

# برنامه‌سازی پیشرفته

## تمرین کامپیوتري شماره ۵

مدرس: رامتین خسروی  
طراحان: حسام رمضانیان، شهریار عطار، امیرعلی وحیدی، عرفان میرشمس، مبینا مهرآذر، کوروش علی‌نقی، سروش صحرائی



مهلت تحویل: سه‌شنبه ۱۸ اردیبهشت ۱۴۰۳، ساعت ۵۵:۵۵

## مقدمه

هدف از این تمرین آشنایی شما با برنامه‌نویسی شی‌عگرای رویدادمحور<sup>۱</sup> و استفاده از آن در کتابخانه‌های گرافیکی است. انتظار می‌رود از فنون برنامه‌نویسی که تاکنون در کلاس درس فراگرفته‌اید یا در هنگام تحویل تمرین‌ها به شما تذکر داده شده است را به طور کامل در این تمرین استفاده کنید. توصیه می‌شود تمرین را در بخش‌های کوچک جلو ببرید و هر مرحله عملکرد آن را آزمایش کنید و بررسی درستی آن را برای مرحله آخر نگذارید. برای پاسخ به این تمرین باید از کتابخانه‌ی گرافیکی SFML<sup>2</sup> استفاده کنید و همچنین باید با مفاهیمی چون ساخت پروژه به صورت چندفایلی و استفاده از گیت آشنا باشید. قبل از شروع به انجام این تمرین توصیه می‌شود حتماً مستندات موجود در این [لینک](#) را مطالعه کنید.

<sup>۱</sup> Event Driven Programming

<sup>۲</sup> Simple and Fast Multimedia Library

## Plants vs. Zombies



شما می‌توانید این بازی را از طریق این [لینک](#) به صورت آنلاین بازی کنید و با محیط بازی آشنا شوید. همچنین در این [لینک](#) می‌توانید اطلاعات بیشتری در مورد این بازی کسب کنید. توجه کنید که جزئیات این تکلیف با جزئیات بازی تفاوت دارد، بنابراین صورت تکلیف را با دقت مطالعه کنید.

## روند بازی

این بازی در دسته‌بندی سبک Tower Defense قرار می‌گیرد که در آن با نزدیک شدن موجی از زامبی‌ها به خانه بازیکن (که در انتهای سمت چپ نقشه قرار دارد) در امتداد چندین مسیر موازی، بازیکن باید با انتخاب استراتژی مناسب و قرار دادن گیاهان در خانه‌های نقشه بازی، از خانه خود دفاع کند.

بازیکن برای کاشتن گیاهان ارزی به نام خورشید جمع‌آوری می‌کند. در ابتدای بازی، موجودی خورشید بازیکن عددی دلخواه (مابتده 10) می‌باشد و هیچ گیاهی در زمین کاشته نشده است. با گذشت زمان، به صورت مداوم و در بازه زمانی ثابتی، خورشیدی از یکی از نقاط بالای صفحه به صورت تصادفی پدیدار می‌شود و با سرعت ثابتی به پایین صفحه حرکت می‌کند. با کلیک کردن بر روی آن تا قبل از آنکه به طور کامل از صفحه خارج شود، به موجودی خورشید بازیکن افزوده می‌شود (توجه داشته باشید که میزان موجودی خورشید بازیکن باید در صفحه بازی قابل مشاهده باشد).

با رسیدن موجودی خورشید بازیکن به میزان تعیین‌شده برای هر گیاه، بازیکن می‌تواند از لیست موجود گیاه مورد نظر را انتخاب کرده و در هر خانه‌ای از نقشه که تاکنون اشغال نشده، گیاه را بکارد. لیست گیاهان موجود در قسمتی از صفحه باید قابل مشاهده و انتخاب باشد. ترتیب گیاه‌ها در لیست به دلخواه خودتان می‌باشد.

