

برنامه‌نویسی به زبان

Fortran 90/95

برای رشته‌های علوم و مهندسی

تألیف

دکتر سید سعید موسوی ندوشنی

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه	موسوی ندوشنی، سعید، ۱۳۳۲ -
عنوان و نام پدیدآور	برنامه‌نویسی به زبان Fortran 90/95 برای رشته‌های علوم و مهندسی / تألیف سیدسعید موسوی ندوشنی.
وضعیت ویراست	ویراست ؟
مشخصات نشر	تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	ل، ۱۱۱ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۱۱۰۰۰۰ ریال: ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۱۳۸-۲
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	چاپ قبلی: دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)، ۱۳۸۸.
یادداشت	کتابنامه: ص. ۴۱۱.
موضوع	فورترن ۹۰ (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر)
موضوع	فورترن ۹۵ (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر)
موضوع	فورترا (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر) — مسائل، تمرین‌ها و غیره
شناسه افزوده	جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیر کبیر
رده بندی کنگره	الف ۱۲۱ م ۵۸ / ۷۲ / ۷۳ QA۷۶
رده بندی دیویی	۰۰۵
شماره کتابشناسی ملی	۳۰۵۲۳۵۱



انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

نام کتاب	برنامه‌نویسی به زبان Fortran90/95 برای رشته‌های علوم و مهندسی
تألیف	دکتر سیدسعید موسوی ندوشنی
نوبت چاپ	اول
سال چاپ	۱۳۹۱
شمارگان	۱۵۰۰ نسخه
قیمت	۱۱۰۰۰۰ ریال
چاپخانه	اصلی
شابک	ISBN:978-964-210-138-2 ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۱۳۸-۲

• آدرس مرکز بخش: تهران - خیابان حافظ - روبروی خیابان سمیه - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
تلفن ۶۶۴۶۵۳۹۲ (دفتر) ۸۸۸۹۵۹۶۹ فاکس ۶۶۹۵۰۹۸۲



پیشگفتار جهاد دانشگاهی

توجه به تقویت بنیه علمی دانشگاه‌ها و دیگر مراکز علمی یکی از وظایف اصلی همه آگاهان و دست‌اندرکاران این امور در دوران بازسازی کشور اسلامی عزیزمان ایران می‌باشد. در همین راستا جهاد دانشگاهی با آگاهی نسبت به این موضوع، تمامی توان خود را صرف افزایش سطح علمی دانشجویان و آینده‌سازان کشورمان نموده است و در این مسیر از هیچ کوشش و تلاشی دریغ نمی‌کند.

انتشارات جهاد دانشگاهی با این اعتقاد که دستیابی به استقلال علمی، اقتصادی و عقیدتی بدون دستیابی اولیه به سطوح بالای علمی و تکنولوژی‌های مدرن در کنار ایمان و اعتقاد، امکان‌پذیر نمی‌باشد، سعی می‌کند با آماده‌سازی و انتشار متن متنوع علمی به هر دو زبان فارسی و لاتین که از سطح مطلوب علمی نیز برخوردار باشند به وظیفه انسانی و اعتقادی خویش عمل کند و امیدوار است که بتواند کمکی هرچند ناچیز به علاقه‌مندان و دلسوزان میهن اسلامی و پویندگان راه علم انجام دهد.

با این باور و اعتقاد از همه عزیزان دانش‌پژوه جهت آرایه نظرات و پیشنهادات برای هرچه بهتر شدن سطح علمی انتشارات این جهاد، یاری می‌طلبیم.

در انتها، این کتاب را به روان پاک شهدای دانشگاهی بویژه شهدای دانشگاه صنعتی امیرکبیر تقدیم می‌نماییم. امید است کلیه دانشگاهیان استوار و ثابت‌قدم، پوینده راه شهیدان در محیط مقدس دانشگاه باشند.

