

# مقدمه‌ای بر برنامه‌نویسی بازی‌های 3D با

# DirectX

12



# مقدمه ای بر برنامه نویسی بازی های سه بعدی با Direct3D 12

نویسنده: علی بدیعی

تابستان ۱۴۰۲

## قبل از شروع ...

کتابی پیش رو دارید، مباحث کتاب Introduction to 3d Game Programming With Directx 12 را در برمیگرد. در این کتاب از ترجمه‌ی محض خارج شده و موارد را به صورت گستردگرتر بررسی می‌کند و هر مرحله را قدم به قدم توضیح می‌دهد. در اوایل ترجمه‌ی کتاب، نظر به این بود تا کتاب ترجمه شود ولی با توجه به اینکه منابع فارسی برای مباحث کتاب بسیار کم بوده و حتی نایاب است، تصمیم بر آن شد که اطلاعات و مباحث اضافی نیز به آن اضافه گردد. همچنین در تمامی کتاب سعی شده تا موارد تا جای ممکن به اصل خود تشابه داشته باشند. در هر صورت تمامی منابع استفاده شده و همه موارد نیاز این منابع به صورت یکجا برای شما در لینک زیر قرار داده شده است. می‌توانید با اسکن QR Code زیر نیز، آن‌ها را مشاهده کنید.



<https://alibadiee.ir/Book/3d-DirectX12>

این کتاب به صورت رایگان منتشر می‌شود و بجز برای خرید نسخه‌ی چاپی آن، شما نیاز به

پرداخت هزینه‌ای ندارید. همچنین در صورتی که تمایل دارید، می‌توانید در بهتر کردن این اثر به ما کمک کنید. برای دریافت راهنمای لینک QR Code زیر استفاده کنید.



<https://alibadiee.ir/Book/3d-DirectX12/Help-Editing>

## معرفی

Direct3D 12 یک کتابخانه رندر (render) برای نوشتن برنامه های گرافیکی سه بعدی با عملکرد بالا (high-performance) با استفاده از سخت افزار گرافیکی مدرن بر روی پلتفرم های مختلف ویندوز ۱۰ (Windows Desktop - Mobile - Xbox One) است. یک کتابخانه سطح پایین است، به این معنا که رابط برنامه نویسی کاربردی آن (API) مدل سازی سخت افزار گرافیکی زیرینی را که کنترل می کند، بر عهده دارد. بیشترین استفاده ای Direct3D صنعت بازی سازی است که در آن موتورهای رندرینگ سطح بالاتر بر روی Direct3D ساخته می شوند. با این حال، صنایع دیگر به گرافیک سه بعدی تعاملی با عملکرد بالانز نیاز دارند، مانند: تجسم پزشکی و علمی و بررسی های معماری. علاوه بر این، با مجهز شدن هر رایانه شخصی جدید به یک کارت گرافیک مدرن، برنامه هایی که سه بعدی نیستند، شروع به استفاده از GPU (واحد پردازش گرافیکی) برای سپردن محاسبات فشرده به کارت گرافیک کردند. این کار به عنوان *general purpose GPU* *computing* شناخته می شود و رابط برنامه نویسی کاربردی Direct3D، shader محاسباتی را برای نوشتن برنامه های GPU با اهداف عمومی ارائه می دهد. اگرچه Direct3D 12 معمولاً با C++ برنامه نویسی می شود، تیم SharpDX در حال کار بر روی بسته های .NET هستند تا بتوانند از برنامه های مدیریت شده به این API گرافیکی سه بعدی قدرتمند دسترسی داشته باشید.

این کتاب مقدمه ای بر برنامه نویسی گرافیک کامپیوتری تعاملی با استفاده از 12 Direct3D و تأکید بر توسعه بازی است. اصول برنامه نویسی Direct3D و shader را آموزش می دهد و پس از آن خواننده آماده می شود تا تکنیک های پیشرفته تری را یاد بگیرد. کتاب به سه بخش اصلی تقسیم شده است. بخش اول ابزارهای ریاضی را توضیح می دهد که در این کتاب استفاده خواهد شد. بخش دوم نحوه پیاده سازی وظایف اساسی در Direct3D مانند: مقداردهی اولیه، تعریف هندسه سه بعدی، راه اندازی دوربین ها، ایجاد رئوس، ایجاد پیکسل، ایجاد هندسه و محاسبه سایه زن، نور پردازی، بافت سازی، مخلوط کردن، شابلون سازی، و مفروش سازی را نشان می دهد. بخش سوم عمده ای در مورد استفاده از Direct3D برای پیاده سازی انواع تکنیک های جالب و جلوه های ویژه است، مانند کار

با مشخصیت های متحرک، برداشتن، نگاشت محیط، نقشه برداری معمولی، سایه های بلادرنگ، و انسداد محیط.