همچنین پس از کاشت هر گیاه، باید ابتدای زمان مشخصی<sup>3</sup> سپری شود تا بازیکن بتواند همان گیاه را مجدداً انتخاب و در نقشه بکارد. بازیکن، کاشتن گیاه را با کشیدن<sup>4</sup> گیاه با موس بر روی یکی از خانه‌ها و رها کردن<sup>5</sup> موس، یا با کلیک کردن روی یک گیاه و کلیک روی یک خانه انجام می‌دهد. توجه کنید که پیاده‌سازی یکی از این دو روش کافیست.

زامبی‌ها از سمت راست صفحه وارد نقشه بازی می‌شوند، وارد شدن زامبی‌ها باید به صورت تصادفی باشد و شانس ظاهر شدن زامبی بعدی در همه مسیرها تقریباً یکسان باشد. پس از ظاهر شدن هر زامبی، زامبی با سرعت ثابتی شروع به حرکت به سمت خانه می‌کند. شدت حمله زامبی‌ها (تعداد زامبی‌ها که از سمت راست در واحد زمان وارد می‌شود) با گذر زمان افزایش می‌یابد. همچنین تقسیم مسیر حمله زامبی‌ها و زمان ورود آن‌ها به نقشه را طبق سلیقه و صلاح‌دید خودتان به صورتی که بهتر قابل بازی‌کردن باشد پیاده‌سازی کنید.

با وارد شدن زامبی به نقشه، گیاهان تهاجمی پرتابه‌های خود را تنها به نزدیکترین زامبی که در مسیر (ردیف) یکسانی با آن‌ها و در سمت راست آن‌ها قرار دارد، شلیک می‌کنند تا زامبی بمیرد (برخورد پرتابه و زامبی را می‌توانید به دلخواه خود تعریف کنید، صرفاً باید قابل بازی باشد). در صورت رسیدن زامبی به گیاه در مسیر خود

<sup>3</sup> Cooldown Time

<sup>4</sup> Drag

<sup>5</sup> Drop

(رسیدن زامبی به گیاه را می‌توانید به شکل‌های متنوعی تعریف کنید، هر تعریفی که قابل بازی کردن باشد، قابل قبول است؛ زامبی در آن خانه ایستاده و شروع به تخریب گیاه می‌کند. ضربه‌های زامبی در بازه‌های زمانی مشخص<sup>6</sup> به گیاه وارد می‌شود و در صورت تخریب کامل گیاه، گیاه از خانه حذف شده و زامبی به مسیر خود ادامه می‌دهد. تصویر نمونه‌ای صفحه بازی را در عکس زیر مشاهده می‌کنید.



---

<sup>6</sup> Hit Rate

## نقشه بازی

نقشه بازی یک جدول است که از تعدادی (بیشتر از یک) ردیف و ستون تشکیل شده است. بازیکن می‌تواند در هر یک از خانه‌ها یک گیاه بکارد و با آن به زامبی‌ها حمله کند و از خانه دفاع کند. دقت کنید که در هر خانه حداقل یک گیاه می‌تواند کاشته شود و همچنین در حین بازی محدودیتی برای کاشتن گیاه روی خانه‌هایی که زامبی در آن قرار دارد نداریم.

