

برنامه‌نویسی به زبان

Fortran 90/95

برای رشته‌های علوم و مهندسی

سیدسعید موسوی‌نژاد

s_mousavi@pwut.ac.ir

دانشگاه صنعت آب و برق

(شهید عباسپور)

موسوی‌ندوشنی، سعید، ۱۳۳۲

برنامه‌نویسی به زبان Fortran 90/95 برای رشته‌های علوم و مهندسی / سعید

موسوی‌ندوشنی

تهران، دانشگاه صنعت آب و برق، ۱۳۸۷

۳۱۲ ص: جدول، نمودار

ISBN 978-964-8348-22-4

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیبا، کتاب‌نامه:

۱. فورترن ۹۰، ۲. فورترن ۹۵، ۳. فورترن (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر)، مسایل، تمرین‌ها و غیره،

دانشگاه صنعت آب و برق

۰۰۵

۱۳۸۷ ۹۵م/ف/۷۳/۴۷۶ QAV

۱۶۵۵۳۶۶

کتابخانه ملی ایران

برنامه‌نویسی به زبان Fortran 90/95 برای رشته‌های علوم و مهندسی

مؤلف: سیدسعید موسوی‌ندوشنی

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق

نوبت چاپ: اول ۱۳۸۸

چاپ / صحافی: خورشید / شکیب

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۴۵۰۰۰ ریال

مراکز پخش:

۱) دانشگاه صنعت آب و برق، تهران، فلکه چهارم تهران پارس، خیابان وفادار شرقی، بلوار

بهار، صندوق پستی ۱۷۱۹-۱۶۷۶۵، تلفن: ۷۳۹۳۲۳۷۳

۲) انتشارات فدک، تهران، خیابان انقلاب، خیابان اردیبهشت، بین لبافی‌نژاد و جمهوری، پلاک

۱۲۶، تلفن: ۶۶۴۸۱۰۹۶-۶۶۴۶۵۸۳۱

فهرست مطالب

مقدمه‌ای بر فوترن ۹۰

فصل اول عناصر فوترن ۹۰

- ۱-۱-۱ شکل اصلی
- ۱-۱-۲ مجموعه کاراکترهای فوترن
- ۲-۱-۱ نام‌ها
- ۲-۱-۲-۱ متغیرها
- ۲-۱-۳ انواع داده‌ها
- ۲-۱-۴ اعلان کردن متغیرهای عددی و منطقی
- ۲-۱-۵ نوع ضمنی
- ۲-۲-۱ اعلان کردن متغیرهای رشته‌ای
- ۳-۲-۱ اسامی ثابت و پارامتر

۷	عبارات و نسبت دادن	۳-۱
۷	عبارات	۱-۳-۱
۱۲	نسبت دادن یا انتساب	۲-۳-۱
۱۲	تبدیل صریح و ضمنی نوع داده‌ها	۳-۳-۱
۱۲	دستورالعمل‌های انتساب	۱-۳-۳-۱
۱۳	عبارت محاسباتی	۲-۳-۳-۱
۱۵	توابع	۴-۳-۱
۱۵	توابع پیش‌ساخته	۱-۴-۳-۱
۱۶	توابع سفارشی	۲-۴-۳-۱
۱۷	ورودی یا خروجی	۴-۱
۱۷	دستور چاپ	۱-۴-۱
۱۸	دستور خواندن	۲-۴-۱
۱۹	نوشتن یک برنامه ساده	۵-۱
۲۲	تمرینات	۶-۱

فصل دوم ساختارهای کنترلی

۲۵	مقدمه	۱-۲
۲۶	شرط‌ها	۱-۱-۲
۲۶	شرط ساده	۱-۱-۱-۲
۲۷	بلوک IF	۲-۱-۱-۲
۲۸	IF تو در تو	۳-۱-۱-۲
۳۰	ساختار select case	۴-۱-۱-۲
۳۲	حلقه‌ها	۲-۱-۲
۳۳	حلقه با تعداد تکرار معلوم	۱-۲-۱-۲
۳۶	حلقه با تعداد تکرار نامعلوم	۲-۲-۱-۲
۳۹	حلقه‌های تو در تو	۳-۲-۱-۲
۴۱	تمرینات	۲-۲

