

ویراست چهارم

برنامه نویسی به زبان

C++

عین الله جعفر نژاد قمی

www.ketab.ir



علوم رایانه

سرشناسه	: جعفر نژاد قمی، عین الله، ۱۳۳۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: برنامه نویسی به زبان ++C / تألیف عین الله جعفر نژاد قمی.
وضعیت ویراست	: ویراست چهارم
مشخصات نشر	: بابل: علوم رایانه، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۵۱۶ ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۰۱۱-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: سی (زبان برنامه نویسی کامپیوتر)
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ ج ۷ ق ۹ س QA ۷۶/۷۳
رده بندی دیویی	: ۰۰۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۳۷۸۶۳۶۰

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ی مولف (ناشر) نشر یا بخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



www.olomrayaneh.net

تلفن : ۳۲۶۰۷۷۲ - ۰۱۱۱

بابل، صندوق پستی ۸۹۱-۴۷۱۳۵

علوم رایانه

برنامه نویسی به زبان ++C (ویراست چهارم)

تألیف: مهندس عین الله جعفر نژاد قمی

چاپ اول

تابستان ۱۳۹۰

شمارگان : ۵۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۳۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی: فرنگار رنگ

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۰۱۱-۳

نشانی ناشر: بابل، خیابان مدرس، جنب تأمین اجتماعی، مجتمع تجاری نیما، واحد ۵۴

حروفچینی و صفحه آرای: علوم رایانه

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمات زبان C++

۱-۱. برنامه‌نویسی ساخت‌یافته.....	۸
۱-۲. برنامه‌نویسی شیء‌گرا.....	۹
۱-۳. C++ یک زبان شیء‌گرا است.....	۱۰
۱-۴. انواع داده‌ها.....	۱۲
۱-۵. متغیرها.....	۱۳
۱-۶. اعلان توابع.....	۱۴
۱-۷. عملگرها.....	۱۶
۱-۸. تبدیل انواع به طور ضمنی.....	۲۴
۱-۹. فرآیند آماده‌سازی و اجرای برنامه.....	۲۶
۱-۱۰. محیط برنامه‌نویسی C++.....	۲۷
۱-۱۱. مفهوم بیش‌پردازنده.....	۲۷
۱-۱۲. ساختار برنامه در C++.....	۲۷
۱-۱۳. ورودی و خروجی داده‌ها.....	۳۰
۱-۱۴. خواندن اطلاعات از صفحه‌کلید با cin.....	۳۱
۱-۱۵. مشاهده‌ی نتایج اجرای برنامه در صفحه‌ی خروجی.....	۳۱
۱-۱۶. خواندن کاراکترها از صفحه‌کلید.....	۳۶
۱-۱۷. نوع داده‌ی رشته‌ای.....	۳۷
۱-۱۸. ورودی و خروجی رشته‌ها.....	۳۷
۱-۱۹. توابعی برای فرمت‌بندی داده‌های خروجی.....	۳۹
۱-۲۰. پرسش‌ها.....	۴۲
۱-۲۱. تمرین‌ها.....	۴۲
۱-۲۲. پروژه‌های برنامه‌نویسی.....	۴۳

فصل دوم : ساختارهای کنترلی

نقل چهارم : سندهای بر کلاس‌ها و اشیا	
۴-۱. نوع داده‌ی انتزاعی.....	۹۹
۴-۲. کلاس‌ها و اشیا.....	۹۹
۴-۳. تعریف کلاس و اشیا در C++.....	۱۰۱
۴-۴. محدودیت‌هایی در اعضای کلاس.....	۱۰۳
۴-۵. نوشتن برنامه‌ی شیء‌گرا.....	۱۰۴
۴-۶. بسته‌بندی و کنترل دسترسی.....	۱۰۸
۴-۷. قراردادن کلاس در فایل جداگانه.....	۱۱۱
۴-۸. تفکیک واسط کلاس از پیاده‌سازی آن.....	۱۱۳
۴-۹. توابع سازنده (constructor).....	۱۱۳
۴-۱۰. مخرب‌ها (destructors).....	۱۱۹
۴-۱۱. پرسش‌ها.....	۱۲۴
۴-۱۲. تمرین‌ها.....	۱۲۴
۴-۱۳. پروژه‌های برنامه‌نویسی.....	۱۲۵