افراد مبتدی، بهتر است این کتاب را از ابتدا به صورت کامل بخوانند. فصل ها به گونه ای مرتب شده اند که با گذر از هر فصل، میزان سختی به تدریج افزایش می یابد. به این ترتیب، هیچ جهش ناگهانی در پیچیدگی متنها وجود ندارد که خواننده را سردرگم کند. به طور کلی، برای هر فصل، از تکنیک ها و مفاهیمی که در فصل های قبل گفته شده اند استفاده خواهیم کرد. بنابراین، مهم است که بر مطالب هر فصل تسلط داشته باشید. خواننده کانی که تجربه ای استفاده از Direct3D را دارند، می توانند فصل های مورد علاقه خود را بخوانند. در نهایت، شاید از خود بپرسید که بعد از خواندن این کتاب چه نوع بازی هایی را می توانید توسعه دهید، پاسخ این سؤال را بهتر است با مرور این کتاب و مشاهده انواع برنامه های توسعه یافته به دست آورید. از این رو می توانید انواع بازی های را بر اساس تکنیک های آموزش داده شده در این کتاب و نبوغ خود تجسم کنید.

## مخاطبان کتاب

این کتاب با در نظر گرفتن سه مخاطب زیر طراحی شده است:

۱. برنامه نویسان سطح متوسط C++ که می خواهند مقدمه ای بر برنامه نویسی سه بعدی با استفاده از آخرین نسخه Direct3D داشته باشند
۲. برنامه نویسان سه بعدی با تجربه که با API ای غیر از DirectX (به عنوان مثال، OpenGL) کار کرده اند و می خواهند مقدمه ای برای Direct3D 12 داشته باشند
۳. برنامه نویسان با تجربه Direct3D که مایل به یادگیری آخرین نسخه Direct3D هستند

## پیش نیاز ها

لازم به ذکر است که این مقدمه ای بر 12 Direct3D، برنامه نویسی shader و برنامه نویسی بازی های سه بعدی است و نمی توان از آن برای یادگیری برنامه نویسی کامپیوتر به صورت کلی استفاده کرد. بنابراین خواننده باید شرایط زیر را رعایت کند:

۱. ریاضیات دبیرستان: مثلاً جبر، مثلثات و توابع ریاضی
۲. تجربه کار با Visual Studio: چگونگی ایجاد پروژه ها، اضافه کردن فایل ها و link کردن کتابخانه های خارجی
۳. C++ متوسط و مهارت های ساختار داده: به عنوان مثال: تجربه کار با اشاره گرها، آرایه ها، سربار اپراتورها، لیست های پیوندی، وراثت و چند ریختی
۴. آشنایی با برنامه نویسی ویندوز با Win32 API (مفید است اما لازم نیست)

## ابزارها و سخت افزارهای توسعه مورد نیاز

برای برنامه نویسی برنامه های Direct3D 12 به حداقل موارد زیر نیاز است:

۱. Windows 10 .۱
۲. Visual Studio 2015 .۲
۳. کارت گرافیکی که از 12 Direct3D پشتیبانی کند

#### نکته

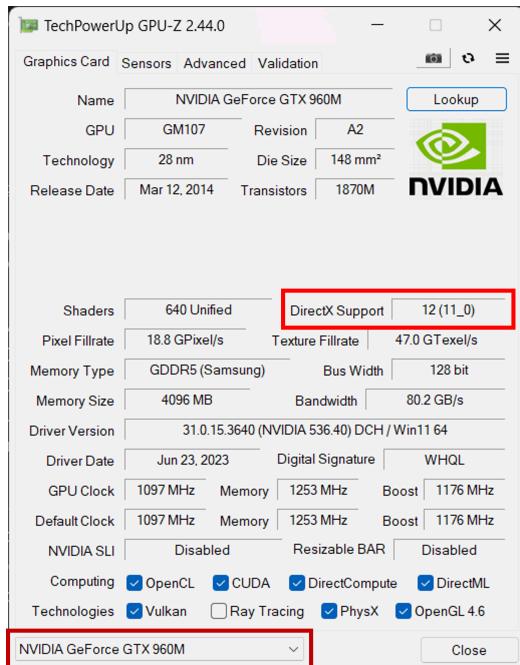
کانفیگ های استفاده شده از این کتاب طبق موارد زیر است:

1. Windows 11 Pro 22H2 Build 22621.1992
2. NVIDIA GeForce GTX 960m
3. Visual Studio 2022 (64-bit) Version 17.1.2

#### نکته

برای نصب و استفاده از 11 Windows و Visual Studio 2022 می توانید از آموزش های اینترنت استفاده کنید.

برای بررسی پشتیبانی کارت گرافیک از 12 DirectX می توانید مدل کارت گرافیک خود را در اینترنت جست و جو کنید یا از برنامه GPU-Z استفاده کنید. عکس زیر نحوی استفاده از برنامه را نشان می دهد.



محیط برنامه‌ی GPU-Z

## استفاده از اسناد SDK و نمونه‌های DIRECTX

SDK و نمونه‌های DirectX یک API بزرگ است و ما نمی‌توانیم تمام جزئیات آن را در این یک کتاب پوشش دهیم. بنابراین، برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر، ضروری است نحوه استفاده از اسناد DirectX را یاد بگیرید. به روزترین اسناد در [MSDN](#) در دسترس خواهد بود.