والسلام علی من التبع الهدی

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

مدیر مسئول

احمد رضا مختاری

فهرست مطالب

ط	مقدمه‌ای بر فرترن ۹۰
۱	فصل اول عناصر فرترن ۹۰
۱-۱	۱-۱-۱ شکل اصلی
۱-۱-۱	مجموعه کاراکترهای فرترن
۲-۱-۱	نام‌ها
۲-۱	انواع داده‌ها
۳-۱	اعلان کردن متغیرهای عددی و منطقی
۳-۱-۱	اعلان کردن متغیرهای رشته‌ای
۳-۱-۲	اسامی ثابت و پارامتر
۴-۱	عبارت و نسبت دادن
۴-۱-۱	عبارت

۹	انتساب	۲-۴-۱	
۲۰	توابع	۳-۴-۱	
۲۳	ورودی یا خروجی	۵-۱	
۲۴	دستور چاپ	۱-۵-۱	
۲۵	دستور خواندن	۲-۵-۱	
۲۷	نوشتن یک برنامه ساده	۶-۱	
۲۷	مقداردهی اولیه متغیرها	۱-۶-۱	
۳۲	تمرینات	۷-۱	
۳۵	فصل دوم ساختارهای کنترلی		
۳۵	مقدمه	۱-۲	
۳۶	شرطها	۱-۱-۲	
۴۶	حلقهها	۲-۱-۲	
۵۶	تمرینات	۲-۲	
۶۳	فصل سوم مفاهیم اساسی ورودی و خروجی		
۶۳	مقدمه	۱-۳	
۶۴	فایلها	۲-۳	
۶۴	خواندن فایل	۱-۲-۳	
۶۹	نوشتن روی یک فایل	۲-۲-۳	
۷۰	انواع قالبها	۳-۳	
۷۰	قالب نوشتن	۱-۳-۳	
۷۸	کاربرد علامت «::» در قالب	۲-۳-۳	
۸۱	نحوه ظاهر شدن علامت عدد در قالب	۳-۳-۳	
۸۲	جمع بندی راجع به قالبها	۴-۳	
۸۶	قالب خواندن	۱-۴-۳	
۹۱	قالب اعداد مختلط	۲-۴-۳	
۹۴	خطاها	۵-۳	

خطاهای زمان ترجمه	۱-۵-۳	۹۴
خطاهای زمان اجرا	۲-۵-۳	۹۵
خطای منطق برنامه	۳-۵-۳	۹۵
خطاهای ناشی از گرد کردن	۴-۵-۳	۹۵
نمایش داده‌ها در رایانه	۵-۵-۳	۹۸
انواع متغیرها و ثابت‌های حقیقی	۶-۵-۳	۱۰۲
تعیین نوع متغیر	۷-۵-۳	۱۰۳
انتخاب دقت بدون ملاحظه پردازشگر	۸-۵-۳	۱۰۴
تمرینات	۶-۳	۱۱۰

فصل چهارم متغیرهای اندیس‌دار

مقدمه	۱-۴	۱۱۵
نحوه اعلان یک متغیر اندیس‌دار	۲-۴	۱۱۶
کلید واژه‌ها در آرایه‌ها	۱-۲-۴	۱۱۷
استفاده از عناصر آرایه در دستورات فرترن	۳-۴	۱۱۸
دسترسی به عناصر آرایه	۱-۳-۴	۱۱۹
مقداردهی اولیه به عناصر آرایه	۲-۳-۴	۱۱۹
اندیس خارج از کران آرایه	۳-۳-۴	۱۲۲
کاربرد نام ثابت در اعلان آرایه	۴-۴	۱۲۲
استفاده از کل آرایه و زیرآرایه	۵-۴	۱۲۵
عملیات با کل آرایه	۱-۵-۴	۱۲۵
عملیات با زیرآرایه‌ها	۲-۵-۴	۱۲۶
نحوه خواندن و نوشتن آرایه‌ها	۶-۴	۱۳۰
خواندن و نوشتن عناصر آرایه	۱-۶-۴	۱۳۰
حلقه ضمنی	۲-۶-۴	۱۳۰
ورودی و خروجی آرایه‌ها به صورت کل و زیرآرایه‌ها	۳-۶-۴	۱۳۶
توابع ذاتی آرایه‌ها	۷-۴	۱۴۲
توابع ذاتی Lbound, Ubound	۱-۷-۴	۱۴۲