## تنظیمات بازی

مشخصات بازی، شامل شدت حمله زامبی‌ها و کل زمان حمله زامبی‌ها و یا بقیه تنظیماتی مثل نوع زامبی‌ها و گیاه‌های موجود، سرعت حرکت زامبی‌ها و سرعت حرکت پرتاپهای میزان صدمه زدن<sup>7</sup> هر نوع زامبی و گیاه، میزان جان<sup>8</sup> هر یک از موجودیت‌های بازی، قیمت هر گیاه، زمانی که باید بازیکن بعد از کاشت هر گیاه منتظر بماند تا بتواند گیاهی از آن نوع دوباره بکارد، و همچنین بازه‌های زمانی مشخصی که در آن گیاه‌ها و زامبی‌ها حمله می‌کنند نیز باید از طریق این فایل قابل تنظیم باشد. فرمت این فایل به دلخواه خودتان می‌باشد اما یک نمونه برای آشنایی شما توضیح داده می‌شود (توجه کنید که ساختار این نمونه بهینه نیست و شاید ساختاری برای شما مناسب‌تر باشد، این نمونه صرفا برای ایده دادن به شماست. عبارت‌های بعد % برای توضیح آن خط است و در فایل واقعی وجود ندارد).

```
ZOMBIES: regular-10-50-5-7, hairMetalGargantuar-20-80-6-5
% type - damage - health - hit rate9 - speed
PLANTS: peashooter-5-40-5-5-7-4, snowpea-8-30-9-5-5-6,
kernelPult-15-20-10-8-7-8, sunflower-0-30-10-12-0-2, walnut-0-200-10-0-0-2
% type - damage - health - cooldown - hit rate - speed - price
ATTACKS: 100-10-3-1
% at first 10 seconds 3 zombies would appear, and in the next 10 seconds
(10, 20) the number of zombies that would appear would change by 1 (so 4
zombies would appear in this 10 seconds) and it continues like this,
zombies would attack for a total of 100 seconds (i.e. after 100 seconds
attack ended either you killed all of them or your brain has been eaten by
them!)
SUN: 10-10
% vertical speed - interval
```

<sup>7</sup> Damage

<sup>8</sup> Health

<sup>9</sup> در فایل نمونه اعداد به معنی فاصله زمانی بین دو ضربه متوالی می‌باشد

# موجودیت‌های بازی

## گیاه‌ها

### دفایعی

این نوع گیاه، نمی‌تواند به زامبی‌ها حمله کند اما با مقدار سلامتی زیادی که دارد، حرکت آنها را برای مدت خوبی متوقف می‌کند.



"مردم تعجب می‌کنند که چه احساسی دارم از اینکه دائمًا توسط زامبی‌ها جویده می‌شوم، چیزی که آن‌ها متوجه نمی‌شوند این است که با حواس محدودم تنها چیزی که می‌توانم احساس کنم نوعی سوزن سوزن شدن است، مانند مالش آرام‌بخش پشت."

### تهاجمی

همه این نوع گیاهان، زمانی که یک زامبی وارد مسیر (ردیف) آن‌ها شود شروع به حمله کردن به نزدیک‌ترین زامبی می‌کنند. گیاهان تهاجمی در این بازی شامل سه نوع زیر هستند:

### نخود شوتی

این گیاهان در بازه‌های زمانی مشخصی به زامبی‌هایی که در تیررس آن‌ها قرار دارد نخود شلیک می‌کنند. پرتابه‌های این نوع گیاه به صورت مستقیم حرکت می‌کنند و فقط به نزدیک‌ترین زامبی در همان ردیف برخورد می‌کنند.



"من نخود شوتی هستم. به من زامبی بدهید!"

## نخود برفی

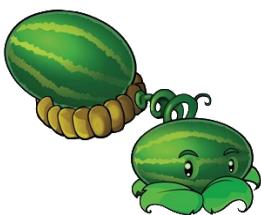
حمله کردن این گیاه نیز مانند نخود شوتی است، اما با این تفاوت که نخودهای او علاوه بر کم کردن سلامتی (!) زامبی‌ها، موجب نصف شدن سرعت حرکت آنها به مدت ۵ ثانیه نیز می‌شود. توجه کنید که اگر قبل از اینکه زامبی به سرعت قبلی خود بازگردد دوباره نخود برفی به آن بخورد، سرعت همان نصف سرعت اولیه می‌ماند و صرفا زمان باقی‌مانده با سرعت نصف، پنج ثانیه بیشتر می‌شود.



"با آنکه سردترین موجود این اطراف هستم، باور کنید که شخصیت گرمی دارم!"

