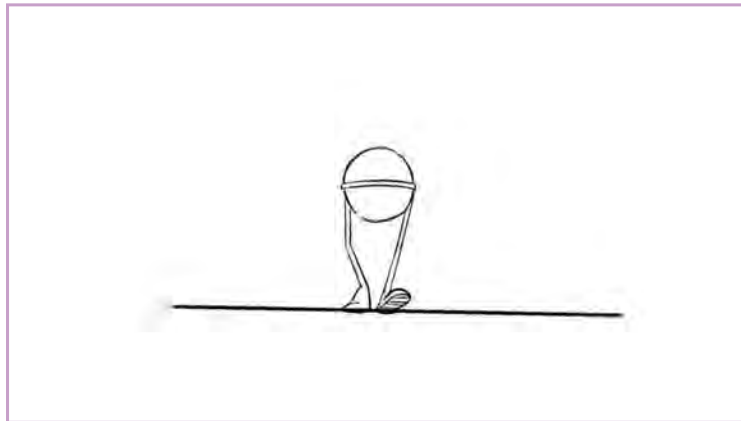


● نکته: در نظر داشته باشید که هر فریم را دو بار تکرار می‌کنیم.

بعد از تمام‌شدن 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 تکرارشونده برای زمین در نظر گرفته شود؛ مطابق آنچه در تصویر پایین آورده شده است و نهایتاً با قراردادن شخصیتی که به صورت درجا متحرک‌سازی شده روی سیکل متحرک‌سازی زمین، این حس ایجاد می‌شود که شخصیت ما در حال قدم‌زدن است و دارد رو به جلو حرکت می‌کند.







● فعالیت: شخصیتی که خودتان طراحی کردید را به صورت درجا متحرک سازی کنید و بعد از آن برای زمین یک سیکل طراحی کنید و نهایتاً شخصیت متحرک سازی شده را روی سیکل زمین قرار دهید.



## راهکار دوم:

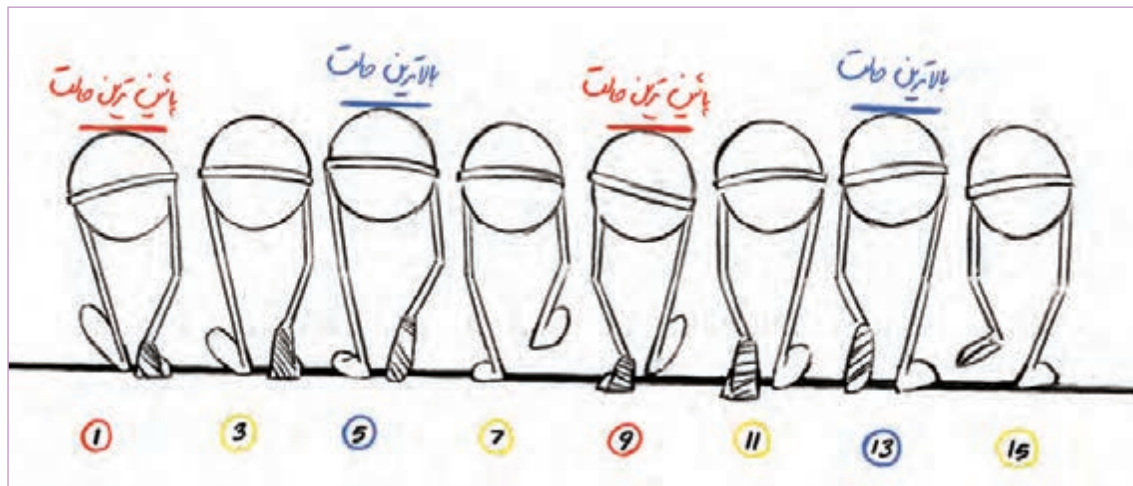
این است که شخصیت ثابت و بدون حرکت باشد و ظاهراً دوربین به او نزدیک شود. برای این منظور، ابتدا شخصیت را به صورت درجا متحرک سازی می‌کنیم و بعد با توجه به پرسپکتیو یک نقطه‌ای او را به دوربین نزدیک می‌کنیم و هر چقدر شخصیت به دوربین نزدیک‌تر شود بزرگ‌تر خواهد شد.

● فعالیت: شخصیت خودتان را به صورت درجا متحرک سازی کنید و سپس با توجه به پرسپکتیو یک نقطه‌ای آن را به دوربین نزدیک کنید.



## راه رفتن از پشت

هر آنچه برای بخش قبل، یعنی راه رفتن از روبه‌رو، 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:



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

● فعالیت: یک شخصیت را درجا متحرک سازی کنید. زمین را جداگانه متحرک سازی کنید و نهایتاً شخصیت متحرک سازی شده را روی زمین قرار دهید.





## ارزیابی شایستگی اجرای حرکات ترکیبی

<p><b>شرح کار:</b> ترکیب حرکات، ترکیب کننده حرکات (کامپوزیتور)          تبیین حرکت ترکیبی یک سنجابک، پرسپکتیو در حرکت به عمق، پرسپکتیو در حرکت چرخشی، پرسپکتیو و طراحی حرکت افتادن، حرکت راه رفتن از روبه رو، حرکت راه رفتن به پشت</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b>          تحلیل قوانین پرسپکتیو در صحنه آرای و متحرک سازی ترکیبی با استفاده از ترسیم براساس رعایت اصول نقاط گریز</p>			
<p><b>شاخص ها:</b>          زیبایی شناسی (هرمنوتیک)، تناسبات در اجزای بدن، زبان بصری بین المللی، علم فیزیک، شیمی، روان شناسی و ریاضیات، قوانین وزن، تعادل، ایستایی، خطوط سیال و روان در طراحی، اصول پرسپکتیو و عمق نمایی</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b>          مکان: کارگاه انیمیشن دو (B)          زمان: ۱۲۰ دقیقه</p>			
<p><b>ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:</b>          انواع مداد، انواع کاغذ، پانچ، پین، تخته شاسی، کاتر، پاک کن، خط کش ها، تراش، گیره کاغذ، پوشه آرشیو، مانتو و لباس کار، منگنه، تخته پاک کن، ماژیک وایت برد، چسب نواری، دیتا پروژکتور و پرده نمایش، رایانه و متعلقاتش، میز نور</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	متحرک سازی و تحلیل حرکت ترکیبی یک سنجابک	۲	
۲	متحرک سازی و ارزیابی پرسپکتیو در حرکت به عمق و حرکت چرخشی	۲	
۳	متحرک سازی و تطبیق پرسپکتیو و طراحی حرکت افتادن	۲	
۴	متحرک سازی و تحلیل حرکت راه رفتن از روبه رو	۲	
۵	متحرک سازی و تحلیل حرکت راه رفتن به پشت	۲	
۶	متحرک سازی یک حرکت ترکیبی با بهره گیری از بازیگری و بازی سازی	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

## منابع و مآخذ

کوک، دیوید. تاریخ جامع سینمای ایران. ترجمه هوشنگ آزادی‌ور. (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. 1083-  
1094. Press.

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



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «[nazar.roshd.ir](http://nazar.roshd.ir)» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