۲-۱. ساختارهای تکرار.....	۴۴
۲-۲. ساختارهای تصمیم.....	۵۴
۲-۳. ساختار تصمیم switch.....	۶۱
۲-۴. پرسش‌ها.....	۶۳
۲-۵. تمرین‌ها.....	۶۳
۲-۶. پروژه‌های برنامه‌نویسی.....	۶۵

فصل سوم : توابع و کلاس‌های حافظه

۵-۱. آرایه‌های یک‌بعدی.....	۱۲۶
۵-۲. مرتب‌سازی آرایه‌ها.....	۱۳۸
۵-۳. جست‌وجو در آرایه.....	۱۴۰
۵-۴. آرایه‌های چندبعدی.....	۱۴۴

۳-۱. چرا در برنامه از توابع استفاده کنیم؟.....	۶۶
۳-۲. نوشتن توابع.....	۶۷
۳-۳. روش‌های ارسال پارامترها به توابع.....	۶۹

۲۴۸	۷-۱۷. تمرین‌ها
۲۴۹	۷-۱۸. پروژه‌های برنامه‌نویسی

فصل هشتم: تعریف مجدد عملگرها

۲۵۲	۸-۱. محدودیت‌های تعریف مجدد عملگرها
۲۵۲	۸-۲. تعریف مجدد عملگرها به کمک تابع عضو کلاس
۲۵۸	۸-۳. تعریف مجدد عملگرها به کمک تابع دوست
۲۶۰	۸-۴. تعریف مجدد عملگرهای << و >>
۲۶۲	۸-۵. تعریف مجدد عملگرهای ترکیبی
۲۷۰	۸-۶. تعریف مجدد عملگرهای new و delete
۲۷۵	۸-۷. تعریف مجدد عملگرهای new و delete برای آرایه‌ها
۲۷۸	۸-۸. تعریف مجدد عملگر []
۲۸۰	۸-۹. تعریف مجدد عملگر ()
۲۸۲	۸-۱۰. تعریف مجدد عملگر >>
۲۸۳	۸-۱۱. تعریف مجدد عملگر کاما
۲۸۵	۸-۱۲. مثال کاربردی: ایجاد کلاس آرایه (مهم)
۲۸۶	۸-۱۳. کلاس پراکسی (proxy class)
۲۸۹	۸-۱۴. پرسش‌ها
۲۸۹	۸-۱۵. تمرین‌ها
۲۹۰	۸-۱۶. پروژه‌های برنامه‌نویسی

فصل نهم: فایل‌ها

۲۹۱	۹-۱. مفهوم فایل در C++
۲۹۲	۹-۲. انواع فایل از نظر نوع اطلاعات
۲۹۳	۹-۳. سازمان فایل
۲۹۴	۹-۴. کلاس‌های فایل
۲۹۷	۹-۵. شیوه‌های ذخیره و بازیابی اطلاعات
۲۹۷	۹-۶. ورودی و خروجی کاراکترها با get() و put()
۲۹۸	۹-۷. ورودی و خروجی باینری
۳۰۱	۹-۸. ورودی و خروجی رشته‌ها
۳۰۳	۹-۹. ورودی و خروجی همراه با فرمت
۳۰۵	۹-۱۰. ورودی و خروجی رکوردها
۳۱۰	۹-۱۱. خواندن فایل‌های متنی
۳۱۱	۹-۱۲. تابع ignore()
۳۱۲	۹-۱۳. انجام تغییرات در فایل ترتیبی
۳۱۷	۹-۱۴. فایل‌های تصادفی
۳۱۸	۹-۱۵. تغییر موقعیت اشاره‌گر فایل
۳۲۷	۹-۱۶. وضعیت ورودی و خروجی
۳۲۸	۹-۱۷. پرسش‌ها
۳۲۸	۹-۱۸. تمرین‌ها
۳۲۸	۹-۱۹. پروژه‌های برنامه‌نویسی