فصل سوم مفاهیم اساسی ورودی و خروجی ۴۷

۴۷	مقدمه	۱-۳
۴۸	فایل ها	۲-۳
۴۸	خواندن فایل	۱-۲-۳
۴۹	دستورات موقعیت در فایل ها	۱-۱-۲-۳
	خواندن یک فایل با تعداد نامعلوم	۲-۱-۲-۳
۵۰	داده ها	
۵۱	نوشتن روی یک فایل	۲-۲-۳
۵۲	انواع قالب ها	۳-۳
۵۲	قالب نوشتن	۱-۳-۳
۵۲	قالب اعداد صحیح	۱-۱-۳-۳
۵۳	قالب های اعداد اعشاری	۲-۱-۳-۳
۵۵	قالب کاراکترها	۳-۱-۳-۳
	قالب جای خالی و فاصله از	۴-۱-۳-۳
۵۶	ابتدای سطر	
۵۷	قالب /	۵-۱-۳-۳
۵۸	قالب \	۶-۱-۳-۳
۵۹	کاربرد علامت «» در قالب	۲-۳-۳
۶۰	قالب تکراری	۱-۲-۳-۳
۶۲	نحوه ظاهر شدن علامت عدد در قالب	۳-۳-۳
۶۵	قالب خواندن	۴-۳-۳
۶۵	قالب اعداد صحیح	۱-۴-۳-۳
۶۶	قالب اعداد اعشاری	۲-۴-۳-۳
۶۷	قالب کاراکترها	۳-۴-۳-۳
۶۸	قالب /	۴-۴-۳-۳
۶۹	چگونگی عمل قالب ها در خواندن	۵-۴-۳-۳
۷۰	خطاها	۴-۳
۷۰	خطاهای زمان ترجمه	۱-۴-۳

خطاهای زمان اجرا	۲-۴-۳	۷۱
خطای منطق برنامه	۳-۴-۳	۷۱
خطاهای ناشی از گرد کردن	۴-۴-۳	۷۱
نمایش داده‌ها در رایانه	۵-۴-۳	۷۴
سیستم اعداد دودویی	۱-۵-۴-۳	۷۴
نمایش اکتان و هگزادسیمال از	۲-۵-۴-۳	
اعداد دودویی		۷۵
انواع داده‌های ذخیره شده در	۳-۵-۴-۳	
حافظه		۷۶
انواع متغیرها و ثابت‌های حقیقی	۶-۴-۳	۷۸
تعیین نوع متغیر	۷-۴-۳	۷۹
انتخاب دقت بدون ملاحظه پردازشگر	۸-۴-۳	۸۰
اعداد مختلط یا موهومی	۵-۳	۸۴
توابع ذاتی اعداد مختلط	۱-۵-۳	۸۵
تمرینات	۶-۳	۸۶

فصل پنجم

فصل چهارم متغیرهای اندیس‌دار	۸۹
مقدمه	۱-۴
نحوه اعلان یک متغیر اندیس‌دار	۲-۴
نحوه نوشتن آرایه‌ها	۳-۴
زیر آرایه یا قسمتی از یک آرایه	۱-۳-۴
مقداردهی اولیه به یک آرایه	۱-۱-۳-۴
عملیات با آرایه‌ها	۲-۳-۴
خواندن و نوشتن یک متغیر یک بعدی	۴-۴
خواندن متغیر اندیس‌دار با استفاده از دستور DO	۵-۴
حلقه DO ضمنی	۱-۵-۴
خواندن داده‌های آرایه‌ای با تعداد نامعلوم	۲-۵-۴
توابع ذاتی آرایه‌ها	۶-۴