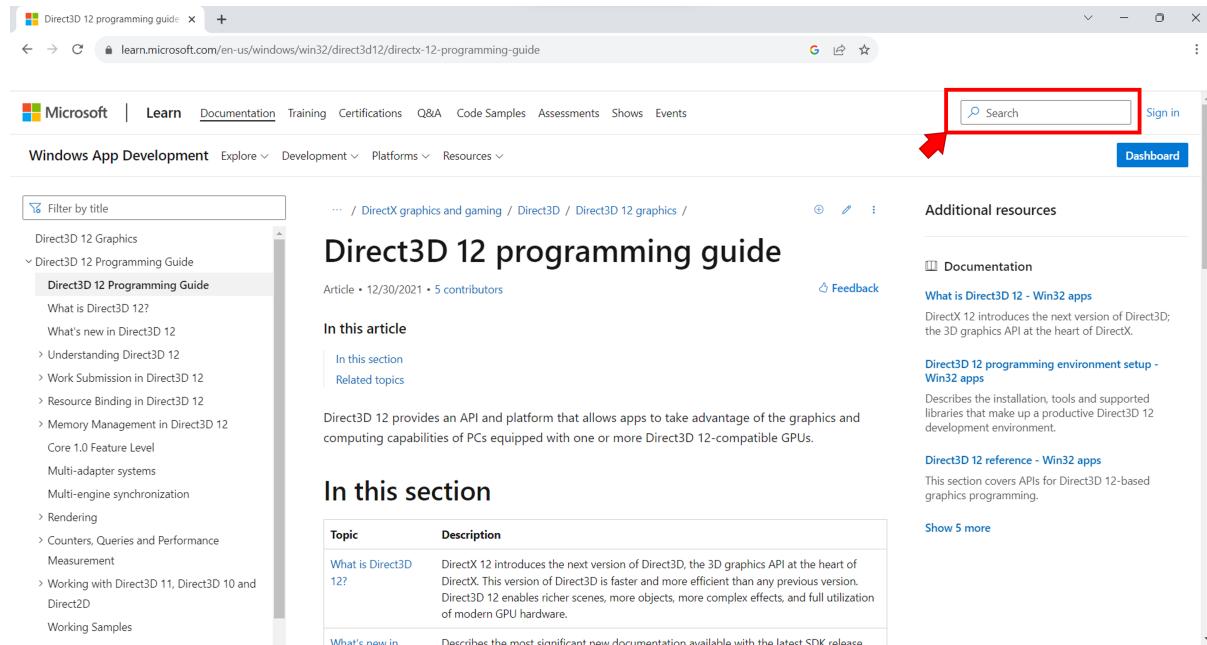


<https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/direct3d12/directx-12-programming-guide>

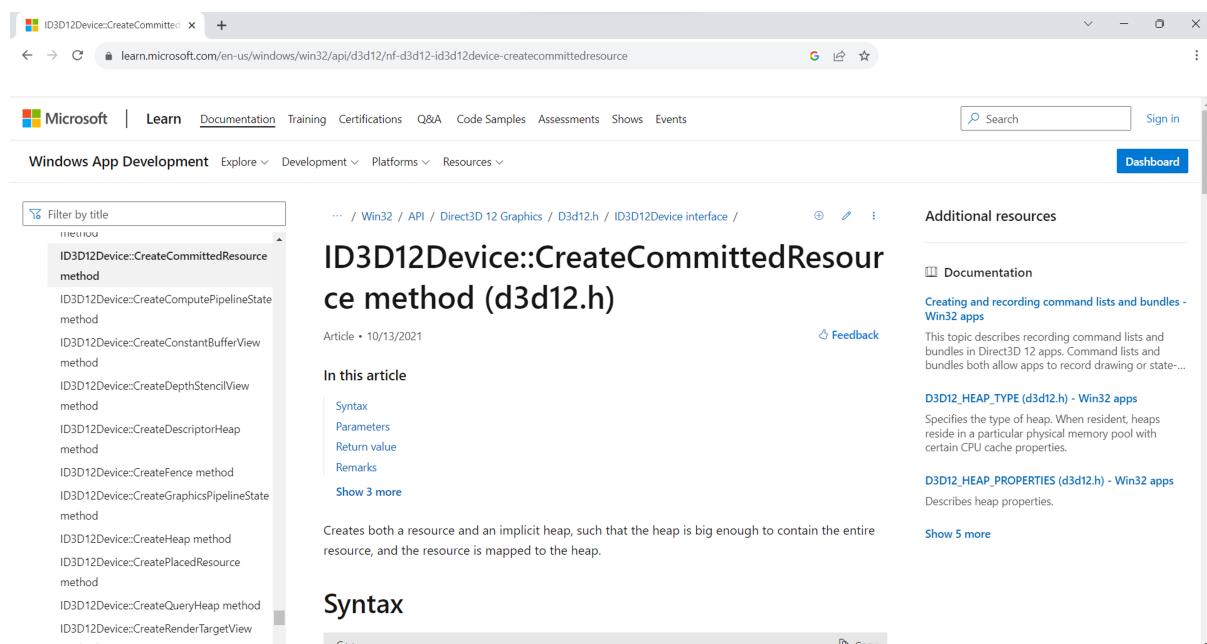
شکل ۱ تصویری از مستندات آنلاین را نشان می‌دهد. اسناد DirectX تقریباً همه‌ی بخش‌های DirectX را پوشش می‌دهد. بنابراین این اسناد می‌تواند یک مرجع بسیار مفید باشد، اما از

آنچایی که مستندات آنچنان وارد جزئیات نمی شوند، می توان گفت که این اسناد بهترین ابزار یادگیری نیستند. با این حال، با هر نسخه جدید DirectX که منتشر شود، اسناد نیز بهتر و بهتر می شود.