۱۴۳	تابع ذاتی Size	۲-۷-۴
۱۴۳	تابع ذاتی Shape	۳-۷-۴
۱۴۴	تابع ذاتی Reshape	۴-۷-۴
۱۴۹	تابع ذاتی Sum	۵-۷-۴
۱۵۱	تابع ذاتی Product	۶-۷-۴
۱۵۲	توابع ذاتی All, Any	۷-۷-۴
۱۵۳	توابع ذاتی MaxVal, MinVal	۸-۷-۴
۱۵۳	توابع ذاتی MaxLoc, MinLoc	۹-۷-۴
۱۵۵	تابع ذاتی ترانواده یک ماتریس	۱۰-۷-۴
۱۵۵	تابع ذاتی ضرب آرایه و ماتریس‌ها	۱۱-۷-۴
۱۵۶	دستور ذاتی Where	۱۲-۷-۴
۱۵۸	دستور ذاتی ForAll	۱۳-۷-۴
۱۶۱	آرایه‌های تخصیص‌پذیر (سنار)	۸-۴
۱۶۵	تمرینات	۹-۴

فصل پنجم زیر برنامه‌ها

۱۷۵	مقدمه	۱-۵
۱۷۶	زیر برنامه‌ها	۲-۵
۱۷۶	تابع	۱-۲-۵
۱۸۱	سابروتین	۲-۲-۵
۱۸۲	برنامه اصلی	۳-۵
۱۸۷	آرگومان‌ها	۴-۵
۱۸۸	ارتباط آرگومان‌ها (واقعی با ساختگی)	۱-۴-۵
۱۸۹	دستور intent	۲-۴-۵
۱۹۴	زیر برنامه‌ها و یا رویه‌های داخلی و خارجی	۵-۵
۱۹۴	رویکرد داخلی	۱-۵-۵
۱۹۸	رویکرد خارجی	۲-۵-۵
۲۰۲	ماژول	۶-۵

۲۰۷	متغیرهای عمومی و خصوصی	۱-۶-۵
۲۱۵	ارسال متغیرهای اندیس‌دار به زیربرنامه‌ها	۲-۶-۵
۲۲۰	استفاده از مازول برای ایجاد واسطه صریح	۳-۶-۵
۲۲۵	زیربرنامه‌های بازگشتی	۷-۵
۲۳۹	تمرینات	۸-۵

فصل ششم رشته‌ها و عملیات با آنها

۲۴۷	عملیات با رشته‌ها	۱-۶
۲۴۸	انتساب به یک متغیر رشته‌ای	۱-۱-۶
۲۴۹	مقایسه رشته‌ها	۲-۱-۶
۲۵۱	زیررشته‌ها	۳-۱-۶
۲۵۳	اتصال دو رشته به هم	۴-۱-۶
۲۵۵	توابع کتابخانه‌ای رشته‌ها	۵-۱-۶
۲۶۵	ارجاع متغیرهای کاراکتری به زیربرنامه‌ها	۲-۶
۲۷۱	فایل‌های داخلی	۳-۶
۲۷۵	تمرینات	۴-۶

فصل هفتم ساختارها و خواص آنها

۲۷۹	ساختار	۱-۷
۲۸۰	اعلان داده‌های ساختار یافته	۱-۱-۷
۲۸۱	ساختارهای تو در تو	۲-۱-۷
۲۸۱	مقداردهی به ساختار	۳-۱-۷
۲۸۲	ورودی و خروجی ساختارها	۴-۱-۷
۲۸۳	آرایه و داده‌های ساختار یافته	۵-۱-۷
۲۸۶	داده‌های ساختار یافته و رویه‌ها	۶-۱-۷
۲۹۲	تمرینات	۲-۷

فصل هشتم مباحث پیشرفته در زیر برنامه‌ها

۲۹۷	انتقال آرایه‌ها به زیر برنامه‌ها	۱-۸
۳۰۴	نام برای آرگومان‌ها	۲-۸
۳۰۵	آرگومان‌ها اختیاری	۳-۸
۳۰۹	بلوک‌های واسطه‌ای	۴-۸
۳۱۰	ایجاد بلوک‌های واسطه‌ای	۱-۴-۸
۳۲۲	رویه‌های عام	۵-۸
۳۲۲	رویه‌های عام تعریف شده کاربر	۱-۵-۸
۳۲۶	واسطه‌های عام برای رویه‌ها در مازول‌ها	۱-۵-۸
۳۲۹	عملگرها و انتساب‌های تعریف شده کاربر	۶-۸
۳۳۸	بسط عملگر انتساب	۱-۶-۸
۳۴۵	اختیارات پیشرفته دستور Use‌ها	۷-۸
۳۴۹	تمرینات	۸-۸