۱۰۷	تابع ذاتی Shape	۱-۶-۴	۶۵۰
۱۰۷	تابع ذاتی Reshape	۲-۶-۴	۶۵۱
۱۱۰	دستور ذاتی Where	۳-۶-۴	۶۵۲
۱۱۱	دستور ذاتی ForAll	۴-۶-۴	۶۵۳
۱۱۲	تابع ذاتی Sum	۵-۶-۴	۶۵۴
۱۱۴	تابع ذاتی Product	۶-۶-۴	۶۵۵
۱۱۴	توابع ذاتی All, Any	۷-۶-۴	۶۵۶
۱۱۵	توابع ذاتی MaxVal, MinVal	۸-۶-۴	۶۵۷
۱۱۶	توابع ذاتی MaxLoc, MinLoc	۹-۶-۴	۶۵۸
۱۱۷	تابع ذاتی ترانزاده یک ماتریس	۱-۹-۶-۴	۶۵۹
۱۱۷	تابع ذاتی ضرب آرایه و ماتریس ها	۲-۹-۶-۴	۶۶۰
۱۱۹	متغیرهای اندیس دار شناور	۷-۴	۶۶۱
۱۲۲	تمرینات	۸-۴	۶۶۲

فصل پنجم زیر برنامه ها

۱۲۹	مقدمه	۱-۵	۶۶۳
۱۲۹	تابع	۲-۵	۶۶۴
۱۳۰	جزئیات دستور تابع	۱-۲-۵	۶۶۵
۱۳۱	ارتباط آرگومان ها (واقعی یا ساختگی)	۱-۱-۲-۵	۶۶۶
۱۳۸	سابروتین	۳-۵	۶۶۷
۱۳۹	آرگومان ها	۴-۵	۶۶۸
۱۴۰	دستور Intent	۱-۴-۵	۶۶۹
۱۴۴	ارسال متغیرهای اندیس دار به زیر برنامه ها	۲-۴-۵	۶۷۰
۱۴۶	متغیرهای محلی و متغیرهای عمومی	۱-۲-۴-۵	۶۷۱
۱۴۹	آرگومان های اختیاری	۳-۴-۵	۶۷۲
۱۵۰	زیر برنامه ها و یا رویه های داخلی و خارجی	۵-۵-۵	۶۷۳
۱۵۵	ماژول	۶-۵-۵	۶۷۴

۱-۶-۵ متغیرهای عمومی و خصوصی ۱۵۹

۱-۶-۵-۱ تولید اعداد تصادفی با استفاده

۱۶۴ از رویه‌های ذاتی فزونی

۲-۶-۵ استفاده از مازول برای ایجاد واسطه صریح ۱۶۶

۱-۶-۵-۲ زیربرنامه به عنوان یک آرگومان ۱۶۷

۷-۵ زیربرنامه‌های بازگشتی ۱۷۲

۸-۵ تمرینات ۱۷۵

فصل ششم رشته‌ها و عملیات با آنها ۱۸۳

۱-۶ عملیات با رشته‌ها ۱۸۴

۱-۶-۱ انتساب به یک متغیر رشته‌ای ۱۸۴

۱-۶-۲ مقایسه رشته‌ها ۱۸۵

۱-۶-۳ زیررشته‌ها ۱۸۶

۱-۶-۴ اتصال دو رشته به هم ۱۸۷

۱-۶-۵ توابع کتابخانه‌ای رشته‌ها ۱۸۸

۱-۶-۶ فایل‌های داخلی ۱۹۴

۲-۶ تمرینات ۱۹۶

فصل هفتم ساختارها و خواص آنها ۱۹۹

۱-۷ ساختار ۱۹۹

۱-۷-۱ اعلان داده‌های ساختار یافته ۲۰۰

۱-۷-۲ ساختارهای تو در تو ۲۰۱

۱-۷-۳ مقداردهی به ساختار ۲۰۱

۱-۷-۴ ورودی و خروجی ساختارها ۲۰۲

۱-۷-۵ آرایه و داده‌های ساختار یافته ۲۰۳

۱-۷-۶ داده‌های ساختار یافته و رویه‌ها ۲۰۵

۲-۷ تمرینات ۲۱۳

فصل هشتم مباحث پیشرفته در زیر برنامه‌ها

انتقال آرایه‌ها به زیر برنامه‌ها	۱-۸
آرایه‌های اتوماتیک	۲-۸
بلوک‌های واسطه‌ای	۳-۸
ایجاد بلوک‌های واسطه‌ای	۱-۳-۸
رویه‌های عام	۴-۸
رویه‌های عام تعریف شده کاربر	۱-۴-۸
واسطه‌های عام برای رویه‌ها در مازول‌ها	۲-۴-۸
عملگرها و انتساب‌های تعریف شده کاربر	۵-۸
بسط عملگر انتساب	۱-۵-۸
اختیارات پیشرفته دستور Use‌ها	۶-۸
تمرینات	۷-۸