همانطور که گفته شد، اسناد به عنوان یک مرجع قابل استفاده هستند. فرض کنید با یک نوع یا تابع مرتبط با DirectX مواجه شده اید که اطلاعات بیشتری در مورد آن می خواهید، به عنوان مثال تابع `ID3D12Device::CreateCommittedResource`. شما می توانید به سادگی در مستندات جستجو کنید و توضیحاتی از نوع آن شی یا در این مثال، توضیحاتی در مورد تابع دریافت کنید. شکل ۲ را ببینید.



شکل ۱: راهنمای برنامه نویسی Direct3D در مستندات DirectX



شکل ۲: دریافت مستندات یک تابع

نکته

در این کتاب ممکن است هر از گاهی برای جزئیات بیشتر شما را به مستندات راهنمایی کنیم.

همچنین برنامه های نمونه 12 Direct3D که به صورت آنلاین در دسترس هستند را میتوانید در لینک زیر مشاهده کنید:



<https://github.com/Microsoft/DirectX-Graphics-Samples>

میتوانید نمونه های Direct3D 12 را در وب سایت های NVIDIA، AMD و Intel مشاهده کنید. همچنین در آینده نمونه های بیشتری نیز خواهد آمد.

## شفاف سازی

اگرچه ما تلاش می کنیم که کدهای کارآمدی بنویسیم و هم زمان از بهترین شیوه های برنامه نویسی Direct3D 12 استفاده کنیم، اما هدف اصلی هر برنامه نمونه، نشان دادن مفاهیم Direct3D یا تکنیک های برنامه نویسی گرافیکی است. هدف ما نوشتن بهینه ترین کد نیست زیرا به احتمال زیاد، این کارایدهایی را که تلاش می کردیم به تصویر بکشیم را می کرد. اگر از کد نمونه در پروژه های خود استفاده می کنید، این نکته را در نظر داشته باشید، زیرا باید برای کارایی بهتر دوباره روی آن کار کنید. علاوه بر این، به منظور تمرکز بر API Direct3D، زیرساخت های حداقلی را در بالای Direct3D ایجاد کرده ایم. به این معنی که ما مقادیر را هاردکد (hardcode) کردیم و چیزهایی را در کد منبع تعریف کردیم که ممکن است مبتنی بر داده باشند. در یک برنامه بزرگ سه بعدی، احتمالاً یک موتور رندرینگ در بالای Direct3D پیاده سازی خواهد کرد. با این حال، موضوع این کتاب Direct3D API است، نه طراحی موتورهای رندرینگ.

## نمونه برنامه ها و مکمل های آنلاین

وب سایت های این کتاب ([www.merclearning.com](http://www.merclearning.com) و [www.d3dcoder.net](http://www.d3dcoder.net)) نقش مهمی در استفاده حداکثری از این کتاب دارد. [متوجه: همه لینک ها و منابع در سایت من به صورت یکجا وجود دارند و نیازی نیست تمامی لینک های کتاب را ذخیره یا باز کنید.] در وب سایت شما کد منبع کامل و فایل های پروژه برای هر نمونه در این کتاب را خواهد یافت. در بسیاری از موارد، برنامه های DirectX آنقدر بزرگ هستند که نمی توانند به طور کامل در یک کتاب متنی جاسازی شوند. بنابراین، ما فقط قطعات کد مربوطه را بر اساس ایده هایی که نشان داده می شوند نشان می دهیم. اکیداً توصیه می شود که خواننده کد آزمایشی مربوطه را مطالعه کند تا برنامه را به طور کامل ببیند (هدف ما این است که آزمایشی ها (demos) را برای مطالعه آسان کوچک و متمرکز کنیم). به عنوان یک قاعده

کلی، خواننده پاید بتواند پس از خواندن فصل و گذراندن مدتی برای مطالعه کد نسخه‌ی آزمایشی، کد نسخه (ها)‌ی آزمایشی فصل را به تنها یی پیاده‌سازی کند. در واقع اینکه سعی کنید نمونه‌ها را خودتان با استفاده از کتاب و کد نمونه (به عنوان مرجع) پیاده‌سازی کنید، یک تمرین بسیار خوب است.

## راه اندازی پروژه آزمایشی در 2022 Visual Studio

آزمایشی‌های این کتاب را می‌توانید به سادگی با دوبار کلیک کردن روی فایل پروژه مربوطه (.vcxproj) یا فایل (.sln) باز کنید. این بخش نحوه باز کردن یا ایجاد و ساخت یک پروژه را از ابتدا با استفاده از چارچوب برنامه آزمایشی کتاب با استفاده از 2022 Visual Studio توضیح می‌دهد. به عنوان یک مثال کاربردی، نحوه بازآفرینی و build کردن نسخه آزمایشی Box از فصل ۶ را نشان خواهیم داد.