## هندوانه پرتکن (امتیازی)

هندوانه پرتکن‌ها در این بازی قدرت زیادی دارند! تیرهایشان به جای آنکه مستقیم به سمت زامبی‌ها حرکت کند به بالا می‌رود و پس از طی کردن مسافتی به خاطر جاذبه سقوط می‌کنند. شکل حرکت پرتکن‌ها به شکل یک منحنی درجه دو (با فرض شتاب ثابت) است و برای محاسبه نقطه فرود و نحوه حرکت پرتکن‌ها می‌توانید از مفاهیم فیزیک مانند سرعت نسبی استفاده کنید. در این حالت، نیاز به بررسی شرایط خاصی مثل اینکه زامبی سرعتش پس از پرتکن هندوانه تغییر کرد (مثلاً نخود برفی به آن بخورد کرد) یا حالت‌های خاص دیگر نیست. توجه کنید که با اینکه هندوانه در مسیر حرکت خود از مسیر (ردیف) هندوانه پرتکن خارج می‌شود، ولی به زامبی‌های مسیرهای (ردیفهای) دیگر بخورد نمی‌کند.



"اون زامبی‌های احمق رو ببین! می‌خوان منو به چالش بکشن! آتش آتش آتش!!!"

## آفتاگردان

راه دیگری برای افزایش موجودی خورشید! این گیاه در بازه‌های زمانی مشخص، خورشیدی تولید می‌کند که با کلیک بر روی آن، بازیکن می‌تواند موجودی خورشید خود را افزایش دهد. خورشیدهایی که توسط آفتاگردان تولید می‌شوند در همان نقطه ثابت می‌مانند و حرکت نمی‌کنند تا زمانی که بازیکن روی آن‌ها کلیک کند (توجه کنید که برخلاف این نوع خورشید، خورشیدهایی که از نقاط بالای صفحه ظاهر می‌شوند به پایین حرکت می‌کنند و در صورتی که به موقع روی آن‌ها کلیک نشود از صفحه خارج می‌شوند).



"نمی‌خواهم منتی سرتون بذارم، ولی من تقریبا سوپر استار پایه برنامه‌های شما هستم!"

## زامبی‌ها

همه این نوع زامبی‌ها به سمت خانه با سرعت مخصوص خود آنقدر حرکت می‌کنند تا یا به یک گیاه برسند و شروع به خوردن آن کنند، یا به خانه برسند و بازی تمام شود و یا توسط گیاهان کشته شوند. هر زامبی پس از اینکه می‌میرد از زمین بازی پاک می‌شود.

## عادی

این زامبی به چیزی جز تخریب هر چه بر سر راه خود می‌بیند فکر نمی‌کند! در صورتی که در مسیر خود به گیاهی برسد، در آن خانه ایستاده و شروع به تخریب گیاه می‌کند. خوشبختانه با آنکه یک بار مرده است، دلیل نمی‌شود که دیگر نتوان آن را کشت!



"که‌خشنده‌ شخص"

## غولپیکر

برادران بزرگتر زامبی‌های عادی که حتی از آن‌ها بی‌فکرتر و آسیب‌زننده‌تر هستند! وقتی این زامبی‌ها وارد می‌شوند فقط باید امیدوار باشید که به اندازه کافی گیاه برای مقاومت داشته باشید و گرنه شانس زیادی ندارید! این نوع زامبی‌ها دارای جان بیشتر و قدرت ضربه بالاتری نسبت به زامبی‌های عادی هستند.



"متالللاللالل بثتبصمبیسمتهخشدهشصبتنمتبصمنتتصکمکمنیترسبمنبتص"

## خورشید

واحد پولی رایج در بازی! از ارز خورشید برای کاشتن گیاهان استفاده می‌شود. راه‌های کسب خورشید در طول بازی، جمع‌آوری آن از خورشیدهایی که در طول بازی از بالا به پایین صفحه حرکت می‌کنند و خورشیدهایی که توسط آفتاب‌گردان‌ها تولید می‌شوند می‌باشد.