فصل نهم اشاره‌گرها

اشاره‌گرها و اهداف	۱-۹
دستورات انتساب اشاره‌گرها	۱-۱-۹
وضعیت ارتباط اشاره‌گر	۲-۱-۹
استفاده از اشاره‌گر در دستورات انتساب	۲-۹
کاربرد اشاره‌گرها در آرایه‌ها	۳-۹
تخصیص پویای حافظه با اشاره‌گر	۴-۹
استفاده از اشاره‌گر به عنوان مؤلفه داده‌های ساختار یافته	۵-۹
آرایه‌های از اشاره‌گرها	۶-۹
استفاده از اشاره‌گرها در رویه‌ها	۷-۹
ساختارهای درختی دودویی	۸-۹
معنای ساختارهای درختی دودویی	۱-۸-۹
ساختن ساختار درخت دودویی	۲-۸-۹
تمرینات	۹-۹

فصل دهم عملیات مفصل فایل‌ها

- ۳۰۳ نحوه برقراری فایل‌ها و برنامه‌ها ۱-۱۰
- ۳۰۹ دستور CLOSE ۱-۱-۱۰
- ۳۱۰ دستور INQUIRE ۲-۱-۱۰
- ۳۱۱ فایل‌های بدون قالب ۲-۱۰
- ۳۱۲ فایل‌های با دسترسی مستقیم ۳-۱۰

مراجع

۳۱۵

مقدمه‌ای بر فرترن ۹۰

فرترن، اولین زبان برنامه‌نویسی سطح بالایی است که در طی چند دهه اخیر، توسط بسیاری از متخصصین علوم و مهندسی به کار 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 به طور خلاصه FORMula TRANslation بیان می‌گردد. که این برنامه اولین زبان برنامه‌نویسی سطح بالا در اواخر دهه ۵۰ بود، توسط شرکت IBM معرفی شد. این زبان از چنان شهرتی برخوردار گشت که بقیه شرکت‌ها نیز روایت‌های خود را ایجاد نمودند، به طوری که در سال ۱۹۶۳، چهار 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 ارایه 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 ارایه شده است.

قابلیت‌های جدید فرترن ۹۰

(۱) نوشتن کدها به صورت آزاد

(۲) ایجاد انواع متنوع‌تر از داده‌ها

(۳) ساختارهای کنترلی:

۱-۳ - ساختار select case

۲-۳ - do...while

(۴) قابلیت پردازش بیشتر روی پردازنده‌ها

(۵) حافظه‌های دینامیک و نشانگرها^۲

(۶) ایجاد ماژول‌ها

(۷) ایجاد زیربرنامه‌های بازگشتی^۳

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 پا به عرصه وجود گذاشتند. مترجم‌های آن

۱. چون اصول آن در سال ۲۰۰۳ نهایی شده است، به این نام شهرت یافته است.

روی انواع سیستم‌های رایانه‌ای از بزرگ و کوچک پیدا خواهد شد. در نتیجه برنامه‌ای برای حل مسئله‌ای یکبار و برای 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، 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 به صورت خلاصه آرایه گردد و بیشتر روی امکاناتی که در فرترن ۹۰/۹۵ وجود دارد تکیه شود. به رغم اینکه دستورات (مانند common) و ساختارهای (مانند goto) نسخه ۷۷ فرترن توسط فرترن ۹۰/۹۵ حمایت می‌شود، اما استفاده از آن‌ها توصیه^۴ 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.

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

در این نوشتار، برای ترجمه برنامه‌هایی که به صورت تکامل ارایه 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 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.