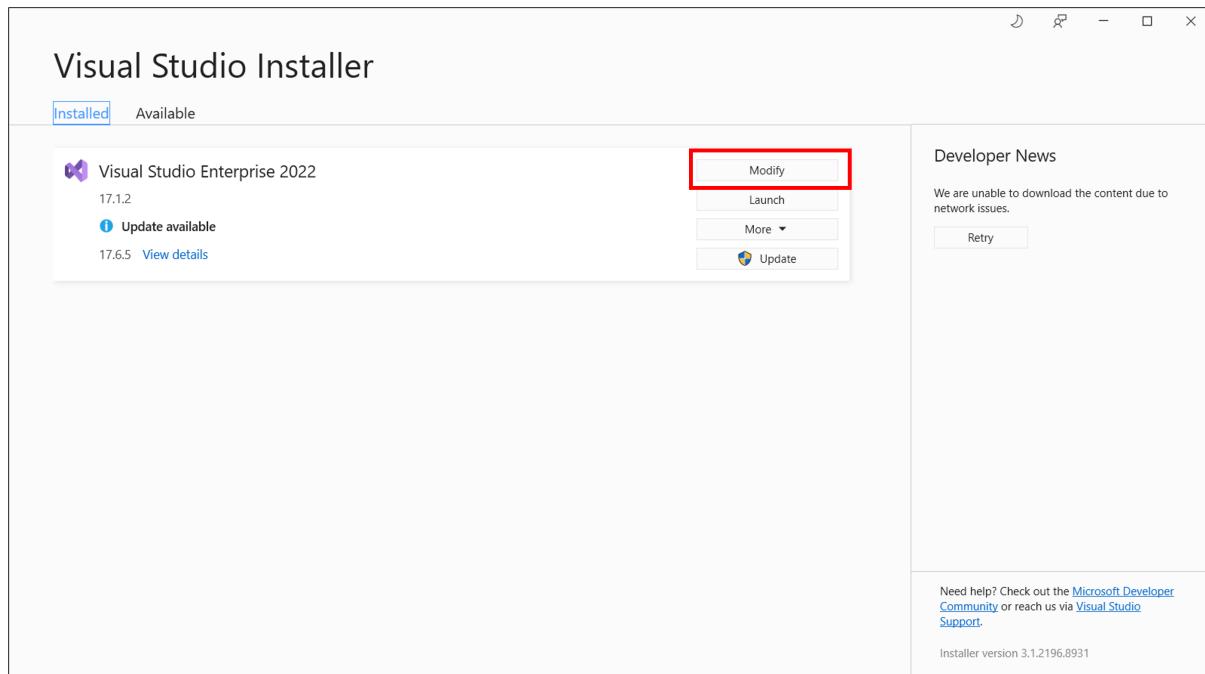
### کد منبع کتاب را دانلود کنید

ابتدا کد منبع کتاب را در پوشه‌ای در هارد دیسک خود دانلود کنید. فرض می‌کنیم این پوشه C:\d3d12book است. در پوشه کد منبع، فهرستی از پوشه‌ها از هر فصل را خواهید دید. هر پوشه شامل پروژه‌های کد برای فصل داده شده است. همچنین به پوشه‌ای به نام Common توجه کنید. این پوشه حاوی کد منبع به اشتراک گذاشته شده است که در تمام پروژه‌های آزمایشی استفاده مجدد می‌شود. اکنون، در پوشه کد منبع، یک پوشه جدید ایجاد کنید که می‌خواهید آزمایشی‌های خود را در آن ذخیره کنید. برای مثال، C:\d3d12book\MyDemos . این پوشه جایی است که می‌توانید پروژه‌های جدید را بر اساس چارچوب نمونه‌ی کتاب ایجاد کنید. این ساختار پوشه‌بندی ضروری نیست، اما ساختاری است که آزمایشی‌های کتاب از آن پیروی می‌کنند. اگر با تنظیم مسیرهای اضافی راحت هستید، می‌توانید پروژه‌های آزمایشی خود را در هر مکانی قرار دهید و Visual Studio را تنظیم کنید که کد منبع را در دایرکتوری Common پیدا کند.

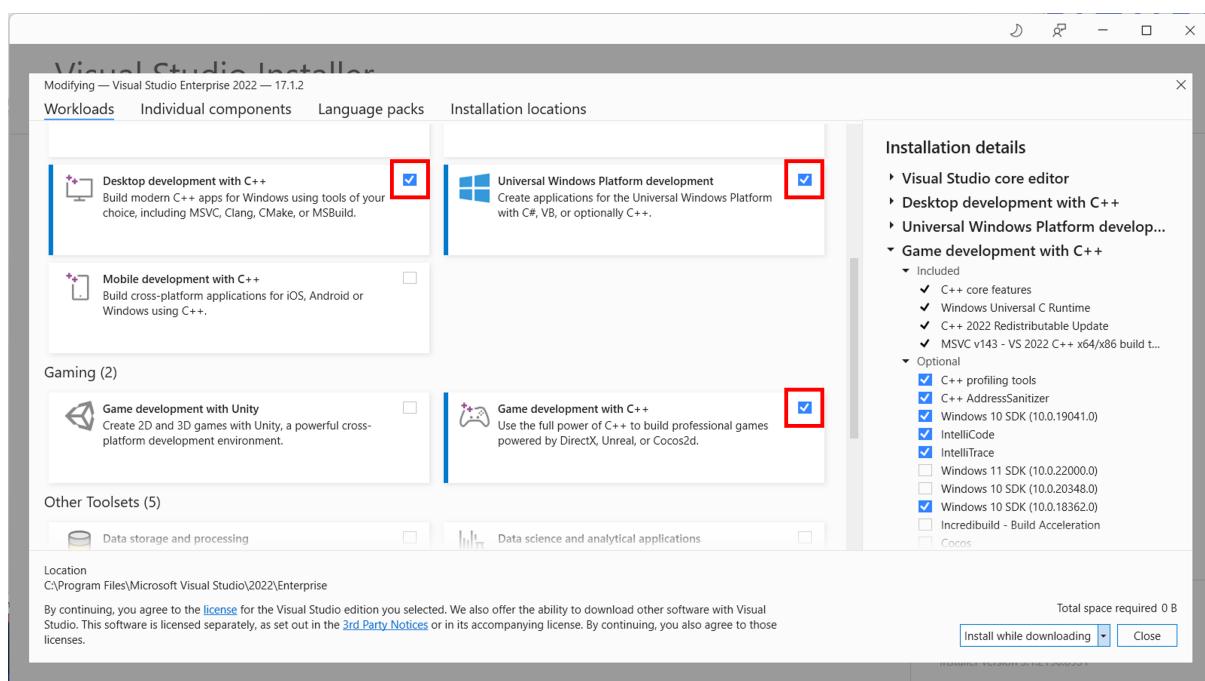
### موارد مورد نیاز Visual Studio را نصب کنید