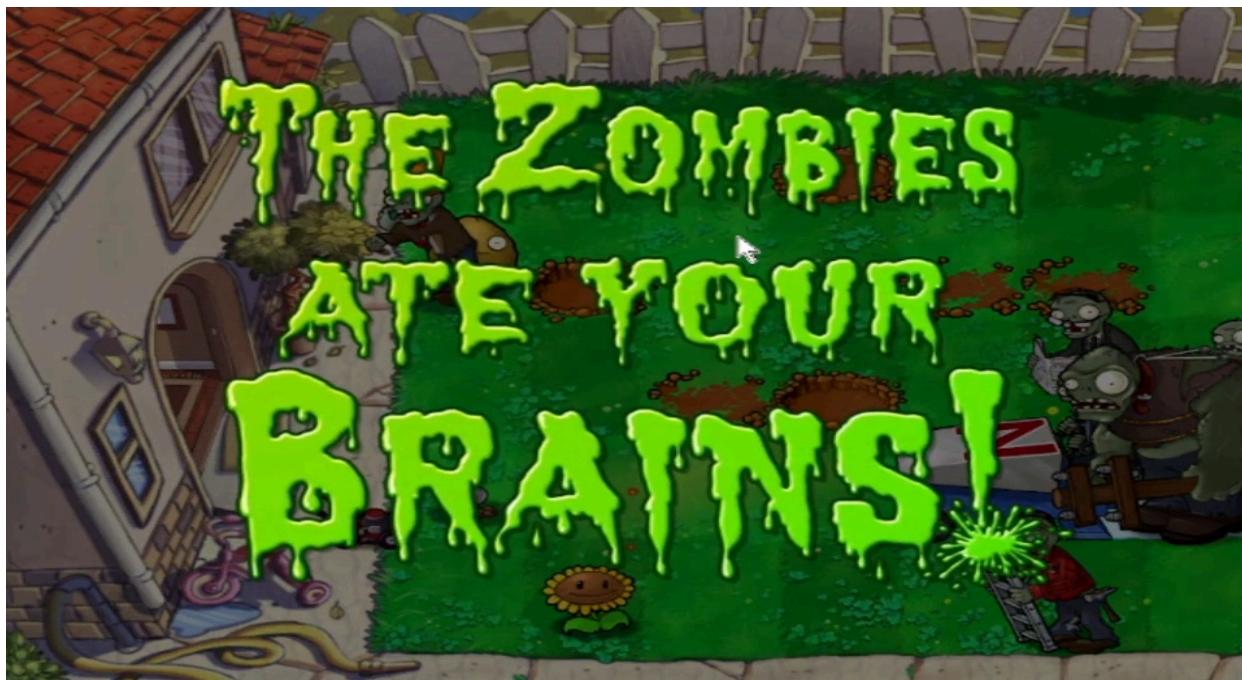
"فکر می‌کنم موافق هستید که هیچ گیاهی بدون من نمی‌تواند رشد کند!"

## موسیقی

همچنین پس از شروع بازی آهنگی در پس زمینه شروع به پخش شدن می کند که شما را در بین همه این زامبی ها سرگرم نگه دارد تا احساس تنها یی نکنید!

## پایان بازی

اگر یک زامبی در هر مسیری به خانه برسد، بازی به اتمام می رسد و بازیکن بازی را می بازد. حالت دیگر اتمام بازی، دفع تمام حمله های زامبی ها می باشد که در این حالت، بازیکن برنده شده و بازی به پایان می رسد، توجه کنید که پس از پایان حمله ها (که در فایل تنظیمات مشخص شده) دیگر زامبی ای وارد صفحه نمی شود و بازی تا زمانی که زامبی ای در صفحه باشد ادامه پیدا می کند. پس از پایان بازی نتیجه بازی (برد یا باخت) نشان داده می شود. به طور مثال مانند شکل زیر در صورت باختن بازیکن می توانید متنی را روی صفحه اضافه کنید که باخت (خورده شدن مغزتان توسط زامبی ها!) را نشان دهد.