فصل دهم: برنامه‌نویسی شیء‌گرا: وراثت

۳۳۱	۱۰-۱. کنترل دسترسی به کلاس پایه
۳۳۵	۱۰-۲. وراثت و اعضای محافظت‌شده

۱۵۳	۵-۵. مشکلات آرایه‌ها در C++
۱۵۴	۵-۶. رشته‌ها
۱۵۵	۵-۷. پردازش رشته‌ها
۱۷۴	۵-۸. پرسش‌ها
۱۷۴	۵-۹. تمرین‌ها
۱۷۶	۵-۱۰. پروژه‌های برنامه‌نویسی

فصل ششم: اشاره‌گرها

۱۷۷	۶-۱. متغیرهای اشاره‌گر
۱۷۸	۶-۲. عملگرهای اشاره‌گر
۱۷۸	۶-۳. اشاره‌گرها و انواع متغیرها
۱۸۰	۶-۴. اعمال روی اشاره‌گرها
۱۸۲	۶-۵. متغیرهای پویا
۱۸۳	۶-۶. اشاره‌گرها و توابع (فراخوانی یا ارجاع)
۱۸۵	۶-۷. استفاده از ولزده const یا اشاره‌گرها
۱۸۷	۶-۸. اشاره‌گرها و آرایه‌ها
۱۸۹	۶-۹. آرایه‌ی پویا (dynamic array)
۱۹۱	۶-۱۰. اشاره‌گرهای تابع (function pointers)
۱۹۵	۶-۱۱. اشاره‌گرها و رشته‌ها
۲۰۱	۶-۱۲. آرایه‌ای از اشاره‌گرها
۲۰۲	۶-۱۳. اشاره‌گر به اشاره‌گر
۲۰۳	۶-۱۴. نکاتی در مورد اشاره‌گرها
۲۰۵	۶-۱۵. مرجع (reference)
۲۰۹	۶-۱۶. پرسش‌ها
۲۰۹	۶-۱۷. تمرین‌ها
۲۱۱	۶-۱۸. پروژه‌های برنامه‌نویسی

فصل هفتم: کلاس‌ها و اشیا: بخش دوم

۲۱۲	۷-۱. اعضای کلاس یا ویژگی static
۲۱۹	۷-۲. ارسال اشیا به توابع
۲۲۰	۷-۳. برگرداندن اشیا توسط تابع
۲۲۱	۷-۴. انتساب اشیا به یکدیگر
۲۲۳	۷-۵. توابع عضو ثابت
۲۲۴	۷-۶. استفاده از کلمه‌ی کلیدی mutable
۲۲۵	۷-۷. آرایه‌ای از اشیا
۲۲۳	۷-۸. اشاره‌گرهایی به اشیا
۲۳۵	۷-۹. اشاره‌گر this
۲۳۷	۷-۱۰. اشاره‌گرهایی به اعضای کلاس
۲۳۸	۷-۱۱. ارسال اشیا به صورت مرجع به توابع
۲۴۰	۷-۱۲. تخصیص پویای اشیا
۲۴۲	۷-۱۳. آرایه‌های پویایی از اشیا
۲۴۲	۷-۱۴. توابع دوست کلاس
۲۴۷	۷-۱۵. کلاس‌های دوست
۲۴۸	۷-۱۶. پرسش‌ها

۱۳-۳. سلسله مراتب استثناها در کتابخانه‌ی استاندارد C++	۴۰۵
۱۳-۴. اصول اداره کردن استثناها	۴۰۶
۱۳-۵. اداره کردن استثناها در کلاس مشتق	۴۱۳
۱۳-۶. محدود کردن استثناها	۴۱۵
۱۳-۷. پرتاب مجدد استثناها	۴۱۶
۱۳-۸. سازنده‌ها، مخرب‌ها و اداره کردن استثناها	۴۱۶
۱۳-۹. پرسش‌ها	۴۲۲
۱۳-۱۰. تمرین‌ها	۴۲۲
۱۳-۱۱. پروژه‌های برنامه‌نویسی	۴۲۲