در صورتی که Visual Studio را نصب نکرده‌اید، ابتدا آن را با استفاده از راهنمای آنلاین نصب کنید. پس از نصب آن، ابتدا Visual Studio Installer را باز کنید. از پنجره‌ی باز شده،

، Desktop & Mobile را کلیک کنید. در سمت چپ پنجره باز شده، از قسمت Install یا Modify Desktop development و Universal Windows Platform development تیک قسمت های Universal Windows Platform development را در صورتی که انتخاب نشده اند، بزنید. از قسمت Gaming نیز تیک Game development with C++ را بزنید.



محیط Visual Studio Installer



مواردی که باید نصب شوند

بعد از انتخاب موارد بالا، باید موارد اضافه تری را نیز انتخاب کنید. این موارد شامل SDK های ویندوز و ورژن های جدید C++ است. در سمت راست پنجره باز شده، میتوانید این موارد را ببینید. برای اجرای بهتر، سعی کنید موارد را مانند عکس ها رعایت کنید. پس از آن در پایین پنجره روی گزینه Install کلیک کنید تا موارد انتخاب شده نصب شوند.

**Installation details**

- Desktop development with C++**
  - Included
    - ✓ C++ core desktop features
  - Optional
    - ✓ MSVC v143 - VS 2022 C++ x64/x86 build tools...
    - ✓ Windows 10 SDK (10.0.19041.0)
    - ✓ Just-In-Time debugger
    - ✓ C++ profiling tools
    - ✓ C++ CMake tools for Windows
    - ✓ C++ ATL for latest v143 build tools (x86 &...)
    - ✓ Test Adapter for Boost.Test
    - ✓ Test Adapter for Google Test
    - ✓ Live Share
    - ✓ IntelliCode
    - ✓ C++ AddressSanitizer
    - ✓ IntelliTrace
    - ✓ MSVC v143 - VS 2022 C++ ARM64 build tools...
    - ✓ C++ MFC for latest v143 build tools (x86...)
    - ✓ C++/CLI support for v143 build tools (Late...)
    - ✓ C++ Modules for v143 build tools (x64/x8...
    - ✓ C++ Clang tools for Windows (13.0.0 - x64...)
    - ✓ JavaScript diagnostics
    - ✓ Incredibuild - Build Acceleration
    - ✓ Windows 11 SDK (10.0.22000.0)
    - ✓ Windows 10 SDK (10.0.20348.0)

**Universal Windows Platform development**

**Game development with C++**

- Included
  - ✓ C++ core features
  - ✓ Windows Universal C Runtime
  - ✓ C++ 2022 Redistributable Update
  - ✓ MSVC v143 - VS 2022 C++ x64/x86 build tools...
- Optional
  - ✓ C++ profiling tools
  - ✓ C++ AddressSanitizer
  - ✓ Windows 10 SDK (10.0.19041.0)
  - ✓ IntelliCode
  - ✓ IntelliTrace
  - ✓ Windows 10 SDK (10.0.18362.0)
  - ✓ Incredibuild - Build Acceleration
  - ✓ Cocos
  - ✓ Unreal Engine installer
  - ✓ Android IDE support for Unreal engine

**Universal Windows Platform development**

- Included
  - ✓ Blend for Visual Studio
  - ✓ .NET Native and .NET Standard
  - ✓ NuGet package manager
  - ✓ Universal Windows Platform tools
  - ✓ Windows 10 SDK (10.0.19041.0)
- Optional
  - ✓ IntelliCode
  - ✓ IntelliTrace
  - ✓ USB Device Connectivity
  - ✓ C++ (v143) Universal Windows Platform tools...
  - ✓ C++ (v142) Universal Windows Platform tools...
  - ✓ C++ (v141) Universal Windows Platform tools...
  - ✓ Graphics debugger and GPU profiler for Di...
  - ✓ Windows 11 SDK (10.0.22000.0)
  - ✓ Windows 10 SDK (10.0.18362.0)
  - ✓ Architecture and analysis tools

**Game development with C++**

مواردی که باید نصب شوند.