## نکات تکمیلی

- در این تمرین تعدادی پارامتر وجود دارد (مانند اندازه اشیا در صفحه، سرعت حرکت بازیکن و دشمن‌ها، تعداد خانه‌های بازی و...). از شما انتظار می‌رود که طبق صلاح‌دید خودتان این اعداد را تنظیم کنید، به صورتی که بازی قابل بازی کردن باشد و تفاوت بخش‌های خواسته شده مشخص باشد (خیلی روی اعداد دقیق حساس نباشد). در صورت تمرین کلیت انتظارات از بازی بیان شده و در تصمیم‌گیری شیوه پیاده‌سازی آن‌ها (مانند ساختار نقشه ورودی، فیزیک بازی، اندازه اشیا و ...) دست شما باز است. هدف نهایی این است که برنامه نهایی قابل بازی کردن باشد.
- توصیه می‌شود که پروژه را از ساده به پیچیده جلو ببرید و ابتدا کلیت بازی را پیاده‌سازی کنید. به عنوان مثال می‌توانید ابتدا فقط حرکت زامبی‌ها در صفحه را بنویسید. سپس در طی چند مرحله، برنامه را پیچیده‌تر کنید. همچنانی روند ارزیابی شما به صورتی قسمت‌بندی شده است که حتی در صورتی که پروژه را کامل نکرده باشید، نمره مربوط به قسمت‌های کامل شده به شما تعلق بگیرد. به عنوان مثال، ابتدا صرفا حرکت زامبی‌ها در صفحه را پیاده‌سازی کنید. بعد از آن قرار دادن گیاهان و به همین ترتیب موجودیت‌های بازی را کامل کنید.
- دقت کنید که تصمیم‌گیری در خصوص مواردی که به طور صریح در صورت تمرین ذکر نشده، بر عهده شما بوده و می‌توانید هر فرضی که می‌خواهید را پیاده‌سازی کنید.
- از آنجایی که پروژه باید به صورت چند فایلی پیاده‌سازی شود، توصیه می‌شود که پروژه را از ابتدا در چند فایل پیاده‌سازی کنید و از پیاده‌سازی کل پروژه در یک فایل و سپس تبدیل آن به چند فایل خودداری کنید.
- توجه داشته باشید که در این تمرین سبک برنامه‌نویسی رویداد محور را در ساختار کد خود در نظر بگیرید.

## نحوه تحويل

- میتوانید این تمرین را در قالب گروههای دو نفره انجام دهید. گروهی انجام دادن این تمرین، الزامی نیست و میتوانید به صورت تکی نیز آن را تحويل دهید.
- توجه داشته باشید که در صورت گروهی انجام دادن تمرین، هر دو عضو گروه باید اشراف کامل روی تمرین و کد آپلود شده داشته باشند و این موضوع در تحويل تمرین در نظر گرفته میشود. در صورت عدم رعایت این مورد، نمرهای برای فردی که روی کد اشراف ندارد، در نظر گرفته نمیشود. همچنین، هر دو نفر باید مشارکت کافی در انجام پروژه را داشته باشند؛ این موضوع از طریق commit ها در گیت، بررسی خواهد شد.
- تمامی تحويلهای فردی و گروهی از طریق گیت‌هاب انجام شده و امکان بارگذاری کد در سامانه ای‌لرن وجود نخواهد داشت.
- توجه کنید که makefile شما باید در صفحه اول مخزن<sup>10</sup> باشد و نباید در هیچ پوشه‌ای قرار داده شده باشد.
- دقت کنید که دسترسی مخزن شما باید به صورت خصوصی<sup>11</sup> تعریف شود. همچنین، کاربر AP-UT را به مخزن اضافه کنید.
- سعی کنید مرحله به مرحله کد را commit کنید و از commit کردن کل کد در انتهای پروژه خودداری کنید. همچنین، پیام-commit-های شما باید خوانا باشد و تغییر ایجاد شده را توضیح دهد. دقت کنید که بخشی از نمره شما را استفاده صحیح از گیت تشکیل می‌دهد. برای مطالعه در خصوص نحوه صحیح commit کردن، میتوانید [این لینک](#) را مطالعه کنید.
- برای تحويل پروژه کافی است یکی از اعضای گروه، در بخش "متن بر خط" در سامانه ای‌لرن، در خط اول لینک مخزن در گیت‌هاب و در خط دوم هش مربوط به آخرین commit پروژه را قرار دهد. نمونه‌ای از فرمت خواسته شده در ادامه آمده است. لازم به ذکر است که هم تاریخ قرار دادن متن خواسته شده در ای‌لرن و هم تاریخ آخرین commit شما باید پیش از دلاین تمرین باشد.
- نمونه متن خواسته شده در سامانه ای‌لرن (سه بخش <username> و <repository\_name> و <last\_commit\_hash> را جایگزین کنید):

```
https://github.com/<username>/<repository_name>
<last_commit_hash>
```