فصل چهاردهم: ساختمان داده‌ها

۱۴-۱. لیست‌های پیوندی	۴۲۳
۱۴-۲. تعریف گره لیست	۴۲۴
۱۴-۳. کلاس لیست پیوندی	۴۲۴
۱۴-۴. تعریف اشاره‌گر خارجی	۴۲۵
۱۴-۵. ایجاد و حذف گره لیست پیوندی	۴۲۵
۱۴-۶. پیوند دادن گره‌های لیست پیوندی	۴۲۶
۱۴-۷. درج گره‌ای در لیست پیوندی	۴۲۶
۱۴-۸. حذف گره از لیست پیوندی	۴۲۷
۱۴-۹. پیمایش لیست پیوندی	۴۲۷
۱۴-۱۰. لیست‌های حلقوی	۴۲۸
۱۴-۱۱. لیست‌های دویپیوندی	۴۴۱
۱۴-۱۲. بشته	۴۴۶
۱۴-۱۳. صف	۴۴۹
۱۴-۱۴. درخت‌ها	۴۵۶
۱۴-۱۵. درخت دودویی	۴۵۶
۱۴-۱۶. پرسش‌ها	۴۶۴
۱۴-۱۷. تمرین‌ها	۴۶۴
۱۴-۱۸. پروژه‌های برنامه‌نویسی	۴۶۵

فصل پانزدهم: تسهیلات ورودی و خروجی

۱۵-۱. استریم‌ها (streams)	۴۶۶
۱۵-۲. کتابخانه‌ی iostream	۴۶۷
۱۵-۳. کلاس‌ها و اشیای استریم C++	۴۶۷
۱۵-۴. ورودی - خروجی فرمت‌بندی‌شده	۴۶۸
۱۵-۵. فرمت‌بندی به کمک اعضای ios	۴۶۸
۱۵-۶. مقدار دادن به همه‌ی نشانگرها	۴۷۱
۱۵-۷. فرمت‌بندی با توابع	۴۷۲
۱۵-۸. فرمت‌بندی با توابع خاص	۴۷۳
۱۵-۹. ایجاد دستکاری‌کننده‌های جدید	۴۷۶
۱۵-۱۰. پرسش‌ها	۴۷۸
۱۵-۱۱. تمرین‌ها	۴۷۹
۱۵-۱۲. پروژه‌های برنامه‌نویسی	۴۷۹

۱۰-۳. استفاده از سازنده‌ها و مخرب‌ها در کلاس‌های مشتق	۳۴۰
۱۰-۴. ارسال پارامترها به سازنده‌های کلاس پایه	۳۴۲
۱۰-۵. درباره‌ی اشاره‌گرهای کلاس پایه و مشتق	۳۴۴
۱۰-۶. توابع همنام در کلاس‌های پایه و مشتق	۳۴۸
۱۰-۷. وراثت چندگانه	۳۵۲
۱۰-۸. استفاده از کلاس مجازی در وراثت	۳۵۷
۱۰-۹. پرسش‌ها	۳۵۸
۱۰-۱۰. تمرین‌ها	۳۵۸
۱۰-۱۱. پروژه‌های برنامه‌نویسی	۳۵۸

فصل یازدهم: برنامه‌نویسی شیء‌گرا: چندریختی

۱۱-۱. مفهوم توابع مجازی	۳۶۰
۱۱-۲. پیاده‌سازی چندریختی از طریق تابع مجازی	۳۶۲
۱۱-۳. صفت مجازی، موروثی است	۳۶۴
۱۱-۴. توابع مجازی سلسله‌مراتبی هستند	۳۶۵
۱۱-۵. توابع مجازی محض	۳۶۷
۱۱-۶. کلاس‌های انتزاعی	۳۶۸
۱۱-۷. استفاده از توابع مجازی	۳۷۰
۱۱-۸. سیستم حقوق و دستمزد به کمک چندریختی	۳۷۲
۱۱-۹. مخرب‌های مجازی (virtual destructors)	۳۸۲
۱۱-۱۰. پرسش‌ها	۳۸۲
۱۱-۱۱. تمرین‌ها	۳۸۲
۱۱-۱۲. پروژه‌های برنامه‌نویسی	۳۸۲