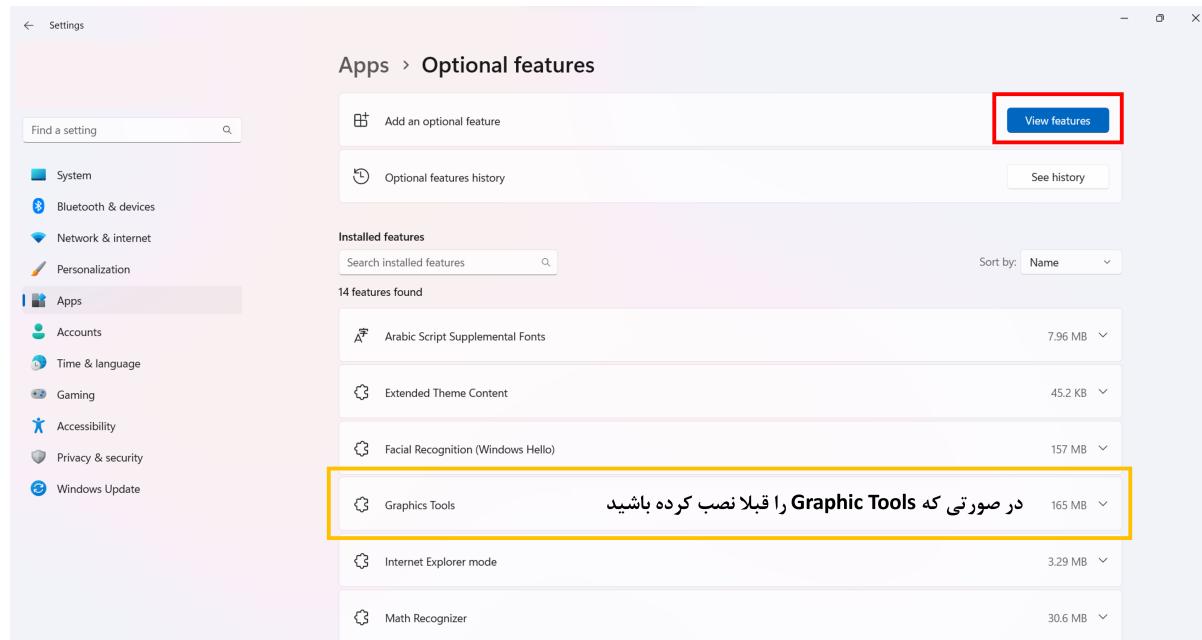
---

## فعال کردن Graphic Tools

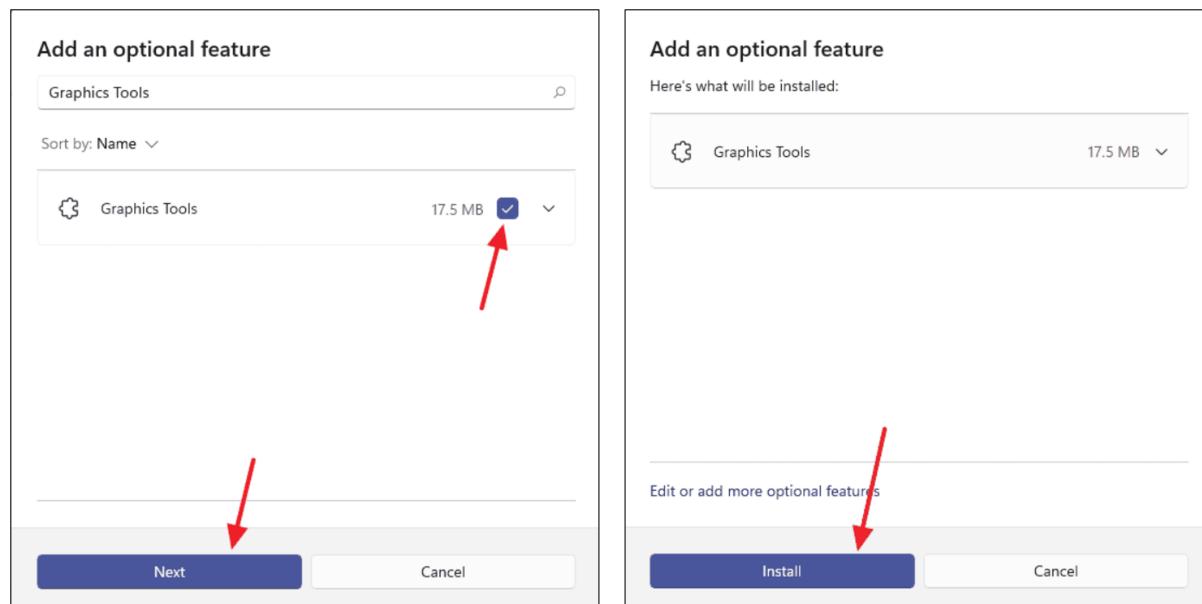
---

برای اجرای درست برنامه های آزمایشی DirectX 12، نیاز است که قابلیت Graphic Tools در ویندوز شما فعال باشد. برای این کار می توانید به دو صورت عمل کنید:

روش اول) ابتدا در منوی استارت، Optional features را سرچ کرده و آن را باز کنید. اگر Graphic Tools از قبل بر روی دستگاه شما نصب شده باشد، می توانید از قسمت پایین پنجره آن را مشاهده کنید (کادر زرد رنگ) در غیر این صورت بر روی View features کلیک کرده و نام آن را سرچ کرده و نصب کنید.