فصل نهم اشاره‌گرها

۳۵۵	اشاره‌گرها و اهداف	۱-۹
۳۵۶	دستورات انتساب اشاره‌گرها	۱-۱-۹
۳۵۸	وضعیت ارتباط اشاره‌گر	۲-۱-۹
۳۶۰	استفاده از اشاره‌گر در دستورات انتساب	۲-۹
۳۶۲	کاربرد اشاره‌گرها در آرایه‌ها	۳-۹
۳۶۴	تخصیص پویای حافظه با اشاره‌گر	۴-۹
۳۶۸	استفاده از اشاره‌گر به عنوان مؤلفه داده‌های ساختاریافته	۵-۹
۳۷۳	آرایه‌های از اشاره‌گرها	۶-۹
۳۷۵	استفاده از اشاره‌گرها در رویه‌ها	۷-۹
۳۸۰	ساختارهای درختی دودویی	۸-۹
۳۸۵	معنای ساختارهای درختی دودویی	۱-۸-۹
۳۸۷	ساختن ساختار درخت دودویی	۲-۸-۹
۳۹۵	تمرینات	۹-۹

فصل دهم عملیات مفصل فایل‌ها ۳۹۹

۱-۱۰ نحوه برقراری فایل‌ها و برنامه‌ها ۳۹۹

۱-۱-۱۰ دستور CLOSE ۴۰۵

۲-۱-۱۰ دستور INQUIRE ۴۰۶

۲-۱۰ فایل‌های بدون قالب ۴۰۷

۳-۱۰ فایل‌های با دسترسی مستقیم ۴۰۸

۴۱۱

مراجع

مقدمه‌ای بر فرترن ۹۰

فرترن، اولین زبان برنامه‌نویسی سطح بالایی است که در طی چند دهه اخیر، توسط بسیاری از متخصصین علوم و مهندسين به‌کار گرفته شده و بسیار موفق نیز بوده است. در سال‌های اخیر با به وجود آمدن زبان‌های برنامه‌نویسی مانند پاسکال، C و یا ++C اقبال به سمت آن‌ها افزایش یافت، اما هنوز برنامه‌های علمی و مهندسی بسیاری با آن نوشته می‌شود و ارتقاء خود زبان و مترجم‌های مربوط به آن شاهد صدق مدعای فوق است. در زیر شرح مختصری از تاریخچه این زبان تقدیم می‌گردد.

تاریخچه‌ای خلاصه از زبان فرترن

اصل این زبان سیستمی تحت عنوان IBM formula translation system نامیده می‌شود که به‌طور خلاصه FORMula TRANslation بیان می‌گردد. این برنامه اولین زبان برنامه‌نویسی سطح بالا در اواخر دهه ۵۰ بود که توسط شرکت IBM معرفی شد. این زبان از چنان شهرتی برخوردار گشت که بقیه شرکت‌ها نیز روایت‌های خود را ایجاد نمودند، به‌طوری که در سال ۱۹۶۳، چهل برنامه مترجم از فرترن موجود بود. روایت‌های مختلف در دسرهایی را

برای کاربران ایجاد می‌کرد، تا این که اولین روایت استاندارد آن تحت عنوان فرترن ۶۶، در سال ۱۹۷۲ ارائه شد. تعریف استاندارد فرترن در اواخر دهه ۷۰ به‌هنگام شد و چون نسخه اولیه آن در سال ۱۹۷۷ تنظیم شده بود، به نام فرترن ۷۷ شهرت یافت. با رشد فن‌آوری در سخت‌افزار و نرم‌افزار و پاره‌ای از محدودیت‌های روایت ۷۷، فرترن ارتقاء قابل ملاحظه‌ای یافت و به اسم فرترن ۹۰ به بازار آمد. اکنون نیز فرترن ۹۵ مورد استفاده قرار می‌گیرد و روایت جدیدتری از فرترن تحت عنوان فرترن ۲۰۰۳^۱، اخیراً ارائه شده است.