فصل دوازدهم: قالب‌ها

۱۲-۱. توابع کلی	۳۸۴
۱۲-۲. تابعی یا دو نوع کلی	۳۸۷
۱۲-۳. تعریف مجدد تابع کلی	۳۸۸
۱۲-۴. تعریف مجدد قالب تابع	۳۸۹
۱۲-۵. توابع قالب و پارامترهای معمولی	۳۹۰
۱۲-۶. کاربرد توابع کلی	۳۹۱
۱۲-۷. کلاس‌های کلی یا قالب‌های کلاس	۳۹۳
۱۲-۸. آرگومان‌های کلاس کلی	۳۹۶
۱۲-۹. کلاس کلی با بیش از یک نوع داده	۳۹۸
۱۲-۱۰. آرگومان‌های پیش‌فرض در کلاس‌های قالب	۳۹۹
۱۲-۱۱. قالب‌ها و وراثت	۴۰۱
۱۲-۱۲. قالب‌ها و کلاس‌های دوست	۴۰۱
۱۲-۱۳. قالب‌ها و اعضای استاتیک	۴۰۱
۱۲-۱۴. پرسش‌ها	۴۰۲
۱۲-۱۵. تمرین‌ها	۴۰۲
۱۲-۱۶. پروژه‌های برنامه‌نویسی	۴۰۲

فصل سیزدهم: اداره کردن استثناها

۱۳-۱. گپی باید از اداره کردن استثنا استفاده کرد	۴۰۴
۱۳-۲. سایر تکنیک‌های کنترل خطا	۴۰۴

۴۹۶.....	۱۷-۲. عملیات متداول در کانتینرها.....
۴۹۶.....	۱۷-۳. مقدمه‌ای بر تکرارگرها (iterators).....
۴۹۹.....	۱۷-۴. مقدمه‌ای بر الگوریتم‌ها.....
۴۹۹.....	۱۷-۵. بردارها.....
۵۰۵.....	۱۷-۶. ذخیره‌ی اشیاء در بردار.....

پیوست : راهنمای محیط ویژوال استودیو

۵۰۷.....	پ-۱. نصب نرم‌افزار ویژوال استودیو.....
۵۰۹.....	پ-۲. راه‌اندازی ویژوال استودیو.....
۵۱۱.....	پ-۳. تایپ و اجرای یک برنامه‌ی نمونه در ویژوال استودیو.....
۵۱۵.....	پ-۴. بازکردن پروژه در ویژوال استودیو.....
۵۱۶.....	منابع.....

فصل شانزدهم: دستورات پیش‌پردازنده، ساختمان و نوع شمارشی

۴۸۰.....	۱۶-۱. تعریف ماکرو.....
۴۸۳.....	۱۶-۲. ضمیمه‌کردن فایل‌ها.....
۴۸۳.....	۱۶-۳. دستورات پیش‌پردازنده‌ی شرطی.....
۴۸۶.....	۱۶-۴. حذف ماکروی تعریف‌شده.....
۴۸۷.....	۱۶-۵. ساختمان‌ها.....
۴۸۹.....	۱۶-۶. تعریف نوع با typedef.....
۴۸۹.....	۱۶-۷. یونین‌ها.....
۴۹۰.....	۱۶-۸. فیلدهای بیتی.....
۴۹۰.....	۱۶-۹. انواع داده‌ی شمارشی.....

فصل هفدهم: کتابخانه‌ی قالب استاندارد (STL)

۴۹۵.....	۱۷-۱. مقدمه‌ای بر کانتینرها.....
----------	----------------------------------

پیشگفتار

اکنون این کتاب در ویراست چهارم خود به سر می‌برد و در این ویراست، آخرین استانداردهای C++ تا زمان نوشتن کتاب، مورد بررسی قرار گرفته است. تغییر اساسی نسبت به ویراست قبلی، تغییر محیط برنامه‌نویسی و کامپایلر C++ است. در این ویراست از کامپایلر Visual C++ استفاده شد که در محیط مجتمع و بسیار مناسب "Microsoft Visual Studio" برنامه‌نویسی می‌شود. به دلایل زیر این محیط انتخاب شد:

۱. جدیدترین کامپایلر Visual C++

۲. محیط ویراستاری قوی برای تایپ و اشکال‌زدایی برنامه

۳. محیط اجرایی مناسب برای اجرای برنامه‌های C++

۴. استفاده از جدیدترین استانداردهای C++

برای این‌که با این محیط آشنا شوید و بتوانید در آن برنامه‌نویسی کنید، پیوست کتاب را مطالعه کنید.