محیط Optional features



Graphic Tools نصب

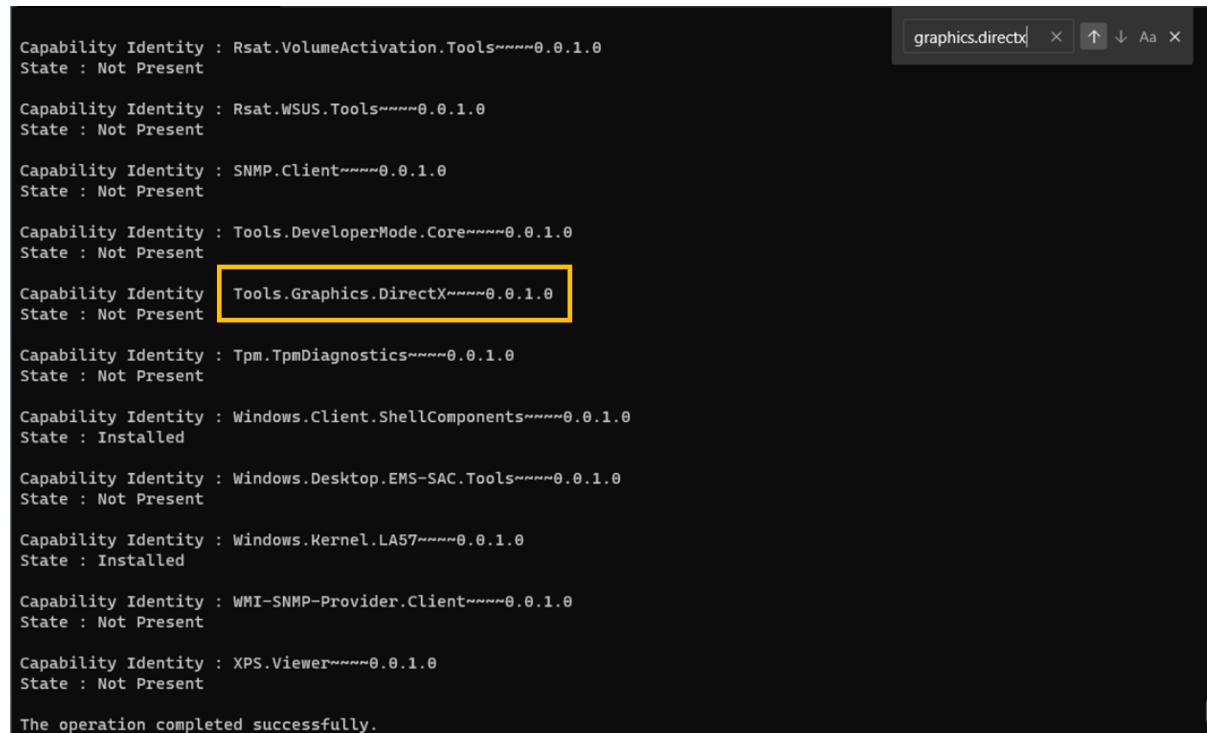
روش دوم) اگر به هر دلیلی روش اول برای شما قابل انجام نبود، می توانید پنجرهی Command Prompt را به صورت Run as administrator (CMD) باز کرده و با دستورات زیر آن را نصب کنید.

ابتدا دستور داخل CMD عبارت زیر را وارد کنید:

Dism /Online /Get-Packages /Format:Table

یا با دستور زیر:

```
dism /online /Get-Capabilities
```



```

Capability Identity : Rsat.VolumeActivation.Tools~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : Rsat.WSUS.Tools~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : SNMP.Client~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : Tools.DeveloperMode.Core~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : Tools.Graphics.DirectX~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : Tpm.TpmDiagnostics~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : Windows.Client.ShellComponents~~~~~0.0.1.0
State : Installed

Capability Identity : Windows.Desktop.EMS-SAC.Tools~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : Windows.Kernel.LA57~~~~~0.0.1.0
State : Installed

Capability Identity : WMI-SNMP-Provider.Client~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

Capability Identity : XPS.Viewer~~~~~0.0.1.0
State : Not Present

The operation completed successfully.

```

```
dism /online /Get-Capabilities
```

از لیست نشان داده شده، موردی را که با `Tools.Graphics.DirectX` شروع می‌شود را پیدا کرده و کامل نام آن را کپی کنید. (ممکن است اعداد مقابل آن با عکس متفاوت باشد)

سپس دستور زیر را وارد کنید و به جای `<Name>`، نامی که کپی کردید را قرار دهید.

```
Dism /Online /Add-Capability /CapabilityName:<Name>
```

به عنوان مثال:

```
Dism /Online /Add-Capability /CapabilityName:Tools.Graphics.DirectX~~~~~0.0.1.0
```

```
PS C:\Users\xbox> dism /online /add-capability /capabilityname:Tools.Graphics.DirectX~~~0.0.1.0
Deployment Image Servicing and Management tool
Version: 10.0.22000.1

Image Version: 10.0.22000.469

[=====100.0%=====]
The operation completed successfully.
```

Dism /Online /Add-Capability /CapabilityName:Tools.Graphics.DirectX~~~0.0.1.0

### نکته

دقت کنید که فرآیند نصب ممکن است زمان بر باشد. همچنین دستورات Dism به بزرگ و کوچک بودن حروف حساس نیستند.