قابلیت‌های جدید فرترن ۹۰

- (۱) نوشتن کدها به صورت آزاد
- (۲) ایجاد انواع متنوع تر از داده‌ها
- (۳) ساختارهای کنترلی
- ۱-۳- ساختار select case
- ۲-۳- do...while
- (۴) قابلیت پردازش بیشتر روی بردارها
- (۵) حافظه‌های دینامیک و اشاره‌گرها
- (۶) ایجاد ماژول‌ها
- (۷) ایجاد زیربرنامه‌های بازگشتی

مترجم‌ها

ترجمه برنامه‌ای از فرترن ۹۰ به کد ماشین، توسط بخشی از سیستم به نام «مترجم» انجام می‌شود. مترجم خودش نمونه‌ای از نرم‌افزار است. یعنی برنامه رایانه‌ای است که ممکن است به کد ماشین یا شاید به زبان دیگری نوشته شده باشد. فرترن ۹۰ زبان استاندارد است. به موازات ارتقاء زبان فرترن برنامه‌های مترجم جدیدتری نیز با به عرصه وجود گذاشتند. مترجم‌های آن روی انواع سیستم‌های رایانه‌ای از بزرگ و کوچک پیدا خواهد شد. در نتیجه، برای حل یک مساله ۱. چون اصول آن در سال ۲۰۰۳ نهایی شده است، به این نام شهرت یافته است.

خاص، برنامه‌ای برای یکبار و همیشه نوشته شده و به‌طور متوالی و بدون گرفتاری به مجموعه بزرگی از سیستم‌ها انتقال داده می‌شود. انواع مترجم‌ها عبارتند از:

- NAG (The Numerical Algorithms Group Ltd)
- absoft
- Lahy/Fujitsu Fortran for Visual Studio
- Salford 95 for Microsoft
- Intel(R) Visual Fortran
- Compaq Visual Fortran
- Microsoft Fortran powerstation

خوانندگان گرامی می‌توانند برای دست یافتن به اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی زیر مراجعه نمایند.

www.fortran.com/market.html

محدوده و مشخصات نوشتار حاضر

فرترن ۹۰ زبان مفصلی است که تمام خصیصه‌های استاندارد قبلی فرترن را حفظ کرده است و همان‌طور که در بالا ملاحظه شد، قابلیت‌های بیشتری نیز پیدا کرده است. در نوشتار حاضر سعی بر این بوده است که زبان فرترن در حد امکان به‌صورت خلاصه ارائه گردد و بیشتر روی که امکاناتی که در فرترن ۹۰/۹۵ وجود دارد تکیه شود. به‌رغم اینکه دستورات (مانند common) و ساختارهای (مانند goto) نسخه ۷۷ فرترن توسط فرترن ۹۰/۹۵ حمایت می‌شود، اما استفاده از آن‌ها توصیه^۲ نمی‌گردد و لذا از ذکر آن‌ها خودداری شده است.

برنامه‌نویس، برای به‌کارگیری فرترن ۹۰، باید از نرم‌افزار مترجم استفاده کند و فایل‌های حاوی متن برنامه‌های فرترن را پردازش و ویرایش کند. اما ساختار آن‌ها ربطی به این نوشتار ندارد، ولی باید خاطرنشان نمود که درک صحیحی از آن‌ها برای استفاده از فرترن ۹۰/۹۵ ضروری است.

۲. برای اطلاع بیشتر، خوانندگان گرامی می‌توانند به مراجع ذکر شده در نوشته حاضر مراجعه نمایند.

در این نوشتار، برای ترجمه برنامه‌هایی که به صورت کامل ارزیه گردیده است از دو برنامه مترجم زیر استفاده شده است.

- Microsoft Fortran powerstation 4.0
- Compaq visual Fortran 6.6

در اینجا باید یادآوری نمود که عملکرد دو برنامه مترجم فوق کاملاً یکسان نیست و این امری طبیعی است، که در مباحث مختلف به آن اشاره خواهد شد. مسلماً نوشتار^۳ حاضر خالی از نقص و عیب نیست. نگارنده این سطور قبلاً سپاس خود را نسبت به کسانی که با نقد خویش به بهبود این مسوده مدد می‌رسانند، ارزانی می‌دارد.

موسوی ندوشنی

E-mail: s_mousavi@pwut.ac.ir

۳. تایپ و حروف‌نگاری توسط نرم‌افزار T_EX_Λ انجام شده است.