<sup>10</sup> Repository

<sup>11</sup> Private

- با توجه به اینکه کدها به صورت خودکار از گیت‌هاب دریافت می‌شوند، عدم رعایت فرمت ذکر شده سبب کسر 5 درصد از نمره شما خواهد شد.
- برای ایجاد رابط کاربری گرافیکی<sup>12</sup> و تمامی افکتهای برنامه خود باید از کتابخانه SFML استفاده کنید.
- مخزن شما باید پوشه‌ی کامل پروژه باشد که شامل کد کامل برنامه شما به همراه تصاویر و سایر موارد است.
- در این تمرین بازی شما توسط دستیاران آموزشی آزموده می‌شود و آزمون خودکار ندارد.
- نمره هر بخش در صورت صحت عملکرد آن در بازی شما اختصاص می‌یابد و داشتن کد یک بخش که در بازی قابل آزمودن نیست نمره‌ای برای شما ندارد.
- برنامه شما باید حتماً طراحی شی‌عگرا داشته باشد.
- دقت کنید که پروژه‌ی شما باید Makefile باشد و Multi-file Makefile داشته باشد. همین‌طور در خود مشخص کنید که از استاندارد C++20 استفاده می‌کنید.
- دقت کنید که نام پرونده‌ی اجرایی شما باید pvz.out باشد.
- هدف این تمرین یادگیری شماست. لطفاً تمرین را خودتان انجام دهید. در صورت کشف تقلب مطابق قوانین درس با آن برخورد خواهد شد.

# نمرات

## تمیزی کد •

○ رعایت کردن نامگذاری صحیح و انسجام<sup>13</sup>

○ عدم وجود کد تکراری

○ رعایت دندانه‌گذاری<sup>14</sup>

○ عدم استفاده از متغیرهای گلوبال

○ استفاده صحیح از متغیرهای ثابت به جای Magic Value-ها

## بازی •

○ پیاده‌سازی موارد ذکر شده در صورت پروژه

## طراحی •

○ کاهش Coupling

○ رعایت Encapsulation

○ طراحی مناسب چند فایلی

○ استفاده از Header Guard-ها

○ استفاده صحیح از Makefile

○ ساختاردهی کد در قالب توابع کوتاه که فقط یک کار را انجام می‌دهند

## گیت •

○ پیام‌های خوانا برای commit-ها

○ کردن مرحله به مرحله Commit

○ مشارکت همه اعضای گروه و اشراف کامل بر روی کد

دقت کنید که موارد ذکر شده لزوماً کل نمره شما را تشکیل نمی‌دهند و ممکن است با تغییراتی همراه باشند.

---

<sup>13</sup> Consistency

<sup>14</sup> Indentation