تعداد زیادی مثال در کتاب ارائه شد که جهت سهولت در استفاده از آن‌ها، در سایت انتشارات علوم رایانه با آدرس www.olomrayaneh.net و در لینک "کدهای رایگان" قرار داده شده است. برای آشنایی با چگونگی اجرای مثال‌های کتاب، به پیوست مراجعه کنید. اگر موفق نشدید مثال‌های کتاب را دانلود یا اجرا کنید، با انتشارات علوم رایانه تماس حاصل فرمایید.

نکته‌ی مهم: انتشارات علوم رایانه، اجازه‌ی نوشتن کتاب حل تمرین را برای این کتاب، به هیچ کس واگذار نکرده است و چنانچه خلاف آن مشاهده شود، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

تابستان ۱۳۹۰

عین‌الله جعفرنژاد قمی

jghomim@gmail.com

مقدمات زبان C++

زبان‌های برنامه‌سازی متعددی وجود دارند و برنامه‌نویسان، دستورالعمل‌های برنامه را به زبان‌های مختلفی می‌نویسند، که بعضی از آن‌ها مستقیماً توسط کامپیوتر قابل درک هستند ولی بعضی دیگر باید به زبان ماشین (زبانی که کامپیوتر آن را درک می‌کند)، ترجمه شوند. صدها زبان برنامه‌سازی وجود دارند که هر کدام از آن‌ها برای اهداف خاصی طراحی شدند. تمام این زبان‌ها را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

- زبان‌های ماشین (زبان‌هایی که فقط از کدهای 0 و 1 استفاده می‌کنند).

- زبان‌های اسمبلی (زبان‌هایی که از نمادها و علامت‌های خاصی استفاده می‌کنند).
- زبان‌های سطح بالا (زبان‌هایی که یک دستورالعمل در آن‌ها، چندین کار را انجام می‌دهد).

C++ یکی از زبان‌های سطح بالا است که به زبان محاوره‌ای نزدیک است. این زبان در اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰، از زبان C توسعه یافت. زبان C++ برای اغلب کامپیوترها وجود دارد و مستقل از سخت‌افزار است. دو سبک برنامه‌نویسی متداول وجود دارد که برای هر کدام از این سبک‌ها، زبان‌هایی طراحی و پیاده‌سازی شدند:

- سبک برنامه‌نویسی ساخت‌یافته (structured programming)
- سبک برنامه‌نویسی شیء‌گرا (object oriented programming)

زبان C از سبک برنامه‌نویسی ساخت‌یافته و زبان C++ از سبک برنامه‌نویسی شیء‌گرا پیروی می‌کند. ابتدا به این دو سبک برنامه‌سازی می‌پردازیم.

۱-۱ برنامه‌نویسی ساخت‌یافته

در دهه‌ی ۱۹۶۰ میلادی، تولید بسیاری از نرم‌افزارها با مشکل مواجه شدند. زمان‌بندی تولید نرم‌افزار به تأخیر می‌افتاد، هزینه‌ها بالا بود و در نتیجه بودجه‌ی تولید نرم‌افزار افزایش می‌یافت و نرم‌افزار تولیدی نیز از قابلیت اعتماد بالایی برخوردار نبوده است. تولیدکنندگان نرم‌افزار به این نتیجه رسیدند که تولید نرم‌افزار مشکل‌تر از چیزی است که در مورد آن تصور می‌شود. تحقیقاتی که برای برطرف کردن مشکلات به عمل آمد، منجر به برنامه‌نویسی ساخت‌یافته شد. برنامه‌نویسی ساخت‌یافته، روش منظمی برای نوشتن برنامه‌ها است و منجر به نوشتن برنامه‌هایی می‌شود که خوانایی آن‌ها بالا است، تست و اشکال‌زدایی آن‌ها راحت‌تر و اصلاح آن‌ها آسان‌تر است.